

특집 : 磁氣情報記錄材料

입 자 자 기 기 록 재 료

- 磁氣 테이프를 중심으로 -

양 창 선  
(주) SKC 천안연구소 부소장

1. 서 론

통칭 particulate media(이하 P.M.)로 일컫어지는 粒子形 記錄媒體는 磁性材料가 개개의 particle( 磁性粉體, 또는 磁性體)로 구성되는 磁氣 記錄媒體를 말한다. 이 P.M.는 20세기 초 情報記錄媒體로서 steel wire, steel tape 이후 등장하여 현재까지 가장 광범위하게 사용되고 있다.

P.M.의 종류로는 磁氣 tape, 磁氣 disk, 磁氣 card 등이 있으며, 현재 우리 생활의 구석구석에 침투되어 풍요롭고 편리한 삶을 누리는데 크게 기여하고 있다. Video tape, audio tape, computer tape, floppy disk, bank card, 지하철 승차권, telephone card 등이 대표적인 예이며 이외에도 헤아릴 수 없이 많은 용도로 P.M.가 쓰이고 있다. 1,2)

P.M.를 포함한 磁氣 記錄媒體의 發展史를 요약해 보면 <표 1>과 같다. 3) P.M.중에서도 磁氣 tape가 차지하는 비중은 절대적이며, 특히 video tape는 全體 磁性體使用量의 약 55%를 점하면서 大量生産에 의한 高品質, 低價格의 장점을 全世界 消費者에게 제공하고 있다. 우리나라는 磁氣 tape 생산 부문에서 급신장을 거듭하여 현재 우리나라는 일본 다음으로 세계 2위의 생산국가로 부상하였다.

여기서는 P.M.의 基本物性を 좌우하는 磁

性體에 대하여 알아보고, P.M.를 品目別로 소개한 다음, P.M.중 가장 많은 生産量을 나타내고 있는 video tape의 製造 過程을 소개 하고자 한다.

2. 磁性粉體

情報記錄 system의 性能을 평가하는 要素로서 情報 記錄密度, 傳達速度, 到達時間(ac-

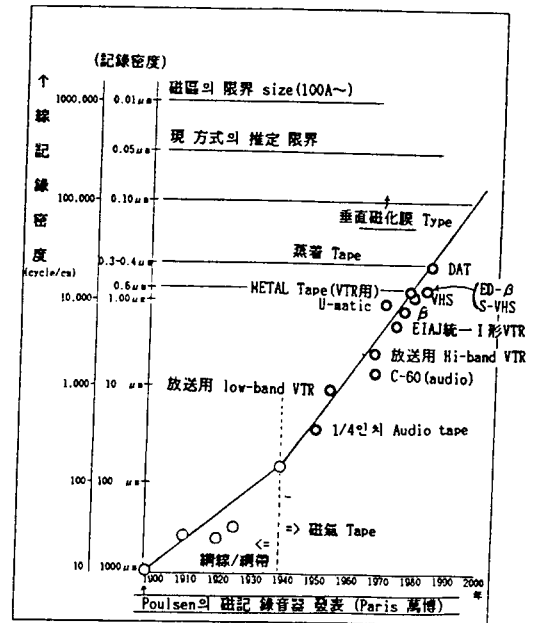


그림 1. 記錄密度的 發展史

<표 1> 磁氣記錄媒體의 開發經過

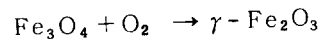
1955年以前	- 鋼線, tape, drum(1900 ~ 1950)	
	- Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> 粒子를 종이 혹은 acetate base에 도포한 tape (~1935, 獨)	
	- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Hc=50 Oe, Br=100 G (~1940, 獨)	
	- 針狀 $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Hc=230 Oe, Br=500 G(標準),	
	1100 G(配向)	(~1947, 美, 英)
	- Ni-Co-P의 電解析出膜, drum 위	(1952)
		(美)
1961	- CrO <sub>2</sub> 單一相製造用 process	
1963	- 針狀單磁區鐵粒子 tape(實驗室的): Hc=800 Oe, Br=3000 G	(日)
1960-1965	- Co 置換型 $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Hc=400 ~ 600 Oe, f(T)!	
1965-1970	- 非化學量論的 $\gamma$ -Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> (實驗室的): Hc=400 Oe	(日)
1965-1967	- Metal film, 真空中析出(實驗室的): Hc=50 ~ 1000 Oe	(美, 英, 佛)
1967	- CrO <sub>2</sub> tape(商品): Hc=300 ~ 500 Oe, Br=1500 G	
1969-1974	- ESD鐵分 tape(實驗室的): Hc=1200 Oe, Br=3000 G	(네덜란드, 美)
1971-1974	- Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (實驗室的, 商品): Hc=575 Oe, Br=1500 G	(日)
1974-1975	- 針狀 metal 媒體, 垂直記錄: Hc=1 ~ 3 kOe	(日)
1977	- Co-Cr sputter fillm, 垂直記錄(實驗室的)	(日)
1978	- 商品的高 Hc의 CrO <sub>2</sub> tape: Hc=640, 720 Oe	(美)
1978	- ESD鐵粉 tape(商品): Hc=1000 Oe, Br=3400 G	(美, 日)
1979	- Co(?) 蒸着法 tape(商品)	(日)

cess time), 記錄單價 등을 들 수 있는데, 현재까지의 磁氣記錄技術 發展史는 곧 媒體의 記錄密度 向上過程과 직결되고 이에 상응하는 磁性材料의 開發이 선결 과제로 되어왔다.<sup>4)</sup> 記錄密度의 發展史를 그림 1에 요약하였다.<sup>5)</sup>

<표 2>에 대표적인 磁性材料의 特性을 나타내었으며,<sup>6)</sup> 媒體의 記錄密度는 (Hc), ( $\sigma_s$ ), (size)<sup>-1</sup>에 비례하는 관계가 있으므로, Hc(保磁力, 또는 抗磁力) 向上,  $\sigma_s$ (飽和磁化) 向上, size 減少趨勢로 발전되어 왔다. 현재까지는 水平記錄(longitudinal recording)이 대중을 이루고 있으나 記錄密度를 높이는데 한계가 있

P.M. 자성재료는 원료입수가 용이하면서도 強磁性 金屬元素인 Fe의 氧化物이 주로 사용되어 왔으며, Cr 氧化物,  $\alpha$ -Fe(metal particle) 및 barium ferrite 등이 최근 이용되고 있다.<sup>7), 8), 9), 10), 11)</sup>

으므로, 최근에 와서는 垂直記錄(perpendicular recoding) 방식이 갖는 高密度 記錄容量의 장점을 실용화하기 위한 노력이 경주되고 있다.<sup>7, 8)</sup>

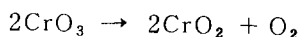


〈표2〉 主要磁性材料

材 料	磁 氣 特 性		磁氣的, 化學的 安定性
	保磁力 Hc(Oe)	殘留磁束密度 Br(G)	
酸 化 物 系			
γ 酸 化 鐵	350 ~ 400	1,200 ~ 1,500	· 良好
Co 含有酸化鐵 Co dope 型	400 ~ 800	1,200 ~ 1,750	· Hc 의 經時變化, 加壓加熱減磁
Co epitaxial 型	400 ~ 800	1,200 ~ 1,750	· 同上特性良好
二 酸 化 Cr	450 ~ 700	1,200 ~ 1,750	· 低 Curie 溫度
Ba-Ferrite	400 ~ 1500		· 良好
金 屬 粉 系			
Fe 基 金 屬	1,100 ~ 2,000	2,500 ~ 3,500	· 腐食
薄 膜			
Fe-Co-Ni	1,000 가 지	16,000 ~ 20,000	· 腐食
Ni-Co-P	1,000 가 지	10,000	"
Fe-Ni	600 ~ 2,000	11,000	"

(2) CrO<sub>2</sub>

CrO<sub>2</sub>의 針狀粒子를 磁氣 tape에 응용하려 한 것은 du Pont社에 의해서이다. CrO<sub>2</sub>는 실온에서는 安定狀이 아니어서 磁性材料에 쓰이는 CrO<sub>2</sub> 표면은 산화되어 CrO<sub>3</sub>로 被覆되어 있는 상태이다. Curie 온도가 119.8℃로 비교적 낮으며, 삼산화크롬을 열분해하여 만든다.



CrO<sub>2</sub>는 磁氣記錄材料로서 이상적인 형상과 입자구조를 가지고 있으며, 큰 保磁力을 갖는 이 물질의 발명으로 audio tape의 음질향상에 지대한 공헌을 하게 되었고, 일반 산화철로는 불가능했던 video tape시대를 여는 계기가 되었다. 현재는 Co-添加酸化鐵의 등장

으로 인해 응용분야가 다소 제한되어 있으나, computer tape 등에 사용되고 있으며, 낮은 Curie point를 이용한 熱轉寫方式(TMD: thermal magnetic duplication)의 video tape soft 複製가 추진중에 있다.

## (3) Co系 酸化鐵

γ-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>의 保磁力은 향상되고 있으나 만족할만한 수준이 못되어 高密度 재료로는 한계에 이르렀다. 1950年경 독일 AGFA社가 粒狀形 Co 添加酸化鐵을 사용한 tape를 최초로 선보였으나 經時變化가 커서 磁氣記錄媒體로는 적합하지 못하였다. 이후 일본에서 Co를 針狀酸化鐵 表面에 coating하는 기술을 개발하여 이런 문제점을 해결한, 이른바 Co 被着形 酸化鐵을 만들어, 현재 video tape, FD 및 high position audio tape용의 주 재료

로 磁性體중 가장 많은 량이 사용되고 있다.

(4) Metal 磁性粉

Metal 磁性粉( $\alpha$ -Fe particle)의 高密度 記錄材料 사용가능성은 약 30년전부터 확인 되었으나, 최초 실용은 1979년부터이며, 상품으로써는 시장의 성숙을 기다려야 했다. Metal 磁性粉은 보다 큰 保磁力, 飽和磁化를 갖고 있으므로 현재 가장 高性能 記錄材料라 할 수 있다. 8mm MP tape, DAT, still camera 용 video FD 등에 사용되고 있다. Metal 磁性粉은 자연산화하므로 이를 방지하기 위한 表面保護處理 技術이 확립됨으로써 실용화가 이룩되었고, maker 별 특성 차이가 아주 심한 품목이다. 표면처리에 따른 磁化의 감소가 불가피하며, 현재 실용화되어 있는 me-

tal 磁性粉의 磁化量은 理論值의 60%에 불과하다.

(5) Barium-Ferrite

Ba-ferrite는 1938년 Adelskold에 의해 최초로 합성되었으며, 1952년 Philips社에 의해 Ba-ferrite 磁石이 발표되었다. 이 Ba-Ferrite 磁性體는 六方晶 페라이트로 六角板狀의 粒子形象을 갖고며, 板面に 垂直方向으로 磁化容易軸을 갖고 있는데, 그림 3과 같이 Base面에 平行으로 배열하는 것에 의해 垂直磁化 記錄媒體를 만들 수 있다. Ba-ferrite를 사용하여 만든 垂直磁氣 記錄媒體는 自己減磁作用이 약하므로 高密度記錄 特性을 갖고 있으며, 保磁力은 광범위하게 변화시킬 수 있어 각종 용도에 대응한 媒體의 제작이 가능하고, 또한 산화물이기 때문에 취급이

<표 3> 世界 磁性體業界 現況

國名	Maker	品 種	'86 生産量 (ton/年)	'87 生産量 (ton/年)
日本	TODA	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,000	17,400
	TITAN	$\gamma$ -Fe, Ba-Ferrite	6,000	10,200
	ISHIHARA	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,000	9,600
	SAKAI	$\gamma$ -Fe, Ba-Ferrite	2,500	
	KANTO DENDA	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	<100	
	MITSUI TOATSU	$\gamma$ -Fe	<20	
	DOWA	$\gamma$ -Fe	<50	
	CHISSO	$\gamma$ -Fe	<20	
TOSHIBA	Ba-Ferrite	<20		
美國	PFIZER	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,000	
	MAGNOX	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,000	
	DU PONT	CrO <sub>2</sub>	4,100	
	3M	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,000	
유럽	BAYER	$\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		
	BASF	$\gamma$ -Fe, Ba-Ferrite	6,000	
韓國	새한미디어	CrO <sub>2</sub> , $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,000	
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Co- $\gamma$ -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		2,640

쉽고, 耐環境性이 뛰어난 자기 記錄媒體의 製造가 가능하다. 7), 8), 10)

媒體 製造技術 및 응용기술은 現行기술을 응용할 수 있으므로 각종 tape, disk 등 다방면에 걸쳐 응용이 기대되고 있다. 현재로서는 FD에 사용되고 있다.

Tape 용 酸化鐵은 무엇보다도 保磁力의 증대가 주요 과제였다. 塗布型 tape가 독일에서 개발된 1940년경의 保磁力은 고작 50 Oe였으나, Camras의 針狀酸化鐵製法발명에 의해 250 Oe 전후로 크게 향상되었다. 이는 針狀形에 의한 形狀異方性을 이용한 것으로 保磁力을 크게하는 실용의 第一歩로써 tape 技術上 획기적인 대발명이었다. 현재 사용되는 酸化鐵, CrO<sub>2</sub>, Co 被着 酸化鐵, metal particle이 모두 주로 이 形狀異方性에 의해 保

磁力을 창출하고 있으며, P.M.이 아닌 蒸着 薄膜磁性層도 이 원리를 이용하고 있다. 磁氣 記錄用 tape의 구조 모형을 그림 2에 나타냈다.

Tape 용 磁性體가 갖추어야 할 기본적인 특성을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 입자크기 및 軸比가 일정하면서 분포가 좁은 것, 그리고 단순하면서 깨끗한 모양을 한 磁性體일 것.

둘째, 物理 化學的인 安全性이 우수하여 장시간 보관해도 特性變化가 적을 것.

셋째, 손쉽게 分散되며, 분산후 안정되고 양호한 分散狀態를 유지할 것.

넷째, 保磁力의 분포가 좁고 殘留磁化密度가 클 것.

世界的 磁性體業界 現況을 <표 3>에 소개하였는데,<sup>12)</sup> 특히 일본은 19세기 말 이래 축적된 磁性材料 기술을 잘 활용하여 이 분야의 최고의 技術과 최대의 market share를 장악하고 있는 실정이다. 한국은 새한미디어가 최근 자체수요를 충족하기 위하여 audio 및 video용 磁性酸化鐵을 생산하는 정도이고, 거의 대부분을 해외, 특히 일본에 의존하고 있는 실정이다. P.M.의 이러한 상황은 磁性材料가 차지하는 비중을 감안할 때 한국이 世界的 P.M. 技術을 선도하는데 큰 장애요소의 하나가 되고 있다. 최근에야 일부대학 기업체에서 磁性材料 製造에 관심을 갖기 시작한 것이 그나마 다행이라 할 수 있겠다.

다음에 그 磁性材料를 간략히 소개하고자 한다.

(1)  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (maghemite)

三酸化二鐵은  $\alpha$ ,  $\gamma$ -形의 구조가 있으나,  $\alpha$ 形은 赤色顔料로 쓰이며 磁氣記錄用으로 쓰이는 것은  $\gamma$ -形이다. 주로 audio tape, co-

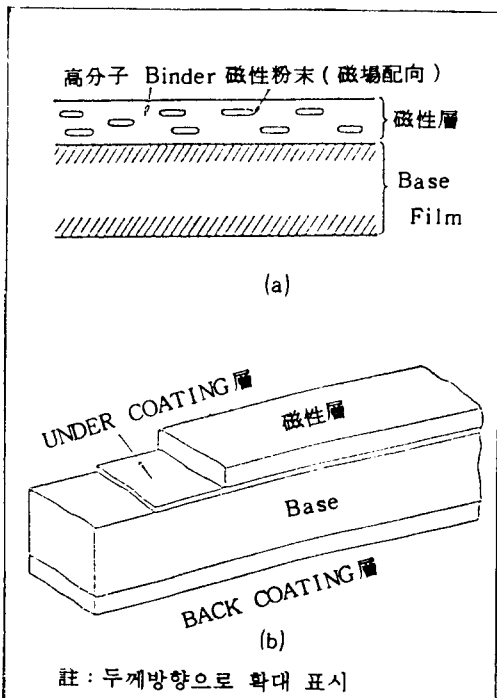


그림 2. 磁氣記錄用 테이프의 구조

mputer tape 및 FD(flexible disk, floppy disk)에 사용되고 있다.  $\gamma$ -형은 工業的으로 magnetite를 공기중에서 서서히 酸化하여 생성시킨다.

### 3. 입자기록재료

금세기중 눈부신 발전을 한 磁氣記錄用 P.M.의 發展史를 요약해 보면 <표 4>와 같다.<sup>13)</sup> 참고로 1986년도 磁氣記錄媒體의 生

<표 4> 磁氣記錄 TAPE의 歷史

1898	V. Poulsen(뎀마크) 磁氣錄音機를 發明
1928	F. Pflueuer(獨逸) 塗布型 磁氣 Tape의 發明
1930代	鋼線式 및 鋼帶式 錄音機의 出現
1947	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 塗布型 Tape의 出現
1950	磁氣 Drum을 計算機主記憶裝置에 應用
1956	放送用 VTR의 發表, 磁氣 Disk의 出現
1957	Cartridge式 Tape Recorder
1962	磁氣 Card 記憶裝置
1963	Cassette式 Tape Recorder
1967	CrO <sub>2</sub> Tape의 實用化
1969	Micro Cassette式 Tape Recorder, F/D
1974	Co 吸着針狀 酸化鐵 Tape
1975	家庭用 VTR Tape의 規格化
1978	Metal Tape의 發表, 蒸着 Tape의 發表

産量 및 占有率을 <표 5>에 나타냈으며, 媒體別 原料 使用量 및 占有率도 <표 6>에 나타냈다.<sup>14)</sup>

表에 나타난 바와 같이 磁氣 tape가 절대 다수를 점하고 있으며, 현재의 tape 방식에 해당하는 P.M.는 1935년경 독일에서 개발 사용되기 시작하였고, 초기에는 substrate로써 종이, acetate를 사용하였으나 근래에는 PET (polyethylene terephthalate) film이 절대다수로 사용되고 있다. 그림 2에 tape의 구조가 나타나 있으며, 情報記錄 및 再生의 간단한 mechanism이 그림 4에 나타나 있다.

P.M. 중 우리 실생활에 흔히 접할 수 있는 대표적인 품목을 몇가지 소개하고자 한다.

#### (1) Open Reel Audio Tape

塗布形 磁氣 tape의 元祖로써, 현재도 音樂 master tape, 放送用 tape 등의 용도로

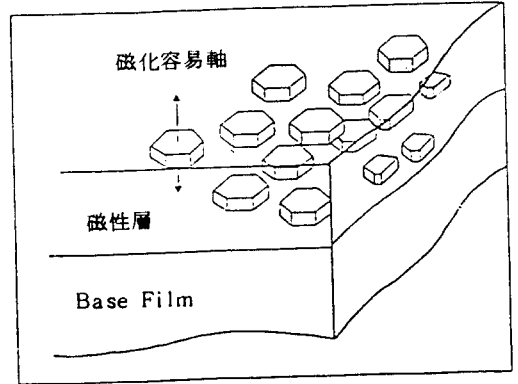


그림 3. 塗布型 Ba-Ferrite 垂直磁化記錄 媒體

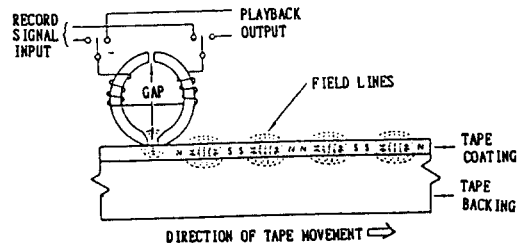


그림 4. 情報記錄, 再生의 mechanism

쓰이고 있으며, 최근에는 방송국용 PCM錄音에 실용화되고 있다. 磁性材料는  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>가 주로 쓰이고 있다.

#### (2) Audio Cassette Tape

1963년 Philips社에 의해 개발된 audio tape의 주류를 이루고 있다. 記錄波長減少에 따른 自己減磁作用에 의한 出力低下 防止를 위해, 기존의 open reel tape에 비해 高保

〈표5〉 1986年 磁氣記錄 媒體 生産 推定値

媒 體 種 類	生産量 (10 <sup>6</sup> unit)	單 價 (\$)	生産額 (10 <sup>6</sup> \$)	1985年 對比 成長率	
				數 量%	生産量%
AUDIO CASSETTES	3,300.00	0.68	2,444	2.17	6.86
REEL-TO-REEL AUDIO	80.00	2.53	202	6.67	7.45
8-T CARTRIDGES	24.00	1.17	28	-25.00	-23.29
TOTAL AUDIO VALUE			2,474 (27.19%)	----	6.43
8MM VIDEO CASSETTES	11.50	6.90	79	2.3X	83.70
VHS-C VIDEO CASSETTES	14.60	4.15	61	3.0X	2.18X
VHS/BETA CASSETTES	950.40	3.58	3,400	34.81	19.17
QUADRUPLEX VIDEO	0.12	208.33	25	-20.00	-16.67
ONE-INCH VIDEO	2.20	75.00	165	4.76	12.24
U-MATIC CASSETTES	20.50	14.34	294	-11.14	1.02
TOTAL VIDEO VALUE			4,024 (44.22%)	----	18.70
8-INCH FLOPPY DISKS	85.00	1.45	123	-16.99	-25.90
5-1/4 INCH FLOPPY DISKS(TO IBM)	1,003.80	0.72	723	44.99	18.72
5-1/4 INCH HD FLOPPY DISKS	46.20	1.42	66	21.58	NIL
3-1/2 INCH FLOPPY DISKS	82.00	1.30	107	3.5X	2.82X
3.0-INCH FLOPPY DISKS	15.67	1.67	26	25.63	26.83
2.7-INCH FLOPPY DISKS	1.80	1.67	3	20.00	11.11
TOTAL FLOPPY DISKS VALUE			1,048 (11.52%)	----	16.13
DATA CARTRIDGES(3M TYPE)	12.90	15.35	198	29.00	29.41
DATA CASSETTES	9.00	5.44	49	12.50	25.64
INSTRUMENTATION TAPE	0.20	300.00	60	NIL	7.14
18-TRACK 3480 CARTRIDGES	18.10	11.71	212	110.47	89.29
9-TRACK COMPUTER TAPE	30.50	12.30	375	-7.58	-7.24
TOTAL DATA MEDIA VALUE			894 (9.82%)	----	16.98
14-INCH PLATTERS	2.31	68.00	158	1.02	-20.00
8,9-INCH PLATTERS	2.08	37.02	77	-1.42	1.04
5-1/4 INCH PLATTERS	16.09	15.16	244	51.65	58.44
<100mm PLATTERS>	1.43	16.78	24	116.67	140.00
TOTAL PLATTERS VALUE			503 (5.53%)	----	16.44
DISK PACKS, CARTRIDGES	N/A	N/A	92	N/A	-14.81
OTHER RIGID MEDIA	N/A	N/A	64	N/A	39.13
TOTAL MISCELLANEOUS RIGID MEDIA VALUE			156 (1.71%)	----	1.01
VIDEO FLOPPY DISKS	0.30	2.00	0.6	NIL	NIL
SPECIAL FLOPPY DISKS	0.10	4.00	1.4	25.00	NIL
TOTAL SPECIL PRODUCTS VALUE			1 (0.01%)	----	NIL
GRAND TOTAL VALUE (ALL MAG MEDIA PRODUCTS 1986)			9,100 (100%)	----	8.28

〈표 6〉 1986年 磁氣記錄 媒體用 原料 使用量 推定值

媒 體 種 類	生産面積 ( $10^4 \text{ m}^2$ )	PET Film 使用量 (ton)	磁性體使用量 (ton)	樹脂使用量 (ton)
AUDIO CASSETTES	1,196.25	14,833.50	10,223.40	2,557.50
OPEN REEL AUDIO	208.00	9,333.20	4,227.20	1,056.80
OTHER AUDIO	115.00	277.46	211.41	52.86
TOTAL AUDIO	1,519.25	24,444.16 (20.49%)	14,662.01 (32.60%)	3,667.16 (29.96%)
HALF INCH VIDEO CASSETTES	3,085.90	63,678.22	22,692.28	5,676.54
8MM CASSETTES	94.99	678.50	45.49	9.10
PROFESSIONAL VIDEO	248.20	7,220.47	2,067.31	517.06
TOTAL VIDEO	3,429.09	71,577.19 (59.98%)	24,805.08 (55.14%)	6,202.70 (50.68%)
COMPUTER TAPES	397.90	19,385.90	5,197.71	2,199.99
FLOPPY DISKS, ALL KINDS	38.03	3,916.54	304.93	164.76
TOTAL FLEXIBLE DATA	435.93	23,302.44 (19.53%)	5,502.64 (12.23%)	2,364.75 (19.33%)
RIGID MEDIA, OTHERS	----	----	11.75 (0.03%)	4.11 (0.03%)
GRAND TOTALS, 1986	5,281.31	119,323.79 (100%)	44,981.48 (100%)	12,238.72 (100%)

磁力の 磁性材料를 차례로 실용화해 왔다( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{CrO}_2 \rightarrow \text{Co-}\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{metal}$ ).

### (3) Computer Tape

특히 高信賴性이 요구되며, 反復使用, 長時間 保存에 따른 dropout의 발생이 없도록 엄격한 품질관리가 요구되는 tape 로써, 磁性材料는 일반용  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  로도 충분하며, 최근에는  $\text{CrO}_2$ 를 사용한 computer tape도 나오고 있다. 塗膜強度를 크게 하기 위해 磁性體粒자를 사용하고 있다.

### (4) FD

Floppy disk는 1972년 IBM에 의해 실용화되었는데, 그 구성은 磁氣 disk, jacket,

liner 등으로 이루어져 있다. Normal용 5.25" 8" FD는 300 Oe대의  $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 를 사용하며, 記憶容量 1.6 Mbyte의 고밀도 5.25" FD와 3.5" FD는 抗磁力 600 Oe대의  $\text{Co-}\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 를 사용하고 있으며, 점차 3.5" FD로 바뀌어 가고 있는 추세를 보이고 있다. 최근 일본에서는 metal particle을 사용한 still camera 용 2" FD가 등장하였고, Ba-fer-rite를 이용한 垂直磁化 FD가 선보이고 있기도 하다.

### (5) 磁氣 card

지하철 ticket, 공중전화기용 card, credit card 등으로 사용되고 있는 磁氣 card는, 종이 또는 plastic film 표면에 磁性層을



형성시켜 card 모양의 형태로 사용하는데, 磁性層의 耐摩耗性이 특히 중요하며, 장기 보존시의 안정성이 요구된다. 磁性材料로는  $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Co- $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Ba-ferrite 등이 사용되고 있다.

#### (6) 放送局用 Video tape

1956年 미국의 Ampex社에 의해 2" 폭의 방송용 흑백 video tape가 개발된 이래, 현재의 high band color TV용까지 발전해왔다. 방송용 video tape는 digital 기록화와 현행보다 走査線數를 늘려 高解像力化하여 高畫質을 실현하는, 소위 高品位 TV (HD TV: high definition TV) 錄畫에 대응하는 고밀도 video tape가 요구되고 있다.

#### (7) 家庭用 1/2" $\beta$ , VHS 방식 Video Tape

$\beta$  방식은 1975년 5월 일본 SONY社에 의해 발표된 것으로. 당초에는 1시간 녹화가 가능한  $\beta$ -max 방식이라 불리었으나, 1977년부터 2시간 錄畫가 가능한  $\beta$ -format 방식으로 되었다. VHS 방식은 1976년 일본 Victor로부터 home video용으로 발표된 것으로, 그 이름도 Video Home System을 略해서 VHS 방식으로 명명되었다. 磁性材料로는 抗磁力 600 Oe代의 Co- $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 가 주로 쓰이며, 현재 VHS 방식이 주류를 이루고 있다.

#### (8) S-VHS

S-VHS(Super-VHS)의 輝度信號記錄은 표준 VHS 방식과 마찬가지로 FM 變造記錄을 행하고 있지만, FM 周波數帶域을 5.4 MHz(표준 VHS 방식은 3.4~4.4 MHz), 周波數偏倚를 1.6 MHz(표준 VHS 방식도 1.6 MHz)로 함으로써 水平解像度 400개 이상의(표준 VHS 방식은 250개) 高畫質을 실현하고 있다. 여기에 쓰이는 磁性材料로는 抗磁

力 800 Oe 대, BET  $50\text{m}^2/\text{g}$  정도의 Co- $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 를 사용하고 있다. 高解像力 TV를 이용해 화면을 감상해야 충분한 高畫質을 얻을 수 있으며, 後發國 견제를 위해서 나온 新商品이다.

#### (9) 8mm MP tape

VTR의 小形化, 輕量化 추세에 따라 개발된 幅 8mm의 video tape로, 현재의 VHS,  $\beta$  방식 1/2" video tape의 記錄波長이 1.5~1.7  $\mu\text{m}$  정도인데 비해, 0.5~0.8  $\mu\text{m}$  정도의 기록과장을 이용하며, 音聲信號는 PCM 방식을 사용하고 있다. 磁性材料는 metal 磁性體를 주로 쓰고 있는데 작은 size(0.2  $\mu\text{m}$  정도), 큰 比表面積(약  $55\text{m}^2/\text{g}$ ) 때문에 그 分散技術이 tape 성능을 크게 좌우하고 있다.

#### (10) DAT

DAT(Digital Audio Tape)는 analog 신호를 digital化 시켜 tape에 도포된 磁性體에 量子化된 신호를 기록하는 塗布形 記錄媒體로써, dynamic range 96 dB, 歪率 0.005% 이하로 CD와 같은 수준의 성능을 가지고 있다. 그리고 DAT에는 S-DAT(固定 head 방식)와 R-DAT(回轉 head 방식) 등 두 종류가 있는데 tape 기록시간, cost, size면에서 S-DAT가 뒤떨어지기 때문에 R-DAT가 일반화되어가고 있는 추세이다. DAT에 쓰이는 磁性體材料는 metal 磁性體가 주류를 이루며, soft 용으로 Ba-ferrite가 개발중에 있다.

## 4. 비디오 테이프의 製造 工程

Color TV의 보급으로 인류는 보다 더 풍부한 情報와 娛樂를 향유할 수 있게 되었으며, TV 畫像 및 音聲을 記錄, 再生할 수 있는 V

TR은 한층 더 풍요로운 삶을 누리는데 아주 중요한 역할을 하고 있으며, 科學技術의 꽃이라고까지 불리우고 있다. 이제 video tape를 이용한 情報의 貯藏 및 交換, 教育, 娛樂, 弘報 등은 우리 생활과 밀접해 있다. 이러한 video tape에 요구되는 機械의 特性을 요약하여 <표 7>에 나타냈으며,<sup>15)</sup> 製造 工程을 그림 5에 요약하였다.

<표 7> 磁氣 테이프에 要하는 機械의 特性

1. Head와의 密着이 좋을 것 (彈性이 있어 安定走行을 위한 適定의 stiffness가 必要).
2. 磁性塗布膜面이 平滑할 것.
3. 먼지나 氣孔이 없을 것 (Drop Out가 없다).
4. 두께 偏差가 없을 것.
5. 片伸, 灣曲 등의 形狀不良이 없을 것.
6. 粘着性이 없고 reel이 풀릴 때 blocking이 없을 것.
7. Head의 摩耗가 적을 것.
8. 彈性率, 破斷強度가 크고, 殘留伸度가 작을 것.
9. Scratch나 磁性粉末의 脫落이 없을 것.
10. 適當한 摩擦係數로 tape 走行中에 squeal音を 發生하지 않을 것.
11. 帶電性이 없을 것.
12. Base面과 塗膜과의 接着力이 크고 剝離를 일으키지 않을 것.
13. 耐熱性이 좋을 것.

이제 각 공정을 좀 더 자세히 살펴 보기로 한다.

(1) 分散工程 (Dispersion)

磁性體를 溶劑, 樹脂, 添加劑 등과 잘 섞어 균일한 分散狀을 만드는 공정으로, tape의 기본적인 特性에 큰 영향을 미친다.

여기에 쓰이는 樹脂 (binder)가 가져야 할 特性은 <표 8>에 요약하였다.<sup>16)</sup> 溶劑 (sol-

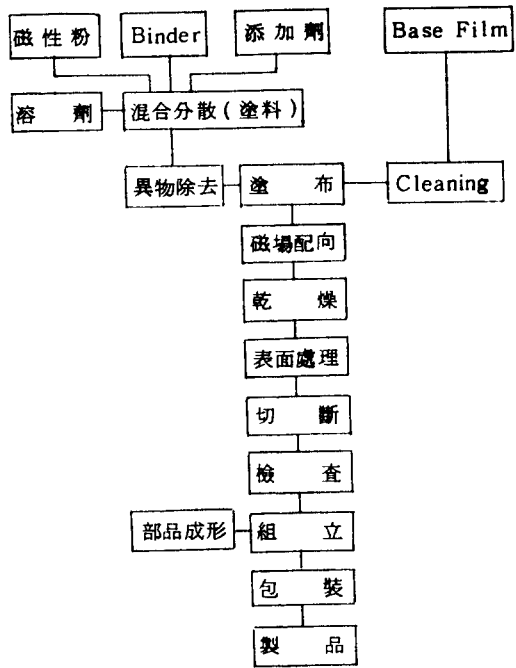


그림 5. Video tape 製造 工程

<표 8> Binder에 요구되는 特性

1. 磁性粉을 base film에 잘 接着할 것.
2. 塗膜을 base film에 잘 接着할 것.
3. 塗膜中の 磁性粉을 잘 分析하고 있을 것.
4. 塗膜中の 磁性粉을 잘 充填하고 있을 것.
5. 塗膜中の 磁性粉을 配向할 것.
6. 塗膜의 表面이 平滑할 것.
7. 塗膜의 耐摩耗性이 좋을 것.
8. 適正한 柔軟性이 있을 것.
9. Head touch가 좋을 것.
10. Tape의 curl, 變形을 일으키지 않을 것.
11. 摩擦係數가 작고, tape 走行性이 좋을 것.
12. 電氣抵抗이 작고, 帶電障害가 적을 것.
13. 粘着性이 없을 것.
14. 耐藥品性이 좋을 것.
15. 使用溫度範圍가 넓을 것.
16. 長期保存에 대하여 經時變化에 의한劣化, 粘着性이 없을 것.

vent)는 樹脂를 잘 용해시킬 수 있는 有機溶劑가 쓰이며 (THF, MEK, Toluene, Cyclohexanone, 등), 添加劑로는 分散安定劑 (dispersant), 帶電防止劑 (conducting agent) 遮光劑, 研磨劑 (abrasive), 滑劑 (lubricant), 硬化劑 (curing agent), 硬化促進劑 등이 사용된다. 分散機로는 ball mill, 振動 mill, homo mixer, kneader, planetary mixer, sand mill 등이 사용되며, 특히 sand mill이 가장 널리 사용되고 있다. Sand mill은 圓筒形 vessel과 적절한 간격으로 積層된 disk로 이루어져 있으며, 적정한 크기의 bead(sand)가 적당량 충전되어 있다. 原料混合體중의 응집된 磁性體 덩어리는 sand mill을 통과하는 동안 disk의 回轉運動과 beads의 飛散運動에 의한 剪斷應力 (shear stress)을 받아 깨어져서 차츰 균일한 分散狀으로 바뀌어 磁性塗料가 된다. 硬化劑는 分散工程 완료 직전에 투입된다.

### (2) 濾過工程 (Filtering)

磁性塗料중 未分散된 磁性粉 덩어리나 分散工程中에 깨어진 beads 조각같은 不純物을 걸러내는 공정으로, tape의 drop out 등과 밀접한 관계가 있다.

### (3) 塗布工程 (Coating)

PET (polyethylene terephthalate)로 된 base film에 磁性塗料를 일정한 두께로 連續塗布하여 磁性層을 형성하는 工程으로써, direct gravure, offset gravure, reverse roll, extrusion, slot die, knife over roll 등의 방식이 사용되고 있으며, 최근에는 幅이 1m, 길이가 10,000m 이상되는 film도 사용되고 있다.

### (4) 磁場配向工程 (Orientation)

Video tape는 水平記錄 媒體이므로, 외부에서 磁場을 걸어주어, 磁性層內에 무질서하게 배열되어 있는 磁性體를 길이 방향으로 일정하게 배열시켜줌으로써, 바람직한 記錄性能이 나타나게 한다.

### (5) 乾燥工程 (Drying)

Coating된 塗料中에 존재하는 有機溶劑를 揮發乾燥하기 위하여 熱風이 순환되고 있는 dryer를 통과시키는 공정으로, 變形과 磨耗를 감소시키기 위하여 非接觸式 乾燥方式이 많이 사용된다. Dryer의 길이, zone의 수, zone別 溫度와 風速 등은 磁性塗料의 性分과 熱 및 物質 傳達效率에 따라 결정한다.

### (6) 表面處理工程 (Calendering)

乾燥된 磁性層의 약간은 孔隙(void)을 포함하고 있으므로 磁性層을 치밀하게 충전시키고, head와 tape간의 密着으로 spacing loss를 極小化하기 위하여, 熱과 壓力을 이용한 表面 鏡面化를 실시한다.

### (7) 硬化工程 (Curing)

磁性層의 機械的 強度 및 化學的 安全性向上을 위하여 適定條件에서 binder와 硬化劑間的 架橋(crosslinking)反應을 실시한다.

### (8) 切斷工程 (Slitting)

硬化가 끝난 原緞(web)은 回轉 knife로 원하는 幅(VHS 및  $\beta$  경우에는 1/2")과 길이로 절단하여 감아서 reel(pan cake)상태로 만든다.

### (9) 檢査

切斷된 tape(pan cake)는 일정한 規格에 따라 品質 檢査를 받아 等級別로 분류된다.

### (10) 組立 (Assembly)

합격된 tape 와 成形 (injection molding) 된 部品 및 case 는 組立 line 에서 品目 및 規格別로 組立되고 포장되어 完製品이 된다.

## 5. 맺음말

磁氣記錄 媒體의 歷史가 오래지 않아 우리나라가 오늘날 일본 다음으로 많은 生産을 이룩하게 된 것은, 産業界에서 중사하고 있는 분들의 피땀어린 정성과 노력의 결과라고 생각된다. 그러나 최근 超高密度 記錄 容量을 갖는 光記錄 (optical memory) 媒體의 實用化로 1990 년대 중반부터는 磁氣記錄 媒體와 경합이 예상되며, 2000 년대에는 光記錄媒體의 수요가 磁氣記錄媒體를 능가할 것으로 전망된다.<sup>3)</sup>

일본의 경우에는 1987 年에 이미 WORM (write once read many) type 의 光記錄媒體가 상당량 보급되었고, 조속한 시일내에 erasable optical disk 가 實用化 되어 보급될 것으로 보인다. 또한, 중국이나 동남아 각국의 추격에 따른 시장 경쟁이 더욱 치열해질 것으로 예상된다. 하지만, 磁氣記錄 媒體는 經濟性 (大量生産 容易), 信賴性, 材料의 多樣性, 普及率 등의 장점을 잘 이용할 경우 향후 상당기간 주요 business item으로 지속되리라 예상되므로, 우리나라로서는 다음과 같은 노력이 필요하리라 생각된다.

첫째, 對外依存 탈피가 시급한 과제이다. 아직 우리나라의 磁氣記錄媒體 産業은 原料, 技術, 設備 등 모든 면에서 외국 특히 일본에 의존하는 정도가 심각한 국면이다. 따라서 産, 學, 研 공동으로 經濟的인 生産工程 開發을 포함한 새로운 技術의 開發이 조속히 이루어져, 여러방면에서 海外依存을 벗어나야겠다.

둘째, 對外競爭力 強化이다. 우리나라가 주

로 生産하고 있는 品目は 先進國에 비하여 附加價值가 그리 높지 않은 製品이 주종을 이루고 있다. 業界에서는 高附加價值 製品의 비중을 높여가는데 더 한층 노력해야 할 것이다. 또한 後發國의 추격에 대처할 수 있도록 기존 製品의 대폭적인 原價節減이 이루어져야겠다.

셋째, 새로운 製品 및 用途의 개척이다. 아직까지 우리나라는 先進國의 製品을 모방하여 産業化하는데 주력해 왔다. 이제는 새로운 商品의 獨自開發과 새로운 用途의 개척을 통한 需要創出의 단계에 들어서야 할 때가 되었다고 판단된다. 이를 달성하기 위한 産, 學, 研의 협동을 다시한번 강조한다.

## 感謝의 글

本稿의 執筆을 허락한 (株)SKC와 執筆을 도와준 表文星, 柳武烈 두분께 深甚한 謝意를 표하는 바입니다.

## 參考文獻

- 1) Robert Angus: *Audio*, **68**(9), 33-39 (1984)
- 2) Claude Bonnebat: *IEEE Trans. Magn.*, (Mag-23), 1, 9-15 (1987)
- 3) I.S. Jacobs: *J. Appl. Phys.*, 50, 11, 7249 (1979)
- 4) J.C. Mallinson. *IEEE Trans. Magn.* (Mag-21), 3, 1217-1220 (1985)
- 5) 北本達治: 磁氣記錄最新技術と裝置 機器, 總合技術出版, p.290(1985)
- 6) 端山文忠: 機能性フィルムの技術と應用, CMC Technical Report No.23, p.74 (1982)
- 7) Tatsuo Fujiware: *IEEE Trans. Magn.*, (Mag-21), 5, 1480-1485 (1985).
- 8) Tatsuo Fujiwara: *ibid.*, (Mag-23), 5, 3125-3130 (1987)

- 9) A. Eiling: *ibid.*, (Mag-23), 1, 16-21 (1987)
- 10) D.E. Speoliotis: *ibid.*, (Mag-23), 1, 25-28(1987)
- 11) T.G. Crandal et al.: *ibid.*, (Mag-23), No.1, 36-38 (1987).
- 12) MMIS Report No. MMIS-1986-GFP, p. 82 (1986)
- 13) 富永匡昭: 磁氣記録媒體總合資料集, 總合電子リサーチ, p.46(1985)
- 14) Magnetic Media International Newsletter (19), No. 3, 42-44(1987), MMIS.
- 15) 富永匡昭: 磁氣記録媒體總合資料集, 總合電子リサーチ, p.46(1985)
- 16) 角谷賢二: 磁性材料の開発と磁性分の磁粉の高分散化 技術, 總合技術ヒンター, p.67(1984)
- 17) Mark H.Kryder: *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Des VLSI Comput.* 1985, 7-11 (1985).