

尖端技術 어디까지 왔나 磁氣記錄材料(完)



金 弘 球
〈KIET 責任研究員〉

目 次

- I. 머리말
- II. 歷史
- III. 記錄媒體
- IV. 磁氣헤드
- V. 최신 動向(鐵系 薄膜材料)

〈고딕은 이번 號, 명조는 지난號〉

〈前號에서 계속〉

IV. 磁氣헤드

錄音用 헤드材料로는 퍼머로이系 合金이 잘 알려져 있으나, 高周波 에서 透磁率이 높으면서도 高度가 높고 헤드의 耐磨耗性이 뛰어난 Mn-Zn系 페라이트도 널리 사용되고 있다.

그러나 페라이트는 飽和磁束密度 Bs가 낮기 때문에 媒體의 높이 Hc化에 따른 헤드의 포화가 문제가 된다. 그러므로 Bs가 높고, 내마모성이 뛰어난 센더스트系 材料가 카세트 테이프용 헤드 등으로 실용화되고 있으며, 超急冷法에 의한 아모퍼스金屬이나 센더스트 薄帶를 헤드에 응용하는 것도 검토되며, 일부는 오디오 헤드에 실용화되고 있다.

비디오 헤드에서는 數 MHz(디지털 VTR에서는 수십 MHz)의 信號를 취급해야 하기 때문에 주로 Mn-Zn系 페라이트가 사용되며, 매체

의 高Hc化에 따라 센더스트 헤드도 검토되고 있다.

또한 디스크裝置에서도 數 MHz의 信號를 쓰기때문에 페라이트가 주로 사용되고 있으나, Ni-Zn系 페라이트도 사용되며, 매체의 高Hc化에 따라, 보다 Bs가 높은 Mn-Zn系 페라이트가 사용되는 경향이다. <表1>에 헤드用 磁性材料의 특성을 나타냈다.

記錄密度의 향상을 위해서 헤드 磁氣回路의 小型化, 低임피던스化가 필요하며, 이와같은 要請으로 薄膜 Lithography 技術에 의한 薄膜헤드가 개발되어, IBM 3370 디스크장치에 사용되고 있다.

퍼머로이系 電氣鍍金膜(3370)이나 스펙터膜이 많이 사용되고 있으나, 高Bs의 센더스트·스펙터膜도 개발되고 있다. 센더스트膜은 퍼머로이系 膜에 비해서 高温에서도 磁氣特性의 劣化가 적기때문에 헤드 제작시 基板의 接合프로세스로 글라스 融着技術을 사용할 수 있으며, 그결과 高密度記錄用 헤드로써 중요한 高精度, 高信賴性을 얻을 수 있다.

薄膜헤드는 磁氣抵抗效果를 이용하는 磁氣抵抗效果헤드(MR헤드)가 있는데, 이것은 再生專用이다. 薄膜헤드는 벌크헤드와 비교해서 多트랙化가 용이하며, 주로 固定헤드型 디지털 녹음기용 헤드로 개발되고 있다. 콤팩트·카세트 테이프를 사용한 固定헤드型 디지털 녹음기

〈表1〉 헤드用 磁性材料의 特性

區分	成分	初透磁率 ($\times 10^3$)	H _c (Oe)	B _r (Gauss)	큐리點 (°C)	比抵抗 ($\Omega\text{-cm}$)	硬度 (Hv)
페머로이	Ni 78, Mo 5 Fe 17	20~100	0.006	7,900	460	55×10^{-6}	140
알 퍼 임	Al 16, Fe 84	2.9~4	0.025	8,000	350	150×10^{-6}	300
샌더스트	Al 6.2 Si 9.6 Fe 84.2	3.1	0.025	8,000 ~11,000	440	106×10^{-6} ~ 150×10^{-6}	480
單結晶 페라이트	MnO 38 ZnO 9 Fe ₂ O ₃ 53	30	0.009	4,340	244	1.0	710
핫프레스 페라이트	MnO 15 ZnO 15 Fe ₂ O ₃ 70	2	0.1	4,000	150	$>10^2$	750
	NiO 18.9 ZnO 13.6 Fe ₂ O ₃ 67.5	0.25	0.1	4,000	350	10^6	500~ 750

용으로써, 3.8mm 테이프幅 中에 38트랙, 面密度 10M Bit / inch²의 薄膜헤드, MR헤드도 출현하고 있다.

Co-Zr系 등의 아모퍼스金屬薄膜도 高Bs 高透磁率材로 주목받고 있으며, 垂直道記錄用 헤드로 응용되고 있다.

高密度記錄(高線密度 및 多트랙化)를 달성하기 위해서는, 헤드가 보다 高感度이면서 서브-미크론의 精度가 요구되므로, 헤드 磁性材料, 基板의 接合技術(글라스 融着技術 등)의 프로세스 技術, 헤드나 媒體의 耐久性, 헤드-媒體支持方式 등의 헤드-媒體 인터페이스 技術이 중요하다.

V. 最新 動向(鐵系 薄膜材料)

1. 鐵系 薄膜材料

철계 박막에서 가장 많이 이용되고 있는 것은 Fe-Ni 합금박막으로, 통상 퍼러로이라고 부른다. 磁氣헤드의 코어재료로서는 Ni-19%Fe 전후의 합금조성이 많이 사용되며, 그 조성합금의 磁歪는 제로에 가깝다.

계산기용 자기디스크장치 등에 사용되는 박

막헤드의 코어재료는 스펙터 또는 도금에 의해서 만든다.

최근에는 磁氣抵抗效果型 헤드로서 개발된 再生專用 자기헤드도, 위와 같은 조성의 퍼머로이膜을 사용하지만, 30~50nm의 극히 얇은 膜이며, 그 膜에 $10^6 \text{A} / \text{cm}^2$ 이상의 전류가 흐르게 되므로, 결함이 적으며, 신뢰성이 높은 막이 필요하다.

蒸着테이프를 불리우는 VTR 또는 오디오용 자기테이프는 Fe 또는 Fe-Ni 합금을 基板 테이프상에 증착시킨다.

증착테이프의 특징은 基板 테이프면에 경사지게 Fe原자를 入射시키는 것인데, 이것에 의해서 기판 테이프면에 가늘고 긴 粒子가 底角度로 成長하여, 高保磁力이 된다. 이것을 최초로 시도한 사람은 Speliotis로써, 그후 日本에서 개량기술이 발달되어 실용화되었다. 종래의 微粒子 塗布型과 비교해서 磁性體 充塡率이 높으므로 테이프의 飽和磁化가 높다. 하드 디스크에서는 Fe-Co系 합금막도 검토되고 있다.

光磁氣디스크는 종래의 광디스크와는 달리 情報의 교환이 자유로운데, 여기에는 Fe-Nd系

非晶質膜이 사용된다.

光은 직경 1 μ m 이하로 나눌수 있기 때문에
극히 높은 밀도의 정보도 기록할 수 있기 때문
에 도서관 또는 특허자료 등의 기록 및 보관에
사용되고 있다.

Fe가 가지고 있는 高飽和磁束密度를 뿜수
있는 대로 유지시키면서, Fe의 軟磁氣特性을
개선시키기 위해서, Fe에 여러 원소를 첨가시
키는 연구가 행해지고 있다. 軟磁氣特性을 개
선시키려면 α -Fe 結晶粒의 微細化와 粒成長
의 억제가 필요하다.

이것은 結晶粒 微細化에 의해서 結晶粒間의
磁氣的 相互作用(交換結合 等)이 변화하며, 膜
全體의 磁氣異方性이 감소하기때문 일 것으로
사료된다.

微結晶 Fe系 합금막도 그 하나로서, 탄소와
의 친화력이 강하므로, 鐵炭化合物의 안정된 Ti,
Zr, Hf를 합금원소로 한 Fe-M(Ti, Zr, Hf)-
C 膜을 스펙터法으로 만들 수 있다. 그 막의 결
정립은 극히 작으면서도, 고온에서 열처리하여
도 탄화물이 존재하기 때문에 결정립 성장이
억제되며, 우수한 軟磁氣特性을 갖는다. Fe-Zr-
C, Fe-Hf-C 膜의 保磁力은 0.1~0.3 Oe, 飽和
磁化 1.6~1.7 T, 1MHz에서의 透磁率은 3,00-
0~3, 200이다.

Fe-N系 合金은 Fe이상의 포화자속밀도를
갖는 재료로서 주목받고 있으며, 薄膜으로도
검토되고 있다.

2. 多層膜 · 超格子膜

自然界에서 만들어지는 原子配列과는 다른
配列의 금속을 얻고자 하는 시도를 처음으로
한 사람은 Koeppe이며, 그는 1923년에 鍍金法
으로 Ag와 Cd의 다층막을 만들었다. 그 목적
은 X線回析格子를 얻기 위한 것이다.

또한 Deubner은 같은 목적으로 Au / Ag,
Af / Cu 다층막을 만들었는데, 相互擴散때문에
잘되지 않았다. 強磁性體를 다층으로 한 사람
은 Blois 로써 1955년이였다. 따라서 다층막 또
는 초격자의 역사는 거의 반세기에 이르고 있
는데, 연구의 발전이 늦은 것은 박막 제조장치
의 진보가 뒤따르지 못한 때문이다.

1960년대 초에는 스피노달分解의 研究 또는
強力材料, 新材料 등의 연구가 활발했으며, 1980
년 이후에는 超電導의 재료개발이 적극적이데,
이와같이 긴 역사는 있지만, 材料와 技術面에
서는 아직도 발전의 余地가 많다.

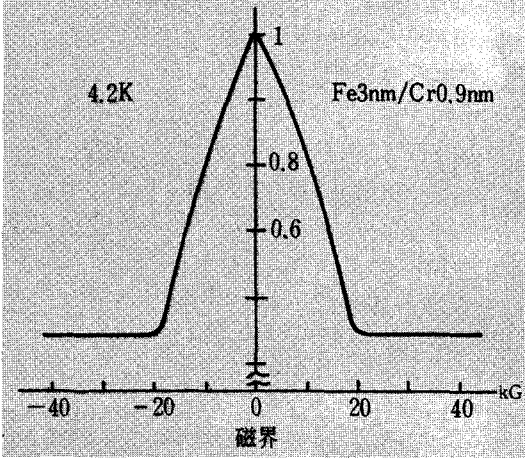
Clow 등의 생각은 벌크로 부터의 발상으로
다층으로 하므로써 高周彼손실을 低減시키거
나 保磁力을 낮게하는 것이다. 최근의 超格子
제조경향은 층간에 새로운 물리작용을 도입하
는 것으로, 교환 상호작용, 전자의 平均自由行程
變化, 局在電子와 非局在電子의 相互作用 등을
이용하는 것이다.

〈表2〉에는 현재까지 연구된 Fe系 多層膜 또
는 超格子와 研究內容을 나타내고 있다. 基板
面에 수직방향으로 磁氣異方性 制御, 異相界面
에서 交換結合의 要化, 스핀間 相互作用 등에
의해서 큐리點, 保磁力, 飽和磁化, 磁氣抵抗, 磁

〈表2〉 주된 Fe系 多層膜 및 超格子膜

區 分	系	研 究 內 容
單 元 系	Fe / Ag, Fe / Al, Fe / Au, Fe / Co, Fe / C, Fe / Cr, Fe / Cu, Fe / Ge, Fe / Gd, Fe / Mg, Fe / Mn, Fe / Ni, Fe / Pd, Fe / Pt, Fe / Sb, Fe / Si, Fe / Ta, Fe / Tb, Fe / V, Fe / U, 他	交換結合, 擴散 保磁力低減, 界面磁氣異方性 光磁氣效果, 飽和磁化, 磁歪制御 保磁力增大, 磁區構造, 磁氣抵抗 磁氣能率의 分布, 他
合 金 系	Fe-B / Ag, Fe / EuS, Fe / Fe-oxide FeCu / FeNi, Fe / CoFeMoTi, FeNi / FeNi FeC / FeSi, FeCo / Tb, FeNi / FeMn, FeNi / Si, FeNi / TiN, FeSi / Si, FeNi / FeC, 他	交換結合 保磁力의 增減 擴散, 磁歪制御 重直磁氣異方性, 超電導, 磁區構造, 磁氣層歷曲線 큐리點, 界面磁氣能率, 他

〈그림5〉 Fe/Cr 超格子膜의 磁氣抵抗變化



氣履歷曲線 시프트 등에서 새로운 현상이 생겨나고 있다.

〈圖5〉는 최근 주목받고 있는 Fe/Cr 超格子에서의 磁氣抵抗效果로써, 퍼머로이(Fe-Ni合金) 등의 종래 磁性體의 磁氣抵抗效果는 극저온에서 7~8%이지만, Fe/Cr에서는 40~50% 가까운 磁氣抵抗 변화율이 관찰되었다. 抵抗變化의 飽和하는 磁界가 높으므로 당장은 實用化가 어렵지만, 벌크보다 현저하게 特性이 높다는 것을 발견한 意義는 크며, 앞으로의 연구가 주목된다.

Kobayashi 등은 Fe-C/Ni-Fe 등의 다층막에서 1.6~1.7T의 飽和磁化를 가지며, 保磁力이 낮으며, 透磁變이 높은 재료를 개발했다. Fe-

C合金膜만으로는 結晶粒成長때문에 保磁力이 낮아지지 않지만, Ni-Fe(퍼머로이) 등으로 多層化시키면, 結晶粒成長이 되며, 또한 膜두께방향으로 磁氣異方性도 억제되어 軟磁氣特性이 개선된다.

Kaima 등은 Fe窒化膜을 이용하여 우수한 軟磁氣特性을 가진 다층막을 얻었다. 이것은 스펙터에 의해서 窒化層과 非窒化層을 교대로 형성하는 것인데, 예를들면 Fe-Nb/Fe-Nb-N 다층막이 있다.

그것에 의해서 飽和磁化가 1.3~1.5, 保磁力은 數 Oe이하가 되며, 600℃ 정도에서 열처리를 함으로써 磁氣特性이 劣化되지 않는다. 磁氣特性이 양호한 것은 α-Fe의 結晶粒徑이 多層化함으로써 數nm이하로 억제될 뿐아니라 열처리시에는 질화층의 존재때문에 α-Fe의 結晶립성장이 억제된다.

上記 二例는 組成變調膜인 동시에 組織制御膜이며, Fe系 多層膜 研究에 하나의 方向을 제시하고 있다.

결론적으로 鐵이 갖고있는 機能性 材料로서의 잠재능력은 무궁무진한 것으로 사료되며, 上述한 例와 같이 Fe박막의 개발에는 종래의 철강재료(벌크) 특성향상에 기여하는 C, B, N 등이나 炭化物 形成能이 높은 IV族, V族 등의 遷移金屬이 중요한 역할을 하고있다. 즉, 종래의 철강재료에서 축적된 지식과 기술을 충분히 이용하면 세계를 리드할 수 있는 研究가 될 수 있을 것이다.〈♣〉

국내 미생물 국제기탁기관 및 수수료

기탁기관명	취급 미생물	수수료	주소
한국중균협회 부설	세균, 진균, 플라미드	원기탁료: 60만 원	서울시 서대문구
한국미생물보존센터	바이러스 등	분양료: 5만 원	신촌동 134
한국과학기술연구원 부설 유전공학센터	세균, 진균, 플라미드 바이러스, 동·식물 주세포 등	원기탁료: 60만 원 분양료: 5만 원	서울시 성북구 하월곡동 39-2