

MnIr 반강자성체를 사용한 Bottom 스핀 밸브 구조의 자기적 특성에 관한 연구

성균관대학교 김장현*, 김윤식, 윤성용, 전동민, 서수정
삼성전기 노재철

Magnetic properties of Bottom spin-valve structure with MnIr antiferromagnetic material

Department of Metallurgical Engineering, SungKyunKwan University, Suwon 440-746, Korea

J.H.Kim*, Y.S.Kim, S.Y.Yoon, D.M.Jeon, S.J.Suh

Information Recording Devices Division, Samsung Eletro-Mechanics, Suwon 442-743, Korea

J.C.Ro

1. 서론

최근 고밀도 자기기록매체의 재생소자나, 자기센서로서 거대자기저항(GMR)소자[1]에 대한 연구가 진행되어오고 있다. GMR 소자중 반강자성체/강자성체의 계면에서의 교환결합 자계를 이용한 스핀밸브형 거대자기저항소자는 높은 민감도를 가지므로 컴퓨터 하드디스크 드라이브의 핵심 부품인 GMR 헤드 소자로 사용되고 있다. 스핀밸브 다층박막구조는 반강자성/강자성/비자성/강자성/기판의 구조를 가지고 있는 Top 구조와 강자성/비자성/강자성/반강자성/기판의 구조를 가지고 있는 Bottom 구조가 연구되고 있다.

일반적으로 MnIr 반강자성체를 사용한 스핀 밸브 구조중 Bottom 구조(Si/MnIr/NiFe)는 열적 특성이나 교환이방성 자계가 Top구조 (Si/NiFe/MnIr)에 비하여 매우 작게 나타난다. 반면 Bottom구조는 Top 구조에 비해 헤드제작 공정 중에 hard biasing 제작이 용이하고 또한 강자성체인 자유층이 가장 위층으로 증착되기 때문에 전류의 흐름이 강자성층에 우선적으로 흐르게 되므로 자기저항 효율을 향상시킬 수 있고 MnIr이 NiFe보다 내식성이 떨어지므로 박막의 부식에 대한 영향을 감소시킬 수 있다는 장점이 있다[2]. 따라서 본 실험은 MnIr을 사용한 Bottom 스핀밸브 구조에서 CoFe/NiFe 강자성체를 이용하여 교환이방성 자계의 향상과 더불어 열적 안정성을 향상시키고자 하였으며 Bottom 구조와 Top 구조의 미세구조 및 자기적 특성에 관한 연구를 진행하였다.

2. 실험방법

Mn-Ir 반강자성체를 사용한 다층박막을 제작하기 위하여 D.C. magnetron sputtering을 사용하였으며, 3 inch Mn 타겟 위에 Ir chip을 원주상으로 배열한 복합 타겟을 사용하여 증착하였다. 조성의 제어는 Ir chip의 개수를 조절하였다. 초기 진공도는 5×10^{-7} Torr 이하였고, 플라즈마 형성을 위하여 99.999%의 초고순도 Ar 가스를 사용하였다. 시편의 이방화를 위하여 Nd-Fe-B 영구자석을 이용하여 시편의 양쪽에 설치 300Oe의 자장하에서 MnIr는 4mTorr의 압력에서 D.C. 40W로 증착하였으며 T-S 거리는 10cm로 하였고, NiFe 와 CoFe는 4mtorr의 압력에서 D.C. 33W 와 40W로 각각 증착하였다. 자기저항비는 4-Point 방법으로 측정하였으며 교환이방성 자계와 보자력은 진동시료계(VSM)을 이용하여 측정하였다. 박막의 미세구조는 TEM과 XRD를 이용하여 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

CoFe는 NiFe에 비하여 MnIr과 격자불일치도가 2%정도 적어서 grain-to-grain epitaxy의 발생 효율을 경향을 향상시킬 수 있을 것으로 예상되며 CoFe는 NiFe에 비하여 Mn-Ir와의 계면에서 섞임층(intermixing layer)을 줄일 수 있다.[3] 따라서 계면에서의 자기적으로 죽은 층(magnetic dead layer)이 줄어드는 효과에 의해 그 교환결합력이 상승한다고 보고되어지고 있다. 또한 CoFe층을 MnIr 또는 Cu와의 계면에 삽입할 경우 열적 안정성 역시 좋아진다고 보고되어 지고 있다.[5] Fig.1은 Bottom 구조에서의 CoFe 삽입층의 두께에 따른 교환결합자계의 변화이다. CoFe의 두께가 1nm에서 가장 큰 값을 보이고 있으며 150°C 30분 자장중 열처리후 50%의 교환결합자계를 향상시킬 수 있었다. Fig.2는 CoFe층의 두께에 따른 blocking temperature의 변화를 나타낸 것이다. 이것 역시 CoFe 층의 두께가 1nm일 경우

가장 안정적인 곡선을 얻을 수 있었다. Fig.3 과 Fig.4 은 Top 구조와 Bottom 구조에서 자기저항을 나타낸 것이다. 각 구조의 자기저항은 4.4% 정도의 자기 저항비를 나타내었으며 CoFe를 삽입한 경우 Bottom 구조에서 교환결합 자계가 Top 구조에 비해 큰 것을 알 수 있다.

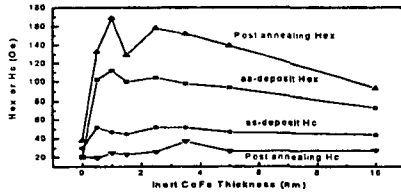


Fig.1 Exchange bias fields and coercivities of Ta(3nm)/NiFe(3nm)/MnIr(7nm)/CoFe(x nm)/NiFe(10-x nm)/Ta(3nm)

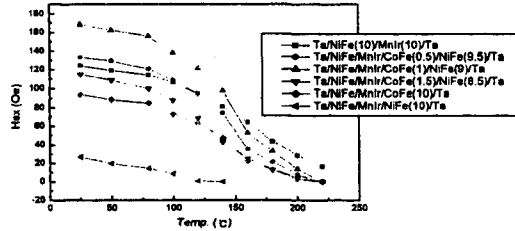


Fig.2 Blocking temperature of Ta(3nm)/NiFe(3nm)/MnIr(7nm)/CoFe(x nm)/NiFe(10-x nm)/Ta(3nm)

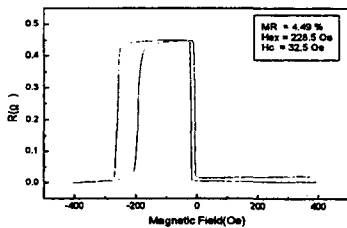


Fig.3 Magnetoresistance of Top spin-valve in Ta(3)/CoFe(1.5)/NiFe(4)/CoFe(1.5)/Cu(2)/CoFe(1.5)/NiFe(3)/CoFe(1.5)/MnIr(10)/Ta(1.5)

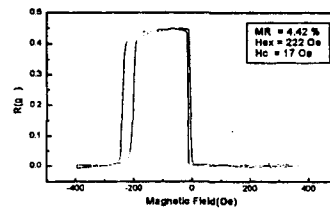


Fig.4 Magnetoresistance of bottom spin-valve in Ta(3)/NiFe(3)/MnIr(7)/CoFe(1)/NiFe(3)/CoFe(1)/Cu(2.5)/CoFe(1.5)/NiFe(6)/Ta(1.5)

4. 결과

MnIr을 사용한 Bottom 스핀밸브 구조에서 NiFe층에 CoFe층을 1nm 삽입하였을 경우 NiFe층만 사용한 경우에 비하여 매우 높은 교환결합자계를 얻을 수 있었으며 열적안정성 역시 매우 안정적인 곡선을 얻을 수 있었다. 기존의 스핀밸브의 경우 NiFe층만을 강자성층으로 사용하였을 경우 MnIr의 Bottom구조는 충분한 교환결합자계와 열적안정성을 얻을 수 없었던 반면 CoFe를 1nm정도 MnIr과 Cu의 계면사이에 삽입한 결과 충분한 교환결합 자계와 Top 구조에서와 같은 동일한 자기저항비를 얻을 수 있었다. 이것은 Cu와 NiFe에서와 같이 MnIr위에 증착되는 NiFe 역시 계면섞임(interface intermixing)이 존재하며 CoFe를 사용하여 이것을 억제 할 수 있다는 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- [1] B. Diney, V. S. Sperisu, B. A. Gurney, D. R. Whilhoit and D. Mauri : *Phys. Rev. B* 43, 1297 (1991)
- [2] K. M. H. Lenssen, *J. Appl. Phys.* 81 (8), 15 April 1997
- [3] M. Lederman, *IEEE. Trans. Magn.*, 35(2). 794. (1999)
- [4] W. Weber, D. Oberli, S. Riesen, and H. c. Siegmann :
- [5] Alexander M. Zeltser, *IEEE. Trans. Magn.* 34(4). 1417 (1998)