

수직자기기록매체용 CoCr박막의 자기적 특성 개선에 관한 연구

The Improvement of Magnetic Properties of CoCr Thin Film for Perpendicular Magnetic Recording Media

°공석현*, 손인환**, 최형욱*, 최동진*, 김경환*
(°S.H.Kong*, I.H.Son**, H.W.Choi*, D.J.Choi*, K.H.Kim*)

Abstract

We prepared CoCr thin film for perpendicular magnetic recording media by facing targets sputtering system(FTS system) which can deposit a high quality thin films in plasma-free state and wide range of working pressure. In this study, we investigated that the effect of sputtering condition, that Argon gas pressure and substrate temperature, on magnetic and crystallographic characteristic of CoCr thin film as well as the variation perpendicular coercivity in changing of film's thickness. Crystallographic and magnetic characteristic of prepared thin films were evaluated by x-ray diffractometry(XRD), vibrating sample magnetometer(VSM) and kerr hysteresis loop measurement.

Key words(중요용어) : Facing Targets Sputtering(대향타겟스퍼터링), Co-Cr Thin Films(Co-Cr박막), c-axis Orientation(C-축 배향), Coercivity(보자력)

1. 서 론

각 종 박막제작기술은 현재, 고도첨단기술을 담당하는 핵심기술로서, 기존의 반도체, 전자부품제작 기술에서부터 마이크로 일렉트로닉스 LSI용 박막, 화합물반도체박막, 초전도체박막 등 각종 기능성박막 제작에 이르기까지 그 응용분야가 확대되고 있다. 이러한 상황에서 박막제작기술 중, 물리적 박막형성법(PVD법)으로서 오랜 역사를 가진 스퍼터 법 또한 새로운 시대를 맞이하고 있다. 즉, 진공 증착법으로는 제작할 수 없는 고용점, 또는 활성재료막을 조성·특성 등을 엄밀하게 제어하면서 제작해야 하는 요구에 부합되는 기술로서 스퍼터 법이 대두되고 있으며 스퍼터 법이 가지고 있는 결점들을 극복하기 위한 연구와 개발이 이루어지고 있다.[1]

한 편, 정보기록기술분야의 중추적 역할을 담당하는 자기 disk의 개발분야에 있어서는 10년에 100배의

성장속도로 기록밀도가 향상되어 오고 있으며, 현재 10Gbits/inch²의 기록밀도가 이루어지고 있다. 그러나 기록층의 면내방향으로 기록이 이루어지는 현행의 수평기록방식의 경우, 인접 bit간의 감자작용에 의해 고밀도화에 있어서 물리적인 한계에 부딪히고 있다. 즉, 고밀도화가 진행되는 만큼, 기록이 단파장화 되면서 기록자화가 말굽형자화모드로 변하게 되며, 초고밀도가 되면서, 파장이 더욱 짧아지면, 정자기적으로 안정한 회전자화모드를 형성하게 된다. 이 상태가 되면 헤드에서 검출할 수 있는 자속이 감소하고 출력이 크게 감소하게 된다. 이것이 기록감자작용의 주원인으로, 현재 수평자기기록방식의 기록한계로 나타나고 있다.[2],[3] 이러한 수평자기기록방식의 해결책으로 매체의보자력값을 크게 하고, 두께를 극박막화하여 형상이방성을 크게 하려는 연구가 진행 중이다. 그러나, 기록 bit의 미세화에 수반하여 기록자화의 열적 안정성에대한 문제점 또한, 대두됨에 따라 보다 근본적인 해결책이 요구되고 있다. 따라서 이에 대한 근본적인 해결책으로 차세대 자기기록방식인 수직자기기록방식이 제시되고 있다.[4] 수직자기기록방식은 기록자화를 매체면에 수직으로 형성시키는 방식으로 고밀도화가 됨에 따라 감자계가 줄어들어 본질적으로 고밀도 기록에 가장

* : 경원대학교 공대 전기전자공학부
(성남시 수정구 북정동 산 65, Fax: 0342-750-5491
E-mail: khkim@main.kyungwon.ac.kr)
** : 신성대학 전기과

적합한 방식이라고 할 수 있다. 수직자기기록의 매체로서는 현재, 비교적 큰 수직자기이방성을 나타내는 CoCr박막이 가장 유망 시 되고 있다. 그러나 CoCr박막은 그 제작조건에 따라 결정학적, 자기적인 특성이 크게 좌우된다고 보고되고 있다.[5],[6]

따라서 본 연구에서는 매체제작법으로 기존의 스퍼터 방식이 가지는 단점을 극복할 수 있는 방식으로, 스퍼터 조건을 넓은 범위에서 제어할 수 있을 뿐 아니라, γ -전자의 효율적인 구속으로 인하여 고속, 고품질 박막제작이 가능한 대향타겟식 스퍼터장치를 이용하여[7] 수직자기기록매체용 CoCr 자성박막을 제작하였다. 또한, 각종 스퍼터 조건 중 아르곤 가스압력(P_{Ar}), 기판온도(T_s) 및 막두께(δ)변화에 따른 CoCr 자성박막의 자기적인 특성을 막의 c-축 배향도를 나타내는 $\Delta\theta_{50}$ 변화와 함께 연구하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 $Co_{78}Cr_{22}$ 디스크형 합금 타겟과 99.999%의 아르곤 가스를 사용하여 slide glass기판 위에 고품질 자성박막 증착이 가능한 대향타겟식 스퍼터 장치를 이용하여 수직자기기록매체용 CoCr 자성박막을 제작하였다. 대향타겟식 스퍼터 장치의 구조를 그림 1에 나타내었다. 제작 조건에 따른 CoCr 자성박막의 특성변화를 조사하기 위해 아르곤 가스압력을 0.1~3mTorr의 범위로 변화시켰으며, 기판온도를 상온에서 300°C의 범위에서 제작하였다. 또한, 막두께 변화에 따른 자기적인 특성변화를 조사하기 위해 20~500nm의 넓은 범위에서 박막을 제작하였다. 이러한 박막의 제작 조건을 표 1에 나타내었다. 제작된 박막의 결정성 및 배향성은 X선 회절 분석기(XRD)를 이용하여 평가하였으며, 자기적인 특성은 진동시료형자력계(VSM)과 Kerr hysteresis loop 측정장치를 이용하여 초기/표면층의 보자력과 막전체 보자력값을 측정하여 비교·평가하였다.

표 1. 박막 제작 조건

타겟 조성	$Co_{78}Cr_{22}$
사용 기판	Slide Glass
분위기 가스	Argon (99.999%)
Background 압력	1.0×10^{-6} Torr
투입 전력	600W
Ar 가스 압력	0.1~3 mTorr
기판 온도	R.T.~300°C
막 두께	20~500 nm

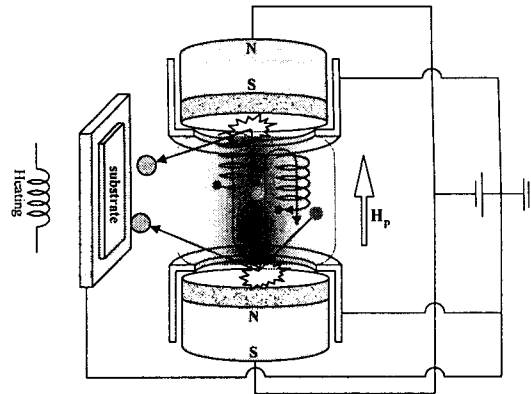


그림 1 대향타겟식 스퍼터장치의 구조

3. 결과 및 검토

3.1. 아르곤 가스압력 변화에 따른 박막의 결정구조 및 자기특성

아르곤 가스압력 변화는 CoCr의 결정입경, 면간격 및 c-축 배향도와 같은 박막의 결정성에 큰 영향을 미친다. 따라서 그림 2와 같이 막두께와 기판온도를 각각 300nm, 200°C로 고정한 후, 아르곤 가스압력을 0.1에서 3mTorr의 범위에서 박막을 제작하여 박막의 c-축 배향도 변화에 따른 자기적인 특성을 검토하였다.

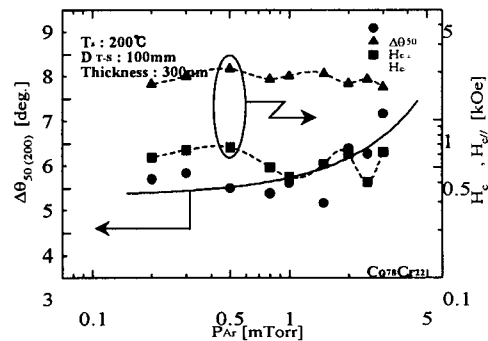


그림 2 $\Delta\theta_{50}$ 및 수직/수평보자력의 아르곤 가스압력 의존성

그래프에서 알 수 있는 것처럼, 아르곤 가스압력 (P_{Ar})이 1.5[mTorr]이하인 저가스압력영역에서 $\Delta\theta_{50}$ 이 5° 근방으로 매우 우수한 c-축 배향성을 나타내고 있다. 그러나, 2[mTorr]이상에서는 $\Delta\theta_{50}$ 이 급격

$\Delta\theta_{50}$ 은 2.78° 로 매우 우수한 값을 나타내고 있으며, 기판온도가 200°C까지 상승하여도 5° 부근의 양호한 c-축 배향성을 나타내고 있다. 이것은 대향타겟식 스퍼터법의 특징인 plasma-free상태에서 박막이 증착되었기 때문이라고 사료된다. 그러나 250°C이후부터는 매우 급격한 기울기로 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 그 이유는 기판온도 상승과 함께 기판의 팽창현상과, 결정구조의 불안정성에 기인된 형상으로 해석된다. 그림 6에 기판온도 변화에 따른 수직 및 수평 보자력($H_{c\perp}$, $H_{c\parallel}$)값을 나타내었다.

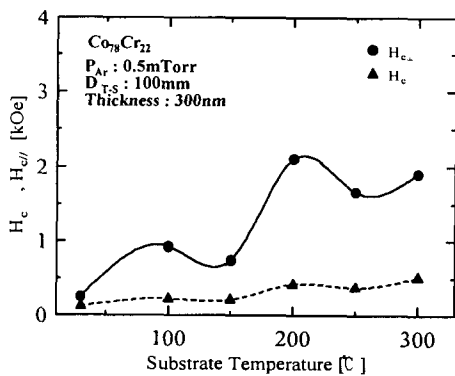


그림 6. 수직/수평 보자력의 기판온도 의존성

기판온도 200°C에서 수직 보자력($H_{c\perp}$)값의 최대값을 얻을 수 있었다. 실온에서의 값과 비교하였을 경우 200°C에서 약 1847[Oe]정도 증가했다는 것을 확인할 수 있었다. 이것은 200°C 부근에서 Co-rich 영역과 Cr-rich영역으로 조성적인 분리가 일어나 수직 보자력($H_{c\perp}$)값이 상승되었다고 사료된다.

5. 결 론

10^{-4} Torr이하 박막증착이 가능한 대향타겟식 스퍼터장치를 이용하여, 박막제조조건에 따른 CoCr 자성박막의 자기적인 특성을 결정학적인 변화와 함께 검토하였다. 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

[1] 저가스압력(P_{Ar})인 1.5[mTorr]이하에서 $\Delta\theta_{50}$ 이 약 5° 정도의 우수한 c-축 배향도를 나타내었으며, 이때, 수직 보자력값도 약 1900[Oe]로 높게 나타났다는 것을 알 수 있었다.

[2] 대향타겟식 스퍼터법으로 CoCr 박막을 제작한 경우, 두께가 100~300[nm]영역의 넓은 범위에서 2000[Oe]정도의 높은 수직 보자력($H_{c\perp}$)값을 나타낸다는 것을 확인하였다. 그러나, 300[nm]이상이 되면 결정입경의 확대로 인해, 서로 자기적인 영향을 미치게 됨에 따라 보자력값이 감소한다는 것을 알 수 있었다.

[3] 대향타겟식 스퍼터법에 의한 CoCr 박막에 있어서, 기판온도 200°C에서 증착된 막에서도 $\Delta\theta_{50}$ 이 5° 정도로 우수한 c-축 배향도를 나타낸다는 것을 확인하였으며, 기판온도 200°C부근에서 Cr편석이 일어나 수직 보자력($H_{c\perp}$)값이 크게 상승한다는 것을 알 수 있었다.

상기 결과를 통하여, 수직자기기록매체용 CoCr 자성박막을 제작할 경우, 1.5[mTorr]이하의 낮은 아르곤 가스압력과, 200°C부근의 기판온도에서 박막을 제작하는 것이 바람직하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 스퍼터법에 의한 박막제작기술과 각종응용의 실제 (經營開發センタ出版部)
2. S. Iwasaki and K. Honda, National Technical Report, 28, 996 (1982)
3. S. Iwasaki, K. Takemura, *IEEE Trans. Magn.-11*, 1173-1175, 1975
4. S. Iwasaki and K. Ouchi, *IEEE Trans. Magn.* 14, 1978.
5. Yoshiro Niimura and Masahiko Naoe, *J. Magn. Mater.* Vol. 54-57, 1985
6. Y.Kitamoto, M.Abe and Masahiko Naoe *IEEE Inter. Magn. Conference* 1996
7. M.J. Keum, S.H Kong, I.H Son, C.H Ka, K.H. Kim, *K Magn. Society spring conference* 1999