

Cr/Co/Al-O_x/Ni-Fe 터널접합 다층박막의 제조 및 전자기적 특성에 관한 연구

성균관대학교 신소재공학과 *박진우 전동민 윤성용 이종윤 서수정

The study on the fabrication and electromagnetic properties of Cr/Co/Al-O_x/Ni-Fe tunnel-junction multilayers

SungKyunKawn University J. W. Park*, D. M. Jeon, S. Y. Yun,
J. Y. Lee, S. J. Suh

1. 서론

MR(MagnetoResistance)현상이란 외부자장의 변화에 따라 물질의 저항이 변하는 현상이다. 이러한 현상은 여러 가지 측면에서 연구되어지고 있다. 그 중 TMR(Tunneling MagnetoResistance)현상은 헤드, 센서, MRAM 소자로서 활발히 연구되어지고 있다. 특히 RAM 측면에서 MRAM(Magnetic Random Access Memory)은 DRAM(Dynamic Random Access Memory)과는 달리 비휘발성 메모리일 뿐 아니라 기록밀도의 고집적화 측면에서도 매우 유리한 소자로서 연구가 진행되고 있다.[1] 하지만 두 강자성층의 작은 보자력 차이와 얇고 균일한 barrier를 형성시키기 위한 문제점 때문에 아직까지는 소자의 재현성이 뒤떨어져 있는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 MRAM 적용을 위한 TMR 소자의 가장 기본적인 강자성층/절연층/강자성층을 기본구조로 하여 수 nm의 buffer layer(Cr)의 두께에 따른 보자력의 향상을 시도하였으며, 다양한 산화조건을 통하여 TMR ratio 및 보자력에 가장 적합한 조건과 자성층의 자기적 특성에 관하여 연구하였다.

2. 실험방법

시편에 존재하는 불순물로 인한 영향을 최대한으로 줄이기 위하여 7059 glass를 메탄올과 아세톤에 초음파로 세척후 N₂ 가스로 건조하였다. 증착 공정은 9.0×10^{-7} torr 이하의 진공도하에서 DC Magnetron sputtering을 사용하였으며 glass /Cr /Co /Al-O_x /Co /Ni-Fe의 제작을 위하여 metal mask를 사용하였다. 절연층의 제조는 Glow discharge oxidation방식을 채택하였다. 모든 층은 일축이 방성을 갖게 하기 위하여 100 Oe의 자장을 가하면서 증착하였다.

VSM(Vibrating Sample Magnetometer)을 이용하여 M-H곡선 및 각 증착조건에 따른 보자력과 자화값의 변화를 고찰하였다. 또한 4단자법과 Keithley 236 model을 이용하여 I-V특성을 측정하였으며 이때 barrier height 와 width는 Simmon' s formula를 이용하여 구하였다.[2] 미세구조 및 계면 거칠기는 XRD(X-ray Diffractometer)와 AFM(Atomic Force Microscopy)을 사용하여 분석하였다. 각 층의 두께 및 산화막의 형성모드는 JEOL 300 KV TEM(Transmission Electron Microscopy)을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 glass /Cr(t Å) /Co(100 Å) /Al-O_x(25 Å) /Co(30 Å) /Ni-Fe(120 Å) 구조에서 Cr두께와 산화시간에 따른 TMR ratio의 변화를 나타내고 있다. Cr의 두께가 약 30 Å정도이고 산화시간이 약 60초 일 때 13%의 최고 TMR ratio를 나타내었고 이때 TEM을 이용하여 약 25 Å 정도의 산화막이

연속적으로 형성되었음을 확인하였다. 하지만 이때 Cr 두께에 따른 MR의 향상은 그다지 크지 않았으며 산화시간이 증가함에 따라 절연층 표면 platness의 감소와 두께가 증가함으로써 스핀의 산란을 유도하게 되며, 따라서 MR값이 점차 감소하게됨을 확인할 수 있었다. Fig. 2는 Cr 30 Å을 buffer layer로 형성시켰을 때와 그렇지 않았을 때 각 산화시간에 따른 Co의 보자력의 변화를 나타내고 있다. 산화시간이 증가함에 따라 보자력은 점차 증가하였으며 Cr을 사용하지 않은 것보다 매우 큰 보자력을 얻을 수 있었다. 이러한 보자력의 증가는 Cr에 의한 Co의 roughness의 증가와 Co의 성장 mode의 변화에 의한 것으로 사료된다.[3] 이는 재현성에 있어서 가장 큰 문제점을 지닌 TMR 소자제작에 매우 긍정적인 해결방안을 제시할 수 있으며, 본 실험의 목적이라 할 수 있다. 또한 산화시간이 증가함에 따라 Co의 두께 감소 및 Co 입계에 발생하는 산화물이 스핀의 pinning site가 되어 보자력이 증가하게 되는 것으로 생각된다.

4. 참고자료

- (1) Terue Matsamoto. Nikkei electronic asia. 2000, February p. 56
- (2) J. G. Simmons, J. Appl. Phys. 35. 2655 (1964).
- (3) M. Mao, C.Cerjan, B. Law, F. Grabner, L. Miloslavsky, C. Chien, IEEE Trans. Magn. 36 (5). 2866 (2000).

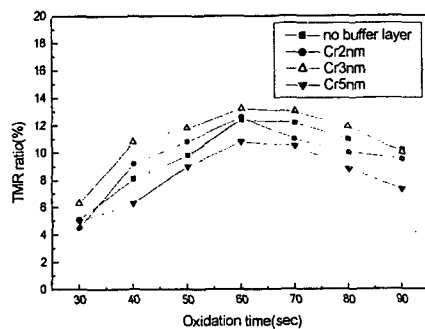


Fig. 1 The variation of MR ratio as a function of Cr thickness and oxidation time

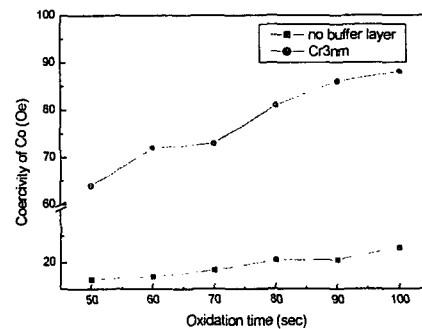


Fig. 2. The variation of coercivity field of Co layer as a function of Cr thickness and oxidation time