

# 자기기록매체에 있어서 환경변화에 따른 자기 및 전자 변환 특성

윤만영, \*신종순

중부대학교 이공대학 정보통신학과, \*인쇄매체공학과

## Characteristics of Electronic, Magnetic Transformation for Environment Change in Magnetic Recording Media

*Man-Young Yoon, \*Jong-Soon Shin*

Department of Information and Communications, Joong-Bu University

\*Department of Printing Information Media Engineering, Joong-Bu University

### Abstract

Selected chemical, physical, mechanical, and magnetic properties of magnetite, Co- $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO<sub>2</sub> recording tapes were studied, under three sets of temperature and humidity conditions, to accelerate the tapes' aging. The results, obtained indicated that changes in temperature, humidity and magnetic properties were dependent. Changes in the magnetic properties can be used to predict the life expectancy of the information stored in the media. Together, all of these properties can be used to assess the overall storage characteristics of magnetite, Co- $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CrO<sub>2</sub> recording tapes.

### 1. 서 론

자기 테이프는 단기와 장기 사용 모두를 위한 중요한 정보 저장 매체이다. 자기 테이프 매체의 온도와 수분 함유량은 테이프의 물리적, 화학적, 자기적 특성들에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 따라서 온도와 수분 함유량은 자기 테이프가 테이프 설비에서 기록되고 작동될 때, 기록보존소에 보관될 때, 혹은 전송될 때 중요하다. 자기 테이프는 전형적으로 금속 혹은 플라스틱 릴(reel)로 된 팩 형태로 사용되고, 주로 카세트 형태로

포장된다. 릴 혹은 카세트 형태로 된 자기 테이프가, 환경에서의 온도 혹은 습도 변화에 반응하는데 걸리는 시간을 알고 이해하는 것은 유용하다. 이러한 정보는 테이프 취급 절차의 개발과, 온도와 습도가 자기 테이프에 미치는 시간 의존성을 평가하는 데 필요하다.

자기 테이프에 있어서 video tape는 상당히 발전되어 왔으며, 해마다 새로운 grade의 제품이 출시되거나 또는 개선되어 왔다.

Tape에 있어서 이러한 개선은 주로 자성체의 입자 Size 극소화와 효과적인 고밀도 충전이라 생각하는 high packing 기술에 집약되어 P.E.T와 자기 power의 경쟁으로 표출되었다.

이러한 때를 맞추어 등장한 자성체가 magnetite이다. 이 magnetite는 수용액중 합성법,<sup>1)~4)</sup> 금속철의 산화법<sup>5)</sup> 등 여러 가지 방법으로<sup>6)~8)</sup> 합성 할 수 있다.

Magnetite는  $Fe_3O_4$ 로 나타내며 Co-V- $Fe_2O_3$ 보다 자화 power가 크다. 또한 색이 검은 것이 특징으로 tape 표면에서도 알 수 있듯이 지금까지의 tape에 비해 검게 보인다. 이는  $Fe_2O_3$ 에 비하여  $Fe^{2+}$  이온이 많아 그만큼 순철에 가깝기 때문인 것으로 바꾸어 말하면 magnetite는 산화하기 쉬운 성질을 갖고 있다.

지금까지 제조업체에서 main tape에 사용하지 아니한 것은 이와 같은 안정성의 이유에서였다. 그러나 지금은 metal tape의 실용화도 되고 있는 때이므로 비교적 손쉽게 산화방지 기술을 확립하게 되어 magnetite의 안정화에 기여하였다.

이러한 기술을 근거로 magnetite에 대한 실온에서의 시간 변화에 따른 자기특성 변화는 문제가 없는 것으로 이미 보고되었으며<sup>9)</sup>, Eiling과 Pott<sup>10)</sup>는 magnetite의 activation energy ( $E_a$ )에 대한 연구로 자기특성의 경시변화를 설명하였다. 그밖에 Anderson<sup>11)</sup>등은 magnetite의 여러 가지 size에 대한 자기특성에 대하여 보고하였다.

그러나 magnetite를 이용한 video tape에 있어서 환경 변화에 따른 자기 특성 및 전자 변환 특성에 대한 연구는 되어있지 않으므로 환경 변화가 tape 자기특성과 전자 변환 특성에 미치는 영향을 밝히고자 한다.

## 2. 실험

본 실험에서는 초기 항자력( $H_c$ )이 720 Oe이고, 포화자기( $\sigma_3$ )가 83.6emu/g을 갖는 magnetite oxide를 가지고 먼저 자성체 자체의 경시 변화를 보기 위하여  $60^\circ \times 80\%RH$  조건에서 약 900시간까지 보존하며 V.S.M을 이용하여 자기 특성을 측정했으며, 이와 같은 조건에서 Co-V- $Fe_2O_3$ 과  $CrO_2$  자성체도 동시에 측정하였다. 이러한 자성체만의 자기특성은 제품으로서도 아무 의미가 없으나 이 자성체가 tape화되었을 때의 경시변화는 매우 중요한 의

미를 가지고 있다.

따라서 위의 magnetite를 사용한 tape로 table 1에 나타난 바와 같이 초기  $H_c$ 가 722 Oe,  $B_m$ 이 1679G 이고 Video S/N 이 +0.665dB 의 특성을 갖는 제품을 사용하여 이들의 경시 변화를 test하기 위하여  $60^\circ\text{C} \times 80\%RH$  조건에서 약 600시간을 보존하며 자기특성과 전자변환 특성을 측정하였다.

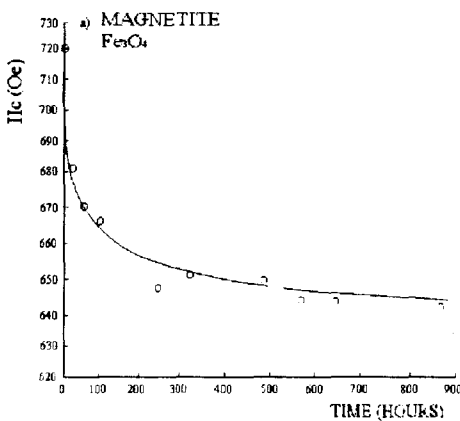
그밖에 조건으로  $40^\circ\text{C}$ 에서 0%RH, 30%RH, 80%RH와  $60^\circ\text{C}$ 에서 0%RH, 30%RH, 80%RH에서 72시간 보존 후 자기 특성 및 전자 변환 특성을 측정하였다.

Table 1. Magnetic and electronic transformation characteristic of video tape for magnetite use

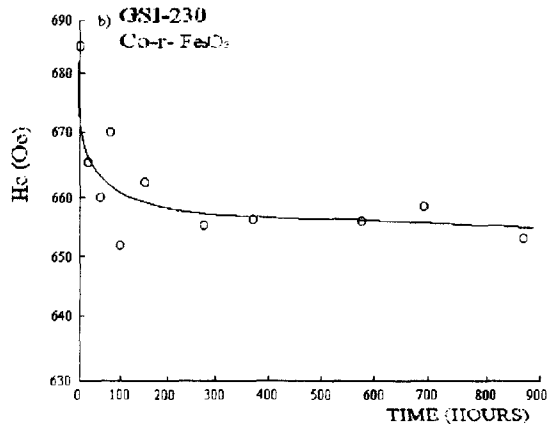
magnetic characteristic	Hc(Oe)	Bm(G)	Br(G)	S.R	O.R	S.F.D
		722	1679.2	1360.3	0.81	1.899
electronic transformation characteristic	video S/N (db)	color S/N		RF output(db)	CHROMA output (dB)	
		AM(dB)	PM(dB)			
	+0.665	+1.284	+0.713	+0.181	+0.461	

### 3. 결과 및 고찰

Magnetite, Co-v- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  및  $\text{CrO}_2$  자성체의  $60^\circ \times 80\%RH$ 에서 시간에 따른 항자력  $H_c$  값의 측정 결과를 fig. 1에 나타내었다.



a) Magnetit



b) Co-v- $\text{Fe}_2\text{O}_3$

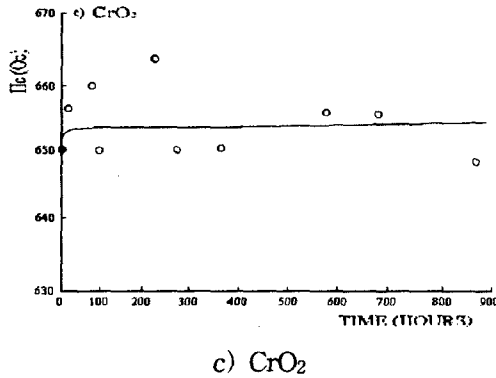


Fig. 1.  $H_c$  in  $60^\circ \times 80\%RH$  according to time variation.

Fig. 1에서 보듯이 시간 변화에 따른  $H_c$  변화에 있어서 magnetite와 Co-v- $Fe_2O_3$  는 시간에 따라  $H_c$ 가 크게 변화하는 반면  $CrO_2$  자성체는 거의 일정한  $H_c$  값을 나타냈으며,  $\sigma_s$ 에서도 같은 양상을 나타내었다. 이러한 경시 변화는 다음과 같은 식으로 표현될 수 있다.

$$H_t = H_0(1 - e^{-kt}) \quad \dots \dots \dots (1)$$

여기서  $H_0$ 는 초기  $H_c$ ,  $H$ 는  $t$  시간 후에  $H_c$ ,  $t$ 는 시간을 나타낸다. 따라서 이러한 자성체들의 경시변화 속도상수( $k$ )를 구하기 위하여 식 (1)의 양변에  $\ln$ 을 취하면

$$\ln \frac{H}{H_0} = -kt \quad \dots \dots \dots (2)$$

가 되며, 식(2)을  $\ln \frac{h}{h_0}$  에 대한  $t$ 를 plot하면 fig. 2에서와 같은 직선이 얻어진다.

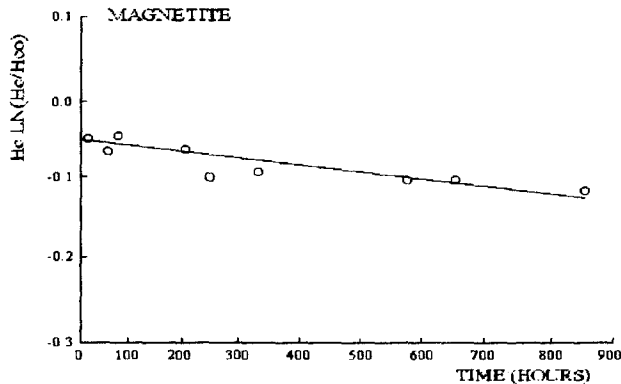


Fig. 2.  $\ln \frac{h}{h_0}$  in  $60^\circ \times 80\%RH$  according to time variation.

이때 얻어진 기울기가 경시 변화에 대한 속도 상수이다. 이들 자성체에 대한 경시 변화 속도 상수(k)는 table 2에 나타내었다.

Table 2. Velocity constant of  $H_c$ ,  $\sigma_s$  in  $60^\circ \times 80\%RH$  according to time variation for magnetite, Co- $\gamma$ - $Fe_2O_3$ ,  $CrO_2$  respectively

	$H_c$ 의 k	$\sigma_s$ 의 k
magnetite	1.03 E-4	5.08 E-5
Co- $\gamma$ - $Fe_2O_3$	3.20 E-5	2.30 E-6
$CrO_2$	4.18 E-6	4.40 E-6

Table 2에 나타난바와 같이 k값에 있어서 magnetite가 Co- $\gamma$ - $Fe_2O_3$  보다 크며 가장 적은 것이 k값이 4.18 E-6인  $CrO_2$  자성체로 이는 항온 항습에 대한 거의 안정하다 할 수 있다. 이와 같은 경시 변화 속도를 갖는 magnetite를 tape화 되었을 때 경시변화 특성은 fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서 보듯이 tape 상태에서도 자성체와 같은 양상을 보였으며 video S/N 역시 같았다. 따라서 fig. 3의 값을 식 (1)과 식(2)에 적용하여 plot한 결과 fig. 4를 얻었으며 이때의 경시변화 속도 상수 k는  $H_c$ 가 1.37 E-4, video S/N 은 2.02 E-5였다.

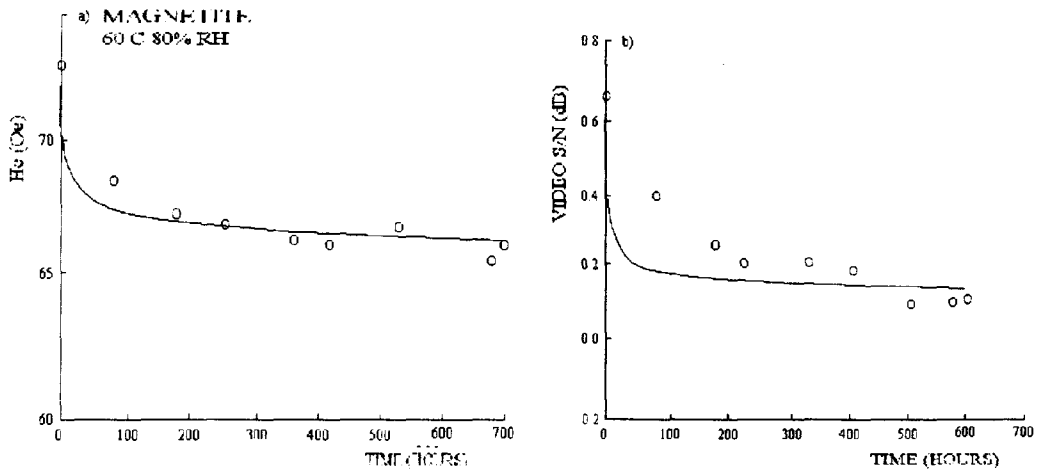


Fig. 3.  $H_c$ , Video S/N in  $60^\circ \times 80\%RH$  according to time variation.

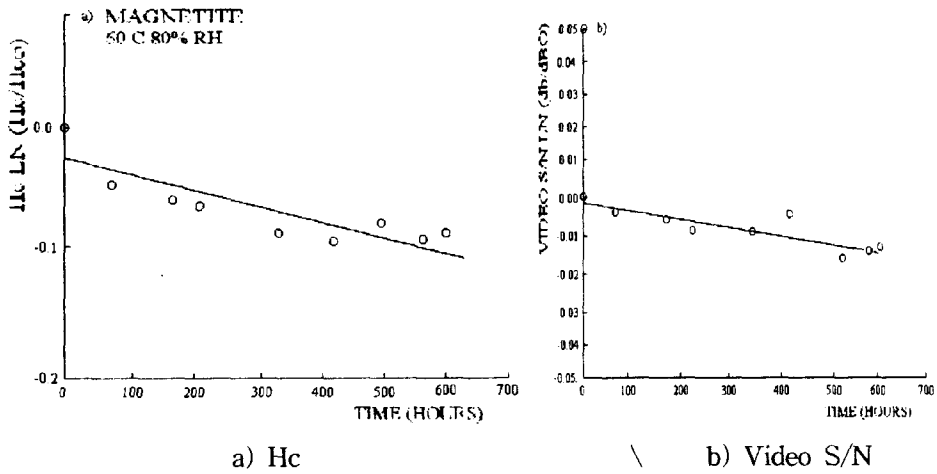


Fig. 4.  $LN \frac{dB}{dB_0}$  in 60×80%RH according to time variation of  $H_c$ , video S/N.

위의 얻어진 값은 60×80%Rh 조건에서 얻어진 값이므로 상온에서 활용하기 위하여 여러 온도 및 습도에서  $H_c$ 값을 측정하였으며 이때 계산된 k값을 table 3에 나타내었다.

Table 3. After conservation 72 hours under y 0%, 30%, 80%RH condition in 60℃ and 40℃, k value about  $H_c$

	40℃	60℃
0% RH	1.74 E-4	2.92 E-4
30% RH	2.04 E-4	3.12 E-4
80% RH	7.08 E-4	9.16 E-4

여기서 magnetite video tape의 일정한 습도에서 activation energy( $E_a$ )를 구하기 위해 각 온도에 대한  $lnk$ 를 Arrhenius 식에 적용하여

$$lnk = \frac{-E_a}{R} \frac{1}{T} + lnA \quad \dots \dots \dots (3)$$

R : Gas Constant

T : 절대온도

$lnk$ 를  $\frac{1}{T}$ 로 plot한 결과 fig. 5을 얻을 수 있었다.

여기서 기울기 =  $-\frac{E_a}{R}$  . . . . . (4)

이므로 각 습도에서의  $E_a$ 를 구하였으며 table 4에 나타내었다.

Table 4.  $E_a$  about  $H_c$  in each humidity according to Arrhenius plot

	$H_c$ 의 activation energy
0% RH	22.314 KJ/mole
30% RH	18.418 KJ/mole
80% RH	11.499 KJ/mole

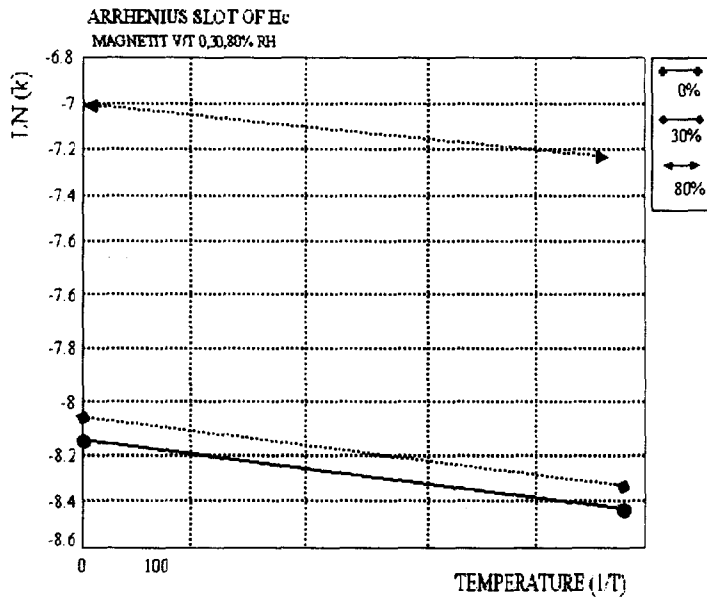


Fig. 5. Arrhenius plot (0%RH, 30%RH, 80%RH) that conform to table 3.

Table 4에 나타난 바와 같이 0%RH 에서의  $E_a$ 가 22.3KJ/mole로 가장 높게 나타났는데 이는 magnetite video tape에 있어서  $H_c$ 의 변화가 습도에 크게 좌우됨을 나타내었다. 또한 습도 변화에 따른  $E_a$ 를 plot 한 결과 fig. 6과 같았으며 습도가 높을수록  $E_a$ 가 작아 지므로 습도가 높을수록 경시 변화폭이 크을 알 수 있다.

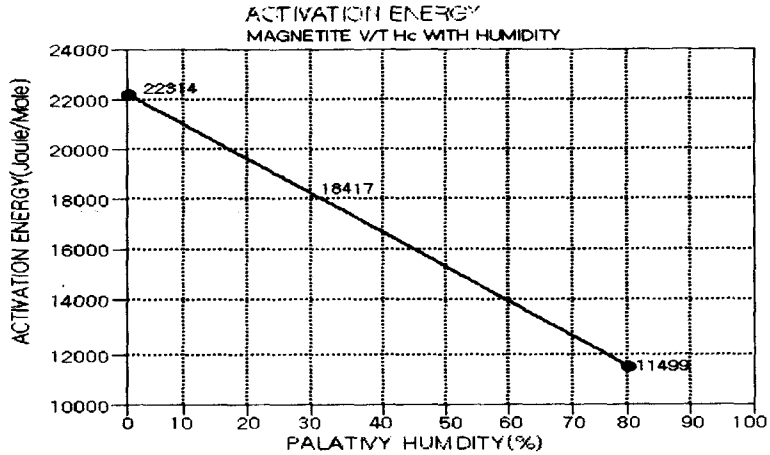


Fig. 6.  $E_a$  of  $H_c$  according to humidity variation.

여기서 위의 모든 결과를 이용하여 일정 온도 및 습도 하에서  $H_c$  값을 계산하여 Eiling<sup>12)</sup> 이 발표한  $H_c$  변화에 대한 video S/N 의 값에 적용하여 계산한 결과 잘 일치하지 않았다.

따라서 magnetite video tape의 경우  $H_c$  변화량에 대한 video S/N 의 변화량을 계산하였으며 fig. 7에 나타내었다.

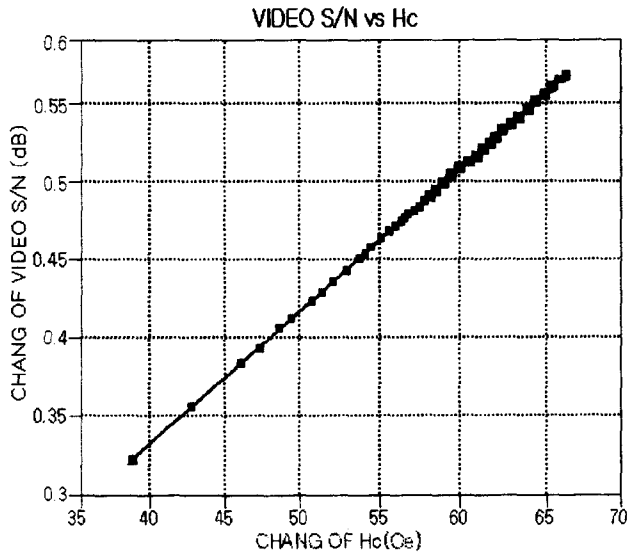


Fig. 7. Change of video S/N for  $\Delta H_c$ .



이 결과 magnetite는  $H_c$  100 Oe 변화함에 따라 video S/N 이 약 0.9dB 정도의 변화 폭을 보이고 있다.

이러한 모든 결과를 가지고 계산한 결과 본 magnetite video tape는  $18^\circ\text{C}$  , 50% 고 조건에서 0.5dB 떨어지는데 약 1년, 1.0dB 떨어지는데 약 5년 이상 걸리는 것으로 계산 되었다.

#### 4. 결 론

Magnetite 자성체는 환경 변화에 따른  $H_c$ 의 경시 변화속도는  $60^\circ\text{C} \times 80\% \text{RH}$  에서  $1.3 \text{ E-}4$  였으며  $\sigma_m$ 은  $5.8 \text{ E-}5$ 였다.

Tape화하였을 경우 역시 환경변화에 따른 경시변화속도  $60^\circ\text{C} \times 80\% \text{RH}$ 에서  $H_c$ 가  $1.37 \text{ E-}4$ , video S/N 은  $2.02 \text{ E-}5$  였다.

$E_a$ 는 속도에 따라 변화하였으며 습도가 낮을수록 높은  $E_a$ 를 나타내었다.

즉 이는 magnetite video tape에 있어서  $H_c$ 의 변화가 습도에 크게 좌우됨을 나타내었다.

이러한 결과에 의하여 magnetite video tape 는 0.5dB 떨어지는데 약 1년, 1.0dB 떨어지는데 약 5년 이상걸리는 것으로 계산되었다.

RH	$E_a$ ( KJ/mole)
0	22.3
20	19.7
40	16.9
60	14.2
80	11.9

## 참 고 문 헌

- 1) AFIAAT report (1947).
- 2) U.S. patent 2, 694, 656 (1954).
- 3) Acta. Cryst. 13, 932 (1960).
- 4) Speliotis, D.,IEEE, MAG-15. 1558 (1979).
- 5) Bull. Acad. Pol. Sci. Ser., Math., Astron., PPhys., 17(1), 51 (1969).
- 6) U.S. Patents. 3, 015, 627 ; 3, 015, 628 (1962).
- 7) German Patents 48590 (1966).
- 8) H. Shiomi, J. Appl. Phys., **36**, 1012 (1965).
- 9) Audio. Video. 11월호. 131 (1991).
- 10) E. F. Wollack, R.L. Arudi, I.E.E.E, MAG-21. 1497 (1985).
- 11) J. D. Hancock and J. H. Sharp, J. Appl. Phys. **69**, 5122 (1991).
- 12) Eiling, I.E.E.E 26 3173 (1990).