

**Q-10**

**Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 형성조건에 따른 강자성 터널접합의 자기적 효과**

단국대학교 윤지병\*, 김여경, 김승욱  
주호완, 이기암

**Magnetic properties of ferromagnetic tunnel junction  
related with the parameters of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Dankook University J. B. Yoon , Y. K. Kim , S. Y. Kim  
H. W. Joo , K. A. Lee

1. 서론

최근 투과자기저항(TMR)효과는 Moodera[1]와 Miyazaki 교수팀[2,3]에 의해서 실온에서 10%, 4.2K에서 약 30%이상의 큰 투과 자기저항비가 보고되면서 정보기록매체에서 큰 잠재성을 갖게 되었다. 그러나 TMR 소자의 제작 공정에서 가장 중요한 것은 부도체층의 형성에 있으며, 핀홀(pinhole)이 없고 표면이 균일하게 증착될 때 높은 자기저항비를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있다[7]. TMR소자는 두 개의 자성층이 수십 Å 이하의 매우 얇은 부도체층으로 분리된 구조를 가지며, 자성층은 Fe, Co, FeCo 및 NiFe 등이 사용되고, 부도체층은 GeO, NiO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>[1,2,4~6], AlN, MgO 및 HfO<sub>2</sub> 등이 연구 되어왔다. 이중 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 화학적으로 안정하고 균일한 특성이 있기 때문에 가장 많이 연구되고 있는 추세이다. 본 실험은 NiFe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Co 구조에서 Al층의 두께와 산화시간을 변화시켜 부도체층의 변화에 따른 자기저항비의 변화를 관찰하였다.

2. 실험방법

4-gun DC magnetron sputtering 방법을 이용하여 각 층을 증착하였으며, 두께는 동일한 증착률에서 각 타겟(target) 위에 머무는 시간으로 조절하였다. 본 실험의 경우 NiFe 층의 증착률은 ~0.2 Å/s 이고, Al층의 증착률은 ~0.5 Å/s 이며, Co층의 증착률은 ~0.3 Å/s이었다. 부도체층의 형성은 금속 Al층을 0.5~4.0 nm 증착 후, 산소플라즈마를 형성시켜 플라즈마에 노출하여 산화시켰다. 이때 산소플라즈마의 전력은 30W이었고, 산소를 100 sccm을 흘려주어 산화 중 진공도는 0.2 Torr였다. 부도체층의 산화시간에 따른 변화는 90초부터 210초까지 30초 간격으로 조사되었으며, 부도체층의 두께에 따른 변화는 0.5 nm 부터 4.0 nm까지 0.5 nm 간격으로 조사되었다. 자화거동과 자기저항비는 각각 진동시료법(vibrating sample method, VSM)과 4 단자법(four terminal method)에 의해 측정되었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 Al층의 두께 변화에 따른 자기저항비에 대한 그림이다. Al층의 두께를 0.5~4.0 nm까지 0.5 nm의 간격으로 변화시켰다. 자기저항비는 1.5 nm부터 관찰되기 시작했다. Fig.2에서와 같이 두께가 2.5 nm일 경우 22%의 가장 높은 자기 저항비를 보이며, Fig.3는 Al층의 산화시간에 따른 자기저항비에 대한 그림이다. Al층을 2.5 nm로 고정시키고 산화 시간을 90~210초까지 30초 간격으로 변화 시켰다. 자기저항비는 큰 변화를 관찰할 수 없었다.

#### 4. 결론

Si/SiO<sub>2</sub>/NiFe(30 nm)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(t)/Co(20 nm) 터널접합 구조에서 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 형성조건에 따른 강자성 터널 접합에서 부도체층의 두께변화에 따른 자기저항비는 0.5 nm와 1.0 nm 두께에서는 관찰되지 않았으며, 1.5 nm 이상의 두께에서부터 관찰되었다. 이는 핀 홀의 형성으로 인한 두 자성체층의 분리 여부와 강자성체의 산화와 관계가 있을 것으로 판단되며, 산화시간에 따른 자기저항비는 큰 변화가 관찰되지 않았다. 자기저항 곡선에서 외부자기장의 변화에 따른 저항의 변화는 자기이력곡선(VSM)의 자화거동과 잘 일치했다.

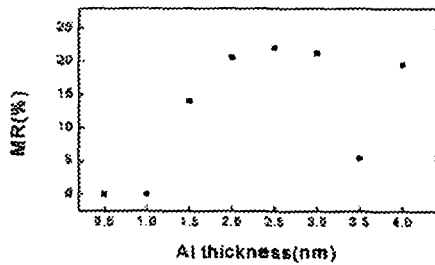


Fig. 1. MR ratios as a function of Al thickness in Si/SiO<sub>2</sub>/NiFe(30 nm)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(t)/Co(20 nm) tunnel junction

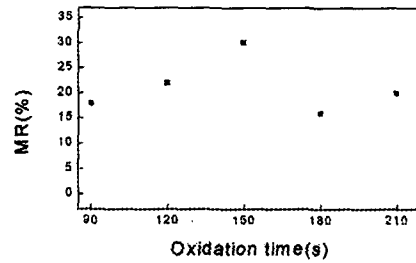


Fig. 2. MR ratios as a function of oxidation time in Si/SiO<sub>2</sub>/NiFe(30nm)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(2.5nm)/Co(20nm) tunnel junction

#### 5. 참고문헌

- [1]. J. S. Moodera, Lisa R. Kinder, Terrilyn M. Wong and R. Meservey, *Phys. Rev. Lett.* **74**, 3273 (1995).
- [2]. T. Miyazaki and N. Tezuka, *J. Magn. Mater.* **139**, L231 (1995).
- [3]. N. Tezuka, Y. Ando and T. Miyazaki, *J. Magn. Soc. Jpn.* **9**, 369 (1995).
- [4]. M Sato and K Kobayashi, *Japan. J. Appl. Phys.* **36**, L200 (1997).
- [5]. W J Gallagher, *J. Appl. Phys.* **81**, 3741 (1997).
- [6]. S S P Parkin, R E Fontana and A C Marley, *J. Appl. Phys.* **81**, 5521 (1997).
- [7]. Jagadeesh S. Moodera, Elizabeth F. Gallagher, Keziah Robinson, and Janusz Nowak. *Apple. Phys. Lett.* **70**, 22 (1997)