

새 文明을 만들어 내는 이 新素材

— 不可能을 可能케 하는 36개의 超素材 —

제2부 이 Ceramics와 전자재료 가 세상을 변하게 한다

(9) 초자석을 실현하는 레어어스(希土類)

모터의 구조

모터는 고정자와 회전자로 이루어지며 소형모터는 고정자에 영구자석, 회전자에는 Bobbin에 코일이 감겨져 있다. 코일에 전류를 흘리면, 전류에 의해 발생하는 전기역선과 자석에서 나오고 있는 자력선이 서로 반발하며 그 힘으로 회전자가 회전하는 구조로 되어 있다.

현재 소형모터는 시침자기기, OA기기등에 널리 사용되고 있으나 「경박단소」(輕薄短小) 저항에서보다 소형으로, 보다 강한 모터가 요망되고 있다.

강력한 모터를 실현하는에는 고정자에 강한 자석을 설치하지 않으면 안된다. 여기에 초자석에의 요구가 있다.

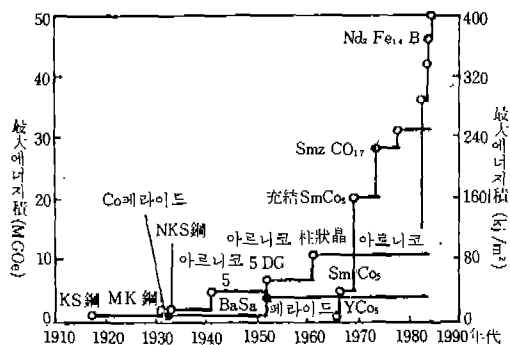
희토류자석(希土類磁石)의 등장

종래의 영구자석은 아르니코(철·니켈·알루미늄) 페라이트(산화철·산화바륨 혹은 산화스트론튬)가 주류였다.

자석의 강도를 나타내는 바로미터로서 에너지적(積)의 값이 사용되어 왔으나 아르니코자석은 5~10메가가우스·엘스테드(MG·Oe) 페라이트자석은 2.5~5메가가우스·엘스테드를 나타내고 있다. 따

라서 에너지적이 높은 아르니코자석은 고급 분야에 이용되며 페라이트자석은 저가격을 무기로 범용분야에 이용되어 왔다.

1970년대에 개발된 Samarium·Cobalt계 자석은 아르니코 보다도 월등 높은 32메가가우스·엘스테드를 나타내는 고성능 자석으로 에너지적, 보자력(保磁力), 잔류자속밀도(殘留磁束密度)가 크므로, 자석을 소형화할 수 있으며, 또 감자곡선(減磁曲線)이 가까워 발전기동 동특성(動作性)을 필요로 하는 데는 고효율화 할 수 있는 특성이 있으므로, 널리 이용되어 가고 있다. 말하자면, 영구자석의 역사는 보다 높은 에너지적을 구하는데 있어서의 개발의 프



〈그림-19〉 永久磁石의 發展過程

로세스 로 볼 수 있을 것이다(그림19 참조).

그러나 Samarium·Cobalt 자석은 소재적으로 희소 자원이므로 값이 비쌀 염려가 있다. 이에 대해 최근 수미도모(住友) 특수금속은 Samrium·Cobalt 자석을 능가하는 36 메가가우스·엘스테드의 에너지적을 나타내는 R₂FeBa(R=Na(네오뎀)·철·바륨) 자석 즉 Neodium·철자석을 개발하고 있다.

이와같은 초자석을 사용한 모터의 사이즈는 이때까지의 2분의 1 이하로 콤팩트화 할 수가 있을 것이다.

Rare Earth (稀土類) 란?

초자석의 주역이 되고 있는 Samarium·Neodium은 Rare Earth(稀土類)라고 호칭되고 있으나 그렇다면 Rare Earth란 무엇인가?

Rare Earth란 원자번호 57번의 Lanthan(La)에서 71번의 Lutetium(Lu)까지의 15원소에 Scandium(Sc), Yttrium(Y)를 보탠 17원소를 말한다. 원자 구조적으로 보면, 58번의 Cerium(Ce)로부터 Lutetium까지 외측전자배열(3fⁿ이온)에 4f 전자가 있는데, 원자번호가 진행함에 따라 49전자수는 규칙 있게 늘어나고 있다. 이는 화학적거동이 공통하다는 것을 의미하고 있다.

버스트네사이트, 모나자이트, 제노타임의 광물로서 산출된다. 자원적으로는 희소원소이므로 Rare Earth라고 호칭되고 있으며, 20년전까지만 해도 거의 이용되지 않았으나 엘렉트로닉스등의 첨단기술 분야에서 그 특성이 주목되어 널리 이용하게 되었다.

그 응용으로서는 적외선 투과유리, 내화학성(耐化學性)유리, 광고굴절저분산(光高屈折低分散)유리와 같은 특수유리에는 탄탄이 첨가되고 또 Neodium을 유리에 첨가하면 유리의 투명도가 증가하거나 브라운관 유리에 첨가하면 유해한 방사성을 차단하여 눈이 피로하지 않는 고품위 영상을 실현할 수 있다. 또한 산화(酸化)Neodium을 첨가하면 녹색(綠)과 적(赤)의 중간파장의 빛을 잘 흡수하므로 3원색의 재현성이 좋게되어 콘트라스트가 선명하게 된다.

다음으로 칼라 브라운관의 형광물질에도 많이 쓰여지고 있다. 즉 브라운관은 뿌리부분의 전자총(電子銃)에서 3개의 전자 빔을 발사하여, 브라운관 선단면의 편평면에 조사하여 화면을 형성하는 것이나 전평면에는 3원색 빛을 발광하는 형광물질이 도포되어 있다. 이 형광물질에 Yttrium(赤), Europium(靑), Terbium(綠)이 사용되고 있다. (3)에서 기술한바와 같이 광자기 디스크재료의 Terbium, Gadolinium(Gd)도 Rare Earth의 일종이다.

(10) 인공위성에서 지상자원을 탐사한다

— 초전재료(焦電材料)

위성탐사의 난점

1년 내내 망치를 허리에 차고, 광상(鑛床)을 찾아 산속을 헤매는 것도 그리 쉬운 일은 아니다. 그러나 1년 내내 돌아 다녀도 탐사면적은 한정되어 있다. 하물며 지구전체가 되면 인간의 발로서는 미치지 못하는 지역이 태반이 넘을지 모른다. 그래서 발로 돌아 다니는 대신 하늘에서 탐사 하자는 것이다. 이것이 인공위성에 의한 리모트센싱이다.

리모트센싱은 1972년 미국의 란트셋 1호를 자원탐사위성으로 발사한후, 현재 4호까지 날아다니

고 있다. 어쨌든 185km 사방이 한 장면으로 영상화 되니, 인간의 발로서는 도저히 상상도 못하는 힘이라 아니할 수 없다. 항공기에 의한 탐사도 이에 미치지 못하는 사실이다. 1~3호는 주로 농업용으로 미군은 공산권의 작황도 빼놓지 않고 체크하고 있는 것으로 알려지고 있다.

그런데 4호는 석유, 천연가스의 자원탐사용이다 그렇다면 위성은 어떠한 방법으로 탐사를 하는 것인지. 그 무기는 바로 T·M라고 하는 가시(可視)적외선센서이다. 먼저 태양광이 지표를 데우나, 지표가 어느 온도에 달하면 이번에는 지표가 가시·적

외선을 복사(輻射)한다. 그 가시·적외선은 지층의 암상(岩相), 지질구조에 의해 그 파장(波長), 강도에 미묘한 변화를 가져 오는데 그것을 감지 측정함으로써 광상을 발견하려는 것이다.

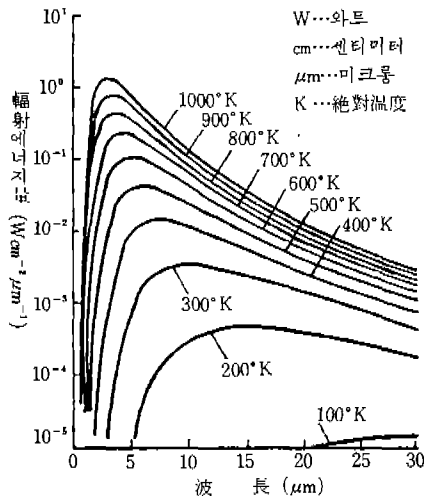
물론 리모트센싱만으로 명확하게 되는 것은 아니다. 탐광프로세스를 지역선정→예비조사→개사(概査)→정사(精査)→보오링까지 생각한다면 그 가운데 대상지역 수10~수백만 평방km의 예비조사, 수천~수만평방km의 개사를 분담해야 할 것이다. 그렇게 해도 유망광상이 아닌가 하는 지역은 하나가 아니라 몇개로 드러날 것이다. 4호의 가시·적외선 센서는 0.45미크롱 파장의 자청색(靑靑色) 가시광(可視光)으로 부터 12.5미크롱 파장의 초원적외광(超遠赤外光)까지 잡을 수 있다.

그러나 가시광은 별도로 하고서도 원적외광의 감지는 간단하지 않다. 여기에 초전재료(焦電材料)라는 재미있는 소재가 등장한다.

초전재료의 등장

모든 물체는 그 온도에 대응하여 어느 정도의 파장범위에서 빛을 방사하고 있다. 만약 이 광에너지를 측정할 수만 있다면 그 물체의 온도를 접촉없이 원격측정할 수 있을 것이다.

대상물체 온도가 200도K 이상일 것 같으면 그 방사에너지의 태반은 그림20에서 보는바와 같이 단파장(短波長)사이드에 있으므로 빛에 의한 전기저항



〈그림-20〉 物体의 放射에너지

변화를 검출하는 광도전효과(光導電效果), pn접합에 전압이 발생하는 광기전력 효과(光起電力效果) 등에 의해, 비교적 간단하게 측정할 수 있다. 그러나 물체온도가 상온(常溫)부근이 되면, 원적외선의 장파장대광(長波長帶光)이 되므로 그 측정은 간단하지 않게 된다.

최근 유전체(誘電體)의 자발분극(自發分極)의 온도변화를 이용한 초전형적외선센서(焦電型)가 개발되어 응용하기 시작했다. 그리고 그러한 유전체를 초전재료라고 호칭하고 있다.

이 초전재료의 대표적 재료는 LiTaO₃ (Tantal酸 Lithium), Sr_{1-x}Ba_xNb₂O₆ (Niob酸 Barium Strontium), Pb₅Ge₃O₁₁ (German酸鉛), PbTi_{1-x}Zr_xO₃ (Titan酸 Zirkon酸鉛), PbTiO₃ (Titan酸鉛) 등이 있는데, 이 가운데 LiTaO₃, Sr_{1-x}Ba_xNb₂O₆, Pb₅Ge₃O₁₁는 다결정소결체(多結晶燒結體)이다. 또·류산(硫酸)글리싱(TGS)과 같은 유기결정(有機結晶)도 있다(표8 참조).

초전재료의 구조를 설명하면 먼저 전기적(電氣的)에 절연성의 세라믹결정 가운데 원자 또는 이온의 배치가 비대칭(非對稱)의 것이 있다. 예로 두께 50 미크롱 정도의 판상초전성결정(板狀焦電性結晶)이 있다고 한다면 한쪽 편의 표면층에 정(正), 그 반대층의 표면층에 부(負)의 전하(電荷)가 나타난다. 결정이 절연성이므로 이 분리전하는 어느때도 그 상태가 유지된다. 이 상태는 부측(負側)에서 정측(正側)으로 자발분극이 있다고 하여 C(크롱)/cm²로 전하량을 표시하고 있다.

만약 표면층에 정(正)의 과잉전하가 있으면, 그러한

〈표-8〉 焦電材料의 性質

焦電材料	T _c [°C]	dP _s /dT [μC/cm ² ·°K]	ε	c [J/cm ² ·°K]
TGS (結)	49	0.04	35	2.5
Sr _{0.8} Ba _{0.2} Nb ₂ O ₆ (結)	120	0.065	380	2.1
PZT5A ()	365	0.04	1900	2.1
PbTiO ₃ ()	470	0.06	200	3.2
LiTaO ₃ (結)	660	0.023	54	3.15
LiNbO ₃ (結)	1200	0.004	30	2.8

T_c...큐리溫度, dP_s/dT...自發分極電荷, ε...誘電率
C...體積比熱, λ...吸收波長領域, μC...마이크로크롱
K...絕對溫度, J...줄, μm...미크롱

것들을 중화시키기 위해 공기중의 부의 전하를 함유한 먼지, 수증기 등을 부유전하로서 잡아당겨 표층에 부착시킨다.

대기분위기의 초전재료는 통상 이와같은 상태에 있으나 여기에 다른 곳에서 방사된 적외선이 닿으면 결정이 가열되므로 얼마간 수축하며, 표면층의 과잉전하가 적어지므로 그 전하와 대하고 있던 부유전하가 남게 된다. 이 남은 부유전하를 외부에 드러내면 초전류(焦電流)가 되는데 이 초전류를 측정

함으로써 적외선량을 검지할 수 있게 된다는 것이다. 즉 적외선량이 많고 결정의 수축이 크면 필요 없게 되는 부유전하도 많아지므로 초전류는 크게 된다.

이 초전형센서는 리모트센싱 외에도 방범장치도 어썰서, 비디오용 비전선에 이용되어 가고 있다. 인체에서 복사되는 적외선은 인체도가 36도C이므로 장과장의 원적외선이 된다.

追憶의 三千里 ②

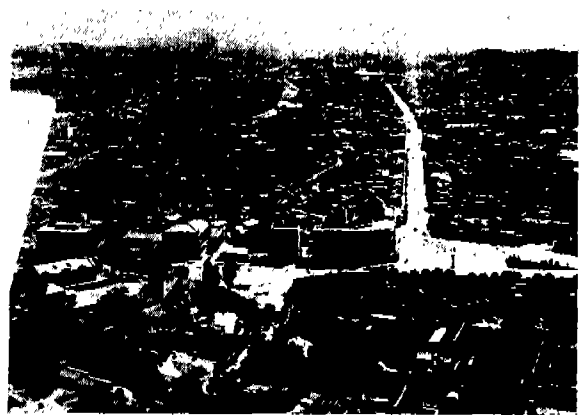
지나가 버린 생활을 즐기는 것은 인생을 두번 사는 것일까?

여기 “추억의 삼천리”를 사진으로 엮어본다.

〈編 世 人〉



○繁華街의 一部: 이곳은 京城(서울)의 주로 일인들이 거주했던 곳. 南大門通에서 黃金町通과의 교차로에서 남서쪽으로 좌측에 우체국이 보인다. 이 부근에는 食산은행, 도서관, 支那(중국)영사관, 기타 상점, 회사등이 있다.



↑ ○府廳부근: 여기는 京城의 하나의 중심지다. 도리가 복잡하여 T자형으로 교차하는 길 모퉁이의 큰 건물이 京城府廳(現서울시청)이다. 여기서 똑바로 뻗어있는 길 이 黃金町通(現을지로)이며 가로로 뻗어가는 길 이 太平通이다. 부청의 오른쪽 밑은 덕수궁의 일부이다. 멀리 보이는 산이 있는 곳은 동대문밖 清凉里쪽이다.

○城外的 藥水: 약수는 반드시 온천이나 광천이 아니라도 井泉에서 우러나는 청수를 중하게 생각했다. 이것을 약수라고 했다. 京城 성외의 북한산부근, 남산의 북면등에 있었으며 거대한 돌을 쌓아 물을 고이게 했다. ↓

