

EFFECT OF Zr-DOPED Al-OXIDE BARRIER ON THE TUNNEL MAGNETORESISTANCE BEHAVIOR

Korea University C. M. CHOI*, Y. K. KIM, S. R. LEE

1. 서론

현재 Magnetic Tunnel Junction는 고밀도 자기저항 헤드 및 비휘발성 메모리(MRAM)등의 자기저항 특성을 이용한 소자에 응용하기 위해 많은 연구가 진행되고 있다[1]. 하지만 Magnetic Tunnel Junction(MTJ)을 실제 소자로서 제작하여 사용하기 위해서는 smooth하고 pinhole이 없으며, 절연층 내부에 disorder나 defect가 없는 절연층을 형성해야 한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 Al-oxide barrier의 structure property보다 좋은 특성을 갖는 New barrier MTJ에 관한 많은 연구가 진행되고 있다[2-3]. 본 연구에서는 Al-oxide층에 Zr doping하여 Zr 함양에 따른 자기 저항에 미치는 영향을 연구하였다.

2. 실험방법

RF magnetron sputtering system을 이용하여 Dry oxidation로 열산화막이 200nm 존재하는 Si 기판위에 CoNbZr 2 or Ta 5/CoFe 17/IrMn 7.5/CoFe 5/Zr_xAl_{1-x} 1.6+Oxi/CoFe 5/CoNbZr 2 or Ta 5 (nm) 구조를 가진 터널 접합을 제조하였다. 절연층 형성방법은 Zr chip을 3~12개까지 변화시키며 Al target에 붙여 ZrAlO_x Composition layer를 증착한 후에 Plasma oxidation으로 산화시켰다. 접합 면적은 100 μ m \times 100 μ m이고 Shadow mask를 이용하여 Magnetic Tunnel Junction을 제작하였다. Four point probe를 이용하여 자기 및 자기저항 특성을 분석하였고 AFM을 사용하여 structure property를 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Zr 조성에 따른 자기저항과 저항의 변화를 나타내고 있다. chip 10개에서 가장 큰 MR ratio을 나타내었고 더불어 저항값도 다른 조성 sample보다 낮은 저항값을 가지게 되었다. 이것은 Table 1에서 나타난 Zr 함양에 따른 oxidation 전·후 roughness 분석처럼 Zr chip 10개 조성과 Al의 composite film이 증착되고 oxidation 과정을 거쳐 가장 smooth하고 homogeneous한 barrier가 형성되었음을 보여주고 있다. 이러한 barrier의 structure property는 AlO_x를 절연막으로 사용한 터널접합의 경우보다 좋은 structure property를 보여주고 있다.

Fig. 2는 Zr 조성에 따른 barrier height 변화를 나타내고 있다. 위의 실험에서 보면 Zr 함량이 늘어나면서 barrier height가 낮아지는 경향을 보이며, Zr chip 11개부터 다시 barrier height가 증가하는 경향을 보였다. 또한 barrier height와 가장 밀접한 관계가 있는 저항값의 경향과 비슷함을 보여준다. 이로써 Zr을 첨가함으로써 Zr이 doping되지 않은 Al-oxide layer보다 낮은 barrier height를 가지게 되고 그에 따라 낮은 저항을 갖게 됨을 보여주고 있다[2].

4. 결론

MTJ 제작시 Al-oxide layer에 Zr doping을 한 $ZrAlO_x$ barrier를 사용하여 MTJ를 제작하였다. Al-oxide layer에 Zr doping으로 인하여 Structure property, Barrier property가 향상된 것은 doping된 Zr이 Al-oxide layer를 더욱 안정화 시키는 것으로 판단하고 있다.

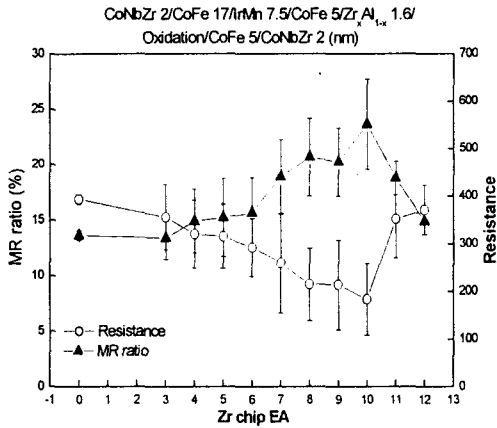


Fig. 1. Changes in the TMR and Resistance as a function of number of Zr chips for Zr-Al films.

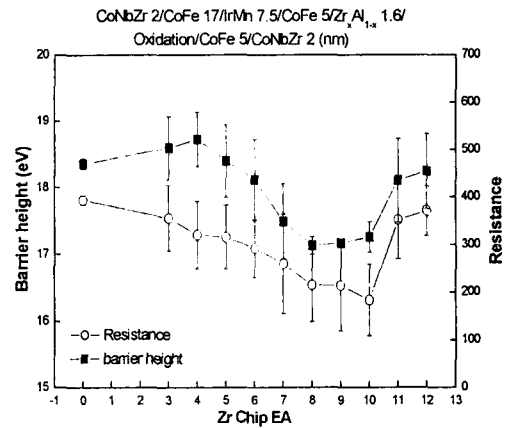


Fig. 2. Resistance versus Barrier height for barrier with different Zr content.

Table 1. Analysis of after and before oxidation Roughness as a function of number of Zr chip for Zr-Al film

| Chip 개수 | Oxidation | | | |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Before | | After | |
| | Rms rough | Ave rough | Rms rough | Ave rough |
| 0 | 2.15 | 1.92 | 1.97 | 1.79 |
| 10 | 1.45 | 1.09 | 1.12 | 1.03 |

5. 참고문헌

- [1] S. S. P. Parkin, et al. J. Appl. Phys. 85(8), 5828 (1999).
- [2] Jianguo Wang, P. P. Freitas, E. Snoeck, Appl. Phys. Lett. 79, 4553 (2001).
- [3] Jianguo Wang, P. P. Freitas, E. Snoeck, P. Wei, J. C. Soares, Appl. Phys. Lett. 79, 4553 (2001).