

수직자기기록용 박막의 제작

Preparation of Thin Film for Perpendicular Magnetic Recording

김경환* 경원대학교 전기전자공학부
김명호** 경원전문대학 건축설비과
손인환*** 광운대학교 전기공학과
김재환*** 광운대학교 전기공학과

Kyung-Hwan Kim School of Electrical & Electronic Eng., Kyungwon University
Myung-Ho Kim Dept. of Architectural installation, Kyungwon College
In-Hwan Son Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University
Jae-Hwan Kim Dept. of Electrical Eng., Kwangwoon University

Abstract

The Co-Cr(-Ta) films are one of the most suitable candidates for perpendicular magnetic media. the control of the preparation conditions, such as Ar gas pressure P_{Ar} , substrates temperature T_s , films thickness δ , deposition speed R_d , is considered to be important to attain ultra high density recording for perpendicular magnetic recording media. In this study, the Co-Cr thin films and Co-Cr-Ta thin films were deposited on the glass side substrates by using Facing Targets Sputtering apparatus(FTS). Crystallographic characteristics and magnetic characteristics were evaluated by X-ray diffractometry(XRD), Vibrating Sample Magnetometer(VSM) respectively.

1. 서 론

고도 정보화 사회는 정보를 전달하는 기술, 정보를 처리하는 기술, 정보를 축적하는 기술에 의해 지배를 받는다고 해도 과언은 아닐 것이다. 자기기록기술에서 비약적으로 기록밀도가 지속적으로 향상되는 배경에는 기본 구성 디바이스인 자기기록매체나 자기헤드의 성능 향상이 큰 역할을 담당하고 있다.[1]

지금까지 광자기기록을 제외한 거의 모든 자기기록 시스템에서 사용되고 있는 면내자기기록방식(수평)은 매체의 면내방향에 자화를 시키기 때문에 고밀도화를 이루는데 있어서 몇가지 한계가 발생하고 있다.[2] 따라서 본 연구에서는 면내자기기록방식과는 상이하게 매체의 수직방향으로 자화시키는 수직자기기록 방식의 자기기록매체로 사용 가능한 박막을 제작하여 그 박막의 구조적인 특성과 자기적특성에 대하여 연구하고자 한다.

본 연구에서 제작한 Co-Cr(-Ta) 박막이 수직자기기록용매체로서 유망하다는 사실을 이미 많은 국외 보고에서 찾아볼 수 있다.[3,4]

이 Co-Cr(-Ta) 박막을 대향타겟식스퍼터법으로 제작하여 우수한 특성의 막을 얻을 수 있음을 확

인하고자 한다.

Co-Cr박막은, 수직자기기록이 제안된 이래, 많은 연구자에 의하여 연구되어 왔으며, 현재도 연구가 진행 중에 있다. 이 Co-Cr(-Ta)막이 수직자기기록매체에 적당한 이유는 h.c.p. 구조를 가지며, C축배향성이 우수하여, 수직자기방향을 가지고 있기 때문이다. 또한, Co-Cr막은 기판온도를 상승시키면 수직방향의 보자력 H_{cL} 가 급격하게 증가하는 특징을 가지고 있다.[2] 이 현상은, Co-Cr의 벌크에서는 발견 할 수 없으며 Co-Cr박막 특유의 현상이라는 것이 알려져 있다.[3]

본 연구에서는 Ar 가스압, 기판온도와 같은 기본적인 조건의 변화에 따른 $Co_{83}Cr_{17}$ 막과 $Co_{80}Cr_{17}Ta_3$ 막의 결정성 및 자기적특성에 대하여 고찰하였다. 또한 제3원소인 Ta 첨가효과에 대하여 검토, 고찰하여, 고밀도자기기록 매체의 최적 제작조건의 확립에 기여하고자 한다.

2. 실험

2.1 막제작

본 실험에서는 대향타겟식스퍼터(FTS)를 사용하여 Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막을 제작하였다. 각각의

막의 기본적인 제작조건을 표 1에 나타내었다.

타겟조성	Co ₈₃ Cr ₁₇	Co ₈₀ Cr ₁₇ Ta ₃
도달진공도 P ₀	1.0×10 ⁻⁸ Torr	1.0×10 ⁻⁸ Torr
동작가스 (스퍼터가스)	Ar	Ar
기판	glass	glass

타겟은 Co₈₃Cr₁₇과 Co₈₀Cr₁₇Ta₃의 혼합물을 사용하였고, 방전가스로서 99.999%의 아르곤 가스를 사용하였다. 기판으로는 유리를 사용하였다. 각각의 실험에 사용된 막의 제작조건은 다음절에 나타내었다.

2.2 특성파악

X선 회절법으로 제작된 박막의 방향성과 결정성을 조사하였고, VSM으로 자기적특성 즉, 보자력 H_c를 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 Ar gas 압력의존성

Ar 가스의존성에 대하여 고찰하기 위한 Co-Cr 막과 Co-Cr-Ta 막의 제작조건을 표 2에 나타내었다. 기판온도 T_s는 40℃와 220℃로서 각각의 결정성·자기특성의 Ar가스의존성을 조사하였다.

	Co ₈₃ Cr ₁₇	Co ₈₀ Cr ₁₇ Ta ₃
방전전압 V _a	380~550 V	350~680 V
방전전류 I _d	0.5 A	0.5 A
Ar 가스압 P _{Ar}	0.1~10mTorr	0.1~10mTorr
기판온도 T _s	40℃, 220℃	40℃, 220℃
두께 δ	200nm	200nm
증착속도 R _d	19~21nm/min	19~21nm/min

그림 1과 2에 기판온도 T_s=220℃에서 Ar 가스압 P_{Ar}을 변화시킨 Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막의 XRD 패턴을 각각 나타내었다. P_{Ar}이 0.1~1mTorr의 범위에서는 회절강도가 크지만, 그 이상의 가스압력에서는, P_{Ar}이 증가함에 따라 회절강도는 작아지고 있음을 실험결과를 통하여 확인 할 수 있다. 본 논문에 나타내지는 않았으나 T_s가 40℃ 인 경우에도 같은 양상을 보이고 있다. 이것은 Ar 가스압이 증가함에 따라 기판에 도달하기까지의 사이에 스퍼터 입자와 Ar 원자와의 충돌횟수가 증가하여 스퍼터 입자의 운동에너지를 감소시키기 때문이라고 설명할 수 있다. 이 스퍼터 입자의 운동 에너지 저하는 미세구조에 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

그림 3과 4는 T_s=40℃와 T_s=220℃의 기판온도로 제작된 막의 자기적특성을 VSM에 의하여 얻은 결과를 나타내고 있다. 보자력 H_c의 Ar 가스압력의존성을 각각 나타내고 있다. T_s가 저온인 경우에는 P_{Ar}을 5mTorr 이상으로 증가시키면 보자력은 증가하지만, T_s가 220℃의 경우는 보자력이 감소한다. 이와 같은 결과의 원인은 보자력 증가의 주된 요인이 형상이방성에 있기 때문이라고 생각되며, 이 형상이방성은 여기서는 주상구조에 의한 것으로 생각된다[5]. 또한 기판온도가 220℃인 경우의 보자력의 감소는 복합적인 요인에 의하여 일어난다고 생각된다. 즉, c축배향성의 악화와 그에 따른 결정자기이방성의 영향이 약점으로 작용한다. 따라서, Ar가스압력과 자기이방성의 관계를 위의 고찰을 통해서 확인 할 수 있으며, 막 제작조건에 있어서 방전가스압력이 막의 자기적, 결정학적 특성에 미치는 영향이 크다는 것을 확인하였다.

3.2 기판온도의존성

기판온도 T_s는 Co-Cr막에서는 보자력을 제어하는 매우 중요한 파라메타이다. 막의 기판온도의존성에 대해서 실험하였다. 제작조건을 표 3에 나타내었다. 여기에서 말하는 기판온도 T_s는 기판홀더의 기판온도이며, 막증착 개시 온도를 지시하고 있다.

	Co ₈₃ Cr ₁₇	Co ₈₀ Cr ₁₇ Ta ₃
방전전압 V _a	450~460 V	410~420 V
방전전류 I _d	0.5 A	0.5 A
Ar 가스압 P _{Ar}	1mTorr	1mTorr
기판온도 T _s	40℃~240℃	40℃~240℃
두께 δ	200nm	200nm
증착속도 R _d	19~21nm/min	19~21nm/min

그림 5에 c축분산각 Δθ₅₀의 기판온도의존성을 나타내었다. T_s가 증가함에 따라 Δθ₅₀는 증가한다. 이것은 T_s가 증가하기 때문에 챔버 내의 불순물 가스가 증가하고 막내의 불순물가스가 증가하기 때문이라고 생각되나, 진공도 P₀의 변화가 나타나지 않으므로 정확한 이유라고는 생각되지않는다. 또한, 동일한 기판온도에서 제작한 막에서도 Δθ₅₀가 작아지는 쪽이 H_c가 낮아지는 경향이 있다. 이와 같은 결과로부터 Co-Cr막의 결정성과 Co-rich 영역과 Cr-rich 영역의 조성분리 현상에는 관계가 있다고 생각된다.

그림 6은 수직방향과 면내방향의 보자력 H_c와 기판온도 T_s의 관계를 나타내고있다. 수직방향의 보자력이 Co-Cr막에서는 200℃ 부근, Co-Cr-Ta

막에서는 150°C 부근에서 수직방향의 보자력 H_c 의 증가를 확인 할 수 있다. 또한, Co-Cr-Ta막의 경우는 T_s 가 250~300°C의 사이에서 보자력은 최대가 되고, 그 이상의 기판온도에서는 보자력은 낮게 된다. T_s 가 300°C 이상에서 $H_{c,x}$ 가 저하하는 이유는 Maeda[6]가 Co와 Cr의 균일화가 발생하기 때문이라고 설명하고 있다.

또한, Ta 첨가에 따른 보자력에 대한 영향은 T_s 가 저온~150°C의 범위에서는 Co-Cr막이 높고, 그 값은 약 400Oe이며, T_s 가 150°C~의 범위에서는 Co-Cr-Ta막의 보자력이 높다. T_s 첨가로 인하여 기판온도가 150°C 이상인 경우 Co-Cr막에 비하여 Co-Cr-Ta막의 보자력이 약 2~3배 정도의 증가를 나타내고 있다. 이 증가는 Co량의 감소와 Ta 첨가효과에 기인한다고 생각된다.

Ta 첨가가 보자력을 증가시키는 이유에 있어서는 Ta가 정계에 편석하고 결정립의 자기적인 분리를 촉진시키기 때문이라고 말할 수 있지만, 정량적인 해석은 아직 분명하지 않다.

4. 결론

$Co_{83}Cr_{17}$ 막과 $Co_{80}Cr_{17}Ta_3$ 막의 제작조건에 대한 기본적인 특성을 조사하였다. 그 결과, 결정학적 특성과 자기적특성의 관점에서 Co-Cr-Ta막이 우수하다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 매체의 특성에 있어서 최적의 조건으로서는, 압력은 0.1~0.5mTorr의 낮은압력, 기판온도는 150~200°C 정도의 고온이라는 사실을 확인하였으며, 지속적인 연구를 통하여 최적의 막 제작을 위한 막 두께와 증착속도를 결정하고자 한다.

참고문헌

- [1] S.Iwasaki and Y.Nakamura, IEEE Trans. Magn. MAG-13, 1977.
- [2] J.W.Smits, S.B.Luitjens and F.J.A. den Broeder, J. Appl. Phys. 55, 1984.
- [3] A.K.Jinghan, J. Magn. Magn. Mater. 54-57, 1986.
- [4] J.K.Chapman, I.R.McFadden and J.P.C Bernards, J. Magn. Magn. Mater. 62, 1986.
- [5] M.Sagoi, R.Nishikawa and T.Suzuki, IEEE Trans. Magn. 22, No.5, 1986.
- [6] Y.Maeda and M.Asahi, J. Appl. Phys. 61, 5, 1987.

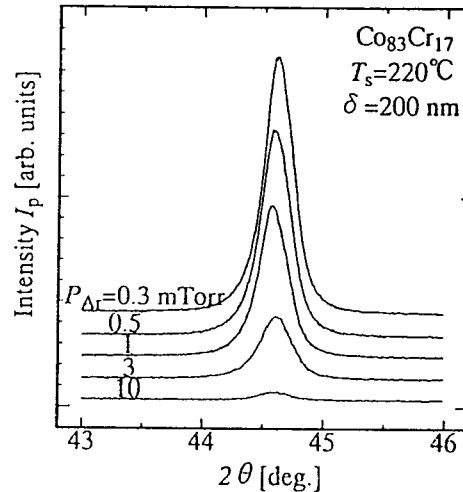


그림 1. $T_s=220^\circ\text{C}$ 의 Co-Cr막의 Ar가스압력 변화에 따른 XRD 패턴

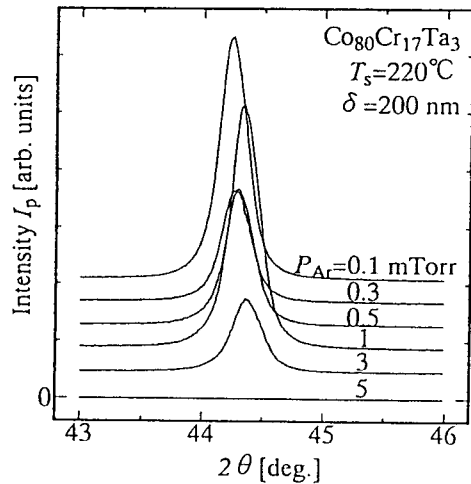


그림 2. $T_s=220^\circ\text{C}$ 의 Co-Cr-Ta막의 Ar가스압력 변화에 따른 XRD 패턴

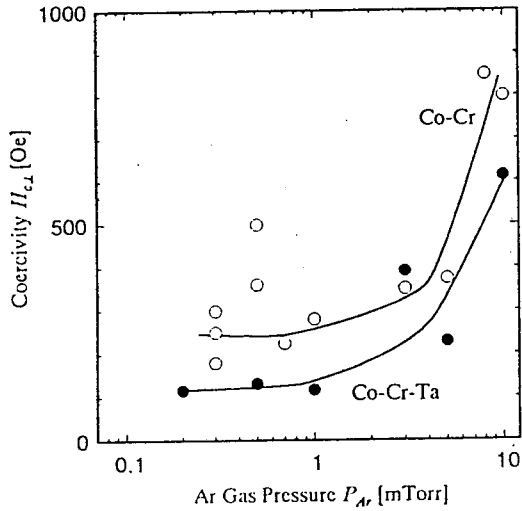


그림 3. $T_s=40^\circ\text{C}$ 의 Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막의 보자력 H_{cL} 의 Ar가스압 P_{Ar} 의존성

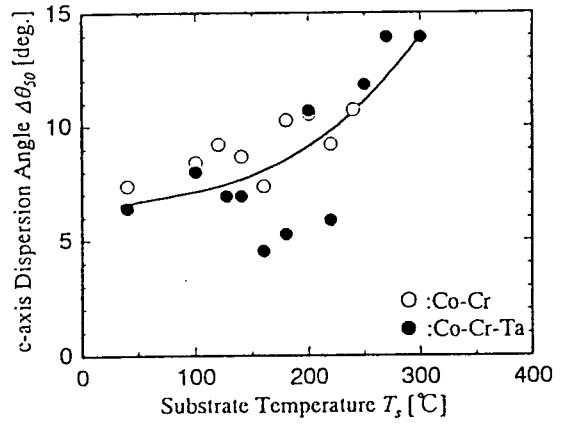


그림 5. Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막의 c축분산각 $\Delta\theta_{50}$ 의 기판온도 T_s 의존성

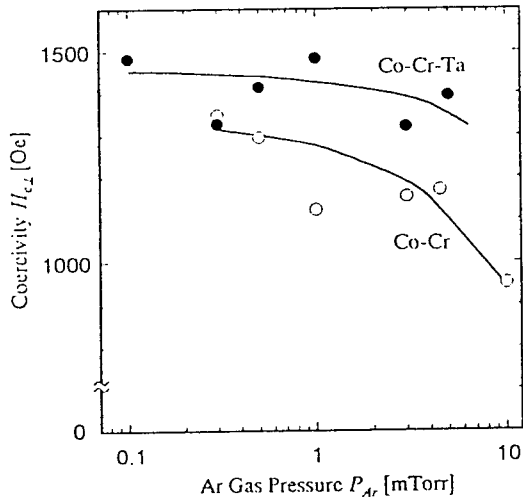


그림 4. $T_s=220^\circ\text{C}$ 의 Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막의 보자력 H_{cL} 의 Ar가스압 P_{Ar} 의존성

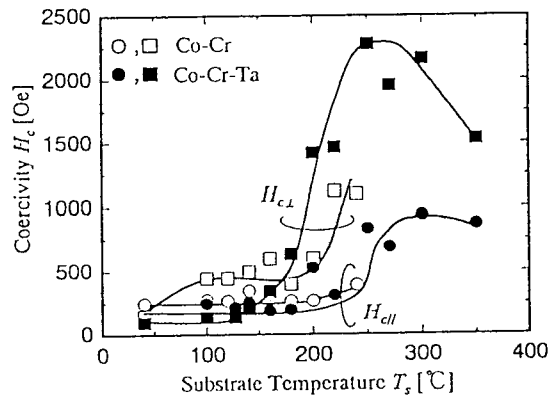


그림 6. Co-Cr막과 Co-Cr-Ta막의 보자력 H_c 의 기판온도 T_s 의존성