

하지층기판온도에 따른 CoCrTa/Si 이중박막의 특성변화

Characteristics variation of CoCrTa/Si double layer thin film on variation of underlayer substrate temperature

박원호*, 김용진*, 금민중*, 가출현**, 손인환**, 최형욱*, 김경환*
(W.H.Park*, Y.J.Kim*, M.J.Keum*, C.H.Ka**, I.H.Son**, H.W.Choi*, K.H.Kim*)

Abstract

Crystallographic and magnetic characteristics of CoCr-based magnetic thin film for perpendicular magnetic recording media were influenced on preparing conditions. In these, there is that substrate temperature was parameter that increases perpendicular coercivity of CoCrTa magnetic layer using recording layer. While preparation of CoCr-based doublelayer, by optimizing substrate temperature, we expect to increase perpendicular anisotropy of CoCr magnetic layer and prepare ferromagnetic recording layer with a good quality by epitaxial growth. CoCrTa/Si doublelayer showed a good dispersion angle of c-axis orientation $\Delta\theta_{50}$ caused by inserting amorphous Si underlayer which prepared at underlayer substrate temperature 250C. Perpendicular coercivity was constant, in-plane coercivity was controlled a low value about 200Oe. This result implied that Si underlayer could restrain growth of initial layer of CoCrTa thin film, which showed bad magnetic properties effectively without participating magnetization patterns of magnetic layer.

In case of CoCrTa/Si that prepared with ultra thin underlayer, crystalline orientation of CoCrTa was improved rather underlayer thickness 1nm, it was expected that amorphous Si layer played a important role in not only underlayer but also seed layer.

Key Words : Perpendicular magnetic recording, CoCrTa thin film, Amorphous Si underlayer, $\Delta\theta_{50}$, Perpendicular and in-plane coercivities

1. 서론

고도 정보화사회라 불리는 현대사회에 있어서 대량의 정보를 전달·기록보존, 또는 처리하는 일은 우리들 생활에 없어서는 안되는 것이라 해도 과언이 아니다. 특히 최근에는 인터넷 등의 발달·보급으로 인해 이들 정보기술은 중요성을 더해가고 있다. 이들 정보를 저장하고 처리하는 하드디스

크에 있어서 기록밀도는 MR·GMR 헤드의 도입으로 인해 10년에 100배라는 성장을 보이고 있으며 기록밀도 또한 100Gbyte/inch²을 목표로 하고 있다. 그러나, 현행의 기록방식인 수평자기기록방식에 있어서 고기록밀도화에 따른 감자계의 증대나 초상자성효과라는 물리적 한계에 이르고 있다. 이러한 물리적 한계에 직면하고 있는 수평자기기록방식을 대신할 기록방식으로서 수직자기기록방식[1]이 1977년 일본 동북대학의 이와사키교수에 의해 제안되었다. 이 수직자기기록방식은 기록밀도의 증가에 따른 감자계 현상이 없도 고기록밀도일 수록 기록자화가 안정하다는 장점을 가지고 있어 차세대 자기기록방식으로서 주목받고 있으면 현재

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

많은 연구가 진행중에 있다[2]. 수직자기기록용 매체인 CoCr자성박막의 결정성 및 자기적 특성은 제작조건에 큰 영향을 받는다. 그 중에서 기록층으로 사용되는 CoCrTa 자성층의 수직보자력을 높이기 위한 중요한 파라미터가 기판온도이다. 따라서, 이층박막 제작시 기판온도를 최적화함으로써 기록층의 수직자기이방성을 높일 수 있고, 에피택셜성장으로 우수한 양질의 강자성기록층 제작을 기대할 수 있다.

본 연구에서는 수직자기기록용매체인 CoCrTa합금을 자성층으로 하고 아몰퍼스 Si을 하지층으로서 이용하여 대향타겟식 스퍼터링방식으로 이층박막을 제작하였고, 하지층 증착시 기판온도를 변화시켜 이에 따른 CoCrTa/Si 이층박막의 특성변화를 살펴보았다.

2. 실험

본 연구에서는 대향타겟식 스퍼터링 장치[3]를 이용하여 CoCrTa 및 Si 박막을 증착하였다. 대향타겟식 스퍼터링 장치는 낮은 가스압력에서도 안정된 방전을 일으킬 수 있고, 서로 마주보는 타겟 사이에 고밀도의 플라즈마를 형성시켜 고품위 박막을 제작할 수 있는 장점을 가지고 있다. 막 제작시 증착조건은 표1과 같다. 제작한 CoCrTa/Si 이층박막의 결정성 및 표면분석은 XRD(X-ray Diffractometer), AFM(Atomic Force Microscopy)를 이용하였으며, 자기적 특성에는 20kOe의 최대 포화자장을 가지는 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)를 이용하였다.

표 1. 스퍼터링 조건
Table 1. Sputtering conditions

조건	자성층	하지층
타겟	CoCrTa	Si
도달진공도	6×10^{-4} Torr	
아르곤 가스 압력	1mTorr	
기판	Slide Glass	
기판온도	250°C	R.T., 250°C
막두께	100nm	5~100nm
방전전류	0.5A	0.2A

3. 결과 및 고찰

3.1 하지층의 기판온도 변화

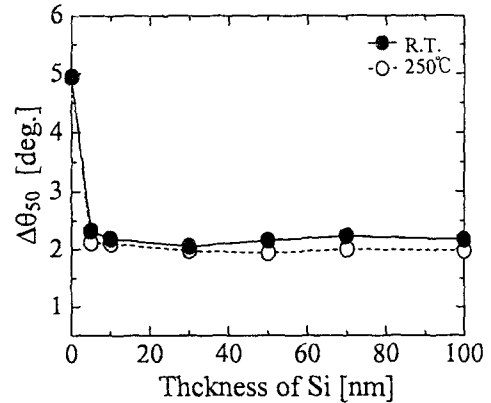


그림 1. 하지층 기판온도 변화에 따른 CoCrTa/Si 이층박막의 하지층막두께 의존성

Fig. 1. Underlayer film thickness dependence of CoCrTa/Si doublelayer on varying underlayer substrate temperature

그림1은 아몰퍼스 Si 하지층의 기판온도를 R.T.와 250°C로 변화시켜 제작한 CoCrTa/Si 이층박막의 $\Delta\theta_{50}$ 의 하지층막두께의존성이다. 하지층을 실온에서 제작한 CoCrTa/Si 이층박막에 비해 250°C에서 제작한 이층박막의 c-축배향성은 큰 차이를 나타내지는 않았지만, 더 낮은 값을 나타내었다. 또한 R.T에서 하지22층을 제작했을 때와 마찬가지로 하지층의 막두께 변화에 대해서는 일정한 값을 나타내었다. 하지층을 R.T에서 증착시킨 다음 기판온도를 250°C까지 높이는 동안 챔버내의 Ar 잔류가스의 영향과 소량의 산소와의 결합으로 인한 Si 박막 표면의 실리콘 산화막 SiO₂의 형성으로, 결정배향성은 연속적으로 증착한 이층박막에 비해 결정성이 낮은 박막이 얻어졌다고 사료된다.

그림2는 자성층의 막두께를 100nm, 하지층의 막두께를 5nm로 하고, 기판온도를 자성층, 하지층 모두 250°C에서 제작한 이층박막의 AFM사진이다. 막전체에 있어 CoCrTa 결정이 균일하게 분포하고 있는 것을 확인할 수 있으며 roughness R_a는 1.05nm 매우 평활한 박막을 얻을 수 있었다.

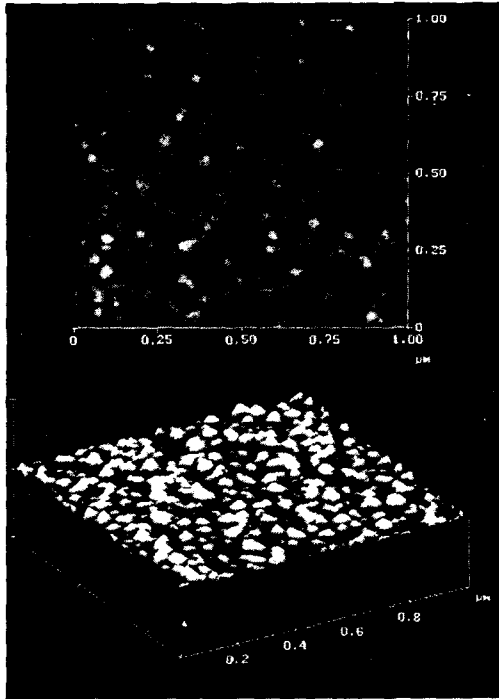


그림 2. 자성층과 하지층의 기판온도를 250°C에서 제작한 CoCrTa/Si 이중박막의 AFM사진
Fig. 2. AFM image of CoCrTa/Si doublelayer with substrate temperature 250°C

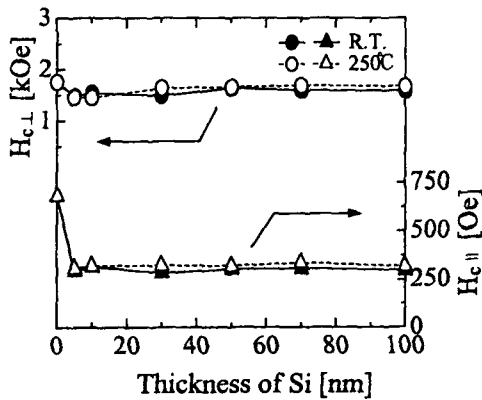


그림 3. CoCrTa/Si 이중박막의 수직보자력 및 수평보자력 하지층기판온도의존성
Fig. 3. Underlayer substrate temperature dependence of perpendicular and in-plane coercivities of CoCrTa/Si doublelayer

그림3은 하지층의 기판온도를 변화시켜 제작한 CoCrTa/Si 이중박막의 수직보자력 및 수평보자력의 하지층막두께 의존성이다. 하지층을 이용한 CoCrTa/Si 이중박막은 하지층의 기판온도를 실온에서 제작하였을 때 수직보자력의 감소가 나타났지만, 250°C에서 하지층을 제작한 이중박막의 수직보자력은 일정한 값을 나타내었다. Si 하지층이 자성층의 자화패턴에 영향을 주지 않아 나타난 결과라 할 수 있다. 수평보자력의 경우 단층막에서는 700Oe 정도의 높은 수평보자력을 나타내었지만 Si 하지층을 이용하여 그 값을 250Oe 정도로 낮아졌다. 이 결과를 통하여 Si 하지층을 이용한 CoCrTa/Si 이중박막에 있어 수직자기특성이 나쁜 초기층의 형성을 어느정도 억제할 수 있을 것이라 기대된다.

그림4는 하지층막두께 변화에 따른 CoCrTa/Si 이중박막의 포화자화의존성이다. 기판온도는 모두 250°C에서 제작하였다. 하지층을 실온에서 제작한 이중박막의 경우 포화자화의 감소가 나타났지만, 하지층을 250°C에서 제작한 이중막에서는 포화자화의 감소는 나타나지 않았다. 이것은 하지층과 자성층을 연속적으로 막을 증착시킴으로써 Si 원자의 자성층으로의 확산을 억제할 수 있어 나타난 결과라 사료된다.

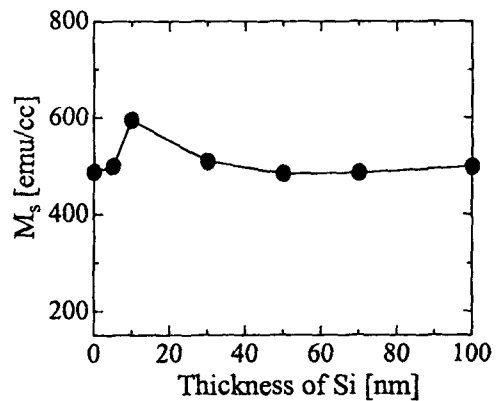


그림 4. 하지층막두께 변화에 따른 CoCrTa/Si 이중박막의 포화자화의존성
Fig. 4. Saturation magnetization dependence of CoCrTa/Si doublelayer on variation underlayer film thickness

3.2 Si 하지층의 극박막화

다음으로 Si 하지층의 기판온도를 250°C로 고정시키고 하지층의 막두께를 5nm 이하로 변화시켜 CoCrTa/Si 이중박막을 제작, 이에 따른 특성변화를 살펴보았다. Si 하지층을 5nm로 고정시키고 자성층의 막두께를 변화시켜 제작한 CoCrTa/Si 이중박막에 있어서 막두께 50nm에서도 2.5°의 c-축

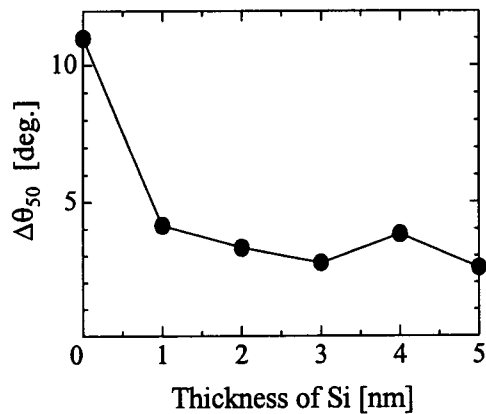


그림 5. 하지층극박막화에 따른 CoCrTa/Si 이중박막의 $\Delta\theta_{50}$ 변화

Fig. 5. Variation of $\Delta\theta_{50}$ of CoCrTa/Si doublelayer on being ultra thin underlayer

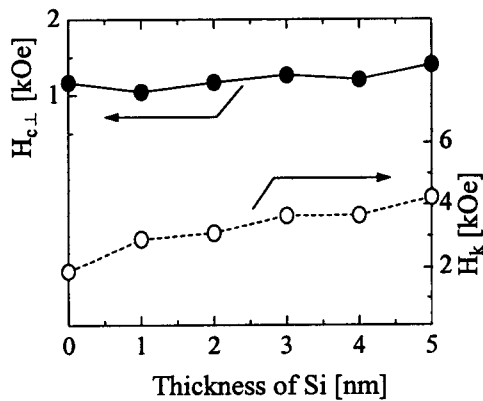


그림 6. 하지층극박막화에 따른 수직보자력 및 수직이방성의 변화

Fig. 6. Perpendicular coercivity and anisotropy dependence of CoCrTa/Si doublelayer on being ultra thin underlayer

배향성을 나타내어 자성층의 막두께를 50nm로 고정시켰다.

그림5는 Si 하지층을 극박막화시켜 제작한 CoCrTa/Si 이중박막의 $\Delta\theta_{50}$ 의 하지층막두께의존성이다. 단층막에 비해 1nm의 극박막 Si 하지층을 사용함에도 불구하고 c-축 결정배향성이 향상된 것을 알 수 있다. 이 결과로써 아몰퍼스 Si 하지층의 도입은 CoCr계 박막의 결정배향성 개선에 크게 기여한다는 것을 알 수 있으며, Si 박막이 하지층으로서만이 아니라 seed 층으로서도 크게 기여할 수 있을 것이라 기대할 수 있다.

그림 6은 Si 하지층극박막화에 따른 CoCrTa/Si 이중박막의 수직보자력 $H_{c,\perp}$ 및 수직이방성 H_k 를 나타낸 것이다. 그림3의 결과와 마찬가지로 하지층을 250°C에서 제작한 이중박막의 수직보자력의 감소는 나타나지 않았으며, 수직이방성은 하지층막두께 증가에 따라 그 값이 증가하였다. 이것은 $\Delta\theta_{50}$ 의 증가로 인한 막면에 수직인 c-축으로의 결정자기이방성의 증가에 따른 결과라 사료된다.

4. 결론

대향타겟식 스퍼터링장치를 이용하여 제작한 CoCrTa/Si 이중박막의 하지층기판온도에 따른 특성변화를 살펴 본 결과, 하지층을 R.T.에서 증착했을 때에 비해 250°C로 하여 제작한 CoCrTa/Si 이중박막은 결정성의 큰 개선을 나타내었으며, 수직보자력의 감소는 나타나지 않고 일정한 값을 나타내었다. 또한 수평보자력을 200Oe정도의 낮은 값을 나타내어 초기층의 성장을 억제할 수 있는 효과를 볼 수 있었다.

한편, 자성층의 막두께를 50nm로 고정시키고 아몰퍼스 Si 하지층을 극박막화시켜 제작한 이중박막의 경우, 단층막에 비해 1nm의 Si 하지층을 이용하여도 결정배향성을 크게 개선시킬 수 있으며, 아몰퍼스 Si 박막이 하지층으로서만이 아니라 삼층막의 seed 층으로서도 큰 역할을 할 수 있을 것이라 기대할 수 있다.

참고 문헌

- [1] S. Iwasaki and Y. Nakamura, IEEE Trans. Magn., MAG-13, 1272, 1977
- [2] S.Iwasaki and K.Ouchi, IEEE Trans. Magn., MAG-14, 849, 1978
- [3] K.H.Kim, et al, Applied Surface Science, 169-170,pp. 410~414, 2001