

C6

Co/Pt 초격자 다층박막의 Ar 가스 압력의 변화에 따른 자기 및 자기광학적 특성

한국과학기술원 유 천열*
신 성철

EFFECTS OF SPUTTERING Ar PRESSURE ON MAGNETIC AND MAGNETO-OPTICAL PROPERTIES IN
COMPOSITIONALLY MODULATED Co/Pt MULTILAYERS

KAIST C.-Y. You*
S.-C. Shin

1. 서론

조성변조 Co 계의 박막은 그들의 새로운 성질과 신소재로서의 응용 가능성 때문에 활발한 연구의 대상이 되고 있다. 특히 Co/Pt은 Co/Pd에 비하여 자기광학적 성질이 뛰어난 반면에 중요한 자기적 성질중 하나인 보자력이 작다고 알려져 있다. 따라서 그 보자력을 향상 시키는 것이 많은 연구의 대상이 되어 왔다. 특히 스퍼터링의 경우 e-beam 방법에 비하여 매우 낮은 보자력을 가지고 있음이 보고 되고 있는데, 이는 스퍼터링된 원자들이 e-beam의 경우 보다 더 많은 에너지를 가지고 기판에 도달하여 초격자 박막의 계면에 damage를 주어서 계면의 상태를 나쁘게 만들기 때문으로 알려져 있다. 보자력을 높이기 위하여서는 계면 상태를 좋게 하여야 하므로 Ar보다 무거운 Kr 이나 Xe 같은 가스를 스퍼터링 가스로 사용하는 연구도 많이 수행 되고 있다.¹ 또 다른 방법으로는 기판에 도달하는 원자의 에너지를 줄일 수 있는 방법으로 많이 연구 되는 것이 Ar 가스의 압력을 높이는 것이다.² 본 연구에서는 Ar 가스 압력을 2 mTorr에서 30 mTorr 까지 변화 시켜 가면서 각 Ar 가스 압력에서의 특성을 조사 하였다.

2. 실험 방법

조성변조 Co/Pt 다층박막을 지름이 2" 인 타겟을 이용해 dc-magnetron 스퍼터링 방법으로 Ar 압력을 2, 5, 10, 15, 20, 30 mTorr로 변화 시켜 가면서 제조 하였다. 조성변조 초격자 구조는 회전하는 기판 holder 를 Co와 Pt gun에 번갈아 노출 시킴으로써 만들어 졌고, 각 층의 두께 및 층 수는 holder에 부착된 stepping 모터를 이용해 머무는 시간과 회전수를 변화시켜 조절 하였다. 모든 시료들은 base pressure 가 5×10^{-6} Torr 일때 제조 되었으며, 총 두께가 300 Å 이고, 4 Å 두께의 Co 와 9 Å 두께의 Pt 으로 이루어진 두께 13 Å 의 같은 bilayer 로 이루어져있다. 조성변조 구조는 x-선 low- and high-angle 회절 실험을 통하여 확인 되었다. 보자력과 Kerr 회전각, 그리고, 타원률은 632.8-nm HeNe laser를 사용한 polar Kerr hysteresis loop tracer 를 이용하여 측정 하였다.

3. 결과 및 논의

Fig.1.에서는 Ar 가스 압력의 변화에 따른 Co/Pt 다층박막의 보자력의 변화를 나타내었다. 보자력은 Ar 가스의 압력이 20 mTorr 에서부터 급격한 증가를 보이는데, 이는 SEM의 관찰에서 확인된 바와 같이 주상구조에 의한 domain wall pinning 때문으로 생각된다. 즉, Ar 가스의 압력이 증가함에 따라서 기판에 도달하는 원자들은 많은 충돌로 인하여 그 에너지가 감소하고, 사각입사하는 원자들이 늘어남에 따라서 주상구조가 형성 된다고 생각된다.

VSM 을 이용하여서 측정한 Ar 가스 압력의 변화에 따른 포화자화량의 변화를 Fig.2.에 도식하였다. Ar 가스 압력이 증가함에 따라서 박막의 밀도가 감소하여서 포화자화량이 점차로 감소할것이 예상되나 Ar 가스 압력이 20, 30 mTorr의 경우에는 예상보다 적은 포화자화량의 감소를 보이는데 이는 계면에서의 interdiffusion 때문에 더 많은 Pt의 자화가 유도되었기 때문인 것으로 생각된다.

Ar 가스의 압력의 변화에 따른 Kerr angle과 반사율을 각각 Fig.3.과 Fig.4.에 도식하였

다. 반사율의 감소는 박막의 구조가 porous 해지는 것이 그 주된 원인으로 생각된다. 일반적으로 자기광학효과는 포화자화량에 비례하는 것으로 알려져 있는데, Ar 가스 압력이 20, 30 mTorr의 경우에는 포화자화량의 변화에서 예상된 것보다 큰 자기광학 효과가 관찰된다. 이 현상은 반사율의 감소로 인한 자기광학효과의 광학적인 enhancement 때문으로 생각된다.

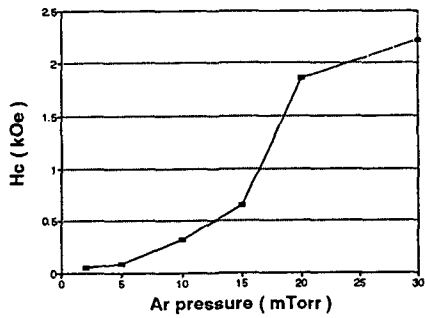


Fig. 1. Dependence of the coercivity H_c on sputtering Ar gas pressure P_{Ar} .

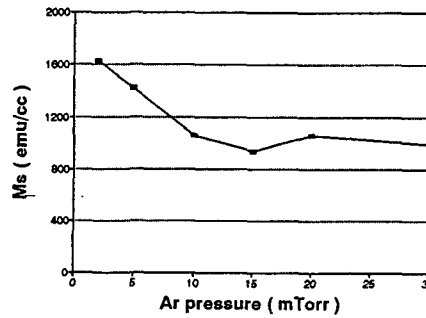


Fig. 2. Dependence of the saturation magnetization M_s on sputtering Ar gas pressure P_{Ar} .

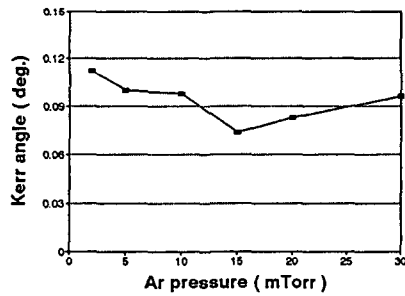


Fig. 3. Dependence of the Kerr rotation angle θ_k on sputtering Ar gas pressure P_{Ar} .

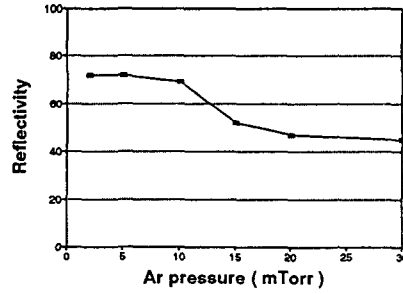


Fig. 4. Dependence of the reflectivity R on sputtering Ar gas pressure P_{Ar} .

4. 결론

조성변조 Co/Pt 다층박막에 있어서 Ar 가스의 스퍼터링 압력이 박막의 자기적 및 자기광학적인 성질에 미치는 영향을 박막의 미세구조의 변화와 관련지어서 설명 하였다. Ar 가스 압력이 20 mTorr에서부터 주상구조에 의한 domain wall pinning에 의해서 보자력이 급격히 증가됨이 관찰되었고 포화자화량과 자기광학적 효과의 Ar 가스 압력의 변화에 따른 변화를 설명하였다.

5. 참고 문헌

- [1]. P.F.Carica, S.I.Shah, and W.B.Zeper, Appl. Phys. Lett. 56, 2345 (1990).
- [2]. P.He, W.A.McGahan, S.Nafis, J.A.Woolam, Z.S.Shan, S.H.Liou, F.Sequeda, T.McDaniel, and H.Do, J. Appl. Phys. 70, 6044 (1991).