

## Co-Cr(-Ta)/Si 이층막의 자기적 특성

### Magnetic properties of Co-Cr(-Ta)/Si bilayered thin film

°김용진\*, 박원호\*, 금민종\*, 손인환\*\*, 최형욱\*, 김경환\*  
( °Y.J.Kim\*, W.H.Park\*, M.J.Keum\*, I.H.Son\*\*, H.W.Choi\*, K.H.Kim\* )

#### Abstract

In order to investigate the magnetic properties of CoCr-based bilayered thin films on kind of underlayer, we introduced amorphous Si layer to Co-Cr(-Ta) magnetic layer as underlayer.

With the thickness of CoCr, CoCrTa single layer, crystalline orientation and perpendicular coercivity was improved. It was revealed that by introducing the Si underlayer, the c-axis orientation of CoCr, CoCrTa magnetic layer was improved largely. However, with increasing Si film thickness, perpendicular coercivity and saturation magnetization of CoCr/Si, CoCrTa/Si bilayered thin films was decreased. Grain size of bilayered thin films became larger.

**Key Words** : Perpendicular magnetic recording media, Amorphous Si, Co-Cr(-Ta) thin film, C-axis dispersion angle  $\Delta\theta_{90}$ , Perpendicular coercivity  $H_{c\perp}$

#### 1. 서 론

고도 정보화시대에 있어 정보를 적합하게 처리할 필요가 있으며, 최근 CD-R(W)나 MO, DVD 등의 고용량 기록매체 시장이 활성화 된 것을 보아도 정보를 저장시켜야할 필요성이 어느 정도인지 알 수 있다. 또한, 최근 몇 년 사이에 정보화사회는 급격하게 발전하여, 개인용 컴퓨터(Personal Computer)의 보급에 따른 인터넷, E-Mail 등의 보급·발달에 따라 정보처리기술은 그 중요성을 더해가고 있다. 이에 따라 동화상, 데이터베이스 등의 대용량의 정보를 저장할 수 있는 장치가 요구되고 있고, 대용량의 정보를 저장할 수 있는 기록매체의 개발이 필요하게

되었다. 이 기록매체 중에서 기술적인 면·가격면에서 가장 적합한 것이 자기기록매체로서 그 중에서도 Co-Cr계 합금박막 매체가 결정배향 및 자기적 특성이 우수하고, 제작이 용이하며, 포화자화, 보자력의 제어가 용이하다는 장점으로 많은 연구·개발이 이루어지고 있다<sup>[1]</sup>.

Co-Cr계 합금박막 매체는 수평자기기록 뿐만 아니라 수직자기기록방식<sup>[2]</sup>에서도 많은 연구·개발이 이루어지고 있다. Co-Cr계 합금박막의 경우 하지층의 도입으로 인해 그 결정성 및 자기적 특성을 향상시킬 수 있으며, 하지층으로서 Ti, Pt, Ge, Si 등이 이용되고 있다. 또한, 하지층의 도입으로 자성층 결정립의 미세화 및 수직자기특성이 양호하지 않은 초기층의 성장을 억제 할 수 있는 효과가 있다. 따라서 본 연구는 Co-Cr계 합금박막에 아몰퍼스 Si을 하지층으로 이용하여 Co-Cr(-Ta)/Si 이층막을 제작, 그 자기적 특성을 살펴보았다.

\* : 경원대학교 공대 전기전자공학부  
(성남시 수정구 북정동 산 65, Fax: 031-750-5491  
E-mail : khkim@mail.kyungwon.ac.kr)

\*\* : 신성대학 전기과

## 2. 실험 방법

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장치를 이용하여 Co-Cr(-Ta)/Si 이층막을 제작하였다. 대향타겟식 스퍼터법은 낮은 가스압력에서도 안정된 방전을 일으킬 수 있고,  $\gamma$ -전자, 음이온과 같은 고에너지입자로부터 기관으로의 충격을 억제할 수 있는 플라즈마-프리의 기관위치를 가지고 있어 우수한 c-축 배향성 및 막의 표면이 평탄한 고품위 박막을 제작할 수 있는 특징이 있다<sup>[3]</sup>. 직경 4"의  $Co_{77}Cr_{20}Ta_3$ ,  $Co_{78}Cr_{22}$  합금타겟을 이용하여 자성층을 제작하고 동일직경의 Si 타겟을 이용하여 하지층을 glass 기관 위에 제작하였다.  $6 \times 10^{-7}$  Torr까지 챔버를 배기시킨 후 분위기 가스 Ar(99.999%)의 압력을 1mTorr로 하여 막을 증착하였다, 막 증착시 자성층의 막두께는 100nm로 고정하였으며, 하지층의 막두께는 5~100nm로 변화시켰다. 기관온도는 자성층, 하지층 각각 250°C, R.T로 고정하였다. 제작된 막의 결정성 및 표면 분석은 X선 회절장치(X-ray diffractometer), 원자력현미경(Atomic Force Microscopy)를 이용하였으며 자기적 특성은 20kOe의 최대포화자장을 가지는 진동시료형자력계(Vibrating Sample Magnetometer)를 이용하였다.

## 3. 결과 및 검토

### 3.1 CoCr, CoCrTa 단층막

대향타겟식 스퍼터링장치를 이용하여 CoCr, CoCrTa 단층막을 제작하였다. 막 제작시 막두께는 30~200nm로 변화시켰다. 그림1은 CoCr, CoCrTa 단층막의 막두께 변화에 따른 c-축 배향성  $\Delta\theta_{50}$ 의 막두께의존성을 나타낸 것이다. CoCr, CoCrTa 단층막 모두 막두께가 증가할수록 c-축 배향성이 개선되는 결과를 나타내었다. 또한, CoCr 단층막에 비해 CoCrTa 단층막의 c-축 배향성이 모든 막두께 변화에 대해서 우수하게 나타났다. 이것은 Co-Cr 매체에 소량의 Ta를 첨가함으로써 Co-Cr 매체의 육방형격자가 조금 확장되어, Cr이 중앙으로 들어오기 쉽게 되고, HCP 안정의 Co에 BCC 안정의 Cr을 혼합시켜도 HCP 격자를 유지할 수 있게 해 주기 때문이라고 사료된다<sup>[4]</sup>.

그림2는 CoCr, CoCrTa 단층막의 막두께 변화에 따른 수직보자력  $H_{c\perp}$  및 수평보자력  $H_{c\parallel}$ 의 막두께 의존성을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 CoCr, CoCrTa 단층막 모두 막두께가 증가할수록 수직보자력  $H_{c\perp}$ 은 증가하고 있는 것을 알 수 있다. CoCr 단층막 보다 CoCrTa 단층막이 큰 보자력을 나타내었다.

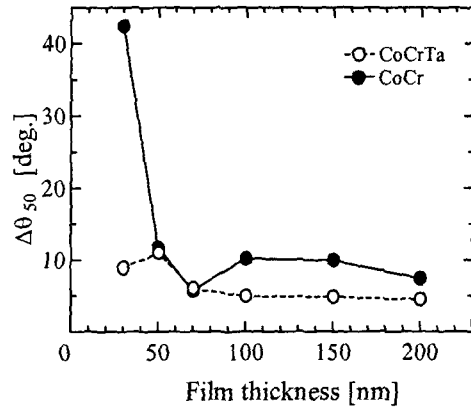


그림 1. CoCr, CoCrTa 단층막의  $\Delta\theta_{50}$ 의 막두께의존성  
Fig. 1. Film thickness dependence of  $\Delta\theta_{50}$  for CoCr, CoCrTa single layer

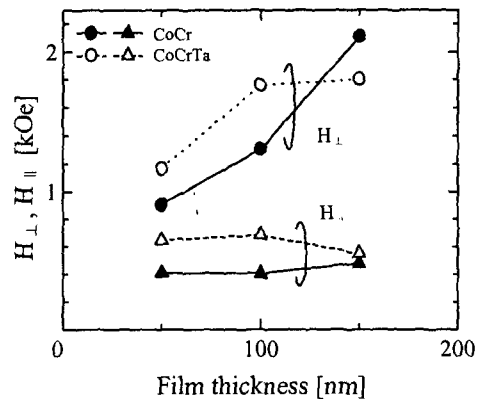


그림 2. 수직보자력  $H_{c\perp}$  및 수평보자력  $H_{c\parallel}$ 의 단층막 막두께 의존성  
Fig. 2. Film thickness dependence of perpendicular coercivity  $H_{c\perp}$  and in-plane coercivity  $H_{c\parallel}$  for CoCr, CoCrTa single layer

이것은 Ta의 첨가로 인해 Co-Cr 결정 내에서 grain boundary로의 Cr 편석을 높여서 나타난 결과라 할 수 있다<sup>[5]</sup>. 그러나, 막두께 150nm에서 CoCrTa 단층막의 수직보자력이 CoCr 단층막보다 작게 나온 것은 막두께 증가에 따른 CoCr의 결정립

경의 증가보다 CoCrTa의 증가율이 높아 막 내의 인접 자구들 사이에서 자기적인 분리가 무너지면서 서로간에 영향을 주어 나타난 결과라 생각된다.

### 3.2 CoCr/Si, CoCrTa/Si 이층막

그림3은 CoCr, CoCrTa 자성층의 막두께를 100nm로 고정시키고 Si 하지층의 막두께를 5~100nm로 변화시켜 제작한 이층막의 c-축 분산각  $\Delta\theta_{50}$ 의 하지층막두께 의존성이다. 단층막에 비해 각각의 이층막은 Si 하지층의 도입으로 인해  $\Delta\theta_{50}$ 의 값이 크게 개선되는 것을 알 수 있다. 특히 CoCr/Si 이층막의 경우 CoCr 단층막에 비해  $\Delta\theta_{50}$ 이  $10^\circ$ 에서  $2^\circ$ 로 크게 개선되었으며, 하지층의 막두께를 100nm까지 증가시켜 제작한 이층막에서는  $\Delta\theta_{50}$ 이 일정한 값을 나타내었다. 이것은 Si 하지층의 도입으로 인하여 CoCr, CoCrTa 자성층의 결정배향을 촉진되어 나타난 결과라 사료된다.

그림4는 Si 하지층의 막두께를 변화시켜 제작한 CoCr/Si, CoCrTa/Si 이층막의 수직보자력 및 수평보자력의 하지층막두께 의존성을 나타낸 것이다. 하지층의 막두께가 증가할수록 CoCr/Si, CoCrTa/Si 이층막의 수직보자력  $H_{c\perp}$ 는 감소하였다. 그림5에 나타낸 Si 하지층의 막두께 변화에 따른 포화자화  $M_s$ 의 변화에서도 볼 수 있듯이 Si 하지층의 막두께가 증가할수록  $M_s$  값이 낮아지는 것을 알 수 있다.

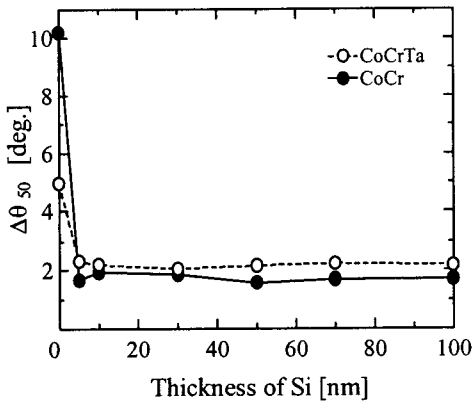


그림 3. CoCr/Si, CoCrTa/Si 이층막의  $\Delta\theta_{50}$ 의 하지층 막두께의존성

Fig. 3. Underlayer thickness dependence of  $\Delta\theta_{50}$  for CoCr/Si, CoCrTa/Si bilayered thin film

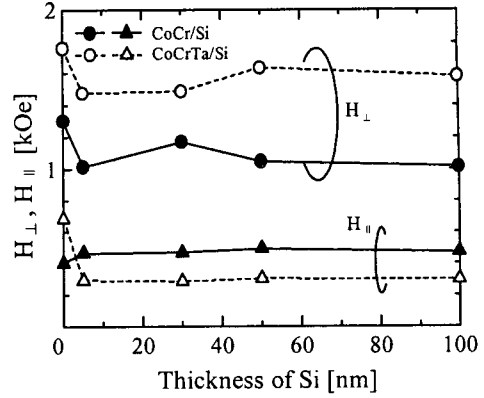


그림 4. 수직보자력  $H_{c\perp}$  및 수평보자력  $H_{c\parallel}$ 의 하지층 막두께 의존성

Fig. 4. Underlayer thickness dependence of perpendicular coercivity  $H_{c\perp}$  and in-plane coercivity  $H_{c\parallel}$  for CoCr/Si, CoCrTa/Si bilayered thin film

이러한 변화는 Si이 자성층으로 확산이 이루어져 나타난 결과라 사료된다<sup>[6]</sup>. 수평보자력  $H_{c\parallel}$ 의 경우 CoCr/Si 이층막에서는 큰 변화가 나타나지 않았지만 CoCrTa/Si 이층막은 CoCrTa/Si 이층막에서는 약 300Oe로 절반정도의 값을 나타내었다.

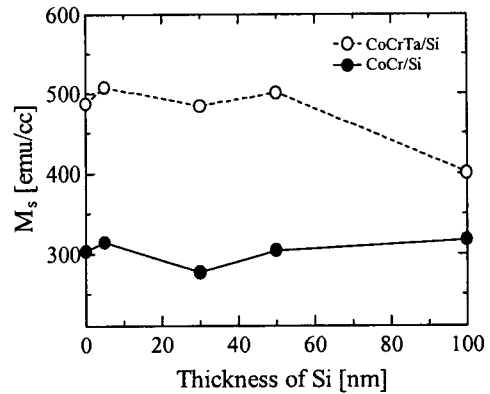


그림 5.  $M_s$ 의 하지층 막두께의존성

Fig. 5. Underlayer thickness dependence of  $M_s$  for CoCr/Si, CoCrTa/Si bilayered thin film

Si 하지층을 이용하여 제작한 이중막매체에서 수직보자력의 감소가 나타났지만 수평보자력을 어느 정도 제어 할 수 있었다.

그림6은 CoCr, CoCrTa 단층막과 CoCr/Si(5nm), CoCrTa/Si(5nm)의 AFM 이미지이다. Si 하지층을 이용한 이중막 매체의 결정은 단층막의 경우와 비교해 조금 큰 것을 알 수 있다. 결정입경의 증가로 인

해 그림4에 나타내었던 수직보자력의 감소가 나타난 것을 확인 할 수 있다.

#### 4. 결론

대향타겟식 스퍼터링장치를 이용하여 CoCr, CoCrTa 단층막 및 Si 하지층을 도입하여 CoCr/Si, CoCrTa/Si 이중막을 제작하여 결정성 및 자기적 특성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CoCr, CoCrTa 단층막의 경우 막두께가 증가할수록 c-축 분산각  $\Delta\theta_{50}$  은 감소하고, 수직보자력  $H_{c\perp}$  은 증가하였다.

2. CoCr/Si, CoCrTa/Si 이중막은 Si 하지층의 도입으로 인해 c-축 분산각  $\Delta\theta_{50}$  은 크게 개선되었으며, 하지층의 막두께 변화에 대해서는 일정한 값을 나타내어 결정성을 크게 향상시킬 수 있었다.

3. 이중막의 자기적 특성은 Si 하지층의 도입과 함께 하지층의 막두께 증가에 대해서 수직보자력  $H_{c\perp}$  및 포화자화  $M_s$ 는 단층막일 때와 비교해 감소하였으나, 수평보자력은 300Oe 정도로 제어할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] S.Iwasaki and K.Ouchi, IEEE Trans. Magn., MAG-14, 849, 1978
- [2] S. Iwasaki and Y. Nakamura, IEEE Trans. Magn., MAG-13, 1272, 1977
- [3] K.H.Kim, S.H.Kong, M.J.Keum, I.H.Son, S.Nakagawa and M.Naoe, Applied Surface Science, 169-170, pp. 410~414, 2001
- [4] M.Naoe, Journal of Magnetic Society Japan, 24, 1, pp. 25~34, 2000
- [5] N.Inaba and M.Futamato, Journal of Applied Physics, Vol. 87, No. 9, pp. 6853~6865, 2000
- [6] H.Komagome et al, Journal of Magnetic Society Japan, 24, pp. 243~246, 2000

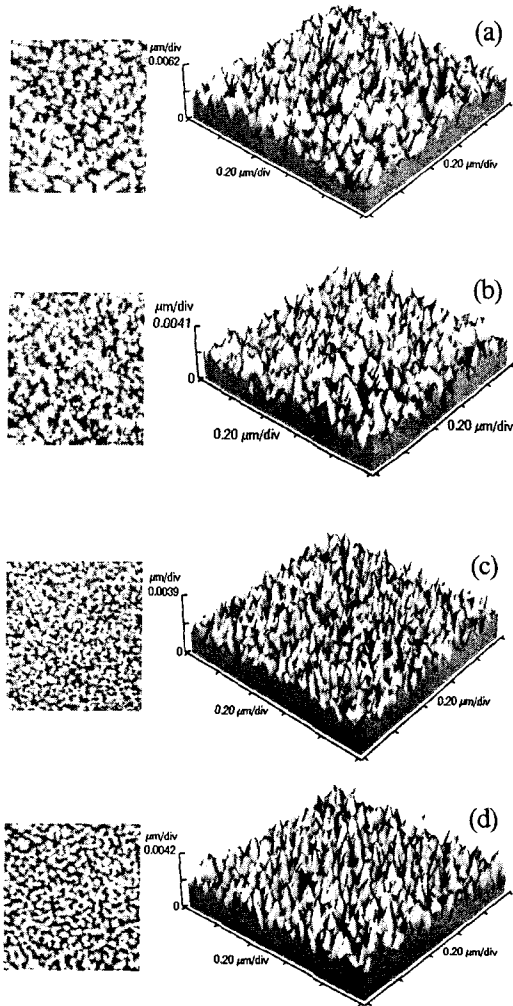


그림 6. 단층막과 이중막의 AFM 이미지

(a) CoCrTa=100nm, (b) CoCrTa/Si=100/5nm

(c) CoCr=100nm, (d) CoCr/Si=100/5nm

Fig. 6. AFM images of CoCr, CoCrTa single layer and bilayered thin films