

B - 2

DC Magnetron Sputtering 방법으로 증착한 Fe-N 박막의 구조와 자기적 성질 (Structure and Magnetic Properties of Fe-N Films Deposited by DC Magnetron Sputtering)

이종화 · 이원종

한국과학기술원 전자재료공학과

I. 서론

Fe-N 박막은 조성과 미세구조 제어에 의하여 포화자속밀도와 보자력을 조절할 수 있으며 내식성과 내마모성이 우수하기 때문에 연자성 박막[1], 자기기록매체[2,3], 수직자화막[4]에의 응용이 활발히 연구되고 있다.

Fe-N 박막은 증착시의 질소 분위기가 자기특성에 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 그러나 아직까지 질소첨가에 의한 박막의 미세구조 변화와 이에 따른 자기특성의 변화에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 Fe-N 박막을 DC magnetron sputtering 방법으로 증착하였을 때 질소첨가가 박막의 미세구조 변화와 자기적 특성에 미치는 영향을 알아보았다.

II. 실험방법

99.9% 순도의 Fe를 타겟으로 하였고, 기판으로는 슬라이드 글라스를 잘라서 사용하였다. 스퍼터링전에 chamber내의 진공도를 3×10^{-6} torr이하로 유지한 후 스퍼터링 기체들을 주입하여 1 mtorr의 압력하에서 스퍼터링 하였다. 스퍼터링용 기체는 Ar과 N₂를 사용하였고 이를 MFC(Mass Flow Controller)로 유량을 조절하여 주입하였다. 총 주입 기체유량(F_{total})은 10 sccm으로 하였으며, 총 주입 기체유량에 대한 질소유량비(F_{N_2}/F_{total})는 0~20%로 변화시켰다. 또다른 증착변수인 스퍼터링 power는 30~200W ($0.66 \sim 4.38 \text{W/cm}^2$) 사이에서 변화시켰다. 증착 속도는 질소유량비가 증가함에 따라 약간(10% 이내) 감소하다가 일정한 값을 유지하였으며, 스퍼터링 power를 30, 100, 200W로 증가시키기에 따라 증착속도는 각각 약 1, 3, 6 Å/sec로 거의 비례적으로 증가하였다. 박막의 두께는 Tencor사 α -step으로 측정하였으며 증착박막의 최종두께는 2000 Å으로 하였다. 박막 X선 회절 방법을 이용하여 결정구조를 분석하였는데 입사 파장으로는 Cu

K α 선을 이용하였으며 scan speed는 4°/min으로 하였다. 박막 조성은 Perkin-Elmer사 AES(Auger Electron Spectroscopy)를 이용하여 입사 전자 에너지(E_p) 3keV, 입사 전자빔 전류(I_p) 200nA 조건에서 측정하였다. DMS사의 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)으로 상온에서 박막표면에 평행하게 자계를 인가하였을 때의 박막의 상온 포화자화값($4\pi M_s$) 및 보자력(H_c)을 측정하였다. 측정시 최대 인가자계는 3 kOe으로 하였다. 증착조건에 따른 Fe-N 박막의 표면 및 단면 형상의 변화를 SEM(Scanning Electron Microscope)으로 관찰하였다.

III. 결론

1. 스퍼터링 기체중 질소유량비가 증가함에 따라 박막내 질소함유량은 증가한다. 스퍼터링 power가 클수록 증착속도는 거의 비례적으로 증가하며, 박막내 질소함유량은 감소한다.
2. 낮은 질소유량비에서 증착하였을 경우 박막은 질소 침입형 α -Fe 결정구조를 갖는다.
 - 1) 격자간 질소 침입에 의해 격자변형이 일어나며, 박막내 질소원자 함유량에 비례하여 $d(110)$ 과 (110) 회절선폭(FWHM)이 증가한다.
 - 2) 박막내의 질소원자함유량이 증가함에 따라 포화자화값은 감소한다.
 - 3) 낮은 보자력을 나타내게 하는 적절한 격자변형량이 존재하며, 보자력의 감소는 격자변형에 의해 주상정구조의 성장이 억제되어 형성되는 평탄한 표면형상의 균일한 미세구조에 기인한다.
3. 스퍼터링 기체중의 질소유량비가 더욱 증가함에 따라 박막내의 생성상은 질소 침입형 α -Fe상에서 $Fe_{2-3}N$, Fe_2N 상이 나타나며 이들 상의 형성에 의해 포화자화값은 급격한 감소를 나타낸다. 이러한 상변화는 스퍼터링 power 값에 상관없이 박막내 질소원자함유량 15% 정도가 되어 평균적으로 5 % 정도의 격자 팽창이 일어나고 격자정수 변화의 국부적 분포의 불균일도가 어느 정도 이상이 되었을 때 일어난다.

IV. 참고문헌

- [1]. N. Terada, Y. Hosh, M. Naoe and S. Yamanaka, IEEE Trans. Magn., MAG-20, 1451(1984).
- [2]. K. Umeda, E. Kita and A. Tasaka, IEEE Trans. Magn., MAG-22, 591(1986).
- [3]. S. Takahashi, T. Tsujioka, M. Kume, J. of Magn. Soc. Japan, 12, 321(1988).
- [4]. K. Kijima and N. Honda, J. of Magn. Soc. Japan, 12, 321(1988).