

비정질층을 삽입한 MTJ의 TMR 특성

한국과학기술연구원
고려대학교
숙명여자대학교

전경인*, 이제형, 신경호
박상용, 이공원
이장로

Korea Institute of Science and Technology
Korea University
Sookmyung Women's University

K-I Jun*, J. H. Lee, Kyung-Ho Shin
S. Y. Park, K. Rhie
J. R. Rhee

1. 서론

자성체/비자성부도체/자성체 heterostructures 에서의 스핀의존 터널링 현상에 관한 실험은 커다란 주목을 받아왔다.[1] 근래에는 MTJ를 제작할 때 비정질 자성체 물질인 CoFeB을 고정층으로 이용한 실험이 있다 [2]. 이러한 비정질 물질은 얇은 두께에서 훌륭한 연자성을 띠며[2,3] grain boundaries가 거의 없다. 그래서 demagnetizing field를 줄이기 위해 매우 얇은 자성층을 필요로 하는데 이러한 비정질 자성체 물질이 좋은 특성을 나타낸다. 또한, 낮은 자기장영역에서 작동할 수 있는 magnetic device의 사이즈를 줄이는 데 비정질 자성체 물질이 아주 유용하다[3]. 본 실험은 비정질 비자성체인 FeZr을 고정층에 삽입하여 자기적 특성을 관측하였다.

2. 실험방법

시료의 제작은 2inch, 6gun sputter 장비를 사용하여, base pressure를 5×10^{-8} Torr이하로 하여, 2×10^{-3} Torr에서 증착하였다. Al의 산화는 별도의 산화 chamber에서 plasma 산화를 시켰다. 또한 증착 중 시료에 일축 자기 이방성을 주기위해 자기장을 400Oe 정도 인가하였다.

SiO₂/Ta(50Å)/NiFe(60Å)/IrMn(80Å)/CoFe(30Å)/FeZr(9Å)/CoFe(20Å)/Al₂O₃(16Å)/CoFe(20Å)/NiFe(60Å)/Ta(100Å)의 다층막 구조를 가지는 TMR junction을 제작하였다. 시료는 12.5mm×12.5mm SiO₂ 기판위에 in-situ로 shadow 마스크를 사용하여 증착한 후 Photo-lithography 공정을 통하여 50μm×50μm 크기의 Junction을 제작하였다. Al의 roughness의 비교를 위해 AFM image를 관측하였고, MR을 측정하여 기존의 MTJ와의 차이점을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 기존의 TMR 구조에서 Al층 까지 증착한 후 AFM Image와 FeZr을 고정층에 삽입하는 MTJ의 사용한 AFM Image를 비교한 것이다. data를 보면 FeZr을 고정층에 삽입하여 사용한 경우에 RMS 값이 0.1nm 정도로 아주 좋은 계면을 형성함을 볼 수 있다. Fig.2에서 보면 열처리 하지 않은 as grown 상태에서 35%를 훨씬 웃도는 MR을 얻었다. 이것은 FeZr이 비정질로 Al이 낮은 roughness를 갖고 균일하게 형성되어 un-oxidized된 Al에 의해 야기되는 spin-flip scattering의 확률이 현저히 줄어들었기 때문이다. 게다가, Al의 roughness가 나쁠 경우 bottom electrode가 부분적으로 산화되어 P(polarization) 값이 감소하여 낮

은 MR을 얻게 되는데 본 실험의 경우 Al의 roughness가 낮게 형성되어 bottom electrode의 P값이 전체적으로 증가하였을 것이라 생각한다.

Fig.2 는 기존의 normal MTJ 와 FeZr을 이용한 MTJ를 as grown 상태와 열처리 후의 MR을 비교한 그림이다. 열처리 후에도 기존의 MTJ보다 더 큰 MR값을 보여준다.

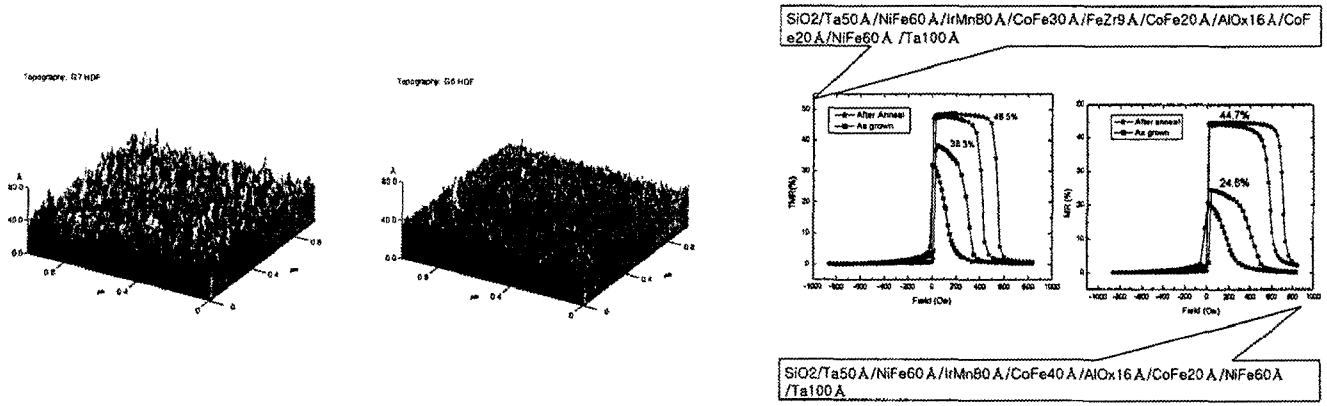


Fig. 1 (a) The AFM image of normal MTJ (b) The AFM image of MTJ using FeZr

Fig. 2 MR vs. applied field normal MTJ and MTJ using FeZr3

4. 결론

본 실험에서는 비정질 물질인 FeZr을 삽입하여 만든 MTJ와 기존의 normal MTJ의 MR 특성을 비교하여 보았다. FeZr은 낮은 roughness를 갖고 증착되어 후에 증착되는 Al의 roughness가 낮게 형성되게 만들어 준다. 그러므로 as grown 상태에서 높은 MR을 얻게 되었고, 열처리 후에도 동일한 결과를 얻었다. 이 결과를 토대로 Al의 두께가 얇아질수록 그 효과는 더 크게 나타날 것이라고 사료된다.

5. 참고문헌

1. J.S. Moodera, L. R. Kinder, T. M. Wong and R. Meservey, Phys. Rev. Lett. 74, 3273,(1996)
2. Hiroshi Kano, Kazuhiro Bessho, Yukata Hi해, Kazuhiro Ohba, Minoru Hashimoto, Tetsuya Mizuguchi, Masanori Hosom, Intermag Europe, Invited talk (2002)
3. S. Tsunashima, M. Jimbo, Y. Imada, K. Komiyama J. Magn. Magn. Mater. 165, 111(1997)