

NiFe/Ag 불연속 다층막의 거대자기저항 현상에 관한 연구

서울대학교 금속공학과

박주욱*, 주승기

A Study on the Giant Magnetoresistance
of NiFe/Ag Discontinuous Multilayered Thin Films

Dept. Metall. Eng. Seoul Nat'l Univ. Joo-Wook Park*, Seung-Ki Joo

1. 서론

Fe/Cr 인공초격자에서 거대자기저항 (Giant Magnetoresistance) 현상이 발견된[1] 이래, 과립상 박막[2]이나 불연속 다층막[3] 등에서도 거대자기저항 현상이 발견되었다. 이 중 NiFe/Ag 불연속 다층막은 매우 작은 자장 하에서도 자기저항이 급격하게 변한다는 것이 보고되어 응용적인 측면에서 관심이 집중되고 있다. 본 연구에서는 NiFe/Ag 불연속 다층막을 스퍼터링으로 형성하고, 이의 구조와 열처리 조건이 거대자기저항 특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

2. 실험 방법

NiFe/Ag 불연속 다층막은 3-gun 고주파 마그네트론 스퍼터링으로 실리콘 기판 위에 형성하였다. 증착 전에 바닥층으로서 탄탈륨을 50 Å 형성하였고, 그 위에 NiFe/Ag 다층막을 $\text{Ag}(y/2\text{Å})/[\text{NiFe}(x\text{Å})/\text{Ag}(y\text{Å})]_4/\text{NiFe}(x\text{Å})/\text{Ag}(y/2\text{Å})$ 의 구조로 형성한 다음, 보호층으로서 역시 탄탈륨을 100 Å 증착하였다. NiFe와 Ag의 두께는 각각 15~40 Å과 30~80 Å으로 변화시켰다. 열처리는 Ar-7% H_2 분위기에서 금속열처리장치를 이용하여 300~400 °C에서 5분간 행하였다. 자기저항은 4 탐침법을 이용하여 자장과 전류의 방향을 수직으로 하고 상온에서 측정하였으며, 자기저항 값은 $(R_{\text{Max}} - R_{\text{Min}})/R_{\text{Min}} \times 100$ 으로 정의하였다. 자기이력곡선은 시료진동형자력계 (Vibrating Sample Magnetometer, VSM)를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

NiFe/Ag 불연속 다층막은 열처리하기 전에는 거대자기저항을 관찰할 수 없었으나 열처리 후에는 1~3 %의 거대자기저항을 나타내었다. Fig. 1에 Ta(100Å)/Ag(30Å)/[NiFe(25Å)/Ag(60Å)]₄/NiFe(25Å)/Ag(30Å)/Ta(50Å)/Si 시편의 열처리 온도 변화에 따른 자기저항 곡선의 변화를 한쪽의 자화 방향에 대해서 나타내었다. 360°C까지는 자기저항이 증가하다가 그 이상의 온도에서는 구릉이 완만해지면서 서서히 감소하였다. 이에 따른 자기저항비와 단위자장당 자기저항 및 자기저항곡선의 반가폭을 Fig. 2에 나타내었다.

NiFe와 Ag의 두께가 변화함에 따라 자기저항이 최대가 되는 값이 존재하였다. Fig. 3에서 보이듯이 NiFe의 두께가 30Å인 경우에는 Ag의 두께가 60Å인 점에서 최대값을 가졌다. 특히 NiFe의 두께를 변화시킨 경우에는 Fig. 4와 같이 열처리 온도가 증가함에 따라 자기저항이 최

대값을 갖는 NiFe의 두께가 증가하는 경향을 나타내었다. NiFe 층이 열처리에 불연속적인 상태로 변화되면서 거대자기저항이 나타난다는 사실을 고려해 볼 때, NiFe 층의 두께가 두꺼울수록 불연속층이 되기 위해서 더 높은 온도의 열처리가 필요하다는 점과 잘 일치한다.

4. 참고문헌

- [1] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. N. v. Dau, F. Petroff, P. Eitenne, G. Creuzet, A. Friederich, and J. Chazelas, *Phys. Rev. Lett.*, **61**(21), 2472 (1988).
- [2] J. Q. Xiao, J. S. Jiang, and C. L. Chien, *Phys. Rev. Lett.*, **68**(25), 3749 (1992).
- [3] T. L. Hylton, K. R. Coffey, M. A. Parker, and J. K. Howard, *Science*, **261**, 1021 (1993).

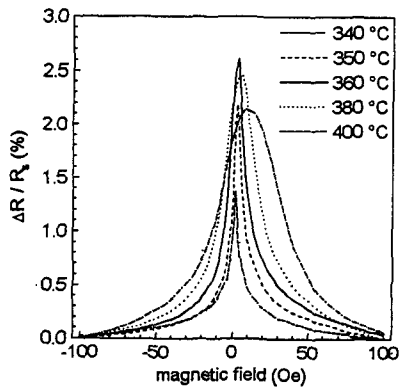


Fig. 1. The variation of $\Delta R/R_s$ curves with respect to the annealing temperature.

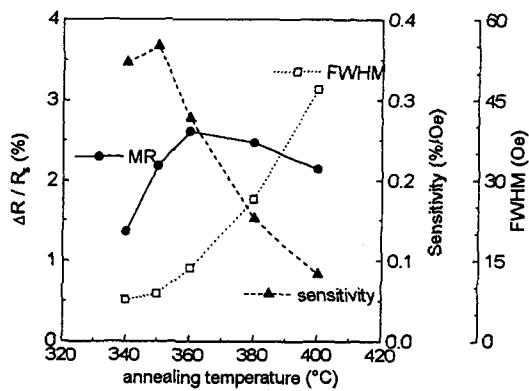


Fig. 2. $\Delta R/R_s$, sensitivity, and FWHM versus the annealing temperature for $t_{NiFe} = 25 \text{ \AA}$ and $t_{Ag} = 60 \text{ \AA}$.

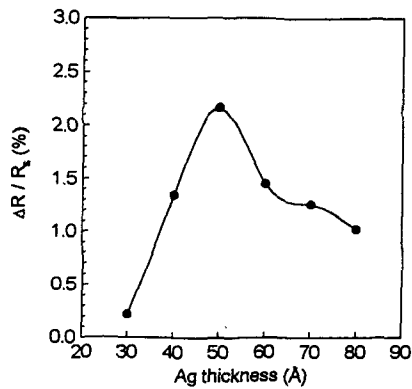


Fig. 3. $\Delta R/R_s$ versus Ag thickness for $t_{NiFe} = 30 \text{ \AA}$. The annealing temperature is $360 \text{ }^\circ\text{C}$.

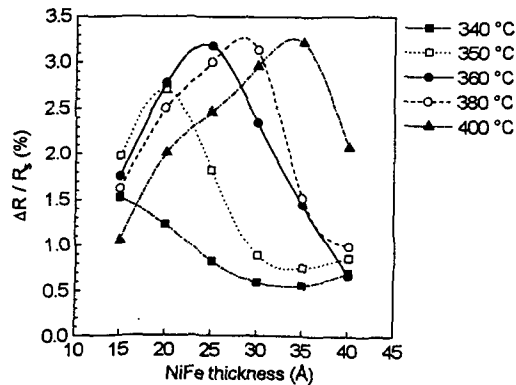


Fig. 4. $\Delta R/R_s$ versus NiFe thickness for $t_{Ag} = 60 \text{ \AA}$ with respect to the annealing temperature.