

CoCr 박막의 결정성에 미치는 두께 및 하지층의 영향

최성민, 김재환, *금민종, *김경환, **中川茂樹, **直江正彦
 광운대학교 전기공학과, *경원대학교 전기·전자공학부, **東京工業大學 電子物理科

The Effect of Thickness and Underlayer on Crystallographic Properties of Co-Cr Thin Films

Sung-Min Choi, Jae-Hwan Kim, *Min-Jong Keum, *Kyung-Hwan Kim, **Nakagawa, **M.Naoe
 KwangWoon. Univ., *KyungWon Univ., **Tokyo Inst. of Tech.

Abstract - The c-axis orientation plays a very important role in controlling the main parameters of the perpendicular magnetic recording media, such as perpendicular magnetic anisotropy field $H_{K\perp}$, the ratio of coercive force $H_{c\perp}/H_{c\parallel}$, the recording density D_{50} , and the dispersion of the c-axis orientation $\Delta\theta_{50}$, which is quite important for the performance as perpendicular recording media, as well as the magnetic properties of the film.

In this study, the essential process requirement for preparing the Co-Cr films with the superior c-axis orientation, the dependence of $\Delta\theta_{50}$ and the magnetic properties on the film thickness δ , and the effect of underlayer on the dispersion of c-axis orientation have been investigated for both the FTS and DCM system.

낮게 유지된다[7].

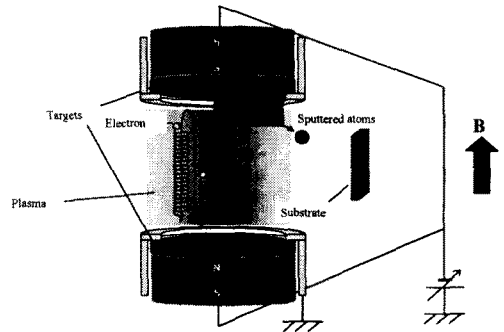


그림 1. FTS 시스템 구조의 개요도

1. 서 론

현대 사회가 고도 정보화 됨에 따라 정보량의 증가로 대량정보의 저장 기술에 대한 요구도 크게 증가하고 있다. 첨단 반도체 기술의 성공적인 개발로 인한 컴퓨터의 소형화 및 취급정보의 대용량화에 대응하기 위해서는 기억용량은 크지만 부피는 작은 고밀도 기록이 가능한 외부 기억 장치의 필수적으로 대두되었다[1].

자기기록 방식은 그 기록 방식에 따라 면자기기록방식과 수직자기기록방식으로 나눌 수 있다[2,3,4]. 따라서 고밀도 기록이 가능한 수직자기기록방식의 기록매체로써 유망한 Co-Cr 박막은 넓게 연구되어왔다. 막에서 Co-Cr 기록층의 두께와 육방조밀구조(hexagonal closed packed:h.c.p.) 결정의 C-축 배향 정도는 초고밀도 기록을 실현하기 위해 매우 중요하고, c-축 배향 분산 $\Delta\theta_{50}$ 은 Co-Cr 박막의 자성 특성뿐만 아니라 수직자기기록 매체로써 실행하기 위해 매우 중요하다[5,6].

본 연구에서는, 막 두께 δ 에 대한 $\Delta\theta_{50}$ 의 의존성과 자성특성 사이의 관계, 그리고 하지층에 대한 영향을 대향타겟스퍼터링(facing targets sputtering:FTS)과 2극평판 마그네트론 스퍼터링(DC planar magnetron:DCM) 시스템을 사용하여 연구하였다.

2. 실 험

2.1 FTS 시스템의 구조

그림 1은 FTS 시스템 장치의 개략도이다. 한쌍의 대향타겟이 음극이고, 실드링과 챔버벽이 양극이다. 자계는 타겟 뒷면에 놓인 자석에 의해 타겟면에 수직으로 인가 되었다. 자계는 타겟 사이의 공간에서 플라즈마를 형성하고, 플라즈마 내에서 자계에 의해 가둬진 고에너지의 전자는 아르곤 가스를 활성화시켜 이온화를 촉진시킨다. 결과적으로, 기판은 플라즈마에 영향을 받지 않으므로, 비교적 막 증착율을 증가시키고 성장막의 온도가

2.2 실험방법

본 실험에서는 직경 100mm의 $Co_{79}Cr_{21}$ 디스크형 합금을 타겟과, 99.9%의 아르곤 가스를 사용하여, slide glass 기판에 대향타겟스퍼터링(FTS)과 DC planar magnetron(DCM) 시스템을 사용하여 막을 증착시켰다. FTS에서, 대향타겟의 중심을 통과한 선과 기판사이의 거리 D는 플라즈마 충격에 의한 피해를 피하기 위해 100mm로 설치하였고, 아르곤 가스 압력 P_{Ar} 은 0.8-1.1mTorr로 유지되었으며, DCM에서, 아르곤 가스 압력 P_{Ar} 은 안정한 방전을 일으키기 위하여 1mTorr 이상으로 유지하였다. 두 시스템에 대한 Background 압력은 3×10^{-4} mTorr보다 낮았다. 기판홀더는 실온으로 유지되었고, c-축 분산각, $\Delta\theta_{50}$ 은 X-ray diffractometer에 의해 얻어진 h.c.p.(002) 피크에 의한 rocking curve의 반가폭(half-height width)값을 측정하여 평가하였다. 막의 자성특성을 결정하기 위하여 진동 시편 자력계(VSM)를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 막 두께 의존성

그림 2는 막두께 δ 에 대한 $\Delta\theta_{50}$ 의 의존성이다. FTS에 의해 증착된 막의 $\Delta\theta_{50}$ 은 두께 δ 에 중요한 의존성이 나타나지 않았고, 200A 정도의 두께 δ 에서조차도 5°보다 작다. 그러나, DCM에 의해 증착된 막은 4000A 아래의 범위에서 두께 δ 에 강한 의존성을 보인다. 이것은 타겟 중심의 영역으로부터 방출된 낮은 고에너지 전자의 충격 때문일 것이고, 여기서 자계는 그것들을 가둘 수 있을 만큼 충분히 강하지 못하다. 이 결과는 FTS 시스템이 일반적인 DCM 시스템보다 Co-Cr 박막을 증착하기에 적합하다는 것을 나타낸다.

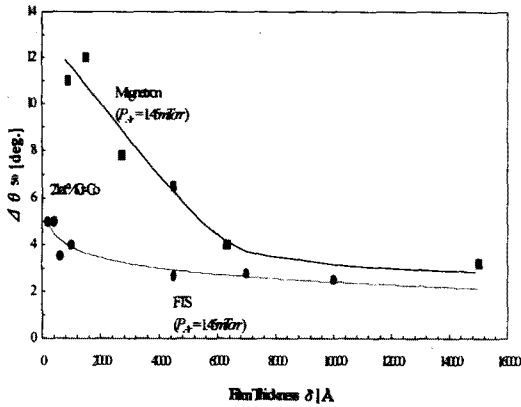


그림 2. 막 두께에 대한 c-축 분산의 의존성

3.2 하지층의 영향

그림 3은 FTS 시스템과 DCM 시스템으로 증착된 막에 대한 $\Delta\theta_{50}$ 의 두께 δ 의 의존성을 보여준다. FTS에서 증착된 200과 2000Å 박막의 $\Delta\theta_{50}$ 은 각각 5°와 4°였다. 그러나, DCM 시스템으로 증착된 500Å 두께의 막에서 얻어진 $\Delta\theta_{50}$ 의 최소값은 약 12°였다. 그리고 두께 δ 는 FTS에 의해 제작된 2000Å 두께의 막과 동일한 $\Delta\theta_{50}$ 을 갖는 막을 얻기 위해서는 약 6000Å 이상의 두께를 갖는다. 이것은 다층으로 구성된 Co-Cr 막의 막 특성에 대한 두께 δ 의 효과를 조사하기 위해 두 시스템으로 제작되었다.

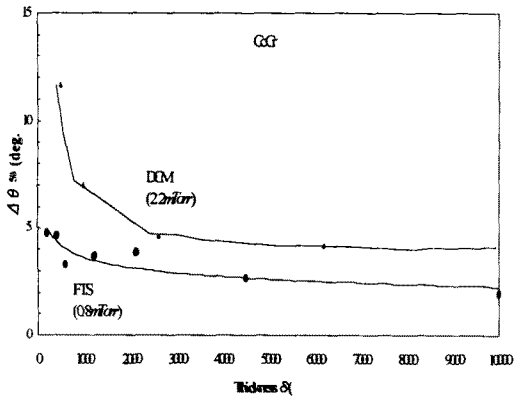


그림 3. FTS와 DCM으로 증착한 막의 두께 δ 에 대한 c-축 분산의 의존성

그림 4(a)는 500Å 두께 δ 의 층이 DCM으로 간접적으로 증착되었고, 이 때 스퍼터링 챔버는 3×10^{-4} Torr 이하의 압력으로 주입되었다. 다층으로 구성된 6000Å 두께에 대한 $\Delta\theta_{50}$ 은 약 11°였다. 이것은 대략 500Å 두께 δ 에 대한 $\Delta\theta_{50}$ (12°)와 비슷하다. 그러므로 막두께 δ 의 증가로 인한 $\Delta\theta_{50}$ 의 향상은 다층막에서 보여지지 않는다. 이 결과, 다층으로 구성된 각각에 대한 층의 성장은 하지층에 의존하지 않고 막두께 δ 의 미소한 증가는 전체적으로 막의 $\Delta\theta_{50}$ 이 향상되지 않는다는 것을 나타낸다.

그림 4(b)는 FTS로 간접적으로 증착되었고, 이 막의 $\Delta\theta_{50}$ 은 약 4-5°였고 그것은 2000Å 두께 δ 의 단일 막에 대한 $\Delta\theta_{50}$ 과 같다. 이것은 각각의 적층 사이에서 성장하는 막의 계면이 FTS 시스템에 의해 제작된 연속적인 quasi-epitaxial 결정에 영향을 미치지 못함을 나타낸다.

그림 5는 500Å 두께 δ 의 2중층으로 구성된 CoCr막을 보여준다. 두 번째 층에 대한 첫 번째 층의 c-축 배

향 효과를 조사하였다. 여기서 2중층으로 구성된 막은 서로 다른 P_{Ar} 조합으로 4종류, 즉 표1에서 요약된 것과 같이 0.8과 10 Torr로 분류되었다

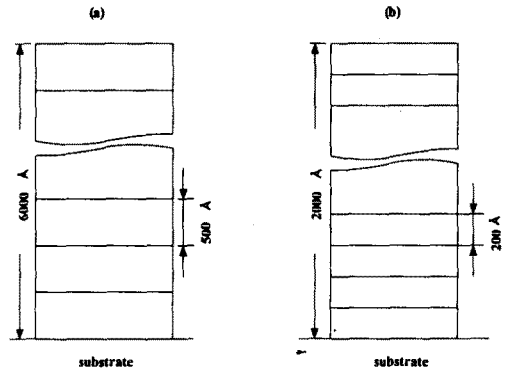


그림 4. 다층 구조의 개요 다이어그램

(a) DCM으로 증착된 6000Å 두께(12×500Å)의 막
(b) FTS로 증착된 2000Å 두께(10×200Å)의 막

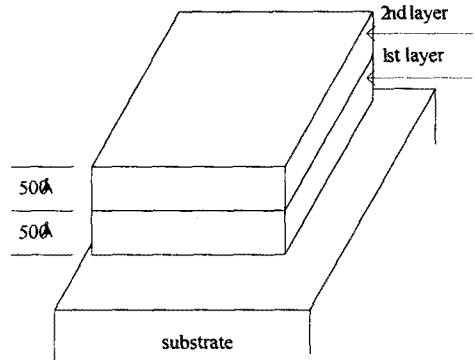


그림 5. FTS에 의한 2중층으로 된 개요도

표1. 서로다른 아르곤 가스 압력에서 두 번째 층의 다양한 조합에 의한 첫 번째층, 전체 층, 그리고 두 번째층의 c-축 분산각

No	combination of P_{Ar}	$\Delta\theta_{50}$ (deg.)		
		1st. layer	total layer	calculated 2nd layer
I	low	4.4	3.7	3.5
	low			
II	high	9.1	7.6	7.2
	high			
III	high	4.4	4.5	4.6
	low			
IV	low	9.1	6.6	6.2
	high			

{low}와 {high}는 각각 0.8과 10 Torr에서 증착된 500Å 두께 δ 의 CoCr 층을 나타낸다. 두 번째 층의 $\Delta\theta_{50}$ 은 직접적으로 결정될 수 없다. 2중층으로 된 막에 대한 XRD 데이터는 두 개의 층의 합으로 평가될 수 있다. 가우스 근사법은 각각의 rocking curve에 대해 사용되었고, 두 번째 층의 $\Delta\theta_{50}$ 은 2중층으로 된 막에 대한 rocking curve가 각각의 층에 대한 rocking curve의 합이라고 가정함으로써 결정되었다. 시료-I에 대한 두 번째 층의 $\Delta\theta_{50}$ 은 35° 감소되었다. 시료-IV의 경우, {low}가 두 번째 층에 사용되었을 때, 우수하게 c-축으로 배향된 막은 열악하게 c-축으로 배향된 막에 대

해서도 얻어졌다. 시료-III의 경우, 두 번째 층의 $\Delta\theta_{50}$ 은 46° 향상되었고, 시료-II의 경우(72°)의 것보다 작다.

그림 6은 XRD 패턴의 변화를 나타내었다. 두 번째 층의 두께 δ 가 2000Å으로 증가할 때, (002) 피크의 높은 강도는 보여지고, $\Delta\theta_{50}$ 이 약 4° 로 일정하다. 그러나, 이것은 스퍼터링 조건이 이 두께 범위에서 지배적인 영향을 미치지 때문이다.

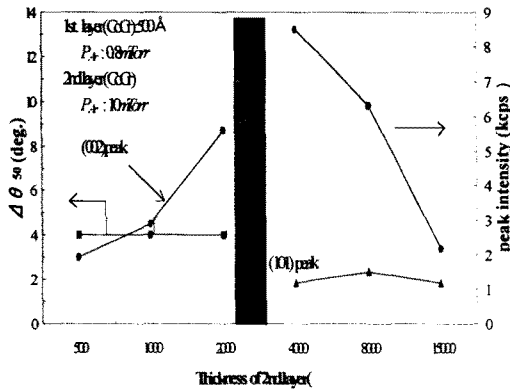


그림 6. 2중층으로 된 Co-Cr 막의 두 번째 층 두께의 영향에 대한 XRD 데이터

그림 7은 자기적인 특성을 보여준다. 이 그림에서 보여지는 것과 같이, 각형비(in-plane squareness ratio) (M_r/M_s)//는 작은 $\Delta\theta_{50}$ 을 갖는 막에서는 매우 작지만, (101) 피크가 막에서 나타나기 시작할 때 급격하게 증가한다. 보자력 H_{C1} 은 높은 P_{Ar} 에서 막의 형태구조 때문에 두 번째 층의 두께 δ 와 함께 증가한다. 이 결과는 우수하게 c-축으로 배향된 첫 번째 층이 두 번째 층의 $\Delta\theta_{50}$ 을 향상시키는데 영향을 미친다는 것을 나타낸다. 이 효과는 어떤 임계두께까지 도달한 두 번째 층의 두께 δ 까지 연속적이고, 이것은 이 연구에서 2000Å이었고, 10mTorr과 같은 열악한 스퍼터링 조건을 억압한다. 그러나, 결국 스퍼터링 조건은 Co-Cr 막의 두께 δ 가 임계두께를 초과할 때 결정구조와 자기적인 특성에 영향을 미치게 된다.

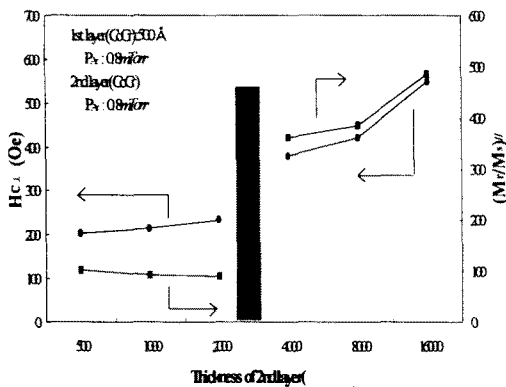


그림 7. 2중층으로 된 Co-Cr 막의 두 번째 층 두께의 영향에 대한 자기적인 특성

4. 결 론

우리는 $\Delta\theta_{50}$ 에 대한 두께 δ 및 하지층의 영향을 조사하기 위해 비교적 고증착율을 실현할 수 있는 FTS와 DCM 시스템으로 Co-Cr 막을 증착시켰다. DCM에서는 고에너지 입자를 가둘 수 있을 만큼 자체가 충분한

강하지 못하기 때문에 $\Delta\theta_{50}$ 은 4000Å 아래의 두께에 큰 의존성을 보이고, FTS에서, 최적의 공정조건은 두께와 하지층에 상관 없이 c-축 자기배향을 촉진할 수 있다. 이것은 FTS가 일반적인 플래너 마그네트론 시스템보다 Co-Cr 막 증착에 좀 더 적합하다라는 것을 나타낸다. 그리고 우수하게 c-축으로 배향된 Co-Cr 하지층은 공정조건이 최적이지 아니라고 할지라도 준에피택시얼(quasi-epitaxial) 성장으로 항상 상부의 층에 우수한 배향성을 준다. 이 하지층 효과는 두 번째 층이 어떤 임계두께까지는 지속되며 임계두께는 이 연구에서 약 2000Å이었다.

(참 고 문 헌)

- [1] S.Iwasaki and K.Ouchi : IEEE. on Magn., MAG-20(1), p.99, 1987
- [2] S.Iwasaki and K.Ouchi : IEEE. on Magn., MAG-14(5), p.849, 1978
- [3] S.Iwasaki, Y.Nakamura and K.Ouchi : IEEE Trans. on Magn., MAG-15(6), p.1456(1979)
- [4] S.Iwasaki, Y.Nakamura and S.Iwasaki : Digests of Intermag. 87, AB-01, 1987
- [5] M.Futamato, Y.Honda, H.Kakibayashi and K.Yoshida : IEEE Trans. on Magn., MAG-21, p.1426, 1985
- [6] Y.Niimura, S.Nakagawa and M.Naoue : IEEE Trans. on Magn., MAG-22, p.1164, 1986
- [7] M.Naoue, S.Hasaunuma, Y.Hoshi and S.Yamanaka : IEEE Trans. on Magn., MAG-17(6), p.3184, 1987