

최종보고서

파인세라믹 산업실태 및 발전전략 수립

2008. 8

지식경제부

제 출 문

지식경제부 장관 귀하

본 보고서를 “파인세라믹 산업실태 및 발전전략수립”(지원기간 : 2008.4.1 ~ 2008.8.31) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008. 8.

총괄기관 : 요업기술원

총괄책임자 : 김 광 진

참여연구원 : 김 종 희

홍 태 의

류 도 형

권 형 주

□ 참여 연구위원

박기영(지식경제부, 바이오·나노과장)

안지환(한국지질자원연구원)

황학인(전자부품연구원)

이영국(한국화학연구원)

안영수(한국에너지기술연구원)

박현덕(삼성정밀화학)

나동명(한국파인세라믹협회)

이상훈(한양대학교)

정대환(지식경제부, 사무관)

조성백(한국지질자원연구원)

류병환(한국화학연구원)

박동수(재료연구원)

유승을(자동차부품연구원)

임호기(한국전자산업진흥회)

서경선(화학경제연구원)

김동석(기술표준원)

목 차

I. 사업개요

1. 수립배경 및 목적	
가. 수립배경-----	6
나. 수립목적-----	7
2. 파인세라믹의 중요성	
가. 파인세라믹 정의 및 종류-----	8
나. 파인세라믹 소재 특성-----	15
다. 파인세라믹 사용(예)-----	19
라. 파인세라믹 중요성-----	23
3. 파인세라믹산업 특징	
가. 산업 특징-----	27
나. 산업 문제점-----	30
4. 파인세라믹 분류	
가. 원료·광물-----	34
나. 프리세라믹-----	40
다. 전자세라믹-----	45
라. 기계·구조세라믹-----	50
마. 에너지·환경세라믹-----	52
바. 바이오세라믹-----	55

II. 파인세라믹 산업분석

1. 국내 산업분석	
가. 총괄 산업분석-----	57
나. 분야별 산업분석-----	61
2. 국외 산업분석	
가. 총괄 산업분석-----	112
나. 분야별 산업분석-----	115

3. 파인세라믹산업의 문제점 도출	
가. 총괄 산업의 문제점-----	157
나. 분야별 산업의 문제점-----	158

Ⅲ. 파인세라믹 주요소재 산업실태조사

1. 주요소재별 산업동향	
가. 목적 및 조사대상 소재-----	182
나. 국내 공급현황-----	185
다. 국내 수급현황-----	186
라. 국내 시장규모-----	187
마. 국산화율-----	188
2. 주요소재별 시장동향	
가. 산화물-----	189
나. 비산화물-----	194
다. 복합화합물-----	196
라. 기타-----	200
3. 세부소재별 상세현황-----	201

Ⅳ. 파인세라믹 생태계 분석

1. 분야별 생태계 현황	
가. 원료·광물-----	250
나. 프리세라믹-----	263
다. 전자세라믹-----	264
라. 기계·구조세라믹-----	267
마. 에너지·환경세라믹-----	270
바. 바이오세라믹-----	274
2. 분야별 Value chain	
가. 원료·광물-----	276
나. 프리세라믹-----	286
다. 전자세라믹-----	293

라. 기계 · 구조세라믹-----	297
마. 에너지 · 환경세라믹-----	300
바. 바이오세라믹-----	304

V. 파인세라믹 기술분석

1. 국내 기술동향 및 현황

가. 원료 · 광물-----	305
나. 프리세라믹-----	307
다. 전자세라믹-----	309
라. 기계 · 구조세라믹-----	314
마. 에너지 · 환경세라믹-----	317
바. 바이오세라믹-----	320

2. 국외 기술동향 및 현황

가. 원료 · 광물-----	322
나. 프리세라믹-----	326
다. 전자세라믹-----	327
라. 기계 · 구조세라믹-----	329
마. 에너지 · 환경세라믹-----	332
바. 바이오세라믹-----	339

VI. 파인세라믹 설문조사결과 분석

1. 설문기업 분석

가. 설문기업 분석-----	342
나. 우선 투자분야-----	345

2. 설문결과 분석

가. 기업현황 분석-----	348
나. 기업 애로사항 분석-----	362

3. 산업의 문제점 분석 -----366

VII. 파인세라믹 산업정책 현황

1. 국내 산업정책 분석

가. 부품·소재 산업지원정책-----	371
나. 파인세라믹 지원정책-----	374

2. 국외 산업정책 분석

가. 일본 산업지원 정책-----	380
나. 미국 산업지원 정책-----	383
다. 유럽 산업지원 정책-----	385

VIII. 파인세라믹산업 발전전망

1. 시장전망

가. 원료·광물-----	388
나. 프리세라믹-----	389
다. 전자세라믹-----	390
라. 기계·구조세라믹-----	393
마. 에너지·환경세라믹-----	397
바. 바이오세라믹-----	400

2. 신기술 전망

가. 원료·광물-----	402
나. 프리세라믹-----	405
다. 전자세라믹-----	408
라. 기계·구조세라믹-----	411
마. 에너지·환경세라믹-----	414
바. 바이오세라믹-----	419

IX. 파인세라믹산업 발전전략

1. 산업발전 비전 및 목표

가. 비전-----	423
나. 목표-----	423

2. 산업발전 세부전략	
가. 상생형 산업구조 구축-----	424
나. 글로벌 핵심역량 확보-----	428
다. 산업성장 기반 구축-----	432
3. 산업육성 방안	
가. 산업통계 구축-----	437
나. 표준화 추진-----	449
다. 인프라 연계-----	455
라. 기업협력-----	461
마. 대일협력-----	468
4. 산업육성을 위한 기관별 역할	
가. 정부의 역할-----	471
나. 산업체의 역할-----	474
다. 연구기관의 역할-----	476
라. 대학의 역할-----	478
마. 산·학·연·관 협력방안-----	481
5. 산업육성을 위한 세부정책 제안(RFP) -----	484
# 첨부 : 수출입 통계자료 -----	509

I. 사업개요

1. 수립배경 및 목적

가. 수립배경

- 파인세라믹은 차세대 성장동력 산업 및 주력기간산업의 핵심기반 산업으로, 수요산업(IT, 디스플레이, 에너지 등)과 세라믹 연계성 파악이 필요
- 파인세라믹은 지난 80년대 세라믹 중흥을 이루었으나, 1990년대 수입 대체의 부품·완제품 중심의 시장경쟁구조에서 약간의 소강기
- 2005년부터 수입대체에서 원천기술의 중요성이 부각되면서, 소재의 중요성과 더불어 핵심소재인 세라믹 중요성이 재차 부각
- 파인세라믹 산업은 대표적인 소량다품종 산업으로서, 분야별 세라믹 산업분석과 산업육성전략이 필요
- 매출액이 100억 미만의 회사의 중소기업이 90% 이상을 차지하여, 단기성과 위주의 기업전략에 치중
- Set(기기)품의 수출확대에 따른 파인세라믹 수입량은 더욱 증가하고 있고, 이에 따른 근본적인 대책이 필요
- 미래기술 패러다임변화의 핵심요소기술인 파인세라믹에 대한 정확한 산업실태 조사를 통한 문제점 파악 및 다양한 정책대안 도출이 필요
- 전후방산업과의 연계성 파악 및 산업조사를 통한 강점 및 기회요인을 분석하고, 이에 따른 파인세라믹 선진국 실현을 위한 대책이 필요
- 미래 파인세라믹의 전망을 통한 전략적으로 육성할 산업분야를 도출하고, 이에 대한 정책방안 제시가 필요

나. 수립 목적

□ 산·학·연 전문가들의 참여를 통한 특성별 산업실태 조사 및 분석

- 산·학·연 전문가 그룹을 운영하여 산업실태분석, 산업현황 및 기술동향 분석

□ 파인세라믹 산업의 전·후방 산업의 연계성 및 산업동향 분석

- 원료-소재-부품-모듈-기기 관련 생태계 분석을 통한 상생협력방안 도출

□ 첨단 미래파인 세라믹산업 육성을 위한 발전전략 수립

- 국내외 파인세라믹 산업의 로드맵 분석을 통한 미래 산업의 발전방향을 제시하고, 향후 파인세라믹 산업의 중장기 발전비전을 제시

□ 산·학·연 및 유관기관 전문가들이 참여하는 정책방향 제시

- 차별화된 전략을 도출하여 산업육성을 위한 선택과 집중 지원정책 마련

국내 파인세라믹산업 실태조사 및 분석을 통한 발전전략 수립

2. 파인세라믹의 중요성

가. 파인세라믹 정의 및 종류

- 파인세라믹은 “정제 또는 합성분말을 이용하여, 정밀히 제어된 화학 조성
성형, 소성공법에 의해서 제조된 고정밀 재료로서, 종래에 비해 고도의
기능(전자, 구조, 광학, 화학, 생체 등)을 발휘하여 반도체, 자동차, 산업용
기계 등 폭넓은 분야에 사용되는 재료”이며, New 세라믹, Advanced 세라믹
- 전자세라믹 : 전자, 정보통신용 소재
 - 휴대폰, 디스플레이, 디지털 컨버전스 제품의 핵심소재
(고주파 모듈, PDP격벽, 센서, LCR회로 칩 용 등)
- 기계·구조 세라믹 : 자동차·기계, 우주·항공, 에너지, 반도체 및 디스플레이
공정 소재
 - 절삭공구, CVD, Etcher 등 내부식소재, 터빈엔진 블레이드, 초경량 내열재,
원자력·전력산업용 복합재료 소재
- 에너지·환경 세라믹 : 발전기, 전지, 정화, 촉매 소재
 - 연료전지, Li 2차전지 전극활 물질, 광촉매 세라믹 등
- 생체 세라믹 : 인공장기용, 약품, 진단 소재
 - 인공뼈, 인공치아, 약물전달재, 생체센서, 진단재 등

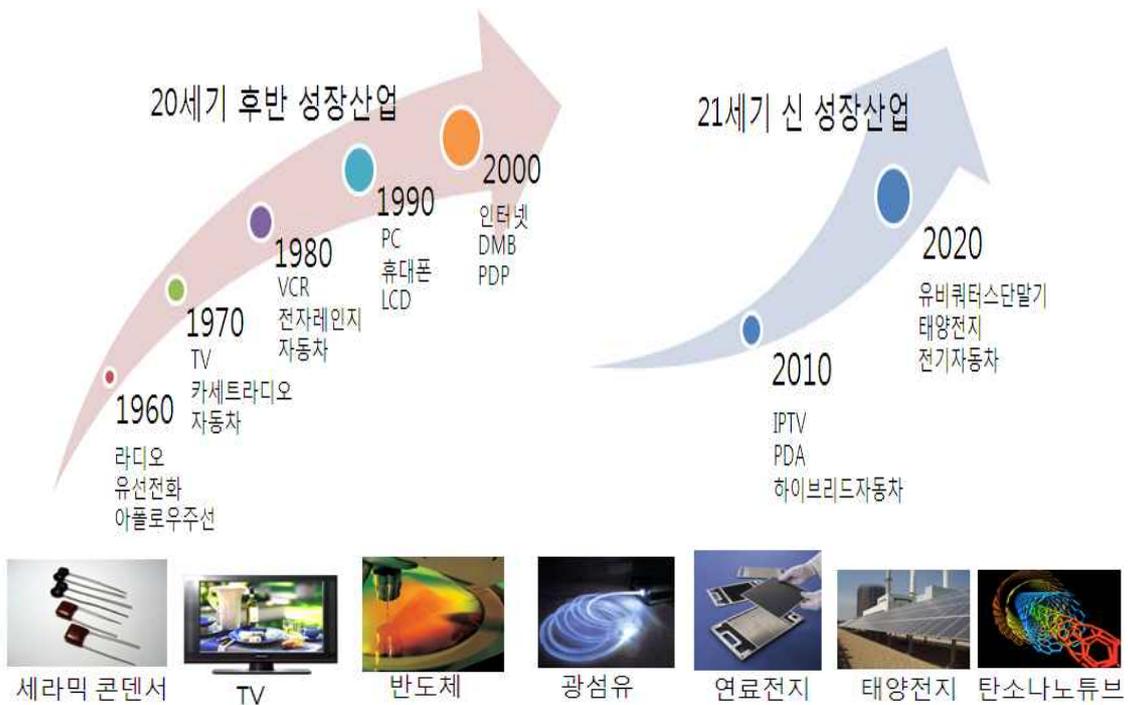
< 그림 I-1 파인세라믹 개념도 >



□ 신성장 핵심기능 부품소재 산업

- ◆ 20세기에 탄생한 신사업의 핵심기능 소재부품으로 발전성장
21세기 미래 신성장 산업용 핵심소재부품으로 더욱 도약
- 20세기 新문명사회를 이루게 한 신소재부품의 신산업
 - 전자, 정보통신, 자동차의 핵심 지능/기능 소재부품산업
- ◆ 삶의질, 쾌적주거 환경, 여성을 해방시킨 가전생활용품산업
 - 가전, 인공장기, 진단, Sanitary, 웰빙 전자재, 센서소재 부품
 - 극한환경 안전방위/방재 및 신재생 에너지 소재부품산업

< 그림 I-2 파인세라믹 성장산업 >



□ 파인세라믹 용도별 분류

분 류	용 도	응 용 제 품
전자세라믹	전자·전기· 정보통신용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 휴대폰, 노트북, PDP, LCD 등 첨단 제품의 핵심 부품/소재 ○ 전자회로 구성부품(저항체, 자성재료, 절연재료, 인덕터, 콘덴서 등)
기계구조용 세라믹	수송기계, 정밀 기계용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차, 항공기, 로봇 등 첨단 제품의 핵심 부품/소재 ○ 고온내열, 내마모 구조부품 (세라믹베어링 등)
에너지·환경 세라믹	에너지, 환경, 광 부품	<ul style="list-style-type: none"> ○ 발전기용 부품/소재, 2차 전지용 부품 소재 - 가스터빈 블레이드, 연료전지 고체전해질 등 ○ 환경 친화적인 소재 : 정화용 담체 등 ○ 광학기기, 광통신 부품 등
생체/ 바이오세라믹	화학센서, 생체/바이오등	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화학센서 부품/소재(이온센서, 진단제 등) ○ 인공장기용 부품/소재(인공뼈, 인공치아 등)

□ 파인 세라믹 기초 소재 종류

	소재 종류		
산화물	1. 알루미나	2. 규산칼슘	3. 텅스텐화합물
	4. 월나이트	5. 코디어나이트	6. 니오비늄탄탈륨
	7. 산화아연	8. 발포규산	9. 산화티탄늄
	10. 산화우라늄	11. 제올라이트	12. 티탄산알카리
	13. 희토류 산화물	14. 지르코니아	15. 티탄산염
	16. 크롬산화물	17. 지르콘산염	18. 산화철
	19. 코발트산화물	20. 산화주석	21. 철화합물
	22. 산화규소	23. 텅스텐산화합물	24. 산화토륨
	25. 산화비스마스	26. 산화베릴륨	27. 니켈산화물
	28. 산화마그네슘	29. 산화바나듐	30. 산화하프늄
31. 인산염	32. 산화몰리브덴		
비산화물	1. 탄소 및 흑연	2. 다이아몬드	3. 탄화텅스텐
	4. 탄소섬유	5. 탄화규소	6. 탄화티탄
	7. 질화티탄	8. 탄화붕소	9. 질화알루미늄
	10. 질화규소	11. 싸이알런 (SiAlON)	12. 비산화물휘스커
	13. 할로겐화합물	14. 붕화물	15. 인화물
	16. 수소화합물	17. 칼코겐화합물	18. 희토류산화물
유리	1. 산화물유리	2. 불화물유리	3. 칼코겐유리
	4. 유리섬유	5. 광파이버	6. 적외파이버

□ 파인세라믹 용도별 소재 종류

	소재 종류
고온소재	알루미나, 희토류산화물, 크롬산화물, 흑연, 싸이알론, 산화규소, 산화지르코늄, 산화베릴륨, 산화마그네슘, 실리카, 탄화규소, 탄화붕소, 탄소, 질화규소 등
전기전자소재	산화아연, 베타알루미나, 알루미늄네이트, 희토류산화물, 규산칼슘, 흑연, 코발트화합물, 산화우라늄, 산화규소, 산화코발트, 산화지르코늄, 산화주석, 산화탄탈, 산화티탄, 산화철, 산화니오비움, 산화니켈, 산화바나듐, 산화비스무스, 산화물유리, 산화베릴륨, 실리카, 실리콘이트, 지르코니아, 지르콘산염, 적외파이버, 탄화규소, 탄화티탄, 탄소, 탄탈산화물, 티탄산알카리, 티탄산염, 질화알루미늄, 질화티탄, 철화합물, 철산화물, 니오비움산화물, 니켈산화물, 바나듐산화물, 하프니아, 비스무스화합물, 인화합물, 인산염 등
기계소재	알루미나, 희토류산화물, 싸이알론, 산화지르코늄, 다이아몬드, 탄화규소, 탄화텅스텐, 탄화티탄, 탄화붕소, 텅스텐카바이드, 질화규소, 질화티탄, 붕소화합물 등
에너지소재	우라늄산화물, 유리섬유, 희토류산화물, 산화티탄, 산화물유리, 산화베릴륨, 실리콘이트, 수소화합물, 탄화티탄, 탄화붕소, 탄소, 티탄산알카리, 질화티탄, 베릴리아 등
자성소재	희토류산화물, 크롬화합물, 크롬산화물, 코발트화합물, 코발트산화물, 산화크롬, 산화철, 산화코발트, 철화합물, 철산화물 등
광전자소재	아연산화물, 카르코젠화합물, 카르코젠유리, 희토류산화물, 산화아연, 산화탄탈, 산화니오비움, 산화바나듐, 산화비스무스, 산화물유리, 지르콘산염, 탄탈산화물, 바나듐산화물, 비스무스산화물 등

<p>광학소재</p>	<p>알루미나, 카르코겐화합물, 카르코겐유리, 희토류산화물, 희토류산화물, 규산칼슘, 코발트화합물, 코발트산화물, 산화규소, 산화코발트, 산화지르코늄, 산화탄탈, 산화티탄, 산화철, 산화물유리, 산화니오비늄, 실리카, 실리케이트, 지르코니아, 적외파이버, 탄화규소, 텅스텐브론즈, 탄탈산화물, 니오비늄산화물, 할로겐화합물, 불화물유리, 인산염 등</p>
<p>촉매 및 화학활성소재</p>	<p>아연산화물, 알루미나, 규산칼슘, 코발트화합물, 산화알루미늄, 산화코발트, 산화티탄, 산화바나듐, 산화비스무스, 산화마그네슘, 실리케이트, 제올라이트, 발포실리카, 탄화규소, 티타늄, 티탄산알카리, 바나듐산화물, 바나듐화합물, 할로겐화합물, 비스무스화합물, 마그네시아 등</p>
<p>생체 및 생화학소재</p>	<p>알루미나, 흑연, 산화알루미늄, 산화지르코늄, 산화티탄, 산화물유리, 지르코니아, 탄소, 탄소섬유, 티타니아, 인산염, 아파타이트 등</p>
<p>형상소재</p>	<p>알루미나, 규산칼슘, 흑연, 산화알루미늄, 산화규소, 산화주석, 산화물유리, 실리카, 실리케이트, 탄화규소, 탄소, 탄소섬유, 티탄산알카리 등</p>
<p>무기 고분자 접합소재</p>	<p>알루미나, 크롬화합물, 규산칼슘, 규산알루미늄, 산화크롬, 산화물유리, 실리케이트 등</p>
<p>복합소재</p>	<p>알루미나, 유리섬유, 규산칼슘, 흑연, 산화알루미늄, 실리케이트, 탄소, 탄소섬유, 티탄산알카리, 비산화물위스커 등</p>
<p>건축소재</p>	<p>규산칼슘, 실리케이트, 시멘트 등</p>

□ 파인세라믹 기능-재료-응용 분류

기능 대분류	산화물 세라믹			비산화물 세라믹		
	기능	재료	응용	기능	재료	응용
전기· 전자적 기능	절연성 유전성 압전성	Al ₂ O ₃ , BaO BaTiO ₃ , TiO ₂ Pb(Zr _x ,Ti _{1-x}) ₃ , ZnO, SiO ₂	기관 캐패시터 발진자,착화소 자,표면탄성과 지연소자	절연성 도전성 반도체 전자방사성	C, SiC, AlN SiC, MoSi ₂ SiC LaB ₆	기관 발열체 바리스터, 피뢰기 전자총용 열음극
	자성	Zn _{1-x} Mn _x Fe ₂ O ₄	기억·연산소 자,자심			
	반도성	SnO ₂ Zno-Bi ₂ O ₃ BatiO ₃	가스센서, 바리스터, 저항소자			
	이온 도전성	β-Al ₂ O ₃ 안정화 ZrO ₂	NaS전지 산소센서			
기계적 기능	내마모성 절삭성	Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	연마재, 절삭공구	내마모성	B ₄ C,다이아몬 드,c-BN TiC, WC, TiN Si ₃ N ₄ , SiC 사이아론 C, MoS ₂ , h-BN	내마모재, 지석, 절삭공구 엔진,내열·내 식 기능, 이형재
				절삭성 강도기능 운활재료		
광학적 기능	형광성 투광성	Y ₂ O ₃ Al ₂ O ₃	형광성 나트륨램프의 외투관 광학편광소자 광통신 화이버	투광성	AlON, N형 유Glass TiN	창재 집광재
	편광성 도광성	PLZT SiO ₂ 다성분계 Glass		광반사성		
열적 기능	내열성 단열성 전열성	Al ₂ O ₃ K ₂ O·nTiO ₂ CaO·nSiO ₂ ZrO ₂ , BeO	단열구조재 단열재	내열성	SiC, Si ₃ B ₄ h-BN C C, SiC, AlN	각종내열재 각종단열재 기관
				단열성 전열성		
원자력 관련 기능	원자로재	UO ₂ BeO	핵연료 감속재	원자로재	UC C, SiC C, B ₄ N	핵연료 핵연료피복재 감속재 제어재
생화학 적 기능	치골재	Al ₂ O ₃ , Ca(F,Cl)P ₃ O ₁₂ SiO ₂ ,Al ₂ O ₃	인공치골	내식성	h-BN, TiB ₂ Si ₃ N ₄ 사이아론 C,SiC	증착용기 펌프, 기타 각종부식재
	재단체성		축매단체			

* 자료 : 선진세라믹의 제작방법과 사용방법(일간공업신문사,2005)

나. 파인세라믹 소재 특성

□ 전기적 특성

○ 절연성

- 파인세라믹은 보통 전기를 통하지 않는 고절연성으로, 휴대전화, 네비게이션 등에 사용되는 수정진동자에 사용

○ 유전성

- 많은 전하를 축적가능한 절연성과 유전성을 이용한 콘덴서의 소재로서, 핸드폰, 다양한 전기제품에 많이 사용

○ 도전성

- 세라믹에 온도 올리면 저항이 변하는 성질을 이용하여, 온도의 변화를 감시하는 센서 및 각종 전기제품의 과열방지 장치에 사용

○ 압전성

- 세라믹에 압력 또는 변형을 가해, 전하를 발생하는 압전효과와, 역으로 전계를 가하면 힘과 변형이 발생하는 역압전효과 우수한 성질을 이용하여 각종 전자제품에 사용

○ 자성

- 세라믹에 전류가 흐르면 자성을 띠는 성질을 이용하여, 각종 전자기기의 전자부품으로 사용되며, 또한 트랜스, 스피커 등의 변환부품 소재로도 이용

□ 광학특성

- 보통의 파인세라믹은 작은 결정의 집합체로서, 결정면에 존재하는 미세한 기공 등이 빛을 난반사하여 빛을 통과시키지 않음. 이러한 미세기공을 포함하지 않는 단결정 사파이어는 투광성이 있고, 통상의 유리보다 강도 및 열전도성이 우수한 특징

□ 기계적 특성

○ 경도

- 파인세라믹의 큰 특징은 경도가 강하다는 것. 세계에서 가장 강한 다이아몬드 다음으로 강한재료이므로 공장에서 금속을 가공하는 절삭공구로 사용됨 (금속의 동(銅)보다 3배이상)

○ 탄성

- 변형이 잘 안되는 특징이 있음. 하중에 대해 변형이 잘안되는 특성을 이용해서 부품을 정밀하게 가공하는 것이 가능

○ 비중

- 금속에 비해 가벼운 소재로써, 동일한 체적이라면 금속대비 1/2의 무게

□ 열적특성

○ 내열성

- 파인세라믹은 열에 강한 특징이 있음. 금속 알루미늄(Al)은 약 660℃에서 녹기 시작하지만, 파인세라믹은 약 2,000℃까지 사용 가능

○ 열팽창계수

- 파인세라믹은 스텐레스강과 비교하여 열팽창계수가 1/2이하

○ 열전도율

- 질화알루미늄, 탄화규소 등은 열전도율이 높고, 열을 잘 운반하는 소재로써, 질화 알루미늄은 반도체부품 패키지로 사용되며 반면에 지르코니아 등은 열을 열전도율이 스텐레스강의 1/10이하로 고온 전기로의 벽돌재로 사용됨

□ 생체특성

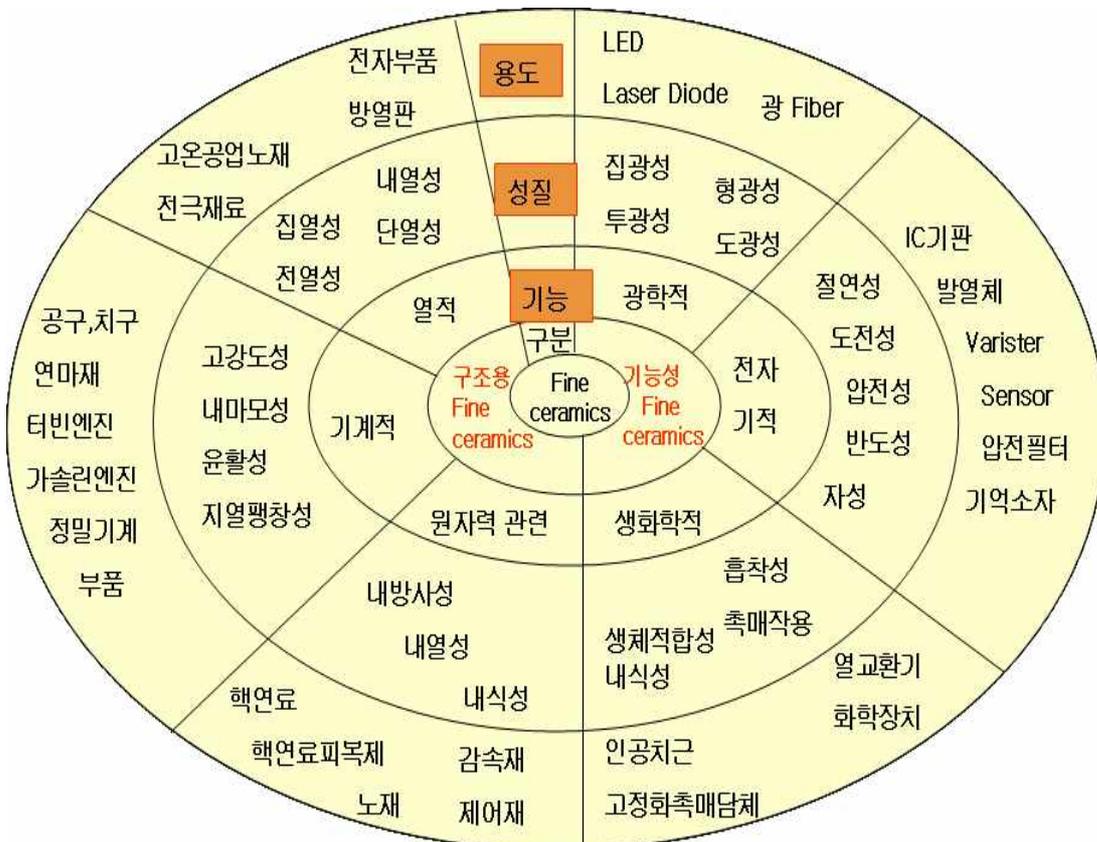
○ 내약품성

- 파인세라믹은 화학적안정성이 높은 재료로써, 화학약품공장의 기기, 화학약품운송용 범프 등에 널리 사용

○ 생체 적합성

- 인체는 다양한 화학물질이 포함되어 있으나, 파인세라믹은 산 또는 알칼리에 녹지 않는 내약품성을 이용하여 인공관절 등 특히 인체에 친화성이 있는 재질로 제품이 만들어 짐

< 그림 I-3 파인세라믹의 기능과 용도 >

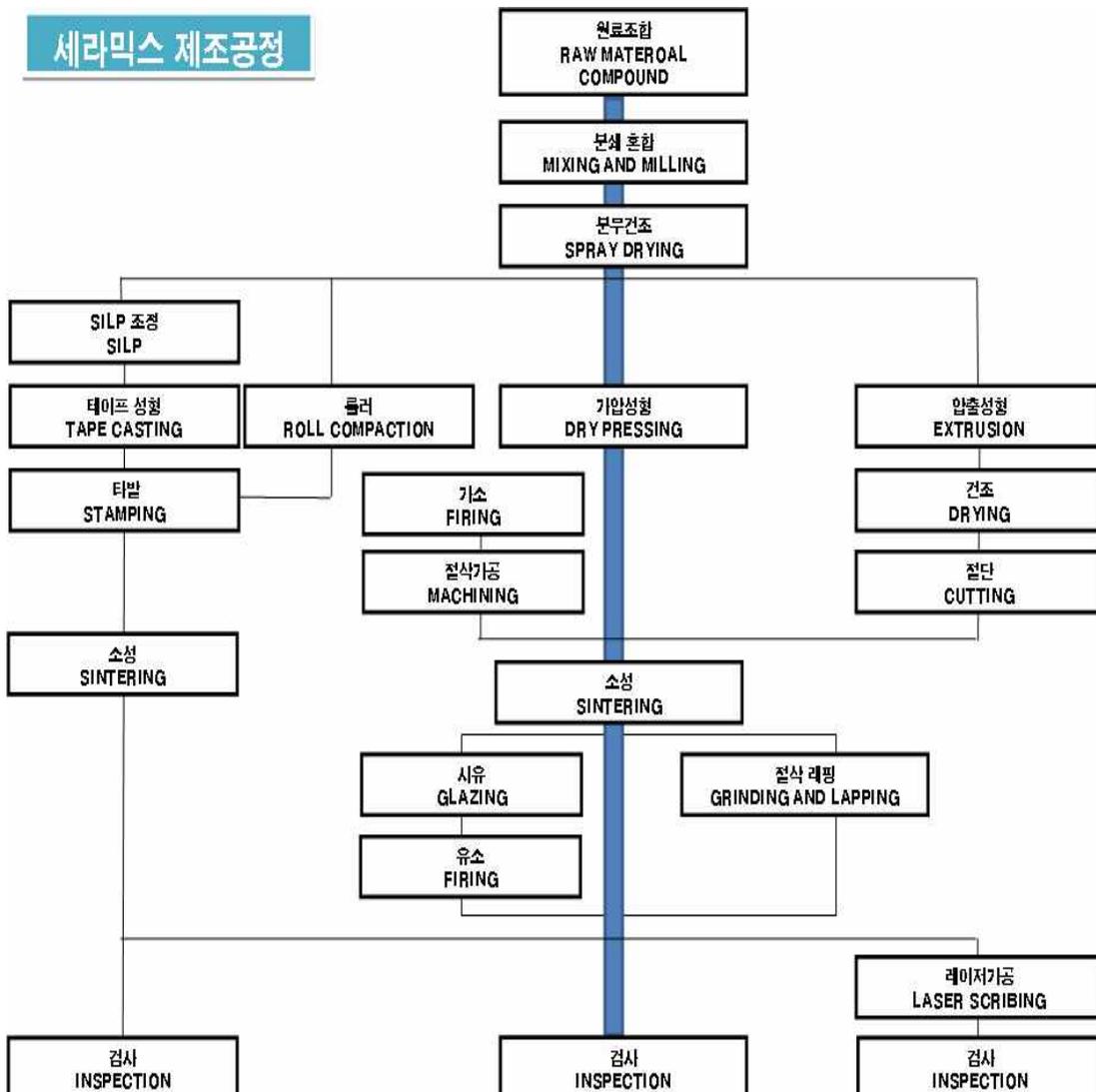


□ 파인세라믹 제조공정

○ 정밀제어 제조공정

- 파인세라믹 원료는 무기질고체분말로, 순도, 입자size, 입도분포등 고정밀도로 제어됨. 목적기능에 맞추어서 조합된 원료는 정밀성형, 절삭가공 후 정밀제어된 전기로에서 고온에서 열처리됨
- 파인세라믹은 소재 및 그 소재특성에 적합한 최적공정기술을 개발하고 이를 끊임없이 개선시키는 “정밀공정기술의 집합체” 임

< 그림 I -4 세라믹 제조공정 >

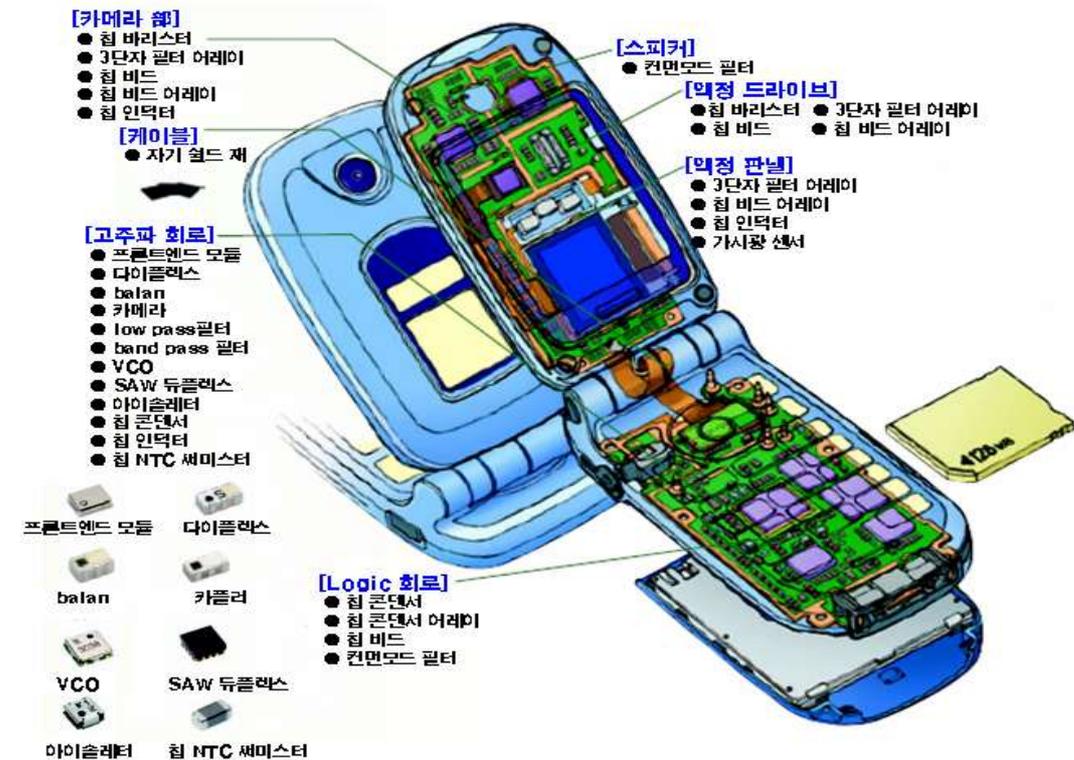


다. 파인세라믹 사용(예)

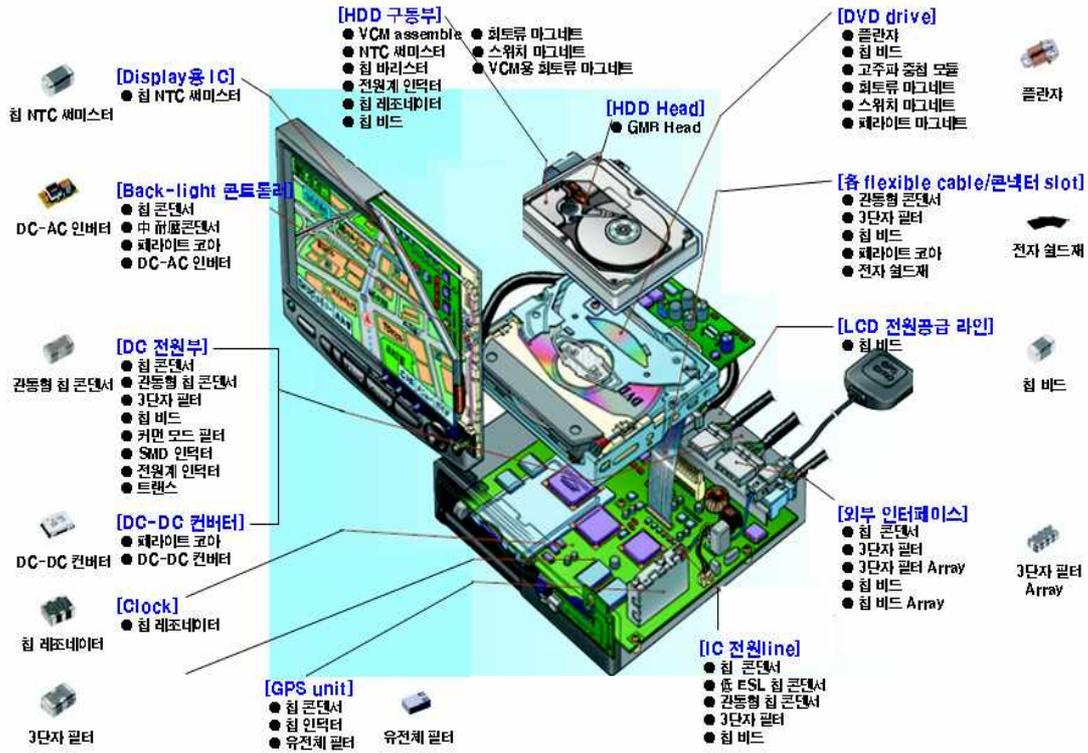
□ 노트북 PC



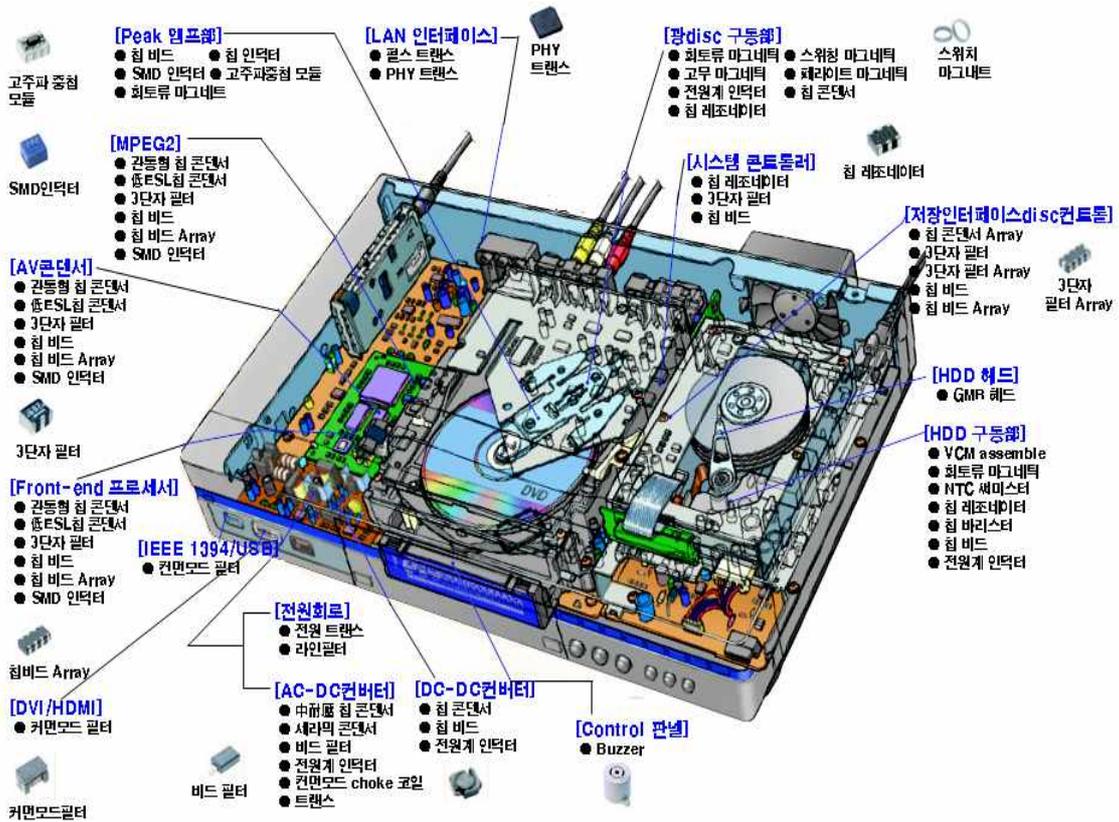
□ 휴대전화



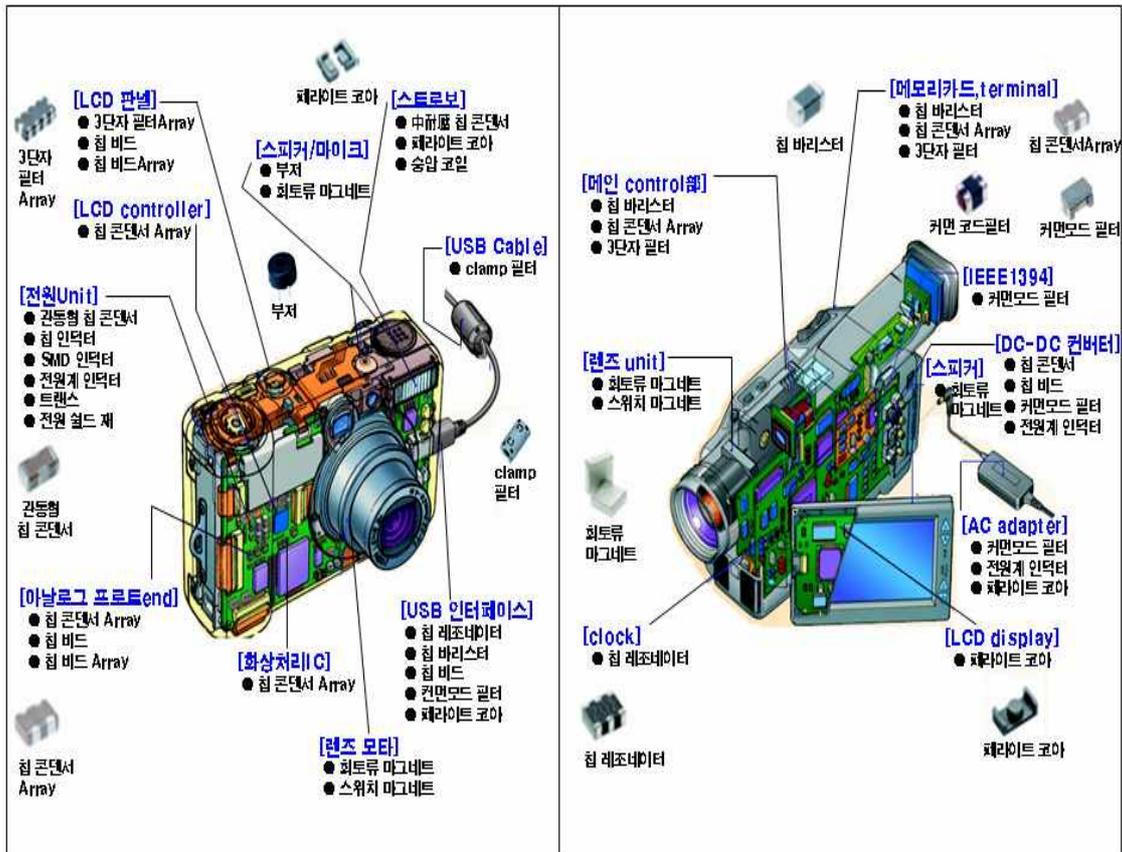
□ Car-네비게이션



□ DVD & HDD Recorder



□ 디지털 카메라 & 캠코더



* 자료 : 세라믹소재 원천기술 기획(요업기술원, 2006.8)

라. 파인세라믹의 중요성

□ 파인세라믹은 수요산업을 고부가가치 산업으로 성장시키는 핵심부품 소재

○ 첨단세라믹 비중 : 휴대폰 70%, PDP 90%, 반도체 치공구 60%, 전지50%

○ 휴대폰의 경우, 핵심부품 17개 품목이 파인세라믹
 - 주요 부품 : MLCC, 듀플렉서, SAW 필터, VCO, 진동자 등

< 표 I-1 대폰 분해 기준 세라믹 부품 소재 원단위 >

구분	부품명	주성분	원단위개수
RF계	안테나	BaTiO ₃	1
	VCO	수정	0.5
	TCXO	BaTiO ₃	0.5
	수정진동자	수정	1.3
	SAW듀플렉서	Al ₂ O ₃ , LiTaO ₃	0.3
	SAW 필터	Al ₂ O ₃ , LiTaO ₃	0.2
	세라믹 필터	BaTiO ₃	0.2
	세라믹 듀플렉서	BaTiO ₃	0.2
	아이솔레이터	Ga페라이트	0.3
센서계	카메라용 렌즈	유리	0.2
표시/출력계	LCD 유리	ITO, 무알카리유리	1.0
	LED	YAG, GaN	3
	마이크로폰	PZT	1
배터리계	리튬 2차 전지	LiCoOx	2
기판 회로계	칩콘덴서 (MLCC)	BaTiO ₃	182
	칩저항기	Al ₂ O ₃ , ZrO ₂	144
	칩인덕터	Ni페라이트	11
계	17부품		349

* 자료 : 휴대폰의 세라믹부품·소재 원단위 조사 (요업기술원, 2005)

- MLCC (Multi Layer Chip Capacitor, 적층세라믹 캐패시터)
 - . 용 도 - 휴대전화, 컴퓨터, 디지털 TV, 캠코더 등 전기전자 정보통신 기기에 사용되는 핵심소자
 - . 기 능 - 전기를 일시적으로 비축할 수 있는 부품으로써, 교류는 통과 하고 직류는 통과하지 못하는 특성을 이용
 - . 사용량 - 휴대폰 : 약 182개, PDA : 약 200개, 디지털TV : 약 300개

. MLCC 사용 후 휴대폰 변화 ⇒ 고주파화, 소형화 실현 가능
(MHz에서 GHz시대 진입)

- PDP용 핵심부품 중 50%가 파인세라믹임
 - PDP용 광학필터, LCD용 백라이트, 터치패널 등
 - 전체소재 대비 세라믹소재의 비중 (금액 기준) : 70 %
- LCD용 핵심부품인 유리기판, 컬러필터, 백라이트 유닛(BLU)이 세라믹이며, 주로 일본으로부터 수입에 의존하는 실정

< 표 I-2 LCD재료 국산화율 현황 >

주요 재료	수입의존율	주수입국
유리기판	63.8 %	일본
컬러필터	96.0 %	일본
편광판	37.2 %	일본
백라이트 유닛(BLU)	100 %	
구동IC	60.7 %	일본
전체 재료	66.3 %	

* 자료 : 디지털타임즈 (2007.9)

□ 차세대 성장동력산업의 핵심기능 부품소재

○ 파인세라믹은 차세대 성장동력산업의 핵심기능 소재

- 파인세라믹은 수요산업의 메가트렌드 변화를 주도하는 핵심소재로써, 수요산업의 세계시장 선도 유지의 핵심요소

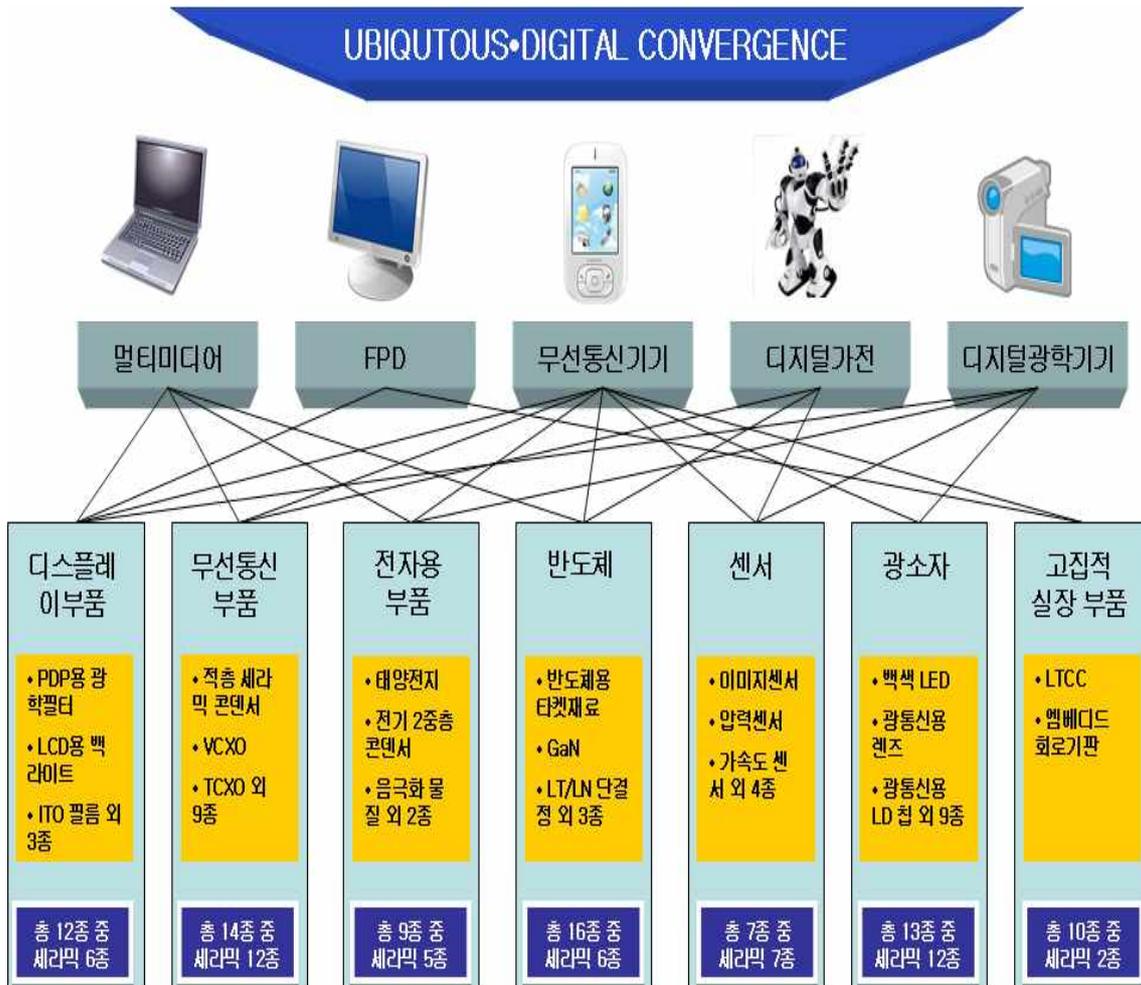
< 그림 I-5 수요산업의 기술패러다임변화와 세라믹소재와의 연계성 >



○ 특히, 전자·정보 통신산업에서 파인세라믹은 가장 핵심 부품·소재 산업

- 핵심부품소재(81개) 중에서 파인세라믹이 50개로 62%를 점유

< 그림 I-6 전자산업에서 세라믹소재의 중요성 >



* 자료 : Fuji Chimera Research 2003 유망전자부품재료 조사 총

- 세라믹이 있었기에 “산업의 쌀”이라고 불리는 「반도체」 산업이 유지가능
 - 세라믹패키지 때문에 반도체가 널리 사용하게 됨
 - * 세라믹패키지 : 트랜지스터, IC 전기특성은 유지, 외부에서의 습기나 빛을 차단 가능
- 파인세라믹의 다양한 특성 때문에 반도체제조 장치, 액정제조 장치, 유전특성, 전압특성을 이용한 전자부품의 기반의 재료가 됨

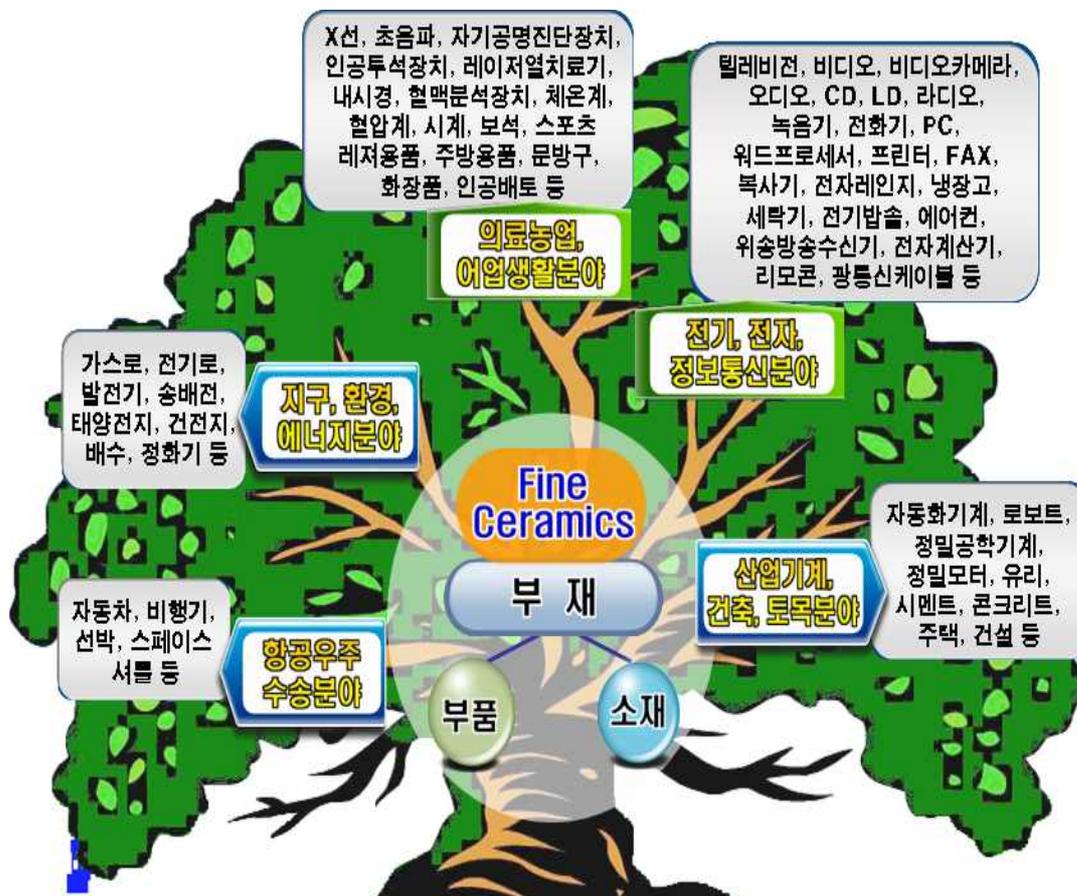
3. 파인세라믹 산업 특징

가. 산업 특징

□ 산업전반의 기반부품소재이며 폭발적인 파급효과

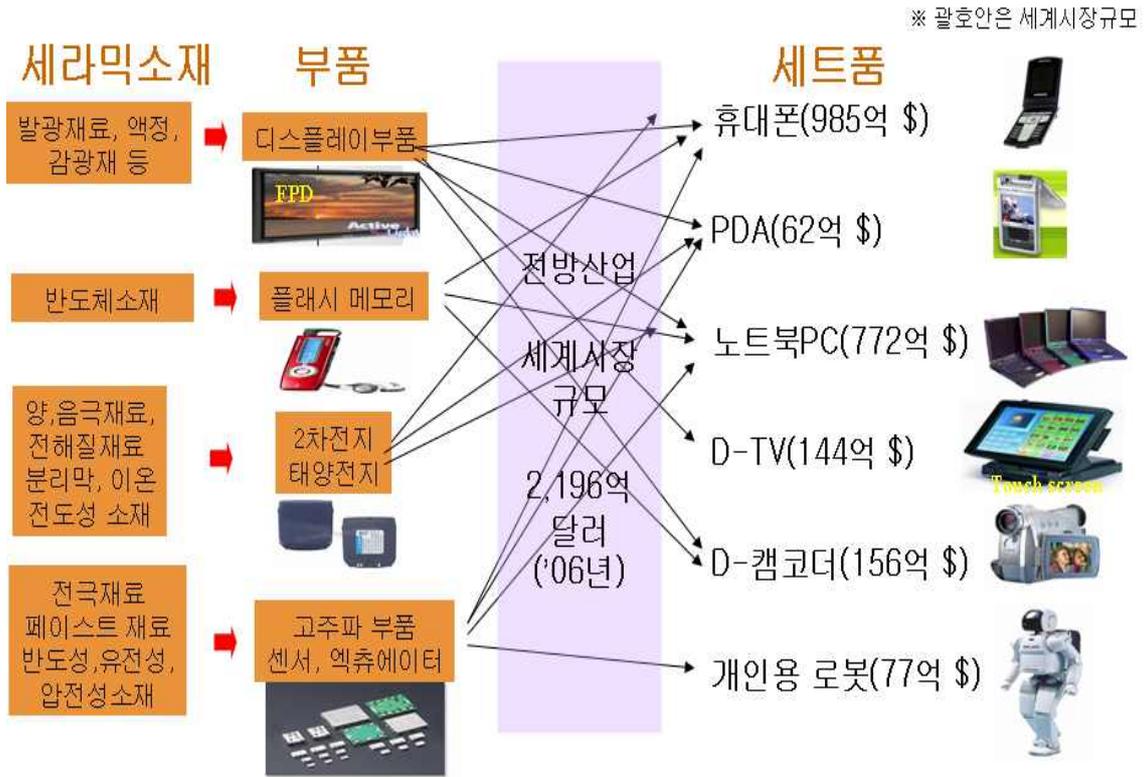
- FC 산업은 전기·전자·정보 통신분야, 지구, 환경, 에너지, 항공, 우주 등 산업전반의 핵심 기반부품소재 산업
 - 국가 핵심산업의 중요부품 산업 (5T산업, 기계, 자동차, 건설, 우주항공, 원자력)
 - 국가전략산업(차세대 성장동력산업, 10대 주력기간 산업 등)의 기반산업

< 그림 I-7 파인세라믹 응용분야 및 사용제품 >



- 뉴패러다임의 신성장 산업의 핵심부품으로 사용되는 부품·소재산업으로 막대한 파급효과(수요산업 세계시장 규모 '06년 2,196억달러)

< 그림 I-8 파인세라믹 소재 및 부품 세트품 파급효과 >



* 자료 : NIT 첨단소재 산업기술로드맵(2007.2)

□ 원료- 소재-부품과 연계된 고 부가가치 산업

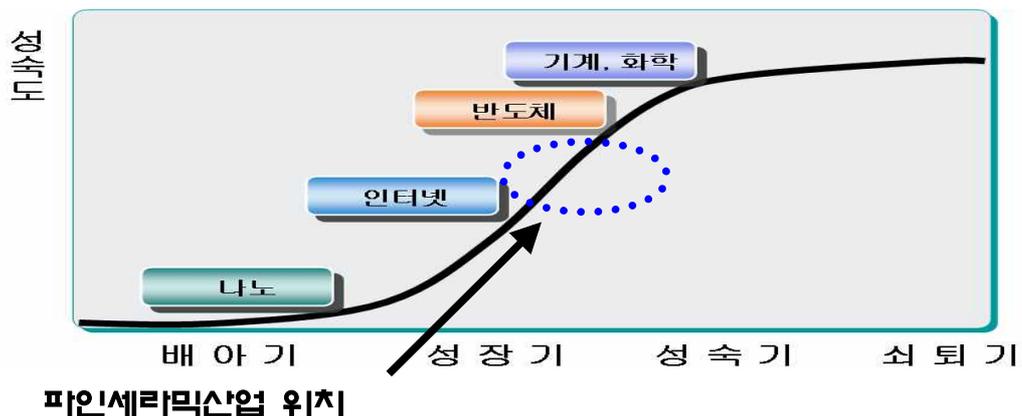
- 저가의 원료를 파인세라믹 제품으로 가공하면 고가의 제품을 얻을 수 있음

원료	소재	제품
알루미나 원료 400원/kg	파인세라믹 소재로 가공 4,000~6,000원/kg	패키지용 기판, 인공치근 등 60,000~100,000원/kg
산화철 원료 300원~500원/kg	페라이트 원료 4,000원~5,000원/kg	IT용 고주파 인덕터 50,000~100,000원/kg
일반 티탄산바륨(BaTiO3) 3,000원~5,000원/kg	칩 티탄산바륨(BaTiO3) 30,000원~50,000원/kg	고용량 적층 칩 콘덴서(MLCC) 500,000원~1,000,000원/kg

□ 기술집약적 산업이며 급성장 도약기 산업

- 소재-조성설계-공정기술-부품기술이 융합되는 핵심 요소기술로써, High Risk, High Return의 장기간의 맞춤형 기술집약적 산업
 - 모바일 뉴패러다임의 신성장 핵심부품·소재산업 (차세대 통신, 신재생에너지 등)
- 소재-조성설계-정밀 공정기술이 융합되어야 하므로 장기간의 기술개발과 다양한 평가가 필요한 맞춤형 기술집약적 산업
 - 핵심소재가 제품의 성능을 좌우하며 초소형화로 소재-부품간의 구별이 없어지는 추세
- 완제품 중심의 경쟁구조에서 소재중심의 경쟁구도로 전환
 - 세라믹소재분야의 기술혁신은 신기술 및 신제품 창출의 원천으로, 세라믹 전·후방 산업 전체의 경쟁력을 좌우
- 용도의 다양성, 첨단기능의 복합화, 초소형 경량화 추세이면서 소량 다품종이기 때문에 국내시장에서 경제규모 대비 중장기적 수익을 위한 자본이 필요
 - 첨단산업의 동반성장(특히 전자산업에 추종) 산업으로 글로벌 경쟁이 가장 심하며, 신기능을 갖는 제품개발로 지속적인 신규시장 창출이 필요한 산업
- 정보·통신, 에너지·환경 분야의 신수요 증가에 따른 지속적 성장, 특히 국내 파인세라믹은 모바일, 디스플레이 등 발전과 함께 급성장 중
- 미래사회 패러다임 변화에 따른 세라믹산업은 급성장도약기 산업

< 그림 I-9 파인세라믹산업 성숙도 >



나. 산업 문제점

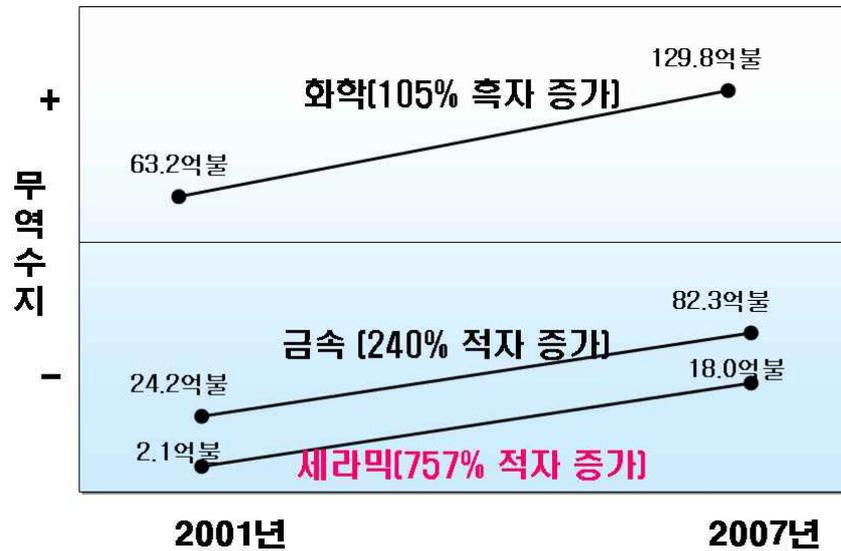
□ 중소기업 중심의 산업이며 대표적 다품종 소량생산 산업

- 국내 파인세라믹 관련 기업은 약 1,100여 업체이나, 매출액이 100억 이내의 중소기업이 약 90% 이상을 차지하는 구조
 - 세계적 업체의 대부분은 일본(교세라, 무라타, NTK, TDK)으로 일본이 세계시장 주도
- 첨단제품의 핵심세라믹 관련 기술은 국내기업의 기술력 및 투자 여력 부족으로 대부분 일본, 미국에 의존하는 수입형 산업구조
 - 특히 소재합성 및 평가 기술경쟁력은 선진국 대비 30% 수준
- 주요 핵심부품 및 원료의 대일 의존도 심화(기술 및 공급원으로서의 대일의존 심화)
 - 특히 첨단제품의 핵심소재 관련 기술은 국내기업의 기술력 및 투자 부족으로 대부분 일본, 미국에 의존
- 특히 주요 핵심부품 및 원료의 일본 의존도 심화, 무역적자 확대 및 수입 유발구조 등으로 경쟁력이 매우 취약한 상황
 - 무역적자는 '01년 2.1억불에서 '07년 18.0억불로 757% 적자폭이 증가
- 원천기술 및 신공정 개발 인프라 취약
 - 단위과제 형식의 제품화 과제는 다년간 정부에서 지원해 왔으나, 파인 세라믹 원천기술 및 신공정 확보를 위한 정부지원 대형 개발 프로젝트의 지원은 미비한 수준
- 정기적이고 체계적인 수급통계 및 DB시스템 부족
 - 파인세라믹산업은 산업분류 및 HS Code의 미비로 파인세라믹 업계 동향 파악 및 기술 DB 구축에 어려움이 많음

□ 만성적인 무역수지 적자 품목이며, 적자폭이 확대 중

- 무역수지적자는 '01년 2.1억불에서 '07년 18.0억불로 757% 적자폭이 증가
- 금속, 화학소재(무역흑자)에 비하여 증가폭이 급격히 증가하는 추세

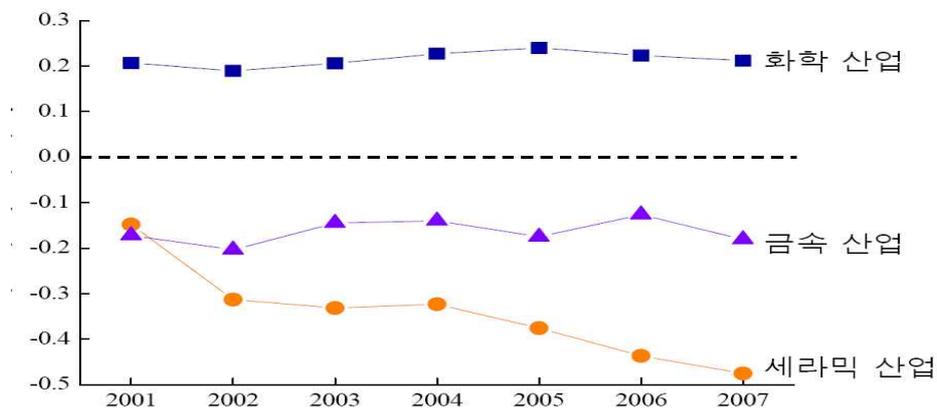
< 그림 I-10 무역수지 비교 >



* 자료 : 부품·소재 통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>), 2007 부품소재로드맵

- 특히, IT, 신재생 에너지, 바이오, 나노 등 新성장동력 산업의 필수 소재인 파인세라믹*이 금속, 화학소재 비교 시 가장 취약하여 국제경쟁력 (무역특화지수기준)이 지속 감소세('01년) -0.148 → ('07년) -0.475)

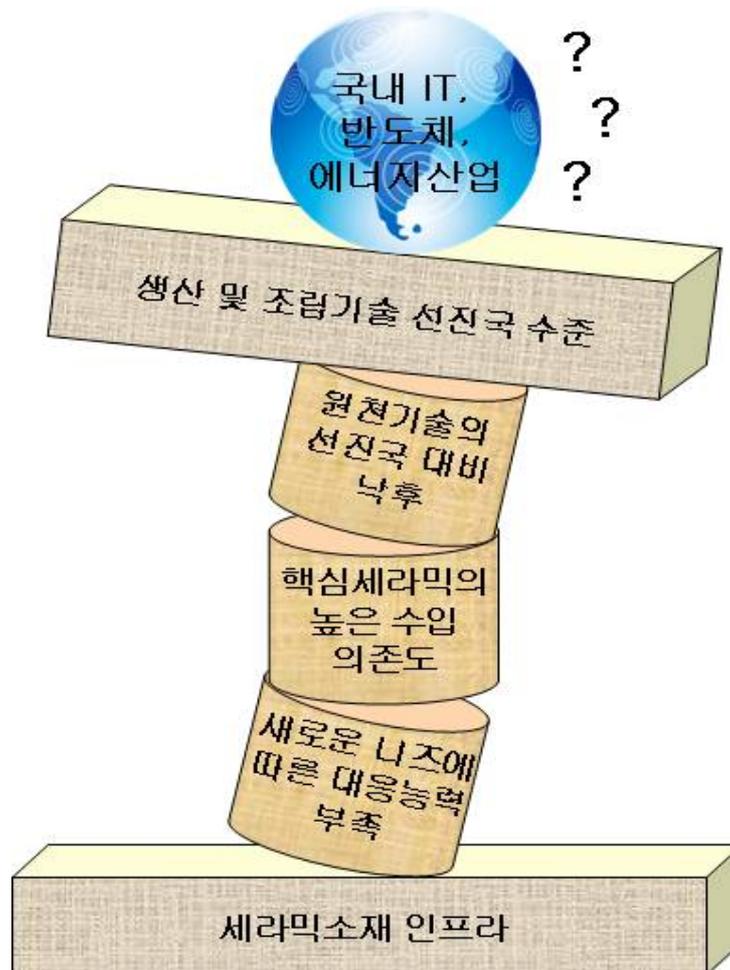
< 그림 I-11 무역특화지수기준 비교 >



* 자료 : 부품·소재 통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>), 2007 부품소재로드맵

- ◆ 국가주력산업의 첨단 핵심부품소재로 글로벌 경쟁력 강화 육성 산업
 - 정보·통신, 디스플레이, 자동차, 반도체 등 성장동력산업 지속성장의 핵심 요소산업
 - 파인세라믹 산업육성은 선택이 아닌 필수 육성 산업

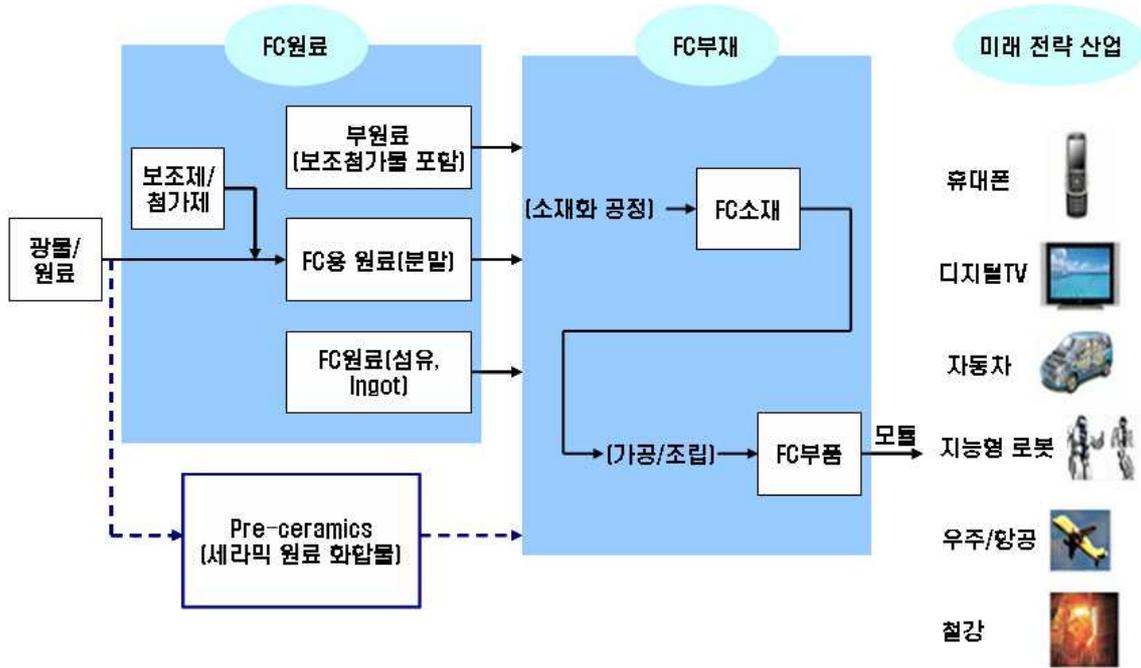
< 그림 I-12 파인 세라믹소재 인프라와 국내 수요산업과의 연계도 >



4. 파인세라믹 분류

□ 파인세라믹 범위

< 그림 I -13 파인세라믹 제품의 범위 >



□ 파인세라믹 분류

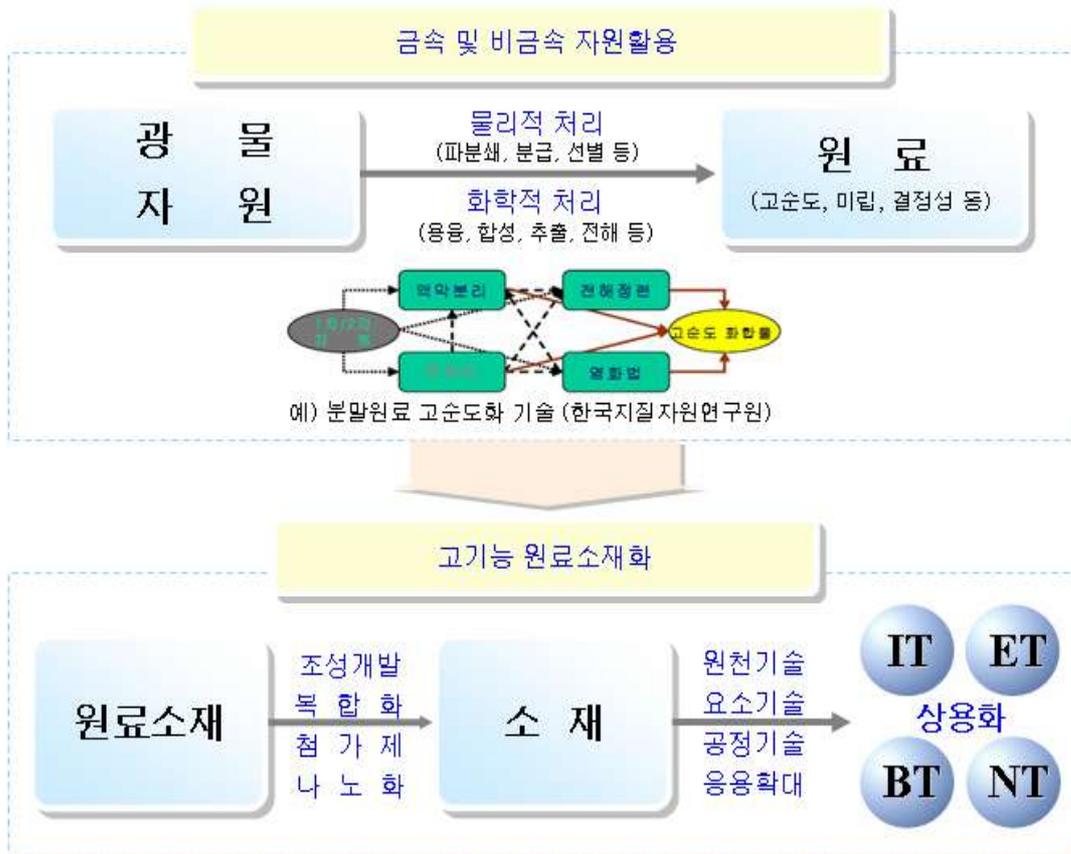
< 그림 I -14 파인세라믹 분류 >



가. 원료·광물

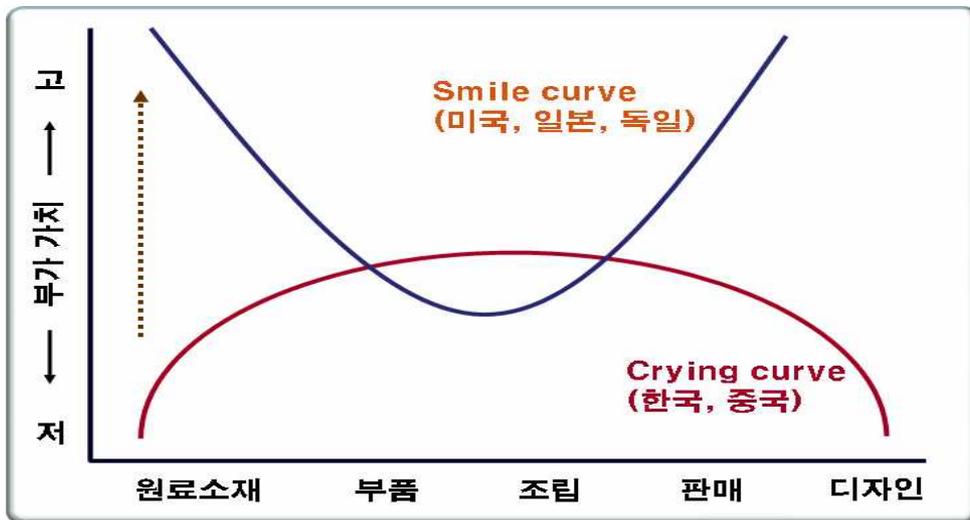
- 파인세라믹 원료광물 처리 산업은 파인세라믹의 완성품과 기초출발 원료(광물, 원재료 등)의 중간 단계로 전반적인 산업에 걸쳐 중요한 위치를 차지
- 특히, 산업구조의 고도화 및 사회 요구의 고급화 추세에 따라 기존의 소재를 대체하며 그 역할이 크게 강화되고 있으며 이에 따른 고순도화/ 고기능화 요구가 필요한 상황으로 소재개발이 산업 전반에 미치는 파급효과가 크게 증대
- 직접적으로는 파인세라믹 원료소재산업 자체에 시장성에 의해서 경제성장에 기여하고, 간접적으로는 파인세라믹 산업 및 첨단산업에 응용되어 기존 제품의 고부가가치화, 신제품의 개발 등에 기여함으로써 전반적인 국가 산업혁신 또는 수준향상을 가능

< 그림 I-15 광물-원료-소재-제품 기술개발 흐름도 >



- 특히 고기능성 원료광물소재의 원천기술 확립 요구되고, 원료소재기술은 고위험·고수익형(High-risky·High-return)산업
- 국내는 조립분야에 집중, 부가가치가 높은 소재는 취약, 중국의 조립 생산 능력 증대로 인하여 선진국형(스마일형) 산업구조로의 개편이 시급

< 그림 I-16 국내 산업 원료 광물 소재와 산업구조 >



*. 자료: “부품소재산업 현황과 기업간 네트워크” 한국부품소재산업진흥원

- 파인세라믹의 원료광물을 구성 성분에 따라 규산질, 규산알루미늄, 알루미늄, 석회, 마그네시아, 장식질, TiO₂계, 지르코니아, 탄소류 및 산화물로 구분

< 표 I-3 구성성분에 따른 광물 분류 >

구분	원료명
규산질	규석, 규사, 규조토, 실리카겔정
규산알루미늄	알루미늄규산염, 몬모릴로나이트, 일라이트
알루미나	강옥, 루비, 사파이어, 복사이트, 다이아스포어, 엽납석
석회원료	석회석, 백운석, 인산석회, 석고, 형석, 규회석, 석회장석
마그네시아	마그네사이트, 돌로마이트, 해수마그네시아, MgO-SiO ₂ 계, 스피넬계
장식질	정장석, 석회장석, 사장석
TiO ₂	금홍석, 티탄철광
지르코니아	Baddeleyite, 지르콘
탄소류	carbon black, graphite, carbon fiber, carbon balloon, 목탄
기타 산화물	산화붕소, 산화납, 산화바륨, 산화아연, 산화리튬, 산화인

○ 규산질 원료

- 일반적인 규산질 원료는 SiO₂계 원료를 명명
- 천연의 규산질 광물은 규석 혹은 석영이라 하며 지각 구성광물의 약 60%를 차지하는 조암광물
- 규산질 원료의 용도는 SiO₂의 순도에 의해 결정되며, 전자산업에서의 고순도 SiO₂는 수입에 의존
- 국내산 실리카는 대부분 건재, 시멘트, ferro silicon용으로 사용

< 표 I-4 천연 규산질 원료의 용도 >

	용도	요구되는 성능	결정질 규산염	용융 규산염	메트릭스
전자 전기 분야	개별반도체 봉지제 파워 IC봉지제, 주형용, 분체도료	고열전도성	◎	○	에폭시 실리콘 PBT 등
	메모리IC 봉지제 각종 반도체 봉지제	저팽창성		◎	
	코일함침용, 애자, 전기부품	고절연성	◎	○	
	LED용	내열성, 투명성		◎	
기타	인공대리석	고경도, 내열성	◎	○	아크릴, 폴리에테르
	치과용컴포지트	고강도, 점도향상	◎	◎	아크릴, 고무등
	접착제	고강도, 증량	◎		에폭시, 실리콘

○ 규산알루미늄 원료

- 좁은 의미의 규산알루미늄 원료는 Al₂O₃·mSiO₂·xH₂O를 의미
- 일부 이온의 치환 및 흡착을 포함시켜 몬모릴로나이트, 일라이트, 점토 및 장식류
- 타광물과의 혼화성을 이용하여 제지 및 플리스틱 충전제, 비료, 살충제, 의약품, 촉매, 유리섬유 등에 활용
- 제지 충전제, 내화벽돌 제조에 사용
- 몬모릴로나이트의 경우 주물성형 시 점결제, 토목공사 및 굴삭용 slurry등에 적용되어 붕괴시간과 상태를 제어

○ 알루미늄 원료

- 순알루미늄 광물인 강옥 (Al_2O_3)는 공업원료로 쓸만한 충분한 양이 없음
- 함수 알루미늄 광물이 공업원료로 활용되며 국내 산출 광물은 다이아스 포어임
- 알루미늄 종류와 용도를 아래 표에 나타남
- 내열, 내마모, 절연성이 우수하여 각종 전자부품, 반도체공정, 우주선, 엔진 뿐 아니라 인체 골격이식에 이르는 다양한 영역에서 활용

< 표 I-5 알루미늄 종류와 용도 >

종류	보통 알루미늄	미립 알루미늄	저소다 알루미늄	이소결성 알루미늄	고순도 알루미늄
Al_2O_3 함량 (%)	99.6	99.4	99.8 up	99.8 up	99.99 up
평균입자지름 (um)	40	2.5 ~ 5	40	0.5	0.5
밀도	2.35	2.25	2.28	2.37	2.25
주용도	소결알루미늄 내화물 자기 유리	내화물 자기 유리	점화전 IC기판 콘덴서 특수자기 특수내화물	고급알루미늄자기 전자부품 기계부품 절삭공구	고급알루미늄자기 투광관 절삭공구 의료부품

○ 석회 원료

- 중질탄산칼슘($CaCO_3$)은 플라스틱, 도료, 고무 등의 충전제로 주로 사용
- 플라스틱 중 PVC, FRP, PP, PE 등에 대량으로 사용되며 증량이외의 기능성 향상을 위해 사용
 - * PVC; 열변형 온도, 절연저항, 치수안정성 향상 및 연소 시 염화수소 가스보충
 - * FRP; 강성 향상, 비틀림 방지 및 수축방지
 - * PP 및 PE; 균열 · 수축 방지, 인쇄성 · 흡습성 · 강성 · 열변형온도 · 열전도 향상
- 기타 농약, 의약, 식품 분야에도 사용

○ 마그네시아 원료

- 천연 마그네시아 (MgO)의 적은 산출량은 공업적 용도에 미치지 못함
- 공업원료로는 마그네사이트 (MgCO₃)와 해수마그네시아
- 마그네시아의 최대 사용처는 염기성 내화물
- 제강 제철공업에 사용되며, 내침식성이 강하여 시멘트 소성용 회전가마의 내장재용 내화물로 사용
- 고순도 MgO에 산화바나듐 4% 가량을 첨가하여 고주파용 절연재료로 활용
- 스피넬구조인 MgO·Al₂O₃형 광물은 결정의 구조적 특성으로 인해 자성체로 활용

○ 장석질 원료

- 일반적인 K₂O-Al₂O₃-SiO₂계 화합물로 백운모가 그 대표적 광물
- 화성암의 약 60%를 구성하는 장석류 암석은 일반 무기재료의 용제 역할
- 낮은 결정성으로 연삭숫돌 및 내화벽돌의 점결제로 사용
- 유리제조시 알칼리 원료절감을 위해 사용

○ 산화붕소 원료

- B₂O₃의 화학식을 같은 산화붕소는 망목형성 산화물 및 용제 역할
- 철과 합금한 페로붕소는 제철공정중의 탈산제로 사용
- 열중성자 흡수 단면적이 커 화합물로 합성하여 중성자 흡수제로 사용
- 비료, 세제, 비누, 방염제 등에 사용, 생산량의 절반은 유리 제조에 사용
- 열충격에 강하고 화학적 내구성이 뛰어나 오븐용, 조리용, 실험용, 방사성 폐기물용 용기로 활용
- 유리섬유 혹은 단열용 유리섬유로 제조되어 용해보조제, 투명성 향상제, 단열제의 내구도 향상에 이용
- 텍스타일 등급의 유리섬유로 플라스틱 보강제로 사용

○ 산화납 원료

- PbO의 화학식을 갖는 산화납은 주로 리사지(PbO), 연단(Pb₃O₄), 연백 (2PbCO₃·Pb(OH)₂) 및 규산납을 정제하여 제조
- 유리 비중을 높이고 굴절율을 증가시키는 산화납은 광학유리에 많이 사용됨
- 산화납을 포함한 납유리는 X선 차단용으로 사용
- PDP 패널의 격벽, 유전체, 실링재 등에 사용

○ BaO계 원료

- 산화바륨의 주요 공급원은 탄산바륨
- 탄산바륨은 광학유리, 타일, 전자세라믹등 그 사용처가 광범위
- BaCO₃와 TiO₂소결체인 BaTiO₃는 전기절연성이 우수하고 유전율이 큰 강유전체
- 강유전성을 활용한 고유전율 자기콘덴서 및 압전소자 재료로 크게 활용

○ 산화아연

- 유리에 첨가된 산화아연(ZnO)은 열팽창계수를 감소시켜 열충격 저항성을 높임
- 반도체를 이용하여 각종 센서, 촉매, 바리스터등에 적용
- 압전성을 통해 박막형의 표면탄성파필터로 응용
- 각종 표시판에 활용되는 형광성 및 전자사진용 감광제에 응용

○ 산화리튬 원료

- 주요 리튬광물로는 그 함유량에 따라 스포듀민 (Li₂O 8.1%), 페탈라이트 (Li₂O 5.71%), 레피돌라이트(Li₂O 6.43%), 엠블리고나이트(Li₂O10.2%), 유크립타이트 (Li₂O 13.7%)로 분류
- 열팽창계수가 작아 저팽창성 혹은 무팽창성 재료에 응용
- 점화전 (spark plug), 엔진부품, 터빈날개, 온도조절기 부품 등에 적용
- 리튬규산염 광물 유리의 감광성 유리 개발, 이로 인해 가볍고 기계적 강도가 큰 파이로세라믹과 같은 결정화 유리 개발
- 배터리, 제약, 루브리컨트 그리스, 세라믹 등 다양한 분야에 적용

○ TiO₂계 원료

- 산화티탄의 결정형에 따라 아나타제, 루타일, 브루카이트가 있음.
- 백색도와 굴절율이 크고 미세한 입자로 인해 백색 안료로 사용
- 폴리머의 충전제로 이용할 경우 불투명성이 높은 백색 폴리머 형성.
- 유전율이 크고 유전체 손실이 작아서 콘덴서의 전자부품으로 사용

○ 지르코니아 및 지르콘 원료

- 고온강성 및 내식성으로 인해 내화물로 사용.
- 근래에 들어 큰 강성 및 경도로 인해 구조용 재료로 활용.
- 기계적 성질과 생체적합성이 우수하여 치과용 세라믹에 응용 (전부도재관, 세라믹 브릿지, 교정용 브라켓, 임플란트 지대주)

○ 산화인계 원료

- 과거 산화인계 광물의 주된 사용처는 인산비료였음.
- 규산염계와 비슷한 분산도를 갖으면서도 큰 굴절율을 갖기 때문에 결정화 유리로 개발.
- 미세조성 변화를 유도하여 광학유리, 자외선투과용 유리, 형광체 유리, 열선흡수 유리 및 플루오르산 저항성 유리등을 제조.
- 인체 골 성분인 하이드록시아파타이트의 원료소재로 활용.

○ 탄소류

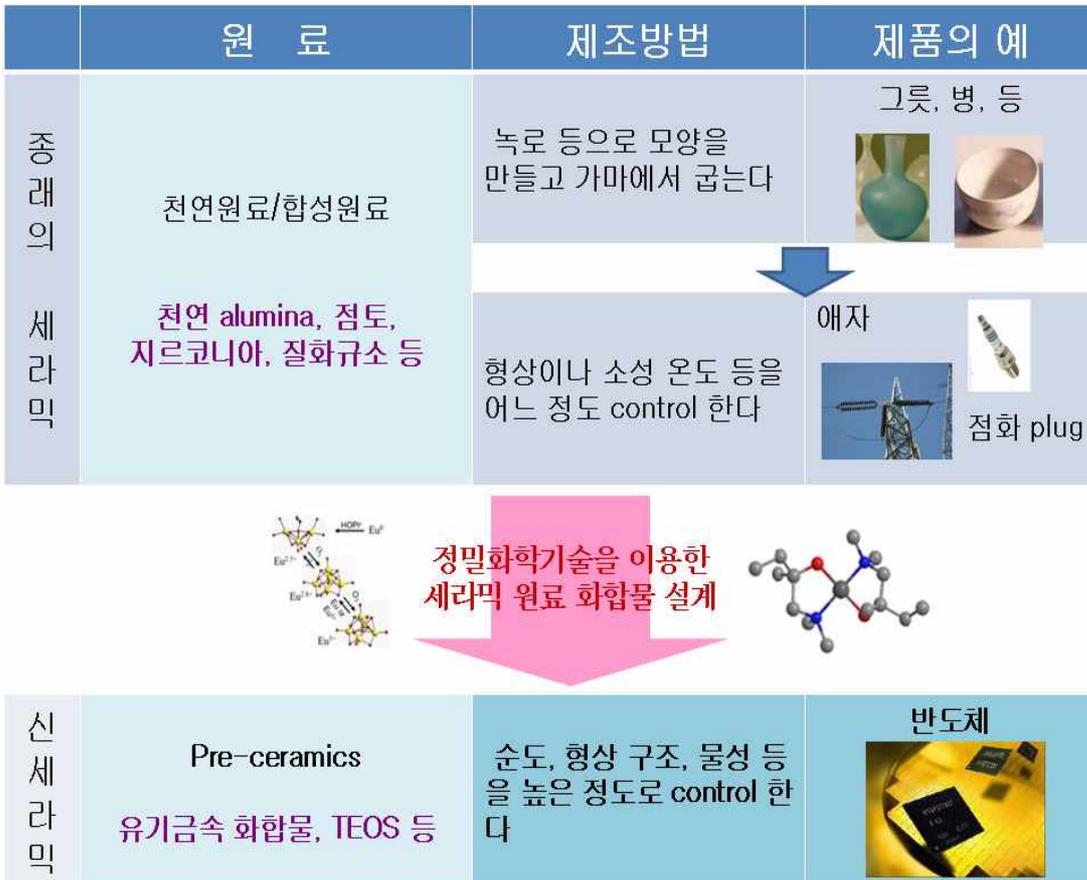
- 열전도도가 좋고 열팽창계수가 작아 열충격 저항성이 매우 좋기 때문에 내화공업, 원자력, 화력산업, 자동차, 우주항공, 등에서 주로 활용.
- 교연흑질, sealing 재료, 금속 및 비금속과의 복합 흑연재료, 윤활성 재료 전자파차폐용 소자 등으로 활용.

나. 프리세라믹 소재

- Pre-ceramics (Inorganic compounds for Ceramics)는 파인 세라믹 산업의 기초를 이루면서 산업 경쟁력의 핵심요소가 되는 고순도, 고기능, 다기능 세라믹 원료 및 전구체 분야를 포괄함
- 대표적으로 TEOS (SiO_2 세라믹의 원료)와 같은 유기금속화합물, 용해성 금속 화합물등 무기정밀화학기반의 화합물이 있으며 파인세라믹 원료로 사용
- Pre-ceramics는 나노화, 융복합화에 의한 고성능, 신 기능을 추구하는 미래 파인세라믹산업에서의 특성향상, 제조공정상의 핵심요소로 이의 pre-ceramic발전 없이는 파인세라믹 기술 종속 상태를 벗어나기 어려움
- 우수한 물성을 갖는 pre-ceramics를 이용하면 기존의 파인 세라믹 산업군에 이용되는 벌크형 기본 소재외에 나노, 분리막, 후막, 다공질 형태 등 다양한 기능성 파인 세라믹 재료의 개발 및 응용 제품화가 가능

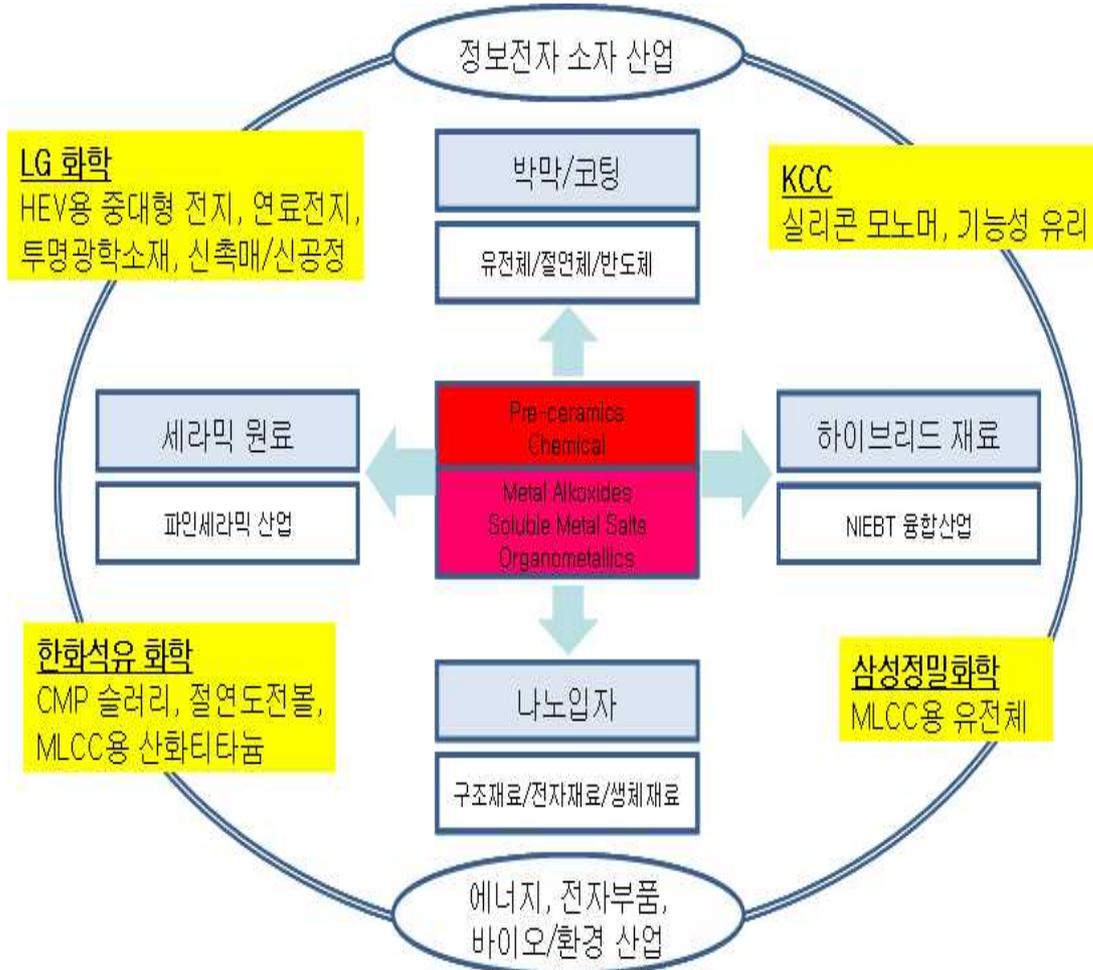
- 미래의 세라믹 산업은 기존의 세라믹 공정인 고상 반응보다는 기상화, 액상화 공정 등을 이용한 신개념 공법이 요구되므로, pre-ceramics 산업을 토대로 파인세라믹 산업으로 한 단계 도약해야 할 시점
- 단일 전구체는 한 분자에 원하는 재료를 구성하는 모든 원소를 가지고 있어서 기존 방법보다 공정이 훨씬 간편한 장점이 있어서 금속 또는 금속 산화물인 파인세라믹 나노 물질을 제조하려면 분자 설계를 통한 고순도 전구체를 합성하고 정제하는 기술이 필수적

< 그림 I -17 그림 프리세라믹 소재 특징 >



- 파인세라믹 pre-ceramics와 관련된 소재로는 크게 금속, 금속 산화물, 금속 질화물, 금속 탄화물로 구분할 수 있는데 각 소재 제조한 전구체를 분자 수준에서 설계하고 합성하여 고기능성 세라믹 제조에 적용

< 그림 I-18 Pre-ceramics 관련 세라믹 분류 및 국내 대표기업 >



- 국내 대표 IT 산업군인 반도체, 디스플레이뿐만 아니라, 고유가 및 환경문제로 인해 최근 활발히 연구되는 재생에너지 분야에서도 소형화, 집적화 경향에 따라 활용될 세라믹 소재도 소형화, 박막화, 고성능화가 요구
- 나노기술은 기존제품을 고성능화 하거나 과학기술의 새로운 영역을 창출할 수 있어, IT, BT, ET와 함께 21세기의 산업혁명을 주도할 핵심기술로 pre-ceramics 산업과의 연계를 통한 상용화가 가장 근접한 분야
- 최근에 나노미터 수준에서 물질 혹은 소자(시스템)를 다루는 극 미세 기술을 총칭하는 나노기술의 발전에 필요한 입자 제조 및 응용 기술뿐 아니라 기능성 선구물질(precursor)의 필요성이 부각

- 나노 입자 분말은 그 자체의 이용뿐만 아니라 여러 가지 기능성 부품 박막 (광학코팅막, 열차폐막)과 나노 복합 재료 제조와 같은 응용분야로의 가능성이 매우 큼
- 파인세라믹에 필요한 금속 전구체는 필요 재료에 따라 종류가 매우 다양하고 원하는 물성을 갖는 화합물을 제조하는 초정밀화학 분야

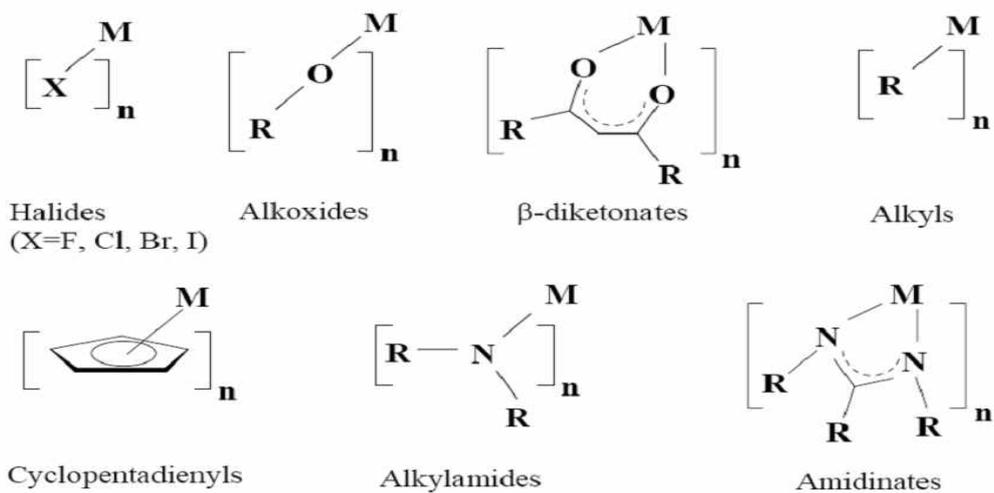
< 표 I -6 나노입자와 관련된 요소기술 >

기술분야	핵심기술	기반기술
나노입자 합성	공정설계 및 장비제작	화학공정 설계
	공정제어 (형상/물성제어)	화학반응 제어
	표면개질, 분말회수	분체 및 유체 공학
	선구 물질 제조	반응 및 정제 기술
나노입자 평가	형상 및 표면 분석	분체공학, 표면화학
	상 및 결합 분석	구조분석
나노입자 응용	분산(액상,고상,비정질 기지)	콜로이드화학, 고분자공학
	코팅(박막,후막)	표면화학
	성형(건식, 슬러리 캐스팅, 사출)	정밀가공
	소결(압력, 온도, 분위기)	탈지, 수축제어, 미세조직 제어

< 표 I-7 리간드별 금속 전구체(precursor) 분류 >

종류	리간드		전구체
금속염 (Metal salt)	Halide	F ⁻ , Cl ⁻ , Br ⁻ , I ⁻	BaF ₂ , TiCl ₄ , CeBr ₃ , InI ₃
	Nitrate	NO ₃ ⁻	Hf(NO ₃) ₄
	Sulfate	SO ₄ ²⁻	Ba(SO ₄) ₂ , Mg(SO ₄) ₂
	Carbonate	CO ₃ ²⁻	Cu(CO ₃) ₂ , Ca(CO ₃) ₂
금속 알콕사이드 (Metal alkoxide)	OMe, OEt, O ⁱ Pr, O ^t Bu		Si(OEt) ₄ , Hf(O ^t Bu) ₄ , Ti(O ⁱ Pr) ₄
금속 디케토산염 (Metal diketonate)	acac, hfac, tmhd		Ba(tmhd) ₂ , Zr(acac) ₄
유기금속화합물 (Organometallics)	Hydride	H	BH ₃ , SiH ₄
	Alkyl	Me, Et, ⁱ Pr, ^t Bu	AlMe ₃ , ZnEt ₂ , GaMe ₃
	Cyclopenta-dienyl	C ₅ H ₅ , C ₅ Me ₅	Fe(C ₅ H ₅) ₂ , Ru(C ₅ Me ₅) ₂
	Amide	NMe ₂ , NEt ₂	Zr(NMe ₂) ₄ , Hf(NEt ₂) ₄

< 그림 I-19 리간드별 금속 전구체 구조 >



다. 전자세라믹

- 정보·전자 세라믹은 국가 성장동력 산업인 디스플레이, 이동통신, 메카트로닉스(자동차, 로봇) 산업의 핵심소재로서, 연 평균 20%이상 성장 중
- 전자·정보통신용 부품소재의 70%가 파인세라믹 부품소재로서, 차세대 성장산업인 디스플레이, 이동통신 산업 등의 핵심소재로 전자, 전기적, 자기적, 광학적, 화학적 및 열적 기능소재로 구분
- 최근에는 Set의 기술패러다임 변화에 따른 소재와 부품의 경계가 없어지며, 단위부품 소재차원에서 모듈단위의 경쟁력으로 패러다임 전환
- 전자세라믹은 19세기 후반 절연체로, 주로 애자에 이용된 이래 현재는 집적회로기판이나 콘덴서 등 다양한 전자부품에 사용
- 이동통신기기, 휴대용 전자기기, 컴퓨터, 의료기기, 자동차용 전자기기 및 멀티미디어 기기의 발달로 전자부품의 필요성이 부각되면서 수요가 급증
- 최근의 디지털 회로기술이나 통신기술의 비약적인 진보는 고주파화, 경박 단소화(輕薄短小化), 복합기능화 등 보다 고기능인 전자부품을 요구하고 있음. 이에 대응하여 전자세라믹의 분야에서도 새로운 물리현상을 이용하기 위한 신재료의 개발이나, 새로운 프로세스 기술에 의해 고도로 구조 제어된 재료의 개발이 진행되고 있음
- 나노테크놀로지가 주목받고 있는 가운데 IT 산업에서는 전자 디바이스의 미세화가 급속하게 진전되고 있으며, 전자세라믹 분야에서는 나노미터 오더의 물성 해명, 박막 생성 기술과 함께 기능 복합화기술의 개발이 요구되고 있는 상황

< 표 I -8 전자세라믹의 분류 >

기 능	전자세라믹 예	용도 예
1.전자·전기적 기능		
절연성	Alumina, AlN Steatite	IC기판, IC Package 고주파절연재
반도성	ZnO-Bi ₂ O ₃ PTC, NTC TiO ₂ , SnO ₂ , ZrO ₂ RuO ₂ BaTiO ₃ ITO La ₂ CrO ₄	Varistor Thermistor 온도센서, 가스센서, 산소센서 습도센서 반도체콘덴서 LCD전극
초전도성	YBaCuO계, BiSrCaCuO계 LaBaCuO계, LaSrCuO계	발열히터 저항체 전력케이블
유전성	BaTiO ₃ , SrTiO ₃ , PbTiO ₃ , BiSnO ₃	SQUID, Josepson소자 Capacitor, 공진기, 유전Filter
압전성	BaTiO ₃ , PLZT, PZT LiNbO ₃ , PZT, Quartz PLZT, PZT	압전Filter, 진동자, 착화소자 압전발음체, 압전발전기 압력Sensor
초전성	PZT, BaTiO ₃	적외선검출소자
열전변환성	CdS	열검출센서
열전자방사성	LaB ₆	전자총음극
전자파흡수성	ITO, Carbon, Ferrite	전파차폐재
레이저발전성	GaAIAs, GaP	광Disk
Electrochromic	GaP, GaAs	발광Diode
2.자기적 기능		
연자성	NiZnFeO ₃ MnZnFeO ₃ , MgZnFeO ₃ Garnet	VCR변압기 통신기기 자심코어 Magnet Head
경자성	BaFe ₁₂ O ₁₉ , α-Fe ₂ O ₃ , NdFeB계	Magnet Tape, Disk
Bubble효과	Garnet(Rare earth, Fe)	Magnet Recording
비자성	BaTiO ₃	Magnet Head Slider
Hall효과	GaAs, InAs	Hall Device

<p>3.광학적 기능</p> <p>감광성</p> <p>Laser발진성</p> <p>Luminescence</p> <p>투광성</p> <p>도광성</p> <p>Photochromic</p> <p>Electrochromic</p> <p>광선택반사성</p> <p>편광성</p> <p>광전자방사성</p>	<p>Silver Carcogenide</p> <p>YAG</p> <p>T₂O₂S</p> <p>ITO, Alumina</p> <p>SiO₂, 다성분 Glass</p> <p>Carcogenides</p> <p>AgCl함유 glass</p> <p>WO₃</p> <p>TiO₂</p> <p>PLZT</p> <p>CdS, CdSe</p>	<p>표시소자</p> <p>Laser발전기</p> <p>TV Bulb</p> <p>LCD표시판, NaLamp tube</p> <p>Optical Filber</p> <p>Optical Filber</p> <p>평판Display</p> <p>평판Display</p> <p>고온반사 Mirror</p> <p>광Shutter</p> <p>광전자 증폭관</p>
<p>4.화학적 기능</p> <p>이온전도성</p> <p>산화환원성</p>	<p>SnO₂, In₂O₃</p> <p>β-Alumina, LiCo(Mn,Ni)O₂</p> <p>Zirconia</p> <p>WO₃</p>	<p>가스센서</p> <p>연료전지, 2차전지</p> <p>산소센서</p> <p>고체 전해질</p>
<p>5.열적 기능</p> <p>고내열성</p> <p>전열성</p> <p>자열팽창성</p> <p>적외선방사성</p>	<p>MgO, ThO₂, B₄C</p> <p>BeO, AlN</p> <p>Al₂O₃, LiAlSiO₄, Quartz</p> <p>Alumino- silicate</p>	<p>소성용기, 로심관, 보호관</p> <p>IC기판, IC Package</p> <p>소성용봉판, IC-Mask</p> <p>조리냄비</p>

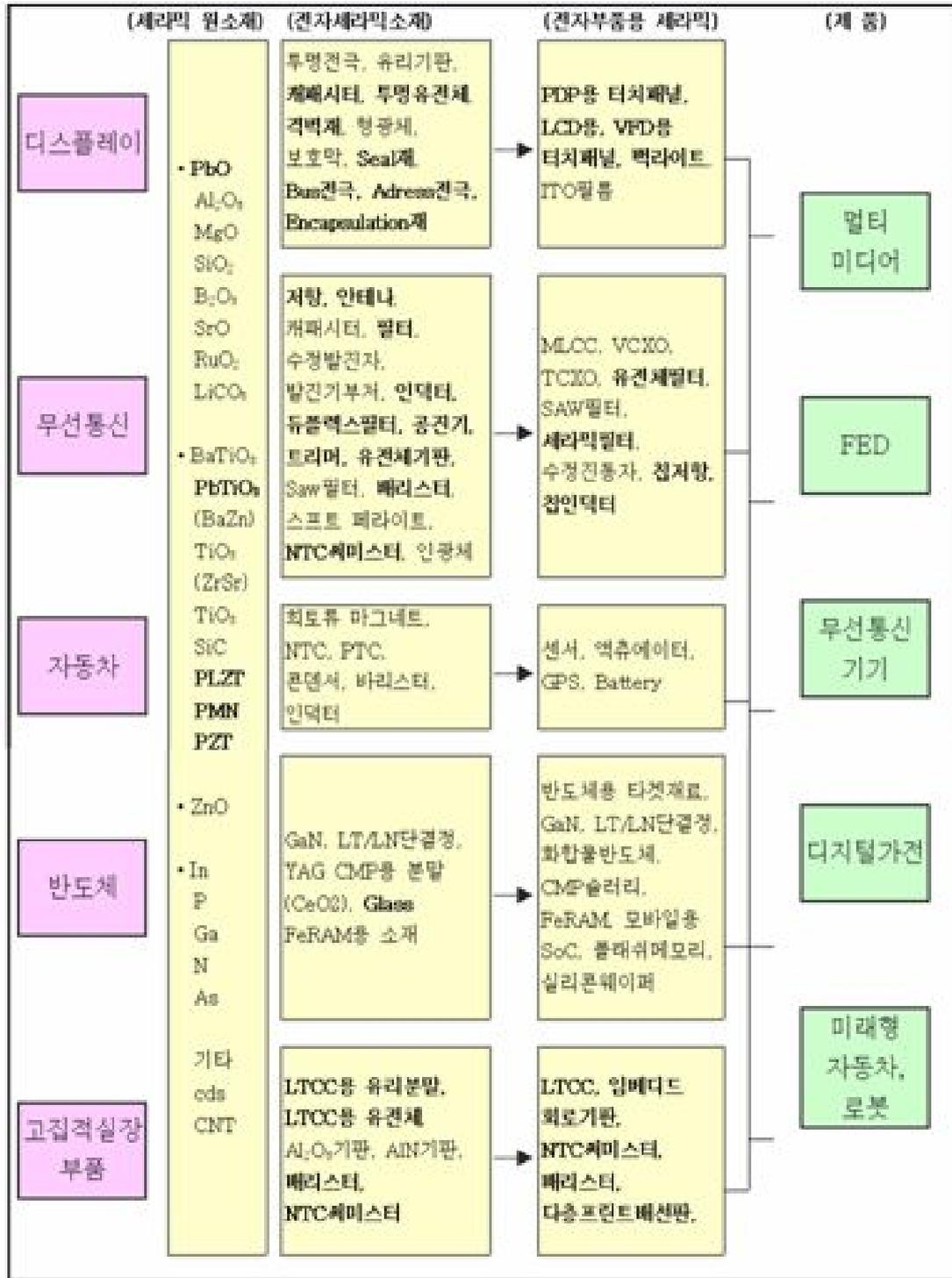
* 자료 : 전자세라믹 수급현황 및 전망(요업기술원, 2005)

< 표 I-9 핸드폰에 사용되는 전자세라믹과 그 역할 >

제 품	기능분류	전자세라믹	역 할
핸드 폰	절연체	저항 안테나 (로드+전극)	신호처리회로구성 주파수 수신
	유전체	캐패시터 필터(BOF) 수정발진자 발진기 부저 듀플렉스 필터, 공진기 트리머 유전체 기판	전기축적 특정 주파수 선택 전기신호안에서 필요신호만 통과 발신음 신호의 송수신 신호를 소거 또는 화상으로 변형 전자기파 전송선 역할
	압전체	Saw 필터 수정필터 인덕터	주파수 대역 신호 여과, 높은 주파수 선택 노이즈 제거, 신호증폭
	자성체	소프트페라이트	Display
	전도체	ITO 유리	발광
	반도성 재료	배리스터 NTC서미스터	정전기, surge 전압으로 부터 회로보호
	형광체	인광체	발광
	전지	정활물질(LiCoO ₂)	전원
	유리	브라운관(CRT) 비드유리 밀봉단자	빔생성(편향, 여기발광) 전자충지지, 본체와 모터사이 절연, 밀봉
	절연체	IC 기판(회로)	구동 line 형성
유전체	발진자 MLCC(콘덴서 포함) 트리머캐패시터	적외선이나 초음파를 음성신호로 바꿈 전하축적 신호를 소거 또는 화상으로 변형	

* 자료 : 전자세라믹 수급현황 및 전망(요업기술원, 2005)

< 그림 I-20 전자세라믹 주요수요산업과 소재·부품 연계도 >



* 자료 : 세라믹소재 원천기술 기획(요업기술원, 2006)

라. 기계·구조 세라믹

- 구조 세라믹은 기계 요소부품 소재로 시작되어 최근에는 바이오 세라믹, 환경산업용 세라믹, 에너지 소재용 세라믹 등으로 발전되고 있고 산업의 고도화와 삶의 질 향상에 따른 경제 사회적 요구가 급증할 것으로 예상됨
- 우리나라의 주요 산업인 반도체와 디스플레이 산업의 경우, 이들 제품을 생산하는 장비의 핵심 부품은 구조 세라믹으로 만들어지며 다른 소재로 대체될 수 없음
- 국내 반도체/디스플레이 제조 산업에 사용되는 구조 세라믹의 시장은 3,500억원 규모에 불과하지만 120조원 규모에 달하는 반도체/디스플레이 제조 산업의 운명을 결정하기 때문에 구조 세라믹은 작은 시장규모에도 불구하고 국가적으로 큰 관심의 대상이 되어야 함
- 구조 세라믹 산업은 그 규모에 비해 기술집약적이고 장시간과 많은 자본이 투입되면서도 성공가능성이 확보되지 못하는 위험도가 높은 산업
- 구조 세라믹 산업은 산업이 고도화되어 갈수록 그 필요성이 절실해지는 첨단 소재산업임. 국내 산업이 저부가가치, 규모 의존적 형태에서 첨단 기술 산업으로 변화하는 것은 필연적인 것이며 구조 세라믹 산업은 지금부터 국가 전략 차원에서 육성되어야 할 핵심 산업
- 국내 구조 세라믹 산업은 절삭공구, 섬유기계용 내마모/내식 부품, 전자 세라믹 제품 소결용 고온 부품 등의 생산으로부터 시작되어 90년대 이후 반도체 제조 장비용 부품과 최근 디스플레이 제조 장비용 대형 부품 생산, 골 대체용 인공 의료품, 환경 정화용 다공질 세라믹 제품 등으로 확대되고 있음

< 표 I -10 구조세라믹의 용도별 제품 예 >

용 도	제 품
일반용	<ul style="list-style-type: none"> - 장식용 : 시계부품(테두리, 줄, window), 인조보석 등 - 생활용 : 칼, 가위, faucet seal, 볼펜의 볼 등 - 레포츠용: 낚싯대 ring guide, 골프 헤드, 신발 스파이크 등
공구 및 연마재용	절삭공구, 연마지석, 연마지립, 연마포, 금속인발용die, 코팅공구 등
산업용	<ul style="list-style-type: none"> - 내마모재 : mechanical seal, bearing, lift valve, yarn guide - 발열체 : SiC element, ignition heater, SiC질 disk 발열체 - 정화필터 : 정수용, 정기용, 폐기물용 등 - 반도체용 : boat, tube, 금선 capillary, 기관 등 - 광통신용 : ferrule, TiB₂ tile 등 - 특수 내화재료 : 고로용 FSiC, 재결정화 FSiC, 소각로용, 열교환기 등 - 특수건축재료: 시멘서스 재료, 방음재료 등
자동차용	로커암칩, 예비 연소 챔버, 글로우 프로그, 밸브, turbocharger rotor, honeycomb, 마찰재 등
가스터빈용	발전용, 항공기용, 자동차용, 선박용 등
생체용	인공뼈, 인공관절, 인공치관, 심장판막 등
우주항공용	본체, 외장타일, nozzle corn, brake 등
원료용	각종 산화물, 질화물, 탄화물분말, 화이버, 휘스커 등
방산용	방탄조끼, 헬리콥터용 방탄의자, 장갑재료 등

마. 에너지·환경 세라믹

- 환경에너지 고갈에 따른 에너지 안보에 대한 위기의식이 대두, 화석에너지 고갈에 대비한 에너지의 효율적 이용을 위한 고효율 시스템 개발 및 대체 에너지 개발이 필요
- 장치산업 중심의 산업특성상 관련 수입의존도가 높으므로, 태양에너지 및 수소에너지 인프라 구축을 통한 신재생 에너지 보급이 절실
- 에너지·환경산업은 선진국들에게 국가기간산업으로 보안 철저히 하여, 관련 핵심소재 및 부품의 해외수급이 어려우므로 핵심소재에 대한 국산 화를 통해 관련 장치 산업의 육성이 시급
- 에너지·환경 세라믹은 차세대 고효율 발전 소재, 차세대 연료인프라, 미래형 전원장치, 신재생 에너지로 크게 구분 할 수 있으며 원천소재 개발 시 세계시장 석권이 가능한 대표적인 블루오션형 고부가가치 산업
- 향후 에너지·환경용 세라믹 산업의 발전방향은 화석에너지 고갈, 기후협약, 수소경제 및 녹색환경시대를 대비한 산업구조에 맞춰지게 될 것이며 이에 따라 에너지장치의 고효율화 및 온실 가스 저감에 필요한 고온공정용 세라믹 소재 시장이 커질 전망
- 에너지 환경 기술이 에너지 문제 해결의 핵심으로 부상함. 에너지 환경 소재는 에너지 기술의 한계를 극복하고, 에너지 산업의 고도화 실현을 주도하며 환경오염의 주원인인 화석연료의 사용을 억제하기 위한 고효율, 고성능에너지, 에너지 수송, 에너지 저장기기 및 대체에너지 기기에 사용되는 재료
- 에너지·환경 세라믹소재는 도시 gas나 석유 등 석화연료로부터 biomass에 이르기까지 다양한 원료로 만들어진다는 특징을 가지고 있음. 기존 화력발전소를 대체할 수 있는 대규모 발전용도로부터 공장이나 빌딩 등 전기와 열을 공급하는 시설에도 사용할 수 있으며 소형의 것으로는 자동차, 가정용 전원, PC, 휴대전화 전원까지 폭넓은 용도로 응용

< 표 I -11 에너지 환경 소재 종류 >

대분류	상세분류	주요 재료
에너지저장 소재	Supercapacitor 소재	Carbon, Graphite, CNT, MnO ₂ , IrMnO ₂ , NiO, RuO ₂ , SnO ₂ , Fe ₃ O ₄ , CO ₃ O ₄
	리튬전지 양극 소재	LiCoO ₂ , LiNiCoO ₂ , LiMn ₂ O ₄ , LiFePO ₄ , LiNiMnCoO ₂ , LiNiMnO ₄ , LiMoS ₂ , LiNiVO ₄ , Fe-Ni계, Ni-Mn-V계, Ni-Fe-V계, Ni-Co-V계
	리튬전지 음극 소재	Graphite, Soft carbon, Hard carbon, Li, LiAl, LiSi, LiSn, LiSb
	RFB 전극소재	Carbon, Graphite
	NaS전지 고체 전해질 소재	β-Al ₂ O ₃
광전변환 소재	실리콘소재	c-Si, poly Si, a-Si:H, m-Si, Si-ribbon
	염료감응형소재	TiO ₂ , CNT, SnO ₂ , F-doped SnO ₂
	화합물 반도체소재	Cu ₂ S, Cu ₂ O, Cu-C, CdTe, CdSe, GaP, GaAs, InP, ZnP, CuInS, CuInSe, CdZnSe, CdMnTe, BiSbS, CuBiS, CuAlTe, CuGaSe, AgInS, PbCaS, AgGaS, GaInP, GaInSb
열전변환 소재	AMTEC소재	β-Al ₂ O ₃ , TiC, TiB ₂
	반도체형소재	Si-C계, Si-Ge계, Fe-Si계
전기전자 소재	고감응 센서소재	SnO ₂ , In ₂ O ₃ , TiO ₂ , WO ₃ ,
	고휘도 발광소재	ZnS, (Mn, Cl, 히토류)-doped ZnS
	색변환소재	WO ₃
막 분리(반응) 소재	수처리용	carbon, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂
	화학산업용 막분리(반응)소재	Perovskite (LSC, LSGF)
	환경정화용 막분리(반응)소재	cordierite, mullite, Al ₂ TiO ₅
	이산화탄소 회수용	Li ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃ , Zeolite계
	수소제조 및 정제용	Zeolites, Activated Carbon, BaCeO ₃ , SrCeO ₃ , BaCeMO ₃ , SrCeMO ₃ , LaSrMO ₃ (M=Y, Yb, Gd, La)
	바이오연료용 투과증발막소재	Zeolite, SiC

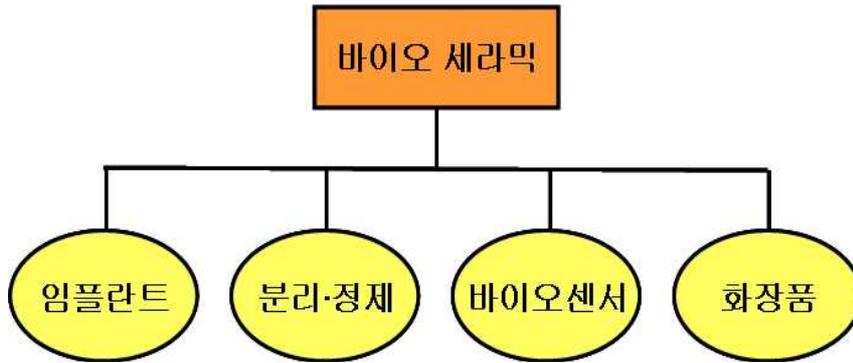
흡착소재	유해가스 정화용 흡착소재	Zeolite, AlPO ₄ , CNT, Carbon molecular sieve, activated Carbon, Silica
촉매소재	연소촉매	Cordierite, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ /PdO, ZrO ₂ /PdO
	수송정화촉매	(Platina, Pd, Rh)/Al ₂ O ₃ , CeO ₂ , BaO ₃
	실내정화촉매	Pt/TiO ₂ , ZrO ₂ , Zeolite
수소 제조저장 소재	전이금속계 수소분리막 소재	BaCeO ₃ , SrCeO ₃ , BYC, SCY, (Ni, Pd, Pt)-doped BaCexYLa _{1-x} O ₃ ,
	수소저장소재	NaAlH ₄ , LiAlH ₄ , AlH ₃ , CaH ₂ , LiH, KH, LiBH ₄ , KBH ₄ , NaBH ₄ , CNT, C ₆₀ , WS ₂ -MoS ₂ , NbS ₂ , TiS ₂ , BN
	수전해소재	YSZ (Yttria stabilized zirconia), ScSZ(Scandia stabilized zirconia), LSGM ((La,Sr)(Ga, Mg)O ₃), NiO, CuO, LSM((La,Sr)MnO ₃), LSCF((La,Sr)(Co,Fe)O ₃), LSC ((La,Sr)CoO ₃)
세라믹코팅 소재	열차폐 코팅 소재	ZrO ₂ -Ce ₂ O ₃ , Al ₂ O ₃ -TiO ₂
	내식/내마모 코팅 소재	SiC, Si ₃ N ₄ , B ₄ C SiC, Al ₂ O ₃ ,
고온 소재	입자강화 복합 소재	SiC, B ₄ C, TiC, ZrC, Si ₃ N ₄ , BN, AlN, SiAlON, TiN, TiB ₂ , ZrB ₂ , C _f -SiC, SiC _f -SiC, SiC _f -Al ₂ O ₃ -SiC, SiC-Si ₃ N ₄ , SiC-B ₄ C
경량 소재 연료전지소재	경량 복합 소재	Nono-clay, CNT, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , ZrO ₂
	초단열 소재	Aerogel (SiO ₂ , Carbon), SiO ₂ -clay, Perlite
	전해질 소재	YSZ(Yttria stabilized zirconia), ScSZ(Scandia stabilized zirconia), LSGM ((La,Sr)(Ga, Mg)O ₃), GDC(Gd-doped ceria), SDC(Sm-doped Ceria)
	전극 소재	NiO, CuO, LSM((La,Sr)MnO ₃), LSCF((La,Sr)(Co,Fe)O ₃), LSC ((La,Sr)CoO ₃)

바. 바이오 세라믹

- 바이오세라믹은 생물, 화학적 특성을 이용한 것으로서, 자연뼈와 같은 생리작용을 하는 세라믹 인공뼈, 인공치아, 인공심장 벨브등 인공장기, 센서용 부품 및 소재로 활용
- 생체세라믹 소재는 각종 산업재해, 질병 또는 고령화로 인한 손상된 뼈, 관절, 치아 등의 경조직 기능을 수복/대체할 목적으로 개발되어 왔는데, 최근에는 생명공학기술 개발에 편승하여 DNA, RNA, 단백질 등의 유전 정보를 갖는 생체분자의 고효율 분리 및 고감도 진단용 소재
- 바이오센서란 특정한 물질에 대한 인식기능을 갖는 생물학적 수용체를 전기, 광학적 변환기 (transducer)와 결합시켜, 생물학적 상호작용 및 반응을 전기적 또는 광학적 신호로 바꾸어 줌으로써 의료진단, 환경감시, 식음료, 산업생산공정 등 여러 분야에 적용할 수 있는 계측센서를 의미함. 이러한 바이오센서는 생체감지물질 (bioreceptor)과 변환기 (signal transducer)로 구성되어 분석하고자 하는 물질을 선택적으로 감지할 수 있는 제품
- 산업이 고도화·다양화됨에 따라 일반가정으로부터 산업의 각 분야에서 센서에 대한 수요가 크게 증가, 특히, 소형화·집적화되어 가는 전자부품의 기능향상으로 수요의 지속적인 증가가 예상되고 있어, 각종 센서 관련 기술도 지속적으로 발전, 또한 산업의 발전은 각종 정보의 검지(sensing) 및 이의 변환기술을 크게 필요로 하게 되어, 각 산업에서 첨단센서는 매우 중요한 위치 차지
- 생체 세라믹 산업은 고부가가치를 창출하는 대표적인 지식집약 산업으로, 기반 소재/부품 산업의 활성화를 통한 융합공정기술의 상용화로 미래 첨단시장을 장악할 수 있는 산업
- 생체 적합성 지능형 세라믹 소재를 활용한 재생/치료 응용기술들은 생체센서 및 칩 등의 진단 분야와 더불어 미래 유망기술이며, 기계, 화학, 정보, 컴퓨터, 나노산업등과 융합되어 BINT(BT+IT+NT) 산업 창출

- 바이오 세라믹은 크게 임플란트 경조직, 분리/정제, bio-sensor/chip 및 화장품등으로 크게 4가지로 분류

< 그림 I-21 바이오 세라믹 분류표 >



< 표 I-12 생물학적 활성에 따른 바이오세라믹의 분류 >

분 류		용 도
생체불활성	알루미나 지르코니아(PSZ) 카본(열분해 카본, 섬유)	<ul style="list-style-type: none"> - 인공골두(엉덩이), 인공뼈, 안과 보철기구, 치과용 임플란트, 상악골재건, 이비인후과용 - 인공골두 - 인공심장판막, 인공관절 및 내고정장치
생체활성	유리 결정화유리	<ul style="list-style-type: none"> - 코팅재, 치조용선보강, 치주포켓소실용, 상악골 재건, 이비인후과용, 경피접촉기구, 척추대체재료
	수산화아파타이트 (HA)	<ul style="list-style-type: none"> - 골결합용 코팅, 상악골 재건, 인공안구, 치조용선보강, 이비인후과용, 치주포켓 소실용 골대체재료, 경피접촉기구
생체분해성	TCP, CMP, 석고 등	<ul style="list-style-type: none"> - 임시골충전재, 치주포켓 소실용조직 공학용 지지체

II. 파인세라믹 산업분석

1. 국내산업분석

가. 총괄 산업분석

- 파인세라믹 부품·소재산업은 생산·고용·수출비중이 제조업 전체 대비 약 4~5%, 부품·소재산업 중 10~15%를 점유하는 핵심 기간산업

< 표II-1 제조업 중 세라믹부품·소재산업의 위상('05년 기준) >

구 분	생산액(조원) 비중(%)	사업체 수(개) 비중(%)	고용원수(만명) 비중(%)	수출액(억불) 비중(%)	수입액(억불) 비중(%)
파인세라믹 소재(소자)	10 (1.2%)	1,100 (0.9%)	4 (1.4%)	13 (0.4%)	39 (1.3%)
파인세라믹 부품	25.6 (3.0%)	4,690 (4.0%)	11.4 (4.0%)	130.2 (4.0%)	124 (4.0%)
파인세라믹 部材 소계	35.6 (4.2%)	5,790 (4.9%)	15.4 (5.4%)	143.2 (4.4%)	163 (5.3%)
소재산업	151.1 (17.7%)	10,904 (9.3%)	37.1 (13.0%)	507.6 (15.6%)	449.2 (14.5%)
부품산업	204.9 (24%)	25,912 (22.1%)	96.9 (33.9%)	979.4 (30.1%)	690.8 (22.3%)
부재산업소계	356조원 (41.7%)	36,816개 (31.4%)	134만명 (46.9%)	1,487억불 (45.7%)	1,140억불 (36.8%)
제조업 전체	853.7조원 (100%)	117,248개사 (100%)	285.7만명 (100%)	3,253.8억불 (100%)	3,097.8억불 (100%)

* 자료 : 부품소재통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>) 참조, 요업기술원 작성

- 파인세라믹소재 기업수는 약 1,100여개 업체, **중소기업(90%이상)** 위주의 산업구조로, 1인당 평균 생산액이 2.5억원으로 일본대비 36% 수준
- 일본 선진사의 경우 1인 평균 생산액은 7억원(무라타, 교세라, TDK)

< 표II-2 국내 파인세라믹 기업현황('05년 기준) >

사업체수 (개)	생산액 (억원)	종업원수 (만명)	1업체당 평균 생산액 (억원)	1업체당 평균 종업원수 (명)	1인당 평균 생산액 (억원)
1,100	100,000	4	90	36	2.5

* 자료 : 부품소재통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>) 참조, 요업기술원 작성

○ 최근 국내 파인세라믹산업의 높은 성장 가능성에 따라, 최근 대기업 및 중소형 벤처기업들의 신규사업 진출이 확대 또는 사업 추진 중

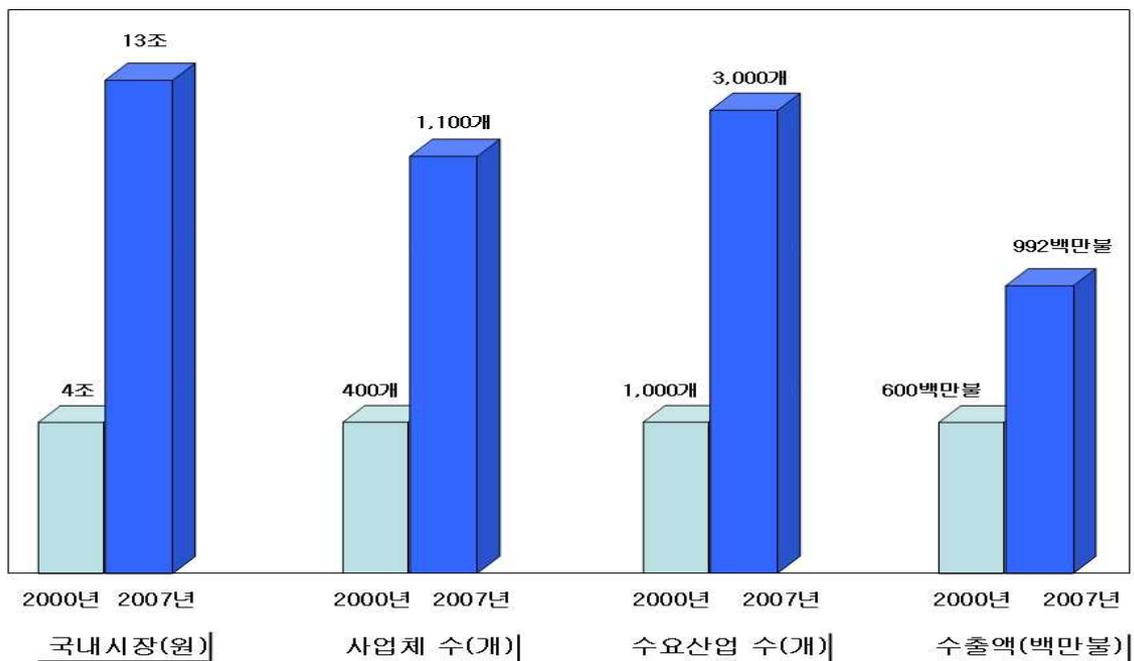
□ 파인세라믹 시장규모는 '07년 약 13조원으로 주로 전자 및 디스플레이 분야를 중심으로 높은 성장세 유지

○ 에너지·환경, 바이오 등의 분야에서 시장이 더욱 확대될 전망
- 향후 25% 이상의 고속 성장으로 '15년에는 77조원 시장이 예상

구 분	2007년 국내 시장규모	
파인세라믹	전자 세라믹	4.2조원
	기계·구조 세라믹	2.6조원
	에너지(전지)·환경 세라믹	0.5조원
	산업유리(디스플레이)	4.8조원
	바이오(생체세라믹)	0.8조원
	계	12.9조원

* 자료 : 국내시장 수출+내수, 산업용유리(디스플레이 등) 포함, 요업기술원 편집 작성
2007 유망전자부품(Fuji Chimera Research Institute Inc.), Marketbuzz, 2006 등 참조

< 그림 II-1 파인세라믹 성장현황 >



□ 파인세라믹 무역적자는 부품·소재의 지속적으로 증가로 동반하여 무역역조 현상이 증가세

- 무역수지 적자는 212백만\$(’01년)에서-1,795백만\$(’07년)로 747% 증가
 - 최근 무역적자 증가폭이 금속, 화학에 비해 급격히 증가하는 추세

< 표Ⅱ-3 소재별 무역수지 현황 >

구 분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
금속 (백만불)	수출	5,827	5,947	8,742	13,321	12,505	16,800	18,632
	수입	8,249	8,986	11,706	17,653	17,809	21,650	26,864
	수지	-2,422	-3,039	-2,964	-4,332	-5,304	-4,850	-8,232
화학 (백만불)	수출	18,427	19,224	21,748	26,729	30,908	33,007	37,143
	수입	12,114	13,107	14,322	16,838	18,952	20,965	24,156
	수지	6,313	6,117	7,426	9,891	11,956	12,042	12,987
FC소재 (백만불)	수출	610	588	667	854	899	926	992
	수입	822	1,123	1,328	1,669	1,979	2,359	2,787
	수지	-212	-535	-661	-815	-1,080	-1,433	-1,795

* 자료 : 부품소재통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>)

- 무역수지적자 -1,795백만\$(’07년) 중 60%가 대일무역적자로, 근본적인 원인은 기술경쟁력 부족에 기인
 - 핵심기술력이 일본의 30%수준으로, 고부가가치 FC을 대일수입에 의존

< 표Ⅱ-4 대일무역적자 현황 >

구 분		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
일본 (십만불)	수출	1,751	1,631	2,015	2,866	3,466	3,941	4,577
	수입	6,161	6,927	7,898	10,124	11,582	13,229	15,142
	수지	-4,410	-5,296	-5,883	-7,258	-8,116	-9,288	-10,565

* 자료 : 부품소재통계정보(<http://www.pmsd.or.kr>)

- 파인세라믹스 기술은 일본, 미국 등 선진국 대비 낮은 기술경쟁력으로 신성장동력 산업과 같은 첨단산업에서 기술종속 현상 발생
- 국내 파인세라믹스 관련 공정기술은 선진국에 근접하고 있으나 첨단 세라믹소재 기술은 대부분 수입에 의존
 - 국내 파인세라믹스 전후방 기업의 기술력 및 투자여력 부족으로 주요 핵심부품 및 원료의 대일 의존도 심화
 - 모바일, 디스플레이 등 신성장동력산업 핵심기술은 기술이전기피현상이 가속화 되면서 점차 국가간 전략화, 무기화 등 추세

< 그림Ⅱ-2 국내 첨단세라믹 기술수준 >



핵심기술	요소기술	기술수준	취약기술
소재합성	합성기술	20%	고순도, 단결정 합성
	조성기술	20%	신조성
	분산기술	40%	균일분산, Paste화
공정	복합소재	30%	복잡형상, 3차원가공
	구조제어	20%	조직제어, 기공제어
평가	다층기술	30%	박극후막, 시트, 적층, 내장
	평가기술	40%	계측, 평가 표준화

* 자료 : 세라믹소재 원천기술 기획(요업기술원, '07.2)

나. 분야별 산업분석

1) 원료·광물

가) 산업동향

- 규산알루미나, 알루미나, 장식질 세라믹 원료 등은 국내 산출량으로 국내 수요량을 충족시킬 수 있으나 그 외 원료광물들은 대부분 수입에 의존하고 있음. 특히 정밀화학, 전자 및 생체 소재로 활용 가능한 고순도, 초미립 분체는 100% 수입에 의존
- 산화물 구조의 세라믹원료 광물은 고온강성 및 고내열성 특성으로 항공우주산업의 타일 및 엔진 대체 소재로 활용되고 있으며 생체 친화적 특성으로 인해 인공골과 치아 임플란트 소재로 활용
- 전통 요업 분야에 활용되고 있는 분체의 경우 분쇄 정도 및 품위가 가격 과수요처를 규정짓는 기준이 되고 있음. 과거 광물 가공에서 얻어지는 세라믹 원료에서 합성 및 물성 개질을 통해 얻어지는 합성 원료 광물의 수요가 크게 증가
- 파인세라믹 분야 별 대상 원료광물 산업 동향

파인세라믹	대상 원료 시장 동향
전기 저항용 소재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저항재료는 원료로는 Al_2O_3이 가장 많이 사용되고, 그밖에 ZrO_2, mullite 등이 상용 ○ Al_2O_3의 순도는 낮게는 98% 이하의 저순도, 높게는 99.9% 이상의 고순도의 것이 사용되며, 가격 또한 용도에 따라 다르나 대략 kg당 200원부터 5,000원까지 형성 ○ 저항재료의 일반 수동 부품중 Rod-type 저항은 매년 약 10% 정도씩 감소될 것으로 판단되며, 가격은 약 10% 감소하다가 동결 될 것으로 예상. Chip 저항은 통신 시장의 신장으로 Rod-type의 저항은 chip화로 급속히 전환되면서 향후 5년간은 년 약 20%씩 신장될 것으로 추정되며 가격은 매년 약 10~20%로 감소할 것으로 추정된다. 이러한 저항재료의 감소는 국내 기업 간의 과당 경쟁으로 인한 국제

	<p>가격이 하락하고, 설비투자가 부족하고 핵심 기술 인력이 타 업종으로 이동함에 따른 것</p>
<p>유전 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전재료의 대표적인 부품인 MLCC는 크게 BaTiO₃ 분말, Ni 분말, Cu 분말로 소재를 구분할 수 있는데 대부분의 원료를 전량 외국에서 수입하여 사용하고 있는 실정 ○ 세계 시장에서 MLCC의 주요 소재는 대부분 일본 업체가 주도, 부분별로 3위까지 업체들이 세계 시장의 대부분을 점유 ○ BaTiO₃ 분말의 경우, Ferro가 매출액 기준으로 세계시장의 29%를 점유하고 Sakai Chemical이 23%를, Fuji Titanium이 14%를 점유하여 3개사가 세계 시장의 66%를 점유. Ni 분말은 Kawatetsu가 53%, Sumitomo가 30%, Shoei Chemical이 11%로 3개사의 세계 시장 점유율은 94%를 점유 ○ MLCC 부품 시장은 소형화와 집적화가 급속하게 진행되고 있는 전자제품의 시장수요와 비례하여 성장
<p>압전 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 압전소재용 원료의 총 수요는 2002년 기준 1,668ton으로 예상되며, 2005년에는 년평균 성장율이 9.8%로 2,220.1ton, 2010년에는 매년 10%로 성장하여 3,575.6ton이 사용될 것. 그 중에서 사용량이 큰 것은 세라믹 필터, resonator 및 transformer 등이며 압전소재용 원료 전체 중 90% 이상을 차지하고 있음. 나머지 10%는 소량 다품종이어서 응용별로 정확하게 소요량을 파악하는 것은 어려운 실정 ○ 압전 소재용 원료는 고순도의 PbO, TiO₂, ZrO₂ 등을 일본, 미국, 프랑스 등에서 수입하여 대다수의 기업이 자체적으로 배합하여 Pb(Ti,Zr)O₃로 하여 사용하고 있고, 일부 기업은 granule화된 분말을 수입하여 단순히 가공 처리. 이때 원료를 수입하여 자체 생산시 원료가격은 kg당 15,000원 이하이고, granule원료 수입 시는 40,000~50,000원임

기계·구조용 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제 2의 다이아몬드라 불리는 구조용 소재인 지르코니아는 인공 꿀 및 인공 치아의 상업화로 인해 그 수요가 해마다 증가 <p>[용도별 지르코니아 수요]</p>				
			수요 [톤/년]		
	용도		2000	2001	2002
	전자재료	광통신용	12	18	30
		압전소재용	68	74.8	82.3
		MLCC	50	105	120
	소계		130	197.8	232.3
	구조재료	Setter용	280	350	437
		시계용 단결정	260	325	406
		Guide ring	110	137	172
자동차 축매용		260	325	406	
반도체 치구, 철강 산업용, ball		120	150	187	
소계		1030	1287	1608	
총계		1420	1484.8	1840.3	
환경 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대표적인 광촉매 원료인 TiO₂는 새집 증후군의 해결책으로 제시되는 건축 재료 및 실내 포장재의 표면 코팅에 활용되어 지는 웰빙 형 소재이므로 그 시장 규모가 현재 약 600억원으로 추정됨. 또한 가시광 반응형 광촉매의 상업화로 인해 그 시장규모가 증가하여 2012년 약 1800억원의 시장을 형성할 것으로 예상 				
산화물 나노 분체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대표적인 나노분체로 조명되는 탄소나노분체는 첨단 산업용 소재로 활용되고 있으며 국내 탄소 광산의 부재와 정제기술의 미비함으로 인해 전량 수입하고 있으며 그 수입 규모가 연간 약 150억 원에 도달 				
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2차 전지 및 연료전지로 활용되고 있는 리튬산화물은 국내 생산이 전무하여 수입 의존도가 매우 높다. 2000년 이후 국내 휴대전화 시장 및 휴대용 매스미디어의 발달로 인해 그 수요량이 급증하여 2000년 3백만 달러 수준의 수입 시장이 2004년 그 2배가량 증가 				

- 규산알루미나, 알루미나, 장식질 세라믹 원료 등은 국내 산출량으로 국내 수요량을 충족시킬 수 있으나 그 외 원료광물들은 대부분 수입에 의존하고 있음. 특히 정밀화학, 전자 및 생체 소재로 활용 가능한 고순도, 초미립 분체는 100% 수입에 의존
- 전통 요업 분야에 활용되고 있는 분체의 경우 분쇄 정도 및 품위가 가격 과 수요처를 규정짓는 기준이 되고 있음. 과거 광물 가공에서 얻어지는 세라믹 원료에서 합성 및 물성 개질을 통해 얻어지는 합성 원료 광물의 수요가 크게 증가

파인세라믹	대상 원료 시장 동향
전기 저항용 소재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 저항재료는 원료로는 Al₂O₃가 가장 많이 사용되고, 그 밖에 ZrO₂, mullite 등이 상용되고 있음. ○ Al₂O₃의 순도는 낮게는 98% 이하의 저순도, 높게는 99.9% 이상의 고순도의 것이 사용되며, 가격 또한 용도에 따라 다르나 대략 kg당 200원부터 5,000원까지 형성되어 있음. ○ 저항재료의 시장 전망을 표 3-13에 나타내었는데, 일반 수동 부품중 Rod-type 저항은 매년 약 10% 정도씩 감소될 것으로 판단되며, 가격은 약 10% 감소하다가 동결 될 것으로 예상된다. Chip 저항은 통신 시장의 신장으로 Rod-type의 저항은 chip화로 급속히 전환되면서 향후 5년간은 년 약 20%씩 신장될 것으로 추정되며 가격은 매년 약 10~20%로 감소할 것으로 추정
유전 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전재료의 대표적인 부품인 MLCC는 크게 BaTiO₃ 분말, Ni 분말, Cu 분말로 소재를 구분할 수 있는데 대부분의 원료를 전량 외국에서 수입하여 사용하고 있는 실정 ○ BaTiO₃ 분말의 경우, Ferro가 매출액 기준으로 세계시장의 29%를 점유하고 Sakai Chemical이 23%를, Fuji Titanium이 14%를 점유하여 일본의 3개사가 세계 시장의 66%를 점유. Ni 분말은 Kawatetsu가 53%, Sumitomo가 30%, Shoeni Chemical이 11%로 3개사의 세계 시장 점유율은 94%를 점유

	<ul style="list-style-type: none"> ○ MLCC 부품 시장은 소형화와 집적화가 급속하게 진행하고 있는 전자제품의 시장수요와 비례하여 성장 																																																									
압전 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 압전소재용 원료의 총 수요는 2002년 기준 1,668ton으로 예상되며, 2005년에는 년평균성장율이 9.8%로 2,220.1ton, 2010년에는 매년 10%로 성장하여 3,575.6ton이 사용. 그 중에서 사용량이 큰 것은 세라믹 필터, resonator 및 transformer 등이며 압전소재용 원료 전체 중 90% 이상을 차지하고 있음. 나머지 10%는 소량 다품종이어서 응용별로 정확하게 소요량을 파악하는 것은 어려운 실정 ○ 압전 소재용 원료는 고순도의 PbO, TiO₂, ZrO₂ 등을 일본, 미국, 프랑스 등에서 수입하여 대다수의 기업이 자체적으로 배합하여 Pb(Ti,Zr)O₃로 하여 사용하고 있고, 일부 기업은 granule화된 분말을 수입하여 단순히 가공 처리만 하고 있음. 이때 원료를 수입하여 자체 생산 시 원료가격은 kg당 15,000원 이하이고, granule원료 수입 시는 40,000~50,000원임 																																																									
기계·구조용 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제 2의 다이아몬드라 불리는 구조용 소재인 지르코니아는 인공골 및 인공 치아의 상업화로 인해 그 수요가 해마다 증가 <p>[용도별 지르코니아 수요]</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">용도</th> <th colspan="3">수요 [톤/년]</th> </tr> <tr> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">전자재료</td> <td>광통신용</td> <td>12</td> <td>18</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>압전소재용</td> <td>68</td> <td>74.8</td> <td>82.3</td> </tr> <tr> <td>MLCC</td> <td>50</td> <td>105</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td colspan="2">소계</td> <td>130</td> <td>197.8</td> <td>232.3</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">구조재료</td> <td>Setter용</td> <td>280</td> <td>350</td> <td>437</td> </tr> <tr> <td>시계용 단결정</td> <td>260</td> <td>325</td> <td>406</td> </tr> <tr> <td>Guide ring</td> <td>110</td> <td>137</td> <td>172</td> </tr> <tr> <td>자동차 촉매용</td> <td>260</td> <td>325</td> <td>406</td> </tr> <tr> <td>반도체 치구, 철강 산업용, ball</td> <td>120</td> <td>150</td> <td>187</td> </tr> <tr> <td colspan="2">소계</td> <td>1030</td> <td>1287</td> <td>1608</td> </tr> <tr> <td colspan="2">총계</td> <td>1420</td> <td>1484.8</td> <td>1840.3</td> </tr> </tbody> </table>	용도		수요 [톤/년]			2000	2001	2002	전자재료	광통신용	12	18	30	압전소재용	68	74.8	82.3	MLCC	50	105	120	소계		130	197.8	232.3	구조재료	Setter용	280	350	437	시계용 단결정	260	325	406	Guide ring	110	137	172	자동차 촉매용	260	325	406	반도체 치구, 철강 산업용, ball	120	150	187	소계		1030	1287	1608	총계		1420	1484.8	1840.3
용도				수요 [톤/년]																																																						
		2000	2001	2002																																																						
전자재료	광통신용	12	18	30																																																						
	압전소재용	68	74.8	82.3																																																						
	MLCC	50	105	120																																																						
소계		130	197.8	232.3																																																						
구조재료	Setter용	280	350	437																																																						
	시계용 단결정	260	325	406																																																						
	Guide ring	110	137	172																																																						
	자동차 촉매용	260	325	406																																																						
	반도체 치구, 철강 산업용, ball	120	150	187																																																						
소계		1030	1287	1608																																																						
총계		1420	1484.8	1840.3																																																						

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ca-P계 또는 Ca-Si계 생체 대체용 소재의 원료 분체는 전량 일본의 고순도 분말로 수입되고 있으나, 현재 소재의 개발에 비해 형성된 시장이 초기단계이기 때문에 그 시장 규모가 파악불가
환경 재료	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대표적인 광촉매 원료인 TiO₂는 새집 증후군의 해결책으로 제시되는 건축 재료 및 실내 포장재의 표면 코팅에 활용되어 지는 웰빙 형 소재이므로 그 시장 규모가 현재 약 600억원으로 추정됨. 또한 가시광 반응형 광촉매의 상업화로 인해 그 시장규모가 증가하여 2012년 약 1800억원의 시장을 형성할 것으로 예상
산화물 나노 분체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대표적인 나노분체로 조명되는 탄소나노분체는 첨단 산업용 소재로 활용되고 있으며 국내 탄소 광산의 부재와 정제기술의 미비함으로 인해 전량 수입하고 있으며 그 수입 규모가 연간 약 150억 원에 도달 ○ 2차 전지 및 연료전지로 활용되고 있는 리튬산화물은 국내 생산이 전무하여 수입 의존도가 매우 높다. 2000년 이후 국내 휴대전화 시장 및 휴대용 매스미디어의 발달로 인해 그 수요량이 급증하여 2000년 3백만 달러 수준의 수입 시장이 2004년 그 2배가량 증가

다) 기술동향

- 세라믹 원료 광물의 부존자원 부족과 광산업체의 영세성으로 인해 광물의 정제, 분쇄 및 분급 기술이 미비하고 고순도, 초미립 분체 제조를 위한 원천기술의 국외 기술 도입으로 인해 기술 순환 지연
- 이로 인해 원료 광물 합성 기술이 부족하고 표면 개질 등의 물성 향상기술이 전무하여 고부가가치 원료 광물 생산이 어려움

○ 파인세라믹 분야 별 대상 원료 기술 동향

파인세라믹	대상 원료 기술 동향
<p>전기 저항용 소재</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 알루미나의 전기저항 특성을 활용하여 알루미나와 탄소의 화합물을 주 원료로 한 전자파 차폐소자의 개발 ○ 기판, 적층패키지, 세라믹패키지, 저항기 rod 등 약 50%의 국산화가 이루어 졌으나 적층 패키지와 같은 기술 집약적 제품은 국산화 보다는 일본으로부터의 수입으로 대체하고 있다. 따라서 국내 절연 및 전기저항용 세라믹소재 제조의 국내 기술 확보가 매우 시급
<p>유전 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 반도체 소자의 집적화로 인해 박막의 두께가 얇아져 기존 절연막인 SiO₂ 박막의 한계에 봉착함. 두께 감소로 인한 누설전류의 증가로 power dissipation이 기준치를 초과함. 따라서 전기적으로 같은 등가 산화막 두께를 가지면서 물리적 tunneling이 발생하지 않는 고유전율 전구체 연구 ○ Al₂O₃, ZrO₂ 등의 새로운 파인 세라믹에 소량의 원자도핑을 통해 고유전율 박막 개발 연구 및 증착 연구가 진행
<p>압전 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1 cm 내외의 소형 내시경, 압전성을 이용한 항원·항체 반응 기작 연구를 통해 병원성 의료기기로의 활용 기술 모색. 생체 내 다양한 반응 기작들을 전기적 신호로 인식하는 바이오센서는 휴대성과 즉각적 감지기능이 월등하여 중환자의 신속한 진료 속도를 가능 ○ PZT가 주 소자를 구성하고 있는 압전 재료는 개발 초기부터 납의 위험성으로 인해 신 조성 연구를 강요 받아왔음. 환경 부하를 감소시키며 제품 제조시 인체 유해성을 해결 할 수 있는 친 환경적 원료 광물의 개발과 신 조성 개발을 위한 연구가 진행 중

<p>기계 · 구조용 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공 · 우주 산업의 발달 둔화로 인해 구조용 소재의 항공기 적용 연구가 미비함, 따라서 구조용 소재는 다이아몬드를 대체하는 Cutter 혹은 베어링으로의 활용 연구가 진행됨. 점차 항공, 우주산업의 발달로 인해 고내열성 외벽 타일 및 세라믹 접착제와 같은 신소재 개발 및 제조 기술 연구가 필요 ○ 고강성 세라믹 재료를 활용한 골대체 재료의 연구, 다공성 인공 골 제조를 통해 골질 골의 성장 유도 및 골다공증이 진행된 뼈의 보조제로 사용 가능성 모색
<p>환경 재료</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산 · 학 · 연 연구에 의해 TiO₂의 밴드갭 제어를 통해 가시광 영역에서 반응하는 광촉매 개발 ○ 환경 및 제품 안정성이 있는 TiO₂와 태양전지 소자 및 셀 부품으로의 설계시 다공성 필름 제조 기술 확보
<p>나노 분체</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원료 광물의 부존으로 인해 다양한 합성법을 통한 나노 분체 합성 연구 진행중. 특히 초음파등과 같은 에너지를 활용하여 금속 산화물의 나노 막대 합성 연구를 통해 나노 입자의 성장제어 뿐 아니라 위치 제어 기술 개발 ○ 전도성 나노 잉크 및 탄소나노튜브의 활용처 모색, 특히 탄소 나노튜브를 활용한 쿨링 시스템의 개발과 반도체 · 디스플레이 영역으로의 적용 연구

○ 파인세라믹 원료 광물 별 처리 기술 동향 및 국내 수준

< 표Ⅱ-5 국내 기술의 선진국 대비 원료 광물 처리 기술 >

기술내용		현재 수준	선진국 최고수준('15년)
광물 활용 기술	차세대 분리·정제·선별 기술	60	90
	저에너지 고효율 건조·분쇄 복합 처리 기술	-	80
	고순도 정제 및 고순도화 공정 개발	70	95
	저품위 광물 활용 기술	70	90
소재 원료화 기술	Mircoemulsion법을 이용한 나노 입자 제조	20	80
	미립자 형상 제어 기술	30	80
	친환경 제지 무기 충전제 개발	40	85
	고분산 슬러리 제조 기술 개발	30	95

< 표Ⅱ-6 규산알루미늄 광물의 고부가가치화 관련 국내 기술 분석 >

관련기술	주요 기술 목표	최고기술태유국 (100%)	현재 국내수준 (%)
고령토의 고순도 정제 및 가소성 증진 기술	Fe ₂ O ₃ : 0.3 wt% 이하 TiO ₂ : 0.04 wt% 이하 CaO : 0.3 wt 이하 가소성 : 점토비 0.9 이상	일본	70
고령토의 고순도 정제 및 미분체 제조 기술	Fe ₂ O ₃ : 0.3 wt% 이하 TiO ₂ : 0.04 wt% 이하 백색도 : 95 이상 가소성 : 점토비 1 이상	미국	50
고령토의 개질 및 처리 기술	Holloysite →Kaolinite 변질 부수Feldspar, Mica류 → Kaolin화 변질 표면코팅	일본	60
점토의 요업원료용 활용 기술	고순도정제, 정밀분급, 가소성 증진. 내화도 증진	일본	60
점토의 경량골재용 활용 기술	고경량성 부여기술	일본	60
산성백토, 벤토나이트의 활성화 기술	흡착제/촉매, 이온교환제등 으로의 이용	독일	70
산성백토, 벤토나이트의 활성화 폐액으로부터 2차 화합물 제조기술	규산 → 실리카겔화기술, 황산알루미늄·규산알루미늄 ·석고등의 유용기술	독일	30
도석의 고순도 정제 기술	균질배합, 가소성증진, 내화도증진, 탈청정제	일본	50
도석의 활용 기술	점토대용, 유리섬유원료용	일본	30

< 표II-7 알루미나 광물의 고부가가치화 관련 국내 기술 분석 >

관련기술	주요 기술 목표	최고기술 보유국(100%)	현재국내 수준(%)
저에너지 분쇄기술	평균입도 3 μ m	독일	50
입도조절(정밀분급) 기술	입도범위 20~5 μ m	독일	50
표면개질 기술	건, 습식 Coating 기술	일본	30
백색도 향상 기술	백색도 97 이상	일본	50
알루미나 품위향상 기술	건, 습식 정제	일본	30
착색광물 제거 기술	건, 습식 정제	일본	30

< 표II-8 흑연 광물의 고부가가치화 관련 국내 기술 분석 >

관련기술	주요 기술 목표	최고기술 보유국(100%)	현재국내 수준(%)
흑연분말의 분산성 향상 기술 개발	제타 전위 30mV 이상	미국	30
초미립 흑연분말 제조	0.3 μ m 이하	미국	50
교질 흑연 제조 기술	흑연 coating 기술	미국	40
윤활유 첨가제 활용기술	타운활제의 특성 90% 이상	미국	30
전자차폐용 도료 개발	전자차폐 수준	미국	30
불침투성 흑연 제조 연구	침투율	미국	20
흑연 금속 복합재료 개발	경량특수재료 개발	미국	20
흑연 비금속 복합재료 개발	경량특수재료 개발	미국	20
복합윤활제 개발	특수윤활제	미국	20
흑연 금속 sealing 재 개발	sealing 용	미국	30
흑연 비금속 sealing 재 개발	sealing 용	미국	30
흑연 gasket 재료 개발	고내압, 고내열성	미국	50
인조 흑연 제조	순도 99% 이상	미국	20
특수 혼합 흑연 재료 개발	고온가스원자로용	미국	20

○ 파인세라믹 분야별 원료 수급 동향

파인세라믹	대상 원료의 수급 동향																																																																																																
<p>전기 저항용 소재</p>	<p>○ Al₂O₃ 기판의 경우 국내 대기업이 몇 년간 개발 생산했으나 일본의 덤핑공세로 국산화를 이루지 못했으나, 그 기술을 이용하여 AlN 기판을 개발하여 생산할 수 있다면 국제 경쟁력을 갖출 것으로 보인다. 그러나 이 경우도 Al₂O₃ 기판과 마찬가지로 원자재(AlN 분말)를 확보하지 못하면 실패할 수 있으므로 원자재의 국산화는 필수적</p> <p style="text-align: center;"><저항재료의 시장 전망> (단위 : 수량-백만개, 금액-억원)</p> <table border="1" data-bbox="448 855 1335 1308"> <thead> <tr> <th rowspan="2">종 류</th> <th colspan="2">2001년</th> <th colspan="2">2002년</th> <th colspan="2">2005년</th> <th colspan="2">2007년</th> <th colspan="2">2010년</th> </tr> <tr> <th>수량</th> <th>금액</th> <th>수량</th> <th>금액</th> <th>수량</th> <th>금액</th> <th>수량</th> <th>금액</th> <th>수량</th> <th>금액</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carbon</td> <td>18,000</td> <td>324</td> <td>15,600</td> <td>250</td> <td>12,500</td> <td>160</td> <td>10,000</td> <td>120</td> <td>8,000</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>Metal</td> <td>1,800</td> <td>72</td> <td>1,800</td> <td>72</td> <td>1,500</td> <td>45</td> <td>1,200</td> <td>36</td> <td>1,000</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>M-Oxide</td> <td>1,800</td> <td>180</td> <td>1,800</td> <td>180</td> <td>1,500</td> <td>130</td> <td>1,200</td> <td>110</td> <td>1,000</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>Chip</td> <td>38,000</td> <td>500</td> <td>46,000</td> <td>550</td> <td>80,000</td> <td>800</td> <td>115,000</td> <td>920</td> <td>115,000</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>기 타</td> <td>1,200</td> <td>120</td> <td>1,200</td> <td>120</td> <td>1,200</td> <td>120</td> <td>1,000</td> <td>100</td> <td>1,000</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>합 계</td> <td></td> <td>1,196</td> <td></td> <td>1,172</td> <td></td> <td>1,255</td> <td></td> <td>1,285</td> <td></td> <td>1,140</td> </tr> </tbody> </table>										종 류	2001년		2002년		2005년		2007년		2010년		수량	금액	Carbon	18,000	324	15,600	250	12,500	160	10,000	120	8,000	120	Metal	1,800	72	1,800	72	1,500	45	1,200	36	1,000	30	M-Oxide	1,800	180	1,800	180	1,500	130	1,200	110	1,000	90	Chip	38,000	500	46,000	550	80,000	800	115,000	920	115,000	800	기 타	1,200	120	1,200	120	1,200	120	1,000	100	1,000	100	합 계		1,196		1,172		1,255		1,285		1,140								
	종 류	2001년		2002년		2005년		2007년		2010년																																																																																							
		수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액																																																																																						
	Carbon	18,000	324	15,600	250	12,500	160	10,000	120	8,000	120																																																																																						
	Metal	1,800	72	1,800	72	1,500	45	1,200	36	1,000	30																																																																																						
	M-Oxide	1,800	180	1,800	180	1,500	130	1,200	110	1,000	90																																																																																						
	Chip	38,000	500	46,000	550	80,000	800	115,000	920	115,000	800																																																																																						
	기 타	1,200	120	1,200	120	1,200	120	1,000	100	1,000	100																																																																																						
합 계		1,196		1,172		1,255		1,285		1,140																																																																																							
<p>유전 재료</p>	<p>○ 유전재료의 대표적인 부품인 MLCC는 크게 BaTiO₃ 분말, Ni 분말, Cu 분말로 소재를 구분할 수 있는데 대부분의 원료를 전량 외국에서 수입하여 사용하고 있는 실정</p> <p>○ 세계 시장에서 MLCC의 주요 소재는 대부분 일본업체가 주도 하며, 부분별로 3위까지의 업체들이 세계 시장의 대부분을 점 유하고 있다. BaTiO₃ 분말의 경우, Ferro가 매출액 기준으로 세계시장의 29%를 점유하고 Sakai Chemical이 23%를, Fuji Titanium이 14%를 점유하여 3개사가 세계 시장의 66%를 점유 하고 있다. Ni 분말은 Kawatetsu가 53%, Sumitomo가 30%, Shoei Chemical이 11%로 3개사의 세계 시장 점유율은 94%를 점유</p>																																																																																																

구 분		2000	2001	2002	2003	2004	2005
BaTiO ₃	수 량	14,395	10,100	15,000	17,000	18,500	21,500
	금 액	256	180	300	391	481	641
Ni 분말	수 량	645	516	712	1,061	1,464	1,830
	금 액	146	109	142	199	260	303
Pd 분말	수 량	66	37	51	39	40	36
	금 액	1,268	524	961	759	605	481
Cu 분말	수 량	350	280	386	575	795	993
	금 액	70	51	67	89	119	144
합 계	수 량	15,956	11,333	16,689	19,480	21,914	25,749
	금 액	1,858	948	1,573	1,584	1,657	1,796

(단위 : Ton, 백만 \$)

○ 압전소재의 수출·입 동향을 표 3-19에 나타내었는데, 1999년부터 2003년까지 보면 2000년에 가장 많이 7,724억원을 수입하였으나 2003년에는 2000년에비해 70%선인 5,450억원을 수입

<압전소재 수출·입 현황>

제품명		년도				년평균 증가율(%)
		1999	2000	2002	2003	
수입 (억원)	수동진동자	1,126	1,407	858	966	-2
	기타의압전기 결정소자	4,236	6,218	7,287	4,451	4
	압전기용석영	75	99	38	33	-13
	계	5,437	7,724	5,183	5,450	0
수출 (억원)	수동진동자	811	1,212	269	283	-12
	기타의압전기 결정소자	433	740	319	225	-6
	압전기용석영	5.6	7.2	14.1	19.5	42
	계	1,249.6	1,959.2	602.1	527.5	-24.7

* 자료 : 1. H.S Code에 의한 수출·입 통계, 1999~2003, 1\$=1,150원 적용

- 국내 매장 자원의 부족 및 고품위 세라믹 원료 광물의 고갈로 인해 몇몇 광물을 제외하고 전량 수입에 의존
- 규산알루미나, 알루미나, 장석질, 산화아연은 국내 산출되는 양으로 국내 수요를 충족 할 수 있으나 알루미나질 원료 광물 또한 고품위 광물은 전량 수입에 의존하고 있어, 실제 국내 세라믹 원료 광물은 수입에 의존

2) 프리세라믹소재

가) 산업동향

- Pre-ceramics는 1차적으로 반도체, 디스플레이용 전자부품에 사용되는 파인세라믹의 원료로 주종을 이루면서 부분적으로 시장을 형성
- 반도체 산업은 신조성, 신기능의 원료가 필요하고 디스플레이 산업에서는 제조 공정이 초저가 용액 공정으로 바뀌는 추세에 따라 고상 원료보다는 액상 및 기상 공정화가 가능한 pre-ceramics의 필요성이 요구
- 실리카의 원료 화합물인 Tetraethyl orthosilicate (TEOS)와 같은 일부 pre-ceramics를 제외하고는 대부분 수입에 의존
- IT, 자동차, 조선 산업분야가 경쟁력을 갖고 있고 이들 산업들은 첨단소재 기술뿐만 아니라 센서 및 액추에이터 기술 등 나노재료 기술이 접목 될 수 있는 다양한 소재기술이 필요
- 최근에는 고유가/환경문제가 과학기술계의 화두로 등장하여, 재생에너지용 태양전지 등 에너지 산업에 대한 관심 증대로 다양한 종류의 pre-ceramics 원료 시장이 형성
- 나노소재 관련 기술경쟁에서 뒤처질 경우, 한국의 제조업이 일본의 소재 산업에 의존하는 현재까지의 반복적인 수급구조 현상이 더욱 심화될 우려
- 특히 전자산업 분야에서 소재, 공정, 소자의 연계에 의한 새로운 재료 개발이 필수적이며 새로운 용도의 다양한 pre-ceramics 원료물질이 요구
- 파인세라믹 산업은 초미세 나노기술과 접목되면서 전자산업이외의 환경, 의학, 식품 등에서의 수요가 계속 늘고 있는 상황

나) 시장동향

- Pre-ceramics 국내시장 규모는 현재 정확하게 알려진 구체적인 자료가 없으나, 그 규모는 소재산업의 발전에 따라 증가할 것으로 예측
- pre-ceramics 응용 확대는 정보 통신 분야, 에너지, 환경 관련 분야, 제조 신기술, 관련 분야의 고성능 경박단소형의 파인세라믹 제품 요구 증가에 의한 것으로 예측
- 주로 중국 등 아시아 지역의 공업화에 따른 전자기기 부품 수요 증가에 의한 파인세라믹 시장 확대에 기인하여 국내 pre-ceramics 수요가 증가
- 기존의 파인세라믹 시장의 활성화를 위하여 반도체, 디스플레이, 에너지, 전자 부품 등의 신규시장 개척의 필요성이 제기

다) 기술동향

- 국내 pre-ceramics 기술은 선진국과 비교하면 아직 기술의 발전기에 진입하지 못하고 있는 실정
- 파인세라믹용 전구체 화합물 개발 및 공정 기술의 확보는 파인세라믹의 핵심 기술 중 하나로 여러 선진 전자 산업국들에서 경쟁적으로 개발하고 있으며 개발된 기술의 해외 이전을 꺼려하는 분야
- Pre-ceramic 기술은 설계기술, 핵심요소기술, 생산기술, 제품기술 등 4분야
- pre-ceramics 기술은 과거 선진국이 독점적으로 점유했지만, 원료 소재의 중요성이 인식되면서 고순도화 원료 물질의 무기화를 막기 위해 시장이 폭발적인 증가를 이룸
- 나노소재는 “국가가 주도해야할 6대 미래기술”로 선정되어 있으며 중점 육성분야는 탄소 나노소재 및 지능형 나노소재

- '탄소 나노소재'는 기존 소재보다 전기·기계적 물성이 뛰어나기 때문에 철, 실리콘 등을 대체할 것으로 예상. 또한 차세대 디스플레이 소재, 超고밀도 메모리, 기능성섬유 및 배기가스제거 촉매 등 향후 5~10년 이내에 상용화 가능성이 큰 분야
- '지능형 나노소재'는 일반 공정으로 만들 수 없는 복잡한 구조의 물질을 단위물질이 일정한 패턴에 따라 스스로 성장하는 현상인 '자기조립화' 방식을 이용해서 만든 물질로 레고블럭처럼 원자를 조립하여 맞춤형 소재를 구현
- 유비쿼터스 사회, 첨단 전자 산업의 급속한 발전에 따라 원료 화합물을 이용한 파인 세라믹 소재는 반드시 필요한 분야이고 응용 가능성이 매우 높음
- 연료전지나 태양전지 등 친환경 에너지 분야부터 에너지 소비가 적고 효율적인 자동차의 배기가스 등의 오염원을 제거하는 필터 등을 개발하는데 파인세라믹의 프리커서가 핵심 기술로 중요성이 부각
- 머리카락 굵기 700분의1 크기의 나노 세라믹에서 청색 레이저를 발진시켜 용량을 4배 이상 늘린 나노급 DVD와 같은 첨단 광학기기 개발도 추진 중
- 순수 나노소재의 시장규모 2010년 42억 달러, 나노소재가 일부 포함된 제품시장 규모가 2010년 약 5천억 달러로 추산될 정도로 나노소재의 활용 없이는 파인세라믹의 경쟁력 확보가 불가능
- 나노소재의 부품화 및 소자화를 통한 구체적인 응용예
 - ⇒ 부품화: 2차전지 전극용 소재, 환경정화용 미세기공 필터
 - ⇒ 소자화: 거대자기 저항 (GMR) head, 태양전지, 양자점/양자선 광센서, 광증폭기등

3) 전자세라믹

가) 산업동향

- 전자세라믹은 가전, 컴퓨터, 통신기기, 전자의료기기, 디스플레이 산업 등의 발전과 함께 전자·정보 산업의 핵심부품으로 등장하고 있지만 우리나라는 1990년대 초반까지도 기술 부족, 반제품 생산, 원료의 안정적인 공급 및 관련 수요 산업의 취약 등 여건이 성숙되지 않아 산업화 추진이 부진
- 최근 전자·정보통신 산업 등이 국제 경쟁력을 확보하기 위해서는 핵심 소재의 자립 없이는 불가능하다는 인식이 확산되어 국내 대기업 및 중소기업 제조업체들이 이에 대한 투자 본격화
- 어떤 전자 세라믹 소재를 사용하는가에 따라 신제품의 성능이 획기적으로 달라지는 미래에는 우수한 전자소재를 개발하여 사용할 수 있는가에 따라 경쟁력이 좌우
- 그러나 이와 같은 호황은 충분한 자금력, 장기간에 걸친 시설 및 인력투자, 조직화된 판매망과 영업력 등을 바탕으로 하는 중견 및 대기업에 국한되어 그렇지 못한 중소기업들은 고전하는 경우가 많으며, 또한 전체 시장 가운데 약 60%는 아직도 수입에 의존해야 하는 취약점이 존재
- 유전성 재료
 - 국내의 세라믹 유전체 제조업체는 MRW, AMOTECH, KMW, 디스, 셀레콤, 어드밴텍, 센티스 등 10여 개 업체가 존재
 - 최근 위축된 시장의 여파로 인하여 대부분의 업체가 많은 어려움을 겪고 있으며 MRW, AMOTECH, KMW의 세 업체로 판도가 정리되는 상황
 - MRW의 경우에는 Ericsson이라는 굴지의 통신 업체에 DR을 현재 공급하고 있으며 이를 위해 국내에서 가장 큰 생산 라인을 구축
 - AMOTECH의 경우에는 오랜 기간 국내 시장의 영업 활동을 통하여 충분한 기술력과 대응력을 인정받아 국내 시장의 최대 강자로서 소량의 파우더 제조 설비부터 성형, 소성, 가공까지 자체 처리 설비를 모두 구축
 - KMW의 경우에는 DR을 외부로 판매하지는 않으나 자체 수요를 충족시키기 위해 DR line을 가지고 있으며 실제 powder 소요량은

국내에서 가장 많은 업체 중 하나로 알려져 있으나 최종 가공이나 소성의 경우 내부 설비의 부족으로 상당 부분 외주에 의존

○ 자성 재료

- 재료별로 기능 및 사용용도를 분류하면 페라이트를 원료로 하는 인덕터, 비드는 주로 300MHz대역 이하의 저주파대역의 Power Line 또는 신호라인에서 필터회로의 구성, 임피던스 정합, EMI대책 등 노이즈 제거용으로 사용되며, VCR, 캠코더, Audio기기, HDD, FDD, DVD, PC(Servo, Desk Top, Notebook), CD-R, Printer, Wide TV, HDTV, Fax, 휴대정보통신기기 등에 적용.
- 세라믹 또는 글라스-세라믹계 재료를 원료로 하는 인덕터는 주로 300MHz 대역 이상 GHz대역의 고주파에서 Filter회로구성, 임피던스 정합, EMI대책용으로 사용되며, CDMA, PCS, GSM, PHS, GMPCS등 Cellular Phone과 Pager, TRS, Cordless Phone, DECT, PDA, Wireless LAN, Wireless CATV, HPC등 무선 및 위성정보 통신기기에 적용

○ 압전성 재료

- 국내의 적층형/바이몰프형 압전 액추에이터 소재 및 공정기술은 대부분 기초연구 수준이며, 해외 기술선진국과 비교하여 낮은 양산기술로 인하여 대부분 수입에 의존하고 있는 현실이며, 경원 웨라이트, 동일기연에서는 가스제어용 압전밸브 및 압전펌프용 액추에이터를 개발
- LG전자/서울대는 DVD 정밀 위치제어용 압전 서보 액추에이터 개발에 성공하였으며, 초음파 모터에 관한 연구는 경북대/모아텍, KAIST, 충북대 등에서 활발히 연구하고 있으며, 반도체형 압력센서 기술은 삼성전자, 전자부품연구원, 한구과학기술원 등에서 수행되고 있고, 자동차용 압력센서는 한국전자, 케피코에서 개발, 일부는 현대자동차에 납품
- 스피커나 리시버의 고급품은 일본에서 수입한 제품이 사용되고 있으며, 부저는 대만과 홍콩제품에 경쟁력을 상실한 실정이며, 국내기업으로는 부전, 선진전자, 우일전자, 코스모세라믹, 신우전자등이 있음
- 실제 삼성전기, 스마텍, E2S 등의 기업에서 연구 개발된 제품의 경우, 일부 제품의 경우 이미 개발 완료되었음에도 수요기업의 신뢰성 확보 및 상대적으로 높은 원가에 기인된 문제점 해결이 불투명하며, 특히 고출력제품에 대한 지속적인 연구는 국내외적으로 매우 신속한 진행이 필요

< 표Ⅱ-9 국내 전자세라믹 기술개발 현황 >

기술명	개발단계	개발 내용	개발주체
압전밸브	상용화	벤더형 압전액추에이터를 이용한 가스제어용 압전밸브	경원 웨어라이트사
압전 서보 액추에이터	Pilot	DVD 정밀위치제어용 압전 서보 액추에이터	LG전자/서울 대
초음파 모터	기술검토	리니어 초음파 모터	KAIST, 경북대
반도체식 관성센서	pilot	현가장치용 가속도 센서	삼성
압전음향부품	상용화	부저 스피커	우일전자 SWP신우전자
Resonator	상용화	칩화, 경량화, 내열성 향상	I사, R사
		시장 확대	
Filter	상용화	다기능화, 복합화	I사, R사
SAW filter	상용화	고주파 대응 공정 연구	S사
		양산성 확대, 모듈화	

* 자료 : 21세기 프론티어기술개발사업 보고서, 고효율 적층형 세라믹 액추에이터
자동차용 센서(2003, KISTI), 2007년 중기거점 기획보고서(산자부)

○ 반도체 재료

- NTC (negative temperature coefficient of resistance) 서미스터는 온도가 증가함에 따라 저항이 감소하는 세라믹소재이다. 원료는 주로 Mn, Ni, Co, Fe 등 전이금속의 산화물이며, 소자의 형태에 따라 disk형, diode형, chip (in epoxy, in glass)형 등과 후막, 박막 혹은 적층공정을 이용한 표면실장형 제품이 있다. 가격이 저렴하고 온도 변화에 따른 저항의 변화율이 크다. 따라서 부착되는 lead의 저항을 무시할 수 있어 lead-wire에 대한 보정이 없이 원거리에서 two-wire를 이용하여 정밀한 측정을 할 수 있다. 특히 상온부근에서 정밀한 온도의 측정 내지는 관리용 센서로 많이 사용

< 표Ⅱ-10 NTC 서미스터 사용 예 >

구분	조성군	부품군	응용분야
부온도계수 서미스터	Mn-Ni-O	In-rush current 방지	전원(SMPS)
	Mn-Ni-Fe-O	온도센서	가전, 자동차, 파워반도체
	Mn-Ni-Co-O	온도보상	전자, 정보통신
	Mn-Ni-Cu-O	기타(수위, 습도)센서	자동차, 가전

- PTC (positive temperature coefficient of resistance) 서미스터는 온도가 상승함에 따라 저항이 증가하는 특성을 나타낸다. BaTiO₃를 기본조성으로 하고 La, Nb, Sr, Pb, Mn 등이 첨가
- PTC 소재부품은 전류가 흘러 소자의 온도가 상승하고 상승한 온도에 의해 저항이 상승하면 전류의 흐름을 제한하고 이것에 의해 소자의 온도가 하강하면 저항이 감소하여 다시 전류가 증가하는 순환적 관계를 기본원리로 이용

< 표Ⅱ-11 PTC 서미스터 사용 예 >

특성	기능	주요용도
정온 발열	별도의 제어장치 없이 자기온도제어 특성 재료의 조성을 조절하여 온도설정	fan heater, 훈증기용 히터 VTR, 제습기, 항온조
전류 제한	저항이 증가하는 일정시간 동안만 전류가 흐르게 하고 그 이후에는 전류를 제한	moter starter, 형광등안정기 degausser, recovery fuse
온도 센서	온도에 따라 저항이 증가하는 특성을 이용하여 저항으로부터 온도 감지	온도측정, 화재경보기

- 배리스터(varistor : voltage variable resistor)는 인가되는 전압이 어떤 특정 값(항복전압)에 도달하기 전까지는 절연체로 존재하다가 항복전압에 이르면 갑자기 도체로 변화하는 특성을 가짐.
- 배리스터 재료로는 SiC, BaTiO₃, ZnO, SrTiO₃, Fe₂O₃, TiO₂ 등이 이용되는데 오늘날에는 ZnO가 주류를 이룸.
- 유도뇌써지(surge), 개폐써지, 유도성 부하써지 등의 각종 과도 이상전압으로부터 전자기기의 반도체소자나, 회로 시스템을 보호하는 써지흡수소자로서, 그리고 낙뢰로부터 전력설비를 안전하게 보호하기 위한 전력용 피뢰기의 핵심소자에 이르기까지 광범위하게 응용

- 통신분야의 system transients와 lightning-induced transients로부터 시스템을 보호해주는 서지(surge) 보호역할과, 이동 통신 단말기, 노트북 PC, 전자수첩, PDA 등의 정전기에 대하여 회로를 보호해주는 ESD (electrostatic discharge) protection의 역할로서 최근 적층형 배리스터가 각광

< 표 II-12 전자소재 주요분야 및 국내업체 >

분야		국내 업체
디스플레이	PDP용 광학필터	삼성코닝, LG화학
	LCD용 백라이트	디에스엘시디, 나노퍼시픽, 나노하이텍, 금호전기
	ITO 필름 (투명전극)	탑나노시스
	터치패널	디지텍 시스템즈, 한터치, 엠피아 테크놀로지
	반사방지필름	두산전자BG, 도레이 새한
	격벽재	삼성SDI, 대주전자재료, 파티클로지
	형광체	삼성SDI, 대주전자재료, 맥션화학, 피에스아이
	PDP용 필터	LG마이크론, 삼성SDI, 동진썬미켄
휴대폰	MLCC	삼화콘덴서, 삼성전기, PKC, 수연테크, 뉴스텍
	VCXO	마이크로텍, 엘트론, 큐맥스전자, 마이크로쿼츠, 에비스 트론, 한신전자, 진현전자, 신영일렉콤
	유리기판	삼성코닝 정밀유리, 신안
	TCXO	엑사이엔씨, 파트론, 스톤벨, 삼성전기, 큐맥스전자
	안테나	에이스 안테나, 스펙트럼
	캐패시터	삼성전기
	수정발진자	파트론, 신영일렉콤, 대원정밀
	듀플레스	SETKorea
	공진기	한국쌍신전기
	유전체필터	파트론, SG스크린, 로스윈, 앰솔텍, 삼성전기, 한국쌍신전기, LG이노텍
	세라믹필터	세인, SETKorea
	Saw필터	케이이씨, 청호전자통신, 아이티에프, 쏘닉스, 에이엠티
	칩저항기	아벨전기, 케이에이취전자
	칩인덕터	삼화전자, 필코전자, 다코웰, 폴리테크

수정진동자	신형전자, 부방테크론, 씨니전자, 수정통신, 디트릭스, 신영일렉콤, 대원정밀, 동진전자, 엘트론, 한신전자, 일신통신, 스톤벨, 에스엠코리아, 이피코리아, 마이크로쿼츠 전자
Low noise 앰프	에프와이디, 웨이브온, 파스컴, 광산전자, 광원전자, 라이브전자, 사운드플러스, 서울전자엔지니어링
인덕터	코엘, 지이티, 인코라인, 코일마스터, 다코웰, 필코전자, 동방LPF, 에니온, 제일전자공업사, 진영전공, 명신컴포넌트, 엘텍, 선인전기 파츠인 Partslab, 부전전자, 영인전자, 금호전자, 나노아이텍, 월드전자
페라이트	쌍용양회, 삼화전자, 동국내화, 삼성코닝, 대동전자, 대한자석, 지텍, 이수세라믹, 쌍용머티리얼, 태평양금속, 에이엠씨, 다현자석, 민지상사, 마그토피아, 형성산업, 동서산업, 거성트레이드, 삼성마그네트, 유양마그네트, 대림자석, 네오마그네틱, 가우스마그네트, 아시아자석공업
NTC(서미스터)	래트론, 영인전자, 삼화파츠, 에이치제이, SK thermistor, (주) 쌍신 등
PTC(서미스터)	자화전자, 산오, 빅톤상사, 하이엘, tellet, 에이치제이, 메카솔루션, 성일상역
varistor(배리스터)	아모텍, 광성전자, 이노칩테크놀로지, 코일마스터

○ **센서재료**

- 체계적 분류와 수출입시 해당품목의 적용 코드 작성을 위하여 한국센서기술진흥회에서는 센서를 역학, 전자기, 화학, 생물, 광, 방사선, 음향, 열, 기타 9개의 분야로 분류(센서HSK)하여 1994년부터 적용

< 표 II-13 전자센서소재 주요분야 및 국내업체 >

분야		국내 업체
센서	이미지센서	매그나칩반도체, 픽셀플러스, 옵토팩, 실리콘화일, 세이미지, 하이셀, AMIC(에이엠아이씨), 아큐텍반도체기술, 하이닉스
	압력센서	그린센서, 센서시스템기술, 오토닉스
	가속도센서	포스백
	자이로센서	네패스, 마이크로인피니티, 삼성전기
	근접센서	오토닉스
	광전센서	한국하니웰

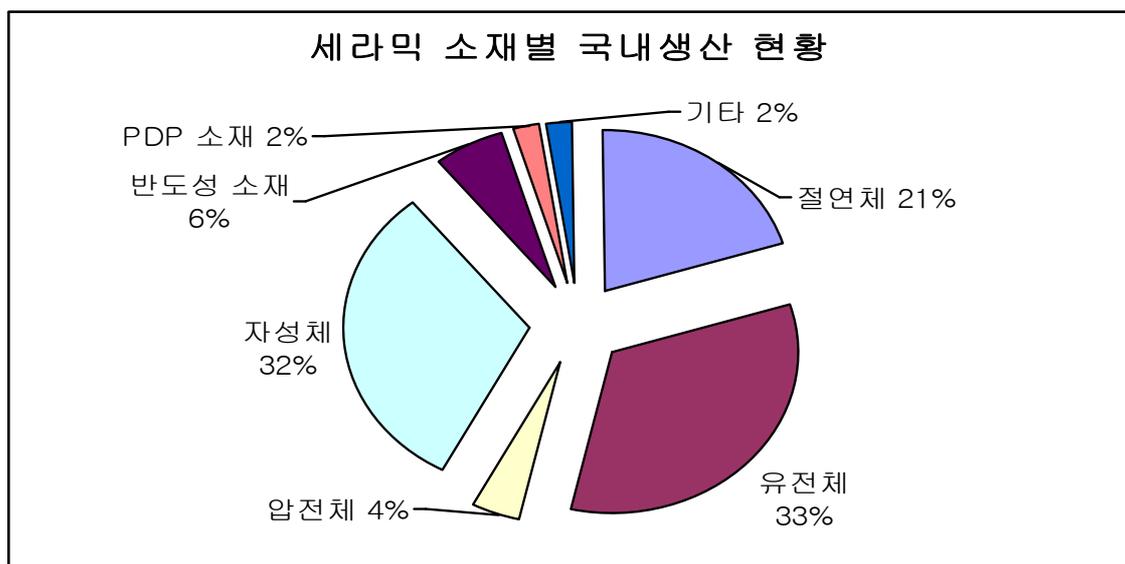
< 표II-14 세라믹센서의 종류와 감지재료 >

응용분야	소자형태	감지원리	감지재료
온도	NTC 서미스터	벌크중의 캐리어 농도의 변화에 의한 전기전도도 변화	NiO, FeO, MnO, SiC, CoO
	PTC 서미스터	입계전위장벽높이의 변화에 의한 전기전도도 변화	BaTiO ₃
	CTR(온도스위치)	반도체-금속 상전이에 의한 전기전도도 변화	VO ₂
습도	Proton 전도형 센서	수증기의 화학/물리흡착에 의한 표면저항 변화	MgCr ₂ O ₄ -TiO ₂ , V ₂ O ₅ -TiO ₂ , ZnCr ₂ O ₄ -LiZnVO ₄
가스	표면제어형 센서	입계/neck에서 공간전하층의 변화에 의한 표면전기전도도 변화	SnO ₂ , ZnO, TiO ₂ , In ₂ O ₃ , WO ₃
	벌크제어형 센서	벌크의 격자결함농도의 변화에 의한 전기전도도 변화	γ-Fe ₂ O ₃ , (La,Sr)CoO ₃
이온	고체전해질형 산소센서	지르코니아셀을 통한 산소이온 전도에 의한 기전력	ZrO ₂ -CaO, -MgO, -Y ₂ O ₃
	MOSFET형 이온센서	Gate의 세라믹박막이 용액에 노출되었을 때 용액중의 이온에 의한 gate전압 변화	Si ₃ N ₄ , Al ₂ O ₃ or Ta ₂ O ₅ /SiO ₂ /Si
압전	위치·가속도·초음파 센서	기계적 에너지와 전기적 에너지와의 상호변환 성질	Pb(Zr _x Ti _{1-x})O ₃ (PZT)
광	초전형 적외선 센서	자발분극의 온도변화에 의한 표면흡착전하량 변화	PbTiO ₃ , LiTaO ₃ , LiNbO ₃ , PZT

나) 시장동향

- 우리나라의 전자세라믹 산업은 전기전자, 정보통신, 자동차산업 등의 빠른 발달에 따라 연 13% 이상의 성장을 보임. 향후에도 에너지, 환경, 의료복지, 우주항공 산업의 발달과 더불어 성장세는 더욱 증가할 것으로 전망
- 2005년 소재별 국내 생산현황을 살펴보면 그림에 나타낸 바와 같이 적층 콘덴서를 포함한 유전체 소재가 33%, 페라이트 코어를 포함한 자성체 소재가 32%로 전체 생산의 60% 이상을 차지
- 성장률은 저하 추세에 있으며 PDP 소재, 이차전지 소재와 같은 분야의 성장률이 급격히 증가하는 추세
- 국내 전자세라믹 산업은 '90년대 중반 이후 가장 큰 폭으로 수요가 증대 되었으며 국내시장은 연평균 10% 이상의 성장률을 기록하며 세계시장 (연평균 6% 이상)의 2배로 급성장하고 있음
- 전자세라믹 산업의 국내수요는 연평균 10~18%로 성장하여 2008년 3조 6천억 원에 이를 것으로 전망되나 국내 전자세라믹 시장의 약 60%를 수입에 의존하는 실정

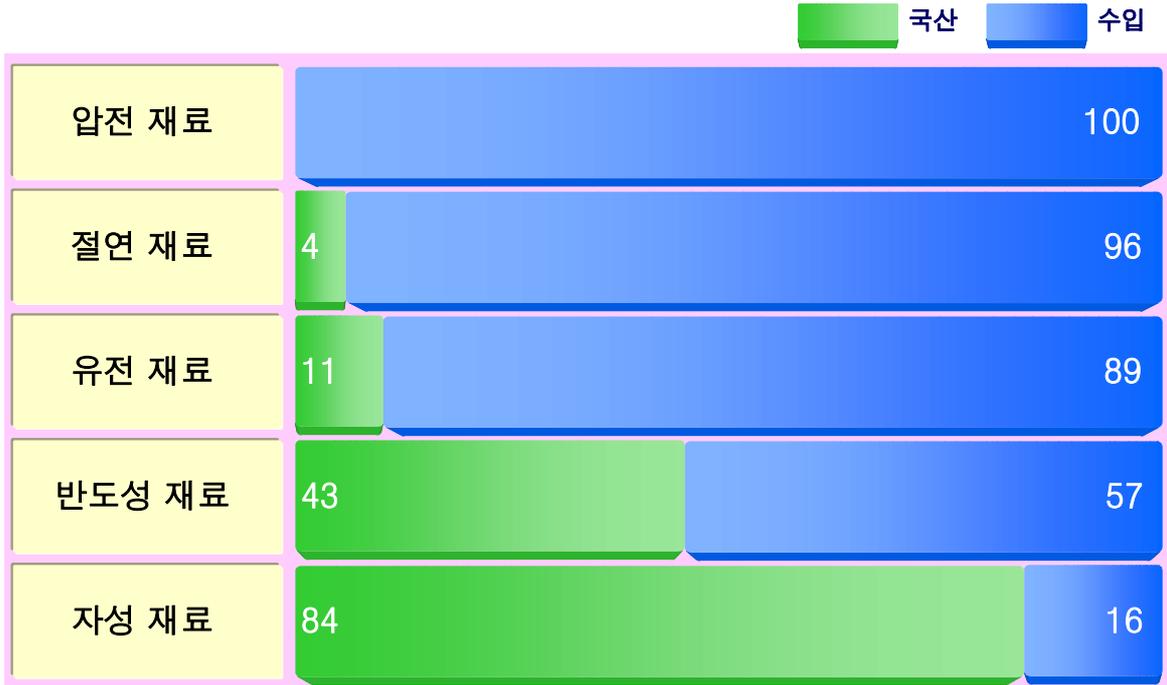
< 그림Ⅱ-3 전자세라믹 산업에서의 소재별 국내 생산 현황 (2005년) >



* 자료: '05 소재분야 산업혁신에 관한 정책보고서 (산업자원부, 2005)

- 전자세라믹 분야의 유전, 자성, 압전 등의 용도에 따른 재료별 국산화 비중은 아래 그림과 같음

< 그림Ⅱ-4 세라믹 원료의 국산화 비중 >



* 자료: 전자소재산업 발전전략 (요업기술원, 2006)

○ 유전성 재료

통신, OA, 가전, 자동차, 군사용 등 광범위한 영역에서 사용되고 있으며, 국내의 대표적인 업체로는 삼성전기, 삼화콘덴서 등 많은 업체들이 있으나 일본의 대표적 업체인 무라타, TDK, 교세라 등에서 상당부분을 수입

○ 자성 재료

하드 페라이트 (Hard Ferrite), 소프트 페라이트 (Soft Ferrite), 자기기록매체, 특수 자성재료 등으로 나눔

- 하드 페라이트는 국내의 대표적 업체로는 쌍용머티리얼, 태평양금속, 동국합섬, 경원훼라이트 등 약 10여개 회사가 참여 중에 있으며, 스피커 등의 음향기기 및 회전기기용 모터의 수요증가에 따라 2010년까지 성장률이 10.5%로 비교적 높은 수준이 예상되나, 희토류 자석의 우수한 특성과 경량화에 따른 위협을 받고 있는 상황
- 소프트 페라이트는 국내의 대표적 업체로는 삼화전자, 이수세라믹, 삼성

코닝, 송원페라이트 등 10여개 회사가 참여 중에 있으며 2010년까지 시장성장률이 3.5%로 낮은 수준이 예상되며, 부가가치가 낮아 편향 요크용과 전원용은 주로 중국 등 값싼 노동력이 풍부한 시장으로 생산기지가 이전하고 있는 추세

- 일본의 TDK, FDK 등 선발업체들은 소형, 대전류 대응의 고부가가치 제품에 대해서 시장을 선점하기 위한 치열한 개발경쟁을 하고 있음
- 자기기록매체는 테이프, 플로피 디스크, 하드 디스크 등이 있으며 메모리소자를 이용한 기록매체 방식의 변환으로 시장규모가 현격히 감소하고 있으며, 테이프의 경우는 SKC, LG 전자, 코오롱 등에서 세계시장의 50%를 생산하고 있음

○ 압전 재료

- 2002년 국내의 압전세라믹 시장규모는 약 5천억원 이고, 이의 약 60%는 일본의 무라타 등으로부터 수입되는 것으로 보고
- 국산화가 되어 있는 나머지 40%의 시장을 보면, 압전부저, 가습기용 진동자, 착화소자 등이 주류를 이루고 있으며 이들 제품은 이미 중국, 대만, 동남아국가 등에서도 생산하고 있는 제품임을 고려하면, 기술력이 낮은 제품들만 국산화가 되어 있고, 고부가가치를 창출할 수 있는 압전세라믹은 전량 일본에서 수입되고 있다고 판단
- 이와 같은 시장은 2008년에는 약 1조원, 2013년에는 1조 7천억의 시장이 형성될 것으로 예측
- 압전 필터, 초음파 진동자, 착화소자, 압전 센서, 초음파 모터, 액추에이터 등에 주로 쓰이며 국내의 대표적 업체로는 삼성전기, LG이노텍, 씨니전자 등의 회사가 참여하고 있고 통신기기, 영상기기 시장의 지속적인 증가에 따라 시장도 계속적으로 증가

○ 반도체 재료

- 히터용, 가정용 기기의 온도 센서 및 자동차 공정용 온도 센서를 위한 서미스터 (thermistor), 휴대폰이나 노트북과 같은 정보통신기기의 정전기 대책을 위한 배리스터 (varistor: Voltage Variable Resistor) 등의 제품에 주로 사용
- 서미스터의 경우는 세계시장의 약 6%, 연 12.1%의 높은 성장률을 보이고 있음에도 세계시장의 대부분을 차지하고 있는 무라타 등 일본 업체의 고정밀 제품과 중국 업체 등의 저가격 제품에 밀려 무역수지 적자폭이 큰 품목
- 배리스터의 경우는 국내의 대표적 업체로는 아모텍, 래트론, 이노칩테크놀러지,

삼화콘덴서 등의 업체가 있으며, 특히, 아모텍 등 국내기업이 수요의 대부분을 담당하고는 있으나 범용기술로 경쟁이 치열한 부품

○ 디스플레이 재료

- 1세대 CRT에서 2세대인 LCD, PDP, OLED 등에 의한 평판 디스플레이 (FPD: Flat Panel Display)로 급속도로 전환되었고 시장도 전자·정보기술의 발전에 힘입어 연평균 20% 이상의 고성장 진행
- 차세대 핵심소재 산업으로 주목을 받고 있으며 그림과 같이 완제품 시장에서 세계 1위의 경쟁력을 보유하고 있어 관련 재료산업의 발전은 중요
- 관련업계에 따르면 부품·소재의 국산화율이 LCD의 경우는 40%, PDP의 경우는 40% 정도에 머물고 있어 주요 부품의 국산화가 시급한 실정.

< 그림 II-5 디스플레이 종류별 핵심 재료 및 국산화율 >



* 자료: 전자소재산업 발전전략 (요업기술원, 2006)

다) 기술동향

- 80년대 후반부터 국내 경제성장과 연구개발 기반조성에 힘입어 생산규모 및 기술면에서 비약적 발전하였으나, 기술 축적과 경험이 부족한 상태로 선진국과의 경쟁에 어려움을 겪는 중
- 정부의 적극적인 육성시책 등에 의해 국내 파인 세라믹 기술도 전자세라믹을 중심으로 급속하게 발전 중
- 전자세라믹은 현재 콘덴서, 페라이트, 반도체 장치, 필터, 센서 등 다양한 제품이 생산되고 있으며, 연평균 20% 이상의 꾸준한 성장세를 보임. 특히 전자부품 중 디스플레이, 전자, 센서분야는 기술의 발전 속도가 매우 빠름
- 국내 전자세라믹 산업은 범용부품 위주로 발전하여 다음과 같은 현황을 나타냄
 - 전자부품의 국산화 필요성 증대
 - 핵심 부품은 일본의 수입 의존도가 높음
 - 대기업 진출로 일부 부품은 과점화되어 부품기술 발전이 가속화
 - 상대적으로 중소기업의 입지는 약화
- **절연 및 저항 세라믹**
 - 삼성코닝, 삼성전기, 유동기업 등 15개 회사가 연구 개발 및 생산에 참여하고 있다. 기판, 적층패키지, 세라믹 패키지, 저항기 rod 등의 제품이 있는데, 50% 정도의 국산화가 이루어졌으나, 적층패키지 등과 같은 기술 집약적 제품은 일본으로부터 수입되고 있음
 - 단층 기판은 반도체 산업의 주요 재료임에도 불구하고 아직 국산화가 완전히 이루어지지 않았다. 그것은 장기적인 기술 및 시설투자의 부족과 일본의 덤핑 등이 원인
- **유전체 세라믹**
 - 삼화 콘덴서, 한국태양유전, 한국동양유전, 삼성전기, 동일저자 등 10여 개 업체가 생산 및 연구개발에 참여하고 있다. TV, 라디오, 음향기기, 녹화기, 컴퓨터, 무선전화기, PC 등의 각종 전자기기에 쓰이는데, 단층 콘덴서, 적층콘덴서, 필터류 등의 제품을 보유

○ 자성 세라믹

- 하드 페라이트, 소프트 페라이트, 자기기록매체, 특수 자성재료 등으로 나누어진다. 하드 페라이트는 태평양 금속, 동국합섬, 쌍용양회 등 약 10여개 회사가 생산 및 연구개발에 참여하고 있으며, 소프트 페라이트는 삼화전자, 이수 세라믹, 보암산업, 영화 페라이트 등 약 10여개 회사가 참여
- 자성재료는 기존의 안테나 코어, TV 편향 요크, 트랜스포머 시장에다가 자동차용 모터, 전자레인지용 자석, 노래방용 스피커 등의 수요 증가로 국내 뉴 세라믹 산업 중 가장 큰 몫을 차지
- 최근에는 중국 등 후발국의 시장 참여로 성장세가 둔화되고 있는 상황임. 장기적으로 볼 때 이러한 후발국들의 추격으로 인해 현재의 일반적인 제품으로는 앞으로의 시장이 불투명할 것이라고 예상

○ 압전 세라믹

- LG 이노텍, 삼성전자, 대원페라이트, 성요사 등 약 20여개 회사가 연구 개발 및 생산에 참여하고 있다. 압전 세라믹은 압전 음향필터, 초음파 진동자, 버저, 착화소자, 압전센서, 압전 초음파 모터, 액츄에이터 등에 쓰임. 이에 대한 수요는 통신 기기 및 영상 기기 시장의 지속적 증가로 계속 증가하고 있으나, 일본의 무라타 등이 기술적으로 거의 독점을 하고 있는 상황

○ 반도체 세라믹

- 반도체 세라믹은 NTC 써미스터, PTC 써미스터, 배리스터로 대별된다. NTC 써미스터는 컴퓨터의 보급 확대와 함께 그 수요가 늘어나고 있지만 국내 자체 개발은 조제된 외국 분말을 수입 사용하는 실정.
- 배리스터는 삼화 콘덴서, 일진전기, 동일전자 등에서 생산하고 있으며 수요 중 약 50%를 충당

○ 세라믹 센서

- 세라믹 센서는 광센서, 자기센서, 위치센서, 온도센서 등이 있는데, 전기 전자 산업, 정보산업, OA 산업, 의료산업, 자동차 산업 등의 발달과 병행해서 그 수요가 늘어나고 있다. 그러나 우리나라는 기술력의 부족으로 대부분의 업체가 핵심 부품을 수입하여 조립 생산하는 실정

4) 기계·구조 세라믹

가) 산업동향

- 구조 세라믹 부품은 개략적으로 원료 혼합-건조-성형-소결-가공의 단계를 거쳐 제조되는데, 실제 부품을 제조하려면 이보다 훨씬 복잡한 과정들을 거치게 되며, 구조 세라믹 부품이 사용되는 곳은 매우 가혹한 환경이기 때문에 높은 품질이 확보되어야 하고, 경우에 따라 복잡한 형상과 복합기능, 고정밀도 등이 요구되며 이에 따른 고도의 기술력이 필요
- 국내 구조 세라믹 산업은 절삭공구, 섬유기계용 내마모/내식 부품, 전자 세라믹 제품 소결용 고온 부품 등의 생산으로부터 시작되어 90년대 이후 반도체 제조 장비용 부품과 최근 디스플레이 제조 장비용 대형 부품 생산, 골 대체용 인공 의료품, 환경 정화용 다공질 세라믹 제품 등으로 확대
- 현재 구조 세라믹 제품 생산 기업은 약 70개로 추정되고 대부분 영세한 수준임. 구조 세라믹 제품의 성능도 다른 세라믹 제품과 같이 사용 분말의 특성에 크게 의존하는데, 일부 알루미나 분말을 제외하면 아직 거의 전량 수입에 의존
- 구조 세라믹 관련 주요 기업들을 살펴보면, 쌍용 머티리얼(주)은 절삭공구와 내마모 부품, 전자레인지용 세라믹 부품들을 생산하고 있으며, 알루미나와 질화규소 제품을 생산하고 원료인 세라믹 분말은 일본 (알루미나: 스미토모, 질화규소: 우베홍산)에서 전량 수입
- 대구텍은 과거 대한중석이 민영화 과정을 거쳐 이스라엘의 IMC Group에 인수되어 탄생한 기업으로 주로 초경공구와 텅스텐 부품을 생산하지만 세라믹 절삭공구도 생산하며 이는 알루미나와 질화규소 제품이며 대부분 수출
- 세라믹 절삭공구 국내 생산액은 내수(약 100억원)와 수출(약 400억원)을 합쳐 연간 500억원 규모이며, 향후 연 5% 정도의 성장이 예측됨. 기술 수준은 일본, 미국보다 3~4년 뒤지고 중국보다 2년 앞선 것으로 분석

- 세라믹 절삭공구는 주로 주철의 절삭에 사용되어 포항제철, 현대제철 등의 압연용 대형 롤 가공, 자동차 브레이크용 주철 가공에 사용됨. 국내 세라믹 절삭공구는 일본이나 미국 제품보다 저가이고 중국 제품보다 품질이 좋아 시장을 확보하고 있으나 중국 제품이 품질개선을 이룰 경우 경쟁력을 잃을 가능성이 존재
- 따라서 국내 기업도 기술개발에 전념하고 있는데, 쌍용 머티리얼의 경우, 절삭공구 외에 전자렌지용 세라믹 부품과 수도용 씬, 광섬유 연결용 부품(패들) 등도 생산하고 있는데, 원료인 알루미나, 지르코니아 분말은 역시 일본에서 전량 수입함. 국산 알루미나 분말을 사용하지 못하는 이유는 순도와 입자 크기 등이 규격에 맞지 않기 때문

나) 시장동향

- 국내 구조 세라믹 시장은 2000년 7,440억원에서 2003년 10,777억원 규모로 성장하였음. 이러한 급격한 성장의 원인 중 하나는 반도체 및 디스플레이 제조산업의 성장과 이에 따른 구조 세라믹 부품의 수요 증가임. 또, 자동차 배기가스 규제가 엄격해져 대형 버스와 트럭 등 디젤엔진차량에 세라믹 필터의 착용이 의무화되면 구조 세라믹 시장은 급성장 예측
- 반도체 제조장비용 구조 세라믹 부품을 생산하는 국내 주요 기업의 하나인 솔믹스의 '07년 경영분석자료에 의하면, 알루미나 (Al_2O_3) 제품의 국내시장은 1,500억원, Si 제품은 1,800억원, 반응소결 탄화규소 (Si-SiC) 제품 1,000억원, 질화알루미늄 (AlN) 제품 1,000억원, 쿼츠 (Quartz) 제품 1,300억원 규모이나, 국산화율은 30% 정도에 불과한 실정
- 현재, 반도체/디스플레이 제조용 장비는 주로 일본에서 라인 전체를 수입하고 있고, 이때 들여온 각종 구조 세라믹 부품들이 아직 무상 수리기간 중에 있음. 곧 무상 수리기간이 만료되면 가격 경쟁력을 앞세운 우리 제품들이 시장을 개척할 것으로 기대되며 이에 따라 관련 구조 세라믹 제조기업들의 매출이 급신장할 것으로 예상됨 (코미코의 경우, '06년 549억원에서 '08년 872억원)

< 그림 II-6 반도체/디스플레이용 구조 세라믹 부품 시장 분포 >

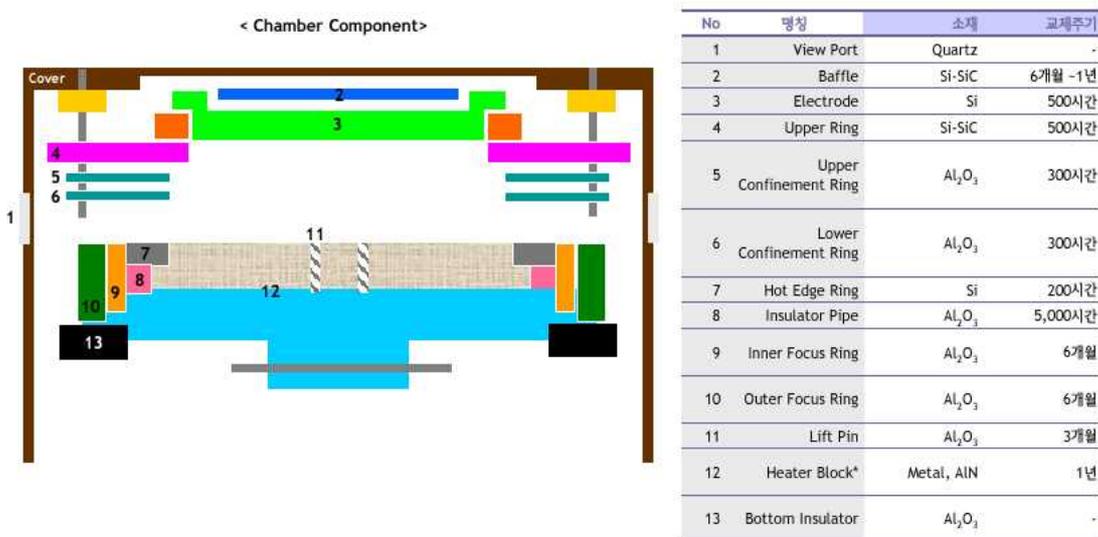
- 디스플레이 산업용 국내 구조 세라믹 시장은 '05년 140억원 정도에 불과했으나 국내 디스플레이 제조업체들의 지속적인 투자로 급신장하고 있음. LCD용 구조 세라믹 부품은 LCD 제조사가 신규 제조 라인을 도입할 때 급증하며 그 후 소모성 부품 시장은 초기 시장의 1/3 정도로 수축됨. 그러나 LCD 라인 대부분의 부품은 장비 제조사가 공급하고 있어 국내에서 생산되는 LCD용 구조 세라믹 부품은 전체 수요 시장의 30%에 미치지 못하는 실정

다) 기술동향

- 국내 구조 세라믹 기술개발은 1970년대 섬유산업용 세라믹 부품 개발로부터 시작되었고, 그 후 세계적인 세라믹 엔진 연구개발 붐을 타고 국내에서도 1983년 KIST와 쌍용양회가 세라믹 디젤엔진 개발 프로젝트를 시작한 바 있음. 여기서 개발된 기술을 기반으로 쌍용양회와 대한중석(현, 대구택)은 세라믹 절삭공구를 개발, 생산하기 시작
- 현재, 세라믹 절삭공구의 개발방향은 나노 세라믹화를 통한 경도 향상과 질화티탄 (TiN), 탄화티탄 (TiC) 등의 복합화, 코팅을 통한 경도 및 화학적 안정성 향상 등

- 반도체 제조공정은 Si 위에 각종 도전성 물질과 절연성 물질을 증착하고 식각하는 공정을 반복하여 내부에 필요한 디바이스를 제조하는 것임. 여러 공정이 진공 및 플라즈마 분위기를 활용하는데, 이때 균일하고 재현성 있는 온도 조절은 반도체 수율과 직결됨. 이러한 반도체 제조를 위해 초기에는 세라믹 지그 위에 웨이퍼를 올려놓고 공정을 진행하였으나 웨이퍼 크기가 6인치에서 8인치로 커지고 수율을 극대화하기 위해 최근에는 웨이퍼를 고정시키는 정전척(ESC)을 사용하는 것이 보편화되었음. 또, 고온용 히터의 경우에도 초기에는 500℃ 이하의 온도에서 반도체 제조공정이 진행되어 알루미늄 등의 금속 내부에 발열체를 삽입한 제품이 적용되었으나 공정온도가 상승함에 따라 금속 히터의 한계가 나타나 고온에서 변형이 적고 내부식성이 우수한 질화알루미늄 세라믹으로 변경.

< 그림 II-7 반도체 장비에서 구조 세라믹 부품이 사용되는 예 >



- 평판 디스플레이 시장은 IT기술의 발전에 따라 고속성장하고 있으며, LCD의 경우, 노트북, PC, 이동통신기기, 디지털 카메라, PDA 등에 주로 사용되고 있고 HD-TV 등의 가전제품 영역으로 그 폭을 넓혀가고 있음. 평판 디스플레이의 대형화 추세 및 생산성 향상의 관점에서 LCD 패널은 계속 커지고 있고 현재 디지털 TV 시장에서 40~60인치 영역에서는 PDP와 LCD가 시장확보를 위해 치열하게 경쟁

- 구조 세라믹 부품은 대부분 LCD 제조 공정에서 소모되고 있으며 PDP나 프로젝션 TV의 소모량은 미미한데, 이는 디스플레이 제품을 제조하는 공정온도가 상대적으로 높은 LCD에서 구조 세라믹의 소모량이 많기 때문임. 따라서 어떤 방식의 디스플레이가 시장을 점유하는가에 따라 향후 구조 세라믹 시장에도 큰 영향이 있을 것으로 예상
- LCD 제조 공정 중 유리기판의 패터닝은 대부분 플라즈마나 부식성이 높은 가스 분위기에서 수행되는데, 이때 각종 부품을 구조 세라믹으로 제조하면 플라즈마 및 부식성 가스로부터 설비를 보호하고 최대 오염 원인 입자 발생을 최소화할 수 있음. LCD 패널의 대형화 추세와 생산성 향상의 관점에서 구조 세라믹 부품의 대형화가 요구되고 있으며 LCD 제품의 가격 하락에 따라 구조 세라믹 부품도 저 가격화 압력을 크게 받고 있음. 이를 위해 부품 제조 단가의 50% 이상을 차지하는 정밀 가공비를 줄일 수 있는 실형상 제조기술이 중요한 기술로 대두
- 구조 세라믹 원료 분말의 경우, 알루미늄의 일부를 국내 대한 세라믹(주)가 생산하고 있으나 전자레인지용 저소다 알루미늄은 아직 소다의 함량이 높아서 사용이 기피되고 있고 파인 세라믹 분말은 순도나 입자 크기 등을 만족시키지 못해 보급되지 못하고 있음. 국내에서 생산되는 알루미늄 분말은 주로 내화물용 저급 구조 세라믹 제조에 사용되고 있음. 따라서 고급 알루미늄 분말 시장의 확대와 국산 원료에 대한 신뢰성 확보가 필요. 그 밖에, 지르코니아 분말의 경우 벤처기업인 (주)나노랩과 AMS에서 3Y-TZP를 생산하고 있고 비산화물 구조 세라믹인 탄화규소와 질화규소는 벤처기업에서 pilot 규모로 생산 중
- 구조 세라믹 원료분말의 대부분은 수입에 의존하고 있으며, 국내에서 제조된 구조 세라믹 중 세라믹 절삭공구의 경우는 내수/수출 비율이 20/80 정도임. 디스플레이 제조용 구조 세라믹 부품의 경우, 주요 수출국인 대만과 중국으로의 '05년 수출액은 50억원 규모 정도였으나 이후 LCD시장의 확대에 따라 빠르게 성장 중

5) 에너지 · 환경세라믹

가) 산업동향

- 석유자원의 고갈 및 중국·인도 등 거대 개도국의 경제성장과 인구증가에 따른 에너지 수요 폭발, 고유가등 에너지 위기, 기후변화협약 및 환경보존 요구증대에 따른 국제적으로 새로운 질서와 도전에 직면
- 현재 에너지(원유, 천연가스, 석탄) 가격은 2002년 대비 200%이상 상승했으며, 에너지 수요는 2030년까지 현재의 60% 이상 증가가 예상됨. 비 OECD 국가가 에너지수요 증가의 80%를 차지
- 우리나라는 에너지소비 세계 10 위(225백만TOE/년), 에너지 수입액이 총 수입액의 27%, GDP의 10%에 달하는 국가로 에너지 수입의존도가 97%, CO2 배출량 세계 10 위며 증가율은 105%로 세계1위임. 신재생에너지 비중은 폐기물에너지 제외시 0.1% 이하
- 에너지 환경 기술이 에너지 문제 해결의 핵심으로 부상함. 에너지 환경 소재는 에너지 기술의 한계를 극복하고, 에너지 산업의 고도화 실현을 주도하며 환경오염의 주원인인 화석연료의 사용을 억제하기 위한 고효율, 고성능 에너지 절약, 에너지 수송, 에너지 저장기기 및 대체에너지 기기에 사용되는 재료
- 고유가 및 지구온난화의 가속화에 따른 기후변화협약 등 경제적, 환경적 측면에서의 필요성이 늘어남에 따라, 효율이 높은 수소-연료전지 등 차세대 에너지에 대한 관심이 고조 되는 중
- 국내 대기기업의 SOFC에 대한 관심이 높아지면서 POSCO Power에서 대규모 기술 투자가 이루어지고, 효성중공업, 삼성전기 등에서도 개발 의지를 보임
- 소재 전문기업으로서는 삼성전기를 제외하면 일부 벤처 기업에서 10 x 10cm² 크기의 단전지 제조 및 판매를 하고 있는 단계

나) 시장동향

- 고체산화물 연료전지는 분산발전 시스템, 항공 및 선박용 보조전원장치, 군사용 휴대전원장치 등 다양한 응용이 시도되고 있어, 핵심 부품으로서 SOFC 소재 시장이 늘어날 것으로 예상
- 국내 고체산화물 연료전지 산업은 주로 분산발전 시스템에 초점이 맞추어져 있으며, 특히 가스터빈 발전과 연계한 시스템이 최종적인 산업화 모델이 될 것으로 예상
- 전세계 에너지 소비량 중, 전력부문의 비중이 급격히 증가하고 있어, 2000년 38% 정도에서 향후 2020년에는 50% 이상으로 늘어날 전망
- 차세대 발전시스템으로서 분산 발전시스템 비중이 늘어날 것으로 예상되며, 이 중에서 특히 효율이 높은 마이크로 가스터빈, 수소-연료전지 기술이 2010년 이후부터 시장점유율이 급격히 높아질 전망

< 표II-15 수소연료전지의 세계시장 전망 >

	2004	2010	2015	2020	연평균 증가율(%)		
					2004-2010	2010-2020	2004-2020
생산	730.1	1,999	4,362	8,585	18.2	15.7	16.7
무역규모	365	1,000	2,000	4,000	18.3	14.9	16.1

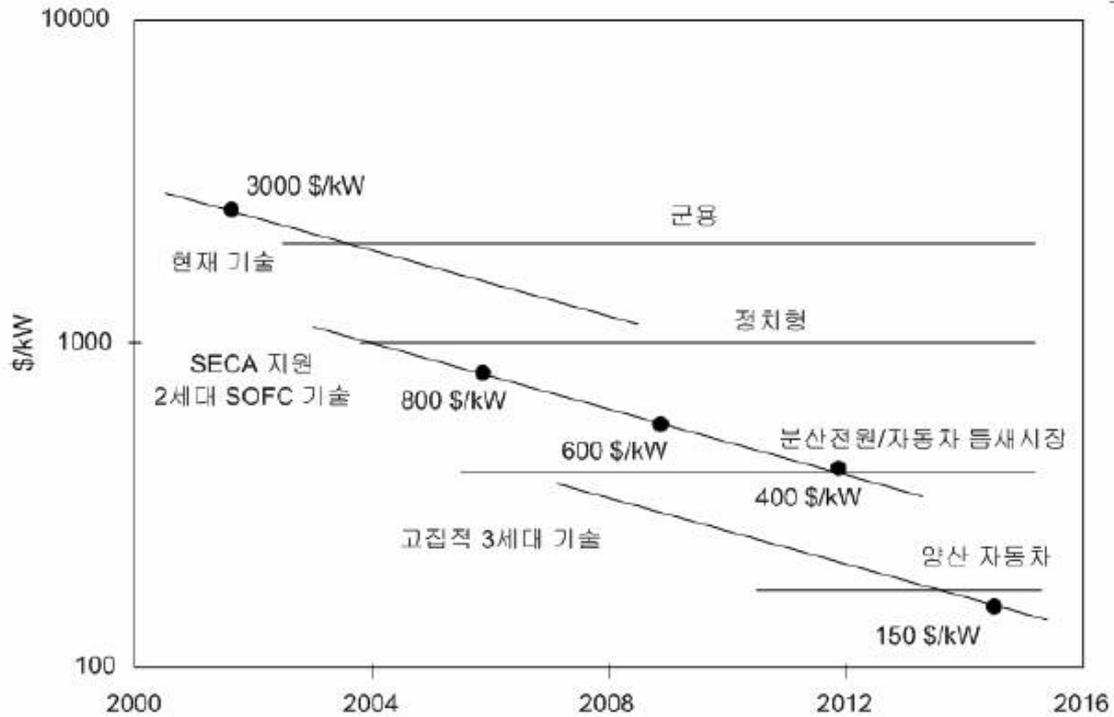
* 자료: 산업연구원, 차세대 에너지분야의 2020 비전과 전략, 2006

다) 기술동향

- 국내의 현재 에너지환경용 고온 구조 및 복합 소재 기술은 산화물 또는 비산화물계 분말을 이용한 상압소결, 기상 및 액상 반응소결 기술을 이용한 모노리스(monolith) 제품, 즉 미케니컬 셀, 베어링, 샌드블라스트 노즐 등의 내마모 부품, 버너 노즐, 열교환기용 전열관, 열전대 보호관 및 가스 주입관 등의 내열, 내식 부품, 반도체 처리용 치구 부품과 상압 용사코팅 기술에 의한 내열, 내마모 부품 등의 산업이 주류

- 향후 에너지환경용 고온 구조 및 복합 소재 기술은 에너지절약 효과 및 환경보호 효과 극대화가 가능한 혁신적 기능을 갖는 극한환경용 소재가 요구되기 때문에 우주항공 산업, 에너지 및 수송 산업, 원자력 산업, 국방산업 등에 응용하기 위한 세라믹 섬유강화 복합 소재, 나노입자 강화 복합 소재와 나노기공/입자 제어형 초정밀 신코팅 소재 기술이 유망산업으로 등장할 것으로 예측
- 또한 에너지환경용 고온 구조 및 복합 소재는 콤팩트 열교환기, 초청정 고온가스 필터, 터빈 블레이드/로터, 순산소 연소용 버너 노즐, 철강열처리용 래디언트 튜브, 내열/내환경 코팅 소재 등 에너지/수송 산업 부품, 배기구 노즐, 내외부 플랩, 연소화염 필터 등의 우주항공용 부품, 핵융합로 블랑킷, 원자로 피복관, 수소생산용 열교환기 등 원자력 산업용 부품, 로켓 노즐, 블래스트 튜브, 전투기 엔진 소재 등의 국방산업용 부품 등이 신제품으로 등장할 것으로 예측
- SOFC용 소재는 단전지를 구성하는 전해질 및 전극소재와 스택을 구성하는 연결재(금속 또는 세라믹), 밀봉재(주로 유리질)로 구분
- SOFC용 부품으로는 전극에 의해 전해질이 sandwich 형태로 제조된 단전지 (unit cell)의 형태가 가장 대표적이며, 용도에 따라 원통형이나 평판형의 형태로 제조
- SOFC용 단전지 및 스택의 부품화를 위해서는 대면적 전극지지체 제조 및 전해질 코팅, 공소결에 의한 정밀한 치수와 모양의 단전지 제조 기술이 요구되므로 세라믹 공정을 이용한 대면적 단위셀 제조 및 코팅기술이 유망 산업으로 등장할 것으로 예측
- SOFC 스택용 연결재는 금속에 전도성 산화물을 얇게 코팅하여 사용하는 것이 대표적인데, SOFC 스택의 규모가 커질수록 대면적 코팅 기술을 이용한 부품화 산업이 유망함.
- 현재 SOFC용 전극 및 전해질, 밀봉재 원료는 분말이나 페이스트 형태로 대부분 일본, 미국 등에서 수입되고 있으며 대부분 고가의 원료이기 때문에 원료의 고기능화, 성능의 표준화를 통한 신 산업 창출이 가능

< 그림 II-8 고체산화물 연료전지 가격예측 >



*자료 : 수소연료전지 사업단, 수소-연료전지 분야 산업화 방안, 2005

6) 바이오세라믹

가) 산업동향

□ 생체 임플란트 산업동향

- 최근 치과용 임플란트 기술이 급속도로 증가하면서 국내 의료벤처 기업들을 중심으로 인공골 소재 산업 및 치과용 임플란트 산업의 국산화와 수출 시장 개척이 활발히 진행되고 있으며, 국산화가 진행되어 시장경쟁 영역을 넓혀감
- 시장이 가장 큰 치과재료에서 국산 임플란트 제품의 시장 점유율이 급격히 증가하여 국산화율이 50%를 상회하고 있으며, 골 이식재의 시장도 동반 상승하는 추세로 관련업체의 기초 연구 및 제품개발이 매우 활발히 이루어짐

- 인공골의 경우 아직 시장규모가 미흡하지만 뼈가 삭제된 고난이도 환자들까지 늘어나면서 골이식재의 이용률이 점차 늘어가는 추세이며 꾸준하게 매출증대 효과를 보고 있음. 골이식재 소재로서는 자가골 (Autogeneous bone graft materials), 동종골 (Allogeneic bone graft materials), 이종골 (Xenogenic bone graft materials)과 합성골 (Synthetic bone graft materials)로 분류할 수 있으며, (주)코리아본뱅크, 한스바이오메드 등은 인체조직은행으로서 동종골 및 동종골을 활용한 조직수복용 생체 이식재를 출시중에 있으며, (주)오스코텍 및 (주) Dentsply Friadent CeraMed Dental에서는 이종골을 이용한 제품을 출시중이며 (주)정산바이오메드, (주)푸르고, (주)서전엠디에스는 동종골을 출시중이며, (주) 덴티움, (주) NovaBone, (주)Curasa AG, (주) Oraltronics에서는 합성골을 출시중임. 현재까지는, 펩타이드를 함유한 골이식재 제품으로는 Dentsply Friadent CeraMed Dental회사의 Pepgen P-15가 유일하나, 여러 종류의 성장인자 (BMP, FGF, PDGF)를 함유한 인공골 제품이 연구 개발 중이며, 골재생력이 뛰어나 향후 골이식재 소재 산업의 큰 영향력을 미칠 것으로 예상
- 생체불활성 이식재 분야의 경우 인공 추간판 세라믹은 동등, 수술장비용 세라믹 부품은 다소부족, 인공 고관절용 세라믹, 인공관절용 세라믹은 부족한 것으로 분석

< 그림Ⅱ-9 생체 활성 세라믹 코팅 소재 기술 >



□ 바이오 분리/정제 산업동향

- 국내의 경우 멤브레인 방식의 핵산 및 단백질 분리 소재를 활용한 제품이 주류를 이루고 있으며 수입품이 약 90% 정도 차지하고 있는 것으로

판단되며, 바이오 분리/정제용 소재기술 개발과 관련된 자성 비드 소재의 경우는 전량 외국에서 수입되고 있음. 수입되는 제품의 경우 마이크로미터 단위의 자성 비드가 대부분이며 표면 코팅은 실리카로만 구성된 것이 전량

- 장비 판매 과정에서 부속품, 시약 및 관련 핵심 소재 등의 매출이 추가로 발생한다는 장점에서 소재 원천기술력 확보에 따른 제품화가 성공적으로 진행될 시에는 부가적으로 매출 극대화가 가능할 것임. (생물장비의 경우 부속품, 서비스, 소재의 16% 이상의 추가 매출이 발생함-삼성경제연구소, 바이오신사업기회와 대응전략, 2004년, 제473호) 생물 장비는 상당한 규모의 시장이 형성되고 있으며 소수 선진업체의 우위가 확고

□ 생체분자 검출/진단 산업동향

- 생체분자를 고감도로 검출 하는 기술은 바이오센서 기술개발과 직결되는데, 현재 바이오센서 개발과 관련한 산업은 DNA칩, 단백질칩 등이 주류를 이루고 있으며, 향후 Point-of-Care 형태의 산업제품에 집중될 것임. DNA칩 관련 업체는 칩용 소재, 다양한 관련 용액, 제작된 마이크로어레이 칩, 마이크로어레이와 같은 제작기기, 스캐너와 같은 분석 장비, 어레이 분석 및 data 처리를 위한 소프트웨어 등 다양한 분야에서 관련된 기업이 있음
- DNA칩 산업은 현재 전체 칩 산업의 50%이상의 비율을 차지하고 있고 DNA를 이용한 단백질, 유/무기 화합물 등 그 사용범위가 넓어 질것으로 예상

< 그림 II-10 생체활성 나노구조형 표면을 이용한 고효율 바이오 센서 >



□ 화장품 산업동향

- 국내 화장품 산업의 해외진출 현황은 보건산업 타 분야에 비하여 매우 활발한 움직임을 가지고 있음
- (주)태평양, (주) LG생활건강, (주)한국화장품 등 대형 메이저사를 포함한 대부분의 업체가 중국을 중심으로 동남아 시장에 진출하고 있으며, 일부는 유럽 일본 등 선진국에도 진출
- 태평양은 2001년 5천만불(661억)의 해외매출을 올렸으며, 이를 2004년 1억불(1400억원) 수준까지 증대시켜 현대 6% 대인 해외 매출비중을 2004년까지 약 10% 대로 끌어 올릴 계획
- LG 생활건강은 지난 1995년 중국 '항주' 에 현지 공장개설을 시작으로 해외 수출 본격화, 특히 현지 법인을 통해 활발한 수출정책으로 해마다 성장세 유지
- 코리아나 화장품은 지난 91년 말레이시아에 에이전트를 통해 첫 진출한 것을 비롯하여 매년 1-2개 국가를 추가로 개척하며 현재 16개국에서 활발한 활동전개 중
- 한국화장품은 95년 중국시장에 진출한 것을 비롯해 중국, 미국, 유럽, 동남아시아 등을 중심으로 적극적인 수출 마케팅을 전개, 각 현지별로 브랜드 충성고객을 확보하는데 성공했다는 평가를 받고 있음. 매출부문에서도 2002년 중국시장 공략 등을 통해 350만불 매출 달성 등 매년 50% 이상의 꾸준한 성장세를 유지
- OEM 에 주력하고 있는 푸른 화장품은 노블레스(연간 70-80만불 규모)를 통해 현재 진출 중인 중국시장 이외에 이 달부터 베트남 현지 에이전트를 통해 시판시장에 본격 진출 계획 중

나) 시장동향

□ 생체 임플란트 시장

- 생체불활성 이식재 분야의 경우 인공 추간판 세라믹은 동등, 수술장비용 세라믹 부품은 다소부족, 인공 고관절용 세라믹, 인공슬관절용 세라믹은 부족한 것으로 분석
- 국내 시장에서 인공 고관절, 슬관절, 추간판 등의 정형외과용 세라믹과 조영제, hyperthermia, 나노 재료 등의 진단 및 나노응용 세라믹은 거의 전량 수입하고 있는 실정이며 치과용 임플란트 시장이 급격히 성장하면서 생체 세라믹 상품 출시에 기폭제 역할
- 임플란트 기술을 위한 발치 후 치조골을 재생시키기 위한 고대체재의 상품 출시가 급증하고 있는 추세임. 이러한 생체 세라믹 이용 골대체재는 기증시신으로부터 채취하여 얻어진 동종골 및 산호, 소뼈, 돼지뼈 등 이종골을 기반으로 Ca, P 등의 산화물을 복합 또는 표면개질재로 사용하여 합성한 부분합성골이식재와 Calcium Phosphate, Calcium Sulfate등을 기반으로 한 완전 합성골 이식재로 분류

< 표II-16 생체 세라믹 소재 및 시장경쟁력 >

분 야	기술 항목	선진국 대비 시장 경쟁력				
		부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
치과용 세라믹	치과용 세라믹 부재	부족	다소 부족	동등	우월	보다 우월
	CAD/CAM 소재			○		
	치과용 임플란트		○			
	치과용 임플란트 지대주		○			
	치과교정용 브라켓			○		
생체활성 분해성 이식재	생체활성 칼슘 포스페이트		○			
	생분해성 칼슘 포스페이트		○			
	생체활성 유리 및 결정화유리		○			

	골 시멘트			○		
	생체활성분해성 임플란트 코팅 기술		○			
생체불활성 이식재	인공 고관절용 세라믹	○				
	인공 슬관절용 세라믹	○				
	인공 추간판 세라믹			○		
	수술 장비용 세라믹 부품		○			
진단의료용 및 나노응용	치료용 나노 소재	○				
	진단용 나노 소재	○				

- 현재 국내 정형외과 및 치과분야에서 널리 사용되고 있는 대표적인 부분합성골 이식재는 동종골을 기반으로 한 인체조직은행인 (주)코리아본뱅크, (주)한스바이오메드 등에서 제조하는 제품들과 이종골을 기반으로 한 메타바이오치재, (주)오스코텍의 제품들이 있음
- 블록, 과립 및 분말 형태의 고대체재 뿐 아니라 시술 후 경화시킬 수 있는 칼슘 포스페이트계 분시멘트도 경원 메디칼에서 출시되고 있으며, 현재 (주)메타바이오메드에서도 출시를 준비 중
- 또 다른 주류는 기존의 lost-wax technique이 아닌 CAD/CAM을 이용한 인공치아용 소재 개발이 붐을 이루고 있고, 주로 알루미늄, 지르코니아 블록이 오스템, 우진 세라믹, 덴타임, ECS 등에서 출시되고 있음. 또한 심미성을 향상시킬 수 있는 치아교정용 세라믹 브라켓을 출시하는 업체도 속속 등장하여 에이치티, 휴비트, BMK 등에서도 출시 준비 중

< 표 II-17 국내 생체 세라믹 관련 업체 >

업체	제품명	종류	소재
대웅제약	Bongros-HA	골대체재	합성HA
메타바이오메드	Meta-G, Meta-S	골대체재	산호
제노스	GBAG	골대체재	합성BCP
메가젠	MGSB	골대체재	BCP
나이백	OCS	골대체재	합성HA
바이오폴	OssPol	골대체재	합성CMP

경원 메디칼	-	골대체재	칼슘 포스페이트 본 시멘트
오스젠	NT-HA	골대체재	합성 HA
	NT-TCP	골대체재	합성 TCP
오스코텍	BioCera	골대체재	송아지 해면공에 생체모방 HA 코팅 (치과)
	BBP	골대체재	송아지 해면골 분말 (치과)
	OrthoChip	골대체재	송아지 해면골 과립 (정형외과)
	OrthoBlock	골대체재	송아지 해면골 블록 (정형외과)
에스바이오	준비중	골대체재	TCP/고분자
티엔라이프시스템	준비중	골대체재	합성 HA
알파덴트	CeraMax	치과재료	유리 및 결정화 유리
오스텍	ZBSC	치과재료	CAD/CAM용 지르코니아 블록
우진 세라믹	MediCera	치과재료	CAD/CAM용 지르코니아 블록
텐타임	DTBLANK	치과재료	CAD/CAM용 지르코니아 블록
ECS	ECSBLANK	치과재료	CAD/CAM용 지르코니아 블록
이이치티	Ceramic-Bracket	치과재료	치아교정용 알루미나 브라켓
휴비트	Bio-Bracket	치과재료	치아교정용 알루미나 브라켓
BMK	준비중	치과재료	치아교정용 지르코니아 브라켓

- 국내에서 생체 세라믹은 주로 HA 등의 골대체재와 생체활성 유리 및 결정화 유리가 주로 연구되고 있으며, 최근에는 조직공학용 스캐폴드에 관한 연구도 수행 중
- 생체 세라믹 산업에서 큰 비중을 차지하고 있는 치과 의료 산업은 전체 의료기기 시장의 약 11%를 차지하며, 매년 12%이상의 성장세를 유지하고 있으며, 인구의 노령화, 치주 질환 및 치아우식증(충치) 등의 치과 질환의 증가, 경제 소득의 증가 및 생활 문화의 향상으로 인하여 개개인의 심미적 치과 재료에 대한 관심이 높아져서 치과 재료의 수요가 급성장하고 있으며, 따라서 국내치과 재료, 특히 치과용 세라믹 시장도 급속히 성장 될 것으로 예측

□ 바이오 분리/정제 시장

- 현재의 키트형태로 이루어진 분리/진단시약 시장은 가정용을 포함한 체외진단 시장의 세계 시장은 2000년 약 27조 원에서 2010년 약 63조원 규모로 매년 15-20%의 성장률을 보이고 있으며, 이중 40% 이상을 차지하는 임상진단 영역은 점차 바이오칩의 주된 시장영역이 될 것으로 예상
- 분리/진단시장에 출현하는 칩의 형태는 일반적인 의료인의 도움 없이 접근할 수 있도록 간편화되어 한번의 시료주입으로 결과를 내는 자동화 시스템의 형태가 될 것이며, 랩칩의 기술개발은 분석시장 뿐 아니라 가정용 진단시약으로의 거대한 시장규모 창출이 예상
- 2008년 국내바이오물질 분석관련 매출효과는 약 8,000억원 규모로 예상되므로 효율적인 기술개발을 통해 이를 국산화하고 부가적으로 수출 효과를 노릴 수 있음

< 표Ⅱ-18 바이오 분리용 소재생산 및 완제품 생산 관련 업체 >

업체명	주생산품목과 특징	비 고
(주)석경AT	SiO ₂ , CeO ₂ , Co-blue	
휴먼일렉스	나노자성분말 및 복합체	금속응고분말제조
(주)어니스텍	나노ITO(솔 및 분말)	
(주)대하멘텍	나노캡슐, 나노하이브리드 도료	
(주)나노테크	WC-Co 나노분말	
(주)AMR	기능성 나노무기술, 나노복합분말	
솔라텍(주)	광촉매, 바이오세라믹	
유니온케미칼	금속나노분말	
나노케미칼	금속나노분말	
E&E	금속나노분말	
(주)성지테크	금속나노분말	
동진세미컴	CMP 슬러리	
(주)JS Tech.	수탁분쇄가공	
(주)ADMS	극미립자, 광반응소재	
NANO Corporation	TiO ₂ , WS ₂ , MoS ₂	
나노미래	흑연나노파이버	

나노신소재(Advanced NanoProducts, ANP)	ITO/ATO/BaTiO ₃ /SrTiO ₃ /SiO ₂ 나노분말 및 솔, TiO ₂ 광촉매	
나노컴파지트	나노솔(나노실리버), 나노코팅	콜로이드 기술 엔진유탄유 첨가제
나노니코	합금 나노분말(NiCo)	
퓨리테크	광촉매코팅제(TiO ₂), 내마모발수코팅제	
나노랩(NanoLab)	Zr-O ₂ -Y ₂ O ₃ , Ni 초미분	Ni(0.1~1.5 μ m)
티오캠(주)	실리카솔, 티타니아솔, 알루미늄나솔	
다성테크	TiO ₂ 중심의 상온코팅제(공기정화, 탈취, self cleaning, 방염, 정수)	ARC-FLASH사 제품 공급
올메디쿠스	제품명 GlucoDr, GlucoDr SuperSensor 등	
아이센스	혈당 바이오센서 및 센서스트립	
인포피아	혈당 바이오센서 및 센서스트립	
에스디	EasyGluco, Finetest, GlucoLab 등 각종 진단 키트	
마크로젠	DNA칩, Oligo칩 개발, 신약 개발	
케이맥	SPR 바이오센서, 제품명 SPRi LAB 비표지 단백질칩 측정시스템(제품명 SPRi)	
프로테오젠	단백질칩용 링커물질, 바이오칩 관련 장치 개발	
제노프라	압타머칩, DNA칩 등	

□ 고감도 검출/진단 시장

- 바이오 검출/진단용 소재수급현황을 살펴보면 metal-coated 되어 있는 glass 소재가 현재 35% 이상, polymer를 기반으로 한 소재가 58% 이상이며, ITO, FTO, ZnO등 기능성 세라믹이 7%정도이나 향후 측정기술의 다변화로 요구로 인하여 세라믹 coated glass의 소재수요가 크게 늘어날 것으로 예상

< 표Ⅱ-19 기능성 진단용 세라믹소재 현황 >

(2006년)

구분	코팅물질	시장현황	비고
Metal-coated glass	Au, Pt, Carbon	35 %	
Polymer-coated glass	Nitrocellulose, Polylysine	58 %	가격경쟁력이 높음
Ceramic-coated glass	ITO, FTO, ZnO	7 %	현재 연구개발

□ 화장품 시장동향

- 화장품 원료 시장 규모는 2006년 기준으로 3000억으로 추정되고 있으며 1990년 이후 미백, 주름개선 등 기능을 갖는 원료가 개발되기 시작해 2000년 이후 다양한 카테고리의 원료가 개발되고 있는 것으로 나타나고 있음
- 국내 화장품 시장은 지난 '86년 수입 완전 개방화 조치 이후 현재까지 수입제품의 지속적인 급증으로 해마다 화장품 무역역조현상은 심화되고 있음
- 우리나라의 화장품 총생산 규모는 1998년 생산업소 136개소, 품목수 15,387 개 생산액 23억 8천억불 수준에서 2002년 생산업소 330개소, 품목수 33,835개, 생산액 37억 4천 5백만불로 매년 10% 이상의 급성장세를 보임
- 한국무역협회가 집계한 2002년 상반기 화장품 수출입 실적에 따르면 수입은 2억7627만불로 2001년 같은 기간의 2억 1019만불에 비해 31.4% 증가했으며 수출도 6474만불의 실적을 기록, 전년의 5721만불에 비해 13.1% 증가

< 표Ⅱ-20 화장품 제조업체 및 수입 업체 현황 >

구분	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
제조업체수(증가수)	125(7)	130(5)	140(10)	150(10)	186(36)	203(17)	270(67)
수입업체수(증가수)	525(65)	597(72)	606(9)	658(52)	677(19)	473(-204)	659(67)

< 그림 II-11 바이오세라믹 소재 국내시장 규모 >



다) 기술동향

□ 생체 임플란트 기술

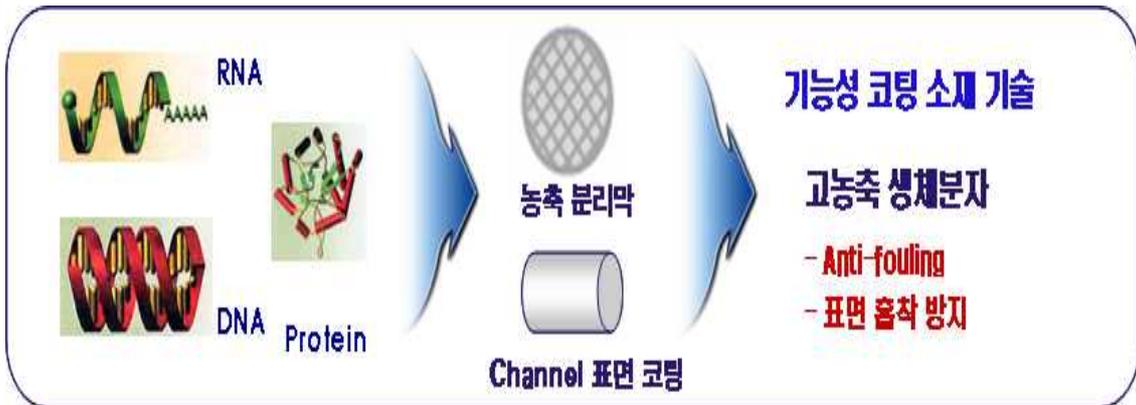
- 국내의 생체세라믹을 이용한 인공 뼈 개발 연구는 1990년대 후반부터 HA, 생체유리, HA가 코팅된 지르코니아 생체세라믹 지지체 개발 등의 연구를 대학과 연구소를 중심으로 진행
- 국내 임플란트 표면 개질 기술은 선진국과 마찬가지로 치과용 임플란트에 한정되어 있는 실정
- 서울대의 전자빔 증착, sol-gel 코팅, MAO (micro arc oxidation) 등의 방법을 이용하여 임플란트의 표면을 생체활성이 뛰어난 인산칼슘계 세라믹이나 약물이 함유된 유/무기 나노복합체 코팅에 관한 연구를 수행하고 있으며, 연세대학교의 전자빔 증착법, 생체모방 (biomimetic) 코팅법을 이용한 표면 개질 연구를 수행하고 있으며, 요업기술원과 재료연구소 등에서는 다양한 인산칼슘 분말과 항생제 분말을 이용하여 임플란트와의 밀착력이 매우 우수한 인산칼슘-약물 복합코팅기술 개발연구를 수행

- 요업(세라믹)기술원은 고분산성, 고반응성 나노 HA를 개발하여 다공성 임플란트 표면에 나노단위로 고정화시켜 최적의 표면생체활성을 갖는 임플란트 소재를 개발
- 재료연구소에서는 다양한 인산칼슘 분말과 항생제 분말을 이용하여 임플란트와의 밀착력이 매우 우수한 인산칼슘-약물 복합코팅소재 기술을 개발하여, 체계적인 상온 복합 표면개질 연구를 수행
- 국내 임플란트 관련 기술로는 압력보강형 골수복용 임플란트 자체와 약물 전달 체계에서 출발한 경우로 구분할 수 있는 데, 이중 골수복용 임플란트 소재는 국내에서 경원메디칼, 한스바이오메드, 오스코텍, 메타바이오메드, 대응제약 등에서 인산칼슘계 골수복재 및 골시멘트형 임플란트 등을 개발하여 식약청의 인증을 기다리거나 갖 얻어낸 단계로서 매출의 발생을 위한 잠복기와 같은 상태
- (주)코리아본뱅크는 대표적인 골 성장인자인 rh-BMP2 대량 발현 기술을 확보, 이를 이용하여 생체활성이 뛰어난 골이식재를 개발하고 상품화를 진행 중
- 약물 전달 체계에 대한 개발로는 이를 약물 전달 기술의 관점에서 분류할 때 경구형 및 패취형이 대부분으로 골조직 부위에 국부 투여 후 골조직 주변에서 약물 및 단백질을 방출시키거나 활성을 발현시켜 골재생을 유도하는 기술은 드문 형편

□ 바이오 분리/정제 기술

- 바이오분리/진단에 대한 연구는 KAIST, 서울대, 포항공대 등에서 진행되고 있으며 Quantum dot, gold nanoparticle, nanofluidics, CNT(carbon nanotube) 등을 이용한 다양한 연구시도가 이루어지고 있음
- 국내에서 미세 바이오센서와 바이오유체제어 기술이 접목된 point-of-care BioMEMS 소자 기술 개발에 대한 관심은 최근 급속히 확산되고 있음

< 그림 II-12 생체분자의 표면 활성 바이오 분리막 코팅기술 >



□ 생체분자 검출/진단 기술

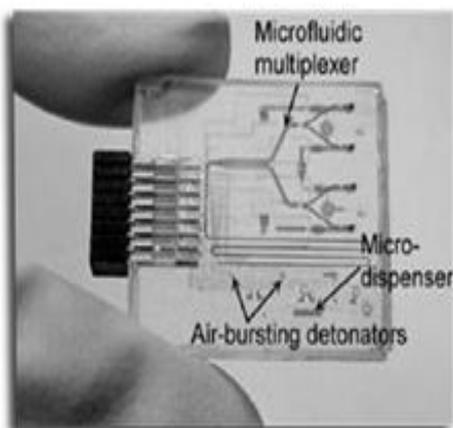
- 한양대 마이크로바이오칩센터는 경기도테크노파크에 280평 규모의 바이오칩 제조용 클린룸을 포함해 74평 규모의 바이오 파운드리를 구축하고 바이오칩 생산으로 원하는 기업체에 설계와 시험생산, 성능평가 등의 파일럿 프로젝트 지원 서비스를 시작
- 서울대와 부산대, 전남대는 내년부터 2009년까지 총 750억원을 들여 BIT 산업화지원센터를 구축하고 바이오칩 양산용 파운드리 구축 및 바이오칩의 임상 및 응용 테스트 기반시설, 응용 시스템 연구시설이 공동 설립
- KIST, 표준과학연구원 등에서 나노바이오 측정 제어기술에 관한 연구가 최근 시작되었고, 한국기계연구원에서는 21세기 프런티어 사업인 나노메카트로닉스 사업의 하나로 나노바이오 인터페이스 기술 및 의료용 나노스케일의 혈액분석시스템 개발 과제가 진행 중
- 기초연, 전자부품연구소 등 AFM을 이용한 bio-detection 관련 연구와 생명공학연구원에서는 SPR imaging용 바이오칩을 연구하고 있고, KIST 등 piezoelectric biosensor 개발연구를 진행 중
- 또한 바이오인프라의 사용자인 한국생명공학연구원은 하드웨어 부품 기술 기반을 구축하고 있는 전자부품연구원과 협력연구 체계구축 하고 있으며 바이오 나노센터를 설치하고 첨단 바이오기술로부터 대량발굴되는 생명정보를

나노기술과 접목하여 연관 산업분야에 이용하기 위한 인프라 확충에 적극 지원

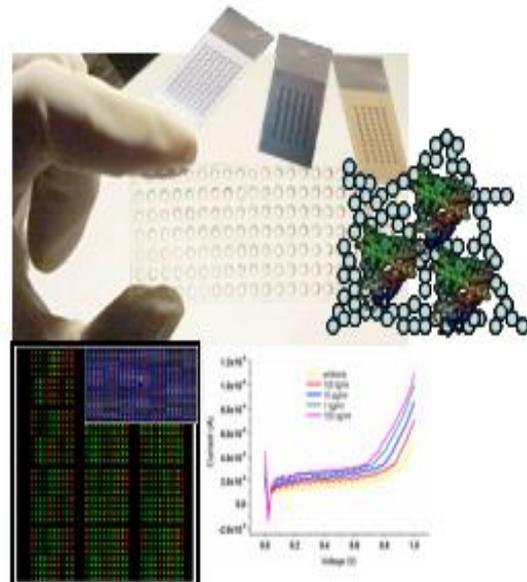
- 한국표준연구원은 나노-바이오 측정제어기술 개발을 통하여 연구원 내에 이미 축적된 나노기술을 적극적으로 활용하여 바이오측정 및 제어 상의 기술혁신을 이룩하여 국내 바이오연구개발 경쟁력을 세계 최고수준으로 끌어 올리고자 함
- 디지털 바이오테크놀러지사 등 소수의 생물공학 벤처기업이 미세유체를 제어할 수 있는 미세유체제어 소자를 연구 개발 중이며, 대기업으로는 삼성종합기술원 등이 중심이 되어 LOC (lab-on-a-chip) 형태의 바이오칩을 개발중에 있으며, 대부분의 바이오벤처회사는 콘텐츠를 중심으로한 DNA칩 개발이 주류를 이루고 있는데, 주로 질병 진단용이나 알러지 진단용 단백질칩의 개발에 많은 연구가 진행 중
- 단백질간의 상호작용을 고감도로 분석할 수 있는 기술, 단백질의 나노 패터닝 (nano-patterning) 및 나노어레이 (nanoarray) 등 나노 바이오센서 및 칩 개발 기술에 대한 연구는 최근 선진국에 비해 거의 전무한 상태

< 그림 II-13 one-spot 다중 생체분자 측정소재 기술개발 >

고정된 생체분자 안정화



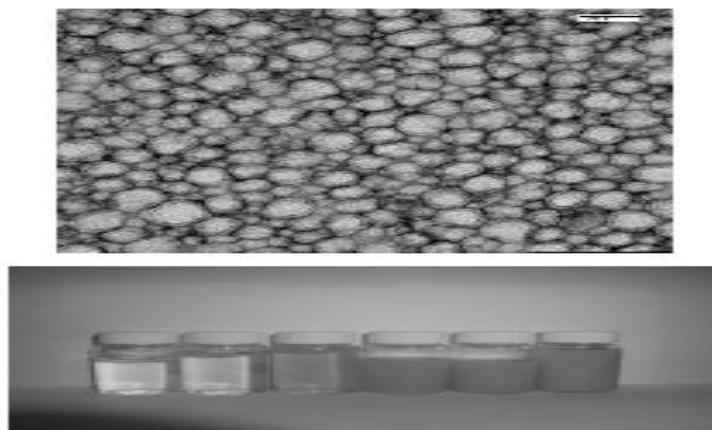
고감도 다중 생체분자 검출/진단



□ 화장품 기술

- 국내는 미백과 관련된 특허 출원이 많은 것으로 나타나는데, 피부미백 분야에서 멜라노사이트내에서의 멜라닌 생성을 억제하는 것과 멜라노사이트 자극물질을 조절, 멜라닌 배설을 촉진시키는 것으로 크게 3가지 방향으로 진행 중

< 그림 II-14 생체적합 자기회합형 나노 화장품 >



- 현재 대표적인 미백제로는 코지산(Kojic acid), 알부틴(Arbutin), 비타민 유도체, 루시놀(Rucinol) 등이 있으며, 식약청에 고시된 미백화장품의 원료는 닥나무 추출물, 알부틴, 에틸아스코르빌 에테르, 유용성 감초 추출물
- 태반 추출물은 조직대사의 향진작용이나 각질층의 박리를 촉진시켜 미백화장품 소재로 이용되며, 표피세포의 분열을 촉진시키는 레티노인산이 노인성 색소반에 유효
- 향후에는 케라티노사이트의 증식 분화를 회복시키거나 낡은 각층의 박리작용을 촉진시켜 결과적으로는 대사를 향진시키는 소재들이 멜라닌 배설을 촉진시키는 기능을 가질 것으로 기대
- 최근 인간 유전체 연구가 완성단계에 도달함에 따라 피부미백 메카니즘에서 가장 중요한 역할을 담당하고 있는 타이로시나제 유전자의 프로모터 영역을 제어하여 타이로시나제 단백질의 합성을 제어할 수 있는 저해제나 타이로시나제의 mRNA 을 불활성화하는 저해제 등 유전자 레벨에서의 연구결과를 활용한 미백제의 개발이 진행될 전망

2. 국외산업분석

가. 총괄 산업분석

- 파인세라믹시장은 향후 미래수요산업과 동반한 급성장 산업
 - IT, 에너지·환경, 바이오, 나노, 지능형로봇, 미래형 자동차 신수요가 증가될 전망
 - 에너지·환경(30%), 바이오(35%), 나노(30%) 등 블루오션분야의 예상성장률('08~'15)을 바탕으로 평균 성장율을 25%로 설정
 - 세계시장은 '07년 55조원 규모이나, 성장동력산업과 더불어 응용분야가 확대되면서 '15년 약 330조원 규모로 6배 이상 성장 전망
- 원천기술을 보유한 일본, 미국 소수 선진기업들이 세계시장의 약 75%를 점유
 - 세계시장의 40%는 일본기업, 30%는 미국 및 유럽기업이 점유
 - 세계 4대 기업은 모두 일본기업이 차지 : 교세라, 무라타, NTK, TDK 등
- 선진기업들은 파인세라믹시장에 대한 진입장벽 강화하고, 후발기업들은 저가·대량생산을 통하여 수요산업에 대응한 시장 진입
 - 선진기업들의 고부가가치 제품에 대한 지속적인 기술개발 강화, 기술이전 기피현상과 공장 현지화를 통한 저가화 공세
 - 중국, 대만 등 후발기업들은 저가·대량생산을 통한 시장에서 약진
- 파인세라믹시장 선점을 위한 세계 주요국의 전략적 투자 및 육성
 - **일본** : 정부조직의 강화 및 민간이 담당하기에 리스크가 높은 신소재분야 연구개발을 중점 지원
 - * 정부 조직강화: 경제산업성 비철금속과내에 “파인세라믹실” 운영 중
 - * New Sunshine 프로젝트, NEDO 등 정부 주도하에 산학연 10년 장기기술개발사업 추진 중
 - **미국** : 에너지부, 국방부, NASA, 상무부 등에서 법률 제정을 통한 신소재 연구개발의 제도적 뒷받침 마련 및 지원
 - * 「신소재 제조공정 및 상용화에 관한 법률」 등

□ 일본 파인세라믹스산업 동향

- '06년 파인세라믹스산업 생산액은 2조 1,767억엔으로 신규시장 진출을 위한 설비투자, 연구개발 분야의 적극 추진
 - 정보·전자, 환경·에너지, 항공우주, 바이오산업의 최신 기술정보, 생산·수요 업계동향 정책정보 수집, 생산, 유통, 소비, 무역 등 조사연구(산업동향조사) 실시
- 파인세라믹스에 관한 표준화 및 규격화 프로그램 추진 중
 - 국제표준화 : ISO/TC206 및 ISO/TC150 국내업무위원회, SC7 간사국
 - * 국내표준화 : 공업표준규격 개정, 공업표준화에 관한 조사연구 실시
- 파인세라믹스 산업진흥에 관한 조사연구 및 관련 단체와 협력 중
 - (재)파인세라믹스센터, (사)일본세라믹스협회, 파인세라믹스기술연구조합, 신소재관련 단체연락협의회, 파인세라믹스관련단체간담회 등
- 혁신적 부품소재 산업창출 프로그램 진행 중
 - 세라믹 리액터(reactor), 멀티세라믹스막 新단열재료, 고감도 환경 센서 부품소재, 카본나노튜브 capacitor 개발 프로젝트 등

□ 중국세라믹산업 현황

- 중국 세라믹산업의 수출은 '06년 62.92억 달러로 동기대비 24.88% 성장하여, 수출금액이 역사상 최고치를 달성
 - 그 중 생활세라믹 부분의 수출은 19.51억 달러, 건축세라믹 17.64억 달러, 공예세라믹 8억 달러, 위생세라믹 부분의 수출은 6.35억 달러, 기타 세라믹 부분의 수출은(선진 세라믹 재료 등 포함) 11.77억 달러로 27.04% 성장
- 중국 세라믹 재료산업의 빠른 발전으로 시장 성장세가 증가
 - 2000년 선진세라믹 산업의 매출액은 11억 위엔을 달성하였으며, 2010년 300억 위엔, 2015년 450억 위엔을 달성할 것으로 예측

< 주요 선진국의 파인세라믹 산업정책 동향 >

□ 일 본 : 20년 이상 기술적 우위를 바탕으로 세계시장 장악

- 파인세라믹의 세계4대 기업이 일본기업 (교세라, 무라타, TDK 등) 으로 첨단 기술력 보유로 세계시장 장악
 - 세라믹콘덴서 65%, 압전체 65%, 페라이트 78%, 패키지 80% 등
- 대형국가과제를 10~20년 중장기 계획에 따라 꾸준히 추진하는 등 정부의 강력한 정책적 지원을 기반으로 21세기 첨단구조 구축

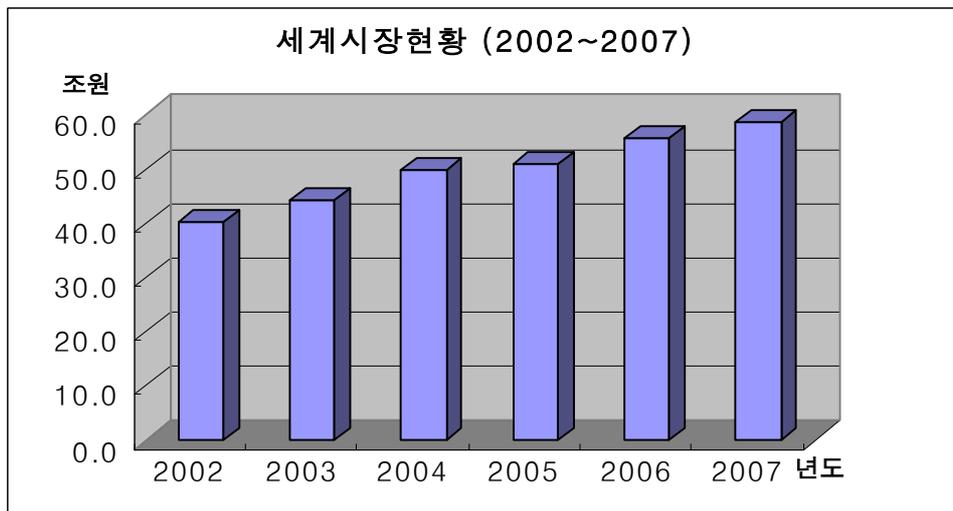
□ 미 국 : 복합재료, 코팅재 등 첨단재료의 기초연구분야 선도

- 기초과학기술 및 장기적·미래지향적인 소재개발에 주력
 - 초전도세라믹, 다이아몬드, 나노재료개발 등 중점개발
- 자동차, 항공기, 군수제품, 산업용기계 등의 응용중심 연구 강화
 - 우주항공 초고온, 초고압 분야에서 세계 최첨단 기술 보유

□ 유 럽 : 에너지·환경, 바이오 분야의 NT 개발 집중 추진

- 10년간의 장기소재개발사업 계속추진, 지속성장 가능
 - * 유럽국가간 협력을 통한 공동발전을 위해 과학기술 프로그램 구성·추진

< 그림 II-15 파인 세라믹산업의 세계시장(2002년~2007년) 규모 >



* 자료 : 파인세라믹산업동향조사(JFCA, 2007) 참조, 요업(세라믹)기술원 분석

나. 분야별 산업분석

1) 원료광물

가) 산업동향

- 천연 광상이 존재하는 국가와 지역을 중심으로 원료광물의 정제 및 고순도화, 초미립화 기술 개발을 통해 원료 광물의 고부가가치화에 중점을 두고 있음
- 고품위 SiO₂ 광산이 존재하는 노르웨이는 부유선광과 산침출 기술을 조합하여 전자 부품 소자용 99.996%의 SiO₂ 생산
- 독일의 경우, 물리적·화학적 정제법을 활용하여 99.99% 이상의 SiO₂ 제조. 첨단 산업 분야인 전자 소재, 항공 우주 소재로의 활용을 위해 고순도, 초미립화뿐 아니라 새로운 조성의 원료 소재 개발
- 세라믹 원료광물의 고기능성 기술 개발 및 적용 산업 확대를 통해 응용분야 확대
- 원료 광물 분체의 표면 개질을 통해 각종 정밀 화학 제품의 충전제로 활용하고 있으며 표면 반응을 유도하는 광촉매와 각종 센서로 활용
- 새로운 디스플레이 미디어의 개발과 광소자, 생체 재료 분야 등의 빠른 발달로 인해 그 산업 구조가 다양해지고 빠르게 변화하고 있으며, 그에 따른 원료 광물의 다양한 기능성이 요구

나) 시장동향

- 세라믹 원료 광물의 시장 규모는 각 원료 광물이 사용되는 산업에 크게 영향을 받기 때문에 국제 경제 및 산업 흐름에 따라 그 규모가 변함. 따라서 미국, 일본, 유럽 등 선진국의 산업 구조에 크게 영향
- 초고순도 및 초미립 원료 분체 등은 전자 부품 및 디스플레이 패널제조에 주로 사용되기 때문에 2000년 이후 시장 규모가 급격히 성장하였으며 향후 지속적으로 규모 확대가 필연적

- 각종 정밀 화학 소재의 충전제로 활용되고 있는 미분체의 경우 그 사용처와 요구되는 기능들이 다양하기 때문에 시장 규모를 파악하기 힘들어 가장 큰 소비국인 미국을 대상으로 하여 시장 규모 조사. 제지, 고무, 플라스틱 등의 소비 증가와 다양한 기능성 부여로 인해 세계 시장의 다각화가 예상

< 표II-21 복미 제지용 충전제 및 안료 수요 규모 (천톤) >

구분	1998	2000	2003
점토계 광물	8,250	8,585	9,100
석회석	3,570	3,824	4,240
TiO ₂	560	565	574
활석	245	255	270
기타	55	58	64
계	12,680	13,287	14,258

< 표II-22 규산질 광물의 응용 분야 및 시장 규모 (2004, 미국) >

Applicatin	Consumption (metric tons /year)	Percent of total
Reinforcement	730,000	73.0
Rheology	8,000	0.8
Carrier	75,000	7.5
Surface effects	25,000	2.5
Pigment effects	50,000	5.0
Electrical effects	7,000	0.7
Adsorption	25,000	2.5
Catalysis	30,000	3.0
Hydrophobic grades	5,000	0.5
Various	45,000	4.5
Total	1,000,000	100.0

- 광통신용 커넥터 부품인 페룰 및 슬라브 등의 특수 전자 소재 원료 광물 및 생체 대체 재료 광물의 전 세계적 품귀현상 증가

- 광통신용 부품으로 사용되는 지르코니아의 세계 시장 규모는 약 15,000-20,000톤 규모임. 그러나 자동차 관련 시스템의 산소 센서 시장의 약 49%를 차지하며 인공골 및 치아 임플라트 소재로 사용되기 때문에 그 수요가 재차 증가
- 하이테크 분야에 활용되고 있는 탄소나노튜브, 산화 리튬, 산화납 등은 2002년 이후 기술의 고속 성장으로 인해 수요가 크게 증대
- 인구 증가와 식품 생산 증가에 의해 생체 활성 재료인 산화인 계 고순도 미분체의 수요량 증대를 위해 새로운 광산의 출범이 예상

< 표II-23 산소센서 제품의 세계 시장 규모 >

구분	2004년	2005년	2006년	2007년	2008년
물량(thousand)	68,239	70,450	73,239	75,232	78,120
금액(USD million)	1,601	1,681	1,758	1,792	1,836

다) 기술 동향

- 세라믹 원료 광물의 고부가가치 소재화 연구는 미국, 호주, 유럽 및 일본을 중심으로 진행되고 있으며 초고순도, 초미립 분체의 합성과, 표면 및 분체의 기능성 개질 연구들이 활발히 진행 중
- 원료 광물의 합성 및 정제기술을 일본에서 가장 두각을 드러내고 있어, 기능성 미세입자, 전자 유동학연구 및 기상 반응을 통한 초미립자 제조 기술 개발이 진행
- 미국 대학을 중심으로 미세입자의 운동 특성을 위한 신기술 개발 및 공정 시뮬레이션, 분석 기술 등 기술 활용성 개선 연구가 진행
- 저 에너지를 활용한 초미립 분체 제조, 초고순도 분체 제조를 위한 각종 물리, 화학적 정제법의 개발과 친 환경적 공정 개발을 위한 연구가 활발함. 특히 각종 산을 사용하여 정제하는 화학 정제의 경우 광산 주위 환경 보전을 위한 연구가 활발히 진행

- 방사물과 부산물의 확실하고 안전한 처리, 저에너지를 활용한 효율적인 자원처리 및 우수한 자원탐사와 특성 연구를 통한 공정 효율성 증진 연구가 미국을 중심으로 진행
- 고체-고체간, 고체-액체간 분리 선별 기술 지식의 확립과 자원처리를 통해 얻어진 기술을 폐기물 재활용에 적용함으로써 에너지 및 경제 효율성 증진 연구
- 일본과 미국을 중심으로 시작된 압전 및 유전 재료의 원료 분체들은 이미 대부분의 조성들이 특허로 출원된 상태이며, 현재 조성 연구와 더불어 프로세스 기술 개발을 진행 중임. 전자기기의 급속한 보급과 소형화에 따른 각종 부품의 소형화로 인해 각종 소자의 집적화가 필수적임 따라서 박막, 후막 및 적층형 소자 등 다양한 방식의 프로세스와 이를 실현하기 위한 소결 방법 등이 그 연구의 핵심임
- 나노 크기의 산화물은 과거 폴리머 산업의 충전제로의 역할을 벗어나 그 크기 감소로 인해 얻어진 새로운 특성인 각종 전극 및 광원으로의 개발 연구가 추진 중. 특히 산화아연을 중심으로 디스플레이 터치 패널의 필수품인 투명 전극의 개발과 백색 LED 광원으로의 연구가 활발히 진행
- 파인세라믹 원료 광물 처리 산업은 고순도/고기능의 원료 및 소재 개발 중식으로 국가 성장 동력 산업인 전자, 기계 구조, 에너지·환경, 바이오산업 등의 전방 산업으로 국내 파인세라믹의 부품, 모듈, 시스템화 기술의 연결 고리 역할을 하는 분야

2) 프리커서세라믹

가) 산업동향

- 미국, 일본, 유럽 등 기술선진국들이 기존 pre-ceramic 원료물질에 대한 독점력을 가지고 있지만 최근 후발 국가들의 원료물질 중요성 인식에 따라 pre-ceramic 원료물질 개발에 합류하면서 새로운 시장으로의 진출을 모색
- 반도체용 pre-ceramics의 경우 세계적으로 일부를 제외하고는 Dupont, Merck 등의 글로벌 기업들이 생산의 큰 부분을 차지하고 있음. 최근 생산라인을 제조비용이 저렴한 중진국 및 개발도상국으로 이전하는 추세
- 일본은 전자 세라믹 재료의 기술적 우위를 바탕으로 pre-ceramics 시장도 상당부분 점유
- 미국은 CNT 등 pre-ceramics 생산과 pre-ceramics를 이용한 첨단 나노재료의 기초 연구 분야에서 세계적 우위를 점유
- 유럽은 독일을 중심으로 전자 세라믹 분야, 절삭 공구 등의 모노리직 재료의 제조, 복합 재료를 위한 원료 생산 등에서 세계 우위 기업을 보유
- 1980년대부터 시작된 나노기술은 이론연구/신소재개발에서 빠르게 발전하고, 전통소재/의료기자재/전자설비/도료산업 등에서 다양하게 응용

나) 시장동향

- 나노 분말소재는 미국, 일본, 중국에서 대량 생산이 가능하고, 나노 생물소재/나노 전자부품소재/나노 의료진단소재 등은 연구개발단계에 있음.
- 벌크와 비교하여 차별화된 물리적 성능을 가지는 나노분말소재를 이용하여 의료진단/생물제약/우주항공/마이크로전자/방직공업/기계제도 등의 분야응용

- 나노탄산칼슘/나노산화아연/나노산화규소 등의 나노분말소재는 이미 일정 규모를 갖춘 시장이 형성된 상황이며, 나노세라믹소재/나노방직소재/나노변성도료 등의 소재분야도 산업화 초보 단계
- 최근의 pre-ceramics 수요 증가는 주로 아시아 지역의 공업화에 따른 전자기기 부품 등에 의한 시장 확대에 기인
- 새로운 기술 개발에 의한 새로운 소재의 출현은 pre-ceramics 원료물질 시장을 폭발적으로 증가

다) 기술동향

- 자동차, 전자, 생체 친화성 이식 소재, 다이아몬드 박막의 저온 합성, 고강도 무기재료 개발에 pre-ceramics 기술 활용 증가 등 기존 제품의 저가화, 고성능화, 복합화에 따른 pre-ceramics의 기술개발 및 기존 pre-ceramics 원료물질의 고순도화를 통해 소재 원료 시장의 확대
- 1989년 미국 Nanophase Technologies Corporation (NTC)에 의한 응축법을 이용한 산화티타늄 나노입자의 상용화를 시작으로 텅스텐카바이드 나노입자, 지르코니아 단일 코팅막, 10nm 이하의 실리카 나노입자 제조기술 등 상용화
- 전 세계 나노소재 R&D 총투입액은 1997년의 4억 3,200만 달러에서 2004년의 32억 5,000만 달러로 급증 (실제로 2004년 나노소재 세계시장 규모는 22억 3만 달러로 연간 14.8% 고속 성장률을 나타냄)
- 전구체 개발은 Epi Chem, Tri Chem, Aldrich 등에서 활발히 연구하고 있으며 전자 산업 분야에서는 소량/다품종 생산 경향이 있고 화합물의 대체 속도가 매우 빠름.
- 부자재 및 원료의 국내 생산은 전체 소비량의 20% 이하이고 대부분은 일본에서 수입하며, 일본, 미국, 독일 등 선진국의 pre-ceramics 산업은 국내의 반도체, 디스플레이용 전자부품 산업에 지대한 영향
예) 실리콘, 산화물, 질화물 등

3) 전자세라믹

가) 산업동향

○ 유전체

- 미국의 Trans-tech, TCI, 일본의 NTK, Kyocera 등이 대표적인 외국 기업으로 이들 기업은 모두 국내 기업들과는 달리 원재료 합성부터 생산 전반까지를 자체적으로 해결하고 있음. 따라서 빠른 대응력과 가격 경쟁력을 가지고 세계 시장을 주도
- 국내에서 (주)한원 마이크로웨이브 등이 단말기용 유전체 듀플렉서/필터/패치 안테나 등을 생산하고 있으며, (주)셀레콤, (주)KMW 등의 업체는 기지국/중계기용 부품을 생산하고 있다. (주)원익텔콤, (주)KEC 등이 단말기용 수동 부품을 생산하고 있는 한편, SAW 필터는 삼성전기, LG이노텍, (주)KEC에서 생산하고 있으며, 수동부품용 소결체는 국내 여러 곳의 파인 세라믹 업체에서 생산하고 있으며 한편 외국에에서는 일본의 무라타제작소, EPCOS, 일본전과, 교세라, 후지쯔 등이 이 분야의 선두기업이며, 개발도상국 중에는 대만의 SPK를 비롯하여 중국의 여러 업체가 부품을 생산

○ 압전재료

- 단결정 압전세라믹을 제조할 수 있는 기업은 TRS Ceramics, Crystal Associates Inc., H.C. Materials Corporation 등이 있고, 증폭을 사용한 부품을 제조하는 기업으로는 EDO Corporation, Keramos Inc. 등
- 구동용 압전 액추에이터 분야에서 미국은 군수, 항공우주분야로 AVX, Morgan Matroc 등이 중심이 되어 있고, 일본은 범용 전자기기 분야에서 Tokin, NEC 등, 유럽은 실험장비 및 정밀 계측기기 분야로 Phillips, Siemens, Ceramtec 등이 중심이 되어 활발한 연구를 수행
- 적층형/바이폴프형 압전 액추에이터는 독일의 Piezomechanik GmbH, PI, 일본의 Tokin, Murata, Hitachi 등에서 각종 밸브, 펌프, 초음파 모터, 초정밀 스테이지용 벌크 압전 액추에이터를 판매
- 일본의 경우, Murata, Tokin, Hitachi 등에서 MFC용 및 반도체 산업용 정밀 유량제어 압전밸브, 마이크로 압전 펌프 등을 시판 중에 있으며, 태양유전, 무라타 등에서 박형의 스피커 사업을 진행하고 있으며 적층형의 압전 스피커는 Taiyo yuden만이 특허를 가지고 있고, 국내에서는 거의 전무

- 마이크로/나노 스케일의 나노튜브, DNA 등을 조작하는 나노 매니퓰레이터에 관한 연구가 미국(North-carolina Univ.) 및 일본(나고야 대학, 동경대학)의 대학에서 연구가 진행
- 미국, 일본, 독일 등과 같은 선진국에서는 MEMS 공정기술을 이용하여 저가, 고신뢰성, 고감도를 갖는 압전센서의 개발에 주력하고 있으며, 하나의 물리량만을 감지하는 센서 대신에 여러개의 물리량을 동시에 측정할 수 있는 복합형 센서를 개발하고 있다. 대표적인 업체를 보면, 미국의 Nova sensor, Honeywell과 독일의 Bosch, 네덜란드의 Phillips 및 일본의 무라타, 덴소, 히다치, 마쓰시다 등이 있음
- 미국의 경우, 여러 공공기관에 압전 세라믹을 이용한 정밀제어용 액추에이터 개발센터를 설치하여 운영하고 있으며, 미국정부의 DARPA 연구개발 프로그램의 지원을 받아 MIT 및 Brown대학, Boston Microsystem사 등에서 중요기술로 분류하여 연구에 박차를 가하고 있음. 일본의 경우, 정부의 NEDO 프로그램으로 관련 연구를 장기적으로 수행

○ 디스플레이

- PDP 구조물의 경우 현재 유리조성은 $PbO-B_2O_3-SiO_2$ 및 $PbO-B_2O_3-ZnO$ 계 두 시스템이 대표적이라 할 수 있으나, 이들 조성은 Pb를 함유하고 있어 환경적 측면에서 불리하여 Pb-free 유리조성의 개발과 이들의 현장적용에 관련된 기술개발이 활발
- PDP 격벽용 재료와 함께, 밀봉재 (sealing paste) 개발, 유전체 후막 및 PDP의 유전체 보호 MgO 막 등에 대한 기술개발이 활발
- 특히 지속적인 조성 개발을 통해 Ericsson과 같은 customer들과 개발 초기부터 공동 개발을 통해 새로운 시장 창출을 계속적으로 이루어 내고 있으며 국내의 경우에는 그렇게 해서 창출된 시장을 계속적으로 저가 정책을 통해 뒤쫓아 가는 양상

- 특히 일본 업체들은 신규 개발된 소재의 경우 해외 공급을 꺼리고 있어 국내 부품업체들이 확보에 어려움을 겪고 있으며, 이들 선진업체들은 빠른 대응력과 가격 경쟁력을 가지고 세계 시장을 주도

○ 센서

- 관련업체의 부품업체수는 약 550여개이며, 이중 250여개 업체에서 연구개발 또는 생산에 참여하고 있고 300여개 업체는 수입·판매를 담당
 - 센서업종별로는 온도, 압력, 유량, 위치, 가속도 등 물리센서가 약 90%로 주종을 이루고 있으며, 가스, 습도, 이온 등 화학센서가 나머지 10% 정도를 차지
 - 한국센서연구조합에 등록되어 있는 국내업체는 오토닉스, 카스, LG이노텍, DK센서, 이노스텍, SY하이테크, 제임스텍, IS텍, 경원웨어라이트, KEC, 대양전기, 한모E&S, 한울인텍스, 아이에스엠, 그린센서, 티엔씨테크, 다나전자, 썬테크, 동일계기, KVC 등 20 여개사임
- GSM/DCS 용의 RF FEM의 수요가 확대되고 Bluetooth Module/Chip Set 에 참여한 업체들이 PCB 기판 대신 LTCC 기술을 채용하면서 고주파 모듈에 있어서 LTCC 는 가장 핵심적인 기술로 중시
- 통신부품 이외에도 LTCC는 Siemens, Bosch 등의 자동차 전장 메이커에 의해서 ECU 용에 적용되었고, MD나 디지털 카메라, 캠코더 등의 소형 전자기기 등에도 확대 적용

< 표Ⅱ-24 LTCC 관련 부품 업체 현황 >

업체명	도체	Cellular			Bluetooth	비고
		Module	Device	Substrate		
Murata	Cu	○	○	-	○	
Matsushita 전자부품	Ag	○	△	-	-	적층LC
Hitachi Metal	Ag	○	○	-	-	
TDK	Ag	○	○	-	-	복수유전을동시소성
Kyocera - 전자부품사업부	Ag	○	-	○	-	
Kyocera-반도체사업부	Cu	-	-	○	-	PAM Module
NEG	Ag	○	○	-	-	저항내장
EPCOS	Ag	△	-	-	△	
Sumitomo	Ag	-	-	△	△	무수축, 차량용제조
Nikko	Ag	-	-	○	-	LTCC 기판
Sorep	Ag	-	-	-	○	무수축
National Semiconductor (USA)	Ag	-	-	-	-	무수축
Matsushita 전자	Ag	-	-	-	△	무수축
Soshin	Ag	-	○	-	-	LC 적층 BPF
Hitachi Electronic	-	-	-	-	-	SAW 패키지
Hitachi 제작소	Cu	-	-	-	-	대형 컴퓨터회로
Maruwa	-	○	-	-	-	LTCC VCO 양산화
Bosh	-	-	-	-	-	차량용부품
CTS(USA)	Ag	-	-	-	△	Motolora 전자부품

○ : 양산실적 △ : 개발중

< 표II-25 세계 주요 LTCC 관련 기업 및 상품 >

구분	LTCC 제품	비고
Dupont	- Alumino-borosilicate (951) - Conductor, resistor, capacitor paste	소재개발 위주
Ferro	- Calcium borosilicate (A6) - Conductor, resistor paste	
Heraeus	- BaO-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ system - Automotive	
Matsushita	- MgO-CaO-Al ₂ O ₃ -borosilicate - Zero x-y shrinkage alumina sheet	응용제품 위주
IBM	- Cordierite system - Mainframe computer	
Siemens	- Automotive engine controller	
Motorolar	- 무선통신 기기용	
National Semiconductor	- VCO/synthesizer	
DLI	- 고주파 기기	

나) 시장동향

- 세계 전자세라믹 시장은 대부분 일본과 미국이 차지하고 있으며, 20년 이상 세계시장을 석권하고 있는 일본의 경우 신기술 개발 및 첨단제품의 전략화 등을 위하여 정부주도로 강력한 정책적 지원으로 중장기 계획 중

< 표II-26 전자 세라믹 세계 시장 점유율 >

(단위: %)

구분	미국	일본	유럽	한국	중국	기타
2005년	31	40	13	5.5	3	7.5
2008년	28	38	11	8	5	10

* 자료 : Advanced Ceramics의 2005년 세계시장 점유율 및 연평균 성장률 자료를 근거로 2008년 세계시장 점유율을 추정함

- 전자·정보통신이 대부분의 수요를 견인해 왔으나 향후 자동차, 에너지·환경, 바이오, 나노관련 분야의 관심과 수요가 증가하면서 이와 관련된 전자세라믹 분야의 시장이 성장될 전망
- 2010년까지의 전자세라믹 소재의 세계적 수요 및 전망은 아래 표와 같음

< 표II-27 전자세라믹 소재의 세계수요 및 전망 >

(단위: 백만불)

국명 \ 년도	2000	2002	2005	2008	2010	연 성장률 (%)
미국	5,462	4,950	5,468	6,719	8,086	5.7
일본	6,544	6,075	7,018	9,141	11,391	7.5
유럽	2,185	2,087	2,310	2,818	3,336	5.5
기타	2,860	2,540	2,861	3,611	4,392	6.2
계	16,871	15,652	17,657	22,289	27,205	6.5

* 자료: 세계일본전자부품총람 (2004), 세라믹소재 원천기술 기획 (요업기술원, 2006.8)

○ 압전체 재료

- 압전 결정소자 및 관련부품 시장은 소량 다품종임에도 단일품목으로는 세계시장이 1,390억불/년에 달하는 비교적 큰 규모의 시장을 형성하고 있으며, 초정밀 위치제어용으로 광범위하게 사용되고 있는 압전 나노스태이지 및 HDD 헤드분야의 세계 시장규모는 IDC 및 J.P. Morgan등에 따르면 2005년도 270억달러에서 연평균 10% 증가하여 2009년도에는 400억달러 규모로 전망

< 표II-28 HDD 및 압전 초정밀 스테이지분야의 세계시장 규모 >

(단위 : 물량-백만대, 금액-억불)

구분	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
물량	374	428	487	551	622
금액	270	300	330	360	400

* 자료 : IDC, J.P. Morgan, 2006.

- 압전 액추에이터 응용시장의 대부분을 차지하고 있는 잉크젯 프린터 헤드의 세계 시장규모는 2005년도 약 8,700억원 규모에서 2010년도에는 11,800억원으로 예측

< 표II-29 잉크젯 헤드분야의 세계시장 규모 >

(단위 : 물량-천대, 금액-억원)

구분	2001년	2002년	2003년	2005년	2007년	2010년
물량	22,000	23,800	27,300	33,800	38,500	46,200
금액	5,630	6,080	6,980	8,670	9,850	11,800

* 자료 : 2002 Frontier Ceramics R&D Report, Fuji Chimera Research Institute

- 일본의 Murata가 전체 시장의 50% 이상을 차지하고 있으며, Kyocera, TDK 등 일본 업체가 전 세계 시장의 80% 이상을 독점
- 중국의 CQ, Jiakang 등에서 저급품 분야 시장을 넓혀가고 있는 실정
- 수정진동자에 발전회로를 추가하고 외부온도 변화에 따른 발진 주파수의 변동을 보상하기 위해 감온 소자를 부가한 수정발진기인 TCXO (Temperature Controlled Crystal Oscillator)는 일본의 일본전파, 교세라, 동양통신기, 도쿄전파 등의 순으로 생산하고 있으며 세계시장의 83%를 점유.
- VCO(Voltage Controlled Oscillator)의 경우 무라타, 마쓰시타부품, 알프스전기 등에서 생산하고 있으며 세계시장의 60%를 점유

○ **반도성 재료**

- 서미스터는 세계시장에서 약 6%, 연 12.1%의 높은 성장률을 보이고 있으며 일본 업체인 무라타가 고정밀 제품을 중심으로 세계시장의 대부분을 차지
- 중국의 저가격 제품이 시장의 일부를 점유

○ **자성체 재료**

- 하드 페라이트는 일본의 TDK, 히다찌금속, 스미토모금속, 동북금속 등 4개사가 생산량의 대부분을 담당하고 있으며, 소프트 페라이트는 TDK, FDK 등 선발업체들은 소형, 대전류 대응의 고부가가치 제품에 대해서 시장을 선점하기 위한 치열한 개발경쟁을 하고 있음

○ 디스플레이 재료

세계 디스플레이 산업이 연평균 39%의 급성장을 보이고 있는 호조세에 힘입어 디스플레이 재료 산업 역시 동반 성장이 예상

다) 기술동향

○ 유전체 세라믹

- 지난 15년 동안 $Pb(Mg,Nb)O_3$ 같이 PbO 기본 relaxor 조성을 개발하는데 많은 노력을 함. 이 조성은 낮은 온도에서 소성할 수 있고, 높은 투자율을 갖는 유전체 세라믹을 대량생산이 가능. 그러나 향후에는 납이 들어가는 유전체 세라믹에 대한 연구는 감소하게 될 것이며, 상업적으로도 쇠퇴기에 접어들 것이라는 의견이 지배적임. 이것은 납에 의한 환경오염, 아주 얇은 층을 갖는 다층 캐패시터 제조기술의 개발, 높은 온도에서 사용할 수 있는 X7R 캐패시터가 자동차, 어플라이언스, 가전제품을 중심으로 수요가 늘어나기 때문

○ 다층 캐패시터

- 다층캐패시터의 온도 안정성과 유전반응이 중요한 특성으로 요구되자 미국과 일본은 두 가지 방향에서 이 문제를 연구하고 있는 것으로 나타남. 미국에서는 기존의 $BaTiO_3$ 를 기본으로 하는 X7R 조성으로 투자도를 3000에서 5000으로 높여 크기를 줄이는 방법을 연구
- 반면 일본의 무라타, TDK, 아이오 유덴 (Taiyo Yuden) 같은 기업들은 환원분위기에서 소성할 수 있는 $BaTiO_3$ 를 기본으로 하는 X7R 조성을 개발하는데 집중함. 환원 분위기에서 소성이 가능하면 니켈을 전극으로 사용할 수 있다. 이 중 일본이 연구하는 것으로는 투자율을 3000 정도까지 밖에 얻을 수 없지만, 5 μm 보다 얇은 층을 만들면 전체 캐패시터 크기를 줄일 수 있다. 일본회사들이 이 작업을 성공적으로 상업화시킨다면 캐패시터에서 일본의 우세는 계속될 수 있을 것

○ 유전체 분말

- 미국과 일본이 거의 비슷한 방법으로 분말을 생산하고 있다. 즉, 양쪽 모두 화학법을 이용해서 유전체 분말을 만들고 있음. 그중 미국에서는 옥살레이트 침전법이나 그 밖의 화학합성법을 이용해서 순수한 분말을 만드는 방법을 연구하고 있음. 이에 반해 일본은 수화열 합성에 많은

노력을 기울이고 있는데, 이 방법은 350°C 보다 낮은 온도에서 수용액으로부터 결정체를 만들 수 있음

- 일본은 수화열을 이용해서 만든 BaTiO₃ 분말을 가지고 니켈 전극을 쓸 수 있는 X7R 캐패시터를 만들었는데, 일본에서는 사카이 화학 (Sakai Chemical)이 수화열로 만든 BaTiO₃ 분말을 공급하고, 미국은 카봇 (Cabot) 사가 공급함. 그런데 카봇 사는 이와 관련된 특허를 1980년대 초반에 등록시켰지만, 아직도 생산은 시험단계에 있음 그러나 사카이 사는 한달에 50 톤 규모로 생산

○ 마이크로 웨이브 필터

- 통신시장이 확대됨에 따라 마이크로 웨이브 유전필터에 대한 수요가 늘고 있다. 현재 생산되는 필터는 온도에 안정하고 낮은 유전손실을 갖는 BaTi₄O₉ 조성을 기본으로 하는 것이 대부분이다. 마이크로 웨이브 필터는 유전체와 마찬가지로 작게 만드는 것이 점점 더 중요하며, 이것은 보다 높은 투자율을 갖는 조성을 개발하거나, 또는 다층 구조를 갖는 디자인을 개발해야 만이 가능
- 무라타 사는 최근 높은 투자율을 갖는 조성을 개발해서 작은 크기의 필터를 만들었다. 그러나 이 같은 성공에도 불구하고 다음 세대에 주축을 이루는 것은 다구조를 갖는 필터일 것으로 예상된다. 이 다층 구조를 갖는 필터는 하나만으로 일반 필터의 몇 개를 상대할 수 있기 때문에 유망하다. 하지만 상업화를 위해선 조성과 전극, 그리고 다층구조를 만드는 제조방법에 많은 연구가 필요한 실정
- 한편 실버전극과 저온에서 동시 소성할 수 있는 조성이나 환원분위기에서 구리 전극과 같이 소성할 수 있는 조성 개발도 필요하다. 다층 구조를 갖는 필터를 잘 만들기 위해서 내부에 전극을 다음과 같은 조건을 만족시킬 수 있도록 완벽하게 만들어야 함
 - 다층 필터가 원하는 주파수를 갖게 하기 위해 정확한 내부전극패턴 갖고 있어야 함
 - 세라믹과 전극의 계면이 거칠어지면 유전 손실이 커짐
 - 전극층은 충분히 치밀해서 전도도가 높고 손실이 적어야 함
- 특허나 설문조사로부터 유전 필터는 앞으로 다층구조건 단층구조건 간에 저온 동시 소성 세라믹(LTCC: Low Temperature Co-fired Ceramic) 패키지와 경쟁해야 할 것으로 예상되었는데, 이것은 패키지가 내부에 필터 성분을

포함하는 형태로 발전하며, 음파 소자는 마이크로 필터와 경쟁상대가 될 수 있는 소형화 기술개발이 발전할 것이기 때문

○ 압전 세라믹

- 현재 압전 세라믹은 PZT 조성을 불밀, 하소해서 만드는데, 현재까지 생산되는 PZT 분말은 필터부터 잉크젯 프린터에 이르는 많은 응용분야에서 요구하는 특성을 만족시켜 주는 수준이다. 한편 다층 압전 세라믹 액츄에이터는 이미 자동차의 충격 완화장치와 연료주입장치에 이용되면서 대량생산 가능성을 보여주고 있다. 그러나 가격과 신뢰성, 특성 같은 면에서 상업화하는데 문제점이 있고, 이 때문에 그동안 예측되었던 압전 세라믹 시장에 대한 장밋빛 예측은 아직 실현되지 않고 있다. 확실히 몇 십원 정도에 캐패시터를 만들 수 있는 다층 제조기술이 다층 액츄에이터에는 아직 응용 불가
- 비록 대량생산분야에서는 값을 맞출 수 없지만, 압전 세라믹은 앞으로 높은 값으로도 경쟁력을 갖출 수 있는 전문화된 시장에서 그 효용성을 보여 줄 것이다. 대표적인 예로서 자기 기억 장치의 헤드 포지셔너, 주사 터널링 현미경, 바코드 판독기, 레이저 프린터 분야를 들 수 있다. 또 바이오 메디칼 분야도 좋은 시장 중 하나인데, 이 분야에선 피에조 세라믹 단결정이 영상 이미지를 만드는데 쓰일 것으로 예상된다.
 - 미국의 경우, 여러 공공기관에 압전 세라믹을 이용한 정밀제어용 액츄에이터 개발센터를 설치하여 운영하고 있음.
 - 일본의 경우, 정부의 NEDO 프로그램으로 관련 연구를 장기적으로 진행
 - 압전 단결정 성장 및 응용기술의 경우, 2000년도 미국에서 차세대 성장 25개 주요기술중 하나로 선정하여 국가적인 차원에서 전폭적인 지원하에 연구개발을 진행하고 있는 상태임.
 - 이동통신기기용 개인 휴대용 충전기의 경우, 미국정부의 DARPA 연구 개발 프로그램의 지원을 받아 MIT 및 Brown대학, Boston Microsystem사 등에서 중요기술로 분류하여 연구에 박차
 - 센서 및 액츄에이터 기술은 스마트 홈기술에 대한 중요한 소재부품 기술이며, 나노기술의 발전과 더불어 압전 액츄에이터에 대한 수요가 급증할 것으로 예상되나, 관련제품의 대부분은 수입에 의존

< 표Ⅱ-30 해외 주요국의 기술개발 현황 >

기술명	개발단계	개발 내용	개발주체
압전 액추에이터	상용화	밸브 및 가속도계용 적층형 압전 액추에이터	獨 PI사, Piezomechanik사
		밸브, 펌프, 프린터헤드용 압전 액추에이터	日 Tokin사, Murata사
압전 매니플레이터	Pilot	DNA용 압전 나노 매니플레이터	日 나고야대
		탄소나노튜브 조작용 나노 매니플레이터	美 NCU
압전 나노 스테이지	기술검토	광학기기 진동제어용 압전 스테이지	프 Cedrat사
반도체식 압력센서	상용화	초소형화/집적화된 on-chip형 센서	日 도요다
반도체식 관성센서	상용화	반도체 압전 저항형 3축 센서	日 히다치
압전음향 부품	Pilot	박막형 스피커	일본) 무라타
		적층형 스피커	일본) Taiyo yuden
Resonator	상용화	기존 부품의 소재를 친환경재료로 대체하려 함.	일본/무라타, 마쓰시다
		칩화, 경량화, 내열성 향상	
Filter	상용화	주요도는 TV, VTR 등에 사용되고 있으며 향후 이동통신기기, 정보기기등에 채용 확대하려 함.	일본/무라타,TDK, 마쓰시다
SAW filter	상용화	고주파대용 재료를 검토	일본엠펙스/후지통신미디어/무라타
		대체 재료로 LBO, 랑가사이트, 다이아몬드 박막재료를 이용하는 개발이 진행중이나 현재 고가임.	
DC/DC converter	상용화	ZVS PWM 제어방식 직렬공진 컨버터에 압전변압기 적용 : 2MHz 이상 동작 (20W(5V/4A), 10W(5V/2A))	미국 Linear 일본
	기술검토	경제성 있는 50W이상의 대출력제품	일본 NEC, Tokin, 다무라

*자료: : 21세기 프론티어기술개발사업 보고서, 고출력 적층형 세라믹 액추에이터 자동차용 센서(2003, KISTI) , 2007년 중기거점 기획보고서(산자부), Fuji Chimera Research Institute, Inc. 유망전자부품재료조사총람

○ 강유전 박막

- 1980년대에 연구가 활발하게 시작된 강유전 박막은 전자 세라믹 분야에서 큰 관심을 받으며 1990년대까지 계속 연구가 진행되고 있다. 강유전 박막을 반도체에 이용할 수 있다는 사실은 일찍 밝혀졌지만, 다성분 산화물을 증착하여 박막으로 만드는 기술은 최근에 와서야 개발되었다. 원래 고온 초전도체 박막을 만들기 위해 개발된 것들인데, 이 분야의 연구비가 줄어들면서 연구비가 늘어난 강유전 박막 쪽으로 개발 중
- 미국의 경우 강유전 박막에 대한 연구는 처음에는 대학과 중소기업, 그리고 정부기관 연구소 등에서 이루어졌다. 그러다가 1980년대 말 미국정부가 NVM (Non Volatile Memory)에 대한 연구를 강화하기 시작하였는데, 이 연구는 레이톤 (Raytheon)과 맥더날 더글라스 사에 의해 주도됨. 그러나 많은 연구비를 투자했음에도 불구하고 상업적인 제품을 만드는 데에는 실패하였다. 현재 미국에서 NVM을 연구하는 곳은 램트론 (Ramtron)과 시메트릭스 사 등 두 곳이며, 이들은 일본 기업과 같이 공동으로 연구하고 있으며 이 외에 모토로라와 내셔널 세마이컨덕터 사가 독자적으로 이에 대한 연구 중
- 일본의 경우 산업계에서 강유전 박막에 대한 연구 개발비를 지원하고 있으며 최근에 그 액수가 늘어나고 있다. 즉, 일본에서는 정부가 연구비를 제공하지 않으며, 대학도 높은 가격의 연구장비 때문에 강유전 박막 연구에 거의 참여하지 않고 있다. 따라서 미국처럼 일본도 강유전 박막에 대한 연구는 대기업이 주도한다고 볼 수 있는데, 일본에서 NVM 연구에 관여하는 기업은 롬, 도시바, 히다치, 후지쓰, 마쓰시타 전기, 올림포스 광학 등이다. 그리고 미쓰비시 전기, NEC, 도시바, 히다치 등은 DRAM에 대해 연구 중

○ 센서

- 연구개발 또는 생산 업체의 수가 국내의 경우 약 250여개인데 비하여, 외국은 미국 1500여개업체, 일본 1200여개업체, 독일 500여개업체, 영국 350여개업체, 스위스 160여개업체 등이 있다. 미국은 micro-machining 기술은 활용한 센서에 경쟁력이 있으며, 일본은 화학센서이 종주국으로서, 특히 가스센서는 세계시장을 거의 독점하고 있다. 독일은 자동차용 센서, 영국은 환경센서, 스위스와 스웨덴은 정교한 화학센서 개발에 주도적 역할 수행 중

4) 기계·구조세라믹

가) 산업동향

- 미국과 일본 등 선진국과 중국에서는 구조 세라믹이 산업용 소재로 사용될 뿐 아니라 항공우주 및 국방관련 소재로 활용되고 있음. 방탄용 세라믹 복합재료나 전투기 엔진 부품 등으로 활용되고 있으며, 이들 중 일부는 세계시장을 거의 독점하고 있고 일부는 전략품목으로 규정하여 국외 반출을 금지시키고 있음
- 미국 우주 왕복선의 최외피는 공기와 마찰열에 견디기 위하여 고순도 산화규소 함유의 세라믹 타일로 이루어져 있고, 로켓의 액체 연료 펌프에는 질화규소 세라믹 베어링이 사용
- 반도체/디스플레이 산업용 구조 세라믹 부품의 경우, 일본과 미국의 기업들이 세계시장을 지배하고 있으며, 특히 기술 집약적이고 고가인 부품의 경우에는 거의 독점되고 있음. 미국 DOE는 구조 세라믹을 미국의 7대 산업(삼림가공, 알루미늄, 금속주조, 철강, 유리, 화학, 정유산업)에 적용함으로써 에너지 효율 증가, 설비 수명 연장, 제품 순도 향상 등의 성과를 얻은 바 있음. 이러한 구조 세라믹들이 개발되면서 반도체 산업과 우주항공산업, 고속 초정밀 기계산업에서의 이용이 크게 확대
- 또한 탄소섬유 강화 세라믹 복합소재 제조를 위한 탄소섬유 원재료도 국내 태광산업에서 생산되다가 중단된 품목으로서 전 세계적으로 고탄성, 고강성 탄소섬유는 일본의 3사가 시장을 점유하고 있는 상황에서 탄소섬유의 수급도 용이하지 않을 것으로 예측됨. 현재 국내 KCC 기업에서 탄소섬유 자급을 위한 기술검토를 진행 중에 있으나, 자체 생산이 진행될 때까지는 수입에 의존할 수밖에 없는 상태

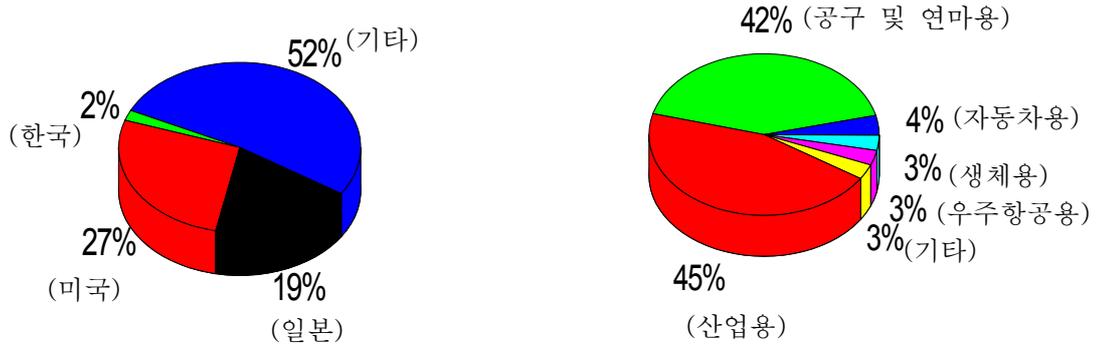
< 표 II-31 2001년 일본 3개사의 탄소섬유 세계시장 점유율 >

제조회사	생산량 (ton)	생산능력 (ton/year)
Toray	3,120	7,300
Toho Tenax	2,382	5,100
Mitsubishi Rayon	1,747	3,400
일본 3사 합계 (점유율 %)	7,249 (57)	15,800 (81)
세계 기타 제조회사	5,391	3,733
세계 총계	12,640	19,535

나) 시장동향

- 구조 세라믹 시장은 원료분말 시장과 기계/구조용, 자동차용, 반도체/디스플레이 산업용 등으로 구분됨. 구조 세라믹 세계 시장규모는 '97년 약 26조원 규모에서 '05년에는 전체 파인 세라믹 시장 (150조원)의 30%인 45조원 규모로 성장하였고 '10년에는 84조원 규모로 성장할 것으로 예측됨. 반도체/디스플레이 산업의 지속적인 발전과 더불어 구조 세라믹 산업도 지속적으로 발전하고 있으며, 특히 기존 금속재료에 의존하였던 부품들이 세라믹 재료로 대체되는 추세
- 미국은 환경과 우주항공 분야, 유럽은 기계 공구, 자동차 분야, 그리고 일본은 전 분야에서 구조 세라믹 시장을 선도하고 있음. 구조 세라믹 시장의 국가별 점유율을 보면, 미국 27%, 일본 19%, 한국 2% 그리고 유럽과 기타가 52%임. 구조 세라믹 시장은 전자 세라믹과 달리 일본에 의해 편중되어 있지 않은 편이며, 많은 국가들이 나름대로의 시장을 가지고 있음. 최근, 중국의 시장참여가 두드러지며 시장점유율 증가
- 구조 세라믹 시장을 용도별로 나누면, 원료용, 일반용, 공구 및 연마용, 산업용, 자동차용, 생체용, 우주항공용, 환경용, 반도체/디스플레이용 등으로 나눌 수 있음. '00년을 기준으로 공구 및 연마용이 45%로 가장 큰 시장을 형성하고 있고 산업용 42%, 자동차용 4%, 우주항공용 3%, 생체용 3% 등으로 구성되었으나, 최근 반도체/디스플레이용 구조 세라믹 시장이 급성장

< 그림 II-16 구조 세라믹의 세계시장 점유율: 좌-국가별, 우-제품별 >



다) 기술동향

- 구조 세라믹은 최근 나노기술 개념을 도입하여 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음. 일본 Sumitomo Chemical Ltd.는 직경 30nm 정도의 고순도 탄화규소 분말 제조기술을 개발하고 이를 반도체/디스플레이 산업용 탄화규소 제품에 적용하는 것으로 알려져 있음. 반도체/디스플레이 산업용 고순도 탄화규소 제품은 세트 당 수 천만 원 이상을 호가하는 고가품이나 국내에서는 기술력 부족으로 전량 수입에 의존하고 있음. 고순도 탄화규소 나노 분말의 경우, 일본은 이를 전략화하여 국외 반출을 금지
- 일본의 Ibiden사는 재결정 탄화규소 세라믹 소재로 필터를 제작하여 프랑스 푸조 자동차의 디젤 엔진 승용차에 적용, 상용화에 성공하였음. 현재 일본과 한국의 몇 개 회사들이 탄화규소 또는 질화규소 세라믹으로 디젤 엔진용 필터를 제조하는 기술을 개발 중이나 상용화에 성공한 것은 아직 Ibiden사 밖에 없음. 일본의 Sumitomo 전기에서는 침상 결정립들이 서로 얽힌 구조의 다공질 질화규소 필터를 개발하여 반도체 산업의 폐수 재활용에 적용하였음. 질화규소 필터는 고강도 다공질 세라믹으로, 특히 침상 결정립들이 서로 얽혀 형성하는 뼈기 형태의 기공이 유체의 흐름에 대한 저항을 최소화하면서 나노입자들을 거를 수 있는 것으로 알림
- 선진국의 구조 세라믹 업체 및 제품들 현황은 표3과 같음. 원료의 경우, 일본, 미국, 독일 등 선진업체들이 기술을 독점하고 과점형태로 제품을

공급하고 있음. 알루미나의 경우, Alcoa(미국), Sumitomo, 경금속(일본), Martinswerk(독일), Pechiny(프랑스) 등이, 지르코니아의 경우, Tosoh(일본)와 Unitech(영국)가, 질화규소는 Ube(일본)와 Bayer(독일)이, 탄화규소는 Norton(미국), ESK(독일), Showa Denko(일본) 등이 세계시장을 주도

< 표II-32 세계 주요 구조 세라믹 업체 및 생산품 >

업체명	생산품	업체명	생산품
Sumitomo	절삭공구, 신선용 다이, 단결정공구	GE	절삭공구, 연마재, 신선용 다이
De Beers	절삭공구, 연마재, 신선용 다이, 단결정 공구	Osaka Diamond	석재용 공구, 연마공구
Asahi Diamond	석재용 공구, 연마공구	Showa Denko	연마재, 세라믹 분말
Kyocera	발열체, 내마모재, 광통신 및 광학용 부품, 내열 및 내화학용 부품, Glow plug, Turbocharger Rotor, 인공치관	NGK	Spark plug, Rocker arm tip, Turbocharger rotor, 내마모재
NTK	Glow plug, 절삭공구	Corning	내마모재, DPF, 인공치관
Norton	석재공구, 연마공구, 정수용 필터, 내마모재	Sandvick	절삭공구, 내마모재
Winter	석재공구,	Toshiba	세라믹 베어링, 내마모재
Denka	내마모재		

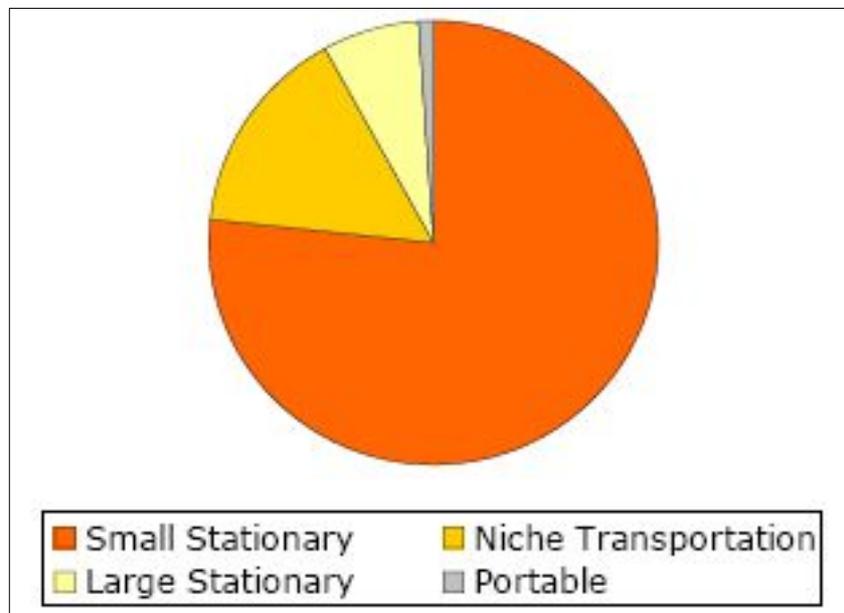
5) 에너지 · 환경세라믹

가) 산업동향

- 또한 2006년 DOE 주관 하에 5개년 에너지전략계획을 수립하고, 제1전략 주제인 에너지안보에서 에너지 생산성 제고를 위해 에너지집중 산업과 연계한 에너지 효율기술 개발에 주력하고 있으며, 또한 장기적으로 추진 중인 환경 및 에너지대체 사업에서는 관련된 세라믹 소재의 연구개발을 필수 주요 항목으로서 선정하고, 미국 내 우수기업들이 개발에 참여

- 일본의 경우, 신·에너지국가전략 정책의 축을 근거로 하여 종합에너지 효율 향상 목표 하에 초연소 시스템 기술, 선진 교통사회 확립 기술 로드맵에서 고효율 천연가스 발전이나 석탄화력발전 기술군 내에 고내열 및 고내식 재료, 저마찰 재료, 세라믹 터빈 재료와 같은 고온 구조 및 복합소재 등을 선정하여 2030년 실용화를 목표로 시나리오를 설정
- SOFC 시스템의 최종수요처는 크게 분산발전(10kW 이상의 대규모와 10kW 이하의 소규모), 보조전원(APU)와 같은 수송분야, 휴대용 전원장치 등으로 나뉘며, 현재 전 세계적으로 설치된 SOFC의 응용분야별 비율은 다음 그림과 같음

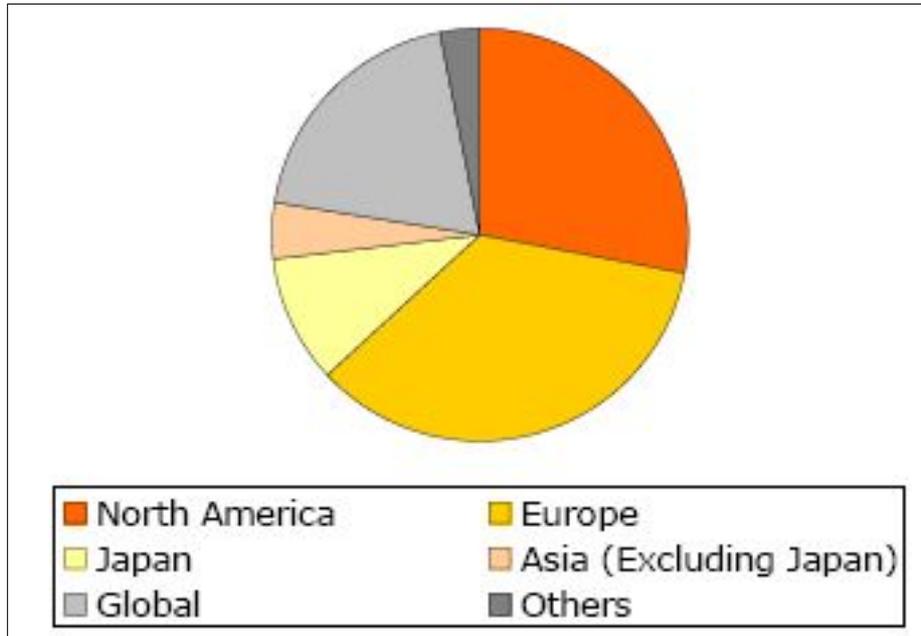
< 그림 II-17 전 세계에 설치된 SOFC 시스템의 응용분야별 대수 >



* 자료 : 2007 Fuel Cell Today

- 지역별로는 유럽에 설치된 SOFC가 약 35%로 가장 많고, 미국과 캐나다가 두 번째로 많으며 약 42%는 기업에 의해 개발되어지는 중

< 그림 II-18 세계의 지역별 SOFC 개발 동향 >



- 미국은 DOE의 "수소경제시대로의 전환을 위한 국가 비전-2030년"에 명시되어 있듯이 국가 에너지 전략의 일환으로서 미국 내 연료전지 연구를 지원하고 있음. 그 이전에는 90년대 후반 "Vision21" 프로그램의 일환으로 "Freedom Car" 프로그램이 연료전지 개발을 지원하였으며, 미국방성(DOD)은 개인 군용, 전투기용, 전차용 발전장치 개발을 위한 자체 프로그램을 수행
- 미국의 Freedom Car 프로그램이 주로 PEFC 시스템 개발에 치중되어 있는 반면에 SECA 프로그램은 각 기업들의 SOFC 상용화 계획과 연구기관들의 핵심기술개발, 정부의 지원 및 프로그램 운영조직을 연합
- 일본의 경우, 원유에 대한 의존도가 에너지 소비의 50%를 차지하며 이중 86%를 중동에서 수입하고 있어, 신재생 에너지 도입과 새로운 제품 개발을 위한 전략적 목적에서 New Energy Foundation(NEF)를 설립. NEF의 주요 기능은 광전, 수소 에너지, 풍력, 지열, 바이오 매스, 조력 발전과 같은 신재생 에너지의 이용을 촉진하고 보다 적극적으로 연료전지 상용화 중

나) 시장동향

- 고체산화물 연료전지는 발전용과 휴대용 연료전지 시장이 가장 부각되고 있는 분야로서, 발전용에는 수-수십kW급 분산발전용(DG)과 수백 MW급 대용량 전력사업용이 있으며 군사용으로 개발된 휴대용 연료전지는 현재까지는 미국을 중심으로 상용화

< 표II-33 미국 NETL 예측 연료전지 발전시장 예측 >

	Range (kW)	Units per year	Size (kW)	Total (GW/yr)
Remote Generators	0.5-10	30,000	10.0	0.30
Telecommunications	2-10	30,000	10.0	0.30
DG Commercial	<100	165,000	50.0	8.22
DG Residential	2-15	1,520,000	10.0	15.20
Back-up Power	<50	80,000	6.0	0.48
SPA (appliances)	0.5	160,000	0.5	0.08
APUs	5-15	121,000	10.0	1.20
Grand Total by 2011				25.78



* 자료 : 6th SECA Workshop & Core Program Peer Review(2005)

- 미국의 경우 Siemens Power Generation, Fuel Cell Energy, Cummins Power Generation 등이 발전용 SOFC를 개발하고 있으며, NanoDynamics, Adaptive Materials 등이 개발한 휴대용 SOFC는 군사용을 납품

< 표II-34 전세계 마이크로 SOFC 개발 현황 >

Developer	Country	Type	Size	Remarks
Adelan	EU(UK)	tubular	d ~2mm	First world-wide development of this technology, electrolyte supported extrusion; R&D http://www.adelan.co.uk/company.htm
AIST	JAPAN	tubular	d ~ 0,8 mm	Fabricated by sol-gel method at room temperature, Ce _{0.9} Gd _{0.1} O ₂ ; R&D http://www.aist.go.jp/aist_e/search/search.html http://www2.electrochem.org/cgi-bin/abs?mtg=206&abs=0480&type=pdf
Alberta Research Council Inc.	CAN	tubular	d ~2mm	Electrophoresis; R&D http://www.arc.ab.ca/manu/Micro_soft.asp
Alpps	EU (A)	tubular	n.a.	Industrial R&D http://www.alpps.at/en/brennsys.html
Korea Institute of Energy Research	Korea	tubular	n.a.	Anode supported; R&D http://www.kier.re.kr/english/project/renew2.html http://www2.electrochem.org/cgi-bin/abs?mtg=206&abs=1695
ITN Energy Systems, Inc.; Sister company: Ascent Power Systems, Inc.	USA	planar	D ~ 35 mm	"thermal spray" technique, R&D http://www.itnes.com/ http://www.ascentpower.com/
Microcell; Partners: Lilliputian, NexTechMaterials	USA	tubular	d ~0,3 – 1,0 mm	1 – 5 kW system as a 1 st target after high US military funding alfranz@lsinc.biz http://www.mtmicrofuelcells.com/ http://www.nexttechmaterials.com/
Nanodynamics	USA	tubular	n.a.	System available: 50 W, 12 V DC http://www.nanodynamics.biz/pdf/nanopages.pdf
TOTO	Japan	tubular	d~5mm L~110 mm	ATIP SCOOP™ Technology: Fuel Cell, Energy, Topic: TOTO, Country: Japan. 27 July 2004
University of Connecticut, USA	USA	tubular	n.a.	Extrusion, Link to Acumentrics; R&D http://www.ctfuelcell.uconn.edu/

* 자료 : Wolfgang Winkler, Report written for the EU funded thematic network SOFCnet, 2004

○ 미국 M-C Power 사에 의해 예측된 전력 산업용 연료전지 시장 규모

< 표II-35 전력 산업용 연료전지 세계시장 규모 >

	2005	2008
미 국 (MW)	1,107	2,801
중남미 (MW)	271	1,012
동유럽 (MW)	1,578	4,433
시장규모 (M\$)	1,600	4,500

* 자료 : M-C Power사 (2005)

다) 기술동향

- 에너지환경 분야에서 요구되는 고온 구조 및 복합 소재는 입자강화 또는 섬유강화 복합 소재 및 코팅 소재가 대표적이며, 이들 소재는 모두 고온 강도 및 장기 내구성, 고경도, 치수 정밀성 및 안정성, 우수한 기계적 및 화학적 내식성, 저마찰계수, 고탄성계수와 저비중의 특성을 요구
- 복합 소재, 즉 나노 입자나 단섬유 (whisker) 또는 장섬유 (fiber)에 의해 기지상이 강화된 복합 소재는 기존의 모노리스 세라믹 소재에 비해 5배 이상의 파괴저항성을 보유하여야 함. 이를 위해서는 파괴인성의 증가를 위한 기술, 즉 섬유 주변의 편향 (deflection) 유도 기술, 섬유 파괴 시의 응력 (stress) 증가 기술, 기지상으로부터 섬유의 pull-out 에너지 강화 기술의 개발 중
- 코팅 소재의 경우에는 코팅층 미세구조 제어와 성능향상 기술 개발을 가장 중요한 핵심기술이며, 현재 저렴한 코팅 단가 및 단순한 공정에 의해 편중되어 있는 용사 코팅 (thermal spray) 기술의 한계를 극복할 수 있는 신코팅 기술의 개발에 역점을 두고 있으며, 우주항공이나 가스 터빈 엔진 부품 등에 활용할 수 있는 고성능, 내열/내환경 (TBC/EBC) 코팅 기술의 개발 추진
- 고체산화물 연료전지 소재는 전해질, 전극, 밀봉재, 연결재 소재로 나누어지며, 특히 셀의 출력특성을 결정하는 단위 셀은 NiO-YSZ/YSZ/LSM 구조가 가장 일반적이나, 최근에는 LaGaO₃계 전해질, (La,Sr)(Co,Fe)O₃와 같은 양극을 이용한 고성능 셀이 개발됨에 따라 고가의 분말들이 일부 상용화 되어 있는 추세
- 고체산화물 연료전지의 핵심기술 중 하나는 다공질 전극 지지체 위에 치밀질 전해질을 가능한 얇게 코팅하여 공소결에 의해 일체형 셀을 만드는 공정으로서, 셀의 크기가 늘어날수록 핀홀이 없는 전해질 층을 균일하게 코팅하는 것이 매우 중요한 공정
- 현재 국내에서는 10x10 cm² 크기의 평판형 셀이 안정적으로 제조할 수 있는 기술 단계이며, 독일의 Juelich 연구소와 Fuel Cell Energy 사의 경우 400-1000cm² 크기의 평판형 셀을 제조할 수 있는 기술 단계

- 대용량-고압 발전시스템에 적합한 튜브형 SOFC의 경우는 미국 Siemens Power Generation, 일본 Mitsubishi, Kyocera 등에서 가장 앞선 기술을 보유하고 있으며, 휴대용 SOFC를 위한 마이크로 튜브형 SOFC는 Nanodynamics, Adaptive Materials (AMI) 등이 상용화에 성공

6) 바이오 세라믹

가) 산업동향

□ 생체 임플란트 산업동향

- 교세라는 고순도 분말의 제조, 습식 성형, 소결 및 표면 가공 공정을 통하여 세라믹 베어링 소자를 제조하고, 주조, thermal barrier coating (TBC) 및 표면 가공을 통해 Ti stem 소자를 제조한 뒤, 반조합 하여 인공 관절의 시장 점유율이 매우 높음

< 표II-36 일본 생체 세라믹 관련업체 >

제 조 업 체	관 매 업 체
아사히광학공업	아사히광학공업 뉴세라믹사업부
일본특수도업	중외제약
스미토모오사카시멘트	스미토모제약
교세라	교세라 바이오세라믹사업부
미즈비시머티어리얼	길부제약
일본전기글래스	일본레더리
비브라운메르켈	일본BS
진마	SMS진마
올림퍼스광학공업	올림퍼스판매

- 저온 복합화코팅에 의한 지능형 생체세라믹 소재 기술의 목표는 저온(300℃) 이하에서 복합화된 기능성 생체세라믹 소재를 개발하여 바이오 물질이 생체세라믹 소재에서 그 활성도를 장기간 안정적으로 유지

□ 바이오 분리/정제 산업동향

- 독일의 코텍스(Cotexc)사, 빌라텍(Billatek)사, 키아젠사(Qiagen), 일본의 토요보(Toyobo) 및 미국의 프로메가(Promega)사 등이 제품화에 성공하여 현재 생명공학 시장에서 약 10% 정도의 시장 점유율을 보이고 있으며 년 평균 10% 이상의 지속적인 점유율
- 공정의 단순화 및 농축화가 유리하기 때문인 것으로 보이며 가격 또한 멤브레인형 소재대비 0.8배 정도로 과거에 비하여 월등한 가격 경쟁력을 갖춰 향후 핵산의 분리 정제 소재로 각광
- 필터 형 핵산 분리 정제용 자동 장비의 경우 키아젠, 프로메가사 등의 외국 유명업체가 국내시장을 거의 독점하고 있는 상황이나 시스템 구현(진공 감압 장치, 원심분리 장치 등이 요구) 및 복잡한 구동 시스템 및 과정으로 장비 시장에서는 대규모 설비를 요하는 곳에서 만 구입하고 있는 상황
- 자성 마그네틱 소재를 이용한 장치의 경우는 프로메가사, 키아젠사가 제품개발에 성공하여 시판을 하고 있으나 가격이 비싸 구매에 어려움이 있다고 판단

□ 생체분자 검출/진단 산업동향

- 현재 시장은 미국의 Zimmer, Stryker, Howmedica, Johnson & Johnson, 영국의 Smith & Nephew, 일본의 Kyocera 등 몇 개의 다국적 기업에 의해서 지배되고 있음. 교세라는 자사 고유의 기술을 바탕으로 소재, 소자 및 장치의 개발과 판매를 전개하고 있지만, 그 외의 업체들의 경우에는 기본적인 장치 디자인과 소자소재를 자사에서 설정하고 각 소자와 소재의 생산을 전문기업에 의뢰하는 철저한 분업 방식으로 사업이 전개 중

□ 화장품 산업동향

- 일본 기업의 기술개발 활동이 두드러짐을 확인할 수 있으며, 카오(일본), 라이온(일본) 등 바이오산업체, 산쇼세이야꾸(일본) 등 일부 제약회사도 기능성 화장품에 관한 특허출원을 많이 하고 있는 것으로 나타나, 화장품, 특히 기능성화장품에 관해 기존 화장품 전문업체 뿐만 아니라 바이오 및 제약회사도 기능성화장품의 기술개발에 폭넓게 참여
- 프랑스는 20인 이상을 고용하고 있는 업체들을 기준으로 하였을 때 152억 6,500 만 유로이며, 제조업체 수는 207개, 화장품 업계 정규직 종사자 수는 약 47,000명 정도로 파악
- 프랑스의 업종별 생산 분포는 향수 류가 가장 크게 32%, 샴푸 등의 헤어케어류가 17%, 색조화장품류 12%, 목욕용품, 비누 등이 11%로 나타냄

나) 시장동향

□ 생체 임플란트 시장동향

- 일본 업체로는 교세라, 미츠비시머티어리얼, 아사히광학공업 등 9개의 회사가 생체 세라믹 제품을 출시하고 있음. 교세라는 고순도의 분말을 제조, 습식 성형, 고열 및 표면 가공 공정을 통하여 세라믹 베어링 소자를 제조하고, 주조, thermal barrier coating(TBC) 및 표면 가공을 통해 Ti stem 소자를 제조한 뒤, 반조합하여 인공 고관절 또는 인공 슬관절로 제품을 출시하고 있음. 일본에서 인공관절의 시장 점유율이 매우 높은 편임. 특히, 아사히광학공업은 인공뼈의 시장 점유율이 강세
- 향후 시장의 구동력은 소재 기술이며, 특히 기존 소재의 표면 개질 공정, 생체활성 및 생체재생유도 표면기능화 기술이 중요한 기술이 될 것으로 예측되고, 시장이 폐쇄적이기는 하나, 소재 기술의 도입에 대해서는 개방적이고 경쟁적인 시장참여가 가능

□ 바이오 분리/정제 시장동향

- 현재의 키트형태로 이루어진 분리/진단시약 시장은 가정용을 포함한 체외진단 시장의 세계 시장은 2000년 약 27조 원에서 2010년 약 63조원 규모로 매년 15-20%의 성장률을 보이고 있으며, 이중 40% 이상을 차지하는 임상진단 영역은 점차 바이오칩의 주된 시장영역이 될 것으로 예상
- 분리/진단시장에 출현하는 칩의 형태는 일반적인 의료인의 도움 없이 접근할 수 있도록 간편화되어 한번의 시료주입으로 결과를 내는 자동화 시스템의 형태가 될 것이며, 랩칩의 기술개발은 분석시장 뿐 아니라 가정용 진단시약으로의 거대한 시장규모 창출이 예상
- 2008년 국내바이오물질 분석관련 매출효과는 약 8,000억원 규모로 예상되므로 효율적인 기술개발을 통해 이를 국산화하고 부가적으로 수출 효과를 노릴 수 있음. (근거: 바이오산업 전체 매출액은 2005년에 3조 5천억 원, 2010년에 9조 원으로 예측되고 이 중 바이오물질 분석 관련 시장은 각각 4천억, 1조 2천억 원으로 바이오산업 전체 시장의 약 10-15% 수준으로 예측)
- 생물 장비는 상당한 규모의 시장이 형성되고 있으며 소수 선진업체의 우위가 확고함(2003년 세계 전자의료기기 시장은 282억 달러-연평균 6% 성장, 생물 분석 장비는 240억 달러(연 8%) 성장을 기록함-Deutsche Bank, 2003년 자료).

□ 생체분자 검출/진단 시장동향

- 기업별 바이오센서 시장현황은 Roche 와 Johnson & Johnson이 전체 시장의 70%를 육박함. 미국 37%, 유럽 42%, 일본 11% 정도로 회사가 분포되어 있으며, 산업체의 수는 계속 늘어날 것으로 예상됨. 바이오센서 시장의 80%를 차지하는 혈당 바이오센서의 경우 세계적으로 현재 제품화하여 판매를 하고 있는 회사는 약 40여개 정도이며, 대부분이 피부에 구멍을 뚫어 혈액, 체액을 채취하여 혈당을 측정하는 방식
- 그러나 DNA, protein, cell 관련된 측정기술에 대한 시장이 크게

성장하고 있는 추세이며, 이 시장은 새로운 시장을 창출하는 효과를 가지고 있음. 또한 이러한 시장은 의료기기 시장뿐 아니라 다양한 분야에 사용될 것으로 예상

< 표II-37 미국 분석칩 시장 동향 >

	Market Potential (in billions)						AAGE	AAGE
	2004	2006	2008	2010	2012	2014	'04-'09	'09-'14
DNA/GENE	\$0.650	\$0.925	\$1.200	\$1.400	\$1.750	\$2.250	20.0%	14.6%
PROTEIN	0.390	0.600	0.900	1.300	1.550	1.650	23.1%	8.6%
CELL	0.065	0.200	0.350	0.365	0.380	0.400	48.5%	2.1%
TISSUE	0.005	0.045	0.125	0.400	0.800	1.250	56.2%	6.5%
MICROBIOL	0.190	0.525	0.900	1.500	1.900	2.250	46.8%	12.6%
PROCESS	0.005	0.070	0.175	0.310	0.550	0.800	128%	27.4%
TOTAL	\$1.31	\$2.37	\$3.65	\$5.28	\$6.93	\$8.60	30.5%	10.6%

* 자료 : 2005 Kalorama Information

□ 화장품 시장동향

- 세계 화장품 원료 시장에서는 가장 성장률이 높은 지역은 중국이 포함된 아시아-태평양지역으로 이중 중국의 차지하는 비율은 60% 이상을 나타내고 있는 가운데 자외선 차단제와 유희와 조정에 필요한 conditioning polymers 가 주류를 이룸
- 일본의 화장품 시장은 1조 5,684억엔 (2003년 기준)수준이며, 일본의 소비자는 전통적으로 피부의 손질을 소중히 하고 있고, 구미 국가에 비해 메이크업이나 향기 관련 상품의 소비량이 적고, 스킨케어 관련 상품의 비중이 강세

< 표 II-38 해외 생체 세라믹 업체 및 제품 >

제 품 명	개발내용	관련업체	
인공뼈	제품	OsteoGen	Impladent
		Calcite	Sulzer
		Synthocer	Munich
		NeoBone	Toshiba Ceramics
		Bonetite	Mitsubishi Materials Co
		CeraSorb	Curasan
		MBCP	Biomatlante
		BSM	Etex
		BoneSource	Orthofix
		BioPex	Mitsubishi Materials
		BioBone	MerckGmbH
		BioOss	Gleislich
		Osteograft	CeraMed
		Endobon	Merck GmbH
		BioGen	Bioteck
		Osteoplant	Bioteck
		Interpore	Interpore
		Prosteon	Interpore
Bioplant HTR	Septodont		
Frios Algipore	Friadent		
인공관절	재료 : Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ 응용 : Hip-joint	Feldmuhle, Depuy NGK, CeramTech	
인공치관	재료 : Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , spinel, leucite 제품 : In-Ceram, IPS Empress, Dicor, CeraPearl, Hi-Ceram, Optec	Vita,Ivoclar-Vivadent Corning, Kyocera	

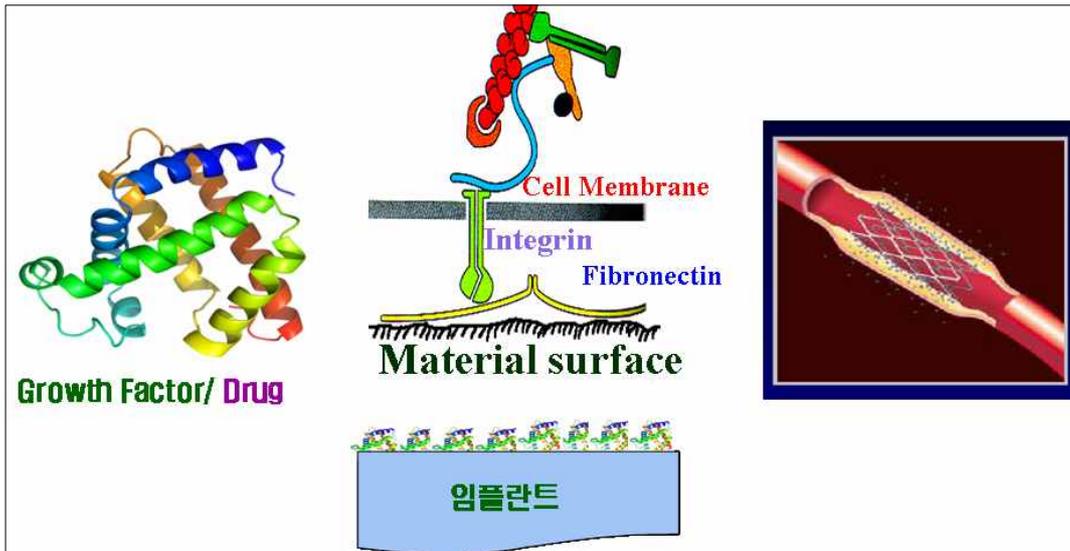
다) 기술동향

□ 생체 임플란트 기술

- 미국의 NIST 연구진은 생체활성 지지상 (matrix)에 나노 실리카 위스커를 분산 시켜 우수한 강도와 생체활성을 갖는 복합체 개발 연구를 수행하고 있으며, 일본의 국립재료과학연구소는 천연뼈와 같은 HA/collagen 나노 복합재료 개발 연구를 수행하고 있으며, 최근 카본나노튜브 (CNT)를

수산화아파타이트 지지상에 분산시켜 기계적 물성 및 생체 특성을 증진 시키고자 하는 연구가 전세계적으로 급증하고 있는 추세

< 그림 II- 생체 임플란트 소재 기술 동향 >



- '사이언스 (science)'지에 미국 로렌스버클리 연구진이 물의 동결 (freezing) 원리를 이용하여, 자연계의 조개껍질의 진주층을 모방한 기공 구조를 갖는 고강도, 고인성 다공성 수산화아파타이트 지지체 개발 연구를 보고하여, 차세대 생체세라믹 임플란트 개발의 새로운 패러다임을 제시
- 생체세라믹 임플란트의 생물학적 친화성 및 화학적 친화성은 재료의 표면 물성에 의해 크게 좌우되며, 표면 개질 기술은 생체세라믹 소재 개발의 핵심 요소 기술로 인식되지만, 현재까지 세라믹 인공 뼈의 표면 개질에 관한 연구는 아직 미흡한 실정임. 하지만 아직까지는 치과용 임플란트의 표면을 생체활성이 뛰어난 코팅층으로 개질 하는 연구 개발단계에 있는 실정
- 종래의 임플란트에는 약물 방출 제어를 위해 기능성 고분자가 주로 사용되었고 최근에는 보다 부작용이 적으며 생체적합성이 우수한 인산칼슘 계열의 세라믹 표면으로부터 약물이 방출되는 시스템에 관한 연구가 진행되고 있으나, '생체활성 나노세라믹 및 뼈재생 기능의 statin계열 약물이 복합화된 코팅 기술 개발'은 아직 전세계적으로 체계적인 연구가 시도되지 않은 미개척 분야일 뿐만 아니라, 저온에서 코팅이 가능하기 때문에 모재의 손상 없이 복합코팅을 할 수 있기

때문에, 그 활용범위가 세라믹 임플란트 뿐만 아니라, 금속, 고분자 생체 및 의료용 재료 거의 모든 분야에 적용될 수 있어 그 파급효과가 매우 지대할 것으로 판단

< 그림 II-19 생체 활성 세라믹소재의 복합화 및 코팅 기술 >



□ 바이오 분리/정제 기술

- 현재 나노 기술 트렌드는 국외 연구기관 및 대학에서 주도적으로 이루어지고 있는 추세이며 연구방향으로는 가장 표준화된 방법인 펄스 전기장 전기영동이 갖는 단점인 장시간의 분리속도, 분리된 DNA 회수의 어려움, 한 번에 한 시료만 분석할 수 있는 분리 정제의 제약을 해결하고 문제점을 개선하는 방향으로 초점을 맞춤
- 코넬 대학에서는 나노 유동 채널 장치를 이용하여 겔 전기영동 장치를 사용하지 않고도 큰 분자의 DNA를 분리하는 기술을 보고한바 있음. 초미세 장치로 제조한 미세채널 장치를 이용하면 긴 DNA 분자(5,000 ~ 160,000)를 겔 혹은 펄스 전기장을 이용하지 않고도 효과적으로 분리 할 수 있다는 사실이 확인
- DNA 분리 원리는 분자체(Molecular sieve)처럼 작용하며 높은 이동성을 갖는 DNA 대형 조각들을 이동시키는 얇은 채널과 두꺼운 채널을 동시에 갖고 이 채널들이 전환이 가능한 형태를 취하고 있음. 다중채널

방식의 DNA를 매우 효과적으로 분리할 수 있으며 분리 후 DNA의 회수가 쉽다는 장점이 있고 제조가 쉽고 간단한 형태로서 고집적 DNA 분석 및 분리하는 시스템으로서 유용성이 좋은 기술로 부각

- 현재 단백질의 순수 정제를 위해서 주로 사용하는 방법은 크로마토그래피 (Chromatography)를 이용하는 것이나 단백질 정제의 단순화, 고속화 및 저비용화 등을 목적으로 나노기술이 접목된 정제기술 및 분자필터 (molecular filter)기술 등이 보고

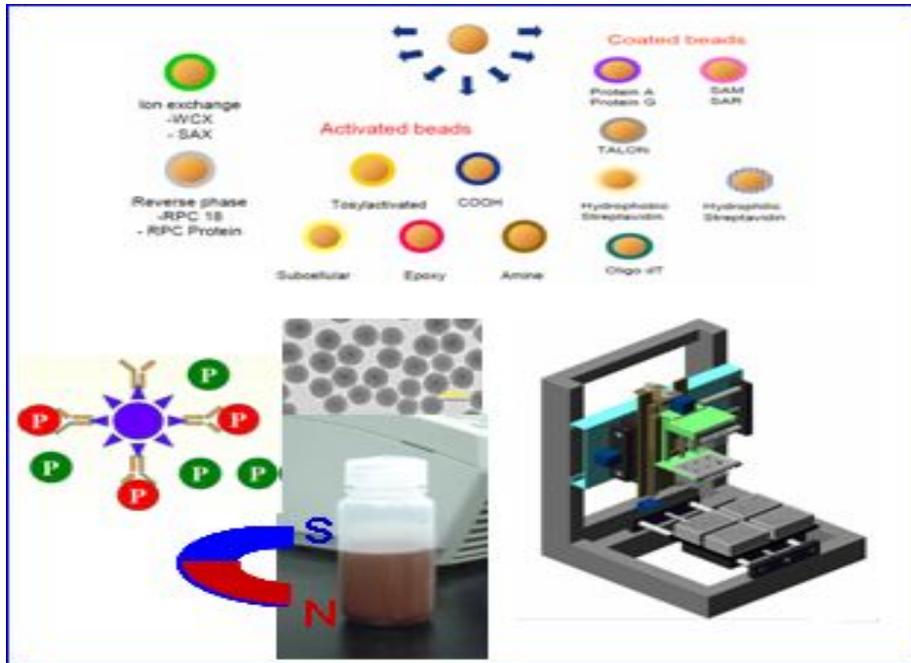
< 그림 II-20 Ceramic column 을 이용한 column chromatography >



- 일본 산업기술종합연구소와 동경공업대학은 항암제의 작용과 관련된 단백질을 정제하는 기법을 개발하였다. 이 기술을 이용하여 직경 20 nm의 고분자 입자 표면에 항암제인 시스플라틴에 의해 손상을 입은 사람의 DNA를 고정한 후 사람의 자궁경부암 세포에서 추출한 단백질용액과 반응시켜 표면을 분석해 본 결과, 손상된 DNA와 결합하는 것으로 알려져 있는 7 종류를 포함하여 9 종류의 단백질 흡착이 된다는 사실을 보고
- 2000년대에 들어서 새롭게 개발된 대표적인 단백질 정제기술로 미세한 단백질을 전기적으로 전하를 띠는 “염운(salt cloud)” 하에 밀어 넣음으로써 단백질이 분자 필터(molecular filter)를 통해서 유실되는 것은 막는다는 연구결과가 밀리포어 그룹(Millipore Corp, Genentech 및 Univ. of Delaware)의 공동 연구에 의해서 발표

- 한편, 핵산을 분리 정제하는 데에 마그네틱 비드 기술을 응용한 제품도 출시되고 있는데 이 방법은 직경 5~5.8 μm , pore size 500 angstroms의 45~55%의 magnetite로 구성된 SiO_2 마그네틱 비드를 mobile solid phase로 사용하여 액상 내에서 용균 된 박테리아 세포액에 존재하는 핵산과의 특이적 결합을 응용한 것으로 순도와 분리속도 측면에서 기존 제품보다 좋지만 가격이 고가이며 분리량이 적다는 단점이 있으나 향후 핵산 분리 소재 및 제품에 대한 실마리를 제공한 기본 기술로 여겨짐

< 그림 II-21 Magnetic beads chromatography >



□ 생체분자 검출/진단 기술

- 생체감지물질은 분석물질을 인식하여 신호변환기가 측정할 수 있는 신호로 전환시킬 수 있는 생체분자로서, 특정 물질과 선택적으로 반응 및 결합할 수 있는 효소, 항체, 항원, 렉틴, 호르몬 리셉터 (hormone receptor), DNA, RNA 등이 있음. 신호변환 방법으로는 전기화학 (electrochemical), 전기, 형광, 발색, SPR (surface plasmon resonance), QCM (quartz crystal microbalance), 열 센서 등 다양한 물리화학적 방법을 사용

- 기존에 광학적(optical) 방법에 의한 측정 뿐 아니라 압전 변화 (piezoelectric)에 의한 방법, 전기화학적(electrochemical) 방법 등 다양한 측정방법들이 최근 개발되고 있으며, 측정방법에 따른 다양한 소재가 요구
- 압전 현상을 이용한 SAW (surface acoustic wave) sensor를 이용한 연구도 많이 진행됨. 1ng/ml 수준의 미세량 감지가 보고되고 있으며 주요 소재는 세라믹 소재인 LiNbO₃, 또는 LiTaO₃ piezoelectric single crystals
- 전자소재에서는 ITO(Indium tin oxide), FTO (Fluorine doped tin oxide (SnO₂:F)), ZnO등 광학적으로 투명하며 전기전도성이 우수한 세라믹 소재들이 개발되고 사용되어 왔다. 이러한 전도성이 우수한 세라믹소재의 개발은 세라믹 소재를 이용한 생체분자의 전기화학적 측정법이 가능
- 이스라엘에 Willner 교수팀은 CdS (cadmium sulfide) 와 같이 광전기화학 DNA 반응 (photoelectrochemical transduction of DNA)을 일으킬 수 있는 반도체 나노집합체 제조하고 이를 이용한 DNA 검출을 하는 방법이 보고
- 미국 NCI(암연구소)에서 인체진단용 바이오 나노센서 및 바이오센서에 대한 포괄적인 계획 하에 각 부서에서 지원하고 있음. 바이오센서는 DOJ, NASA, NIH, NSF에서 지원하고 있음. 미국 NASA(항공우주국)와 NCI에서는 인체에 사용할 나노-탐침을 공동 개발 중
- 일본의 농림수산성은 식품용 바이오센서 개발 사업으로 93년도부터 97년도에 걸쳐 제 1기의 사업이 수행되었으며, 「고기능 바이오센서를 활용한 새로운 식품 제조 기술의 개발사업」은 제 2기가 수행 중에 있음. (연구 개발 기간은 10과제 모두 5년간으로 농수성의 관련단체인 농림수산성 기술산업 진흥 센터(STAFF)를 통해 이루어짐)
- 유럽의 경우, 독일을 중심으로 연구 개발이 이루어지고 있는데, 구동독의 기술 중심도시인 라이프찌히, 예나 등에 광학, 생명 의공학 관련의 막대한 인프라 투자 지원하며, 이들의 적절한 융합기술인 detection system기술에 선두를 유지하고자 노력 중

□ 화장품

- 기능성 화장품의 특허 출원 동향을 일반 화장품과 비교하면, 지난 20년간 화장품 전체의 특허출원은 약 7%의 증가율을 보인 반면, 기능성 화장품은 12% 이상의 높은 특허출원 증가율을 보임
- 미백, 주름개선, 자외선 차단 기술별 기능성 화장품의 특허 동향을 살펴보면, 자외선 차단과 관련된 특허가 과반수이상으로 가장 많고, 주름개선, 미백의 순으로 특허 출원이 다수 발생

< 그림 II-22 생체세라믹의 필요기술 >



< 표Ⅱ-39 생체세라믹 수입동향 >

(단위, 천불)

대분류	중분류	2003			2005			2007		
		총계	미국	일본	총계	미국	일본	총계	미국	일본
경조직소재	치과용 시멘트	3,503	1,284	1,742	4,875	1,782	2,065	7,062	2,621	3,364
	치과용 충전제	12,293	3,102	2,827	12,750	2,609	3,424	16,393	3,353	3,910
	치과용 드릴 엔진	2,969	564	76	5,869	200	-	7,455	225	421
	치과용 바아	3,341	149	196	4,286	141	609	4,439	127	863
	치과용 유닛	8,375	1,602	5,209	7,803	1,486	4,511	5,646	676	4,364
	치석 제거기	467	63	10	1,376	69	72	2,377	78	75
	치과 왁스	8,962	3,329	2,236	11,061	3,324	3,152	12,877	3,777	2,948
	뼈형성용 시멘트	3,164	1,116	-	4,511	1,515	1	5,921	463	-
	인조관절	45,365	26,961	-	61,298	30,937	-	81,807	48,579	-
청정분리소재	필터블록/ 필터플레이트	25,152	-	-	77,360	-	55,115	125,675	23,861	3,539
	정수기 교체용 필터	1,409,118	1,353,438	31,051	1,799,268	1,442,211	218,188	1,183,249	585,153	268,600
	판.쉬트 및 스트립	652	23	304	1,362	215	952	2,822	270	1,439
	하이브리드 실리카	3,094,819	51,654	1,507,538	755,790	3,625	100,837	2,900,933	709,840	167,334
	실리카겔	808,348	204,970	438,541	692,742	65,704	190,637	1,434,284	187,014	370,201
	산화철	3,198,144	409,066	1,983,597	1,533,478	215,423	383,756	971,828	15,727	171,336

	산화아연	572,945	18,845	91,858	427,573	2,884	94,461	849,183	23,516	306,379
	제올라이트 화장품용	2,746	2,520	-	12,882	-	-	-	-	-
	제올라이트 가정용	3,114	-	345	34,428	13	325	30,786	936	-
의 료 진 단 소 재	조영제	31,104	722	-	45,609	596	-	70,504	774	-
	카테터	33,182	17,379	2,469	43,021	25,303	6,012	65,191	33,868	9,961

* 자료 : 한국무역협회, 2008

< 표 II-40 생체세라믹 수출동향 >

(단위, 천불)

대 분 류	중분류	2003			2005			2007		
		총계	미국	일본	총계	미국	일본	총계	미국	일본
경 조 직 소 재	치과용 시멘트	13	3	-	64	-	-	112	33	-
	치과용 충진제	6,897	515	791	7,605	362	696	10,736	660	604
	치과용 드릴 엔진	-	-	-	84	-	-	766	297	10
	치과용 바아	1	1	-	8	2	-	167	1	26
	치과용 유닛	3,374	-	-	3,526	-	-	3,513	-	-
	치석 제거기	281	128	-	355	34	-	336	-	-
	치과 왁스	29	7	-	27	3	-	101	62	-
	뼈형성용 시멘트	-	-	-	60	37	-	64	52	-

	인조관절	975	138	-	712	338	-	1,075	323	34
청정분리소재	필터블록 및 필터플레이트	146	104	-	62	-	-	10	-	-
	정수기 교체용 필터	10,041	1,980	519	24,942	3,041	1,392	42,520	6,110	2,352
	판.쉬트 및 스트립	20,179	327	2,846	51,108	4,218	8,694	46,255	1,055	3,855
	하이브리드 실리카	2,887	4	331	4,190	333	919	3,196	-	856
	실리카겔	5,812	191	2,794	5,929	258	3,726	6,184	769	3,094
	산화철	7,934	164	66	7,600	310	1	13,972	854	108
	산화아연	11,386	-	5,250	13,705	-	6,582	39,768	-	22,869
	제올라이트 화장품용	455	-	-	-	-	-	1	-	-
	제올라이트 가정용	14	10	-	13	6	-	162	-	-
의료진단소재	조영제	1,386	-	-	2,052	-	-	6,341	-	-
	카테터	6,340	1,443	403	7,167	1,773	431	11,118	1,733	3,539

* 자료 : 한국무역협회, 2008

3. 파인세라믹 산업의 문제점 도출

가. 총괄 산업의 문제점

□ 고품질 원료 수급의 어려움

- 범용제품의 국내 원료수급은 가능하나, 첨단제품용 고품질 원료의 국산화 시급
 - 첨단 파인세라믹의 소재의 국산화가 안되어서, 일본 등 선진국에 의존
 - * 특히, 질화물인 경우는 100% 전량 수입에 의존
 - 수입에 의존하여 제품경쟁력 취약 및 핵심기술 종속

□ 국내 수요업체의 수입품 선호, 수급기업간의 협력관계 미약

- 국내 생산원료 및 제품의 품질에 대한 수요업체 불신 팽배로 시장선점이 안됨
 - 국내 수요업체는 검증된 수입품 선호, 국내 개발제품도 글로벌 기업의 가격 인하로 시장 진입의 어려움에 직면
 - * B사는 유전체 소재 개발 이후 일본기업 가격인하(50%↓)로 시장진입 실패
(개발전 : 5.7만원/kg → 2.7만원/kg)
 - 국산제품에 대한 신뢰부족으로, 완제품 경쟁력 저하 우려, 수입품 선호

□ 수요업체의 글로벌 소싱 추세로, 첨단제품 수입유발 구조 가속

- 첨단제품의 핵심소재 관련기술의 주요 공급원으로서의 대일의존 심화
 - 핵심소재 기술은 국내기업의 기술력 및 투자부족으로 대부분 일본, 미국에 의존
 - 특히 핵심기술관련 공급원으로서의 대일 의존 심화

□ 중소기업이 90%이상인 대표적인 소량 다품종 산업

- 중소기업위주의 산업구조로 장기적인 기술개발 투자에 어려움 발생
 - 단기 성과위주의 생산주도형 공정기술에 치중(기술혁신형 소수)
 - 소재는 수입하고 공정기술 중심의 저투자, 저리스크 우선 경영

□ 정기적이고 체계적인 수급통계 및 DB 시스템 부족

- 파인세라믹산업은 산업분류 및 HS Code의 미비로 파인세라믹 업계 동향 파악 및 기술용 DB 구축에 어려움 발생
 - 도자기, 내화물, 시멘트, 유리 등 전통세라믹은 통계가 대략 파악되나, 파인세라믹은 기타 비금속광물 등에 포괄적으로 포함되어 품목별 세부통계 집계 곤란(응용제품에 포함 분산되어 통계 산출 불가능)
- 산업통계의 체계적이고 지속적인 산업실태조사가 전무한 상황
 - 분야/품목별 생산, 수출입액/수량, 매출, 기업조사 DB 등, 협회에서 일부조사 수행하나, 통계로는 역부족 상황
 - * 시장규모 및 전망을 위한 통계미비, 사업성 검토 한계

□ 수급단체/기업간 협력 시스템 부족

- 원료↔소재↔부품↔Set산업, 기업간의 전략적 공동기술 개발사업 극소수로, 개발된 원료 및 소재가 실제 부품 및 제품화까지 연결되지 않는 경우 다수

나. 분야별 산업의 문제점

1) 원료 · 광물

가) 산업구조 측면

- 국내 파인세라믹 원료 시장 규모는 약 1조 원에 이르며, 세계 시장 규모는 국내 시장의 약 50배로 추정
- 최근 우리나라의 주력산업인 반도체, 자동차, 바이오, 정밀화학, 등은 생산성 저하와 환율상승 등에 의한 기초 원자재 가격 상승으로 인한 비용 증가로 인해 국제 경쟁력을 잃어가고 있음.

- 산업경쟁력의 저하 요인 중 자원, 소재부분의 열세는 심각한 수준으로 대부분 첨단 파인세라믹 원료 및 소재를 선진국으로부터 수입하여 의존하고 있으며, 반도체 산업을 비롯한 고가의 고도산업용 소재일수록 대외 의존도가 매우 높아 자원 및 소재 원료의 종속현상이 심화

나) 산업기반 측면

- 세계는 광물자원의 안정적 확보를 위한 다양한 정책을 펴고 있으며, 자원 부국은 부존자원을 전략적으로 이용하고 있어 고품위 광물 원자재 가격은 지속적으로 상승
- 이러한 산업 원자재 가격의 상승은 국가 소재/부품 산업과 국가 성장 동력 산업의 국제 경쟁력의 최대 변수로 작용
- 원광을 산업 원료 소재 물질로 제조하기 위한 원료 소재화 처리 및 활용 산업은 완성품(시스템)과 기초 출발 원료(광물, 원재료 등)의 중간 단계로 국내 부품/모듈 산업과 같은 후방 산업의 시장의 규모에 직접적으로 영향
- 2007년도 국내 비금속광물 처리 산업 자체만으로도 7천억 원의 시장 규모로서 비금속 광물을 이용한 부품소재 및 모듈에 이르는 후방산업의 시장 규모를 고려한다면 그 시장 규모는 수십조 원에 이를 것으로 판단

< 표II-41 국내 비금속 광물 시장 규모의 현황 및 전망 >

(억원/년)

구 분	2007년	2015년	2020년	2025년	2030년
석회석(filler)	2,025	3,038	4,556	6,834	10,252
규산질 광물(기능성 미분말)	4,470	6,705	10,058	15,086	22,629
기타 광물자원 (장석, 점토 등)	360	540	810	1,215	1,823
총 계	6,855	10,283	15,424	23,135	34,704

다) 기업구조 측면

- 국내 대부분의 파인세라믹 원료 광물 산업의 경우 소규모 및 영세성, 기술인력 및 인프라 부족, 자체적인 기술개발 부족에 의한 선진국 기술 종속형 산업구조를 벗어나지 못하고 있는 상황.
- 파인세라믹 원료 소재의 경우 선진국에서는 자원 및 원료소재에 대한 기술개발에 총력을 기울여 전략화/자원화하는 추세에 있으며, 이에 따라 기술 선진국에 의한 원료 지배 및 관련 산업 시장 지배가 더욱 심화화 우려됨 ⇒ 수출입 규모증가에 따라 대일무역적자가 동반증가 추세 등의 현상 나타남.

라) 기술경쟁력 측면

- 국가의 비금속 광물 처리 산업의 발전은 직접적으로는 원료 소재 산업의 고부가가치화에 따른 국제 자원 및 소재 원료 시장의 국제 경제성 확보와 함께 간접적으로는 기존산업 및 첨단산업에 응용되어 기존제품의 고부가가치화, 신제품의 개발, 생산 공정의 고효율화 등에 크게 기여함으로써 선진국에서는 관련 기술의 수준 개선을 위해 힘쓰고 있음.

< 그림 II-23 고기능성 원료소재 개발에 의한 전후방 연관산업 >

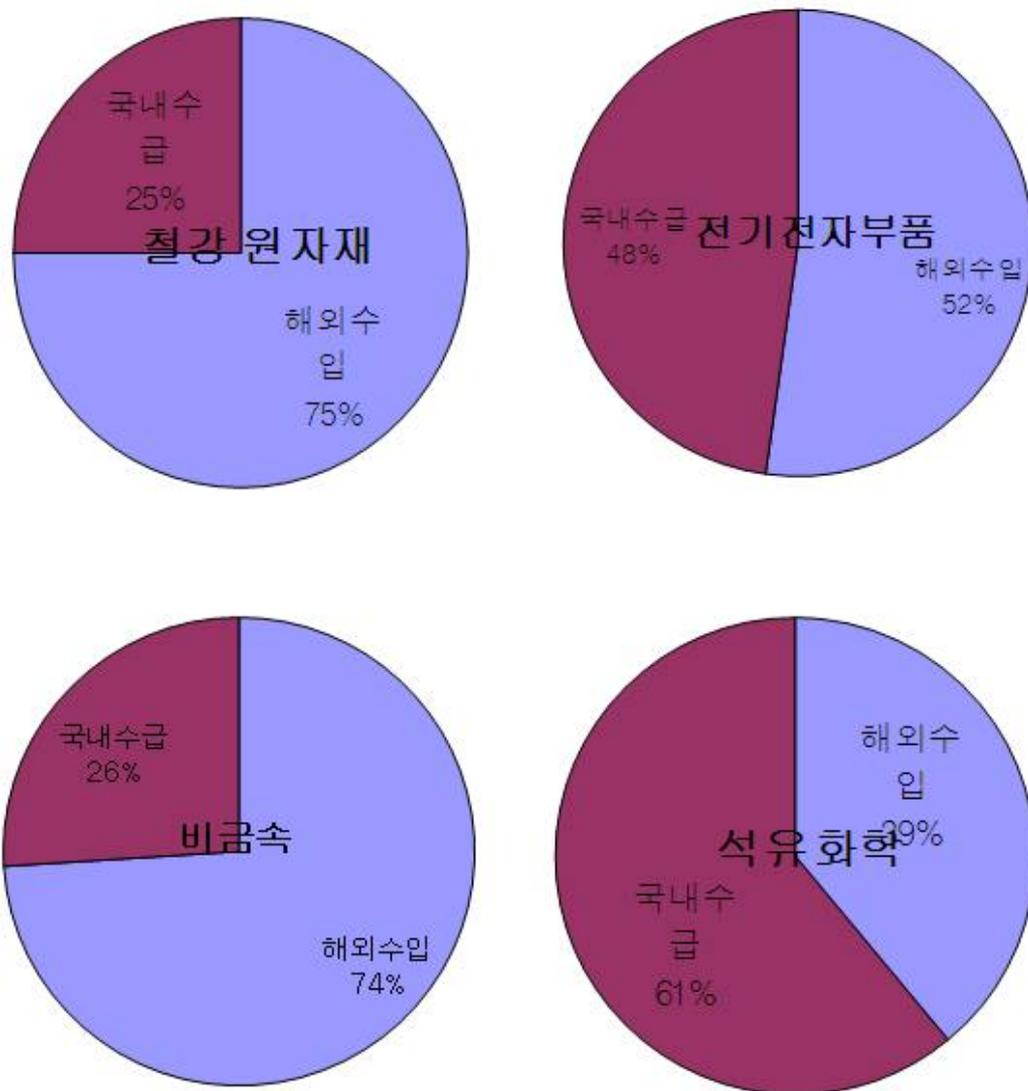


- 이러한 비금속 광물 처리 기술과 타 분야의 기술적 융·복합화는 기존의 단순 광물 처리 산업에서 최근 고품위/다기능/고기능의 산업 제품의 수요 급증에 따라 기능성 부여를 위한 처리 활용 산업으로 변화를 가짐

마) 수급구조 측면

- 파인세라믹 원료의 해외 의존도는 정밀 화학 산업의 경우 39%, 자동차 전기·전자 부품 산업 52%로, 반도체, 자동차, 바이오, 정밀화학, 등은 생산성 저하와 환율상승 등에 의한 기초 원자재 가격 상승으로 인한 국제 경쟁력을 잃어감

< 그림Ⅱ-24 국내 수출 주력 산업의 소재 원료의 해외 의존도, 2005년 산업자원부 >



2) 프리세라믹

가) 산업구조 측면

- 국내 pre-ceramics 수요 시장의 협소가 가장 큰 문제이며, 파인세라믹 산업 특성상 소규모 다품종 형태의 수급 구조를 가지고 있어 이에 필요한 pre-ceramics도 소량 다품종 수요에 의해 국내 생산보다는 대부분을 수입에 의존
- pre-ceramics 원료물질 종류가 다양하고 수요처에 따라 다양한 spce을 충족시키기 어려움.
- 수요업체에서 필요시 국외로부터 수급하는 시스템 때문에 의해 국내 연구 및 생산 기반 취약

나) 산업기반 측면

- 대다수 수요 업체들은 파인세라믹 원료를 비롯한 pre-ceramics 전반에 걸쳐 불만이나 문제를 제기
- 사용하고자 하는 pre-ceramics가 대부분 국내에서 생산되지 않거나 국내 생산 기업의 소규모/영세화 및 다품종 생산 시스템이 미비
- 국내에서 생산되는 pre-ceramics이더라도 품질 고급화가 이루어지지 않아 신뢰성 감소
- 대부분의 pre-ceramics 원료물질은 소자 제작 과정 등에 산업 종류가 다양하고 수요처에 따라 다양한 spce을 충족시키기 어려움

다) 기업구조 측면

- 자체 기술개발을 통해 일부 세라믹 원료를 생산하였으나 품질 문제로 인하여 상당수 수요 업체에서 사용을 기피함.
- 일부 생산되고 있는 원료 제품에 있어서도 해외 마케팅 능력이 부족하여 판로 개척의 애로

라) 기술경쟁력 측면

- pre-ceramics에 대한 투자 및 개발 노력이 미흡하였음.
- 대부분의 pre-ceramics를 수입에 의존하므로 원료 기술에 대한 원천기술이 부족
- 파인세라믹의 원료 물질 및 응용에 관한 연구 부족으로 선진국 대비 기술 경쟁력이 매우 낮음

마) 공급구조 측면

- 주요 pre-ceramics 제품은 일본으로부터의 수입에 크게 의존하며, 최근에 특히 소재의 원천기술 확보를 위한 pre-ceramics 국산화 필요성이 부각
- 대기업들에 의한 일반전자 부품의 독점화 현상에 따라 pre-ceramics 전문기업 양성이 어려움
- 핵심 pre-ceramics 제품에 대한 선진국들의 국외 반출 제한에 따른 공급의 어려움도 대두
- 수요기업인 대기업의 원료 및 부품 소재에 대한 해외 의존도가 매우 높음

< 사례분석 >

○ 사례1

국내 반도체 기업의 경우, 반도체 박막소재 평탄화용 CeO_2 CMP 슬러리를 국내 기업에서 확보하기 위하여 대상 소재업체들을 조사하였으나, 결국 Hitachi Chemcial 등의 일본기업으로 선정, 거래를 하고 있고 가격 등에서 불리한 점이 많음. 최근에 들어서야 국내 소재기업에서도 시장성 및 기술접근 가능성을 인식하여 국내 반도체 기업에 납품을 추진하고 있음. 이는 국내 관련 소재업체들의 미래시장 동향 예측 능력, 기술인식 부족 그리고 소자-소재업체간의 공동목표 설정을 위한 신뢰성 부족 등이 원인

○ 사례2

현재 여러 기업, 연구소, 학교 등에서 수많은 세라믹 계열 나노입자를 제조하고 그 기술력 역시 일정한 경쟁력을 확보하고 있으나, 실제 파인세라믹 제품까지

연결된 미래형 신산업의 창출은 극히 드물고, 주로 외국의 신산업 주도에 따라 후발형 개발로 진행되는 경우가 많다. 이는 각 기술개발 주체자간의 공동 목표설정을 위한 정보교류 부족과 함께 개발 기술에 대한 시장 창출형 후속 기술개발 연구 및 지원의 미비에 의한 것

- 대표적인 IT, 환경, 화학 산업용 나노 소재 기술 현황

- 저온용 질소산화물 제거용 탈질 촉매 개발
- 다기능 나노 다공성 신구조 개발
- 은 나노-제올라이트 섬유 개발
- RFID 전극 소재 페이스트 개발
- 모세관형 고기능 광섬유 개발
- 정보통신용 MEMS FBAR 필터 부품 개발
- 유기매질 분산 나노 입자 형성 기술 등

○ 사례3

최근 정보전자 산업의 경우, 국내 기술개발에 의한 핵심소재 확보에 대한 인식이 서서히 확산되고 있어, 금속 산화물 박막 소재 등 몇몇 아이템의 경우, 연구소-소재기업-소자기업의 일정 수준의 연결고리가 형성, 국내 기술개발이 직접적으로 최첨단 소자 개발을 촉진하는 사례가 있음. 그러나 대체로 초기 시장진입이 상당히 까다로운 편임

3) 전자세라믹

가) 산업구조 측면

- 전자세라믹 소재의 수입에 의한 대외의존도가 지속되면서 결국 종속적인 하위산업국가의 단계로 머물게 되어 자체적인 기술개발이 부진함에 따라 차세대 성장 동력을 만들어 내는 것이 지연되는 수가 있음.
- 국내 전자세라믹 시장의 약 60%가 수입에 의존하고 있기 때문에 기술력을 바탕으로 한 일본 등의 선진국으로부터의 고부가가치 제품과 값싼 노동력을 바탕으로 하여 생산 단가 면에서 우위를 선점하고 있는 중국, 대만 등 동남아 각국의 저가 제품의 양방향 공세를 받고 있는 상황

- 기초·소재의 기술력이 취약하여 산업구조가 전자부품의 조립을 위주로 하는 저부가가치 범용부품 생산체제로 고착화
- 전자소재 부품 등의 고부가가치 부품은 미국, 일본 등의 선진국에서 대부분의 시장을 차지하고 있어 국내 개발 및 생산 업체의 시장 진입이 매우 어려운 실정

나) 산업기반 측면

- 전자 세라믹 부품 및 소재에 대한 개발 및 설비투자가 적절하게 이루어지지 못하고 계속 일본에 의존하게 되어, 소재 제조 기술 및 기초과학분야가 발전하지 못하고 국내 상황에 따른 원가의 자율적인 조정이 이루어지지 못하고 있는 상황
- 정부의 핵심 부품·소재에 관한 원천기술개발 및 경쟁력 제고를 위한 부품·소재 기술개발사업 자금의 지원규모가 너무 적고 지원대상이 제한적
- 전자세라믹 부품소재 사용 시 성능, 내구성 등에 대한 신뢰성을 평가하기 위한 장비 부족 및 평가기술의 후진성으로 인해 신뢰성 평가제도 또한 활성화되어 있지 못함
- 선진국의 전자세라믹 부품 및 소재에 관한 표준화 규격과 기술 표준에 관한 자료가 축적되어 있지 않을 뿐만 아니라 전문조사기관이 부재하여 해당국과 수출시 별도로 자료를 수집해야 하는 불편이 초래
- 전자 세라믹 분야는 소재, 공정, 전자회로, 기계분야의 전문 인력 연계 개발을 통하여 완성될 수 있는 부분이나 국내는 이러한 인력이 부족한 실정

다) 기업구조 측면

- 국내의 전자소재 생산업체는 대부분 중소기업 규모의 후발 업체로, 다품종 시장의 대응 능력을 확보하지 못하고 있으며, 품목별 시장변화 예측이 어려운 상황에서 오래 전부터 세트에 장착된 부품의 단순 국산화전략으로는 일본의 한계를 따라가지 못함
- 기업이 자체적으로 해결할 수 없는 소재의 신뢰성 평가 및 신뢰성 향상을 위해 정부가 지원하는 신뢰성 향상 지원사업의 지원규모가 적어 중소기업이 충분한 지원을 받지 못하고 있는 실정
- 국내의 다수 업체들이 고임금, 노사분규, 판로문제 등으로 인해 전자 부품 및 일부 세라믹 소재 생산기지를 해외 이전할 계획으로 있어 국내의 다수 기업이 위축될 우려 소지
- 기업의 해외 이전시 핵심기술 유출, 연관 산업의 동반이전, 전자 세라믹 소재 및 부품 기술의 역수입 등의 문제를 초래할 수 있음
- 전자 세라믹 부품 및 소재의 공급업체인 중소기업과 수요업체인 대기업간의 납품가격, 품질 등에서 대립 마찰이 심화되어 수급체제가 불안해질 우려 소지

라) 기술경쟁력 측면

- 국내 전자세라믹 업계는 단기간의 제품화기술에 치중하여 원천기술 확보에는 투자여력이 없는 실정.
- 장시간의 생산경험 및 기술개발 등을 통해 확실한 우위를 점하고 있는 일본의 무라타, 마쓰시타, 토킨 등의 제품이 전세계 시장을 점유하고 있고, 이들 제품의 성능이 뛰어난 반면, 비교적 저가이므로 이를 대체 할 기술개발의 필요성을 느끼지 못함
- 전자 세라믹의 소결·성형 등 가공 공정기술은 선진국 수준대비 70~80%에 근접하고 있지만 연평균 20% 이상 시장의 성장이 전망되는 국가 성장 동력 산업인 디스플레이, 이동통신, 메카트로닉스(자동차, 로봇) 산업의

분야의 핵심 원천기술은 일본대비 30% 수준이며 일본 의존율은 60% 정도로 대일무역적자가 가속화 되는 중

- LTCC(저온 동시소성 세라믹)를 이용한 적층 세라믹, 임베디드 소재 등은 연구 초보 단계 수준이며, 특히 백색 LED 소재, 융복합 휴대폰 및 자동차용 적층세라믹 콘덴서 등의 첨단핵심소재는 기술력이 매우 미흡
- 자동차 부품 소재 등 핵심 분야의 소재 기술수준이 선진국에 비해 낮은 수준에 있어 대외 기술도입을 통한 전자 소자의 완성품 공급에 치중
- 저부가가치 전자소재의 경우 선진 업체에서는 대부분 철수하거나 후진국에 기술을 이전한 제품으로 기술적 요인 보다는 단가에 대한 경쟁이 치열

마) 공급구조 측면

- 대부분의 전자소재 응용부품은 다품종 소량 생산되고 있으며, 특히 소재, 설계, 공정기술 등이 복합적으로 이루어져야 하므로 초기투자 비용이 과다하기 때문에 자체 개발에 한계성을 가짐
- 휴대폰 및 자동차용 적층세라믹 콘덴서는 국내에서 소재부터 제품까지의 전 공정을 독자적으로 생산하는 제품은 극소수에 불과
- 선진국에서는 PDP용 격벽재, 유전체, 감광성 세라믹소재 등 이들 신성장 동력산업용 세라믹소재에 대해서는 일체 공급을 기피
- 내수부진, 원자재 가격 상승으로 원활한 자금회전이 어려운 경우, 대기업의 부당한 납품가격 인하요구 등으로 인하여 공급업체의 불량품 납품, 부품 부실화와 같은 역효과가 발생 가능성 소지함
- 국내시장을 독점하는 외국계 전자 부품·소재 업체가 국내업체의 기술개발로 부품시장에 진입을 개시한 경우 기존의 외국 업체가 가격을 대폭 인하함으로써 신규업체의 시장진입을 방해 가능성 소지함

< 사례분석 >

○ 사례1

최근 자동차부품협회는 원자재가격 인상으로 인한 자동차부품 공급가격 문제로 마찰이 발생하여 중소기업들이 연쇄부도 위기에 몰렸으며 주물 부품협회는 부품중단을 선언하는 등 갈등이 심화된 사례

○ 사례2

국내 모 전자회사가 신규 개발한 세탁기 방수용 스위치를 국내기업에 공급코자 하였으나 동 부품을 국내에 공급해 오던 일본회사들이 기존가격보다 20%를 할인하여 국내업체들에 공급함으로써 모 전자회사의 국내시장 진입을 어렵게 한 사례

4) 기계·구조세라믹

가) 산업구조 측면

- 국내 구조 세라믹 업체들은 일본과 유럽 등에 비해 규모가 작고 동일한 제품을 생산하는 업체들이 난립되어 업체 간의 경쟁이 치열함. 현재 선진국 업체는 기술 집약적 제품의 경쟁력을 높이기 위해서 기술개발에 치중하고 있고 중국과 동남아 국가들은 저가격 제품 시장에 진입하고 있음. 단기적으로는 국내 업체들이 중국이나 동남아 국가들과 품질 경쟁에서 우위를 유지할 수 있으나, 장기적으로 보면 선진국들이 독점하고 있는 기술집약적 제품을 생산하지 못하면 국내 업체들은 무너질 것으로 예상
- 구조 세라믹 제조업체들 중 매출 규모가 500억원이 넘는 기업은 쌍용머티리얼, 대구텍, 코미코, 솔믹스, 썰마스터 등 몇 개에 불과한 실정이고 1,000억원 이상이 되는 곳은 거의 없음. 다행히 반도체/디스플레이 산업의 활황세에 힘입어 향후 2, 3년 내에 매출액 1,000억원 이상의 기업이 출현할 것으로 기대되지만 대부분의 기업들은 여전히 영세성을 면치 못할 것으로 예상됨. 구조 세라믹 공급업체들이 반도체/디스플레이 산업을 비롯한 각 산업에서 세라믹의 활용을 극대화시키기 위한 다양한

시도를 진행해야 하지만 영세성 때문에 대부분의 기업은 기술 집약적인 신제품 개발에 도전하기 힘든 상황

- 반도체/디스플레이 산업 구조를 보면, 구조 세라믹 원료를 수입하여 해당 부품을 제조하는 기업과 제조된 부품을 납품받아 반도체/디스플레이 제조 장비를 조립하는 기업, 그리고 이렇게 만들어진 장비를 구입하여 반도체/디스플레이 제품을 생산하는 기업 등이 존재함
- 국내 장비 제조업체는 아직 독자적 설계 능력을 갖지 못하고 일본이나 미국의 장비를 역설계하여 제작하는 단계임. 이에 따라 장비 업체들이 사용하는 부품의 spec은 선진국의 spec과 동일하고 이는 국내 구조 세라믹 기업들의 능력과 무관한 경우가 많음. 이는 다시, 구조 세라믹 기업들이 독자적인 부품 개발 대신 외국 부품을 따라가게 되는 상황을 만들. 국내 장비 업체들이 충분한 기술력을 갖고 국내 구조 세라믹 부품의 spec을 기준으로 장비를 제작할 수 있다면 국내 구조 세라믹 산업은 크게 활성화될 것으로 기대됨. 따라서 국내 구조 세라믹 산업의 육성 발전을 위해서는 관련 장비 제조업체의 기술력 향상도 매우 중요한 요소
- 최종 사용 기업인 반도체/디스플레이 제조업체들은 자신들의 공정에 관련된 사항을 노출하기 꺼려하여 장시간에 걸쳐 개발된 구조 세라믹 부품의 성능평가가 쉽게 이루어지지 못하는 구조적인 문제점도 있음. 구조 세라믹 부품의 가격 비중은 반도체/디스플레이 제품의 가격을 결정하는데 있어 1%에도 미치지 못함. 즉, 구조 세라믹 부품을 사용하는 최종 기업의 입장에서는 1%의 비중도 차지하지 못하는 구조 세라믹 부품을 국산으로 대체하려 하지 않는 것임. 문제는, 이러한 현상이 누적되어 국내 구조 세라믹 산업이 황폐화될 경우 일본이나 미국의 부품제조 기업이 부품 공급을 무기화할 수 있고 이는 고스란히 국가산업인 반도체/디스플레이 산업의 엄청난 피해로 이어질 수 있다는 것임. 따라서 이에 대한 국가적 대책이 필요

나) 산업기반 측면

- 국내 구조 세라믹 산업은 원료 분말의 대부분을 수입에 의존한다는 산업 기반적 취약성을 가짐. 구조 세라믹 제품의 특성은 원료 분말에 크게 의존하는데, 이는 기술 집약적 신제품 개발 및 사업화에 있어서도 큰 장애가 됨. 국내 구조 세라믹 원료 분말 시장은 크지 않지만 매우 높은 기술수준을 요구함. 높은 품질의 분말을 제조하려면 많은 자본과 시간이 요구되는데 국내 시장은 규모 면에서 투자 위험성에 대한 만족을 주기 힘들
- 원료 분말과 함께 구조 세라믹 산업의 기반으로 들 수 있는 것은 세라믹의 정밀 가공 기술임. 이는 가공기술 자체 뿐 아니라 정밀 가공 기계과 공구, 새로운 가공기술의 개발 능력 등을 포함함. 또, 구조 세라믹 부품의 형상이 복잡해지고 단가 인하에 대한 압력이 높아져 실형상 제조기술이 중요해졌는데, 실형상 제조를 위해 필요한 기반기술은 유기물 첨가제 (분산제, 바인더, 가소제 등) 기술임. 파인 세라믹 제조공정 중에 투입되는 소량의 유기물 첨가제는 화공산업 분야의 산물로서 그 시장은 크지 않으나 세라믹 제품의 품질과 불량률을 결정하는 중요한 역할을 함. 현재, 국내 파인 세라믹 산업에서 사용되는 유기 첨가제는 극히 일부를 제외하면 전량 수입

다) 기업구조 측면

- 구조 세라믹 산업은 다품종 소량 생산의 특징을 가짐. 따라서 국내 기업들도 몇 가지 제품만을 생산하는 경우는 드물고 여러 가지 제품들을 생산하면서 주력 제품을 갖고 있는 형태를 취함
- 세라믹 절삭공구 제조기업인 쌍용머티리얼은 세라믹 절삭공구와 전자렌지용 부품, 페라이트 제품을 주력 상품으로 가지며 매출의 90%이상을 이들 제품으로부터 얻음. 대구텍의 주력제품은 초경공구이고 구조 세라믹 제품으로는 절삭공구만을 생산함. 반도체/디스플레이 제조용 구조 세라믹 부품 제조 기업인 솔믹스는 과거 구조 세라믹 정밀가공업체로 출발하여 '02년을 기점으로 고부가가치 소재중심기업으로 탈바꿈하고 있음. 솔믹스는 수익성 향상 및 고객/생산제품 영역 확대를 통해 빠른 성장을 거듭하고 있는데, '07년 대기업인 SKC가 솔믹스를 287억원에 인수함으로써 향후

성장이 더욱 빨라질 것으로 예상됨. 코미코의 경우는 반도체 장비 부품을 세라믹 코팅하여 세정하는 서비스를 주업으로 하며 정전척 및 기타 세라믹 부품을 제조, 공급함. '07년 매출 구성은 세정부분이 73%, 정전척이 12%, 기타 부품제작이 16%이나 부품 제작은 아직 적자상태임. 그럼에도 불구하고 코미코에서는 구조 세라믹 부품 개발 및 제조를 계속하여 이 부분의 수지를 전환시키고자 함. 이 밖에도 수많은 구조 세라믹 기업들이 있으나 대부분은 아직 단순 부품 제조에 주력하고 있는 상황

라) 기술경쟁력 측면

- 국내 구조 세라믹 산업은 저가의 단순 부품 제조 기술에서는 경쟁력을 가지나, 가격 경쟁력에서 중국에 뒤쳐져 시장을 잠식당하고 있고 기술 집약형 고가품에서는 일부 품목을 제외하면 기술 경쟁력이 일본이나 미국 등 선진국에 이르지 못함
- 미국 쿼스텍의 투자를 받은 쿼스텍 코리아는 기술 집약형 알루미늄 제품인 세라믹 돔 (dome)을 개발, 생산하고 있고 코미코는 질화 알루미늄 정전척(ESC)을 개발하였으며, 최근 단성 일렉트론은 LCD용 정전척과 반도체용 정전척을 개발하였고, 솔믹스는 새로운 코팅기술을 개발하여 알루미늄보다 내식성이 우수한 이트리아 코팅에 성공하였다고 발표한 바 있음. 그러나 이러한 정전척이나 이트리아 코팅은 아직 충분한 신뢰성을 얻지 못한 것으로 생각됨. 이트리아 코팅의 경우는 일본 Toto사에서 최근 새로운 코팅기술로 개발 상품화하였으며, 동일한 기술을 재료연구소에서 개발한 바 있음. 정전척이나 세라믹 히터의 경우에는 개발을 위해 많은 이론적 기술이 필요하지만 국내 기반기술이 일본 기업인 NGK, Shinko, Kyocera 등에 비해 취약한 편이어서 많은 어려움이 있으며 특히, 핵심인 유전체 기능 물질을 대구경으로 균일하고 정밀하게 제조하는 기술은 매우 부족한 상태
- 탄화규소(SiC)는 반도체 제조공정에 필요한 고강도, 내열 충격성, 열전도성 등을 두루 갖춘 재료로 반도체 웨이퍼 크기가 12인치로 확대되면서 더욱 주목 받고 있음. 아울러, 기존 웨이퍼의 운반 지그로 사용되었던 퀴츠 등을 대체할 것으로도 예상되고 LCD 유리기관 및 반도체 웨이퍼의 대형화에 따라 그 사용이 더욱 증가할 전망이다. 현재, SiC 부품을 제조하는

방법은 흑연질의 부품 표면에 화학증착(CVD) 공정으로 탄화규소를 코팅하는 것인데, 99.9995%의 고순도를 가짐. 또, 코팅층은 기공이 없는 치밀한 구조를 가지며 높은 강도와 경도, 내열 충격성을 나타낼 뿐 아니라 인위적으로 빛의 투과량을 조절할 수 있어 반도체 공정 중 꼭 필요한 재료임. 두께 100 마이크로미터 이상의 탄화규소 코팅기술을 일본 Tokai Carbon사와 합작회사인 Tokai Carbon Korea가 갖고 있으나, 사실상 주요기술은 일본에 의해 지배되고 있음. 상대적으로 순도가 낮은 탄화규소는 Si-SiC를 사용하는데, 반도체 웨이퍼의 이송용 치구 등에 사용되며 KIST에 의해 개발되어 이노세라에서 생산되어짐

마) 수급구조 측면

- 첨단 미래산업의 핵심 기반인 구조 세라믹 산업은 고가, 고부가가치 의 기술 집약적 성격을 띠며 전략적인 성격이 강함. 그러나, 다품종 소 량 생산의 경우가 대부분이고 개발에서 양산에 이르기까지 많은 자본과 시간이 필요해 중소기업이 도전하기 힘든 분야임. 연구개발을 통한 시제품이 개발되더라도 양산에 이르기까지 제품의 신뢰성 확보와 제조공정의 안정화를 위한 과정이 힘들어 국가 차원의 지원이 필요. 특히, 반도체/디스플레이 제조용 부품의 경우에는 국내 기술이 세계 최고수준에 도달하여 외국 부품업체들의 견제가 심화

○ 사례 1

국내 디스플레이 기업인 LG Philips LCD에서 구조 세라믹 제조 중소기업에 대형 알루미늄 판재 196장을 주문하였으나, 해당 중소기업은 대형 알루미늄 판재 제조 자체는 가능했지만 제조공정의 성숙도가 낮아 불량률이 50% 이상. 따라서, 해당 중소기업은 기회비용 관점에서 대형 알루미늄 판재의 가격을 결정하여 통보하였고 이는 일본 기업의 가격보다 높았음. 따라서, LG Philips LCD는 국내 중소기업 대신 일본 기업과 거래를 결정

○ 사례 2

국내 반도체 생산 기업들은 일본의 반도체 장비용 Heater를 수입하여 사용해 왔으나, 최근 일본 업체들의 납기가 선금 발주 후 9개월에 이르게됨 (이는 납품 거부 수준). 하지만 국내 구조 세라믹 기업들의 기술수준이 낮아

국산화에 이르지 못하고 있으며, 이는 다시 국내 반도체 생산 기업의 애로사항이 발생

○ 사례 3

국내 반도체 생산 기업들은 초고순도 탄화규소 부품을 전량 일본에서 수입하고 있음. 국내에는 화학증착 공정에 의한 대형 탄화규소 제조기술이 없음. 반면, 일본은 최근 신기술로 탄화규소 나노 분말을 이용한 초고순도 탄화규소 부품 제조기술을 개발하여 상용화에 들어갔으며 관련 탄화규소 나노 분말을 전략화하여 국외 반출을 규제

○ 사례 4

대기 오염물질 배출 규제로 자동차용 디젤 엔진의 사용량이 증가하고 디젤 엔진의 배기가스 정화를 위한 필터의 수요가 급증하고 있음. 2011년 디젤 엔진 배기가스 정화용 세라믹 필터(DPF)의 세계시장은 14조원으로 예상되고 국내 시장도 7,000억원으로 예상되나 국내 기술은 아직 DPF를 제조할 수 있는 수준에 이르지 못함. 향후, 국내 산업이 DPF 수급을 외국에 의존하게 될 가능성이 높음

○ 사례 5

반도체의 고집적화를 위한 국내 나노공정기술이 일본을 추월하였음. 그런데, 나노공정기술에서는 고밀도 플라즈마에 의한 식각공정용 고품질 내식성 세라믹 코팅소재가 필요하지만 국내 기업들이 부품 수급을 의존하고 있는 일본에서는 아직 이러한 소재의 요구가 많지 않음. 때문에, 국내 기업들은 기존 알루미늄 소재를 대체할 우수한 내식성 소재인 이트리아 부품 확보에 어려움을 겪고 있음. 국내 반도체 기술이 세계 최고 수준을 유지하기 위해서는 관련 구조 세라믹 부품의 국내 기술 개발이 필수적

5) 에너지·환경 세라믹

가) 산업구조 측면

- 국내 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재와 관련된 업체는 전무한 상태로 볼 수 있음. 이는 우리나라 기계구조 세라믹 관련 업체들이 대부분 연간 매출액 100억 미만의 중소기업 형태를 벗어나지 못하고 있는 상황에서 반도체나 디스플레이 산업용 구조 세라믹 분야에 편중되어 있는 산업구조가 근본적인 요인
- 90년대 중반 이후 대양산업, (주)테크 등의 업체에서 정부출연연구원과의 공동연구를 통해 이전받은 기술을 활용하여 극히 일부 품목에 한하여 에너지환경용 소재를 개발, 판매하고 있는 상태임. 대양산업에서는 현재 탄소섬유 강화 탄화규소 복합체 재질을 이용한 철강 열처리로용 고효율 래디언트 튜브나 버너 노즐의 상용화를 준비하고 있으며, (주)테크에서는 자동차용 브레이크 디스크 및 패드를 개발하여 상용화 준비 중
- 그러나 2000년 이후 고유가에 의한 3차 오일쇼크의 위협을 받고 있는 상황에서 에너지환경 변화에 능동적으로 대처하기 위한 정책이나 기술개발의 중요성이 정부뿐만 아니라 일반 기업에서도 심각하게 받아들여지고 있는 상황이기 때문에 에너지환경 관련 소재의 개발에 대한 필요성이 증가하고 있음에 따라 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재와 관련된 산업도 늘어날 것으로 예상
- 고체산화물 연료전지용 소재산업은 POSCO를 비롯하여 효성중공업, 삼성전기 등 대기업의 참여가 시작되는 단계이나 소재-부품 산업이 취약하고 핵심기술 개발보다는 핵심기술과 부품을 수입하여 단기간에 상업화하려고 하면 부가가치 창출이 어려울 가능성이 높음. 특히 기술력 확보가 어려운 중소기업 형태의 세라믹 기업들이 고체산화물 연료전지와 같이 다양하고 복합적인 소재기술을 단기간 내에 확보하기는 어려울 것으로 예상

나) 산업기반 측면

- 에너지용 고온 구조 및 복합 소재의 산업기반적인 문제점은 소재 개발에 필요한 원소재, 즉 섬유강화 복합소재의 경우, 탄화규소 섬유 (SiC fiber), 알루미나 섬유 (Al_2O_3 fiber), 탄소섬유 (Carbon fiber), 유리섬유 (glass fiber) 등이며, 초정밀 신코팅 소재의 경우, 지르코니아 (ZrO_2) 분말, 티타늄 나이트라이드 (TiN) 또는 티타늄 카바이드 (TiC) 분말, 보론 나이트라이드(BN) 분말 등을 100% 수입에 의존해야 하는 기반적인 취약성 보유
- 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재와 같이 대형 및 3차원 near-net shape 형상이 필요한 소재의 개발이나 제조에 필요한 장비가 필요한데 현재 대부분의 업체들은 다품종 소량 및 소형제품에 의존하고 있는 상황이므로 인력, 인프라가 거의 없는 산업기반적인 문제점을 가지고 있어 국제적인 경쟁력을 더욱 잃어가고 있는 상황

다) 기업구조 측면

- 국내의 에너지용 고온 구조 및 복합 소재 세라믹 제조기업은 1980년대 소재산업이 활성화 된 이후, 1990년도부터 중국을 비롯한 후발개도국의 풍부한 인적, 물적 자원을 이용한 저가공세에 의해 시장잠식에 따라 지속적으로 감소하기 시작하여 현재에는 10개 미만의 중소기업이 관련 분야를 유지
- 그러나 이들 기업의 경우에도 전문인력의 부족과 빈약한 장비 인프라, 재정적인 영세성으로 인해 고부가가치 소재를 개발할 능력을 점차 상실하고 있는 상태
- 또한 세라믹 소재는 소재기술이 갖는 성격상 개발품의 형태가 최종제품이기 보다는 시스템이나 기기에 적용되는 중간제품의 성격에 가깝기 때문에 최종 수요기업의 적용여부나 개발단가 문제 등에 의해 중소기업에서 기술개발의 성과를 극대화시키기 어려움을 보유
- 고체산화물 연료전지에 대한 산업계의 관심은 높으나 소재 관련기업은

벤처기업 형태의 소수에 불과함. 또한 대기업에 종속되기 쉬운 소재-부품 산업의 국내 상황에서 고 부가가치를 창출할 수 있는 기술수준의 중소기업을 발굴하기에 어려움이 있음

- 국내 SOFC 소재 개발은 시스템개발 기업에서 직접 수행하고 있으나 전문인력 인프라의 부족, 공동 컨소시엄 등 협력부재, 단기간 내 실증화를 목표로 함에 따른 소재 원천기술 개발 부족 등의 문제점 보유

라) 기술경쟁력 측면

- 에너지·환경용 고온 구조 및 복합 소재는 내화물과 같은 전통적인 구조세라믹 소재와는 달리 원재료의 선정/관리부터 제조공정 제어, 고효율/고성능화를 위한 물성 분석 및 미세구조 제어, 모사성능 평가 및 장기 내구성 평가 등이 종합적으로 이루어져야 하는 첨단 소재
- 또한 고온 구조 및 복합 소재를 에너지환경 분야에 적용시키기 위해서는 개발대상 제품이 대형이거나 복잡 형상을 한 near-net shape 제품을 제조하여야 함. 이를 위해서는 고가의 성형장비 (압출성형기, 사출성형기, 3D 필라멘트 와인딩 장치, CIP 등)이나 고온 소성장비 (고진공 소성로, HP, GPS 등)나 고진공 증착장비 (EB-PVD, CVD, CVI, Plasma 등) 등이 필수적으로 요구
- 국내의 경우, 연구실 규모의 장비 활용을 통한 시편 제조 및 특성평가 기술이나 전문인력은 풍부하다고 할 수 있으나, 실용화나 상용화용 장비제조 기술력이나 전문인력 인프라 구축이 미흡하기 때문에 선진국 대비 기술경쟁력이 매우 부족한 상태
- 국내 SOFC 소재기술은 대부분 단전지 개발 위주이며 핵심소재나 공정에 대한 기술은 선진국의 기술을 모방하는 단계의 연구 개발이 주로 이루어져 원천기술 확보가 부족
- 국내 SOFC 기술 개발은 비교적 제조과정이 쉽고 스택을 구성하기 쉬운 평판형에 치중되어 있고, 평판형이나 튜브형 스택 설계에 대한 독자적인 모델이 없다는 약점을 가짐

마) 수급구조 측면

- 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재는 현재보다는 차세대 또는 미래지향적인 기술성격을 갖고 있기 때문에 산업체에서 기술개발이나 상품화를 위한 즉각적인 투자가 어려운 분야
- 따라서 이러한 소재 분야는 정부출연연구기관을 통한 정부차원의 중장기적인 지원을 통하여 기술개발과 표준화를 통한 기술력을 확보한 후, 산업체로 기술이전을 유도하는 수급구조 필요

○ 사례 1

탄소섬유 강화 탄화규소 복합소재는 한국에너지기술연구원과 대양산업이 정부로부터 5년간의 지원을 받아 철강 열처리용 래디언트 튜브와 래디언트 버너용 노즐 개발기술을 확립하여 상용화 준비 중에 있음. 현재 대양산업에서는 1500mm급 래디언트 튜브 시제품을 제작하여 (주)SAC에서 개발 중인 진공침탄로에 적용하기 위해 가스누설을 zero 달성을 위한 제원 최적화 작업이 진행 중

○ 사례 2

(주)테크에서는 현대자동차와 함께 고급 자동차나 스포츠카에 적용하기 위한 브레이크 디스크 및 패드를 탄소섬유 강화 탄화규소 복합소재로 개발하여 적용하고자 하는 연구를 당해 연도를 최종연도로 하여 수행 중에 있음. 현재 개발된 시작품은 현대자동차에서 실차 적용테스트 중에 있으며, 개발품 인증 후 내부 양산용 준비도 함께 진행 중

○ 사례 3

초정밀 신코팅 소재의 경우, 한국에너지기술연구원에서 국책사업으로 EB-PVD (Electron Beam Physical Vapor Deposition) 공정에 의한 나노코팅 기술 연구를 수행하여 자동차 엔진용 흡배기 밸브에 내열, 내식성이 우수한 지르코니아 (ZrO_2)를 코팅한 기술을 개발하였음. 그러나 이 기술은 고가의 장비사용이 필수적이며, 기존 금속제품 생산 수준의 양산화 공정과 단가 조정 측면에서 어려움이 있어 상용화는 달성하지 못함

6) 바이오세라믹

가) 산업구조 측면

- 현재 기초 생명과학 관련 분야 관련자 및 연구자들은 DNA 분리 정제 시 대부분 실리카 막을 기초로 한 외국 제품을 사용하고 있음. 물론 일부 국내 제품도 있지만 아직까지는 수입제품이 시장의 대부분을 차지하는 상황
- DNA 분리는 생명과학 특히 유전자를 이용한 다양한 기술의 응용을 위한 첫 단계이며 기본 단계이기 때문에 이 과정의 제품화 여부는 지금까지 외국산 제품이 대부분을 차지하는 국내 생명과학 기초 생명과학 연구시장에 상당한 경쟁력을 있을 것
- 국내 센서 시장은 오랜 기간에 걸쳐 해외 제품들이 장악하고 있음. 전기화학 기반 기술 가운데 2차 전지, 연료 전지 등 에너지 관련 기술에 비하여 센서 분야에서는 선진국과의 기술 격차와 산업적 가치에 대한 인식 부족으로 민간 차원에서의 투자가 열악한 수준
- 국내 산업측면에서도 세라믹 소재를 응용한 바이오칩 또는 바이오센서의 개발은 아직 미미한 실정이며 세라믹과 폴리머를 기반으로 한 혈액임상 분석 시스템을 개발한 것이 유일한 세라믹 소재 도입 센서 시스템

나) 산업기반 측면

- 고기능성 지능형 세라믹 임플란트 소재 개발을 위해서는, 우선적으로 기존의 생체세라믹 인공뼈 소재가 갖는 급작스런 파괴를 억제하여 소재의 신뢰성을 높일 수 있는 신소재 개발이 필요하며, 기존의 단순한 지지체 개념을 뛰어넘어 빠른 골 조직 재생을 유도 할 수 있도록, 임플란트 표면을 생체활성 나노 세라믹으로 코팅 및 BMP-2 발현을 유도하는 statin 계열의 약물을 안정하게 복합화 하는 기술이 절실히 요구되고 있는 실정
- 피코몰 농도라는 극미량 분리를 위한 세라믹 소재 개발은 현재 전무한 것으로 소재개발에 따른 신뢰성 확보를 위해서는 소재/공정의 표준화 및 물성 평가 protocol 확립이 기술개발과 병행하여 확보해야 하는 어려움을 가짐

- 현재 필터나 컬럼 중심의 생체분자 분리시스템을 무컬럼화 공정으로 전환 시키면서 효율 및 분리속도를 개선하는 것은 큰 어려움이 없지만, 이것을 패키징화 하여 시스템을 확립하는 기술은 많은 공정변수를 갖고 있기 때문에 정확도 제고 및 선택적 분리효율 개선 등의 아직 시도되지 않은 기술개발의 어려움을 보유
- 세라믹 소재의 다양한 적용 테스트 미비로 향후 소재에 기인하는 신뢰성 불량 발생에 대한 솔루션이 요구됨. 선택된 세라믹 소재에 최적화된 전극의 설계 및 적용 기술에 따라 신뢰성 수준이 좌우될 것으로 예상
- 세라믹을 기반으로 한 소재가 생체물질에 대한 우수한 적합성, 안정적인 고정화에 의한 활성유지 능력을 가지고 있음에도 불구하고 세라믹 자체의 물성제어의 어려움 및 칩/센서 제작을 위한 가공성 등에 의해 바이오칩/센서용으로 개발된 예는 glass소재를 제외하고는 극히 희박

다) 기업구조 측면

- 불과 몇 년 전만해도 생체 세라믹에 관련된 국내 업체가 전무하였으나, 최근 인공 뼈와 치과용 세라믹을 생산하는 업체가 급증하고 있음. 이로 인해 많은 업체에서 상품 출시를 위하여 식약청의 허가를 받거나, 또는 연구개발에 주력
- 생체 세라믹을 생산하는 국내 제조업체는 기존에 다른 세라믹을 생산하고 있다가 생체 세라믹에 관심을 갖고 생산을 시작한 곳과, 생체세라믹 생산을 위해 신규 설립된 벤처 기업의 두 가지로 대별할 수 있음. 또한, 생산은 뼈 이식재와 치과재료로 양 대축을 형성
- 세라믹 Glass의 전 세계 시장 규모는 현재 1.3억불에 해당하며, 특히 바이오 분야에 사용되는 고급화된 glass 세라믹은 4200 억불정도로 추정됨. 국내에서는 현재 40억불 규모의 시장이 형성되어 있으며 99%가 수입에 의존

라) 기술경쟁력 측면

- 기존에 개발된 임플란트 표면 개질과의 차별화를 위해서 나노세라믹의 임플란트 표면 코팅 및 BMP-2 발현을 유도하는 statin 계열의 약물을 안정하게 복합화 하는 기술이 요구되며, 생체활성 나노 세라믹, 성장인자 및 약물 복합화 코팅을 위해서는 각 성분의 특성을 저하시키기 않는 저온 복합화 코팅 공정의 개발이 필요
- 현재 핵산/단백질을 분리/정제하는 장비 및 기술들의 개발은 궁극적으로 어떤 시료(피, 소변, 대변, 가래, 침, 조직 세포, 공기, 물, 머리카락)든지 사람의 도움이 없이 DNA를 자동적으로 분리/정제하는 것을 목표로함
- DNA의 분석을 위해서는 DNA의 분리, 증폭, 검출의 세 단계를 거쳐서 이루어지고 있으며 각각의 단계를 자동하는 장비는 많이 출시되고 있지만 세 단계를 동시에 수행하는 것은 현재 출시되고 있지 않음
- 핵심소재의 기술개발에 따른 자동화 및 소형화를 이루기 위해서는 고밀도 집적 패키지 기술이 병행되어야 함. 또한 지금 까지 비드 형태의 경우 세라믹 입자 및 고분자 입자 기술은 소개 되었으나, 나노 다공을 갖는 금속산화물 입자를 나노크기로 제어하는 기술과 자성을 부여하는 기술은 아직 상용화 되지 않은 태동기의 원천적 기술이라는 요인을 가짐
- 국내 학계 및 산업계 전반에 걸쳐 원천소재 기술 수준이 일본, 독일 등의 선진국에 비하여 많이 뒤쳐져 있음. 원천 소재 개발은 장기간의 시간과 금액을 투자하여야 하고 그 성패를 가늠하기 어려운 특성이 있으나 국내의 R&D 경향은 짧은 시간 내에 성과가 나오는 기술이나 아이টে에 많이 치중
- 기능성화장품인 경우 의약품과 달리 감성적인 측면이 큰 비중을 차지하기 때문에 감성적 특성을 유지하면서도 원하는 목적을 달성해야 하기 때문에 의약품소재보다 고도의 기술이 요구

마) 수급구조 측면

- 세라믹 기반 생체소재 기술은 현재까지는 투자대비 회수기간이 길다는 이유로 기술개발 투자 보다는 선진국의 기술 및 제품 수입에만 의존하고 있어 국가경쟁력 확보 차원에서 큰 어려움을 갖고 있는 실정
- 따라서 바이오/생명공학 산업 분야의 생체소재 관련 핵심요소기술들은 매우 높은 기술수준을 필요로 하며, 국내 기술력은 선진국에 비하여 상당히 뒤쳐져 있어서 이와 관련된 제품들은 전량 수입에 의존하고 있는 실정

< 표II-42 연도별 생체재료 산업의 수급 실적 >

(단위 : 억원, %)

구 분	공 급				계	수 요			
	생 산		수 입			내 수		수 출	
	금 액	비 중	금 액	비 중		금 액	비 중	금 액	비 중
1993	1,521	67.5	131	32.5	2,252	1,683	74.7	569	25.3
1995	2,387	73.4	864	26.6	3,251	2,516	77.4	735	22.6
1997	5,879	80.9	1,685	19.1	7,264	4,246	58.5	3,018	41.5
1999	9,130	81.2	2,114	18.8	11,244	6,701	59.6	4,543	40.4
2001	13,950	76.9	4,196	23.1	18,146	11,783	64.9	6,363	35.1
2003	20,791	80.2	5,132	19.8	25,923	15,985	61.7	9,938	38.3
최근 10년 간 연평균 증가율	29.9		21.5		27.7	25.2		33.1	
최근 5년 간 연평균 증가율	20.5		24.7		21.2	25.7		15.6	

Ⅲ. 파인세라믹 주요소재 산업실태 조사

1. 주요소재별 산업동향

가. 목적 및 조사대상 소개

□ 목적

- 국내 취약한 파인세라믹 분말원료 실태 조사 및 현황 파악 및 산업실태 파악
- 특히 파인세라믹 업체의 생태계 특성(공급사슬 및 기업간 협력상황)분석을 위해 생태계의 첫 시발점인 파인세라믹 원료의 국산화 수준, 기술개발 수준, 경쟁력 수준의 파악이 정확히 진단될 필요성이 대두
- 따라서 각 산업의 핵심 부품의 파인세라믹 원료인 산화물 15종, 비산화물 6종, 복합화합물 6종, 기타 2종 등 총 29개 원료의 국내 실태 실사

□ 주요 분석 내용

- 파인세라믹 원료 수급조사 및 향후 수요전망
 - 파인세라믹 원료기업의 설문 및 방문조사를 통한 산업분석, 기업실태분석, 수요산업분석, 기술동향 분석, 가격동향 분석을 통한 파인세라믹 원료산업 실태 조사 및 분석 실시
- 파인세라믹 원료의 국산화율 분석 및 수요전망
 - 파인세라믹 산업의 원료의 생산 및 수출입 통계분석을 통한 국산화율 및 최종 수요처별 발전에 따른 원료의 수요전망이 이루어져 우선적으로 국산화를 위해 집중 관리가 이루어져야할 품목을 선정
 - 29개 주요 원료 기준 산화물의 국산화율은 39%, 비산화물 0%, 복합화합물 80%, 기타 33%로 전체적으로 38%의 국산화율 수준에 머물러 이에따른 국산화 우선대상 품목을 선정 필요성

○ 파인세라믹 원료산업분석을 통한 문제점 도출

- 국내 파인세라믹 원료산업의 산업규모, 공급구조, 시장규모, 국산화 정도 등의 산업분석을 통한 문제점 도출

□ 조사 대상 소재 List (소재 총29개)

- 파인세라믹 소재 중에서 산업측면에서 가장 많이 사용되는 소재 29종

번호	품목	이름	분류
1	Al ₂ O ₃	알루미나	산화물
2	Al(OH) ₃	수산화알루미늄	산화물
3	BaCO ₃	탄산바륨	산화물
4	BaTiO ₃	티탄산바륨	산화물
5	Bi ₂ O ₃	비스무스	산화물
6	CaCO ₃	탄산칼슘	산화물
7	CuO	산화구리	산화물
8	Fe ₂ O ₃	산화철	산화물
9	MgCO ₃	탄산마그네슘	산화물
10	MgO	산화마그네슘	산화물
11	SiO ₂	실리카	산화물
12	SrCO ₃	탄산스트론튬	산화물
13	TiO ₂	이산화티타늄	산화물
14	ZnO	산화아연	산화물
15	ZrO ₂	지르코니아	산화물
16	Nitride*	(질화물5종)	비산화물
17	SiC	탄화규소	비산화물
18	LiCoO ₂	2차전지 원료	복합화합물
19	NTC 써미스터 분말	Ni+Co+Mn+첨가제	복합화합물
20	PTC 써미스터 분말	BaTiO ₃ +첨가제	복합화합물
21	PZT 분말	PbO ₂ +ZrO ₂ +TiO ₂	복합화합물
22	Varistor 분말	ZnO+첨가제	복합화합물
23	형광체 분말 주요3종	Red, Green, Blue	복합화합물
24	TEOS	테오스	기타
25	Sillane	모노실란	기타

* 질화물 5종은 합본

□ 파인세라믹 원료산업 분석



▶ 고부가가치 분야인 복합화합물 분야 국산화율 점차 감소

Market	Market/Trends	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 산화물, 수요 5.8% 증가, 생산 6.8% 증가 → 국산화율 점진적으로 개선 中 ▶ 비산화물, Korea 수입의존도 100%. 일부 수출은 수입물량 재수출에 불과 ▶ 복합화합물 최근 3년간 수요 14.9% 증가에 생산 12.5% 증가 추세 → 수입량 확대로 국산화율 하락세
---------------	----------------------	---

산화물

Growth	M/T	2005	2006	2007	증감율
	생산	1,600,690	1,683,790	1,791,363	6.8%
	수요	2,020,092	2,156,265	2,254,016	5.8%
	S&D	-419,402	-472,295	-462,653	

국산화율	수입	667,157	746,992	780,557	9.1%
	수출	247,543	274,739	318,309	13.4%
	국산화율	34.8%	33.4%	35.1%	

비산화물

복합화합물 및 기타

M/T	2005	2006	2007	증감율	M/T	2005	2006	2007	증감율
생산	-	-	-	-	생산	5,760	6,387	7,289	12.5%
수요	29,927	29,020	32,953	3.5%	수요	7,089	8,126	9,352	14.9%
S&D	-29,927	-29,020	32,953		S&D	1,339	1,739	2,063	

수입	30,158	29,079	33,055	5.0%
수출	186	59	102	2.3%
국산화율	-	-	-	

수입	1,670	2,619	3,245	40.4%
수출	341	879	1,119	
국산화율	76.4%	67.8%	65.3%	

나. 국내 공급현황

< 표Ⅲ-1 파인세라믹 주요 소재 국내 공급현황 >

(m.t.,%)

한국 파인세라믹 산업		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
생산능력	산화물	2,572,740	2,545,440	-0.7	2,583,118	1.5	0.4
	비산화물	-	-	-	-	-	-
	복합화합물	5,700	6,633	18.6	8,646	0.0	9.3
	기타	120	258	115.0	750	190.7	152.8
	Sub-total	2,578,560	2,552,331	-0.6	2,592,514	1.6	0.5
생산	산화물	1,600,690	1,683,970	7.2	1,791,363	6.4	6.8
	비산화물	-	-	-	-	-	-
	복합화합물	5,630	6,173	9.3	6,840	10.8	10.1
	기타	130	214	64.6	449	109.8	87.2
	Sub-total	1,606,450	1,690,357	7.2	1,798,652	6.4	6.8
가동률	산화물	62.2%	66.2%		69.3%		
	비산화물	0.0%	0.0%		0.0%		
	복합화합물	98.8%	93.1%		79.1%		
	기타	108.3%	82.9%		59.9%		
	<i>Average</i>	62.3%	66.0%		69.1%		

Source) CMRI

- 국내 파인세라믹 생산능력은 산화물이 259만 톤이며, 180만 톤을 생산해 69%의 가동률을 보임. 질화물 5종과 탄화규소 등 비산화물 분야의 국내 생산은 없음

다. 국내 수급현황

< 표Ⅲ-2 파인세라믹 주요 소재 국내 수급밸런스 >

(m.t.,%)

한국 파인세라믹 산업		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
생산	산화물	1,600,690	1,683,970	7.2	1,791,363	6.4	6.8
	비산화물	-	-	-	-	-	-
	복합화합물	5,630	6,173	9.3	6,840	10.8	10.1
	기타	130	214	64.6	449	109.8	87.2
	Sub-total	1,606,450	1,690,357	7.2	1,798,652	6.4	6.8
수요	산화물	2,020,092	2,156,265	7.0	2,254,016	4.5	5.8
	비산화물	29,972	29,020	- 7	32,953	14	3.5
	복합화합물	6,286	7,241	15.2	8,343	15.2	15.2
	기타	803	885	10.2	1,009	14.0	12.1
	Sub-total	2,057,153	2,193,411	6.6	2,296,321	4.7	5.7
S&D Balance	산화물	-419,402	-472,295		-462,653		
	비산화물	-29,972	-29,020		-32,953		
	복합화합물	-656	-1,068		-1,502		
	기타	-673	-671		-560		
	Balance	-450,703	-503,054		-497,668		

Source) CMRI

- 국내 파인세라믹 원료의 수급 밸런스는 살펴보면 대부분 수입에 상당량을 의존하고 있는데, 산화물의 경우 연간 46만톤가량이 수요량에 비해 생산량이 부족하며, 비산화물은 전량 수입에 의존하고 있음. 복합화합물도 형광체분말과, 리튬산화코발트의 해외 수입 의존도가 높아 연간1500톤 가량 생산이 수요에 미치지 못하는 것으로 분석

라. 국내 시장 규모

< 표Ⅲ-3 파인세라믹 주요 소재별 국내 시장규모 >

(1000\$,%)

Korea FC 수요		2005	2006		2007		AGR 05-07	
		금액	금액	증감률	금액	증감률		
시장규모	Al ₂ O ₃	66,176	68,478	3.5	69,797	1.9	2.7	
	Al(OH) ₃	94,202	120,253	27.7	131,946	9.7	18.7	
	BaCO ₃	11,562	8,599	-25.6	6,571	-23.6	-24.6	
	BaTiO ₃	6,966	10,883	56.2	16,174	48.6	52.4	
	Bi ₂ O ₃	1,607	2,342	45.7	17,354	640.9	343.3	
	CaCO ₃	159,921	178,648	11.7	198,649	11.2	11.5	
	CuO	15,714	26,353	67.7	33,865	28.5	48.1	
	Fe ₂ O ₃	16,037	9,555	-40.4	9,494	-0.6	-20.5	
	MgCO ₃	992	776	-21.8	657	-15.3	-18.6	
	MgO	65,764	73,958	12.5	80,166	8.4	10.4	
	SiO ₂	157,411	161,452	2.6	179,606	11.2	6.9	
	SrCO ₃	16,389	22,391	36.6	16,183	-27.7	4.4	
	TiO ₂	232,174	255,337	10.0	265,668	4.0	7.0	
	ZnO	88,398	106,289	20.2	135,099	27.1	23.7	
	ZrO ₂	36,301	35,545	-2.1	80,981	127.8	62.9	
	Nitride*	6,827	6,466	-5.3	7,623	17.9	6.3	
	SiC	44,263	37,095	-16.2	43,157	16.3	0.1	
	LiCoO ₂	187,686	225,203	20.0	474,263	110.6	65.3	
	NTC 분말	4,092	4,676	14.3	5,556	18.8	16.5	
	PTC 분말	1,733	1,987	14.7	2,549	28.3	21.5	
	PZT 분말	1,023	1,089	6.4	1,576	44.8	25.6	
	Varistor 분말	1,621	1,892	16.7	2,044	8.0	12.4	
	형광체 분말	93,720	109,800	17.2	91,950	-16.3	0.5	
	TEOS	17,372	18,400	5.9	19,266	4.7	5.3	
	SiH ₄	39,900	40,375	1.2	50,230	24.4	12.8	
	USD(1000\$)		1,367,851	1,527,842	11.7	1,940,424	27.0	19.4
	KRW(100만원)		1,400,679	1,460,617	4.3	1,802,654	23.4	13.8

Source) CMRI

- 주요 파인세라믹 29종의 국내 시장 규모는 19억4000만 달러로 조사 되었으며, 이 가운데 가장 큰 시장을 형성하고 있는 원료는 리튬산화코발트로 연간 4억7400만 달러 규모를 형성. 다음으로 이산화티타늄이 2억6570만 달러, 탄산칼슘 1억9860만 달러, 실리카가 1억7960만 달러 순으로 집계
- 2차전지 원료 및 형광체 분말 등 사용량 자체는 적어도 차세대 고부가가치 원료가 많은 시장 규모를 형성하고 있는 것으로 판단

마. 국산화율

< 표Ⅲ-4 파인세라믹 주요 소재 국산화 현황 >

(m.t.,%)

한국 파인세라믹 산업		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
수요	산화물	2,020,092	2,156,265	7.0	2,254,016	4.5	5.8
	비산화물	29,972	29,020	- 7	32,953	14	3.5
	복합화합물	6,286	7,241	15.2	8,343	15.2	15.2
	기타	803	885	10.2	1,009	14.0	12.1
	Sub-total	2,057,153	2,193,411	6.6	2,296,321	4.7	5.7
수입	산화물	667,175	746,992	13.7	780,557	4.5	9.1
	비산화물	30,158	29,079	- 4	33,055	14	5.0
	복합화합물	956	1,869	56.5	2,466	31.9	44.2
	기타	714	750	5.0	779	3.9	4.4
	Sub-total	699,003	778,690	12.7	816,857	4.9	8.8
국산화율	산화물	34.8%	33.4%		35.1%		
	비산화물	0.0%	0.0%		0.0%		
	복합화합물	86.6%	84.1%		85.7%		
	기타	15.3%	20.4%		35.6%		
	Average	34.2%	34.5%		39.1%		

Source) CMRI

- 국내 파인세라믹 원료 국산화율은 전체 원료 비중의 98%를 차지하고 있는 산화물 분야의 국산화율이 35%, 비산화물의 경우 국내 생산이 전혀 없음
- 복합화합물의 경우, 리튬산화코발트와 형광체 분말 등을 제외한 PZT, PTC, NTC, Varistor분말 등은 대부분 직접 배합해 자가 소비하는 산업구조로 거의 100%에 가까운 국산화율로, 전체 복합화합물의 국산화율은 86%로 비교적 높은 수치를 나타냄

2. 주요소재별 시장동향

가. 산화물



Market / Trends

- ▶ 수요가 가장 빠른 속도로 증가하고 있는 원료는 Bi2O3로 ROHS 등 환경규제로 인해 납 대체재로서 연평균 90%에 달하는 수요 증가율을 나타냄.
- ▶ 다음으로 BaTiO3와 ZrO2도 각각 53%와 35% 가량의 높은 수요 증가율을 기록
- ▶ 반면 BaCO3, MgCO3 등은 새로운 수요 견인 요소 없이 기존 대수요처가 사라지면서 사양화되고 있음.

Growth / 국산화 Trends

- ▶ 설문 분석 결과 국산화가 시급한 원료로 뽑힌 SiO2, Al2O3, TiO2, ZrO2 각각 41%, 35%, 13%, 3% 가량 국산화 됨 -> 그러나 주로 저급품 위주
- ▶ 국산화율이 가장 높은 원료는 CaCO3로 국내 석회석 자원이 많아 100%에 가까운 국산화율을 기록하고 있으며, 물량에서도 압도적으로 많은 수요량을 기록
- ▶ BaCO3와 SrCO3는 수요 감소에 따른 생산 기지 철수로 국산화율 0%로 감소

수요	2005	2006	2007	증감율	국산화율
Al2O3	93,410	92,950	4,460	0.6	35.1%
Al(OH)3	68,809	81,550	91,828	4.2	48.5%
BaCO3	9,343	7,148	3,331	-31.0	0.0%
BaTiO3	394	609	919	52.7	45.8%
Bi2O3	154	192	503	89.5	67.6%
CaCO3	1,047,550	1,137,822	1,201,292	7.1	96.7%
CuO	5,756	6,003	6,563	6.8	16.5%
Fe2O3	51,524	44,134	48,563	-2.2	64.7%
MgCO3	866	746	557	-19.6	0.0%
MgO	223,828	261,211	39,927	13.8	5.2%
SiO2	69,302	73,047	83,282	9.7	41.5%
SrCO3	36,664	46,454	32,823	-1.3	0.0%
TiO2	127,401	133,499	136,286	3.4	13.3%
ZnO	43,121	39,077	40,328	-3.1	88.4%
ZrO2	1,960	2,023	3,354	34.5	3.1%

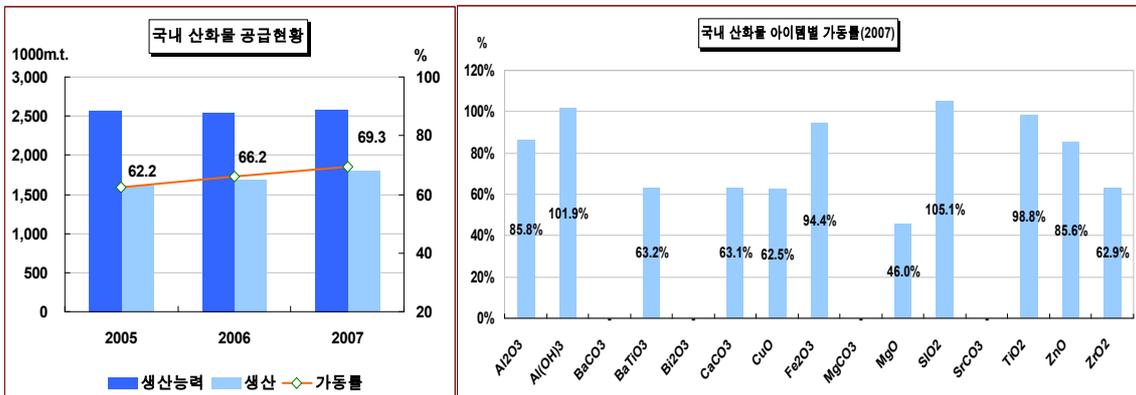
1) 국내 공급현황

< 표Ⅲ-5 파인세라믹 주요 산화물 공급현황 >

산화물		2005		2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률		
생산능력	Al ₂ O ₃	55,000	60,000	9.1	60,000	0.0	4.5	
	Al(OH) ₃	160,000	165,000	3.1	180,000	9.1	6.1	
	BaCO ₃	70,000	-	-100.0	-	0.0	-50.0	
	BaTiO ₃	1,300	1,300	0.0	1,900	46.2	23.1	
	Bi ₂ O ₃	-	1,200	100.0	1,200	0.0	50.0	
	CaCO ₃	1,954,000	2,009,000	2.8	2,029,000	1.0	1.9	
	CuO	4,640	4,640	0.0	4,640	0.0	0.0	
	Fe ₂ O ₃	65,900	69,400	5.3	71,400	2.9	4.1	
	MgCO ₃	-	-	0.0	-	0.0	0.0	
	MgO	50,000	50,000	0.0	50,000	0.0	0.0	
	SiO ₂	69,000	72,000	4.3	72,000	0.0	2.2	
	SrCO ₃	30,000	-	-100.0	-	0.0	-50.0	
	TiO ₂	60,000	60,000	0.0	60,000	0.0	0.0	
	ZnO	52,800	52,800	0.0	52,800	0.0	0.0	
	ZrO ₂	100	100	0.0	178	78.0	39.0	
Sub-total		2,572,740	2,545,440	-0.7	2,583,118	1.5	0.4	
생산	Al ₂ O ₃	54,200	54,500	0.6	51,500	-5.5	-2.5	
	Al(OH) ₃	150,000	164,700	9.8	183,400	11.4	10.6	
	BaCO ₃	15,000	428	-97.1	601	40.4	-28.4	
	BaTiO ₃	830	890	7.2	1,200	34.8	21.0	
	Bi ₂ O ₃	-	180	100.0	850	372.2	236.1	
	CaCO ₃	1,111,400	1,198,800	7.9	1,280,200	6.8	7.3	
	CuO	2,800	2,910	3.9	2,900	-0.3	1.8	
	Fe ₂ O ₃	54,200	60,800	12.2	67,400	10.9	11.5	
	MgCO ₃	-	-	0.0	-	0.0	0.0	
	MgO	31,000	24,000	-22.6	23,000	-4.2	-13.4	
	SiO ₂	68,450	70,400	2.8	75,700	7.5	5.2	
	SrCO ₃	15,000	5,000	-66.7	-	-100.0	-83.3	
	TiO ₂	53,200	57,050	7.2	59,300	3.9	5.6	
	ZnO	44,600	44,300	-0.7	45,200	2.0	0.7	
	ZrO ₂	10	12	20.0	112	833.3	426.7	
Sub-total		1,600,690	1,683,970	7.2	1,791,363	6.4	6.8	

2) 국내 수급현황

< 표Ⅲ-6 파인세라믹 주요 산화물 수급현황 >

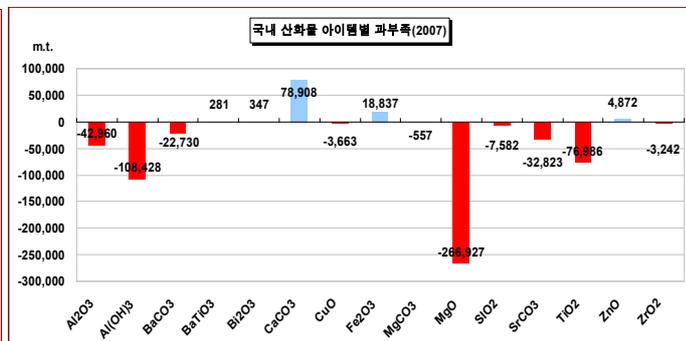
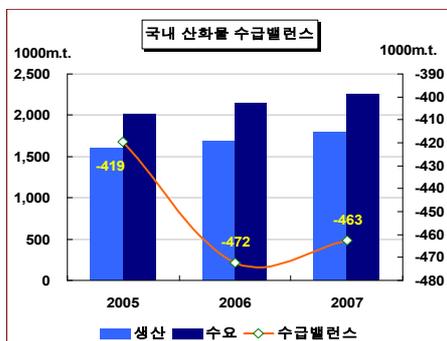


3) 국산화율

< 표Ⅲ-7 파인세라믹 주요 산화물 공급현황 >

산화물		2005		2006		2007		AGR 05-07
		물량	증감률	물량	증감률	물량	증감률	
생산	Al ₂ O ₃	54,200	0.6	54,500	0.6	51,500	-5.5	-2.5
	Al(OH) ₃	150,000	9.8	164,700	9.8	183,400	11.4	10.6
	BaCO ₃	15,000	-97.1	428	-97.1	601	40.4	-28.4
	BaTiO ₃	830	7.2	890	7.2	1,200	34.8	21.0
	Bi ₂ O ₃	-	100.0	180	100.0	850	372.2	236.1
	CaCO ₃	1,111,400	7.9	1,198,800	7.9	1,280,200	6.8	7.3
	CuO	2,800	3.9	2,910	3.9	2,900	-0.3	1.8
	Fe ₂ O ₃	54,200	12.2	60,800	12.2	67,400	10.9	11.5
	MgCO ₃	-	0.0	-	0.0	-	0.0	0.0
	MgO	31,000	-22.6	24,000	-22.6	23,000	-4.2	-13.4
	SiO ₂	68,450	2.8	70,400	2.8	75,700	7.5	5.2
	SrCO ₃	15,000	-66.7	5,000	-66.7	-	-100.0	-83.3
	TiO ₂	53,200	7.2	57,050	7.2	59,300	3.9	5.6
	ZnO	44,600	-0.7	44,300	-0.7	45,200	2.0	0.7
	ZrO ₂	10	20.0	12	20.0	112	833.3	426.7
Sub-total		1,600,690	7.2	1,683,970	7.2	1,791,363	6.4	6.8
수요	Al ₂ O ₃	93,410	-0.5	92,950	-0.5	94,460	1.6	0.6
	Al(OH) ₃	268,809	4.7	281,550	4.7	291,828	3.7	4.2
	BaCO ₃	49,343	-24.7	37,148	-24.7	23,331	-37.2	-31.0
	BaTiO ₃	394	54.6	609	54.6	919	50.9	52.7
	Bi ₂ O ₃	164	17.1	192	17.1	503	162.0	89.5
	CaCO ₃	1,047,550	8.6	1,137,622	8.6	1,201,292	5.6	7.1
	CuO	5,756	4.3	6,003	4.3	6,563	9.3	6.8
	Fe ₂ O ₃	51,524	-14.3	44,134	-14.3	48,563	10.0	-2.2
	MgCO ₃	866	-13.9	746	-13.9	557	-25.3	-19.6
	MgO	223,828	16.7	261,211	16.7	289,927	11.0	13.8
	SiO ₂	69,302	5.4	73,047	5.4	83,282	14.0	9.7
	SrCO ₃	36,664	26.7	46,454	26.7	32,823	-29.3	-1.3
	TiO ₂	127,401	4.8	133,499	4.8	136,286	2.1	3.4
	ZnO	43,121	-9.4	39,077	-9.4	40,328	3.2	-3.1
	ZrO ₂	1,960	3.2	2,023	3.2	3,354	65.8	34.5
Sub-total		2,020,092	7.0	2,156,265	7.0	2,254,016	4.5	5.8
S&D Balance	Al ₂ O ₃	-39,210		-38,450		-42,960		
	Al(OH) ₃	-118,809		-116,850		-108,428		
	BaCO ₃	-34,343		-36,720		-22,730		
	BaTiO ₃	436		281		281		
	Bi ₂ O ₃	-164		-12		347		
	CaCO ₃	63,850		61,178		78,908		
	CuO	-2,956		-3,093		-3,663		
	Fe ₂ O ₃	2,676		16,666		18,837		
	MgCO ₃	-866		-746		-557		
	MgO	-192,828		-237,211		-266,927		
	SiO ₂	-852		-2,647		-7,582		
	SrCO ₃	-21,664		-41,454		-32,823		
	TiO ₂	-74,201		-76,449		-76,986		
	ZnO	1,479		5,223		4,872		
	ZrO ₂	-1,950		-2,011		-3,242		
Average		-419,402		-472,295		-462,653		

Source) CMRI

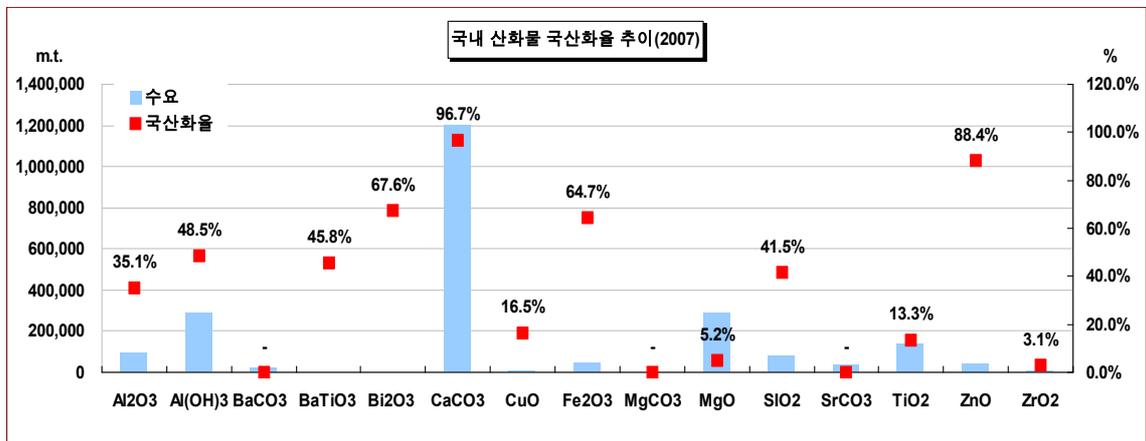


4) 국산화율

< 표Ⅲ-8 파인세라믹 주요 산화물 국산화 현황 >

산화물		2005			2006		2007		AGR 05-07
		수량	수량	증감률	수량	증감률			
수요	Al ₂ O ₃	93,410	92,950	-0.5	94,460	1.6	0.6		
	Al(OH) ₃	268,809	281,550	4.7	291,828	3.7	4.2		
	BaCO ₃	49,343	37,148	-24.7	23,331	-37.2	-31.0		
	BaTiO ₃	394	609	54.6	919	50.9	52.7		
	Bi ₂ O ₃	164	192	17.1	503	162.0	89.5		
	CaCO ₃	1,047,550	1,137,622	8.6	1,201,292	5.6	7.1		
	CuO	5,756	6,003	4.3	6,563	9.3	6.8		
	Fe ₂ O ₃	51,524	44,134	-14.3	48,563	10.0	-2.2		
	MgCO ₃	866	746	-13.9	557	-25.3	-19.6		
	MgO	223,828	261,211	16.7	289,927	11.0	13.8		
	SiO ₂	69,302	73,047	5.4	83,282	14.0	9.7		
	SrCO ₃	36,664	46,454	26.7	32,823	-29.3	-1.3		
	TiO ₂	127,401	133,499	4.8	136,286	2.1	3.4		
	ZnO	43,121	39,077	-9.4	40,328	3.2	-3.1		
	ZrO ₂	1,960	2,023	3.2	3,354	65.8	34.5		
	Sub-total		2,020,092	2,156,265	7.0	2,254,016	4.5	5.8	
수입	Al ₂ O ₃	59,530	57,790	-2.9	61,300	6.1	1.6		
	Al(OH) ₃	131,809	140,850	6.9	150,428	6.8	6.8		
	BaCO ₃	34,350	37,148	8.1	23,331	-37.2	-14.5		
	BaTiO ₃	235	397	68.9	498	25.4	47.2		
	Bi ₂ O ₃	164	112	-31.7	163	45.5	6.9		
	CaCO ₃	30,600	35,500	16.0	39,100	10.1	13.1		
	CuO	4,502	5,072	12.7	5,477	8.0	10.3		
	Fe ₂ O ₃	18,204	15,334	-15.8	17,163	11.9	-1.9		
	MgCO ₃	946	841	-11.1	635	-24.5	-17.8		
	MgO	204,828	247,211	20.7	274,927	11.2	16.0		
	SiO ₂	36,723	41,230	12.3	48,682	18.1	15.2		
	SrCO ₃	28,529	42,000	47.2	32,823	-21.9	12.7		
	TiO ₂	109,880	116,560	6.1	118,112	1.3	3.7		
	ZnO	4,925	4,936	0.2	4,668	-5.4	-2.6		
	ZrO ₂	1,950	2,011	3.1	3,250	61.6	32.4		
	Sub-total		667,175	746,992	13.7	780,557	4.5	9.1	
국산화율	Al ₂ O ₃	36.3%	37.8%		35.1%				
	Al(OH) ₃	51.0%	50.0%		48.5%				
	BaCO ₃	30.4%	0.0%		0.0%				
	BaTiO ₃	40.4%	34.8%		45.8%				
	Bi ₂ O ₃	0.0%	41.7%		67.6%				
	CaCO ₃	97.1%	96.9%		96.7%				
	CuO	21.8%	15.5%		16.5%				
	Fe ₂ O ₃	64.7%	65.3%		64.7%				
	MgCO ₃	0.0%	0.0%		0.0%				
	MgO	8.5%	5.4%		5.2%				
	SiO ₂	47.0%	43.6%		41.5%				
	SrCO ₃	22.2%	9.6%		0.0%				
	TiO ₂	13.8%	12.7%		13.3%				
	ZnO	88.6%	87.4%		88.4%				
	ZrO ₂	0.5%	0.6%		3.1%				
	Average		34.8%	33.4%		35.1%			

Source) CMRI



나. 비산화물

□ 비산화물 분석



▶ 비산화물 원료 전량 수입 의존-국산화 의견은 낮음.

Market	Market/ Trends	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 질화물(주로 Si₃N₄)과 SiC는 대부분 내화재용으로 사용되고 있으며, 국내 내화업체 1위인 조선내화에서 가장 많은 물량을 사용하고 있음. ▶ 질화물의 경우 국내 내화재 수요가 파이넥스 설비 가동 등 기술 발전에 따른 수요 감소로 증가율이 비교적 낮은 수준을 보이고 있으며, SiC의 경우 주물/가탄재, 웨이퍼 등 내화재 이외의 수요가 크게 증가하며 연평균 12%의 수요 증가율을 기록.
Growth	국산화 Trends	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 비산화물인 질화물 및 탄화규소는 국내 수요를 전량 수입에 의존하고 있음. ▶ 비산화물 분야의 국산화에 대한 의견은 매우 낮은 수준을 나타냈으며, 이는 생산하는 과정에서 많은 에너지가 소요되거나 환경 오염 위험이 높기 때문임.
국산화율		

수요	2005	2006	2007	증감율	국산화율
Nitride*	2,500	1,961	2,453	1.8	-
SIC	2,4968	23,702	30,500	11.8	-

* 질화물 5종

1) 국내 공급현황 : 비산화물은 전량 수입에 의존

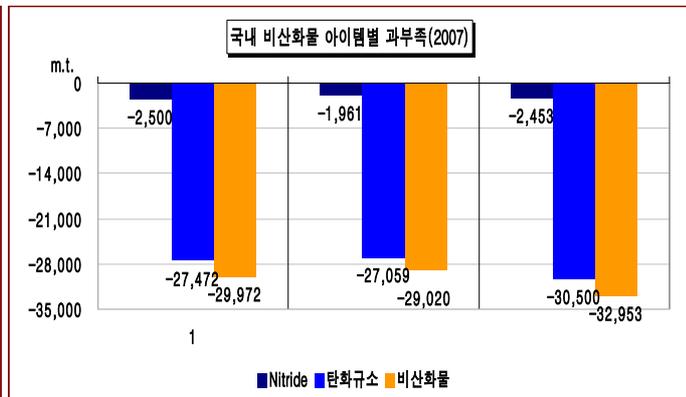
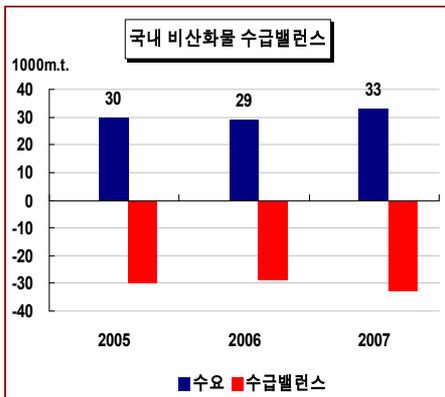
2) 국내 수급밸런스

< 표Ⅲ-10 파인세라믹 주요 비산화물 수급밸런스 >

(m.t.,%)

비산화물	2005	2006		2007		AGR 05-07
	물량	물량	증감률	물량	증감률	
생산						
질화물	-	-	-	-	-	-
탄화규소(SiC)	-	-	-	-	-	-
Sub-total	-	-	-	-	-	-
수요						
질화물	2,500	1,961	-21.6	2,453	25.1	1.8
탄화규소(SiC)	27,472	27,059	-1.5	30,500	12.7	5.6
Sub-total	29,972	29,020	-6.6	32,953	13.6	3.5
S&D						
Balance						
질화물	-2,500	-1,961		-2,453		
탄화규소(SiC)	-27,472	-27,059		-30,500		
Balance	-29,972	-29,020		-32,953		

Source) CMRI



다. 복합화합물

□ 복합화합물 및 기타



▶ 국내 시장이 4억7000만달러로 단일 품목 중 가장 큰 규모의 시장인 2차전지 원료 LiCoO2 국산화율 매년 감소

Market	Market / Trends	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 복합분말 시장은 대체로 10%대 이상의 높은 수요 증가율을 나타내고 있으나, NTC, PTC, Varistor분말은 중국산 원료 및 부품의 유입으로 수요 증가율이 감소 혹은 둔화세를 나타내고 있음. ▶ SiH4의 경우 소디프신소재가 개발에 성공 2007년 하반기 부터 생산을 개시해 국산화율이 6%에 머물렀으나 향후 국산화율이 크게 높아질 것으로 기대.
Growth	국산화 Trends	<ul style="list-style-type: none"> ▶ NTC, PTC, PZT, Varistor분말 원료는 자가 생산해 자가 소비하는 형태로 국산화율 100%에 근접 ▶ 2차전지 원료인 LiCoO2는 생산량이 수요 증가율을 따라잡지 못해 매년 국산화율이 감소 ▶ 형광체분말, TEOS, SiH4등은 국산화율이 빠르게 상승.
국산화율		

수요	2005	2006	2007	증감율	국산율
LiCoO2	5,384	6,192	7,311	16.5	70.6%
NTC	268	229	180	- 17.9	100.0%
PTC	108	104	118	5.3	100.0%
PZT	24	25	36	24.5	94.4%
Varistor	76	82	84	5.0	100.0%
형광체	426	610	613	21.8	48.9%
TEOS	404	460	507	12.0	65.3%
SiH4	399	425	502	12.3	6.0%

1) 국내 공급현황

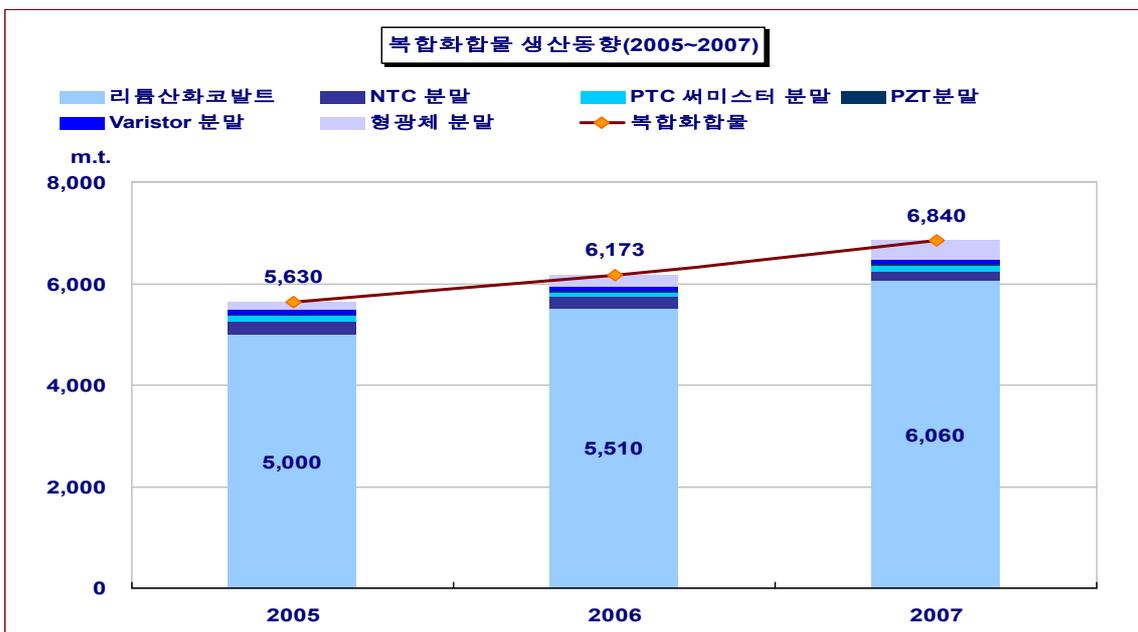
< 표Ⅲ-11 파인세라믹 주요 복합화합물 국내 공급현황 >

(m.t.,%)

복합화합물		2005		2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률		
생산능력	LiCoO ₂	5,000	5,920	18.4	7,880	33.1	25.8	
	NTC 분말	268	229	-14.6	180	-21.4	-18.0	
	PTC 분말	108	104	-3.5	118	14.1	5.3	
	PZT 분말	23	23	2.2	34	45.7	23.9	
	Varistor 분말	76	82	7.5	84	2.4	5.0	
	형광체 분말	225	275	22.2	350	27.3	24.7	
	소계	5,700	6,633	18.6	8,646	30.4	24.5	
생산	LiCoO ₂	5,000	5,510	10.2	6,060	10.0	10.1	
	NTC 분말	268	229	-14.6	180	-21.4	-18.0	
	PTC 분말	108	104	-3.5	118	14.1	5.3	
	PZT 분말	23	23	2.2	34	45.7	23.9	
	Varistor 분말	76	82	7.5	84	2.4	5.0	
	형광체 분말	155	225	45.2	364	61.8	53.5	
	소계	5,630	6,173	9.3	6,840	10.8	10.1	
가동률*	LiCoO ₂	100.0%	93.1%		76.9%			
	NTC 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	PTC 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	PZT 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	Varistor 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	형광체 분말	68.9%	81.8%		104.0%			
	Average	94.8%	95.8%		96.8%			

Source) CMRI

* 원료를 자가생산-자가소비하는 복합분말의 경우 가동률 100%로 계산

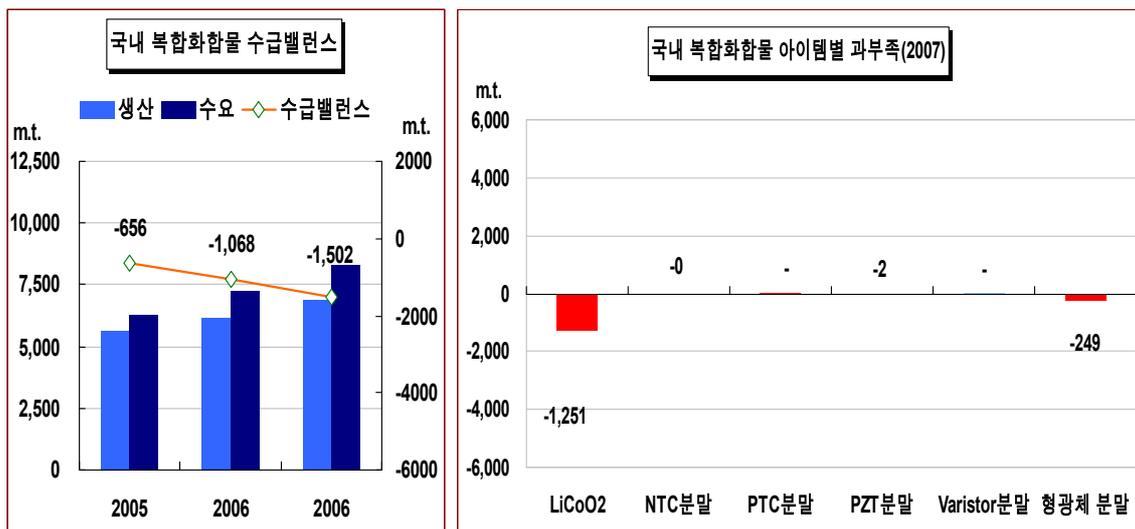


2) 국내 수급현황

< 표Ⅲ-12 파인세라믹 주요 복합화합물 수급밸런스 >

복합화합물		2005		2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률		
생산	LiCoO ₂	5,000	5,510	10.2	6,060	10.0	10.1	
	NTC 분말	268	229	-14.6	180	-21.4	-18.0	
	PTC 분말	108	104	-3.5	118	14.1	5.3	
	PZT 분말	23	23	2.2	34	45.7	23.9	
	Varistor 분말	76	82	7.5	84	2.4	5.0	
	형광체 분말	155	225	45.2	364	61.8	53.5	
	소계	5,630	6,173	9.3	6,840	10.8	10.1	
수요	LiCoO ₂	5,384	6,192	15.0	7,311	18.1	16.5	
	NTC 분말	268	229	-14.6	180	-21.2	-17.9	
	PTC 분말	108	104	-3.5	118	14.1	5.3	
	PZT 분말	24	25	4.2	36	44.8	24.5	
	Varistor 분말	76	82	7.5	84	2.4	5.0	
	형광체 분말	426	610	43.2	613	0.5	21.8	
	소계	6,286	7,241	14.3	8,343	15.2	14.8	
S&D Balance	LiCoO ₂	-384	-682		-1,251			
	NTC 분말	0	0		0			
	PTC 분말	0	0		0			
	PZT 분말	-1	-2		-2			
	Varistor 분말	0	0		0			
	형광체 분말	-271	-385		-249			
	<i>Balacne</i>	<i>-656</i>	<i>-1,068</i>		<i>-1,502</i>			

Source) CMRI



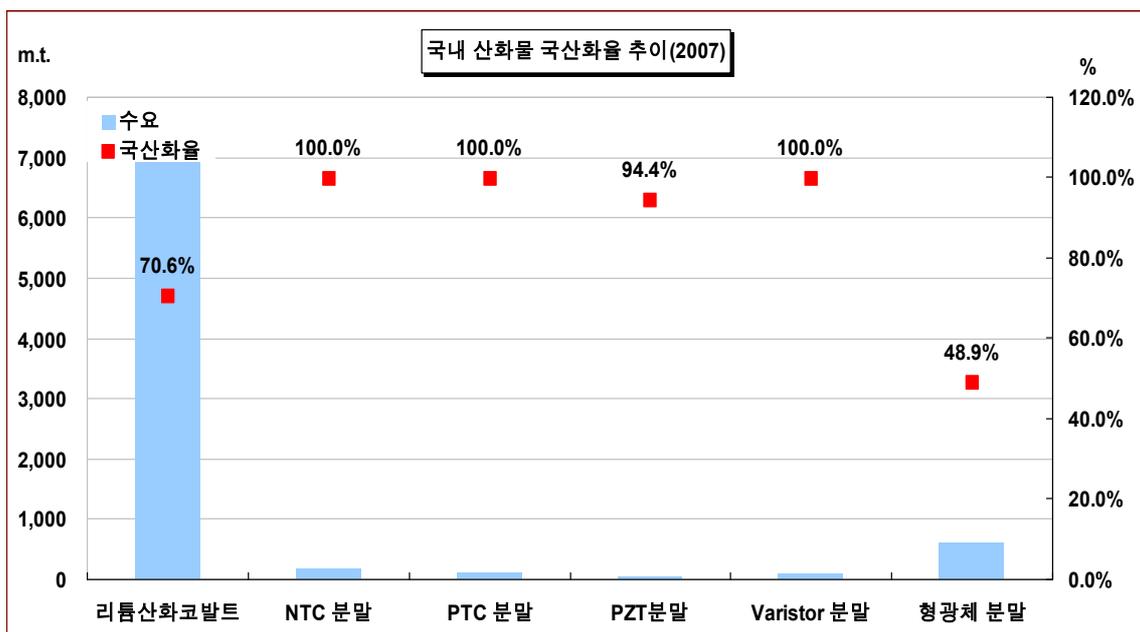
3) 국산화율

< 표Ⅲ-13 파인세라믹 주요 복합화합물 국산화율 >

(m.t.,%)

복합화합물		2005		2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률		
수요	LiCoO ₂	5,384	6,192	15.0	7,311	18.1	16.5	
	NTC 분말	268	229	-14.6	180	-21.2	-17.9	
	PTC 분말	108	104	-3.5	118	14.1	5.3	
	PZT 분말	24	25	4.2	36	44.8	24.5	
	Varistor 분말	76	82	7.5	84	2.4	5.0	
	형광체 분말	426	610	43.2	613	0.5	21.8	
	소계	6,286	7,241	14.3	8,343	15.2	14.8	
수입	LiCoO ₂	684	1,482	116.7	2,151	45.1	80.9	
	NTC 분말	-	-	0.0	-	0.0	0.0	
	PTC 분말	-	-	0.0	-	0.0	0.0	
	PZT 분말	1	2	100.0	2	0.0	50.0	
	Varistor 분말	-	-	0.0	-	0.0	0.0	
	형광체 분말	271	385	42.1	313	-18.7	11.7	
	소계	956	1,869	56.5	2,466	31.9	44.2	
국산화율	LiCoO ₂	87.3%	76.1%		70.6%			
	NTC 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	PTC 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	PZT 분말	95.8%	91.9%		94.4%			
	Varistor 분말	100.0%	100.0%		100.0%			
	형광체 분말	36.4%	36.9%		48.9%			
	Average	86.6%	84.1%		85.7%			

Source) CMRI



라. 기타

1) 국내 공급현황

(m.t.,%)

기타		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
생산능력	TEOS	120	258	115.0	450	74.4	94.7
	SiH ₄	-	-	0.0	300	0.0	0.0
	Sub-total	120	258	115.0	750	190.7	152.8
생산	TEOS	130	214	64.6	364	70.1	67.4
	SiH ₄	-	-	0.0	85	0.0	0.0
	Sub-total	130	214	64.6	449	109.8	87.2
가동률	TEOS	108.3%	82.9%		80.9%		
	SiH ₄	-	-		28.3%		
	Average	108.3%	82.9%		59.9%		

Source) CMRI

2) 국내 수급밸런스

(m.t.,%)

기타		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
생산	TEOS	130	214	64.6	364	70.1	67.4
	SiH ₄	-	-	0.0	85	0.0	0.0
	Sub-total	130	214	64.6	449	109.8	87.2
수요	TEOS	404	460	13.9	507	10.2	12.0
	SiH ₄	399	425	6.5	502	18.1	12.3
	Sub-total	803	885	10.2	1,009	14.0	12.1
S&D Balance	TEOS	-274	-246		-143		
	SiH ₄	-399	-425		-417		
	Total	-673	-671		-560		

Source) CMRI

3) 국산화율

(m.t.,%)

기타		2005	2006		2007		AGR 05-07
		물량	물량	증감률	물량	증감률	
수요	TEOS	404	460	13.9	507	10.2	12.0
	SiH ₄	399	425	6.5	502	18.1	12.3
	Sub-total	803	885	10.2	1,009	14.0	12.1
수입	TEOS	280	272	-2.9	176	-35.3	-19.1
	SiH ₄	434	478	10.1	603	26.2	18.1
	Sub-total	714	750	5.0	779	3.9	4.4
국산화율	TEOS	30.7%	40.9%		65.3%		
	SiH ₄	-	-		6.0%		
	Average	15.3%	20.4%		35.6%		

Source) CMRI

3. 세부소재별 상세현황

□ 알루미늄(Al_2O_3)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-14 알루미늄 수급 현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	54,200	54,500	51,500	-2.5
수출	수출	20,320	19,360	18,260	-5.2
	수출의존도	37.5%	35.5%	35.5%	
수요	내수	33,880	35,160	33,160	-1.0
	수입*	59,530	57,790	61,300	1.6
	Total	93,410	92,950	94,460	0.6
	국산화율	36.3%	37.8%	35.1%	
시장	시장규모 1000\$	66,176	68,478	69,797	2.7

(m.t.,%)

Source)CMRI

*수입 물량 : 실수요처 기준

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 소성 알루미늄 제조 기업은 KC가 유일하며, KC는 원료 보크사이트를 들여와 수산화 알루미늄과 알루미늄을 동시 생산. KC는 2007년 기준 연간 6만톤 가량의 알루미늄 생산능력 보유 ○ 국내 알루미늄 수요는 연간 2007년 기준 9만4000톤 수준으로 최근 3년간 0.6의 저조한 수요 증가율 ○ 알루미늄의 국산화율은 35% 수준에 머물러 있으며, 연간 6만 1000톤 가량이 수입되어 사용되고 있고, 이 중 68%인 4만 7000톤이 일본으로부터 수입 ○ 국내 알루미늄 시장은 연간 7000만달러 규모를 형성하고 있으며, LCD/PDP 및 전자재료 등에 사용되는 고순도 알루미늄 시장이 빠르게 성장하고 있는 반면, 주로 내화물용으로 사용되는 소성 알루미늄 시장은 답보상태

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
소성	72,500	77.6%	68,885	74.1%	62,720	66.4%
고순도	20,910	22.4%	24,065	25.9%	31,740	33.6%
Total	93,410	100.0%	92,950	100.0%	94,460	100.0%

Source) CMRI

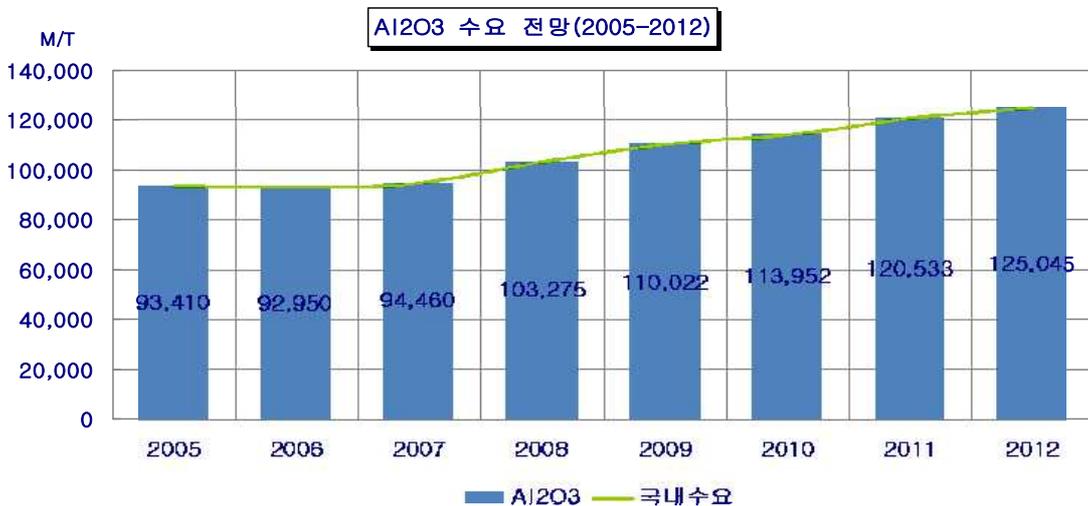
○ 알루미나는 크게 용융 및 소결 알루미나 제조의 원료로 사용되는 소성 알루미나와, 특수 내화물·구조재료·LCD/PDP·전자재료 등으로 사용되는 고순도 알루미나로 구분되어짐. 용융 및 소결 알루미나는 거의 대부분이 내화재용으로 사용

○ 향후 국내 알루미나 시장은 대부분 내화재용으로 사용되는 소성 알루미나 수요가 담보 상태에 머무른 반면, 특수 내화물로 사용되는 고부가가치 알루미나와 LCD/PDP 및 전자재료 등으로 사용되는 고순도 알루미나의 수요는 빠르게 성장할 것으로 전망돼 2012년에는 소성 알루미나와 고순도 알루미나 수요가 50:50에 이를 것으로 예상

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-07)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Al ₂ O ₃	93,410	92,950	94,460	103,275	110,022	113,952	120,533	125,045	
증감율		-0.5	1.6	9.3	6.5	3.6	5.8	3.7	4.3

Source) CMRI



□ 수산화알루미늄(Al(OH)₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-15 수산화알루미늄의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	150,000	164,700	183,400	10.6
수출	수출	13,000	24,000	42,000	79.8
	수출의존도	8.7%	14.6%	22.9%	
수요	내수	137,000	143,000	141,400	1.6
	수입	131,809	140,850	150,428	6.8
	Total	268,809	281,550	291,828	4.2
	국산화율	51.0%	50.8%	48.5%	
시장	시장규모 1000\$	94,202	120,253	131,946	18.7

(m.t.,%)

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수산화 알루미늄 역시 국내에서 KC가 유일하게 생산하고 있으며, 생산능력은 매년 꾸준한 증설을 통해 2007년 19만 여톤 수준 ○ 국내 수산화 알루미늄 수요는 최근 3년간 연평균 4.2% 증가, 2007년 29만톤에 달성 ○ 수산화 알루미늄 수입량은 2007년 기준 15만톤 가량이며, 이 가운데 일본과 중국산이 각각 6만톤으로 12만톤으로, 전체 수입량의 80%를 차지 ○ 국내 수산화 알루미늄 시장규모는 최근 3년간 19% 가량의 높은 성장률을 나타내며, 2007년 기준 약 1억3000달러 수준 형성하였음. 주로 수처리제용으로 사용되는 Wet Type의 수산화 알루미늄 시장이 전체 시장의 85% 차지

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
Wet type	176,659	65.7%	254,790	90.5%	249,504	85.5%
Dry type	92,150	34.3%	26,760	9.5%	42,314	14.5%
Total	268,809	100.0%	281,550	100.0%	291,818	100.0%

Source) CMRI

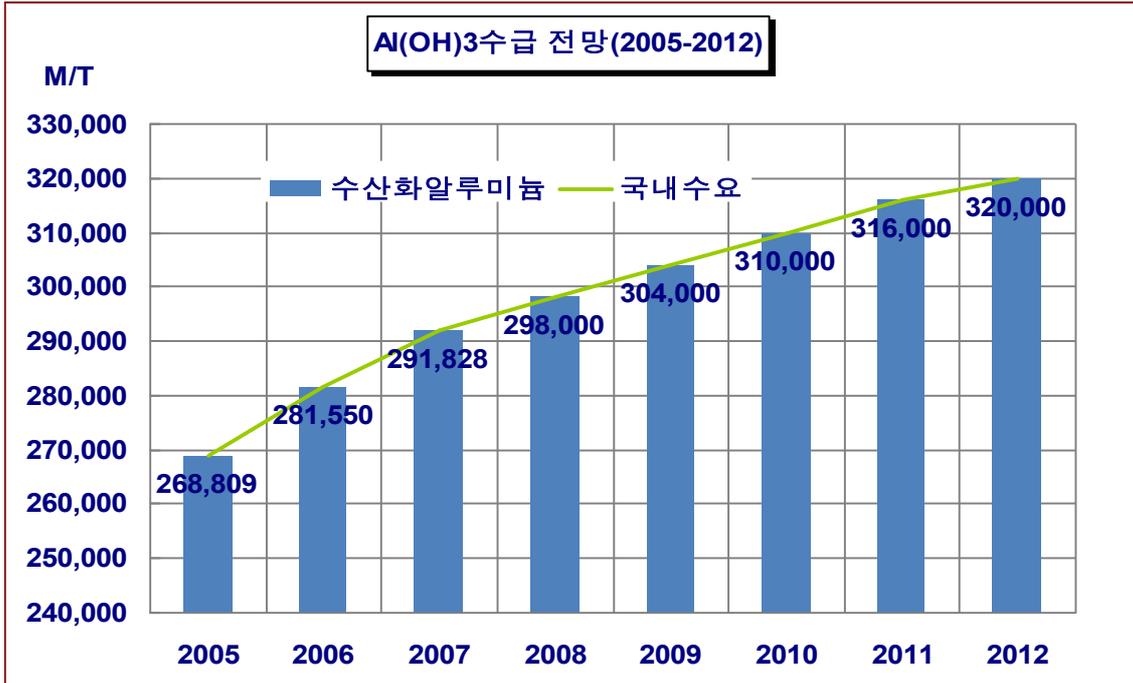
○ 수산화 알루미늄은 크게 Wet Type과 Dry Type으로 나뉘지며, Wet Type은 주로 수처리제, 제올라이트 등에 사용되고, Dry Type은 고백색 인조 대리석, 일반 미분, 초미분 등으로 사용

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Al(OH) ₃	268,809	281,550	291,828	298,000	304,000	310,000	316,000	320,000	
증감률		4.7	3.7	2.1	2.0	2.0	1.9	1.3	2.5

(m.t.%)

Source) CMRI



□ 탄산바륨(BaCO₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-16 탄산바륨의수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	15,000	428	601	-28.4
	Total	15,000	428	601	-28.4
수출	수출	7	428	601	3027.4
	수출의존도	0.0%	100.0%	100.0%	
수요	내수	14,993	-	-	-50.0
	수입	34,350	37,148	23,331	-14.5
	Total	49,343	37,148	23,331	-31.0
	국산화율	30.4%	0.0%	0.0%	
시장규모 1000\$		11,562	8,599	6,571	-24.6

Source)CMRI

* 2006년 이후 수출량은 생산없이 일부 재고물량만 수출

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄산바륨은 2005년까지 한국솔베이정밀화학에서 생산해 왔지만, 시장 수요 감소로 2006년에 공장을 폐쇄하였고, 이후 국내 수요는 전량 수입 의존 ○ 국내 탄산바륨 수요량은 2000년대 이후 지속적으로 감소하고 있는 추세를 보여주고 있는데, 2005년 4만9000톤 수준이었던 탄산바륨 수요가 2006년에는 3만6700톤으로 26% 감소했으며, 2007년에는 2만3000톤 수준으로 2006년 대비 38% 가량 크게 감소 ○ 탄산바륨 수요 감소의 가장 큰 원인은 전세계적인 CRT브라운관 수요의 감소로 CRT브라운관이 LCD 및 PDP에 점차 밀려 사양화 되면서, 탄산바륨의 가장 큰 수요처가 사라져 가고 있는 것 확인 ○ 수입되고 있는 탄산바륨의 99%는 중국산이 차지하고 있으며, 1% 정도가 일본산으로 조사

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
CRT용	46,597	94.4%	35,738	96.2%	18,626	79.8%
PDP용	0	0.0%	0	0.0%	2,915	12.5%
절연재료용	272	0.6%	266	0.7%	298	1.3%
자성재료용	377	0.8%	222	0.6%	748	3.2%
기타	2,097	4.2%	922	2.5%	744	3.2%
Total	49,343	100.0%	37,148	100.0%	23,331	100.0%

Source) CMRI

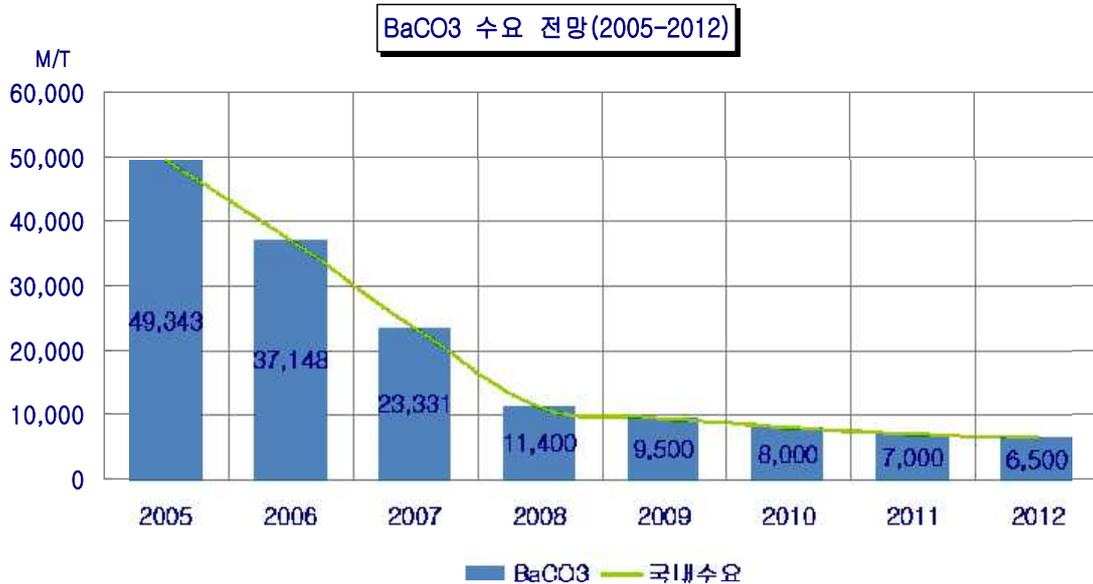
○ 가장 큰 수요처인 CRT브라운관용 탄산바륨 수요는 2007년 1만 8600톤으로 2005년의 4만6600톤의 40% 수준으로 감소했고, 시장 규모도 2005년 1200만 달러에서 2007년 650만 달러로 감소

○ 향후 국내 CRT브라운관용 탄산바륨 수요는 거의 소멸할 것으로 추정되고 있으며, 이를 대신해 PDP유리기판용 탄산바륨이 당분간 안정적인 성장 전망

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BaCO ₃	49,343	37,148	23,331	11,400	9,500	8,000	7,000	6,500	(05-12)
증감률		-24.7	-37.2	-51.1	-16.7	-15.8	-12.5	-7.1	-23.6

Source) CMRI



□ 티탄산바륨(BaTiO₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-17 티탄산바륨의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	830	890	1,200	67.4
수출	수출	671	678	779	57.4
	수출의존도	80.8%	76.2%	64.9%	
수요	내수	159	212	421	99.3
	수입	235	397	498	47.2
	Total	394	609	919	52.7
	국산화율	40.4%	34.8%	45.8%	
시장	시장규모 1000\$	6,966	10,883	16,174	52.4

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 티탄산바륨 생산 기업은 삼성정밀화학과, 한화석유화학 2개사가 있으며, 2008년 현재 삼성정밀화학의 생산능력은 1200톤, 한화석유화학의 생산능력은 700여톤으로 국내 티탄산바륨 총 생산능력은 1900톤 수준 ○ 국내 티탄산바륨 시장은 2006년 이후 500~400나노에 이은 300 나노급 고효율 티탄산바륨 개발로 수요가 크게 늘어나기 시작한 것으로 알려지며, 2007년 수요는 전년 대비 50%가량 증가한 919톤을 기록 ○ 국내에 수입되고 있는 티탄산바륨은 대부분 일본산으로 전체 수입 비중의 92%를 차지하며, 중국산 티탄산바륨을 소량 사용 중 ○ 국내 티탄산바륨 시장은 2007년 기준으로 1600만 달러 수준을 형성하고 있으며, 이는 2006년 1080만 달러에 비해 49%, 성장한 것이고 2005년 700만 달러에 비하면 2배이상 시장 규모가 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
콘덴서용	380	96.4%	581	95.4%	865	94.1%
통신기기용	14	3.6%	28	4.6%	54	5.9%
Total	394	100.0%	609	100.0%	919	100.0%

Source) CMRI

○ 티탄산바륨의 용도는 크게 콘덴서용과 통신기기 부품용으로 나뉘지는데, 콘덴서 부품은 삼성전기, 삼화콘덴서 등에서 사용하고 있으며, 통신기기 부품용 이엘케이, 고려전기 등에서 생산

○ 향후 국내 티탄산바륨은 일정한 수준의 성장세를 유지할 것으로 전망되고 있는데, 이는 최근 고용량 MLCC 수요 증가로 삼성전기 및 삼화콘덴서 등 국내외 수요기업들의 증설에 기인

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
BaTiO ₃	394	609	919	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	
증감률		54.6	50.9	30.6	8.3	7.7	7.1	6.7	23.7

Source) CMRI



□ 비스무스(Bi₂O₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-18 비스무스의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	-	180	850	236.1
수출	수출	-	100	510	255.0
	수출의존도	0.0%	55.6%	60.0%	
수요	내수	-	80	340	212.5
	수입	164	112	163	6.9
	Total	164	192	503	89.5
	국산화율	0.0%	41.7%	67.6%	
시장	시장규모 1000\$	1,607	2,342	17,354	343.3

Source)CMRI

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
PDP	121	73.7%	148	77.1%	402	79.9%
도료	9	5.5%	12	6.3%	51	10.1%
기타	34	20.9%	32	16.7%	50	9.9%
Total	164	100.0%	192	100.0%	503	100.0%

Source)CMRI

- 비스무스는 RoHS 규정에 의한 납 대체재로써 높은 순도가 요구되는 PDP 유전체, 무기안료, Varistor, Ferrite와 같은 전자제품용과 화장품 등 폭넓게 사용되고 있으며, 크게 PDP용과 도료, 기타 전자제품용으로 구분



□ 탄산칼슘(CaCO₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-19 탄산칼슘의 수급현황 >

(1000m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	1,111	1,199	1,280	7.3
수출	수출	94	97	118	12.3
	수출의존도	8.5%	8.1%	9.2%	
수요	내수	1,017	1,102	1,162	6.9
	수입	31	36	39	13.2
	Total	1,048	1,138	1,201	7.1
	국산화율	97.1%	96.9%	96.7%	
시장	시장규모 1000\$	159,921	178,648	198,649	11.5

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서는 석회석과 방해석의 매장량이 다른 광물 자원에 비해 비교적 풍부한 편으로 탄산칼슘 생산 및 산업이 크게 발전한 상태 ○ 국내 탄산칼슘 총 생산능력은 연간 200만톤 규모로, 독일계 회사인 오미야코리아가 자회사인 우진케미칼의 생산능력까지 합쳐 140만톤의 생산능력을 보유(태경산업이 자 회사인 백광소재의 생산능력을 합쳐 25만톤으로 2위) ○ 국내 탄산칼슘 수요는 중질탄산칼슘과 경질탄산칼슘을 모두 포함하여 2007년 기준으로 약 120만톤에 달하고 있으며, 이는 006년 114만톤에 비해 6%가량 증가 ○ 국내 탄산칼슘 시장 규모는 2007년 기준 2억달러 수준이며 이 가운데 파인세라믹 분야인 LCD 및 전기전자용 탄산칼슘 시장규모는 31만달러 수준에 불과

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application 1000m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
중질탄산칼슘	969	92.5%	1,050	92.3%	1,110	92.4%
슬러리	506	52.2%	516	49.2%	522	47.0%
파우더	463	47.8%	534	50.9%	588	53.0%
경질탄산칼슘	79	7.5%	88	7.7%	91	7.6%
타이어 등	79	100.0%	88	100.0%	91	100.0%
Total	1,047.6	100.0%	1,137.6	100.0%	1,201.3	100.0%

Source) CMRI

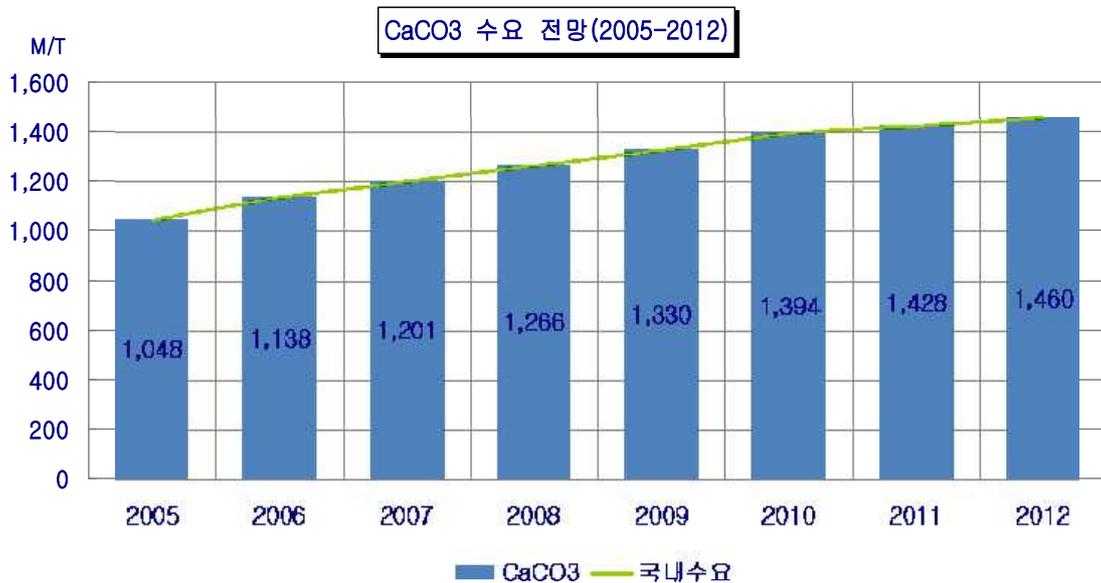
○ 중질-슬러리는 거의 제지용 필러로 사용되고 있으며, 파우더 제품은 주로 페인트와 플라스틱 제조에 80% 가량이 사용되고 있는 것으로 알려져. 일본산 고품질 탄산칼슘을 포함한 일부 제품이 각종 식품, 유아분유 및 약품용 칼슘첨가제로 사용되고 있으며, 삼성코닝정밀유리에서도 LCD 유리기관 제조에 사용

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치				AGR (05-12)	
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011		2012
CaCO ₃	1,048	1,138	1,201	1,266	1,330	1,394	1,428	1,460	
증감률		8.6	5.6	5.4	5.1	4.8	2.4	2.2	4.9

(1000m.t.,%)

Source) CMRI



□ 산화구리(CuO)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-20 산화구리의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	2,800	2,910	2,900	49.8
수출	수출	1,546	1,979	1,814	45.8
	수출의존도	55.2%	68.0%	62.6%	
수요	내수	1,254	931	1,086	58.3
	수입	4,502	5,072	5,477	10.3
	Total	5,756	6,003	6,563	6.8
	국산화율	21.8%	15.5%	16.5%	
시장	시장규모 1000\$	15,714	26,353	33,865	48.1

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 산화구리를 생산하는 기업은 에코서비스코리아, HS캠텍, 영익테크놀러지 3사가 있으며, 이들 3사의 국내 산화구리 총 생산능력은 4600톤 규모 ○ 국내 수요는 2005년 5700톤에서 2006년 6000톤으로 4.3% 증가했고 2007년에는 9.3% 증가한 6500톤으로 연평균 6.8% 증가 ○ 산화구리 수입물량은 2007년 5500톤 수준으로, 에코서비스가 자사 생산량의 90%를 수출하기 때문에 국내 수요를 충당하기 어려워 수입물량이 많은 것으로 판단되며, 미국과 일본에서 들어오는 물량이 전체 수입물량의 85%이상 차지 ○ 용도별 수요를 살펴보면 유리착색제와 전자용재료, 화학용, 폭죽용, 기타 등으로 나눌 수 있으며, 에코서비스에서 수출하는 용도인 목재 방제용은 국내 용도로 포함되지 않음

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
유리착색제	2,756	47.9%	2,763	46.0%	3,019	46.0%
전자용재료	1,260	21.9%	1,300	21.7%	1,428	21.8%
화학용	590	10.3%	680	11.3%	750	11.4%
폭죽용	550	9.6%	600	10.0%	656	10.0%
기타	600	10.4%	660	11.0%	710	10.8%
Total	5,756	100.0%	6,003	100.0%	6,563	100.0%

Source)CMRI

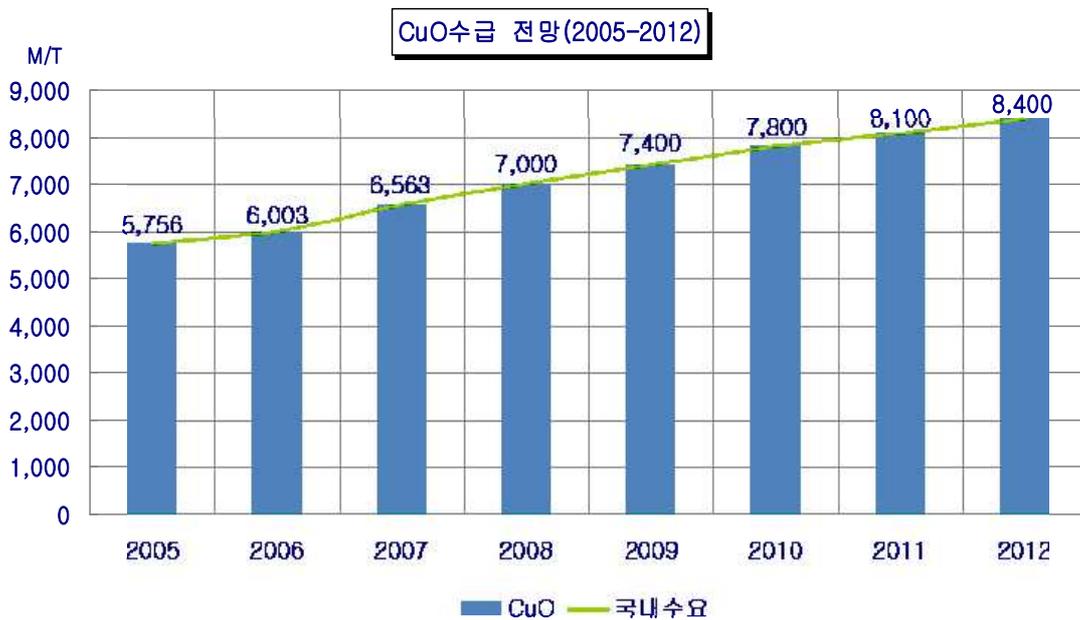
- 산화구리는 PCB를 원료로 사용하여 동슬러리를 구해 산화구리로 만드는 것으로, PCB 공급에 따라 원료 수급상황이 좌우되는 것으로 조사되며 수요에 공급이 미치지 못하고 있는 상황이며, 원료공급이 원활하다면 수요는 크게 증가할 것으로 전망

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
CuO	5,756	6,003	6,563	7,000	7,400	7,800	8,100	8,400	
증감률		4.3	9.3	6.7	5.7	5.4	3.8	3.7	5.6

(m.t.%)

Source)CMRI



□ 산화철(Fe₂O₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-21 산화철의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	54,200	60,800	67,400	11.5
	Total	54,200	60,800	67,400	11.5
수출	수출	20,700	32,000	36,000	33.5
	수출의존도	38.2%	52.6%	53.4%	
수요	내수	33,500	28,800	31,400	-2.5
	수입	18,024	15,334	17,163	-1.5
	Total	51,524	44,134	48,563	-2.2
	국산화율	65.0%	65.3%	64.7%	
시장규모(1000\$)		16,037	9,555	9,494	-20.5

Source) CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 산화철 생산능력은 8만8400톤 규모로 EG가 5만톤, 유익이 3만톤, 새한미디어가 8400톤의 생산능력을 보유하고 있음. EG와 유익은 국내 메이저 산화철 가공기업이며 새한미디어는 코스모화학으로부터 산화티타늄제조시 나오는 부산물을 공급받아 자성산화철을 생산 ○ 국내 산화철 수요량은 2005년 5만1000톤에서 2006년 4만4000톤으로 감소했다가, 2007년 4만8000톤으로 소폭 증가 ○ 산화철 수입량은 2007년 기준 1만7000톤으로, 고급산화철은 주로 일본과 독일로부터 수입되고 있으며, 일반 페라이트용은 대부분 중국으로부터 수입(중국의 수입 비중은 61%) ○ 산화철 시장 규모는 2007년 950만달러로, 2005년 1600만달러에 비해 크게 감소했으며, 이는 중국산 산화철의 수입비중이 증가하면서 매년 가격이 크게 감소했기 때문으로 분석

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
페라이트용	38,643	75.0%	30,894	70.0%	33,994	70.0%
자기기록재 및 토너용	2,576	5.0%	4,413	10.0%	4,856	10.0%
안료용	10,305	20.0%	8,827	20.0%	9,713	20.0%
Total	51,524	1.0	44,134	1.0	48,563	100.0%

Source) CMRI

- 소프트페라이트 산화물자석은 자심으로 코일을 감았을 때 여기에 전류가 흐르는 동안은 자기를 띠고 전류를 차단하면 자기를 상실하는 자기력이 약한 페라이트로서 주로 스위치전원, 브라운관 TV에 사용됨. 하드페라이트는 한번 자기적 성질이 주어지면 반영구적으로 자력이 보존되는 자기력이 강한 페라이트로서 자동차모터, 마그네틱카드, 스피커, 계측기 스피ن 모터 등에 사용

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Fe ₂ O ₃	51,524	44,134	48,563	52,690	55,324	55,759	55,855	56,009	
증감율		-14.3	10.0	8.5	5.0	0.8	0.2	0.3	2.9

Source) CMRI



□ 탄산마그네슘(MgCO3)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-22 탄산마그네슘의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	-	-	-	-
수출	수출*	80	95	78	0.4
	수출의존도	-	-	-	-
수요	내수	-	-	-	-
	수입	946	841	635	-17.8
	Total	866	746	557	-19.6
	국산화율	-	-	-	-
시장	시장규모1000\$	992	776	657	-19.2

Source)CMRI

*일부 수입 제품 재수출물량

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄산마그네슘은 국내 생산업이 전량 수입에 의존하고 있는 제품으로 2007년 기준 국내 수요는 557여톤으로 2006년에 비해 25% 가량 감소 ○ 수입은 일본의 도쿠야마 제품이 거의 대부분으로 전체 수입 비중의 88%를 차지하고 있음. 무역협회의 수출입자료상으로는 국내 KCC케미칼이(KCC와 별개) 중국으로부터 연간 1300톤의 탄산마그네슘을 수입하고 있는 것으로 기록되어 있지만, 이는 탄산마그네슘이 아닌 방해석으로 확인되어 국내 수요 제외 ○ 국내 탄산마그네슘 시장은 매우 협소하여 2005년 약 100만 달러였던 시장규모는 그나마도 가장 주요한 시장인 합성고무용 Filler 수요가 국내 신발업체의 해외 이전 및 중국의 저가 신발제품 유입으로 더욱 축소되어 2006년에는 78만달러, 2007년에는 66만달러 수준 감소

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
합성고무	638	73.7%	584	78.3%	467	83.8%
제약	106	12.2%	118	15.8%	58	10.4%
완구	36	4.2%	18	2.4%	18	3.2%
전기전자	8	0.9%	6	0.8%	8	1.4%
기타	78	9.0%	20	2.7%	6	1.1%
Total	866	100.0%	746	100.0%	557	100.0%

Source) CMRI

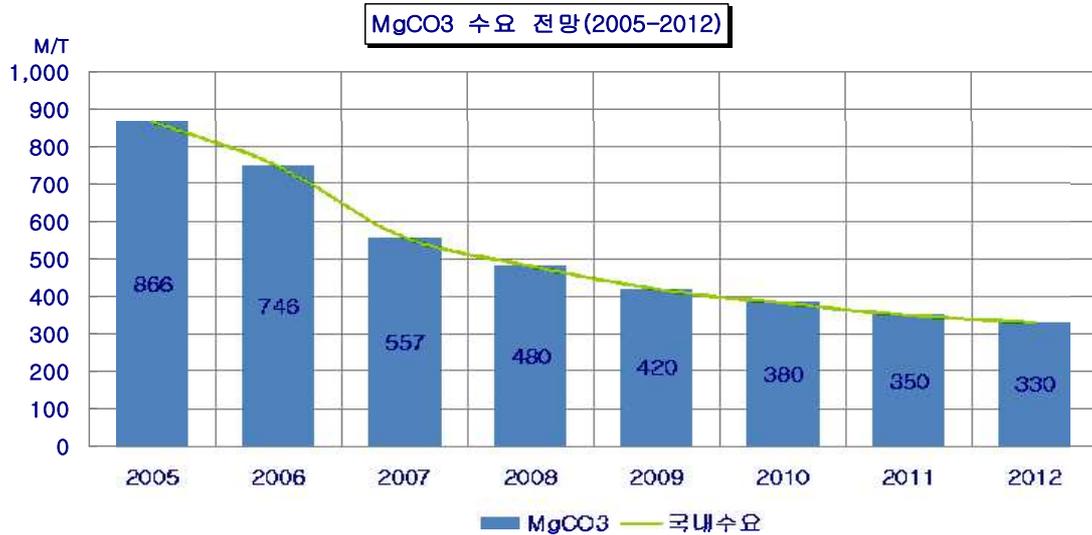
○ 국내 탄산마그네슘의 거의 대부분인 84% 가량이 합성고무 등의 충전재로 사용, 삼성전기 및 삼화콘덴서 등에서 사용하는 MLCC 첨가 제용은 연간 8톤에 불과

○ 탄산마그네슘은 주로 신발에 사용되는 합성고무의 Filler로서 많이 사용되어 왔으나 국내 신발 산업이 침체되면서 1990년 대비해 수요가 큰 폭으로 감소한 상태로, 향후에도 그 수요가 지속적으로 감소할 것으로 전망

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MgCO ₃	866	746	557	480	420	380	350	330	
증감률		-13.9	-25.3	-13.8	-12.5	-9.5	-7.9	-5.7	-12.7

Source) CMRI



□ 산화마그네슘(MgO)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-23 산화마그네슘의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	31,000	24,000	23,000	-13.4
	Total	31,000	24,000	23,000	-13.4
수출	수출	12,000	10,000	8,000	-18.3
	수출의존도	38.7%	41.7%	34.8%	
수요	내수	19,000	14,000	15,000	-9.6
	수입	204,828	247,211	274,927	16.0
	Total	223,828	261,211	289,927	13.8
	국산화율	8.5%	5.4%	5.2%	
시장규모 1000\$		65,764	73,958	80,166	10.4

(m.t.,%)

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산화마그네슘을 생산하는 곳은 국내에서 포스텍이 유일하며, 생산능력은 5만톤 수준으로 알려졌으나, 실제 생산 가능한 물량은 최대 5만5000톤까지도 가능 ○ 국내 수요는 2005년 22만3000톤에서 2007년에는 28만9000톤으로 크게 증가했는데, 이는 내화재 시장이 커지면서 수입물량이 큰 폭으로 증가한 것이 원인 분석 ○ 산화마그네슘의 수입은 가격이 저렴한 천연마그네슘을 이용한 산화마그네슘이 국내에 수입되고 있으며, 중국산 제품이 전체 수입물량의 93% 차지 ○ 국내 산화마그네슘 시장규모는 2005년 6600만달러에서 2006년 7400만 달러를 나타낸 뒤, 2007년에 8000만달러 수준 형성

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
해수	19,000	8.5%	14,000	5.4%	15,000	5.2%
용융/소결	202,140	90.3%	245,322	93.9%	270,811	93.4%
천연	2,688	1.2%	1,889	0.7%	4,116	1.4%
Total	223,828	100.0%	261,211	100.0%	289,927	100.0%

Source)CMRI

- 산화마그네슘의 용도별 수요를 살펴보면 내화제용과 고무용, 의약품, 수산화마그네슘, 고순도산화마그네슘, 기타용으로 나눌 수 있으며, 기타용은 전자재료, 플라스틱 강화제, 난연제 등으로 사용됨

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
MgO	223,828	261,211	289,927	298,800	309,400	320,000	330,600	341,200	
증감률		16.7	11.0	3.1	3.5	3.4	3.3	3.2	6.3

(m.t.,%)

Source)CMRI



□ 실리카(SiO₂)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-24 실리카의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	68,450	70,400	75,700	5.2
	Total	68,450	70,400	75,700	5.2
수출	수출	35,871	38,583	41,100	7.0
	수출의존도	52.4%	54.8%	54.3%	
수요	내수	32,579	31,817	34,600	3.2
	수입	36,723	41,230	48,682	15.2
	Total	69,302	73,047	83,282	9.7
	국산화율	47.0%	43.6%	41.5%	
시장규모 1000\$		157,411	161,452	179,606	6.9

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 침강형 실리카 생산능력은 로디아실리카코리아와 에스켄텍이 각각 6만5000톤과 1500톤임. 흙드 실리카를 생산하는 동양제철화학은 2006년부터 연간 3000톤 규모의 생산능력을 갖추고 있으며, 2008년에 3000톤을 추가 증설하여 6000톤의 생산능력을 보유할 것으로 알려졌고, 2009년에 추가로 3000톤 증설할 계획임. 실리카겔을 생산하는 곳은 케이디코퍼레이션과 에스켄텍, 호성화학 3개사로 총 1만500톤의 생산능력 보유 ○ 국내 전체 실리카 수요는 연간 8만톤 규모로 최근 3년간 9.6%의 수요 성장률 ○ 수입은 침강형이 3만3000톤으로 일본과 중국 대만의 수입 비중이 86%로 나타났으며, 실리카겔은 1만3000톤 규모로 중국산이 74% 조사 ○ 국내 전체 실리카 시장 규모는 연간 거의 1억 8천만달러에 이르는 것으로 분석되었고, 이는 최근 3년간 7.7% 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
습식	56,056	80.9%	59,202	81.0%	66,176	79.5%
건식	13,246	19.1%	13,845	19.0%	17,106	20.5%
Total	69,302	100.0%	73,047	100.0%	83,282	100.0%

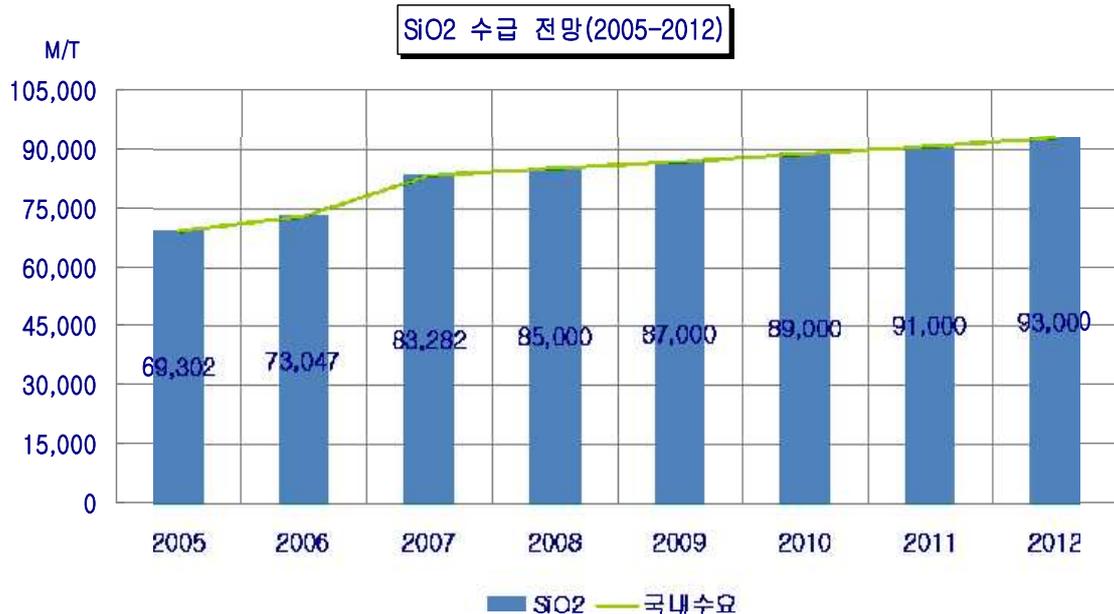
Source) CMRI

- 습식 실리카는 화이트카본, 흙드실리카, 침강형실리카로 구분되어짐. 화이트 카본의 주요 용도는 타이어 고무와 신발고무, 실리콘 고무, 농약 및 사료용 첨가제로 구분되며, 주로 고무용이 대표적인 용도로 파악됨. 흙드실리카는 실리콘실란트, 페인트, 고무용으로 주로 사용되며, 잉크, 접착제, 개구제, 요업용으로 일부 사용되는 것으로 조사되었고, 침강형 실리카의 주요 용도는 실리콘 웨이퍼, 정밀 주조, 페인트 등이 있으며, 이 가운데 실리콘 웨이퍼 제조용 물량이 전체 침강형 실리카의 79%를 차지

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SiO ₂	69,302	73,047	83,282	85,000	87,000	89,000	91,000	93,000	
증강율		5.4	14.0	2.1	2.4	2.3	2.2	2.2	4.4

Source) CMRI



□ 탄산스트론튬(SrCO₃)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-25 탄산스트론튬의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	15,000	5,000	-	-83.3
	Total	15,000	5,000	-	-83.3
수출	수출*	6,865	546	393	-60.0
	수출의존도	45.8%	10.9%	-	
수요	내수	8,135	4,454	-	-72.6
	수입	28,529	42,000	32,823	12.7
	Total	36,664	46,454	32,430	-1.7
	국산화율	22.2%	9.6%	0.0%	
시장규모 1000\$		16,389	22,391	16,183	4.4

Source)CMRI

* 2006년 재고 수출물량

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄산스트론튬은 탄산바륨과 같이 한국솔베이정밀화학에서 3만톤의 생산능력을 보유하고 있었으나, 세계적으로 CRT브라운관 수요가 LCD와 PDP에 밀려 지속적으로 감소하면서 한국솔베이정밀화학에서도 2006년 생산을 중단 ○ 국내 탄산스트론튬 수요는 2005년 3만6700톤에서 2006년 4만6000톤으로 증가하였다가 2007년 다시 3만2400톤 규모로 감소 ○ 수입량은 2007년 기준 3만3000톤 규모로 67%가 멕시코산이며, 독일산과 중국산이 각각 15%의 수입 비중을 차지하고 있음. 2006년 이전에는 50%이상이 중국산이었으나, 중국산 탄산스트론튬이 품질은 개선되지 않은 채 가격이 계속 올라 많은 수요 기업들이 구입선을 멕시코산으로 변경 ○ 국내 시장규모는 2005년 1600만달러에서 2006년 CRT용 수요가 잠시 증가하며, 2200만달러로 증가했다가, 2007년 다시 1600만달러로 규모로 감소

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
CRT용	29,680	81.0%	40,302	86.8%	23,713	72.2%
LCD/PDP용	348	0.9%	418	0.9%	4,253	13.0%
절연재료용	3,991	10.9%	3,425	7.4%	4,189	12.8%
기타	2,645	7.2%	2,309	5.0%	668	2.0%
Total	36,664	100.0%	46,454	100.0%	32,823	100.0%

Source) CMRI

- 국내 탄산스트론튬의 용도별 수요중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 부분은 탄산바륨과 마찬가지로 CRT브라운관 수요로 전체의 70%이상을 차지하고 있는 것으로 나타났음. 다만 탄산바륨과 달리 탄산스트론튬은 LCD 유리기관과 PDP 유리기관 제조 등 모든 Display 유리 기관에 원료로 사용되고 있어, CRT용도의 감소량을 일정부분 보완해 줄 것으로 분석

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SrCO ₃	36,664	46,454	32,430	23,800	20,000	18,500	17,500	17,000	
증감률		26.7	-30.2	-26.6	-16.0	-7.5	-5.4	-2.9	-8.8

Source) CMRI



□ 이산화티타늄(TiO₂)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-26 이산화티타늄의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	53,200	57,050	59,300	5.6
	Total	53,200	57,050	59,300	5.6
수출	수출	35,679	40,111	41,126	7.5
	수출의존도	67.1%	70.3%	69.4%	
수요	내수	17,521	16,939	18,174	2.0
	수입	109,880	116,560	118,112	3.7
	Total	127,401	133,499	136,286	3.4
	국산화율	13.8%	12.7%	13.3%	
시장규모 1000\$		232,174	255,337	265,668	7.0

(m.t.,%)

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이산화티타늄은 국내에서 코스모화학이 유일하게 생산하고 있으며, 울산공장과 인천공장에 각각 3만톤, 총6만톤 규모의 설비를 갖추 ○ 이산화티타늄 전체 수요는 아나타제와 루틸을 모두 합하여 2007년 기준 연간 13만6000톤 규모로 최근 3년간 연평균 3%대의 낮은 성장률 기록 ○ 수입은 아나타제가 8000톤으로, 중국과 독일산이 각각 45% 43%를 차지하고 있고, 루틸은 3700톤 규모로 중국과 독일산이 각각 45%와 28%의 비중 차지 ○ 시장규모는 2007년 기준 2억6600만 달러로 최근 3년간 평균 7% 증가했으며, 이 가운데 실제 파인세라믹 용도의 전자급 이산화티타늄 시장규모는 750만달러 수준에 불과

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
아나타제	30,841	24.2%	30,383	22.8%	27,892	20.5%
루타일	96,560	75.8%	103,116	77.2%	108,394	79.5%
일반급	92,320	72.5%	99,513	74.5%	104,692	76.8%
고품질	4,240	3.3%	3,603	2.7%	3,702	2.7%
Total	127,401	100.0%	133,499	100.0%	136,286	100.0%

Source) CMRI

- 아나타제 이산화티타늄의 용도는 수지, 고무, 도료, 제지, 화섬, 기타용으로 나눌 수 있는데, 수지용이 차지하는 비중이 전체 아나타제 수요의 62%이상 차지하는 것으로 분석됨. 수지용은 주로 연질, 경질, 데코시트 등의 PVC 시트류 사용
- 루타일 이산화티타늄은 비교적 고품질의 전자급과 일반용으로 나뉘지는데, 일반용은 주로 착색 및 조색제 용도로 사용되며, 전자급의 고품질 루타일 제품도 도료 및 플라스틱 제조에 많이 사용

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
TiO ₂	127,401	133,499	136,286	142,100	148,400	154,200	160,000	165,800	
증감률		4.8	2.1	4.3	4.4	3.9	3.8	3.6	3.8

Source) CMRI



□ 산화아연(ZnO)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-27 이산화티타늄의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	44,600	44,300	45,200	0.7
	Total	44,600	44,300	45,200	0.7
수출	수출	6,404	10,159	9,540	26.3
	수출의존도	0.0%	0.0%	0.0%	
수요	내수	38,196	34,141	35,660	-3.1
	수입	4,925	4,936	4,668	-2.6
	Total	43,121	39,077	40,328	-3.1
	국산화율	88.6%	87.4%	88.4%	
시장규모 1000\$		88,398	106,289	135,099	23.7

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산화아연을 생산하는 기업은 한일화학공업과 SBC 등이 있으며, 국내 산화아연 생산능력의 61%인 3만6000톤을 한일아연이 보유하고 있고, SBC는 2만3000톤으로 39% 차지 ○ 산화아연의 국내 수요는 2005년 4만3000톤에서 2006년 3만9000톤으로 9.4% 감소했으나, 2007년에는 3.2% 증가한 4만300톤으로 최근 3년간 연평균 3.1% 감소 ○ 산화아연은 국내 생산량 대부분이 내수로 판매되고 있으나 가격에서 경쟁력이 높은 중국산 제품도 수입되는 것으로 조사되었으며, 중국산은 전체 수입물량 4700톤 가운데 3800톤으로 80% 가량 차지 ○ 국내 산화아연 시장규모는 수요량이 정체된 가운데, 국제 아연계 가격이 2005년 Kg당 2달러에서 2007년 Kg당 3.4달러까지 상승하며 시장 규모 확대

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
가황촉진제	31,435	72.9%	28,292	72.4%	29,177	72.3%
고순도산화아연	7,374	17.1%	6,878	17.6%	7,178	17.8%
페인트	2,156	5.0%	1,954	5.0%	2,016	5.0%
기타	2,156	5.0%	1,953	5.0%	1,957	4.9%
Total	43,121	100.0%	39,077	100.0%	40,328	100.0%

Source)CMRI

- 산화아연의 용도별 수요를 살펴보면 고무에 사용되는 가황촉진제와 고순도 산화아연, 페인트, 기타로 구분되며, 가황촉진제용이 72%를 차지하고 있고, 파인세라믹용으로 사용되는 고순도 산화아연은 전지, 페라이트, 바리스타, 등에 사용되며 전체 산화아연 수요의 18%의 비중 차지

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ZnO	43,121	39,077	40,328	41,500	42,300	43,000	43,600	44,100	
증감률		-9.4	3.2	2.9	1.9	1.7	1.4	1.1	0.4

(m.t.,%)

Source)CMRI



□ 지르코니아(ZrO₂)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-28 지르코니아의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	10	12	112	426.7
	Total	10	12	112	426.7
수출	수출	-	-	8	-
	수출의존도	-	-	7.1%	
수요	내수	10	12	104	393.3
	수입	1,950	2,011	3,250	32.4
	Total	1,960	2,023	3,354	34.5
	국산화율	0.5%	0.6%	3.1%	
시장규모 1000\$		36,301	35,545	80,981	62.9

Source) CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 나노랩은 국내에서 연간 100톤 규모의 지르코니아 생산라인을 갖추고 있으며, 내수 공급을 위주로 판매하고 있고, 엠스는 2001년부터 중국으로부터 지르콘샌드를 수입해 3mol% Y2O3 부분안정화 지르코니아를 생산하는 시설을 개발해오다, 2007년 10월부터 양산에 들어가 현재 70톤 규모의 생산능력 갖춤 ○ 국내 지르코니아 시장규모는 2005년 1960톤에서 2006년 2023톤으로 3%가량 증가했으며, 2007년에는 아사히피디글라스가 PDP제조에 지르코니아를 사용하면서, 3354여톤으로 높은 수요신장세 기록 ○ 지르코니아 수입량은 2007년 기준 3200톤 수준이며, 남아프리카산이 34%, 중국산이 23%, 호주산이 16%, 일본산이 8%의 수입비중 차지 ○ 지르코니아 시장규모는 2007년 기준 8100만달러로, 2006년 3600만달러에 비교해 두 배 이상 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
구조세라믹/내화	1,290	65.8%	1,347	66.6%	1,433	42.7%
브레이크 패드	102	5.2%	186	9.2%	152	4.5%
전자부품	181	9.2%	93	4.6%	66	2.0%
촉매용	114	5.8%	93	4.6%	155	4.6%
PDP 패널용	-	0.0%	-	0.0%	1,204	35.9%
안료용	99	5.1%	86	4.3%	91	2.7%
기타	174	8.9%	218	10.8%	253	7.5%
total	1,960	100.0%	2,023	100.0%	3,354	100.0%

Source) CMRI

- 용도는 크게 기계구조재료와 전기전자재료로 나뉘며 기계구조 재료로는 연속주조용 노즐, 전기로부재(Setter, 보드)등의 내화재, 자동차 브레이크 촉매용 담체, 시계용 단결정 등으로 사용됨. 가장 많은 수요물량을 차지하는 내화재용은 노즐, 세타 제조 시 내화성을 높이기 위해 첨가되며 MgO 부분안정화 지르코니아를 사용함. 전기전자재료용 수요는 삼성전기의 MLCC(적층세라믹콘덴서) 제조시 첨가제와 PDP용 재료로 사용

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
ZrO ₂	1,960	2,023	3,354	3,615	3,831	4,061	4,305	4,563	
증감률		3.2	65.8	7.8	6.0	6.0	6.0	6.0	14.4

Source) CMRI



□ 질화물

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-29 질화물의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	-	-	-	-
	Total	-	-	-	-
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	-	-	-	-
수요	내수	-	-	-	-
	수입	2,500	1,961	2,453	1.8
	Total	2,500	1,961	2,453	1.8
	국산화율	-	-	-	-
시장규모 1000\$		6,827	6,466	7,623	6.3

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 질화물은 국내 생산 없이 전적으로 수입에 의존하고 있는 실정으로 연간 수요량은 2005년 2500톤에서 2006년 1960톤으로 22%정도 감소했다가, 2007년 2400톤으로 증가 ○ 국내에서 사용되는 질화물은 대부분 질화규소로 조선내화에서 내화물용 벽돌 등의 제조에 사용되고 있으며, 국내 사용되고 있는 질화물의 99%가 질화규소로서 조선내화에서 사용 ○ 국내 질화물 시장규모는 연간 760만달러 수준으로 2006년 650만달러에 비해 소폭 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
내화물용	2,463	98.5%	1,921	98.0%	2,410	98.2%
기계구조용	37	1.5%	40	2.0%	43	1.8%
Total	2,500	100.0%	1,961	100.0%	2,453	100.0%

Source)CMRI

○ 국내에서 사용되는 질화물은 99%가 내화물용 원료로 사용되고 있는 것으로 나타났으며, 절삭공구 등 기계 구조용 세라믹 원료의 수요는 연간 40톤 내외로 1-2% 정도에 불과한 것으로 나타났음

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
질화물	2,500	1,961	2,453	2,528	2,568	2,511	2,549	2,478	
증감률		-21.6	25.1	3.1	1.6	-2.2	1.5	-2.8	0.7

(m.t.%)

Source)CMRI



□ 탄화규소(SiC)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-30 탄화규소의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	-	-	-	-
	Total	-	-	-	-
수출	수출*	186	59	102	-
	수출의존도	-	-	-	-
수요	내수	-	-	-	-
	수입	27,658	27,118	30,602	5.4
	Total	27,472	27,059	30,500	5.6
	국산화율	-	-	-	-
시장규모 1000\$		44,263	37,095	43,157	0.1

Source)CMRI

*일부 수입 제품 재수출물량

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 탄화규소 역시 전량 수입에 의존하고 있으며, 수입량은 2005년 2만7600톤에서 2006년 2만7100톤으로 소폭 감소 한 뒤, 2007년 최초로 3만톤을 넘어선 3만600톤 기록 ○ 탄화규소 수입은 대부분 중국산으로, 2005년 전체 탄화규소 수입량의 86%를 차지하던 중국산 탄화규소는 2006년 91%를 나타낸 뒤 2007년에는 93% 상승 ○ 국내 용도별 탄화규소 시장은 연간 4300만달러로 이 가운데 가장 큰 시장을 차지하는 것은 주물 및 가탄제 시장으로 2007년 기준 연간 1800만달러로 전체 시장의 41%를 차지하고 있으며, 다음으로 내화재용 탄화규소가 1240만달러로 29% 차지

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
내화재용	9,215	33.5%	8,299	30.7%	9,671	31.7%
연마재용	4,186	15.2%	3,236	12.0%	2,707	8.9%
주물/가탄제	11,567	42.1%	12,167	45.0%	13,908	45.6%
웨이퍼용	524	1.9%	814	3.0%	1,122	0.0
기타	1,980	7.2%	2,543	9.4%	3,092	10.1%
Total	27,472	100.0%	27,059	100.0%	30,500	100.0%

Source) CMRI

- 국내 탄화규소 수요 가운데 가장 큰 비중을 차지하고 있는 분야는 주물 및 가탄제 분야로 2007년 기준 전체 수요 가운데 53%를 차지하고 있으며, 내화재용이 37%, 연마재용이 10% 차지

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SIC	27,472	27,059	30,500	32,697	34,669	36,686	37,413	38,400	
증감률		-1.5	12.7	7.2	6.0	5.8	2.0	2.6	5.0

Source)CMRI



□ 리튬산화코발트(LiCoO₂)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-31 리튬산화코발트의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	5,000	5,510	6,060	10.1
수출	수출	300	800	900	89.6
	수출의존도	6.0%	14.5%	14.9%	
수요	내수	4,700	4,710	5,160	4.9
	수입	684	1,482	2,151	80.9
	Total	5,384	6,192	7,311	16.5
	국산화율	87.3%	76.1%	70.6%	
시장	시장규모 1000\$	187,686	225,203	474,265	65.3

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 리튬산화코발트를 생산하는 기업은 한국유미코아와 엘엔에프, 새한미디어 3가 있으며, 2007년 기준 한국유미코아가 6000톤, 새한미디어가 1400톤 엘엔에프가 480톤으로 총 7880톤의 생산능력을 보유하고 있음. 2008년에는 새한미디어와 엘엔에프의 증설로 국내 총 생산능력이 1만톤에 이를 것으로 예상 ○ 국내 리튬산화코발트 수요는 2차전지 생산량이 크게 증가함에 따라 2005년 5400톤에서 2006년 6200톤으로 15% 증가했고, 2007년에는 7300톤으로 18% 증가 ○ 리튬산화코발트의 수입량은 2007년 2150톤이며, 이 가운데 중국산이 980톤가량으로 46%를 차지하고 있고, 일본산은 1170톤으로 54%의 비중 차지 ○ 국내 리튬산화코발트 시장규모는 연간 4억7400만 달러 규모로 최근 3년간 연평균 65%의 놀라운 성장세를 기록하고 있으며, 2006년과 비교하면 두 배 이상 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
IT용 이차전지	5,384	100.0%	6,192	100.0%	7,311	100.0%
Total	5,384	100.0%	6,192	100.0%	7,311	100.0%

Source) CMRI

○ 리튬산화코발트의 주용도는 IT용 2차전지이며, 현재 다른 용도의 개발을 진행중에 있는 것으로 조사

○ 리튬산화코발트는 2차전지 시장이 전세계적으로 급속하게 커지고 있고, 휴대용 전자기기와 자동차용으로 시장이 확대되면서 매년 두자리수 이상 시장이 확대되고 있음. 리튬산화코발트는 전지 수명과 용량 등에서 리튬산화코발트만의 장점을 가지고 있어 앞으로도 꾸준히 수요 증가

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
LiCoO ₂	5,384	6,192	7,311	11,000	13,000	14,500	16,000	17,500	
증감률		15.0	18.1	50.5	18.2	11.5	10.3	9.4	19.0

Source) CMRI



□ NTC 써미스터 분말

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-31 NTC 써미스터의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	267.9	228.8	180.3	-17.9
	Total	267.9	228.8	180.3	-17.9
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	0.0%	0.0%	0.0%	
수요	내수	98.6	112.8	118.4	9.7
	수입	-	-	-	-
	Total	267.9	228.8	180.3	-17.9
	국산화율	36.8%	49.3%	65.7%	
시장규모 1000\$		4,092	4,676	5,556	16.5

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ NTC써미스터는 온도가 증가하면, 저항이 감소하는 세라믹 소재로 주로 Ni, Co, Mn, 등을 주요 원료로 하고 있으며, 국내 대다수 NTC써미스터 생산기업들은 자사 기준의 조성에 맞게 직접 배합 사용 ○ 국내 NTC써미스터 생산기업들의 NTC분말 원료의 사용량은 2005년 268톤에서 2006년 229톤, 2007년 180톤으로 해마다 크게 감소 ○ 이는 NTC써미스터 제품이 거의 모든 가전제품에 광범위하게 사용되고 있어 다품종 소량생산 체제로 비교적 큰 기업이 없고, 수많은 중소기업들이 생산하고 있음. 여기에 중국산 NTC 써미스터 제품까지 난립해 국내 NTC분말 원료의 사용량은 크게 감소

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
가전기기용	214.5	80.1%	171.8	75.1%	126.4	70.1%
산업기기용	53.4	19.9%	57.0	24.9%	53.9	29.9%
Total	267.9	100.0%	228.8	100.0%	180.3	100.0%

Source)CMRI

- NTC씨미스터는 온도센서로 조리기기, 공조냉난방기기, 건강미용기, 가전 제품 OA기기 등의 가전기기 용과, 비닐하우스, 오일온도 측정, 양식업, 냉동자판기, 온도검지기 기상관측용 등 산업기기 용으로 매우 폭넓게 사용되고 있으며, 국내 가전산업의 해외이전 및 생산량 감축, 칩의 고집적 경량화로 가전기기용 수요가 점차 감소하는 추세

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
NTC분말	267.9	228.8	180.3	162.9	157.7	143.0	133.2	126.6	
증감률		-14.6	-21.2	-9.7	-3.2	-9.3	-6.9	-5.0	-10.0

Source)CMRI



□ PTC 씨미스터 분말

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표 III-32 PTC 씨미스터의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	107.6	103.8	118.4	5.3
	Total	107.6	103.8	118.4	5.3
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	0.0%	0.0%	0.0%	
수요	내수	98.6	112.8	118.4	9.7
	수입	-	-	-	-
	Total	107.6	103.8	118.4	5.3
	국산화율	91.6%	108.7%	100.0%	
시장규모(1000\$)		1,891	1,987	2,549	16.7

Source) CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ PTC분말 역시 자화전자를 비롯한 국내 대다수 PTC씨미스터 생산기업들은 티탄산바륨을 구매 사용하지 않고, 납·이산화티탄·탄산바륨 등을 구매해 제품의 특성에 맞게 직접 배합 ○ 국내 PTC분말 수요량은 2007년 기준 118톤 규모로 2005년 107톤, 2006년 103톤에서 연평균 5%가량 증가 ○ 가장 많은 PTC분말을 사용하고 있는 기업은 자화전자로, 화전자는 국내 PTC분말 사용량의 60%정도를 차지하고 있는 것으로 조사되었으며, 자화전자의 중국 공장 사용량까지 합하면 연간 200톤가량의 PTC분말 사용 ○ 자화전자 등의 해외법인 사용량을 제외한 국내 PTC분말 원료의 시장 규모는 2007년 기준으로 250만 달러대를 나타내었으며, 이는 PTC분말 사용량 증가와 가격의 상승으로 2005년 190만 달러, 2006년 200만 달러에서 연평균 17%가량 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
Degaussing	43.7	40.6%	40.2	38.7%	36.7	31.0%
모터스타트	14.1	13.1%	21.1	20.4%	30.1	25.4%
회로보호	21.4	19.9%	19.6	18.9%	21.9	18.5%
히터	28.5	26.5%	22.9	22.0%	29.7	25.1%
Total	107.6	100.0%	103.8	100.0%	118.4	100.0%

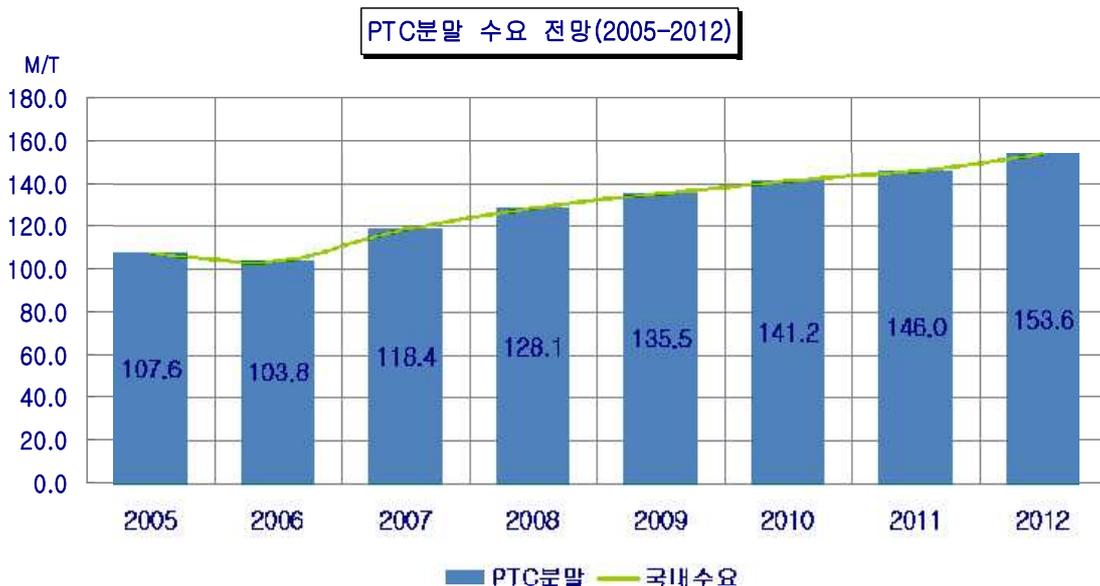
Source)CMRI

○ PTC분말 원료의 용도는 크게 4가지로 나뉘었는데 주로 CRT모니터에 사용되는 디가우징(Degaussing) 소자, 모터스타트, 회로보호용, 히터 등으로 분류되며, 가장 큰 비중을 차지하고 있는 디가우징 수요는 CRT모니터 수요의 감소로 매년 사용량이 크게 감소하고 있는 추세

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
PTC분말	98.6	112.8	118.4	128.1	135.5	141.2	146.0	153.6	
증감률		14.4	5.0	8.2	5.8	4.2	3.4	5.2	6.6

Source)CMRI



□ PZT 분말

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-33 PZT 분말의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	22.7	23.2	33.8	23.9
	Total	22.7	23.2	33.8	23.9
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	0.0%	0.0%	0.0%	
수요	내수	22.7	23.2	33.8	-
	수입	1.1	1.6	2.1	38.4
	Total	23.8	24.8	35.9	24.5
	국산화율	95.4%	93.5%	94.2%	
시장규모 1000\$		1,023	1,089	1,576	25.6

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ PZT 분말 원료는 납(PbO), 지르코니아(ZrO₂), 이산화티타늄(TiO₂)이 대략 4:3:3의 비율로 배합되며, 국내에서 PZT제품을 생산하는 기업 가운데 래트론을 제외하고는 대부분 일본산 고순도 원료를 이용해 직접 배합하여 사용 ○ 국내 PZT 분말의 사용량은 2005년 24톤에서 2006년 25톤 2007년에는 36톤 규모로 꾸준히 증가하고 있으나, 다른 원료들에 비해 사용량 자체가 극히 미미한 수준 ○ PZT분말은 대부분 경원혜라이트, 동일기연, 래트론 등에서 사용하고 있는 것으로 나타났음. 삼성전기에서 분사한 국내 최대 압전소자 생산업체인 에스세라는 연간 40톤 이상의 PZT 분말을 사용하고 있지만 중국공장에서 생산이 이뤄져 실제 국내 사용량은 없는 것으로 조사

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
통신부품용	1.2	5.0%	1.5	6.0%	1.8	5.0%
센서부품용	18.0	75.6%	17.0	68.6%	22.3	62.1%
액추에이터용	3.3	13.7%	4.4	17.8%	9.6	26.7%
진동기용	1.4	5.7%	1.9	7.5%	2.2	6.1%
Total	23.8	100.0%	24.8	100.0%	35.9	100.0%

Source)CMRI

- PZT 압전 소자 가운데 가장 많은 비중을 차지하고 있는 레조네이터 등 통신부품 등은 주로 에스세라에서 생산하고 있으나, 에스세라가 국내에서 생산하고 있지 않으므로 통신부품 제조용 PZT 분말 수요는 미미한 것으로 분석됨. 따라서 국내 PZT 분말 수요는 2007년 기준으로 센서용이 22톤으로 62% 정도 차지

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
NTC분말	23.8	24.8	35.9	40.3	45.1	49.8	54.0	58.5	
증감률		4.2	44.8	12.1	12.1	10.3	8.4	8.4	14.3

(m.t.%)

Source)CMRI



□ Varistor 분말

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-34 바리스터 분말의 수급현황 >

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	76.3	82.0	84.0	5.0
	Total	76.3	82.0	84.0	5.0
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	-	-	-	-
수요	내수	76.3	82.0	84.0	-
	수입	-	-	-	-
	Total	76.3	82.0	84.0	5.0
	국산화율	100.0%	100.0%	100.0%	
시장규모 1000\$		1,621	1,892	2,044	12.4

(m.t.,%)

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 바리스터 분말을 사용하여 제품을 생산하는 기업들로는 아모텍, 이노칩, 하이엘, 일진전기, 래트론, 조인셋 등이 있으며, 이들 기업은 모두 산화아연(ZnO) 등 주요 원료를 구입해 직접 배합 사용 ○ 국내 바리스터분말 원료 사용량은 2007년 기준 아모텍이 50톤으로 전체 사용량의 60%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 다음으로 하이엘이 12톤으로 14% 이노칩이 7톤으로 8% 차지 ○ 국내 바리스터 분말 원료의 사용량은 2005년 76톤에서 2006년 82톤으로 증가했다가 2007년 84톤으로 증가하며, 연평균 5%의 증가율 ○ 국내 바리스터 분말 원료의 시장 규모는 2007년 기준 200만 달러 수준으로 2005년 160만 달러에서 최근 3년간 연평균 12% 증가

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
Disk	25.9	33.9%	24.0	29.3%	22.8	27.1%
Chip	44.8	58.7%	52.6	64.1%	56.0	66.7%
피뢰기용	5.6	7.3%	5.4	6.6%	5.2	6.2%
Total	76.3	100.0%	82.0	100.0%	84.0	100.0%

Source)CMRI

○ 배리스터(Varistor)는 정전기(ESD, Electro Static Discharge) 또는 과전압(Surge)으로부터 전자기기의 손상을 방지하는 부품으로, 주로 정전기에 약한 IC회로 등을 보호하는 기능 수행

○ 최근에는 칩 타입의 배리스터는 휴대폰의 경량화, 소형화로 대부분 휴대폰 용도로 사용되어, 국내 배리스터 시장 주도

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
Varistor분말	76.3	82.0	84.0	88.4	93.3	97.9	100.1	102.7	
증감률		7.5	2.4	5.2	5.6	4.9	2.2	2.6	4.4

Source)CMRI



□ 형광체 분말

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-35 형광체 분말의 수급현황 >

(m.t.,%)

구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	155	225	300	39.2
	Total	155	225	300	39.2
수출	수출	-	-	-	-
	수출의존도	-	-	-	-
수요	내수	155	225	300	39.2
	수입	271	385	313	11.7
	Total	426	610	613	21.8
	국산화율	36.4%	36.9%	48.9%	
시장규모 1000\$		93,720	109,800	91,950	0.5

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서 형광체분말을 생산하는 기업은 삼성SDI와 대주전자 재료가 있으며, LG화학의 경우 2006년 CRT용 형광체 분말 생산을 중단했고, FPD용 형광체 분말 생산설비를 2007년 12월 대주전자재료에 사업을 매각하면서 사업에서 철수하였음. 2007년 기준 삼성SDI와 대주전자재료의 형광체분말 생산 능력은 각각 250톤과 100톤 규모 ○ 형광체 분말은 적색, 청색, 녹색으로 구성되어 있으며, 적색은 Gd₂O₃:Eu을, 청색은 BaMgAl₁₀O₁₇:Eu을, 녹색은 Zn₂SiO₄:Mn을 주로 사용 ○ 국내 형광체 분말 수요는 2007년 기준 610톤으로 최근 3년간 22%의 성장률 기록 ○ 형광체 분말 수입량은 2007년 300톤을 조금 넘는 수준을 나타내고 있으며, 전량 일본산으로, 일본산 형광체 분말 수입량이 국내 생산량과 비슷한 수준으로 국내 형광체 분말 시장을 주도 하고 있음

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
FPD용	426	100.0%	610	100.0%	613	100.0%
Total	426	100.0%	610	100.0%	613	100.0%

Source)CMRI

- 형광체 분말의 국내수요는 2005년 426톤에 불과했었으나 2005년 삼성 SDI의 천안공장의 P4(PDP 3세대)라인의 본격 가동으로 수요가 급증하면서 2006년 610톤으로 43% 증가했고, 2007년에는 0.5% 증가한 613톤으로 2005-07년간 연평균 증가율이 22%를 기록했음

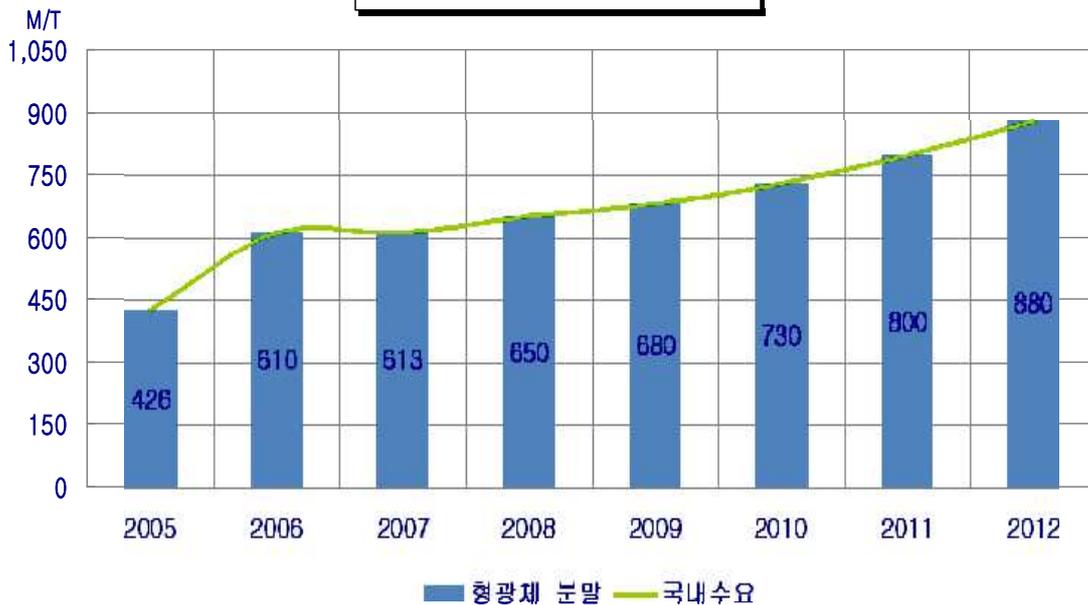
○ 향후 수요전망(2005~2012)

(단위 : M/T,%)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
형광체 분말	426	610	613	650	680	730	800	880	
증감률		43.2	0.5	6.0	4.6	7.4	9.6	10.0	11.6

Source)CMRI

형광체분말 수급 전망(2005~2012)



□ 테오스(TEOS)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-36 테오스 분말의 수급현황 >

		(m.t.,%)			
구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	130	214	364	67.4
수출	수출	6	26	33	180.1
	수출의존도	4.6%	12.1%	9.1%	
수요	내수	124	188	331	63.8
	수입	280	272	176	-19.1
	Total	404	460	507	12.0
	국산화율	30.7%	40.9%	65.3%	
시장	시장규모 1000\$	17,372	18,400	19,266	5.3

Source)CMRI

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate/Tetra Etgoxy Silane) 생산 기업으로는 테크노세미켐이 있으며, 1980년대 중반 최초 무역상사로 출발할 당시부터 TEOS를 국내에 수입 공급해왔던 것으로 알려졌다. 그러나 테크노세미켐은 TEOS를 직접 합성하는 것이 아니라, 해외에서 저순도의 TEOS를 공급받아 이를 정제하는 과정을 거쳐 반도체급의 고순도 TEOS를 생산하는 것으로, 100% 국산화 되어 있지 않은 소재임 ○ 국내 TEOS 수요는 2007년 507톤으로 최근 3년간 연평균 12%의 꾸준한 성장세를 보여주고 있으며, 삼성전자 하이닉스 등의 반도체 산업 투자에 따라 앞으로도 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예상 ○ 국내 TEOS 수입량은 2007년 기준으로 연간 180톤 수준이며, 거의 대부분 미국의 AP(Air Products), ATMI(Advanced Technology Materials Inc)로부터 수입 ○ TEOS 시장규모는 2007년 기준 1900만달러로 가격이 꾸준히 하락하는 가운데에서도 수요량의 증가에 따라, 연평균 5% 이상의 안정적인 성장세를 유지

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
반도체용	404	100.0%	460	100.0%	507	100.0%
Total	404	100.0%	460	100.0%	507	100.0%

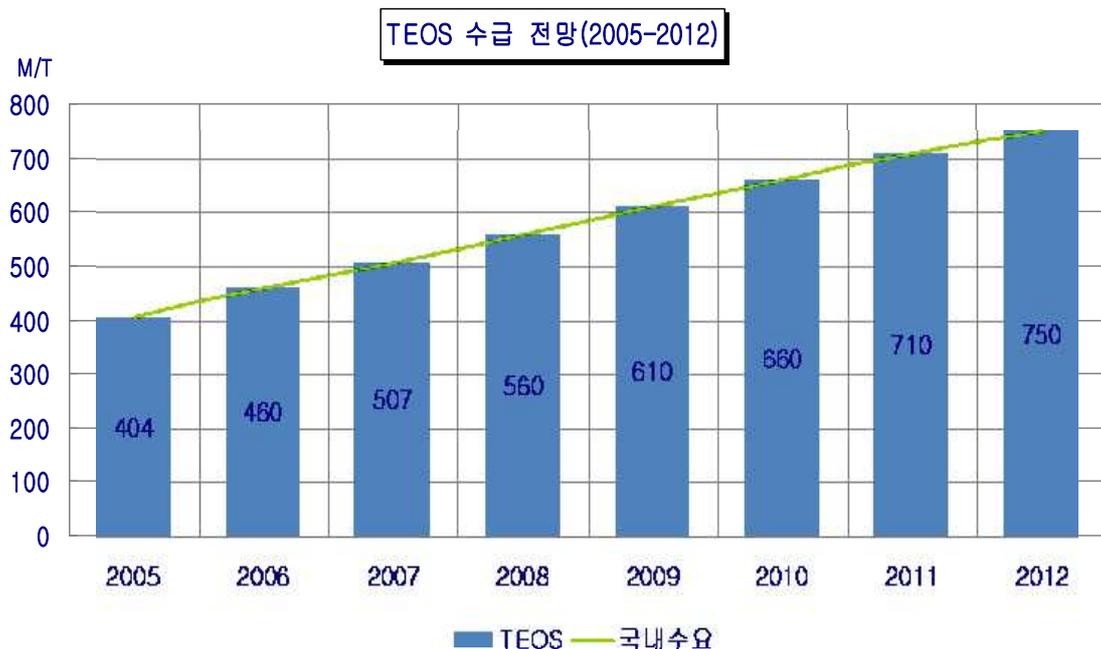
Source) CMRI

○ TEOS(Tetra Ethyl Ortho Silicate / Tetra Ethoxy Silane)는 주로 반도체 제조 공정에 CVD(Chemical Vapor Deposition-화학기상증착)공정에서 절연체로 Si Wafer 표면에 SiO₂막을 형성시켜주는 역할함

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
TEOS	404	460	507	560	610	660	710	750	
증감률		13.9	10.2	10.5	8.9	8.2	7.6	5.6	9.3

Source) CMRI



□ 모노실란(SiH4)

○ 수급 트렌드(2005~2007)

< 표Ⅲ-37 모노실란의 수급현황 >

		(m.t.,%)			
구분		2005 물량	2006 물량	2007 물량	05~07 AGR
생산	Korea	-	-	85	50.0
수출	수출*	35	53	186	151.2
	수출의존도	0.0%	0.0%	0.0%	
수요	내수	-	-	30	50.0
	수입	434	478	603	18.1
	Total	399	425	502	12.3
	국산화율	0.0%	0.0%	6.0%	
시장	시장규모 1000\$	39,900	40,375	50,230	12.8

Source)CMRI

*일부 수입 제품 재수출물량

구분	Market Trend
시장상황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소디프신소재는 국내 유일의 실란 생산기업으로, 2007년 하반기 약200억 원을 투자하여 300톤 규모의 SiH4 공장을 완공. 이후 소디프신소재는 2008년 초 SiH4의 수요 증가에 대비하기 위해 2011년까지 SiH4를 2000톤 추가 증설하여, 2300톤 규모의 SiH4 생산능력을 확보할 것으로 공시 ○ 국내 실란 수요는 2007년 기준 500톤으로, 실란은 NF3와 더불어 반도체 및 LCD 산업에서 가장 중요한 가스로 자리매김 한 상태임, 현재까지 반도체와 LCD 산업의 신규라인 투자 및 생산량 증가에 따라 사용량이 증가해 왔으며, 향후 태양전지 웨이퍼 및 반도체 웨이퍼의 원료인 폴리실리콘의 원재료로서 SiH4의 사용이 확대되고, 박막형 태양전지의 CVD 공정에도 SiH4가 사용됨에 따라 수요는 더욱 크게 증가 예상 ○ 국내 SiH4 시장규모는 2005년 3990만 달러에서, 2006년 4040만 달러로 소폭의 성장에 그쳤는데, 이는 수요가 안정적으로 증가하고 있음에도 불구하고, 가격이 하락한 것에 기인한 것으로 분석 ○ 2007년 기준 국내 실란 수입량은 600여 톤으로 소디프신소재가 본격적인 생산을 시작한 2007년에도 생산량이 많지 않아 대부분의 수요를 수입산으로 감당하고 있는 실정

○ 용도별 수요(2005~2007)

Application m.t.	2005		2006		2007	
	물량	m/s	물량	m/s	물량	m/s
반도체	214	53.7%	226	53.3%	266	53.0%
LCD	182	45.5%	194	45.8%	230	45.8%
기타	3	0.8%	4	0.9%	6	1.2%
Total	399	100.0%	424	100.0%	502	100.0%

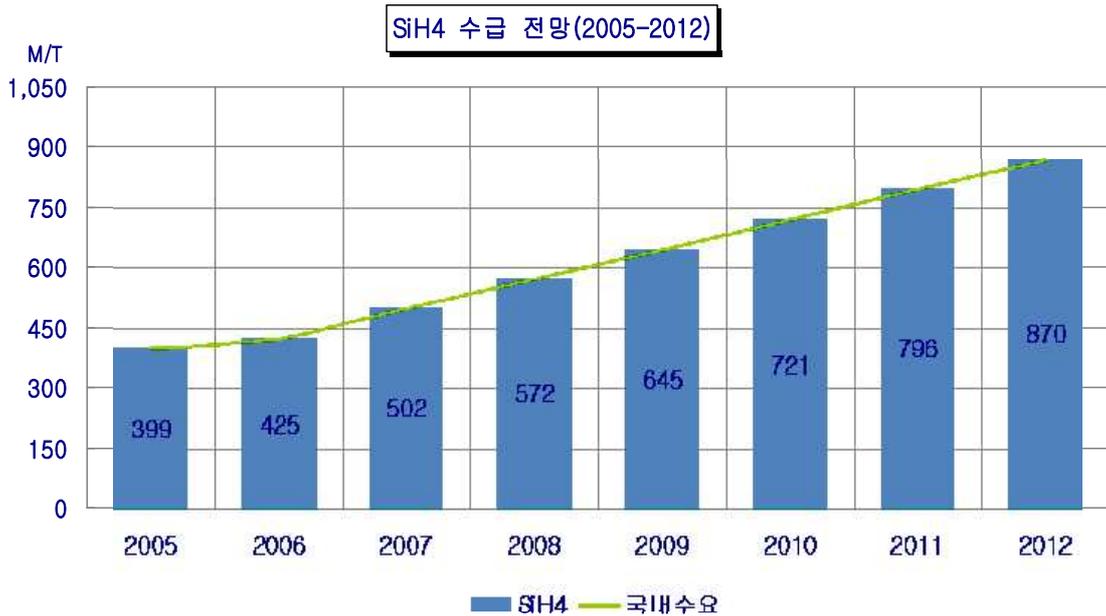
Source) CMRI

○ 현재 실란의 국내 용도별 수요는 2007년 기준으로 반도체 부분이 53%, LCD 부분이 46% 가량을 차지하고 있는데, NF3와 마찬가지로 국내 업체들은 반도체용 SiH₄의 가격이 LCD 분야보다 다소 좋은 점 때문에 반도체 부분의 SiH₄ 공급을 우선하고 있음.

○ 향후 수요전망(2005~2012)

구분	실적치			전망치					AGR (05-12)
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SiH ₄	399	425	502	572	645	721	796	870	
증감률		6.5	18.1	13.9	12.8	11.8	10.4	9.3	11.8

Source) CMRI



IV. 파인세라믹 생태계 분석

1. 분야별 생태계 현황

가. 원료·광물

□ 규산질 원료광물 산업의 생태계 현황

- 규석광산의 대부분이 영세성을 면치 못하고 있어서 시설 확충 및 신규 사업을 꺼리고 있는 형편 임. 이는 국내의 경우 중·저품위 규석이 대부분 산재해 있어서, 이에 따라 고품위 규석광은 중국, 인도 등에서 수입
- 국내의 규산질 광물은 장석, 운모 등의 광물과 혼합되어 있어서 광종 분리기술을 요구하고, 또한 표토에 정토질이 있어서 세정 및 산처리 필요
- 국내 규산질 광물은 대부분 시멘트 부원료, 유리 주물, 전자재료 대부분 활용하고 있으며 이들의 규사(SiO_2)성분은 95%전후이다. 경북지례 지역에 고품위 규석이 생산되나 생산량은 많지 않으며 일부 지역에서 생산되는 규석분말의 품위는 SiO_2 성분이 96-99% 차지
- 수입원광의 가격은 약 60,000원/톤 전후이고 분쇄 산물의 가격은 20-30만원/톤임. 국내 관련 산업의 경우 분쇄장치 및 분급기 제작기술 미비로 입도 분포 폭이 좁은 분말을 생산하지 못하고, 또 shape control 및 표면처리기술이 미약한 것으로 조사 됨
- 용융 실리카 분말 및 합성 실리카 분말의 경우 전기·전자 및 구조 재료 등 고부가가치 업계에서는 요구하고 있으나 경제상 문제로 수입하여 사용
- 최근 관련 산업에서 규석의 백색도 향상 및 품위 향상, 초미립 규석분말 (nano size), 금속규조 기술, 용융실리카 등의 수요가 급증

< 표IV-1 규석의 주요 용도에 따른 일반적인 규격 >

화학적 규격			물리적 규격	용도
SiO ₂ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	입도	
97	무관	0.3	30 ^m / _m ~ 80 ^m / _m	규소합금철, 규산질 비료, 여과용
98	무관	무관	8 ^m / _m ~ 2 ^m / _m	선박세척용
98	0.1	무관	20 mesh ~ 100mesh	주물사용
98	0.1	무관	100 mesh이하	내화벽돌용
98	0.1	0.09	20 mesh이하	규산소다, 유지용
98	0.05	0.04	40 mesh	F . R . P
99	0.05	0.07	20 mesh~ 150 mesh	병유리용
99	무관	무관	100 mesh	루핑, 스테이트용
99.3	0.05	0.07	20 mesh ~ 150 mesh	도자기, 경질소자용
99.7	0.04	0.05	20 mesh ~ 150 mesh	고급파이렉스소자용
99.7	0.04	0.05	200 mesh ~ 300 mesh	스라이틱용
99.8	0.01	0.1	300 mesh ~ 400 mesh	반도체용
* 자료: 유리협동조합, 대창광업, 두산유리, 창신화학, 한국유리 등 참고: 20 mesh : 약 8 ^m / _m , 40 mesh : 약 0.3 ^m / _m , 100 mesh : 약 0.15 ^m / _m 150 mesh : 약 0.1 ^m / _m , 200 mesh : 약 0.07 ^m / _m 300 mesh : 약 0.05 ^m / _m 400 mesh : 약 0.037 ^m / _m				

- 전체적으로 관련 국내 규산질 광산이 영세하고, 99.5% 이상의 원광이 0.3%에 불과하는 등의 원광의 품위는 저하되고 있으며 환경시설도 미비한 상태로 장비개발을 위한 시설투자를 기피하고 기술개발과 제품개발을 위한 적극적인 의지가 낮기 때문에 현상유지에 급급하고 있는 실정

□ 석회석 원료광물 산업의 생태계 현황

- 생석회와 소석회를 중심으로 비료, 환경 정화 원료 소재 산업이 국내 석회석 산업의 중심이었으나 환경 규제 및 타 제품의 개발로 인해 관련 시장 점유율 감소

< 표IV-2 국내 석회석 제품의 생산 판매 현황, 2005 >

용도	종류	석회석	석회석분	생석회	소석회	백운석분	경소 백운석	경질 탄산 칼슘	백운석	폐화석	합 계
	철강 공업 용	수량	2,102,400		396,241	3,000		158,360			
금액		27,993,753		25,413,235	29,086		10,140,944				63,577,018
화학 공업 용	수량	561,610	8,408	284,925	36,095			40,015	3,600		934,653
	금액	5,751,305	313,888	18,745,773	3,008,280			9,253,176	72,000		37,144,422
건설 재 료 용	수량	1,445,750	58,561	29,906	8,000				29,000		1,571,217
	금액	3,956,670	1,858,591	2,011,990	791,571				914,748		9,533,570
건 축 용	수량	44,470	106,077	11,951	7,833	194,700		500	76,000		441,531
	금액	1,041,759	1,639,056	774,942	851,701	3,851,197		110,000	852,364		9,121,019
환 경 용	수량	212,439	37,520	129,677	76,801		400				456,837
	금액	4,704,563	1,136,485	7,451,827	6,520,687						19,813,562
농 업 용	수량		251,460	48,285	129,834	228,138	1,391			26,454	685,562
	금액		6,273,063	4,918,722	7,618,352	12,361,731	125,125			106,777,394	138,074,387
기 타 산 업 용	수량	403,426	126,319	1,109	7,701				105,000		643,555
	금액	9,392,036	6,456,873	151,381	928,096				368,893		17,297,279
수 출	수량							100			100
	금액							35,000			35,000
합 계	수량	4,770,095	588,345	902,094	269,264	422,838	160,151	40,615	213,600	26,454	7,393,456
	금액	52,840,086	17,677,956	59,467,870	19,747,773	16,212,928	10,266,069	9,398,176	2,208,005	106,777,394	294,596,257

- 최근 침강성 경질탄산칼슘을 중심으로 고기능성 플라스틱, 합성 고무, 제지 산업과 같은 정밀화학 산업에서의 수요 급증
- 국내 침강성탄산칼슘 제조업체는 현재 5개 업체(시설능력 약 74,000톤)으로 주로 출발하였으나 일반 제품 용도로 사용되는 저급 제품 위주로 생산하고 있으며 동호칼슘만이 교질(입경 0.03~0.08 μ m)제품을 연간 1,000톤 정도 생산
- 침강성탄산칼슘의 연구 국내 수요량은 12만 톤 정도로 추정되고 있으며 그중 고급품질인 교질경 및 초미세 침강성탄산칼슘은 거의 전량 수입 의존

□ 탄소류 원료광물 산업의 생태계 현황

- 국내 흑연 생산량은 내수물량의 1% 미만으로 대부분을 중국 및 일본에서 수입에 의존하고 있다. 또한 수입량의 주요 공급원인 중국의 물량이 지속적으로 증가하고 있으며, 중국산은 주로 내화물용 가탄재로 사용되고 일본산은 건전지, 분말야금 및 연필용으로 사용되고 있다. 2007년 국내 수입량은 24,854톤으로 2006년에 비하여 2배 이상 급증하였으며 금액으로는 약 100억 원 규모
- 요업-제철-제강용의 내화재료 및 탄소봉제조, 윤활재, 연마제, 고무공업 원료 등에 사용되며 전기, 전자-화학-기계공업의 주요 부품소재, 내화공업-원자력 및 화력발전-자동차-비행기-우주선-선박공업 등의 전 산업분야 활용
- 최근 아시아 및 유럽지역의 흑연 소비는 높은 증가추세를 나타내고 있으며, 특히 아시아의 경우 자동차, 건설, 전기, 전자 등 업종에서의 소비 증가율이 높은 실정이다. 주물용의 경우 오세아니아와 대만에서의 소비가 증가하고 있다. 또한 국내에서는 자동차, 철강, 전기, 전자산업의 지속적 성장과 더불어 첨단 산업부분의 고품위 소재 요청으로 수요가 점차 증가하는 추세. 현재 흑연의 국내 수요의 50% 이상을 점유하고 있는 제철, 제강산업의 내화재료와 난연재 또한 매년 설비 능력을 증가 추세

< 표IV-3 흑연광의 용도 및 제품별 규격 >

용도	제품별	F.C (%)	Mesh	
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">흑연정제</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">흑연</div> </div>	요업	주형/도가니제작 흑연	65-75 / 75-85 +85	-100 / +80 +10 ~
	내화	내화벽돌 화성도료	85-90 / 17-80 +85	+50 / +120 -325
	원자력	중성자 감속제		
	전기-전자	전기점검/발열체 반도체/전자파 차폐		
	철강	가탄제/도형제 주철 탄소증기용	+85 / +88 +80	1-2mm / 3~5mm -100 / -325
	필기구	연필/샤프심 특수용	+80 / 94-96.5 +97	-325 / 350~400 -700 ~ +3,000
	탄소봉제조	탄소봉(건전지용) 흑연전극봉(공업용)	+85 +75-85 / 97-98+99	-600 / -120~600 -700~-2,500)
	기계부품	라이닝/박킹 PUMP재	+75 / +95	-120~110
	윤활포장제	윤활제/페인트 금속코팅/특수포장	-92 / +97 96.98 / +99.9	350-400 5-7 μ m
	기타	폭약재료/고무공업 연마재/테니스라켓		

- 국내 흑연 원광 수입량의 80% 정도가 포항제철을 중심으로 한 포항 근교에서 내화재료 및 가탄제로 대부분 소비되고 있다. 또한 국내의 흑연 완제품 생산기술은 부가가치가 낮은 일부 저급 제품을 생산할 수 있는 정도의 기술을 보유하고 있기 때문에 부가가치가 높은 첨단산업용 흑연 완제품은 일부 선진국에서 전량 수입(약 150억)하고 있는 실정이다. 흑연을 이용하는 국내 산업계에서는 고정탄소(F.C.) 99.9% 이상의 고순도 정제흑연과 팽창흑연으로 만들어지는 흑연 시-트, 링, 가스켓트, 불침투성 흑연, 교질흑연(colloidal graphite) 등은 2차 제품, 전자소재용 및 윤활유 첨가제용 초미립 흑연 분말 등을 요구하고 있어 이러한 국내산업계의 요구를 충족시키기 위한 대책 필요

- 우리나라는 세계적인 흑연생산국 중의 하나였으나, 1990년대 들어 그 생산량이 점차 감소하여 최근에는 국내 수요량의 약 5% 미만의 생산에 그치고 있으며 수요량의 대부분을 중국(95%)에서의 수입에 의존하고 있는 실정이다. 현재 가행 광산이 1개 있으나 이마저 부정기적인 조업에 그침

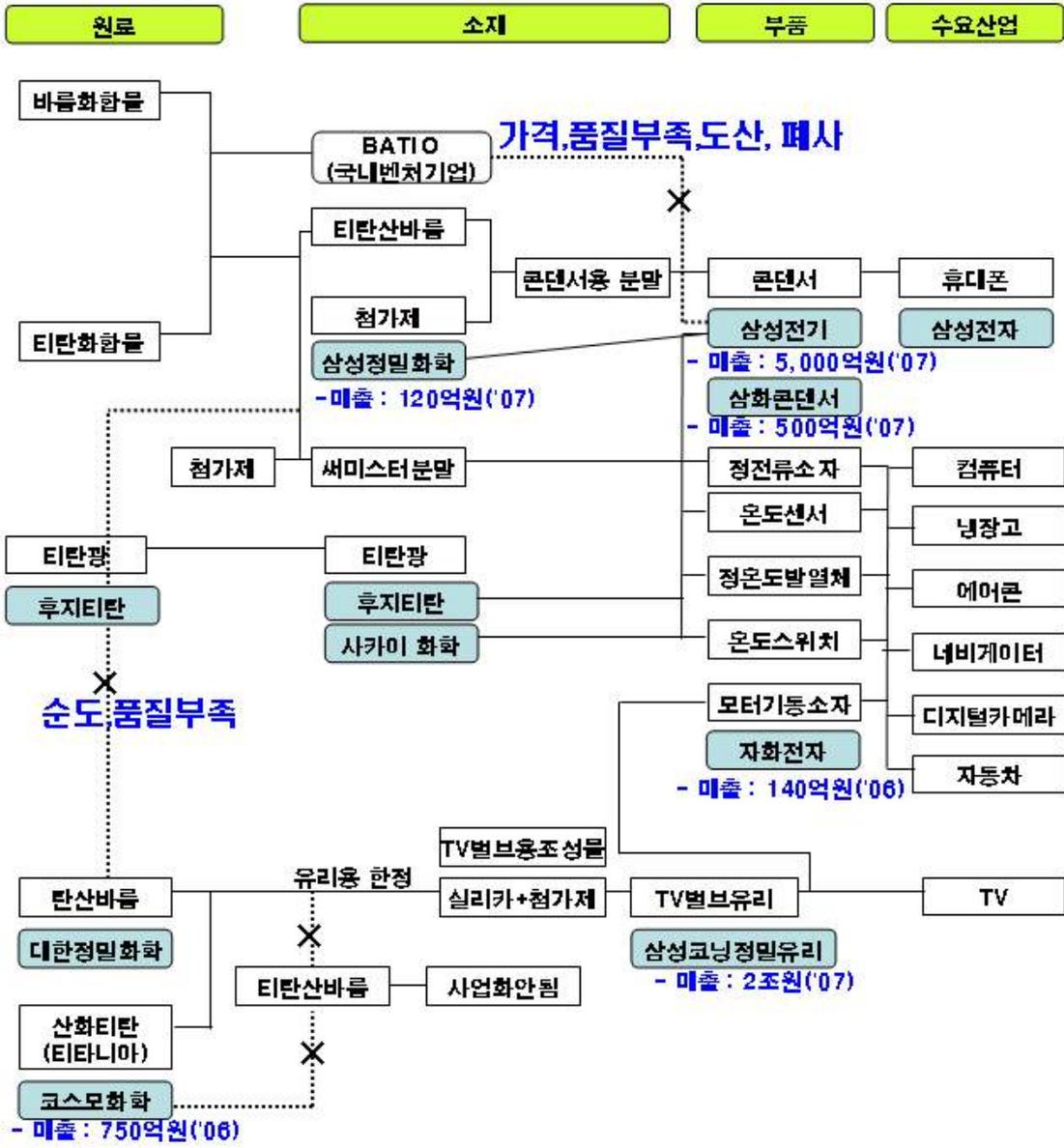
□ 희유 금속 및 희토류 원료광물 산업의 생태계 현황

- 주요 희유금속 원소별 시장규모 세계 생산량으로는 Mn, Cr, Ti, Ni, Zr, Mo, REE(희토류금속) 순이며, 금으로는 Ni, Cr, Ti, Pd, Ta, Mo 순으로 생산
- 국내의 경우 금액으로 약22억 달러에 달하며 Si, Cr, Ni, Ti, REE), Co, W, Sb 순으로 수입. 이들 여러가지 희유금속 중에서 용도, 활용성, 부가가치성, 시장규모 및 기술개발가능성 등을 고려하여 주요 희유금속원소 Si, Ti, Ta, Zr, Ga, In, Nb, Hf의 8종에 주요 관심 대상
- 최근 산업이 급격히 발전함에 따라 첨단소재로서 희토류금속 및 화합물의 용도가 다양해지고 수요 급증

< 표IV-4 주요 원료·광물의 생태계 분석결과 >

	국내 관련 산업 동향	국내 실태 분석 결과
규산질 원료 광물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경도가 7로써 이형제, 연마제, 칩가제를 비롯한 반도체, 유리, 도자기, 시멘트 등의 원료로 폭 넓게 사용 ○ 국내 산업은 양적으로 상당한 발전을 이룩하였음에도 불구하고, 그 근간이 되는 silica 기술은 초보 단계에 머무르고 있어 보다 혁신적인 질적 발전 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전체적으로 국내 규산질 광산이 영세하고, 99.5% 이상의 원광이 0.3%에 불과하는 등의 원광의 품위는 저하 ○ 환경시설도 미비한 상태로 장비개발을 위한 시설투자를 기피하고 기술개발과 제품 개발을 위한 적극적인 의지가 낮기 때문에 현상유지에 급급하고 있는 실정 ○ 고품위 규석은 인도 중국 동남아 지역에서 수입하여 활용하고 있으며, 국내 대부분 광산은 주물사, 인조석판의 유리, 시멘트 등의 요업 원료로 사용
석회석 원료 광물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생석회와 소석회를 중심으로 비료, 환경 정화 원료 소재 산업이 국내 석회석 산업의 중심이었으나 환경 규제 및 다 제품의 개발로 인해 관련 시장 점유율이 감소 ○ 최근 침강성 경질탄산칼슘을 중심으로 고기능성 플라스틱, 합성 고무, 제지 산업과 같은 정밀화학 산업에서의 수요급증 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 비금속광물의 매장량 중 80% 이상이나, 고순도 석회석의 매장량이 급감 ○ 국내 석회석 산업은 분쇄를 통해 제조한 중질탄산칼슘과 소석회, 생석회 산업 중심으로 형성 ○ 침강성탄산칼슘의 경우, 미국과 일본에서 수입하고 있으며, 비교적 수입 의존도가 상승
알루미늄 원료 광물	<ul style="list-style-type: none"> ○ KC(주)에서 유일하게 상업적 생산을 하고 있으며, 이를 제외한 모든 제품을 전량 국외에서 수입하고 있으며, 특히 초미분 수산화알루미늄 및 특수 알루미늄 제품은 국내에서 생산되지 않으므로 대부분 중국이나 일본에서 수입 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내에서 수산화알루미늄 및 알루미늄 관련 제품생산은 KC(주)에서 보오크사이트 광석을 원료로 사용하는 베이어 공정을 사용하여 연간 20만톤 규모의 수산화 알루미늄 및 알루미늄의 생산 설비를 갖추고 수산화 알루미늄 내수 시장 공급 및 일본 중국시장에 수출
희토류 산화물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전자·통신·기계 등 첨단산업용 희유금속 기초소재의 수요가 급증하고 있는데, 이는 향후 고순도, 고기능성 등 기술집약적 희유금속 기초소재의 급격한 수요확대 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 수요규모는 약31억\$ (2005년)로 수요의 전량을 수입에 의존하고 있으나, 제품형태로의 수입을 고려할 경우 시장규모는 10배 이상 확대 예측 ○ 대부분의 기능재용 산업의 경우 전산업 평균 생산지수를 크게 상회, 구조재용 산업의 경우 평균 생산지수 하회

FC 산업 생태계 (예 : 티탄산바륨)

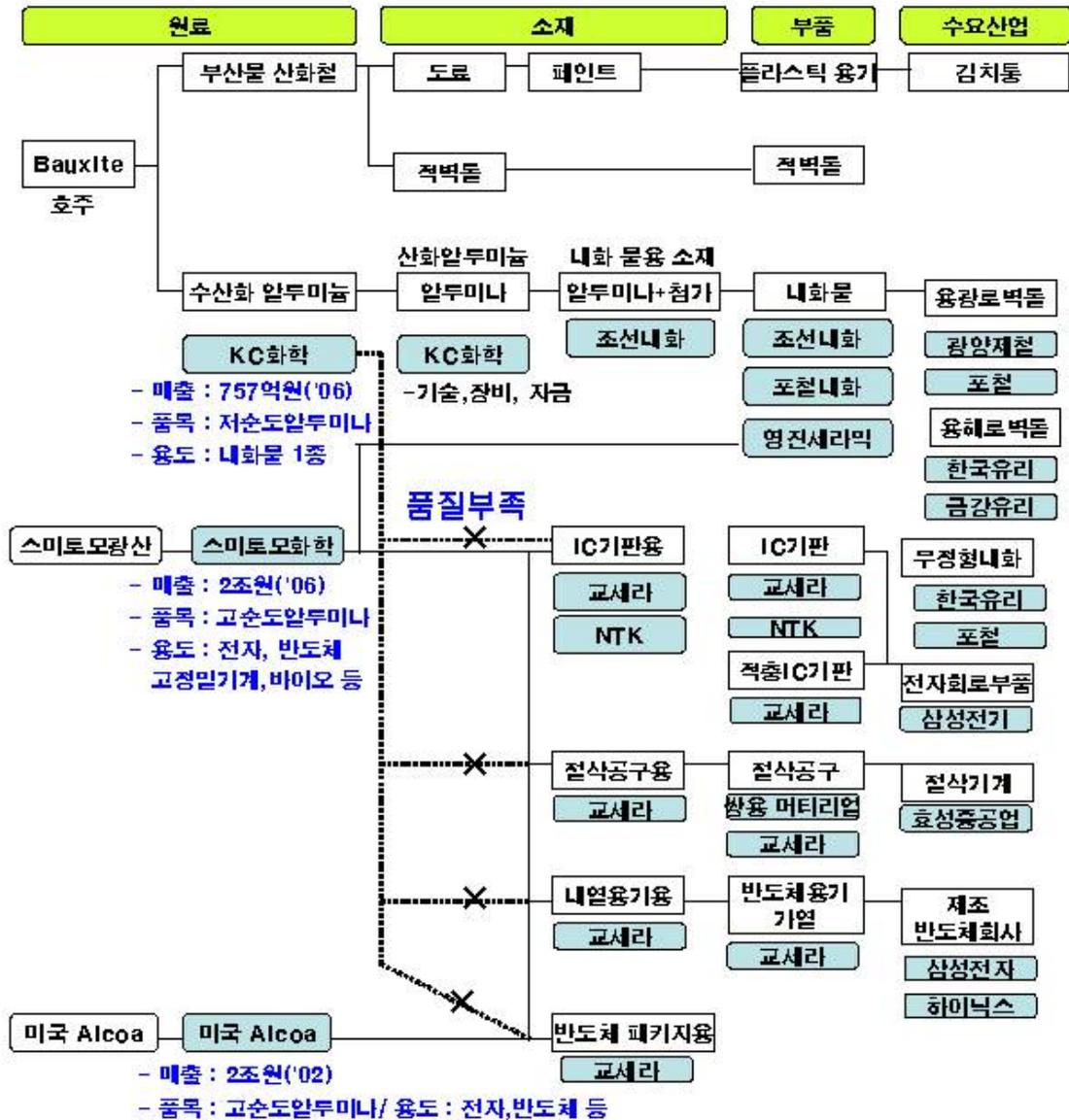


가격, 품질 부족, 도산, 폐사

순도, 품질 부족

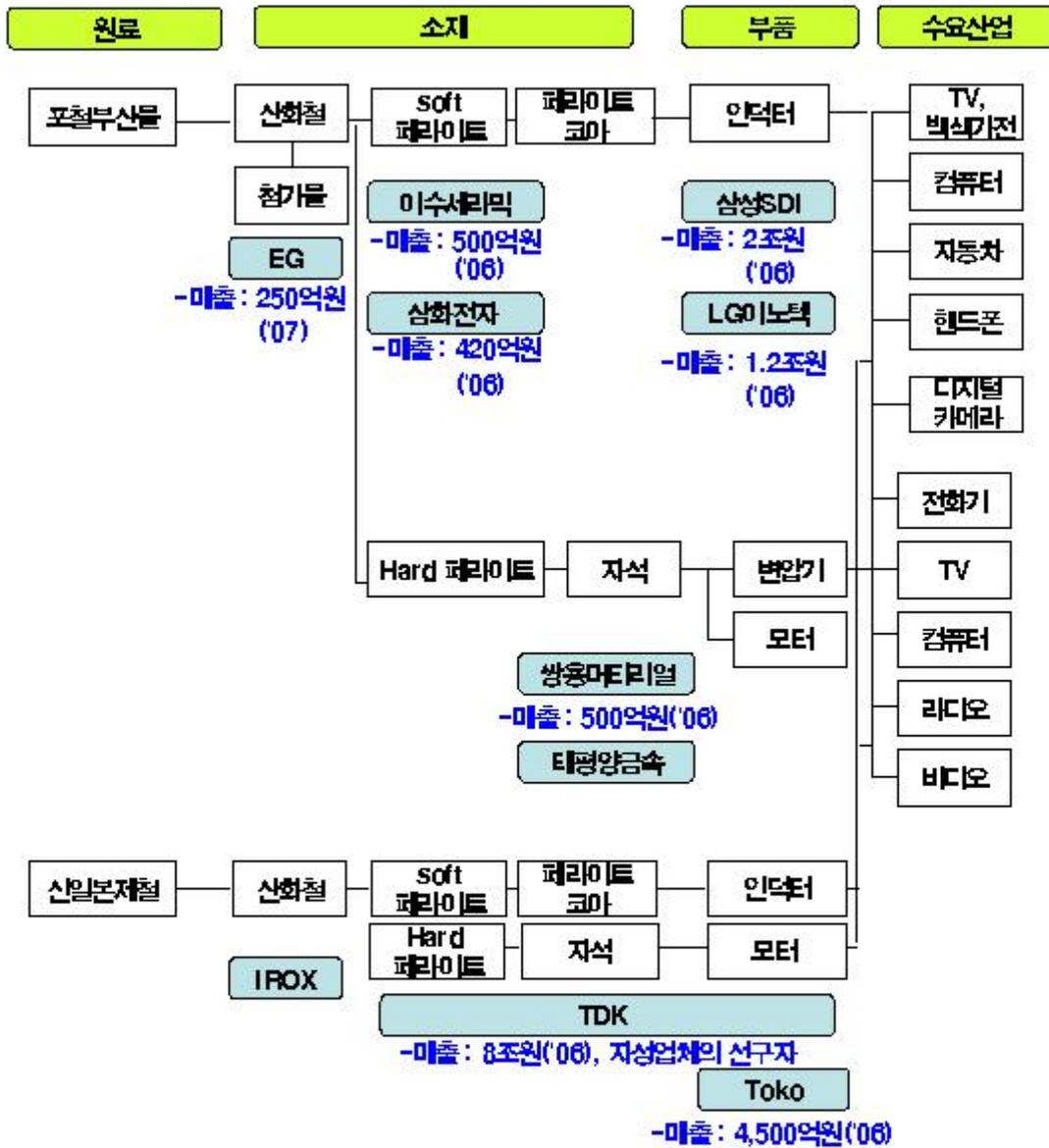
- 각 유사 원료회사가 있음에도 불구하고, 사업화 못함
 - 제품화에 필요한 품질 미달 (기술, 자본 부족)
- 국내 유일 삼성정밀화학 ↔ 삼성전기 협력체계만 유지되는 상황
- 외국은 광물 ↔ 화학 ↔ 소재로 계열화된 특과점의 대기업 소재전문 회사
 - < 대안 >
 - 정부에서 기술, 자본 지원시 손익분기점 3년정도 단축 가능

FC 산업 생태계 (예 : 알루미늄)



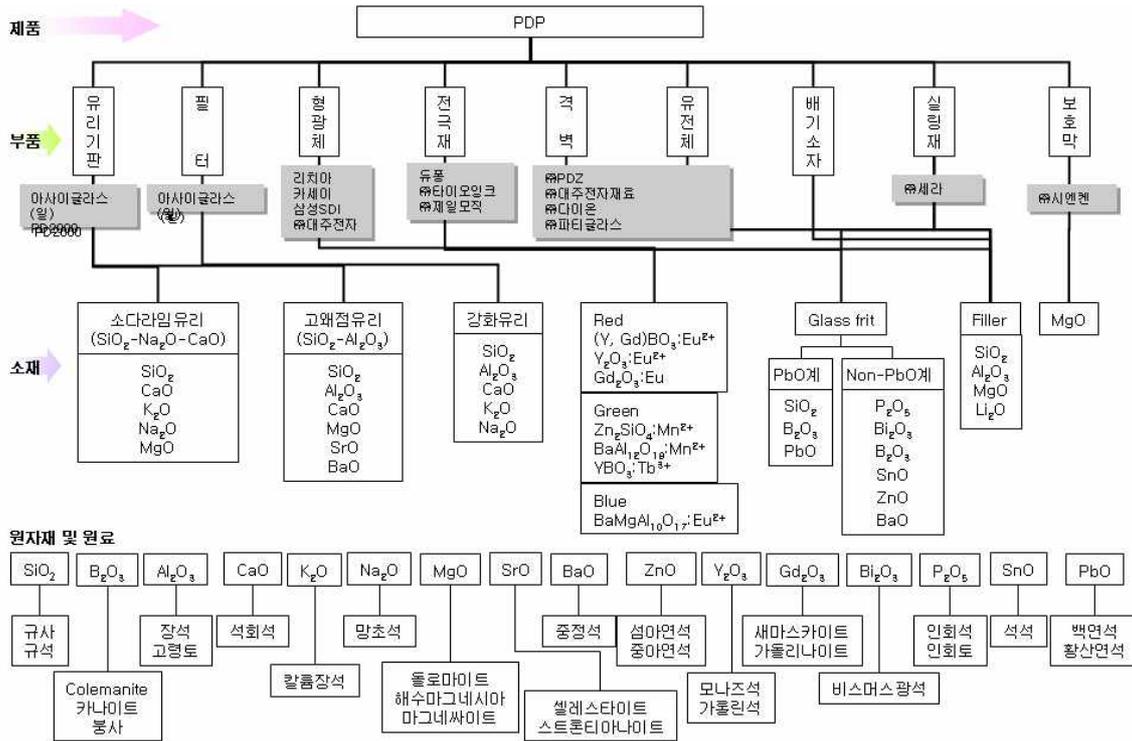
- 국내 KCC 화학 (예) : 사업품목 확대 미흡
 - 기술, 장비, 자금 태부족 → 경쟁력 미보유로 고순도 시장 진입 못함
- 글로벌 기업의 독과점 시장 진입 경쟁력 부재
 - 광물→소재 계열화된 독과점 기업만이 이익확보 지속 가능한 사업 <대안>
 - KC화학의 품질, 가격 개선 및 신제품 개발로 세계적 원료업체와 경쟁 (예 : 나노 초미립자 알루미늄 등)

FC 산업 생태계 (예 : 산화철)

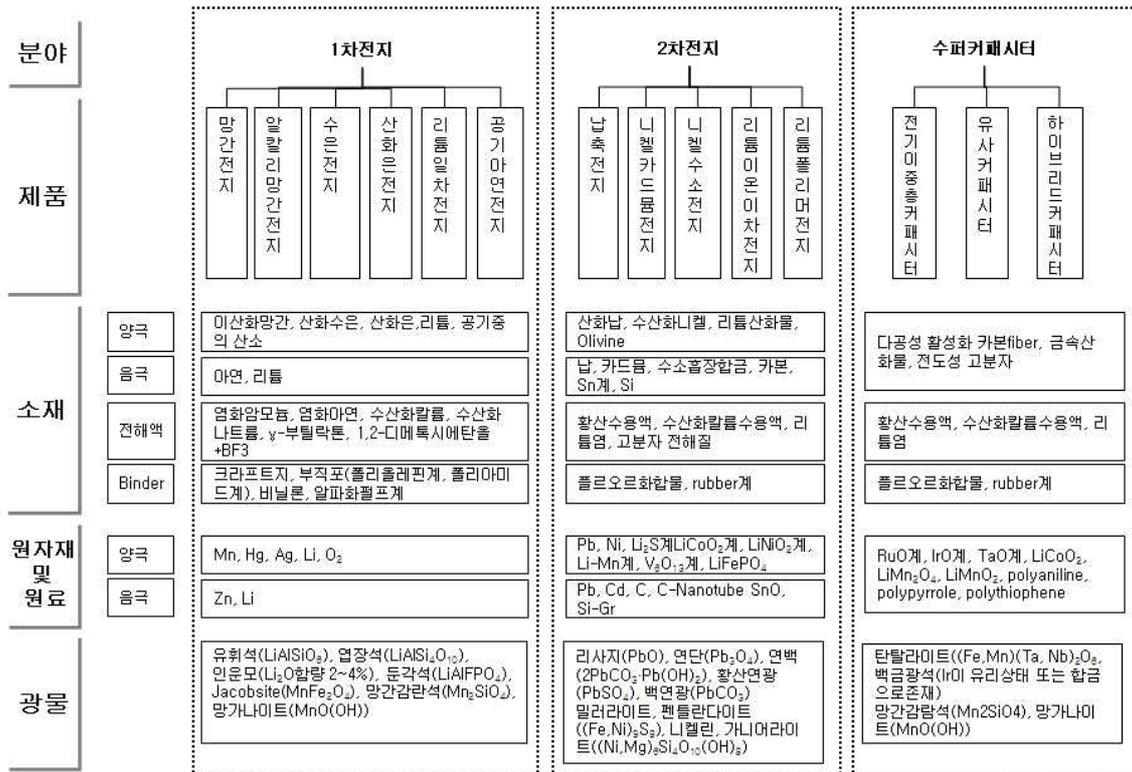


- 원료 공급사인 포철의 안정적인 공급으로 선순환 연계 성공
 - 포철에서 1개사에만 원료 공급으로 시장난립이 없었음 (독과점)
- 수요산업인 대기업의 수입대체, 부품산업인 (통신전자석, 변압기, 모터 등) 회사가 중견회사로 존립, 규모시장이 성공함

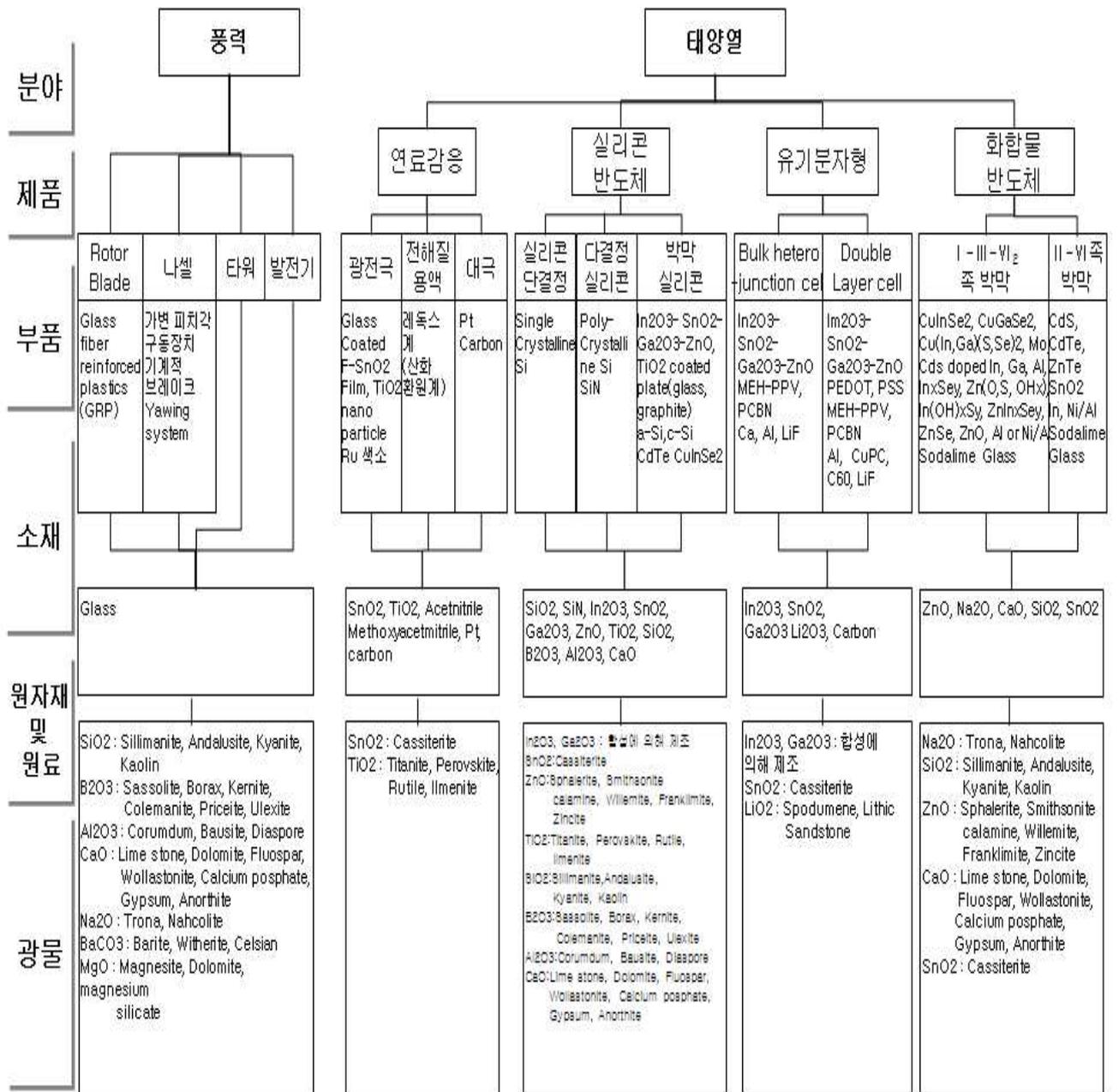
□ PDP 산업에서의 원료-소재-부품-제품 계통도



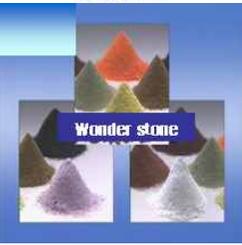
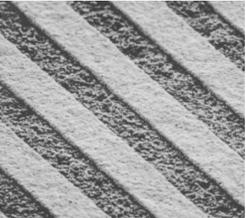
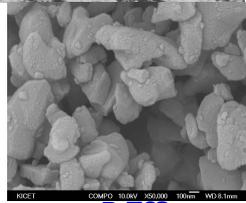
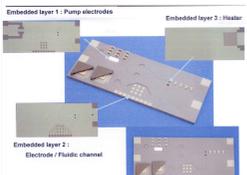
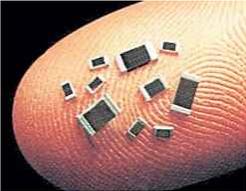
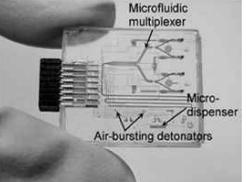
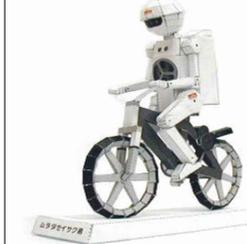
□ 에너지 산업에서의 원료-소재-부품-제품 계통도



□ 신재생에너지 산업에서의 원료-소재-부품-제품 계통도



□ Value Chain 종합분석(예)

구 분	광물(원료) - 티탄광물	소재 - BaTiO ₃ 가공품	소자 - 온도센서	부품 - 칩콘덴서	모듈 - 패키지 모듈	기기(셋트품) - 인공지능로봇
원료~소재 소자~부품 모듈~셋트 (소재모듈)	 <p>원광석</p> <p>원재료</p>  <p>Wonder stone</p>	  <p>BaTiO₃</p>	  <p>Micro-Fluidics</p>	  <p>Sensor & Actuator</p>	  <p>LIP Package 모듈</p>	  <p>SOFC 시스템</p>
국내 FC 산업의 문제점	광물자원 전무 상태 (중국 등 보유) 광물 정제기업 없음	소재 수입량 증가 중 (대일무역 역조 심각) 가공(화학) 연구단계	핵심/원천기술 부족 (특히 사용료 지급) 벤처기업 연구단계	신제품 투자여력 부족 (기반, 응용기술 미흡) 조립, 생산기업 존재	신공정, 설계기술 미흡 (연구인력, 시장 부족) 벤처기업 초보 수준	Integration 능력 초보 (수요시장 진출 어려움) 수요기업과 연계 부족
대책 및 전략	광물 확보, 협력사업 (동남아, 아프리카 등) 정제, 가공기업 설립	범용소재 기업육성, 밀착형 국산화사업 (세계 수요산업의 리딩 품목의 소재)	소자(반제품) 생산 및 납품이 가능한 우수기업 지원사업	부품(소재)과 모듈을 연계한 수요창출사업 (기업간 협업체계 실현으로 생산)	부가가치 품목의 협업시스템 구축사업 (유망 셋트품 연계)	기술력 인정을 통한 마케팅 지원사업 (세계 우수기업 연계)
부가가치화 예시	1원/g	10원/g	100원/g	1,000원/g	10,000원/g	100,000원/g

나. 프리세라믹

- pre-ceramics 산업은 높은 부가가치로 인해 국가 기간산업으로 육성할 경우 반도체, 디스플레이, 에너지 및 바이오산업 분야의 발전에 미치는 파급 효과는 매우 클 것으로 전망되나 과거 수출 드라이브 산업 정책으로 완제품 제조에 큰 비중을 두었던 우리나라의 산업 구조 상 발전의 기회가 없음
- 일본의 경우 1960년대부터 pre-ceramics 산업이 첨단 산업의 전방산업으로 산업계를 지배할 것이라는 예상을 하고 이 분야에 대해 국가적인 차원에서 집중적인 지원
- 특히, pre-ceramics 산업의 생태계 구조상 오랜 연구 및 생산 경험이 있는 중소기업의 역할이 매우 중요한데 우리나라의 경우 대기업 지배 구조의 산업 구조상 연륜이 있는 중견 중소기업의 육성이 현실적으로 불가능하였기 때문에 프리세라믹 산업이 발전할 기회 없음
- pre-ceramics 산업은 특수한 기능을 가지는 소량 다품종 산업 분야이므로 연구 개발 능력이 떨어지는 중소기업의 경우 경제성이 있더라도 투자 여건이 되지 않은 경우가 다수
- pre-ceramics 산업의 전방 산업인 고순도 금속 및 무기 화합물 정제 산업은 현재 일본이 세계 최고 수준의 기술을 보유하고 있으며 국내 대부분의 pre-ceramics 제조사들은 원재료를 일본에서 수입하여 사용
- pre-ceramics 산업의 후방 산업인 반도체 소자 제조 회사, 디스플레이 세트 제조 회사, 생체재료 제조회사 및 단결정 기판 제조 회사들은 국내에서 생산된 pre-ceramics 원료보다는 일본과 미국 제품 선호
- 따라서 일반적으로 생산 비용의 30%를 차지하는 원재료의 대일 및 대미 의존도가 매우 높은 편이며 최근에는 중국산 저가 pre-ceramics도 낮은 공급 가격을 무기로 하여 국내 시장 잠식

다. 전자세라믹

- 국내 휴대폰, 디스플레이, 반도체 산업이 글로벌 기업으로 지속성장하고 있으나, 수요산업의 빠른 발전에 전자소재 기술이 따라가지 못함
- 센서는 주력 수출상품 가운데 하나인 자동차의 지능화, 고품질화와 병행하여 지속적으로 시장의 규모가 증가할 것이지만, 대기업에서 위험부담을 감수하며 국산제품을 사용하지 않을 것으로 예측되므로 지속적인 대일 무역적자가 예상
- 전자세라믹의 기술의 구성으로 볼 때 선진국에서는 소재업체와 그 소재를 가지고 부품을 만드는 부품업체 그리고 부품을 세트에 적용하는 세트업체와의 기술 수직적 결합 이룸
- 2005년을 기준으로 대일 무역 적자의 약 65.9%가 부품소재부문에서 발생하고 있으며 부품소재 무역 적자의 약 30% 정도가 반도체 및 전기전자부품 등의 IT 분야에서 발생
- 기초소재 분야의 높은 수입의존도로 인해 생산비중이 크게 확대되고 있는 전자세라믹 부품·소재 산업의 국산화율은 매우 낮은 편. 이는 튼실한 기초소재 산업을 바탕으로 고부가가치의 전자부품을 생산하는 일본의 국산화율이 80%가 넘는 것과는 극명한 대조를 이룸
- 국제 경쟁우위에 있는 무선통신기기, 반도체, 컴퓨터, 디스플레이 등의 전자부품·소재 산업은 평균적으로 원자재의 60% 이상을 수입 의존
- 반도체, 휴대폰, LCD 모니터 등 수출주력품목의 국산화율도 대체로 저조하며, 특히 반도체장비 중 75% 이상을 차지하는 전 공정 장비는 국산화율이 10% 이하로 매우 저조. 특히 최근 각광을 받고 있는 디스플레이 장비의 국산화율은 반도체 장비보다 훨씬 뒤쳐지는 수준

< 표IV-5 주요 수출품의 국산화율 비교 >

(단위: %)

	반도체	휴대폰	자동차	LCD 모니터
재 료	65	70.3	90~95	40
장 비	22	-	-	25~35

* 자료: 한국무역협회, "5대 수출품목의 수익구조 분석 및 향후 과제"(2004)

- 이러한 수입을 유발하는 산업 구조로 인해 국내 산업간 전후방 연관 효과와 외화 가득률이 저하되어 성장 잠재력을 약화시키고 있는 실정
- 우리나라 이동 통신 산업 경쟁력은 세계최고 수준이나 이를 만들기 위한 소재·부품은 매우 취약하며 그 핵심 부품·소재가 고기능성 전자세라믹 소재 및 이를 이용한 디바이스의 조기개발이 필요
- 미래의 자동차, 항공기, 산업 공정은 현재보다 지능화 및 무인화 될 것으로 예측되고, 이에 따라 정밀하고 신뢰성이 높은 다기능의 압전 센서 개발이 필요하고, 우리나라의 수출산업에 매우 큰 영향을 줄 것 예상
- 압전단결정 성장 및 응용기술의 경우, 2003년도 미국에서 차세대 성장 25개 주요 기술중 하나로 선정하여 국가적인 차원에서 전폭적인 지원하에 연구개발을 진행하고 있는 상태이나, 국내에는 소재, 부품, 완제품의 전 산업구조가 매우 취약한 상태

< 표IV-6 전자 세라믹 소재 전·후방 기업 >

소재기업	생산품	부품기업	전방 기업
경원페라이트, 삼화콘덴서	휴대기기용 배터리	마쓰시다, SDI, LG화학	삼성전자, LG, 노키아, 모토롤라,
이노칩, 경원페라이트	휴대기기용 배터리	마쓰시다, SDI, LG화학	삼성전자, LG, 노키아, 모토롤라
대광전자,글로텍, 청호나이스	열전소자	부양전자	삼성SDI
Solaronix, Konarka	반도성 양극, 광증감 염료	Fujikura, STI, 삼성SDI	STI, Konarka
누리셀, 네스코솔라	양극 소재	누리셀	LG화학, 삼성SDI
두산, 대덕, 지믹스, 국도화학	MLB, LTCC 패키지	이노스텍	삼성전기
테멘, RN2	3D-LTCC 패키지 RF 모듈	테멘, RN2	삼성전기, 이노스텍, 파이콤, RN2등
LG이노텍, 이노스텍	RF모듈, RFID Blue tooth패키지	LG이노텍, 이노스텍	이노스텍, LG 이노텍, 삼성전기
대덕GDS	MLB, 3D package	LG화학, 대덕GDS 등	LG화학, 대덕전자, 삼성전기등
경원페라이트, Ceramtec 피에조텍	이미지센서모듈, Pick-up 모듈, 적층액츄에이터	무라타, Morgan, PI, Tokin, 경원훼라이트	삼성전자, LG, 노키아, 모토롤라, 삼성테크윈, 경원훼라이트
만도, 보쉬, 델파이	연료분사인젝터, 잉크젯 모듈	교세라, 무라타, Morgan	현대, BMW, 토요타
만도, 보쉬, 델파이	연료분사인젝터, 잉크젯 모듈	IMD	현대, BMW, 토요타
이노칩, 경원페라이트	레조네이터, 필터, 액츄에이터	이노칩, 경원페라이트, 무라타	삼성전자, LG, 노키아, 모토롤라
만도, 보쉬, 델파이	연료분사인젝터, 잉크젯 모듈	교세라, 무라타, Morgan	현대, BMW, 토요타

라. 기계·구조세라믹

- 국내 구조 세라믹 기업의 대부분은 원료분말을 외국에서 수입하여 사용하고 있음. 이와 같이 국내의 구조 세라믹 원료 산업은 매우 취약하여 이를 개선하여야 하겠으나 국내 시장만으로는 규모가 너무 작다는 한계
- 국산 원료를 사용하는 구조 세라믹 기업으로는 영진 세라믹, 동국내화 등 비교적 저급의 제품을 제조하는 기업들이 있음. 반면, 삼성전자, 하이닉스, 자동차 3사, Posco, 현대철강 등의 대기업과 관련 장비조립 업체는 수입 원료를 사용하여 고부가가치의 제품 생산
- 고부가가치 제품 제조에 있어서 국산 원료를 사용하지 못하는 이유는 원료 분말의 종류에 따라 다소 차이가 있음. 알루미늄 분말의 경우는 국산 알루미늄 분말의 순도와 입자 크기가 요구 규격을 만족시키지 못하며, 특히 전자렌지용 마그네트론용 알루미늄은 나트륨(소듐)의 함량이 극히 낮아야 하나 국산 분말은 그러한 조건을 만족시키지 못함
- 수입 알루미늄 분말은 일본 스미토모 화학, 이토츠, 미국의 베이코프스키, 프랑스의 이머리 등의 제품임. 탄화규소 분말의 경우는 국내 제조시 제조 원가가 높아서 수입품과의 경쟁력을 갖기 어려우며 미국 생고뱅 등의 분말을 수입 중
- 질화규소의 경우 일본 우베사의 분말과 경쟁할 수 있는 분말을 제조하는 국내 기술이 없음. 지르코니아 분말의 경우는 국내 벤처기업인 나노랩이나 AMS에서 부분 안정화 지르코니아 나노 분말을 개발하였으나 실제 판매량은 크지 않은 것으로 파악되며 대부분 일본의 토소나 영국의 유니택의 분말 사용. 이밖에 질화 알미늄은 일본 Tokuyama의 분말 사용
- 고부가가치 구조 세라믹 제품은 삼성전자, 하이닉스, 자동차 3사, Posco, 현대제철 등과 관련 장비 제조기업으로 납품되고 있으나 전체 고부가가치 구조 세라믹 제품의 국내 시장 점유율은 세라믹 절삭공구를 제외하면 30%이하로 낮음

- 한편, 수출은 세라믹 절삭공구, 디스플레이 산업용 부품, 기계적 썰 등을 중심으로 이루어지고 있으며 아직 품질과 기술면에서 일본 수준에 이르지 못하나 가격 경쟁력에서는 우위에 있음

< 표IV-7 구조 세라믹 대표기업의 전후방기업 >

번호	기업	생산품	후방기업	전방기업
1	영진세라믹	요도구, 소결 지그	대한세라믹, 이토츠 (일), 이머리 (불)	쌍용, 삼성전기, 이수세라믹, 삼화콘덴서, 삼성 SDI 등
2	동국내화	내화물, 페라이트, 수도용 썰	유니온, 아시아세라텍	동국제강, 한국철강, 환영철강, Posco
3	씨멕스	반도체 장비 부품	스미토모 (일)	솔믹스, 쿠어스텍, 코미코
4	다이섹	상동	상동	상동
5	솔믹스	반도체 장비 부품, 정밀세정	스미토모 (일)	삼성전자, 하이닉스, 매그너칩, LG Philips LCD
6	이노세라	탄화규소 히터 튜브	생고뱅 (불)	삼성전자, 하이닉스
7	한국썰마스터	탄화규소 썰	생고뱅 (불)	Flowserve (미), SK, GS Caltex, S-Oil
8	커터 코리아	지르코니아 칼	이영세라켄	대형마트, 유럽
9	MID	지르코니아 시계 케이스	이영세라켄	유럽
10	브릴랜드시계	상동	상동	상동
11	화인세라믹	반도체 장비부품	이영세라켄	세디메카
12	SBB테크	세라믹 베어링	이영세라켄	삼성전자, LG전자, 하이닉스
13	MIM 세라믹	구조용 세라믹 부품	상동	코디에스
14	에큐세라	생체세라믹	상동	신원, 국내치과재료시장
15	BIEMT	반도체/LCD장비 Capillary	일도물산	수출, 내수
16	TCK	반도체 공정용 부품		삼성전자, 하이닉스
17	조선내화	내화물, 파인세라믹		Posco

번호	기업	생산품	후방기업	전방기업
18	멕테크	반도체용 정밀가공 세라믹, 전기전자절연품, 노즐, 로드, 파이프	이영세라켄	
19	대구텍	절삭공구	우베 (일), 일도물산	수출
20	쌍용머티리얼	절삭공구, 수도용씰, 마그네트론 스템	우베 (일), 스미토모 (일), 베이코프스키(미)	현대자동차, 현대제철
21	세라켄	촉매담체, DPF	일도물산	
22	쿠어스텍 코리아	세라믹부품, 세라믹 회로기판	상동	수출
23	한남세라믹	생활용품	상동	내수
24	제씨콤	Ferrule	상동	수출
25	PECO	기계부품 첨가제	상동	수출, 내수
26	BESA	상동	상동	수출, 내수
27	거성세라믹	세라믹 라이저, 링가이드, 지그	이영세라켄	
28	성조파인세라믹	내마모 세라믹 부품, 피드롤, 세라믹 노즐	상동	Posco, 수출
29	오리엔트 세라믹	전기 잔자부품, 섬유, 전선 가이드, 세라믹 노즐	이영세라켄	
30	단단	반도체 장비용 부품, 세라믹 롤 부쉬	상동	하이닉스, Posco, 수출 (중국)

마. 에너지·환경 세라믹

□ 에너지·환경용 고온 구조 및 복합소재

- 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재 기업은 전술한 바와 같이 대양산업, (주)테크 정도이며, 이를 요약하면 다음과 동일

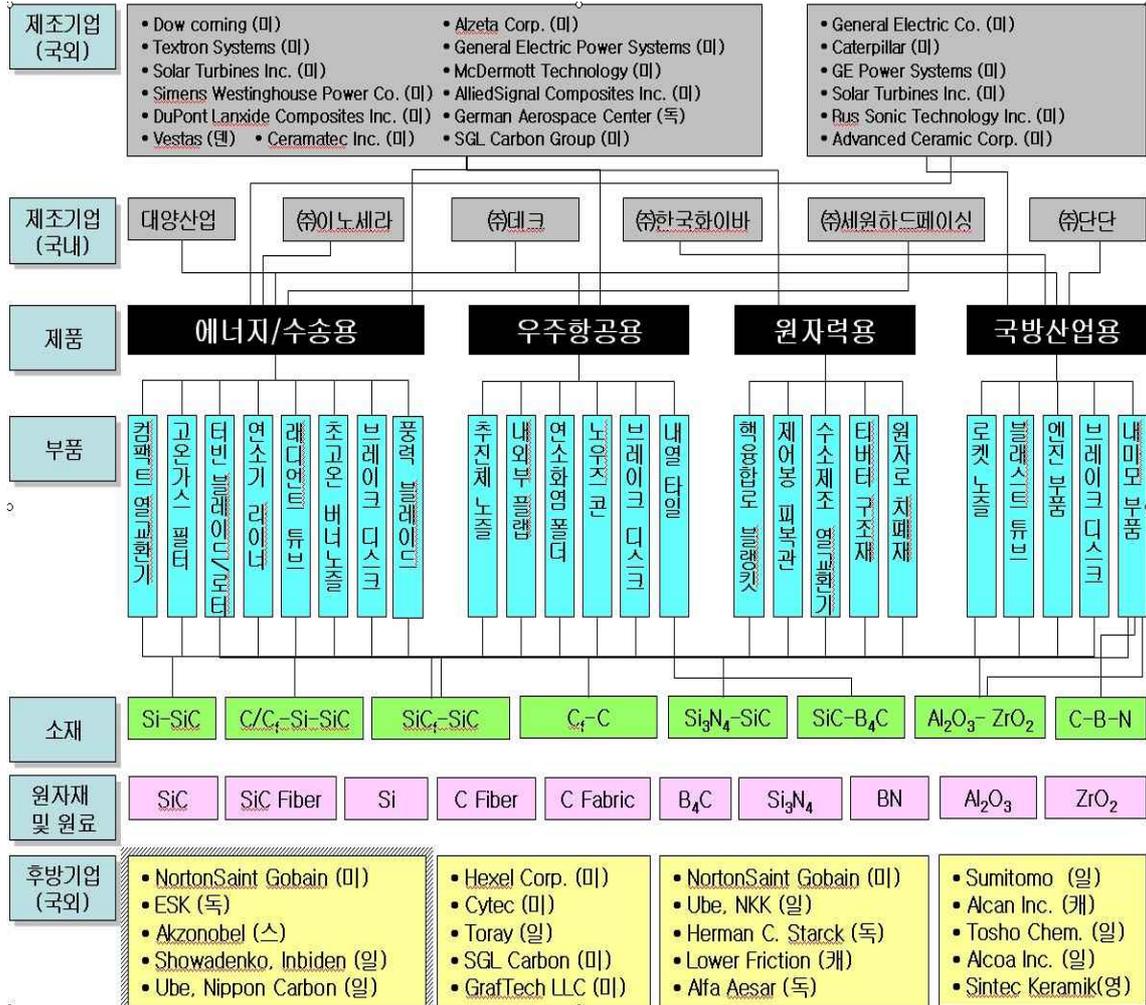
< 표IV-8 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재 기업의 전후방기업 >

번호	기업	생산품	후방기업	전방기업
1	대양산업	라디언트 튜브, 버너 노즐, 탈황 노즐, 미케니컬 쉘, 로켓추진체 노즐	Toray(일) SaintGobain(불) Akzonobel(스) Inbiden(일)	(주)SAC 한진발전소 삼성전자 삼성반도체 대우일렉트로닉스 삼양제넥스
2	(주)테크	브레이크 디스크 및 패드, 항공기 블레이드 및 부품	Toray(일) Ube(일) SaintGobain(불)	현대자동차 KAI 대한항공

- 고체산화물 연료전지 소재에 있어서 국내에서 평판형 SOFC 셀을 전문적으로 제조하여 판매하는 업체는 '세라파워'가 유일하며, 원료(분말)를 제조하는 회사로는 중국현지에 생산 공장을 보유한 '그랜드 케미컬'에서 SOFC용 원료분말 일부를 생산하고 있으며 동시에 Praxair 등 해외 업체로부터 SOFC용 원료를 수입하고 있음. 전방기업으로서는 상용화를 위해 SOFC 스택개발을 하고 있는 POSCO Power와 전력연구원 등이 있으며, 대부분의 경우 평판형 셀을 자체적으로 개발하여 제작하고 있거나 해외로부터 수입한 셀을 이용하여 스택을 제작하는 단계
- 우리나라의 에너지환경 소재 산업에서 고온 구조 및 복합소재는 아직 태동기 수준이라 할 수 있음. 이는 이들 소재의 적용가능한 산업분야가 차세대 석탄 가스화 발전 및 액화 기술용 가스터빈 소재, 원자력발전 또는 원자력수소 제조용 열교환기 및 피복관 소재, 우주항공용 부품 터빈 및 노즐 소재 등과 같이 극한환경용 소재가 대부분이기 때문

- 또한 이러한 극한환경용 소재를 개발 또는 상용화하기 위해서는 고가의 출발원료 사용 외에도 고가의 성형, 소성 및 가공장비가 필수적으로 필요에 따라 초기투자비에 대한 재정적인 부담으로 인해 고온 구조 및 복합소재의 중요성과 필요성을 인식하면서도 이들 산업이 활성화 되지 못하는 상황
- 또한 전술한 바와 같이 국내의 관련 업체들은 연간 100억 미만의 매출액 규모의 중소기업이 대부분이기 때문에 중장기적인 산업시장보다는 단기적인 시장확보에 주력하는 생태계 특성을 보임으로써 소재원천기술이나 국제경쟁력 확보나 매우 어려운 현실에 직면
- 고온 구조 및 복합소재의 원료-소재-부품-제품 계통도에서 알 수 있는바와 같이 국내에서 사용되고 있는 질화물 (nitrides) 원료는 대부분 질화규소 (Silicon Nitride)로서 거의 내화물용 원료로 사용되고 있기 때문에 에너지환경용 원료나 소재로 이용되고 경우는 철강이나 비철금속 용해로용 부품으로 개발하기 위한 연구용으로 일부가 사용되고 있는 상황
- 국내에서 사용되고 있는 질화물 (nitrides) 원료는 대부분 질화규소 (Silicon Nitride)로서 거의 내화물용 원료로 사용되고 있기 때문에 에너지환경용 원료나 소재로 이용되고 경우는 철강이나 비철금속 용해로용 부품으로 개발하기 위한 연구용으로 일부가 사용되고 있는 상황
- 한편 탄화물 (carbides) 원료의 경우에는 탄화규소 (silicon carbide)가 국내 수입시장의 95% 이상을 점유하고 있으며, 주로 연마재나 내화물용으로 중국산, 반도체용으로 일본산이 수입되고 있음. 에너지 환경용 원료나 소재로 이용되고 있는 탄화규소는 2000년 이후 대양산업이나 이노세라 등의 중소기업에서 철강 열처리용 래디언트 튜브와 같은 에너지/수송용 제품을 생산하여 상용화 도입단계에 있는 상황

< 그림 IV-1 에너지용 고온구조 및 복합소재의 원료-소재-부품-제품 계통도 >



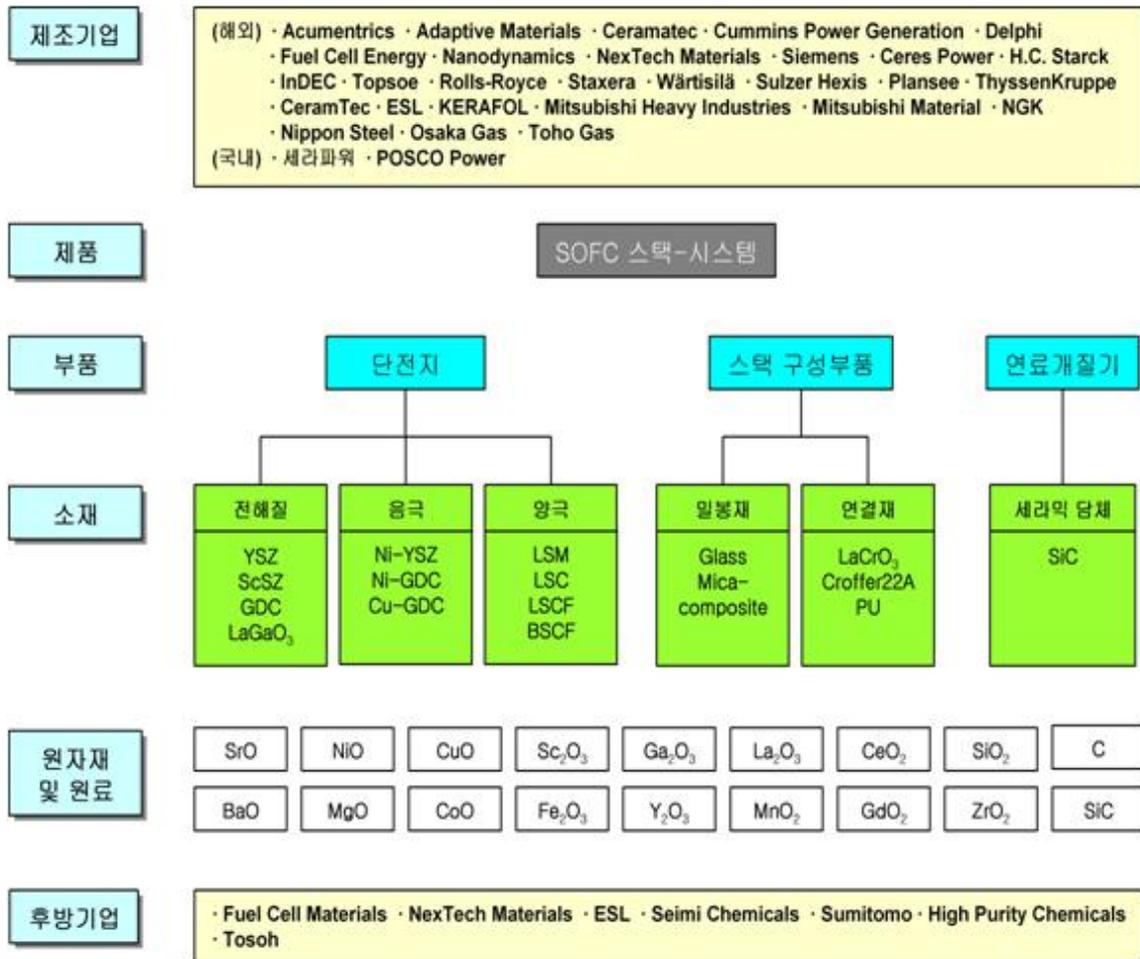
- 질화물이나 탄화물 원료 생산은 많은 나라에서 진행되고 있는 편으로 연구용 원료로는 고순도 미분의 일본이나 독일 원료가 사용되고 있으나, 2000년 이후에는 중국산 원료가 시장을 점유하기 시작함에 따라 향후 에너지환경용 소재의 원료 및 부품도 중국산 원료로 사용될 전망

□ 고체 산화물 연료전지 소재

- 유럽 등 선진국에서는 전해질 지지형 셀, 전극 지지형 셀, 전극-전해질 film, paste, 밀봉재 film 등 목적에 맞는 개별 부품 및 중간 성형품 등을 생산하는 전문기업들이 생겨나고 있으며, 또한 1kW 이하의 스택을 전문적으로 제조하여 판매하는 Stexera 와 같은 기업이 있음. 국내의

경우 아직까지 기술적 성숙이 이루어지지 않고 구조적으로 협력연구가 어려운 상황에서 전방기업에서 자체적으로 셀 제조 및 부품화 기술을 개발하고 있어 투자비용에 비해 기술적-산업적 진보가 더디게 이루어짐

< 그림 IV-2 SOFC 소재의 원료-소재-부품-제품 계통도 >



바. 바이오세라믹

□ 바이오소재 생태계 현황 분석

	국내 관련 산업 동향	국내 생태계 현황
<p>생체 임플란트 소재</p>	<p>○국내 의료벤처 기업들을 중심으로 인공골 소재 산업 및 치과용 임플란트 산업의 국산화와 수출 시장개척이 활발히 진행되며, 국산화가 진행되어 시장 영역을 넓혀가고 있음</p> <p>○임플란트 및 골 이식재의 시장도 동반 상승하는 추세로 관련업체의 기초 연구 및 제품개발이 매우 활발히 이루어지고 있음</p>	<p>○생체불활성 이식재 분야의 경우 인공 추간판 세라믹은 동등, 수술 장비용 세라믹 부품은 다소부족, 인공 고관절용 세라믹, 인공슬관절용 세라믹은 부족</p> <p>○생체 세라믹에 관련된 국내 업체가 전무하였으나, 최근 인공 뼈와 치과용 세라믹을 생산하는 업체가 급증하고 있다. 이로 인해 많은 업체에서 상품 출시를 위하여 식약청의 허가를 받거나, 또는 연구개발에 주력하고 있다. 생체 세라믹에 관련된 국내 업체가 전무하였으나, 최근 인공 뼈와 치과용 세라믹을 생산하는 업체가 급증</p> <p>○생체모방형 코팅 기술을 이용한 임플란트 표면 개질 연구가 급증</p>
<p>바이오 분리/ 정제</p>	<p>○국내의 경우 멤브레인 방식의 핵산 및 단백질 분리 소재를 활용한 제품이 주류를 이루고 있으며 수입품이 90% 정도 차지하고 있는 것으로 판단되며, 바이오 분리/정제용 소재기술 개발과 관련된 자성 비드 소재의 경우는 전량 외국에서 수입되고 있음</p> <p>○수입되는 제품의 경우 마이크로미터 단위의 자성 비드가 대부분이며 표면 코팅은 실리카로만 구성된 것이 전량임</p>	<p>○피코몰 농도라는 극미량 분리를 위한 세라믹 소재 개발은 현재 전무한 것으로 소재개발에 따른 신뢰성 확보를 위해서는 소재/공정의 표준화 및 물성 평가 protocol 확립이 기술 개발과 병행이 필요</p> <p>○DNA 분리는 생명과학 특히 유전자를 이용한 다양한 기술의 응용을 위한 첫 단계이며 기본 단계이기 때문에 이 과정의 제품화 여부는 지금까지 외국산 제품이 대부분을 차지하는 국내 생명과학 기초 생명과학 연구시장에 상당한 경쟁력을 있을 것으로 보임</p>

<p>생체 분자 검출 / 진단 기술</p>	<p>○바이오센서 개발과 관련한 산업은 DNA 칩, 단백질칩 등이 주류를 이루고 있으며, 향후 Point-of-Care 형태의 산업제품에 집중</p> <p>○DNA칩 산업은 현재 전체 칩 산업의 50%이상의 비율을 차지하고 있고 DNA를 이용한 단백질, 유/무기 화합물 등 그 사용범위가 넓어 질것으로 예상</p>	<p>○DNA칩 관련 업체는 칩용 소재, 다양한 관련 용액, 제작된 마이크로어레이 칩, 마이크로어레이와 같은 제작기기, 스캐너와 같은 분석 장비, 어레이 분석 및 data 처리를 위한 소프트웨어 등 다양한 분야에서 관련된 기업 생김</p> <p>○세라믹 소재를 응용한 바이오칩 또는 바이오센서의 개발은 아직 미미한 실정이며 세라믹과 폴리머를 기반으로 한 혈액임상 분석 시스템을 개발한 것이 유일한 세라믹 소재 도입 센서 시스템이라 할 수 있음</p>
<p>화장품</p>	<p>○국내 화장품 산업의 해외진출 현황은 보건산업 타 분야에 비하여 매우 활발한 움직임</p> <p>○(주)태평양, (주) LG생활건강, (주) 한국화장품 등 대형 메이저사를 포함한 대부분의 업체가 중국을 중심으로 동남아 시장에 진출하고 있으며, 일부는 유럽 일본 등 선진국에도 진출하고 있음</p>	<p>○매출액 대비 연구개발비 투자 비율인 연구 개발집약도는 전년대비 감소하여 여전히 국내 화장품의 R&D 투자가 저조한 편임</p> <p>○국내 화장품시장에 수입화장품의 장악력이 높아지고 있으며, 무역 역조는 심각한 상황</p>

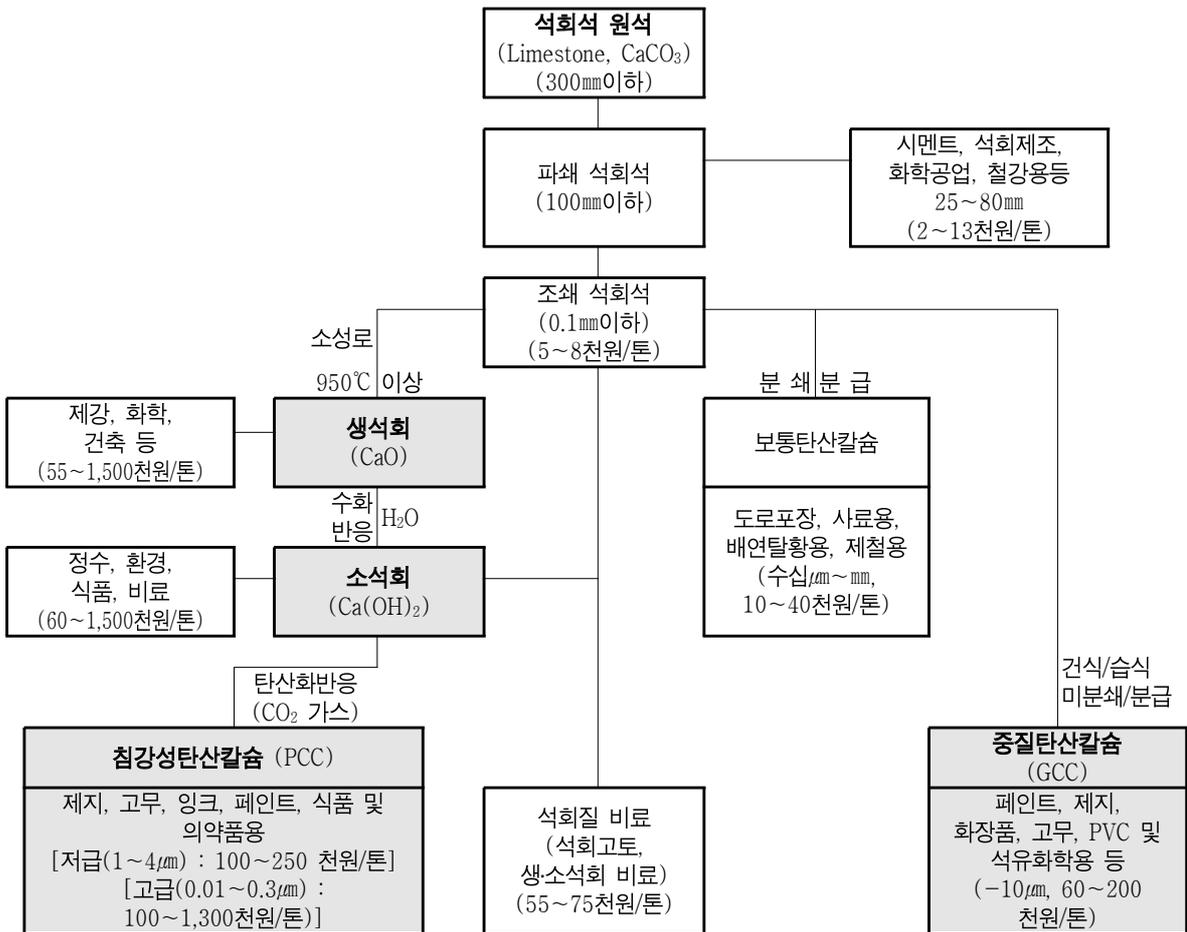
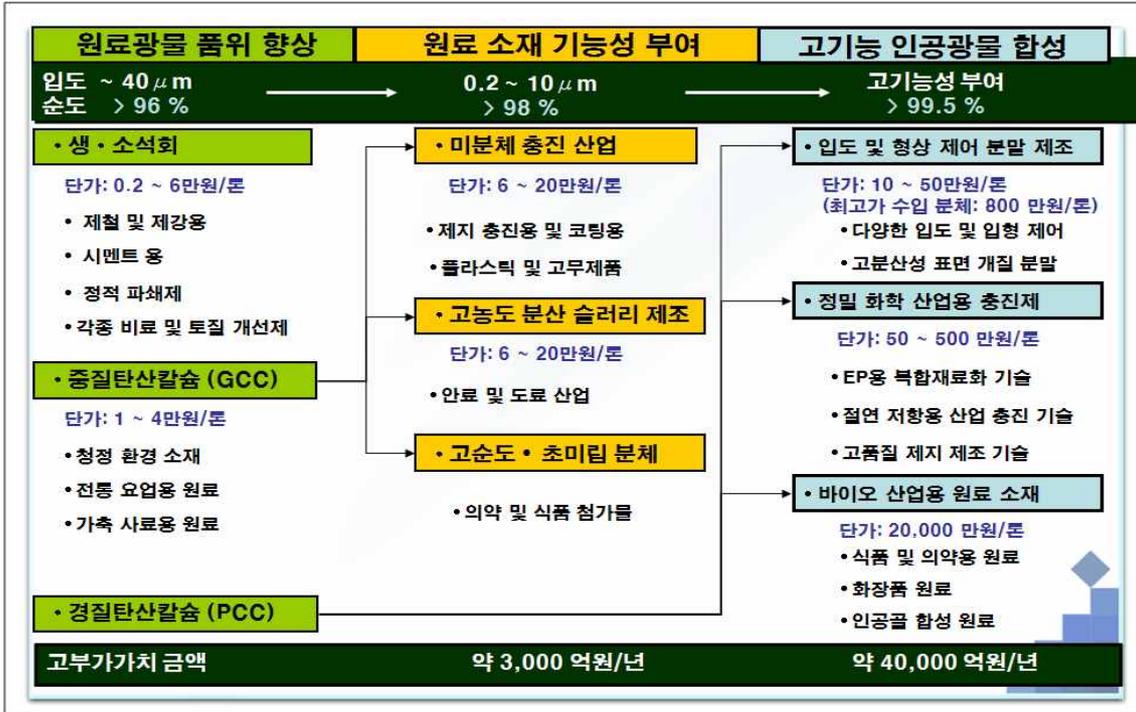
2. 분야별 Value Chain 분석

가. 원료·광물

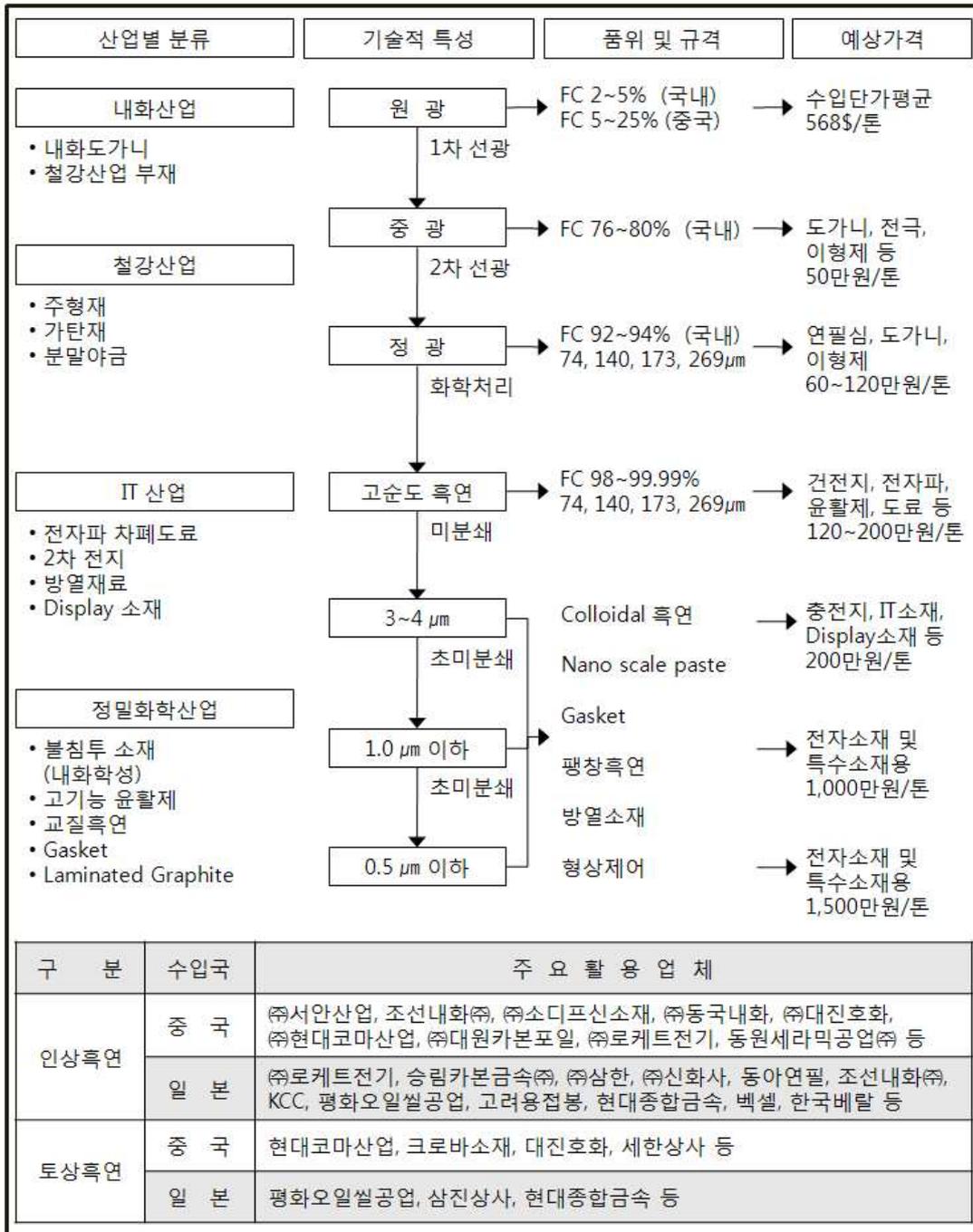
□ 규산질 원료광물의 value chain



□ 석회석 원료광물의 Value chain



□ 탄소질 원료광물의 value chain



- 흑연소재의 부가가치는 FC, 입자형상 및 결정화도 등과 더불어 초미립화 및 기능화를 통하여 50만원/톤에서 1,500만원/톤까지 부가가치의 극대화가 가능한 품목

- 2차전지 관련 흑연소재의 시장규모는 2004년 기준 세계 7,300억원, 국내 1,650억원 규모이며, 2010년에는 1조원과 2,400억원 규모로 성장할 것으로 여겨진다. 현재 시장의 대부분은 일본화학, 유미코아 등의 해외업체가 주도하고 있다. 자동차용 하이브리드 시장의 경우 최근 리튬산화망간과 음극활성물질로 산화물 첨가 흑연 등에 대한 수요가 급증할 것으로 전망되어 경제적 파급효과는 더욱 커질 것으로 판단
- 디스플레이 및 방열소재 분야의 경우 최근 LCD 등 평판 디스플레이 시장이 급격히 성장하고 있고, 반도체에서 발생하는 열의 원활한 방열을 위한 소재, 열전도율이 높은 히트싱크 및 마찰관련 소재 등 첨단 흑연소재에 대한 시장은 연평균 약 6.6%의 비율로 성장하여 2011년에는 약 22억 달러 규모가 될 것으로 예상된다. (Budiness Communications Co. Inc, 2003) 또한, 개스킷 및 씰링을 위한 흑연소재 수요는 연간 4.3%의 비율로 성장하여 2010년에는 약 91억달러 규모가 될 것으로 조사(The Freedonia Group, 2003)
- 흑연 원광의 국제공급 가격은 2008년 1월과 3월을 기준으로 2개월 사이에 품목 별로 최대 70%이상 급격히 상승하였으며, 이는 최근 세계 각국의 지하자원에 대한 전략무기화 여파가 흑연 원광의 가격에서 반영

crystalline medium FC 85~87%, +100-80mesh : \$462~522 ⇒ \$850

crystalline fine FC 90%, -100mesh : \$451~522 ⇒ \$710

crystalline medium FC 90%, +100-800mesh : \$484~544 ⇒ \$870

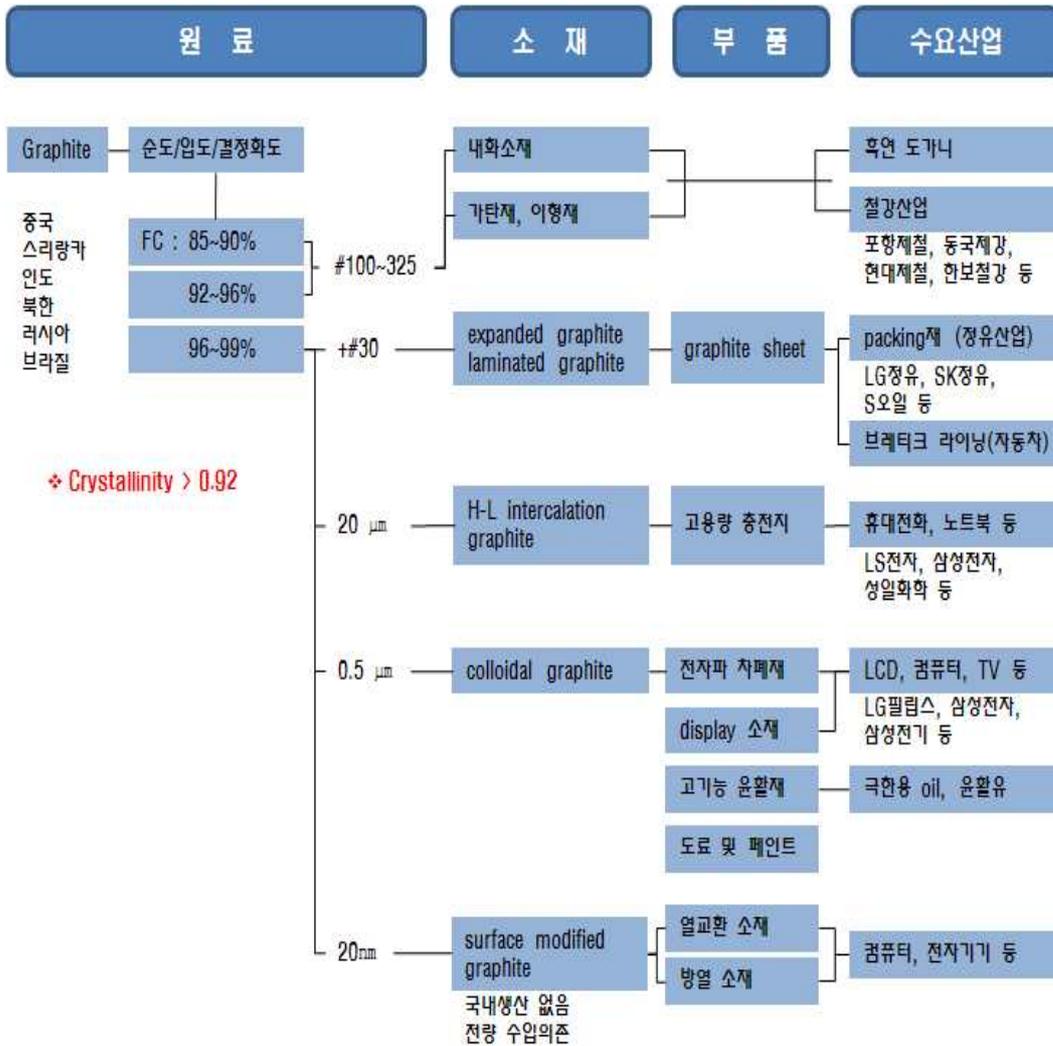
crystalline large FC 90%, +80mesh : \$627~720 ⇒ \$910

crystalline fine FC 94~97%, +100mesh : \$715~880 ⇒ \$1000

crystalline medium FC 94~97%, +100-80mesh : \$890~990 ⇒ \$1000

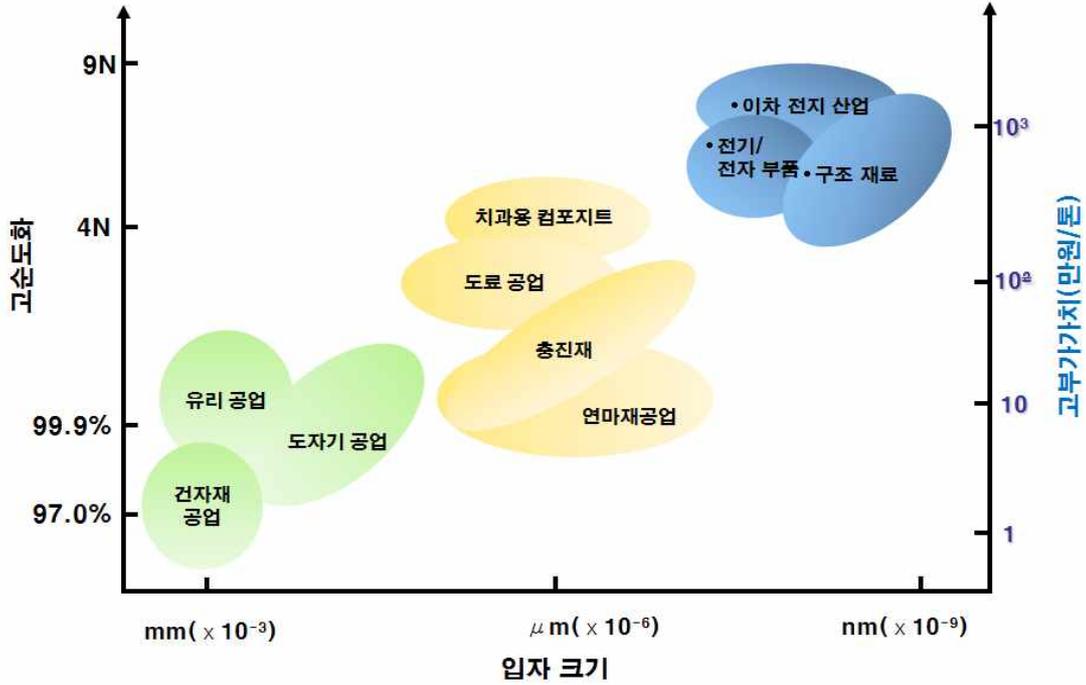
crystalline large FC 94~97%, +80mesh : \$968~1089 ⇒ \$1250

< 그림 IV-3 탄소산업의 value chain >

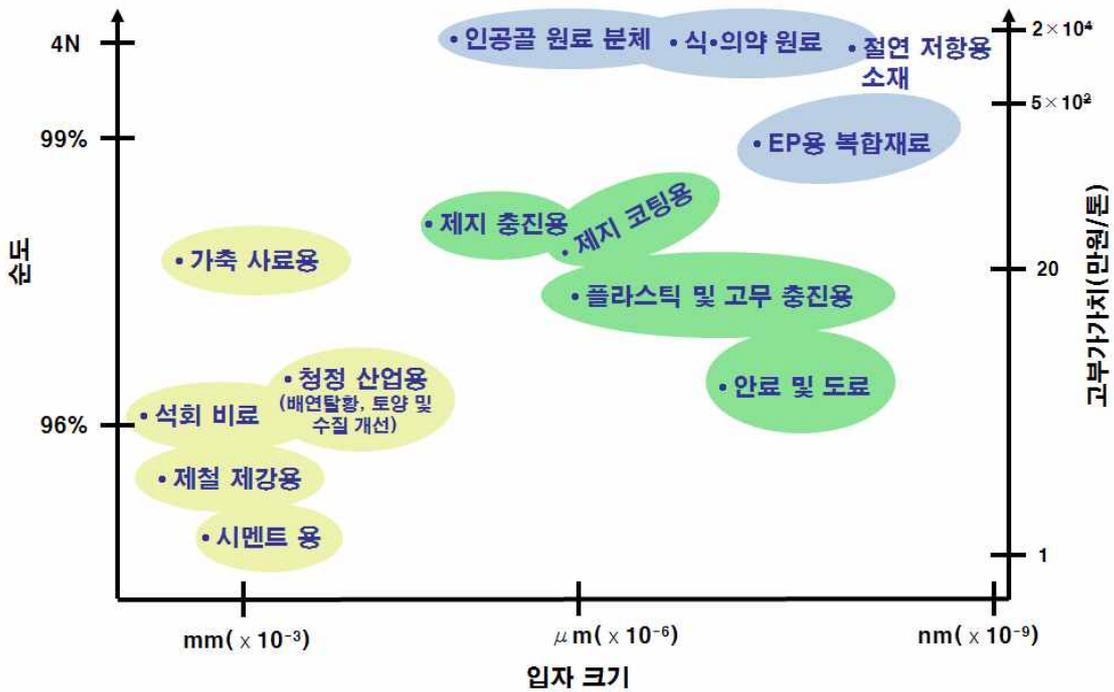


- 국내 수요량의 약 98% 이상을 수입에 의존
 - 포항을 중심으로 한 철강산업에 주로 사용됨 ⇒ 저급제품
- IT등 전자 산업용 ⇒ 전량수입 ⇒ 수요공급 불균형 (LG전자, 삼성전자 등)
- 국내 원광가공 및 처리기반 거의 없음 : 광물로부터 소재화 여건 미비
 - 대안) 북한 및 중국산 활용 ⇒ 소재가공 전문기술 및 전문회사 육성

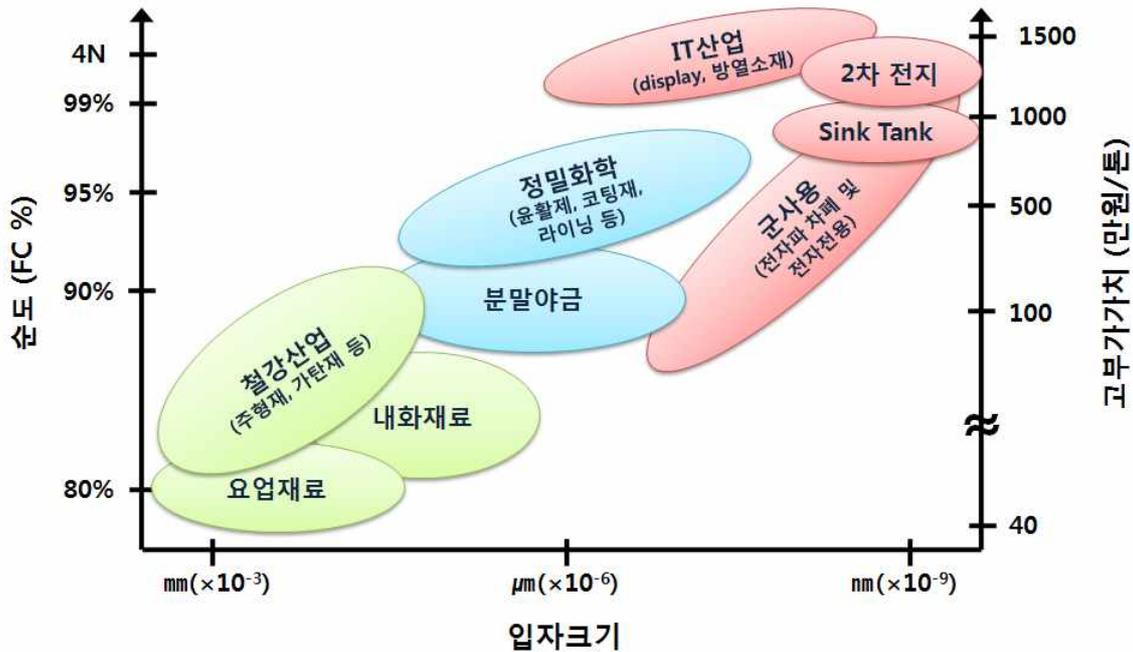
< 그림 IV-4 규산질 원료광물의 수평-수직 연관 산업 >



< 그림 IV-5 석회석 원료광물의 수평-수직 연관 산업 >



< 그림IV-6 탄소질 원료광물의 수평-수직 연관 산업 >



생태계 사례분석

○ 이산화규소(SiO₂)

- 고순도 이산화규소(SiO₂) 원료는 국내에도 많으나 국내산의 경우 이미 순도면에서 99.5%이상의 품위를 갖는 것은 거의 없는 실정
- 원석내에 협잡물(Fe, Na, K)등이 존재함으로써 화학적인 정제 공정을 거치지 않고서는 거의 파인세라믹 원료로의 가치가 없음
- 그러나 중국이나 인도 및 오스트렐리아의 이산화규소의 경우에는 원석 자체의 순도가 높고, 원석의 품위가 일정하여 물리적인 가공만으로 반도체 EMC(Epoxy Moulding Compound)용 Filler로의 적용이 가능
- 이러한 용도로 사용되는 이산화규석의 경우 순도는 99.9%이상이어야 하며 협잡물이 없어야 원료로서의 가치가 있음
- 이외에 가공된 나노사이즈의 이산화규소로 많이 사용되는 것으로는 Fumed Silica와 Precipitated Silica가 있고, Fumed Silica의 경우는 동양제철화학(주)에서 생산하고 있으나, 독일의 Degussa, Wacker, 미국의 Cabot, 일본 徳山曹達,

Admatech 등이 있으며 주 용도로는 Optic Fiber용 원료, 반도체 CMP (Chemical Mechanical Polishing)용 원료, 고급도료의 증점제, 의약품 조제, 칼라토너 및 분쇄 토너용 원료 및 파인세라믹 Si3N4 소재용 원료 등으로 수입되어 사용 되고 있으며, Precipitated Silica의 경우에는 국내의 3~5개의 중소기업이 제조 및 판매를 실시하고 있으나 국내시장 점유율은 10% 이하라고 알려져 있고, 미국의 세계 최대의 Precipitated Silica 생산업체인 Rhodia, 일본의 徳山曹達, 水澤化學, 扶桑化學 등 많은 업체가 각각의 특징을 살린 제품으로 국내 대부분의 Tire시장을 비롯하여 도료 및 페인트, Silicone Rubber용 Filler, Silicone Silant용 Filler, 도료 증점제, 도료 Matt Agent 등 Fine Chemical용 원료로서 수입되어 사용

- 국내 제조업체의 경우, 선진원료업체의 제품대비 품위에 떨어지고 다양한 표면처리를 한 제품군을 가지고 있지 않아 선택의 폭이 좁고, 가격경쟁력에서 뒤쳐져 있는 실정
- 이러한 이산화규소의 시장에서의 국내업체 제품의 Market Share를 올리기 위해서는 업체 간의 M&A를 통한 생산규모의 확대, 가격경쟁력을 확보하는 것이 가장 바람직한 방안
- 또한 저가 Grade의 제품의 대량생산화는 물론 기능성 Silica를 상품화하여 신규시장을 개척함과 동시에 조속히 고기능성의 이산화규소 제품 개발에 노력 경주
- 나노소재 시장에서의 초미립자 이산화규소 (100nm이하)의 경우에는 현재까지 독일의 Degussa의 Pyrogenic Process에 의한 무정형 실리카가 유일하며, 이에 대응하기 제품을 개발하기 위한 방안으로는 Silicon Alkoxide를 이용한 신기능 제품의 개발이 유일하다고 보여지며 이를 위해서는 Silicon Alkoxide의 제조를 위한 유기금속화학 분야의 발전 전제

○ 알루미늄 (Al₂O₃)

- 알루미늄은 구조용 파인세라믹 제조에 가장 많이 사용되고 있으며, 국내 알루미늄 및 수산화알루미늄의 수직 계열화에 의한 관련제품의 제조업체로는 대불공단에 소재한 KC화학이 유일
- 이 업체에서 생산되는 제품의 용도로는 수산화알루미늄의 경우 전선 및 폴리우레탄 발포제품 및 인조대리석의 난연제, 치약, FRP용 Filler 등의 저가위주의 제품으로 국내시장 Market Share를 늘려가고 있음

- 그러나 KC화학의 알루미나제품의 경우 국내 파인 세라믹 산업계에서는 품질이 맞지 않아 사용하지 못하고 있는 실정이며 이는 다름이 아니라 일본의 스미토모화학, 일본경금속, 소하전공 을 비롯하여 미국 Alcoa 및 중국의 산동알루미나 등 아주 강력한 경쟁력을 가지고 있는 경쟁업체가 가격, 제품의 다양성 및 서비스의 차별화를 무기로 국내시장의 상당부분을 차지하고 있기 때문
- 연마제 용도 및 자동차용 3원 촉매용 Pre-wash Coating제 용도로 많이 사용되고 있는 기상법으로 만들어진 Pyrogenic Alumina(γ -Al₂O₃)의 경우 독일의 Degussa의 제품이 거의 독점하다시피 하고 있는 실정
- 알루미나의 경우 경쟁력을 갖기가 현실적으로 매우 어렵다고 보여지며, 유일한 길은 국내의 유일기업인 KC화학의 공정개선 및 신프로세스 개발을 통한 품질경쟁력 및 가격경쟁력은 물론 신제품 개발능력을 확보하여 세계적인 알루미나 원료업체와 경쟁하는 것이 유일한 대안
- 나노소재시장에서의 초미립자 알루미나(100nm이하)의 경우에는 현재까지 독일의 Degussa의 γ -Al₂O₃가 유일하며, 이에 대응 하기 위한 제품을 개발하기 위한 방안으로는 Aluminium Alkoxide를 이용한 신기능제품의 개발이 유일하다고 보여지며 이를 위해서는 이산화규소에서와 마찬가지로 Aluminium Alkoxide 등의 유기금속화학공업의 발달 전제

○ 이산화티탄 (TiO₂)

- 이산화티탄은 백색안료로서 도료 및 잉크, 수지첨가제 등 예전부터 이용되어지고 있는 주요 파인세라믹 원료로서 주로 백색 페인트 용도로 커다란 시장을 형성
- 통상적으로는 염소법과 황산법을 이용한 채래의 방법으로 제조
- 국내에는 코스모화학만이 Anatase형과 Rutile형의 이산화티탄을 제조 판매
- 일본의 石原産業, TAYCA, Showa Denko, Fuji Titanium, 미국의 Dupont, 오스트레일리아의 Millenium Chemical, 유럽의 Kerr-Magee 등등 세계의 시장을 선도하는 대형업체들이 포진하고 있는 실정
- 전자재료용 티탄산 바륨의 원료이기도 한 이산화티탄의 경우 모든 유전체 물질의 근간이 되는 핵심원료
- 나노사이즈의 이산화티탄의 용도는 크게 자외선차단용 화장품 및 광촉매용 및 토너용 외첨제 등으로 크게 나뉨

- 그나마 향후 파인세라믹 원료업체의 입장에서 보면 가장 경쟁력 있는 제품으로 등장할 가능성이 높은 제품
- 이에 대한 근거로는 나노입자의 경우 구형의 입자의 경우 시장의 니즈가 매우 높고 가격경쟁력 또한 높음

○ 사례 분석 결론

- 국내의 전자재료나 구조재료에 대한 연구 및 제조에 관련한 파인 세라믹 관련 업체에서는 고기능 및 고순도를 요구하는 제품을 생산할 경우, 거의 90% 이상이 이미 시장에서 검증된 세라믹 원료를 일본의 유수한 기업에서 수입하여 사용하고 있고, 순도가 일정부분 이하이여도 좋을 제품 개발에는 저가의 중국산 세라믹원료를 사용
- 즉 국내업체에서 생산하는 제품을 검색 및 사용하기 보다는 이미 잘 알려진 고가의 일본산 원료나 저가의 중국산 원료를 사용
- 물론 이러한 현상이 발생하게 된 것은 모두 파인 세라믹 원료 산업계가 자초한 일
- 이러한 Supply chain이 아주 강하게 형성되어 있는 것이 파인 세라믹 원료 산업의 현실
- 실제적으로 국내에서 제조되는 파인세라믹용 원료는 품질면 에서는 일본 기업에 뒤쳐져 있고, 가격면 에서는 중국제품과 비교하여 가격경쟁력을 상실한 상태
- 따라서 이러한 현실을 한꺼번에 뒤집을 수는 없으나 이를 파인세라믹 원료산업에 대한 “전략적 투자”와 “집중과 선택” 이라는 두 가지로 극복
- 파인세라믹 소재 및 부품산업에 파급효과가 큰 파인세라믹 원료를 선정하여 이에 대한 집중적인 투자 실시
- 저가의 원료 정제기술 개발에 대한 과감한 투자를 통한 원료산업의 고부가 가치화 실현 및 제품의 고기능화 실현
- 저순도에서 고순도에 이르는 파인세라믹 원료를 생산할 수 있도록 가장 성장가능성이 높고, 세계일류 소재 기업의 제품과 비교해도 경쟁력을 가질 수 있는 원료를 선정하여 집중적으로 육성

2) 프리세라믹

- 현재 국내의 pre-ceramics 산업과 소재 업체와의 연계성은 거의 없는 실정이고, 모든 부품소재산업 규모가 이상적인 원추형 구조보다는 최종 수요업체의 기술만이 팽창된 역삼각형 구조
- 오늘날의 파인 세라믹 산업은 최종 수요 제품군을 만족시키는 기본적인 물성뿐만 아니라 가격, 다기능성, 기술발전의 변화에 대응할 수 있는 전후방산업의 연계가 필수적

< 그림 IV-7 프리세라믹과 산업 Market 요구 >



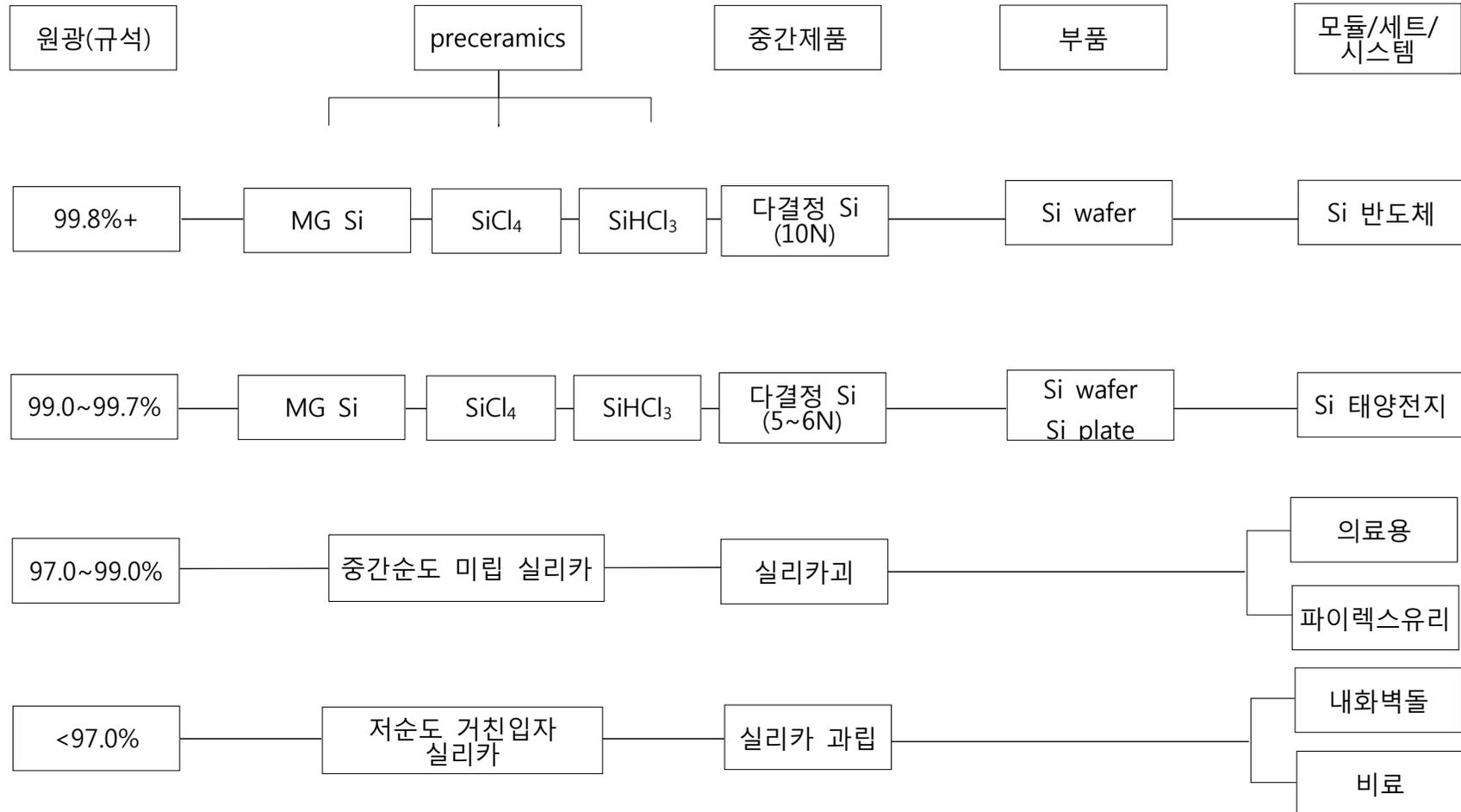
- 반도체/디스플레이, 신재생에너지, 환경 및 바이오 등 고부가가치 주력 성장산업에서 원료 및 소재 산업 분야와의 유기적인 체계 및 시스템은 세라믹 산업 발전에 필수적

- 파인세라믹 산업의 기술적 바탕과 정밀 유/무기화학 산업과 세라믹 산업의 중간 역할을 하는 pre-ceramics 산업은 점차 기술 특화 및 사업영역 전문화의 경향에 따라 기술 개념 정립과 함께 새로운 산업군을 형성하는 추세
- 독립적이고 전문화된 pre-ceramics 산업군의 육성 및 발전을 통하여 날로 다양화, 고기능화 특성이 요구되는 파인세라믹 부품 및 end-product의 요구 특성 만족

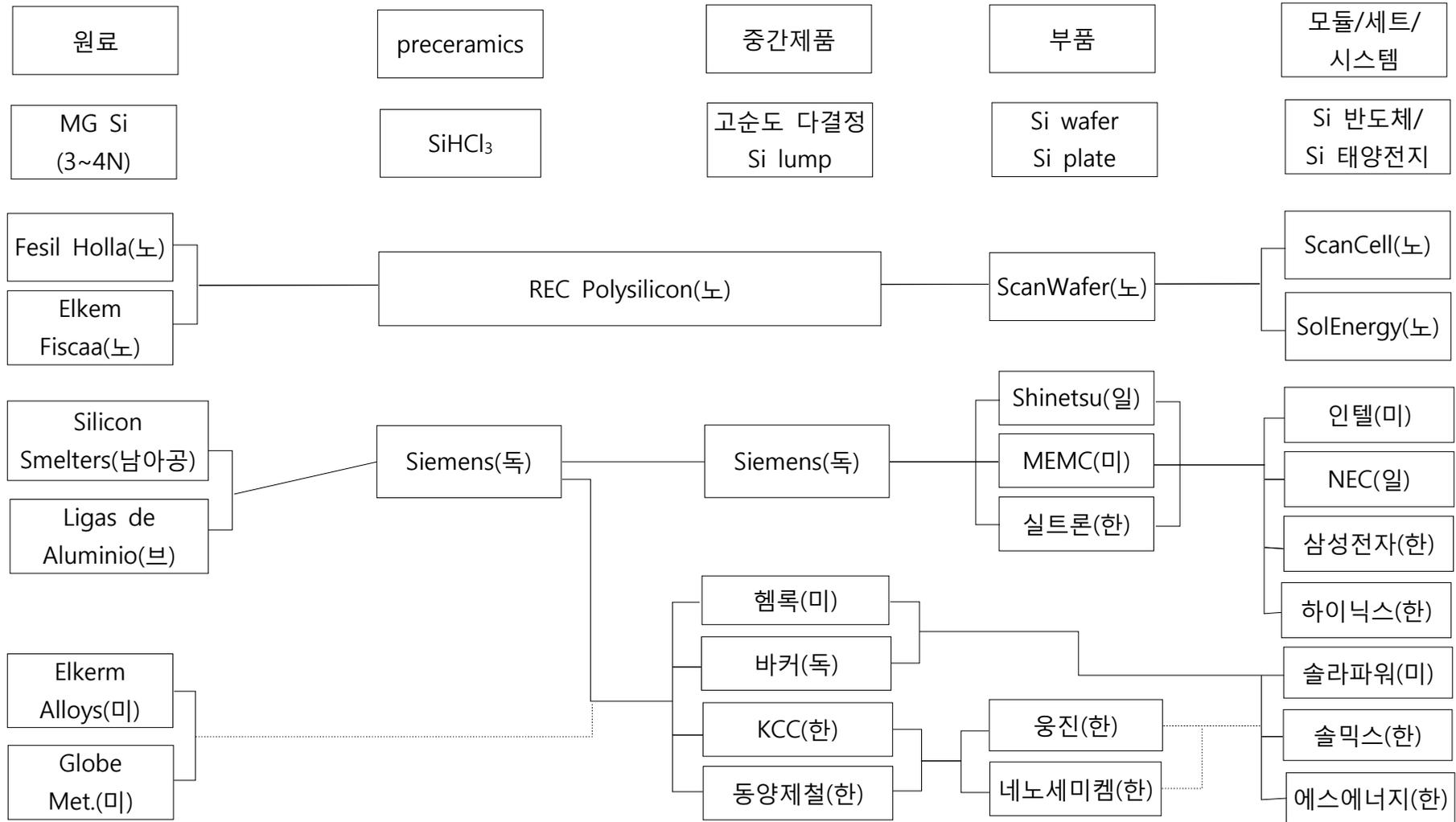
< 그림IV-8 원료-프리세라믹-소재-제품의 Value chain >



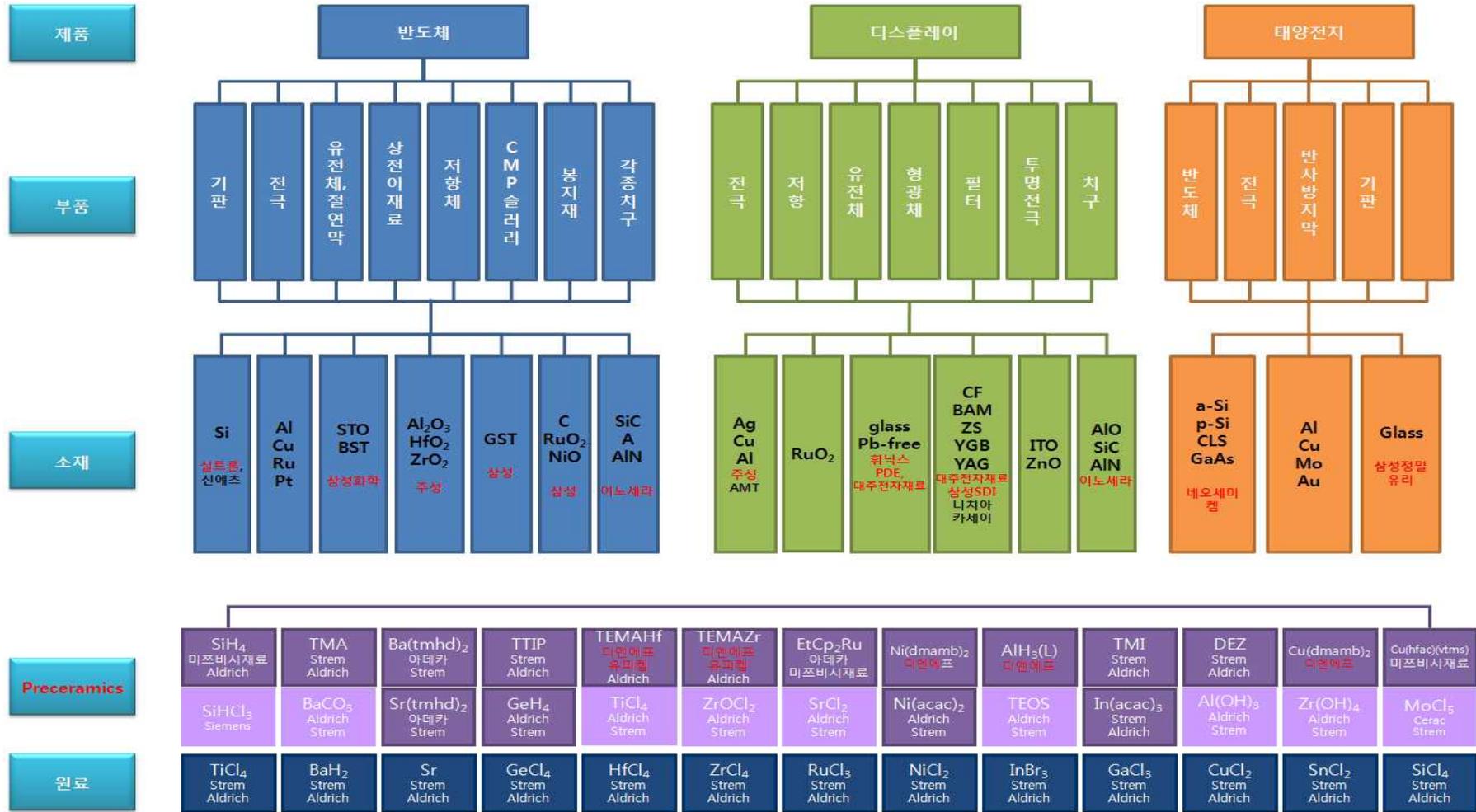
< 그림 IV-9 실리콘 Preceramics의 Value Chain (1) >



< 그림 IV-10 실리콘 Preceramics의 Value Chain(2) >



< 그림 IV-11 원료-프리세라믹-소재-부품-제품의 Value Chain >



□ 반도체용 프리세라믹 Value chain 분석

- Pre ceramics (Inorganic compounds for Ceramics)는 파인 세라믹 산업의 기초를 이루면서 산업 경쟁력의 핵심요소가 되는 고순도, 고기능, 다기능 세라믹 원료 및 전구체 분야를 포괄
- Pre-ceramics는 나노화, 융복합화에 의한 고성능, 신기능을 추구하는 미래 파인세라믹 산업에서의 특성 향상, 제조 공정상의 핵심 요소로 이의 preceramic 발전 없이는 파인세라믹 기술 종속 상태를 벗어나기 어려움
- 우수한 물성을 갖는 preceramics를 이용하면 기존의 파인 세라믹 산업군에 이용되는 벌크형 기본 소재외에 나노, 분리막, 후막, 다공질 형태 등 다양한 기능성 파인 세라믹 재료의 개발 및 응용 제품화가 가능
- Preceramics용 전구체는 금속과 결합하고 있는 리간드의 종류에 따라 다음과 같이 분류 가능
 - 금속염: 리간드가 Cl^- , NO_3^- , OH^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} 등과 같이 무기물인 화합물 (예) TiCl_4 , BaCO_3 , Zr(OH)_4
 - 금속 알콕사이드: OMe, OEt, OⁱPr, O^tBu와 같이 알콕사이드를 갖는 화합물 (예) TEOS [Si(OEt)_4], TTIP [$\text{Ti(O}^i\text{Pr)}_4$]
 - 금속 디케토산염: acac, hfac, tmhd 등처럼 β-디케톤산염을 갖는 화합물 (예) Ba(tmhd)_2 , In(acac)_3
 - 유기금속화합물: 리간드가 알킬, 수소, 아마이드, 시클로펜타디에닐 등인 화합물 (예) TEMAHf [$\text{Hf}\{\text{N}(\text{Et})(\text{Me})\}_4$], EtCp_2Ru , TMA [$\text{Al}(\text{Me})_3$]
- 단일 전구체는 한 분자에 원하는 재료를 구성하는 모든 원소를 가지고 있어서 공정이 훨씬 간편한 장점이 있어서 금속 산화물인 파인세라믹 나노물질의 제조에는 분자 설계를 통한 고순도 전구체를 합성·정제하는 기술 필요
- 최근에 나노미터 수준에서 물질 혹은 소자(시스템)를 다루는 극미세 기술을 총칭하는 나노기술의 발전에 필요한 입자 제조 및 응용 기술뿐 아니라 기능성 전구체의 필요성 부각

□ LCD용 프리세라믹 Value chain 분석

- 디스플레이는 정보화 시대 및 멀티미디어 시대에 필수적이고, 이는 전방산업인 TV, 노트북, PC 모니터, PDA, 휴대폰 등과 함께, 후방산업인 부품소재 및 제조장비 등의 산업계를 총괄 포함
- 디스플레이산업은 응용제품의 다양성으로 신규시장 창출이 광범위하고, 대규모 투자가 요구되는 반면, 산업 전후방산업에 미치는 영향력이 매우 큰 산업으로서 우리나라 경제를 견인하고 있는 성장 동력 사업
- 평판디스플레이 (LCD, PDP, OLED)는 2009년에 약 1000억달러에 달할 것으로 전망하고 있으며, 이중 TFT-LCD는 약 80% 차지, LCD는 세계 1~2위를 차지
- 최근 LCD를 비롯한 디스플레이 산업의 가격 경쟁력을 높이기 위하여 기존의 포토리소그래피 방식을 탈피하여 인쇄기법 등 도입 필요
- LCD의 기본 구성은 액정판넬, 백라이트, 구동디바이스로 이루어져 있음. 세라믹이 관련된 밸류체인에서 구성 부품을 보면, 액정 구동 부분의 칼라필터, 액정을 구동시키는 TFT, 구동 배선, 유전체 등이 있으며, 그리고 LED 백라이트 부분의 형광체, 유리기판 등이 있음
- 기존의 포토리소방법으로 제조되는 부품을 인쇄공법으로 제조되는 예는 칼라필터는 화면 색상을 구현을 위한 핵심 부품으로 이를 인쇄공법으로 제조하면 칼라필터 제조단가를 기존방식에 비하여 약 30% 이상 낮출 수 있음
- 포토리소 방식에서 잉크젯 인쇄, 그라비아 인쇄 등 Roll-to-Roll 인쇄 등의 인쇄방식으로 부품제조를 시도하기 위하여는 새로운 세라믹소재 필요
- 인쇄전자소자의 활용은 LCD분야의 칼라필터(C/F) 부품을 기점으로 플렉시블 디스플레이, 프린터블 고집적 전자부품, RFID, FPCB, 등의 인쇄전자부품으로 확대

다. 전자세라믹

- 전자 세라믹소재 관련 후방기업은 모두 소재 제조를 위한 원재료 공급업체로서, 대부분 전자소재 원료는 수입에 의존하고 있는 상황임.
- 전자 세라믹 산업의 전방산업인 시스템, 완제품제조 기업(반도체/가전, 자동차, 디스플레이 제품 등)의 기술수준은 소재, 부품의 기술보다 높은 기술수준을 보이고 있으며, 전자 세라믹 산업의 성장에 중요한 영향을 미침

□ 통신부품 산업의 Value Chain 분석

- 통신기기의 성능을 좌우하는 차세대 통신부품용 전자산업은 소재의 경우 90%이상이 수입되고 있으며, 관련원료는 국내 삼성정밀화학이 생산하고, SG tech에서 유전체 필터를 가공생산, 필코전자, 세라텍, 삼성전기, 파트론, 제원전자, 세라스톤이 package 개발 참여
- 전방산업인 완제품으로는 휴대전화, 무선전화, 위성방송 시스템, 데이터 전송시스템, IMT-2000 이동통신시스템 등의 산업의 있으며, 관련부품으로는 듀플렉서필터, 대역통과여파기, GPS안테나, 유전체기판, 증폭기, 발진기, Mixer 등이 있음

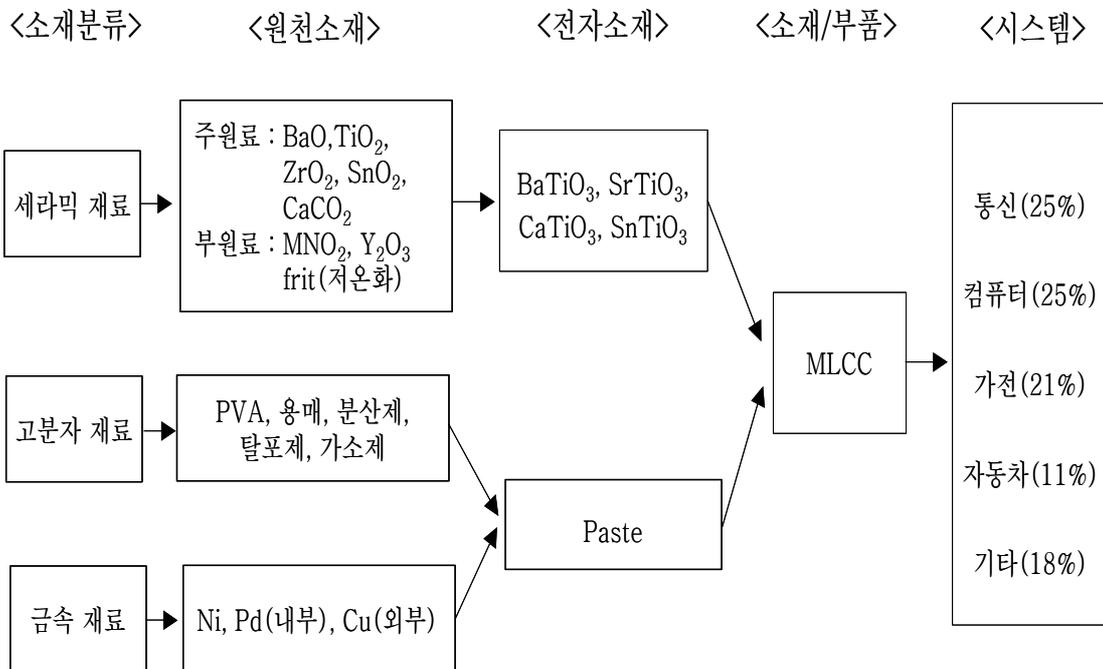
< 그림 IV-12 통신부품의 Value chain >

< 조

□ MLCC 산업의 Value Chain 분석

- MLCC 부품의 생산은 세계 3위 정도의 위치를 점하고 있으나, 여기에 사용되어지는 원천소재 및 원료는 대부분 일본에서 수입함. 특히 원천소재 합성기술 부재, 고용량화, 고집적화 원천기술 미 확보 등이 전방산업의 가격경쟁력 확보, 동반성장의 걸림돌이 되는 중
- 국내의 기초원료 제조는 삼성정밀화학, 동부한농화학, 한화 등에서 개발, 양산화 검토를 하고있으며, 부품은 삼성전기, 삼화콘덴서, 태양유전, 레트론 등에서 제작, 공급하고 있음. Ni, Pd, Cu 분말등의 기타 재료는 창성, 대주전자재료에서 공급

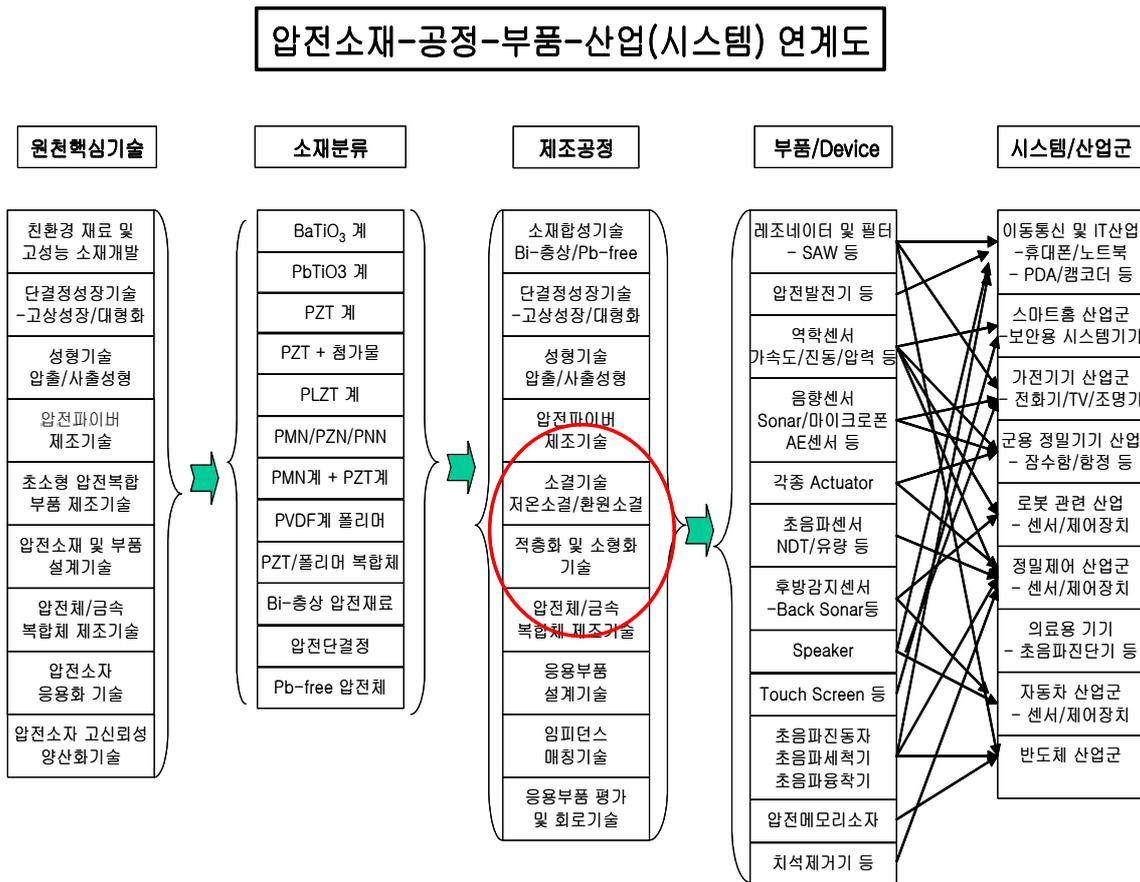
< 그림 IV-13 MLCC의 Value chain >



□ 압전 산업의 Value Chain 분석

- 압전산업은 차세대 이동통신 및 정밀제어산업, 디스플레이, 스마트홈, 항공우주산업, 군수산업 등 첨단 성장동력 산업분야의 응용제품 및 시스템 개발 시 가장 핵심적인 소재·부품로서, 소재, 원료의 개발이 시급
- 압전 세라믹 소재·부품에 대한 핵심 기술력 우위 국가(미국, 일본, 독일 등)가 세계 첨단기술에 선도 역할을 하고 있으며, 전방산업인 시스템, 완제품의 세계경쟁력 확보
- 최근 휴대폰 시장의 성장으로 인해 마이크로 스피커 시장이 급격히 커 나가고 있으며, 마이크로 스피커의 추세는 박형화, 저음부 음압의 평탄화 실현 및 고출력화가 주목적이 되고 있으며, 이에 일본을 중심으로 압전체를 이용한 박형화가 가능한 압전 스피커가 제작되고 있어서 이에 대한 대비 필요

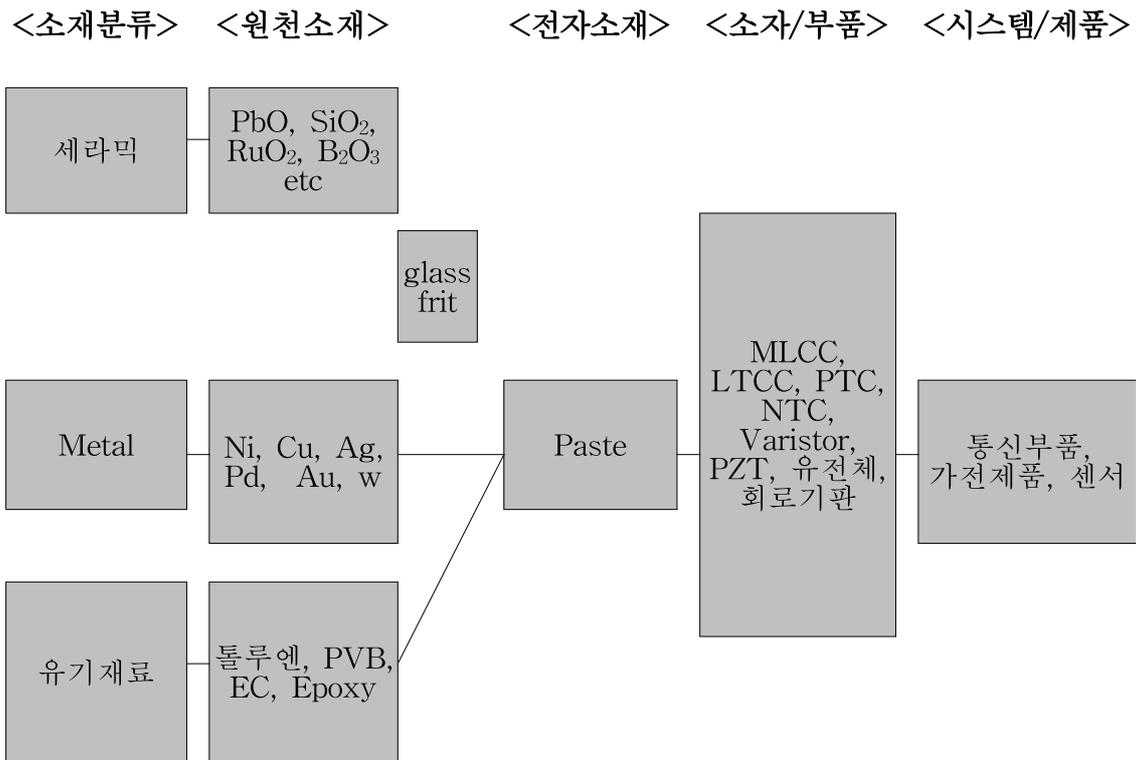
< 그림IV-14 압전부품의 Value chain >



□ 전자부품용 전극산업의 Value Chain 분석

- 전자제품에 포함되는 단품 및 적층형태의 전자 소자(부품)은 전극을 사용하고 있으며, 금속 + 세라믹 + polymer, 세라믹 + polymer 형태로 이루어져 있음. 특히 통신부품의 경박단소화 요구에 부응하기 위해서는 인쇄 pattern의 미세화, 고적층화가 이루어져야 하며, 전극의 개발이 필요. 2005년 MLCC의 전극 세계시장규모는 \$928백만에 달함
- 전방산업인 통신, 가전 등의 핵심부품인 MLCC, LTCC, 서미스터, 배리스터, PWT, 통신부품용 유전체, 센서 등에 내부, 외부전극으로 사용되며, 각종 전자제품의 성능 발휘를 위한 히터, 저항으로도 이용되고 있으며 국내에서는 대주전자재료, 창성, 삼성특수화학, 제일모직 등에서 주로 생산

< 그림 IV-15 전자세라믹 전극의 Value chain >



라. 기계·구조세라믹

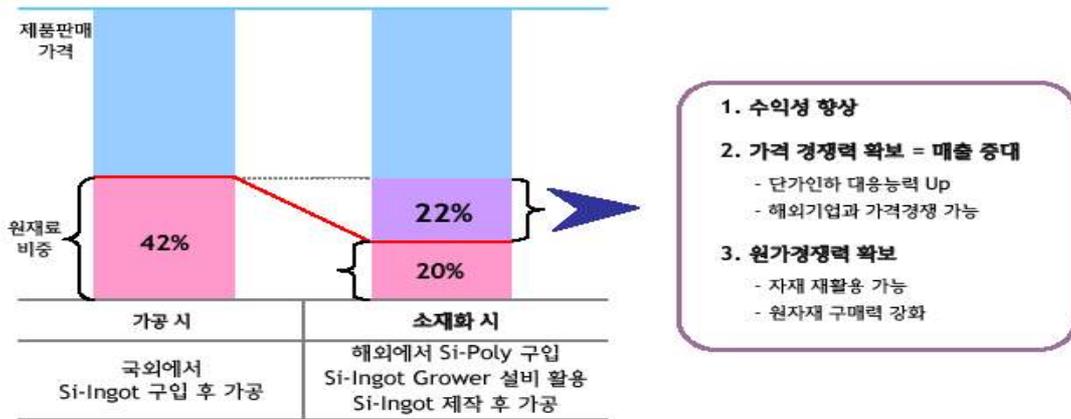
- 반도체/디스플레이 산업용 구조 세라믹 부품의 value chain은 그림 5의 예와 같이 표현될 수 있음. 반도체/디스플레이 산업용 구조 세라믹 부품 제조기업의 상당수는 세라믹 기계가공으로 출발하여 부가가치를 높이기 위하여 소재기업으로 변모한 경우

< 그림IV-16 반도체/디스플레이 산업용 구조 세라믹의 value chain >



- 하지만 아직도 원재료 제조에 사용되는 세라믹 원료분말은 국내의 낮은 기술력 또는 협소한 시장규모 때문에 대부분 수입에 의존하고 있으며, 향후 구조 세라믹 국내시장이 성장하게 되면 이 문제도 어느 정도 해결될 것으로 기대되나 원료분말 산업의 고위험성·고수익의 특성으로 볼 때 국가적 지원이 필요하다고 판단

< 그림 IV-16 솔믹스사의 Si 소재화 전후의 제품 부가가치 변화 >



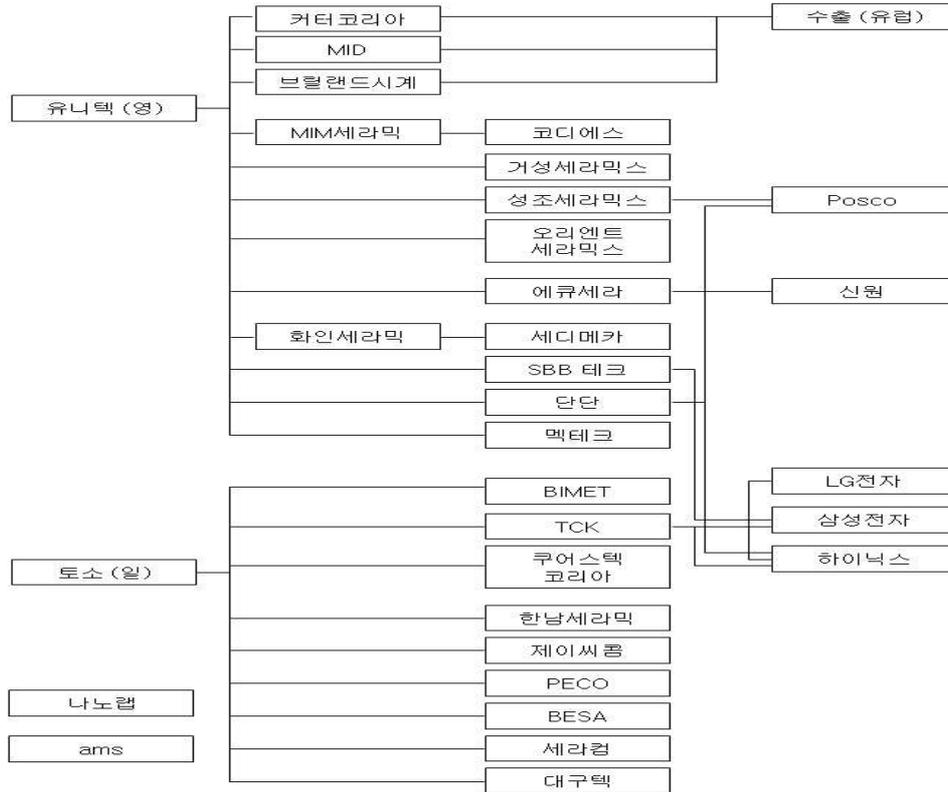
- 구조 세라믹 산업의 전방산업인 장비제조 기업의 기술수준도 구조 세라믹 산업의 성장에 중요한 영향을 미치고 장비제조 기업의 설계 및 제작기술이 구조 세라믹 부품의 성능 보완하면 보다 빠른 성장을 할 것으로 기대
- 알루미나 원료↔소재↔부품↔수요산업 value chain

< 그림 IV-17 알루미나의 value chain >



- 지르코니아는 기계류 부품용 구조 세라믹, 생체용 세라믹, 반도체/디스플레이 제조 산업용 구조 세라믹 등으로 사용되나 사용량이 많지 않았음

< 그림 IV-18 지르코니아의 value chain >



< 그림 IV-19 탄화규소의 value chain >



마. 에너지·환경 세라믹

□ 에너지·환경용 고온구조 및 복합소재

- 에너지용 고온 구조 및 복합소재 관련 후방기업은 모두 소재 제조를 위한 원재료 공급업체로서, 대부분은 수입에 의존하고 있는 상황
- 한편 전방기업의 경우에는 국내의 경우에는 아직 시장형성이 성숙되지 않은 적용분야가 대부분임에 따라 극히 한정된 기업의 Value Chain 특성을 보임
- 그러나 현재 탄소섬유나 탄화규소 섬유와 같은 원소재는 KCC나 요업기술원 등에서 생산체계 구축을 위한 기술검토 또는 개발과제를 수행 중에 있기 때문에 후방기업의 활성화가 기대되며, 철강이나 비철금속, 자동차 분야에서 고효율화 달성이나 에너지절감 효과를 극대화 할 수 있는 기술이 확보될 경우, 전방 기업들도 증가될 것으로 예측
- 고온 구조 및 복합 소재 분야의 경우, 원재료는 전량 수입에 의존하여 사용함에 따라 원재료에 대한 기술점유력 전무하며 일본이 많은 시장을 점유
- 국내에서 고온 구조 및 복합 소재에 대한 연구개발은 정부출연연구기관의 경우, KIER (한국에너지기술연구원), KIMS (한국기계연구원 재료연구소), KIST (한국과학기술원), KAERI (한국원자력연구원), KICET (요업세라믹기술원), 서울시립대학교 등이 있으며, (주)솔믹스, 대양산업, (주)이노세라, (주) DACC, (주)단단 등의 기업체에서 일부 제품 생산 중

< 그림 IV-20 에너지용 고온구조 및 복합소재 Value chain >



- 입자강화에 의한 모노리스 고온 구조 소재의 경우, KIMS에서 GPS (Gas Pressure Sintering) 질화규소 (Si₃N₄) 세라믹 소재를 중심으로 한 치밀질 및 다공질 소재 개발연구를 주도하고 있으며, KIER에서는 치밀질 탄화규소(Si-SiC)와 다공질 탄화규소(Oxide-bonded SiC) 소재에 대한 개발연구 주도
- 탄소섬유 또는 탄화규소 섬유 강화 세라믹 복합 소재의 경우에는 KICET에서 유기고분자에서 출발한 탄화규소 장섬유 (Continuous SiC fiber) 개발기술을 주도하고 있으며, KAERI에서는 국외 탄화규소 섬유 (SiC fiber)를 이용하여 CVI (Chemical Vapor Infiltration) 공정에 의한 탄화규소 섬유강화 탄화규소 복합체 (SiC_f-SiC composites) 개발연구 주도

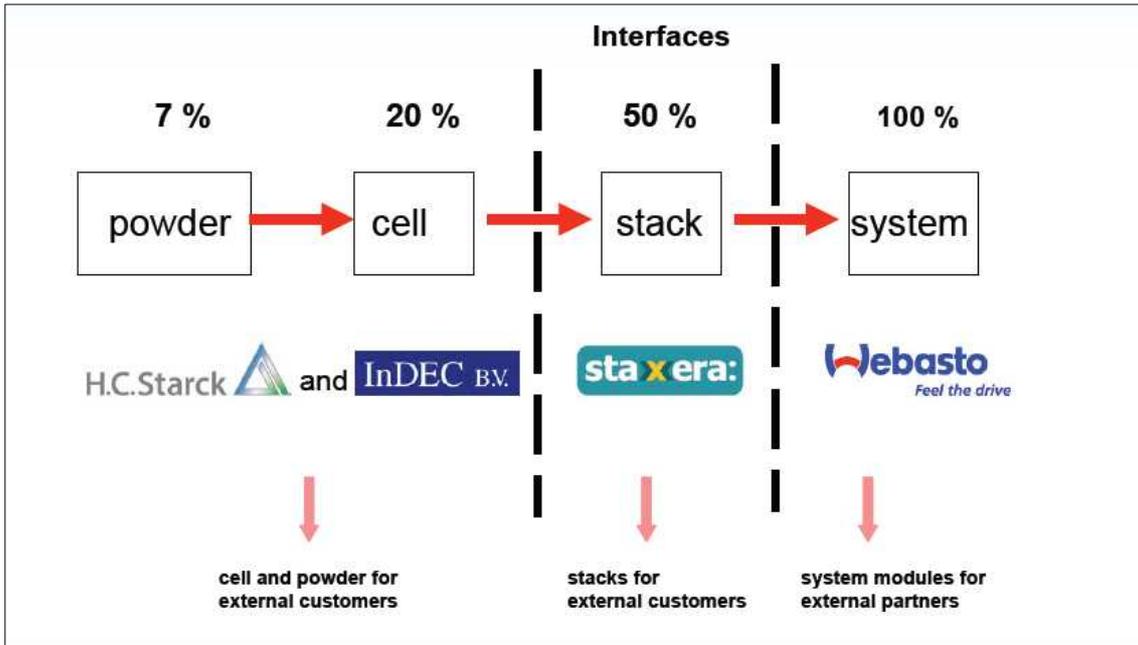
< 표IV-9 고온 구조 및 복합소재의 원료-소재-부품간 Value Chain >

구 분	원료 및 소재			초청정 발전용 소재	원자력 발전 및 수소제조 용 소재	우주 항공용 소재	철강 및 비철금속 용 소재	성능 평가
	원료	섬유강화 복합체 소재	조정밀 신코팅 소재					
비중 (%)	10	15	10	30	10	5	10	10
기술 수준 (%)	0	50	30	50	30	20	70	70
	국내 수준	-	KIER KAERI 대양산업 (주)테크	KIER KIMS 한국로스 트왁스	KIER KAERI KIER KIST 이노세라	대양산업 (주)테크 한국화이 버	KIER KIMS 대양산업 (주)단단	KRISS
	세계 수준	100	100	100	100	100	100	100
	Norton- SaintGobain (불) Inbiden(일) Herman C. Stark(독) Toray(일) Ube(일) Nippon Carbon(일)	ORNL(미), Norton- SaintGobain (불) DLR(독) Fraunhafer (독) USACA(미)	GE(독) JFCC(일) Fraunhafer (독) USACA(미)	GE(독) JFCC(일) Fraunhafer (독) 3M(미)	DLR(독) Ceramatec (미) AETC(일) (UNLV(미)	ORNL(미), Norton- SaintGobain (불), DLR(독) Fraunhafer (독) USACA(미)	TYK(일) Kyocera(일) ORNL(미), Norton- SaintGobain (불)	ORNL(미) AIST (일) JFCC(일) Fraunhafer (독)

□ 고체 산화물 연료전지 소재

- 아래그림은 독일의 SOFC 스택 판매업체인 staxera에서 분석한 value chain으로서 원료와 셀 부품보다는 stack과 시스템에 의한 가치창출이 높음을 보여줌. 실제로 SOFC에 있어서 단위셀의 모양과 구조가 아직까지는 완전히 표준화되어 있지 않고 스택설계에 따라 의존적이며, 밀봉재 및 연결재 기술 등 스택제조를 위한 know-how가 매우 중요한 가치창출 기준이 됨. 반면에 분말과 단위셀 제조는 스택의 가격 경쟁력을 좌우하는 요소이며 시스템에서 스택의 제조비용이 가장 핵심적인 부분이므로 보다 생산적이고 신뢰도가 높은 경제적 제조기술을 보유한 부품기업 중요

< 그림 IV-21 독일의 Staxera에서 분석한 SOFC value chain >



- 고체산화물 연료전지 소재 분야에서 출발원료인 분말은 전량 수입 의존하며 세계적으로는 미국과 일본의 시장 점유율이 높음

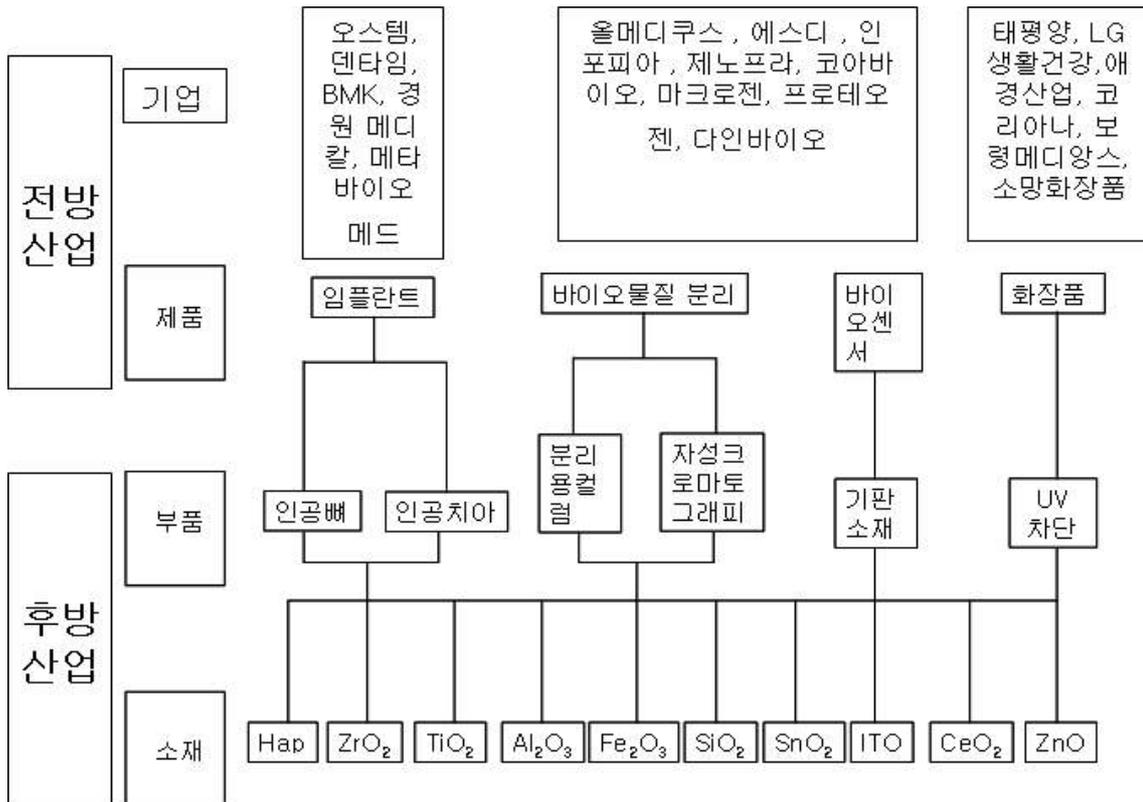
		원료 및 소재			SOFC 단전지	금속 연결판	스택 (설계)	SOFC 발전시스템
		전해질	전극	밀봉재				
비중(%)		5	10	10	20	10	15	30
기술 수준 (%)	국내	50	80	70	50	60	60	40
		KIER	KIST, KIER	KIST/요업기술원	KIST/KIER	RIST	KEPRI /KIER	KEPRI
	세계	100	100	100	100	100	100	100
		MHI(일)	JFZ(독)	JFZ(독)	FEC(미) JFZ(독) MHI(일)	ThyssenKrupp (독)	JFZ(독)	JFZ(독) Siemens Power Generation (미)

바. 바이오세라믹

< 그림 IV-22 바이오 세라믹 소재의 value chain >



< 그림 IV-23 바이오 세라믹 소재-부품-제품 계통도 >



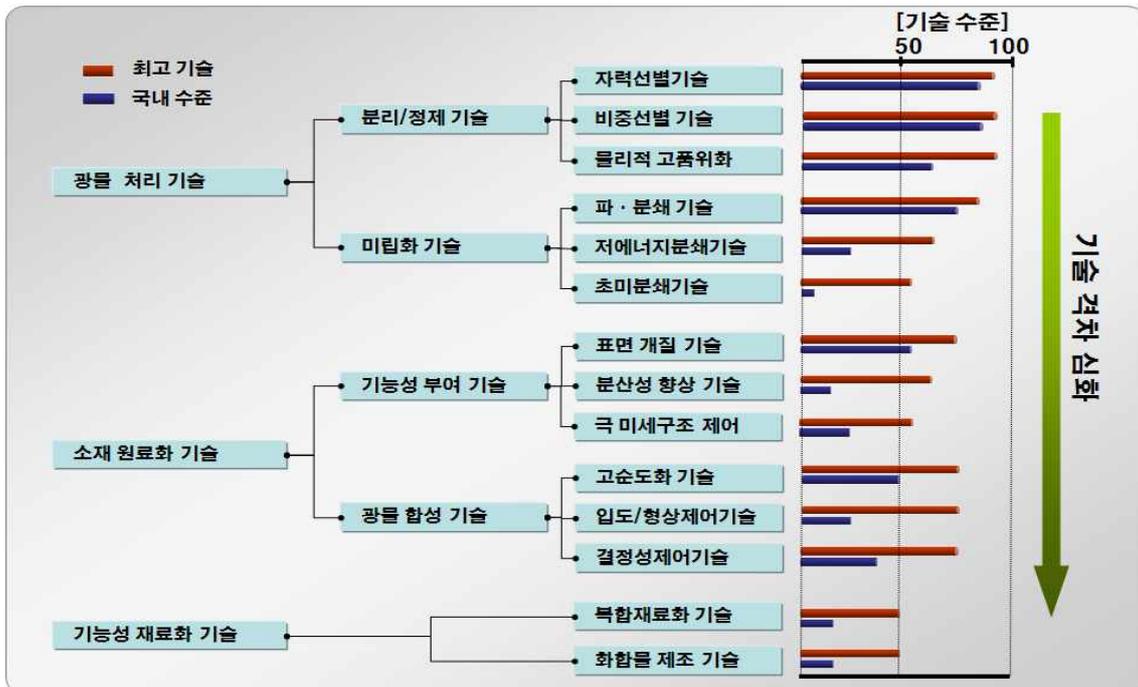
V. 파인세라믹 기술분석

1. 국내 기술동향 및 현황

가. 원료·광물

- 국내 파인세라믹 원료 광물 처리 기술의 범위는 비금속 광물자원의 품위 향상을 위한 비금속 원광석의 분리·정제 기술, 단체 분리 기술, 파·분쇄 기술 등의 원료 광물 품위 향상 기술 분야와 분체의 초미립화 기술, 고분산화 기술, 표면 개질 등의 원료 광물의 소재 원료화를 위한 원료 소재의 기능성 부여 기술 분야, 그리고 고순도 나노 입자 합성 기술 및 고기능 인공 광물 합성 기술, 복합 재료화 기술 등의 고기능 인공 광물 합성 기술 분야 포함

< 그림 V-1 원료·광물관련 기술수준 비교 >

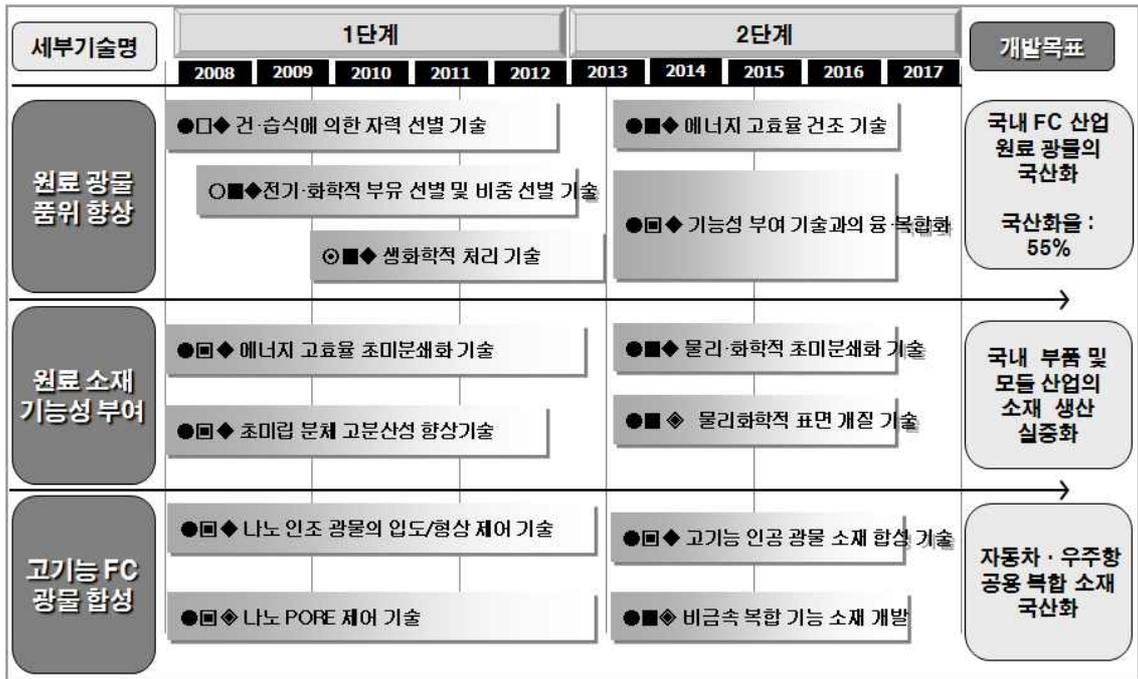


○ 파인세라믹 원료 광물 처리 기술 분야 및 트렌드

기술 분야	기술 트렌드 분석
원료 광물 품위 향상	○ 건·습식에 의한 자력 선별, 전기·화학적 부유선별 및 비중 선별, 미생물을 이용한 생화학적 처리, 기계·화학적 파분쇄, 에너지 저감형 분쇄 기술 등 원광으로부터 고순도 산업 원료를 제조하는 기술 분야
원료 소재 기능성 부여	○ 기계적·화학적 초미분쇄화 기술, 고분산 슬러리 제조 기술, 물리·화학적 표면 코팅, Topochemical 개질, Capsulation 개질, Mechanochemical 개질 등의 고·정밀 산업에서 요구되는 원료 소재 제조 기술 분야.
고기능 인공 광물 합성	○ 비금속 광물자원의 고순도 원료광물을 이용하여 나노 입자 형상 제어 기술, 나노 pore 제어 기술, 비금속-금속 복합소재 및 비금속-고분자 복합 소재화 기술 등은 고기능 인공 광물 재료화 기술

○ 파인세라믹 원료 광물 처리 기술의 TRM

< 그림 V-2 파인세라믹 원료·광물 TRM >



중요도 : ●-고, ○-중, ○-저 연구개발성격 : ■-상업화, □-기초/적용성 연구, □-실증연구 개발전략 : ◆-국산화자립, ◇-기술도입, ◆-국제공동

나. 프리세라믹

- 원료 산업 : 광물 소재 중심의 연구에서 최근에는 원료의 고순도화, 초미립화, 표면처리, 균질화 특성 분야의 연구가 많이 진행되고 있으나 pre-ceramics 분야의 연구는 매우 미미
- pre-ceramics 제품의 국산화시 품질의 신뢰성 부족, 국내 시장 협소 및 외국산 저가공세 등 가격 경쟁력 저하로 신규사업자가 해당 산업분야의 진출 기피
- 소재 제조에서 Pre-ceramics 요구 조건은 고순도, 고수율, 고효율, 고기능성, 전후공정 적합성, 환경 적합성, 비독성 등

< 표 V-1 국내 Pre-ceramics 산업의 기술 수준 >

구분	기술선진국	국내기술수준	기술격차	취약기술
1차 원료공정 (고순도화)	일본, 미국	50%	5년이상	원료생산
1차 원료를 이용한 2차 원료생산공정	일본, 미국	70%	3-5년	새로운 화합물 개발
평가기술	일본, 미국	80%	3-5년	계측, 평가, 표준화

< 표 V-2 프리세라믹 TRM >

		'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17
프리세라믹 기술	반도체용 프리세라믹	32nm 공정 기술			24nm 공정 기술			16nm 공정 기술			
		필요기술	분자단위 제어가 가능한 프리세라믹 기술				복합 다기능 프리세라믹 기술				
	디스플레이용 프리세라믹	8세대 공정 기술			10세대 공정 기술			12세대 공정 기술			
		필요기술	10nm 수준 입자 제어 기술				1nm 수준 입자 제어 기술				
	에너지 산업용 프리세라믹	무기 태양전지 기술			염료감응형 태양전지 기술			신개념 태양전지 기술			
		필요기술	실리콘 저온/저가격 제조 기술		고효율 무기 염료 합성 기술		광전 변환 효율 개선 기술				
	바이오 산업용 프리세라믹	인공치아 기술			인공뼈 기술						
		필요기술	생체친화형 무기재료 합성기술		강도/경도 제어 기술		저가격 생산 기술				
	공통기술		분자 수준의 입자 제어 기술				희유 프리세라믹 제조 기술				

< 표 V-3 프리세라믹 PRM >

		'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17
프리세라믹 기술	반도체용 프리세라믹	MOCVD용 프리세라믹			ALD용 프리세라믹			신 공정용 프리세라믹			
		DRAM용 프리세라믹			ReRAM 용 프리세라믹			신 메모리소재용 프리세라믹			
	디스플레이용 프리세라믹	YAG계 형광체용 프리세라믹			나노 형광체			3D 디스플레이용 프리세라믹			
		PDP 보호막용 프리세라믹			LCD용 프리세라믹			AOD용 프리세라믹			
	에너지 산업용 프리세라믹	태양전지용 프리세라믹			열전소자용 프리세라믹			연료전지용 프리세라믹			
		수소저장용 프리세라믹			차세대 에너지 발생 및 저장용 프리세라믹						
	바이오 산업용 프리세라믹	인공치아용 프리세라믹			인공뼈용 프리세라믹			인공장기용 프리세라믹			
		인공혈액용 프리세라믹			치료용 프리세라믹						
	시장규모	국내	3조원/년			3조 5000억원/년			5조원/년		
		해외	60조원/년			70조원/년			100조원/년		

다. 전자세라믹

- 휴대전화에 들어가는 핵심 부품에 대한 수입 의존도는 여전히 매우 높은 편으로, SAW 필터, 듀플렉서, 아이솔레이터 등의 경우 70% 이상을 수입하여 사용하고 있는 실정이며, LTCC 관련 업체들은 원료 관련 회사/최종 모듈 업체에 substrate까지만 공급하는 회사/부품이나 모듈 등 완제품까지 제조하는 회사의 세 분류로 구분
- 3차 비선형 광특성은 금속 나노입자 혹은 반도체 나노입자를 유리재료에 생성시킴으로써 표면 플라즈몬 효과나 양자구속 효과에 의한 비선형성을 유발시키는 연구가 오랫동안 연구되어 왔으며 실용성이 있는 정도까지 발전되고 있는 상황
- 비선형 광학특성을 보유한 유리계 세라믹 소재 개발이 매우 중요한 기술개발의 한 방향을 이루고 있으며, 최근에는 실리카 유리에서 전기적 폴링에 의해 유도될 수 있는 연구가 진행 중
- 실리카를 기반으로 한 유리재료는 현존하는 광통신망을 구현하는데 있어서 절대적인 재료로 인식되고 있으나, 다만 일부 광통신망에서는 더 다양하며 복합적인 재료/기술 시도 중
- PLC 광수동소자의 경우도 폴리머 광소자가 저가격 및 쉬운 공정 등을 무기로 매우 거세게 도전하고 있으며, 특히 높은 비선형을 이용한 광스위치 분야에서는 실리카를 기반으로 한 PLC를 능가하고 있으나, 다만 폴리머 PLC의 경우 내구성 및 내환경성이 최대의 문제점이며 이를 보완하고자 하는 연구개발이 활발히 진행 중
- 현재 국내에서는 다수의 광섬유 제조업체가 사업을 진행하고 있으며 지난 90년 후반과 2000년대 초반에는 매우 높은 성장률을 보이는 유망산업으로 손꼽혔으나, 현재는 IT 산업의 침체로 고전하고 있음. 광섬유를 생산, 판매하는 업체로는 LG 전선, 대한전선, 대우통신, 일진 등이 있으며 장거리 통신용 단일 모드 광섬유를 주로 생산하며 분산제어 광섬유, 광증폭기용 광섬유와 같은 기능성 광섬유의 매출 비중은 매우 저조

- 형광체는 적용되는 디스플레이의 성능에 직접 관계되는 재료이기 때문에 매우 중요하며, 고순도, 미세입자 및 입자크기가 균일한 형광체 분말 생성공정 기술개발이 활발하며, 보다 효율 높은 RGB 형광체 분말기술 개발 요구
- 기존의 형광체 제조방법인 고상반응을 대처하기 위하여 국내외에서 연소합성법, 졸겔법, 균일침전법, 수열합성법 및 분무열분해법 등 다양한 제조 방법을 통하여 발광특성이 개선된 형광체들이 얻어지고 있으며 이러한 방법들이 실제 생산공정에 적용되기 위해서는 공정기술 개발 요구
- 실리카를 기반으로 한 PLC 광수동소자의 경우, 삼성전자, PPI, 우리로 광통신, 후라포토닉스 등의 회사에서 제조, 판매하고 있으며 외국의 경우 광섬유를 생산하는 업체로 미국의 Corning사와 일본의 후루카와정공이 시장 점유율 1,2위를 선점하고 있고, PLC 광수동소자의 경우, 미국의 PIRI (일본 NTT의 자회사)와 일본의 NTT, Mustubishi 등이 세계적인 시장 선점
- 디스플레이용 형광체의 경우에 국내 생산업체로는 LG화학, 삼성SDI가 있으며, 주로 CRT용 황화물계 RGB 형광체를 생산하여 자체 수급하고 있으며 형광체를 구성하는 성분으로는 희토류계 원소를 포함하여 고가의 고순도 원료들이 사용되는데, 특히 형광체의 활성제 및 적색 형광체의 모체 성분으로 많이 사용되는 희토류계 원료들은 중국, 일본 등으로부터 전량 수입 의존

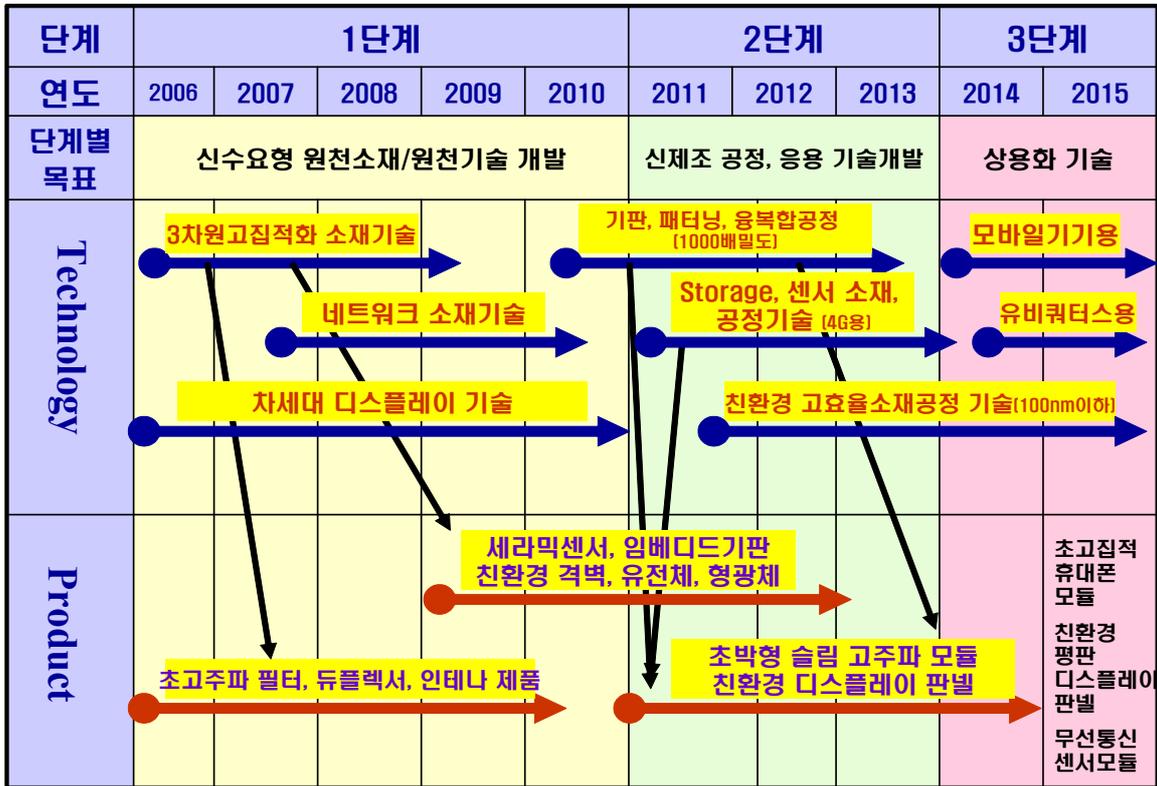
< 표 V-4 전제세라믹 메가트랜드 >

	2000~2010	2010~2020	2020 이후	요구 목표
반도체 /디스플레이	<ul style="list-style-type: none"> • 대면적화 • 고집적화 	<ul style="list-style-type: none"> • 초미세화 • 고속 디지털화 • 저온 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀도 향상 • 안정화 • 초저가 • 고효율 실현 • 고속 디지털화 	<ul style="list-style-type: none"> • 융복합화 • 규모의 경제화 • 소재 원천기술의 확보 • 장비의 국산화
유전체 박막	<ul style="list-style-type: none"> • High-k (20~40) • Low loss 	<ul style="list-style-type: none"> • High-k (>40) • Low loss • 저온공정기술 • Low leakage 	<ul style="list-style-type: none"> • 초고집적화 • Low leakage • 저전력 • 저온공정 • 초고속화 	<ul style="list-style-type: none"> • 저손실 • 초고속화 • 초소형화 • 초경량화

압전체	<ul style="list-style-type: none"> MEMS 정밀 미세가공 박막화 고성능 	<ul style="list-style-type: none"> 소형화 대변위 초정밀 미세가공 무연계 친환경화 	<ul style="list-style-type: none"> 초소형화 다기능화 (E-harvesting, Multi-functional Sensors) 복합화 	<ul style="list-style-type: none"> 소형화 고성능화 저전력 다기능화 집적화 지능화
자성체	<ul style="list-style-type: none"> 마이크로자성 GMR, TMR 	<ul style="list-style-type: none"> 나노자성체 스핀의존현상 Reproducibility 초상자성효과 Gbit MRAM 	<ul style="list-style-type: none"> 고밀도, 고성능 저전력 High speed MRAM 	<ul style="list-style-type: none"> 초고밀도 대용량화 고감도화 고집적화 Spintronics

< 그림 V-3 전제세라믹 메가트랜드 >

전자세라믹 분야 기술/제품 개발 로드맵



- Embedded 기판용 소자로서 resistor, capacitor, inductor의 세가지 대표적인 수동소자의 TRM으로부터 전자세라믹 유전재료의 향후 기술동향 예측 가능
 - Resistor는 sheet resistance가 100 ohm/sq.에서 1K ohm/sq.의 범위가 요구되지만 장기적으로는 1 ohm/sq.에서 500K ohm/sq.로까지 확대 요구 될 것으로 예상되며, 온도선형성 역시 300 ppm/°C로서 온도변화에 매우 안정적인 특성을 요구
 - embedded capacitor는 MIM (Metal-Insulator-Metal) 구조를 가지므로 내부의 유전체 층에 특성에 많은 영향을 받게 되며, 요구되는 정전용량밀도가 장기적으로 꾸준히 증가하는 예상으로부터 high-k 물질이 계속적으로 요구
 - organic high-k 유전재료의 경우, 현재는 약 50 정도가 필요하지만 장기적으로는 100 정도의 높을 유전율이 필요
 - embedded inductor는 낮은 공정단가와 40 이상의 Q-factor를 필요로 하며 높은 permeability를 갖는 재료가 inductance density를 높이기 위해 필요

< 그림 V-4 Embedded Passives Technology Requirements >

	Near-Term (by 2010)				Mid-Term (by 2015)				Long-Term (by 2020)					
Year of Production	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
DRAM % Pitch (nm) (contacted)	65	57	50	45	40	36	32	28	25	22	20	18	16	14
Resistor [1]														
Max Sheet resistance, Rs (Ohm/sq)	1K	1K	1K	10K	100K	100K	500K	500K	500K	500K	500K	500K	500K	500K
Tolerance (%) [2]	<10%	<10%	<5%	<10%	<10%	<5%	<10%	<10%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%
Temp. linearity (ppm/°C)	<500	<300	<300	<500	<300	<300	<500	<300	<300	<300	<300	<300	<300	<300
Min Sheet resistance, Rs (Ohm/sq)	100	100	100	100	10	10	10	10	5	5	5	5	1	1
Tolerance (%) [2]	<10%	<5%	<3%	<1%	<10%	<5%	<3%	<1%	<10%	<5%	<3%	<1%	<10%	<5%
Temp. linearity (ppm/°C)	<300	<200	<200	<200	<300	<200	<200	<200	<300	<200	<200	<200	<300	<200
Capacitor [3]														
Density (nF/cm ²)	>2	>2	>5	>5	>5	>5	>10	>10	>10	>100	>100	>100	>1000	>1000
Tolerance (%) [2]	<10%	<7%	<10%	<7%	<7%	<5%	<10%	<7%	<5%	<10%	<7%	<5%	<10%	<10%
TCC (ppm)	<500	<300	<500	<400	<400	<300	<500	<300	<300	<300	<300	<200	<300	<200
Breakdown Voltage (V)	>500V	>1KV	>300V	>500V	>700V	>1KV	>500V	>700V	>1KV	>500V	>500V	>700V	>500V	>500V
max Q [4]	>25	>30	>25	>30	>30	>30	>25	>25	>30	>15	>20	>25	>10	>15
Self Resonance Freq (GHz) [5]	>0.5	>0.5	>0.1	>0.1	>0.2	>0.2	>0.05	>0.1	>0.1	>0.001	>0.005	>0.01	>0.001	>0.001
Inductor [3]														
Density (nH/mm ²)	0.4	0.4	0.8	0.8	0.8	0.8	2	2	2	2	4	4	4	4
Tolerance (%) [2]	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<5%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%	<3%
max Q [6]	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>40	>45	>45	>45	>45	>45
Self Resonance Freq (GHz) [7]	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10	>10

* 자료: 국제반도체 기술로드맵 (ITRS 2007)

- 초정밀 압전 액츄에이터 및 위치제어 기술을 통하여 나노스테이지 및 고용량 Hard Disk Drive (HDD)용 high resolution의 track tracer로부터 소형이며, 높은 구동력과 빠른 응답속도를 가지는 속도와 우수한 위치제어성을 구현하기 위한 TRM을 아래에 제시

< 그림 V-5 압전 나노스테이지 및 압전 HDD Tracer TRM >

		'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	2007 기술수준	2012 기술수준	2016 기술수준
압전 나노스테이지	타입	1축 선형 나노스테이지			2축 나노스테이지			3축 나노스테이지						
	핵심기술	▶ 0 압전 액츄에이터 설계 기술			▶ 0 스테이지 설계 기술			▶ 0 3D 스테이지 컨트롤 기술			●	●	●	
	액츄에이터	고감도 액츄에이터			초고감도 액츄에이터									
	핵심기술	▶ 0 고감도 액츄에이터 설계 기술			▶ 0 고감도 위치 센서 기술						●	●	●	
		▶ 0 구동회로 기술			▶ 0 위치제어 시스템 기술						●	●	●	
	Resolution	10 um			5 um			1 um						
핵심기술	▶ 0 액츄에이터 구동 설계 기술			▶ 0 IIR and Capacitive 센서 기술						●	●	●		
	▶ 0 제어회로 기술			▶ 0 제어 알고리즘 기술						●	●	●		
압전 HDD Tracer	타입	Dual 액츄에이터형			Single 액츄에이터형									
	핵심기술	▶ 0 압전 액츄에이터 설계 기술			▶ 0 액츄에이터 컨트롤 기술						●	●	●	
	액츄에이터	VCM + 압전 액츄에이터			초소형 압전 linear 액츄에이터									
	핵심기술	▶ 0 액츄에이터 설계 기술			▶ 0 고감도 위치 센서 기술						●	●	●	
		▶ 0 구동회로 기술			▶ 0 위치제어 시스템 기술						●	●	●	
	Resolution	25 um			10 um			5 um						
핵심기술	▶ 0 액츄에이터 구동 설계 기술			▶ 0 IIR and Capacitive 센서 기술						●	●	●		
	▶ 0 제어회로 기술			▶ 0 제어 알고리즘 기술						●	●	●		

고 중 저	고 중 저
기술력우위' ▼소	실현가능성 0 0 0

지문크 지문크 지문크

라. 기계·구조세라믹

- 반도체 장비용 구조 세라믹을 활용하는 산업의 메가트렌드는 표 5와 같은데, 반도체의 고집적화와 이에 따른 나노 스케일 패터닝, 웨이퍼 크기 증가 등이 이루어질 것으로 예측. 세라믹 공구의 메가트렌드는 고속가공이며 이에 적합한 소재는 세라믹 공구로 요약. 그밖에 기계 산업용 구조 세라믹을 활용하는 산업, 자동차용 구조 세라믹 부품 관련 산업, 항공우주 산업의 메가트렌드는 각각 정리하면 다음과 동일

< 표 V-5 반도체 장비용 구조 세라믹 소재 활용 산업의 메가트렌드 >

2000~2010	2010~2020	2020이후	요구기능 (2020년)	요구기능 충족 소재
CMOS Tech 고속화 저전력화 고집적화 SoC 0~30nm 기억소자 8"/12" 공존	CMOS + Nano Hybrid 대용량화 SoC 확대 ~10nm소자 12"/18"공존	Nano Tech 10nm 이하 소자 18"위주	박막 균일도 박막 식각 균일도 나노공정 패터닝	대형 고정정 반도체 장비용 세라믹 (Chuck, Susceptor 등) 대형 고온 안정성 세라믹 구조체 대용량 발열체용 세라믹

< 표 V-6 세라믹 공구의 메가트렌드 >

2000~2010	2010~2020	2020이후	요구기능 (2020년)	요구기능 충족 소재
코팅초경공구 써멧공구	써멧공구 세라믹공구	초경질 세라믹 복합체	고속가공시 수명보장	고인성 (K1C 10이상)강화 세라믹 재료 휘스커 복합재 나노세라믹 복합체 사이알론 복합체

< 표 V-7 기계산업용 구조 세라믹 제품 관련 산업의 메가트렌드 >

2000~2010	2010~2020	2020이후	요구기능 (2020년)	요구기능 충족 소재
High End 화	신산업기계 등장	인공지능화 무인자동화	고정밀화 /내마모성 극소형 /초대형화	XY 테이블 및 에어스핀들/슬라이드용 초정밀소재 자기유탄기능 및 평활성 내마모 소재
산업용 Seal 고성능화	항공기 Shaft/핵심 프용 seal	로켓/미사 일/핵잠수 함용 seal	매마노성, 자체유탄성, 내열성, 내약품성, 내구성, 가공성	SiC기지 세라믹 복합재료 함침 graphite 대체 재료
Oiless 베어링	세라믹 베어링	Active Magnetic 베어링	고강도, 고인성, 내화학성, 고온 내마모성	Oiless 베어링 소재 세라믹 베어링 자기 베어링
금속재 가스터빈	세라믹 재 가스터빈 대체 보급화	고효율 세라믹 가스터빈	고온고강도 고인성 신뢰성 경량 내구성	고인성 내구성을 갖는 내열성 세라믹 소재 운송기계 구동용 소형 세라믹 가스터빈 부재
SiC 열교환기	세라믹 섬유강화 복합재 열교환기	고효율 열교환기	고열효율 내열충격성 고열전도성	고온 폐열 회수시, 내식성을 갖는 세라믹 복합체 (SiC, 고순도 알루미늄, 세라믹 섬유 강화재 등)
경 중수로	액체금속로 고온가스 냉각로	핵융합로	내열성, 단열성, 내식성	SiC, Si ₃ N ₄ , CFCC, SiC _f /SiC 복합재 등
			핵반응조절 내열충격성 내마모성	제어봉, 차폐재용 세라믹 복합재 제어봉 guide roller 소재 중성자 감속 및 흡수 차폐재

< 표 V-8 구조 세라믹 부품 관련 자동차산업의 메가트렌드 >

2000~2010	2010~2020	2020이후	요구기능 (2020년)	요구기능 충족 소재
경량화, 전장화, 고효율화	e-car 지능화	super smart화	고강도, 고인성, 내열성, 내산화성, 내마모성, 내creep성, 고연비, 고유활성	고강도 고인성 Si3N4 세라믹 (강도 1GPa, 인성 10, Weibull 계수 30이상)
			Euro 대응 저공해 후처리 기술 담채특성/다공성	NOx 저감 및 2차상 포집소재 (PM 포집율: 95% 이상, 나노 PM (10~50nm) 포집가능, 배압최저)
			경량화 (주철대비 60% 이상), 고강도, 내마찰마모성	Chopped fiber 강화 세라믹 소재, C-C복합재, 티탄산 칼륨 휘스커 복합재
내연기관	Hybrid 차	수소연료 전지차	자동차 보조동력 장치	SOFC, PEMFC 등의 수송용 연료전지 스택용 세라믹 소재

< 표 V-9 구조 세라믹 활용 항공산업의 메가트렌드 >

2000~2010	2010~2020	2020이후	요구기능 (2020년)	요구기능 충족 소재
저비용화 고온내열화 고성능화	경량화 다기능화 친화경성	지능형 유도비행 고신뢰성 안전성	초경량, 내구성, 내식성, 고온내열성, 고강도, 고인성	Super tough 초고강도 섬유 세라믹 복합재 (K1c 20, 강도 2GPa, 운전온도 1500℃ 이상)
			전기절연성, 전파투과성	하이브리드 복합재 (초경량: 밀도<0.2, 초경질: Hv>6000) 소재 고체로켓엔진, 대기권용 열차폐재, 추진체, Hot section 등에 적용되는 고온고강도 (C-C, C-SiC 복합재)
			초경량, 고강도, 내열성	진공 및 고/저온 등 극한 환경에서 적용 가능한 고강도 절연소재 (고분자-세라믹 복합재 등) 고온 내산화성의 고분자/세라믹 복합재
고성능 소형 항공기 소형 무인헬기	중소형 민항기 다목적 헬기 성층권 비행선	스마트 무인기 고속헬기	고온내마찰 내마모	고수명 및 신뢰성을 갖는 C-C 복합재
다목적 위성 방송/통신 지구관측	소형 특수위성 고성능 센서/레이더 자원탐지	단 중거리 우주운송	저열전도성 고온내식성 초경량, 내마모성, 내식성, 내열성	열차폐 코팅 세라믹 나노코팅소재 무급유 베어링 소재 (질화규소, 지르코니아 등)

다. 에너지 · 환경세라믹

□ 에너지용 고온 구조 및 복합소재

- 산업 메가트렌드는 다음과 같으며, 단기적으로는 원재료인 세라믹섬유의 저가 생산공정 확립과 신코팅기술 확립이며, 중장기적으로는 3차원 복잡, 대형 제품의 양산화 공정과 실증을 통한 표준화를 달성하여 가스터빈 부품, 우주항공용 부품, 원자력발전이나 수소생산용 부품 등으로 적용하는 것을 목표로 진행 중

< 표 V-10 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재 활용 산업 메가트렌드 >

에너지환경 - 고온 구조 및 복합 소재				요구 기능 (~2020년)	요구기능 충족을 위한 미래소재
Mega Trend	2000~2010	2010~2020	2020년 이후		
제품 Trend	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 섬유제조 재현성 확보 ◦ 저가화, 고속화 섬유 코팅 기술 ◦ 내산화성, 내부식 코팅 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설계, 디자인 및 고정밀화 ◦ 형상 모듈화 ◦ 고효율, 고내구성 ◦ 대면적화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 3차원 자동화 및 양산화 ◦ 실증 및 신뢰성 최적화 ◦ 경량, 고성능, 초고온 성능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고탄성 ◦ 고인성 ◦ 고강성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ CFCC 콤팩트 열교환기 ◦ 고효율 세라믹 가스 터빈 부품
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 탄소섬유, 탄화규소 섬유 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자동화 및 고속화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 양산화 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 저열전도도 ◦ 열차폐성능 ◦ 내산화성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 우주항공용 배기구 노즐 및 body 부품
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 플라즈마 및 EB-PVD 증착 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ EB-PVD/Plasma 하이브리드 증착 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ EB-PVD/Plasma/Sputtering 하이브리드 증착 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 내산화성 ◦ 고열전도도 ◦ 내열충격성 ◦ 내산화성 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 군사용 로켓 노즐 및 터빈 부품
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세라믹 판형 열교환기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 콤팩트 판형 열교환기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 섬유강화 복합재 열교환기 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고인성 ◦ 피로저항성 ◦ 저NOx, CO₂화 ◦ 발전효율 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 원자력수소 생산용 열교환기 ◦ 원자력 발전용 블랭킷 및 피복관 부품
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 금속재 가스 터빈 및 엔진 부품 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 세라믹 가스 터빈 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 고효율 세라믹 가스 터빈 ◦ 디젤 엔진 ◦ Armor body 		<ul style="list-style-type: none"> ◦ 철강 열처리용 래디언트 튜브 및 노즐

□ 고체 산화물 연료전지 소개

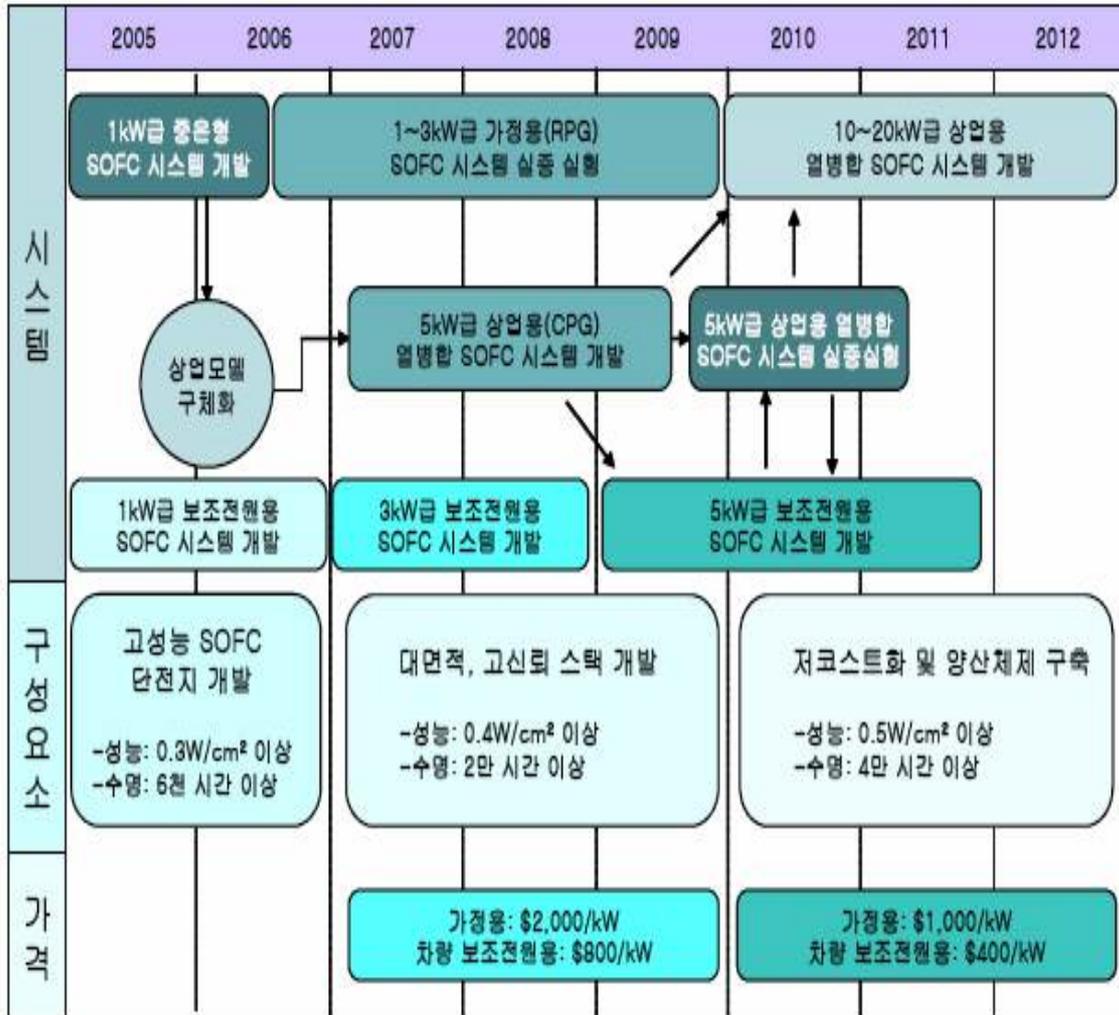
- KIST, KEPRI, RIST(POSCO POver) 등은 YSZ 전해질을 이용하는 평판형 셀 제조기술에 초점을 맞추고 있으며, 현재 대면적 셀제조 기술과 스택 안정화 (밀봉재, 연결재) 기술이 산업화의 관건임. 국내 평판형 SOFC 셀 제조기술은 압축성형, tape casting, screen print 등의 제조 방법이 가장 일반적
- KEPRI는 자체 기술개발을 통해 10x10cm² 셀을 이용하여 1kW급 SOFC 시스템 실증운전에 성공하였으며, RIST의 경우 수입된 10x10, 15x15 cm² 셀을 이용하여 3kW 급 SOFC 스택을 운전하는 동시에, 자체적으로 소재-부품 개발을 추진 중
- KIER에서는 국내에서 유일하게 튜브형 연료전지를 개발하고 있으며 압출공정과 dip-coating에 의한 전해질 및 전극 제조방법을 이용하여 1kW급 스택 가동

< 표 V-11 고체산화물 연료전지 기술적 목표 >

구분	2004년	2007년	2010년	2015년
고성능 단전지 성능	작동온도 750℃ Pmax 0.3W/cm ²	700℃ 0.4W/cm ²	650℃ 0.5W/cm ²	650℃ 0.5W/cm ² 이상
대면적 SOFC 단전지	25cm ²	100cm ²	200cm ²	400cm ²
고전도 내산화성 분리판	사용온도 750℃ 0.05Ωcm ² 이하 STS 분리판	700℃ 0.05Ωcm ² STS 분리판	650℃ 0.05Ωcm ² 저온형 STS 분리판	650℃ 0.05Ωcm ² 저온형 STS 분리판
고온금속/세라믹 밀봉기술	5~7×10 ⁻⁷ /℃	8~9×10 ⁻⁷ /℃	9~11×10 ⁻⁷ /℃	9~11×10 ⁻⁷ /℃
소형 Fuel processor (효율)	-	75%	80%	85%
가열 및 열회수장치 (Thermal power)	-	1.5kW	1.5kW 이상	2.0kW 이상
1kW SOFC용 전력변환기 (24~42V)	효율 89%	90%	90%	92%
극변(BOP)장치 최적화	-	60%	70%	75% 이상
중온형 SOFC 모듈(스택) (Gross eff.)	-	50%	65%	70%
장수명 SOFC 모듈(스택)	200시간	3,000시간	6,000시간	6,000시간이상
RPG용 분산형 전원시스템 (Efec. eff. 열효율)	-	30%, 40%	35%, 45%	40%,45%
시스템 내구성	-	6,000시간	20,000시간	40,000시간

* 자료: 수소연료전지 사업단, 수소-연료전지 분야 산업화 방안, 2005

□ 고체 산화물 연료전지 소재 TRM



* 자료: 수소연료전지 사업단, 수소-연료전지 분야 산업화 방안, 2005

바. 바이오세라믹

- 국내에서 형성된 산업규모도 미비하여, 대부분의 중소 규모의 바이오벤처 기업이 시장에서 새로 출연하거나 도태되는 것도 큰 약점. 이는 원천소재에 대한 R&D 개발 투자 규모가 크지 않아서, 원천 소재를 외국에서 수입하여 조립 가공하는 수준으로 상품을 생산하는 것이 원인
- 국내 산업의 경우 99% 이상이 해외에서 중요소재를 수입한다는 통계에서도 보여지듯이 현재 기술 및 산업의 종속화가 빠르게 진행되고 있음. 또한 관련법규 및 표준미비로 인하여 신뢰성 있는 제품을 생산하고 이를 제품화 하는데 많은 애로사항 존재

< 표 V-12 생체재료의 메가트랜드 및 제품트랜드의 발전방향 >

구분	2000~ 2010	2010~ 2020	2020년 이후	요구기능 (~2020년)	미래소재
메가 트랜드	단순 생체모방	기능성 생체모방 소재	기능성 Implantable 바이오소재	생체친화성	생체활성인자가 저온에서 코팅된 소재
				기능성	선택적 흡착/분리 /진단 가능소재
제품 트랜드	임플란트, 경조직, 진단기판, 기능성분말	복합기능 생체 세라믹	지능형 생체 세라믹소재	단백질 안정성	3D 복합세라믹 소재
				내구성	나노 프로그램화된 소재

- 최근의 생체세라믹 임플란트 연구 개발은 소재의 기계적 물성을 증진시키고 신뢰성을 확보할 수 있는 신기술 개발에 집중 되어왔으며, 대표적인 예로서, 조개의 진주층을 모방한 생체모방형 임플란트 개발 및 기계적 물성이 매우 우수한 카본나노튜브와의 복합화를 통해 고강도, 고인성을 확보하는 소재 제조 기술

- 고기능성 생체세라믹 임플란트는 기계적 물성 증진뿐만 아니라, 빠른 골 조직 재생을 위해 환자맞춤형 성장인자를 임플란트 표면에 고정화시킴으로서, 기존의 임플란트의 수동적 역할 수행을 뛰어 넘어, 능동적으로 골 조직 재생을 유도하는 지능형 원천소재로서, 생체세라믹 임플란트 소재 개발의 새로운 패러다임이 될 것으로 기대
- 저온 복합화 코팅 공정이란, 임플란트 소재 표면을 생체활성이 뛰어난 나노세라믹과 성장인자와 약물이 함유된 복합체를 각 성분의 저하 없이 저온에서 복합 코팅할 수 있는 신기술로서, 기존의 세라믹 및 금속뿐만 아니라 고분자등 의료 산업 전반에 적용 가능한 고부가가치 표면 개질 기술
- 세라믹 바이오센서 소재에 대한 강점은 세계최고 수준의 반도체 공정기술이 확보가 되어 나노 단위에서 기판소재를 가공하는 기술적 수준이 높다는 것. 또한 나노 세라믹을 연구하는 국내기술 수준이 비교적 비교 우위에 있고, 생명공학기술과 세라믹소재기술의 융합기술 수준도 상당히 높게 평가
- 세라믹 바이오센서 소재에 대한 주요 특허는 (미) Corning 및 (일) 교세라에서 독점적인 특허를 가지고 있는 경우가 대부분임. 특히, glass 표면을 코팅하여 분자인식체를 접합 시키는 기술은 보편화 되었음에도 고급수준의 코팅기술 및 신뢰성 있는 바이오센서 적용 기술은 아직 미비
- 소비자 요구의 세분화에 따라 화장품 제조업체들은 소비자 그룹을 세분화하고 이에 따라 제품개발 전략을 추진 중
- 특히 베이비붐 세대의 노화와 젊은 소비자의 구매력 증가, 남성 소비자의 화장품 사용 증가 등이 이러한 추세를 더욱 가속화

2. 국외 기술동향 및 현황

가. 원료·광물

- 미국을 비롯한 호주, 유럽, 일본 등의 선진국에서는 다양한 파인세라믹 원료에 대한 고부가가치 소재 원료화를 위한 연구를 진행하여 왔으며, 이미 다양한 성능을 구현할 수 있는 기술을 확보한 상태
- 또한 원료 소재 산업의 지원을 목적으로 초미립 분쇄 연구, 마이크로파 가열을 통한 광물의 분쇄와 단체 분리에 대한 연구, 다형성 무기 입자에 대한 분쇄 특성의 시뮬레이션 및 모델링, 분쇄 에너지의 최적화 방법 등의 연구를 수행 중
- 미국의 경우 펜실베이니아 Particle Materials Center에서는 입자의 운동 특성 분석을 위한 신기술 개발, 산업 공정에서의 미세입자의 거동 특성 분석을 위한 신기술 개발, 개발 공정의 시뮬레이션과 평가를 위한 분석 기술 및 산업 생산에 동 기술의 활용성 개선에 대한 연구를 진행 중
- 유타대학에서는 산업 분야의 분쇄 활용을 목적으로 입자와 입자 혼합물에 대한 Ultrafast Load Cell을 이용한 분쇄 특성 분석, 마이크로파 가열을 통한 광물의 분쇄와 단체분리에 대한 연구, 다형성 입자에 대한 분쇄 특성의 모델링, 분쇄 에너지의 최적화 방법 등의 연구 수행
- 이밖에 분쇄 공정의 효율성 향상을 위해 입자의 기하학적 특성, 입자 분리의 효율제고를 위한 기반 기술 연구, 표면 처리를 통한 분급 효율 최적화, 입자의 응집, 확산 등 입자 운동학 연구, 입자 표면 특성과 입자간 상호 작용에 대한 연구 등이 진행 중
- 일본의 경우 "Fine particle Technology Group"에서 기능성 미세입자의 제조, 전자 유동학 및 Carbon nanotubes의 합성, 가스상 반응에 의한 초미립자의 생성 등에 관한 연구 진행

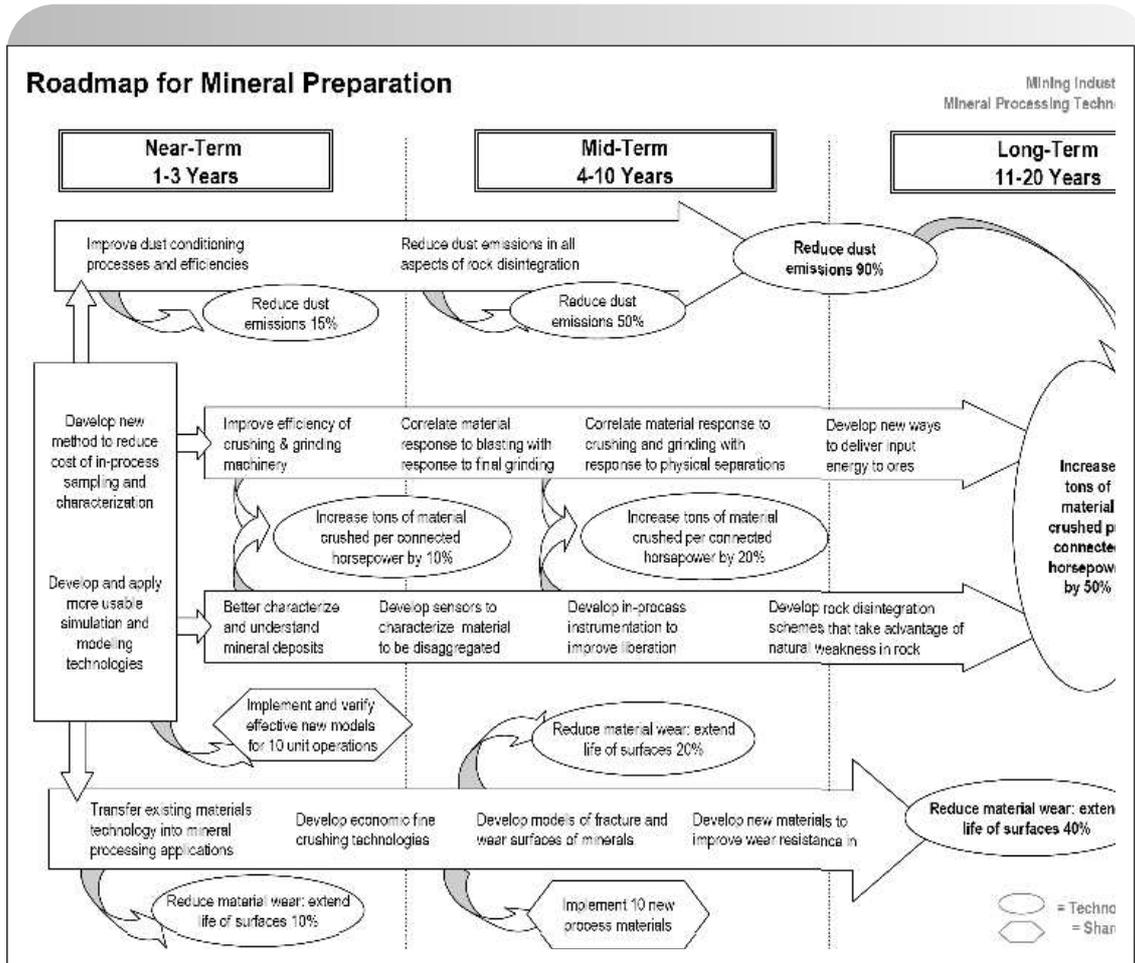
- 고액-액체 접촉면에서의 입자 행동에 대한 실험을 비롯 International Inc.,에서는 당류, 플라스틱, 의료 원료 등 각종 고순도 비금속 광물 분체 생산 및 관련 연구 진행
- 이러한 연구 결과로 One Flexible Fine Impact Mill, Pharma-design 100 AS Alpine Spiral Jet Mill Ideal, 100AFG Jet Mill 등 초미분체 생성을 위한 분쇄기를 개발하여 고가의 관련 제품 생산
- 미분체 제조시 오염방지, 저에너지 분쇄 및 처리 능력 향상을 위한 연구와 운모 등과 같은 난처리 광물의 미분체 제조 및 표면 개질에 대한 연구를 수행하고 있으나 연구결과는 엄격히 통제하여 외부로의 유출 통제
- 비금속 광물분체의 이용을 확대하기 위하여 분체의 표면성질의 개선 및 적응성 제고 등에 관한 연구 지속
- 분체의 용도 다양화를 위해서, 기존의 세라믹 분체로서의 이용분야 뿐만 아니라, 고분자 수지 및 고무 등과의 반응에 의한 물리적 성능 개선 및 고순도 제품의 합성에 관한 연구가 진행 및 이용
- 이렇듯 선진국에서는 학계, 산업계 등에서 이미 분체연구가 활발히 진행되고 있으며 특히 산업계에서 요구하는 분체의 기능이 갈수록 다양해지고 있어 이에 대한 연구를 지속적으로 추진 중
- 미국에서는 비금속 광물의 기능성 원료로 가공하기 위한 Mineral Processing Technology Roadmap of U.S.A 추진
- 1998년도에 The National Mining Association과 The Secretary of Energy의 대표자들은 “미래의 광물 산업”라는 내용으로 공동 협력 기술 연구회 구축하고, 공동 협약 공약

< 표 V-13 원료소재관련 선진기관 및 주요 연구활동 >

세부기술명	국가명	기관명	기관분류	주요 연구 활동
초미립 분쇄 기술	미국	Particulate Materials Center	연	미세입자의 거동 시뮬레이션 및 평가
Ultrafast load cell을 이용한 분쇄 및 단체 분리	미국	유타 대학	학	다형성 입자 분쇄 및 마이크로파 가열을 통한 광물 반쇄 및 단체 분리
복합 화합물 제조기술	일본	Hosokawa Micron International Inc.	연	초미립화 기술, 표면개질 기술, 비정질화 기술, 형상제어 기술 등과 같은 신기술
기능성 미세 입자 제조	일본	Fine Particle Technology Group	연	전자 유동학 및 초미립자의 생성에 관한 연구
미립자 표면 개질 기술	일본	AIST	연	물리화학적 처리를 통한 표면 개질 기술
	프랑스	INSA-lyon	연	미립자 표면 활성화를 통한 환경 소재 개발 연구

- 협약에 따라 1998년에 완성된 “광물과 함께하는 미래의 시작: 미래 광물 산업의 비전”이라는 내용의 공약을 통해 2020년의 미국 비금속 광물 산업의 생산적인 비전 제시하였고, 본 비전의 지침을 통해 미래 광물산업은 추구하는 목표를 이루기 위한 로드맵을 확립
- 본 지침은 미국 광물 산업에서의 처리 기술 연구를 위한 Roadmap를 제시하였으며, The US Department of Energy와 Office of Energy Efficiency and Renewable Energy 그리고 Office of Industrial Technologies의 협력기관인 The National Mining Association의 후원으로 이루어진 Processing Technology Roadmap Workshop의 결과를 기초로 미국의 광물 처리 기술의 발전 도모

< 그림 V-6 광물산업의 로드맵 >



- 광물 처리 기술을 향한 최적의 목표를 위해 본 광물 처리 분야를 크게 3 분야로 나누어 Road-map 제시 (Mineral Preparation, Physical Separations, Chemical Separations)

나. 프리세라믹

- 국내 기술 현황과 마찬가지로 국외 기술 동향도 파인세라믹 산업의 발전에 따라 pre-ceramics 제품의 저가화, 고성능화, 복합화 방향으로 진행 중
- 이런 기술 동향에 따라 원료를 비롯한 pre-ceramics 자체가 고부가가치화 진행
- 정밀화학 산업이 제공하는 소재나 물질 또는 화학업체와의 공동 기술 개발력이 여타 산업제품 개발의 관건이 되는 사례가 증가함
- 추후 핵심이 되는 소재분야의 중심은 부가가치가 높은 기능성 정밀화학 제품(pre-ceramics)
- pre-ceramics 제품의 라이프 사이클이 짧아지고 막대한 연구개발비 및 이에 대한 투자 리스크 증대
- 앞으로 파인세라믹 산업은 기존의 기술 응용단계를 넘어서 IT, BT 등과 접목하여 새로운 개념의 제품을 생산하는 첨단 산업으로 발전할 것이므로 새로운 pre-ceramics에 요구 증가

다. 전자세라믹

- 현재 ITO 타겟을 공급하고 있는 외국 기업으로는 Japan Energy, DOWA, Tosoh 등의 일본 기업이 세계시장의 80% 이상을 점유하고 있으며, PDP 구조물 부분의 경우 현재 일본 PDP paste용 glass powder 제조업체인 ASAHI, NEG, NORITAKE 등에서는 향후 상당히 심각한 환경문제를 야기시킬 수 있는 Pb계 유리에 대한 환경문제를 해결하기 위해 Pb-free 유리를 개발하는 것에 초점을 맞추어 이에 대한 연구들을 진행 중
- 2차 전지의 경우 일본이 시장을 주도하고 있고, 최근 한국과 중국이 후발업체로서 참여하고 있는 실정이며 전체시장에서 차지하는 한국업체의 비율은 10% 정도임. 수요가 세계 1위의 자리를 고수하고 있고, 소니 MBI 순으로 현재 세계 시장을 점유하고 있으며 국내업체의 관련 현황으로는 LG 화학, 삼성 SDI가 리튬이온 배터리 혹은 리튬이온 폴리머 배터리 등의 전지양산을 시작하였고, 현재 그 생산능력을 확대하고 있는 한편 SKC도 리튬이온폴리머 배터리 양산 개시
- 최근 들어 미국, 일본, 유럽 등 선진국을 주축으로 환경오염에 따른 배기가스 규제 뿐만 아니라 연비 개선을 위한 다양한 형태의 전기자동차가 개발되고 있고 이중 가장 현실적인 대안으로 등장하고 있는 것이 기존의 내연기관과 고성능 중·대형 2차 전지를 동시에 탑재한 HEV (Hybrid Electric Vehicle)이며 이는 전지만으로 전기모터를 구동시키는 순수 전기자동차는 일회충전 주행거리의 한계로 개발과 사용화가 계속 지연되고 있기 때문에 미국, 일본 등 선진국을 중심으로 HEV를 clean vehicle의 가장 유력한 대안으로 검토하고 있어서 HEV의 내연기관을 연료전지로 대체한 FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle) 시장이 급성장할 것으로 예상되며 이 경우에도 대용량 리튬 2차전지의 시장성은 계속 증가할 것으로 예측
- 미국 태양광 발전 로드맵에서는 2020년 시장 연간 17 GW가 예상되고 태양전지기술은 경제성을 확보할 경우 그 시장은 전체 전력시장으로 확대될 것으로 예상되며 국내 주택과 건물의 지붕과 벽체에 설치하는 계통 연계형 시장 잠재량이 기존 주택만으로도 16 GW에 달할 것으로 예상

- 대표적인 태양전지 제조업체는 일본과 미국의 회사들이고 유럽계의 회사가 10위권 이내에 포진하고 있으며 국내의 반도체 산업인프라를 활용하면 경쟁이 어느 정도 포진하고 있으며 국내의 반도체 산업 인프라를 활용하면 경쟁이 어느 정도 가능할 것으로 예상됨. 태양전지 시장은 크게 실리콘계, 화합물계, 기타 태양전지로 구분할 수 있으며, 실리콘계가 산업의 85% 이상 점유하고 있고 박막형 태양전지는 현재 시장점유율이 10% 미만이나 향후 가격경쟁력을 바탕으로 확대 예상됨
- 휴대전화에 들어가는 핵심부품의 경우, 일온은 대부분 앞선 기술을 바탕으로 한 세라믹 부품 회사들이 근간을 이루며 따라서 원료에서부터 시작하여 최종 부품(무라타)까지 또는 기판(교세라)까지 내부에서 진행하는 경향
- 반면에 미국이나 유럽의 경우에는 위 공정에 따라 뚜렷한 분업화가 이루어져 원료(듀폰)/기판 (CTS/NS)/모듈(Ericsson)의 세 부분으로 명확한 구분

라. 기계구조세라믹

- 반도체 공정장비용 소재로 지금까지 많이 사용되어 왔던 Al_2O_3 를 대신하여 SiC, AlN과 같은 비산화물 소재에 대한 연구와 상용화가 최근 급진전되고 있음. 이는 최근 반도체 공정에서의 선풍 미세화에 따른 고밀도 플라즈마 환경의 도입과 dry etching, plasma cleaning과 같은 새로운 공정의 보급에 기인
- 2012년부터 18 inch wafer를 사용하기로 세계 3대 반도체 생산자(삼성, 인텔, 타이완)들이 합의한 바, 관련 공정 장비의 세라믹 파트가 18 inch에 맞도록 대형화 되어야하며, 따라서 많은 세라믹 소재/부품 제조사들이 대형 세라믹 소재/부품 제조기술 개발 노력
- 반도체 회로간 간격이 극미세화 함에 따라 플라즈마 밀도가 높아지며, 따라서 관련 공정장비 세라믹 치구들도 내플라즈마성을 향상시켜야 함. 많은 제조사들이 기존 세라믹소재의 내플라즈마성을 향상시키는 노력과 동시에 내플라즈마성이 우수한 새로운 세라믹소재를 개발하고 있음. 일본 브리지스톤사에서는 극고순도 SiC 나노분말 제조기술, 대형 핫프레스 기술 등을 이용하여 대형 극고순도 SiC 세라믹 소재를 개발, 반도체 공정장비에 적용하려고 준비
- 이러한 반도체 산업의 변화와 맞물려 공정장비용 소재인 AlN, SiC와 같은 비산화물 소재에 고순도, 열적, 전기적 특성 제어와 같은 기능이 추가로 요구되고 있음. 지금까지 소재의 개발에는 대부분 NGK, 도시바, 스미토모, 오사카시멘트, 브릿지스톤과 같은 일본 업체가 중심이며 이들은 약 20년 전부터 비산화물 소재의 가능성에 주목하여 꾸준히 기초 연구를 진행하였고 최근 10년 사이에 상용화하여 전 세계시장의 60% 이상 점유
- 고강도/고인성/고내마모 특성이 요구되는 기계구조 세라믹 소재로는 탄화물, 질화물 등의 비산화물계 세라믹에 연구가 집중되어 있으며, 임계성능을 뛰어넘는 연구개발 및 저가 생산에 연구가 집중
- 기계구조 세라믹 소재는 최근 에너지 분야 응용이 크게 대두되고 있으며, 특히 풍력발전이 확대됨에 따라 베어링용 대형 질화규소 볼(직경 2 인치)

수요가 크게 증가할 것임. 특히 풍력발전기가 바닷가 근처에 많이 설치되어 있는 바 금속계 보다는 세라믹계 볼의 사용이 필수적

- 강화복합재용 SiC 섬유의 개발은 현재 일본과 미국에 의해 주도적으로 진행되고 있음. 일본의 경우 Nippon Carbon사와 Ube사에서 Nicalon 섬유 및 Tyranno 섬유를 생산하고 있으며 미국은 Sylamic 섬유가 대표적
- 유럽의 경우 독일, 프랑스 등이 SiC 섬유산업 및 복합재산업에 참여하고 있으며 독일의 경우 2005년 프라운호퍼연구소에서 전구체고분자 생산용 파일롯 플랜트 설치 등을 통해 SiC 섬유산업화에 한 발짝 다가서고 있음. 중국도 국가적 지원 아래 국방과학대학을 중심으로 연구가 진행
- 기존소재에 새로운 기능을 부여함으로써 새로운 원천소재를 창출하며, 따라서 새로운 시장도 창출하게 됨. 예로서 기존 열전도도가 높은 AlN 소재에 전기전도도를 제어함으로써 새로운 E-Chuck 개발 가능함. SiC 소재는 열전도도가 높으며 동시에 전기전도성을 갖음. SiC를 부도체 혹은 저항을 크게 함으로써 새로운 기관 재료, 특수 발열체 등 새로운 응용처 창출이 가능
- 경유승용차가 휘발유 승용차와 비교하여 CO2 배출 면에서 유리한바 유럽에서는 경유승용차의 증가율이 매우 높음(현재 50% 수준). 경유차가 배출하는 PM(Particulate Matter)에 대한 환경규제가 전세계적으로 엄격해 지는바 향후 모든 경유차는 DPF(Diesel Particulate Filter)를 부착해야 함. 현재 사용되고 있는 필터는 일본 Ividen사, NGK사에서 개발한 SiC계가 주종이나 최근 Corning사에서 Al₂TiO₅계 필터를 개발하였음. 성능은 두가지가 유사하나 가격면에서 Corning사의 Al₂TiO₅ 필터가 유리한 것으로 알려져 있음. 향후 성능을 만족하면서 저가의 필터가 개발 된다면 새로운 경쟁자가 될 것
- 경유승용차의 환경규제가 강화되어 PM 규제를 중량에서 수량으로 전환한다면 나노 크기의 PM 포집이 새로운 기술장벽으로 등장할 것임. 배압이 작으면서 극미세 먼지를 포집할 수 있는 기술 개발이 필요
- 항공우주용 세라믹 기지 복합재료의 수요가 점차 확대되고 있으며,

민간항공 분야에서도 초음속을 구현하고자 하기 때문에 세라믹기지 복합재료 및 극고온재료의 수요가 점차 확대될 것임. 또한 섬유강화 세라믹의 응용이 민수용 (예: 조리기구, 자동차 등)으로 확대

< 그림 V-7 일본의 구조세라믹 로드맵 (예) >

품목명	시장규모 (억엔)		주요용도	재료, 기술로드맵			
	2006	2010 예측		현재		향후	
				~1990	2000	2006	2010
알루미나	201	226	○내화물, △촉매담체, 전자부품		☆미세화, 형상, 복합화	○상온충격고체화 ☆○ITO 대체재료 기대	
지르코니아	170	215	○전자재료(소자, 콘덴서), 자동차촉매, 유리첨가제		☆고순도화, 미립자화	○SOFC실증 저코스트프로세스	○SOFC양산화
탄화규소	7.5	8.4	○엔지니어링(메카니컬실) ☆반도체화이버		○메카니컬실용 파워디바이스, 기반 등의 방열본 ☆고순도화, ☆복합화(MMC등)대응 ☆자기복원고 대전력		
질화알루미늄	34.2	45	○방열기판, 반도체제조장치부품	○방열기판, 반도체 제조장치 부품에서 알루미늄 대체로 진전 ○레이저다이오드, 백색LED 히트싱크에서의 탄소재 대체 ☆열전도율 70~200W/m.k → 250W/m.k → 320W			
질화규소	30	33.2	○산염기계부품, △엔진부품(glow plug, 디젤엔진부품)	○세라믹기반용 ☆열전도율 70~100W/m.k	→ 질화알루미늄으로부터의 대체 ○베어링용재료 → 250W/m.k		
질화붕소	24	31	○이형재, 플라스틱방열첨가제	○이형재, 플라스틱충전재, 복합세라믹스	○방열용도 기대 ☆해당임자를 분산시키고 스테인러 절삭성 20% 향상		
티탄산 바륨	200	220	○적층세라믹콘덴서	○세라믹층두께 1um~0.5um로 ☆ 미세화 0.3~0.35um	→ 0.2um → 0.15um~0.1um ☆엄전특성 대폭 향상		

마. 에너지·환경세라믹

□ 에너지·환경용 고온 구조 및 복합소재

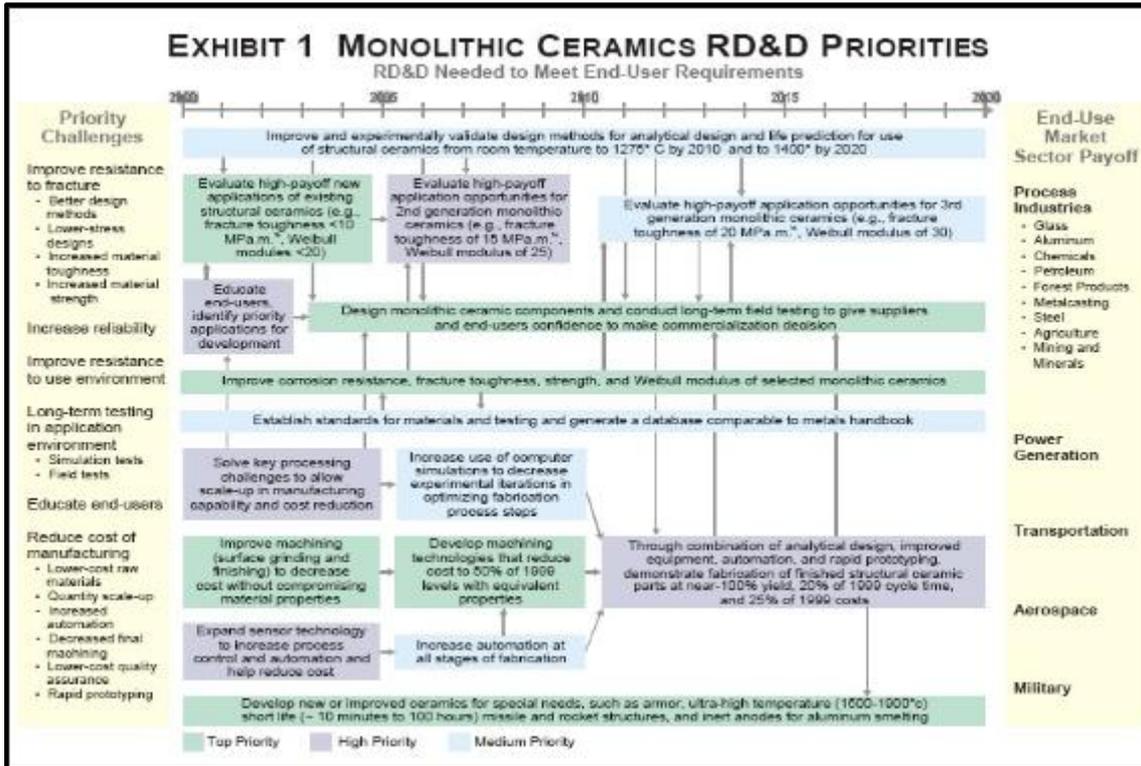
- 선진국에서는 21세기 에너지자원의 확보라는 측면에서 에너지관련 소재를 포함한 미래형 에너지기술 개발 및 에너지자원의 효율적인 이용에 많은 예산과 인력을 집중
- 미국은 DOE (Department of Energy)와 USACA (United States Advanced Ceramic Association) 주도 하에 2000년에 첨단세라믹 기술로드맵 (*Advanced Ceramics Technology Roadmap - Charting Our Course*)을 설정하여 첨단 모노리스 세라믹 (Advanced Monolithic Ceramics), 세라믹 기지상 복합체 (Ceramic Matrix Composites) 및 세라믹 코팅 시스템 (Ceramic Coating Systems)에 대한 2020년까지의 장기계획을 수립하여 에너지효율 향상을 위한 고온 구조 및 복합 소재개발을 지원
- 일본의 경우에도 1994년부터 AIST 산하 국공립연구소 및 대학을 중심으로 고효율 다기능 에너지재료의 개발 연구를 수행하고 있으며, 유럽 등과 같은 선진국의 경우에도 첨단 에너지재료 개발을 위하여 정부주도의 대형화 사업을 수행
- 선진국의 에너지관련 소재산업 지원정책의 주요내용은 연구주체간 연계촉진을 위한 기구설치, 국가 주도 대형과제 운영, 개발자금 지원, 세계 지원, 연구인력 확보 및 기술정보 교류, 시설·기자재 공동이용 지원, 연구성과의 이용확산 등
- 선진국의 경우 정부차원에서의 신소재산업 지원은 주로 우주항공 및 에너지 분야에 집중되어 있으며, 정보·전자산업용은 민간기업이 주도

< 표 V-14 미국의 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재 활용 산업 메가트렌드 >

에너지환경 - 고온 구조 및 복합 소재				요구 기능 (~2020년)	요구기능 충족을 위한 미래소재	
	2000~2010	2010~2020	2020년 이후			
Mega Trend	◦ 섬유 및 입자강화, 계면제어를 통한 세라믹 기지상 복합체 최적화	◦ 1990년 대비 CMC 디자인 한계 50% 향상	◦ 3차원 자동화 및 양산화 ◦ 실증 및 신뢰성 최적화	◦ 고탄성 ◦ 고인성 ◦ 고강성	◦ 공정산업 분야 부품 - 유리 - 알루미늄 - 석유화학 - 철강 및 금속주조	
	◦ CMC 시험변수 최적화 및 표준화	◦ 비산화물계 복합체 1500℃, 30000h 내구성 확보	◦ 비산화물계 복합체 1500℃, 30000h 내구성 확보	◦ 저열전도도 ◦ 열차폐성능 ◦ 내산화성		
	◦ CMC 장기 성능평가	◦ CMC 장기 성능평가 및 실증	◦ CMC 장기 성능평가 및 실증			
	◦ 저가 near-net shape 성형, 가공 및 소성공정 최적화	◦ 비파괴검사를 포함한 100% 수율의 시작품 개발 및 199년 대비 20% 제조단가 절감				
	◦ 저가 섬유강화 복합소재 계면 코팅 기술 확립				◦ 내산화성 ◦ 고열전도도 ◦ 내열충격성 ◦ 내산화성	◦ 발전 분야 부품
	◦ 섬유상/기지상간 100% 계면 결합력 확보					
	◦ 내마모, 내산화 및 내식성 코팅시스템 특성 최적화	◦ 크롬 코팅 대비 10배 수명 및 50% 코팅단가 절감				
		◦ Diamond 및 diamond-like 코팅의 장기 성능평가				
	◦ SiC, Si ₃ N ₄ 기지상을 이용한 내산화 및 내식코팅 기술 최적화 ◦ 코팅층 1500℃, 30000h 내구성 확보					
	◦ 1999년 지르코니아 코팅 대비 열전도도 1/2 수준 열차폐 코팅 기술 확립	◦ 1999년 지르코니아 코팅 대비 열전도도 1/4 수준 열차폐 코팅 기술 확립				
	◦ 장기 현장 성능평가 1/2 수준 열차폐코팅 기술 확립					
제품 Trend	◦ 탄소섬유, 탄화규소 섬유	◦ 자동화 및 고속화	◦ 양산화	◦ 고인성 ◦ 피로저항성 ◦ 저NOx, CO ₂ 화 ◦ 발전효율	◦ 수송 분야 부품	
	◦ 플라즈마 및 EB-PVD 증착 기술	◦ EB-PVD/Plasma 하이브리드 증착 기술	◦ EB-PVD/Plasma/Sputtering 하이브리드 증착 기술		◦ 우주항공 분야 부품	
	◦ 세라믹 관형 열교환기	◦ 컴팩트 관형 열교환기	◦ 섬유강화 복합재 열교환기	◦ Plasma spray ◦ Flame spray ◦ High velocity oxyfuel deposition ◦ Electron beam	◦ 국방 분야 부품	
	◦ 금속재 가스 터빈 및 엔진 부품	◦ 세라믹 가스 터빈	◦ 고효율 세라믹 가스 터빈 ◦ 디젤 엔진 ◦ Armor body			

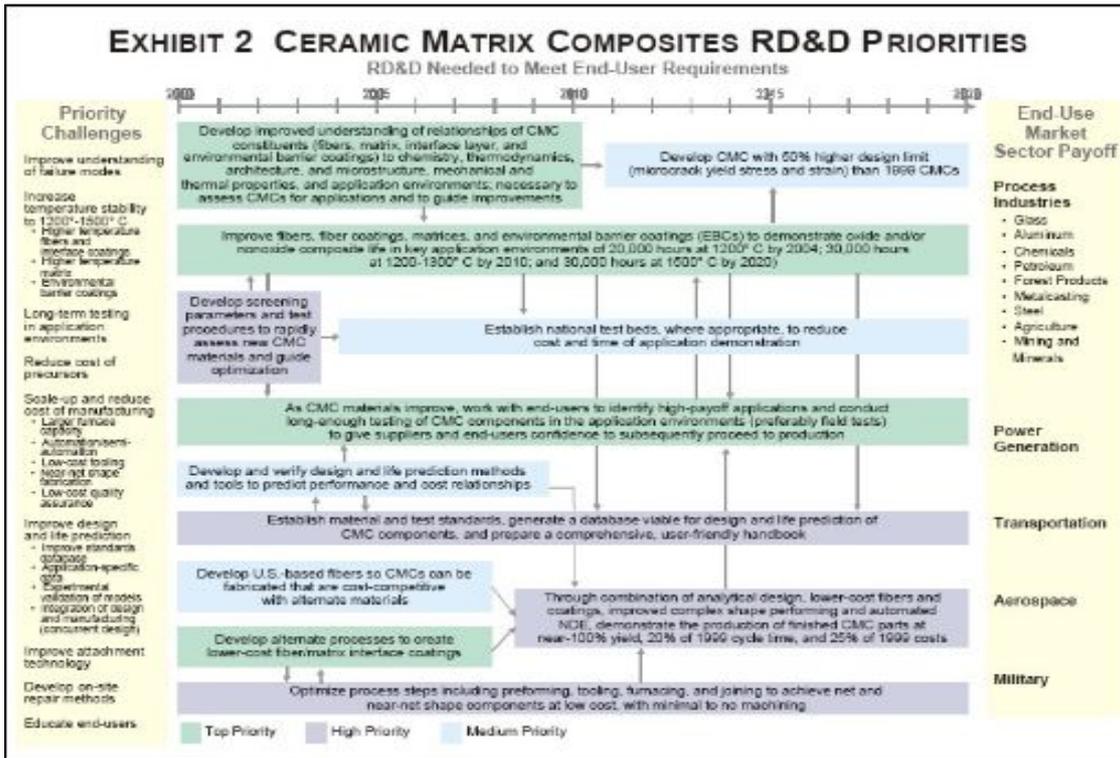
- 미국 DOE 산하 USASC(United States Advanced Ceramic Association)에서 2002년 12월 보고된 “Advanced Ceramics Technology Roadmap-Charting Our Course”에 의한 미국의 고온 구조 및 복합소재 로드맵을 정리하면 다음과 동일

< 그림 V-8 미국의 모노리스 첨단 세라믹 기술로드맵 >

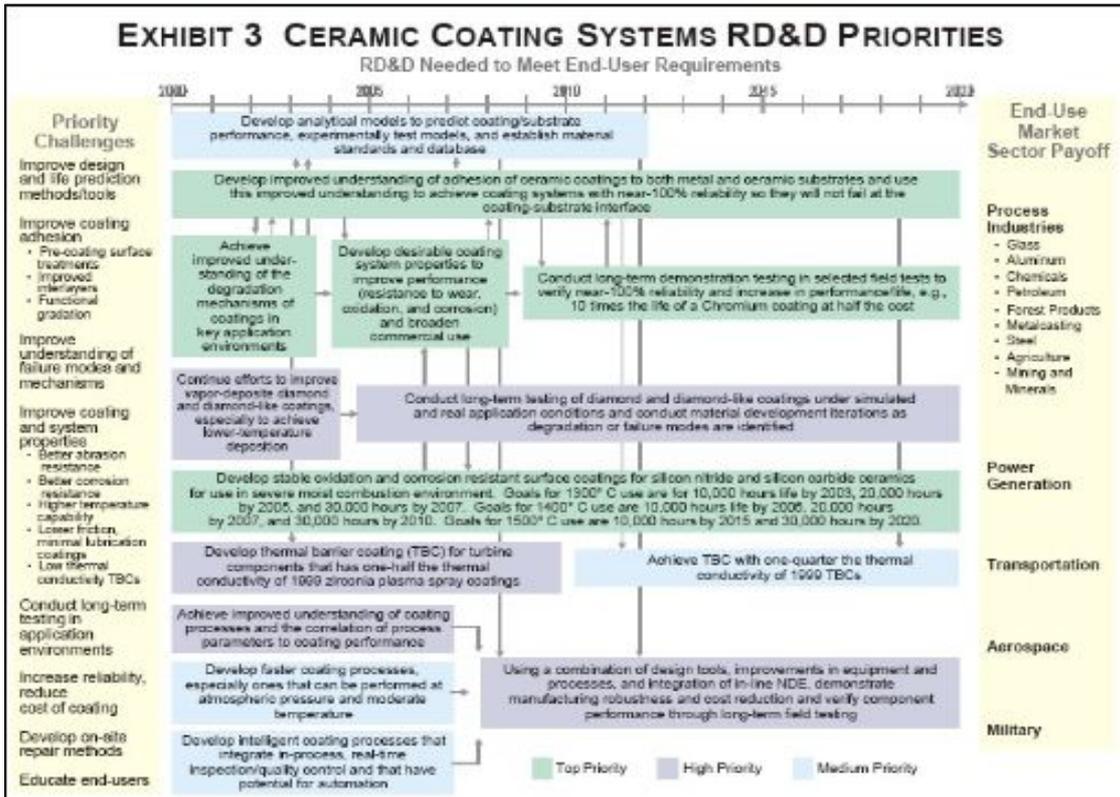


- 모노리스 세라믹 뿐만 아니라 세라믹 기지상 복합체 (CMC, Ceramic Matrix Composites) 및 세라믹 코팅 시스템 모든 경우에 있어서 최종 적용시장을 공정산업 분야, 발전 분야, 수송 분야, 우주항공 분야와 국방용 분야로 압축하고 있음을 알 수 있으며, 국방용 분야를 제외하고는 모든 분야가 에너지환경으로 압축될 전망

< 그림 V-9 미국의 세라믹 기지상 복합체 첨단 세라믹 기술 로드맵 >



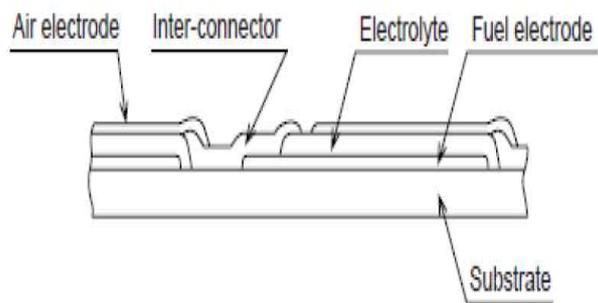
< 그림 V-10 미국의 세라믹 코팅 시스템 첨단 세라믹 기술 로드맵 >



□ 고체 산화물 연료전지 소개

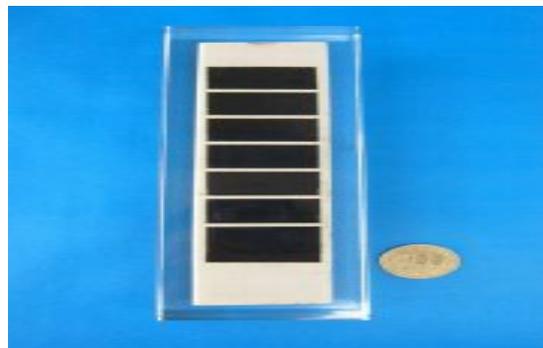
- 10kW 이상의 대형 발전용 SOFC 시스템으로는 Siemens Power Generation에서 양극지지 튜브형 셀(HPD Delta 9, 그림 8)을 이용하여 개발한 200kW 이상의 가스터빈 연계 발전시스템과 일본 Mitsubishi 중공업(MHI)의 segment형 셀을 이용한 이 대표적임. Rolls-Royce 사도 segment형 셀을 이용하여 80kW 시스템운전 성공

< 그림 V-11 Siemens Power Generation의 Delta-9과 MHI의 segment형 튜브셀 >



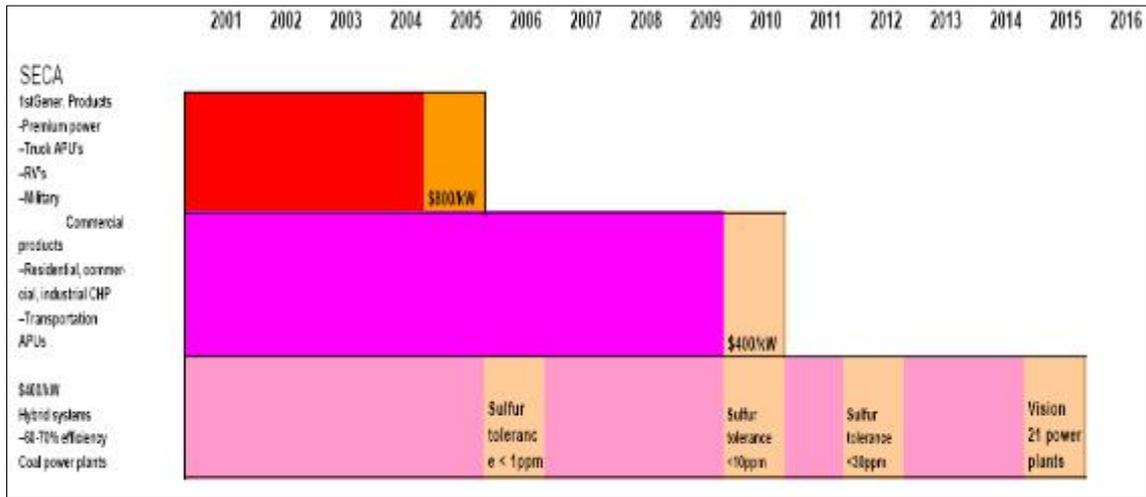
- 10kW 이하의 소형 분산발전 시스템은 대부분 평판형 셀을 이용하여 제조하는 경우가 많고 대표적으로는 미국 FCE와 Juelich 연구소(독일)가 대표적. 한편 일본 Tokyo Gas는 Kyocera와 공동으로 개발한 segment형 평판셀을 이용하여 2.5kW 급 SOFC 스택을 운전

< 그림 V-12 소형 분산발전 시스템용 평판형 셀 >



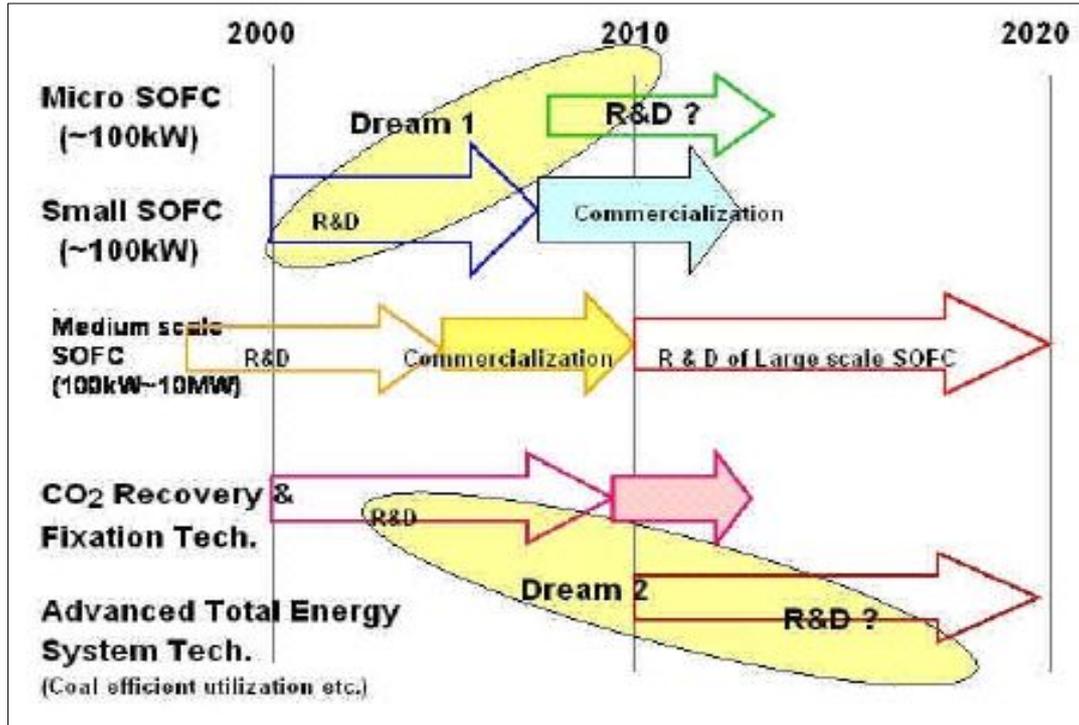
- 유럽의 경우, 1960년대 개발이 시작되었으나 1976년 중지된 후, 1986년 유럽연합의 공동연구인 Joule program으로 다시 추진, 독일, 스위스, 네덜란드, 덴마크에서 및 호주에서는 셀 및 스택연구에 집중
- 영국의 Rolls-Royce사에서는 원통과 평판의 장단점을 보완한 1kW급 집적 관상형 고체산화물 연료전지를 개발하였으며 Techsys사와 Adelan사가 소형 가정용 SOFC 개발 중임. 스위스의 Sulzer Hexis사는 1kW급 가정용 고체산화물 연료전지 시스템을 개발하여 판매
- 독일의 Siemens는 20kW급 전해질지지 평판형 고체산화물 연료전지 시스템을 개발 후 미국 Westinghouse사와의 합병하여 원통형의 개발을 추진하고 있으며 울리히 연구소는 2002년에 5kW급 연료극지지체 평판형 고체산화물 연료전지 시스템을 개발
- 고체산화물 연료전지는 500-600°C에서 작동하여 빠른 기동시간을 갖도록 microtube를 이용한 휴대형 SOFC, 600-800°C의 중저온에서 금속 연결재를 사용하여 10kW 이하의 분산발전용 IT-SOFC, 800-1000°C 의 고온에서 높은 효율과 100kW 이상의 대용량 발전을 목표로 하는 (주로 튜브형태의) SOFC로 크게 나뉘어짐. 중저온에서 작동하는 SOFC 소재로서는 CeO₂와 같은 대체 전해질소재와 더불어, 박막형 전해질 코팅 기술, 발전단가를 낮추고 내구성을 향상시키기 위한 금속연결재 및 밀봉재 기술이 강조
- 미국은 DOE 의 SECA 프로그램에 의해 기업과 연구소의 SOFC 개발이 주도되고 있으며, SOFC상용화를 위한 기술적 과제로서 발전단가를 낮추는 것과 내구성향상과 탄화수소연료 사용을 위한 내황성 향상 등을 기술적 목표 지향

< 그림 V-13 미국 DOE의 SOFC 개발 로드맵 >



- 일본은 SOFC의 규모 및 용도별 상용화 단계를 아래 그림과 같이 정하였으며, SOFC는 대규모 발전용 시스템의 상용화 시점이 가장 빠를 것으로 예측

< 그림 V-14 일본 AIST의 SOFC 기술개발 로드맵 >



* 자료: Wolfgang Winkler, Report written for the EU funded thematic network SOFCnet, 2004

바. 바이오세라믹

- 일본의 국립재료과학연구소는 천연뼈와 같은 HA/collagen 나노 복합재료 개발 연구를 수행하고 있으며, 최근 카본나노튜브 (CNT)를 수산화 아파타이트 기지상에 분산시켜 기계적 물성 및 생체 특성을 증진시키고자 하는 연구가 전세계적으로 급증하고 있는 추세
- 생체세라믹 임플란트의 생물학적 친화성 및 화학적 친화성은 재료의 표면 물성에 의해 크게 좌우되며, 표면 개질 기술은 생체세라믹 소재 개발의 핵심 요소 기술로 인식되지만, 현재까지 세라믹 인공 뼈의 표면 개질에 관한 연구는 아직 미흡한 실정
- 일본 동경대에서는 초미세 장치로 제조한 미세채널 장치를 이용하면 긴 DNA 분자(5,000~160,000)를 겔 혹은 펄스 전기장을 이용하지 않고도 효과적으로 분리 할 수 있다는 사실이 확인함. DNA 분리 원리는 분자체 (Molecular sieve)처럼 작용하며 높은 이동성을 갖는 DNA 대형 조각들을 이동시키는 얇은 채널과 두꺼운 채널을 동시에 갖고 이 채널들이 전환이 가능한 형태를 취하고 있음. 다중채널 방식의 DNA를 매우 효과적으로 분리할 수 있으며 분리 후 DNA의 회수가 쉽다는 장점이 있고 제조가 쉽고 간단한 형태로서 고집적 DNA 분석 및 분리하는 시스템으로서 유용성이 좋은 기술로 부각
- 현재 단백질의 순수 정제를 위해서 주로 사용하는 방법은 크로마토그래피 (Chromatography)를 이용하는 것이나 단백질 정제의 단순화, 고속화 및 저비용화 등을 목적으로 나노기술이 접목된 정제기술 및 분자필터 (molecular filter)기술 등이 보고 되고 있다. 일본 산업기술 종합연구소와 동경공업대학은 항망제의 작용과 관련된 단백질을 정제하는 기법을 개발
- 일본의 농림수산성은 식품용 바이오센서 개발 사업으로 93년도부터 97년도에 걸쳐 제 1기의 사업이 수행되었으며, 「고기능 바이오센서를 활용한 새로운 식품 제조 기술의 개발사업」은 제 2기가 수행 중. 식품 분야에서의 바이오센서는 시험 연구 레벨에서의 실용화로 그치는 경우가 많지만, 공장의 품질관리

등 실용성이 높은 기술 개발을 목표로 하고 있다. 연구 개발 기간은 10과제 모두 5년간으로 농수성의 관련단체인 농림수산성 기술산업 진흥센터(STAFF)를 통해 이루어짐

- 미국의 NIST 연구진은 생체활성 기지상 (matrix)에 나노 실리카 위스커를 분산 시켜 우수한 강도와 생체활성을 갖는 복합체 개발 연구를 수행
- 특히, 작년 1월에 '사이언스 (science)'지에 미국 로렌스버클리 연구진이 물의 동결 (freezing) 원리를 이용하여, 자연계의 조개껍질의 진주층을 모방한 기공 구조를 갖는 고강도, 고인성 다공성 수산화아파타이트 지지체 개발 연구를 보고하여, 차세대 생체세라믹 임플란트 개발의 새로운 패러다임을 제시
- 캐나다 UBC 연구진은 임플란트 표면에 수산화인회석과 Paclitaxel이 복합화된 코팅층을 형성할 수 있음을 보고하였으며, 스위스 Liu 등과 일본의 Uchida 등은 각각 성장인자 (단백질) BMP-2가 첨가된 인산칼슘 코팅층과 단백질인 Laminin과 인산칼슘의 복합코팅층을 보고하였으나, 코팅층 내에서의 생체활성 농도가 상대적으로 낮고 코팅층과 모재와의 결합력이 낮은 한계점이 있는 것으로 인식
- 하지만, 아직까지 전 세계적으로도 저온복합화 코팅 공정을 통하여 생체활성 나노세라믹 및 골재생 기능의 성장인자 및 약물이 동시에 복합화된 코팅 기술 개발은 아직 시도되지 않은 미개척 분야로서 원천 기술 선점이 매우 중요하고 시급한 것으로 판단
- simvastatin을 포함하는 statin계열의 약물이 1999년 Univ. of Texas의 Mundy 그룹이 Science에 보고되면서 부터 새로운 뼈재생용 화합물로 각광받고 있음에도 불구하고, 현재 인공골 표면에 도입하여 골재생을 유도하는 소재기술은 시도된 바 없으며, Statin 계열의 약물은 인체 이식시 골형성 세포로부터 BMP-2의 발현을 유도하는 특이한 작용기전으로 고가의 BMP-2를 사용하지 않아도 골재생 효능을 발현

- 코넬 대학에서는 나노 유동 채널 장치를 이용하여 겔 전기영동 장치를 사용하지 않고도 큰 분자의 DNA를 분리하는 기술을 보고
- 2000년대에 들어서 새롭게 개발된 대표적인 단백질 정제기술로 미세한 단백질을 전기적으로 전하를 따는 "염운(salt cloud)" 하에 밀어 넣음으로써 단백질이 분자 필터(molecular filter)를 통해서 유실되는 것은 막는다는 연구결과가 밀리포어 그룹(Millipore Corp, Genentech 및 Univ. of Delaware)의 공동 연구에 의해서 발표
- 농축을 위한 목적으로 막을 사용하기 시작한 것은 1960년대 부터였으나 크기가 다른 단백질을 막을 통해서 분리, 정제할 수 있는 기술은 현재까지 보고된바 없음
- 소량의 시료로부터 핵산 검사를 하기 위해서는 DNA의 증폭이 필요. Roche가 PCR 특허권을 Chiron으로부터 인수한 뒤 특허 권리를 공고히 하였기 때문에 다른 생명공학 회사들은 이 특허를 피하기 위해서 새로운 DNA 증폭 방법을 개발하였음. 따라서 현재 50개 이상의 회사에서 핵산 증폭 방법을 제공하고 있음. DNA 증폭방법으로는 DNA 자체를 증폭하는 방법(Target amplification)과 타겟당 붙는 시그널 태그의 수를 크게 하거나 타겟에 붙는 프로브를 조작하여 신호를 증폭하는 방법
- 미국 NCI(암연구소)에서 인체진단용 바이오 나노센서 및 바이오센서에 대한 포괄적인 계획 하에 각 부서에서 지원하고 있음. 바이오센서는 DOJ, NASA, NIH, NSF에서 지원하고 있음. 미국 NASA와 NCI에서는 인체에 사용할 나노-탐침을 공동 개발 중에 임. 감기약의 형태인 젤라틴 캡셀에 포함된 미세한 과립 상 물질에 약물 대신 질병을 감지하고 진단하며 치료할 수 있는 극소형 감지기를 탑재하는 기술을 개발하고자 하는 것임. 암연구소는 종양세포가 나타내는 분자 수준의 특성에 근거해서 암을 정의하기 위한 연구를 현재 추진 중에 있으며 항공우주국은 극소형 탐침과 같은 새로운 방법을 이용해서 환자를 보호할 수 있는 수단을 찾고 있었기 때문에 공동 연구에 의해 시너지가 이루어질 것으로 기대

VI. 파인세라믹 설문조사 결과 분석

1. 설문기업 분석

가. 설문기업 분석

□ 업종별 응답기업 분석

(個)		
업종	구성	응답기업
원료	15%	17
부품/소재	82%	94
기타	3%	3
Total	100%	114

Source) CMRI



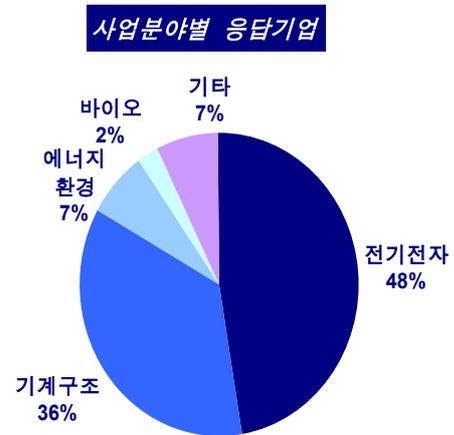
- 국내 파인세라믹 발전 전략을 수립하기 위한 다양한 의견을 수렴하고자 설문 대상자를 Supply chain별로 분류한 결과, 원료 생산기업 15%, 부품 및 소재 생산기업 82%, 기타 3%를 구성하고 있는 것으로 나타남
- 기타의 기업은 아직 FC 사업에 구체적인 참여가 없으나 향후 참여의사가 있거나 현재 진입을 고려 중인 기업

□ 사업 분야별 응답기업 분석

(個)		
사업분야	구성	응답기업
전기전자	47%	58
기계구조	36%	44
에너지 환경	7%	9
바이오	2%	3
기타	7%	9
Total	100%	123

Source) CMRI

○ 본 질의는 응답기업에게 해당하는 사업분야를 모두 표기하게 하는 다중 응답을 요구해 답변을 반영. 따라서 전체 응답기업은 114개였으나 응답은 123개



○ 전기전자 및 기계구조 분야가 전체 응답의 83%를 차지했는데 이는 차세대 고부가가치 산업 분야인 에너지/환경 및 바이오분야의 국내산업이 아직 미흡한 수준이기 때문

□ 매출액별 응답기업 분석

매출액	구성	응답기업	[분야별]					(個)
			전기전자	기계구조	에너지/환경	바이오	기타	
50억원 이하	53%	49	19	23	6	2	3	
50억원~100억원 미만	10%	9	7	1	0	1	2	
100억원~500억원 미만	23%	21	11	8	2	0	0	
500억원~1000억원 미만	10%	9	7	2	0	0	1	
1000억원 이상	5%	5	4	0	1	0	1	
Total	100%	93	48	34	9	3	7	

Source) CMRI * 분야별 응답기업은 다중응답 채택

○ 연간 매출액을 기준으로 응답기업의 답변 빈도를 살펴보면 총 응답기업 93개 중 매출액 100억 미만의 중소기업이 58개로 63% 수준

○ 특히 이 중에서도 50억원 이하의 소기업이 53%로 절반을 차지해 중소기업 중심의 한국 FC 산업의 현주소를 확인

○ 분야별로 살펴보면 매출액 100억 이상 기업은 전기전자 분야가 22개, 기계구조가 10개, 에너지/환경이 3개, 바이오 0개, 기타 2개로 전기전자 분야의 파인세라믹 기업이 60%를 차지

□ 파인세라믹 부분 매출액별 응답기업 분석

[Total] 매출액	구성	응답기업	[분야별]					(個)
			전기전자	기계구조	에너지/환경	바이오	기타	
5억원 이하	18%	13	5	5	3	0	1	
5억 이상~10억원 미만	14%	10	1	7	1	0	1	
10억원 이상~50억원 미만	38%	28	18	10	1	0	2	
50억원 이상~100억원 미만	5%	4	3	0	0	0	1	
100억원 이상	25%	18	12	5	1	0	0	
Total	100%	73	39	27	6	0	5	

Source) CMRI

* 분야별 응답기업은 다중응답 채택

- 설문 참여 기업 가운데 FC매출액 가운데 50억 미만이 전체 73개 응답 기업 가운데 51개로 70%의 비중을 차지해 국내 파인세라믹 기업의 영세함을 다시 한번 확인

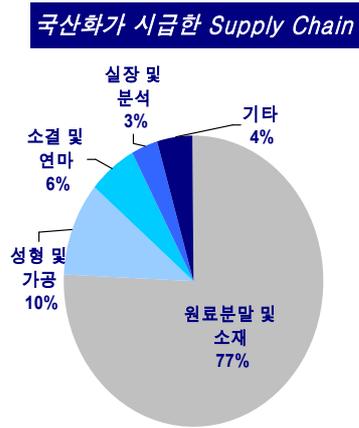
나. 우선 투자 분야

□ 국산화가 시급한 공정기술 분야

(個)

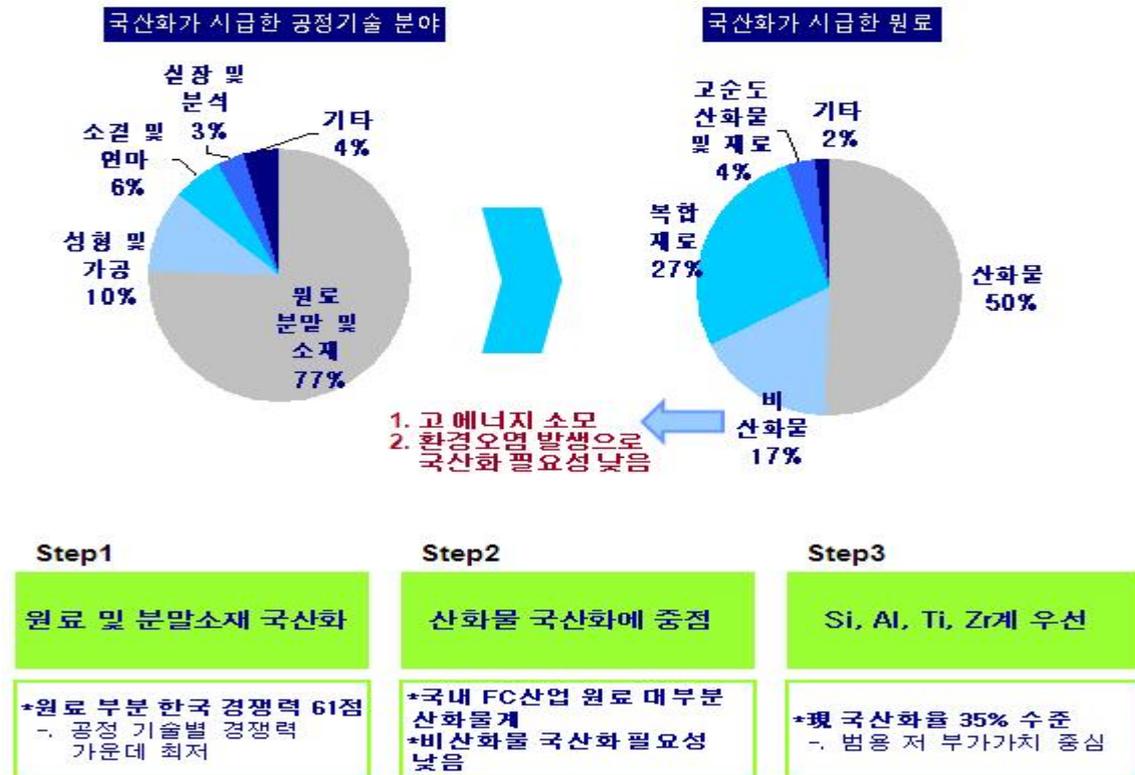
공정기술	구성	응답기업
원료분말 및 소재	76%	87
성형 및 가공	10%	12
소결 및 연마	6%	7
실장 및 분석	3%	4
기타	4%	5
Total	100%	115

Source) CMRI



- 국산화를 위해 우선 투자해야 할 공정기술 분야에 대해 복수응답을 요구한 결과, 원료분말 및 소재라고 답한 기업이 전체의 76%

□ 파인세라믹 산업 중 국산화가 절실한 분야

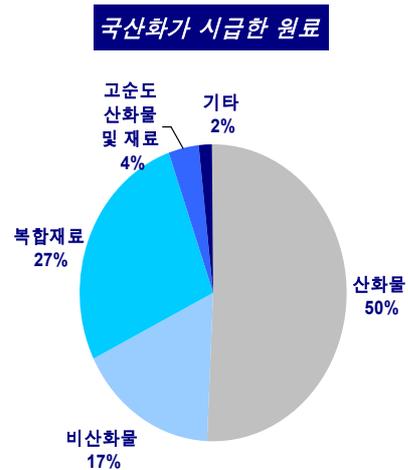


□ 국산화가 시급한 원료 분야

(個)

원료	구성	응답기업
산화물	50%	56
비산화물	17%	19
복합재료	27%	30
고순도 산화물 및 재료	4%	4
기타	2%	2
Total	100%	111

Source) CMRI



- 구체적인 원료 중 가장 국산화가 시급한 것이 무엇이라는 질문에 대해 111개 응답기업 가운데 50%에 달하는 56개 기업이 산화물이라고 응답했고, 27%에 달하는 30개 기업이 복합재료라고 응답

□ 국산화가 시급한 FC 분말원료 분야

(個)

FC 분말원료	구성	응답기업
AL계	13%	27
Si계	17%	34
Zr계	11%	23
Ti계	12%	24
Zn계	3%	6
BaTiO3계	7%	14
PZT계	2%	5
Ferrite계	5%	11
Al(OH)3계	3%	6
SiC계	7%	14
BN계	2%	4
AlN계	5%	10
Si3N4계	4%	8
흑연계 및 탄소재	4%	9
WC계	1%	3
고순도 Mgo	1%	2
기타	2%	4
Total	100%	204

Source) CMRI

- 이 외에 Si 17%, AL계 13%, Ti계 12%, Zr계 11%를 구성해 상위 4대 계열의 국산화가 시급하다는 응답이 전체의 53%로 과반 초과
- 결국 각 계열별 가장 대표 소재인 SiO₂, Al₂O₃, ZrO₂, TiO₂ 등 주요 산화물의 국산화가 시급한 것으로 이들 원료의 고순도 및 고품질 제품 개발이 시급

□ 국산화가 시급한 FC 부품 소재

(個)

부품소재	구성	응답기업
반도체	17%	29
바이오/화학부품	10%	17
광학	10%	17
고온내식	10%	16
고온/고경도	9%	15
유전체	9%	15
절연체	8%	14
도전체	7%	12
압전체	4%	7
공구/고경도	4%	6
원자력	4%	6
자성체	3%	5
내마모	2%	4
기타	2%	3
Total	100%	166

Source) CMRI

- 부품소재 분야 중 국산화가 시급한 제품에 대해 복수응답의견을 수렴한 결과, 반도체 관련 부품소재라는 응답이 전체 166개 응답 중 17%인 29개 응답으로 가장 큰 구성비를 보였음. 이 외에 바이오/화학부품, 광학, 고온 내식 부품이라는 응답이 각각 10%에 달하는 구성비
- FC기업들은 바이오 광학 등 첨단 부품소재 분야의 국산화 및 기술 개발이 시급하다고 하나, 국내 바이오의 연구개발투자액은 굉장히 미미한 수준

□ FC기업의 미래 우선 투자 분야

(個)

미래우선 투자 FC 분야	구성	응답기업
전자 세라믹(디스플레이, 이동통신 등)	38%	47
에너지/환경 세라믹(이차전지 등)	35%	44
기계구조 세라믹	16%	20
화학/바이오 세라믹(촉매 건강관리 센서 등)	10%	13
기타	0%	0
Total	100%	124

Source) CMRI

- 각 기업별로 미래 투자시 우선 투자해야 한다고 생각하는 분야가 무엇이냐는 질문에 대해 응답 126개 중 38%가 전자세라믹이라 응답했고 35%가 에너지/환경세라믹이라고 응답

2. 설문결과분석

가. 기업현황 분석

□ 생산부분

○ 생산제품의 국산화율

국산화율	원료			부품/소재			전체		
	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수
20% 미만	19%	3	30	33%	30	300	33%	36	360
21%~40%	6%	1	30	13%	12	360	12%	13	390
41%~60%	6%	1	40	19%	17	680	17%	18	720
61%~80%	19%	3	210	14%	13	910	15%	16	1120
80% 이상	50%	8	720	20%	18	1620	24%	26	2340
Total/국산화율	100%	16	64.4%	100%	90	43.0%	100%	109	45.2%

Source) CMRI

*점수는 국산화율을 100점만점으로 치환 간 단계별 중간값을 산정하였음.

* 분야별 국산화율에서 기타기업 3곳은 제외하였음.

- 국내 원료 생산기업들의 국산화율은 64.4%를 나타내 부품/소재 기업에 비해 다소 높은 국산화율을 나타냈지만, 국내 주요 FC원료 29종의 국산화율 분석결과 39% 수준에 머물러, 국내 FC 원료 기업들이 생각하는 국산화율과 실제 국산화율 사이에 큰 차이가 존재

○ 원료 수입 국가

원료 수입국가	구성	응답기업
일본	50%	68
중국	24%	33
유럽	14%	19
미국	5%	7
기타	6%	8
Total	100%	135

Source) CMRI

- FC기업들은 저급의 원료는 주로 중국으로부터, 고급 원료는 일본으로부터 수입해 사용하고 있는 것으로 조사됐는데, 일본산 고급 원료의 비중이 높다는 것은 국내 부품/소재 생산 기업들이 저가 부품은 중국산 제품에 밀려, 고급화를 지향

○ 국산 제품의 불신 이유

(個)

이유	전기전자		기계구조		기타		전체	
	구성	응답기업	구성	응답기업	구성	응답기업	구성	응답기업
수입산 대비 저품질 제품	25%	19	39%	23	30%	6	30%	43
일정 규격을 만족하지 않음	22%	17	27%	16	20%	4	24%	35
국산제품에 대한 정보부족	17%	13	14%	8	15%	3	17%	24
부적절한 가격 형성	18%	14	12%	7	25%	5	16%	23
국산 대체 제품 없음	12%	9	8%	5	5%	1	10%	14
국산=저품질이라는 선입견	6%	5	0%	0	5%	1	4%	6
Total	100%	77	100%	59	100%	20	100%	145

Source) CMRI

- 국산원료의 불신 이유에 대해 수입산 대비 저품질이기 때문이라는 응답이 30%로 가장 많았음. 다음으로 일정규격을 만족하지 못하기 때문이라는 응답도 24%에 달해 결과적으로 품질요인에 대한 불만족이 국산제품 불신의 가장 큰 원인

○ 원료 구입선의 교체 이유

(個)

교체이유	구성	응답기업
품질	43%	67
가격	38%	59
안정적 수급	12%	19
납기	3%	5
기술서비스	1%	2
교체하지 않음&입찰결과	2%	3
Total	100%	155

Source) CMRI

- 국내 제품, 수입 제품의 구분 없이 현재 거래 중인 제품의 향후 교체 혹은 과거 교체 경험을 미루어 볼 때 가장 큰 교체이유 역시 품질 관련 문제라는 응답이 67개로 43%에 달했음

□ 경영·마케팅 부분

○ 시장 진입 시 애로 사항

[가중총점 랭킹 분석]

(점)

애로사항	1순위 점수	2순위 점수	3순위 점수	Total	
				총점	Rank
기술개발 능력 부족	130	36	14	180	1
원재료의 높은 해외의존	95	60	16	171	2
수요기업의 사용회피	90	48	15	153	3
수입품 대비 품질경쟁력 취약	45	45	4	94	5
수입품 대비 가격경쟁력 취약	50	27	11	88	6
마케팅 능력 부족	50	57	13	120	4
각종 규제 및 관행	50	15	4	69	7
인건비 등 제조경비 상승	0	18	16	34	8
기타	20	3	2	25	9

Source) CMRI

*1순위=5점/2순위=3점/3순위=1점의 weight 적용

- 각 순위별로 가중점수를 주고 이를 통해 총점 순으로 항목별 우선순위를 재분석한 결과, 기술개발 능력부족이 시장 진입 시 가장 어려운 점으로 나타났고 다음으로 원재료의 높은 해외의존이라는 응답이 2순위, 수요기업의 사용 회피라는 응답이 3위로 나타났음
- 따라서 국내 기업들은 고부가가치 제품 개발과, 이를 위한 고품질 원료의 국내 부재에 따른 해외 의존이 가장 큰 문제

○ 제품 판매 시 고객이 중요하게 여기는 부분

(個)

고객 구매시 중요요인	구성	응답기업
가격	42%	81
품질	41%	79
납기	9%	17
테크니컬 서비스	7%	13
거래관행 외	2%	3
Total	100%	193

Source) CMRI

- 제품 판매 시 상대 고객이 가장 중요하게 생각하는 요인에 대해서는 가격이 42%, 품질 41%로 가격과 품질요인이 전체의 83%의 압도적인 구성비

- 즉 국내 Set업체들은 국내 제품이 품질 면에서 일본산만큼 뛰어나지 못하고, 중국산에 비해 약간 더 좋은 경우라면, 가격적인 면을 고려해 중국산 등 저가 제품을 사용할 수 있다는 것을 의미

○ 원재료 공동구매 의사

(個)

원자재 공동구매 참여의사	구성	응답기업
전혀 없다	5%	5
별로 없다	21%	22
보통이다	31%	33
약간 있다	18%	19
매우 있다	25%	27
Total	100%	106

Source) CMRI

- 공동구매에 대해 긍정적인 기업의 비율이 43%인데 반해 중도적 혹은 회의적인 기업이 57%로 부정적 의견의 비율이 상대적으로 많은 구성비 차지
- 위 결과는 기대한 것과는 전혀 정반대의 결과를 나타냈는데, 이는 일부 업체 관계자에 따르면, 자사 제품의 조성 및 특성에 맞는 원료를 각 업체 별로 구입하는 것도, 자사의 매우 중요한 영업기밀이 될 수 있고, 경쟁 업체보다 조금 더 좋은 원료를 수급해 보다 좋은 제품을 생산해야 하기 때문에 공동 구매에 회의적 의견이 생각보다 높게 나타난 것으로 분석

□ 원료 · 부품 · 최종수요기업의 생태계

○ 원재료 공급선 결정권 주체

(個)

원재료 공급선 결정권	구성	응답기업
부품기업	46%	50
원료공급기업	26%	28
Set 업체	13%	14
최종 수요기업 라이선서	9%	10
부품기업 라이선서	5%	5
기타	2%	2
Total	100%	109

Source) CMRI

- 위 결과 중 눈여겨 볼 것은 원료의 선택 결정권 중 26%가 부품소재나 Set업체가 아닌 원료 공급업체에 있다는 것은 제품 생산에 꼭 필요한 원료의 공급처가 많지 않아 특정 원료 생산업체 한두 군데에 의존하고 있다는 것으로, 이는 주로 고품질 원료를 공급하는 일본 업체들로 추정

○ 가격 결정권 주체

(個)		
가격 결정권	구성	응답기업
부품기업	22%	25
원료공급기업	40%	46
Set 업체	37%	43
최종 수요기업 라이선서	0%	0
부품기업 라이선서	0%	0
기타	2%	2
Total	100%	116

Source) CMRI

- 더불어 이러한 원료들의 가격 결정권이 원료 공급 기업에 있다는 것은, 꼭 필요한 원료를 일본 등의 공급업체가 지정해주는 가격에 수입 사용해야하는 종속관계임을 의미

○ R&D리드 주체

(個)		
R&D 리드 주체	구성	응답기업
원료공급기업	21%	24
부품기업	34%	39
Set 업체	32%	37
정부출연 연구기관	10%	12
기타	3%	4
Total	100%	116

Source) CMRI

- R&D를 이끌어 나가는 주체는 부품기업들이 34%로 가장 높은 비중을 차지했지만, 이러한 부품 소재를 최종 사용하는 Set업체의 비중도 32%에 달해, 상당수의 국내 부품/소재 기업들은 Set업체의 요구사항에 맞춰 부품 소재 개발을 진행 하고 있는 것으로 판단

○ 원재료·부품·Set업체의 생태계 구조

(個)

생태계 구조	구성	응답기업
수직적 관계	63%	70
수평적 관계	8%	9
역할 분할 관계	27%	30
기타	3%	3
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>112</i>

Source) CMRI

- 원재료/부품/Set 업체의 생태계 구조에 대해서는 수직적 관계라는 응답이 70개로 63%의 구성비 차지
- 결국 국내 FC산업은 최종 Set 업체인 대기업과 부품소재 공급기업인 중소기업의 원청 및 하청관계 관행이 아직도 상당수 존재하고 있음을 의미하고 있어, 파인세라믹 분야의 대기업과 중소기업 간의 상생협력 절실

○ 대기업(Set업체)의 부품시장 참여 평가

(個)

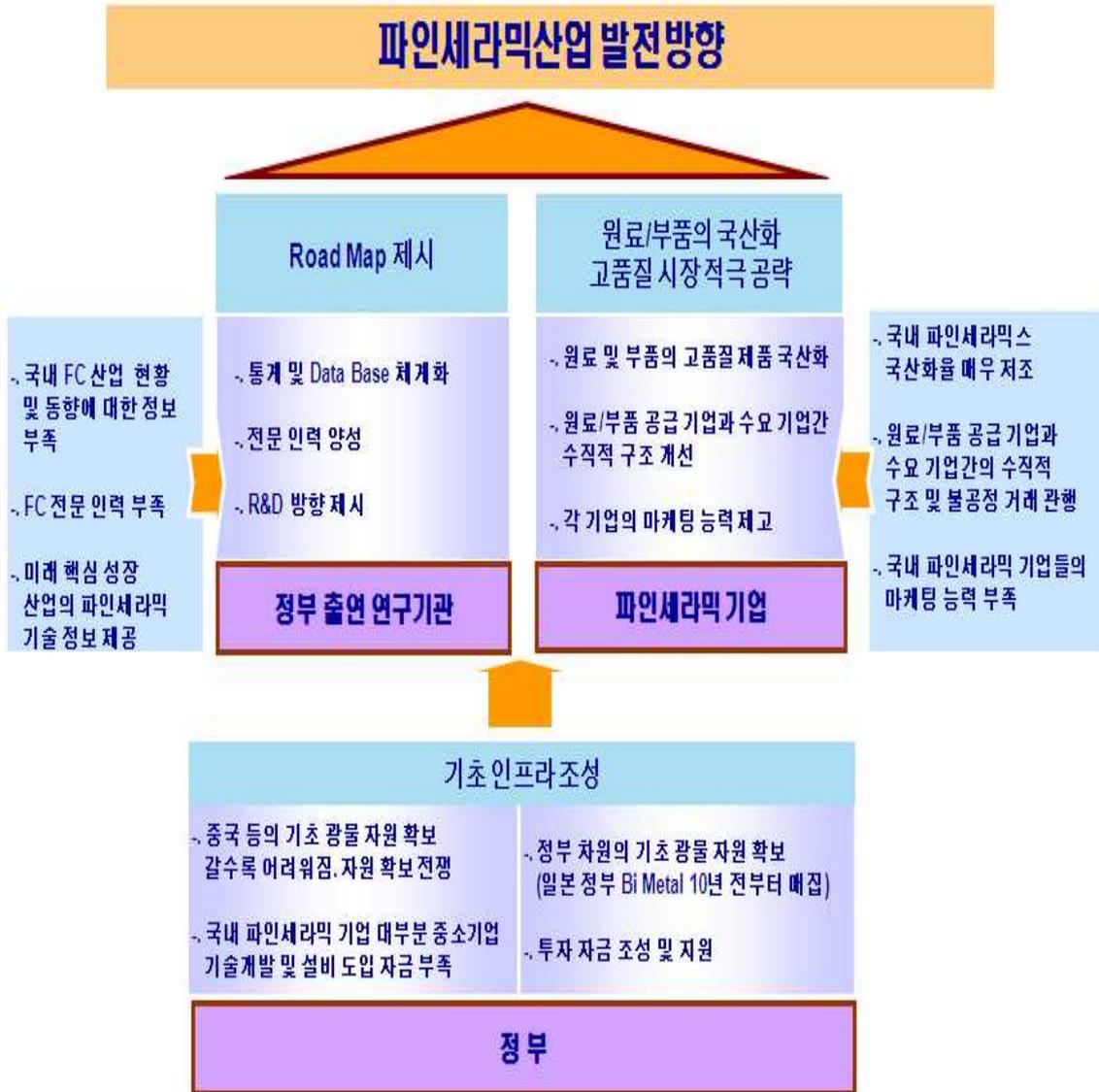
평가	구성	응답기업
매우긍정적	6%	7
긍정적	36%	40
부정적	39%	44
아주부정적	19%	21
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>112</i>

Source) CMRI

- 주로 대기업이 중심이 되는 Set업체의 시장 진입에 대한 의견은 긍정적 응답이 42%, 부정적 응답이 58%로 부정적 의견이 높은 구성비 차지

○ 국내 파인세라믹 산업 발전을 위한 각 주체별 역할

< 그림 VI-1. 파인세라믹산업 발전방향 >



- 전체적으로는 정부, 세라믹 기업, 부품기업, 출연연구소가 230점 이상 250점미만의 총점을 보여 비슷한 수준인 반면 민간 경제 연구소만이 114점의 낮은 점수 획득
- 국내 FC산업 발전을 위해 정부가 가장 우선적으로 해야 할 역할로는 기초광물자원 확보, 투자자금 조성, 기초 인프라 조성으로 간접 지원 분야 부문이 가장 많았음. 출연연구소는 통계 및 DB 체계화, 인력 양성,

R&D 방향제시 및 중장기 성장 로드맵 제시로 주로 기술 및 시장 정보 지원이 가능해야 한다는 의견이 대부분

[가중총점 분석]

항목	세라믹 기업		부품기업		출연연구소		정부	
	총점	순위	총점	순위	총점	순위	총점	순위
통계 및 DB의 체계화	195	3	171	4	309	1	265	2
기초 광물자원 확보	258	2	187	4	196	3	340	1
원재료 국산화	336	1	253	3	262	2	187	4
부품 국산화	307	2	377	1	234	3	149	4
인력양성	248	3	224	4	266	1	264	2
R&D 방향 제시	228	3	237	2	325	1	185	4
마케팅 방향 제시	245	2	297	1	173	4	151	5
원료/수요기업 구조개선	271	2	277	1	148	4	228	3
투자자금 조성	199	3	216	2	150	4	336	1
기초 인프라 조성	175	4	178	3	241	2	334	1
중장기 성장 Road Map제시	169	5	175	4	286	1	276	2
Total	239	2	236	3	235	4	247	1

Source) CMRI

*1순위=5점/2순위=4점/3순위=3점/4순위=2점/ 5순위=1점의 weight 적용

*114개 기업 모두 1순위로 중요하다 평가한 경우 570점 만점임

*민간경제 연구소는 모든 분야에서 1순위가 없어 삭제하였음.

- 부품기업들의 경우 부품의 국산화와 마케팅 방향 제시, 원료공급기업과 수요 기업간의 구조 개선에 주력해야 한다는 의견이 가장 많은 것으로 나타났으며, 원료 세라믹 기업들은 원료의 국산화 즉 고품질 원료의 생산에 노력해야 할 것

○ 산·학·연·관 협력의 필요성

(個)

필요성	구성	응답기업
전혀 필요 없다	0%	0
별로 필요 없다	2%	2
그저 그렇다	11%	12
약간 필요하다	23%	25
매우 필요하다	64%	70
Total	100%	109

Source) CMRI

- 산·학·연·관 협력의 필요성에 관해서는 전체 응답 109개 기업 중 64%인 70개 기업이 매우 필요하다, 23%인 25개 기업이 약간 필요하다고 응답. 즉, 산·학·연·관 협력이 필요하다는 의견이 전체의 87%에 달해 압도적으로 많은 구성비 차지
- 현재도 일부 기업의 경우 지역 대학 등과 산학협력을 통해 많은 도움을 받고 있으나, 이러한 협력이 제도화된 것은 아니며, 따라서 정부 및 전문 연구 기관의 주도하에 제도화되고, 구체적인 산·학·연·관 협력 방안이 절실한 것으로 판단

○ 산·학·연·관 협력의 필요 분야

[가중총점 랭킹 분석]

(점)

협력 분야	1순위 점수	2순위 점수	3순위 점수	Total	
				총점	순위2
기초 광물 자원 확보	60	18	6	84	4
공동 연구개발	320	57	16	393	1
기술인력/정보교류	75	111	15	201	2
시설/장비의 공동 활용	65	75	4	144	3
공동 판로개척 및 마케팅	20	24	11	55	5
원료 및 완제품 구매협조	0	15	2	17	6

Source) CMRI

*1순위=5점/2순위=3점/3순위=1점의 weight 적용

- 산·학·연·관 협력 분야에 대해서는 주로 공동 연구개발, 기술인력/정보 교류, 시설/장비의 공동 활용이 필요하다고 응답함. 반대로 원료 및 완제품 구매 협조 등 공동 구매, 공동 판로개척 및 마케팅은 산·학·연·관 협력이 필요하지 않은 부문이라 평가

○ 산·학·연·관 우선 공동 개발 분야

(個)		
분야	구성	응답기업
반도체	13%	23
복합소재	11%	21
연료전지	8%	15
고온/고강도	7%	13
코팅제	7%	13
유전체	6%	11
절연체	5%	10
고온내식재	5%	10
이차전지	5%	10
광학	5%	9
생체재료	5%	9
자성체	4%	8
내마모	4%	7
압전체	3%	5
촉매	3%	6
도전체	2%	4
공구/고경도	2%	3
원자력	1%	2
기타	2%	4
Total	100%	183

Source) CMRI

- 산·학·연·관 협력이 우선적으로 이루어져야 할 분야에 대해 복수 응답을 요구한 결과 총 182개 유효응답 중 13%인 23개 기업이 반도체 분야라고 응답했으며, 복합소재 조성물이 21개로 근소한 차이로 2위
- 기계구조 세라믹의 대표 분야인 고온 내식재 및 공구/고경도 분야의 공동 개발은 각각 5%와 2%의 비중을 차지해 설문 응답 기업 가운데 33%가 기계구조 세라믹 관련 기업임을 감안했을 때 해당기업의 자체기술력을 우위로 생각하고 있다는 결과

○ 정부 FC지원 사업 참여 의사 및 예산 범위

(個)

참여의사	구성	응답기업
전혀없다	2%	2
별로없다	2%	2
보통이다	16%	17
약간있다	23%	24
매우있다	57%	60
Total	100%	105

Source) CMRI

(個)

지원 예산 범위	구성	응답기업
연간 1억원 이하	3%	3
연간 1억~3억원	35%	36
연간 3억~5억원	43%	44
연간 5억~7억원	16%	16
연간 7억원 이상	3%	3
Total	100%	102

Source) CMRI

- 정부의 파인세라믹 사업 기술개발지원 참여에 긍정적 의견이 80%로 높은 수치를 나타냈으며, 지원 예산 범위는 연간 3억~5억원이 43%로 가장 많았고, 1억~3억원이 35%를 나타내어 두 구간의 비율이 78% 차지

○ 기술개발 시 애로사항

[가중총점 랭킹 분석]

(점)

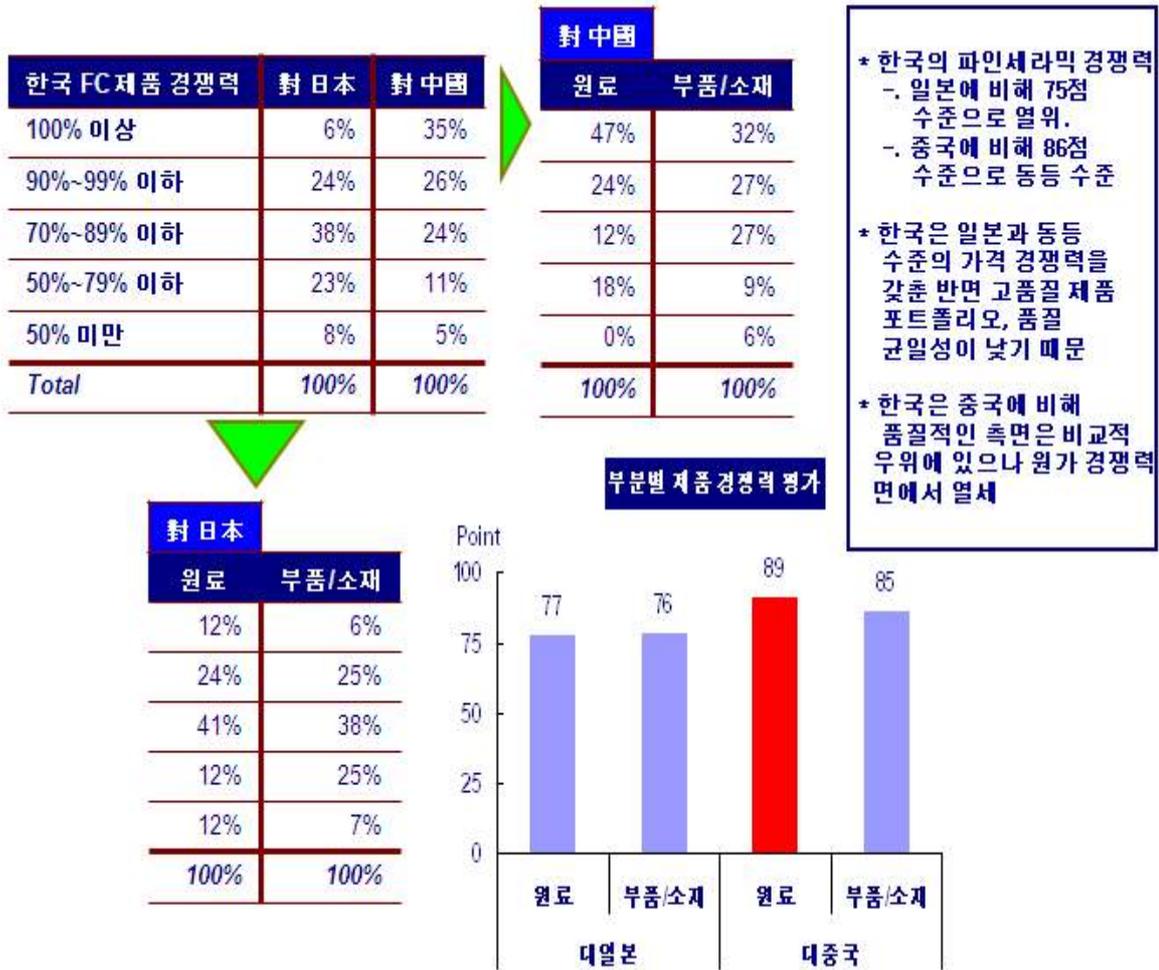
애로사항	1순위 점수	2순위 점수	Total	
			총점	순위2
자금부족	205	57	262	1
연구시설 및 장비부족	95	84	179	3
정보부족 및 시장 불확실성	95	54	149	4
전문인력 부족	135	75	210	2
산학연 협력 미진 외	5	3	8	5

Source) CMRI

*1순위=5점/2순위=3점의 weight 적용

- 기술개발 수행시 가장 어려운 점 2가지를 순위별로 응답해 달라는 질문에 대해 응답 기업들은 자금 부족과 전문인력 부족 부문이 가장 어려운 부문이라고 응답. 이는 FC 기업들이 대부분 중소기업들로, 운영자금 및 연구개발 자금이 부족한 실정이며, 더불어 고급 인력이 FC 기업에 가기 꺼려하는 가장 큰 이유

□ 국내 파인세라믹 산업의 경쟁력



○ 일본대비 경쟁력

(個)

구분	원료 생산 기업			부품/소재 기업			전체		
	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수
100% 이상	12%	2	200	6%	5	500	6%	7	700
90%~99% 이하	24%	4	378	25%	22	2079	24%	26	2457
70%~89% 이하	41%	7	557	38%	34	2703	38%	41	3260
50%~79% 이하	12%	2	119	25%	22	1309	23%	25	1488
50% 미만	12%	2	50	7%	6	150	8%	9	225
Total	100%	17	77	100%	89	76	100%	108	75

Source) CMRI

* 점수는 응답기업수에 각 단계별 중간값을 곱하여 산정.

- 가격 품질 등 모든 면을 고려했을 때, 일본 대비 한국 FC 산업의 제품 경쟁력에 대해 응답자 108개 기업 중 38%가 70%~89% 이하 수준 이라고 응답
- 일본대비 종합 경쟁력은 75점을 나타냈으며, 부분별로 원료 부분의 경쟁력은 일본대비 경쟁력은 77점 부품/소재 부분의 경쟁력은 76점

○ 중국대비 경쟁력

(個)

구분	원료 생산 기업			부품/소재 기업			전체		
	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수	구성	응답기업	점수
100% 이상	47%	8	800	32%	29	2900	35%	38	3800
90%~99% 이하	24%	4	378	27%	24	2268	26%	28	2646
70%~89% 이하	12%	2	159	27%	24	1908	24%	26	2067
50%~79% 이하	18%	3	179	9%	8	476	11%	12	714
50% 미만	0%	0	0	6%	5	125	5%	5	125
Total	100%	17	89	100%	90	86	100%	109	87

Source) CMRI

* 점수는 응답기업수*중간값으로 산정.

- 가격과 품질 등 모든 면을 고려했을 때 중국대비 한국 FC제품의 경쟁력은 61% 기업들이 중국제품에 비해 90% 이상의 높은 경쟁력을 갖춤.
- 중국대비 경쟁력은 종합 89점으로 나타났으며, 부분별로 원료 부분의 중국 대비 경쟁력은 89점, 부품/소재 부분의 경쟁력은 86점으로 가격경쟁력이 반영된 결과

○ 공정기술별 경쟁력

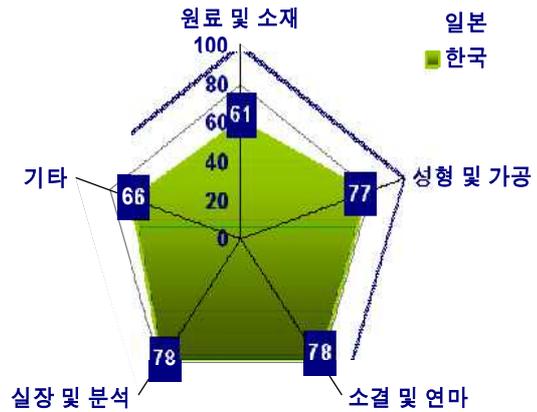
공정기술	일본 기술=100기준	한국 기술 경쟁력	
		2008年 CMRI 조사	2007年 FC협회 조사
원료 및 소재	100	61	88
성형 및 가공	100	77	93
소결 및 연마	100	78	94
실장 및 분석	100	78	89
기타	100	66	88
FC 산업	100	72	90

Source) CMRI

- 특히 원료 및 소재 부문에 관한 기술경쟁력에 대해 61점이라고 평가해 국내FC 원료 및 소재 분야의 기술이 매우 낮은 수준에 머물러 있으며, 원료 및 소재의 중간 가공단계의 기술 수준은 77-78로 비슷한 수준

- 일본 FC산업에 비교한 국내 FC산업의 전반적인 기술수준은 72정도
- 중요인지도는 전체 응답수를 기준으로 평가했고 경쟁력은 응답기업의 책정 점수를 기준으로 평가
- 원료 및 소재는 중요하게 생각하는 Chain임에도 불구하고 경쟁력이 낮은 것으로 평가돼 향후 한국의 FC산업 발전을 모색할 때 중요하게 고려해야 할 부분은 원료 및 소재 부문

공정기술별 한국의 기술 경쟁력



○ 파인세라믹 부분별 경쟁력

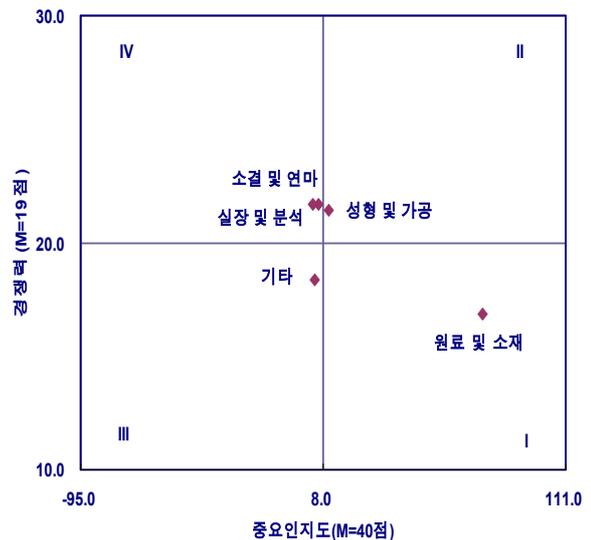
FC 부문	일본 기술=100기준	한국 기술 경쟁력
전기전자	100	77
기계/구조	100	75
에너지/환경	100	66
바이오(생체)	100	64
기타	100	67
FC 산업	100	70

Source) CMRI

FC 부문별 한국의 기술 경쟁력



공정기술별 경쟁력 그리드



- 한국의 FC 부문별 경쟁력을 일본 기술=100을 기준으로 평가해 달라는 설문 결과, 전자 부문이 77점을 기록해 가장 우수한 것으로 나타남. 일본에 비해 가장 기술 경쟁력이 낮은 부문은 바이오(생체)분야
- 가장 중요하게 눈여겨 볼 부분은 차세대 고부가가치산업으로 에너지 환경 및 바이오 분야의 점수가 가장 낮은 것으로 국내 에너지환경 및 바이오 분야의 기술개발을 위한 투자가 시급
- FC 응답기업이 중요하게 생각하는 반면 경쟁력이 낮다고 평가해 가장 우선적으로 지원 및 개발해야 할 부문은 에너지/환경세라믹인 것으로 분석되었으며 이는 앞의 설문 분석 내용과 동일한 결과

나. 기업의 애로점 분석

□ 연구개발 결과 사업화시 애로사항

(個)		
애로사항	구성	응답기업
사업화 자금 조달	33%	33
가격 경쟁력 확보	27%	27
마케팅 능력 확대	23%	23
시장 성숙도	10%	10
정부 지원정책	6%	6
기타	2%	2
Total	100%	101

Source) CMRI

- FC 기업 중 연구/개발 후 사업화를 할 때 가장 어려운 점으로 꼽는 것은 사업화 자금 조달의 문제인 것으로 응답.. 총 101개 응답 기업 중 33%에 달하는 기업들이 자금조달 문제가 가장 큰 애로사항이라 밝혔고 가격경쟁력 확보문제라는 응답이 27%, 마케팅 능력 확대 23%의 구성비. 시장성숙도가 낮은 것은 미래대비 신제품 개발비중이 매우 낮다고 추정

□ 국내 파인세라믹 부품의 문제점

(個)

문제점	구성	응답기업
품질(원료의 순도) 구현	41%	48
가격 경쟁력 확보	34%	39
필요소재 수급 원활성	20%	23
기타	5%	6
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>116</i>

Source) CMRI

- 부품산업에서 바라본 FC 소재 관련 문제점은 품질 특히 원료의 순도 구현이 어렵다는 응답이 전체 응답 116개의 41%에 달해 가장 크게 부각 - 이는 경영 마케팅 분야의 질의 가운데 초기시장 진입 시 애로사항 문항에서 가장 큰 애로사항으로 지적된 기술 개발 능력 부족으로 인한 품질 저하 문제와, 두 번째로 큰 문제점으로 지적된 고품질 원료의 높은 해외 의존도와 동일한 결과

□ 연구개발 종료 후 매출 전환 기간

(個)

기간	구성	응답기업
개발 직후	3%	3
연구개발 후 1년	47%	49
연구개발 후 3년	42%	44
연구개발 후 5년	9%	9
<i>Total</i>	<i>100%</i>	<i>105</i>

Source) CMRI

- 연구개발 종료 후 사업화를 거쳐 실제 매출까지 전환되는데 걸리는 기간은 약 1년 후가 47%를 차지했으며, 3년 후가 42%를 차지해 대부분 1-3년 후 연구 결과물이 실제 매출로 이어지는 것은 부품기준결과라 생각

□ 제품사업화시 정부자금 활용 의사

(個)

활용의사	구성	응답기업
전혀 없다&별로 없다	5%	5
보통이다	12%	12
약간 있다	18%	19
매우 있다	65%	68
Total	100%	104

Source) CMRI

- 정부의 연구개발 및 사업화 지원금 활용 의사는 예상대로 84%에 달하는 많은 기업들이 활용의사를 나타냄

□ 보유기술 사업화시 자금 우선 투자 부문

(個)

우선투여 부문	구성	응답기업
시설투자비	75%	83
운전(운영)비	15%	17
재료구입비	5%	6
특허개발비	3%	3
기타	1%	1
Total	100%	110

Source) CMRI

- 보유기술 사업화를 위해 자금이 우선적으로 투여되어야 하는 부문은 시설 투자라는 응답이 전체의 75%인 83개로 가장 많았음. 다음으로 운전(운영)비라는 응답이 15%

□ 사업화 촉진을 위한 우선 지원 부문

[가중총점 랭킹분석]

(점)

우선지원 부문	1순위 점수	2순위 점수	3순위 점수	Total	
				총점	순위2
산업화지원 인프라 확충	205	93	17	315	1
인력양성	115	84	16	215	2
펀드조성	35	39	15	89	4
정부 R&D 확대	110	51	4	165	3
산업통계 및 기술정보 DB구축	40	12	11	63	5
기타	0	0	2	2	6

Source) CMRI

*1순위=5점/2순위=3점/3순위=1점의 weight 적용

- 개발이 완료된 제품의 사업화 및 시장 런칭을 위해 가장 우선적으로 지원해야 하는 부문은 산업화지원 인프라 확충분야가 1순위에서 47%, 1,2,3 순위를 모두 합한 총합에서 31%를 차지하며 가장 우선 지원되어야 할 부문으로 나타났고, 다음으로 인력양성이 1순위서 23%, 총계에서 26%로 2위를 차지
- 반면 펀드조성, 산업통계 및 기술정보 DB 구축은 조금 차선에 두고 지원되어도 될 분야라고 있는 것으로 나타났음. 이는 현 경영권 유지의 전제를 우선시한 결과

□ 개발제품 시험방법의 필요성

(個)

표준화 필요성	구성	응답기업
매우 필요하다	33%	33
필요하다	55%	55
보통이다	8%	8
필요하지 않다	2%	2
전혀 필요없다	2%	2
Total	100%	100

Source) CMRI

- 기술개발 후 수행되는 개발제품 시험방법 표준화의 필요성에 대해 전체 응답기업 100개 중 88개 기업이 필요하다는 의견. 특히 매우 필요하다는 응답이 전체의 33% 차지

□ 성능시험 표준규격이 없는 경우 대처법

(個)

대체 시험방법	구성	응답기업
외국규격을 인용하여 시험한다	42%	43
사내규격(자체 회사규격)에 따라 시험한다	29%	30
측정장비에서 제공하는 시험방식을 따른다	20%	21
저널 등에서 제시한 시험방법을 인용한다	7%	7
선진시장의 측정방법을 활용한다	2%	2
Total	100%	103

Source) CMRI

- 성능시험 표준 규격이 없는 경우의 대체 시험방법이 무엇이냐는 질문에 대해서는 외국규격을 인용한다는 응답이 42%로 가장 많았음. 사내규격 등 자체 규격을 만들어 시험한다는 응답이 29%, 측정 장비 구매 시 제공하는 테스트 방식을 따른다는 응답이 20%

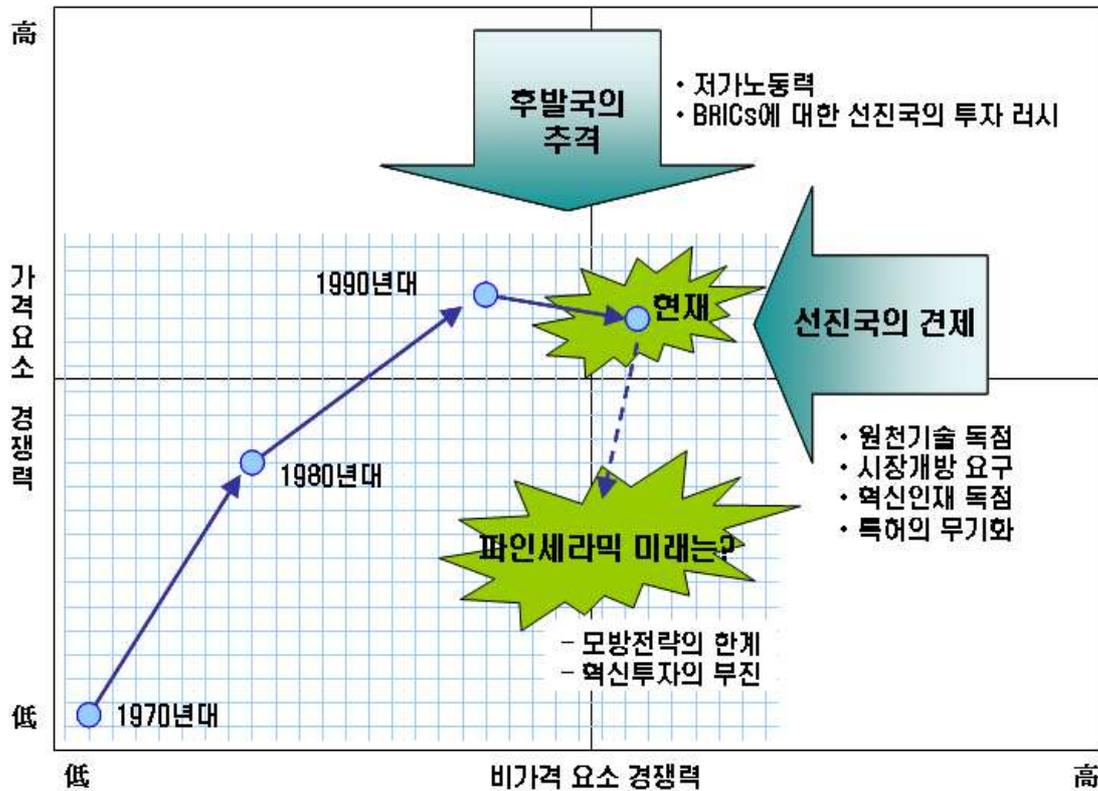
- 성능시험 표준 규격이 없기 때문에 앞으로 가장 시급히 개선해 나가야 할 분야는 전기전자분야로 전체 응답기업 76개의 41%인 31개 기업이 필요하다고 응답

3. 산업문제점 분석

□ 포지셔닝 트랩에서 헤어나지 못하는 FC산업

- 수출 지향적인 산업정책, 재벌 중심의 경제성장, 외자의존으로 자본 축적 및 성장우선 개발정책 등으로 기업환경의 늪속에서 **FC산업은 모방자** 역할
 - 선진국 제품과는 품질에서 뒤지고 후발국과는 가격경쟁력에서 취약한 실정인 **포지셔닝 트랩**에 처하는 상황

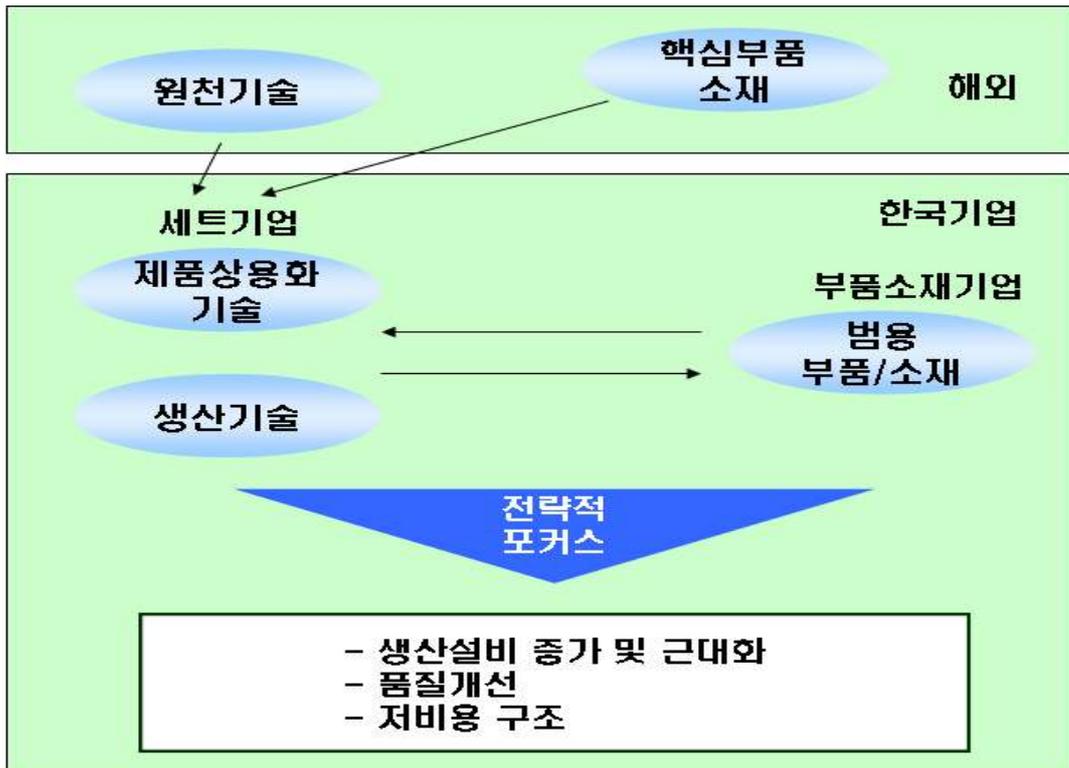
< 그림 VI-2. 포지셔닝 트랩 >



* 자료 : IBM 한국보고서(2007)

- 원천기술과 핵심부재는 해외로부터 수입 및 범용부재의 조립생산에 의한 **상용화 기술을 습득**하는 실정
 - 선진국 신제품의 **모방기술을 활용**하여 조립 생산하는 수준으로 공정 및 생산기술을 활용하여 생산 중이며 투자 리스크 회피 및 기술력 부족

< 그림 VI-3 국내기업의 파인세라믹 모방전략 개요 >

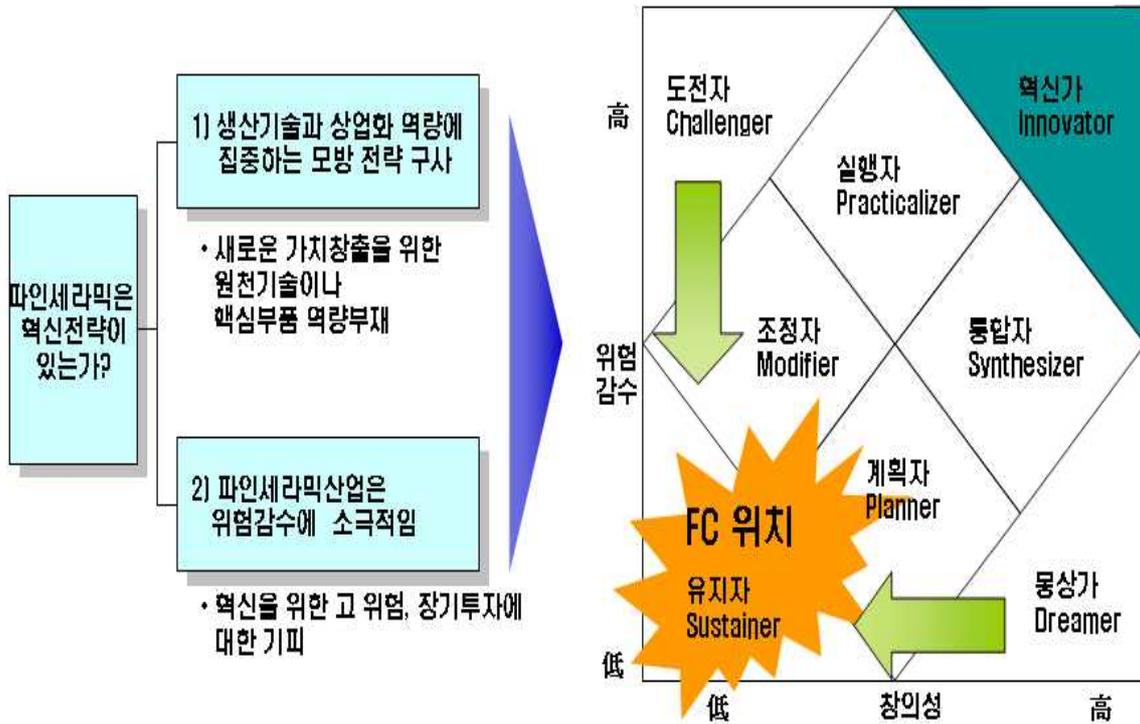


* 자료 : IBM 한국보고서(2007)

- 생산설비 비용절감, 제품의 모방을 통한 품질 개선으로 국제경쟁력 취약
 - 기업의 약 90% 이상이 중소기업 형태로 자금여력 부족으로 생산설비 및 기술개발 투자가 미흡하여 세계시장 확보에 어려움 봉착
 - 국내 수요업체의 수입품 선호로 인하여 수급기업간의 협력관계 미흡하며 생산원료, 제품의 품질에 대한 수요업체 불신 팽배로 시장선점이 문제
 - * 세계시장 점유율이 한국이 3~4%, 중국이 7~8% 수준(한국의 2배 시장 점유)

- 기업의 기술개발 투자 부족 및 미래 지향적인 Hi-Tech' 투자여력 부족으로 산업경쟁력이 취약한 실정
 - 안정적인 원료 수급의 미흡 및 신제품 생산을 위한 투자환경이 어려운 상황
 - 범용제품의 원료수급은 가능하나, 첨단제품용 고품질 원료의 국산화가 시급
 - 수입에 의존하여 원료가격 고가에 따른 제품경쟁력 취약 및 핵심기술 종속

< 그림 VI-4 국내 파인세라믹의 위치 >



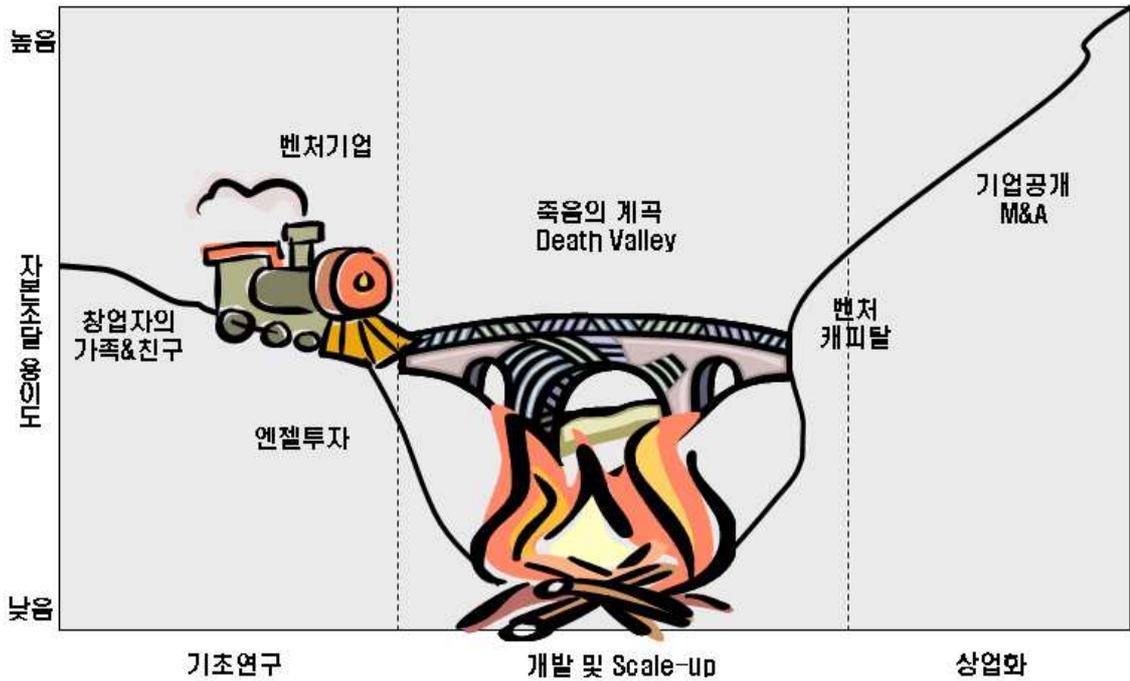
* 자료 : IBM 한국보고서(2007)

□ 수요업체의 글로벌 소싱 추세로, 첨단제품 수입유발 구조 가속화 진행 중

- 중소기업 중심의 다품종 소량생산에 따른 대일 의존율이 높은 산업
 - 주요 핵심부품 및 원료의 일본 의존도 심화, 무역적자 확대 및 수입유발 구조 등으로 경쟁력이 매우 취약한 상황
- 신제품 생산을 위한 원천기술 및 신공정 개발 인프라 취약
 - 단위과제 형식의 제품화 과제는 다년간 정부에서 지원해 왔으나, 파인세라믹 원천기술 및 신공정 확보를 위한 정부지원 프로젝트 미비한 수준
- 정기적이고 체계적인 수급통계 및 DB시스템 부족으로 정보력 미흡
 - 파인세라믹산업은 산업분류 및 HS Code의 미비로 파인세라믹 업계 동향 파악 및 산업통계 DB 구축이 전무한 형편

- 전후방 제품은 만성적인 무역수지 적자 품목으로 적자폭이 확대 중
 - 무역수지 적자폭이 매년 증가하면서 유망 기기 및 세트의 수출이 증가하면 할수록 수입량은 더욱 증가하는 추세

< 그림 VI-5 죽음의 계곡에 빠진 파인세라믹의 업체현황 >



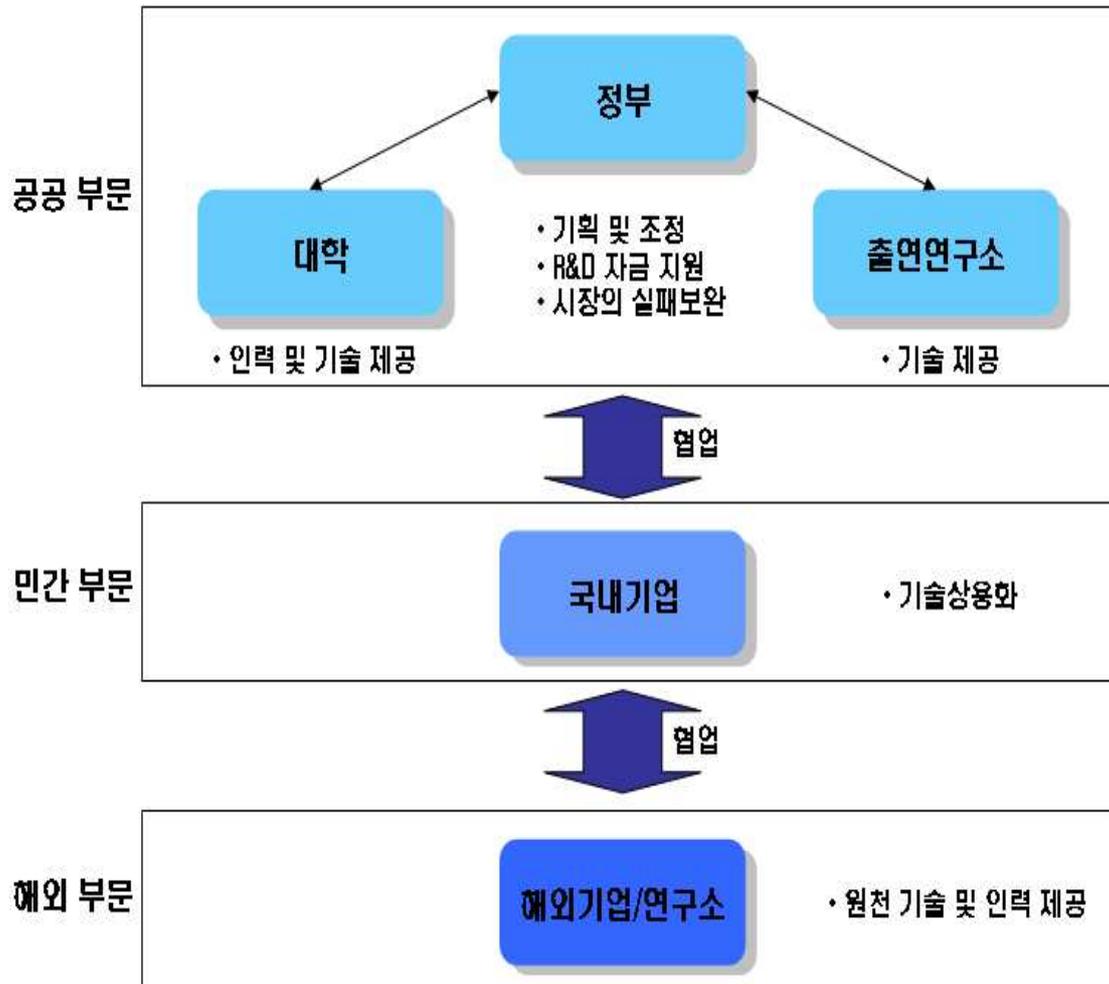
* 자료 : IBM 한국보고서(2007)

□ 국가 R&D 시스템 미흡

- 지난 10년간 국가 전체 연구개발비의 지출 규모를 살펴보면 공공부문의 연구개발 역할이 미흡한 상황
 - 연구비 비율(민간 : 대학 : 연구기관=75 : 10 : 15)으로 공공부문의 R&D 역량부족
- 소재를 포함한 기초연구비 지출 비중은 민간이 49.8%에서 61%로 증가 하였으나 출연연구기관은 22.2%에서 18%로 감소
 - 출연연구기관의 고유영역인 기초기술개발의 비율 감소는 문제점으로 대두 되고 있는 상황
- 정부의 협력, 조율이 부족하여 R&D 투자의 중복 지원과 단기성과 위주의 지원
 - 단위과제, 개별과제 형태의 R&D 지원으로 원천기술개발 여력이 부족

- 대기업과 중소기업 간의 협력 미흡으로 상생협력체계 부족
 - 중소기업은 수요에 일치하는 연구가 부족하고 대기업은 자체 연구역량으로 자체연구 추진하여 상용화

< 그림 VI-6 파인세라믹관련 국가R&D 시스템 개요 >



VII. 파인세라믹 산업정책 현황

1. 국내 산업정책 분석

가. 부품소재관련 산업지원정책

- 1980년대 중반까지 국내 산업정책은 최종 완제품 수출위주의 육성전략에 치중하였고, 부품소재산업에 대한 육성 정책은 1980년대 중반 이후 추진
 - 대부분의 정책이 수입대체 목적의 범용기술 지원에 한정되어, 사업화 단계에서의 지원부족에 따른 지속적 기술개발 및 신시장 진입이 부족
- ‘부품소재전문기업의 육성’ 등을 위한 특별조치법(2001년) 제정 이전까지 국내의 부품소재산업 육성정책은 산업의 기술적 특성을 충분히 고려하지 않는 채 성과가 극히 제한적
 - 제품개발 위주에서 기술개발, 인프라 구축, 기반조성 등 산업경쟁력 제반요소에 지원을 집중함으로써, 기초소재 - 부품소재 - 수요업체의 선순환을 도모하는 정책 추진이 필요
- 수입대체를 1차적인 목표로 설정하고, 단기간에 성과를 낼 수 있는 단기성과 위주의 지원이 대부분
 - 장기적으로 일관된 기술혁신 지원과 산업구조 고도화의 지원으로 중소기업 위주의 파인세라믹 기업들이 지속적으로 기술혁신을 지속할 수 있는 여건 마련이 필요
- 부품위주의 정책에서 장기적 성장 잠재력의 주요 관건인 소재분야의 장기적이고, 집중적인 육성 정책이 필요
 - 소수 선진 소재기업이 세계시장을 독과점하는 “소재무기화”에 대응하고, 핵심기술 보유를 통한 산업 경쟁력 확보가 필요
- 일본의 정책방향은 시장에서 참여기업들이 자유롭게 경쟁할 수 있도록 각종 활동 기반 구축 및 플랫폼 마련에 역점
 - 소재업체들이 자유롭게 경쟁하면서 신제품을 개발 및 생산할 수 있도록 자율적인 활동을 보장하는 여건 조성에 중점
- 일본은 소재 관련 협회나 조합 등을 만들어 소재 업계 요구사항을 상시적으로 파악하고 간접적으로 지원

- 일본전자재료공업회(사단법인)는 전자재료 종류별 관련기업들이 참여하는 6개의 부회를 만들어 운영

* 일본파인세라믹협회는 매년 수요 및 생산 통계와 산업동향을 조사 및 보고

○ 일본은 2004년부터 신산업 창조전략 수립하여 추진 중

- 중점정책 : 핵심부품·소재산업 중점화, 인재양성 및 기술축적, 지적자산 중시
- 선택과 집중방식으로 전략 품목에 역량을 집중하고, 소재에서 부품, 완제품까지 전방위 산업육성을 추진

< 표Ⅷ-1 국내 부품소재관련 산업정책의 추이 >

	내용	성과 및 한계
1970년대 : 단순수입대체	<ul style="list-style-type: none"> - 중화학공업 육성정책에 따른 개별산업 육성법 내에서 부품소재의 단순 수입대체 추진 - 품목별 국산화율 제시, 국산화업체 지정 등 인위적 분업을 통한 국산화 추진 	<ul style="list-style-type: none"> - 성과 : 선진 기술 및 장비의 도입으로 단기간에 산업기반 구축 - 한계 : 조립대기업과 부품소재 기업간 수직적 계열화 구조 형성 및 동 구조내 경쟁부재로 부품소재 기업의 자생력 고양 실패
1980~90년대 : 시장보호 및 기술개발지원을 통한 수입대체	<ul style="list-style-type: none"> - 수입선 다변화제도(1979~1999) : 일본산 수입급증 품목의 수입 규제 (93년부터 단계 적 축소) - 기계류부품소재국산화시책(1987~95), 자본재산업 육성시책(1995~99) 등을 통한 국산개발 지원 	<ul style="list-style-type: none"> - 성과 : 4200여개의 범용 부품소재의 수입대체 달성 - 한계 : 지원이 단기적으로 상용화 가능한 중저급 기술 위주의 범용 품목에 집중되어 원천기술 확보에 실패(품목당 지원규모 평균 1억원)
2000년대 : 수출산업화 (‘부품소재전문기업 의육성등을위한특별 조치법’, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> - 중장기적으로 수출 가능한 핵심 품목의 발굴 및 기술개발 지원 - 19개 공공연구기관의 인력과 장비를 활용한 기술지원 - 신뢰성 평가 및 인증제도 등 시장 인프라 확충 	<ul style="list-style-type: none"> - 성과 : 정책의 지향을 단순수입 대체에서 수출산업화, 국제경쟁력 강화로 전환, 사업단계별 지원 체제 구축, 인프라 확충 - 한계 : 여전히 중 단기 기술개발 지원 중심, 원천기술 확보를 위한 장기전략 부족, 차세대성장 동력 산업육성 등 여타 정책과의 연계성 부족, 사업화단계에서의 지원 취약

* 자료 : 우리나라 부품소재산업의 경쟁력 현황과 정책 과제 (한국은행 금융경제연구원, 2005)

< 표VII-2 한국의 “산업기술혁신 5개년 계획”과 일본의 “신산업창조전략” 비교 >

구분	한국 산업자원부 “산업기술혁신 5개년 계획”	일본 경제산업성 “신산업 창조 전략”
수립배경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업발전법 등 관련법에 따라 수립 ○ 차세대 성장동력 창출 및 주력 기간 산업의 경쟁력 강화를 위한 기술개발 및 기반조성이 목표 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본 경제지문회의의 일본산업 미래 비전 수립을 위한 중장기 경제 성장 시나리오 일환으로 수립 ○ 제조업부활, 고용창출에 의한 다양한 서비스업 조성을 통한 역동적 산업 구조로의 전환을 목표
추진과제	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차세대 성장동력기술 등 핵심 기술의 효율적 개발 - 10대 차세대 성장동력산업 103개 과제 도출 ○ 산업기술개발 및 기반조성사업의 기술혁신촉진 기능강화 ○ 연구개발(R&D)생산성 제고를 위한 국제공동연구 및 협력확대 ○ E-Biz(인터넷 비즈니스),디자인 등 제조업지원 지식서비스산업 기반강화 ○ 수요자중심의 산업기술 인력 양성 ○ 역동적인 지역기술혁신 체계구축 ○ 평가관리의 혁신과 같은 기술혁신 관련 제도 개선 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 7대 전략산업 선정 및 추진 - 4대 첨단형 산업군(연료전지·정보·기전·로봇·콘텐츠) 및 3대 시장 수요 대응형 서비스 산업(건강·복지·에너지·환경·비즈니스 지원 서비스) ○ 지역활성화 산업군의 유형화 - 첨단 신산업(II산업 생체·의료 등) 성장 - 제조산업 신사업 전개 - 지역서비스 산업 혁신 ○ 공통 정책과제 제시 - 인재 육성, 지적재산보호, 연구 개발 등 14개 정책과제
추진과제특징	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업별 차별화된 연구개발(R&D) 및 기반조성과제를 도출하여 추진 ○ 주로 차세대 성장동력산업 분야의 전략적 연구개발(R&D) 추진에 중점 ○ 기술개발 및 기반조성 연계 강화를 강조 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미래형 주력산업 및 지원 서비스 분야 뿐 아니라, 이들 산업의 발전과 지방 경제 활성화에 연계시킴 ○ 비즈니스 서비스분야의 지원 및 경쟁력 강화 ○ 지적재산 중시경영 촉구

* 자료 : KEA, 한일부품소재지원제도 연구회 (2006)

나. 파인세라믹 지원정책

- 파인세라믹 산업은 타 소재(금속, 화학)의 정부주도 전략과 달리, 민자산업의 형태였기에 대규모 전략화에 실패
(금속 : 포항제철, 석유화학 : 울산/여천 중화학공업단지 조성, 외자유치 등)
- 과거의 선진기술 및 제품 모방을 통한 산업발전에서 지식혁신 주도형 산업정책 지속 추진 필요
 - 산업 역량극대화 및 결집을 위한 전반적 시스템 개선관련 정책지원이 필요

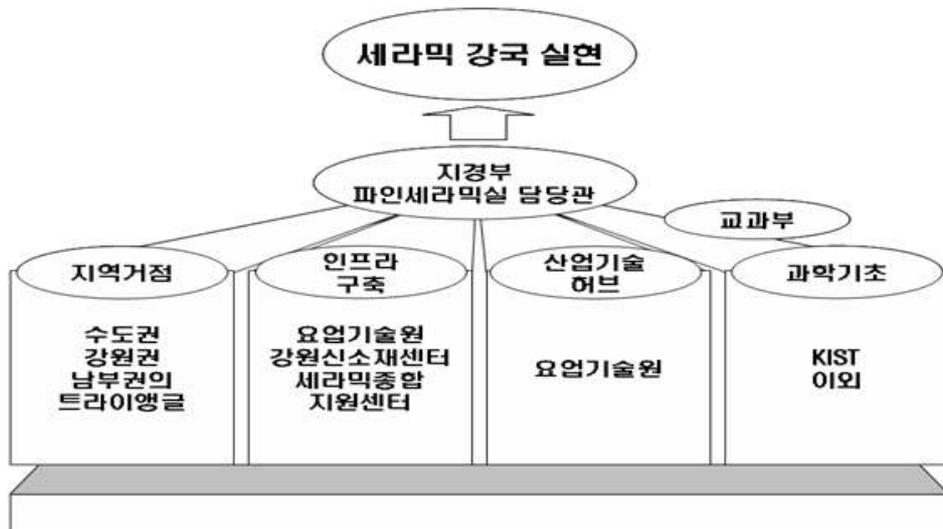
< 표VII-3 한국산업정책과 파인세라믹 정책의 변화 및 평가 비교 >

기간(년)	산업정책 방향	주요결과	파인세라믹 산업 변화	파인세라믹 제품방향
1952-1971	경공업 위주의 수출주도	- 본격적 경제개발 추진 - 경공업위주 정책한계 · 금성사설립(1958년) · 현대자동차설립(1967년) · 포항제철설립(1968년) · 삼성전자설립(1969년)	마산도자기수출센터 한국유리설립(1957년) 콘덴서양산(1963년) 쌍용양회설립(1962년)	일본도자기기업유치 ※ 포철처럼 국가전략 회사설립 없었음
1972-1980	정부주도 중화학공업 육성	- 현 주력산업 기반 마련 - 중화학공업 부실화의 저 생산성 문제 대두	전자부품관련 삼성전기/코닝설립(1973년)	가전부품 생산 ※ 민자화로 산업화시작
1981-1985	중화학분야 산업합리화	- 중화학분야 구조조정 - 산업합리화에 따른 조정비용 발생	절삭공구개발(1983년) MLCC생산(1985년)	자동차부품 생산시작
1986-1991	자율경쟁 개방체제	- 정부의 특정산업 개입 근거 폐지 - 기술개발 등 시장보완적 산업정책 추진	쌍용페라이트 자석생산(1986년) 이수세라믹설립(1987년)	통신부품 생산시작
1992-1997	개방화와 민간 주도 경제 운용	- 개방 후 대내적 구조적 문제 상존 - 외환위기 발생	삼성정밀유리설립(1995년)	디스플레이 부품생산
1998-2002	IMF체제 산업구조조정	- 재무구조개선기여, 중장기 경쟁력 제고 미흡 - 막대한 공적자금 투입 - IT가 주력산업으로 부상	한국유리쌍과빙과 제휴 (1998) 쌍용양회-태평양시멘트 투자유치(200)	외자유치 구조조정
2003-2007	혁신주도형으로 전환	- 혁신역량강화 - 양극화관련 정책논란지속	파트론설립(2003)	모바일부품생산

□ 국내 세라믹관련 전문기관 운영체제와 정책

정부조직 축소 및 종합허브기관, 협회의 약한 3각 체제 구축운영

- 현재 세계 8강 수준의 우리나라는 80년대 후반, 올림픽 호황과 함께 파인세라믹 산업의 관심이 집중되면서 일대 붐이 일어났으며, 그 당시 정부 조직인 상공부 “요업건재과”, 시험·분석기관으로 국립공업기술원의 “요업기술원”, 민간단체로 “파인세라믹협회”를 설립하여, 3각 체제의 면모를 갖추
- 이후 90년대 후반에는 정부조직이 과 규모에서, 담당관 2명으로 축소되어, 파인세라믹 산업통계 체제구축이 정착되지 못한 채 작금에 다다름
- 국내 정부출연연구소 중 세라믹관련 연구를 수행하고 있는 연구기관은 기초 및 공공 연구회의 KIST, 표준과학연구원, 원자력연구원 등이 있고, 산업기술연구회의 화학연구원, 에너지연구원, 전기연구원, 생산기술연구원 및 기계연구원 부설 재료연구소 등이 존재
- ‘90년대에는, KIST의 신소재부 중 세라믹전문연구원이 약 30-50명 규모로 그나마 제일 많았고 파인세라믹 연구에 국내 처음으로 세분화된 분야별 조직면모로 연구했다고 할 수 있음. 표준과학연구원은, 신소재 물성 측정 및 계측 표준기술 연구를 병행하는 형태



* 자료 : 산업기술정책동향(산업기술재단, '08.7)

- 원자력연구원은, 고온 극한 환경재료로서의 세라믹연구, 화학연구원은 무기화학 또는 정밀화학 관련 세라믹연구, 전기연구원은 발전용 세라믹연구, 기계연구원은 기계소재로서의 세라믹 연구를 수행, 수직계열화 체제 논리의 연구를 분산형태로 수행. '07년에 기계연구원의 재료그룹이 재료연구소라는 기계연구원의 부설로서 출범
- 국내 주요 연구기관내의 세라믹 분야 비교

구분	기관명	분야
국내	지식경제부	정책, 예산
	요업기술원	세라믹 허브기관
	한국파인세라믹센터	마케팅지원, 전시회, 정보제공
	KIST	나노, 박막
	재료연구소	구조, 압전 세라믹
	화학연	나노, 형광체 등
	에너지연구원	전지 등 에너지 환경세라믹
	전기연구원	2차전지, 써미스터 등
	원자력연구원	극한 환경세라믹, 물성

□ 한·일간 체제 및 기관 역할 비교

- 우리나라의 체제는 거의 일본과 유사하나, 요업기술원의 1개 기관이 시험평가기관과 산업기술개발 허브기관을 겸한 종합시험평가·기술개발 기관 역할을 수행하여, One-Stop 서비스를 수행한다는 장점도 있으나, 전문성과 규모면에서 일본에 비하여는 열악한 상황
- 수행 업무 중 가장 큰 차이는 산업통계 체제가 국내 아직 없다는 것을 알 수 있고, 파인세라믹 산업 실태를 파악하고, 현황 분석을 위해서는 하루 빨리 산업통계 체제가 정비 필요
- 국내 파인세라믹 산업은 앞으로 계속 성장할 IT산업과 함께 동반성장하면서, 핵심소재 및 부품으로서의 성장 잠재력이 무한하며, 소량다품종으로서의 산업 특성 또한 국내 실정에 맞는 부분도 있어, 대 변환기를 맞는 신산업의 패러다임에 발 빠르게 대응해 나간다면, 지금까지의 Catch up에서 Jump up 내지 Push up의 발전가능성이 매우 높음

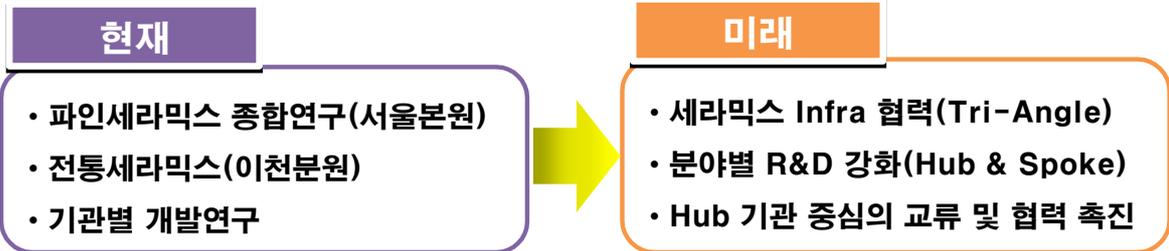
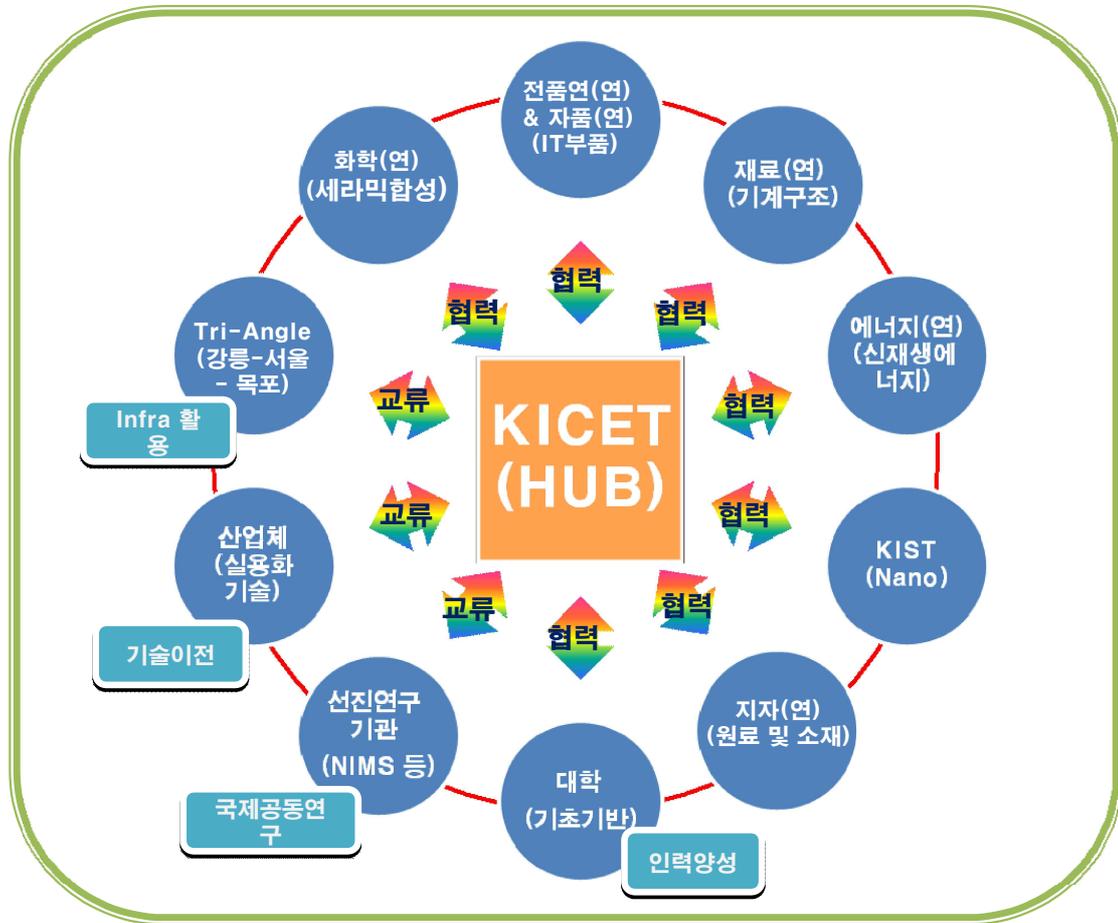
< 표Ⅶ-4 한국과 일본의 세라믹 지원 기관 역할 비교 >

구 분		기관명	분 야
정부	일본	경산성 파인세라믹실	과장급
	한국	지경부 담당관	사무관급
지역거점	일본	중부 나고야 지역	300여 사
	한국	강원, 남부	50여 사
산업기술 허브	일본	AIST 중부센터	차세대 선도기술개발
	한국	요업기술원	원천 및 실용화
과학기술기초 연구소	일본	물질재료연구소(NIMS)	신물질, 원리규명, 구조해석
	한국	KIST	기초응용
시험 평가, 표준화	일본	일본파인세라믹센터	시험분석, 물성/신뢰성평가
	한국	요업기술원	
협회	일본	일본파인세라믹협회	마케팅, 정보 제공 (산업통계, 규격 표준화)
	한국	한국파인세라믹협회	

□ 파인세라믹 산업육성을 위한 Hub기관의 기능 및 역할 강화

- 파인세라믹 전후방 벤처기업 육성을 위한 미래시장 선점용 Post-BI 사업 추진
- Tri-Angle 지역별 클러스터 조성을 통한 기업의 인력양성 및 상용화 기술지원
- 국내 연구기관 및 대학의 네트워크(Hub&Spoke) 협력을 통한 미래 첨단기술 확보

◇ Hub 기관을 중심으로 Spoke 기관과의 협력 강화로 시너지 효과 극대화
 ◇ 원천기술의 안정적인 개발 을 통한 산업체 기술이전 강화



- 현재 세라믹 분야 R&D, 기술지원, 시험·분석, 정책지원 등 사업체계 유지 및 주요 기능 강화로 Hub&Spoke Network 적극 운영

설립 목적	3대 위상	사업 체계	전략 목표
세라믹기술 연구개발, 기술지원, 정책지원 등의 사업을 통해 세라믹산업의 기술경쟁력 제고	CERAMIC Leader	정책기획	세라믹 산업의 'Think Tank'
	CERAMIC Expert	R&D	세라믹 융합기술 (IT,NT,BT,ET 등) 소재 'R&D 전문기관'
		시험 분석	세라믹 분야 'Global 인증기관'
		기술지원	'세라믹 Business Park'
	CERAMIC Hub	성과확산	세라믹 '소재정보은행'

- 연구개발(R&D)

- 질적 성장(원천/핵심기술 R&D 본격화, 특허/논문 등 연구성과) 지원
- 에너지, 바이오, 로봇, 나노 등의 미래지향형 세라믹소재 원천기술 확보
- 파인세라믹소재 대일역조 해소를 위한 다양한 국제협력사업 적극 수행

- 중소기업 기술지원

- 세라믹 관련 중소기업 기술지원을 위한 지속적 강화
- 다양한 기술지원사업체계를 효율화·통합화하여 중소기업의 기술애로를 One-stop 솔루션 제공형으로 혁신하여 파인세라믹 중핵기업 육성
- 국내 세라믹기업의 집적지 위주로 현장 지향형 중소기업지원체제 구축을 통해 자생력을 갖춘 클러스터 조성에 핵심적인 역할 담당

- 시험·분석

- 공공 인프라적 성격에서 세라믹 분야에 특화된 시험·분석 및 R&D를 통해 중소기업의 신뢰성 향상, 수출 등 지원
- 환경 유해성, 나노급 초정밀 등의 첨단 신수요로 파인세라믹산업 고도화

- 정책 지원

- 정부의 파인세라믹산업 육성정책 수립에 필요한 조사·연구 등 수행
- 산업육성정책 수립에 필요한 산업통계 조사(산업/기술정보 수집 및 분석)

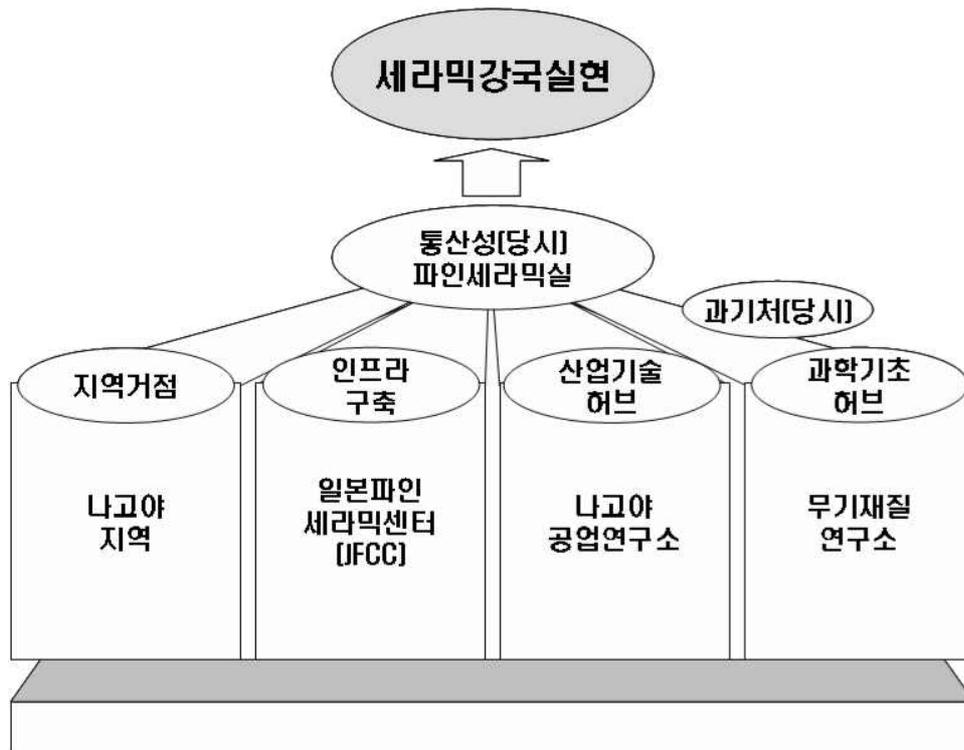
2. 국외 산업정책 분석

가. 일본 산업지원정책

□ 일본의 세라믹관련 전문기관 운영체제

정부조직 신설 및 연구소, 평가센터, 협회 설립으로 5각 체제 구축운영

- 세라믹산업의 최강국인 일본은 80년대부터 개발도상국과의 차별화 전략으로 세라믹산업을 지식기반 전략산업으로 선정, 장기적인 지원 정책을 수립, 종합적이고 체계적인 육성 강화책을 일관되게 전개
- 제일 먼저 통산산업성내에 ‘파인세라믹실’을 정부 조직화하고, 나고야를 지역거점으로 지정하였고, 연구개발 기관으로는 지금의 산업기술종합연구소의 중부센터인 당시 “나고야공업연구소”를 세라믹기술개발의 허브기관으로 정하고, 산업기반인 표준화와 시험평가 인증을 위해 나고야에 정부와 민간의 합자법인인 “파인세라믹센터”를 설립하였고, 동경에 파인세라믹 협회 발족
- 즉, 정책개발 및 예산 지원은 정부조직이, 연구 및 기술개발은 당시 나고야공업연구소가, 기술기반사업인 시험분석평가 및 표준화 기술은 파인세라믹센터, 산업현황 조사 통계 및 규격, 표준화 및 수요조사 사업은 파인세라믹협회가 수행하도록 전문기관을 설립하여 각각의 기능과 역할을 지속 가능하게 하는 3개의 전문기관 체제를 산업통산성(현재 경제통산성) 산하에 갖추었고. 나아가 기초연구를 위해, 당시의 과기처 산하 세라믹전문연구소로서 “무기재질연구소”를 신설하여, 완벽한 5각 체제를 갖추어 지금까지 지속적으로 그 역할을 극대화하면서, 세계 최강의 세라믹 입국을 더욱 강화



* 자료 : 산업기술정책동향(산업기술재단, '08.7)

○ 일본의 세라믹 관련 기관

구 분	기관명	분 야
정부	경산성 파인세라믹실	통산성 공업국 준과장급
지역거점	중부 나고야 지역	약 300여 기업
산업기술연구소	AIST 중부센터 (나고야공업연구소)	차세대 선도기술개발
과학기술연구소	물질재료연구소 (무기재질연구소)	이론, 원리규명, 구조해석
시험 평가, 표준화	일본파인세라믹센터	시험분석, 물성/신뢰성평가
협회	일본파인세라믹협회	산업통계, 협회 규격 표준화

- 최근 자원민족주의의 퇴조와 새로운 국제 무역, 투자질서의 재편으로 일본의 희유금속 정책은 화합물반도체, 전지, 자성재료 소재개발 등 고기능성 세라믹소재개발에 정책 목표를 집중화
- 일본은 1970년대에 탄화규소 섬유를 개발한 이래, Nippon Carbon, Ube사 등에서 이를 상용화하여 탄화규소 섬유를 제조, 공급하고 있으며, 섬유와 관련하여 가장 높은 시장점유율을 유지하고 있으나, 관련 기술 및 제품에 대한 거래를 국가적으로 엄격히 통제
- 또한 최근에는 SiC 섬유의 응용을 전선지지용 보강재 또는 자동차의 매연필터 등 민수산업으로 확대하고 있음. 그러나 아직 고분자 전구체의 원료가격이 비싸기 때문에 응용확대가 어려운 실정이며, Ube 사의 경우 2010년 이후 원료의 가격을 2005년 대비 1/10 정도로 낮추어 국제적 가격경쟁력을 갖추겠다는 계획을 진행
- 세라믹 섬유강화 복합재료와 관련하여서는 환경저부하 에너지용 복합기능 구조재료 개발연구, 초음속 수송기용 추진 시스템 개발, 환경 적합형 차세대 초음속 추진시스템, 첨단재료 이용 가스 제너레이터 등의 프로그램을 통해 연구개발이 이루어지고 있음. 일본에서 진행되거나 진행 중인 일부 연구개발 프로그램을 소개하면 다음과 동일

- Synergy Ceramics Program (1994~2006)

산업분야의 광범위한 수요에 적응하기 위해 여러 가지 기능을 동시에 갖도록 고차원적인 구조제어 기술을 이용, 현재의 수준을 혁신적으로 증가하는 에너지 소재 개발이 목표임. 고내열성 단열재료, 유체투과 기능재료, 고강도·고인성 구조재료, 고열전도성 재료, 유해성분 선택정화 기능재료, 응력해석을 통한 재료파괴 예측 기술 등을 복합적으로 수행

- Smart Material Program (1992~1996)

고도의 기능을 갖도록 재료에 지적구조 (Intelligent Structure)의 개념을 도입하여 재료의 신뢰도 향상과 경제성 확보가 목표이며 고성능 센서 시스템, 자기진단 및 손상제어 시스템, 지적 성형공정 개발, 모재-센서

액추에이터 일체화 기술, 능동적 제어시스템, 대형/복잡 구조 요소기술 개발 등의 연구를 수행

- 또한 일본의 경우, 초정밀 세라믹 코팅 분야에서는 연구개발은 미국보다 뒤늦게 시작되었지만, NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)가 주관이 되어서 산/학/연이 공동으로 참여하는 국가 프로젝트의 형태로 시너지 세라믹 프로그램이 수행되어 5년간의 예정으로 나노코팅의 연구가 2년전부터 시작되었으며, 2005년까지 코팅재료를 구성하는 소재의 최적 나노구조 설계, 제어기술, 나노코팅의 프로세스 기술, 및 나노코팅의 해석, 평가기술을 확립함과 동시에 그 기술을 체계화하는 것을 목표로 수행

나. 미국 산업지원정책

- 1998년도 “미래의 광물 산업”라는 공동 협약 공약에 따라 1998년에 완성된 “광물과 함께하는 미래의 시작: 미래 광물 산업의 비전”이라는 내용의 공약을 통해 2020년의 미국 광물 산업의 생산적인 비전 제시 및 기술 개발 추진
- 본 지침은 미국 광물 산업에서의 처리 기술 연구를 위한 Roadmap를 제시 하였으며, The US Department of Energy와 Office of Energy Efficiency and Renewable Energy 그리고 Office of Industrial Technologies의 협력기관인 The National Mining Association의 후원으로 이루어진 Processing Technology Roadmap Workshop의 결과를 기초로 미국의 광물 처리 기술의 발전을 도모
- 미국의 경우 2차 세계대전 중 국방을 위한 전략기술개발을 목적으로 국가가 희유금속(희토류 포함)의 추출, 정제기술을 개발하였으며, 최근까지도 정부가 주관하여 희유금속 원료소재 유통, 기술정보 수집, 기반기술개발을 추진
- ‘80년대 이후 미국 내무성 산하 USBM(U.S. Bureau of Mines) 내 첨단소재사무국 (Office of Advanced Materials Coordination)에서 희유금속 원료소재에 대한 정보의 수집, 관리 및 R&D계획, 사업집행 등을 조정

- 현재 내무성 산하 USGS (U.S. Geological Survey) Mineral Information Center에서 상기 업무 수행 중

○ 에너지성(DOE) 산하 AMES연구소 내에서도 <Rare Earth Information Center>, <Materials Preparation Center>를 설립 희토류, 고용점 원료 개발

- '92년 DOE 산하 통합재료연구소를 설립, 희유금속 소재 기술개발 연구 수행

○ 군수 관련 생산업체인 <Teledyne Wah Chang>에서 전략소재개발을 위해 Zr, V, Nb, Ta, Hf의 추출, 정련, 제조, 합금 등에 대한 연구 수행

○ 소재개발특별법의 입법, 운영을 통해 소재개발 국가계획의 수립, 정부의 R&D 자금지원, 민간 R&D 투자시 세액공제제도 시행

○ 미국은 1970년대부터 미공군과 NASA가 공동으로 우주항공용 및 국방용 소재로 세라믹 섬유강화 복합재료의 개발을 착수한 이래로 전 세계적으로 선도적 위치에 있으며, 최근에는 일반산업 분야 적용을 목표로 하는 소재기술 개발을 추진, 지원하고 있음. 세라믹 섬유의 개발은 NASA와 Textron, Dow Corning 사가 연계하여 초고온에서 2 GPa 이상의 강도를 갖는 Sylramic 섬유를 개발하여 세라믹 복합체에 이용

○ 미국의 세라믹 복합소재 관련 주요 연구 프로그램은 다음과 동일

- Vision 21 Program (2001~2015)

청정, 저소비 에너지 소재 개발, 고효율 에너지 생산을 위한 새로운 에너지 기술 창출이 목표이며 고온 열교환기 시스템용 소재, 석탄 가스화 정화용 고온재료, 산소 및 수소 분리용 분리막(membrane), 연료전지용 재료, 고온 내부식성 내화재료 개발 등의 연구를 수행

- CFCC Program (1992~2001)

에너지 관련 산업에 적용할 목적으로 고온에서 고강도, 고인성 및 내부식성이 우수하고, 경량이면서 우수한 내구성 및 신뢰성을 갖는 에너지 소재 개발을 추진한 것으로 래디언트 튜브(radiant tube), 열교환기 튜브, 섬유강화 복합재료 래디언트 히터, 래디언트 버너 스크린, 고온 배기가스

집진 필터 개발 및 이들 재료의 고신뢰성 평가기술 개발 등의 연구 수행하였음. 이 프로그램을 통해서 개발된 부품 중 radiant burner, diesel engine valve guide, hot gas filter, high-pressure heat exchanger tubes, gas turbine combustor liners & shrouds 등은 현재 상용화가 완료

- High Temperature Heat Exchanger Project (2003~2008)

DOE 산하 원자력수소 연구 분야에서 열교환기용 부품 후보재료 선정 및 시험과 SI (Sulfur Iodine) 열화학 공정용 수소제조 플랜트 적용을 위한 열교환기 설계 및 prototype 제조를 통한 시험운전을 목표로 현재 진행 중에 있음. University of Nevada Las Vegas, University of California Berkeley 대학과 General Atomics, Ceramtec Inc.의 기업 및 Massachusetts Institute of Technology 등으로 산학연 컨소시엄이 구성되어 있으며, 열교환기용 후보재료로 carbon fiber reinforced SiSiC, splint based SiSiC, pitch based SiSiC, short fiber reinforced SiC 소재를 선정하여 최적 소재선정 연구를 수행 중

다. 유럽 산업지원정책

- 유럽에서는 독일과 프랑스를 중심으로 세라믹 섬유강화 복합소재 관련 연구가 많이 이루어져 왔으며, 특히 독일은 항공우주 연구소 (DLR)에서 항공·우주용 세라믹 복합재료를 개발하여 왔으며 최근에는 이를 민간산업 분야에 적용하여 고급 승용차용 세라믹 복합재료 브레이크 시스템을 개발하여 상용화에 성공
- 또한 프라운호퍼 연구소를 중심으로 세라믹 섬유와 섬유의 원료인 고분자 전구체의 개발에도 박차를 가하고 있으며, 2005년 현재 연산 1 톤 규모의 폴리카보실란 합성 파일럿 플랜트를 준공하여 SiC 섬유 생산에 한걸음 다가가는 중
- 프랑스는 미국과 함께 초고온 복합재료에 있어서 세계적인 기술을 보유하고 있는 국가로서 전 세계에서 가장 큰 세라믹 복합재료 제조설비를 보유한 SNECMA를 비롯하여 과거부터 화학기상증착법에 의한 세라믹 복합재료의 제조기술 개발을 수행하여 왔으며, 대형 제품의 제조기술은

세계 최고 수준이라 할 수 있음. 프랑스에서 세라믹 섬유강화 복합재료 관련 연구를 수행하는 곳은 SNECMA 외에 초고온 재료 연구소인 LCTS와 CEA, 보르도 대학 등을 대표적으로 들 수 있음. 유럽에서 수행되고 있는 연구개발 프로그램의 예를 다음에 보임

- Vision Ceramics 2000 (2000~2002)

고성능, 고기능 에너지 재료 개발이 목표이며 고온 초전도체, 스마트 유체, 시너지 재료, 정보재료 및 바이오 재료 등의 연구를 수행

- ECOFINA Project

유럽공동체(EU)에서는 고성능 자동차용 바이오 복합재료를 개발하기 위해 "ECOFINA" 프로젝트를 "EU Growth Project" 내에서 산학연 협동연구로 수행하고 있으며, 특히 독일의 경우, Daimler Chrysler 사는 2000년부터 Mercedes-Benz E-class 등 자동차의 내장재로 바이오 복합재료를 사용하기 시작하여 현재 외장재로 사용하기 위한 내구성 실험도 완료한 상태

- 독일은 유럽연합의 회원국으로 유럽연합의 프로그램을 통한 지원정책과 독일 자체의 지원정책으로 구분하여 지원, 독일 연방정부를 통하여 지원되는 재료관련 연구개발은 주로 연방과기성 (BMBF)를 통하여 완성
- 독일 정부의 연구 및 기술정책에 있어서 당면과제는 1) 우수한 기초연구 수준 유지, 2) 전략적 기술분야에 대한 연구개발 지원 강화, 3) 중소기업의 연구개발 능력 강화, 4) 미래대비 연구의 육성, 5) 최고연구기관에 대한 효율적 지원, 6) 국제 공동연구의 강화, 7) 안보적인 측면에서의 연구 및 기술적 기반 유지, 8) 국가적 장기 프로그램의 지속
- 독일 연방과기성은 날로 증대되는 환경보호 및 에너지 절약에 대한 요구에 부응하고 고성능화하는 수송 시스템에서의 안정성 확보, 우주 및 유성기술에서의 경쟁력 확보, 정보·통신 분야에서의 기술혁명에 동참 등을 위하여 소재 개발이 뒷받침되어야 한다고 믿음

- 또, 성공적인 소재개발은 기초연구에서 출발하여 응용연구를 거쳐 산업화 되기까지 장시간이 소요된다고 보기 때문에, 독일 연방과기성은 신소재 분야에서의 국제 경쟁력 확보 및 날로 발전하는 재료과학 및 기술에 효과적인 적응을 위하여 1985년 이후 10년간을 목표로 소재연구 프로그램을 구성하여 기초연구에서 산업화연구까지 일관성 있게 추진
- 독일 연방과기성의 소재연구 프로그램의 연구 및 기술정책 측면에서의 목표는 1) 소재분야 기초연구에 대한 안정적 지원, 2) 기업들의 소재분야 연구개발 여건 개선, 3) 산업의 지속적인 국제 경쟁력 확보에 필요한 핵심기술 및 파급효과가 큰 공통기술에 대한 연구개발 지원 등
- 상기 독일 연방과기성의 소재연구 프로그램의 중점지원 연구분야는 1) 세라믹, 2) 분말야금, 3) 고온용 및 특수용도 금속재료, 4) 새로운 고분자재료, 5) 복합재료, 6) Tribology, 7) New Implant Materials 등 임. 이러한 분야들을 지정하게 된 배경은 1) 장기간 연구가 필요하고 기술개발 파급효과가 크며, 기술적, 학문적, 경제적으로 위험부담이 있는 분야, 2) 독일의 소재 산업의 국제 경쟁력 확보에 필요한 분야, 3) 응용지향적 기초연구 결과의 신속한 산업화 유도를 위한 지원이 필요한 분야
- 독일 연방과기성의 소재연구 프로그램에서는 산학연 공동연구 및 국제공동연구를 장려하고 있음. 산·학·연 공동연구의 경우, 독일 연방과기성은 산업체에 대하여 다음과 같은 원칙으로 연구비를 지원함. 1) 연방 과기성이 총 연구비의 50%, 참여기업이 50% 부담. 2) 다음의 경우에는 과기성의 연구비 지원 비율이 50%를 초과할 수 있는데, a) 과제 내용이 참여 기업의 수행가능 범위를 명백하게 넘을 때, b) 과제 성격상 참여기업의 연구개발 부담이 뚜렷하게 크다고 인정될 때, c) 과제의 성격이 기초연구에 속해 학문적, 기술적 위험부담이 따르기 때문에 산업체 참여가 과제의 후기 단계 또는 그 이후에나 가능하다고 인정될 때임. 3) 산업화에 근접된 경우에는 2)의 경우에 관계없이 산업체 참여시 연방 과기성의 연구비 지원을 30%까지 감소 가능

VIII. 파인세라믹 산업 발전전망

1. 시장전망

가. 원료·광물

- 국내 파인세라믹 원료 시장은 약 1조원에 이르고 있으며, 파인세라믹 부품소재 및 모듈에 이르는 후방산업의 시장 규모를 고려한다면 그 시장 규모는 수십조 원에 이를 것으로 판단, 세계 시장 규모는 국내 시장의 약 50배로 추정
- 2010년 기준 비금속 광물을 활용한 산업 시장 규모는 2010년 약 3조 8천억원 규모의 시장 형성이 예상되며, 매년 10% 이상의 성장이 기대
- 또한 국내 관련 산업 성장으로 인해 약 7천 명의 신규 고용 창출이 예상



- 국내 침강성 탄산칼슘 수요 현황을 보면 세계 침강성 탄산칼슘 수요 현황과 큰 차이를 보이고 있음을 확인할 수 있다. 즉 세계 침강성 탄산칼슘의 주용도는 제지용이지만 국내 침강성 탄산칼슘은 페인트와 제지가 83% 점유하고 있으며 국내에서 생산되고 있는 침강성 탄산칼슘은 제지와

페인트에 90%이상 수요. 또한 PET 필름이나 전자재료 기타(식품, 의약품, 화장품, 치약 등)에 이용되는 침강성 탄산칼슘은 일본 등의 침강성 탄산칼슘 수입

- 국내 침강성 탄산칼슘 수요 현황이 세계 시장 현황과 상이한 점은 주로 내수시장에 치중한 제품 생산임으로 저가의 중질 탄산칼슘이나 침강성 탄산칼슘보다 값싼 Filler 및 체질안료 사용
- 최근 수입되는 침강성 탄산칼슘의 시장 규모는 200억원의 규모를 형성하고 있으며 국내 침강성 탄산칼슘의 시장 규모는 300억원(국산 침강성 탄산칼슘 100억원 포함) 시장 규모
- 최근 수입되는 침강성 탄산칼슘에서 단가(만원/톤)가 60 ~ 90만원대의 침강성 탄산칼슘의 수입량은 전체 수입량의 80%를 점유하고 있으며 시장 규모는 20억원 시장 규모 형성

나. 프리세라믹

- 국내 pre-ceramics 산업은 전자정보통신 산업과 더불어 발전하여 왔으며, 2000년 이후 지속적인 성장
- 국내 pre-ceramics 생산 품목은 기술 수준이 낮은 범용제품이 주종을 이루고 있고, 고부가가치 제품은 대부분 일본 등 선진국에서 수입하고 있는 실정으로 대일무역 역조의 한 원인이므로 국산화를 위한 기술개발 육성이 시급
- 현재 국내의 정밀화학산업은 비교적 내수시장이 큰 의약, 농약, 염·안료 업종에서 수입대체를 위한 범용제품 및 완제품 위주로 성장 발전해왔고 이중 염료·안료, 도료, 계면활성제 등 범용화학 제품의 제조기술 수준은 상당 부문 선진국 수준에 도달했지만, 고도의 기술과 막대한 개발비가 투자되는 정밀화학산업의 핵심기술인 원제, 중간체 특히 전자정보용 소재는 선진국 제품의 수입 의존도가 매우 큰 실정

- 세계 pre-ceramics 시장 규모는 정확하게 파악되지 않고 있으나, 정보화 산업, 신재생 에너지 산업등의 발전과 더불어 꾸준한 성장 기대
- 세계 파인 세라믹 시장의 경우 일본이 전체 수요의 40%, 미국이 30%를 점유하고 있는 것으로 알려져 있으며, 이는 pre-ceramics 시장에서도 유사할 것으로 예측

다. 전자세라믹

- 휴대폰, 컴퓨터, 각종 이동통신기기 등의 발달에 따른 전자부품이 수요를 견인해 왔으나 향후 자동차, 에너지·환경, 바이오, 나노관련 분야의 관심과 수요가 증가하면서 이와 관련된 전자세라믹 분야의 시장이 성장될 전망. 수요가 급증함에 따라 전 세계 세라믹 산업의 시장규모는 연 평균 7%의 성장 추세를 보일 것으로 예상되며 향후 2012년에는 2,529억불의 시장이 형성될 것으로 예상
- 전세계 전자부품 시장의 대부분을 차지하고 있는 미국과 일본을 포함한 각국의 향후 전자세라믹 소재의 세계적 수요 및 전망은 아래 표와 동일

< 표Ⅷ-1 전자세라믹 소재의 세계수요 및 전망 >

(단위: 백만불)



*. 자료: 세계일본전자부품총람 (2004), 세라믹소재 원천기술 기획 (요업기술원, 2006.8)

- 압전부저, 가슴기용 진동자, 착화소자 등의 압전 소자에 주로 사용되는 압전 세라믹 시장은 한국과학기술정보연구원의 압전 세라믹 심층분석 보고서 (2002)에 따르면 향후 2013년경에는 1조 7천억의 시장 예측
- 자성 세라믹 재료로서 하드 페라이트는 각종 음향기기, 회전기기용 모터의 꾸준한 수요증가가 예상됨에 따라 향후 2010년까지 10.5%의 비교적 높은 수준의 성장률이 예상되나 rare earth계 소재를 사용한 자성소재의 우수한 자성 특성과 경량화 특성으로 인하여 고전이 예상된다. 반면 소프트 페라이트는 2010년까지 시장성장률이 3.5% 정도로 하드 페라이트와 비교하여 상대적으로 낮은 시장 성장률이 예상된다. 또한 부가가치가 낮은 편향 요크용 등의 자성 재료는 값싼 노동력이 풍부한 중국 시장으로의 생산기지 이전이 예상
- 세계시장에서 연간 약 6%의 비교적 높은 성장률을 보이는 써미스터에 사용되는 반도체 세라믹 또한 친환경 무연계 세라믹으로의 소재가 이동함에 따라 무연계 소재 시장의 확보와 낮은 단가의 중국산 반도체 세라믹 소재의 시장 점유율 증가가 예상
- 세계 디스플레이 산업이 연평균 39%의 급성장을 보이고 있는 호조세에 힘입어 디스플레이 재료 산업 역시 동반 성장이 예상
- 실리콘계, 화합물계 등의 시장으로 구분되어 있는 태양전지 시장은 국내의 반도체 산업인프라를 활용하면 세계적으로 우수한 일본과 미국의 대표 제조업체들과의 시장 경쟁이 어느 정도 가능할 것으로 예상된다. 특히, 실리콘계가 산업의 85% 이상 점유하고 있고 박막형 태양전지는 현재 시장 점유율이 10% 미만이나 향후 가격경쟁력을 바탕으로 시장 점유율의 확대가 예상
- 전자세라믹에 포함되는 납(Pb), 형광등과 냉음극관에 포함되는 수은(Hg) 등에 대해서는 예외 규정을 두고 있으나, 중금속 함유 제품에 대한 규제의 추세는 향후 전 세계적으로 첨단기술집약적인 부품소재로 확대되어 갈 것이 확실시됨에 따라 무연계 전자 세라믹 소재개발 기술을 위한 대응책 마련이 시급

- 다기능과 고용량의 정보전달이 요구됨에 따라 유비쿼터스 환경에 적합한 각종 센서의 경우 내장화하기 위하여 소형화 기술이 필요하며, 또한 네트워크와의 결합에 의한 RF, Digital 등 복수의 시스템을 하나의 모듈에 집적화시키기 위한 초고집적 복합모듈기술의 개발이 예상
- 유전체 필터의 경우, 향후 단층 및 다층 구조 모두 저온 동시 소성 세라믹 (LTCC: Low Temperature Co-fired Ceramic) 패키지의 재부에 필터 성분을 포함하는 형태로 발전할 것이며, 음파 소자는 마이크로 필터와 경쟁상대가 될 수 있는 소형화 기술개발이 발전할 것으로 예상
- 박막재료는 반도체 제조원가에서 차지하는 비중은 미미하나 제품의 품질에 결정적인 영향을 미치기 때문에 기술적 진입장벽이 매우 높음
 - ACL용 박막재료 : 포토마스크의 식각비율을 정교하게 하기 위해 포토 마스크 아래에 깔리는 보조재료(하드마스크) 개발 기술이 필요
 - High-K (고유전율 박막재료) : DRAM의 캐패시터 및 게이트 절연막 재료로 K(유전상수)가 높을수록 미세회로를 만들 수 있기 때문에 고유전율 재료 기술이 필요
 - SOD (Spin On Dielectric) 재료 : 반도체 칩 내부의 트랜지스터, 캐패시터, 셀 간 절연막으로 사용되기 때문에 전송선로의 신호전달 속도에 영향을 주지 않는 저유전율 재료 기술이 필요
- 디스플레이용 재료로서 PDP paste용 glass powder는 향후 상당히 심각한 환경문제를 야기시킬 수 있는 Pb계 유리에 대한 환경문제를 해결하기 위해 Pb-free 유리를 개발하는 기술에 초점
- 환경오염에 따른 배기가스규제는 다양한 형태의 전기자동차가 개발을 촉진시키며 전지만으로 전기모터를 구동시키는 순수 전기자동차는 일회충전 주행거리의 한계로 개발과 상용화가 계속 지연되고 있기 때문에 이를 극복하기 위하여 HEV (Hybrid Electric Vehicle)에 대한 연구가 증가. HEV의 내연기관을 연료전지로 대체하기 위한 FCHV (Fuel Cell Hybrid Vehicle) 기술이나 고성능 2차 전지를 위한 대용량 리튬 2차전지 기술의 개발이 요구

라. 기계구조세라믹

- 자동차 생산량 세계 5위권 진입과 IT 산업의 진흥에 힘입어 기계·자동차와 반도체·디스플레이 부분의 성장율은 연평균 8.5% 정도에 이름. 반면, 내열·철강 부분의 시장은 정체되고 우주항공·방위 산업용 분야는 민간수요가 제한적이어서 증가율이 크지 않을 것으로 예측

< 그림 VIII-1 기계·구조세라믹 국내시장현황 및 전망 >



* 자료: 공구공업협동조합, 반도체산업협회, 내화물공업협동조합

- 고집적화에 따른 선풍 미세화가 진행되고 높은 생산성의 대형 wafer가 적용됨에 따라 고밀도 플라즈마 공정과 초고순도 고온 열화학 환경이 요구. 따라서 기존 Alumina, Quartz 등의 산화물 시장은 정체되는 반면 SiC, AlN 등의 비산화물 시장은 꾸준히 성장하고 있음. 전체적으로 대구경화에 따른 세라믹 제품의 고부가가치화와 graphite와 같은 기존 소재의 세라믹화가 복합화되어 연간 약 12%의 성장률을 보임

< 표Ⅷ-2 반도체 장비용 소재(AIN, SiC, Al₂O₃)의 시장 전망 >

(단위 : 물량-억원, 점유율-%)

구분		2008년	2013년	2016년
해외시장	물량	16,000	28,000	39,000
	점유율	1.9%	6.5%	12%
국내시장	물량	1,900	3,400	4,700
	점유율	16%	35%	50%

* 자료 : 신산업총연 특별기획보고서(2006, 일본) 참조 작성 동부증권 반도체소재산업 보고서(2007)/한화증권 기업분석(원익퀴츠) 참조작성

< 표Ⅷ-3 고강도/고인성/내마모 세라믹 소재 기술의 시장 전망 >

(단위 : 물량-억원, 점유율-%)

구분		2008년	2013년	2016년
해외시장	물량	170,000*	270,000**	360,000**
	점유율	1.2%	1.5%	2.1%
국내시장	물량***	5,100***	8,200***	10,900***
	점유율	39%****	50%	70%

* 자료 : Ceramic Industry (2005년) 참조작성

< 표Ⅷ-4 항공우주/원자력 산업용 세라믹 섬유 복합재료의 시장 전망 >

(단위 : 물량-억원, 점유율-%)

구분		2008년	2013년	2016년
해외시장	물량*	30,000	45,000	57,000
	점유율***	5.5	6.1	6.7
국내시장	물량**	540	870	1,200
	점유율***	18	35	50

* 자료 : Am. Ceram. Soc. Bull., 82[7] 참조작성 Business Opportunity Report, GB-107R, Advanced Structural Ceramics, 2005, BCC Inc. 참조

- 미국 구조세라믹 시장을 주도하는 분야는 국방/내마모 관련 부품으로서 연간 1조2천억 원의 시장이 형성. 이는 미국이 세계의 경찰이라는 역할을 맡으면서 국방 분야가 지속적으로 우위를 점할 수 있도록 방탄 등의 수요가 지속적으로 증가하고 있기 때문으로 사료됨. 특히 전 군인에 개인 방탄 시스템을 지급할 경우 국방 분야 세라믹 부품 산업의 수요가 크게 증대될 것이며, 현재 이 분야 선두 업체는 **Ceradyne**
- 환경 보호를 위한 각종 필터 시장이 6천억 정도 형성되어 있으며, 향후 디젤 차량 증가에 따른 DPF(Diesel Particulate Filter) 시장의 확대로 년 11% 이상의 성장 예상
- 2006년도 기준 유럽의 구조세라믹 시장은 3조원 정도로 추정되고 있으며, 가장 큰 시장을 형성하고 있는 부품은 DPF로서 1조4천억원의 시장을 형성하고 있음. 이는 유럽에서 디젤차량의 증가가 뚜렷하며(승용차의 50%가 디젤차량임), 환경 규제가 엄격히 적용되고 있기 때문으로 사료됨. 향후 Euro 6 규정이 적용되는 2012년까지 년 11.5%의 급격한 성장을 예상
- 금속/비철금속에 사용되는 세라믹 고온부품이나 Kiln Furnitute의 경우 6.6천억의 시장이 형성되어 있으나 향후 시장의 성장은 둔화될 것으로 전망
- 자동차 시장과 연계된 절삭공구, 기계산업이나 건축산업과 연계된 Pump Seal 등의 경우 9천억 원의 시장이 형성되어 있으며, 2012년까지 4.4%의 안정적 성장을 할 것으로 예측
- 일본 구조세라믹 시장에서 알루미늄 제품이나 1995년에서 2003년 사이에 크게 증가한 것은 반도체 공정 장비용 세라믹 치구 시장이 커진데 기인하는 것으로 추정
- 일본 구조세라믹 시장은 반도체, 자동차 부분 응용이 주도하고 있으며, LCD, 정밀기계, 비철금속 산업에의 응용 분야가 소폭 성장

< 표VIII-5 일본 구조세라믹 시장 >

	Fiscal Year			
	1985	1990	1995	2003
Alumina	105	172	203	372
Zirconia	12	53	82	73
Silicon nitride	13	45	43	45
Silicon carbide	10	28	23	49
Aluminum nitride	-	-	-	40
Others	20	88	117	135
Total	160	387	468	715

< 표VIII-6 최근 일본 구조세라믹 제품 시장 >

Product	2004	2005
Communication and electric products	67	85
Semiconductor production equipment	182	207
Liquid crystal display production equipment	73	74
Precision mechanical parts	11	12
General mechanical parts	101	104
Non-ferrous alloy making equipment	12	14
Automobile parts	168	184
Others	84	82
Total	699	761

* 자료 : Akira Okada, "Automotive and industrial applications of structural ceramics in Japan," J. Euro. Ceram. Soc., 28, 1097-1104 (2008)

< 표VIII-7 2006년도 미국과 유럽의 엔지니어링 세라믹 시장 및 전망 >

	USA		Europe	
	\$ million	AAGR%	€ million	AAGR%
Mechanical and wear parts Cutting tools Pump seals Bioceramics Armour Bearings Other wear parts	1127	3.4%	618	4.4%
High temperature process parts Molten metal filters Continuous casting parts for steel Advanced kiln furniture	243	-0.2%	473	0.0%
Catalyst supports, membranes & filters Automotive catalyst supports Industrial catalyst supports Membranes Diesel particulate traps Hot gas filters	541	11.3%	996 (1조4천억)	11.5%
Total	1911	5.6%	2,087	7.3%

* 자료 : Engineering Ceramics in Europe and the USA - A new market and technical report, Enceram, Mount Pleasant, Menith Wood, UK-Worcester WR6 6UB, May 2007

마. 에너지 · 환경세라믹

□ 에너지 · 환경용 고온 구조 및 복합소재

- 최근 고유가의 원인으로 인해 에너지 및 고온 소재가 연간 10% 이상의 가장 큰 성장률을 나타내고, 우주항공과 자동차 및 터빈 엔진 소재가 차순위에 있음으로써 에너지효율과 관련된 소재시장이 급속하게 성장중
- 특히 정부에서는 에너지위기를 극복할 수 있는 근본적인 해결책이 소재원천 기술개발에 있음을 인지하고, 고유가대비 기술, 기후변화협약 대응기술, 수소경제사화 구현 기술 확립을 위한 장기적인 계획 수립과 지원을 진행
- 따라서 에너지/소송용 부품, 우주항공용 부품, 원자력 부품이나 국방산업용 부품 산업에서 입자 및 섬유강화 복합 소재나 신코팅 소재 및 시스템 개발을 위한 고온 구조 및 복합 소재의 연구개발이 지속될 것이 확실하며, 현재 침체되어 있는 국내시장도 개발기술의 기업체 이전을 통해 활성화 될 것으로 예측

< 표Ⅷ-8 항공우주/원자력/자동차/발전/가전산업용 세라믹섬유 복합소재 시장 전망 >

구분		2008년	2013년	2016년
국내시장	물량*(억원)	540	870	1,200
	점유율**(%)	18	35	50

* 자료 : 북미의 2007년 세라믹 복합재료 시장은 약 5,400억원이며, 연평균 성장률은 8.4%로 예상 (참고자료: Am. Ceram. Soc. Bull., 82[7] p. 9). 세계시장은 북미시장의 5배로 가정하여 산출

* 국내시장 물량은 북미시장의 약 10%로 추정된 것이며 연평균 성장률을 약 10%이상

* 해외시장 점유율은 북미의 점유율 5.5% 및 5년간 성장률 10.6%를 가정하여 산출(Business Opportunity Report, GB-107R, Advanced Structural Ceramics, 2005, BCC Inc.)

< 표Ⅷ-9 초정밀 신코팅 소재의 시장 전망 >

구분		2008년	2013년	2016년
국내시장	물량(억원)	18,850	31,175	42,000
	점유율(%)	24.3	40.0	56.7

- 북미의 구조용 탄소 소재 시장 중 탄소섬유가 2005년 기준으로 가장 큰 비중을 차지하고 있음을 수 있으며, 연간 성장률은 다소 지연되고 있으나, 전체 시장에서 차지하는 비중은 탄소-탄소 복합체와 함께 큰 비중을 차지하고 있어 탄소섬유 강화 세라믹 복합체와 같은 고온 구조 및 복합소재의 시장도 지속적으로 유지될 것으로 전망

< 표Ⅷ-10 북미의 구조용 탄소 소재의 시장과 시장점유 현황 >

Market Segments	2005		2011		AAGR (%)
	(\$ Mil)	(%)	(\$ Mil)	(%)	
Carbon fibers	624	40.1	878	39.5	6.6
Carbon foams	10	0.6	24	1.1	16.9
Structural graphite	321	20.6	348	15.7	2.0
Carbon-carbon composites	603	38.7	970	43.7	8.5
Total	1,558	100.0	2,220	100.0	6.6

* 자료 : BCC Report, GB-263R, "Advanced Structural Carbon Products : Fibers, Foams and Composites - Updated Edition", Business Communications Co. Inc., Dec. (2005)

- 북미의 고성능 세라믹 코팅 시장은 표 24과 같이 용사 코팅이 압도적인 시장을 점유하고 있음. 고온 구조 및 복합 소재용 초정밀 코팅 기술은 EB-PVD, Plasma 또는 이들의 하이브리드 개념으로 진행되고 있기 때문에 세라믹 코팅 시장의 전망을 더욱 활성화 될 것으로 예측

< 표Ⅷ-11 북미의 고성능 세라믹 코팅 소재의 시장과 시장점유 현황 >

Coating Technology	2007		2012		AAGR (%)
	(\$ Mil)	(%)	(\$ Mil)	(%)	
Thermal spray	908.3	65.1	1,210.2	64.0	5.9
Physical vapor deposition (PVD)	169.3	12.1	227.4	12.0	6.1
Chemical vapor deposition (CVD)	214.3	15.3	261.2	13.8	4.0
Other**	104.3	7.5	173.2	9.2	10.7
Total	1,396.2	100.0	1,892.0	100.0	6.0

* 자료 : BCC Report, GB-263R, "Advanced Structural Carbon Products : Fibers, Foams and Composites-Updated Edition", Business Communications Co. Inc., Dec. (2005)

* Includes spraying/dipping, sol-gel, micro-oxidation & laser assisted techniques

- 한편 고성능 세라믹 코팅 기술의 응용분야를 살펴보면 표 25에 나타낸 바와 같이 산업용 내마모 부품이나 의료용 부품을 제외한 모든 분야가 발전용 터빈이나 우주항공용 엔진, 고온 열교환기용 소재이며, 특히 열교환기와 고온 소재 분야의 성장률이 가장 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있어 에너지환경용 소재 중 초정밀 세라믹 코팅 소재의 중요한 역할과 시장전망 예측

< 표Ⅷ-12 고성능 세라믹 코팅 기술의 응용분야별 시장 전망 >

Application Segment	2006		2007		2012		CAGR (%)
	\$	%	\$	%	\$	%	
Aircraft engines & aerospace	655.3	49.7	693.4	49.7	908.5	48.5	5.6
Automotive & marine	102.9	7.8	110.4	7.9	159.8	8.5	7.7
Power generation	49.5	3.8	51.7	3.7	63.9	3.4	4.3
Heat exchanger & high temperature use	37.0	2.8	40.6	2.9	66.3	3.5	10.3
Tools	198.0	15.0	203.9	14.6	242.1	12.9	3.5
Wear parts & other industries	229.2	17.4	241.5	17.3	315.6	16.9	5.5
Medical	47.6	3.6	54.7	3.9	115.8	6.2	16.2
Total	1,319.5	100.0	1,396.2	100.0	1,872.0	100.0	6.0

* 자료: BCC Report, GB-263R, "Advanced Structural Carbon Products : Fibers, Foams and Composites-Updated Edition", Business Communications Co. Inc., Dec. (2005)

* Includes spraying/dipping, sol-gel, micro-oxidation & laser assisted techniques

□ 고체 산화물 연료전지 소재

- 연료전지 시스템 중 고분자 전해질을 이용한 PEMFC의 경우 자동차산업이 가장 큰 성장 잠재력을 가지고 있는 반면에 분산발전용 연료전지로서는 발전단가나 효율 측면에서 SOFC 시스템이 가장 전망이 밝음
- 국내에서는 POSCO 에서 차세대 에너지산업으로서 MCFC와 더불어 SOFC 시스템 개발에 적극 투자하고 있으며, 삼성전기, 효성중공업에서도 개발 참여 움직임이 상승
- 미국의 경우 우선 상용화가 이루어진 분야는 군용 휴대형 발전시스템으로서, Nanodynamics, AMI 등에서 납품 중. SECA 프로그램에 Siemens, GE 등 대기업이 적극 참여하여 상용화를 위한 목표수준에 근접한 단계

바. 바이오 세라믹

- 바이오 세라믹 소재는 고령화 사회, LOHAS 생활, 청정 환경, 신에너지 창출 요구라는 현대 및 미래 생활의 트렌드로 인해 수요가 급증하고 있는 임플란트, 질환치료, 바이오 센서, 바이오 환경, 및 바이오 에너지 분야에서 핵심기능 소재로써의 역할 기대
- 또한, 미래형 핵심부품 창출을 위한 필수적인 소재로써 고기능성 생체 세라믹 수요를 충족시키고 세라믹소재의 활용범위를 대폭 확장시킬 수 있으므로 세계 및 국내에서 고속 성장하는 시장을 형성할 것으로 예상

< 그림Ⅷ-2 국내 및 세계 바이오 세라믹 시장 전망 >



□ 국내 바이오 세라믹 시장전망

- 국내 바이오 세라믹 시장은 2006년 기준 7,000억 원에서 2018년 2조원 규모로 매년 20%의 성장 기대
- 바이오 세라믹 소재의 주요 응용 분야인 하나인 임플란트 시장은 연간 15%의 성장률을 보이며 2006년 기준 1,600억 원의 시장을 형성하고 있고 2018년에는 4,600억 원의 시장이 형성될 것으로 예상
- 분리/정제 제품 시장은 연간 15%의 성장률을 보이며 2006년 기준 3,600억 원의 시장을 형성하고 있고 2018년에는 6,900억 원의 시장이 형성 예상
- 검출/진단 시장은 연간 34%의 초고속 성장률을 보이며, 2006년 기준 1,300억 원의 시장을 형성하고 있고 2018년에는 7,300억 원의 시장을 형성 예상
- 2018년 2조원 생체 세라믹 국내시장 및 세계시장 5% 점유를 예상할 때 10조원 미래시장 선점이 가능할 것으로 예상
- 바이오세라믹 후방산업의 시장규모를 고려한다면 그 시장 규모는 수십조 원에 이를 것으로 판단

□ 세계 바이오 세라믹 시장전망

- 세계 바이오세라믹 시장은 2006년 기준 66조원에서 2018년 195조원 규모로 매년 15%의 성장이 기대
- 바이오세라믹 소재의 주요 응용 분야의 하나인 임플란트 시장은 연간 13%의 성장률을 보이며 2006년 기준 14조원의 시장을 형성하고 있고 2018년에는 36조원의 시장이 형성될 것으로 예상
- 분리/정제 제품은 연간 15%의 성장률을 보이며 2006년 기준 34조원의 시장을 형성하고 있고 2018년에는 94조의 시장이 형성될 것으로 예상

- 검출/진단 제품 시장은 연간 18%의 고속 성장률을 보이며 2006년 기준 21조 원의 시장이 형성되어 있고 2018년에는 65조 원의 시장이 형성 예상
- 바이오 세라믹과 관련된 산업규모 및 시장 규모를 고려한다면 전체 시장 규모는 300조 원 이상에 이를 것으로 판단

2. 신기술전망

가. 원료 · 광물

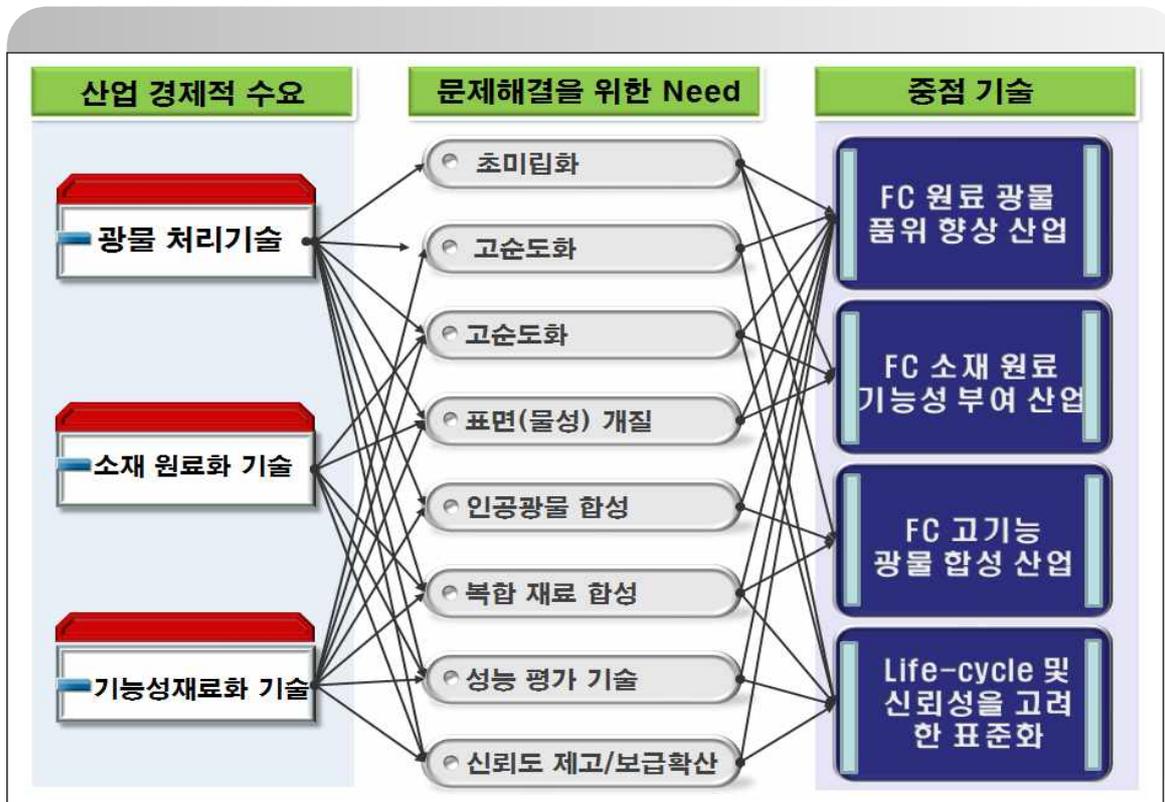
- 자원소재 활용기술이 체계적으로 이루어진다면 산업의 부가가치 제품생산에 필요한 해외의 소재 소모량을 감소시키고 국내 기술에 의한 첨단원료소재 생산, 수입 대체로 산업원료소재를 안정적으로 확보할 수 있는 가장 확실한 방안 매김
- 국가 산업의 지속적인 성장을 위해서는 국가 산업의 고도화 및 이를 위해 요구되는 다양한 기능과 조건을 만족시키는 소재 원료의 공급이 필수적 요소

< 표VIII-13 FC 산업 원료 주요 유망분야 >

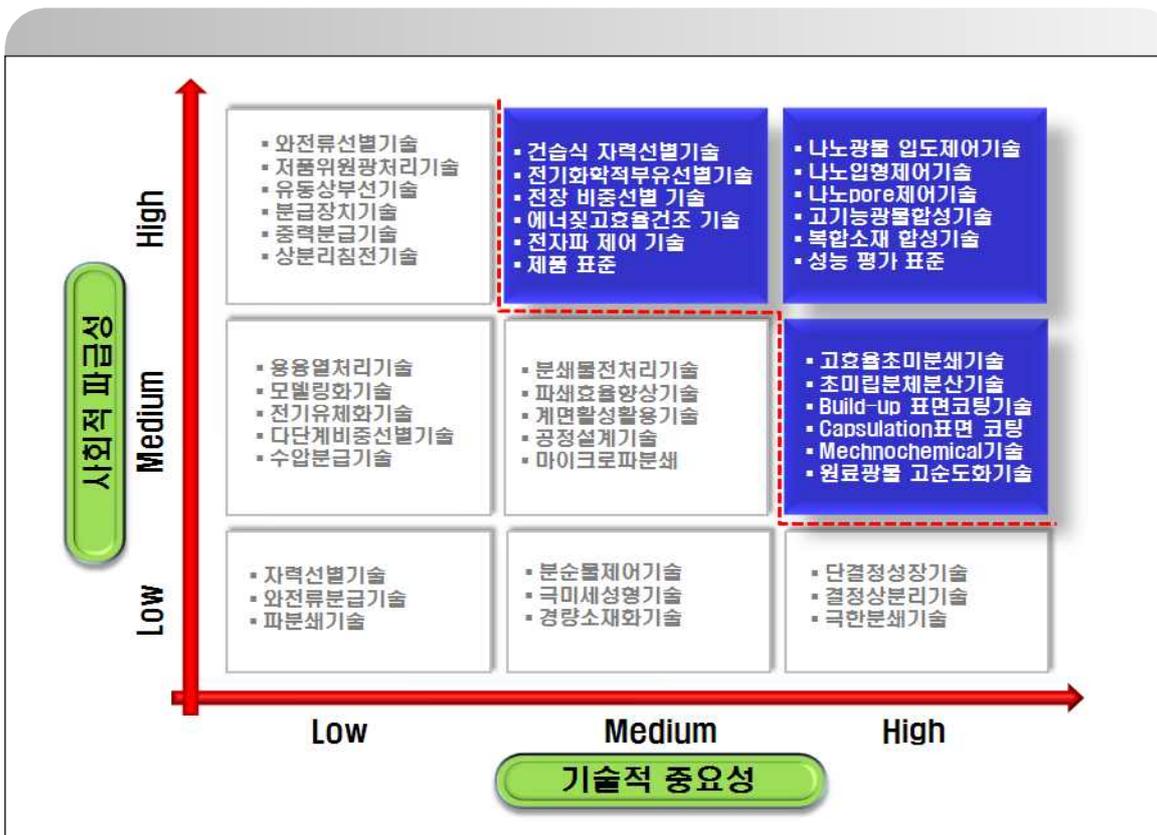
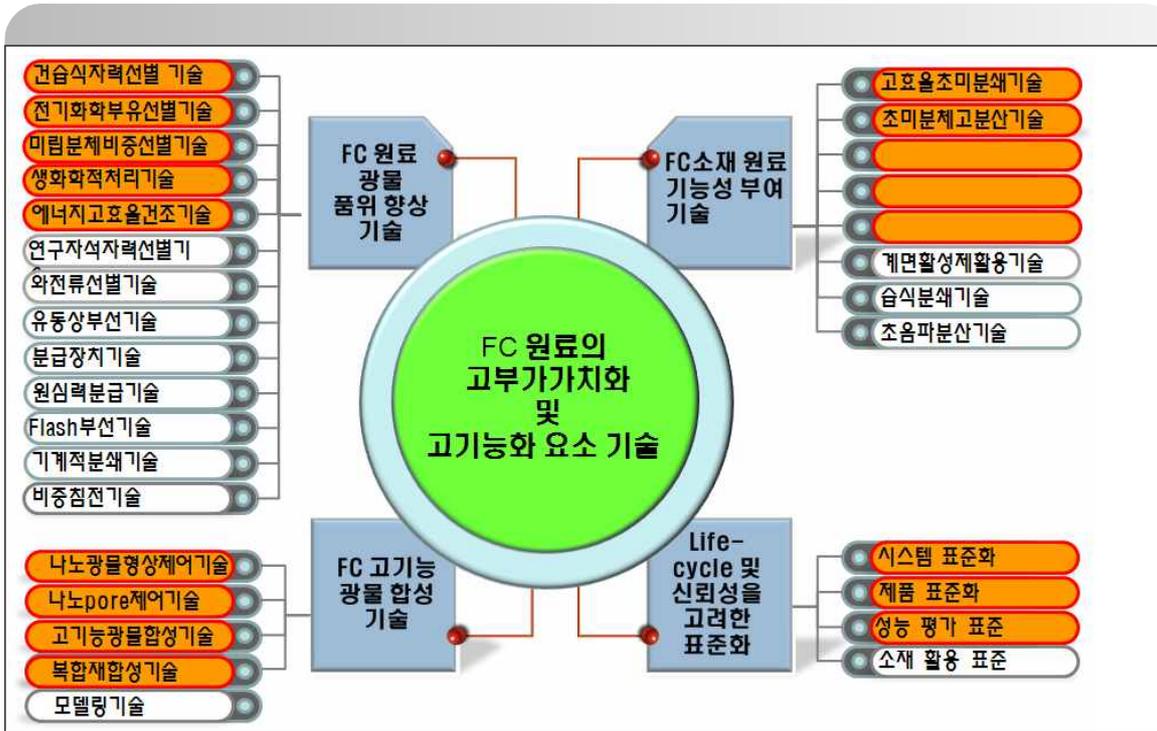


- 다양한 파인세라믹 산업의 수요를 충족하기 위해 원료 소재의 품질 안전성 확보, 원료 소재의 효율 증대 및 성능 극대화를 위한 기술개발이 필요한 실정으로, 원료 광물을 활용한 건설재료 중 다양한 파인세라믹 산업의 수요를 만족하고, 새로운 시장 창출 가능성, 사회적 파급효과와 보급 확산의 실현가능성이 높은 주요 산업 도출
- 상기의 도출된 세부요소기술에 대해서 기술적 중요성 및 사회적 파급성을 고려하여, 광물 자원을 이용한 파인세라믹 소재 및 실증화를 위한 핵심 세부요소기술을 다음 그림과 같이 필터링 완료

< 그림Ⅷ-3 파인세라믹 원료·광물 유망산업 도출 >



< 그림VIII-4 차세대 파인세라믹 원료 소재 기술 도출 및 세부요소기술 필터링 >



나. 프리세라믹

- 최근의 파인 세라믹 산업은 NIEBT 산업 간의 연계성뿐만 아니라 이중 산업과의 접목이 활발하게 추진됨에 따라 다양한 pre-ceramics의 필요성이 대두
- 산업간 융합이 가속되어 새로운 형상/물성/기능을 갖는 pre-ceramics에 대한 요구가 절실해짐. 예를 들어 IT 산업은 환경 친화, 인간 친화 편의성 향상, 디자인 향상 제품의 고급화, 신물질 친화에 근간 이룸
- 신물질 창출 등 정밀화학 분야의 기술개발에는 막대한 개발자금이 소요되지만, 성공하면 세계시장을 지배할 수 있는 특징이 있어 선진 화학업체들은 지속적으로 개발에 전력을 다하고 있으며, 국제적인 협력개발도 활발히 진행
- 기존의 전통적인 세라믹 공정에 의해 제조되는 제품 외에 바이오·나노 등 새로운 개념을 접목하여 신제품을 창출하려는 노력이 가속화
- 기술간 영역이 붕괴되면서 나타난 융합기술 또한 파인세라믹 산업에 영향을 미치고 있는 바, 정밀화학 기반 파인세라믹 산업의 범위는 더욱 확대되어 가는 추세
- 지구 온난화 및 공해유발 문제를 해소할 수 있는 대체에너지 소재, 태양 전지를 비롯한 각종 고성능 전지와 같은 환경친화적 신소재의 개발 가속화 등은 기술적으로 매우 중요한 분야들로서, 정밀화학 기반 파인세라믹 산업은 무한한 가능성이 있는 첨단기간 산업
- 환경문제에 대한 관심 고조로 무공해 및 저공해 제품에 대한 수요자의 선호도가 높아지고 있으며 최근 IT, BT 등의 발전에 따라 전자정보, 항공우주, 에너지 등 첨단산업에서 필요로 하는 첨단 세라믹 소재 및 제품의 시장수요가 급증하고 다양화로 변화
- 단기적으로 pre-ceramics 산업은 국내 IT 산업에 다양한 소재를 공급하는 쪽으로 발전하여 고품질 소재에 대한 수입대체 효과 수확

- 중장기적으로 pre-ceramics 산업은 정밀무기화학 기술, 나노기술과의 융복합화를 통하여 후발형 영세 산업 구조에서 미래 시장 이슈 선점형 첨단 기술 산업으로 재편 예정
- 국내 파인세라믹 산업계는 나노기술 및 화학기술과 생명과학/정보기술과의 접목을 통해 기능성 재료, 기존제품의 성능개선 및 신공정 개발을 확대
- 국내 정밀화학 산업에서는 주로 범용 위주의 양적 성장전략을 채택함에 따라 신소재 창출 관련기술의 부족으로 첨단분야 진출이 어려운 기술 개발력의 열세를 보이고, 특히, 전자부품용 정밀화학 소재는 거의 수입품에 의존
- 선진국은 시장 독점 및 기존 시장의 유지를 위해 축적된 기술을 활용하여 고기능성, 고부가가치형 pre-ceramics 제품 개발에 치중
- 중국, 인도 등 후발개도국은 비교적 낮은 수준의 기술로 구성된 범용의 pre-ceramics 제품 위주로 가격 경쟁력을 앞세워 세계시장 공략 예상
- 유/무기화학 및 재료공학 이론을 배경으로 하는 파인세라믹 소재용 pre-ceramics (전구체)개발 기술은 그 기술적 파급효과가 차세대 정보전자 디바이스 및 메카트로닉스, 에너지, 바이오 등의 첨단 산업에서 요구하는 다양한 형태의 소재 기술에 대한 기본적 배경으로 적용되고 그 용도에 따라 다양한 형태로 변형·발전이 가능
- 세계 최고 수준의 반도체 공정기술을 확보하고 있음으로 인해 이를 나노기술 개발에 최대한 활용할 수 있는 여건은 조성되어 있으며 나노기술의 전단계라 할 수 있는 MEMS 기술 개발이 산업계에 활발히 조성
- Aerosol deposition (AD)법은 일본에서 독자적으로 개발한 기술로서 굵지 않고 상온에서 치밀한 세라믹 박막을 만들 수 있는 공법으로 AD 기술을 이용해 나노 전자세라믹의 응용 개발을 추진 중
- 소형화, 경량화, 고기능화 복합화 등으로 전개 가속화로 인한 재료의 고순도화 및 타기술과의 융합과 접목이 가능한 pre-ceramics 발굴이 기술 개발 방향

- pre-ceramics 기술은 첫째, 개발을 목표로 하는 파인세라믹의 형태, 성능 등을 고려하여 전구체의 설계와 시뮬레이션을 통한 화학적, 재료적 특성을 예측하고 둘째, 이를 토대로 목표 전구체의 합성, 단위 세라믹 소재의 배합, 합성을 통하여 독자적 특성이 극대화된 고순도, 고효율, 고기능성 파인세라믹 양산 공정을 개발하고 셋째, 해당 단위 전구체와 파인세라믹 소재의 다양한 특성 및 응용 평가를 통해 관련 산업에 적용하는 기술을 전체적으로 의미

○ 광통신 · imaging 소재

- 북미지역은 파장분할 다중화방법(WDM; Wavelength Division Multiplexing) 기반의 메트로/액세스망을 구성하고, 가입자 구간에서 연결망을 현실적인 수준으로 검토하여 수동 광통신망(PON; Passive Optical Network), 버스 구조방식의 LAN인 이더넷(Ethernet) 등을 추진 중이며, 이를 위해 저가격의 소재부품 개발 기술쪽에 치중
- EU의 경우는 BT, FT 등의 분야에 전문성을 가진 20개의 사업자들이 참여한 EURESCOM에서 연구되고 있는 프로젝트 중의 하나인 FAN (Future Access Networks)에서 xDSL, PON 등 다양한 액세스 기술의 경제성, 서비스 요구사항, 상호 운용성, 진화 방향 등의 액세스 네트워크에 관한 연구를 진행하여 망구축 기준 및 장비 표준화를 시도
- 일본의 경우에는 총리가 직접 관장하는 'IT 전략본부'(고도 정보통신 네트워크사회 추진 전략본부, e-Japan Program) 발족을 기반으로, 세계 최강의 IT 국가로 변모한다는 목표 아래 범정부 차원에서 추진하는 '일본열도 IT화 기본계획'으로 고기능의 유연하고 안전한 차세대 정보통신 환경을 기반으로 정보와 지식을 창조, 유통, 공유할 수 있는 고도 정보통신 사회를 조기 실현하고자 가입자망의 저변화에 힘쓰고, 이를 위한 차세대 소재개발에 산·학·연의 개발이 활발

○ 기능성 콜로이드 소재

- 기술 선진국인 미국, 일본 및 유럽 국가들이 정부 차원에서 나노기술 관련 분야에 대규모 집중투자를 함으로써, 나노기술이 접목된 기능성 Colloid 소재분야가 급성장 중
- 정보산업용 각종 페이스트 제품의 경우에는 미국 Dupont사, 일본 Shin-Etsu사 등이 세계시장을 석권하고, CMP 슬러리 및 세라믹 코팅 등은 미국 Dupont사, Rohm&Haas사, 일본 Shinko사, 스미토모 금속 등이 선두 업체

- 친환경 Colloid 소재 기술의 경우는 아직 크게 실용화되지는 못하고 있으나 꾸준한 기술투자가 이루어지고 있어, 환경정책 강화 추세와 발맞추어 급성장할 분야로 전망
- 나노소재와 관련한 응용 신기술 분야의 대표 예
 - 나노 기공성 에어로겔은 80~99% 정도의 기공율과 1~50nm 범위의 기공 크기를 가지는 초 다공성/고 비표면적 물질로서, 경량-단열-저유전 특성을 이용한 슈퍼 커패시터, 해수담수화용 전극재료, 촉매재료, 저유전성 재료로의 응용연구가 활발함. 현재는 실리카 에어로겔이 실용화에 가장 근접한 물질임. 실리카 에어로겔의 가장 유망한 응용분야는 투명 단열재로서, Ardon사(스위스)에서는 건물 외벽에 적용한 결과 연간 난방연료의 사용량이 1/10로 감소하였음을 확인
 - 나노 입자는 입자 크기 및 표면 특성을 제어하기 위하여 화학적 합성 방법을 중점적으로 이용하고 있고, 세라믹, 금속 및 복합재료 분말의 합성에 관한 전방위 연구가 활발히 진행중임. 예컨대, 자기배열공정, 초임계 조건등의 액상 반응법을 이용한 세라믹 나노입자 합성이 상용화에 가장 근접

다. 전자세라믹

- 초고속 광통신망을 이용한 광 인터넷, 홈네트워킹 등의 정보통신 인프라를 구축하기 위한 범세계적인 노력이 경주되고 있으며, 특히 우리나라는 이 분야의 경쟁력을 계속 유지하기 위해 막대한 노력을 기울이고 있고, 한편 디스플레이 산업은 반도체 이후 우리나라 산업의 성장 동력 10 대 분야 중 하나로 선정될 정도로 중요한 산업
- 반도체 이후 차세대 성장 동력 산업의 하나로 지정된 차세대이동통신 산업을 예로 들면 2003년 세계 시장 규모가 1297억달러에서 2007년에는 2000억 달러가 넘는 등 정보·전자세라믹은 국내·외적으로 막대한 규모의 시장이 존재
- 광통신망 구성을 위해서는 광원, 광검출기, 전송매체, 광증폭기 등 매우 다양한 수동 및 능동 광소자가 요구되며 이러한 소자 구정의 기본

물질들은 세라믹 재료가 대부분이며, 디스플레이 분야에서도 형광체, 격벽, 유리, 밀봉재 등 대부분의 구성품이 세라믹 재료로 구성되어 있어 상당한 규모의 시장이 이미 형성되어 있으며, 향후에도 발전 가능성이 매우 큰 분야

- 압전 액츄에이터를 이용한 변위소자는 변위량이 외부전계에 의하여 제어 가능하고 위치의 재현성이 좋으며(히스테리시스가 없는 것) 응답속도가 빠른 소자로서 소형 및 경량. 특히 선형적 움직임을 위한 액츄에이터는 압전현상을 이용하는 방법에 따라 직접구동에 의한 리지드 변위형으로써 수 μm 이내의 변위 제어와 타원형 초음파 진동을 이용한 간접구동에 의하여 sub- μm 이내로부터 수 mm 이상의 행정 거리를 갖는 정밀 위치제어 변위소자로의 제작이 가능하다. 최근 들어, 광학 및 반도체 산업의 요구에 따라 정밀 위치제어 시스템의 필요성이 크게 요구되고 있다. 압전 선형 액츄에이터(모터)는 비자성 구동이 가능하며 낮은 소비전력으로 인하여 효율적이면서도 신뢰성 있는 소자임이 입증되어 위성에 탑재되는 정밀 광학기기(우주 망원경, 고성능 카메라)의 위치제어나 비행체의 날개에 부착되어 static and dynamic aero-elastic 문제점을 조절할 수 있는 소자로서도 응용이 가능. 그 외에도 공작기계의 위치제어나 반도체의 고집적화에 따른 마스크 위치제어용 소자로도 사용될 전망
- ceramic resonator는 적용 분야가 각종 전자 제품의 발진회로에 사용되어 지기 때문에 set의 작동여부와 깊은 관련이 있는 회로에 사용되므로 안정적이고 고신뢰성을 요구하고 있으며, set의 소형화 추세에 부응한 표면 실장화(SMD화)와 소형화 그리고 고주파화가 향후 시장을 주도한다고 볼수 있다. 예를 들어 대용량 저장장치인 HDD의 경우 20M 3731 size에서 20M 2520 size로 소형화를 이룩하고 그후 30M를 잠시 거쳐 현재는 40M 2520 size를 주력으로 채택하고 있으며 향후 60M 2520 size가 HDD의 주력 발진자로 탑재될 전망이다. 이와 같이 압전 ceramic resonator는 set의 수요추세가 무선, post PC화로 이루어지면서 이에 부응하는 resonator의 수요는 이와 비례하여 고주파화, 표면실장화, 소형화가 증가하게 될 전망
- 압전세라믹의 연구개발 동향은 공정의 개선으로 압전후막/박막의 기술을 바탕으로 잉크젯 프린터용 압전액츄에이터, 적층형 압전 트랜스 등

액츄에이터 부분에서 활발하게 이루어지고 있다. 특히 PZT 압전 후막/박막의 저온 제조공정의 개발과 더불어 잉크젯용 압전 펌프에만 그치지 않고 각종 의료용, 자동차, 항공기 등의 운송용 액츄에이터나 센서, 로봇 및 저장장치의 정밀 포지셔너 등 각 분야에 응용을 위한 연구가 활발하게 이뤄짐

- 향후 센서는 외계 정보를 감지, 해석, 판단, 명령을 내릴 수 있는 지능형 센서와 인간이 접근할 수 없는 가혹한 환경에서 각종 정보를 얻을 수 있는 극한 환경 센서의 개발이 필요하며, 의료용으로 유망한 좁은 공간에서도 점검과 유지보수 작업에 최적인 MEMS 소자와 원자력 시설과 우주와 같은 원격지에서의 보수점검과 기기의 조립과 조정이 필요한 곳에 적합한 다기능 로봇 등에 필요한 센서의 개발이 요망된다. 앞으로 센서의 발전은 물리센서분야는 지능화, 다원화로, 화학센서분야는 보다 다양화, 분자 식별화 방향으로 진행될 것으로 예측
- 센서에 대한 사회의 요구는 계속 확대될 것이며, 센서기술을 대체할 기술은 없을 것으로 예측. 다만, 센서에 요구되는 니즈(needs)에 대응하기 위한 센서재료의 개발과 더불어 재료가공기술인 micro-machining 기술과 신호 입력 처리를 유기적으로 연결하기 위한 시스템공학의 발전이 요망

< 표Ⅷ-14 센서에 요구되는 니즈(needs) >

분 야	실 시 예
재해 방지 센서	화재, 원자로 사고, 지진, 화산폭발 등의 이상 사태 및 전조 감지
환경 보전 센서	글로벌 환경의 모니터링을 위한 다차원 센서
극한 환경 센서	우주, 해양 등 극한 환경에서 견딜 수 있는 고강도의 내방사선 센서
5감 모방 센서	식품의 신선도, 맛, 냄새 등을 감지하는 센서(일명 전자코)
초감각 센서	인간이 감지 불가능한 물체, 상태, 소리, 냄새 등을 감지하는 센서

라. 기계·구조세라믹

- 기계·구조세라믹은 기계, 철강, 내열산업에 공구, 금형, 기계부품 등으로 산업 전반에 폭넓게 사용되어 왔으며, 자동차·우주항공, 반도체·디스플레이, 방산, 에너지·원자력등 선진산업 분야로의 단계적 진입 및 활성화를 위한 산업기반의 조정이 필요한 시점
- 자동차 산업용 기계가공소재는 현재 분말성형 및 소결기술을 바탕으로 이루어져 있음. 그러나 미래 자동차/기계 산업은 비철금속의 신속한 고속 가공과 환경 친화적인 건식 가공 기술이 필요할 것으로 판단됨. 따라서 미래 소재는 초미립자 모재 기술을 바탕으로 초 고경도 내마모성 코팅기술이 주류가 될 것으로 판단
- 초미립자 모재기술의 핵심요소기술로는 초미립자 원료 합성 및 조성기술, 초고순도 소재 정제 기술이 필요하며, 초경도 내마모 코팅을 위해서는 나노 복합구조가 엔지니어링된 새로운 시스템이 필요한 것으로 판단
- 내마모 특성을 위한 코팅재료로는 주로 질화물 또는 탄화물을 근본으로 하고 있으며, 최근에는 공유 결합 화합물 (CN, B₄C, BN 등) 및 산화물계 물질들의 복합구조를 표면에 형성시키는 기술들이 요구
- 반도체용 세라믹은 최근 수십 nm 공정 기술이 도입됨에 따라 증착, 식각에서의 고밀도 플라즈마 공정이 주요 핵심 제조 기술이 되고 있음. 따라서 반도체 제조 장치의 내부는 all ceramics화가 주요 이슈가 되고 있으며 향후에도 이 경향은 심화 예측
- 따라서 고밀도 플라즈마에 대응할 수 있는 내플라즈마성 소재의 개발이 필수적이며, 이에 더하여 반도체 제조장치의 복합화된 기능성, 예를 들어 내플라즈마성을 지니면서도 ionic charge 의 이동을 제어하고 활용하는 복합기능의 도입이 요구됨. 복합기능과 내플라즈마성의 동시 확보에는 소재의 표면 구조를 제어하는 방법이 유력한 해결책
- LCD 공정 또한 반도체 공정과 유사하게 플라즈마 공정이 많이 활용되며

더하여 초대형 LCD 기판의 제조에 필요한 meter scale의 초대형 내식성, 내열성, 내플라즈마성 세라믹 제조 장치가 필요. 이를 위하여서는 기존의 분말 processing에 의한 소재와 공정만으로 불가능하며 새로운 소재와 공정의 도입이 필요한 것으로 판단

- 최근 항공우주 분야에서 기존 소재의 한계를 뛰어넘는 초경량, 초고온, 고강도, 고인성, 고신뢰성이 요구되는 극한환경용 소재의 필요성이 대두. 이러한 소재의 개발은 장기간 막대한 개발비가 투자되며 개발 리스크가 매우 크지만 소재의 부가가치가 탁월하며, 장기적으로 국가 경쟁력을 좌우할 수 있는 분야로 판단
- 특히 신뢰성을 확보하는 것이 극한환경용 소재의 실용화의 관건이 될 것으로 판단됨. 그러나 현재 한국에는 극한환경용 소재의 신뢰성을 평가할 만한 기반 시설이나 기술력이 존재하지 않음. 이러한 종류의 일은 민간기업이 대규모 리스크를 감수하며 장기간에 걸쳐 수행하기 어려운 만큼, 국가가 주도적으로 참여하여 해결하는 것이 필요
- 초경량, 초고온 소재는 항공우주 뿐만 아니라 최근 발전, 수소 생산 등 현재와 미래 에너지 산업의 핵심소재 역할을 할 것으로 기대됨. 예를 들어 복합화력발전의, 터빈엔진 핵심요소인 터빈 블레이드의 수명은 열차폐성능과 신뢰성에 크게 의존함. 2015년 열차폐 소재가 코팅으로 적용될 경우 0.5 W/mK이하, 벌크 소재로 적용될 경우 0.001 W/mK의 저열전도성 소재가 필요할 것으로 추정
- 복합소재는 기계, 에너지, 환경, 항공우주 산업분야의 미래원천 기간 산업의 핵심적인 요소 기술로 대두될 것이며, 소재의 한계가 시스템의 효율을 좌우할 것으로 판단됨. 향후 10년 이내에 파괴인성 20 MPam^{1/2} 이상, 강도 2 GPa, 운전온도 1500℃ 이상의 소재가 필요할 것으로 판단
- 미래형 원자로, 핵연료 등에서의 엔지니어링 세라믹의 중요성이 재확인됨에 따라 극한 환경용 복합 소재가 필연적으로 요구될 것으로 예상
- 기계소재분야에서 재료 산업의 고부가가치화, 타 기술과의 융합, 나노기술과의 접목 등의 향후 해외 기술 발전 핵심 keyword가 될 것으로 예측

- 특히 구조 세라믹 분야에서도 나노세라믹의 약진과 더불어서 신제조 공정방법과 신제조 장치의 개발을 통해 효율적인 생산방식을 실현할 기술의 확립과 재료개발을 요구할 것으로 예상
- 우주공간과 방사능 등의 극한 환경 부재, 자동차 엔진과 발전용 부재 등의 고온·고인성 부재, 항공기와 가스터빈용 복합재료, 코팅재료, 무인화 공장 관련 부품의 개발 및 보급화 연구가 진행
- 우주기지에 사용되는 초내마모·내마찰부재, 반도체 제조 치공구, 공작기계, 공구, 신연마제 등 파인세라믹 제품·부품의 개발 및 보급 기대

< 표Ⅷ-15 기계소재 분야 연구정책 방향 및 투자동향 >

국가	지원 부처	프로그램명	주요지원 품목	지원 대상
미국	미국 DOE, NIST (상무부) 국방부, NASA, NSF 등	ATP(NIST), DOE(핵에너지, 신재생에너지 관련 소재연구, 통합소재연구소 운영) 국방부(세라믹, 복합재료 등 장기적 연구개발),	물질특허 (원천기술), 항공, 우주, 환경에너지, 바이오	산업체 또는 산·학·연 공동 프로젝트
일본	경제산업성	혁신부재(고부가가치)산업 창출 프로그램	재료기술, 기계부품 등 다양한 분야 및 나노기술과의 접목 강조	산·학·연
독일1	연방교육과학부	MATECH->WING('04-현재) 막스플랑크(기초과학) 프라운호퍼(기업수요지향형 응용기술)	기초부터 상용화	산·학·연
독일2	연방교육과학부	IT Research 2006	나노시스템	산·학·연
중국	MOST	863 Program	신소재분야	산·학·연
캐나다	Industrial Canada	Technology Partnership Program	환경기술 우주항공	산·학·연

마. 에너지·환경세라믹

□ 고온 구조 및 복합소재

- 에너지환경용 고온 구조 및 복합소재 기술은 일반적인 기계구조 세라믹의 기술에 비해 상용화 부분에서 다소 뒤진 점은 있으나, 자동차·우주항공, 에너지·원자력 등 선진산업 분야로의 단계적 진입 및 활성화가 절대적으로 필요한 시점
- 섬유강화 복합소재는 탄화규소 섬유의 국산화를 위한 연구과제 수행과 이를 이용한 원자력발전용 복합소재 개발 연구가 동시에 진행되고 있기 때문에 섬유 자급율을 활용한 고부가가치의 복합소재 형상화 및 기지상화 기술이 크게 확대될 것으로 전망되며, 이들 소재의 평가기술 또한 발전될 것
- 코팅 소재는 현재 주로 내마모 특성을 위한 질화물 또는 탄화물을 근본으로 하고 있으나, 최근에는 공유결합 화합물 (CN, B₄C, BN 등) 및 산화물계 물질 (ZrO₂)들의 하이브리드 구조를 표면에 형성시키는 기술 요구
- 최근에는 우주항공 산업이나 차세대 발전 산업이 부각에 따라 내열, 내식 특성을 위한 나노코팅 기술로 EB-PVD 증착 기술이나 plasma와의 하이브리드 증착 기술이 이슈가 되고 있으나, 고진공 장비의 활용 및 소요시간 등에 문제가 있어 이의 해결기술 요구
- 이외에도 우리나라도 우주인을 배출한 국가의 대열에 들어서게 됨에 따라 국가 차원의 장기적인 지원 하에 우주항공 산업도 급성장하고 있기 때문에 우주항공 산업에 적용하기 위한 섬유강화 복합소재 기술이나 초정밀 코팅 기술이 크게 성장될 것으로 전망
- 에너지환경용 고온 구조 및 복합 소재의 개발에 있어 연구개발 및 최종 수요자 측면에서 전망한 연구개발 및 실증 (RD&D)을 위한 기술개발 주요 항목은 다음과 동일

< 표Ⅷ-16 모노리스 세라믹 소재의 핵심 기술개발 및 실증 기술 >

Key Challenges for Monolithic Ceramics	Priority RD&D Needs to Address the Challenge
Improve resistance to fracture	<ul style="list-style-type: none"> • Increase material toughness • Increase material strength • Better design method & practice • Lower stress design
Improve resistance to the use environment (oxidation, corrosion)	<ul style="list-style-type: none"> • Improve material chemical stability • Protective coating • Functional gradient construction • Improved resistance to contact stress
Increase reliability	<ul style="list-style-type: none"> • Reduced material variability through improved fabrication process control
Reduce the cost of manufacturing	<ul style="list-style-type: none"> • Lower cost powder & precursors • Quantity scale-up • Increase automation • Decrease final machining • Lower-cost quality assurance • Rapid prototyping integrated into manufacturing

* 자료 : “Advanced Ceramics Technology Roadmap - Charting Our Course”, DEO & USACA, Dec. (2000)

< 표Ⅷ-17 에너지환경용 첨단 구조세라믹 소재의 후보군 >

모노리스 세라믹재	세라믹 기지상 복합체소재	세라믹 코팅 시스템소재
Al_2O_3 Si_3N_4 ZrO_2	SiC fiber-SiC Matrix Al_2O_3 fiber- Al_2O_3 Matrix	Plasma spray Flame spray High velocity oxyfuel deposition Electron beam

< 표Ⅷ-18 세라믹 기지상 복합체 소재의 핵심 기술개발 및 실증 기술 >

Key Challenges for Monolithic Ceramics	Priority RD&D Needs to Address the Challenge
Reduce the cost of precursors	<ul style="list-style-type: none"> • Scale-up/cost reduction of fiber manufacturing • Lower-cost interface materials & deposition process
Improve understanding of failure mode	<ul style="list-style-type: none"> • Basic scientific understanding of interaction between CMC constituents & application environments • Micro & macro-mechanics understanding of interaction of CMC with applied stress or strain
Increase temperature stability to 1200~1500 °C	<ul style="list-style-type: none"> • Higher temperature fibers, matrix materials & interface coating • Environmental barrier coating (EBCs) • Active cooling designs
Manufacturing scale-up & cost reduction	<ul style="list-style-type: none"> • Larger furnace design & construction • Automation/semi-automation of preform fabrication • Low-cost tooling • Near-net shape fabrication • Low-cost in-process & post-process quality assurance

* 자료 : “Advanced Ceramics Technology Roadmap - Charting Our Course”, DEO & USACA, Dec. (2000)

< 표Ⅷ-19 고성능 세라믹 코팅 소재의 핵심 기술개발 및 실증 기술 >

Key Challenges for Monolithic Ceramics	Priority RD&D Needs to Address the Challenge
Improve coating adhesion to substrate	<ul style="list-style-type: none"> • Improved pre-coating surface treatments • Improved interlayers • Functional gradation
Improve understanding of failure mode & mechanics	<ul style="list-style-type: none"> • Basic scientific understanding • Micro & macro-mechanics understanding
Improve coating & system properties	<ul style="list-style-type: none"> • Improved adhesion resistance to 10 times better than chromium at half the cost • Develop technological coating that require minimal liquid lubrication • Develop low-thermal conductivity thermal barrier coating

* 자료: “Advanced Ceramics Technology Roadmap - Charting Our Course”, DEO & USACA, Dec. (2000)

□ 고체 산화물 연료전지 소재

- 국내의 SOFC 기술개발은 KIST, KIER, 전력연구원, 요업기술원 등에서 1-2명의 전문가를 중심으로 이루어져 온 경향이 있으나 최근 POSCO의 기술개발 투자가 확대됨에 따라 포항산업과학연구원(RIST)에서 전문 인력을 대거 투입하여 기술개발을 가속화
- KIER을 제외하고는 국내 연구기관의 대부분이 평판형 단전지 제조기술에 많은 노력을 쏟고 있으나, 세라믹 기술개발의 특성 상 여러 가지 공정변수에 대해 제어를 위해서는 많은 know-how와 기술데이터가 축적 되어야 하기 때문에 아직까지는 획기적인 기술성과가 가시화 미비

- 그러나 대기업의 기술개발 투자가 증가하고 정부의 대체에너지 개발에 대한 의지가 높아짐에 따라 기술개발 수준이 획기적으로 상승 중
- 고체산화물 연료전지 소재 기술개발은 크게 평판형과 튜브형으로 나뉘어 지고 있으며, 평판형은 대면적 단위셀 제조기술, 고압-고온 내구성 밀봉재(유리 혹은 복합체) 기술이 추후의 산업화를 가능하는 기술이 될것으로 예상됨. 튜브형은 아직까지는 국내의 독자적인 설계가 없고 체적당 출력밀도를 낮추기 위한 기술개발이 필요
- 고체산화물 연료전지 소재 기술개발은 크게 평판형과 튜브형으로 나뉘어 지고 있으며, 평판형은 대면적 단위셀 제조기술, 고압-고온 내구성 밀봉재(유리 혹은 복합체) 기술이 추후의 산업화를 가능하는 기술이 될것으로 예상됨. 튜브형은 아직까지는 국내의 독자적인 설계가 없고 체적당 출력밀도를 낮추기 위한 기술개발이 필요
- 미국 DOE와 USACA에서 수립한 첨단 구조세라믹 소재의 향후 유망한 응용분야를 보면, 일반 제조산업 분야나 차세대 발전, 우주항공 및 수송 분야에서 에너지효율 향상과 환경오염원 저감을 위한 미션이 가장 중요한 요소로 대두

< 표Ⅷ-20 첨단 구조세라믹 소재의 응용분야별 해결 과제 >

Processing & Manufacturing Industries	Power Generation, Aerospace & Transportation
<ul style="list-style-type: none"> • Extended equipment life • Decrease emissions • Decrease maintenance • Increase energy efficiency • Increase recycling, including process chemicals and water 	<ul style="list-style-type: none"> • Extended equipment life • Decrease emissions • Increase specific power • Decrease fuel use • Reduce cost • Reduce weight

- 또한 이러한 문제를 해결하기 위한 소재로 첨단 모노리스 세라믹 소재, 세라믹 기지상 복합체 및 세라믹 코팅 시스템 소재로 에너지환경용 고온 구조 및 복합 소재는 이들 소재가 중심이 되어 표 20에서 언급한 분야에서 가장 유망한 산업으로 도출될 것이 예측

바. 바이오세라믹

- 바이오산업 특히 생체재료 관련 산업의 핵심 기술은 1) 인체조직과 유사한 생체 조직의 제조를 가능케 하는 생체소재의 설계기술 및 담체화(스캐폴딩) 기술, 2) 생분해성 담체와 생체조직 세포간의 상호작용을 조절해줄 생체신호 선택적 인식을 위한 바이오 인터페이싱 기술, 3) 생체조직 세포의 선별적인 채취 및 체외에서 대량으로 분리/생산하는 기술, 4) 줄기세포의 특정 조직화에 필요한 생리활성 물질의 배합 및 서방성 체제화 기술과 이들의 유전자 요법기술, 5) 개체 발달학에 근거하는 특정 세포조직의 기본연구 및 면역학적 기초연구, 그리고 6) 동물실험과 인체에 적용되는 실제 임상기술

- 바이오세라믹은 특히 제품의 성능이 원천소재에 따라 크게 좌우. 바이오 분야의 특성상 원천소재의 개발은 부가가치가 다른 사업보다 상당히 크며, 한번 기술 우위에 접한 제품은 쉽게 수요자(병원의 임상의 및 연구소)가 다른 제품 변화 불가. 이는 진입장벽이 높지만 굉장히 안정적으로 수입을 창출할 수 있는 분야. 소재자체가 곧 제품인 바이오세라믹 분야는 인간의 평균수명이 증가되고 있고 건강에 대한 관심도가 점점 높아지는 추세를 감안할 때 매우 중요한 국가의 미래 먹거리가 될 것으로 예측

- 치료 및 진단용 또는 생체 대체용으로 인체 내에 이식되어 사용되는 생체대체 산업은 의료기술이 발달하고, 인구의 고령화로 인한 사회의 의료복지 수요가 증가함에 따라 그 중요성이 크게 부각. 2000년대 초반의 참살이(Well-being) 및 삶의 질(Quality of Life) 향상과 관련하여 바이오 산업은 미래 산업의 근간으로 주목 받고 있음. 특히, 2005년 말부터 LOHAS (Lifestyles of Health and Sustainability)에 편승하여 신기능 생체소재의 개발만이 미래 고부가가치 산업을 선점할 수 있는 기회로 자리매김 됨으로써 생체소재개발은 큰 이슈로 부각

- 생체세라믹 관련 산업은 인체의 골격을 유지하는 경조직 관련 소재산업과 바이오 마커 및 핵산 등의 고효율/고감도 생체분자 분리 및 진단 관련 소재산업으로 양분되는데, Merck, Biomet, Kyocera, Roche 등의 선진 대기업 등에서 전 세계시장을 석권

- 특히 몇 개의 대기업 (Invitrogen, Promega)들은 불과 10년 전에는 작은 벤처기업 수준이었으나, 신기능 세라믹 도입/개발을 통해 현재 대기업 수준으로 발전을 하였음 일반적으로 바이오 관련 산업은 투자대비 회수기간이 길고 시장이 작고 위험도가 높다는 인식을 갖고 있지만, 매년 산업성장율은 타 산업에 비해 월등하게 급성장을 하고 있음. 이는 생체소재 관련 바이오산업이고부가가치 미래 산업의 핵심으로 대두될 것으로 예시
- 국내의 바이오세라믹은 일본의 교세라 및 미국의 코닝사등과 같은 거대 기업이 없다. 이는 원천적인 세라믹소재 기술에 대한 특허 및 연구결과가 미약하기 때문으로 판단됨. 특히, 초고령화 사회의 진입을 앞둔 시점에서는 바이오 세라믹의 시장 규모가 기하급수적으로 증가될 것은 자명한 일이며, 바이오 세라믹 시장역시 일본의 교세라 및 코닝사등이 양분
- 국내에 기업들은 소규모 영세하여 자체 기술 개발력이 크게 부족하여 향후 바이오세라믹 시장 확대에 대응하기 어려움. 현재 국내 바이오센서용 glass 세라믹 시장의 99%가 수입에 의한 것이라는 사실만 보더라도 이 분야에 대한 투자가 적극적으로 필요
- 현재 실리카 멤브레인 제품의 time-consuming 공정을 개선하고, 실리카 코팅 자성비드 소재의 저효율 분리공정을 획기적으로 개선하여 기존 두 소재의 장점을 결합한 고속/고효율 다중분리용 자성 함유 나노다공성 세라믹 소재 개발이 요구되며, 선택성, 감도 증진을 위한 바이오 인터페이싱 기술과 및 양산화 기술이 접목하여 자동화공정 개발을 포함하는 소재 원천기술이 요구
- 치과재료분야는 신소재 및 응용기술의 도입이 매우 빠른 영역으로 신재료 기술의 각축장
- 기능성 화장품 산업은 특성상 다품종 소량생산, 환경, 친화형, 고부가가치, 지식기반산업으로 부존자원이 부족한 국내 여건에 매우 적합할 뿐 아니라 원료에 따라서는 의약품이나 기능성 식품 소재로도 활용이 가능
- 화장품산업은 NT, BT, IT 등과의 접목이 비교적 용이하여 적절한 시기에

기술투자가 이루어진다면 기존 화장품 선진국과 경쟁할 수 있는 여건이 마련되고, 국내 화장품 업계의 불모지로 여겨졌던 원료의 국산화에 박차를 가할 수 있는 상황

< 그림Ⅷ-5 바이오세라믹소재 개발 필요성 및 핵심 요구 기술 >



- 지능형 임플란트 응용을 위해서는 passive bio-coating 위주로 단순하게 골 접착성 증진을 위한 시도가 있었으나, 낮은 골접착력, 낮은 생체 진화도를 극복 불가. 따라서 이 문제점을 극복하기 위한 연구방향은 골재생 및 골접합력을 증진시키는 성장인자 및 약물의 서방형 방출이 가능한 active bio-coating이 대세를 이룰 것으로 기대. 또한 기존 단순 다공성 구조의 골 구조체의 낮은 강도를 증진시키기 위해 삼차원 구조제어를 통하여 고강도의 인공골을 개발하려는 기술이 주류를 이룰 것으로 전망
- 고효율 분리/정제를 위한 중장기 바이오 세라믹 소재 신기술은 기존 공정을 단순화 시키고 시스템화 시키는 공정에 집중될 전망이다. 기존 multi-step 컬럼 공정은 반복적이고 소모적인 분리단계 및 많은 시간이 요구됨. 이를 극복하기 위해 개발된 자성나노입자 및 이를 활용한 자기장 기반 기술은 고비용/저효율의 문제점을 안고 있음. 따라서, 무컬럼 패키징화 기술로

대체하려는 시도가 이루어질 전망. 궁극적으로, 저비용, 고효율의 시스템화 분리/정제 신기술 개발이 향후 바이오 응용분야의 핵심 기술 중 하나의 큰 축을 차지하리라 예상

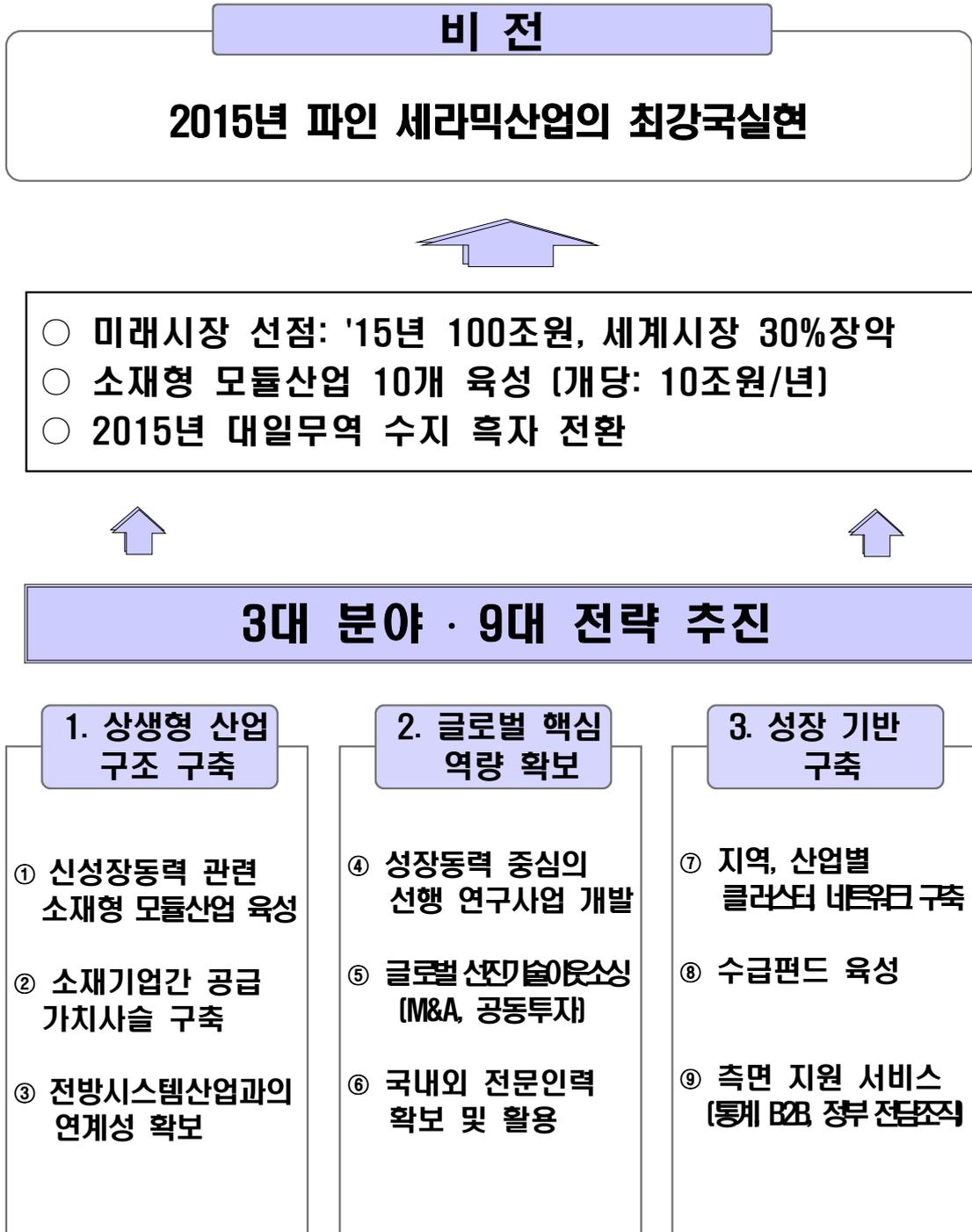
- 고감도 검출소재 기판에 도입되는 바이오 세라믹 소재의 미래기술은 현장형 (point-of-care) 질병진단 kit의 실현이 가능하도록 진보된 측정기술, 생체분자 고정화 기술 및 고안정성 소재 기술개발이 중심이 될 전망이다. 현재 단백질 등 생체분자의 낮은 고정화 효율을 극복할 수 있고, 생체분자의 활성을 유지하는데 기여하는 신소재 기술개발이 진행되어야 함. 바이오 진단기술의 경우 대부분 광학적 측정기술에 의존하며 이를 위해서 대규모의 장비가 필요한 경우가 많았음. 이는 소재측면에서 전도성이 없는 glass 기반 기술을 기반으로 개발되었기 때문이며, 향후 현장형으로 측정 가능한 측정기술의 개발 및 전도성(반도성) glass 소재 기술이 개발이 필요

< 그림 VIII-6 바이오 세라믹 소재의 기술개발 전망 >



IX. 파인세라믹산업 발전전략

1. 비전 및 목표



2. 산업발전 세부전략

가 상생형 산업구조 구축

가-1

신성장동력 관련 소재형 모듈산업 육성

- ◆ 미래 성장동력의 각산업에서 핵심 세라믹모듈산업을 선정육성하면 이와 관련 소재기업들의 자연스러운 공급가치 사슬 형성 유도
- ◆ 대규모 세라믹모듈산업을 육성하여 다품종·소량화를 통한 세라믹산업의 대형화

□ 신성장 동력산업의 세라믹 핵심모듈산업 10개 육성

- 각 성장 동력산업에서 세라믹소재 및 부품의 비율이 크고 '15년도 국내시장이 10조원/년에 이르는 소재형 모듈산업 10개 육성
 - 미래형 자동차의 ECU모듈, 로봇의 인지센서모듈, 미래형 반도체의 정전Chuck 및 heater모듈, 연료전지의 스택모듈 등
- 성장 동력산업간의 융합에 의한 소재형 모듈산업도 육성하여 산업규모 확대 모색
 - 바이오 산업과 미래형 로봇산업의 인지센서 모듈, 미래형 자동차와 차세대 단말기의 시스템모듈 등

□ 세라믹 모듈산업 조기정착에 의한 미래시장 선점

- 2015년 10개의 소재형 모듈산업 조기정착에 의한 파인세라믹 관련산업의 매출 100조원 달성으로 세계시장 (330조원)의 약 30% 장악
- 제조업이 쇠퇴한 미국과 전방산업 부진을 겪고 있는 유럽 국가들의 퇴조와 일본과 대등한 수준의 규모로 발전하는 파인세라믹 최강국 실현(2015년)

□ 세라믹 모듈산업의 선정은 관련부처가 전국적인 공모에 의한 선별

- 성장 동력 산업별로 “세라믹 모듈산업 선정위원회”를 시스템산업과 각 소재기업 및 학연전문가로 구성
- 이에 대한 선정사업을 부처와 각 성장 동력 사업단 주관으로 운영하고 이를 전국적인 공모에 의해 선정
- 선정된 모듈산업의 기술 및 상품 로드맵을 시스템산업과 공동 작성

가-2

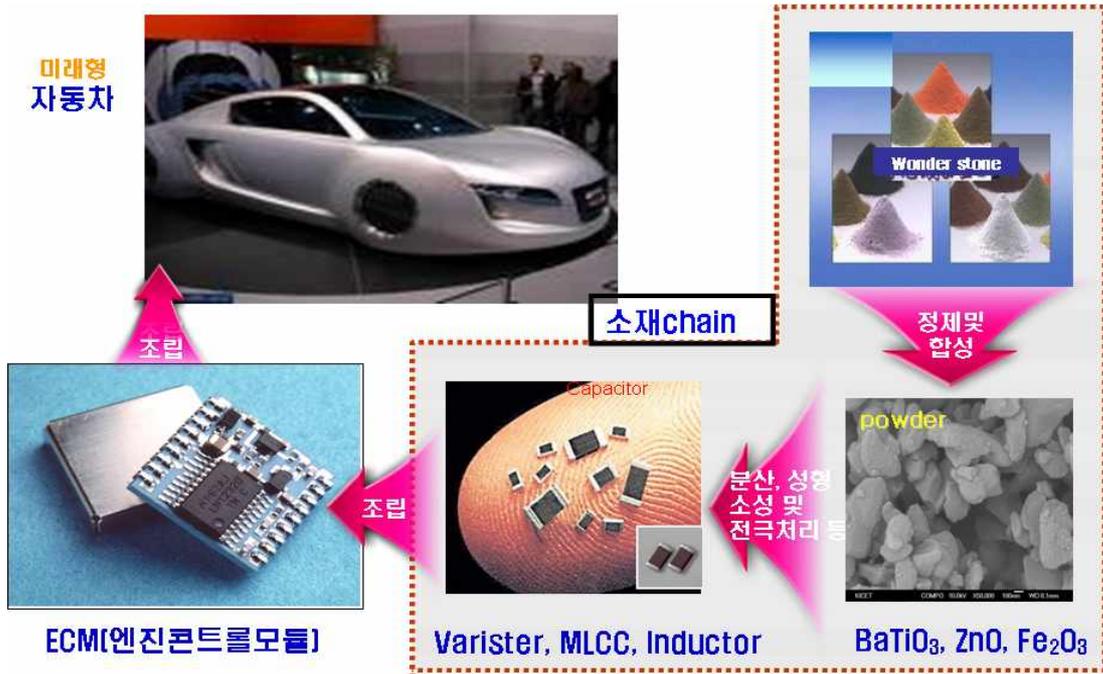
소재기업간 공급 가치사슬 구축

- ◆ 미래 성장동력산업의 소재형 모듈산업이므로 초기상태는 R&D중심의 벤처기업의 형태가 적절하며, 그 후에는 생산 및 마케팅 능력을 가진 중견기업의 형태로 변형
- ◆ 모듈산업내의 공급 가치사슬 구축은 소재기업들이 공동투자에 의한 forward계열화 및 모듈기업이 중심되는 backward계열화를 “클러스터 사업”과 연계하여 유도

□ 신성장 동력산업별 모듈전문 벤처기업 집중육성

- 창업투자회사 및 모듈산업 신규창업자·벤처기업 등으로 약 2천억 원 규모의 “모듈 전문 투자조합”을 결성
 - 모태펀드+민자 등으로 “세라믹모듈산업창업 자금”을 조성, 지역특화 세라믹 클러스터 사업과 연계한 모듈벤처기업 육성
 - * 투자 수익성 및 창업수요 등을 감안하여 펀드지원 규모 결정
- 성장기의 유망한 국내 모듈벤처기업을 대상으로, 생산시설 구축 및 사업 확장에 필요한 시설·운전자금의 투자 지원

< 미래형 자동차의 ECM 모듈산업 및 소재value 체인 >



□ 소재산업 간의 Forward 및 Backward 계열화 유도

- 소재 chain내의 기초 및 가공소재기업과 단위부품기업들의 “세라믹모듈 산업창업 자금” 등과 연계된 공동 투자에 의한 소재형 모듈기업을 설립함으로써 견고한 forward 계열화 구축 유도
- 기존의 중견 모듈산업 기업들이 관련 소재기업들과 컨소시엄을 구축하여 상생 가능한 모듈부품→단위부품→기초소재의 수직 공급 value chain 형성 유도
- 계열화 및 컨소시엄 구축을 위한 세제혜택 및 자금협력 지원

◆ 소재형 모듈산업과 전방(시스템)산업과 연계는 소재산업과 전방산업의 연계보다 용이

- 신성장 동력산업의 대형시스템 개발 시, 다수의 핵심모듈로 분리하여 시스템을 꾸미고 각 모듈개발을 시스템과 병행토록 제도화
 - * 예) KHP, 하이브리드카 개발 등에 관련 핵심모듈 개발 프로그램 추진
- 시스템과 연계된 모듈개발사업은 각 모듈관련 소재 공급체인과 연결된 개발이 자연스럽게 추진. 투자가 어려울 경우 관계부처에서 별도의 부품소재 개발비를 매칭 지원 강구
- 모듈산업의 초기에는 시스템 기업이 소재형 모듈벤처기업에 투자하거나 Joint Venture 설립을 유도
 - * 일본 : 코닥(OLED 재료업체)과 산요(패널업체)가 SK 스피레이를 합작 설립
 - * 한국 : SK가 중소소재전문기업인 솔믹스, 덴티움 등을 인수 또는 자본투자
- 모듈산업의 성장기에는 국가의 산업경쟁력과 밀접한 전략형 모듈생산에 대해서는 국내 대기업 및 중견기업의 적극적인 참여를 유도하는 정책 강구
- 모듈의 투자특성상 일정 자금력을 가진 다수의 중견기업 및 대기업의 직접적인 참여가 산업발전의 승패 결정

나 글로벌 핵심역량 확보

나-1

성장동력 중심 10대 모듈산업 선행 연구 지원

◆ 소재형 모듈산업의 R&D는 향후 형성되는 미래 성장동력의 잠재시장이 목표이므로 선행연구개발이 주도

- 2013년 대일 무역수지 흑자전환의 핵심역량을 확보하기 위하여 성장동력 중심 10대 모듈산업의 『핵심 파인 세라믹 기술 도출 및 지원』
 - 성장동력을 중심으로 선정된 10대 모듈산업의 필수적인 파인세라믹 소재 기술을 도출하고 “관련 성장동력 산업 연구개발과제의 25%”를 모듈 및 소재산업에 필수 지원하도록 명문화하여 동반성장 R&D 기반구축
 - 선정된 10대 모듈 산업별 클러스터를 중심으로 파인 세라믹 기술 개발 “포트폴리오 위원회” 구성 및 관리를 통하여 모듈 산업과 연계된 파인 세라믹 소재의 동시 개발 비율 향상
- 장기적인 파인세라믹 기술 경쟁력 우위 확보 방안으로 핵심 소재 기술이 시스템의 경쟁력이 될 수 있는 『선행연구 지원 시스템』 구축
 - 장기 원천기술개발이 특징인 파인세라믹 연구는 기초 기술 과제, 기능성 구현과제, 제품화 과제, 상품화 및 신뢰성 확보 과제로 단계별 연계된 “선행 연구 개발” 개념적용
 - 핵심 소재 개발 결과를 이용하여 모듈 및 시스템으로 연계와 확대가 가능한 년 1000억 규모의 “핵심 세라믹 소재 모듈화 사업”을 신설하고 10대 모듈산업 클러스터를 중심으로 집중 지원하여 R&D 역량 제고

- 기초기술 과제는 아이디어를 중심으로 년 1억, 3년의 선행 소형과제를 발굴 하고 기능구현 가능성을 평가하여 2단계로 과제를 압축한 후 제품화 가능성을 판단하여 3단계 및 4단계를 진행할 수 있는 소재분야 선행 연구의 “지속성 있는 연구 flow” 정립
- 원천소재 과제에 장기 선행과제 프로그램 추가. 장기적으로 선행과제 및 기능구현 결과를 기초로 신규 모듈산업으로 발굴 육성

나-2 세라믹소재·모듈응용 원천기술의 글로벌 아웃소싱 지원

- ◆ 2015년 대일 무역수지 흑자전환을 위한 경쟁력 조기 확보를 위해서 핵심기술 및 주변기술을 해외 선진기업으로부터 획득하는 글로벌 아웃소싱이 필요
- ◆ 유럽 및 미국의 선진후방기업들은 진입장벽이 높은 일본보다 시스템 산업이 발달하고 후방산업이 취약한 한국에 투자 희망. 해외 대형선진기업은 공동투자, 중소기업은 M&A를 유도

□ 미국과 유럽의 선진소재기업으로부터 투자유치 및 선진 기술도입 용이

- 유럽은 시스템산업은 낙후되어 있으나 전통적으로 소재에 강하며, 미국은 제조산업이 위축되어 있어 관련 부품소재산업들이 해외 지분참여 및 매각 등으로 돌파구 모색 중
- 소재강국 일본은 전·후방 산업이 동시 발전하는 균형 잡힌 value chain을 가지고 있으나 대외 기술 및 관련 정보의 교류는 폐쇄적



□ 기업니즈 맞춤형 기술도입 및 M&A 지원

- 기술경쟁이 심화되고 기술수명주기도 급속 단축되는 환경에 의해 전략적 R&D 아웃소싱을 통한 개방형 기술혁신(Open Innovation)을 주도
 - * 최근 LS전선도 기술아웃소싱 투자증액계획 공개
(2010년 총 R&D 비용의 30%이상으로 확대예정)

- 국내외 대기업과 공동투자펀드를 통한 투자조합결성 및 협력체제 구축 활성화
 - * 예) 무한기술투자 - IBM의 벤처투자 조합결성을 통한 Internet, IT 및 Bio 투자

- 글로벌 선진 대상기술 탐색 및 발굴을 위한 “선진기술 Searching System” 구축 및 가동
 - 유럽 및 미국의 선진기술 중계회사(이노센티브, 델타텍 등) 연계 니즈기술의 탐색·발굴 및 분석·평가 제공 등의 체계적 지원

- “글로벌 기술 중계를 위한 전담센터”(가칭)에서 선진기술의 도입 (라이센싱, 기술구매 등), 기술합작(합작투자, 공동개발 등) 및 위탁개발 (프로젝트위탁, 개발기금 지원)

- “모듈산업 육성을 위한 소재기업 M&A 지원센터”(가칭)에서 글로벌 선진기술을 보유한 기업 중 매수·매도 희망기업을 발굴하고, M&A 실사와 인수금융, 회계 및 법률자문 등 M&A 토털서비스를 제공
 - * 예) 기업은행 중소기업 M&A 지원센터 정부 지원 기관(중소기업청, 신·기보 등 6개 기관)의 협력

□ 미래지향 글로벌 핵심전문인력 확보

- 고급 지식기반 인력의 성장동력산업 진출 촉진을 위한 모듈화 엔지니어링 전문인력 양성과 산업수요 분석/예측 기능을 갖는 “산업교육연구센터”를 클러스터 내 설립 운영
- 유럽, 미국 등의 선진 FC 소재 기술인력의 초청/활용을 전담하는 “글로벌 인재풀 센터” 운영을 통한 현장지원 프로그램 개발 및 국내 우수인력의 해외연수지원확대를 통한 글로벌 경쟁력 확보
 - 기업활용도가 저조했던 과기부 Brain pool 사업(509명중 23명이 기업 관련)의 전환

□ 혁신주도형 인적자본(Human Capital) 마련을 위한 재교육 시스템정비 및 통계기반 구축

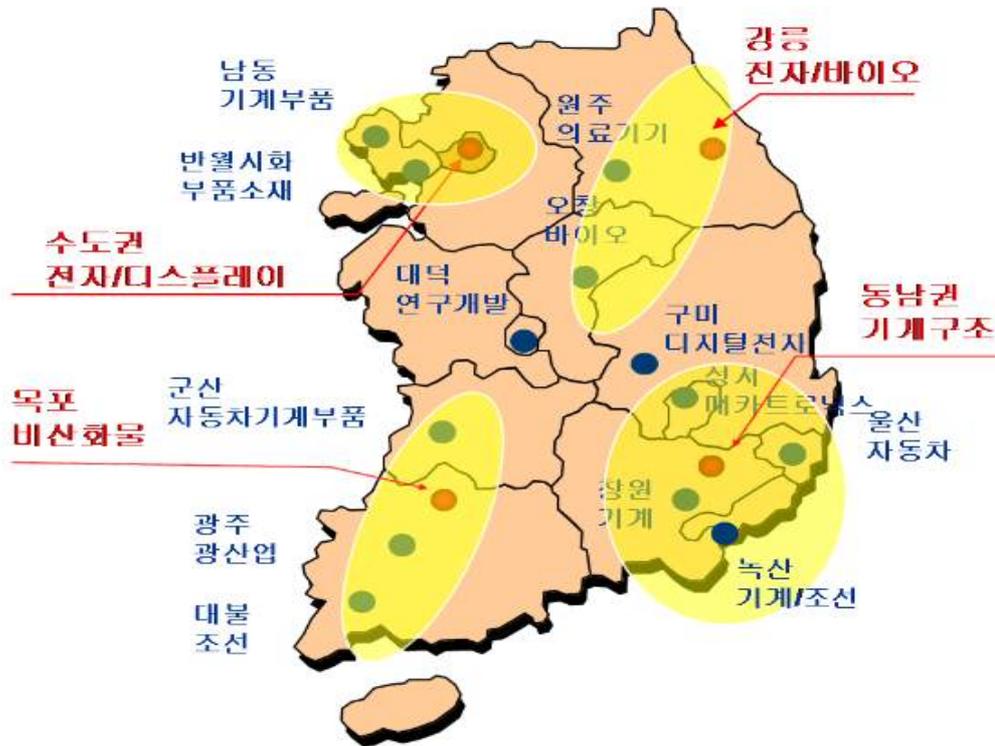
- 현 인증제도를 확대 개선하여 재직 및 퇴직 기술인력의 수준별 경력 발전과 경로분석에 따른 단계별 맞춤형 교육 프로그램인 “사이버기술 교육체계”를 구축 및 활용
 - 자격종합정보시스템(Q-net)과 공학인증제 연계, 원격시스템 및 교육 콘텐츠 개발
- 현장맞춤형 핵심 전문인력의 수급 불균형 해소 및 효율적 인력 고도화를 위한 “기술인력 통계정보시스템” 개발
 - 시장환경, 기술인력 수급, 교육훈련, 인력이동, 수급매칭 인프라 등 핵심 5대 영역별 기술인력 클리닉과약

다 산업성장 기반 구축

다-1 지역별, 산업별 클러스터 네트워크 구축

◆ 기존의 3개 세라믹 클러스터와 부품소재 혁신 클러스터를 연계하여 4개 권역의 세라믹 모듈 산업 네트워크 구축

□ 세라믹신소재 산업클러스터의 혁신 클러스터 연계육성



- 독립적으로 추진되어온 세라믹 클러스터(수도권, 강릉, 목포)를 전방산업 집중육성을 위하여 형성된 지역혁신 클러스터와 연계하여 세라믹 모듈산업 네트워크를 육성
 - 10대 부품소재 클러스터 및 관련 테크노파크를 시범연계 후 전체로 확산
 - * 시범연계 : 대구 전자부품소재, 반월시화 부품소재 등
- 동남권의 세라믹 클러스터 신설로 신성장 동력산업 지원이 가능한 4개의 세라믹 모듈산업 네트워크 구축하고 각 네트워크 당 1개의 주관기관을 선정

- 수도권 : 차세대 반도체 및 디스플레이 산업육성
남동, 반월시화 클러스터와 세라믹허브기관(KICET) 연계
- 동부권 : 차세대 이동통신 및 바이오 산업육성
원주, 오창 클러스터 및 강릉 세라믹 클러스터 연계
- 서남권 : 차세대 광 및 에너지 산업육성
군산, 광주, 대불 클러스터와 '한국복합소재기술원' 연계
- 동남권 : 미래형 자동차 및 지능형 로봇 산업육성
성서, 울산, 창원, 녹산 클러스터와 '재료연구소' 연계

□ 세라믹 모듈산업 네트워크의 전략적 육성

- 네트워크 별 성장동력산업의 대규모 소재형 모듈산업 육성
- 각 네트워크 내 생산 지원 pilot plant 및 test-bed 구축
- 금융, 마케팅 지원 및 원료 공동 구매 등이 3차원으로 이루어지는 복합 클러스터화
- Global networking 및 공동 상표 (brand) 개발 및 홍보을 위한 공동 플랫폼 구축

□ “한일 협력센터” 설립에 의한 일본의 모듈 및 파인세라믹기업 유치

- 지역 특화된 다양한 세라믹 모듈 클러스터 내에 “한일협력센터”를 설립하고
국내 신성장 동력산업의 세라믹 모듈산업에 일본기업 참여 유도
 - 한일협력센터를 위한 “세라믹모듈산업 육성을 위한 한일협력사업”
(300억원 규모) 조성
- 일본의 세라믹 모듈산업 참여와 동시에 관련 일본 세라믹 소재 및 부품기업의
모듈산업 공급사슬 내 유치하고 이를 위한 세제 및 부지선정 혜택

다-2

세라믹 모듈산업 육성펀드의 조성

- 소재 R&D기업 ⇒ 세라믹 모듈기업으로의 발전적 전환의 Bottle Neck을 제거
- 기술개발 완료이후 상용화 및 시장진입에 필요한 자금을 적기에 확보하지 못함으로써 초기 시장지배력 상실
- 금융권의 담보 설정요구 등이 규모의 경제 달성을 위한 조기투자에 걸림돌
 - 네트워크 내 세라믹 모듈기업의 투자를 촉진할 수 있는 육성펀드 조성 (3천억원 규모)

□ 수급펀드 조성

- 3천억 원 규모의 세라믹 모듈전문 수급펀드 조성 (수요기업10%, 정부90% 출자)
- 수급펀드기금 조성 ⇒ 수요기업·학연 기술성·성장성·시장성 검증 ⇒ 수급펀드기금 보증 ⇒ 회사채(or 주식) 발행 ⇒ 기관투자가 인수 ⇒ 기업 투자
 - 장 점 : 시장공급 금융액의 대폭적 증가(1조 5천억 원 이상)
 - 단 점 : 심사기능에 민간의 이해 배제로 높은 손실을 우려
 - 기존 제도는 모듈산업 육성에 필요한 평가의 기술성, 전문성이 부족
 - * 기존 기술보증기금은 부분보증비율이 낮고(50~90%), 보증금액 최대한도가 낮음(70억 원)
- 펀드의 운용은 별도의 조직 또는 기존조직을 검토

□ 육성펀드 조성

- 3천억원 규모의 세라믹 모듈 전문 육성펀드 조성 (정부90% 출자, 민간자본 10% 출자)
- 전문투자회사가 10% 기금 투자 및 기금 운용 전담

* 예) 유한회사형 벤처캐피탈(이익과 손실을 민간이 공유하는 형태)

- 육성펀드기금 조성 ⇒ 수요기업·학연 기술성·성장성 검증 ⇒ 전문투자회사
시장성 검증 ⇒ 민간 **matching fund** 도입(50%) ⇒ 회사채(or 주식) 발행
⇒ 기업의 투자 진행
- 장 점 : 민간의 이해에 따른 시장성 심사로 성공률 높음
- 단 점 : 실제 시장 공급금액이 6000억 대로 한정됨

□ 수급 및 육성 펀드기금의 주요 지원 대상

- 세라믹모듈 R&D가 종료된 기업 : 국가R&D사업으로 세라믹 모듈의 개발을
완료된 기업
- 부품소재개발사업, 중기혁신사업 등 R&D사업에서 실용화 가능성을 인정
- 클러스터 내 2~4개 기업이 보유기술을 투자, 공동으로 세라믹 모듈기업을
설립하는 경우
- * 예) 세라믹 부품품 제조기업 + 가공기업 + 조립기업 ⇒ 공동투자기업 설립
⇒ 시장 지배력 강화
- 신생기업으로 세라믹 모듈의 원천기술을 보유한 기업

□ 수급 및 육성펀드 조성의 문제점 및 해결방안

- 전문성 결여에 따른 부실기업 지원 ⇒ 수요기업, 민간투자회사, 학연의
공동평가과정을 필수적으로 도입
- 점진적 기금손실에 대한 손실보전 ⇒ 보증보험료의 활용, 투자기업의
일부 지분 보유를 통한 상장이후 투자이익 확보

- 2015년 세계 파인세라믹 산업 최강국 실현을 위한
 - 시스템 산업과 소재·부품의 value chain을 고려한 소재·부품 분류 및 통계작성 시스템 운영
 - 소재/모듈/시스템 관련업체 현황자료 구축 및 정보 제공
 - 실수요조사에 근거한 통계 자료의 고신뢰성 확보

- 시스템산업과 소재·부품 value chain 고려한 분류
 - 현재의 완제품 위주의 무역통계(HSK 분류)의 소재·부품 분류를 보완하여 소재형 모듈산업 적용 분류체계 구축
 - 파인세라믹스 B2B 체계 구축 경험이 있는 비영리 세라믹 전문기관을 선정하여 단기용역사업 형식으로 수행

- 소재/모듈/시스템 관련업체 현황자료 구축
 - 구축된 새로운 분류체계에 근거한 신속하고 정확한 파인세라믹스 10개 모듈산업의 시장 규모 및 업계 현황 자료 구축
 - 유사 사업 운영 중인 한국파인세라믹스협회, 요업(세라믹)기술원 등에 대한 지원으로 DB 구축 및 공개 운영
 - * 연간 소요 예산 : 5억(DB 구축 및 조사/운영인력 10명)

- 실수요조사에 근거한 통계 자료의 고신뢰성 확보
 - 10개 소재형 모듈산업의 10대 주력 완제품(예, PDP, 휴대폰 등)에 대한 파인세라믹 소재·부품 원단위조사 등을 통한 각종 정량적 산업 통계 자료의 고신뢰성 확보
 - * 연간 소요 예산 : 10억 원(20건×50백만 원/건)

3. 산업육성 방안

가. 산업통계 구축

- ◇ 산업통계의 신뢰성 부족으로 정책, 마케팅 등에 활용이 미흡하여 산업육성을 위한 정책 수립에 어려움 발생
 - 매년 정기적인 파인세라믹산업 통계 및 분석 데이터를 제공하여 열악한 산업통계 개선에 활성화 도모
- ◇ 국내 파인세라믹 육성을 위하여 산업구조 및 통계분석을 통한 생태계 및 Value-Chain 분석 자료로 활용
 - 전후방 기업의 설문조사 및 방문 인터뷰 조사를 산업구조 및 실태를 파악하여 육성이 필요한 품목별 생태계 파악

□ 산업통계 조사 및 분석

- 파인세라믹산업 관련 기업의 설문, 방문 인터뷰 조사 및 분석
 - 통계 데이터 분석 및 산업체 실태분석으로 산업통계 자료화
 - 파인세라믹 주요원료 수급 및 전망을 위한 방문 인터뷰 조사
- 통계조사 방법
 - 국내 관련기업 설문조사 및 방문조사 병행 실시로 통계 확보
 - 국내 파인세라믹 HS 코드 재정비를 통한 통계 데이터 확보

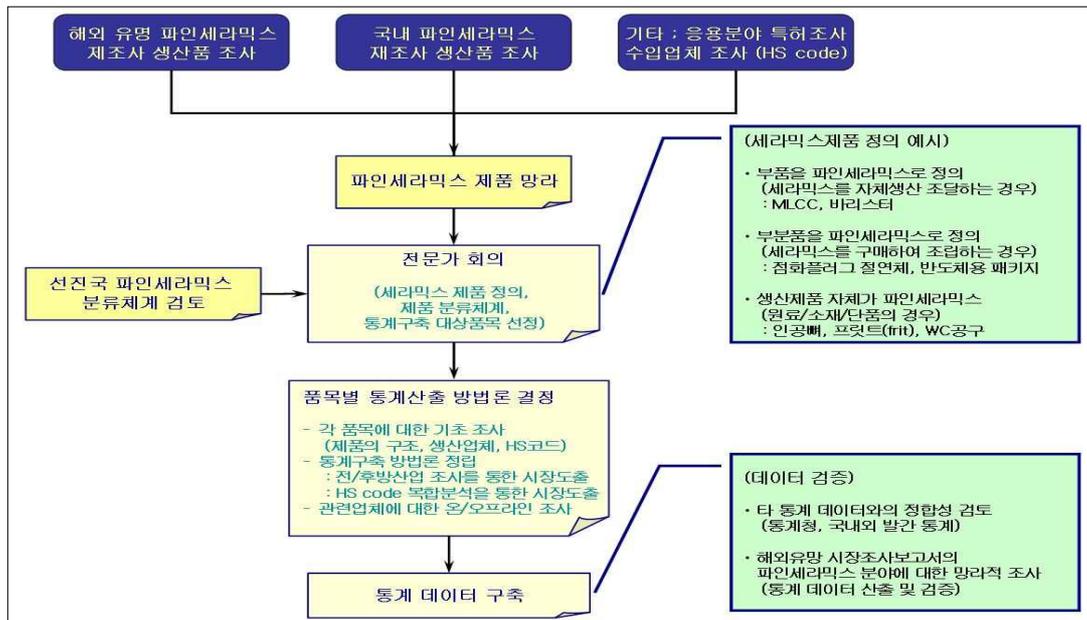
□ 산업통계 작업내용 및 범위

- 통계작업은 통계 데이터의 효율적이고 효과적인 통계DB구축을 위하여 산업분석 및 수출입, 생산통계 등 작성
 - 정부 및 민간의 지식 인프라를 활용하여 다양한 통계정보 확보
- 정보수집 후 신뢰성 검증, 세라믹소재 구성비 조정 및 적용
 - 통계정보 DB(무역협회, 통계청 등) 및 설문조사 분석 데이터 등

□ 파인세라믹 산업통계 구축 준비

- 파인세라믹산업에 대한 통계를 구축하기 위해서는 세라믹 산업전반에 대한 이해가 필요
 - 어떠한 품목을 파인세라믹으로 정의하여 통계 구축 범위에 포함할지, 각 품목들을 어떤 분류체계로 구분하여 정리할지를 결정할 수 있어야 하고
 - 나아가 다른 기관의 통계 및 선진국 산업통계와 연계성을 갖춰 서로 비교, 확인할 수 있는 시스템 구축이 가능하여야 함
- 따라서 먼저 파인세라믹 제품에 대한 정의와 분류체계를 확립하고 통계 구축을 위한 대상품목을 선정한 후, 각 품목별로 통계 구축 방법론을 정립하여 향후 지속적인 통계 데이터 구축이 가능한 시스템을 만들어야 함
- 또한, 이를 바탕으로 국가산업발전을 위해 시급한 국산화 대체분야 등에 대한 우선순위를 결정하여 국가 소재산업 발전의 기본자료로 활용가능

< 그림 IX-1 파인세라믹 산업통계 구축을 위한 업무 플로우 >



- 파인세라믹산업 범위에는 제품제조에 필요한 원료와 소재, 부품단계로 구분
 - 원료분말 단계는 부정형 원료 각각에 대해 그 구성에 따른 분류를 기반으로 하고, 필요시 천연/합성, 순도, 형태, 분말도 등에 따른 세분화 필요
 - 소재단계와 부품단계에서는 세라믹 제품의 적용분야와 용도를 검토한 후 분류하여 통계를 구축

- 그러나 모든 제품을 원료와 소재, 부품으로 분류하기에는 경계가 다소 모호한 부분도 있으므로 해당품목의 산업적 특성 및 사용분야에 대한 검토와 전문가 회의 등을 거쳐 보다 합리적인 분류 가능

< 표IX-1 파인세라믹 산업의 대분류 >

종 류	정 의	예 시	
원 료	파인세라믹 제조를 위해 사용되는 천연/인공의 분말원료	- Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , ZrO ₂ , TiO ₂ 연마재용 지립	
소 재	파인세라믹 단독으로 구성되어 있거나 주성분인 제품으로 단품 자체로는 사용이 불가능한 제품	- 점화플러그용 절연체, 자기도료, 연료전지(SOFC)용 전해질	소재와 부품의 경계가 모호한 경우가 있으며 전문가회의를 통해 결정.*
부 품	파인세라믹이 사용되어 만들어진 부품으로 부품 내에서 차지하는 비중이 전체 또는 일부인 품목	- 파인세라믹 공구, MLCC, 압전소자	

* 소재와 부품을 모두 합쳐서 부품으로 통일화 시키는 방법도 검토 대상임

□ 파인세라믹 원료의 정의 및 분류체계

- 파인세라믹용 원료는 파인세라믹 제조를 위해 사용되는 고순도의 산화물 및 비산화물 원료를 말하며, 비산화물에는 질화물, 탄화물 및 탄소재료를 모두 포함하는 것으로 정의함

[파인세라믹용 원료 분류에 대한 일반규정]

- ① 파인세라믹을 제조하는데 사용되는 분말상의 원료와 연마지립 등을 포함하며, 천연상태의 것과 인공적으로 합성된 원료를 포함
뿐만이 아니고, 성형, 소결 또는 기계가공된 중간제품도 포함
- ② 휘스커, 결정, 섬유 등과 같은 형태구조에 특징이 있는 품목은 포함하지 않음
- ③ 배합품, 혼합물은 주체가 되는 물질(성분비율 50%이상) 분류에 포함해 계상

< 표IX-2 파인세라믹용 원료의 정의와 예시 및 관련 HS code >

소재명		정의 및 예시	HS-Code (HSK)
산화물	1. Al ₂ O ₃	고순도·미분말로 전자정밀부품 등 첨단기술에 사용	2818.20-0000
	2. SiO ₂ (천연/가공)	고순도, 입자상태 제어 석영분말을 포함,	2505.10-0000
	3. SiO ₂ (합성)	습식 및 건식법의 합성실리카, 초미분의 것을 포함	2506.10
	4. ZrO ₂	안정화 지르코니아, 부분안정화 지르코니아 포함	2825.60-2000
	5. TiO ₂	도료용 안료는 제외	2823.00
	6. ZnO	도료용 안료는 제외	2817.00-1000
	7. BaTiO ₃	다른 티탄산염(Ca, Sr 등)을 포함	1841.90-2010
	8. PZT 등	PLZT 기타의 티탄지르콘산염을 포함	
	9. 페라이트 류	소프트페라이트 및 하드페라이트, 자성분말을 포함	3824.90-6610
	10. Al(OH) ₃	예 : 하이드라이트	2818.30
비산화물	1. SiC	성형체·연삭재용, 지립을 포함	2849.20-0000
	2. WC	성형체·연삭재·코팅용, 지립을 포함	2849.90-9010
	3. BN (h형)	성형체, 방열, 휠러, 보론확산재, 윤활재, 이형제용 등	2850.00-2000
	4. BN (기타)	공구용, 초경재용, p-BN(도가니 피복재용) 등을 포함	
	5. AlN	성형체, 방열재, 광학용 등	
	6. Si ₃ N ₄	성형체, 연삭재용 등. 사이알론 소재·중간체를 포함	
	7. 흑연 및 탄소재	합성/천연 그라파이트, 내열, 도전, 내식의 고급용 포함	3801.10-0000

□ 파인세라믹 소재 및 부품의 분류체계

- 파인세라믹 제품이 단일 업체에서 완성되고, 제품이 단품 단위로 교체가 가능하면 부품으로 분류하고, 제품의 일부 구성체로 사용되어 교체가 불가능하면 소재로 분류하되, 모호한 경우는 국내 기존 산업분류 체계와 해외 선진국의 사례 및 해당산업 분야 전문가회의를 거쳐 결정
- 칩 바리스터와 같이 생산업체에서 분말원료를 구매하여 세라믹 소재를 직접 생산하고, 여기에 리드선 등을 부착하여 부품을 생산하는 경우 해당부품 자체를 세라믹 제품으로 평가
- SAW 필터와 같이 생산업체에서 압전성 단결정기판과 세라믹 패키지 등을 구매하여 조립과정을 통해 제품을 생산하는 경우, 내부에 사용된 세라믹 소재의 구성비를 추적하여 세라믹 시장으로 평가

- 생산업체별로 상황이 달라 논란의 여지가 있는 부분에 대해서는 해외 사례 조사와 국내 산업전문가 회의를 거쳐 목적에 맞는 합리적인 방안으로 결정
- 파인세라믹 소재는 완제품에서 필요로 하는 특성과 기능에 따라 분류가 가능하며, 이를 위해 다음과 같이 '전자기·광학 부품'을 비롯한 5개의 카테고리 분류하여 산업통계를 구축하도록 함

(1) 전자기·광학 부품

- 세라믹이 가진 전자기적 특성(절연성, 반도체성, 자성, 유전성, 압전성, 초전성)을 이용한 소재·부품 및 광학용 재료를 포함하는 소재·부품으로 함
- 전자특성과 광학특성의 양쪽을 이용하고 있는 용도는 모두 광학부품으로 분류

< 표 IX-3전자기·광학용 부품센서용 세라믹의 정의와 예시 및 관련 HS code >

재료명		정의	해당제품 예	HS-Code (HSK)
절연성	집적회로용 패키지	집적회로(IC 칩)을 보호하는 세라믹제의 패키지	CERDIP, 다층 패키지, CPGA, CBGA 등	8542.40
	기능성 패키지	콘덴서, 인덕터 등의 기능소자나 복잡한 집속회로를 포함한 패키지.	CCD/CMOS센서, PLL, PA, TCXO, 안테나 변환 모듈용	8529.10
	기타 패키지	SAW나 수정진동자, CCD나 CMOS 센서 등의 소자나 모듈을 보호	SAW디바이스, 수정진동자·디바이스, CCD/CMOS센서	8541.60 8541.90
	기판 (백기판)	세라믹 기판에 도체, 저항체 등을 형성하기 위해 이용되는 통칭 백기판	알루미나기판, 질화알루미나기판, 질화규소기판 등	8532 8534.00-1000
	배선판	백기판에 후막법, 박막법 등으로 도체, 저항체등을 형성한 것	HIC기판, 저온소결기판, 통신용 모듈기판, 차량용기판	
	절연체 제품·기타	상기품목에 속하지 않는 세라믹 절연부품. 메탈라이즈 및 기밀단자 등	전자관전극 스페이서, 초고압애자, 세라믹 방열 시드	
반도성	센서	온도, 광, 압력, 변위, 가속도 등의 물리량을 검출·측정하는 것	온도센서, 광센서, 압력센서, 변위센서, 가속도센서	9025.90-1100 9026.90-1400
	화합물 반도체 제품	반도체 특성을 이용한 제품으로 센서이외의 것	펠티에냉각소자, 간다이오드, GaAs 제품	8541.40-9090
도전성	전극	탄소봉 등을 포함한 도전성의 부품에서 전극으로 이용되는 것	탄소전극, 아크 방전전극, 브러쉬, 전기분해용 전극	

도전성	전지용 부품	고체 전해질 전지, 산소농담전지 등 이온도전성을 나타내는 것을 포함.	연료전지, 이차전지, 리튬전지, 전기이중층 콘덴서	9030.31-0000 8507.90
	발열체	탄화규소, 흑연 등 재료가 가진 고유저항을 이용해서 발열체로 활용	세라믹히터, 마루난방히터, 프레임레스 히터	
	서미스터	온도상승에 따라 전기저항이 상승/저하하는 특성을 가진 세라믹 저항체	NTC서미스터, PTC서미스터	8533.40-2000 9025.90-1100
	바리스터	전압 상승과 함께 전기저항이 저하하는 세라믹 비직선 저항체	피뢰소자, 써지소자	8533.40-3000
	초전도 부품	특정온도이하에서 전기저항이 제로가 되며, 동시에 반자성을 나타내는 부품	YBaCuO계, BiSrCaCuO계, LaBaCuO계, LaSrCuO계	8545
	기타	저항을 이용한 부품을 포함한 전기전도부품	이온전도유리, 고정 및 가변저항	
자성	페라이트 자석	철산화물을 주성분으로 하는 영구자석부품	플라스틱마그네트를 포함	8504.90-9000
	페라이트 코어	철산화물을 주성분으로 하는 소프트자성재료로 자속통로로 이용되는 것	칩코일, 복합소자를 포함	8505.19-1000
	페라이트 자케드	철산화물을 주성분으로 하는 세라믹 자성재료		88522.90
	메모리 부품	메모리 기능을 가진 부품	자기도료, 자기잉크, 토너, 자기테이프, 자기디스크	8523
	박막 자케드	자성막을 이용한 기록헤드	GMR, TMR 등	
	기타	상기에 속하지 않는 세라믹 자성부품	전파흡수체, 패러데이회전자유리, 투자성 유리	
유전성 압전성	콘덴서 소자	세라믹의 유전특성을 이용한 것	원판형세라믹콘덴서, 원통형세라믹콘덴서, 적층콘덴서	8324.90-6600 3824.90-6600
	압전체	세라믹의 압전특성을 이용한 것	압전부저소자, 세라믹 필터, 압전착화소자, 초음파 모터	8529.90-9990 8529.90-9910
	수정 진동자	수정의 압전특성을 이용한 진동자	수정발진자, 수정공진필터	8541.60-1000 8517.90-9000
	기타	수정 이외의 것을 사용한 공진자/필터, 유전성·압전성 부품을 이용한 중간제품	수정 이외의 단결정이나 유전체를 사용한 공진자/필터	8541.60-1000 8529.10-1000
광학	광 화이버	유리섬유로 투광성이 높은 광신호 전달 등에 이용되는 것	광케이블, 적외광용 결정형광화이버	3926.90-9000
	광 커넥터	광 화이버 접속단자로 광축을 맞추기위한 세라믹 부품, 또는 커넥터	세라믹페룰 등	
	광전 변화소자	광전 양자에 걸친 기능소자	레이저용 반도체, EL재료, 발광/수광소자, 태양전지	8541.40-9020
	기타	광학기용 부품, 광기능재 중간제품, 광학부품을 이용한 복합·시스템 제품	형광체, 렌즈, 투명 도전막제품, 광자기 디스크	8424.89-9000

(2) 기계적 부품

- 주로 냉간(冷間 ; 200℃ 이하)에서 세라믹의 기계적 특성을 이용해서 각종 기계구조 용도에 적용하는 것을 목적으로 하는 부품으로, 200℃ 이상의 온간(溫間), 열간(熱間)에서 기계구조 용도로 사용되는 경우 열적부품으로 정의
- 화학적 내식성을 이용하여 각종 기계구조 용도에 적용(화학 플랜트 부품 등) 된 경우 원칙적으로 화학적 부품으로 분류하지만, 내식성과 강도가 동시에 필요한 용도(펌프부품 등)로 이용된 경우 기계적 부품에 포함
- 정밀부품이란 공차(치수정밀도·직진도·평면도·동심도·원통도 등)가 약 5 μ m 이하의 것으로 정의

(3) 열적부품·원자력관련 부품

- 200℃ 이상의 온간, 열 간의 각종 기계적 구조용도에 사용(서멧부품 등) 되는 제품을 원칙적으로 열적부품으로 정의하며, 엔진부품의 경우는 사용온도에 관계없이 전부 열적부품에 포함
- 원자력 관련부품은 핵 특성 및 원자력 이용에 관련한 고 신뢰성 확보를 특징으로 하는 것을 범위로 함

(4) 화학·생체물질·생활문화부품

- 화학부품은 세라믹이 가진 화학적 기능(비반응성, 내식성 등)을 활용한 경우로 하되, 내식성과 강도를 동시에 요구하는 경우(펌프부품 등)는 기계적 부품에 포함
- 생체관련 부품은 생체에 작용 혹은 적용하는 것(의약·식품첨가제, 화장품 등)을 대상으로 하며, 주로 미생물을 억제하거나 활용하는 것도 포함

(5) 범용부품·기타

- 범용부품·기타는 다른 분야에 속하지 않거나 공통분야에 사용되는 경우 및 신규용도 분야로 분류하기 어려운 것을 대상

□ 조사 및 분석 방법론 도출

- 파인세라믹은 소량다품종 산업이며, 유사한 성분의 소재라고 하더라도 요구되는 물성이나 기하학적 형태에 따라 다양한 용도로 사용
- 따라서 통계구축 대상을 결정하기 위해서는 다양한 방법으로 대상 품목을 조사하고, 각 분야의 전문가회의를 통해 개별품목이 세라믹 제품으로 타당한지와 통계 구축의 필요성 등을 검토하여 대상품목을 선정
- 필요시 대상품목에서 세라믹의 비율을 계산하여 실제 세라믹 시장을 파악할 수 있도록 정의한 후, 통계 데이터를 산출

□ 대상품목의 선정

- 통계 구축 대상품목 선정을 위해 다양한 방법을 활용하여 파인세라믹 관련제품 목록을 추출
- 사전조사를 통해 파인세라믹과 관련된 최대한의 품목을 나열한 후, 유사한 품목들은 묶거나, 하나의 품목을 다양한 목적에 따라 세분화시켜, 현실에 맞도록 통계구축 대상을 선정
- 선정된 품목에 대해 제품용어와 제품의 범위를 정의함으로써 통계 데이터에 대한 정확도와 신뢰도를 높이고, 타 통계 데이터와의 정합성을 판단

< 표IX-4 세라믹 산업통계 대상품목 추출을 위한 조사 방법 >

조사대상	조사자료	조사내용
해외 유명 파인세라믹 생산업체 생산제품 추출	코세라, 무라타, TDK, NGK, Ceradyne, Inc. 등	- 각 사 생산제품 조사
국내 파인세라믹 생산/수요업체 조사	학회, 협회 업체리스트 세라믹 관련 책자, 관련 사이트, 원료 수입업체	- 국내 파인세라믹 생산현황 조사 및 국내 수요동향 조사 - 파인세라믹 소재/부품 사용 현황조사(국내수요 시장조사)
특허조사	국내외 특허청 조사 및 KDD/KM* 시스템 사용	- IPC코드 분석을 통한 최신 세라믹 제품 응용분야 검토
해외 시장보고서 조사	BCC, GIA, 후지키메라 등	- 세라믹 제품 및 응용부품의 세계시장 동향조사(산업통계와의 정합성 평가)

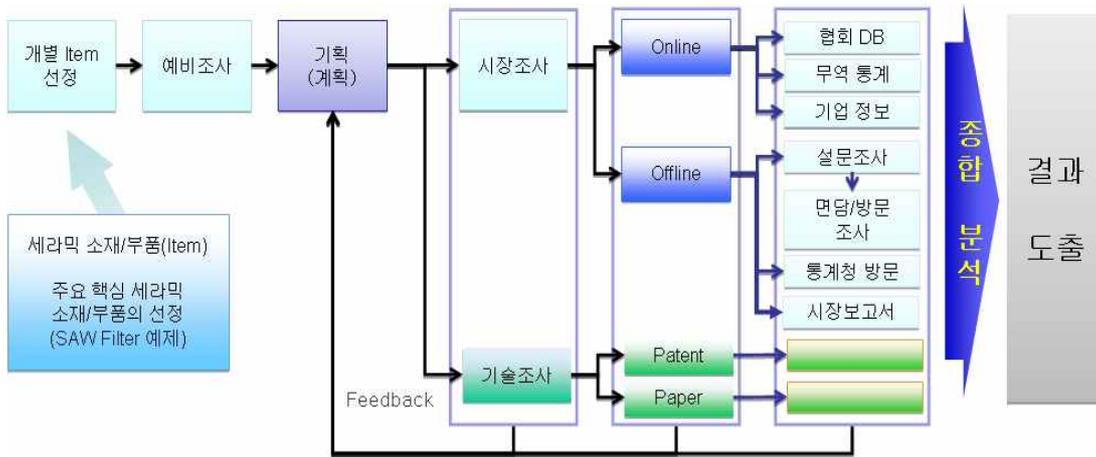
* 자료: (주)비아글로벌에서 자체 개발한 특허 데이터 분석을 활용한 유망사업 발굴 솔루션임

□ 분석모듈(조사방법) 설계

○ 세라믹 산업통계 구축 프로세스 정립

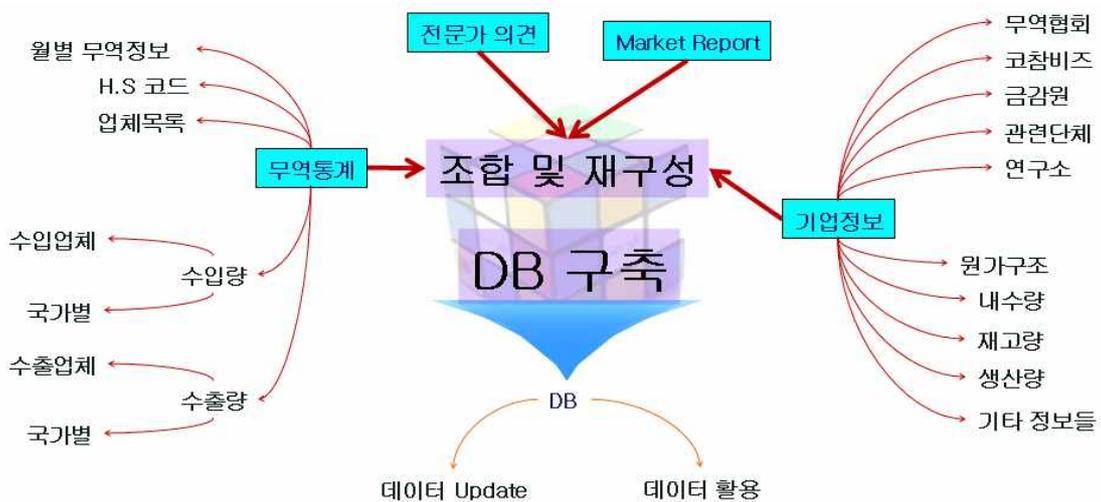
- 세라믹 소재에 대하여 온라인/오프라인 정보를 망라적으로 입수하여, 각 정보의 신뢰성을 검증한 후, 검증된 정보들의 유기적 관계를 파악하여, 종합 분석에 의해 개별 아이템에서의 세라믹 소재의 구성비를 확정

< 그림 IX-2 산업통계 데이터 산출 프로세스 >



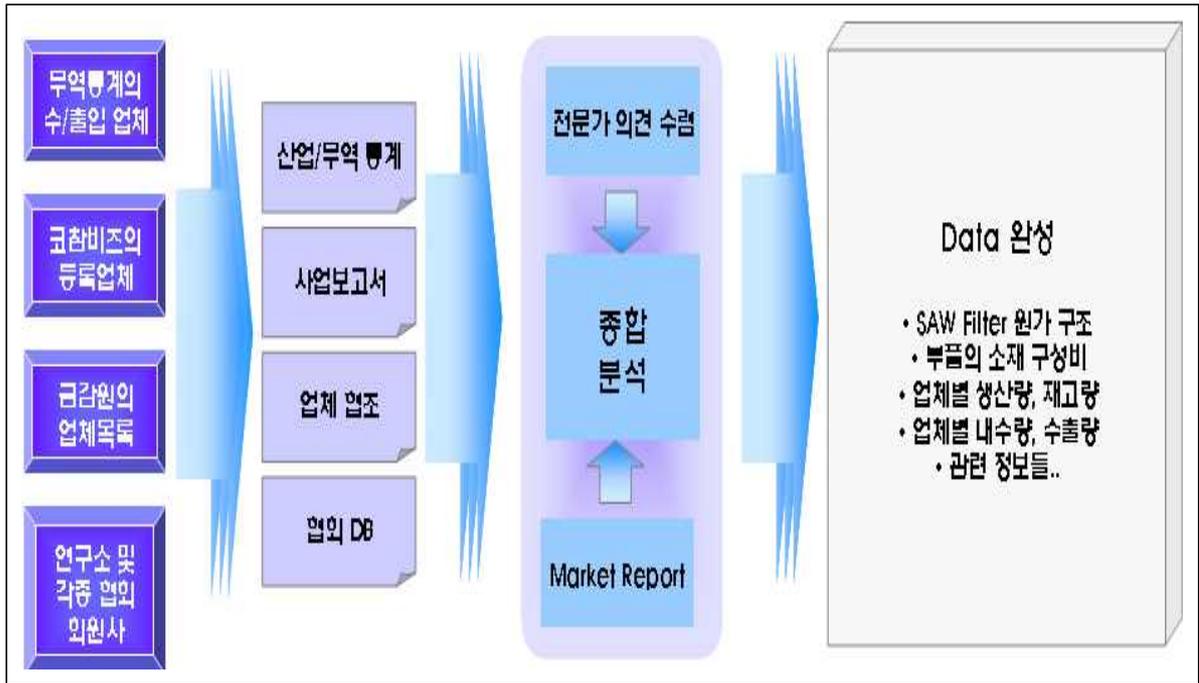
- 이때 사용되는 핵심 정보는 무역통계, 기업정보, Market Report 등이며, 유기적 분석을 실시한 후(통계 패키지 활용 추적 및 기술-제품 분석), 전문가들의 검토를 통해 최종 확정하는 프로세스

< 그림 IX-3 산업통계 DB구축 프로세스 >



□ 기술분석, 무역통계 분석, Market Report, 전문가 의견수렴을 통한 검증

< 그림IX-4 산업통계 데이터 완성을 위한 업무 플로우 >



- 기술분석을 기초로 하여, 무역통계의 다차원 분석, 상세 기업정보의 확인(제조 품목의 생산량, 주/부원료 활용 현황 등)을 통해 기본 Frame 구성
⇒ 해외 Market Report의 시장 현황 자료와 함께 유기적 분석으로 확인
- 종합적 분석을 통하여 세라믹 소재의 국내 시장 파악
 - 결과로서, 세라믹 소재의 연간 수출/수입량 확인
 - 국내의 세라믹 완제품 및 국내 생산/수요의 Supply-Chain 파악
 - 이외에도 다양하고 유용한 산업정보 도출 및 활용 가능성 확인

□ 연차별 산업통계 구축 계획

(1) 1차년도

○ 통계구축 방법론 확립

파인세라믹 통계 구축을 위해 사업초기에 아래와 같은 업무 플로우에 따라 통계구축 방법론 확립

자료수집 :

- ▷ 국내외 파인세라믹 관련 생산/사용업체 조사 및 정리
- ▷ 파인세라믹 제품 리스트 수집 (900개 이상의 품목을 조사하여 750개 선정)
- ▷ 파인세라믹 산업정보 수집원 조사(통계청, 관세청, 한신평, 세라믹 관련 협회, 해외기업정보 제공업체, 시장보고서, 국내 파인세라믹 생산/사용 업체)
- ▷ 제품 분야별 전문가 조사(전문가 자문)



전문가 회의 :

- ▷ 파인세라믹 제품에 대한 정의
- ▷ 750개의 통계구축 대상품목 확정 및 1, 2, 3차 조사대상 분류
- ▷ 파인세라믹 분류방법 및 분류체계 정리(기능별/응용분야별 분류.....)
- ▷ 통계 구축 결과 및 방법론에 대한 검증



조사방법론 구축 :

- ▷ 국내 생산/사용업체에 대한 조사대상범위 및 조사방법 검토(온/오프라인)
- ▷ 전방산업과의 연관 관계 및 세라믹 사용비중 조사방법 검토
- ▷ 무역통계 자료를 활용한 품목별 실제 수출입 금액 도출방법 조사
- ▷ 해외 유망시장보고서를 활용한 통계자료 구축, 보완 방법론 정리
- ▷ 제품 특성별(또는 세부 품목별) 통계 조사 방법론 개발
- ▷ 기존 파인세라믹 통계 및 타 산업통계와의 연계 방법론 정립



시험 적용 :

- ▷ 확정된 조사대상 품목 중 대표 품목을 추출하여 통계구축 방법론 적용
- ▷ 타 기관 작성 통계데이터 및 전방산업관련 통계, 해외통계 등과의 정합성 검증
- ▷ 시험 적용 통계조사 결과에 대한 전문가/수요자 반응조사를 통한 검증



조사방법론 확정 및 보완 :

- ▷ 통계조사 방법론 수정·보완 및 확정
- ▷ 효율적·효과적인 데이터베이스 구축 전략 수립

- 1차년도는 통계구축 대상(3년에 걸쳐 최종 750개 품목의 산업통계 구축이 목표)의 20%인 150개 품목의 통계구축이 목표
- 기존의 부품·소재통계정보(PMSD)의 생산 통계 연계방안을 검토하되, 보다 세분화된 분류체계와 상세한 품목별 통계구축을 목표

(2) 2~3차년도

- 1차년도에 확정된 연도별 산업 통계조사 방안에 따라 산업분야별로 세부적인 조사를 통해 통계구축을 수행
- 연차별 통계구축 조사대상은 1차 년도와 마찬가지로 산업유사성이 큰 분야별로 묶어 조사대상을 정하고 실제 조사를 수행
- 조사과정에서 분류체계상 중복성이 있는 일부 품목은 타 분야 조사 기간에 조사(예컨대 자동차부품에 대한 사용자 조사 시 기계적 기능 부품과 전기적 기능부품을 동시에 조사함으로써 중복성을 방지함)

□ 연차별 파인세라믹 통계 구축범위

< 표IX-5 사업 연차별 통계구축 분야 >

조사연도	조사대상 분야	품목수	비중
1차년도	파인세라믹용 원료 전자기·광학용 파인세라믹 (절연성/반도성/도전성 소재/부품)	150개	20%
2차년도	전자기 광학용 파인세라믹 (자성, 유전, 압전성, 광학, 기타) 화학, 생체물질 생활문화용 파인세라믹	300개	40%
3차년도	기계용, 열적기능용, 범용 파인세라믹	300개	40%

* 실제 연차별 조사범위는 전문가 위원회 등을 통해 조정될 수 있음

나. 표준화 추진

- ◇ 국내 세라믹 제품의 표준화 수준은 선진국 대비 기술력 미흡
 - 신뢰성 기술력이 미흡(선진국 대비 65%)하여 제품의 경쟁력 취약
- ◇ 국내외 표준화 활동을 통한 표준규격 및 국제 표준화 리드
 - ISO/TC 206(파인세라믹) 및 국제공동연구과제 활성화로 극복

□ 표준화의 중요성

- 국내 세라믹 제품의 선진국대비 기술수준은 업체의 83%가 선진국 대비 90% 이하의 기술을 보유
- 기술수준이 떨어지는 이유로는 신뢰성 부족이 가장 큰 이유였으며, 선진국에 비하여 65%가 신뢰성 확보
- 신뢰성을 향상시키기 위해서는 표준이 가장 필요하며, 신규 개발된 제품에 표준화가 필요하다는 입장이 78%

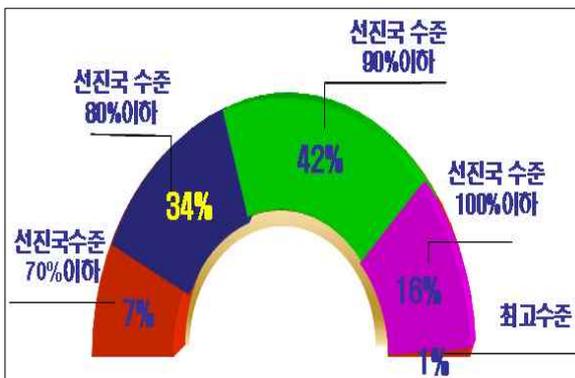
□ 표준화 현황

- 파인세라믹 분야는 전자소재 94종, 바이오 27종, 기계·구조 29종, 에너지·환경 8종 등 158종 보유



- 국제표준(ISO/TC 206 : 파인 세라믹) 활동 중(현재 30개국), 시장 선점을 위한 국제공동연구사업 지원이 필요
- SC는 구성되어 있지 않으며 총 22개 WG이 활동 중
 - WG 컨비너 현황 : 일본(13), 미국(5), 영국(3), 한국(1)
 - * WG 35 Tap density of ceramic powders
- 국내 제품의 선진국 대비 신뢰성 및 표준화 기술수준은 미흡
 - 기술수준이 떨어지는 이유로는 신뢰성 부족(선진국의 65% 수준)하며 신뢰성을 향상시키기 위해서는 표준이 가장 필요
- 표준화 필요성에 대한 설문조사 실시 결과('06년 요업기술원)

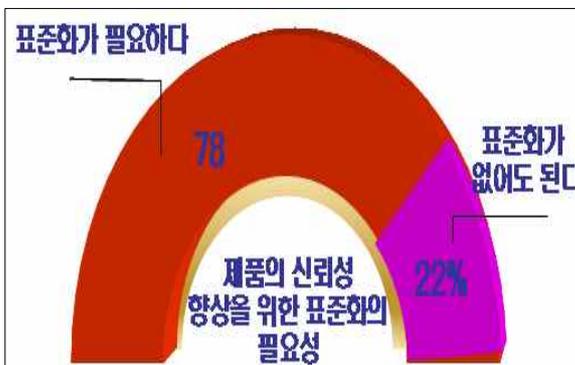
<선진국 대비 기술수준>



<선진국 대비 기술수준>



<표준화의 필요성>



<표준화 부재 시 사용하는 시험방법>



□ 표준화 추진전략 및 목표

<추진전략 및 목표>

비 전	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 선진 일류국가를 구현을 위한 세라믹 기술 토대 마련 ◆ 세라믹소재 무역적자 해소 및 기술 강국의 구현 			
				
목 표	<p>세라믹산업 발전을 위한 국가표준 및 국제규격 개발</p> <p>⇒ 6년간 4개 분야 50여개의 국가표준규격 개발</p> <p>⇒ 10여종의 국제표준규격 제안 및 개발</p>			
				
추 진 전 략	<p>세라믹관련 국내외 표준 규격의 DB화 추진 및 보급</p> <p>민간이 주체로 참여하는 세라믹 표준 제·개정 활성화</p> <p>세라믹 분야 시험기관 역량강화 및 측정 지원</p> <p>세라믹 소재 세계시장 선점을 위한 국제표준화 리드</p> <p>4개 분야별 표준화 세부 추진계획 수립 및 표준화 지원</p>			
				
중 점 추 진 분 야	<p>전자세라믹</p> <ul style="list-style-type: none"> • 디스플레이 소재 • 반도체 소재 • 기능복합 소재 • 에너지변화 소재 	<p>바이오세라믹</p> <ul style="list-style-type: none"> • 치과용 소재 • 생체활성 소재 • 생체불활성 소재 • 진단/의료용 소재 	<p>기여구조세라믹</p> <ul style="list-style-type: none"> • 플라즈마 소재 • 하이브리드 소재 • 연료전지용 소재 • 비산화물계 소재 	<p>환경세라믹</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다공성 실리카 소재 • 광촉매 소재 • 무기필터 소재 • DPF용 허니컴 소재

□ 표준화 추진방법

- ▶ 국내 산업발전을 위해서는 지속적인 국가표준, 국제규격 개발
⇒ 6년간 10종의 신규규격(전기전자, 기계구조, 생활환경, 바이오 분야) 제안
- ▶ 세계시장에서의 제품 선점을 위해서 표준화 리드 국가로 전환
⇒ 파인세라믹 국제표준화 ISO-206 적극 참여 및 국제공동연구 활성화

- KS(한국), JIS(일본), ASTM(미국) 등 DB화를 통한 표준규격 정리
- 표준규격 제정 및 개정을 위해서는 정부의 대형 R&D사업 진행시 표준화 추진으로 제품의 신뢰성 확보
 - 국제표준화 확대 지원(KS 제정, 컨비너, 프로젝트 리더 양성)
- 정부 R&D 추진과제에 대한 표준화 연계 강화
 - "파인세라믹 종합발전계획" 작성에 표준화부문을 작성하여 수행
- 표준기술력향상사업에 파인세라믹 분야 표준개발 선정
 - 매년 45개 과제의 파인세라믹 분야 표준화 기술개발과제가 채택, 추진
- 국제표준 및 국제표준공동연구를 통한 KS규격 제정
 - 국제표준화 활동 및 지속적인 표준화연구사업 추진

□ 표준화사업 추진

세라믹관련 국내외 표준규격 DB화 추진 및 보급

- 한국산업규격(KS), 일본 JIS 규격, 미국 ASTM 규격 및 EU의 EN 규격 등을 총망라한 세라믹 관련 표준규격을 조사
- 국가규격 뿐만 아니라 단체규격 및 사내규격도 정리하여 최대한 많은 양의 규격 정보를 수집
- 요업기술원에서 추진중인 세라믹소재정보은행에 표준화 부분을 첨가하여

세라믹 관련 표준규격을 정리

- 신규로 연구 중인 시험방법 표준화를 정리하고, 향후 표준화가 필요한 부분에 대한 의견수렴 기능도 추가하여 수행

민간이 주체로 참여하는 세라믹 표준 제·개정 활성화

- 파인세라믹 국가표준개발 협력기관(PSDO)기관을 지정
 - 요업기술원, 전자재시험연구원 등 세라믹분야 표준을 제정할 수 있는 민간기관을 선정하여 PSDO기관을 육성
 - 15대 전략기술개발과제(신화학공정·소재 등 7개 분야 연관) 및 원천소재기술개발과제 등으로부터 KS 규격 추진
- 민간차원의 아시아 국제표준 공동연구 활성화
 - 국내의 협회 및 단체 등이 주축이 되어 일본 등 선진국들과국가표준 국제공동연구를 추진할 수 있는 기반을 마련
 - * 일본세라믹협회와 CASP를 구성하여 국제차원의 파인세라믹분야 표준화를 진행 중 (국내기업 중 (주)나노팩 및 한국광촉매협회 참여 중)
 - * CASP(Committee of Asian Standardization for Ceramic Material and Products)

세라믹 분야 시험기관 역량강화 및 측정 지원

- 요업기술원, 세라믹신소재산업화지원센터 등 세라믹분야 시험가능 기관의 시험기능 강화
- 기업이나 연구소 등에서 첨단세라믹 소재를 개발하고 이의 성능시험 시 측정료 보조금 지원제도를 마련하여 보급
- 세라믹 분야 SRM 물질을 구입하여 시험기관에 보급함으로써 시험기관의 신뢰성을 구축
 - SRM : Standard Reference Material (표준참조 물질)

세라믹 소재 세계시장 선점을 위한 국제표준화 로드

- 파인세라믹 분야 국제표준화 확대를 위한 지원강화
 - 국내에서 ISO/TC 206 의장을 수임중이며, 컨비너 및 프로젝트 리더를 추가 양성하기 위한 지원을 강화
 - * '07년 : 의장(1), 컨비너(1)→'10년까지 : 의장(1), 컨비너(3), 프로젝트 리더(2)
 - '08년도 ISO/TC206 총회 국내 유치('06 총회에서 확정) 및 파인 세라믹분야 국제표준화 심포지엄 개최

- 국제적 표준화 활동을 주도할 품목 발굴 및 지원을 통한 국제 표준 주도를 목적으로 5년간 4분야로 표준화 추진

분야 I <전기·전자분야>	분야 II <기계·구조분야>	분야 III <생활환경분야>	분야 IV <바이오분야>
<ul style="list-style-type: none"> ● 디스플레이소자 ● 전지소자 ● 에너지변환소자 ● 통신소자 	<ul style="list-style-type: none"> ● 복합재료 ● 코팅제 ● 고기능소재 ● 초고순도 소재 	<ul style="list-style-type: none"> ● 정화용 무기필터 ● 광촉매 ● 세라믹 다공성 	<ul style="list-style-type: none"> ● 치과용 세라믹 ● 인공관절

4개 분야별 표준화 세부 추진계획 수립 및 표준화 지원

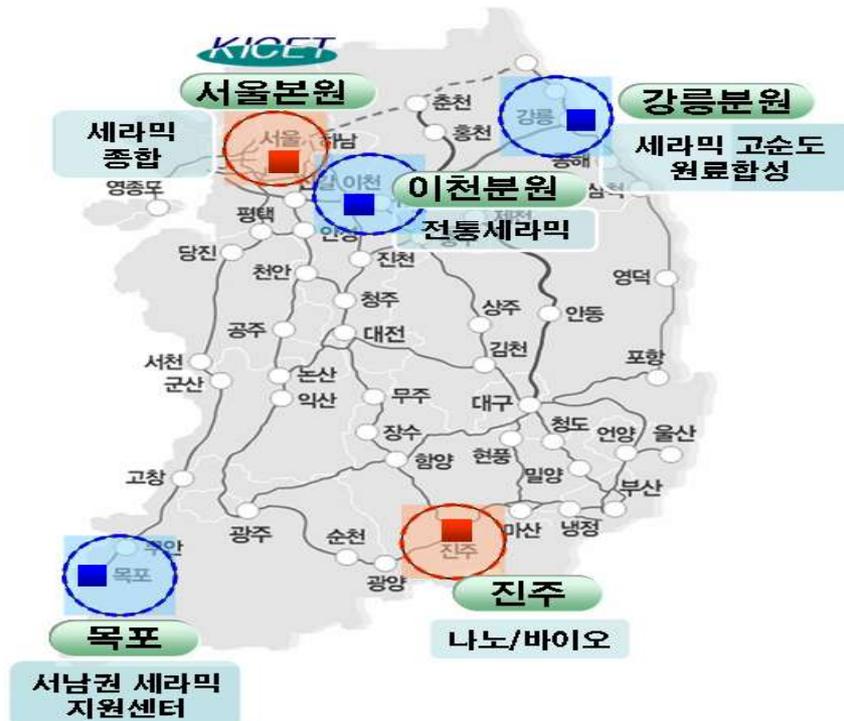
- 전기·전자세라믹 : 디스플레이용 세라믹, 반도체용 세라믹, 기능 융합형 세라믹, 에너지 변환용 세라믹 분야 추진
- 바이오세라믹 : 치과용 세라믹, 생체활성 이식재용 세라믹, 생체불활성 이식재용 세라믹, 진단/의료용, 나노응용세라믹
- 기계·구조세라믹 : 반도체/디스플레이 장치, 우주항공 재료, 나노소재, 및 비산화물계 분야 표준화
- 에너지·환경세라믹 : 2차전지·연료전지 세라믹, 태양전지 세라믹, 광촉매, 다공성 촉매, 멤브레인 세라믹 분야 표준화

다. 인프라 연계

- ◇ 공공기관이 보유한 인프라 연계 및 확대로 시너지효과 극대화
 - 인프라 공동 연계 및 확충으로 산업체의 다양한 Needs에 대응
- ◇ 지역별 구축된 인프라를 활용한 인력양성 및 제품화기술 지원
 - 지역별 보유 인프라 활용으로 교육, 기술개발지원 프로그램 등

□ 파인세라믹 인프라 공동 활용

- 요업기술원, 강릉신소재지원센터, 목포실용화지원센터 등에 구축되어 있는 시설 및 장비의 활용을 통한 시너지효과 극대화
- 지역별, 기관별 보유한 인프라 연계 또는 확충에 따른 지역의 수요를 반영할 수 있는 교육 및 기술개발 지원
- 수도권(서울 및 이천) - 강릉 - 목포 연계 시너지효과 극대화
 < 그림 IX-5 국내 파인세라믹 거점지역 분포도 >



□ 수도권(요업기술원)

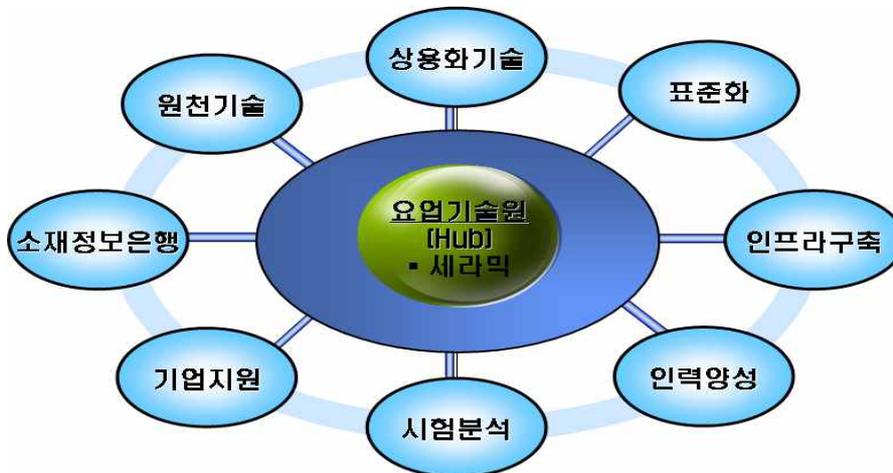
○ 세라믹 육성정책 강화, 요업기술원을 '세라믹Hub기관 지정'('06)

- 원천기술 개발 및 소재정보은행 구축 등 핵심역할 수행 중

○ 요업기술원의 역할 확대 방향

역할	기능		비고
	현행	미래	
기술개발	실용화 기술 R&D 위주	원천기술 및 핵심기술개발의 Hub 역할 수행	세라믹 연구인력 Hub로 집중화
기술지원	현장 애로기술 중심의 기술지원	근본적 문제해결 solution 위주 기술지원	One-Stop 솔루션 제공
	이천분원 설립 (전통세라믹 중심)	세라믹 클러스터 조성 (이천, 강릉)	
시험분석	공통기반 시험·분석 (R&D 지원과 연계)	세계적 시험·분석 전문기술 보유 (환경유해성, 나노 등)	세라믹 KOLAS 인증기관 (국내유일)
인프라	개별기관 중심의 인프라 활용	서울-서남권-강릉권 인프라 연계 활용	TP인프라 Network 구축
인력양성	세라믹 관련 범용 기술자 인력 양성	특화별, 분야별 전문가 인력 양성	맞춤형 인력양성
창업보육	벤처기업 중심의 창업지원기능	Post BI기능 강화 (상품화, 마케팅 지원 등)	중핵기업 육성
산업체 지원	단편적 기술정보, 시장정보 제공	기술정보, 시장정보, 특허정보 등 다양한 DB 서비스 제공	소재정보은행 구축
정책지원	정부정책수요에 필요한 정책연구 위주 수행	상시적 산업/기술정보, 산업통계 분석 제공	유관기관 협력체계 구축

< 그림IX-6 세라믹 Hub기관(요업기술원) 역할 >



□ 강릉권(강릉TP)

○ 강릉권의 확대는 향후 동해안 초 광역권 개발에 따른 신소재 초광역 산업벨트(강릉-포항-울산) 구축 및 활성화에 크게 기여

- "3각 테크노밸리 조성계획" 아래에 전국 최초로 신소재분야의 클러스터 조성
- 강릉과학산업단지 : 산업화 지원센터, 벤처 플라자, R&D Complex로 북평공단·삼척연계 Belt화

* 북평산업단지 : 원료산업집적지, 석회석 활용산업, 자유무역단지

- 강릉지역 세라믹 관련 연구개발사업 및 기반조성사업 등을 통한 인프라 구축(장비, 국제교류형 R&D, 전문기술 인력양성, 지역특화 연구개발 인프라)을 통한 기반경쟁력 확보 중

○ 강릉과학산업단지를 중심으로 세라믹신소재벨트 연계로 발전 중

< 그림IX-7 강릉과학산업단지 >



□ 서남권(전남TP)

○ 전남은 지역전략산업으로 신소재산업을 선정하고 집중 육성

- 전남 신소재산업의 산업적 기반을 토대로 전남 동부권 중심의 신금속/고분자산업, 서남권 중심의 파인세라믹산업에 대한 집중 육성 계획을 수립하고 추진 중
- 현재 건립 중에 있는 (재)전남테크노파크 세라믹산업종합지원센터를 중심으로 구조세라믹 부품소재 혁신클러스터 조성을 위한 인프라 구축이 진행 중에 있으며, 이를 위한 배후 단지 조성계획이 수립 추진 중

< 그림IX-8 구조세라믹 부품소재 클러스터 조성을 위한 배후단지 >



- 대불산업단지의 세라믹원료산업과 연계된 첨단구조세라믹 부품소재 산업화 실현을 통하여 세계적인 구조세라믹 부품소재 메카로서 성장 기대
- 영암, 목포, 해남 일원(서남권 5개 산업단지 18,867천㎡)에 전남과학산업단지 지정을 받아 세라믹, 조선, 신재생에너지 사업 등의 전략적 육성과 신성장 동력산업 발육을 위한 R&D 센터 건립, 산·학·연·관 네트워크 구축, 신융합기술 개발, 기업지원종합시스템 구축, 신기술 개발이전 및 사업화 지원 등을 추진 중

□ Tri-Angle(수도권-강원권-전남권) 구성을 통한 인프라 현황

- 수도권(세라믹종합) : 기술개발, 시험분석, 기술지원(요업기술원)
 - FE-SEM 등 620종, 310억원
- 강원권(고순도원료) : 테크노밸리 조성(강릉신소재지원센터)
 - 시험·분석장비 등 114억원
- 전남권(구조세라믹) : 실용화기술지원(목포실용화지원센터)
 - 양산 지원장비 등 136억원

□ 추진전략

- ◇ 국내 대단위 세라믹 산업클러스터 조성으로 시너지 극대화
 - 전략산업으로서 대단위 세라믹 신소재산업단지 조성
- ◇ 타 도시권의 관련사업간의 연계 강화로 파급효과 극대화
 - 세라믹 신소재산업 관련도시와의 업체간 연계로 협력 강화

- 세라믹 신소재산업 클러스터 형성기반 구축으로 산업 활성화
 - 세라믹산업 기반시설 확충 및 산업체 인력양성
 - 세라믹산업화 지원센터 건립 및 창업보육사업 등 적극 추진
- 국내·외 세라믹 관련업체 거점지역에 유치 총력
 - 업체지원정책 강화 (타 도시와 비교우의 선점)
 - 산·학·연 세라믹분야 기술교류 및 산학연관 포럼 등 추진

□ Tri-Angle 협력 체계도

< 그림IX-9 Tri-Angle 협력 체계도 >



□ 인프라 연계 및 확충을 위한 추진내용 및 방법

- 지역별 인프라 연계를 위한 협의체 운영으로 의견 수시 전달
 - 기관별 보유한 인프라 활용(장비, 시설, 인력)
- 취약한 산업체 기술인력 양성을 위한 Tri-Angle 기관 세부협력 추진
 - 수도권(전자세라믹 등), 강원권(고순도 원료), 전남권(구조세라믹)

- ◇ 지역별 산업현황, 인프라 Tri-Angle 연계 및 확대방안 작성 중
 - 지역산업 문제점 및 특화분야 육성을 위한 다양한 협력방안 제시
- ◇ 기관별 보유한 인프라를 연계하여 통합지원 프로그램 마련 중
 - 보유 인프라를 활용한 파인세라믹교육지원센터 설립(공동 운영)

라. 기업협력

(1) FC기업 협력현황

○ 그물속의 한국 FC 기업

- 국가의 주도적인 성장산업의 수입품 위주의 국산화 전략 중심으로 대응하면서 모방자적인 기업으로 성장해온 기업이 대부분 차지
- 기술, 소재, 장비 등의 수입을 통한 조기 상용화에 성공한 기업들의 품목 위주로 구성하면서 그물 속에 스스로 걸리는 형태
- 파인세라믹 전후방 수입 품목의 모방을 통한 개발 및 제품화로 기기 조립 품에 적용만 하는 모방품목 위주로 기업이 성장
- 기업성장의 초점은 빠른 모방, 품질개선, 원가절감을 위한 기술자 유치로 제조기술 및 공정기술을 확보하는 대량 생산형 기업
- 생산 품목의 요소 주도형으로 양적인 성장으로 국제경쟁력이 취약

○ 영세성을 벗어나지 못하는 FC 기업

- 양적 성장만을 추구하는 기업규모의 영세성(전체기업의 약 95%가 중소기업)
- 기업 매출 규모가 연간 50억원 미만인 기업이 대부분 차지
- 주요생산 품목수도 3개 이내인 품목의 빈곤을 느끼는 중소기업형인 기업
- 신규 제품생산을 위한 시설투자 및 R&D 투자여력이 아주 부족한 환경

○ 고위험 장기투자 기피현상으로 기업역량 부족

- 자금여력 및 투자환경이 취약하여 장기적인 투자 기피현상이 뚜렷
- 신기술 및 신공정 개선 등을 위한 인프라 역량이 부족한 현상이 지속
- 중장기 기술개발 및 미래지향적인 투자가 부진하고 연구비 지출이 부진
- 신제품개발을 위한 High Risk, High-Tech 부문에 투자가 극히 저조한 상황

○ 가치사슬이 약한 산업구조

- 마케팅 정보 및 기술정보 등의 부족으로 가치사슬이 약한 산업구조
- 소재-부품-모듈-시스템의 value Chain 구조를 개선하기 위한 기업간 협력 또는 협업을 통한 시너지효과 극대화
- 제품의 규격변경, 단가인하 등의 정책으로 중소기업 경쟁력이 취약한 구조

○ 시너지성 부족으로 역량 집중화에 역행

- 소재-부품-모듈을 상호 연계하면서 개발되는 시너지효과가 미흡하여 동시에 개발하는 역량 집중형으로 지원체계가 미흡
- 지속적인 내부 연관사업의 부재로 제품의 부가가치화에 실패하는 사례가 빈번하게 발생하는 시너지성 부족

(2) FC기업 협력방안

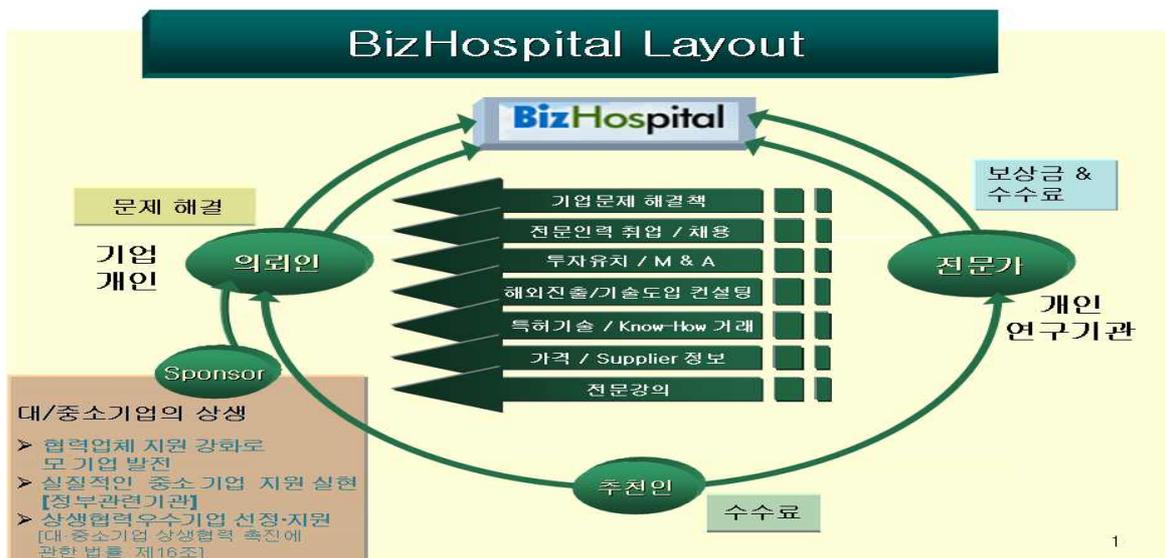
□ 모듈사업과의 협업체제 강화

- 가치사슬의 취약성 보완을 위해 소재-부품-모듈사업과의 협업체제 강화
- 공동시장 조사, 공동개발, 공동 마케팅
- 공동투자, 합작 내지 M&A로 기업규모 대형화

□ Open구조에 의한 기술개발, 생산, 협력 등 시너지 강화

- 민간주도의 비즈니스 영역으로 추진
 - 특허, 기술, 투자, 경영컨설팅, 국제협력 등

< 그림IX-10 open구조에 의한 기술협력 방안 >



* 자료 : 거성통상(2008)

- Open 구조의 특징

- . 진행과정 전반에 전문가가 참여하고, 전문가에게 해결책에 합당한 금액 지급
- . 기술소개, 특히 기반 신제품소개 등을 전문가에 의한 준비
- . BizHospital에는 실용성 있는 기술, 사업화 가능한 기술만 소개되거나 도입 요청되어 전문가들의 자발적인 참여가 가능

< 그림IX-11 open구조에 의한 Biz항목과 목적>

Biz 항목과 목적	
기업문제 해결	비즈니스/기술 문제 해결
전문인력 시장	고경력 및 퇴직 고급인력의 맞춤형 구직 및 채용
투자유치 / M & A	투자유치, 기업성장과 사업다변화 기회 창출
전략적 해외진출/기술도입	Risk는 최소화하고 수익을 최대화하는 컨설팅
특허기술/Know-How거래, 특허 기반 신제품	신규 특허기술/Know-How 이전과 도입, 우수 발명 기술에 기반 신제품의 홍보 및 판매
가격 및 Supplier 조사	신뢰도 있는 가격 및 해외 Supplier 정보 제공
전문강의	기업에 필요한 맞춤형(In-House) 교육

* 자료 : 거성통상(2008)

□ 특허기술 그룹화 사업 추진

- 각 대학, 연구소의 보유의 분산된 특허를 사업화 품목으로 연계, 기술이전
- 원료처리-소재-공정-장비-평가의 제조기술로 연계되는 특허의 가치 사슬화 추진
- 중·단기성 제조기술 부문의 국내특허 사업화 효과 기대
- 장기성 원천기술 특허는 외국 특허기술도입 후 연수, 실용화사업으로 전환

□ 민간 투자펀드 조성 지원 체제

- 고 위험성 장기투자 기피현상의 극복책 필요
- 국민연금 기반 정부지원 투자펀드는 5년의 단기간이기 때문에 FC산업의 투자연계성과 극히 미진
- 별도법인하의 장기투자 펀드체제의 '소재펀드'를 조성 지원하는 체제 필요
- '소재펀드'에 '부품-모듈-시스템' 기업의 합동자금 형식이 바람직함

□ 중간단계의 역할 강화

- 관련 협회, 단체기관의 활성화
- 단체기관 주체, 정부후원 수입품 합동 전시회 정기적 개최
- 수입품 정보교류로, 개발, 마케팅 성과로 직결
- 기술조합, 협회, 기관의 기술로드맵, 마케팅로드맵, 산업실태의 정기적 조사, 발간 등의 역량 강화. (이들 업종, 단체 간 '협력위원회' 운영 등)

□ 기술이전 활성화 방안

○ 기술개발 과정 비교

- 과정

1	2	3	4	5	6	7	8
연구/기술 개발	특허출원	제품생산방법 연구	샘플 생산	양산	시장 조사	판매전략	판매

- 기술개발 방법 비교 (방법 1에서 방법2로 전환이 필요)

	방법 1	방법 2
제품개발	1→2→3→4→5→6→7→8	6→7→1→2→3→4→5→8
개발주체	연구소, 학교	기업체
주요 차이점	연구기술개발/특허출원 중심	판매전략/시장조사 중심
	보유기술로 연구개발	시장조사와 판매전략 수립후 시장에서 요구되는 제품개발
사업화측면에서 문제점	연구개발 특허출원후 기술거래 및 제품 판매의 어려움	시장에서 경쟁력 있는 제품의 발굴에 많은 시간 소요
	하나의 특허로 제품개발이 용이하지 않음 (주변특허 필요한 경우 있음)	시장성 있는 제품 발굴후, 제품개발을 하려고 하나, 기존 특허를 피해서 개발이 용이하지 않고 특허확보도 용이하지 않음
사업화측면에서 장단점	특허출원은 용이. 그러나 특허의 활용성, 즉 제품/개발/판매는 용이하지 않음	제품개발, 특허 발굴은 용이하지 않으나 판매가능한 제품 생산
기술거래측면에서 장점	사업화가 용이하지 않으므로 기술거래가 쉽지 않음	틈새 특허기술 개발시 기술거래 용이/사업화 용이, 시장이 있고 제품 생산 기술 보유시 특허는 구입하여 사용

- 기술개발과정의 방법 1에서 방법2로 전환이 필요

○ 특허기술 거래 방향

- 과정

과정	특허출원	특허기술 소개자료 준비	특허기술 이전(판매) 진행	특허기술 도입기업 과 협상	계약	기술지원
주체	특허기술 개발자	전문가 필요	전문가 필요	전문가 필요	특허 개발자 / 기업체	특허 개발자

- 특허기술거래 현황

- 시장이나 기업체가 요구(필요로)하는 특허기술의 거래보다 개발된 특허 거래 중심: 그러므로 많은 특허기술이 있으나 실수요는 많지 않음
- 특허 기술 소개가 이론/기술 중심으로 이루어짐. 그러므로 실수요자 발굴 및 matching이 용이하지 않음
실제 시장에서 요구되는 제품 위주의 특허기술 소개자료(특허기술 적용 시 장단점, 특이성, 필요투자비, 수익성 등으로 사업화가 고려된 소개자료)를 준비하여 소개 필요. 제품의 경우 수요자 발굴이 용이 : 산업분류표준에 따른 기업 발굴
- 특허기술의 소개 시 비즈니스 전문가(기술거래 전문가) 및 특허개발자가 같이 기술도입자와 협의 필요
기술도입자에게 기술의 필요성과 장점 설득 실패시 거래가 진행되지 않음. 기술 presentation 과정이 매우 중요 또한 소개과정에서 기술유출이 일어나는 경우 있음
- 하나의 특허기술로 제품을 개발, 생산하는 것이 용이하지 않음: 제품을 기준으로 Parts 구성표를 준비하여 몇 개의 특허기술을 공동활용하여 제품의 개발, 생산 추진
- 계약서 준비에 대한 지식, 경험 부족: 기술거래 전문가와 변호사에 의한 계약서 준비 필요
- 기술이전 과정에 참여하는 기술거래 정부산하 전문인력의 경력이 상대적으로 적음: 전문화된 기술거래 전문가 참여 유도: 전문가에게 합당한 수수료 지급

- 특허기술 활성화 방안

- 현재 기술 중심의 소개 내용을 제품 위주로 변경하여 기술 수요자 발굴
- 전문가가 기술 소개 자료를 준비하면서 거래 가능성 검토
- 전문가에 의한 기술거래 진행 : 전문가 최대 활용 및 합당한 전문가 수
수료 지급

그러나 기술거래 과정에 많은 정부예산과 조직(한국기술거래소, TP, RTTC 등) 각 연구소의 기술거래 전담부서, 기술거래 기관이 있으나 효율성과 전문성, 전문가들을 이용하기 위한 제도와 예산이 부족한 것은 개선 필요

- 대책

- 시장(기업체)에서 필요로 하는 기술의 개발/ 제품생산에 필요한 기등록된 특허기술의 경우 해당 기술 구입 적극 추진
- 전문가들이 적극적으로 개입할 수 있는 제도적 기회 제공

< 그림IX-12 Biz Hospital의 개념 >



마. 대일협력

□ 일본 대기업을 對韓 부품조달 확대

○ 한일간 교류가 가능한 분야에 대한 전략적인 사전 탐색 필요

- '92. 1. 서울에서 개최된 한일 양국 정상회담에서 무역불균형 시정 등을 위한 구체적인 실천계획을 수립하고 **한일산업기술협력재단**과 **Japan Desk** 등에서 인력, 산업협력, 전문가 초청지도, 투자협력 등 다양한 한일교류를 위한 노력이 진행
- 한국기업은 일본의 원활하지 않은 기술전수와 이전, 까다로운 계약조건과 정보부족/폐쇄성에 대한 애로사항을 제시
- 일본기업은 기술유출에 대한 우려와 한국 기반기술의 부족, 시장협소, 노사불안, 정보 부족 등을 협력에 어려움으로 제시
- 일회성 협력사업의 한계와 더불어 상호간의 이해와 신뢰가 부족한 상황에서 한일 부품소재기술 협력을 위한 사업을 재정비할 시점
- 특히 **일본 대기업을 對韓 부품조달 확대**는 기존의 정채된 한일교류를 다시 한번 활성화시킬 수 있는 기회로 활용
- 부품조달 구매상담회 실시는 일본기업이 희망하는 품목과 품목에 대한 신뢰도 확보와 교역을 할 경우 협력파트너로 상호 윈-윈 가능성 등을 우리가 전략적으로 검토하고 협력을 추진하며 중장기적으로도 확대할 품목에 대한 육성 병행
- 우리가 강점이 있는 분야를 중심으로 협력을 추진할 경우 성공 가능성이 높을 것으로 대표적인 경우가 삼성전자와 소니의 S-LCD, LG전자와 Phillips간 TFT-LCD 등의 합작투자회사도 좋은 사례
- 한국전자산업진흥회가 주요 전자업체의 전자부품 구매계획을 매년실시하고 있으며 일본 대기업을의 구매계획을 사전에 국내기업에 제시하는 것도 정보 교류차원에서 필요하고 한일 OPEN 데이터베이스(SCM 등) 체계를 활성화하여 추진

□ 한·일 부품·소재 기업 투자펀드 조성

○ 투자펀드에 일본을 참여시킬만한 유인책 보장이 필요

- 최근 일본 제조업 전반에 걸친 국내투자 중시 경향의 근본적인 이유 중 하나가 기술 블랙박스화를 통한 첨단기술 유출방지임을 인식하고, 일본의 핵심역량인 부품소재 분야에서 대일 무역역조를 유지하고 확대시켜 나가는 것을 오히려 일본이 선호한다는 점을 감안할 때, 현 제시된 투자펀드 안에는 일본을 참여시킬만한 유인책 이 없는 것으로 판단됨
- 투자펀드 조성이 성공적으로 진행된다 하더라도, 기술협력을 통한 기술력 증진 등 우리나라가 바라는 성과달성은 어려울 것으로 판단

○ 펀드조성에 있어 양국 분산투자이상의 의미가 도출되어야 함

- 본 투자펀드 조성 건에 대해서는 한·일 부품소재펀드를 결성하는 것이, 한국 일본 양국이 각각 자국펀드를 설정하는 것과 어떠한 차별성이 있는지 구체적인 액션 플랜 제시 필요

○ 펀드지원을 한일 수요·부품소재기업간 크로스 매칭에 중점

- 제시된 부품·소재기업간 전략적 제휴는 한일 기업간 기술유출 우려로 인해, 소기의 성과달성에 복병으로서 역할을 수행
- 따라서, 본 투자펀드가 실효성을 가지려면 한국 수요기업과 일본 부품·소재기업간, 일본 수요기업과 한국 부품·소재기업간의 전략적 제휴에 중점

○ 펀드를 통해서는 기술협력보다 산업협력에 초점

- 일본의 펀드참여 유인책으로는, 상기 제시된 한일 수요·부품소재기업간 크로스 매칭으로 일본의 기술유출 부담을 더는 동시에, 참여 일본 수요·부품 소재 기업들에게 안정적인 국내 수요처 제공

□ 일본의 對韓투자 유치 확대

○ 한국은 일본의 직접투자를 유치하기에 미흡한 여건

- 일본 부품소재기업은 세계시장을 주도하는 오랜 역사와 전통의 기업으로 거액의 설비투자과 장기적 신소재 개발을 위한 투자 등이 가능하여 **기술력, 자금력, 글로벌 브랜드, 인건비 등 여러 가지로 취약한 우리기업과 협력할 필요성이 부재**
- 노동력, 인프라, 입지규제, 신사업 진출 제한 등 기업이 활동하기 위한 환경에 대한 제약요인에 따른 문제점

○ 최근, 우리나라가 IT분야에서 급성장, 관련 분야에 대한 상호 협력 가능성이 증대

- 시장지향형 투자나 비용절감형 투자가 아닌 공동 글로벌 시장 진출을 위한 협력파트너로 매력적이며 자동차, 로봇, 의료 등 미래 신산업에 대한 공통된 열망이 커 리스크 분담과 장기 글로벌 시장 확보를 위한 시너지효과 등을 고려하여 관련분야 중심으로 투자
- 한일간 산업별 탐색공동체와 기획공동체의 활성화가 필요하고, 많은 정책 연구자와 부처 공무원들의 미시정책들이 함께 진행

□ 한·일 부품·소재 연구소 일본 전진기기 설립

○ 일본과 협력 활성화 방안

- 일본과는 아직 협력이 미흡한 실정으로 상호 협력에 대한 필요성이 타 국가에 비해 부족하여 비활성화
- 일본과 협력을 활성화하기 위해서는 최근 우리나라의 강점인 분야이면서 미래 성장이 예상되는 전략적 분야에 학술적 교류로 선 진행
- 여러 기술이 융합되는 경향이 있기 때문에 협력을 통한 시너지 효과를 높이기 위한 한일간 기술개발 협력분야를 발굴, 추진
- 학술적, 원천기술 개발을 통한 연구 성과가 발생하면 양국의 민간기업 참여로 유도하여 향후 기업간 교류 활성화를 촉진
- 한일간 공동 프로젝트 기반의 거점을 일본에 설립하여 일본과 협력을 위한 중장기적 정부의 지원이 필요하며 이를 위한 전략적 분야를 선 기획을 통해 발굴하여 추진할 필요

3. 산업육성을 위한 기관별 역할

가. 정부의 역할

□ 기본방향

- ◇ 파인세라믹산업 육성을 위한 산업육성정책 수립 및 사업예산 확보
 - 산업의 중요성 및 대일무역 역조를 해결하기 위한 다양한 세부대책 수립
- ◇ 산업통계 조사용역사업의 안정적인 추진을 통한 다양한 정보 제공
 - 매년 정기적인 산업실태조사, 분석 용역을 통한 시장 및 업체동향 파악
- ◇ 인프라(시설, 장비, 인력)의 Tri-Angle 시스템 활성화로 효과 극대화
 - 인프라(수도권-강원권-서남권) 연계로 인력양성, 기술지원 등 적극 지원

- 정부는 산업구조가 취약한 소재산업 중에서 파인세라믹산업의 육성을 위한 다양한 산업육성 프로그램을 발굴 및 사업예산 확보
 - 산학연관 전문가로 구성된 세라믹 포럼 운영으로 산업육성 방안 도출하고 산업실태조사 및 현주소를 파악하여 지원정책에 매년 반영
 - 산업의 중요성 및 대일무역 역조를 해결하기 위한 다양한 산업육성 정책 및 지원대책 등의 실행을 위한 사업예산 확보 및 배분
- 매년 파인세라믹산업 실태조사용역을 통한 생태계 문제점 및 산업통계 정보 제공으로 부문별 대응 전략과 연계
 - 지속적인 산업실태조사, 분석을 통한 파인세라믹산업 전후방 생태계를 파악하고 산업육성을 위한 시장, 업체, 기술동향 등 다양한 정보 제공
 - 파인세라믹산업 전후방 기업의 산업실태 조사 및 분석에 따른 품목별 산업통계 정보화로 기업의 신규사업 진출 및 신기술개발에 정보 제공
- 국내 지역에 설치된 Tri-Angle 인프라를 활용하여 파인세라믹 전후방 산업의 육성을 위한 지원 프로그램 운영으로 중소/벤처기업 상시 혜택
 - 지역별 파인세라믹 특화분야 및 인프라 연계지원을 위한 정책 수립으로 열악한 환경에 있는 중소기업들에게 실질적인 인프라 활용기회 제공
 - 중국과 일본의 틈새에서 살아남기 위한 다양한 정책도출, 지원으로 중소기업들이 IR, 신규투자 및 신제품 개발 등을 위한 환경조성이 필요

□ 주요 역할

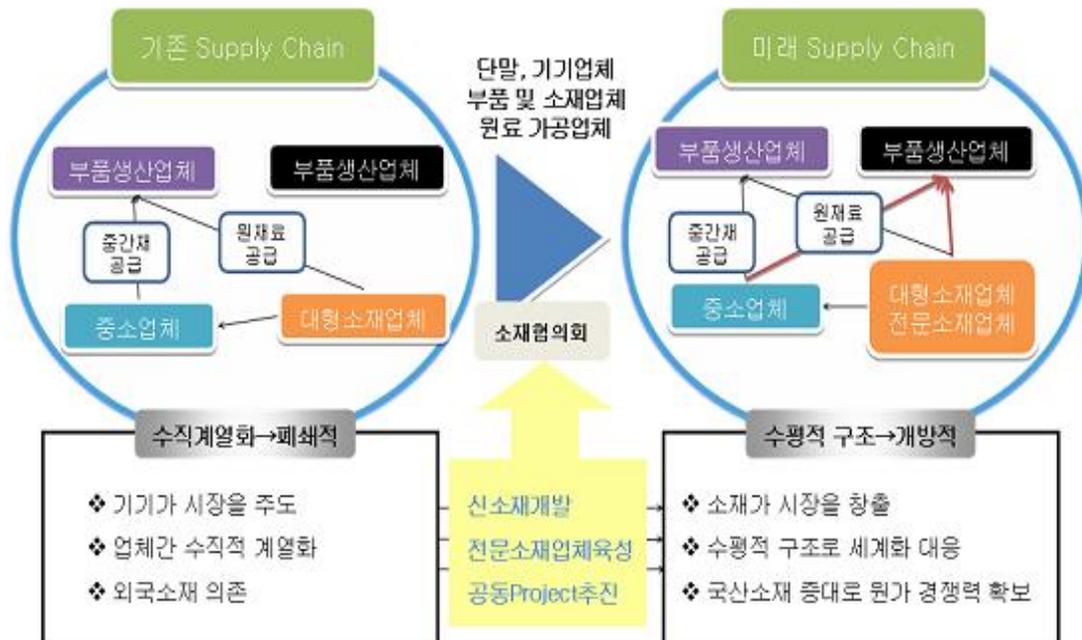
- 국내 업체 중에서 세계적인 소재기업이 나올 수 있도록 안정적인 지원은 물론 사업 환경 조성을 위한 제도 및 복합적인 지원책 마련이 시급
 - 국내 파인세라믹 기업 중에서 세계적인 기업으로 성장 또는 경쟁이 가능한 기업이 유지될 수 있는 세부지원 정책 운영
- 제품의 안정성 및 가격경쟁력 강화를 위하여 파인세라믹 원료수급 및 생산기술개발을 위한 다양한 세부정책 수립 및 추진
 - 원료 수입을 통한 가공 및 공정기술 등으로 경쟁력 유지 중이나 고순도 원료 및 기능성 세라믹 활용을 위한 원료의 안정적인 수급이 중요
- 지역 전문가그룹의 효율적인 활용으로 기술력이 부족한 벤처기업 및 중소기업들에게 기술세미나 및 기술동향 등을 제공할 수 있는 공간을 마련
 - 지역별 전문가 그룹의 교류회를 운영하여 정책 및 협력방안 등을 논의 할 수 있도록 다양한 의견수렴
- 전시회 및 세미나 등을 국제적인 수준으로 개최하기 위한 주변의 인프라 (호텔, 전시장, 교통시설 등) 역시 보완하는 것도 필요
 - 수요기업과 생산기업이 동시에 참여하는 세라믹 전후방 제품 전시회 개최
- 지역의 파인세라믹산업 발전을 위해서는 취약한 기업환경 개선을 위한 정주여건 및 제품의 경쟁력 향상에 필요한 다양한 정책의 지속적인 수립
 - 지역에 분포되어 있는 기업군의 협력 및 교류를 위한 특화분야를 지속적으로 발굴하여 제품화 기술지원 및 마케팅 지원 등 추진
- 지역에 분포되어 있는 파인세라믹 시설 및 장비 인프라의 활용을 확대하기 위한 신규사업 발굴 및 지원
 - 기업의 현장애로기술 및 마케팅 지원 등을 위한 분야별 전문가 지원으로 산업경쟁력 제고에 기여
 - 지역 산업체가 애로를 겪고 있는 수출촉진, 신제품 개발에 따른 지원책을 마련하여 시행(전문연구 인력양성, 신제품 개발지원 등)

- 연구집적지를 설치하여 효율적인 지원이 될 수 있는 인프라를 설치하는 것이 바람직하며 지속적인 운영을 위한 수익사업 발굴
 - 지역 내 아파트형공장 임대료, 시설장비 사용료, 연구개발비 등 확보를 통하여 시설 재투자 재원으로 확보
- 전략산업으로 지속적인 지원이 될 수 있도록 신규사업 발굴 및 개발의 당위성을 도출하여 정책건의 및 육성종합계획을 수립하는 형태로 운영
 - 특화산업 활성화를 위한 육성정책을 마련하여 기술개발자금과 지자체의 재원을 활용하여 중앙정부 재원을 확보토록 노력
- 중앙정부의 지역균형발전을 위한 다양한 신규 대형사업을 수행할 수 있도록 지역산업의 중요성을 강조하여 지자체에서의 지원이 될 수 있는 인프라 구축을 우선적으로 추진하여 Needs와 Seed를 동시에 추구토록 노력
 - 산업체 지원을 위한 세부 프로그램을 마련하여 디스플레이 등의 특화산업 육성을 위한 다양한 사업 추진하면서 산학연관 등 연계

< 그림IX-13 부품소재 국산화 연계도 >

● 파인세라믹스 부품 및 소재의 국산화 Supply Chain

- 기업간 supply chain은 수직계열화의 공급구조에서 수평적 구조로 변화 중
- 소재 및 부품의 경우 국내 시장에서 세계 시장으로 공급지역의 확대



나. 산업체의 역할

□ 기본방향

- ◇ 파인세라믹 제품의 경쟁력 확보를 위한 품질 및 공정개선 노력
 - 선진 제품 수준의 품질 및 공정개선을 통한 원가경쟁력 지속적 향상
- ◇ 산업체의 Needs와 Seed를 분석하여 산업발전에 직간접인 참여
 - 기업의 Needs를 충족하기 위한 정책건의 및 교류회에 적극 참여
- ◇ 산업육성을 위하여 취약한 생태계 개선을 위한 분석 및 사업 추진
 - Value Chain 분석을 통한 생태계의 부족한 역량 강화를 위한 노력

- 파인세라믹 전후방 제품의 국제경쟁력 확보를 위한 생산시설의 보강 및 재투자로 기술력 확보가 관건이며 이에 따른 품질, 공정개선 노력 중요
 - 중소/벤처기업 형태에서 중핵기업으로의 발전을 위한 노력과 투자가 필요하며 선진국과의 과감한 제휴 및 협력을 통하여 원가경쟁력 확보
- 지속적인 세계 선도기업으로 성장하기 위하여 원료 및 소재의 국산화를 위한 꾸준한 Needs 파악 및 연구개발을 통하여 국제경쟁력 확보
 - 특화산업 육성을 위한 기술혁신 거점지역으로 변화하여 수출 극대화
- 대학과 연계한 상용화 개발로 부족한 신기술 확보는 물론 생태계 분석을 통한 산업체의 애로기술을 지속적으로 해결하기 위한 활동 전개
 - 인프라 활용 및 전문 인력양성을 위한 신 협력체계 구축 및 운영

□ 주요 역할

- 지역의 취약한 연구개발 환경을 조기에 전환하기 위한 대기업 협력사들의 독자적인 신제품 개발을 위한 여건 조성이 필요
 - 향후 기업들의 생존을 위한 신기술 개발능력을 키워줄 수 있는 연구개발재원 및 인력제공을 동시에 지원이 가능한 제도적 보완이 필요
- 지역 산업체들의 판로개척을 위한 지원이 될 수 있는 방안을 모색하고 독자적 노선을 걸을 수 있도록 지원하는 시스템 마련

- 산학연관이 실질적인 협력을 위한 협의체를 구성하여 정기적인 대책협의회 운영을 통하여 산업체들의 애로사항을 수렴할 수 있도록 지원
- 국가경쟁력은 중소/벤처기업의 기술수준에 좌우하는 시대가 도래 하면서 선진국의 기술이전기피 및 원부자재의 수입량 증가로 원가경쟁력이 갈수록 취약해지는 악순환을 해결하기 위한 조치를 해야 할 시점
 - 신기술 및 부품소재의 원천기술 등을 보유할 수 있는 기술개발과제를 수행하는 것이 바람직하나 수도권에 비해 열악한 연구개발 환경으로 인하여 협력체계를 가동하지 않으면 첨단기술력 보유는 어려운 상황
- 지역의 동일 또는 동종분야 기업들 간의 교류 및 협력을 통한 공통적으로 발생하는 문제점 및 산업육성을 위한 활발한 정책 건의
 - 파인세라믹산업 전후방 기업들의 현실적인 협력을 위한 대화의 장을 만들어 상호 협력 및 정보교류를 할 수 있는 교류회 운영이 필요
- 국내외 전시회 참가 시 공동 참여 또는 협력이 가능토록 유관기관과의 정보교류를 통하여 산업경쟁력 강화는 물론 신제품 홍보로 경쟁력 확보
 - 파인세라믹 전후방 제품의 연계 전시회 등에 적극 참여하여 국내 기업간 협력 증진을 위한 만남의 장을 지속적으로 유지토록 적극 지원
- 기업의 애로사항 및 수출경쟁력 강화를 위하여 산업육성정책 건의를 통하여 관련 기업간 투자의욕 고취 및 산업육성에 끊임없는 건의
 - 산학연관 포럼 및 교류회에 적극 참여하여 의견개진 또는 정책 건의를 통하여 전후방 산업 활성화에 노력
- 정부 또는 유관기관 등에서 추진하는 기술수요 및 정책수요 조사에 적극 참여하는 마인드 변환이 무엇보다 중요
 - 파인세라믹산업 전후방 기업의 현황 및 실태조사 요구 시 적극 참여하는 기업정신으로 변화되는 모습이 중요한 과제
- 그동안 정부에서 공공기관에 설치한 인프라를 활용할 수 있도록 노크를 하면서 효과적인 협력이 되도록 능동적인 자세로의 전환이 요구
 - 공공기관이 보유한 인프라를 활용하여 신제품 개발에 노력을 한층 강화 시켜나갈 필요가 있음.

다. 연구소의 역할

□ 기본방향

- ◇ 연구기관이 보유한 인프라를 활용한 연계지원 운영으로 효과 극대화
 - 연구기관 등에서 보유한 시설, 장비 등 인프라의 체계적 연계 및 확충
- ◇ 산업체의 Needs에 맞는 실용화기술개발 단기 지원시스템 운영
 - 산업체의 상품화 기술지원 및 연구인력 양성 프로그램 추진
- ◇ 선진기술 및 미 활용 보유기술을 활용한 기업의 기술이전 가속화
 - 해외 특허기술 및 미 활용 기술의 상품화를 위한 기술이전 역할 수행
- ◇ 산업육성정책 수립을 위한 교류회(전문가 그룹)에 적극 참여
 - 파인세라믹산업의 육성정책 및 지원대책 수립을 위한 교류회 참여

- 국내 파인세라믹 전후방 제품의 기술력 제고를 위한 연구기관, 대학이 보유한 인프라 연계 활용으로 시너지 효과 극대화
 - 제품의 경쟁력 확보를 위한 다양한 인프라의 연계 및 활용 정책 추진
- 산업체의 Needs에 맞는 다양한 기술개발(품질, 공정기술 등)을 통하여 기업애로기술의 지속적인 해결
 - 연구기관이 보유한 인프라의 활용성을 높이기 위하여 홍보를 강화하고 연구원이 기업을 방문하여 기술동향세미나, 기술개선자문, 마케팅 지원
- 연구소의 안정적인 운영을 위하여 연구개발 재원의 확보 및 산학연관 협력체계가 이루어 질수 있도록 적극적인 사업개발이 요구
 - 연구인력의 안정적 고용 및 국산화를 위한 상용화개발 활동을 위하여 지자체의 연구개발 과제화는 물론 인프라 확충에 노력

□ 주요 역할

- 연구기관이 보유한 시설, 장비, 연구인력 등을 활용하여 산업체의 인력양성 및 재교육 프로그램 가동으로 생산기술 및 개발능력 함양 실시 교육
 - 원천기술 보다는 상용화기술개발에 우선 주력하고 산업체가 요구하는 공정개선 및 품질개선을 위한 다양한 지원 프로그램 마련
- 기업의 다양한 연구개발 및 시험분석을 위하여 보유한 인프라 확충으로 중소기업에게 실비로 제공하여 지역(수도권, 강원권, 서남권) 해결사로 변신하여 지원
 - 사용자 하는 인프라의 실비제공은 물론 장비활용 교육으로 신기술개발 연건조성을 하여주고 취약한 핵심기술 등은 내·외부 전문가를 동원하여 지원하는 시스템으로 변환
- 기술개발 및 인프라를 활용토록 하며 우수한 인력들의 세미나를 정례화하여 부족한 기술정보 취득의 기회를 제공
 - 신기술동향 세미나, 시장정보, 업체동향, 개발동향, 통계정보 등을 제공하면서 향후 유망기술 및 제품의 기술개발 및 마케팅을 지원
- 연구기관은 선진국에서 보유한 원천기술 및 핵심기술의 기술이전 노력으로 미래 신제품에 대한 기술개발 역량 지원
 - 연구기관에 근무하는 전문연구 인력을 동원하여 기업의 현장애로를 해결하는 중요한 역할을 수행
- 연구기관은 대정부 기술개발정책 수립을 위한 끊임없는 노력과 신기술 정보 서비스 등을 통하여 기업을 우선하는 정책방향 정립이 필요
 - 기술개발을 통한 새로운 시장 및 경쟁력을 확보가 가능토록 밀착지원 시스템 가동으로 중소기업에서 중핵기업 탄생이 가능토록 지원시스템 운영
- 연구기관은 파인세라믹 토탈정보 제공 및 신기술지원 등을 통한 기업경쟁력 제고에 노력
 - 기업지원정책의 다양화 및 예산확보 노력으로 지속적인 수혜기업 탄생토록 정부와 기업간의 교량 역할

라. 대학의 역할

□ 기본방향

- ◇ 대학내 보유한 개발장비 등 인프라를 활용한 차세대 인력양성 주력
 - 파인세라믹 관련 전후방 기술개발 장비를 이용한 신규인력 양성
- ◇ 산업체 현장인력의 재교육 프로그램 운영으로 신기술개발 인력 양성
 - 대학내 중장기 코스 인력양성과정을 운영하여 기술력 향상에 기여
- ◇ 지역 파인세라믹기업 중심의 교류회 주관으로 산업육성에 기여
 - 지역별 산학연관 클러스터 또는 교류회 운영자로서의 역할 담당

- 세라믹 관련학과 유지 및 확대를 통하여 기업에서 원하는 차세대 인력양성
 - 그동안 정부 및 지자체로부터 지원받아 보유하는 인프라를 충분히 활용하여 학부과정 및 석·박사 과정 학생들에게 지속적인 신기술 교육
 - 파인세라믹 전후방 장비 및 시설 등을 활용하여 장비활용교육 강화로 산업체 배출시 환경에 짧은 기간에 적응
- 대학별 파인세라믹 특성화분야를 지속적으로 발전시키기 위한 인프라 확충 지원으로 차세대 인력 및 산업체 현장인력 재교육 양성에 기여
 - 현장인력을 위한 대학의 신 개념의 교과목 편성 운영으로 고급인력 확보
- 지역별 파인세라믹산업 역량 강화를 위하여 산학연관 교류회 운영
 - 기술력 확보로 산업체의 애로기술 해결(지역 내 애로기술 해결사 역할)

□ 주요 역할

- 신교육체계 구축과 효율적 운영으로 교수역량 강화 및 다원화 교육과정 신설 맞춤형 과목의 신축 대응 및 인턴십의 안정적인 운영
 - 교육과정의 맞춤형 교과목 전과 및 교육체계의 자립적 운영을 통하여 신기술의 변화에 신속히 대처할 맞춤형 교육체제 도입으로 인력 양성

- 산학연관 교육과정개발협의회 운영을 통한 지역특성화 인력양성 및 기업형 현장인력을 집중교육 실시
 - 산학연관 협력기관 전문가로 구성하여 상호협력 중심의 인력양성 교육체제 구축 및 운영으로 맞춤형 교육체제 및 교과목 개발
- 신기술 시장분석에 의한 맞춤형 교육 프로그램 운영으로 신제품 개발을 통하여 모듈화된 One-stop 집중교육과정 운영
 - 공통적인 요소기술 중에서 기초 교과목은 저학년에 배정하고 고급 기술이 요구하는 핵심기술은 고학년에 편성하여 교육
- 제품의 국제경쟁력 확보를 위한 중견 전문인력을 사전에 확보하여 기업이 선호하는 분야의 인력을 집중육성
 - 취업률 향상과 현장적응력 조기 확보를 위한 산학협력과정 운영
- 신뢰성 있는 인력 제공을 위한 학생교육 이력제 도입 및 운영

< 그림IX-14 학생교육 이력시스템 >



- 급변하는 신기술 변화를 유연성 있게 수용할 신 교육체제 구축
 - 신기술 맞춤형 교육과정을 통해 실무 지향적 중견전문인력 집중 양성
 - 실용적이고 신뢰성 있는 인재양성으로 지역기업의 대학선호도 향상
 - 대학 특성화 정책의 지속적 추진으로 차별화된 특화분야 우수인재 양성

- 신기술 맞춤형 교육체제와 학생의 취업촉진 지원으로 신기술 및 개인역량 강화를 위한 신기술 맞춤형 교육체제의 지원 필요
 - 양성된 인력을 지역 산업에 환원시키기 위한 취업촉진으로 현장 밀착형 산학협력 체제의 구축 필요

- 실무형 교육을 위한 교육환경 조성 필요하며 체계적인 교육을 위한 시설·장비 보완으로 지방의 특화산업 육성을 위한 대학의 역할제고
 - 취업률 향상과 우수인력확보를 위한 교육서비스와 교육환경 질적 향상으로 산학협력 교류회의 활성화를 통한 체계적인 시설장비 도입 필요

- 세라믹 분야를 대학 특성화로중점 육성하여 지방대학의 발전모델을 제시하여 산업을 집중 육성
 - 우수 신입생 유치와 산학협력을 통한 학생 역량강화로 대학발전에 기여하고 신기술 교육체제의 다양한 지원으로 우수 신입생 유치율 증가하여 실무능력·소양을 갖춘 경력형 인력 배출, 취업률 향상에 기여

- 산업 분야의 인프라 및 인력구조의 개선으로 첨단기술 및 자본을 지역내에 유치하여 지역경기 부양에 노력하고 지역간의 긴밀한 교류와 협력체제 구축 및 운영을 통한 산업구조 고도화

- 기존 인프라를 활용한 인력양성 프로그램 운영으로 시너지효과 극대화

마. 산·학·연·관 협력방안

□ 기본방향

- ◇ 산업육성을 위한 산학연관 협력 클러스터 연계시스템 마련 및 시행
 - 지역별 산학연관 클러스터 운영으로 공동지원을 위한 프로그램 가동
- ◇ 매년 산업체 Needs 도출에 따른 지원방안 공동 수립 및 추진
 - 기업지원프로그램 마련으로 각 기관별 역할 정립 및 협력체계 구축
- ◇ 원료수급 안정화 및 핵심소재 생산기업 우대정책 마련 및 시행
 - 수입에 의존하는 원료의 안정적인 수급 및 소재기업 발전 지원책 마련

- 산업육성을 위한 산학연관 협력 클러스터 연계시스템 구성 및 운영
 - 국내 지역별로 특화된 파인세라믹산업 클러스터를 구성하여 원료, 소재, 부품 등을 공동으로 개발할 수 있는 클러스터 시스템 지원 검토가 필요
 - 산업의 생태계를 파악하여 현실에 맞는 클러스터를 구성하여 지원 될 수 있는 제도 및 운영방안 등을 마련하여 시행하는 것이 바람직
- 매년 교류회 또는 설문조사 등을 통한 기술수요조사(Needs)를 실시하여 기업지원 및 산업육성 정책 수립에 활용
 - 산업체 실태조사를 통한 기업지원정책 및 지원프로그램 등을 마련하여 지속적인 육성방안 시행이 중요
 - 기업방문 조사 및 설문 등을 통한 다양한 수요조사로 기업의 Needs를 정확히 파악하여 정책에 반영토록 노력
- 파인세라믹 원료수급의 안정화를 통한 전략수립 및 대책 수립을 위한 대책반 운영으로 소재 및 부품의 국제경쟁력 확보
 - 광산(광물) 확보권 및 원료의 고순도화를 위한 정제기술 등의 해결을 위한 산학연관 컨소시엄 사업 추진
 - 수입대체 원료 및 소재 생산기업의 우대정책을 마련하여 적극적인 대응토록 다양한 정책 마련

□ 주요 역할

- 지역별 인프라를 활용하여 대학 및 산업체의 측정/평가기술 등 신뢰성을 향상시키고 지속적인 인프라를 확충하여 관련 기업들에게 지원
 - 차세대 연구개발인 경우 산·학·연 공동으로 역할분담하여 기술개발 참여
- 산학연관 연계로 시너지효과 극대화를 위한 정례화된 기술교류회 구성 및 운영을 통하여 지역의 전략산업을 지원방안 마련
 - 산학연관 전문가로 구성된 디스플레이 신기술개발위원회 구성
- 산업체와 협력을 통한 특화기술을 발굴하여 산학연관 협력체계 운영
 - 특성화분야의 선택과 집중을 통한 중복투자 방지 및 범용기술의 공유
- 마케팅 역량 강화를 통한 수출극대화는 물론 세계시장 선점에 공동 대처
 - 세계시장 선점을 위하여 다양한 정보를 실시간으로 제공 받도록 하면서 산학연관 연계강화를 통한 경쟁력 있는 제품 생산으로 점유율 확대
 - 지역의 관련업체인 중소기업들은 Time-to-Market에 맞는 신제품 개발은 물론 기술축적이 될 수 있는 환경조성이 필요
 - 시장개척 여력이 부족하거나 마케팅 전문가가 없어 시장접근이 용이하지 못하였으나 지역 공공기관이 주도적인 역할로 공동마케팅 실현
- 산학연관 네트워킹 구축·운영사업으로 보다 실질적인 협력체계를 구축하여 전후방 제품의 국제경쟁력에 대응
 - 지역에서의 부품·소재 산업의 역할 협력사례를 조사·분석하여 파트너쉽 구축을 위한 Layout설정하고 파트너쉽 모델을 활용하고 있는 대상기업에 대한 Benchmarking 실시
- 투자 환경 및 산업화 촉진 정책 등을 활성화하여 적극 시행으로 투자 환경 및 산업화 촉진 정책 등을 지원
 - 산학 협력을 통한 전문 인력양성 및 취업알선으로 지역역량 강화로 경쟁력 향상으로 지역 밀착형 체제구축
 - 신기술 동향 및 산업체 수요장비 제공 및 정책, 제도지원으로 지역산업 활성화에 기여

- 지역산업체들은 원천 기술력이 매우 취약한 상황이며 이를 해결하기 위한 국제공동연구 활성화가 필요
 - 기업은 기술인력, 자본력의 만성적 부족으로 원천기술을 개발하여 신제품에 적용하기에는 어려운 실정이며, 고가의 시설투자가 어려운 상황
 - 생산기술력은 선진국 수준이나, 대기업을 제외한 중소기업들은 자동화 기술 및 원천기술 등은 부족한 형편
- 신제품 및 신기술 등에 대한 지역적인 불리한 상황을 극복할 수 있는 종합정보체계가 미흡한 상황이며 다양한 정보 제공으로 경쟁력 향상
 - 국제경쟁력 평가요소로 가격, 품질, 디자인, 브랜드 이미지 등의 경우 지역 생산 활동을 하는 기업의 경우 브랜드 이미지, 마케팅 능력 부족
- 차세대 신기술 개발을 위한 비효율적 기술개발체계, 재원의 선택과 집중화 부족
 - 정부지원 자금이 연구개발결과와 상품화의 연결율이 저조하여 중소기업의 자금난을 압박하고 있는 상황이며 지역특화산업 또는 지연사업 육성을 위한 대규모의 연구개발지원사업이 어려운 상황
 - 연구기관이나 대학에서는 기업의 기술수요에 대한 정보부족으로 기술 공급자와 기술수요자간 연결고리가 미흡하여 기술이전 취약
- 지역 산업체들은 연구개발 기능이 대기업을 제외하고는 미흡하여 차세대 제품개발에 따른 대응력이 부족한 형편
 - 지역의 전략 또는 지연산업 육성을 위한 개발 및 시험장비 등 인프라 절대적 부족하며, 지역 산업체들의 전문인력 및 생산인력 수급에 어려움을 겪고 있어 안정적인 인력양성이 필요
- 기술개발은 일부 대기업에 편중되어 있어 연구재원 활용이 중소기업 등은 부족한 형편
 - 대기업 협력사들은 대기업 요구기술 및 제품개발에 한정하여 개발하고 있어 신규시장 진출을 위한 신제품 개발역력 및 여건이 미흡한 실정
- 수출주력 제품의 상용화기술(Push-up)과 향후 마케팅이 가능한 유망산업 신기술(Jump-up)의 선택과 집중을 통한 지원 필요
 - 국산화율 제고를 위한 부품/소재/장비를 동시에 개발하여 국제경쟁력 유지하면서 신제품 개발을 위한 산학연관이 참여하는 교류회 운영

5. 산업육성을 위한 세부정책 제안(RFP)

세부정책 제안 (RFP)

분야	사 업 명
기 술	세라믹스 현장애로기술, 심화지원사업
	파인세라믹스 원료의 Value-chain 원료확보사업
	디스플레이 핵심소재(투명전극)양산화 기술지원사업
인프라	지역에서 보유한 FC 인프라 연계·확충사업
	파인세라믹스산업동향조사(통계구축 등)사업
기업육성	세라믹 벤처/중소기업 성장보육사업
기 타	파인세라믹스분야 해외우수대학 박사과정 지원

【정책제안】

파인세라믹 현장애로기술 심화지원사업

□ 사업 개요

- 세라믹 전·후방 기업의 **현장애로기술지원**을 위하여 연구기관의 **전문 연구인력의 정기적인 방문**을 통하여 기술지도 등 지원
- 필요시 전문 연구인력을 적극 활용할 수 있는 현장애로기술 **심화지원 (재료비 등)**을 통하여 현장애로(품질, 공정 등) 해결
- 파인세라믹 전·후방 기업의 현장애로기술을 발굴하여 전문 연구인력이 지속적으로 지원이 가능토록 **Brain Pool제 운영**
 - 국내·외 퇴역기술자 및 현직 연구기관의 연구원 등 활용

□ 국내외 현황

- 국내 파인세라믹스 기업의 약 90% 이상이 중소기업 형태로 열악한 생산 환경과 연구인력 확보 여력이 부족한 상황
- 지속적인 제품경쟁력을 확보하기 위해서는 기업의 기술력이 주요한 원인이며, 국내 기업의 경우 기술수준이 미흡한 실정
- 부품·소재의 경우 중국의 추격과 선진국의 기술이전 기피 현상이 뚜렷하게 작용하는 등 어려운 산업 환경
- 일본 협력기관(JFCA, JFCC, NIMS, ASIT 등) 및 중국 협력기관(상해규산염 연구소, 상해규산염 학회 및 협회, 전자부품산업협회, 중국 세라믹공업협회 등)과 국제협력을 통한 생산기술력 습득
- 일본의 파인세라믹 제품의 고품질 경쟁과 중국의 범용 제품의 가격경쟁에서 살아남기 위한 전후방 제품의 생산기술력 확보가 시급한 실정

□ 문제점

- 경험이 많고 현장기술을 파악하고 있는 퇴역기술자 활용사례가 극히 저조하여 **애로기술 진단이 미흡한 상황**
- 대일 무역역조 현상이 증가하면서 국내 파인세라믹 전후방 기업의 **기술 경쟁력은 지속적으로 약화**되는 현상이 뚜렷함
- 파인세라믹산업은 품목별 세계시장 규모가 적고 신기술을 활용한 생산활동 전개 시 **현장애로기술에 어려움**이 가속화

□ 사업 목표

- 파인세라믹 현장애로기술지원을 위한 연간 50개사 방문 지원
 - 담당관제 도입을 통한 월 2회 이상 기술지도 및 기술세미나 등
- 기업의 현장애로기술 심화지원으로 공정, 품질개선 향상
 - 2,000만원/업체(재료비 등 직접비) 지원을 통한 현장애로기술 심화지원

□ 사업 내용

- 전문가 등을 활용하여 기업의 현장애로기술(공정, 품질) 지원
 - 정기적 방문을 통한 기업진단(IR, 세미나, 마케팅) 및 기술지도
- 현장애로기술 심화지원을 통한 품질 및 가격경쟁력 확보
 - 열악한 기업의 직접비(재료비 등) 지원을 통한 생산기술 혁신
- 국내 파인세라믹스 관련 전후방 기업의 퇴역연구원들로 구성된 현장애로 기술 지도
 - 일본 및 국내 연구기관 및 산업체 근무 경험이 풍부한 전문가로 구성
- 국제협력을 위한 기업간 신소재산업 네트워크 구축 워크숍 개최
 - 신기술 Needs 및 Seed의 업계 요구분야 발굴 및 협력 추진
- 국내외 전문가 DB 활용 R&D 및 애로기술 분야 포럼 개설
 - 국내 파인세라믹 포털 사이트 개설 및 토론회로 문제점 해결

□ 추진체계



□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
소요 예산	50	100	100	100	50	400

□ 기대효과

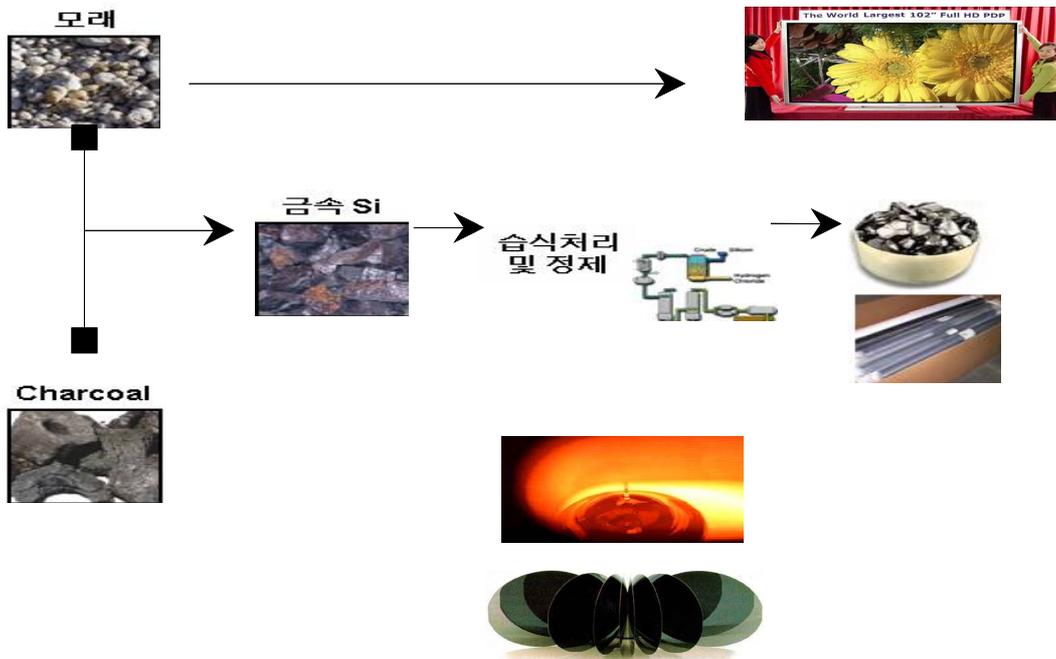
- 현장애로기술 담당관계 도입을 통한 우수인력 지원시스템 가동
 - 중소기업의 기술지도 및 자문을 통한 기업경쟁력 강화에 기여
- 현장애로기술 심화(재료비 등) 지원을 통한 직접적인 효과 배가
 - 품질 및 공정개선을 통한 다양한 제품의 국제경쟁력 확보

【정책제안】

파인세라믹 원료의 Value-Chain內 원료 확보사업

□ 사업 개요

- 원료(광물)에서 SiO₂ 에서 Si 정제를 위한 에너지절감기술 및 전력절감 지원정책 보완으로 전후방 제품의 원료 확보
 - SiO₂ ⇒ Si 공정까지의 전기요금이 약 2~3센트/KWh 경쟁력
- 규소는 지구상에 산소에 이어 두 번째로 많은 원소로 활용이 지속 가능한 소재(sustainable materials)로써 모래에서 얻어내는 첨단 원천소재
 - 반도체산업(Si-wafer) 디스플레이(극박유리), 태양전지(Si-wafer, TCO코팅 유리, 박막형 태양전지, 염료형 태양전), LED 산업(Si₃N₄ SiAlON) 핵심소재, 자동차(SiC, Si₃N₄ 자동차 배기필터), 우주항공(안테나 거울, 로켓) 등에 활용



- Si 수입량 증가로 인한 응용제품의 가격경쟁력 확보를 위하여 광물에서 응용 제품까지의 Value-Chain 분석으로 문제점 파악 및 제품의 경쟁력 확보
 - * 광물에서 응용제품 활용이 가능한 연금기술력 확보로 품질 확보

○ Si 정제기술 프로세스



(SiO₂ → Si 융합연금기술을 적용한 응용제품)

○ 응용분야

Aerospace	Environment	Automobile
 <p>Rocket Nozzle & Nose Cone Space shuttle TPS Combustion liner</p> <p>초고온내열성</p>	 <p>DPF (Diesel particulate filter) 고온 내식성 (부식성가스)</p>	 <p>Brake disk for Porche 경량 내마모성 내열성</p>
Energy		
 <p>핵융합로 ITER first wall blanket Gas turbine engine 방사선 차폐 초고온 고강도</p>		

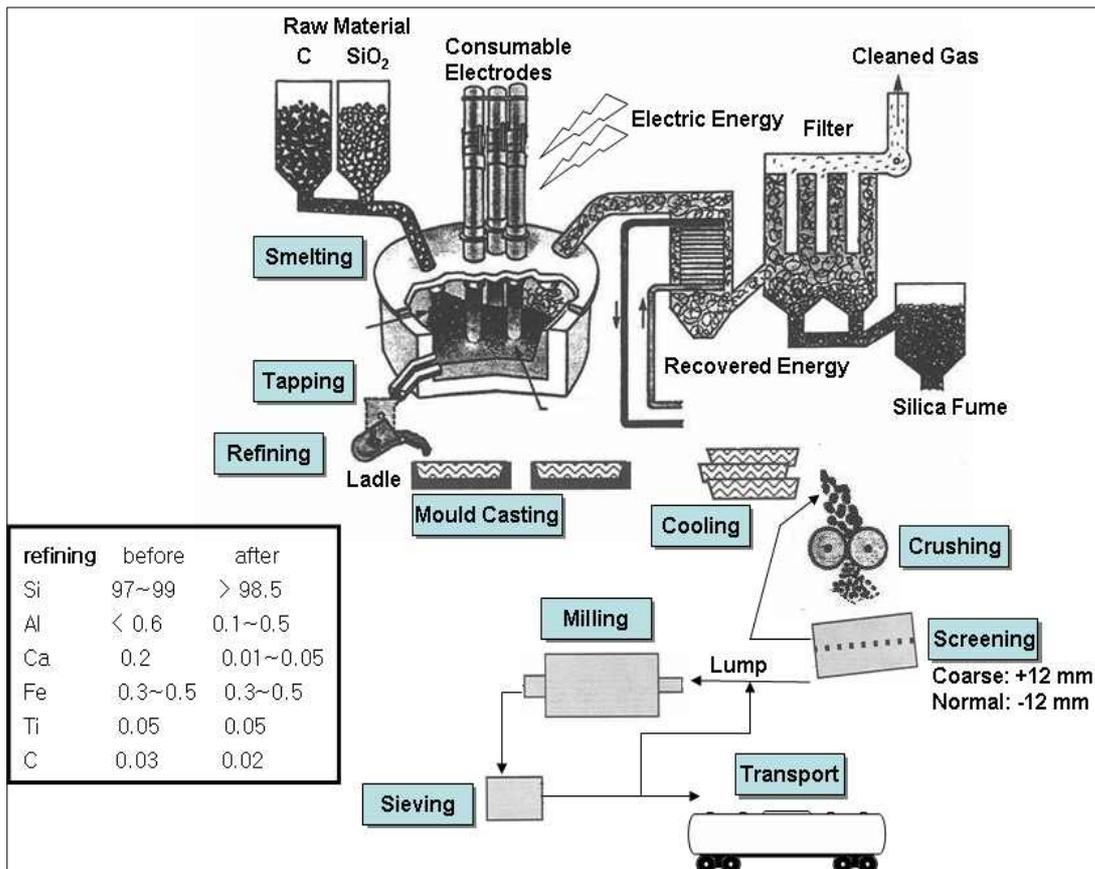
Fig.1 Application fields of high performance inorganic fibers.

□ 사업 목표

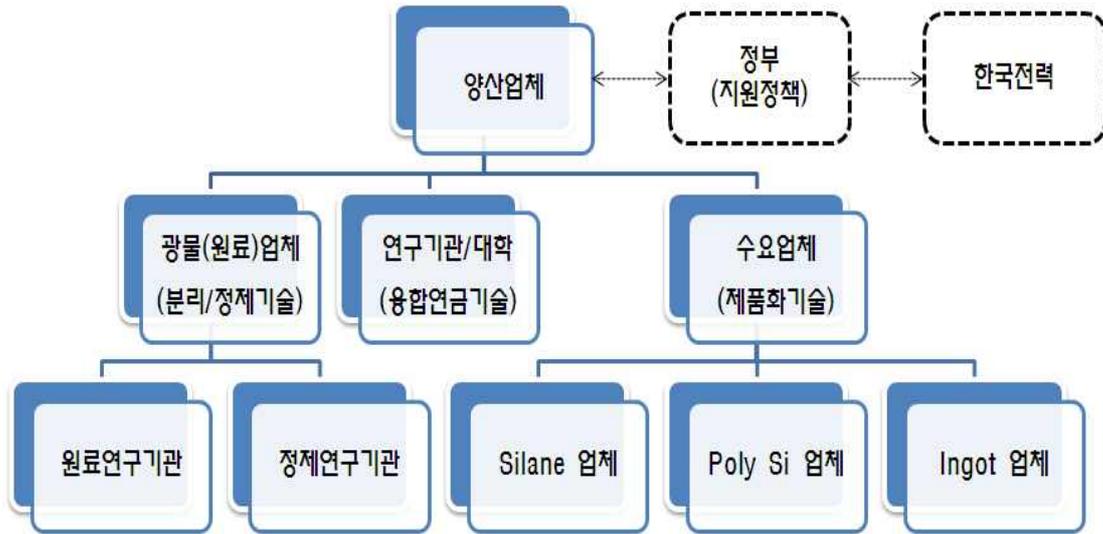
- SiO₂ 에서 Si 세라믹 전후방 응용제품의 융합연금기술 개발로 다양한 공정기술 및 사업화를 위한 기술력 확보
 - SiO₂ → Si → Fumed SiO₂, Si, SiC, Si₃N₄
- 파인세라믹 주요 원료의 Value-Chain 분석으로 원료 핵심기술확보를 위한 기술개발로 가격경쟁력 향상 및 원료수급의 안정화
 - 파인세라믹 주요 원료의 Value-Chain 분석 및 융합연금기술

□ 사업 내용

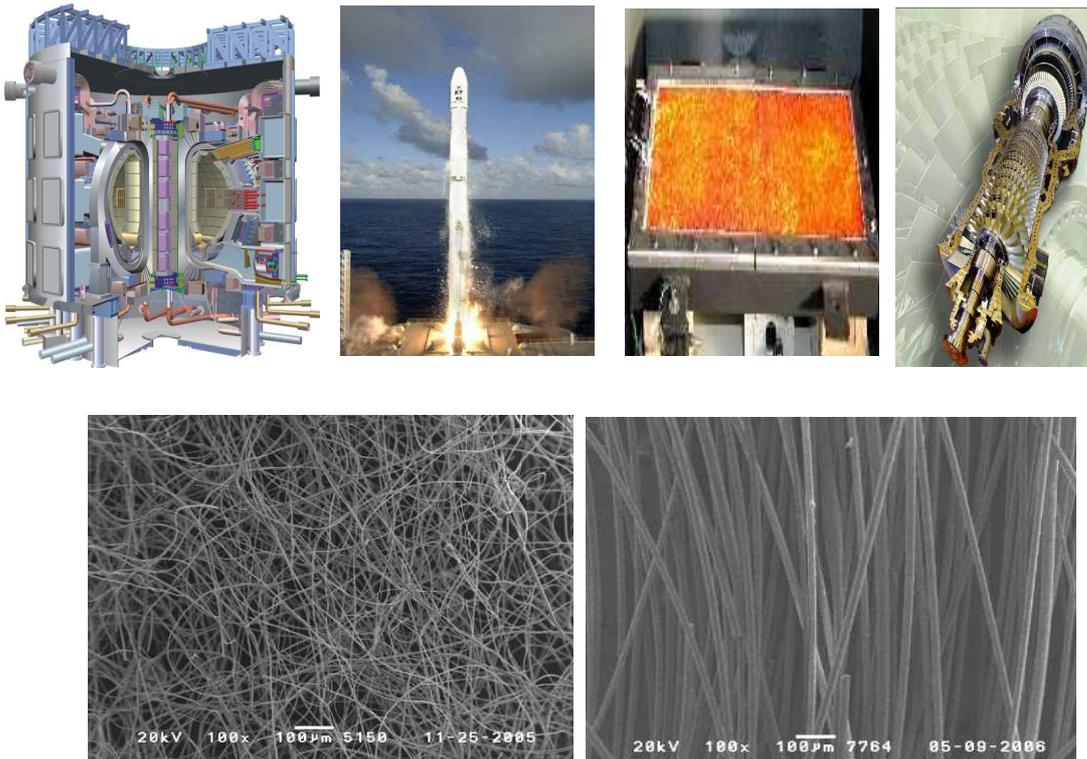
- SiO₂ 에서 Si 정제기술을 활용한 융합연금기술 개발
 - SiO₂ → Si → SiC, Si₃N₄, 실란, 고순도 원료 등
- 원료 핵심기술 확보를 위한 기술, 정책개발로 가격경쟁력 향상
 - 원료절감장치 또는 전력요금 저가격정책 반영을 통한 원가절감
- Si 정제기술 프로세스 개발을 통한 다양한 응용기술력 확보



□ 추진체계



○ 응용분야 및 미세구조도



□ 추진기관 : 산업체(연구기관 및 대학 공동)

□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	소계
소요 예산	50	150	100	300

□ 기대효과

- 초고순도 질화 규소계 형광체(SiAlON) 개발에 따른 효과
 - 2010년 세계 조명의 13%가 백색 LED로, 원유 7% 절감, 31만톤
 - * CO₂ 절감, 2014년 이후 백열등 소멸
 - LED 조명산업의 핵심원천소재 형광체(RGB 형에서 BY형) 확보
 - * YAG 대비 동등 고효율, 내구성 2배, 저비용 70%
- 초고온 복합재 SiC/SiC 개발에 따른 수요산업 수출 확대
 - 극한환경용 초고온 세라믹 섬유 및 복합재료 등 수요산업에 대응
 - * 중국의 경우 연간 고순도 실리콘 수요량 150만ton

【정책제안】

디스플레이 핵심소재(투명전극) 양산화 기술지원사업

□ 사업 개요

- 디스플레이(LCD, OLED 등) 산업의 지속적인 세계시장 선점을 위하여 수입 유발효과가 큰 투명전극 양산화기술 확보
 - 시장성, 경제성을 고려한 디스플레이 핵심기술의 양산화 개발
- In₂Ox 자원고갈로 인한 새로운 Nano In₂Ox 파우더를 사용한 Inkjet Printing 양산화 공정기술개발로 기술우위 선점
 - LCD, OLED, Flexible Display, LED 등의 핵심 투명전극 대체
- In₂Ox 대체용 신물질(ZnO 등) 개발 및 생산 연계기술 개발
 - 기술개발 및 공정장비개발 동시개발을 통한 양산화 즉시 연계

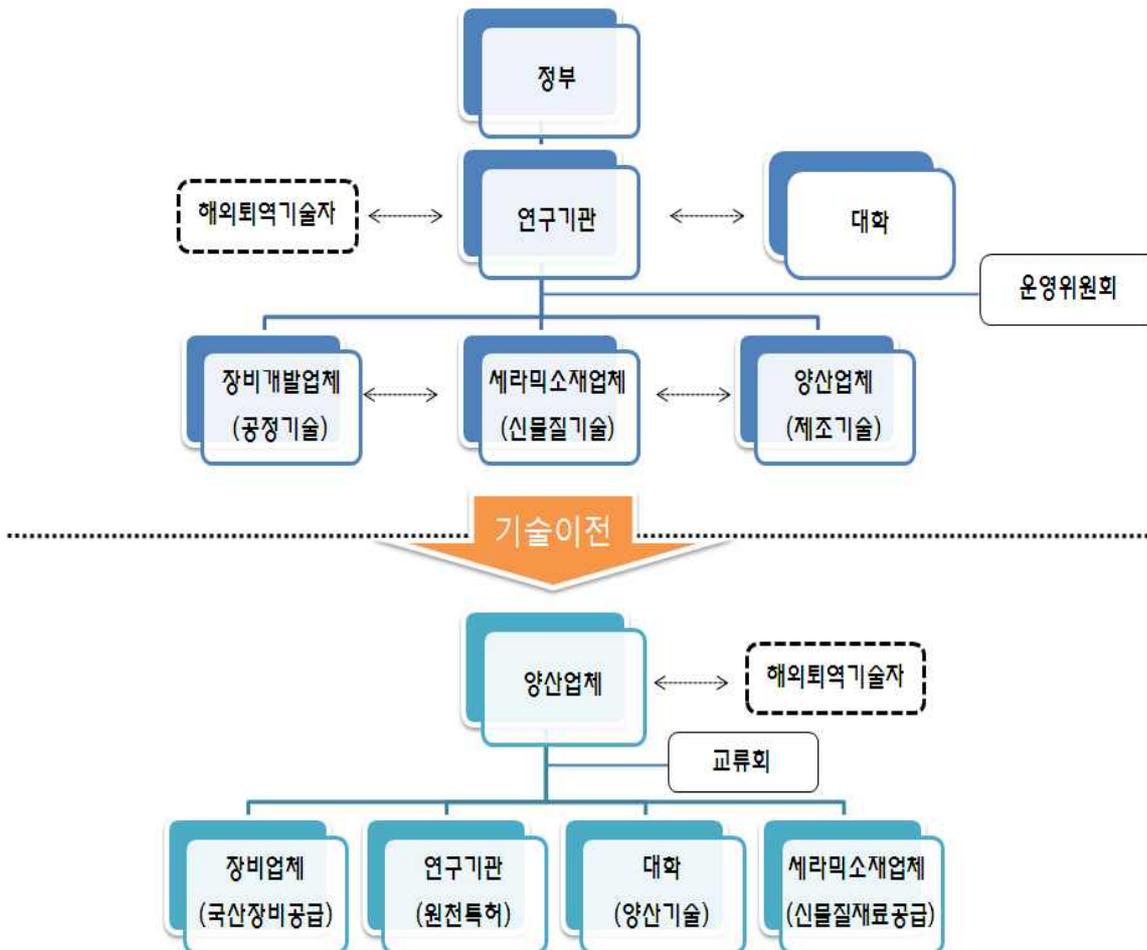
□ 사업 목표

- 디스플레이(LCD, OLED 등)용 투명전극 양산화 공정기술 개발
 - Nano In₂Ox 파우더를 사용한 Inkjet Printing 양산화 기술
- In₂Ox 대체용 신물질(ZnO 등) 및 HGP 생산 연계기술 개발
 - High Gravity Precipitation Method에 의한 공정기술

□ 사업 내용

- Nano In₂Ox 파우더를 사용한 Inkjet Printing 양산화기술
 - Inkjet Printing 생산기술을 확보하여 관련 제조기업 기술이전
- High Gravity Precipitation Method에 의한 다양한 신물질 개발
 - 소재의 설계기술 및 공정장비 기술 등을 활용한 신물질 개발

□ 추진체계



□ 추진방법

- 사업화를 전제로 소재전문연구기관과 대학이 공동으로 공정기술개발을 통하여 산업체 기술이전
 - 원천특허 R&D 및 공정장비개발을 통한 양산화기술개발
- 일본기술력 극복을 위하여 미국 및 중국의 우수 퇴역기술자를 활용하여 신물질 원천기술 개발
 - 제품 Model을 Target로 선진기술자 채용을 통한 기술 확보

□ 추진기관 : 연구기관 및 대학 공동

□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	소계
소요 예산	100	100	100	1,200

□ 기대효과

- 디스플레이 신 공정기술을 활용한 투명전극 국산화로 수입대체
 - 2011년 이후 투명전극 활용 제품의 연간 500억원 수입대체
- In₂O_x 대체 신 물질 원천특허 보유로 디스플레이 시장 선점 및 가격 경쟁력 확보
 - ZnO 등 신 기능 물질 개발로 In₂O_x 대체 가능한 물질 확보

【정책제안】

지역에서 보유한 파인세라믹스 인프라 연계·확충사업

□ 사업 개요

- 그동안 정부지원으로 구축된 인프라(시설 및 장비 등)의 적극적인 활용을 위한 지역별 산재되어 있는 인프라의 통합운영
 - Tri Angle 기관 연계방안 마련 및 추진
- 지역별 인프라(시설, 장비)의 연계 및 확대를 통하여 기업이 요구하는 원료품질개선, 공정개선 및 상용화 기술개발 지원
 - Tri-Angle(강릉권-수도권-서남권) 인프라 연계 및 기업 Needs 반영
- 파인세라믹스 전문연구인력 및 장비 등을 활용한 기업의 연구개발 인력 및 현장 기술인력의 지속적인 교육
 - Test-Bed(시설-장비-인력)를 활용한 지속적인 현장인력 양성
- 반도체, 디스플레이, 자동차 기계구조 세라믹 등의 수요 증가에 따른 제품의 요구사항 및 성능향상 고도화에 따른 신뢰성 요구
 - 부품-장비-셋트업체 간 컨소시엄 구성으로 평가기술 공동 대응
- 지역별(강릉권-수도권-서남권)로 기 구축된 공용시설, 전문장비의 연계를 통하여 글로벌 리딩형 스타기업 육성에 필요한 소재개발 및 마케팅 연계
 - 세계적인 브랜드 제품 생산이 가능한 스타기업 복합지원사업 추진

□ 사업 현황

- 요업기술원은 세라믹 기술 종합, 강릉신소재센터는 고순도 원료, 전남 신소재 기술 산업화 지원센터는 비산화물 구조재료에 특화된 인프라를 구축 중
 - 부품의 신뢰성평가기술 표준규격 제정 및 성능인증사업 추진
- 요업기술원(수도권) 310억원, 강릉신소재센터 114억원(강릉권), 전남 신소재기술 산업화센터 136억원(서남권)의 세라믹 전문 인프라가 구축
 - 부품의 성능 및 신뢰성 평가기술장비 및 시설 확대 추진

- 지역별로 기구축된 인프라(시설·장비)를 활용하여 산업체 기술지원 및 인력양성사업을 부분적으로 시행 중
 - 세라믹원료 생산기반시설, 첨단구조세라믹 Test-Bed 인프라 확충
- 고순도원료(강릉)-세라믹소재(요기원)-제품 P/P line(전남) 인프라는 확대 중
 - 서남권 발전계획, 강릉권 신소재 산업화 벨트 계획 등

□ 문제점

- 지역별 특화된 인프라는 갖추고 있음에도 불구하고, 이를 연계하여 활용하는 맞춤형 기술지원 및 인력양성이 아닌 부분적인 기술지원 및 인력양성만이 시행 중
- Tri-angle지역의 지역별 특성을 고려한 인프라 확대방안이 각각 별도로 추진 중이나, 이를 연계한 종합 지원정책 미흡
- 지역에 확충되고 있는 인프라 사업 및 기존 인프라와 연계하여 협력 융합사업을 추진함으로써 영역활대가 필요함

□ 사업 목표

- 인프라(시설, 장비) 연계로 세라믹기업 연간 200개사 기술지원
 - Test-Bed 등을 활용한 고순도 원료, 구조세라믹, 전자 및 나노 등
- 기 구축된 분석·평가 장비의 인프라 연계를 통한 고성능 세라믹 신뢰성 확보(300건/년)
 - 신뢰성평가, 유해성평가, 공정표준화 등 고급 신뢰성 확보
- 지역별 특화분야 선정으로 개발 및 현장인력 연간 500명 양성
 - 중단기 코스의 현장기술 및 R&D 인력양성(Tri-Angle 기관) 연계
- 지역별 인프라를 연계한 통합 One-stop 기업지원 프로그램 추진
 - 파인세라믹스 종합 지원센터(기술지원, 인력양성 등) 설립(공동운영)

- 개발을 통한 신규 아이템의 산업 활성화를 위한 수요기업과 협력 기업간 매칭으로 스타기업군 형성유도
 - 앵커기업과 협력기업 협업모델(Global Leading Top Brand 마케팅지원)

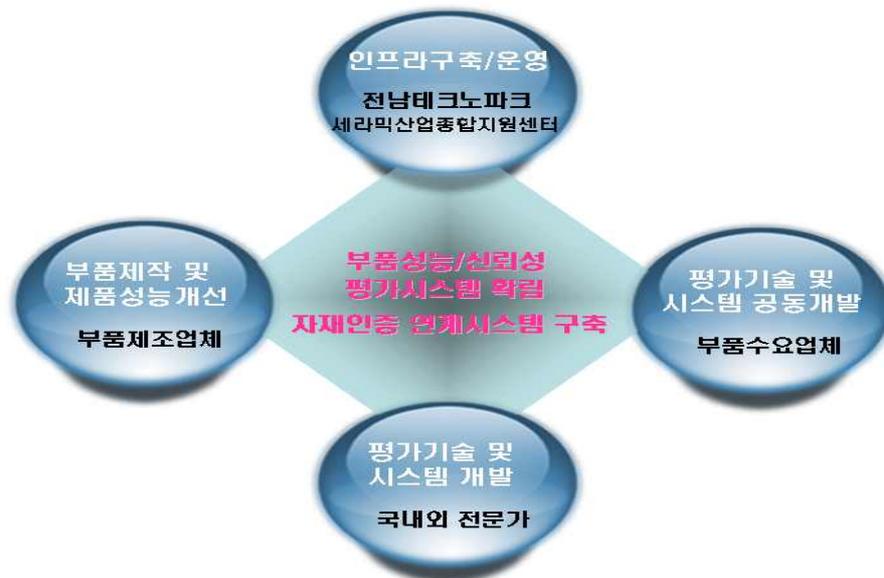
□ 사업 내용

- 인프라의 복합 및 지역별 연계 지원으로 시너지효과 극대화
 - 지역별 인프라(시설, 장비, 전문인력 등) 활용을 위한 홍보
- **Tri-Angle** 기관 인프라를 활용한 다양한 인력양성 프로그램 운영으로 전후방 기업의 제품 경쟁력 향상에 기여
 - 기관별 실용화기술 교육센터 연계(코스별, 분야별) 및 확대
- 생산기업과 수요기업과 연계한 Global Leading Top Brand 창출 유도 및 공동 마케팅 지원
 - 지역별 수요기업과 생산기업 컨소시엄 구성을 통한 Top Brand 제품 지원

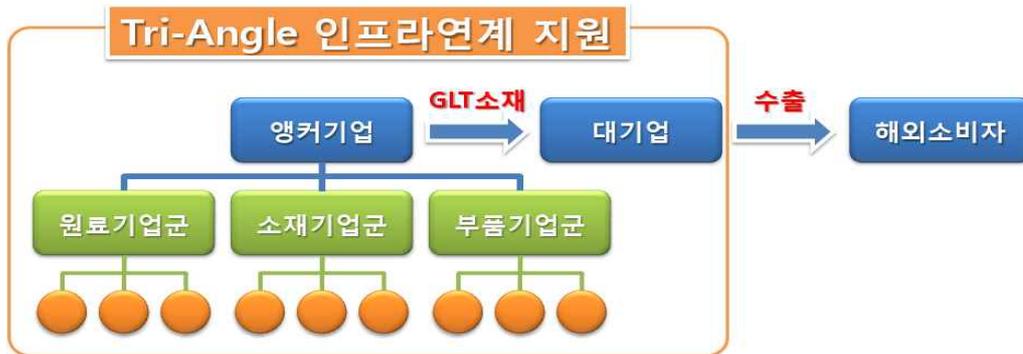
□ 추진기관 : 인프라 보유기관(강릉권-수도권-서남권)

□ 추진체계

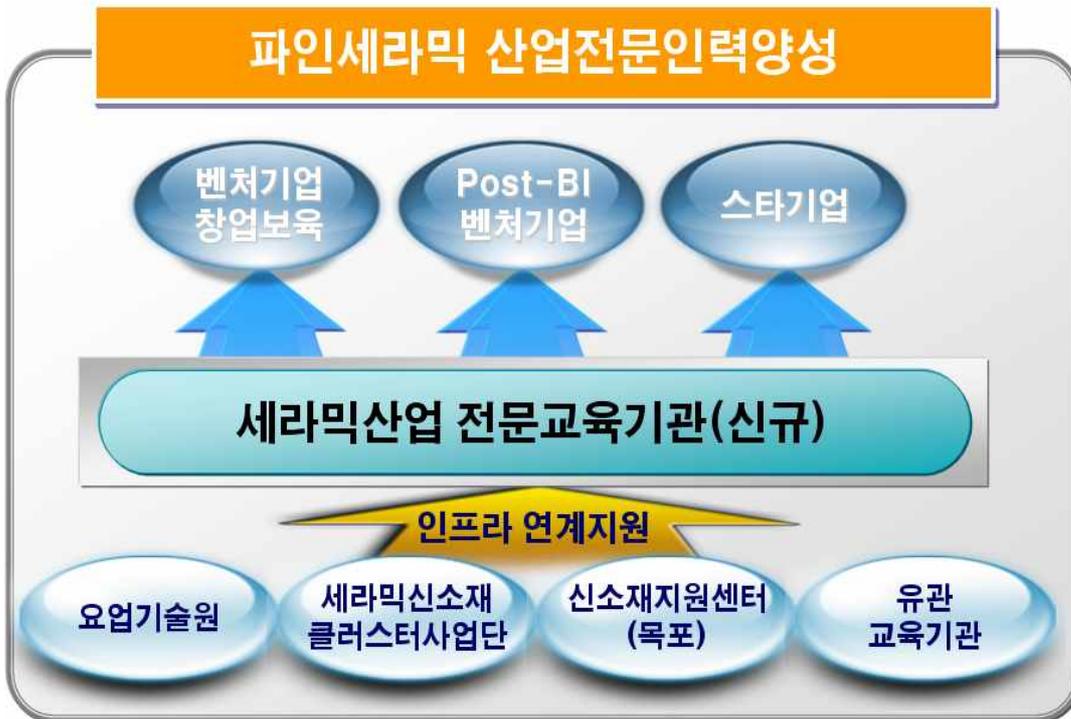
- 서남권 지역 인프라 활용체계도(신뢰성 및 평가시스템지원)

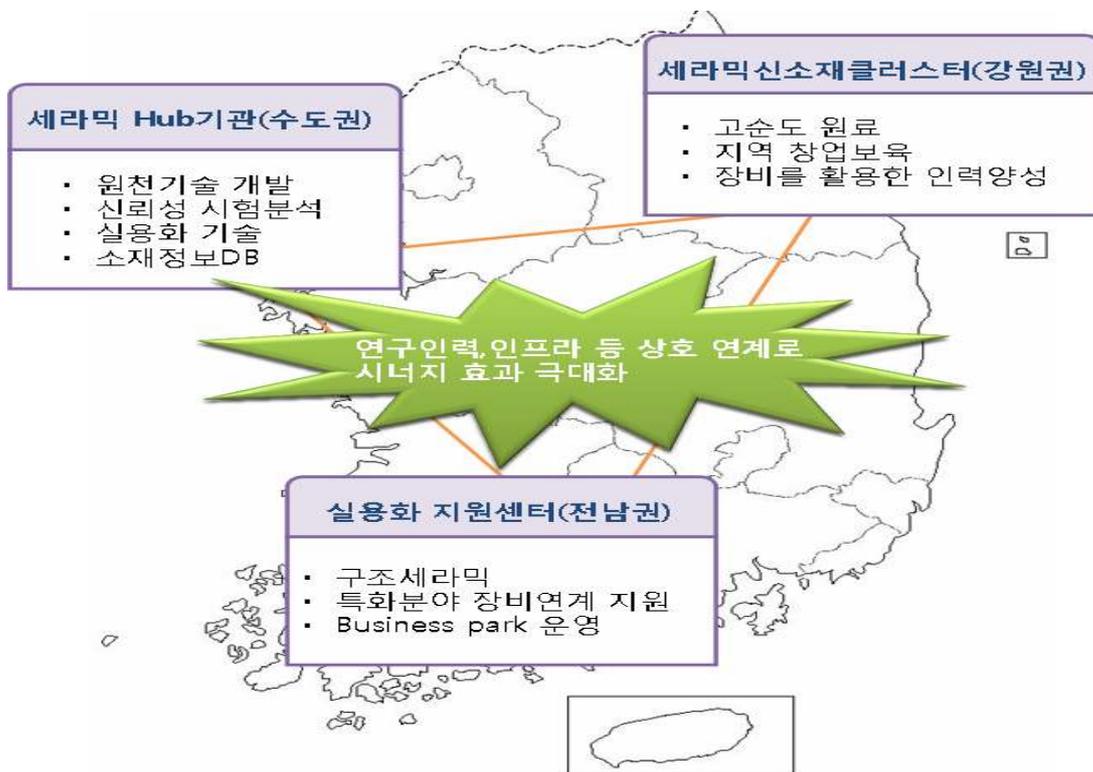


- 원료-소재-부품기업군 구성을 통한 GLT소재 및 부품 수출



- Tri-Angle 기관간 연계한 인력양성 및 기업지원 체계도





□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
소요 예산	120	130	150	150	150	700

- Tri Angle 기관의 인프라 및 인력양성 : 300억원
- 성능평가장비 및 실정평가 장비 확충 : 200억원
- Tri Angle 기관의 스타기업지원사업 : 200억원

□ 기대효과

- 지역별 인프라 연계 및 확대지원을 통한 시너지효과 극대화
 - 강릉권-수도권-서남권 보유 인프라(장비, 시설, 인력) 활용
- 취약한 기술인력 양성으로 산업체 경쟁력 강화 및 특화제품 생산
 - 강릉권(고순도원료), 수도권(전자세라믹), 서남권(구조세라믹)

【정책제안】

파인세라믹스산업 동향조사(통계구축 등)용역사업

□ 사업 개요

- 전자, 기계구조, 에너지/환경, 바이오 등의 소재 및 부품산업 통계가 미흡하여 산업실태 조사를 통한 재정비 및 체계화 필요
 - 우리나라 산업이 조립가공산업 중심으로 부품소재산업 통계정보 전무
- 산업분류는 기능 및 생산 공정별 분류에 해당되어 한국표준산업분류(KSIC)상의 분류체계가 없어 별도의 통계정보 구축
 - 무역수지는 약 2조원의 적자(07'), 그 중 50%인 1조원이 대일 무역적자
- 객관적이고 신뢰성이 부여된 기업경영 기초자료 및 정부정책 기본 자료로 제공
 - 공급과 수요 등 수급구조 파악하기 힘들어 객관적 경영지표 수립에 어려움

□ 사업 목표



□ 사업 내용

- 파인세라믹스산업동향 조사
 - 산업, 기술, 시장, 특허동향 및 경기전망 등 보고서 발간 및 e-Book Service
- 파인세라믹스관련 제품 수입현황 및 수입대체품목 조사
 - 국산화 방안 제시(기술개발 로드맵, 시장조사 등 실시)
- 데이터베이스 구축
 - 파인세라믹스 관련 통계 및 통합 DB정보 제공포털 구축

□ 추진체계 : 전문통계조사기관

- 강원TP, 전남TP, 요업(세라믹)기술원, 유관기관, 산업계, IT업체 등

□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
소요 예산	10	10	10	10	10	50

□ 기대효과

- 파인세라믹 관련 부품·소재 육성정책의 공공성, 신뢰성 제고
 - 현실성이 충분한 통계정보를 기반으로 정부 정책에 대한 신뢰성 제고
- 산업의 경쟁력 강화 및 기업의 경영전략 수립 용이
 - 품목별 DB화, 국내 시장규모, 기업현황 등 통계정보 제공으로 기업의 생산성, 고용 창출, 매출증대 등 기대
- 총괄적, 심층 분석으로 파인세라믹스산업의 정책방향 제시
 - 기 구축된 통계DB를 활용하여 통계 활용성 제고

【정책제안】

파인세라믹 벤처/중소기업 성장보육사업

□ 사업 개요

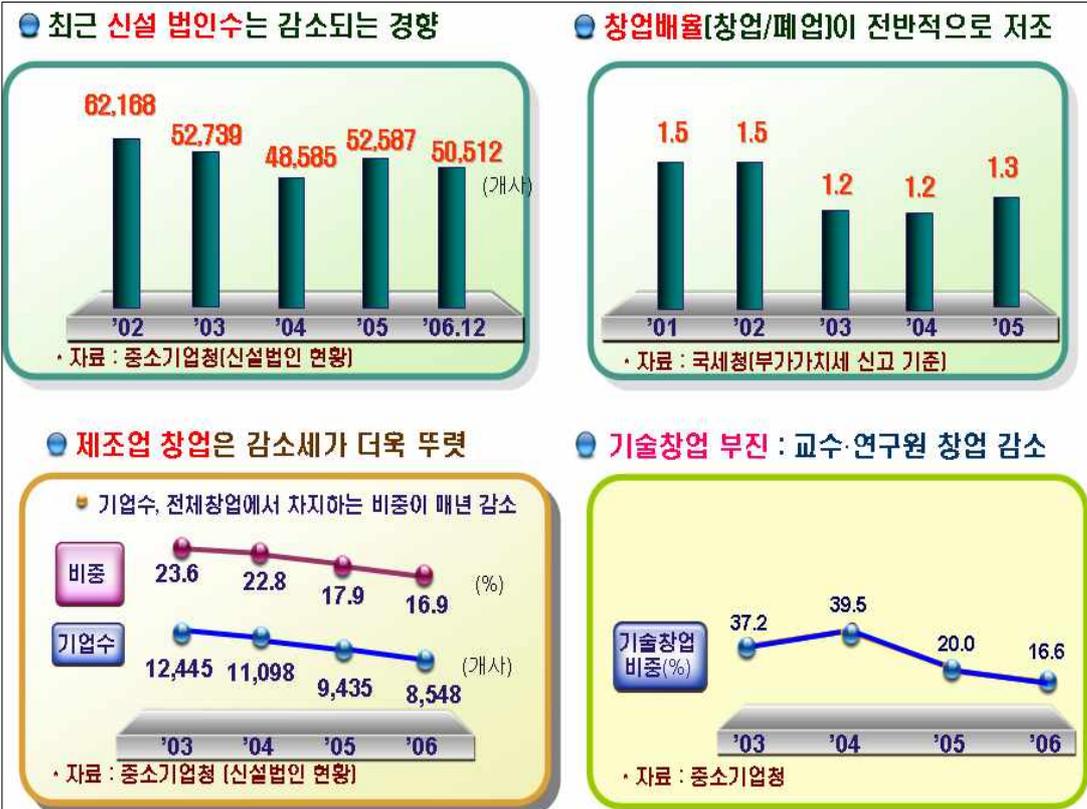
- 국내 창업보육(Incubator)를 갖 졸업한 원료·소재기업 중에서 국제경쟁력이 가능토록 성장보육지원 프로그램 시행
 - 전국에 296개 센터(센터 당 평균 20개 창업보육기업 입주)
- 분야별 퇴역기술자 및 인프라를 활용하여 생산기술에 주력
 - 지역별(수도권-강원권-서남권) 소재클러스터 인프라 활용
- 성장보육기업이 많을수록 고용창출 효과 및 고부가가치 제품의 대량생산으로 경제성장의 견인차 역할을 담당
 - 공정 및 생산기술, 연구개발, 기술지원, 홍보, 마케팅 전략 등

□ 창업보육사업 현황



* 자료 : 2008. 2 중기청 창업보육사업 발표자료

○ 국내 창업보육 동향



* 자료 : 2008. 2 중기청 창업보육사업 발표자료

▶ 매년 50만개의 중소기업이 창업하고 143만개의 일자리를 창출 (사업체기초통계기준)

	2001	2002	2003	2004	2005	평균
창업중소기업	497	612	516	427	428	496
[증감]	[18]	[115]	[△96]	[△89]	[1]	[△11]
창업 고용	1,439	1,789	1,480	1,238	1,230	1,431
[증감]	[75]	[350]	[△329]	[△222]	[△8]	[△27]

▶ 공장설립은 '03~'04년을 기점으로 지속 저하

- '07년 반등의 기미를 보이지만 '04년 수준에는 크게 미흡
- * 공장설립건(산단공) : (04)9,204→(05)6,991→(06)6,699→(07)7,647

▶ 반면, 국내 핵심 제조업의 해외이전이 지속되고 있으며 매년 이전규모도 증가

- * 제조업 해외투자금액(수출입은행, 억불) : (03)21.7→(04)33.9→(05)37.0→(06)50.8
- * 제조업 해외투자건수(수출입은행) : (03)6,455→(04)8,825→(05)9,993→(06)10,745

* 자료 : 2008. 2 중기청 창업보육사업 발표자료

□ 문제점

- 창업보육을 통한 법인은 생계형 구조로 실패율이 높고 창업보육을 탈피하여 성장을 위한 정부의 지원 프로그램이 미흡
 - 자립화 역량이 부족(중소기업 비율이 95%) 및 과다경쟁 심화
- 소재, 부품의 Pilot Line 에서 대량 생산이 가능한 Production Line Set-up이 필요하나 기업 여력 부족으로 생존율이 저조
 - 창업보육센터 운영진의 전문성 부족 및 생산기술지원 전무한 상황
- 세라믹스 응용 제품을 개발한 후 생산기반 시설이 취약하여 국제경쟁력을 확보할 수 있는 구조가 취약
 - 창업보육을 갓 졸업한 기업의 제품경쟁력은 5년간 유지가 관건

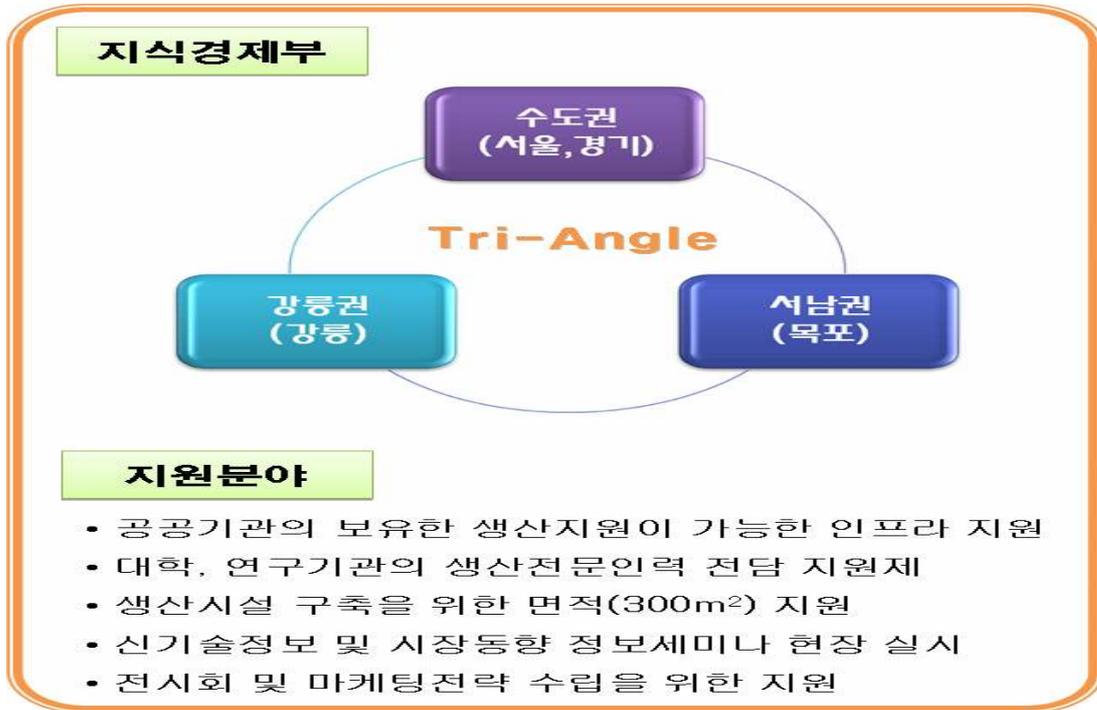
□ 사업 목표

- 지역 특화산업 전문 성장보육기업 연간 20개사 선정 및 지원
 - 복합지원이 가능한 성장보육촉진단지 도입(300m²/업체 임차)
- 지자체, 중앙정부가 성장보육사업 펀드(100억원/지역별) 조성
 - 품목별 공정 및 품질 향상을 위한 수출경쟁력확보 재원 마련

□ 사업 내용

- 창업보육을 졸업한 우수기업을 매년 선정하여 성장보육 지원
 - 창업보육 졸업한 수출효과가 높은 품목으로 생산이 가능한 기업
- 공공기관(유관기관, 연구기관)이 보유한 생산시설 이용한 가능지역
 - Tri-Angle(강원권-서남권-수도권) 및 대학, TIC 등 인프라 연계
- 성장보육이 가능토록 인력, 공간, 시설, 마케팅 등 지원 및 운영
 - 선정기업에 대하여는 성장보육이 가능한 복합지원시스템 적용
- 전문인력을 활용한 기술개발, 기술정보, 마케팅 등 교육 실시
 - 국내외 전문가 세미나 및 기술교육, 마케팅전략 교육 등 지원

□ 추진체계



○ 중앙정부, 지자체 연계한 지역의 파인세라믹 특화 품목 선정
 ⇒ 창업보육졸업 기업 중에서 생산성, 전문성, 기술성이 높은 기업

□ 소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
소요 예산	200	400	400	400	400	1,800

* 연간 10억원/업체, 2년간 지원

□ 기대효과

- 열악한 파인세라믹스 중소기업 형태에서 중핵기업화로 구조개선
 - 연간 20개사 2년간씩 지원하여 5년 후 전문기업 80개 탄생
- 선진기업과 경쟁이 가능한 품목, 5년 후 약 1조 수출효과 기대
 - 보유 인프라 및 전문인력 활용으로 국제경쟁력이 가능한 신제품 생산

【정책제안】

파인세라믹분야 해외 우수대학 박사학위 과정 지원사업

□ 사업 개요

- 향후 파인세라믹 기술 강국을 위한 해외 우수대학 박사과정 인력 등 양성으로 분야별 5년 후 우수 인재의 다수 확보
 - 일본, 미국, 유럽 등 파인세라믹 기술력을 보유한 지정대학 선정
- 파인세라믹 원천기술개발 능력 및 선진기술력 확보기회 부여
 - 선진국에서 보유한 다양한 인프라를 활용한 기술개발 능력 확보

□ 사업 목표

- 2018년까지 소수정예 요원인 박사급 우수인력 250명 배출
 - 원료, 전자세라믹, 구조세라믹, 에너지/환경, 바이오 등
- 2018년 이후 파인세라믹 세계 3강 진입을 위한 인력 확보
 - 귀국 후 반드시 국내 기업, 연구기관, 대학에 근무하는 조건

□ 사업 내용

- 파인세라믹 관련분야 석사 졸업자에 한하여 지원 및 선정
 - 해당국가 언어 가능자 중에서 기술개발 능력이 있는 자로 선발
- 선진 대학에서 박사학위 취득으로 국가별 기술력 및 정책 파악
 - 파인세라믹 분야별 기술수준 및 개발능력 파악이 가능

추진기관 : 유관기관

추진체계 : 산학연관 공동심의위원회 구성 및 운영

소요예산

(단위 : 억원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	소계
소요 예산	50	100	150	200	250	750

* 박사과정 연간 1억원/명, 3년간 지원

기대효과

- 분야별 선진기술력 확보로 국내 기술경쟁력 선진화에 기여
 - 일본, 미국, 유럽 등 기술수준의 인력 상시 보유로 경쟁가능

- 신기술, 신제품 개발능력 확보로 파인세라믹 응용분야 적용가능
 - 전자, 기계구조, 에너지/환경, 바이오 등 응용제품화

< 첨부 - 수출입 통계 자료 >

□ 최근 5개년 수출입 통계 (근거 : HSK 기준 수출입 통계)

< 파인세라믹 부품·소재 HS Code(HSK) 예시 >

품목번호(HSK)		품 명	
8532	23		축전기(Capacitors) 세라믹 유전체의것(단층)
	24		축전기(Capacitors) 세라믹 유전체의것(다층)
	25		종이 등 세라믹 축전기
8533	40	2000	전기저항기(Electrical Resistors) 써미스터
8533	40	3000	전기저항기(Electrical Resistors) 바리스터
3824	90	6600	콘덴서 : 세라믹콘덴서와 페라이트 코어 제조용 조제품
8529	90		적층형 유전 소재(Filter, Balun, Diplexer 등)
8504	90	9000	Soft Ferrite 부분
8505	19	1000	Hard Ferrite 부분
8504	50		인덕터 등
8529	10		안테나
8532	00	1000	캐피시터
8541	90		진동자 등
8548	90		EMI Filter 등
8541	40	9030	전하결합소자(CCD)
8541	40	9090	기타 감광소자(CMOS)
8543	89	9020	광센서(가시광, 적외, 자외 등)
9025	90	1100	온도센서(RTD, 열전대, IC, IR 등)
9025	90	1200	습도수분센서
9027	90		가스, 분진, 매연, 열량 등

□ 최근 5개년 수출 현황

< 최근 5개년 수출 현황 (HS Code기준 20개 품목) >

(단위 : US\$, 천불)

품목번호(HSK)	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	계	
8532	23	26,822	32,481	27,947	13,069	12,764	113,083
	24	194,468	213,242	228,662	275,938	396,232	1,308,542
	25	38,526	38,782	31,120	28,263	24,712	161,403
8533	40 2000	15,229	22,231	25,404	33,864	43,917	140,645
8533	40 3000	9,441	14,546	22,497	37,877	44,282	128,643
3824	90 6600	22,129	33,141	33,645	33,350	38,443	160,708
8529	90	4,937,400	8,473,973	10,438,141	13,307,262	6,601,300	43,758,076
8504	90 9000	247,823	272,748	301,987	351,772	409,559	1,583,889
8505	19 1000	51,149	57,548	56,458	57,266	64,325	286,746
8504	50	71,213	80,995	95,483	96,073	124,907	468,671
8529	10	154,502	215,421	265,699	177,871	112,334	925,827
8532	00 1000	68,925	56,284	94,082	38,869	18,491	276,651
8541	90	110,318	131,721	171,048	226,757	273,826	913,670
8548	90	475,775	314,084	225,943	227,665	196,100	1,439,567
8541	40 9030	68	4,021	14,864	38,032	34,472	91,457
8541	40 9090	18,899	41,174	12,823	17,911	14,763	105,570
8543	89 9020	2,535	16,008	20,397	44,398	-	83,338
9025	90 1100	2,006	2,843	6,084	8,592	10,182	29,707
9025	90 1200	1,907	3,039	4,096	3,222	2,858	15,122
9027	90	5,057	4,338	13,202	29,328	63,986	115,911
계		6,454,192	10,028,620	12,089,582	15,047,379	8,487,453	52,107,226

□ 최근 5개년 수입 현황

< 최근 5개년 수출 현황 (HS Code기준 20개 품목) >

(단위 : US\$, 천불)

품목번호(HSK)	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	계	
8532	23	49,052	54,245	50,289	44,586	41,502	239,674
	24	221,510	240,518	238,631	264,810	319,023	1,284,492
	25	36,164	39,028	35,331	37,173	37,103	184,799
8533	40 2000	31,801	37,828	47,909	60,244	71,533	249,315
8533	40 3000	19,382	21,768	22,284	18,804	17,913	100,151
3824	90 6600	38,195	26,912	27,081	29,741	27,205	149,134
8529	90	1,738,121	2,338,713	2,153,863	2,239,311	847,814	9,317,822
8504	90 9000	129,832	158,011	215,295	235,878	291,926	1,030,942
8505	19 1000	6,920	5,880	8,380	11,981	16,656	49,817
8504	50	152,763	168,235	180,478	213,979	229,509	944,964
8529	10	140,422	164,736	209,399	209,236	167,995	891,788
8532	00 1000	5,463	4,790	8,119	4,711	5,294	28,377
8541	90	89,821	87,778	83,704	84,319	76,234	421,856
8548	90	567,787	629,305	406,324	299,245	282,297	2,184,958
8541	40 9030	19,267	62,107	104,129	129,378	127,212	442,093
8541	40 9090	57,156	50,465	16,947	14,074	9,452	148,094
8543	89 9020	101,723	207,184	275,743	266,758	31	851,439
9025	90 1100	12,581	16,384	16,665	19,189	19,589	84,408
9025	90 1200	1,174	1,184	1,936	3,381	2,241	9,916
9027	90	61,712	72,108	98,449	119,641	129,714	481,624
계		3,480,846	4,387,179	4,200,956	4,306,439	2,720,243	19,095,663

□ 최근 5개년 국가별 수출입 현황

1. 품목-국가별 수출입 현황

< 품목-국가별 수출입 현황 >

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지
8532.23 수출입동향 (축전기(Capacitors) 세라믹 유전체의것(단층))																		
중국	8,818	12,737	-3,919	11,385	14,096	-2,711	10,246	11,204	-958	3,221	7,902	-4,681	7,701	6,176	1,525	41,371	52,115	-10,744
대만	532	430	102	478	574	-96	123	601	-478	160	768	-608	1,190	1,131	59	2,483	3,504	-1,021
멕시코	78	0	78	115	34	81	933	175	758	1,154	67	1,087	401	13	388	2,681	289	2,392
일본	1,652	26,029	-24,377	1,638	32,633	-30,995	524	29,885	-29,361	272	25,896	-25,624	35	25,573	-25,538	4,121	140,016	-135,895
홍콩	3,270	562	2,708	5,574	439	5,135	5,713	516	5,197	2,726	701	2,025	693	243	450	17,976	2,461	15,515
미국	476	569	-93	521	987	-466	896	795	101	557	905	-348	241	520	-279	2,691	3,776	-1,085
독일	314	52	262	421	11	410	263	19	244	29	152	-123	1	166	-165	1,028	400	628
인도	84	12	72	555	1	554	580	0	580	549	0	549	283	0	283	2,051	13	2,038
8532.24 수출입 동향 (축전기(Capacitors) 세라믹 유전체의것(다층))																		
중국	29,994	33,375	-3,381	46,972	34,598	12,374	72,390	30,557	-30,557	99,740	36,448	63,292	179,941	53,773	126,168	429,037	188,751	240,286
대만	40,890	25,469	15,421	36,175	21,797	14,378	32,234	18,783	-18,783	38,002	18,214	19,788	42,598	13,559	29,039	189,899	97,822	92,077
멕시코	2,119	193	1,926	3,193	37	3,156	1,019	171	-171	1	26	-25	3	71	-68	6,335	498	5,837
일본	13,452	110,462	-97,010	13,918	122,790	-108,872	20,320	122,846	-122,846	28,556	133,258	-104,702	34,877	167,753	-132,876	111,123	657,109	-545,986
홍콩	55,263	821	54,442	52,581	586	51,995	37,649	1,878	-1,878	33,521	7,128	26,393	34,103	6,615	27,488	213,117	17,028	196,089
미국	4,975	3,812	1,163	5,415	3,254	2,161	8,150	3,401	-3,401	13,902	3,711	10,191	11,861	3,499	8,362	44,303	17,677	26,626
독일	3,351	1,281	2,070	2,242	878	1,364	3,237	910	-910	5,932	712	5,220	7,688	373	7,315	22,450	4,154	18,296
인도	42	4	38	0	0	0	0	0	0	7	0	7	86	41	45	135	45	90

(단위 : US\$,천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지
8532.25 수출입동향 (종이 등 세라믹 축전기)																		
중국	9,840	21,783	-11,943	7,354	27,357	-20,003	3,573	24,930	-21,357	2,953	30,835	-27,882	3,881	30,024	-26,143	27,601	134,929	-107,328
대만	1,175	2,149	-974	1,308	966	342	733	1,281	-548	954	137	817	969	99	870	5,139	4,632	507
멕시코	473	1	472	1,079	24	1,055	1,323	7	1,316	1,475	0	1,475	169	3	166	4,519	35	4,484
일본	2,250	9,557	-7,307	1,941	7,060	-5,119	1,455	6,314	-4,859	1,182	3,586	-2,404	178	4,035	-3,857	7,006	30,552	-23,546
홍콩	5,125	293	4,832	4,696	261	4,435	2,788	200	2,588	2,117	124	1,993	4,279	497	3,782	19,005	1,375	17,630
미국	4,809	994	3,815	5,669	390	5,279	7,133	367	6,766	5,353	704	4,649	1,912	180	1,732	24,876	2,635	22,241
독일	4	168	-164	4	303	-299	12	181	-169	6	159	-153	15	100	-85	41	911	-870
인도	1,235	7	1,228	1,317	16	1,301	1,710	3	1,707	1,980	69	1,911	2,289	52	2,237	8,531	147	8,384
8533.40.2000 수출입동향 (전기저항기(Electrical Resistors) 써미스터)																		
중국	5,434	8,662	-3,228	8,355	12,250	-3,895	11,079	19,178	-8,099	15,670	25,821	-10,151	20,219	28,418	-8,199	60,757	94,329	-33,572
대만	574	604	-30	993	598	395	1,056	409	647	1,265	435	830	1,300	269	1,031	5,188	2,315	2,873
멕시코	39	35	4	17	28	-11	7	22	-15	2	22	-20	7	20	-13	72	127	-55
일본	475	14,191	-13,716	1,043	15,317	-14,274	685	20,927	-20,242	703	27,869	-27,166	1,088	37,638	-36,550	3,994	115,942	-111,948
홍콩	3,843	591	3,252	5,443	519	4,924	6,264	595	5,669	8,943	347	8,596	14,268	232	14,036	38,761	2,284	36,477
미국	454	5,032	-4,578	971	5,506	-4,535	1,013	4,075	-3,062	1,228	4,033	-2,805	1,131	2,929	-1,798	4,797	21,575	-16,778
독일	167	246	-79	40	185	-145	25	153	-128	46	216	-170	46	277	-231	324	1,077	-753
인도	60	166	-106	1,002	121	881	1,366	124	1,242	2,227	19	2,208	2,206	152	2,054	6,861	582	6,279

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지												
8533.40.3000 수출입동향 (전기저항기(Electrical Resistors) 바리스터)																		
중국	2,749	2,945	-196	4,171	4,132	39	9,411	5,288	4,123	15,931	5,394	10,537	13,236	9,451	3,785	45,498	27,210	18,288
대만	1,818	1,752	66	2,655	1,873	782	2,156	1,926	230	2,527	1,568	959	2,233	871	1,362	11,389	7,990	3,399
멕시코	2	0	2	0	0	0	2		2	0	0	0	0	4	-4	4	4	0
일본	135	7,974	-7,839	237	9,594	-9,357	279	6,497	-6,218	711	5,371	-4,660	225	3,862	-3,637	1,587	33,298	-31,711
홍콩	4,467	83	4,384	6,808	313	6,495	8,900	1,678	7,222	16,833	2,387	14,446	27,538	672	26,866	64,546	5,133	59,413
미국	60	1,338	-1,278	123	1,504	-1,381	104	2,551	-2,447	318	1,006	-688	177	1,265	-1,088	782	7,664	-6,882
독일	1	106	-105	31	82	-51	18	121	-103	9	135	-126	18	124	-106	77	568	-491
인도	6	1	5	1	5	-4	3	0	3	8	0	8	17	0	17	35	6	29
3824.90.6600 수출입동향 (콘덴서 : 세라믹콘덴서와 페라이트 코어 제조용 조제품)																		
중국	13,386	1,679	11,707	21,139	2,061	19,078	20,770	3,016	17,754	16,663	2,443	14,220	14,630	2,786	11,844	86,588	11,985	74,603
대만	1,771	248	1,523	1,574	473	1,101	1,078	323	755	1,350	413	937	1,733	325	1,408	7,506	1,782	5,724
멕시코	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
일본	3,050	33,147	-30,097	2,523	21,032	-18,509	3,391	21,176	-17,785	5,113	25,109	-19,996	8,720	22,534	-13,814	22,797	122,998	-100,201
홍콩	1,666	0	1,666	2,603		2,603	2,271	48	2,223	3,700	0	3,700	4,992	0	4,992	15,232	48	15,184
미국	16	1,661	-1,645	20	1,747	-1,727	95	1,612	-1,517	81	649	-568	18	583	-565	230	6,252	-6,022
독일	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	1	1	0	1	2	-1
인도	58	7	51	57	0	57	57	0	57	81	0	81	76	0	76	329	7	322

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지
8529.90 수출입동향 (적층형 유전 소재(Filter, Balun, Diplexer 등))																		
중국	1,996,832	271,455	1,725,377	3,367,858	490,406	2,877,452	3,990,122	680,295	3,309,827	4,588,829	801,060	3,787,769	1,212,765	334,305	878,460	15,156,406	2,577,521	12,578,885
대만	174,873	32,039	142,834	86,764	72,620	14,144	146,256	71,348	74,908	142,504	100,094	42,410	148,766	30,300	118,466	699,163	306,401	392,762
멕시코	216,644	18,780	197,864	634,915	29,705	605,210	1,146,111	23,453	1,122,658	1,846,761	42,919	1,803,842	1,544,417	280	1,544,137	5,388,848	115,137	5,273,711
일본	299,431	898,478	-599,047	515,568	1,084,977	-569,409	189,815	648,468	-458,653	215,396	444,675	-229,279	35,649	138,145	-102,496	1,255,859	3,214,743	-1,958,884
홍콩	173,225	30,122	143,103	330,837	31,091	299,746	951,180	26,601	924,579	1,443,167	35,984	1,407,183	309,732	15,282	294,450	3,208,141	139,080	3,069,061
미국	263,048	179,784	83,264	530,057	203,140	326,917	481,138	206,831	274,307	738,991	197,683	541,308	260,159	79,734	180,425	2,273,393	867,172	1,406,221
독일	67,474	22,769	44,705	295,852	38,986	256,866	173,013	100,073	72,940	106,201	104,890	1,311	203,346	24,020	179,326	845,886	290,738	555,148
인도	52,647	333	52,314	63,905	811	63,094	63,868	1,515	62,353	167,157	471	166,686	72,336	966	71,370	419,913	4,096	415,817
8504.90.9000 수출입동향 (Soft Ferrite 부분)																		
중국	142,004	51,725	90,279	164,321	51,006	113,315	214,290	65,162	149,128	244,041	105,034	139,007	269,318	164,966	104,352	1,033,974	437,893	596,081
대만	2,252	2,307	-55	4,344	2,796	1,548	3,949	4,007	-58	4,484	4,108	376	8,482	5,008	3,474	23,511	18,226	5,285
멕시코	257	34	223	1,087	330	757	620	214	406	145	128	17	571	133	438	2,680	839	1,841
일본	7,569	44,605	-37,036	10,027	60,228	-50,201	8,278	78,115	-69,837	11,951	77,920	-65,969	11,901	71,438	-59,537	49,726	332,306	-282,580
홍콩	40,326	2,944	37,382	38,853	3,231	35,622	26,918	3,065	23,853	46,893	4,762	42,131	57,187	4,610	52,577	210,177	18,612	191,565
미국	6,202	6,527	-325	5,400	10,456	-5,056	5,520	34,413	-28,893	3,998	8,966	-4,968	6,402	8,515	-2,113	27,522	68,877	-41,355
독일	2,391	7,746	-5,355	2,879	9,312	-6,433	3,147	8,096	-4,949	4,057	7,614	-3,557	4,798	8,167	-3,369	17,272	40,935	-23,663
인도	2,224	119	2,105	2,739	92	2,647	8,168	172	7,996	4,731	587	4,144	5,368	319	5,049	23,230	1,289	21,941

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지
8505.19.1000 수출입동향 (Hard Ferrite 부분)																		
중국	10,378	4,772	5,606	8,167	4,115	4,052	6,417	5,729	688	5,350	9,129	-3,779	6,706	13,668	-6,962	37,018	37,413	-395
대만	789	552	237	793	242	551	422	441	-19	465	389	76	271	139	132	2,740	1,763	977
멕시코	1,399	0	1,399	1,838	0	1,838	2,620	0	2,620	2,254	0	2,254	2,988	0	2,988	11,099	0	11,099
일본	3,209	1,080	2,129	3,618	1,309	2,309	4,483	2,009	2,474	3,734	2,277	1,457	4,056	2,424	1,632	19,100	9,099	10,001
홍콩	1,970	0	1,970	2,534	2	2,532	3,245	3	3,242	3,111	20	3,091	4,507	260	4,247	15,367	285	15,082
미국	5,367	9	5,358	6,264	107	6,157	6,562	13	6,549	5,884	3	5,881	7,195	0	7,195	31,272	132	31,140
독일	11,892	1	11,891	13,461	6	13,455	12,220	9	12,211	15,273	0	15,273	19,318	67	19,251	72,164	83	72,081
인도	261	0	261	306	0	306	201	0	201	100	0	100	181	0	181	1,049	0	1,049
8504.50 수출입동향 (인덕터 등)																		
중국	14,640	52,629	-37,989	18,618	63,694	-45,076	27,344	89,094	-61,750	37,643	107,226	-69,583	40,360	114,459	-74,099	138,605	427,102	-288,497
대만	3,278	5,180	-1,902	5,365	4,797	568	7,922	6,764	1,158	4,022	7,442	-3,420	4,871	9,446	-4,575	25,458	33,629	-8,171
멕시코	770	48	722	1,182	63	1,119	2,130	128	2,002	2,543	18	2,525	1,894	45	1,849	8,519	302	8,217
일본	13,286	41,887	-28,601	8,375	48,998	-40,623	8,902	44,370	-35,468	9,987	42,986	-32,999	11,866	53,039	-41,173	52,416	231,280	-178,864
홍콩	11,215	8,399	2,816	14,636	6,319	8,317	18,860	6,995	11,865	13,745	13,388	357	17,385	12,587	4,798	75,841	47,688	28,153
미국	4,267	5,770	-1,503	6,419	6,433	-14	11,049	8,202	2,847	8,104	7,932	172	18,770	7,691	11,079	48,609	36,028	12,581
독일	3,551	1,083	2,468	3,654	1,681	1,973	1,654	1,841	-187	998	5,875	-4,877	1,234	3,397	-2,163	11,091	13,877	-2,786
인도	327	27	300	560	25	535	68	74	-6	27	85	-58	229	61	168	1,211	272	939

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지
8529.10 수출입동향 (안테나)																		
중국	66,749	32,078	34,671	82,065	54,335	27,730	107,076	74,200	32,876	92,765	80,140	12,625	28,196	80,549	-52,353	376,851	321,302	55,549
대만	1,178	6,468	-5,290	10,384	10,209	175	3,371	11,855	-8,484	256	7,299	-7,043	553	1,636	-1,083	15,742	37,467	-21,725
멕시코	4,198	85	4,113	2,640	178	2,462	217	197	20	132	59	73	49	90	-41	7,236	609	6,627
일본	2,663	22,951	-20,288	6,368	25,417	-19,049	61,123	15,773	45,350	9,877	13,278	-3,401	12,767	11,500	1,267	92,798	88,919	3,879
홍콩	18,733	5,311	13,422	24,827	1,229	23,598	28,335	5,896	22,439	9,216	3,612	5,604	17,915	1,684	16,231	99,026	17,732	81,294
미국	9,467	17,958	-8,491	20,336	19,395	941	14,434	40,394	-25,960	19,491	27,265	-7,774	14,228	21,651	-7,423	77,956	126,663	-48,707
독일	4,238	10,022	-5,784	9,796	8,302	1,494	5,048	14,125	-9,077	10,467	29,572	-19,105	5,380	25,325	-19,945	34,929	87,346	-52,417
인도	245	7	238	224	3	221	670	52	618	639	0	639	602	5	597	2,380	67	2,313
8543.00.1000 수출입동향 (캐피터)																		
중국	9,118	614	8,504	9,840	1,095	8,745	65,724	2,653	63,071	23,993	1,754	22,239	3,182	1,616	1,566	111,857	7,732	104,125
대만	597	669	-72	1,270	1,280	-10	1,692	3,632	-1,940	1,213	680	533	1,040	328	712	5,812	6,589	-777
멕시코	3,803		3,803	1,850		1,850	2,885		2,885	789		789	2		2	9,329	0	9,329
일본	2,001	880	1,121	2,668	1,503	1,165	4,815	1,115	3,700	4,210	929	3,281	5,101	2,451	2,650	18,795	6,878	11,917
홍콩	47,429	777	46,652	31,432	40	31,392	7,897	47	7,850	147	602	-455	624	115	509	87,529	1,581	85,948
미국	2,381	1,603	778	2,049	409	1,640	2,313	353	1,960	1,601	269	1,332	2,208	48	2,160	10,552	2,682	7,870
독일	0	718	-718	143	93	50	12	99	-87	1	50	-49	19	68	-49	175	1,028	-853
인도	8	0	8	138	2	136	197	0	197	11	0	11	3	0	3	357	2	355

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지
8541.90 수출입동향 (진동자 등)																		
중국	79,535	11,379	68,156	93,037	10,317	82,720	131,768	8,231	123,537	177,247	10,394	166,853	208,541	16,914	191,627	690,128	57,235	632,893
대만	764	1,828	-1,064	1,349	3,410	-2,061	779	5,237	-4,458	1,491	6,904	-5,413	9,011	10,775	-1,764	13,394	28,154	-14,760
멕시코	23	0	23	8	2	6	0	3	-3	0	4	-4	0	0	0	31	9	22
일본	6,191	68,392	-62,201	8,148	63,604	-55,456	7,639	60,396	-52,757	6,999	56,328	-49,329	6,347	37,279	-30,932	35,324	285,999	-250,675
홍콩	3,399	779	2,620	8,791	2,649	6,142	11,316	2,503	8,813	13,263	1,932	11,331	23,360	3,523	19,837	60,129	11,386	48,743
미국	669	1,292	-623	530	553	-23	418	327	91	617	753	-136	761	459	302	2,995	3,384	-389
독일	0	171	-171	55	329	-274	232	338	-106	56	569	-513	66	335	-269	409	1,742	-1,333
인도	89	0	89	46	0	46	25	0	25	13	0	13	12	0	12	185	0	185
8548.90 수출입동향 (EMI Filter 등)																		
중국	84,639	323,664	-239,025	95,899	355,105	-259,206	60,782	230,534	-169,752	55,792	151,786	-95,994	54,409	175,868	-121,459	351,521	1,236,957	-885,436
대만	8,988	4,351	4,637	5,087	2,544	2,543	3,618	7,093	-3,475	2,324	6,007	-3,683	2,799	4,037	-1,238	22,816	24,032	-1,216
멕시코	31	449	-418	1,489	176	1,313	551	19	532	160	6	154	6	52	-46	2,237	702	1,535
일본	87,267	114,213	-26,946	64,303	127,607	-63,304	37,097	109,305	-72,208	26,693	92,753	-66,060	35,836	68,316	-32,480	251,196	512,194	-260,998
홍콩	80,607	19,032	61,575	44,964	44,139	825	42,834	3,353	39,481	52,095	3,722	48,373	26,091	1,405	24,686	246,591	71,651	174,940
미국	28,033	17,891	10,142	24,077	12,930	11,147	29,144	11,002	18,142	30,015	7,926	22,089	28,780	6,646	22,134	140,049	56,395	83,654
독일	13,673	743	12,930	12,863	1,190	11,673	15,640	1,256	14,384	10,635	1,612	9,023	16,110	4,252	11,858	68,921	9,053	59,868
인도	388	4	384	597	0	597	698	1	697	565	18	547	427	174	253	2,675	197	2,478

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지	수출	수입	무역 수지
8541.40.9030 수출입동향 (전하결합소자(CCD))																		
중국	0	271	-271	3,502	881	2,621	12,962	1,101	11,861	37,389	1,084	36,305	29,889	1,464	28,425	83,742	4,801	78,941
대만	0	14	-14	0	584	-584	530	503	27	476	38	438	2,413	231	2,182	3,419	1,370	2,049
멕시코	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
일본	0	18,610	-18,610	143	60,143	-60,000	202	101,961	-101,759	139	127,248	-127,109	475	115,869	-115,394	959	423,831	-422,872
홍콩	29	38	-9	375	192	183	1,131	24	1,107	12	34	-22	1,676	126	1,550	3,223	414	2,809
미국	9	12	-3	0	275	-275	27	258	-231	5	774	-769	4	2,003	-1,999	45	3,322	-3,277
독일	0	0	0	0	3	-3	0	136	-136	2	83	-81	11	35	-24	13	257	-244
인도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8541.40.9090 수출입동향 (기타 감광소자(CMOS))																		
중국	1,409	30,731	-29,322	1,701	24,698	-22,997	2,020	933	1,087	5,736	2,626	3,110	7,040	1,026	6,014	17,906	60,014	-42,108
대만	429	362	67	5,141	475	4,666	898	721	177	63	95	-32	174	629	-455	6,705	2,282	4,423
멕시코	0	5	-5	1	29	-28	0	1	-1	0	2	-2	164	36	128	165	73	92
일본	5,920	8,668	-2,748	13,340	18,931	-5,591	5,967	9,436	-3,469	4,484	5,088	-604	493	3,106	-2,613	30,204	45,229	-15,025
홍콩	6,014	1,800	4,214	12,318	1,673	10,645	2,027	187	1,840	1,716	73	1,643	4,480	187	4,293	26,555	3,920	22,635
미국	660	12,236	-11,576	310	1,546	-1,236	1,332	3,839	-2,507	1,097	3,734	-2,637	904	1,705	-801	4,303	23,060	-18,757
독일	1	431	-430	19	185	-166	19	64	-45	170	20	150	85	18	67	294	718	-424
인도	8	0	8	12	1	11	15	66	-51	0	0	0	1	4	-3	36	71	-35

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지
8543.89.9020 수출입동향 (광센서(가시광, 적외, 자외 등))																		
중국	156	8,649	-8,493	8,290	37,225	-28,935	6,227	84,664	-78,437	22,968	167,709	-144,741	0	0	0	37,641	298,247	-260,606
대만	11	120	-109	250	2,025	-1,775	192	5,454	-5,262	4,096	4,516	-420	0	0	0	4,549	12,115	-7,566
멕시코	2	0	2	22	5	17	290	53	237	322	313	9	0	0	0	636	371	265
일본	1,305	70,401	-69,096	2,022	124,767	-122,745	4,835	147,519	-142,684	2,682	74,410	-71,728	0	5	-5	10,844	417,102	-406,258
홍콩	654	8,681	-8,027	3,069	15,163	-12,094	6,078	1,905	4,173	9,174	5,887	3,287	0	0	0	18,975	31,636	-12,661
미국	264	7,582	-7,318	234	6,703	-6,469	350	6,059	-5,709	268	3,492	-3,224	0	0	0	1,116	23,836	-22,720
독일	89	1,598	-1,509	47	1,597	-1,550	65	2,026	-1,961	113	910	-797	0	26	-26	314	6,157	-5,843
인도	0	0	0	1	0	1	750		750	979	12	967	0	0	0	1,730	12	1,718
9025.90.1100 수출입동향 (온도센서(RTD, 열전대, IC, IR 등))																		
중국	132	4,732	-4600	194	6,820	-6626	471	6,161	-5690	1,532	6,789	-5257	2,230	6,852	-4622	4,559	31,354	-26,795
대만	46	5	41	13	2	11	9	8	1	17	117	-100	40	39	1	125	171	-46
멕시코		0	0		1	-1	14	0	14	0	16	-16	0	26	-26	14	43	-29
일본	691	1,900	-1209	833	2,596	-1763	816	2,610	-1794	1,684	3,762	-2078	1,291	3,675	-2384	5,315	14,543	-9,228
홍콩	22	33	-11	6	53	-47	12	43	-31	1	30	-29	1	18	-17	42	177	-135
미국	140	3,289	-3149	301	4,426	-4125	593	4,608	-4015	680	4,436	-3756	623	5,225	-4602	2,337	21,984	-19,647
독일	42	732	-690	19	913	-894	92	561	-469	17	636	-619	18	1,285	-1267	188	4,127	-3,939
인도		7	-7		1	-1	0	0	0	1	0	1	145	80	65	146	88	58

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003			2004			2005			2006			2007			계		
	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지	수출	수입	무역수지									
9025.90.1200 수출입동향 (습도수분센서)																		
중국	40	1	39	523	51	472	468	16	452	577	444	133	551	378	173	2,159	890	1,269
대만	14	0	14	48	0	48	145	1	144	84	4	80	53	4	49	344	9	335
멕시코	0	1	-1	0	8	-8	0	10	-10	0	19	-19	0	25	-25	0	63	-63
일본	152	785	-633	78	538	-460	1,276	737	539	77	588	-511	75	189	-114	1,658	2,837	-1,179
홍콩	1,265	0	1,265	1,992	14	1,978	1,904	9	1,895	1,804	27	1,777	1,639	11	1,628	8,604	61	8,543
미국	35	157	-122	37	73	-36	70	105	-35	155	98	57	119	100	19	416	533	-117
독일	14	24	-10	4	49	-45	4	48	-44	29	94	-65	4	71	-67	55	286	-231
인도	4	0	4	15	0	15	33	7	26	40	0	40	56	0	56	148	7	141
9027.90 수출입동향 (가스, 분진, 매연, 열량 등)																		
중국	1,974	573	1,401	829	1,295	-466	3,862	3,825	37	4,526	4,486	40	4,495	5,095	-600	15,686	15,274	412
대만	26	31	-5	59	46	13	150	76	-76	334	248	86	382	986	-604	951	1,387	-436
멕시코	8	13	-5	0	20	-20	7	52	-52	1	84	-83	60	303	-243	76	472	-396
일본	662	22,581	-21,919	1,386	29,529	-28,143	2,440	38,368	-38,368	2,683	50,084	-47,401	3,757	53,706	-49,949	10,928	194,268	-183,340
홍콩	58	110	-52	64	40	24	94	21	-21	275	103	172	556	207	349	1,047	481	566
미국	350	20,093	-19,743	623	21,746	-21,123	1,129	26,491	-26,491	7,349	32,153	-24,804	25,437	36,185	-10,748	34,888	136,668	-101,780
독일	127	5,200	-5,073	144	5,260	-5,116	749	9,664	-9,664	1,395	8,867	-7,472	3,899	9,886	-5,987	6,314	38,877	-32,563
인도	54	0	54	16	15	1	105	0	0	625	54	571	1,111	132	979	1,911	201	1,710

□ 국가별 수출입 현황

< 국가별 수출입 현황 >

(단위 : US\$, 천불)

국가	2003년			2004년			2005년			2006년			2007년			계		
	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지
중국	2,477,827	874,454	1,603,373	3,954,220	1,195,537	2,758,683	4,757,002	1,346,771	3,410,231	5,452,566	1,558,504	3,894,062	2,107,290	1,047,788	1,059,502	18,748,905	6,023,054	12,725,851
대만	240,005	84,578	155,427	164,050	127,311	36,739	207,313	140,463	66,850	206,087	159,476	46,611	228,878	79,812	149,066	1,046,333	591,640	454,693
멕시코	229,846	19,644	210,202	649,436	30,640	618,796	1,158,729	24,506	1,134,223	1,855,739	43,683	1,812,056	1,550,731	1,101	1,549,630	5,444,481	119,574	5,324,907
일본	451,361	1,516,791	-1,065,430	658,177	1,858,573	-1,200,396	364,342	1,467,827	-1,103,485	337,133	1,213,415	-876,282	174,737	822,537	-647,800	1,985,750	6,879,143	-4,893,393
홍콩	458,580	80,376	378,204	592,403	107,953	484,450	1,165,416	55,567	1,109,849	1,662,459	80,863	1,581,596	551,026	48,274	502,752	4,429,884	373,033	4,056,851
미국	331,682	287,609	44,073	609,356	301,580	307,776	571,470	355,696	215,774	839,694	306,492	533,202	380,930	178,938	201,992	2,733,132	1,430,315	1,302,817
독일	107,329	53,091	54,238	341,674	69,365	272,309	215,450	139,720	75,730	155,436	162,167	-6,731	262,057	77,993	184,064	1,081,946	502,336	579,610
인도	57,740	694	57,046	71,491	1,093	70,398	78,514	2,014	76,500	179,740	1,315	178,425	85,428	1,986	83,442	472,913	7,102	465,811
계	4,354,370	2,917,237	1,437,133	7,040,807	3,692,052	3,348,755	8,518,236	3,532,564	4,985,672	10,688,854	3,525,915	7,162,939	5,341,077	2,258,429	3,082,648	35,943,344	15,926,197	20,017,147

□ 최근 5개년 무역 수지

< 최근 5개년 무역수지 (품목별) >

(단위 : US\$, 천불)

품목번호(HSK)	2003년			2004년			2005년			2006년			2007년			계			
	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	수출	수입	수지	
8532	23	26,822	49,052	-22,230	32,481	54,245	-21,764	27,947	50,289	-22,342	13,069	44,586	-31,517	12,764	41,502	-28,738	113,083	239,674	-126,591
	24	194,468	221,510	-27,042	213,242	240,518	-27,276	228,662	238,631	-9,969	275,938	264,810	11,128	396,232	319,023	77,209	1,308,542	1,284,492	24,050
	25	38,526	36,164	2,362	38,782	39,028	-246	31,120	35,331	-4,211	28,263	37,173	-8,910	24,712	37,103	-12,391	161,403	184,799	-23,396
8533	40	15,229	31,801	-16,572	22,231	37,828	-15,597	25,404	47,909	-22,505	33,864	60,244	-26,380	43,917	71,533	-27,616	140,645	249,315	-108,670
8533	40	9,441	19,382	-9,941	14,546	21,768	-7,222	22,497	22,284	213	37,877	18,804	19,073	44,282	17,913	26,369	128,643	100,151	28,492
3824	90	22,129	38,195	-16,066	33,141	26,912	6,229	33,645	27,081	6,564	33,350	29,741	3,609	38,443	27,205	11,238	160,708	149,134	11,574
8529	90	4,937,400	1,738,121	3,199,279	8,473,973	2,338,713	6,135,260	10,438,141	2,153,863	8,284,278	13,307,262	2,239,311	11,067,951	6,601,300	847,814	5,753,486	43,758,076	9,317,822	34,440,254
8504	90	247,823	129,832	117,991	272,748	158,011	114,737	301,987	215,295	86,692	351,772	235,878	115,894	409,559	291,926	117,633	1,583,889	1,030,942	552,947
8505	19	51,149	6,920	44,229	57,548	5,880	51,668	56,458	8,380	48,078	57,266	11,981	45,285	64,325	16,656	47,669	286,746	49,817	236,929
8504	50	71,213	152,763	-81,550	80,995	168,235	-87,240	95,483	180,478	-84,995	96,073	213,979	-117,906	124,907	229,509	-104,602	468,671	944,964	-476,293
8529	10	154,502	140,422	14,080	215,421	164,736	50,685	265,699	209,399	56,300	177,871	209,236	-31,365	112,334	167,995	-55,661	925,827	891,788	34,039
8532	00	68,925	5,463	63,462	56,284	4,790	51,494	94,082	8,119	85,963	38,869	4,711	34,158	18,491	5,294	13,197	276,651	28,377	248,274
8541	90	110,318	89,821	20,497	131,721	87,778	43,943	171,048	83,704	87,344	226,757	84,319	142,438	273,826	76,234	197,592	913,670	421,856	491,814
8548	90	475,775	567,787	-92,012	314,084	629,305	-315,221	225,943	406,324	-180,381	227,665	299,245	-71,580	196,100	282,297	-86,197	1,439,567	2,184,958	-745,391
8541	40	68	19,267	-19,199	4,021	62,107	-58,086	14,864	104,129	-89,265	38,032	129,378	-91,346	34,472	127,212	-92,740	91,457	442,093	-350,636
8541	40	18,899	57,156	-38,257	41,174	50,465	-9,291	12,823	16,947	-4,124	17,911	14,074	3,837	14,763	9,452	5,311	105,570	148,094	-42,524
8543	89	2,535	101,723	-99,188	16,008	207,184	-191,176	20,397	275,743	-255,346	44,398	266,758	-222,360		31	-31	83,338	851,439	-768,101
9025	90	2,006	12,581	-10,575	2,843	16,384	-13,541	6,084	16,665	-10,581	8,592	19,189	-10,597	10,182	19,589	-9,407	29,707	84,408	-54,701
9025	90	1,907	1,174	733	3,039	1,184	1,855	4,096	1,936	2,160	3,222	3,381	-159	2,858	2,241	617	15,122	9,916	5,206
9027	90	5,057	61,712	-56,655	4,338	72,108	-67,770	13,202	98,449	-85,247	29,328	119,641	-90,313	63,986	129,714	-65,728	115,911	481,624	-365,713
계		6,454,192	3,480,846	2,973,346	10,028,620	4,387,179	5,641,441	12,089,582	4,200,956	7,888,626	15,047,379	4,306,439	10,740,940	8,487,453	2,720,243	5,767,210	52,107,226	19,095,663	33,011,563

주 의

1. 이 보고서는 지식경제부에서 시행한 정책연구 용역과제의 최종보고서이다.
2. 이 보고서 내용을 대외적으로 발표 할 때에는 반드시 지식경제부에서 시행한 정책연구 용역과제의 결과임을 밝혀야 한다.