

터널장벽층 ZnO를 갖는 자기터널접합 제작과 특성연구

이진용¹, 김미선¹, 최종구¹, 이상석^{1,2}, 김선욱², 황도근^{1,2}, 이장로²

¹ 상지대학교 대학원 기능성전자소재학과, 원주, 220-702

² 상지대학교 이공과대학 컴퓨터전자물리학과, 원주, 220-702

³ 숙명여자대학교 자연과학대학 물리학과, 서울, 140-742

Fabrication and Characteristics of Magnetic Tunneling Junction with ZnO Tunnel Barrier Layer

JinYong Lee¹, MiSun Kim¹, Jonggu Choi¹, SangSuk Lee^{1,2}, SunWook Kim¹, DoGuwn Hwang^{1,2}, and JangRoh Rhee³

¹ Dept. of Functional Electronic Materials, Graduation, Sangji University, Wonju 220-702

² Dept. of Computer & Electronic Physics, College of Science & Engineering, Sangji University

³ Dept. of Physics, College of Natural Science, Sookmyung Women's University, Seoul 140-742

1. 서 론

터널링자기저항 (tunneling magnetoresistance; TMR) 소자 분야의 가장 큰 관심은 1.0 V 이상의 높은 인가전압에도 TMR 특성이 감쇄하지 않은 안정된 특성을 갖는 자기터널접합(Magnetic Tunnel Junction; MTJ)을 기본으로 메모리 및 자기터널링 트랜지스터를 제작 구현하려는 데 있다[1-3]. 인가전압에 크게 의존하는 TMR 소자의 특성과 비교하여 거대자기저항/스핀밸브 (Giant Magnetoresistance/Spin Valve; MR/SV)형 자기저항 판독헤드로서 실제 응용에서도 해결해야 할 문제임에 틀림이 없다. 이에 일환으로 터널링 장벽물질을 MgO나 그 밖의 다양한 부도체층이 Al₂O₃ 대신하여 대체되어 있는 실정이다[4-5].

에너지 밴드 갭인 3.37 eV의 값을 가지는 반도체 ZnO는 최근에 다양한 응용분야인, UV나 청색 스펙트럼 영역에서 작동할 센서, 레이저, 다이오드 개발에 응용될 것으로 보인다[6-8]. 본 연구는 유리 기판 위에 제작된 MTJ 구조에서 부도체 장벽층을 비정질 반도체 ZnO 박막으로 하여 얻은 IV 및 TMR 특성을 나타내었다.

2. 실험방법

Fig. 1는 유리 기판 위에 Ta(50 Å)/CoFe(100 Å)/ZnO(80 Å, 40 Å, 20 Å)/CoFe(100 Å)/Ta(50 Å)인 다층구조의 MTJ 박막구조를 금속 마스크를 이용하여 제작한 도식화 그림과 실제 사진이다. 접합의 크기는 100×100 μm²이다.

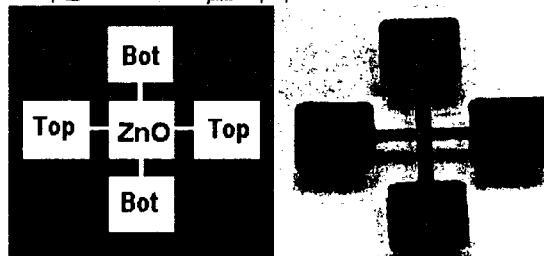


Fig. 1 Schematic MTJ top view structure and real optical image.

박막 제조는 dc와 rf 마그네트론 스퍼터링 증착법을 이용하여 상온에서 금속(Ta, CoFe)층과 ZnO층을 각각 증착하였고, 기준진공도는 2.0×10⁻⁶ Torr 이었다. 터널링 장벽 ZnO층은 박막 제조후 후 산소처리는 따로 하지 않았다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2(a)는 top CoFe층과 bottom CoFe층간의 ZnO 장벽층의 두께에 의한 I-V 특성곡선이다. 인가된 전압의 방향에 따라 미약한 히스테리시스(hysteresis) 모양과 쇼트키 (Schottky) 장벽의 형성에 의한 터널특성이 뚜렷함을 보여준다. 반도체 ZnO을 이용한 터널링 트랜지스터 (magneto-tunneling transistor; MTT)로 전환의 가능성을 보여준 것이다.

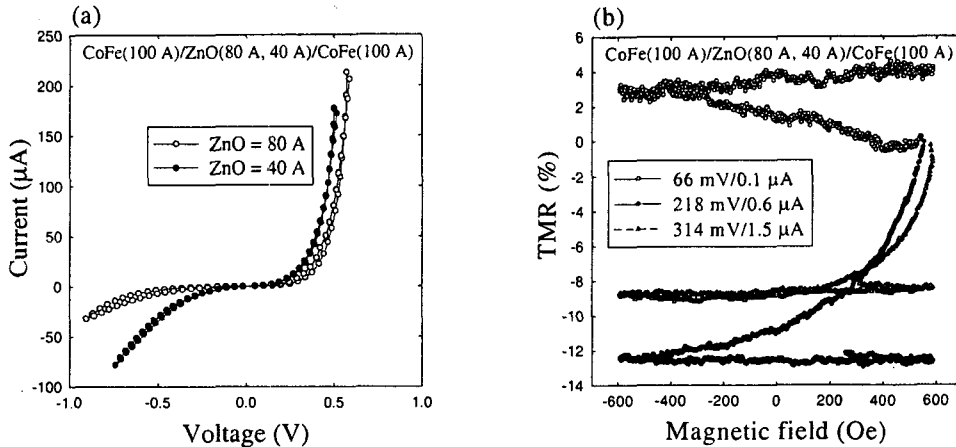


Fig. 2(a) I-V curves between top CoFe layer bottom CoFe layer through insulating ZnO layer. 2(b) TMR curves for three different biased voltage and tunneling current.

Fig. 1에 도식화 한 다층구조 MTJ에 대한 자기터널링 특성을 Fig. 2(b)에 나타내었다. Fig. 2(b)는 비선형 전류-전압 (I-V) 특성곡선과 인가전압 60 mV/ nA, mV/ μA, mV/μA 각각에서 얻은 TMR 곡선을 보여주었다. I-V 특성곡선을 외부자장 50 Oe에서 자화벡터가 반편형일 때와 1000 Oe에서 자화벡터가 편형일 때와 비교하였으나 분간할 수 없었다. 하지만 인가전압에 대한 TMR 곡선의 의존성은 Fig. 2(b)처럼 확연하게 구별되었다. 이로부터 얻은 TMR의 인가전압에 대한 의존성을 I-V 곡선 측정시 전류 방향을 달리하여 쇼트키 장벽 특성에 따른 순방향과 역방향을 구별하여 볼 것이다. 이에 대한 적용과 구체적인 실험결과는 추후에 논할 것이다.

참고문헌

- [1] Martijn H. R. Lankhorst *et al.*, nature materials **4**, 347 (2005).
- [2] S. S. P. Parkin, in *Applications of magnetic Nanostructures*, edited by S. Maekawa and T. Shinjo (Taylor and Francis, New York, 2002), p. 237.
- [3] D. J. Monsma *et al.*, Science **281**, 407 (1998).
- [4] S. S. P. Parkin *et al.*, nature materials vol **31** (2004).
- [5] S. Yuasa *et al.*, nature materials vol **31** (2004).
- [6] L. Gabillet *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **272-276**, e1525 (2004).
- [7] R. Ondo-Ndong *et al.*, Microelectronics J. **34**, 1087 (2003).
- [8] J. M. Nel *et al.*, Sensors and Actuators B **3100**, 270 (2004).