

MgO를 이용한 터널 접합에서 back bias에 의한 특성

신일재^{1,2*}, 정구열¹, 신경호¹

¹한국과학기술연구원

²한양대학교 물리학과

1. 서론

자기 저장 매체로 전자의 spin을 이용한 소자들에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 터널 접합을 이용하여 MRAM 및 자기 head에 응용하기 위해 다양한 터널 장벽에 대한 연구가 진행되고 있는데, 최근 MgO를 이용한 자기 터널 접합 소자에서 높은 자기 저항비를 얻을 수 있음이 보고되었다[1]. 진공 상태에서의 water vapor는 시료의 표면에 달라붙어 MgO 박막의 결정 성장을 방해하여 낮은 자기 저항비를 가지게 된다[2]. 본 실험에서는 이러한 contamination을 줄이기 위해 기판에 bias를 가하여 plasma surface cleaning을 하였다. 이후 공정을 통하여 터널 접합 소자를 제작하여 자기 저항 특성비를 조사해 보았다.

2. 실험방법

시료의 표면을 cleaning하기 위해 증착 전 base pressure가 3×10^{-9} Torr이하인 AJA sputter 장비를 사용하여 back bias를 걸어주었다. 시료의 증착은 back bias를 걸어준 후 in situ로 박막을 증착하였다. 자기 저항 특성을 조사하기 위하여 photo-lithography 공정을 이용하여 증착된 시료를 $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ 크기의 접합 면적을 가지는 MTJ 소자로 제작하였다. 제작된 시료는 exchange coupling field를 유도하기 위하여 자기장을 4kOe로 걸어주며 진공 열처리하였다. Four-point probe를 이용하여 외부자기장에 따른 MR비를 측정하였다. Back bias에 의한 시료 표면을 관찰하기 위하여 AFM으로 확인하였고, XRD를 이용하여 MgO의 결정 성장을 측정하였다.

3. 실험결과

Fig.1 (a)는 AFM을 이용하여 back bias의 시간적 변화에 따른 표면의 거칠기를 조사한 것이다. 25분 이내로 bias를 인가하였을 때 표면의 거칠기는 큰 변화가 없으나, 30분 이상 bias를 인가하면 시료 표면의 거칠기가 증가함을 알 수 있다. Fig.1 (b)는 XRD를 이용하여 표면의 cleaning 정도와 거칠기 변화에 따른 MgO의 결정 성장을 확인한 것이다. 역시 30분 이상 bias가 인가되었을 때, MgO (0 0 1) 방향의 결정성이 떨어지는 것을 알 수 있다.

Fig. 2는 자장 열처리한 MTJ시료의 MR비로 160%의 높은 자기 저항비를 보여준다.

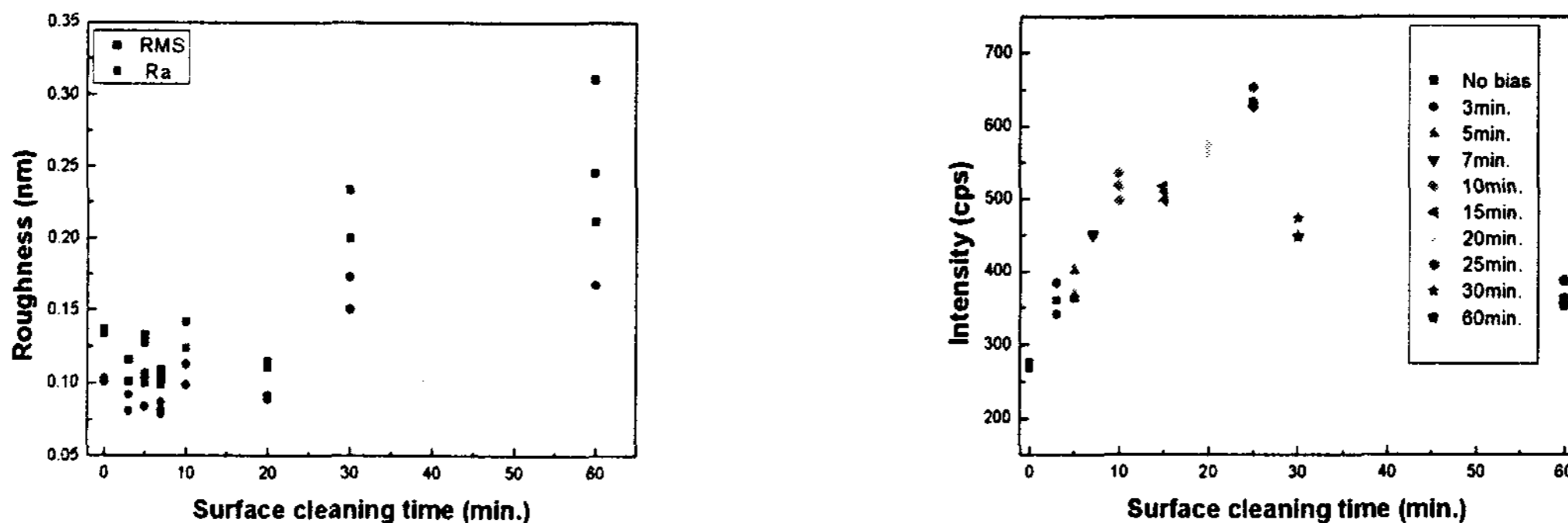


Fig. 1. (a) Back bias에 의한 표면 거칠기 변화, (b) Back bias에 의한 MgO 결정성.

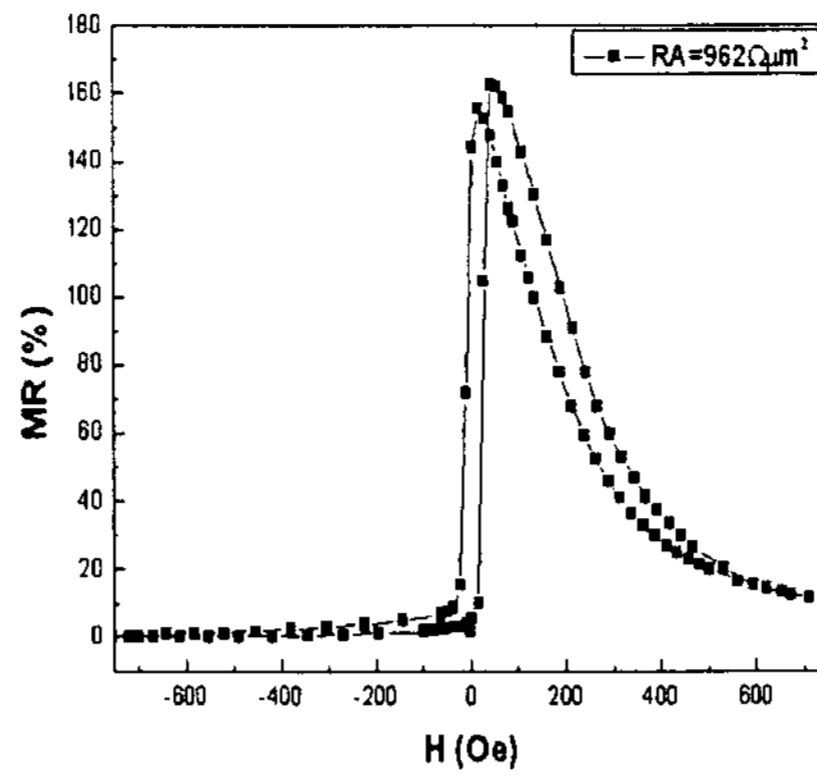


Fig. 2. 자기장에 따른 MR비.

4. 고찰

본 연구 결과로 시료에 back bias를 인가하여 표면이 cleaning되어 MgO의 결정 성장이 우수해 짐을 확인할 수 있었다. 이로서 back bias를 인가했을 때의 최적의 조건을 알 수 있었으며, MTJ 박막 제작에 있어 높은 자기 저항비를 얻을 수 있는 조건을 확인하였다.

5. 결론

본 연구에서 back bias에 의해 시료 표면의 cleaning 및 거칠기 변화에 따름 MgO 박막의 결정 성장과 MTJ 소자의 자기적 특성 변화를 확인하였다.

6. 참고문헌

- [1] Y. M. Lee, J. Hayakawa, S. Ikeda, F. Matsukura and H. Ohno, Appl. Phys. Lett. 89, 042506 (2006).
- [2] Y. S. Choi, Y. Nagamine, K. Tsunekawa, H. Maehara, and D. D. Djayaprawira, Appl. Phys. Lett. 90, 012505, 2007.