

## Co/Cr, Co/Mo 다층박막의 수직자기 특성

강원대학교 박상운\*, 남인탁

Perpendicular Magnetic Properties of Co/Cr  
and Co/Mo Multilayer Thin Films

Kangwon National University S. U. PARK\*, I. T. NAM

## 1. 서 론

Co/Pd, Co/Pt계 다층박막을 제조하여 광자기적 특성 연구는 국내에서도 많이 연구되어졌다.[1] 그러나 하드디스크용으로 높은 보자력을 얻기 위한 다층박막의 연구는 미비하게 이루어져 왔다. 본 논고는 값이 싼 재료를 이용한 Co/Cr, Co/Mo의 다층박막의 제조조건을 변화시켜 수직자기 특성을 조사 연구하였다. 스퍼터링으로 제조한 Co/Ce, Co/Mo 다층박막을 열처리를 통해 Cr과 Mo를 Co속에 편석시켜 높은 수직자기 특성을 나타내는 고보자력 박막에 제조 가능성에 대하여 연구하였다.

## 2. 실험방법

본 시편은 RF/DC 마그네트론 스퍼터링법으로 제조하였고, 초기진공이  $2.0 \times 10^{-6}$  Torr 이하로 하고, 작업진공이 5mTorr와 2mTorr로 하여 증착하였다. 자성층인 Co는 RF power를 사용했고, 비자성층인 Cr과 Mo는 DC power를 사용하여 상온에서 증착하였다. Substrate는 Corning cover glass(No.2865)를 사용하였고 기판 회전속도는 8~13rpm으로 회전시켰으며 증착속도는 1.5~2.5 Å/sec사이에서 두께비를 고려하여 증착하였다. 증착 두께비는 Cr과 Mo를 각각 10Å과 15Å을 기준으로 하여 1:1, 3:1, 5:1, 7:1, 9:1, 11:1의 비율로 하였다. 총 증착층의 수는 21층으로 하였는데 이는 맨위층에 Co나 Mo층을 한층더 증착시켜 Co의 산화를 방지하고 열처리시 맨위 Co층에 Cr을 균일하게 편석시키기 위한 것이었다.

증착된 시편은 XRD 분석을 통해 결정상을 관찰하였고, VSM을 통해 자기적 특성을 측정하였다. 또한 Small-angle XRD를 사용하여 층구조를 확인해 보고 AFM을 통하여 surface의 morphology를 관찰하였다.

## 3. 실험방법 및 고찰

Fig. 1에서 보는 바와같이 Co/Cr이나 Co/Mo다층박막에서는 5mTorr에서 보다 2mTorr에서 결정성장의 피크가 더 잘 나타났다. 또한 Co/Cr에서 Co/Mo에서보다 더 큰 피크가 관찰되었다. 이는 Co/Cr계에서는  $44.5^\circ$ 에서 Cr(110)피크와 Co(0002)피크가 겹쳐 나타나기 때문이다. 낮은 두께비를 갖는 박막에서는 피크가 잘 관찰되지 않았다. 대체로 두께비가 증가함에 따라 피크의 강도가 증가하였다. 2mTorr에서 증착한 Co/Cr계 박막에서는 broad하게 Co(10 $\bar{1}$ 1)피크가 나왔는데 이는 Co의 c-축 성장에 좋지 않은 영향이 미쳤으리라고 본다. 그리고 d값의 변화는 2.04에서 두께비가 증가함에 따라 약간 감소하였다. Co/Cr계에서 5mTorr에서보다 2mTorr피크는 크게 나타났지만 Co(10 $\bar{1}$ 1)피크가 없는 관계로 더 높은 보자력을 가지는 것으로 나타났다. 5mTorr에서는 두께비가 증가할수록 증가하였고 2mTorr에서는 아주 낮은 값을 나타내다가 5:1이나 7:1에서 증가하였다가 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2.) 이는 5mTorr에서 Co(0002)피크에 따른 c-축 성장이 잘 되었기 때문인것 같다. VSM을 통해 자기적 특성을 분석을 해본 결과 시편의 측정 방향에 따라 보자력의 값이 큰 폭으로 변했고 어떤 경우에는 반강자성(antiferromagnetism)이 관찰되는 경우도 있었다. 이는 다층박막(자성/비자성)의 경우에 나타나는 자기저항효과가 나타나는 것이라 본다.[2] 이는 스퍼터링 증착시 회전 속도의 영향이 크게 작용하여 결정구조에 영향을 미쳤기 때문이라고 생각된다. 또한 다층박막에서 층간에는 exchange coupling을 하고 있어서 VSM의 측정시 magnetic field가 스핀이 영향을 주는것 같다(Fig. 3.) 이는 열처리를 통하여 Cr이나 Mo를

분석시켜 decoupling을 증가시켜야 한다.[3]

#### 4. 결 론

Co/Cr계나 Co/Mo계에서 스피터 증착한 박막의 자기적 특성은 working Pressure에 따라 서로 다른 자기적 특성을 보였는데 이는 작업조건에 따라 서로 다른 경향을 가지는 것으로 나타났다. 즉 5mTorr에서는 두께비에 따라 증가하고, 2mTorr에서는 증가하였다가 감소하였다.

그리고 자성/비자성의 다층박막에서 보이는 반강자성의 특성을 함께 가지는 것으로 나타났다. 수직보자력이 큰 값에서는 자기이력곡선의 변화도 크고 다양하게 관측되었다.

#### 5. 참고문헌

- ① Bruce M. Lairson, J. Peres and C. Baldwin, IEEE Trans. Magn., 30, 4014(1994).
- ② 이성래, 한국자기학회지, 5, 222-232(1995)
- ③ Yasushi Maeda, Toshifumi Ohkubo, Koji Takei, David J. Rogers, and Kenneth L. Babcock, J. Mag. Soc. Japan, 19, 706-711(1995)

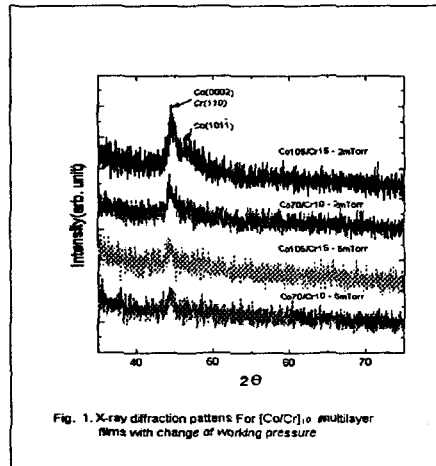


Fig. 1. X-ray diffraction patterns for [Co/Cr]<sub>n</sub> multilayer films with change of working pressure

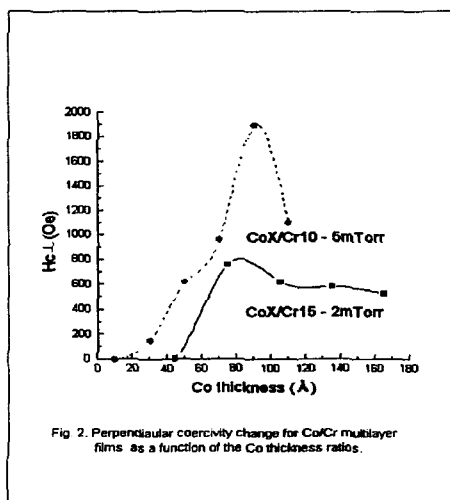


Fig. 2. Perpendicular coercivity change for Co/Cr multilayer films as a function of the Co thickness ratios.

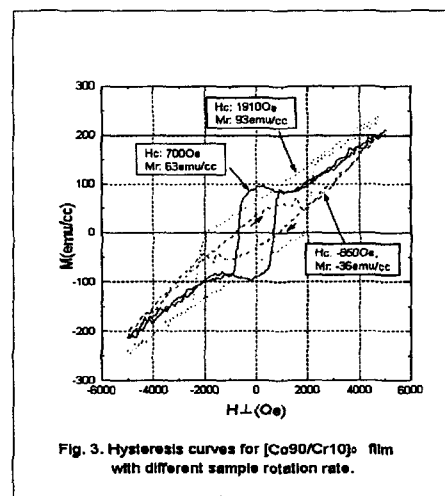


Fig. 3. Hysteresis curves for [Co<sub>90</sub>/Cr<sub>10</sub>]<sub>n</sub> film with different sample rotation rate.