

부도체층 제작조건에 따른 강자성 터널접합의 투과자기저항 특성 연구
Tunneling magnetoresistance in ferromagnetic tunnel junctions with conditions
of insulating barrier preparation

백주열*, 현준원(단국대학교)

1. 서론

최근, 강자성체/부도체/강자성체로 이루어진 강자성 터널접합구조에서 큰 자기저항비가 관찰되고 있다[1,2,3]. 여기서 저항의 변화는 외부 자장(H_a)의 변화에 따른 두 자성층의 상대적인 자화(M)의 방향에 기인한 스핀-의존 투과현상에 의한 것이다. 그러므로 두 자성층은 서로 다른 보자력(H_c)을 가진 물질이 요구된다. 또한 두 자성층 사이의 부도체층은 매우 얇고 편홀이 없는 균일한 층으로 형성되어야 한다. 부도체층은 주로 Al_2O_3 가 쓰이고 있는데 간혹 MgO 등의 다른 물질이 쓰이기도 한다[4]. 부도체층을 형성시키는 방법도 다양하여 금속층을 공기중 산화시키는 방법[5], 금속층을 산소 플라즈마에 산화시키는 방법[6], R.F. 스퍼터링법으로 부도체층을 직접 형성시키는 법 등이 있다. 본 연구에서는 $NiFe/Al_2O_3/Co$ 터널접합의 부도체층의 형성조건이 자기저항특성에 미치는 영향에 대하여 고찰하였다.

2. 실험방법

시편은 마그네트론 스퍼터링법을 이용하여 350Oe의 자장을 가하면서 제작하였다. 시편의 모양은 십자형으로 두 자성층이 교차하도록 만들었는데, 그 사이에 부도체층을 끼워 넣은 형태이다. 각 층의 두께는 $NiFe$ 200Å/ Al_2O_3 20Å~50Å/ Co 200Å 이었다 초기 진공도는 약 3×10^{-6} Torr 였고, 부도체층의 형성방법은 산소 플라즈마법과 자연산화법을 이용하였다. 산소 플라즈마로 부도체층을 형성시킨 경우 산소를 20sccm으로 유입시켰고 이때의 압력은 0.9mTorr였다. 플라즈마에 노출시킨 시간은 30초~4분으로 변화시켰다. 자연산화법의 경우 산화시간은 2시간~24시간으로 변화시켰다. 이렇게 제작된 시편을 AFM을 통한 표면 거칠기, VSM을 통한 MH 곡선, I-V 곡선, MR 곡선 등을 분석하여 $NiFe/Al_2O_3/Co$ 터널접합의 투과특성을 고찰하였다.

3. 결과요약

$NiFe/Al_2O_3/Co$ 터널접합의 부도체층 제작조건에 따른 투과특성을 고찰한 결과 자연산화법보다 플라즈마 산화법의 경우가 더욱 재현성이 우수한 터널접합을 형성하였는데, 그 이유는 플라즈마 산화법이 변인의 통제가 더욱 수월하기 때문으로 생각되며 실온에서 최대 6.5%의 자기저항비를 보였다. 또한 바닥 자성층의 표면 거칠기가 감소

할수록 우수한 특성을 나타내는 터널접합을 형성 할 수 있었는데, 그 이유는 바닥 자성층의 바로 위에 형성되는 부도체층의 거칠기가 바닥 자성층의 거칠기에 영향을 받기 때문이다. 우수한 특성을 나타내는 시편의 I-V 곡선은 비 선형적인 형태를 나타내는데 이것은 터널접합이 잘 이루어졌음을 나타낸다. 저항의 변화는 전도전자의 스핀-의존 투과현상에 의해 나타나는데, 두 자성층의 자화의 방향이 평행일 때 일어난다. 이것은 MH 곡선과 MR 곡선의 비교로 확인되었다.

참고문헌

1. Yu Lu, X. W. Li, Gang Xiao, R. A. Altman, W. J. Gallagher, A. Marley, K. Roche and S. Parkin, *J. Appl. Phys.*, 83, p.6515 (1998)
2. T. Miyazaki and N. Tezuka, *J. Magn. Magn. Mater.*, 139, L231 (1995)
3. J. S. Moodera and L. R. Kinder, *J. Appl. Phys.*, 79, p.4724 (1996)
4. T. S. Plaskett, P. P. Freitas, N. P. Barradas, M. F. da Silva, and J. C. Soares, *J. Appl. Phys.*, 76, p.6104 (1994)
5. Yoshitaka Suezaya, Fumiaki Takahashi, and Yasuo Gondo, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 31, L1415 (1992)
6. W. J. Gallagher, S. S. Parkin, Yu Lu, X. P. Bian, A. Marley, K. P. Roche, R. A. Altman, S. A. Rishton, C. Jahnes, T. M. Shaw, Gang Xiao, *J. Appl. Phys.* 81, p.3741 (1997)

포스터 발표 희망

연락처 : 0417-550-3426, 단국대학교 물리학과 박막연구실