

磁性材料의 技術 現況과 展望

1. 하드 磁性材料

磁性材料에는 한번 着磁되면 영구히 磁力을 유지하는 영구자석 등과 같은 하드 磁性材料와 外周의 코일에 電流를 흘렸을 때만 磁力을 내는 소프트 磁性材料가 있다. 永久磁石은 燒結磁石, 鐵을 主成分으로 하는 釳라이트磁石, 鋅머름과 네오뎀 등 稀土類 元素를 포함하는 稀土類 磁石으로 大別된다. 영구히 安全된 磁場을 갖기 때문에 단순히 물건을 흡착할 뿐만 아니라 어떠한 에너지를 다른 형태의 에너지로 변환하는 트랜스듀서로서의 용도가 重要視된다. 현재 그 특징을 최대한으로 발휘하여 모든 분야에 사용되고 있다. 현재 主流를 이루고 있는 釳라이트磁石은 일렉트로닉스全般에 걸쳐 이용하고 있으며 주요 용도를 분류하면 다음과 같다.

- ① 音響機器=스피커와 헤드폰
- ② OA機器用 모터=FDD와 프린터 등의 주변장치, 프린터와 複寫機 등
- ③ 일반용 소형모터=카메라와 테이프레코더,

CD, VTR 등

④ FA機器用 모터=로봇, 로터리 엔코더, NC 工作機械 등

⑤ 家電機器用모터=冷蔵庫, 洗濯機, 에어컨

⑥ 電裝用모터=自動車の 와이퍼, 블로워, 워셔 등

⑦ 磁石發電機

⑧ 計測機器=電力計, 電流計 등

⑨ 마그네트론=電子렌지 등 磁石勵起機器가. 小型, 薄型, 高性能化 進진

電裝用 모터에는 대부분 스토론튬 釳라이트 磁石이 사용되어 중량이 큰 스쿠터 등에서 小型, 輕量化가 試圖되고 있다. OA機器에 사용되는 모터로는 스핀들 모터와 스테핑 모터로 기술면의 개량이 가해지고 있다. 또 兩모터 모두 輻射異方性 釳라이트 磁石이 사용되어 機器의 小型化에 따라 小型, 薄型化, 高性能화가 요구되고 있다.

VTR 모터용 磁石으로는 모터의 機能, 特性, 스페이스 등에 따라 高性能 스토론튬 釳라이트 磁石, 異方性 링釳라이트 磁石, 等方性 링釳라이트 磁石 등이 適材適所에 사용된다. 薄型化에 대한 慾求에 부응, 실린더 헤드용과 캡스탠용 모터는 高精度의 치수와 着磁 特性이 요구되어 磁石의 小型化, 扁平化가 한층 進진된다고 예상되고 있다.

모터이외의 용도로는 電子렌지의 마그네트론과 複寫機(ppc)의 磁氣브러시를 들 수가 있다. 電子렌지에는 濕式스토론튬 釳라이트 磁石의 一般材로 Br=3,800~4,100 정도의 것이 사용되고 있다.

ppc용에는 円筒狀의 等方性 釳라이트 磁石이나 濕式 스토론튬 釳라이트의 블럭 磁石이 사용되어 1件磁石으로 着磁 方向으로 磁石의 異方性 方向을 갖춘 마그네트론도 개발되고 있다.

나. 웨어는 작으나

한편, 技術開發이 눈부신 稀土類 磁石은 서머름 코발트系를 중심으로 생산이 擴大하여 84년 실적으로 웨어는 0.5%로 작지만 前年比로는 153%, 82년비는 238%(모두 重量比)로 대폭적인 신장을 나타내고 있다. 서머름 코발트 磁石은 保磁力, 飽和磁化와 더불어 뛰어나고 價格面에서는 아직 高價이지만 實用磁石材料로서 曄

실하게 지위를 구축하고 있다.

稀土類 磁石은 1959년에 R(稀土類 金屬) - T(鐵族遷移金屬)合金의 磁性的 研究, 66년에 1 - 5系, 2 - 17系の 結晶磁氣異方性的 研究가 발표되어 實用化的 端緒가 되어 다음해인 67년에 1 - 5系の 서머륨 코발트 합금으로 最大 에너지積 5.1MGOe를 얻어 R·코발트 化合物이 永久磁石으로서 주목을 모아 稀土類 磁石의 原點이 되었다.

다. 46MGOe의 報告

1 - 5系 燒結磁石이 企業化되어 中견의 磁石材料로는 얻을 수가 없는 획기적인 素材로서 多方面에서 사용되어 26MGOe까지 特性 向上이 破해졌다. 그후 飽和磁化의 點에서부터 改善되어 磁石材料로서 충분히 큰 一軸의 結晶磁氣異方性을 가진 2 - 1系 서머륨 코발트 磁石이 登場했다. 질코늄 添加와 熱處理法에 따라 77년에 30MGOe를 돌파하여 23MGOe의 產品이 연구 단계에서 開發되었다.

그후 83년에 住友特殊金屬이 鐵·보론·네오뎀 異方性 燒結磁石으로 38MGOe에 달하는 產品을 開發하여 高性能 磁石의 開發을 촉진시켰다. 84년에는 電總研이 같은 鐵·보론·네오뎀系 磁石으로 41MGOe를 달성하고 있다. 이 磁石은 溫度 特性이 나빠서 高溫에 두면 磁力이 조금씩 상실되어 310℃ 이상이 되면 磁力이 완전히 消失하는 缺點이 있으나 鐵의 일부(약 2 - 8%)를 코발트에 置換, 特殊處理를 더하여 500℃ 前後까지 이를 개선하고 있다.

이외에 應用磁氣學會에서도 46MGOe라는 데이터가 報告되고 있으며 稀土類 磁石은 鐵을 중심으로한 새로운 系의 磁石으로 60MGOe의 壁이 돌파되는 것도 時間문제가 되고 있다.

實用化 수준으로는 TDK가 鐵·네오뎀·보론系로 40MGOe의 磁石을 開發하여 금년부터 본격 판매를 예정하여 가격면에서도 서머륨 코발트 磁石보다 약 30% 낮게 설정되어 있다.

라. 宇宙에서의 材料實驗

高性能의 磁石은 薄膜 프로세스라 超高压 등의 最新技術에 더하여 宇宙空間을 이용한 無酸化 超微粉, 完全配向으로 開發의 可能性이 열리고 있다. 스페이스 셔틀을 사용한 宇宙材料實驗은 이미 結晶化 유리 등의 분야에서 성과를

올리고 있으나 金년 봄에는 鈳素의 結晶成長 등과 더불어 鐵·네오뎀·硼素系 磁石의 실험이 행해진다. 同磁石의 保持力 發生을 위한 데이터 取得을 목적으로한 通電加熱 實驗을 하는 것이다. 地上에서는 만들기 어려운 強磁性材料가 「메이드 인 스페이스」에서 실현될 가능성도 충분히 있다.

2. 소프트 磁性材料

소프트 磁性材料는 酸化物系와 金屬系로 大別된다.

酸化物系의 材料 成分은 酸化金屬인 鐵, 망간, 銻鉛, 니켈 등. 微粉末을 混合하여 加壓成型하여 燒結에 의해 生成한다. 일반적으로 金屬보다 비중이 작으며 高周波 領域에서의 特性이 뛰어나다. 소프트 韃라이트가 대표적인 존재가 된다. 金屬系는 酸化物系에 비해 飽和磁束密度는 높으나 固有抵抗이 낮다는 特性이 있다. 파마로이(鐵·니켈 合金), 電磁鋼板(銻素鋼板), 電磁軟鐵(純鐵), 센다스트(鐵·알루미늄·실리콘 合金) 등이 있다.

가. 高周波 領域에서 뛰어난 特性

소프트 韃라이트는 세라믹의 성질로 電氣를 통하지 않고 高周波로 溫電流의 影響을 받지 않기 때문에 高周波 영역에서 뛰어난 特性을 가진다. 이 때문에 코어를 主体로 소형, 경량화를 실현하는 材料로서 電子部品用으로서 폭넓게 사용되고 있다.

주된 용도는 高周波 特性을 이용한 TV와 CRT 端末用·偏向 요크, 電源트랜스와 스위칭 電源의 코어材, 테이프 레코더와 VTR, 磁氣디스크 등의 磁氣헤드 등.

소프트 韃라이트는 開發되어 50년의 역사가 있는 만큼 지금까지 各방면에서 응용되고 있었으나 家庭用 電子機器分野에서 高压發生 트랜스, 안테나 코일, 인덕터 등 이의 사용제품은 수없이 많다.

스위칭 電源의 高周波化에 대응한 코어材로서는 100KHZ의 周波數域에서 高透磁化와 低損失의 양면에서 충분히 特性을 발휘하여 500 KHZ까지의 스위칭 周波數가 가능해지고 있다.

그러나 性能面에서는 거의 한계에 달하고 있

으며 금후의 高特性에 대한 요구를 해결하는 것은 아몰퍼스 合金(非晶質 磁性材料)가 실마리를 쥐고 있다. 중전의 물질이 모두 結晶構造로 구성되어 있는데 대해 아몰퍼스는 分子가 운동에 에너지를 갖기 때문에 磁氣特性과 耐摩耗性에 뛰어난 등의 이점이 있다. 1973년에 아몰퍼스 金屬이 개발되어 이미 스위칭 電源用 코어로써 실용단계에 들어 있다.

마그네틱코어, 초코코어, 노이즈 필터 등의 제품에서 웨라이트 코어에 비해 2배 가까운 1스테라의 磁束密度가 있으며 高透磁率·低損失이기 때문에 앞으로 크게 신장될 것으로 기대되고 있다.

3. 磁氣記錄用

磁氣記錄用 材料의 최근 동향을 보면 高密度記錄에 대응하는 헤드 코어의 개발과 垂直磁氣記錄方式 / 光磁氣 디스크에 대응하는 발롬웨라이트의 움직임이 들 수가 있다.

磁氣헤드는 웨라이트·金屬벌크材로부터 金屬薄膜으로의 움직임이 있으며 파마로이, 센다스트, 高密度 망간, 亜鉛웨라이트, 니켈, 亜鉛單結晶 등의 材料가 대응하고 있다. 또 IBM의 薄膜 헤드가 출현해서부터 狹窄化, 高磁氣特性이 요구되어 8mm비디오用 薄膜헤드와 합쳐서 코어材의 特性 向上이 진행되고 있다.

웨라이트에서는 耐摩耗性에 뛰어난 반면, 飽和磁束密度가 낮다는 결점이 있으며 單結晶 웨라이트와 高密度 웨라이트로 해결하는 움직임이 있다. 高密度 웨라이트의 製法으로는 HIP에 의한 高溫·高圧 프레스 외에 핫프레스, 低溫에서 프레스하는 CIP가 있다. 單結晶 웨라이트는 半導體 웨이퍼의 製造工程과 마찬가지로 引上法으로 高純度의 單結晶을 얻는 것. 結晶方向 의해 特性値가 변화하는 특징이 있다.

垂直磁氣材料로는 코발트·크롬薄膜과 발롬웨라이트 超微粉이 光磁氣 材料로는 망간, 비스머스薄膜, 가드름, 텔븀, 鐵系의 아몰퍼스 페리 磁性薄膜 등이 각각 연구되고 있다. 발롬웨라이트는 6方晶 6角板狀의 粒子로 板面에 수직으로 磁化容易軸을 갖기 때문에 베이스 필름에 塗布하는 것만으로 垂直磁氣記錄을 할 수가

있다.

光磁氣 디스크用의 材料로서 脚光을 받고 있으며 今後의 연구가 진전하면 次世代의 磁性材料로서 市場을 형성하는 가능성이 있다.

4. 市場動向

일본의 磁性材料생산은 84년의 실적으로 약 12만톤, 작년에는 半導體·電子部品이 부진하여 약 10% 감소로 추정되고 있다. 그러나, 20년의 伸張을 보면 약 3배에 달하여 電子工業의 躍進과 함께 하고 있다. 表에 있는 軟質金屬에 대해서는 電磁鋼植 등이 별도로 분류되어 있기 때문에 여기에는 포함되지 않는다.

永久磁石으로는 웨라이트 磁石의 伸張이 눈부시다. 75년에 鑄造磁石과의 비율이 중량으로 2.5배였으나 10년후에는 27.8배, 永久磁石의 95.8%를 차지하기까지 성장했다. 現時點에서는 웨라이트 磁石의 獨舞台라고도 할 수가 있다.

반면 해마다 계속 減少하는 鑄造磁石과 착실하게 확되하고 있는 稀土類 磁石에 市場의 움직임이 잘 나타나고 있다. 鑄造磁石이 構成比로 3.5%까지 떨어졌으나 최근 수년은 2,500 만톤 전후에서 안정되어 있으며 앞으로도 微減이 예상되긴 하나 급격한 변동이 없다고 보여지고 있다.

이에 대해 稀土類 磁石은 構成比로 0.5%로 작지만 최근 수년간 비약적으로 신장하여 市場을 형성하고 있다. 기술혁신이 눈부시고 高磁束密度化가 한층 진전되어 용도가 확대하여 금후의 高特性品 要求에 대응하는 磁石으로서 주목되고 있다.

또 가격면에서도 稀土類는 鑄造의 10배로 비싸지만 금후의 수요 확대를 겨냥하여 코스트면에서의 개선도 素成檢討와 더불어 이루어지는 방향에 있다. 稀土類系 金属材料가 비싸기 때문에 合金의 成分比 調整, 다른 금속의 代替 등 다양하게 試圖되어 코스트면에서도 이에 대응하여 떨어질 전망이다.

軟質燒結은 중전부터 소프트 웨라이트가 중심이지만 작년의 생산량은 추정으로 전년비 10% 감소한 약 3만 4,000톤. 83년부터 84년에 걸쳐 40% 증가한 대폭적인 신장을 나타내었다.

(P. 54로 계속)

方化의 多極着磁 등 정밀성을 살리는 新分野로
의 전개가 유망하다.

表 1 稀土類 플라스틱 磁石의 応用分野

応用分野	用途
回轉機器	각종 小型精密모터(스텝핑모터, 코어레스 모터, 브러시레스모터 등), 小型 發電機, 타이머 回轉子, 磁氣 베어링 등.
音響機器	스피커, 헤드폰, 이어폰, 마이크로폰, 픽 업, 電磁부저 등.
計測·通信機器	센서, 릴레이, 라인 프린터, 리드 스위치, 미터類(스피드, 타코, 암페어, 볼트 등), 進行波 등.
기타機器	磁氣 스프링, 마그네틱 룰, 液面센서, 磁氣 서터, 오일 크리너, 磁氣 카플링 등.
日常用品	도어록, 玩具, 磁氣治療, 裝飾品, 스포츠 用品 등.

表 2 稀土類系 磁石의 特徵 比較(84年度)

對17系磁石	燒結磁石	圧縮成型磁石	射出成型磁石
最大磁氣에너지積	24~28MGOe	13~17MGOe	6.5~8.5MGOe
磁石코스트(円/9)	40~55	35~50	30~45
量産性	小(燒結工程必要)	中	大
치수精度	惡(아무리加工必要)	良	優(±0.03mm)
脆弱性	大(단단하고관부스러기)	中	小
複雜形狀	不可	可	충분히可
輕量性(g/cm ³)	小(d=8.4)	中(d=7.2)	大(d=5.7)
一體成型	不可	可	충분히可
래디얼異方性	不可	可	충분히可
使用限界溫度	~250℃	~130℃	~150℃
1cm 당 코스트 퍼포먼스	1	1.0~1.3	1.4~1.7

燒結磁石은 市販品の 平均의 數值, 圧縮成型磁石은 세이코 엔
스의 SAM-17, 射出成型磁石은 MG의 RN-8을 對象으로 했다.
또, 磁石코스트는 推定. 資料: MG

P. 42에서 계속

금년의 예측으로는 작년과 거의 같은 수준에서
추이, 3월경부터는 상향 커브를 그릴 것이라

는 전망이 나와 있다.

磁性材料生産推移

單位: 重量(톤)
金額(100만엔)

部門	製 品	75 年	76 年	77 年	78 年	79 年	80 年	81 年	82 年	83 年	84 年
軟 質 金 屬		6,670	10,117	8,482	10,405	11,568	11,512	10,895	8,396	10,509	11,393
		5,470	9,850	8,421	9,599	11,052	12,572	13,247	11,938	14,690	17,161
軟 質 燒 結	소프트헤라이트	12,867	19,565	17,762	19,762	21,428	24,911	23,616	19,545	26,708	37,642
		35,000	52,106	46,583	46,357	49,916	57,716	63,392	59,062	76,187	91,247
小 計	圧粉磁心	64	102	114	214	70	45	59	78	78	115
		420	671	753	785	653	625	662	762	791	1,171
小 計		12,931	19,667	17,876	19,976	21,398	24,956	23,675	19,623	26,786	37,757
		35,420	52,777	47,336	47,142	50,569	58,341	64,054	50,824	76,978	92,418
永 久 磁 石	鑄造磁石	6,129	8,260	6,163	5,102	4,179	3,521	3,053	2,561	2,545	2,616
		12,434	19,452	16,817	15,830	20,918	21,433	18,783	13,739	12,193	12,794
	헤라이트磁石	15,400	24,898	32,034	35,769	41,787	51,488	52,663	48,731	58,838	70,120
		10,864	17,051	22,597	24,222	27,699	35,515	39,113	36,758	42,862	54,193
小 計	稀土類磁石		5	13	37	52	83	152	180	281	430
			710	1,457	2,730	3,234	5,226	9,010	9,022	12,013	17,961
小 計	기타의磁石		14	28	12	11	4	4	4	4	5
			156	219	188	249	215	171	211	157	213
小 計		21,529	33,177	38,238	40,920	46,029	55,096	55,872	51,476	61,668	73,171
		23,298	37,369	41,090	42,970	52,100	62,389	67,077	59,730	67,225	85,161
合 計		41,130	62,961	64,596	71,301	79,095	91,564	90,442	79,495	98,963	122,321
		64,188	99,996	96,847	99,711	113,721	133,302	144,378	131,492	158,893	194,740

資料: 電子材料工業會