

The Effect of paramagnetic amorphous dusting Layer on MgO Tunneling Barrier

김동석^{1*}, 정구열¹, 주성중¹, 장영재¹, 이공원¹

1Applied Physics Department, Korea University, Seoul, 136-701, Korea

*K. Rhie, e-mail: krhie@korea.ac.kr

1. 서론

Al_2O_3 터널베리어를 이용한 TMR이 관측된 후 터널베리어에서의 metallic dusting layer의 효과는 연구되어 왔다. Dusting layer의 두께에 따른 TMR의 감소는 dusting layer에서 일어난 spin flip scattering로 인한 spin polarization 의 감소로 설명된다. MgO 터널베리어는 spin polarized $\Delta 1$ band의 전자들이 베리어를 터널링하고 큰 TMR 효과에 기여한다는 점에서 특별하다. 반면 Al_2O_3 의 TMR 은 spin polarized된 전극들의 density of states에 의해 크게 좌우된다. MgO터널링베리어위에 dusting은 1 band를 이용한 tunneling 하는 효과를 방해한다.

2. 실험방법

비정질 metallic FeZr layer를 MgO 터널링베리어와 CoFeB전극 사이에 넣어 연구를 진행하였다.

3. 실험결과

Dusting layer의 두께에 따른 TMR과 터널링저항을 관측한 값은 Al_2O_3 터널베리어의 경우와 같은 것을 확인하였다. 하지만 0.5nm FeZr이 베리어에 있는 경우 터널링저항은 5배 이상 증가한다.

4. 고찰

우리는 이것이 FeZr dusting layer에 $\Delta 1$ band가 없으므로 터널링 conductance가 급격히 감소하였다고 추측하고 있다. 또한 XPS분석 통해 MgO터널베리어와 FeZr사이 표면에 존재하는 Zr산화물에 의해 저항 및 TMR의 변화를 일으킨다는 것을 확인할 수 있었다. Dusting layer가 두꺼워 질수록 ZrO₂의 양이 늘어나는 것을 확인할 수 있었으며, 이 결과는 반응성이 더 높은 Zr이 산소와 반응을 하면서 생기는 현상이다. Magnetic transition금속 산화물이 강한 상자성 특성을 형성하여 전자들을 spin scattering하게 한다. 반응성이 좋은 FeZr은 열처리 과정을 통해 Zr 의 산화를 가속화시켜 저항과 TMR에 큰 영향을 준다. 이러한 현상은 FeZr이 증가하면서 터널베리어 표면에 defect를 만든다. 이러한 현상은 bias dependence를 통해 설명할 수 있다. FeZr 의 두께가 0.5nm일때의 Tunneling resistance와 TMR의 온도의존도를 보면 저항과 TMR 은 온도에 따라 증가함을 알 수 있다. Stoner 에 의하면 저온에서 더 높은 TMR을 갖게 되는 결과는 dusting pinned layer의 spin polarization의 증가로 표시되는 FeZr의 자기 투자율이 온도에 따라 증가한다고 발표한 바 있다.

5. 결론

저온에서의 더 큰 저항은 다소 설명하기 힘들지만, 상자성에서 약한 강자성으로 변하면서 spin flip scattering의 크기가 증가하는 것에 의한 것이라는 것이 일반적인 해석이다. 이로써 터널링하는 전자들은 dusting layer와 그에 따른 산화물에 의해 spin scattering하여 우리가 원하는 작은 저항과 높은 TMR을 갖기 힘들게 하는 요소가 됨을 확인 할 수 있었다.

6. 참고문헌

- [1] JS Moodera, G Mathon Journal of Magnetism and Magnetic Materials 200 (1999) 248-273.
- [2] T Miyazaki, S Kumagai, T Yaoi J. Appl. Phys. 81, 3753 (1997).
- [3] JS Moodera et al Journal of Magnetism and Magnetic Materials Vol. 316, Issue 2, (2007), e990-e993.
- [4] Parkin S S P et al Appl. Phys. Lett. 77, 720 (2000).
- [5] Shinji yuasa et al Nature materials Vol. 3 (2004).
- [6] K. Rhie et al. J. Phys : Condens. Matter 7 (1995) 33153326.