

A5

NiFe/Cu 인공초격자의 자기저항거동 해석

서울대학교 금속공학과 민 경익* 주 승기

Analysis of Magnetoresistance Behavior of NiFe/Cu Artificial Superlattices

Dept. of Metall. Eng. Seoul Nat'l Univ. K.-I. Min* S.-K. Joo

서론 상온에서 Co/Cu 등의 인공초격자는 상온에서의 자기저항이 10 % 이상으로 매우 크기 때문에 자기정보감지 센서에 응용될 경우의 막대한 기대효과로 인해 많은 주목을 받고 있으나 포화자장이 너무 큰 것이 문제점으로 알려져 있다. 따라서 포화자장을 낮추기 위해 많은 노력이 경주되었으며, Co보다 자기적으로 연한 재료인 NiFe[1,2], NiFeCo[3], NiCo[4] 등을 이용한 인공초격자 씨스템이 시도된 바 있다. 그러나 이 중에서 연자성특성이 가장 우수한 $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ 의 경우, 두번째 자기저항 극대값에 해당하는 20~25 Å 사잇층 Cu 두께에서 자기저항효과가 전혀 관찰되지 않거나 [1] 60 Oe의 포화자장에서 7 % 미만의 자기저항값을 보이는 것으로 [2] 보고되어 있다. 본 연구에서는 자기저항값이 10 %를 초과하는 NiFe/Cu 인공초격자를 제조하였으며, 자화(MH) 곡선과 자기저항(RH) 곡선을 비교함으로써 자기저항값과 포화자장을 지배하는 요인을 조사하였다.

실험방법 3중 고주파 마그네트론 스퍼터링에 의해 인공초격자를 형성하였다. <111> 방향이 기판의 수직방향으로부터 4° 기울어진 단결정 Si(111) 웨이퍼를 기판으로 사용하여 50 Å의 Cu 바닥층을 먼저 증착한 후 NiFe/Cu 인공초격자를 형성하였다. 자성층의 두께와 층수를 달리하여 시편을 제조하였으며, 상온에서 시편진동자력계(VSM)를 이용하여 MH 곡선을, 4탐침법에 의해 RH 곡선을 측정하였다.

실험결과 및 고찰 NiFe/Cu 인공초격자의 RH 곡선이 그림 1과 같이 서로 직각인 방향에서 크게 다르게 나타났다. 포화자장이 큰 경우는 계단(자장에 따라 저항이 변하지 않는 부분)이 보이지 않는 반면 포화자장이 작은 경우는 계단과 아울러 최대자기저항값이 H=0에서 약 2 % 정도 낮은 값을 보였다. Si(100) 기판을 사용한 경우는 MR값이 1 % 이하로 매우 작았으나 Si(111) 기판에서는 $[\text{Cu}(24\text{Å})/\text{NiFe}(20\text{Å})]_{20}\text{Cu}(50\text{Å})/\text{Si}$ 시편의 경우와 $[\text{Cu}(23\text{Å})/\text{NiFe}(40\text{Å})]_{10}\text{Cu}(50\text{Å})/\text{Si}$ 시편의 경우에서 각각 포화자장 약 80 Oe, 자기저항 10 %를 그리고 포화자장 약 50 Oe, 자기저항 8 %를 얻을 수 있었다.

MH와 RH 곡선을 비교한 결과 그림 2에서와 같이 RH 곡선의 각 계단에서 자화값이 변하는 구간 (H^*)과 변하지 않는 구간으로 구별할 수 있었다. H^* 구간에서는 다른 구간에서와는 달리 저항값은 변하지 않으면서도 자화값이 변화(M^*)하는 것으로 보아 이 자장구간에서는 층간자화상태가 반평행에서 평행상태로 바뀌는 것과는 다른 종류의 자화과정이 진행되는 것으로 해석된다.

결론 Cu(50Å)/Si(111) 기판 위에 NiFe/Cu 인공초격자를 형성한 경우, Cu(50Å)/Si(100) 기판의 경우와는 달리 10 % 정도의 큰 자기저항 효과를 얻을 수 있었다. [Cu(24Å)/NiFe(20Å)]₂₀Cu(50Å)/Si 시편의 경우와 [Cu(23Å)/NiFe(40Å)]₁₀Cu(50Å)/Si 시편의 경우에서 각각 포화자장 약 80 Oe, 자기저항 10 %를 그리고 포화자장 약 50 Oe, 자기저항 8 %를 얻을 수 있었다. NiFe/Cu 인공초격자의 RH 곡선은 면내 직각방향에서 포화자장과 모양이 크게 다른 것으로 나타났다. 포화자장이 큰 경우는 RH 곡선에서 계단이 보이지 않는 반면 포화자장이 작은 경우는 여러 개의 계단이 관찰되었다. 또한 자장이 변함에 따라 자화값은 변하지만 저항값은 변하지 않는 구간이 존재하였다.

참고문헌

- [1] S. S. Parkin, Appl. Phys. Lett. 60(4), 512(1991).
- [2] R. Nakatani, T. Dei, T. Kobayashi and Y. Sugita, IEEE Trans. on Magn. 28(5), 2668(1992).
- [3] M. Jimbo, S. Tsunashima, T. Kanda, S. Goto and S. Uchiyama, J. Appl. Phys. 74(5), 3341(1993).
- [4] X. Bian, J. O. Strom-Olsen, Z. Altounian, Y. Huai, and R. W. Cochrane, Appl. Phys. Lett. 62, 3525(1993).

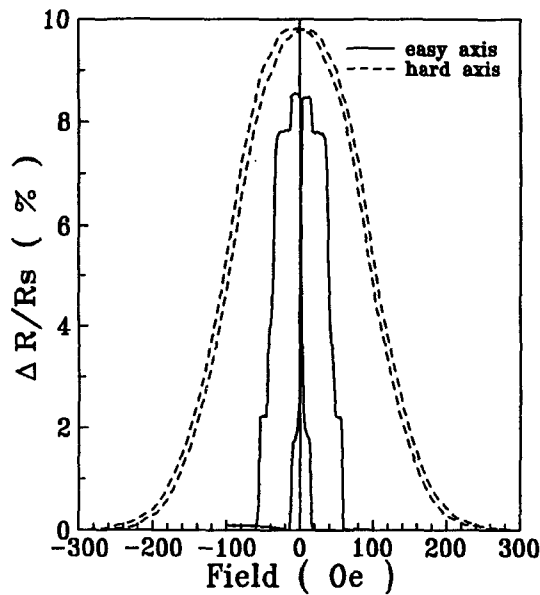


Fig. 1 Anisotropy in RH curves in [Cu(23Å)/NiFe(30Å)]₁₀Cu(50Å)/Si.

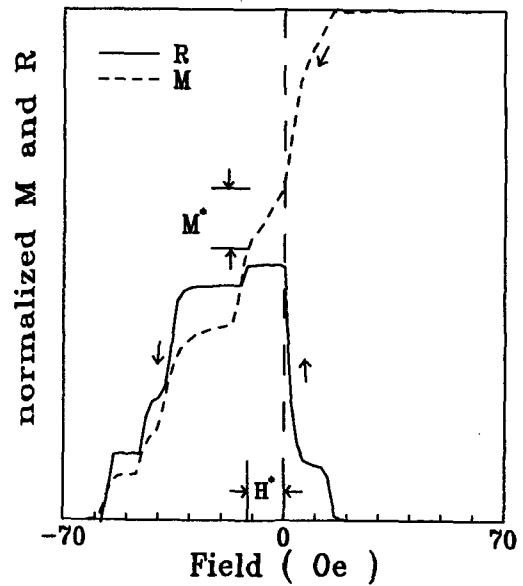


Fig. 2 Comparison of MH and RH curve of the sample in Fig.1.