

전자재료산업의 공동연구 개발동향

박 준 구 국장
한국전자재료 연구조합

1. 서언

국내 전자산업은 40년이 채 되지 않는 짧은 역사 속에서 세계 각국이 인정하는 전자산업국으로 굳건히 자리잡았다. 그 결과 전자산업 생산은 1996년에 456억달러를 전망할 만큼 성장하였고, 이 중 전자부품 부문은 261억달러를 기대하게 되었다. 하지만 이 수치는 우리의 최대 경쟁 대상국인 일본에 비할 때 전체 생산면에서는 약 1/6, 전자부품의 생산규모면에서는 1/4 수준에 불과하여 아직도 현격한 차이를 드러내고 있는 실정이다.

이러한 상황에서 또 하나 간과해서는 안되는 것이 중국의 급부상이다. 이미 중국은 다른 국가에서 유례를 찾아보기 어려울 만큼 최근 수년간 전자산업 생산실적에서 연평균 19%대의 급신장을 지속하고 있는데 1996년의 전자산업 생산이 334억달러를 예상하고 있다. 우리나라 전자산업의 미래에 있어서 중국이 일본에 비하여 더욱 경계의 대상으로 부각되고 있는 것은 중국의 전자산업 성장이 곧바로 우리나라의 국내외 시장에 직접적인 영향을 준다는 데에 문제가 있다.

무한한 자원과 풍부한 고급 인력, 급증하고 있는 선진 공업국의 대 중국 투자, 그리고 무엇보다도 높게 평가되고 있는 정부 당국의 육성 정책과 의지가 중국을 뒷받침하고 있는 이상, 향후 중국이 어떠한

모습으로 성장해 갈 것인가 하는 문제는 자명해진다. 그러므로 우리나라 전자산업은 일본과 중국 사이에서의 모든 난제를 스스로 해결해 가지 않으면 향후 크게 위축될 수밖에 없는 곤경에 빠져버릴 수도 있다는 점에서 그 심각성이 있다.

전자재료라는 단어가 독립적인 의미를 갖고 사용되고, 전자재료산업의 중요성이 본격적으로 거론되기 시작한 것은 불과 10년이 채 되지 않는다. 전자산업의 하부 구조로 널리 인식되고 있는 전자부품, 그 전자부품의 또 다른 하부 구조인 전자재료산업의 육성과 업계의 연구개발 의욕을 제고시키기 위하여 전자재료연구조합의 설립이 논의되기 시작한 것이 1988년이였다. 그리고 전자재료라는 말이 「전자부품 및 기타」 혹은 「전자부품 및 소재」라는 테두리를 벗어나 「전자재료」 혹은 「부품·재료」라고 표기하기 시작한 것이 이때부터였다고 해도 과언이 아니다.

반면에 세계 전자산업의 강국인 일본의 경우는 어떠한가. 일본전자재료공업회(EMAJ)는 내년이면 설립 50주년이 된다. 물론 첫출발은 「진공관용니켈제품협회의회」로 시작하여 1967년에야 정식으로 현재의 명칭으로 개명을 하였으니, 다소 논란의 여지는 있다. 그러나 이보다 더 중요한 것은 동공업회에서 오랜 작업을 거쳐 동산성에 제출하였던 「전자재료의 장기 연구개발 목표」라는 프로젝트인데, 이 시기가 30여년전인 1965년이라는 점에 유의할 필요가 있다.

전자재료

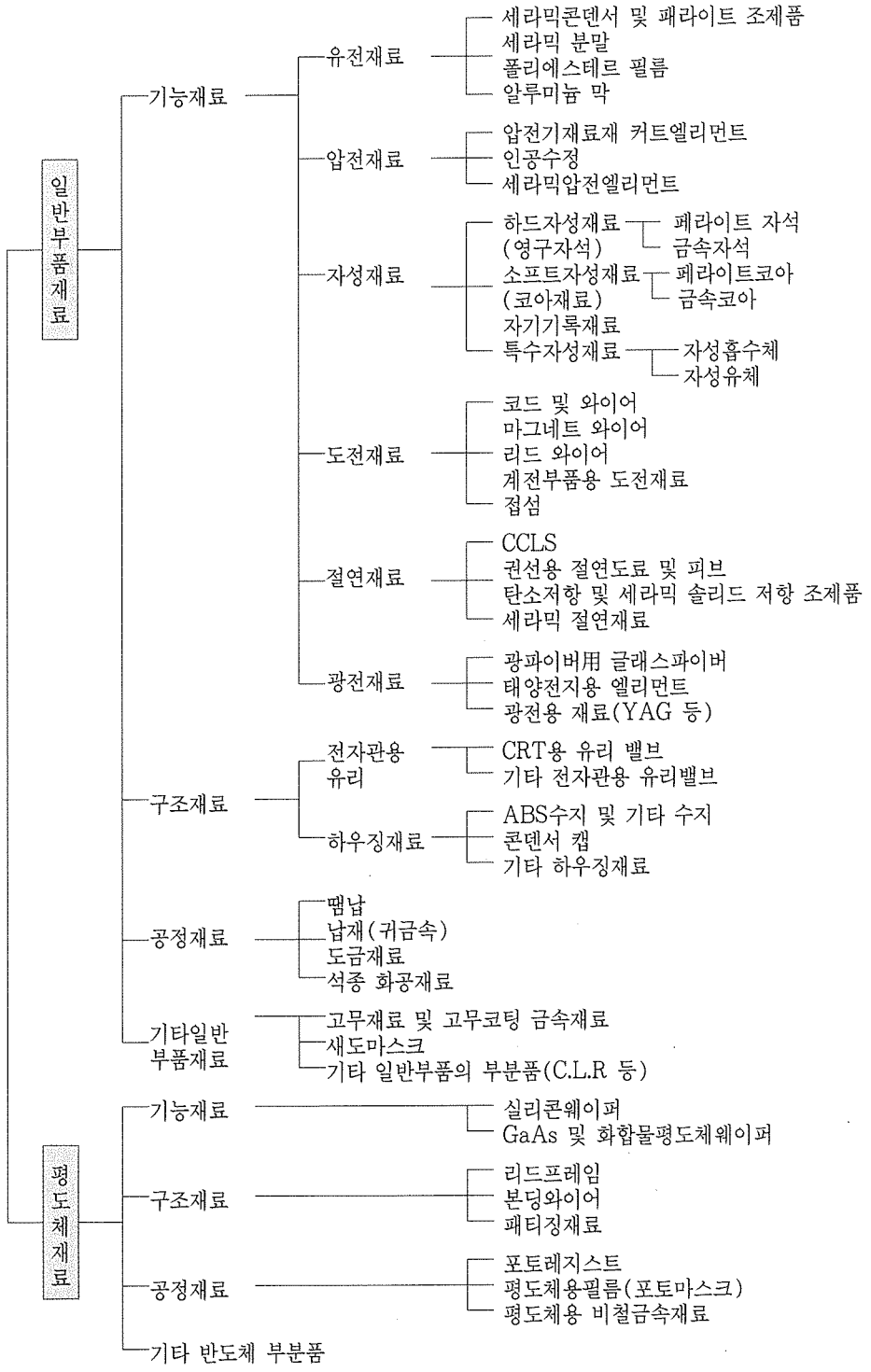


표 2000년대의 국내 전자재료기술 전망

구	분	개발 대상 기술
전자세라믹스	유전재료	<ul style="list-style-type: none"> 고주파 유전체 재료 개발 및 특성 평가기술 회로 설계기술 및 박막가공기술 특수 콘덴서 및 콘덴서의 소형화, 내용량화, 고기능화
	압전재료	<ul style="list-style-type: none"> 압전 Filter, Transducer, Actuator, 압전광 응용소자 기술 PZT계 소재, LiNbO₃, LiT₂O₃계 등 단결정 재료의 응용 및 신소재 개발
	도전·반도성재료	<ul style="list-style-type: none"> 고온 초전도체의 개발 및 응용기술 고체 전해질, 이온전도성 유리 개발
	절연재료	<ul style="list-style-type: none"> AIN기판 등 반도체 관련 특수 소재의 특성 및 대체 소재 개발 저온 소결기판 개발
	광진재료	<ul style="list-style-type: none"> 광회로용 및 광학 부품의 재료 개발 선택 흡수 반사유리, 결정화유리, 초고순도 석영 유리
자성재료		<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 및 AV용 단결정, 다결정, 복합재료 기술 기록매체용 신자성재료의 개발 자기 헤드용 코어 재료 박막 처리 및 다층 기술 고기능 전파흡수체 개발 자성유체의 재료 및 응용 기술
전기·전사용 금속재료		<ul style="list-style-type: none"> 반도체용 리드프레임, 새도마스크 등 금속재료 자기기록용 금속재 금속 편광 필름 개발 광 선택 흡수 기능 금속재 개발 금속 Whisker 기술 기능성 복합재료 개발 및 응용 개발 초미분 합금 기술

우리나라 전자재료업계에서는 통상산업부 전자부품과의 요청에 의하여 산업연구원이 1990년부터 조사에 착수 1991년 11월에 제출한 바 있는 「국내 전자재료산업의 현황과 발전 방안」이라는 보고서가 있었다. 이어서 본연구조합, 한국과학기술원, 전자부품종합연구소의 세 기관이 공동작업을 통하여 공업기반기술개발사업 기획조사사업의 일환으로 「전자산업의 구조 고도화를 위한 전자재료 기술개발」의 보고서를 1994년말에 제출하였다.

결국 이 「전자산업의 구조 고도화를 위한 전자재료 기술개발」 보고서가 1995년초에 통상산업부의 신규 중기거점기술 개발사업으로 채택되었다.

이에 따라 전자세라믹재료, 자성재료, 금속재료, 절연재료 등 4개 분야 31개 과제가 연구개발 대상이었으나 제반 여건상 사업의 효율을 높이기 위하여 1차적으로 7대 핵심 과제를 재선정하였고, 정부 예산 규모를 참작하여 다시 4개 과제만 중기거점기술 개발사업으로 추진하고 남은 과제 중 2개는 공업기

반기술개발사업으로 추진하기로 하였다.

이로써 국내 전자재료산업에서 처음으로 정부의 차원의 체계적이고 종합적인 연구개발의 지원이 시작되었다.

이하 동사업의 개요를 간략히 소개해 보면 다음과 같다.

2. 공동 연구개발 과제의 현황

가. 중기거점기술개발사업

- 사업명 : 「전자재료 기술 개발」
- 총괄주관기관 : 한국전자재료연구소
- 세부과제주관기관 : 세부 과제 참조
- 기술개발의 최종 목표 : 세부 과제 참조

(1) 「1005 사이즈 MLCC 개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1998.11(3개년)
- 예산 : 총 82억원
- 주관기관 : 삼성전기(주)
참여기업 : LG전자부품(주)
삼화콘덴서공업(주)
- 위탁기관 : 한국과학기술원(KAIST)
- 주용도 : 휴대폰, 페이지, 무선기기 등 초소형 고기능 산업용기기, HDTV, 액정TV, 캠코더, VTR, 카 스테레오 등의 동조·정합 by pass용, 기존 컨덴서의 대체용

〈기술개발의 최종 목표〉

- Powder : 고유전을 세라믹 파우더의 조성과정과 제조공정 개발
- 현행 3종류의 파우더 중 다음 2종을 선택하여 습식법을 중심으로 조성 및 제조 공정개발
 - 개발 대상 파우더

Y5V : B_2TiO_3 계 → 100,000pF

COG : $CaTiO_3, MgTiO_3$ 계 → 220pF

- 제조공법 : 습식법 중 공침법, 수열합성법, Sol-Gel법의 비교, 선택

- 제조공법 :

- 박막 성형 : 박막시트 성형방식, 소결 두께 : 6 μ m 이내
- 인쇄 적층 : 45L 적층기술, 소결막 두께 : $\leq 1.2 \mu$ m
- Bake-out 소성 : 고유전을 세라믹 파우더 소성 조건(Y5V, COG)
- Termination/도금 : 도금 두께 변화, 단자전극 고착강도 변화, 길이 : 0.15 ~ 0.2 μ m
- 0608 사이즈 MLCC의 기반 기술 습득

(2) 「PC Drive 구동모터용 고품성 Sr-Ferrite 개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1988. 11(3개년)
- 예산 : 총 26억원
- 주관기관 : 동국합성(주)
참여기업 : 쌍용양회공업(주)
위탁기관 : 포항산업과학기술원(RIST)
- 주용도 : PC용 HDD·FDD·CD-ROM 구동모터, CD모터, Fuel 펌프, ABS, 스타터, 마그네트론 등 고성능 자기회로 부품

〈기술개발의 최종 목표〉

- 재질 : 원재료 Fe_2O_3 , 부재료 $SiO_2, CaCO_3, Al_2O_3, Cr_2O_3$ 을 이용한 Sr-Ferrite 개발
- 균일 입자 : 1 μ m 미만, 이론 밀도 : 5.11의 소결
- 재질 목표 : $Br=4400 \pm 100 G, iHc=3400 \pm 150 Oe$

- 구동모터용 자석 형상 재료 :
 - Radial Ring형 : 원주 60mm \emptyset 이하
 - 도너츠형 개발
- 소결시의 배향성 향상 : 자장 성형시 80% 배향 → 소결시 배향 97% 이상
- 박판 가공 : 두께 60 μ m $\emptyset \times 2 \sim 3mm \pm 0.04mm$

(3) 「SMD타입 수동부품의 후막전극 Paste개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1998. 11(3개년)
- 예산 : 총 24억원
- 주관기관 : LG전자부품(주)
참여기업 : 대주정밀화학(주)

위탁기관 : 한국과학기술원(KAIST)

○ 주용도 : MLCC의 내·외부 전극, 칩 인덕터의 내·외부 전극, 칩 귀항기의 1차 전극·이면전극·측면전극, 저항체용

〈기술개발의 최종 목표〉

○ MLCC와 Chip 저항기의 Paste 개발로써 HIC, 볼륨 스위치, Chip 인덕터, Focus 등의 전극까지 대체

○ 재질 : MLCC용 전극 및 Paste 개발

- pd/Ag 파우더 :
 - 성분 : pd 30%, Ag 70%
 - 밀도 : 2.0~2.8 g/cc 이내
 - 평균입경 : 1 μ m 이하

- pd 파우더 :
 - 밀도 : 4.0~5.0 g/cm³
 - S.A : 2.0~3.0 m²/g
 - 평균입경 : 0.5 μ m 이하

○ Chip 저항기용 전극 Paste, 저항 Paste 개발

- 1차 전극 :
 - 점도 : 250 \pm 15Kcps
 - 저항치 : \leq 9.0M Ω /□
 - 접착강도 : \leq \pm 8.0kg^of
- 1차 Paste :
 - 점도 : 250 \pm 15Kcps
 - 저항치 : 1 Ω /□ ~ 10M Ω /□
 - TCR : \leq \pm 100ppm/ $^{\circ}$ C
- Glass Frit :
 - 성분 : PbO-S₂O₃-B₂O₃
 - 연화점 : 480~620 $^{\circ}$ C, 700~750 $^{\circ}$ C
 - 열팽창계수 : 55~60 \times 10(-7)/ $^{\circ}$ C

(4) 「고강도/고전도형 커넥터용 동합금 개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1998. 11(3개년)
- 예산 : 총 36억원
- 주관기관 : LG금속(주)
위탁기관 : 서울대학교
- 주용도 : PC·통신기기·사무기기 등 산업용 커넥터, HDTV, VTR, 캠코더 등 가정용 커넥터

〈기술개발의 최종 목표〉

○ 전자기기의 경박단소화, 고밀도 실장화 추세에 따른 커넥터의 협Pitch화, SMT화, 고밀도화 요구에

적합한 고특성 동합금 개발

- Fe₂P 강화 low-Sn 인칭동
- 고전도성 내열 동합금
- Be-Cu 대체용 고력 동합금 등의 비교, 선정
- 제조공정으로 용해/주조 공정, 가공(열간/냉간)기술, 열처리기술 Process를 확립
- 주요 기능
 - 동합금의 인장강도 : 70Kgf/mm², 전기전도도 40% IACS, 탄성한도 58Kgf/mm², 경도 200m HV, 내열/내식성/Spring성, CAC 65 레벨 이상 등

나. 공업기반기술개발사업

(1) 「Ceramic MCM(Mult-Chip Module) 개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1998. 11(3개년)
- 예산 : 총 29억원
- 주관기관 : 전자재료연구조합
참여기관 : LG전자부품(주)
(주)세라텍
- 위탁기관 : 한국과학기술원(KAIST)
- 주용도 : 이동통신기기 및 관련 제품의 전자부품의 전분야

〈기술개발의 최종 목표〉

- 저온소결용 유전체 재료가 사용된 Multl Chip Module용의 Green Sheet 개발 및 제조와 Fine pattern 인쇄 기술, Green Sheet 적층 기술 및 COB 기술이 적용된 Multi-Layer Ceramic Scbstrate를 이용한 Multi-Chip Module 개발.
- Green Sheet 제조기술
 - Tape Casting용 Binder 제조 : Binder System 개발(Binder + 용제 + 가소제 + 분산제)
 - Tape Casting용 Slurry 제조 : 혼합조건, Binder 점도의 적정조건 개발
 - Tape Casting 최적조건 확립 : Slurry 점도, Casting 속도 및 건조조건 확립
 - 최적 Green밀도 : 이론밀도의 60% 이상

- Green Sheet 소결 이방성 제어 : 수축률 $\pm 0.5\%$ 이내

- 다층기판 제조기술 : Fine pattern 회로폭 $100\mu\text{m}$ 이하 $75\mu\text{m}$ 이상, Multi-Layer 적층수 8-Layer 이하
- COB 기술 : Bare 칩 Wier Bonding을 이용한 칩 장착, 장착 칩 점수 : $10/\text{cm}^2$

(2) 「고주파용 적층 Chip Inductor 개발」

- 연구개발기간 : 1995. 12-1997. 11(2개년)
- 예산 : 9억 5,258만원
- 주관기관 : (주)세라텍
참여기관 : 삼성전기(주)
위탁기관 : 대주정밀화학(주)
- 주용도 : 이동통신기기, 멀티미디어 기기 등의 SMD형 고주파용 부품

(기술개발의 최종 목표)

- 저온 소결용 유전체 원료 : 고주파용 유전체 원료조성의 개발 및 제조공정 개발
 - 2종류의 유전체 원료조성 및 제조공정 개발
 - * Alumina-Silicate계 : 유전율 : < 10
온도특성 : $< \pm 30\text{ppm}$
- 제조공법
 - Tape casting용 binder 및 slurry 제조 : binder system, 혼합 조건, Binder 배합비
 - Green sheet 두께 조절 : 정밀도 $\pm 2\mu\text{m}$ 이내
 - Green sheet의 punching 조건 및 최적 hole size 크기 결정 : hole size 변화($\emptyset 0.15 \sim \emptyset 0.3$)
 - Via hole 및 내부도체 인쇄조건 확립 : sheet loading 방법, paste 점도, masking 방법(인쇄 정밀도 : $\pm 10\mu\text{m}$ 이내)
 - 최적 적층조건 확립 : 온도, 시간, 압력변화, 최대 전극 turn 수 20층
 - Bake-out 조건 확립 : 전극 두께 조절(목표치 : $40\mu\text{m}$), 소부 조건 확립
 - 도금 조건 확립 : 도금 두께 조절 : 1층 - Ni ($1\mu\text{m}$ 이상), 2층 - Sn or Sn/Pb($3\mu\text{m}$ 이상)
- 내부도체용 전극재 : 인덕터용 고밀도 저저항의

내부전극재의 개발 및 공정

3. 결어

전자재료 산업은 기술집약도가 아주 높은 산업으로서 전기·전자기술은 물론 물리·화학·세라믹·금속·고분자재료 등 관련 기술의 충분한 축적은 물론 금형 기술, 정밀 가공, 정밀 도금 등 기반기술이 필수적으로 요구되는 산업이다.

전자재료는 물론 전자부품의 산업 구조가 탄탄하게 구축되어 있는 일본의 기업들은, 전자기기와 전자부품의 품질과 그 가치의 수준이 전자재료 제조의 초기 단계에서부터 결정지어진다는 사실을 오랜 경험하에서 체득, 향후 전자기술의 척도는 전자재료 기술에 의해 좌우된다는 것을 굳게 믿고 있다.

그래서 90년대에 들어오면서부터 Matsushita, Hitachi, Murata 등 전자부품으로 명성을 얻고 있는 전문 기업들은, 전자재료 사업 부문을 핵심 사업 범위에서 분리시키거나 외주에 의존하던 과거의 경영 방침에서 탈피하여 다시금 핵심 사업의 영역으로 포함시켜 집중적인 연구개발에 나서고 있다. 뿐만 아니라 각 분야의 증가되고 있는 해외 이전 추세하에서도 핵심 전자재료 분야는 일본 내에서의 개발, 제조를 고수하고 있다.

국내의 전자재료 산업은 너무 오래도록 그 중요성이 망각된 채 방치되어 오다가 정부의 육성 정책에 힘입어 1995년부터 비로서 본격적인 개화기를 맞이하게 되었으며, 이에 고무되어 많은 기업들이 전자재료산업에 참여하고 있거나 준비작업을 하고 있다. 또한 학계와 연구계에서도 어느때보다 연구개발이 활기를 띠고 있다.

이 시점에서 무엇보다도 절실하고 중요한 것은 정부를 중심으로 한 관련 기관의 전자재료산업에 대한 지속적인 지원 정책과 방향의 제시인 것이다. 향후의 전자산업은, 전자재료산업의 확고한 기반에 뿌리를 둔 부품산업의 뒷받침 없이는 존립이 어려워지는 시대가 도래할 것이다.