

## Effect of Diffusion Barrier in the Thermally Annealed IrMn/CoFe Electrode in Magnetic Tunnel Junctions

Hanyang University J. H. Yuh\*, J. H. Lee, H. D. Jeong, D. H. Im, C. S. Yoon, C. K. Kim

### 1. 서 론

최근 비휘발성, 고속, 고집적도의 차세대 기억소자로 각광 받고 있는 MRAM의 핵심소자로써 자기 터널 접합(Magnetic Tunnel Junction)은 학계와 산업계의 관심을 집중시키고 있다. 하지만, 최근의 많은 발전에도 불구하고 아직도 기존의 반도체공정에 적용하기 위해 필수적인 열처리과정을 극복해야 하는 과제가 남아 있다[1].

적절한 조건에서 열처리한 접합은 일반적으로 자기저항비가 증가한다. 그러나, 250°C 부근에서 최고치를 보이는 자기저항비는 최고점을 지나 급격히 감소하는 경향을 보인다[2]. 선행연구에 따르면 전극계면에서의 산화/환원 반응[3], 산화 절연층의 구조적 변화[4], 자화 고정층으로부터 산화층으로의 Mn 확산[4] 등이 주요원인임을 알 수 있다. 이 중 특히 300°C, 1시간 열처리한 접합에서 Mn은 이론적인 계산보다 훨씬 빠른 속도로 하부전극/절연층의 계면까지 확산하여 절연층의 결함상태를 증가시키고 이에 따라 터널링 자기저항비를 감소시킨다[5].

본 연구에서는 Mn의 확산을 방지할 수 있는 확산방지막의 역할을 확인하고, Mn의 확산기구를 규명하였다.

### 2. 실험 방법

DC 마그네트론 스퍼터를 이용하여 Ta(50 Å)/NiFe(40 Å)/IrMn(100 Å)/CoFe(30 Å)/Al(20 Å)-O/Ta(30 Å)의 기본적인 하부전극구조와 IrMn/CoFe, CoFe/Al-O 계면에 2 Å 두께의 Ta 확산방지층을 각각 삽입한 전극을 증착하였다. 또한, Al 산화층은 20 Å의 Al을 증착한 후 O<sub>2</sub>+Ar의 플라즈마를 이용하여 산화시켰으며 강자성층전극에 일축 이방성을 유도하기 위하여 500 Oe의 자장을 인가하였다. 증착된 다층박막은 10<sup>-5</sup> torr의 진공에서 300°C, 1시간동안 열처리한 후 Auger Microprobe(PHI 680)과 XPS(PHI 5400)을 이용하여 깊이분석 및 계면의 화학적 분석을 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Mn의 확산을 관찰하기 위해 AES를 이용하여 세 가지 다층박막의 깊이분석을 하였다. 확산방지층이 없는 전극의 Al-O/CoFe 계면에서는 IrMn 층으로부터 확산한 Mn을 관찰할 수 있었으나, 방지층이 삽입된 전극에서는 Mn의 확산을 확인할 수 없었다. 이는 확산방지층의 위치에 관계없이 절연층으로의 Mn 확산을 효과적으로 억제할 수 있음을 의미한다.

그림 1 은 CoFe/Al-O 계면 부근에서의 XPS 분석결과를 보여준다. AES 결과와 동일하게 확산방지층이 없는 전극에서만 Mn의 피크가 나타났으며, 스펙트럼을 분리함으로써 Mn-O의 산화물이 형성되었음을 확인할 수 있었다. 계면부근에서의 다른 원소들인 Co, Fe는 산화되지 않았으며 이를 통해 Mn의 확산은 Mn의 강한 산소친화도에 의한 것임을 알 수 있었다. 플라즈마 산화법에 의한 Al의 산화과정은 완전한 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 형성시키지 못하고 산소라디칼이 잔존하게 되어[6] Mn의 산화를 촉진하는 것으로 사료된다

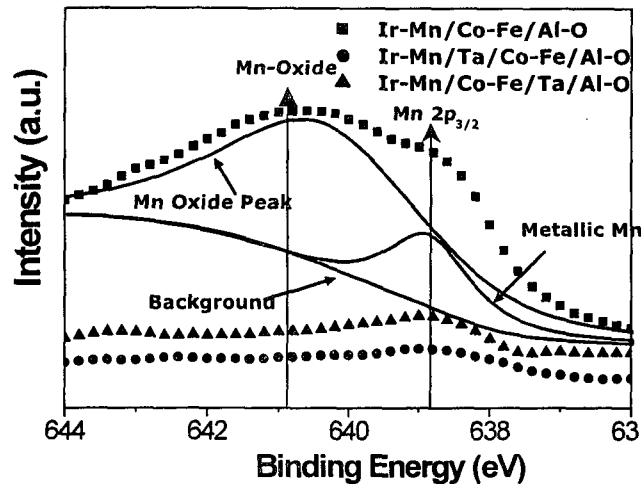


Fig. 1 XPS spectra for the three samples at the Co-Fe/AlO<sub>x</sub> interface after annealing at 300°C

#### 4. 결 론

본 실험을 통해 교환결합된 IrMn/CoFe 전극에서의 Mn 확산은 Mn의 우선산화에 의해 촉진되며, 2 Å의 얇은 확산방지층만으로도 이를 효과적으로 방지할 수 있음을 확인하였다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] S. Tehrani, J. M. Slaughter, E. Chen, M. Durlam, J. Shi, M. Deherrera, IEEE Trans. Magn. 35, 2814(1999).
- [2] H. Kikuchi, M. Sato, K. Kobayashi, J. Appl. Phys. 87, 6055(2000).
- [3] D. J. Keavney, S. Park, C. M. Falco, J. M. Slaughter, Appl. Phys. Lett. 78(2), 234(2001).
- [4] S. Cardoso, P. P. Freitas, C. de Jesus, P. Wei, J. C. Soares, Appl. Phys. Lett. 76(5), 610(2000).
- [5] J. H. Lee, H. D. Jeong, C. S. Yoon, C. K. Kim, B. G. Park, T. D. Lee, J. Appl. Phys. 91(3), 1431(2002).
- [6] A. E. T. Kupier, M. F. Gillies, V. Kottler, G. W. 't Hooft, J. G. M. van Berkum, C. Van der Marel, Y. Tamminga, J. H. M. Snijders, J. Appl. Phys. 89(3), 1965(2001).