

NiFe/Ag 다층박막의 누적열처리에 따른 구조, 자기적 및 자기저항 변화에 관한 연구

고려대학교 재료금속공학부 고 익환* , 이 성래

(Structural development , magnetic , and GMR properties
of NiFe / Ag multilayers as a function of accumulative annealing)

Korea University I. H. KO* , S. R. LEE

1. 서론

연자성체인 NiFe와 사잇층이 Ag로 이루어진 다층박막을 제작한 후 열처리를 통해 Ag를 NiFe 입계로 확산시켜 NiFe층을 불연속화시키는 NiFe/Ag 불연속 다층박막은 정자기 상호작용(magnetostatic interaction)이 거대자기 저항의 근본기구이므로 매우 낮은 자장하에서도 높은 sensitivity를 가진다.

본 연구에서는 NiFe/Ag 불연속 다층박막의 제작시 각 층의 두께와 증착조건에 따른 증착된 상태에서의 다층막 구조의 차이를 XRD simulation을 통해 분석하고 열처리시에는 열처리시간을 누적시키면서 그에 따른 구조와 자기저항거동의 변화과정에 대해 비교 고찰하였다.

2. 실험방법

NiFe/Ag 다층박막을 4 target 고주파 마그네트론 스퍼터를 이용하여 제작하였다. Si(111) 기판위에 $Ag(y/2)/[NiFe(x)/Ag(y)]_{10}/Ag(y/2)$ 의 다층박막을 제작하였으며 상하지층으로 Ta를 증착했다. NiFe와 Ag의 두께는 각각 15~25Å과 30~60Å으로 변화시켰고, Ta 하지층의 두께도 40~500Å으로 변화시켰다. 초기진공도는 7×10^{-7} Torr 이하로 유지하였고 스퍼터링가스로는 Ar에 H₂를 일정비율 첨가했으며 분압은 2mTorr로 유지하였다. 열처리는 고순도 Ar-10%H₂ 분위기와 330~410°C의 온도범위에서 열처리시간을 1, 2, 3, 5, 10, 30분으로 증가시키면서 누적열처리를 행하였다.

자기저항은 4탐침법을 이용해 측정했는데 자장이 박막면에 평행하나 전류방향에 수직인 경우 및 전류방향에 나란한 경우 , 그리고 자장의 방향이 박막면 및 전류방향에 모두 수직인 경우 등 3가지의 측정을 통해 이방성을 연구했다.

자기이력곡선은 VSM을 이용해 측정했다.

다층막의 구조분석에는 XRD simulation을 이용했는데, 실제 XRD pattern과 이론적으로 계산된 XRD pattern을 비교해 NiFe층과 Ag층의 두께와 불균일도를 계산하였다.

3. 실험결과 및 고찰

증착된 상태에서는 자기저항현상이 거의 나타나지 않으나 누적 열처리 결과 열처리 시간을 증가시킴에 따라 다층막내의 결합감소로 인한 비저항(ρ)의 감소와 자성체의 불연속화를 통한 반강자성결합에 의한 비저항차이($\Delta\rho$)의 증가로 MR값은 점차 증가해 10분 열처리시에 최대값을 보인후 그 이후에는 다소 감소하였다.

XRD pattern 고찰 결과 1분 열처리시에는 back diffusion에 의해 다층막의 계면이 균일해짐에 따라 satellite peaks가 명확해지고 강도가 증가하나 그 이후 자성층의 불연속화와 계면의 불균일화로 satellite peaks의 강도가 감소하고 폭이 넓어지는 것을 관찰하였다.

Ta하지층을 증착한 경우가 증착하지 않은 경우에 비하여 균일한 다층막이 형성되었음이 XRD pattern 비교 결과 확인되었고 이에 따라 MR값도 높게 나타났다.

NiFe층과 Ag층, Ta하지층의 두께 등의 증착조건에 따른 다층막구조의 차이와 누적열처리시의 다층막구조의 변화를 XRD simulation을 통해 비교 분석하고 자기저항저동변화과정을 고찰함으로써 증착조건에 따른 열처리시의 열적안정성을 비교하였다.

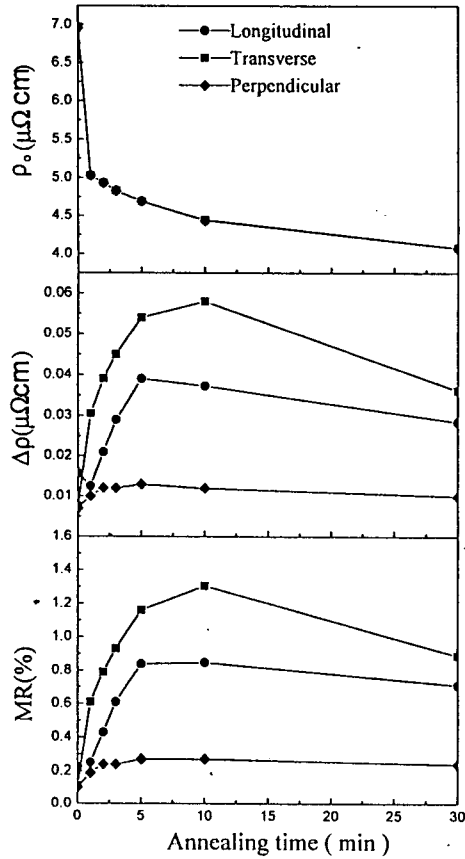


Fig1. Development of MR properties as a function of accumulative annealing (Si / Ta40Å / (NiFe25Å / Ag50Å)₁₀ / Ta100Å annealed at 370°C)

Longitudinal : H//sample plane // I// sample plane

Transverse : H//sample plane ⊥ I// sample plane

Perpendicular : H(⊥ sample plane) ⊥ I//sample plane

4. 참고문헌

- 1) T. L. Hylton, K. R. Coffey, M. A. Parker, J. K. Howard, Science. 261(1993). 1021
- I. K. Schuller, J. P. Locquet, D. Neerincx, L. Stockman, Phys. Rev. B 39(1989), 13338