

자기저항체 미소소자에서의 자기소거장의 효과 분석

아주대학교 김기보*, 김태수, 김기출, 송용진
성균관대학교 서수정, 김용성

EFFECTS OF DEMAGNETIZATION FIELD IN MICRO-DEVICES

Ajou University Kibo Kim*, T. S. Kim, K. C. Kim and Y. J. Song
Sung Kyun Kwan University Y. S. Kim, S. J. Suh

1. 서 론

Permalloy 박막이 자기기록의 재생헤드로 적용되면서 이방성 자기저항 소자 및 초격자 등의 구성조건에 따른 여러 가지 자기 저항 현상과 이론적인 원인 규명이 이루어졌다. 일반적으로 시료의 크기가 수 mm 인 경우 자기소거장의 효과를 무시하고 정밀하게 분석할 수 있지만 센서로 쓰이는 수 μm 범위에서는 자기소거장의 효과를 고려해야 하며 이 효과는 시료의 모양에 의존하므로 해석이 복잡해진다.

이 연구에서는 시료 자기저항의 해석 방법으로써 단일자기구역모델과 미시자기모델을 사용하여 자기소거장의 효과를 실제 측정데이터와 비교 검토하였다.

2. 이 론

단일자기구역모델은 $H_d = -4\pi M_r \frac{t}{h}$ 의 근사식을 사용하여 Demagnetization 에너지, Anisotropy, Zeeman, Exchange 에너지 항들의 합[1,2]을 variable metric method[3]를 사용해 에너지를 최소화하는 해를 구했고 미시자기모델은 sample을 $0.5\mu\text{m}$ 정사각형의 조각으로 $40 \times (80 \sim 200)$ 개로 분할하여 Landau-Lifshitz 감쇠항을 사용한 자기화 \mathbf{M} 의 운동방정식으로부터 에너지를 최소화하는 전산시뮬레이션으로 스핀들의 분포를 구하였다[4,5]. 자기소거장의 계산에는 FFT[6]를 사용하였다.

3. 실험방법

Permalloy 자성박막을 DC magnetron sputtering 방법으로 Si 웨이퍼 위에 1000Å 두께로 성장시켰다. Permalloy를 증착한 후 Photolithography를 사용하여 직사각형 모양의 $20\mu\text{m} \times 40\mu\text{m} \sim 200\mu\text{m}$ 의 시료를 만들었다. 전극간격은 $20\mu\text{m}$ 였다. 전극은 약 1000Å 금박막을 Joule heating 방식으로 증착하였고 자기저항의 측정은 AC four-probe 방법을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

$20\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ 인 시료의 자기저항 측정곡선과 단일자기구역모델, 미시자기모델로 계산한

MR 측정곡선을 그림 1에서 보였다. 자기저항 곡선에서 정규화된 MR이 0.4가 되는 폭은 실측값, 미시자기모델, 단일자기구역모델에서 각각 69 Oe, 64 Oe, 47 Oe 이었다. 따라서 실측

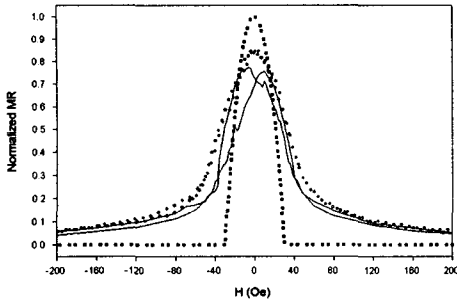


Fig. 1. Normalized magnetoresistance of measured data(O), calculated curves micromagnetic model(-), and by single domain model(···) for $20\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$ sample.

값과 simulation data를 보면 단일자기구역으로 가정한 것보다 미시자기모델이 실측값에 더 근접함을 볼 수 있다. 이 결과는 H_d 와 자기구역 형성의 효과로 해석할 수 있다. 미시자기모델로 계산한 스핀 분포에 의하면 Domain wall의 형성과 pinned 스핀의 edge effect를 관찰할 수 있다. 인가 자기장이 전류와 수직인 경우에 평형상태에서의 스핀 분포에 의한 H_d 의 평균값은 50 Oe 이상에서 단일자기구역모델보다 1.3 ~ 1.7배의 범위에 있으나, 작은 자기장에서는 현저한 자기구역 형성에 의해 $H_{app}=0$ 으로 감소할 때 0.2배까지 감소하는 것을 관측했다.

5. 참고문헌

- [1] F. Jeffers, J. Freeman, R. Toussaint, N. Smith, D. Wachenschwanz, S. Shtrikman, and W. Doyle. IEEE Trans. Magn. MAG-21(5) 1563 (1985)
- [2] J. A. C. van Ooyen, W. F. Druyvesteyn, and L. Postma. J. Appl. Phys. 53(3), 2596 (1982).
- [3] Samuel W. Yuan and H. Neal Bertram. J. Appl. Phys 69(8) 5874 (1991)
- [4] Samuel W. Yuan and H. Neal Bertram. IEEE Trans. Magn. 28(5) 2031 (1992)
- [5] D. R. Fredkin, T. R. Koehler, J. Smyth and, S. Schultz J. Appl. Phys. 69(8), 15 5276 (1991)
- [6] S. L. Tomlinson and E. W. Hil. IEEE Trans. Magn. 26(5) 1662 (1990)
- [7] T. R. Koehler, Bo Yang, Wenjie Chen, and D. R. Fredkin. J. Appl. Phys. 73(10), 15 6504 (1993)