

Two-Step 스퍼터링 법에 의한 $\text{Co}_{77}\text{Cr}_{20}\text{Ta}_3$ 박막의 결정학적 특성

박원효*, 이덕진**, 박용서*, 최형욱*, 손인환***, 김경환*
경원대학교*, 극동대학교**, 신성대학***

Crystallographic Characteristic of $\text{Co}_{77}\text{Cr}_{20}\text{Ta}_3$ Thin Films by Two-Step Sputtering

Won-Hyo Park*, Deok-Jin Lee**, Yong-Seo Park*, Hyung-Wook Choi*,
In-Hwan Son,***, Kyung-Hwan Kim*
Kyungwon univ.*, Far East univ**, Shinsung college***

Abstract

We prepared $\text{Co}_{77}\text{Cr}_{20}\text{Ta}_3$ thin film with Facing Targets Sputtering Apparatus. which can deposit a high quality thin film CoCrTa magnetic layer for Perpendicular magnetic recording media. In order to obtain Good Crystal orientation of CoCrTa thin films. We prepared Thin Films on slide glass substrate. The thickness of Buffer-layer were varied from 10 to 50 nm and Magnetic layer thickness fixed 100[nm], input current was varied from 0.2[A] to 0.5[A]. Substrate temperature was varied from room temperature to 250°C respectively. The crystal orientation of the CoCrTa film were examined with XRD. Introduce Buffer-layer thin films showed improvement of dispersion angle of c-axis orientation ($\Delta\theta_{50}$).

Key Words : crystal orientation, facing targets sputtering system, crystallographic, Buffer-layer

1. 서론

자기기록은 30여년에 걸쳐 정보기록기술의 중심이 되고 있다. 현재 고도의 정보화 사회에서 요구되는 고용량의 정보저장 장치를 개발하고 발전시키려는 노력의 성과로 매년 60%이상의 발전이 이루어지고 있으며 하드디스크를 예로 기록 밀도는 MR, GMR 헤드의 도입과 함께 10년에 100배라는 성장을 보이고 있다. 기록 밀도 또한 100G/inch²를 목표로 하고 있으며, 그 성장속도나 발전 속도는 더욱 늘어날 전망이다. 현행의 수평자기기록 방식은 고밀도 저장을 위하여 자화 비트 간격을 줄여 저장 능력을 극대화시키고자 하고 있으나 인접 Bit 간의 감작작용에 의해 고밀도 화에는 물리적 한계가 있음이 밝혀졌다. 이러한 한계를 극복하는 것으로 수직자기기록이 대두되었다. 1977년 일본 동북

대학의 이와사키 교수에 의해 제안된 수직자기기록 방식은 기록밀도의 증가에 따른 감작계 현상이 없고 고기록 밀도일수록 기록자화가 안정하다는 장점을 가지고 있으며, 현재 많은 연구가 진행 중에 있다[1]. 이러한 수직자기기록 매체로 유망한 자성 재료가 검토된 결과 Co-Cr 합금매체가 초고밀도 기록을 위하여 제안된 기록 방식에 가장 우수한 특성을 갖고 있으며 적합한 매체로 연구되었다. 수직자기 이방성이 다른 매체에 비해 우수한 CoCr으로 매체를 제작 하고자 할 경우 자기적 특성과 결정학적 특성에 영향을 미치는 초기 성장층이 형성된다. 우수한 특성의 기록 매체 제작시 자성막 두께를 극박막화하고, 자성 입자를 미세화 하여야 하는데 이러한 경우 초기 성장층의 두께를 제어하며, 기록층이 가지는 자기적 특성을 향상시

켜야만 한다.

2원계 CoCr 수직박막만으로는 고밀도 기록매체로서 요구되는 보자력 상승이나 noise저감 효과 면에서 한계가 있기 때문에 3원계인 CoCrTa과 CoCrPt가 그 대표적으로 연구되고 있다[2,3]. 본 연구에서 수행된 수직자기기록용 매체인 CoCr자성박막에서 기록층으로 사용되는 CoCrTa 자성층의 수직보자력을 높이기 위한 중요한 파라미터가 기판온도이다. 따라서 박막 제작시 기판 온도를 최적화함으로써 (250℃) 기록층의 수직자기 이방성을 높일 수 있고, 초기층을 제어하고자 실온에서 제작한 Buffer-layer와 (250℃)에서 제작된 기록층은 에피택셜 성장으로 우수한 양질의 강자성 기록층 제작을 기대할 수 있다.

본 연구는 고속 스퍼터법인 대향타겟식 스퍼터링 장치를 사용, Buffer-layer를 도입한 Two-Step 방식으로 이층박막을 제작하였으며 이에 따른 CoCrTa 합금의 기록층의 결정학적 특성과 Buffer-layer 두께변화에 따른 결정학적 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 실험에서는 그림 1.과 같은 타겟 배치를 갖는 FTS(Face Targets Sputtering)장치를 사용하였다.

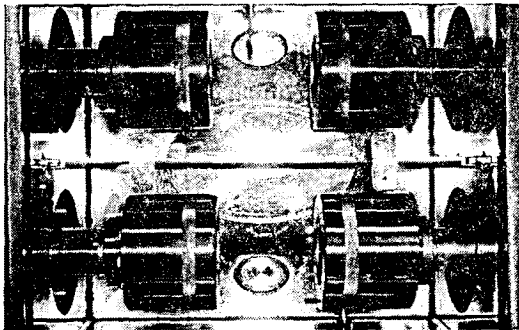


그림 1. 대향타겟식 스퍼터링 시스템

대향타겟식 스퍼터링(FTS) 장치는 낮은 가스압력에서도 안정된 방전을 일으킬 수 있고, 서로 마주보는 타겟 사이에 고밀도의 플라즈마를 형성시켜 고품위 박막을 제작할 수 있는 장점을 가지고 있다[4,5]. $Co_{77}Cr_{20}Ta_3$ 막 제작시 증착조건은 표 1과 같다.

표 1. 스퍼터링 조건.

조건	Step-1	Step-2
타겟	$Co_{77}Cr_{20}Ta_3$	$Co_{77}Cr_{20}Ta$.
도달진공도	6×10^{-7} Torr	
아르곤 가스 압력	1mTorr	
기판	Slide Glass	
기판온도	R.T.	250℃
막두께	10~50nm	100nm
방전전류	0.2[A]~0.5[A]	

결정학적 특성이 보다 우수한 실온에서 Buffer-layer의 막두께를 10nm부터 50nm까지 변화시키고, 투입전류를 0.2[A]에서 0.5[A]까지 변화시키며 보자력 특성이 우수한 제작 조건인 250℃ 제작된 100nm의 박막을 제작하였다[6]. 제작된 CoCrTa 이층 박막의 결정성 및 표면분석은 XRD, AFM을 이용하였고 두께 측정은 Tencor사의 Alpha-Step을 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2.는 가스압 1mTorr에서 투입 전류 변화에 따른 $CoCrTa$ 박막의 증착률을 나타낸 것이다.

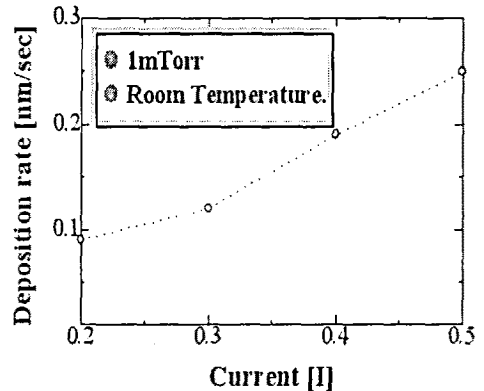


그림 2. 투입 전류 변화에 따른 $Co_{77}Cr_{20}Ta_3$ 박막의 증착률

투입 전력이 증가할수록 증착 속도는 비례하여 증가하고 있으며 이는 투입 전력이 증가함에 따라 증착 속도가 증가하는 일반적인 경우와 일치하는 경우이다.

그림 3. 은 투입 전류에 따라 제작된 막의 XRD회

질 패턴을 나타낸 것이다. XRD 측정결과 투입 전력이 0.4[A]일 때 최대 피크를 확인할 수 있었다.

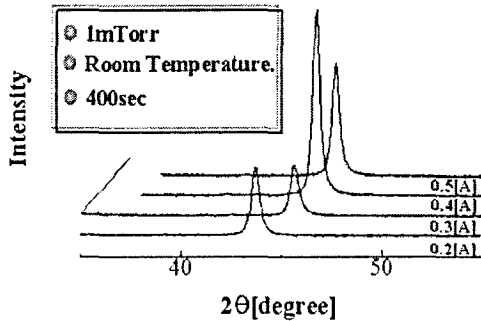


그림 3. 투입 전류비에 따른 X 선 회절 패턴.

그림 4는 Buffer-layer 및 자성층의 제작 조건이다. 아래와 같은 조건으로 막을 제작할시 투입 전류는 0.2[A]에서부터 0.5[A]까지 변화 시켰다.

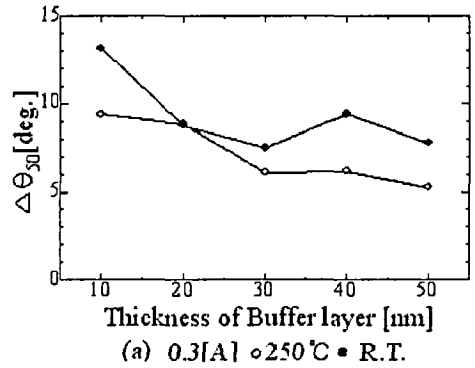
100 [nm] 고정 250 °C	100 [nm] 고정 R.T.
R.T. 10 [nm]~ 50 [nm]	R.T. 10 [nm]~ 50 [nm]

그림 4. Buffer-layer 및 자성층의 제작 조건

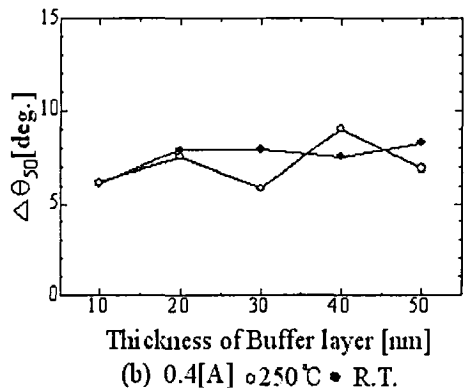
그림 5는 각각의 전류변화에서 Buffer-layer의 두께 변화에 따른 $\Delta\theta_{50}$ 의 변화이다. 수직자기기록 매체에 있어서 결정의 배향성을 평가하는 지표로서 이용되고 있는 $\Delta\theta_{50}$ 은 XRD 측정으로 얻은 회절 패턴의 피크위치에 Goniometer를 고정시킨 후 시료의 입사 X선에 대한 각도 θ 를 회전시켜 얻어진 피크의 반치폭을 나타낸다.

전체적으로 실온에서 박막을 증착하였을 때 보다 Buffer-layer를 도입하여 실온에서 증착한 후 온도를 250°C까지 올려 증착한 박막에서 양호한 결정 배향성을 관찰 할 수 있었다. 이는 제작된 Buffer-layer를 실온에서 증착한 후 5×10^{-7} (Torr)에서 250°C까지 1시간 가량 기판온도를 증가시키는 동안 Buffer-layer의 초기층 형성 개선이 이루어져 이후 자성층의 결정배향성이 양호하게 이루어진 것이라고 사료된다.

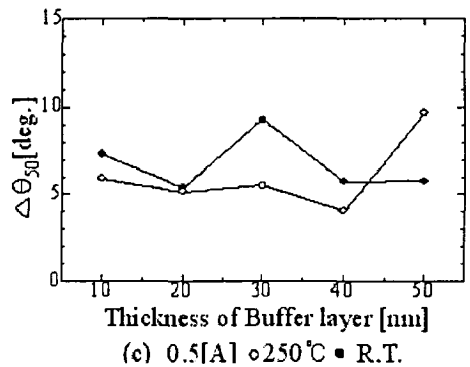
그림 6은 투입전류 0.5[A]에서 제작된 박의 rocking curve로서 각각의 총 막두께는 140nm이다. 이때 Two-Step을 도입하여 제작한 (a)막이 실



(a) 0.3[A] @ 250°C • R.T.



(b) 0.4[A] @ 250°C • R.T.



(c) 0.5[A] @ 250°C • R.T.

그림 5. 각각의 전류변화에서 Buffer-layer의 두께 변화에 따른 $\Delta\theta_{50}$ 의 변화

온에서 제작한 단층 막에 비해 그 반치폭이 좁고, 날카로운 모양을 하고 있는 것을 알 수 있다.

Buffer-layer의 두께 변화에 대한 결정배향성의 개선은 0.3[A] 일 때는 그 두께가 30nm 이상에서 5°를 나타내고 있고, 0.5[A]에서는 20[nm]이상에서 결정성의 개선이 보였으며 40[nm]에서는 4°의

우수한 결정배향성이 관찰되었다. 특히 투입전류 0.5[A]에서 실온에서 증착한 Buffer-layer를 사용하고 250℃에서 기록층을 제작한 박막의 경우 그 결정배향성이 실온에서 제작한 단층막 보다 우수함을 확인할 수 있었다.

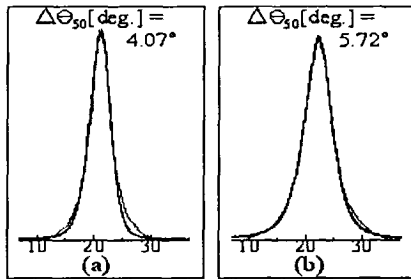


그림 6. 투입전류 0.5[A] 일때의 rocking curve
 (a) Buffer-layer : 40[nm], 실온 / 250℃
 (b) 실온 140[nm]

4. 결 론

대향타겟식 스퍼터링 장치를 이용 Two-Step법으로 CoCrTa 이층막을 제작하여 결정성을 살펴본 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. CoCrTa 막의 경우 Two-Step 법으로 제작한 막에서 Buffer-layer의 막두께가 증가할수록 결정배향성이 개선됨을 확인할 수 있었다.
2. 0.5[A]에서 40[nm]의 Buffer-layer를 실온에서 제작하고 자성층을 250℃에서 제작한 결과 c-축분산각 $\Delta\theta_{50}$ 은 4°의 값으로 개선되었으며, 이는 실온에서 Buffer-layer를 도입하지 않고 제작한 경우보다 결정성이 개선되었다.

참고 문헌

- [1] S.Iwasaki et al, IEEE Trans, Magn., MAG-13, 1272, 1977
- [2] Y.Ikeda, Y.Sonobe, and H.Uchida: J.Mag. Soc. Jpn., Vol.21, Supplement, No.S2 (1997)151
- [3] T.Shimizu, Y.Ikeda, and S.Takayama: IEEE Trans., Vol.28, No.5, (1992)3102
- [4] K.H.Kim, Applied Surface Science, 169-170,

p.410, 2001.

- [5] 김경환, "Co-Cr(-Ta)층의 결정성 및 자기적 특성에 미치는 하지층효과", 전기전자재료학회2000년도 하계학술대회 논문집, Vol.1, No. 2, p.208, 2000.
- [6] 김경환, "Co-Cr(-Ta)/Si 이층막의 자기적 특성", 전기전자재료학회 논문지, Vol.15, No. 3, p.281, 2002.