

Spin transfer switching of spin valve nanopillars using non-magnetic IrMn buffer layer

이재철^{1,3*}, 전명길³, 이현정³, 유천열¹, 강민효¹, 최석봉², 정원용³, 김광윤³

1. 인하대학교 물리학과, 인천광역시 남구 용현동 253
2. 서울대학교 물리학과, 서울특별시 관악구 신림동 산5 6-1
3. 한국과학기술연구원, 서울특별시 성북구 하월곡동 39-1

1. 서론

1999년 Slonczewski에 의해 CIMS(Current Induced Magnetization Switching)라는 개념이 보고된 이후 많은 연구가 진행 중에 있다[1]. CIMS는 일반적으로 두 강자성층의 두께에 따른 보자력 차이에 의해 MR(Magneto Resistance)이 나타나는 pseudo spin valve 구조 FM(ferro-magnetic)/NM(non-magnetic)/FM(ferro-magnetic)에서 면에 수직인 방향으로(CPP) 전류를 흘렸을 때 나타나게 된다. 또 다른 것으로는 pinned layer를 확실히 고정시키기 위해 AFM(anti-ferro-magnetic)(IrMn 100Å 이상)을 이용한 exchange biased spin valve 구조(AFM/FM/NM/FM)가 있다. 하지만 이 구조는 AFM(IrMn)이 전자의 spin을 depolarization시켜 switching 특성 효율을 떨어뜨린다는 단점이 지적되고 있다.

최근 본 연구팀의 연구 결과에 따르면 50 Å 이하의 IrMn은 non-magnetic이 되며 강자성체의 보자력을 높여 준다. 이 때 보자력 증가의 원인은 잘 알려진 exchange bias가 아니고 미세구조 변화에 기인한다. 따라서 본 연구는 전자의 spin을 depolarization시키지 않는 non-magnetic IrMn buffer layer(50 Å 이하)를 pseudo spin valve의 보자력 차이를 크게 만드는데 사용하여 CIMS 특성을 향상시키고자 하였다.

2. 실험방법

본 연구에서는 nano 사이즈의 cell을 wet-etching 공법으로 제조하였다. 먼저 lift-off 법을 통해 하부전극을 형성하고, 그 위에 절연 겹 불산 용해를 통해 CPP(Current Perpendicular to Plane)구조를 증착할 공간을 형성할 SiO₂ 층을 시편 전체에 증착하였다. 그 위에 습식식각에서도 시편의 크기를 유지하도록 해주는 Pt층을 증착하고, e-beam과 이온 밀링공정을 이용해 패턴을 형성하였다. 불산 용액에 적정시간 담금으로써 소자가 형성될 공간을 형성하였다. 마지막으로 그 위에 cell 구조와 상부전극을 차례로 증착함으로써 CPP 구조를 완성하였다.

3. 실험결과 및 고찰

CoFe(120Å)/Cu(100Å)/CoFe(30Å)구조의 200 nm × 300 nm 사이즈에서 0.8% 자기저항 특성이 확인되었다. 스핀 분극된 전류에 의한 switching 특성을 알아보기 위해 I-R 곡선을 측정하였고 결과를 Fig.1에 나타내었다. 평균임계전류밀도는 $J_c = 1/2(|J_{AP-P}| + |J_{P-AP}|)$ 로 정의할 수 있으므로 이 시료의 구조에서 얻어진 평균 임계전류밀도는 $7.65 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$ 이며 타 연구자와 비교 시 매우 비슷한 전류밀도를 나타내고 있다[5]. Fig.2는 IrMn(10Å)을 넣은 것과 넣지 않은 것의 MR curve를 비교한 것이다. IrMn을 넣은 sample의 MR curve가 보자력이 커지면서 더 깨끗한 모습을 보여주고 있다. 따라서 non-magnetic IrMn

buffer layer가 exchange biased spin valve의 문제점을 해결하면서 pseudo spin valve의 CIMS 특성을 향상시킬 것이라 기대된다.

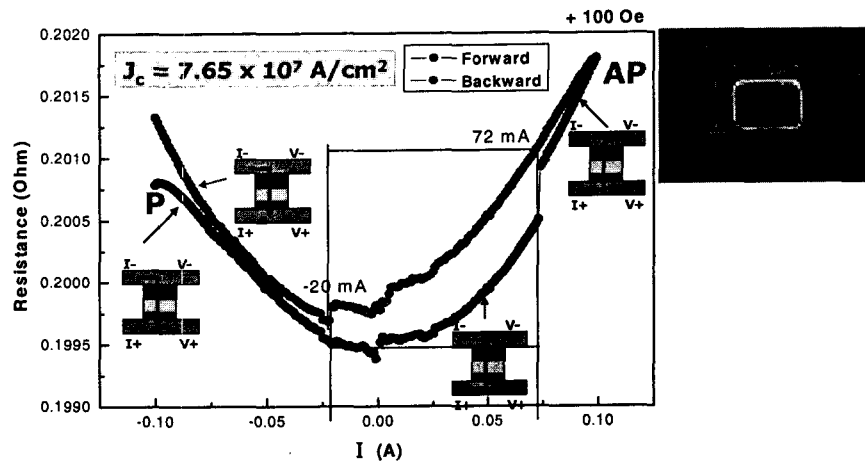


Fig 1. CoFe(120 Å)/Cu(100 Å)/CoFe(30 Å)
I-R curve & SEM image of cell after wet-etching

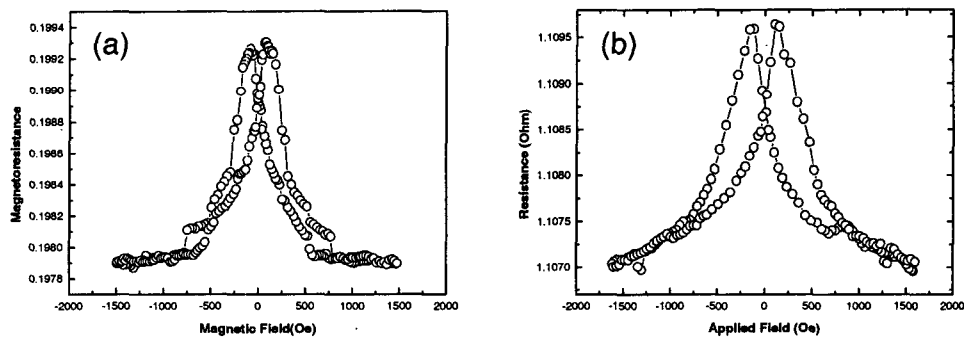


Fig 2. MR curve , (a) CoFe(120 Å)/Cu(100 Å)/CoFe(30 Å)
(b) IrMn(10 Å)/CoFe(60 Å)/Cu(60 Å)/CoFe(50 Å)

4. 참고문헌

- [1] J. C. Slonczewski, J. Magn. Magn. Mater, **195**, L261 (1999)
- [2] J. Z. Sun, D. J. Monsma, T.S. Kuan, M. J. Rooks, and D. W. Abraham, R. H. Koch , J. Appl. Phys., **93**, 6859 (2003)
- [3] K. Inomata, IEICE Trans. Electron. E84-C, 740 (2001)
- [4] Y. Jiang, S. Abe, T. Nozaki, N. Tezuka, and K. Inomata, Phys. Rev. B **68**, 224426 (2003)