

21世紀를 對備한 우리나라 電子通信部品 研究所建立과 研究材料

Foundation of Nation's Research Institute for Electronic and Telecommunication
Components Preparing in the 21st Century and Research Materials

曹 圭 心*
Cho, Kyu Shim

지금까지의 기술의 발전을 보면, 반드시 그 시대마다의 신소재(新素材)의 개발을 낳았으며, 그 신소재의 출현이 기술을 발전시켜왔다. 이와같이 신소재와 신기술과는 불가분의 관계에 있다해도 과언이 아니다. 오늘의 신소재는, 현재의 신기술의 계곡(溪谷)사이에 출현해 있으며, 21세기에 실현되는 각종기술에 공헌할 것으로 본다. 재료란 인류에 해가 없는 또 인류와 공존할 수 있는 것이 아니면 안된다. 재료가 인류문명에 준 임팩트는 실로 크다하지 않을 수 없다. 그것은 첨단기술의 종국(終局)을 결정하는 것은 다른 것 아닌 재료이기 때문이다.

이에 따라 우리나라에 있어서도 최근(1991. 7. 1)에는 政府(商工部)는 대학·기업체등과 연계하여 電子部品·通信材料의 기술개발의 중심체역할을 수행할 電子部品研究所建立計劃을 수립, 연내 착공할 계획인데 研究所建立費用중 부지매입비와 건축비등은 민간 出損金으로 충당하고 機材料구입비는 政府에서 지원하기로 되어 있다.

1. 材料一般

최근의 電子·通信分野에 있어서의 技術的 發展의 焦點은, 半導體集積回路의 발아(發芽)와 그 後의 大發展의 歷史이다. 이 現實의 앞에

많은 回路領域에 있어서, 종래의 전자·통신자료의 사용부품은 半導體集積回路로 置換(置換)되어 가고 있는 중이므로, 이전과 같은 수동소자재료(受動素子材料)가 아닌것이 많아졌다. 그러나 그럼에도 불구하고 많은 전자·통신자료는 현재의 에렉트로닉스에게 아직 필요한 회로구성부품 재료로서 중요한 역할을 가지고 있는데는 변함이 없다. 새로운 재료(新材料)가 출현하면, 對抗上, 在來의 재료의 특성의 향상에 노력이 기울려진다. 이와같은 노력이 전자·통신재료의 향상과 진보의 제1의 원인이라 말할 수 있다. 제2의 원인은 相關技術(關聯技術)의 진보에도 관계하고 있다. 여러가지 미량분석장치(微量分析裝置) 또는 표면해석(表面解析), 또는 관찰장치(觀察裝置)등이 전자·통신재료의 개발에 사용되고 있다. 이것들의 장치가 고성능이라는 주된 이유는 전자·통신재료의 발달에 기인하고 있다. 그 결과, 이것들의 장치를 사용하므로써 연구개발이 보다 한층진보한다는 결과로도 되어있다.

전자·통신재료의 진보는, 재료의 개발과 그것에 따르는 이론의 발전에 의해 떠받침되고 있다. 금후는 재료가 여하한 성질(性質)을 가지고 있는가를 이해하고, 그위에 서서 재료의 이용을 생각해 가야 할 것이며, 最終的으로 재료가 가지는 特徵的物性を 사용하지 않을 수 없다.

전자·통신재료를 大別하면 다음과 같이 된

* 通信技術士(電氣通信), 東亞엔지니어링(株) 常任顧問

다. 종래의 분류에서는 볼 수 없었던 인텔리젠트(Intelegant) 材料도 등장해 있다.

(1) 자성재료(磁性 材料)

종래의 페라이트(Ferite)에서는 저손실재료(低損失材料)의 개발에 힘이 주입되어 왔으나, 그것과는 거꾸로 고자기손실(高磁氣損失), 고투자율(高透磁率)을 갖는 페라이트吸收體가 개발되었다. 손실이 크면 電波누설의 방지 또는 레이더電波에 감지되지 않는 항공기도 제작할 수 있다. 아몰화스 金屬도 새로운 자성재료로서 기대되고 있다. 저항율이 높으므로 트란스용의 鐵心에 최적이다. 이것을 사용하면 손실이 저하하므로, 에너지를 절약할 수 있다. 또 저손실의 특성을 살려서 VTR의 헤드(Head)에도 이용되고 있다. 수직자화방식기록매체(垂直磁化方式記錄媒體)는, 테이프레코오더의 녹음방식을 바꾼 재료이다. 정보의 기록을 진행방향으로 평행으로 행한 것을 다시 수직방향으로 행하는 방법이다. 종래의 방법에 비교해서 2자리정도 높은 기록밀도가 기대된다. 기타 高可塑性의 특성을 갖는 플라스틱마그네트 또는 고가공성(高加工性)의 자기헤드 자료등도 기대되고 있다.

(2) 絶緣材料

SOI 基板은, 將來의 IC의 大勢로 되리라고 생각되는 CMOS의 특성을 향상시키는 필요한 것이다. 절연체(insulator)의 위에 반도체(semiconductor)를 성장시킨 것으로, 저유전율(低誘電率)의 절연체가 요망되고 있다. 거꾸로 게이트(gate)절연막은 고유전율(高誘電率)을 가지고 있다. VLSI 메모리의 집적밀도가 증가해가면, 기록용캐패시터의 용량은 감소한다. 용량이 감소하면 소량의 방사선을 쬐어도 급세 방전하여, 소위 소프트에러(soft error)를 일으킨다. 현재 사용되고 있는 SiO₂의 10배의 유전율을 가지며, 여기에다 IC에 적합한 절연재료의 개발이 요망되고 있다. 기타, 저자연방사능, 고내열(高耐熱)의 특성을 갖는 IC용절연재료, 고내열성, 내습성의 몰드, 케이스용재료등도 기대되고 있다.

第24卷 第4號(1991. 8)

(3) 도전재료(導電材料)

고강고도전합금(高強高度導電合金)은 VLSI가 고온(高溫) 150℃에서 안전한 동작을 하고, 고신뢰성을 얻기위해서 사용되고 있다. 기타 기대되는 재료로서는 리프랙틀메달, 유기도전재료, 태양전지용전극자료, 알모화스금속 등이 있다.

(4) 센서재료

측온재료(測溫材料), 광전자재료(光電子材料)등이 있다.

(5) 표시재료(表示材料)

높은 콘트라스트(high contrast), 내환경(耐環境)의 특성을 갖는 에렉트로크로믹(光)이나 저가격, 긴수명의 액정(液晶)등이 기대되고 있다.

(6) 기구전자재료(機構電子材料)

휴우즈재료, 접점재료, 접합재료(땜 납등)이 있다.

(7) 인텔리전트재료

형상기억합금(形狀記憶合金)은, 형상에 정보를 포함하고 있다는 의미에서 인텔리전트라고 불리우고 있다. 이 재료는 저온과 고온의 온도차에 의해 형(形)이 변하기 때문에 종전에 없는 용도가 기대되고 있다. 빛·자기디스크(磁氣 disk) 재료는 밀도, 저가격의 광기록매체로서 기대되고 있는 재료이다.

(8) 가공용 전자재료(加工用電子材料)

포토리지스트, 에치用 재료등이 있다.

2. 자성재료(磁性材料)

강자성재료는 편의상 그 용도로부터, 자심용, 영구자석용, 기록용 기타로 대별할 수 있다.

(1) 자심용(磁芯用)

자심용강자성재료(磁芯用強磁性材料)는 또다시 저주파용과 고주파용으로 나누어진다. 저주파용은 변압기, 발전기, 전동기등의 자심용이 주이며, 재료물질은 Fe계 강자성합금과 같은 고투자율(高透磁率)의 것이 사용된다. 고주파용은 고주파코일, 막대안테나, 전자편향요오크, 자기기록헤드 등의 자심용이 주이며, 재료물질은 Fe-Ni계 강자성합금이나 퀘라이트와 같이, 고주파에 있어서의 에너지의 손실이 낮은 것이 사용된다.

(2) 영구자석용(永久磁石用)

전동기, 전기계측, 스피커등을 위시하여, 그 응용분야가 극히 다채하다. 재료물질은 아르니코로 대표되는 Fe계 금속합금, 희토류계 코발트(希土類系 cobalt)합금, Ba 퀘라이트 등의 고보자력(高保磁力)의 것이 사용된다.

(3) 기록용, 기타

이것은 또다시 기록용, 기억·연산용, 기타의 3개로 분류된다. 기록용은 자기테이프(磁器 tape), 자기 디스크(磁器 disk)등의 기록매체로서 사용되며, 재료물질은, CrFe_2O_3 또는 CrO_2 와 같은 자성산화물이 주로 사용된다. 기억, 연산용은 메모리코어, 와이어메모리, 자기바블(磁器 babble)등의 컴퓨터용의 기억·연산용이 주이며, 재료물질은 Mg-Mn 퀘라이트 또는 가아네트와 같은, 고속작동(高速作動)·고집적도(高集積度)가 가능한 것이 사용된다. 기타로서는 자기왜재료(磁器歪材料), 마이크로파(마이크로波)재료, 자기광(磁器光)재료등이 있다. 이것은 로봇의 센서어용재료로서 유망하다.

3. 유전체재료(誘電體材料)

유전체라함은 하전담체(荷電體)인 전자(電子), 정공(正孔), 정·부(正·負)이온의 이동이 자유인 도체와는 달리, 가전담체의 이동이

쉽지 않고, 또 이것들의 가전담체가 극히 조금밖에 존재치않는 절연체를 말한다. 전계(電界)가 가해지면 극히 미소한 전류가 흐르지만, 이것과 동시에 유전체를 구성하는 원자 또는 분자의 속의 정·부(正·負)電荷는 서로 반대방향으로 미소변위 한다. 소위 유전분극이 생긴다. 이때문에 특히 유전체라는 이름이 부쳐져 있다. 전자·통신공학 분야에서 유전체를 응용하는 경우에는 유전체의 주요한 특성인 유전율, 유전체손등의 유전특성과 전기전도(電氣傳導)나 절연파괴 등의 절연특성에 대해서 이해하는 것이 중요하다. 유전율(誘電率)의 크기에 주목하여 이용하는 경우에는 유전체자료(誘電體資料)라 부르기도 하고, 저항율(抵抗率)의 높이에 주목하여 이용하는 경우에는 절연재료라고 부르는 때가 있다.

유전·절연자료는 전자·통신기기의 동작전압을 유지하고, 그 기기의 기능을 발휘할 수 있게 하기 위한 것이지만, 도체재료 또는 자성재료에 비해 일반적으로 열화하기 쉽고, 사용재료의 良否나 사용법의 적부가 그 기기의 성능이나 수명에 영향을 미치게 하고, 또 신뢰성을 좌우하므로 실용상 극히 중요한 자료이다.

또 최근에는, 유전(誘電)·절연재료인 유기재료(有機材料)는 집적회로의 배선층간절연막(配線層間絶緣膜)이나 보호막으로서 많이 사용되게 되었으며, 이외에도 전기광학재료(電氣光學材料)나 각종 센서어에도 응용되는등, 단순한 전기절연의 기능뿐만 아니고, 디바이스의 중요한 능동적기능을 담당하게 되었다.

실용에 공급되고 있는 유전체재료는 대단히 종류가 많고, 전부를 여기에 소개할 수는 없지만, 내열성(耐熱性)이 뛰어난 실리콘수지(樹脂)나 폴리미드를 위시하여 각종의 합성고분자는 절연재료로서 널리 사용되고 있다. 또 열전도율이 극히 높은 베리리아자기(磁器)는 IC기판용으로, 또 대표적인 강(強)유전체인 치탄산(酸)바륨자기(磁器)는 유전율이 큰점을 이용하여 콘덴서 재료로서 사용되고 있다. 기타 각종의 세라믹스(磁器)가 발진자(發振子)나 초음파진동자로 되는 압전재료로서, 혹은 적외선센서, 온도센서로

되는 초전재료(焦電材料)로서 실용에 공해지고 있다. 이외에도 광변조소자용(光變調素子用)의 전기광학재료로서의 세라믹스도 기대되고 있다.

4. 금속재료(金屬材料)

결정(結晶)에 있어서의 원자간결합의 입장에서부터 금속의 질을 보면, 소위 금속결합을 하고 있다는 것이다. 각 원자의 가전자(價電子)는 결정격자를 형성하는 원자(全原子)에 의해 공유되므로, 결정속을 자유로이 이동할 수 있는 자유전자로 된다. 가전자(價電子)는 인접(隣接)하는 원자간에서만 공유되기때문에 자유로이 이동할 수 없는 반도체나 절연체의 결정자는 크게 다른 점이다. 다량의 자유전자의 존재로 인해, 금속의 고유저항은 대략 $10^{-6}\Omega\cdot m$ 이하라는 작은 값이다.

주행(走行)하는 자유전자는 격자진동(格子振動), 불순물(不純物), 격자(格子)결함, 결정입계(結晶粒界)등의 상호작용에 의해 감속되며, 이것은 전기저항의 원인으로 된다. 순금속보다도 합금은 일반적으로 높은 저항치를 나타낸다. 자유전자는 금속도체 외부의 전계로부터 얻은 에너지를 결정격자등의 산란을 통하여 격자에 주므로, 도체는 발열(發熱)한다. 금속의 전기전압은 일반적으로 정(正)의 온도계수를 갖는다.

금속은 또 자성체(磁性體)라는 것이 알려져있으며, 특히 천이금속(遷移金屬), 희토류금속(希土類金屬), 더우기 이것들을 포함하는 금속은 강한 자성을 갖는다.

많은 금속이나 합금은 극저온에서 전기저항이 0으로 되는 초전도현상을 나타낸다. 초전도상태의 금속에, 온도는 그대로하고 특유의 크기의 자계를 걸면, 본래의 상전도상태(常傳導狀態)로 되돌아간다.

이와같은 성질을 갖는 금속은 다음에 나타내는 재료분야에서 사용되지만, 다결정상태(多結晶狀態)의 경우가 많다.

(1) 도전재료(導電材料): 전선이나 케이블,

프린트배선, 접점등의 접촉재료, 초전도재료.

(2) 저항재료: 금속박막저항등의 저항소자, 필라멘트의 발열(發熱材料)

(3) 전자(電子)방출재료: 열전자방출 음극, 전계전자방출음극(電界電子放出陰極). (前者에서는 전자방출을 위해 당연히 고온가열이 필요하지만, 원리적으로 가열불필요의 후자에서도 전자방출면의 청정도가 특성을 크게 좌우하므로 청정을 위해 고온가열한다. 따라서 재료의 증발을 적게하여 고온에 견딜 수 있게 증기압이 낮은 고용점금속(高融點金屬)이 사용된다.)

(4) 자성재료(磁性材料): 영구자석, 자심(磁心), 자기헤드(磁氣 head)

(5) 반도체 패키지 재료: 리레이후레임 등.

(6) 게이트재료: IC를 포함하는 반도체디바이스에 있어서 상호배선이나 MOS소자용 게이트재료(고용점금속(高融點金屬) 및 실리콘사이드를 사용하는 방향에 있다.)

이외에, 프린터用 도트핀재료, 형상기억합금이나 아모르화스합금의 응용에서도 그 진보는 현저하다.

5. 신소재(新素材)

지금까지의 에렉트로닉스의 발전은 인간의 끝없는 욕망에 발단하고 있다. 18,000本の 진공관을 사용한 컴퓨터 "ENIAC"의 시대로부터 금일의 슈퍼 컴퓨터에 이르는 경위를 뒤돌아봐도, 그것을 이해할 수 있다. 기어용량의 증대, 기능의 고도화 그리고 연산의 고속화라는 요망이 컴퓨터의 발전을 촉진해왔다. 여기서 기술하는 신소재에 대한 필요성도 기술의 향상과 깊은 줄이 연결되어 있다. 여기에서는 에렉트로닉스에 관계하는 신소재에 대해서 기술한다.

신소재(新素材)가 요망되는 데는 상당한 이유가 있다. 컴퓨터의 면에서보면 사회가 고도로 정보화되어옴에따라, 보다 많은 정보를 처리하기 위해, 기능의 고도화와 고속화가 요구되게 되었

다. 전자의 주행시간을 단축하기 위해, 실리콘 (silicon)의 미세가공기술은 더욱더 향상하여왔는데, 실리콘내의 전자의 속도에는 본질적인 한계가 있으며, LSI를 사용한 컴퓨터의 고속화에는 한도가 있다는 것을 안다. 그리하여, 전자보다 빨리 주행할 수 있는 자료가 요망되게 되어, 초격자(超格子, supper lattice)가 주목되고 있다.

초격자는 분자선에 피탁시(epitaxy)라는 기술에 의해 만들어진다. 이 기술은 초고진공상태에 있는 용기내에 여러가지 분자원(分子源)을 놓고, 그것으로부터 증발해오는 원자를, 어떤 기판(基板)에 쌓아 올리는 방법으로 재료를 성장시키는 기술이지만, 고도 발달한 컴퓨터에 의한 제어기술과 재료평가기술에 힘입어, 마치 1개 1개의 원자를 나무쌓기높이와 같이 나란히 재료가 만들어진다. 인공적으로 형성되는 초격자에는 인간이 바라는 성질을 반영시키는 것이 가능하다. 가륨(Ga), 알루미늄(Al), 비소(As)등의 분자선을 써서 만들수 있는 $Al_{1-x}Ga_xAs-GaAs-Al_{1-x}Ga_xAs$ 라는 다층(多層)구조를 이루고 있는 재료에 포함된 자유전자의 주행속도는 실리콘내의 전자의 속도의 수 100배이다.

기술적으로, 보다 고도한 기능이나 성능이 요구되면 회로 또는 시스템의 면에서의 개량과 동시에 재료의 면으로부터도 공리를 하게 된다. 이와같은 사정으로부터 인공결정인 초격자와 같은 신소재가 출현된다.

고에너지(高 energy)입자가 상호 날아다니는 우주나 방사성이 충만하고 있는 원자로내에서 확실하게 동작하는 전자(電子) 디바이스를 실현하기 위해서는, 내환경성(耐環境性)이 풍부한 재료를 사용하지 않으면 안된다. 우주개발이나 로보트등과 관련하여, 이 문제는 점점 중요해진다. 현재, 가륨-비소(Ga As)나 탄화시리콘(SiC)이 그것을 위한 재료로서 알려져 있다.

금속원소의 산화물 질화물(窒化物), 탄화물등의 화합물(化合物)을 세라믹이라 부른다. 이 재료는 화학적으로 안정하며, 기계적으로 큰 강도가 있으므로, 아주 다양하게 이용방법을 갖는다. 절연성이 높으므로 IC나 LSI의 패키지에, 또 유전성(誘電性)이 풍부하므로 콘덴서 등에 사용된다.

6. 액정(液晶)

(1) 액정이란?

유기물질중에서 분자구조가 특수한 한무리(一群)의 물질은, 가열한 물질은, 가열할때 고체에서 액체, 또 냉각한 때 액체로부터 고체로 직접 전이(轉移)하지 않고, 고체도 액체도 아닌 중간 상태를 나타낸다. 이 중간의 상태에서는, 분자 배열에 규칙성이 있어 광학적이방성(異方性)을 나타냄과 동시에 외관적으로도 유동성이 있다. 이 중간의 상태에 있으며, 구조상은 액체이고

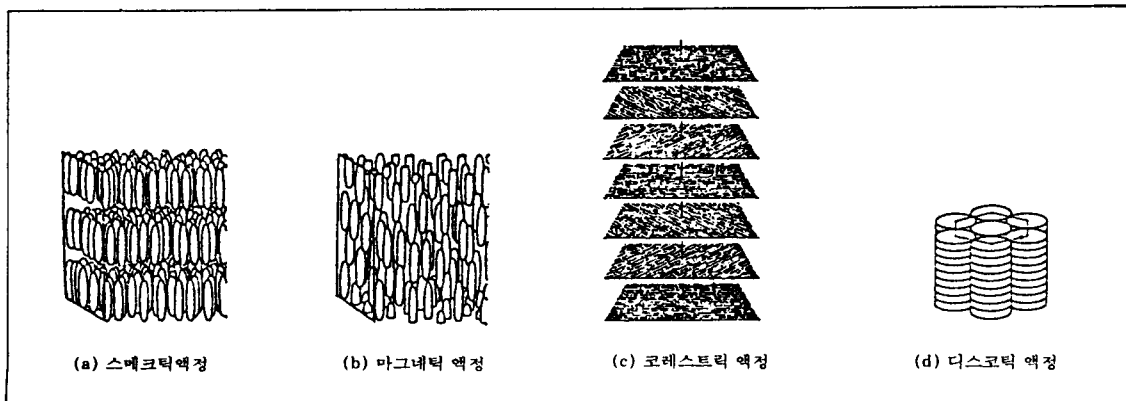


그림 1. 액정의 분자배열

광학적(光學的)으로는 결정의 성질을 나타내는 물질을 액정(liquid crystal)이라 한다.

액성에는 몇가지 종류가 있으며, 그림 1에 나타나는 것같이 분자배열의 형태에 따라 스멕틱액정, 마그네틱액정, 코레스트릭액정, 디스코틱액정 등으로 분류된다. 액정이 특이한 분자배열을 형성하는 근거는, 액정분자 각각 상호의 힘이 대단히 세기때문에, 액정은 일종의 연속체라고 보여진다. 또, 액정은 분자배열이 전계 또는 자계, 응력(應力)에 의해 왜(歪)를 받아도, 외력(外力)을 제거하면 분자배열은 다시 원상으로 회복하는 성질이 있어, 탄성체이기도 하다. 이 액정은 학술적으로도 대단한 흥미거리로, 여러 연구분야의 해석모델에도 사용된다.

(2) 액정의 각종 응용의 예

마그네틱액정은, 각각의 분자가 쌍극자(雙極子)를 가지므로 전계나 자계에서는 배열이 변한다. 그래서, 마그네틱액정의 분자를 미리부터 일정방향으로 배열시켜 놓고, 전계나 자계를 가하여 부분적으로 분자를 재배열시키면, 초기배열의 부분과 재배열의 부분에서는 광학적성질이 틀리며 영상을 표시할 수가 있다. 이 원리의 대표

적 응용예가 액정디스플레이이다. 액정디스플레이는 전계에 의해 액정분자배열을 바꾸기만하면 되므로, 저소비전력으로 동작하며, 장수명이다. 그 때문에 손시계, 탁상계산기, 전자체온계, 전화기, PC의 디스플레이등에 널리 사용되고 있다.

어떤 종류의 스멕틱액정은 분자가 자발분극(自發分極)을 가지므로, 전계의 극성을 바꾸는 것만으로서, 강제적으로 액정분자배열을 off상태, on상태로 바꿀수 있으며, 응답속도를 마이크로초의 값까지 개선할 수 있다. 이때문에 동화표시(動畵表示)가 가능하며, TV의 화상표시등에 사용된다. 또 광(光)샤터소자, 광학죄임(시보리)소자, 광프린터헤드등에도 널리 이용할 수 있다.

코레스트릭액정은 온도나 응력, 개스, 방사선등에 의해 헤리칼구조의 층과 층의 사이의 핏치가 변화해서 색채상을 나타낸다. 이 액정은 온도센서에 널리 사용되고 있으나, 적외선레이서의 모오드의 관측, 마이크로파도파관의 속의 정재파(定在波)의 관측(마이크로파를 흡수하여 온도의 분포상(分布像)을 바꿔서 관측), 압력센서등에도 사용된다.