

(NiFe/Co)/Cu/NiFe/Cu/Co 비결합형 이중 스핀밸브 구조에서
NiFe/Cu 계면에서의 Co 첨가가 자기저항에 미치는 영향

서울대학교 재료공학부 정원철*, 김형준, 이병일, 주승기

Effects of ultrathin Co layer insertion on MR behaviors
in uncoupled (NiFe/Co)/Cu/NiFe/Cu/Co dual spin valve structure

Seoul Nat'l Univ. W.-C. Jeong*, H.-J. Kim, B.-I. Lee, S.-K. Joo

1. 서론

두 개의 스핀밸브를 연속적으로 적층한 이중스핀밸브 구조는 두 개의 경자성층과 한 개의 자유층을 사용하여 스핀의존산란도를 높일 수 있어 단일 스핀밸브 구조에 비해 50 ~ 60 % 높은 자기저항값을 나타낸다고 보고되고 있다[1]. 이중스핀밸브 구조는 높은 자기저항값으로 인해 외부인자의 변경에 의한 자기저항값의 변화폭이 크므로 자기저항 현상의 기원을 조사하는 데 있어 이점이 있을 것으로 생각되어진다.

일반적으로 금속다층박막 및 스핀밸브 구조에서 거대자기저항 현상은 자성층 내에서의 스핀의존산란[2]과 자성층과 비자성층 사이의 계면에서의 스핀의존산란[3], 두 가지로 설명된다. 자성층과 비자성층 계면에서의 스핀의존산란의 경우, 거대자기현상을 나타내는 NiFe/Cu 금속다층막[4]과 FeMn/NiFe/Cu/NiFe 스핀밸브구조[5]에서 자성층, NiFe 층과 비자성층, Cu 층 사이에 Co 를 삽입하였을 경우 자기저항이 급격히 증가하는 것이 보고된 바 있다.

본 실험에서는 (NiFe/Co)/Cu/NiFe/Cu/Co 비결합형 이중 스핀밸브 구조에서 NiFe 층과 Cu 층 계면에 Co 를 삽입하였을 때, Co 삽입이 이중 스핀밸브 구조의 자기저항에 미치는 영향을 조사하여 자성층과 비자성층 계면에서의 스핀의존산란이 자기저항에 미치는 영향에 대해서 살펴보고자 하였다.

2. 실험방법

4° tilt-cut Si(111) 웨이퍼를 기판으로 사용하여 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 50Å 두께의 Cu 를 바닥층으로 증착한 뒤 NiFe(45 Å)/Co(15 Å)/Cu(25 Å)/Co(x Å)/NiFe(60 Å)/Co(y Å)/Cu(25 Å)/Co(30 Å) 다층막을 형성하였다. 증착 전 Si(111) 기판은 10 : 1 로 희석된 불산(HF) 용액을 이용하여 표면의 자연산화물을 제거하였다. 초기 진공은 2×10^{-6} Torr 이하로 하였고 증착시 Ar 압력은 3 mTorr 로 하였다.

시편진동자력계를 이용해 자기이력곡선(M-H Curve)을 측정하였고, 시편진동자력계의 전자석과 4 탐침법을 이용해 상온에서 자기저항곡선(R-H Curve)을 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1(a) 는 NiFe(15 Å)/Co(45 Å)/Cu(25 Å)/NiFe(60 Å)/Cu(25 Å)/Co(30 Å) 이중스핀밸브의

Minor 자기저항곡선을 보여준다. 자유층 NiFe 가 자화반전을 일으킴에 따라 NiFe/Co, NiFe 와 NiFe, Co 사이에서 동시에 자기저항 성분이 발생하여 높은 자기저항값을 나타내는 것을 알 수 있다. 그림 1(b) 는 Co 쪽 NiFe/Cu 계면에 Co 를 삽입하였을 경우의 Minor 자기저항곡선을 보여준다. Co 가 삽입됨에 따라 NiFe 의 자화용이축이 Co 와 평행하게 되고, Co 가 계면스핀의존산란을 증가시켜 자기저항 민감도와 자기저항값이 증가하는 것을 보여준다. 그림 1(c) 는 Co 쪽 NiFe/Cu 계면과 NiFe/Co 쪽 NiFe/Cu 계면 양쪽에 Co 를 삽입하였을 경우의 Minor 자기저항곡선을 보여준다. Co가 양 쪽 계면에 삽입됨에 따라 자기저항민감도와 자기저항값이 더욱 증가하는 것을 볼 수 있다.

S. S. P. Parkin[4]은 (NiFe/Cu)_n 금속다층막에서 NiFe/Cu 계면에 Co 를 삽입하였을 경우, 반강자성 결합력이 증가하면서 자기저항값이 증가한다는 것을 보고한 바 있다. 그림 1(b) 와 그림 1(c) 에서 보듯이 비결합형 이중 스핀밸브 구조에서도 NiFe/Cu 계면에 Co 를 삽입함에 따라 반강자성 결합이 증가하고, 또한 자기저항값이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다.

4. 참고 문헌

- [1] Tomas C. Anthony, James A. Brug and Shufeng Zhang, IEEE Trans. Magn., 3819 (1994)
- [2] D. M. Edwards, R. B. Muniz, and J. Mathon, IEEE Trans. Magn., 3548 (1991)
- [3] R. E. Camley and J. Barnas, Phys. Rev. Lett. 63, 664 (1989)
- [4] S. S. P. Parkin, Appl. Phys. Lett. 61, 1358 (1993)
- [5] S. S. P. Parkin, Phys. Rev. Lett. 71, 1641 (1993)

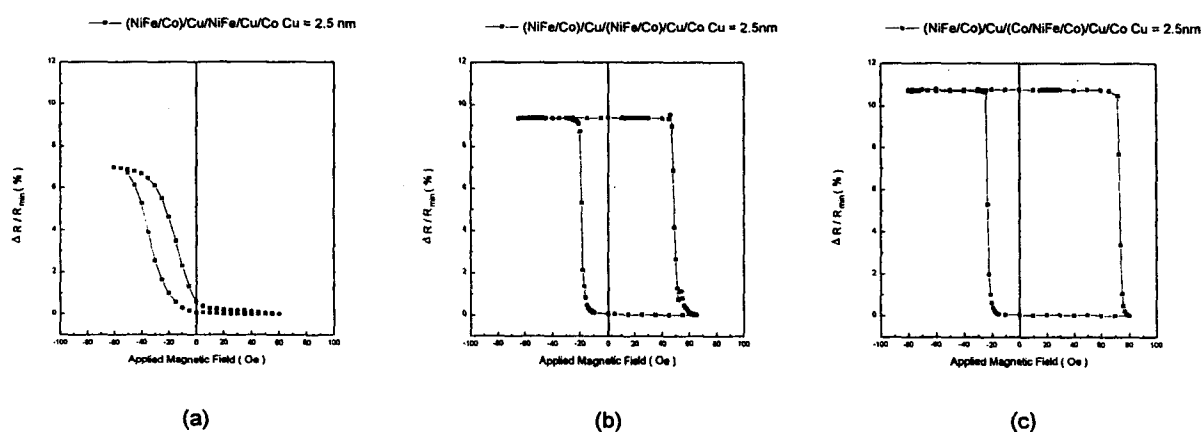


Fig. 1. Various minor R-H curves (a) No Co insertion (b) Co insertion into one side of NiFe/Cu interfaces (c) Co insertion into both sides of NiFe/Cu interfaces