

## CoCrMo/Cr 자성박막의 제조조건이

### 자기적성질에 미치는 영향

박정용 · 남인탁

강원도 춘천시 효자 2동 192-1, 200-701

강원대학교 공과대학 재료공학과, 402-040

홍양기

인천직할시 남구 학익동 587-102

동양화학공업(주) 중앙연구소

(1993년 11월 4일 받음, 1993년 12월 18일 최종수정본 받음)

스퍼터된 자기기록매체 Co-10at%Cr-2at%Mo/Cr 자성박막의 제조조건이 미세구조와 자기적특성에 미치는 영향을 조사하였다. 기판의 온도는 상온-250 °C로 하였으며 Cr하지층과 CoCrMo층의 두께는 각각 1000-2500 Å, 300-800 Å이었다. CoCrMo층의 두께가 500 Å - 800 Å 증가함에 따라 결정립은 미세화 되었으며 균일한 조직을 나타냈다. 보자력은 기판의 온도, CoCrMo자성층, Cr하지층의 두께를 증가시켰을때 향상되었다. 기판온도가 250 °C, 자성층의 두께가 700 Å, Cr 하지층의 두께가 1000 Å일때 880 Oe의 보자력을 나타냈다.

## I. 서 론

Co-alloy계 자성박막은 수평 및 수직자기기록매체로서 많은 연구가 이루어져 왔다. 수평기록매체로 이용되는 Co계 자성박막은 고밀도자기기록에 필요한 큰 보자력, 잔류자화, 각형비를 큰 값을 나타내야 하고 내마모성 및 부식저항성등의 특성이 우수해야 하는데 그 대표적인 합금이 CoCr이다. CoCr계 자성박막을 Cr 위에 증착하여 사용된다. Pt, Ta등의 원소를 첨가하여 사용된다[1, 2]. 현재 상용화되는 재료로는 주로 CoCrTa/Cr이며 조성은  $\text{CoCr}_{12-14}\text{Ta}_{2-4}$  (at%)이다. 또한 자성층에 Cr, Ta함량의 변화, 제4원소의 첨가하거나 Cr하지층에 다른 원소를 첨가하여 자성층의 보자력을 높이려는 노력도 있다[3, 4].  $\text{Co}_{86}\text{Cr}_{12}\text{Ta}_2$ /Cr 자성박막의 자기적특성은 CoCrTa자성층의 미세구조 뿐만 아니라, Cr하지층의 결정방향, 결정립 크기와 밀접한 관계가 있다[5, 6, 7]. 앞으로는 더욱 기록밀도가 증가된 하드 디스크가 요구되므로 Co-CrPt/Cr, CoNiPt/Cr박막이 사용될 전망이나 Pt의 높은 가격으로 대체 성분을 이용한 CoCr-X/Cr 자성박막을 제조하여 보자력을 증가시킬 수 있으면 기록매체로서 각광을 받을 수 있을 것이다.

본 연구에서는 수직자기기록매체로서 CoCr계에 Mo를 첨가하여 높은 보자력과 잔류자화 및 우수한 부식저항성등의 특성을 이미 얻은바 있으므로 수평자기기록매

체로서 Cr하지층 위에 CoCrMo를 스퍼터함으로써 자기적특성을 향상시킬 수 있는 방법에 대하여 조사하고 기판온도, Cr층과 합금의 자성층을 변화시켜 CoCrMo/Cr 자성박막의 우수한 자기적 특성을 얻는데 연구목적이 있다.

## II. 실험방법

자성박막 제조는 DC/RF magnetron sputtering system을 이용하였으며 Cr층은 DC power CoCrMo 자성층은 RF power를 사용하였다. 스퍼터 power의 변환 시간을 줄이기 RF와 DC를 동시에 켜고 RF를 차단한 후에 DC를 스퍼터 하였다. 스퍼터링 및 purging용 가스는 초고순도 Ar과  $\text{N}_2$ 였으며 타겟트는 99.9%의 Cr과 Co 타겟트에 Cr, Mo 조각수를 조절하여 만든 Co-10at%Cr-2at%Mo 조성의 composite type이다. 기판은 Non-textured Ni-P/Al이고 직경은 95mm(5"), NiP층의 두께는  $12 \pm 1 \mu\text{m}$ 이다. 박막의 두께는 축척식 방법의 Dektak II D (오차범위 30 Å) 측정하였다. 자기적특성은 진동시료형자속계 (LDJ.Co)로 측정하였으며 미세구조는 주사전자현미경(TOPCON, ABT-150)으로 관찰하였다. 그리고 박막의 결정배향성은 X선회절분석기(Philips, PW1710)를 이용하였다.

본 실험에서의 스퍼터링 조건을 Table 1. 에 나타내었다.

Table I. CoCrMo /Cr thin film sputtering conditions employed in this experiment

Parameter	Cr underlayer	CoCrMo layer
Vacuum	less than $1.8 \times 10^{-6}$ Torr	
Ar pressure	10 mTorr	
Ar flow rate	20 SCCM	
Input power	340V, 0.5A(DC)	250W(RF)
S-T Distance	65mm	
Substrate Temperature	R.T~250 °C	
Thickness	1000-2500Å	300-800Å

### III. 결과 및 고찰

#### 3.1 기판온도에 의한 영향

Fig. 1은 Cr하지층의 두께를 1000~2500 Å으로 증가

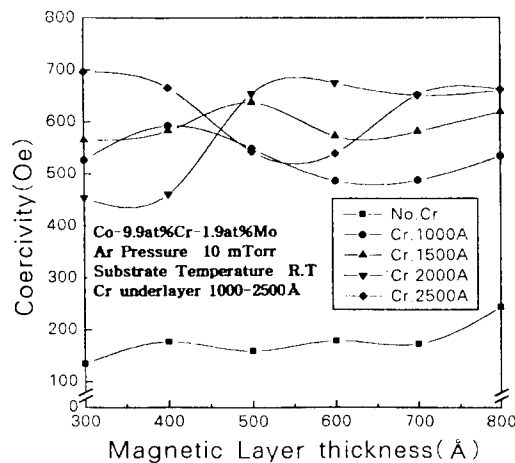


Fig. 1. The change of coercivity measured as a function of magnetic layer thickness.

시키고 CoCrMo 자성층의 두께를 300~800 Å으로 증가시켰을때의 보자력의 변화를 나타낸 그림이다. Cr하지층의 두께증가에 따라 보자력이 증가하고 있으며 2500 Å에서 비교적 높은 값을 나타내었다. Cr하지층이 없는 경우에는 Cr하지층에 의한 epitaxial growth 효과를 얻을 수 없으므로 낮은 보자력을 나타냈다. 또한 자성층의 두께가 증가함에 따라 600 Å 부근에서 보자력의 변화가 비교적 작았다. 이와같이 보자력이 낮은 원인으로 상온에서는 Cr, Mo의 편석 또는 석출에 의한 magnetic decou-

pling, c-axis alignment 및 결정립의 성장등에 의한 효과가 적기 때문인 것으로 사료된다[8, 9]. 온도변화에 따른 영향을 조사하기 위하여 Cr하지층 및 CoCrMo 자성층을 각각 2500, 500~800 Å으로 유지하고 온도를 각각 150, 200, 250 °C로 변화시키며 Cr하지층 및 CoCrMo자성층을 증착하였다. 자기적특성은 기판의 온도변화에 높은 의존성을 나타내며 온도의 증가에 따라 미세구조, 결정배향성등의 변화에 의해 보자력이 증가 한다. 기판의 온도가 증가함에 따라 Cr, Mo 원자들의 이동도가 증가하여 adatom의 움직임이 쉬워지고 편석이 촉진되어 미세구조에 영향을 미쳐 보자력이 증가되고 magnetic interaction을 감소시킴으로써 noise 특성이 개선되는 것으로 보고되고 있다[8, 9, 10]. Fig. 2에서는 Cr하지층의 두께를

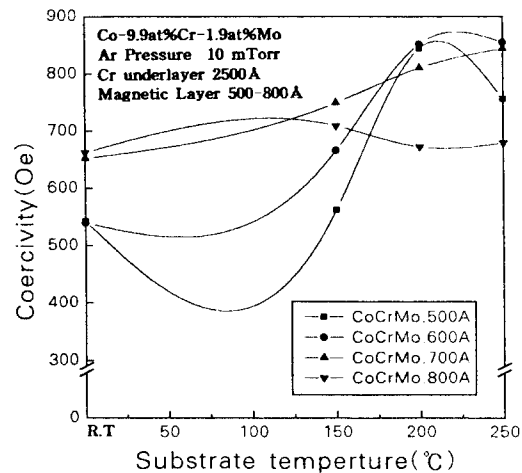


Fig. 2. The change of coercivity measured as a function of substrate temperature.

2500 Å으로 고정하고 CoCrMo자성층을 증착했을때 온도변화에 따른 보자력의 변화를 살펴본 것으로 기판의 온도가 증가함에 따라 보자력이 향상되었으며 R.T에서 증착된 자성막에 비하여 250 °C에서 증착된 CoCrMo자성막의 보자력이 200 Oe 이상 증가 되었다. Fig. 3은 온도증가에 따른 X선회절로 기판의 온도 150, 200 °C에서는 Cr (110)과 CoCrMo(0002) 회절 하나만이 나타났고 250 °C에서 broad하지만 회절강도가 아주 약한 Co(1011) peak가 나타나고 있다. 따라서 온도증가에 따른 보자력의 증가는 결정방위의 변화와 관계가 있을 것으로 추정된다. Co-alloy에서 결정의 방위와 결정립성장온도는 특정조건에서 형성되며 실험에서와 같이 150 °C에서 250 °C로 온도가 증가함에 따른 adatom의 이동도 변화로 Cr, Mo와

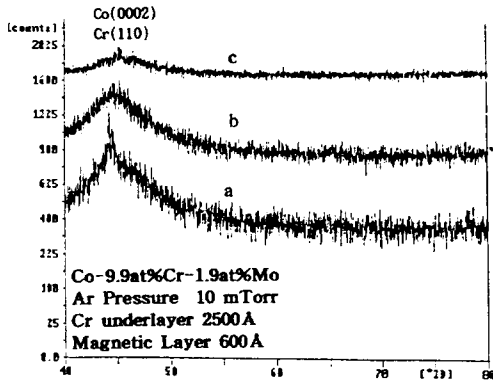


Fig. 3. XRD patterns of CoCrMo(600 Å)/Cr(2500 Å) magnetic thin film as a function of substrate temperature.  
(a) 150°C (b) 200°C (c) 250°C

의 편석, 석출 effect에 의해 결정립 성장이 방해를 받는다[11]. 그러나 본 실험에서는 온도증가에 따른 CoCrMo자성층의 보자력 증가가 정확히 결정배향성에 기인하는지 혹은 Cr, Mo의 편석에 의한 영향인지에 관한 것은 분석하기가 곤란했다.

### 3.2 Cr하지층의 두께변화에 따른 영향

Cr하지층의 두께변화가 미세구조 및 자기적성질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 CoCrMo자성층 및 Cr하지

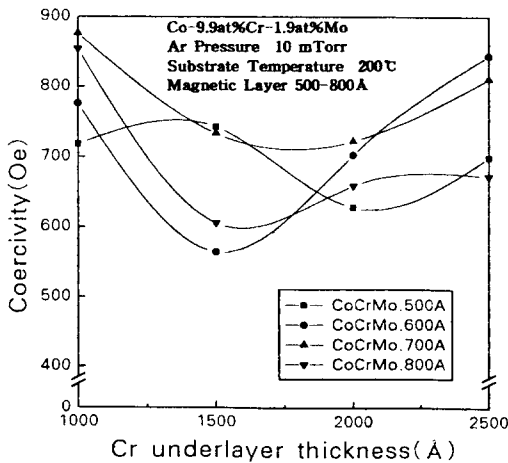


Fig. 4. The change of coercivity measured as a function of Cr underlayer thickness.

층의 두께를 변화시키며 실험을 하였다. Cr하지층의 두께

에 따른 보자력의 변화는 결정립의 magnetic isolation 또는 separation을 일으키는 자성층의 첨가원소에 의한 편석효과와 더불어 박막의 결정립크기, 배향성등에 영향을 미쳐 자기적특성의 변화를 가져오는 것으로 밝혀져 있으며[12] 실제로 본 실험에서도 역시 CoCrMo/Cr 박막의 보자력이 Cr하지층의 두께에 크게 의존한다. Fig. 4는 기판의 온도를 200 °C로 유지하고 자성층의 두께를 500~800 Å으로 변화시켰을때의 Cr하지층의 두께 증가에 따른 보자력의 변화를 나타낸 것으로 보자력은 Cr하지층의 두께가 1000 Å일때 높은 값을 나타내었다. 그러나 Cr하지층의 두께가 증가함에 따라 대체적으로 보자력은 감소하는 경향을 나타내었다. 1000 Å이상의 Cr하지층에서 보자력의 감소는 Cr하지층의 결정립의 계속적인 성장으로 인한 CoCrMo자성층의 copy effect에 의한 결과로 생각된다[13]. 그러나 이것은 Cr 하지층에 대한 미세구조에 대한 실험에 의하여 결정배향성에 의한 것인지 미세조직에 의한 것인지 확인할 수 있다.

### 3.3 자성층의 두께변화에 따른 영향

자성층의 두께변화에 따른 자기적성질을 조사하기 위하여 기판의 온도를 250 °C로 유지하고, Cr층의 두께 및 자성층의 두께를 변화시켰다. Fig. 5는 자성층의 두께증

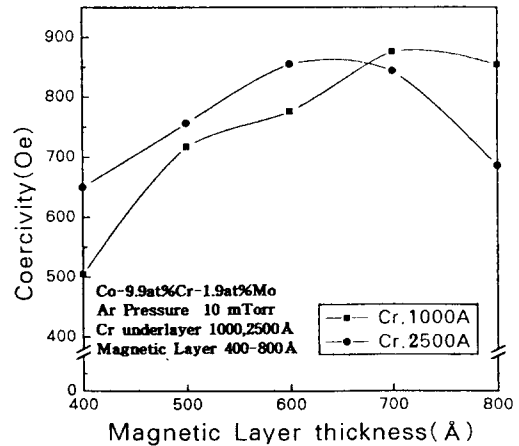


Fig. 5. The change of coercivity measured as a function of CoCrMo magnetic layer thickness.

가에 따른 보자력의 변화를 나타내는 것으로 Cr하지층이 1000 Å일때는 자성층의 두께증가에 따라 보자력이 증가하여 700 Å에서 포화되는 경향을 나타내었으나 Cr하지

층이 2500 Å일때는 CoCrMo자성층이 600 Å에서 높은 보자력을 나타내었다. Fig. 6은 Cr하지층을 2000 Å으로

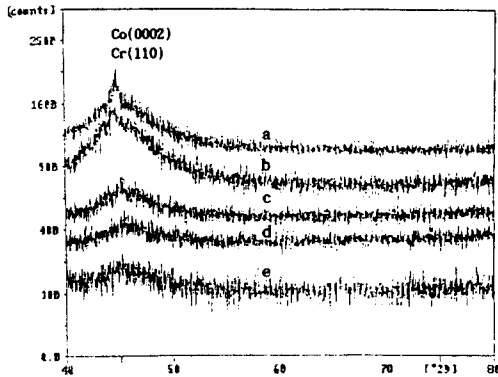


Fig. 6. XRD patterns of CoCrMo(600 Å) /Cr(2000 Å) magnetic thin film as a function of magnetic layer thickness.  
 (a) 400 Å (b) 500 Å (c) 600 Å  
 (d) 700 Å (e) 800 Å

유지하고 자성층의 두께를 400 Å에서 800 Å으로 변화시킨 X선회절 pattern이다. 회절 pattern은 앞에서 언급한 바와같이 Co(0002)와 Cr(110) peak 하나만 나타나므로 분석하기 어려웠다. Fig. 7은 Cr하지층을 2500 Å으로 유

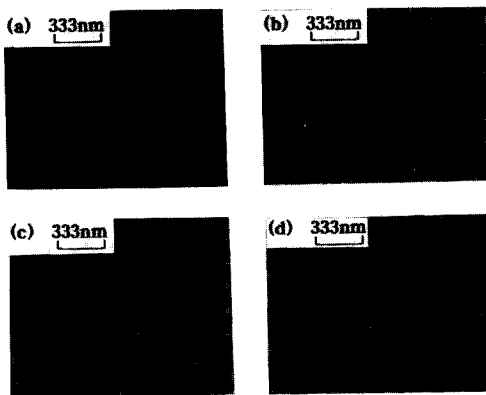


Fig. 7. SEM micrograph of CoCrMo /Cr(2000 Å) magnetic thin film as a function of magnetic layer thickness.  
 (a) 500 Å (b) 600 Å (c) 700 Å (d) 800 Å

지하고 자성층의 두께를 500 Å에서 800 Å으로 변화시킨 미세조직이다. SEM 그림에서 보는 바와같이 자성층의

두께가 증가함에 따라 결정립크기는 조금씩 감소한다. 이와같이 CoCrMo 자성층두께 증가에 따른 보자력의 변화는 회절강도 및 미세구조의 변화를 통해 보자력이 증가하나 CoCrMo자성층 두께의 계속적인 증가는 다시 결정립크기를 증가시키며 결과적으로 입자들간의 coalescence가 일어나 보자력이 감소한다. 또한 in-plane 방위의 결정립이 CoCrMo자성층두께가 증가하는 방향의 결정립보다 작을때 plane에서 발생하는 demagnetizing field에 의해서도 보자력이 감소하는 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

자기기록매체 CoCrMo /Cr 자성박막의 자기적성질과 미세구조와의 관계연구에 관한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- ① 자성층의 두께가 500 Å ~ 800 Å로 증가함에 따라 결정립크기는 조금씩 감소하며 미세하고 균일한 조직을 나타내었으며 보자력은 증가하였다.
- ② CoCrMo 자성층의 미세구조는 기판의 온도와 Cr하지층의 두께의존성에 비하여 자성층의 두께 의존성이 컸다.
- ③ 보자력은 기판온도에 큰 영향을 받으며 상온기판과 비교하여 250 °C에서 약 200 Oe이상 보자력이 향상되었다.
- ④ 기판온도가 200 °C, 자성층의 두께가 700 Å, Cr하지층의 두께가 1000 Å일때 880 Oe의 보자력을 나타냈다.

#### 감사의 글

이 논문은 1992년 교육부지원 교육부 첨단공학(신소재 분야) 학술연구조성비에 의해 연구되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

[ 1 ] R. D. Fisher, J. C. Allen, J. L. Pressesky, IEEE Trans. Magn., **MAG-22**(5), 352(1986)  
 [ 2 ] M. Yanagisawa, N. Shiota, H. Yamaguichi and Y. Suganuma, IEEE Trans. Magn., **Mag-19**, 1638(1983)  
 [ 3 ] M. Ishikawa, K. Terao, M. Hashimoto, N. Tani, Y. Ota, and K. Nakamura, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(5), 1602 (1990)

- [ 4 ] N. Tani M. Hshimoto, M. Ishikawa, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(4), 1285(1990)
- [ 5 ] J. C. Allen, R. D. Fisher, IEEE Trans. Magn., **MAG-23**, 122(1987)
- [ 6 ] T. Coughlin, J. Pressesky, S. Y. Lee, N. Heiman, and R. D. Fisher, J, Appl. Phys., **67** (9) 4689(1991)
- [ 7 ] J. Pressesky, S. Y. Lee, S. Duan, and D. Williams, J. Appl. Phys., **67**(9), 5163(1991)
- [ 8 ] R. Ranjan, J. A. Christner and D. P. Ravipati, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(1), 322(1990)
- [ 9 ] N. Tani, M. Hashimoto and M. Ishkawa, IEEE Trans. Magn., **MAG-26**(4) 1282(1990)
- [10] Takashi Watanabe, Moshiko Naoe, IEEE Trans. Magn., **MAG-24**(6) 2721(1988)
- [11] 장평우, 박사학위논문, 28(1991)
- [12] M. Ishkawa, N. Tani and Ota IEEE. Trans. Magn., **MAG-26**(5), 1602(1990)
- [13] S. L. Duan, J. O. Artman, J. W. Lee, B. Wong, D. E. Laughlin, J. Appl. Phys., **67**, 4913(1990)

## The Effect of Sputtering Conditions on Magnetic Properties of CoCrMo /Cr Magnetic Thin Film

Jeong-Yong Park, In-Tak Nam

*Department of Materials Engineering, Kangwon National University*

*192-1 Hyoja-Dong, Chunchon, Kangwon Do 200-701, Korea*

Yang-Ki Hong

*Research Center, Oriental Chemical Industries*

*587-102 Hakik-Dong, Incheon 402-040, Korea*

(Received 4 November 1993, in final form 18 December 1993)

The effect of sputtering conditions on magnetic properties of CoCrMo /Cr magnetic thin film was investigated. Substrate temperature were controlled from R. T to 250 °C. The thickness changes of Cr underlayer and CoCrMo magnetic layer were in the range of 1000-2500 Å and 300-800 Å, respectively. Grain size was found to be decreased with increasing magnetic layer thickness (from 500 Å to 800 Å). CoCrMo magnetic layer microstructure showed relatively small dependence on Cr underlayer thickness, substrate temperature. Coercivity increased with increasing Cr underlayer, magnetic layer thickness and substrate temperature. CoCrMo /Cr thin film showed a coercivity of 880 Oe in 700 Å magnetic layer thickness and 1000 Å Cr underlayer thickness.