

자연 산화법을 이용한 MTJ의 O₂ 분압 및 산화시간에 따른 자기저항 특성.

최원준*^{a,b}, 홍진표^a, 김희중^b, 김광윤^b

^a한양대학교 물리학과

^b한국과학기술연구원 나노소자연구센터

Effects of O₂ pressure and oxidation time on magnetoresistance properties of MTJ by natural oxidation method.

W.J.Choi*^{a,b}, J.P.Hong^a, H.J.Kim^b, K.Y.Kim^b

^a Department of Physics, Hanyang University

^b Korea Institute of Science and Technology

1.서론

현재 MTJ(magnetic tunnel junction)는 고밀도 자기저항 헤드 및 비휘발성 메모리(MRAM)등의 자기저항 특성을 이용한 소자에 응용하기 위해 많은 연구가 진행 되고 있다.

하지만 정보저장 소자 제조시 MTJ의 RxA 값이 크게 증가하여 소자로서 응용 하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 낮은 접합저항 값을 갖게 하는 자연산화법을 이용하거나 기타 다른 산화법 이용한 MTJ에 관한 많은 연구가 진행 되고 있다[1-3].

본 연구에서는 고밀도 자기저항 헤드 재료로 사용하기 위하여 자연산화법에 의한 MTJ를 제조하여 자기저항 특성을 조사하였다.

2.실험방법

Base pressure가 2.0×10^{-8} Torr 이하의 DC 마그네트론 스퍼터를 사용하여 Pt/Ta/NiFe/IrMn/CoFe/Al_xO_x/CoFe/NiFe/Ta 구조의 MTJ를 제조하였다. MTJ의 size는 metal mask를 사용하여, bottom electrode mask, oxidation mask와 top electrode mask를 순서대로 대기중에서 교체하여 100 μm×100 μm size로 제조 하였으며, Al_xO_x층의 산화는 base pressure가 5.0×10^{-7} Torr 이하의 load-lock chamber에서 산소 분압을 0.5 Torr, 1 Torr 로 변화 시켜 자연 산화법으로 산화 시켰다. 또한 각 산소 분압별로 산화시간을 변화하여 MTJ를 제조하였다.

3.실험결과 및 고찰

Fig.1은 산소 분압에 대한 R-H loop를 나타낸 것이다. Fig.1에서 보는바와 같이 자기저항비는 산소 분압이 0.5 Torr일때 3.52 % 가 나왔으며, 1 Torr일때 13.07 %로 산소 분압이 0.5 Torr에서 1 Torr로 증가함에 따라 자기저항비도 증가한 것을 볼 수 있었다. 또한 산소분압이 0.5 Torr일때 RxA 값이 5.76 (kΩ×μm²)로 나왔으며, 1 Torr일때 RxA값이 56.86 (kΩ×μm²)로 나타남을 볼 수 있었다.

Fig.2는 산소분압이 0.5 Torr와 1 Torr일때 산화 시간에 따른 자기저항비를 나타낸 것이다. Fig.2에서 보는바와 같이 산소분압이 0.5 Torr일때 Al층을 5 min 산화 하였을때 자기저항비가 4.33 %로 가장 높게 나왔으며, 1 Torr일때 Al층을 10 min 산화 하였을때 자기저항비가 13.07 %로 가장 높게 나타남을 볼 수 있었다.

이러한 Fig.1과 Fig.2의 결과는 산화 분압이 0.5 Torr에서 보다 1 Torr에서 제조한 MTJ의 Al_xO_x층

의 화학적 조성이 Al_2O_3 에 더욱 가까운 조성으로 인해 자기저항값이 증가한 것으로 생각된다. 그러므로 RxA값의 비교도 산화 분압이 0.5 Torr인 MTJ의 Al_xO_x 층이 1 Torr에서 제조한 MTJ보다 산화가 약하게 되어 Fig.1과 같은 결과가 나온 것으로 생각된다[2]. 또한 Fig.2에서 산화 분압이 0.5 Torr와 1 Torr에서 제조한 MTJ의 시간에 따른 자기저항값이 일정한 경향성을 보이지 않는 것은 앞에서 말했듯이 산화 분압이 0.5 Torr에서 제조한 MTJ의 경우 산화 분압이 1 Torr에서 제조한 MTJ보다 Al층의 산화가 약하게 형성될 뿐만 아니라 In situ로 metal mask를 교체한 것이 아니므로 대기 중에서의 산화와 같은 외부적 영향을 많이 받은 것으로 생각된다.

4.결론

Fig.1과 Fig.2의 결과에서 보는바와 같이 자연산화법에 의한 MTJ의 자기저항 특성은 산화 분압을 1 Torr로 하여 Al층의 산화를 10 min 하였을 경우 자기저항 특성이 가장 좋게 나타났다. 또한 자기저항 헤드 및 MRAM에 적용하기 위해 Fig.1과 Fig.2의 결과를 바탕으로 In situ natural oxidation에 의한 MTJ를 제조하여 lithography 공정을 이용한 $50 \mu m \times 50 \mu m$ 이하의 Junction를 제조하여 자기적 특성을 조사할 필요가 있다고 생각된다[1][4].

5.참고문헌

- [1]. K.S.Yoon, J.H.Park, J.Y.Yang, C.O.Kim and J.P.Hong, Appl. Phys. Lett. Vol 79, No.8, (2001).
- [2]. Z.G.Zhang and P.P.Freitas, Appl. Phys. Lett. Vol 79, No.14, (2001).
- [3]. Dian Song, Janusz Nowak and Mark Covington, J. Appl. Phys. Vol 87, No.9, (2000).
- [4]. H.Boeve, J.De Boeck and G.Borghs, J. Appl. Phys. Vol 89, No.1, (2001).

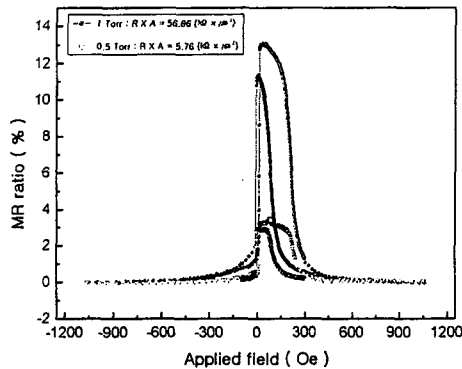


Fig.1 R-H loops of MTJ as a function of oxygen pressure.

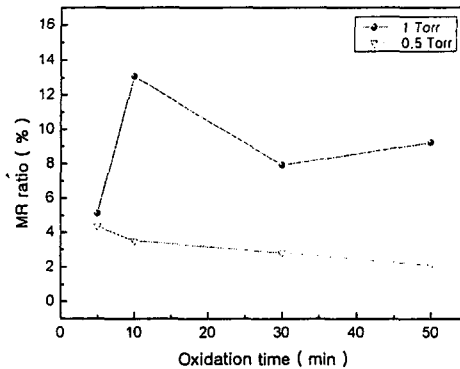


Fig.2 The MR ratio of MTJ as a function of oxidation times.