

이온빔 스퍼터링 방법으로 형성시킨 NiFe/Ag 다층박막의 열처리시 구조 변화 및 자기저항에 대한 연구

고려대학교 재료금속공학부 *지 재덕, 이 성래
한국표준과학연구원 표면분석그룹 김 경중, 문 대원

(A Study on the microstructural evolution and magnetoresistance of NiFe/Ag
multilayers fabricated by ion beam deposition method)

Korea University *J.D. Ji, S. R. Lee
KRISST Surf. Anal. Group K. J. Kim, D. W. Moon

1. 서론

1988년 Baibich에 의해 Fe/Cr 다층박막에서의 거대자기저항현상(Giant Magnetoresistance)이 발견된 이후, 그 실질적인 응용을 위한 많은 연구가 진행되어 오고 있다. 거대자기저항(이하 GMR)현상의 실제적인 응용 측면에 있어서 반드시 해결해야 할 중요한 문제는 GMR 현상을 나타내는 재료의 포화자계를 낮추는 것과 자기민감도를 높이는 것이고, 현재 이러한 문제 해결에 있어서 유리할 것으로 생각되어지는 NiFe/Ag 등의 불연속 다층박막과 spin valve 형태의 재료에 대한 많은 연구가 이루어 지고 있다. 일반적으로 NiFe/Ag 불연속다층박막의 경우 300°C 이상의 열처리시 Ag층이 NiFe층의 grain boundary를 따라 확산하여 막을 불연속화 시키는 것으로 알려져 있다. 한편 Ag등의 물질을 이온빔 스퍼터링 방법으로 증착시키는 도중 추가적인 이온빔을 기판에 입사하게 되면 (111) 우선방위가 발달하며 막에 충돌하는 이온빔의 에너지에 따라서 성장하는 박막의 grain의 크기 및 morphology가 변화하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 이온빔 스퍼터링 방법을 이용하여 증착시킨 NiFe/Ag 다층박막의 자기저항거동을 미세구조변화의 측면에서 살펴보았으며, 박막의 증착시 보조적인 RF 산소이온빔을 기판에 충돌시켜, grain size 및 morphology의 변화가 NiFe/Ag 다층박막의 자기저항거동에 어떠한 영향을 끼치는 지를 연구하였다.

2. 실험방법

자연 산화막을 제거하지 않은 Si(100) 기판을 회전시키며 Ta(40Å)/Ag(20Å)/[NiFe(20Å)/Ag(40Å)]n/Ag(20Å)/Ta(100Å) (n= 7, 10, 15) 구조의 다층박막을 이온빔 스퍼터링을 이용하여 형성하였다. 초기 진공도는 8×10^{-8} Torr이하로 유지시켰으며, 스퍼터링시 Ar의 분압은 1×10^{-4} Torr로 하였다. 각각의 Ni과 Fe target을 chamber target holder에 장착하여 이온빔에 의해 스퍼터링되는 위치를 변화시키며 Ni₈₀Fe₂₀의 조성을 얻고자 하였으며 in-situ XPS 분석으로 이를 확인하였다.

형성된 다층박막을 300°C~400°C 온도범위에서 10°C간격으로 12분 동안, 350°C에서 1, 3, 5, 7, 10, 11, 13, 15, 20분 동안 Ar 분위기하에서 열처리 하였다. 막의 자기저항은 4탐침법을 이용하여 측정하였으며, 자기이력곡선은 VSM을 사용하여 얻었다. 막의 구조 분석은 XRD와 단면 TEM을 이용하여 행하였다.

RF 산소이온빔 assist의 경우 이온빔의 current를 20mV, 가속전압을 200V로 하여 NiFe/Ag 다층박막 증착시 기판에 수직방향으로 입사시켰다.

3. 실험결과 및 고찰

in-situ XPS 분석과 ICP 분석을 통하여 각각 $\pm 1\%$ 범위내에서 Ni₈₀Fe₂₀의 조성비를

얻을 수 있었고, 형성된 NiFe/Ag 다층막의 자기저항비는 as-deposited 상태에서는 거의 나타나지 않으나 열처리 온도에 따라 증가하다가 다시 감소함을 관찰하였다. Ta 하지층이 막의 구조적 안정성에 큰 영향을 끼치는 것과 열처리시 계면상에서의 NiFe, Ag의 demixing 후 막의 불연속화가 일어나는 것을 XRD 분석으로 관찰할 수 있었다. 또 이온 assisted 된 NiFe/Ag 다층막의 자기저항거동을 분석하였다.

4. 참고문헌

- (1) 이성래, 대한금속학회지, 9, 376 (1996)
- (2) T. L. Hylton, science. 261, 1021 (1993)

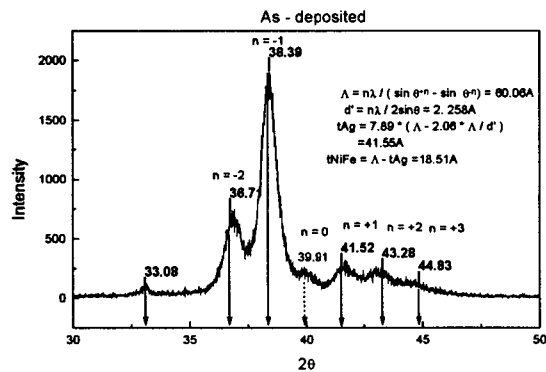


Fig. 1. The diffraction pattern of NiFe/Ag MLs

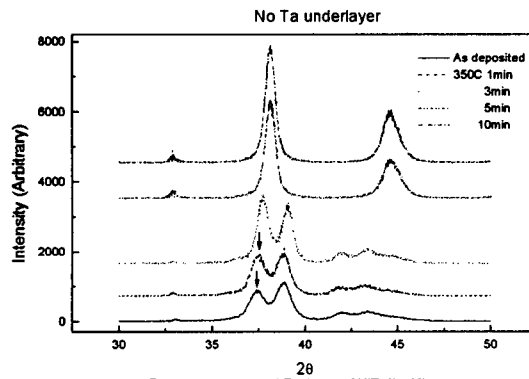


Fig. 2. Microstructural Evolution of NiFe/Ag MLs

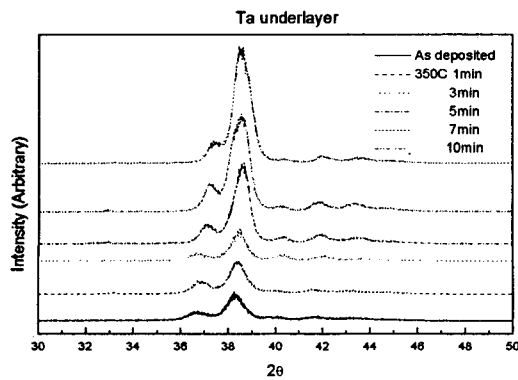


Fig. 3. Microstructural Evolution of NiFe/Ag MLs