

전기공학의 현재와 전망

연구편 ⑤

新素材의 開發現況

이 준웅* 홍 진웅**

*광운대학 전기공학과 교수

**광운대학 전기공학과 강사

I. 서론

근년 기존소재가 보유하고 있는 성능보다 월등히 우수한 특성을 가진 신소재에 대한 관심이 각국에서 급속히 높아가고 있으며, 특히 국토가 협소하고 부존자원이 부족하고 에너지 공급면에서도 어려움을 겪고있는 우리나라에서는 신제품개발을 위한 신소재의 혁신이 기본문제로 되고 있으며, 신소재개발이야말로 부가가치가 높은 과학기술분야이므로 국가적으로도 에너지, 우주개발 및 해양개발 등의 광범위한 기술개발을 추진하기 위하여 신소재 개발을 서둘러야할 것이다. 여기서는 신소재의 종류 및 용도에 관하여 알아보고 선진각국에서 이 분야의 투자현황등에 관하여 살펴보기로 한다.

II. 신소재 출현으로 산업 각분야 파급 효과

2.1 기술축적

신소재의 개발은 거시적 측면으로 재료연구방법의 기술축적, 주변기술의 발전을 가져올수 있으나, 다음과 같은 신소재 관련학문 및 기술의 발전을 기할수 있다.

(1) 분자물리학, 고체물리학, 결정학 등의 기초학문발

전에 의한 물성연구.

(2) 주변기술의 진보에 따른 초미량성분조성, 초미세 가공기술 및 재료가공기술 등의 진전.

(3) 초고압, 초진공, 극저온, 무중력 등의 새로운 환경조건의 창출과 이용으로 이분야의 기초학문발전.

(4) 물성 테타의 측정, 측정기술 및 테타처리기술의 발전등에 의한 시한평가 기술의 향상.

2.2 국민생활수준향상

신소재의 개발과 응용이 활발하게 되면 사회, 경제의 혁신 및 생활의 질적향상이 이루어 질 것이며, 뿐만 아니라 자원과 에너지난의 타개, 공해방지 및 공업의 고도화가 이루어져 신소재로 인한 경제 사회적 즉 국민생활 수준이 전반적으로 향상될 것이다.

III. 신소재의 종류

현재까지 각국에서 개발된 신소재는 여러종류가 있으나 분야별로 분류하면 유기·무기·금속 및 복합신소재로 구분할수 있는데, 표1에 신소재의 종류를 용도별로 분류하여 기술하였다.

표 1. 신소재의 종류

용도	재료	고기능성 무기재료	고기능성 유기 고분자 재료	고기능성 신금속 재료	고기능성 복합재료
전자 재료		갈륨, 비스, 아모르퍼스실리콘, 탄화 질리코늄, 규화폴리브덴 붕화타타늄, 티탄산질리콘산 연	폴리아미드, 폴리아세틸렌, 폴리카보네이트, 폴리 부틸렌-테레프탈레이트, 변성폴리프로필렌 옥사이드 등	아모퍼스 금속	
자성 재료		페라이트, 갈륨가네트	도전성 필름	니오브티탄 합금 센다스트 금속	도전성 접착제
광학 재료		석영광화이버, 황화카드뮴	MMA 수지, 크로로필렌 폴리머		칼코겐나이드 유리
고온내열 재료		탄화규소, 질화규소, 질화붕소	불소수지, 실리콘수지, 폴리 아미드	슈퍼 알로이(니켈, 코발트 등)	탄소섬유, 탄화규소-섬유, 알루미늄나 섬유
초경 재료 (超硬 材料)		질화붕소, 탄화티타늄, 탄화규소, 탄화붕소		코발트 합금, 초미립자 합금 (크롬계 니켈계)	
구조 재료		탄화티타늄, 질화규소, 탄화 규소 등	폴리카보네이트	고장력강, 수소흡장 금속 말에지 강	스틸섬유 소결스텐레스강 섬유
기 타		인조보석, 규화붕소 (원자로 제어재료)	이온교환수지, 고분자 촉매	다공질 금속, 초소성금속, 형상 기억 금속	특수 유리 섬유

표 2. 고기능 유기 고분자 재료

특 성		재 료 명	비 고
전기 기 적능	도 전 성	Polyacetylene	전지, 전선
	절 연 성	Polyimide, PET	프린트기관, 콘덴서용 유전체
	에너지 변환	PVDF, 도핑된 Polyacetylene	고분자 반도체 센서 acoustic transducer
생기 체능	혈액 적합성	P E T	인공혈관, 인공심장
	조직 적합성	Silicon Polymer	인공장기, 인공골
열기 능	내 열 성	Polyimide, Silicon resin	내열구조재료
	내 한 성	Silicon rubber, 불소고무	내한 재료
	단 열 성	Foaming resin	단열 재료

3.1 고기능성 유기 고분자재료

유기고분자재료는 전기적, 화학적 특성이 좋아 여러 분야에서 다양하게 사용되며 수요도 증가하고 있으며 전기재료로서는 주로 절연(유전)분야에 이용되어 왔다. 그러나 최근 분자설계, 도핑방법에 의해 전도도를 향상시켜 장래 금속을 대체할수 있는 도전재료와 기능성 유기고분자재료로서 응용가능성이 보고되어지고 있다. 또 금속과 같은 강도를 지닌 유기고분자재료를 개발하여 철등의 구조재료에 대체하므로써 에너지를 절약할 수도 있는 연구등도 이루어지고 있다.

이상과 같은 고기능 유기고분자를 개발하기 위한 연

구과제로는

- (1) 분자구조의 설계기술
- (2) 합성기술
- (3) 성형·가공기술
- (4) 성능평가기술

등을 개발해야 할것으로 사료된다.

표2에 고기능성 유기고분자재료를 소개한다.

3.2 고기능성 화인 세라믹재료

신소재인 무기 화인세라믹은 고도로 정제된 합성 미분말원료로 제작될 때 재료의 조직을 미세하게 제어하

■ 특집/전기공학의 현재와 전망

므로서 종래와 다른 전기·자기기능등의 고기능성 무기 재료를 비롯하여 자동차엔진 열기관의 부품재료, 원자로 용 부품재료, 항공기및 우주산업용 부품재료등을 멀지 않은 장래에 만들수 있을것으로 보인다.

이상과 같은 고기능 무기재료를 개발하기 위한 연구 과제로는

- (1) 미분체 합성기술
- (2) 정밀성형기술
- (3) 소결기술
- (4) 정밀가공기술
- (5) 설계기술
- (6) 평가기술

등을 개발해야 할것으로 사료된다.

표3에 고기능성 무기 화인세라믹재료를 간단히 소개 한다.

3.3 고기능성 금속재료

과거 금속재료는 주로 구조재료로 사용되어 왔으나, 최근에 구조재료의 일부가 경량화되어 열경화성 FRP나

표 3. 고기능 무기재료

특 성	재 료 명	비 고	
열 기 능	내열성	알루미나, 탄화규소, 질화 규소, 탄화마그네슘	MHD 발전기용 전극, 내열 촉반이
	단열성	산화칼륨, 탄화티탄, 알루미나, 질리콘	고온공업용로, 원자로등의 단열재
	전열성	탄화붕소, 탄화규소, 알루미나, 질화알루미늄	전기, 전자 부품 방열판
전 기 적 기 능	절연성	알루미나, 탄화규소, 산화발륨	다층배선기판, IC 패키지 IC 기판
	압전성	수정, 질리콘산 티탄산염 니오브산리튬	압전발전자
	반도전성	산화이연, 티탄산 바륨	바리스타, 히터, 태양 전지, 가스센서
	도전성	질리콘, 탄화규소	저항발열체
	유전성	티탄산바륨, 티탄산 스트론튬	IC용 초소형콘덴서, 고압용 콘덴서
광 학 적 기 능	투광성	알루미나, 산화마그네슘	나트륨등, 고온광학렌즈
	도광성	산화규소	광통신 섬유, 광센서
	형광성	갈륨-규소 화토틀류 세라믹 네오븀-이트륨계 유리	반도체레이저 발광다이오드
	감광성	할로젠은 함유유리	선그라스, 창유리 주상 기억장치

복합재료로 점점 대체되어가고 있으며 또 한편으로는 금속계의 신소재로 아모퍼스재료의 고유특성인 형상기억합금, 온도나 압력의 변화에 따라 수소를 흡수 또는 방출하는 수소저장합금, 절대온도 영도에서 전기저항이 영으로되는 초전도재료및 결정구조를 갖지않는 아모퍼스합금등 선진각국에서는 많은 연구가 진행 또는 이미 개발을 눈앞에 두고있다.

이와같은 고기능성 금속재료를 개발하기 위한 연구 과제로는

- (1) 합금설계기술
- (2) 결정생성 제어기술
- (3) 미립분말 제조기술
- (4) 단조기술
- (5) 제품평가기술

등을 개발해야 된다.

표4는 고기능성 신금속 재료를 나타냈다.

표 4. 고기능성 신금속재료

특 성	재 료 명	비 고	
전 기 적 기 능	초전도성	니오브-티탄, 니오브-삼, 바나듐, 갈륨	핵융합로 자기부상철도
	반도전성	아밀퍼스 실리콘	태양전지, 센서
전 자 성 기 능 및 기 능	수 소 저장성	철-티탄계 Mg-Ni계	수소운반 수소 자동차
	초고속 자 이 동 성	갈륨-비스계 조셉슨 소자재료	최고속 연산 직접회로
	형 상 기 능 성	Ni-Ti 계 Cu-Zn 계	인공관절, 인공근육 파이프조인트

특히 고기능 신금속재료중 초전도현상은 1911년 네델란드 라이덴대학의 Onnes교수가 절대온도 4.2[K]부근에서 수은의 전기저항이 영인것을 발견하였는데, 극저온에서 이같은 초전도현상은 비용이 많이 들어 부가가치가 낮기때문에 상온(실온)에서 나타나는 초전도물질을 찾는데 전세계의 관심이 집중되고 있으며 "Time" "비즈니스위크"지 등에서는 20세기 최후의 기술혁명이 초전도혁명이라 소개하고 있다.

현재 알려진 각국의 초전도현상을 소개하면 표5와 같은데 제조방법, 사용시료 등은 거의 비밀에 붙여지고 있다. 최근에 보고된 초전도체 온도특성의 역사적 사실을 도시하면 그림 1과 같다.

표 5. 각국의 초전도 현황

년 도	연 구 자	초 전 도 온 도 [°K]	
국 외	1986. 12	일본 동경대학 우찌다교수팀	37
	1986. 12	미국 전화전신회사 벨연구소	40
	1987. 2	미국 휴스턴대학 중국계 추교수팀	98
	1987. 3	일본 쓰구바대학 금속재료 연구팀	93
국 내	1986.	한양대 재료공학과 송진태교수팀	17
	1987. 3	서울대 물리과 김 점구교수팀(Y. Ba. CuO)	55
	1987. 3	부산대 장민수교수팀 (La. Ba. CuO)	200

표 6. 고기능 복합재료

특 성	재 료 명	비 고	
기계적 기능 (고강도성)	보 재 (Epoxy resin) (Fluoride resin)	강화제 (탄소섬유·금속섬유) (세라믹 섬유) (아라미드 섬유)	우주·항공기 자동차·열차 선박 등
열적기능 (내열성)	(알루미늄) (구 리) (니 켈)	(세라믹 섬유) (금 속 섬유)	원자력 기기, 가스터빈, 우 주 항공기 등

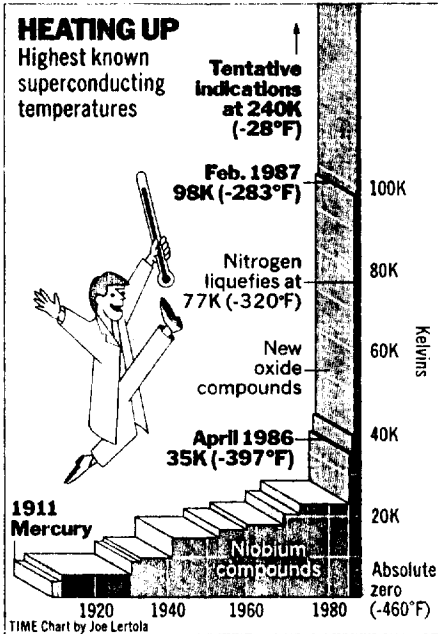


그림1. 초전도체의 온도상승

3.4 고기능성 복합재료

공업용재료로는 유기질, 무기질 및 금속 등 3가지로 구분되는데 이들을 서로 조합하면 재료의 결점을 상호보완하여 우수한 성능의 복합재료를 만들 수 있다. 복합재료는 유기물이나 금속으로 구성된 모재와 강도 등 특성을 부여하기 위하여 재료내에 분산시키는 강화제로 구성되어 있는데, 최근에 개발된 복합재료로는 유리섬유 강화플라스틱(Glass fiber reinforced plastics; GFRP)과 카본섬유 강화플라스틱(Carbon fiber reinforced plastics; CFRP) 등을 들 수 있다. 이상과 같은 복합재료를 개발하기 위한 연구과제로는

- (1) 강화제와 모재의 개발
 - (2) 강화제와 모재의 조합기술
 - (3) 강화제의 배열설계기술
 - (4) 강도해석 기술
 - (5) 가공기술
 - (6) 평가기술
- 등을 들 수 있다.

또 표6에 고기능성 복합재료의 기능을 나타냈다.

IV. 선진제국의 신소재투자

미국, 영국을 위시한 선진각국은 신소재 개발을 위하여 많은 투자를 하고 있는데, 그현황은 다음과 같다.

(1) 미국:

- 1980년 10월 국가안정보장 및 경제발전 등의 관점에서 “재료, 광물자원정책 연구개발촉진법” 제정.
- 1983년 민간기업, 대학 및 NASA에 10억달러를 정부에서 투자하였으며 에너지성(DOE)에서는 초전도개발에 약3억달러 투자. 국방성에서도 신소재개발에 약2억달러 투자.

(2) 일본:

- 1984년 신소재 개발비로 정부에서 약39억엔, 민간기업에서 약11억엔을 투자.
- 신소재 개발을 지원하기 위한 “산업기술개발센터” 설립.

(3) 서독:

- 1984년 신소재 개발을 위하여 민간기업에서 2억마르크 지원.
- 민간기업 300개 회사와 아헨공대 공동으로 고분자 가공기술개발기로 협약.
- 정부에서는 5개년(1985~89) 신소재개발계획을 수립.

(4) 프랑스:

■ 특집/전기공학의 현재와 전망

- 1982년 신소재분야를 국가전략산업으로 결정.
- 1984년 신소재연구에 6,500만 프랑투자.
- (5) 영국:
 - 1982년 통산성에서 신소재연구비로 1,800만파운드 책정
 - 국립물리연구소에서 신소재에 관한 평가연구실시.
- (6) 한국:
 - 1984년 과기처와 상공부는 제4회기술진흥심의회에서 "신소재개발 동향과 지원대책"을 공동발의하고 정부에서 350억원 투자.
 - 1987년 과기처에서는 첨단산업에 크게 활용되는 초저온, 초고온, 초고압, 초진공 등의 극한기술을 2001년까지 3단계로 추진한다는 계획 발표.

V. 결론

이상에서 신소재에 관하여 간단히 소개하였는데 결론적으로 우리나라와 같이 부존자원이 부족한 나라에서는 신소재개발이 절실히 필요하며 현재선진국의 경우에는 재료생산비에 GNP의 약5(%)를 점유하고 있으나, 2000년 경에는 신소재 시장이 GNP의 약 10(%)를 점유한다고

하니 신소재관련 시장성도 매우 클것으로 예상된다.

이와같은 신소재를 개발하기 위하여는 이와관련된 기초학문및 필요한 인력양성을 위하여 정부에서 장기적인 투자가 필요하며 대학, 기업과 연구소등의 산학협동으로 신소재의 연구개발에 적극적인 협조가 있어야 할것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 「新素材への 期待 と 課題」化學經濟(日) Vol. 32, No.1, pp.55~56 (1985).
- 2) 「新素材·金屬의 開發動向」化學經濟(日) Vol. 32, No. 5, pp.46~54 (1985).
- 3) 「最近의 新素材·新材料의 傾向」工業材料(日) Vol. 34, No.9, pp.2~8 (1986).
- 4) 「新素材의 인벤키트」化學工業(日) Vol. 36, No. 1, pp.17~20 (1985).
- 5) 「新素材開發을 위한 어프로치」工場管理 Vol. 4, No. 10 (1986).
- 6) 「複合材料と 界面」總合技術出版(日) pp.1~36 (1986).
- 7) 「Superconductors」1987年 5月號, Time誌