

CoCrTa/Ti 이중막의 하지층기판온도의존성 및 특성개선

Improvement of characteristics and dependence on underlayer substrate temperature of CoCrTa/Ti double layer

°김용진°, 성하윤°, 금민중°, 손인환°, 김경환°
(°Y.J.Kim°, H.Y.Seong°, M.J.Keum°, I.H.Son°, K.H.Kim°)

Abstract

In order to develop an ultra-thin CoCr perpendicular magnetic recording layer, we prepared CoCrTa/Ti double layer for perpendicular magnetic recording media by new facing targets sputtering system. Crystalllographics and magnetic characteristics of CoCrTa on underlayer substrate temperature have been investigated. Crystalllographic and magnetic characteristic of thin films were evaluated by X-ray diffractometry(XRD), vibrating sample magnetometer(VSM) and atomic force microscopy(AFM).

The coercivity and anisotropy field was increased by increasing under layer substrate temperature, c-axis orientation of CoCrTa magnetic recording layer was improved 8° to 5.6° when under layer substrate temperature was 250[°C]. Also, through annealing effect for CoCrTa/Ti double layer, it was certain that crystalllographics and magnetic characteristics was improved.

Key Words(중요용어) : New facing targets sputtering, CoCrTa/Ti, $\Delta\theta_{50}$, grain size, perpendicular coercivity, anisotropy field

1. 서론

고도정보화사회라 불리는 현대에 있어서, 대량의 정보를 전달·기록보존 또는 그것을 처리하는 것은 우리들 생활에 있어서 없어서는 안되는 것이라 해도 과언이 아니다. 특히 인터넷 등의 발달·보급으로 인해 그 정보기술은 중요성을 증가시켜 왔다. 이에 대응하여 자기기록기술은 빠른 성장속도를 보이며 고밀도기록을 달성하기 위한 노력이 증대되고 있다. 그러나, 현재 자기테이프, 플로피디스크 등의 기록방식인 수평자기기록방식에 있어서 고밀도화에 따른 원리적인 한계점이 대두되고 있고^[1], 이 대안책으로서 수직자기기록방식^[2]이 제안되었다. 수직자기기록

용매체 중에서도 높은 일축자기이방성, 박막제작의 용이성 뿐만 아니라, 보자력과 포화자화의 제어성 등의 제반 특성에 있어서 Co-Cr-X 합금박막이 가장 적합하다고 알려져 있다^[3]. 수직자기기록매체의 개발에 있어 중요한 과제가 되는 것은 저노이즈, 고기록밀도화의 실현으로 이것을 극복하기 위해서는 강자성기록층의 두께를 수 십[nm]정도로 얇게 하고, 자성입자를 미세화 할 필요가 있다. 그러나, 자성층 증착시, 수직자기특성이 좋지 않은 초기층이 형성되기 때문에 초극박막화에 있어 초기층을 가능한 한 경감시키면서, 기록층의 자기특성을 향상시키지 않으면 안된다.

따라서, 본 연구는 Ti^[4]을 하지층으로서 도입하여 수직자기기록매체용 CoCrTa/Ti 이중막을 제작하고 하지층의 기판온도를 변화시킴으로써 그에 따른 기록층의 결정학적 특성 및 자기적 특성의 변화를 조사하였다. 또한 어닐링을 통한 결정성과 자기적 특

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

** : 신성대학 전기과

성의 변화를 조사하였다

2. 실험 방법

본 연구에서는 상자형 스퍼터유니트를 가지는 개량형 대향타겟식 스퍼터(NFTS)장치를 이용하여 수직자기기록매체용 CoCrTa/Ti 이층막을 제작하였다.

대향타겟식 스퍼터법은 플라즈마-프리(plasma-free)의 기판위치로 스퍼터링 시 γ -전자와 음이온과 같은 고에너지입자로부터 기판으로의 충격을 억제시킬 수 있고, 우수한 c-축 배향성과 표면이 평탄한 박막을 제작할 수 있는 특징을 가지고 있다. NFTS 장치는 독립된 스퍼터유니트를 최대 8개 가지고 동시에 4개의 다층박막을 증착할 수 있으며 영구자석을 타겟 측면에 위치시킴으로써 마그네트론 모드를 형성하여 타겟 중앙부로 스퍼터링이 집중되는 것을 방지할 수 있고 고밀도 플라즈마를 형성, 안정된 방전특성과 높은 증착율을 얻을 수 있다. 이 개량형 대향타겟식 스퍼터링장치를 그림 1에 나타내었다.

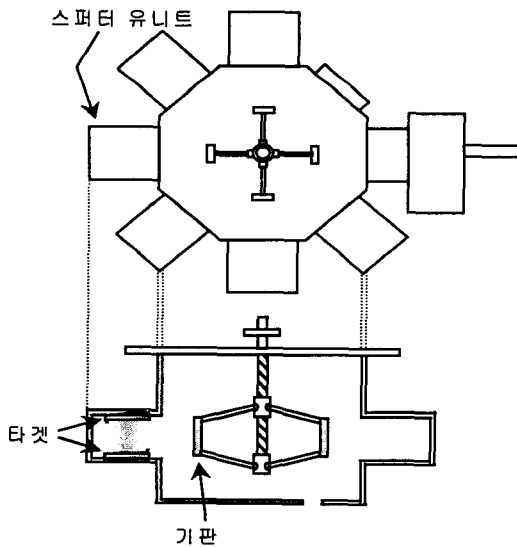


그림 1. NFTS 장치

Fig. 1. New facing targets sputtering system apparatuses

Co₇₇Cr₂₀Ta₃ 합금타겟을 사용하여 기록층을 제작하였으며, 같은 hcp 격자구조를 가지는 Ti를 이용하여 SiO₂/Si 기판위에 이층막을 제작하였다. 막 증착 시 도달진공도 5×10^{-7} [Torr]까지 배기시킨 후, 순도 99.999%의 아르곤을 사용, 가스압력 1[mTorr], 투입

전류 0.5[A]로 고정시켰고, 기록층과 하지층의 막두께는 각각 50[nm], 20[nm], 기판온도 250[°C], R.T~250[°C]로 변화시켜 제작하였다. 또 어닐링을 통한 변화를 관찰하기 위해서 온도를 변화시켜 1시간 동안 실험하였다. 제작된 박막의 결정성 및 c-축 배향성은 Cu-K α ($\lambda=1.5405 \text{ \AA}$), 관전압 40kV, 관전류 20mA 조건의 X-선 회절분석기(XRD)를 이용하여 평가하였다. 원자력현미경(AFM)을 이용하여 표면 분석을 하였으며, 자기적 특성은 진동시료형자력계(VSM)를 사용하여 검토하였다.

3. 결과 및 검토

2.1 결정학적 특성 및 자기적 특성

XRD를 이용하여 측정된 CoCrTa/Ti 이층막의 하지층기판온도 T_s 에 따른 회절패턴을 그림 2에 나타내었다. 하지층의 기판온도가 상승함에 따라서 기록층의 회절강도가 크게 나오는 것을 알 수 있다. 50[nm]의 얇은 막두께에서도 강한 회절피크가 나오는 것은 고온에서 Ti의 결정성장이 가장 잘 이루어지고 그 위에 증착된 CoCrTa은 에피택셜성장애 의한 것이라 생각된다.

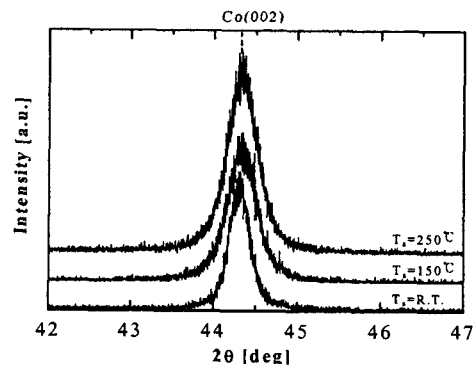


그림 2. 하지층기판온도에 따른 XRD 패턴

Fig. 2. XRD patterns on underlayer substrate temperature

그림 3에 c-축 분산각인 $\Delta\theta_{50}$ 과 평균결정입경 $\langle D \rangle$ 의 하지층기판온도의존성을 나타내었다. 수직자기기록매체에 있어서 결정의 배향성을 평가하는 지표로서 이용되고 있는 $\Delta\theta_{50}$ 은 XRD측정으로 얻은 회절패턴의 피크위치에 Goniometer를 고정시킨 후 시료의 입사 X선에 대한 각도 θ 를 회전시켜 얻어진 피크의 반치폭을 나타낸다.

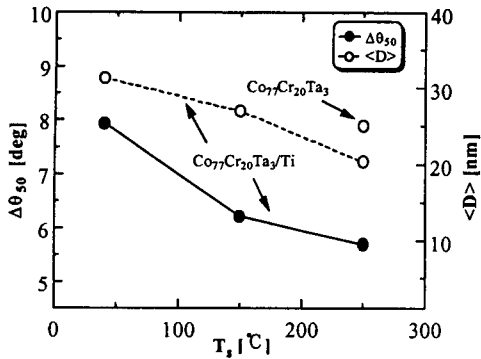


그림 3. $\Delta\theta_{50}$ 및 $\langle D \rangle$ 의 하지층기판온도의존성
 Fig. 3. Dependence on underlayer substrate temperature of $\langle D \rangle$ and $\Delta\theta_{50}$

T_s 가 상승함에 따라서 CoCrTa/Ti 이층막의 $\Delta\theta_{50}$ 은 2° 정도 개선되는 것을 알 수 있다. 기판온도 250[°C]에서 제작한 CoCrTa 단층막에서는 측정할 수 없었던 $\Delta\theta_{50}$ 은 하지층을 이용함으로써 크게 개선되었고, 평균결정입경 $\langle D \rangle$ 도 T_s 의 상승에 따라 그 크기가 작아지는 것을 알 수 있다.

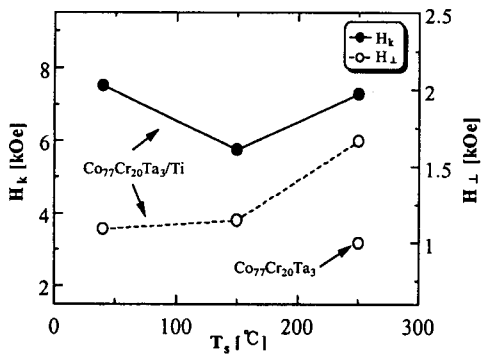


그림 4. H_k 및 $H_{c\perp}$ 의 하지층기판온도의존성
 Fig. 4. Dependence on underlayer substrate temperature of $H_{c\perp}$ and H_k

그림 4에 수직보자력 $H_{c\perp}$ 와 수직이방성자력 H_k 에 대한 하지층 기판온도의존성을 나타내었다. 수직보자력은 T_s 250[°C]에서 1.5[kOe] 이상의 값을 나타내었다. 수직자기기록용 CoCr계 자성박막은 기판온도 250[°C]에서 편석구조가 가장 잘 이루어져 높은 수직

보자력이 얻어진다. 그러나 극박막화 될수록 수직자기적특성이 좋지 않은 초기층이 형성되기 때문에 이를 개선하는 것이 중요하다. Ti 하지층의 도입으로 이러한 초기층을 제어하여 기록층의 결정성장 및 자기적 특성에 개선할 수 있다. 본 실험에서 제작한 CoCrTa/Ti 이층막에 있어서, Ti 하지층은 고온에서 결정성장이 가장 잘 이루어져 기록층의 에피택셜 성장을 유도하고, 결정의 미세화를 촉진시켜 수직보자력이 증대되었다고 사료된다.

그림 5는 하지층기판온도에 따른 CoCrTa의 AFM 이미지로 가로×세로는 각각 1[μm]이다. T_s 250[°C]에서 제작한 CoCrTa/Ti 이층막의 경우 결정립이 뚜렷하게 나타나고 있다.

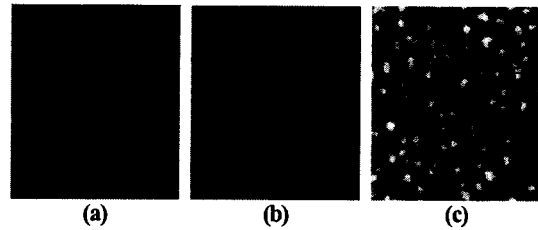


그림 5. 각 기판온도에서 제작한 이층막의 AFM 이미지 ((a)=R.T., (b)=100[°C], (c)=250[°C])
 Fig. 5. AFM images of being prepared substrate temperature respectively

2.2 어닐링 효과

제작된 이층막에 대한 어닐링효과를 관찰하였다. 동일 기판온도(250[°C])에서 제작한 이층막을 시료하여 6×10^{-6} [Torr]까지 배기시킨 후 1시간 동안 행하였다.

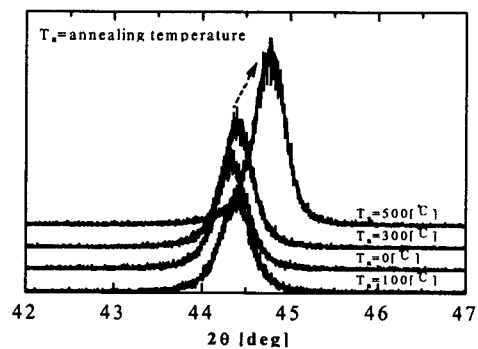


그림 6. 어닐링온도에 따른 XRD 패턴
 Fig. 6. XRD patterns on annealing temperature

그림 6은 어닐링온도 T_a 에 따른 XRD패턴을 나타낸 것이다. T_a 500[°C]에서 회절강도가 가장 높게 나왔으며, 피크의 이동이 관찰되었다. 이는 면간거리에 좌우된 결정크기에 따라 나타난 것이라 사료된다.

그림 7은 $\Delta\theta_{50}$ 과 $H_{c\perp}$ 의 어닐링온도의존성을 나타낸 것이다. $\Delta\theta_{50}$ 은 어닐링온도를 상승시킴에 따라 그 값이 개선되는 것을 확인 할 수 있고, 수직보자력은 300[°C]까지는 감소하는 경향을 나타내다가 500[°C]에서 급격하게 상승하였다. 결과적으로 어닐링을 통해 $\Delta\theta_{50}$ 은 조금 개선되었고, 보자력의 값은 2[kOe]에 달했다. 어닐링온도 500[°C]에서 수직보자력의 증가로 인해 수직이방성자계 H_k 는 약 11.2[kOe]로 5[kOe]의 증가를 보였다. 기록층 막두께 50[nm]에서 제작한 이층막의 경우 어닐링을 통하여 2[kOe]의 수직보자력 값을 나타내었다는 것은 초극박막화하여도 충분한 기록매체로서 작용할 수 있다고 판단된다.

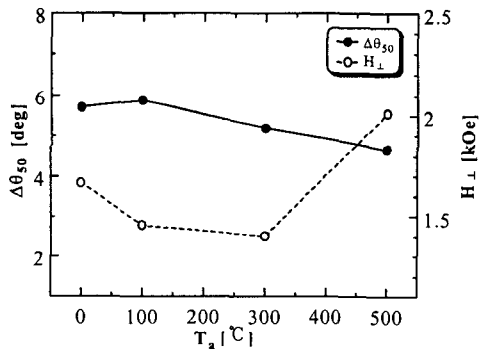


그림 7. $\Delta\theta_{50}$ 및 $H_{c\perp}$ 의 어닐링온도의존성
Fig. 7. Dependence on annealing temperature of $H_{c\perp}$ and $\Delta\theta_{50}$

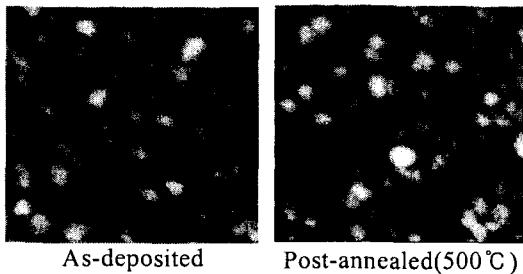


그림 8. 어닐링온도 T_a 에 따른 AFM 이미지
(a) $T_a=0$ [°C], (b) $T_a=500$ [°C]
Fig. 8. AFM images on annealing temperature T_a

그림 8은 어닐링에 따른 결정입경의 변화를 나타낸 AFM 이미지로 가로×세로는 500×500[nm]이다. 어닐링으로 인하여 결정성장이 잘 이루어졌고, 결과 그림 7에서 나타난 수직보자력의 증가와 수직이방성자계의 증가를 초래한다.

4. 결론

개량형 대향타겟식 스퍼터장치를 이용하여 제작한 CoCrTa박막을 기록층으로 하는 수직자기기록용매체에 있어서 Ti 하지층의 기판온도변화에 따른 결정성과 자기적 특성의 변화를 살펴보았다. 그 결과, 하지층의 기판온도를 상승시킴에 따라서 수직보자력값은 증가한다는 것을 알 수 있었고, 결정학적 특성 조사 결과 c-축배향성의 증가와 결정입경의 감소로 인해 수직보자력이 증진된다는 것을 알 수 있었다. 이는 온도가 상승함에 따라 하지층 Ti의 결정배향이 우수하며, 그 위에 증착된 CoCrTa 기록층은 Ti 하지층과의 에피택셜성장에 의한 것이라 생각된다.

또한, 어닐링을 통한 결정성, 자기적 특성의 변화를 살펴 본 결과, 어닐링온도 500[°C]에서 1시간동안 행한 CoCrTa/Ti 이층막에 있어서 c-축배향성은 약간 증가하는 경향을 나타내었으며, 보자력은 뚜렷한 결정립의 형성으로 인하여 2[kOe] 이상의 값을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] Puling, Lu and Stanley H, charap IEEE Trans, Magn., 31, 1995
- [2] S. Iwasaki and T. Kakemura, IEEE Trans. Magn. MAG-11, 5, 1975
- [3] Y. Matsuda and Y. shiroish, J. Magn. Soe. Japan, Vol.13, No. S1, 391, 1989
- [4] O. Kitakami, K. Ojima, Y. Ogawa, T. Maro and H. Fujiwara, IEEE Trans. Magn., MAG-23, 5, 2797, 1987