

電氣機器 분야 材料 · 分析 기술

1. 머리말

20세기 후반에 전기·전자산업은 비약적인 발전을 이루어 바야흐로 세계경제의 견인차적 존재가 되었을 뿐만 아니라, 21세기에 들어서도 그 지위를 보다 높여갈 것으로 예측되고 있다. 이것을 지탱해온 기반기술의 하나가 재료기술로서, 전기·전자제품의 성능·기능·신뢰성 향상과 소형화·경량화·저(低)코스트화를 위하여 신(新)재료 또는 신(新)프로세스의 적용이라는 형태로 중요한 역할을 다하여 왔다. 이러한 재료기술을 밑에서 받쳐주고 있는 것이 분석기술로서 이와 같은 재료·분석기술은 제품의 고성능화·다양화·환경조화화 진전에 따라 한층 더 고도화가 요망되고 있다.

본고에서는 미쓰비시電機의 자료·분석 기술에 대한 현황과 장래의 전망에 대하여 살펴본다.

2. 미쓰비시電機의 재료기술

미쓰비시電機에서는 이와 같은 재료기술의 중요성을 고려하여 신(新)재료·프로세스 기술의 자사개발, 재료메이커와의 협력 및 공동개발을 통하여 재료기술의 고도화를 추진하고 있다. 그 주된 것을 표 1에 사업분야별로 표시하였으며, 아울러 전기(電機) 관련 분야에 있어서 재

료기술이 어떤 형태로 기여하고 있는가를 기술한다.

가. 전력/산업기기/교통 관련

이 제품분야에서의 최근의 주요과제는 소형화와 성(省)에너지(고효율화)이며 이들에게는 재료기술이 크게 기여하고 있다. 예를 들면 모터 등 회전기의 소형화에는 코일의 권선밀도의 향상이 필요한데 그러기 위해서는 권선간의 절연성과 방열성을 유지하면서 절연층 두께를 얇게 하지 않으면 안된다. 미쓰비시電機에서는 소형 서보모터의 몰드절연 수지(樹脂)의 열전도성을 개량하여 코일을 소형화함과 동시에 수지의 내(耐)크랙 특성도 높임으로써 모터프레임 강판이 필요 없도록 하여 콤팩트한 서보모터를 제품화하였다. 이와 같은 절연 수지재료나 프로세스의 개량에 의한 코일의 소형화는 서보모터뿐만 아니라 대형 회전기에도 적용되고 있으며, 또한 철도차량용으로 적용될 모터의 소형화를 위해 개발을 추진하고 있다.

수배전시스템도 성스페이스의 관점에서 구성기기의 소형화가 요구되고 있으며, 재료기술은 특히 각종 차단기의 소형화에 공헌하고 있다. 콤팩트화한 NFB에서는 소호(消弧)스페이스 반감(半減)에 대응하기 위하여 차단기의 열로 활성산소를 방출하여 주위 벽에 부착된 금속막을 부도체화(不導體化)하는 절연재료를 개발하였다.

〈표 1〉 사업분야별 주요 재료기술 개발

재료기술	전력·산업·교통기기	정보·통신·전자디바이스	가전·영상기기
유기·고분자 재료	<ul style="list-style-type: none"> 고열전도 고강도 절연 수지 (발전기, 서버모터, 자동차 부품) 고강도 고생산성 주형 절연수지 (리니어모터 지상코일) 	<ul style="list-style-type: none"> 고강성 플라스틱성형(휴대전화) 고내습 고내열 수지(IC 패키지, BGA 기판) 고해상도 레지스트(초LSI) 저유전율 층간 절연막(초LSI) 	<ul style="list-style-type: none"> 프론 대책냉동기유(냉장고, 에어컨) 탈프론 단열재용 발포제(냉장고) 고속 응답성 액정/배향막 (액정디스플레이)
무기·반도체 재료	<ul style="list-style-type: none"> 고저항 산화 아연 배리스터 (GIS, 배전기기용 피뢰기) Li 전지 정극 재료 (대용량 Li 이온 2차 전지) 차단소호재료(대용량 NFB) SiC(전력반도체디바이스) 	<ul style="list-style-type: none"> 고유전율 CVD막 재료(고집적 DRAM) 光道波路 재료(광다중 통신용 필터) 壓電體 재료(마이크로파 필터) 고온초전도재료(밀리파, 자기센서) 感熱材料(적외선 센서) Cu배선보호재료(초LSI) 	<ul style="list-style-type: none"> 전자총 고전류 밀도캐소드(CRT) 형광체 재료(표시디바이스)
금속재료	<ul style="list-style-type: none"> 고전류밀도 Nb₃Sn 초전도선재 (핵융합발전소) 저서지 접점재료(진공차단기) GMR재료(회전센서) 	<ul style="list-style-type: none"> Mg합금 몰드성형 고강도 고도전성 Cu 합금(IC 리드프레임) 鉛 Free 납땜 재료 	<ul style="list-style-type: none"> 광자기 기록막(광자기디스크)
복합재료	<ul style="list-style-type: none"> 고절연 내압 고강성 FRP로트(GIS) 	<ul style="list-style-type: none"> 고열전도 저열 팽창 CFRP (인공위성 구조, 안테나) 고열전도 저열팽창 탄소섬유/AI복합재료 (MIC 모듈세시) 	

(주) BGA : Ball Grid Array, GIS : Gas Insulated Switchgear, NFB : No-Fuse Breaker, ()안은 주용도
 GMR : Giant Magneto-Resistance, CFRP : Carbon Fiber Reinforced Plastic, Mic : Microwave IC

진공차단기용 접점재료에서는 Cu-Cr계 소결합금(燒結合金)을 폭넓은 전류영역에 적용하고 있으며 저(低)서지 접점재료로서 Cu-Cr-x계와 Ag-WC계를, 또 소형 범용 클래스로서는 Cu-Mo계 합금을 개발하였다.

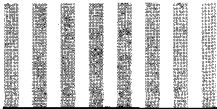
대전력 차단기에서는 GCB의 소형화에, 또한 피뢰기 특히 GIS의 소형화에는 접점구동부의 고강성(高剛性) FRP화가 기여하였다. 피뢰기용소자로 사용되는 산화아연 Varistor의 결정입자경(結晶粒子經)을 특수원소를 첨가하여 작게 만들어 소자를 고(高)저화합함으로써 크게 공헌하였다.

각종 산업기기와 교통기관의 고효율화를 위해서는 그것들의 운전세제에 세세한 제어가 유효하며 그러기 위해서는 동력원의 회전기구에서의 회전위치·회전속도를 고정도(高精度)로 검출할 수 있는 회전센서가 필요하게 된다. 동사에서는 내(耐)환경성이 우수한 고감도의 GMR막(거대한 자기저항효과가 있는 다층 자성막(磁性膜)의 개발에 성공하여 회전센서로서의 제품화를 추

진하고 있다.

차세대의 신교통시스템 “리니어모터카”에는 자기부상(磁氣浮上)·추진을 담당하는 코일로서 차량탑재의 초전도코일과 함께 다수의 지상코일이 궤도 위에 설치된다. 동사에서는 독자적으로 개발한 절연 및 성형 프로세스에 의하여 절연특성과 기계적 강도가 우수한 지상코일을 제작하여 山梨 리니어실험선에 납품하였다.

에너지자원의 유효이용, 대기오염물질의 저감이라는 관점에서 신(新)발전시스템의 개발이 절실히 요망되고 있는데, 연료전지는 고효율발전, 청정(Clean)배기(排氣)라는 메리트가 있다. 동사에서는 대형의 MCFC 및 가반형(可盤型)의 PEFC를 중심으로 연료전지를 개발하고 있으며 전해질재료, 전극재료, 내식(耐蝕)코팅 등의 재료기술의 개발로 고성능화·장수명화가 진전되었다. 또한 전력의 저장에 있어서는 부하평준화용, 전기자동차용 전원으로서 대용량 리튬 이온전지의 개발을 추진하고 있다. 이를 위하여 저코스트, 고성능전극으로 종래의



LiCoO₂ 전극에 Ni를 첨가한 복합전극을 개발하였다.

또한 장래의 발전시스템으로서 에너지원이 무진장이라고 하는 핵융합발전이 기대되고 있다. 이것에는 고자계(高磁界)를 발생하는 거대한 마그네트(Magnet)가 필수로, 초전도 마그네트를 사용하게 된다. 그 가운데서도 펄스자계를 발생하는 중심 솔레노이드 코일에는 대전류 밀도이며 또한 교류손실이 적은 초전도선재(線材)가 필요하다. 동사는 독자적인 제작법에 의한 Nb₃S_n 멀티필라멘트 선재를 개발하여 까다로운 요구사항을 만족시키고 있다.

나. 가전기기 관련

대량소비시대에 수반하여 환경보호의 관점에서 가전제품의 폐기에 따른 환경오염물질의 배출을 극소화할 것이 요청되고 있어, 미쓰비시電機에서는 다음과 같이 대처하고 있다.

오존층파괴 방지를 위한 프론사용 규제에 대응해서는 냉장고의 단열재용 발포제 CFC 11, 냉장고와 에어컨의 콤프레셔용 냉매 CFC12의 전폐(全廢)를 위해 단열재, 냉장고 내함, 냉동기유의 개발 및 평가기술을 확립하였다. 단열재용 발포제 CFC11은 HCFC141b로 변경하여 1995년 5월에 전폐하고 있다. 또 이미 HCFC도 규제대상으로 되어 있기 때문에 주력기종에서는 발포제를 오존층파괴가 전혀 없는 것으로 변경을 추진하고 있다. 또한 이들 발포제의 변경으로 병용하게 되는 내함재료의 개발도 동시에 추진하고 있다.

냉열기기에 사용되는 냉매의 대체프론화는 '95년의 냉장고용 냉매의 교체를 시작으로 룸에어컨을 비롯한 공조기용 냉매의 대체화를 추진하고 있다. 압축기용의 냉동기유나 Varnish 등 회로내 재료와의 적합성을 확보하여 높은 신뢰성을 얻는 것이 과제로 되어 있다.

한편 가전제품과 같이 극히 대량으로 사용되는 기기에 대해서는 제품의 제조에서부터 폐기까지의 라이프사이클에서의 환경부하를 정량적으로 평가하는 LCA

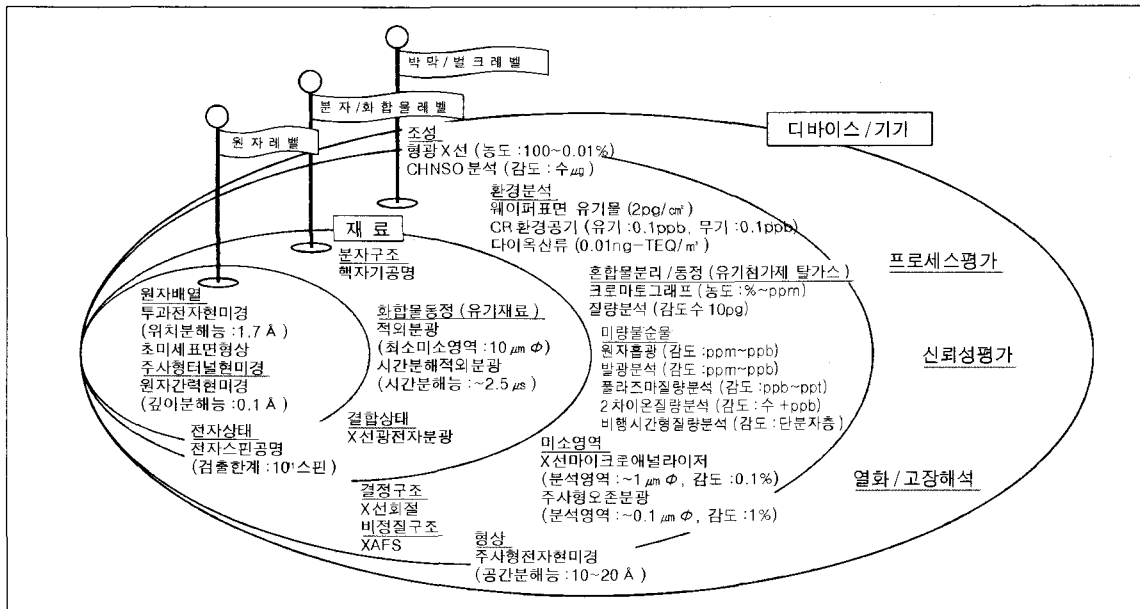
(Life Cycle Assessment)의 사고방식이 필요하다. 동사에서는 가전제품에 대해 LCA를 평가하여 제품설계에 반영시키는 노력을 계속하고 있다. 재료기술관련에서는 유해물질의 사용축소, 리사이클성이 우수한 재료에의 전환, 그리고 표준화·통합화, 리사이클기술의 개발 등을 추진하고 있다. LCA 평가기술을 사용한 환경부하평가와 환경적합 기술에 의하여 가전제품을 중심으로 하여 각종 전기기기 제품에의 환경고려형 설계(Design for Environment)의 적용을 전개해 나가도록 하고 있다.

3. 미쓰비시電機의 분석기술

분석기술은 재료·디바이스 개발을 비롯하여 동사 제품의 신뢰성의 유지·향상을 위해서도 필수적인 기반기술이 되고 있다. 따라서 이 기술의 고도화가 제품의 개발력과 제품의 신뢰성에 기여하는 바가 크다고 하겠다. 특히 반도체 제품을 주로 하는 전자디바이스는 미세화(微細化)의 한 길을 걸어오고 있으며 분석도 1mm레벨의 미세 조성분석, 미세구조해석이 필요해지고 있다.

동사의 보유분석기술을 그림 1에 대상 영역별로 종합하여 표시하였다. 투과전자 현미경이나 원자간력 현미경을 사용한 반도체·액정디바이스의 원자레벨에서의 배열 및 결합의 구조해석, 분광분석과 분리분석기술을 구사한 복잡한 유기재료의 해석, 플라즈마 질량분석에 의한 웨이퍼표면상의 극미량 불순물 분석 등 고장해석을 비롯하여, 프로세스개발과 신뢰성평가에 걸쳐 폭넓게 적용되고 있다.

또 분석기술을 보다 고도화하는 일환으로서 동사는 설치한 Synchrotron 방사광설비(SR)로부터의 강력한 X선을 이용하는 빔라인과 X선 흡수 분광장치를 개발하였다. 1mm 이하의 실리콘계 극박막(極薄膜)의 구조해석 등, 차세대재료·디바이스개발에의 응용을 개시하고 있다.



〈그림 1〉 미쓰비시電機의 보유분석기술

4. 맺음말

시야를 멀리 내다보았을 때 앞으로의 전기(電機) · 전자메이커에 요구되는 중요한 재료기술과제로는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- ① 재료특성의 극대화
- ② 환경부하의 저감
- ③ 인텔리전트화

①은 코스트나 환경부하를 억제하면서 재료가 갖는 잠재능력을 극한까지 발휘시켜 기기설계에 혁신을 가져오게 하는 것이다. 예를 들면 절연재료의 열특성 · 전기특성을 현저하게 개량하여 전력기기의 소형화 · 대용량화를 겨냥한다는 것을 들 수 있다.

②는, 구체적으로는 재료사용량의 저감, 리사이클 가능한 재료의 사용, 환경오염물질의 비사용이 그 목표가 된다. 전기 · 전자기기의 소형화 · 박형화 · 경량화를 겨냥한 재료기술개발은 이런 뜻에서도 중요한 자리매김이 될 것이다. 예를 들면 각종 휴대형 정보기기의 소형

화 · 경량화를 지향하는 고강성 · 고열전도 FRP의 성형 기술 개발을 추진하고 있는데, 특히 후자는 리사이클이 가능하다는 이점이 있어 폭넓은 적용이 기대되고 있다. 환경오염물질에 대해서는 앞으로 납땜과 SF₆ 절연가스의 대책이 필요하게 될 것이다.

③은, 기기의 신뢰성을 대폭적으로 높이기 위하여 구조재료와 절연재료를 복합화하여 자기진단기능 · 자기수복(修復)기능을 부여하고자 하는 것이다. 특히 발송전(發送電)기구나 우주기기와 같이 고도의 신뢰성이 요구되는 것이 기대되고 있다.

분석기술도 더욱 고도화가 요망된다. LSI와 같이 극미세 영역에서의 분석에서 발전기와 같은 대형기기에서의 분석까지 모든 제품의 신뢰성 향상과 수명진단을 위해 중요한 역할을 다하여 갈 것으로 생각된다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.