

AIO_xN_y 절연층을 이용한 터널접합에서 N₂ 가스량에 따른 자기저항 특성

승실대학교 박승영*, 최연봉, 조순철

N₂ gas dependance of MR properties of tunnel junction utilizing AIO_xN_y barriers

Soongsil University S. Park*, Y. Choi, S. Jo

1. 서론

최근 spin dependent tunneling (SDT) 접합구조에서 산화알루미늄층을 절연층으로하여 40 % 이상의 높은 자기저항비가 보고되었다[1]. 높은 자기저항비 뿐만 아니라 뛰어난 field sensitivity 때문에 MRAM 소자와 자기저항헤드로 사용하기 위하여 많은 관심을 갖고 국내외에서 활발하게 연구되고 있다. 그러나 자기저항소자로 개발하는데 있어 접합영역에서의 높은 저항이 문제가 되고 있다. 터널접합에서의 저항은 절연층 형성이 가장 큰 원인이 될 수 있으며 현재 사용되고 있는 방법은 산소 플라즈마를 이용한 플라즈마산화법[2,3], Ion beam 산화법[4], 자연산화법[1,5]등 있다. 본 연구에서는 아르곤과 산소의 혼합기체를 이용한 플라즈마산화법과 아르곤과 산소에 질소를 첨가한 혼합기체를 이용한 플라즈마법을 비교하여 위의 방법이 자기저항과 접합영역의 저항에 어떤 변화를 가져오는지에 대해 연구하였다.

2. 실험방법

DC magnetron sputtering system을 이용하여 Ta(50Å)/NiFe(80Å)/FeMn(170Å)/NiFe(80Å)/CoFe(20Å)/AIO_xN_y/CoFe(30Å)/NiFe(120Å) 구조를 가진 터널접합을 제조하였다. 초기진공도는 4 × 10⁻⁷ Torr 이하였으며 시편에 이방성을 형성시키기 위하여 300 Oe 의 자장을 인가하였다. 절연층을 제외한 각 층의 증착조건은 30 watt, 아르곤가스압력 3 mTorr 였으며 두께는 시간을 조절하여 결정하였다. 절연층 형성방법은 알루미늄층을 증착한 후 아르곤과 산소를 1 : 2 비율로 혼합한 혼합기체에서 플라즈마 산화법을 이용하였다. 또한 위의 혼합기체에 질소가스를 5, 10, 15, 20, 25 sccm을 혼합하여 형성시킨 플라즈마에 노출시키는 방법을 이용하여 위의 결과와 비교하였다. 이때 알루미늄층의 두께는 약 16Å 정도였으며 절연층형성 조건은 60 watt, 45초였다. 기판은 2,000Å 두께의 열산화막이 존재하는 Si(111) 웨이퍼를 사용하였다. 자기저항은 4 탐침법으로 측정하였고 자기적 특성은 VSM, 두께측정은 α - step을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1 은 절연층을 AIO_x 인 경우와 AIO_xN_y 인 경우의 자기저항곡선을 비교한 것이다. (a) 는 Al₂O₃ 절연층의 경우이며 자기저항비는 24.7 % 이고, H_{ex} 는 93.0 Oe 였다. (b) 는 AIO_xN_y 절연층의 경우로 자기저항비는 26.7 %, H_{ex} 는 65.0 Oe 였다.

그림 2 는 AlO_xN_y 절연층을 사용한 터널접합에서 질소 가스량의 변화에 따른 자기저항변화율을 나타낸 것이다. 아르곤과 산소가스의 압력과 혼합비는 일정하게 유지하면서 질소량을 5 sccm 에서부터 5 sccm 간격으로 증가시켜본 결과 15 와 20 sccm 에서 26.0 % 이상의 자기저항비를 나타내었다. 그러나 25 sccm 으로 증가시켰을 때에는 10.5 % 까지 감소하는 결과를 볼 수 있었다.

그림 3 은 터널접합영역의 단위면적 당 저항을 절연층 형성 시 혼합한 질소 가스량의 변화에 따라 나타낸 것이다. 혼합한 질소량이 5 sccm 일 경우 $1,040 \text{ M}\Omega\mu\text{m}^2$ 였던 저항이 점차 감소하여 25 sccm 의 질소가스를 첨가하였을 경우 $281 \text{ M}\Omega\mu\text{m}^2$ 까지 감소함을 볼 수 있었다.

참고문헌

- [1] S.S.P.Parkin, et. al, J. Appl. Phys., **85**, 5828 (1999)
- [2] J.S.Moodera, L.R.Kinder, T.M.Wong, and R.Meservey, Phys. Rev. Lett., **74**, 3273 (1995)
- [3] J.F.Bobo, F.B.Mancoff, K. Bessho, M.Sharma, K.Sin, D.Guarisco, S.X.Wang, and B.M.Clemens, J. Appl. Phys., **83**, 6685 (1998)
- [4] J.M.E.Haper, M.Heiblum, J.L.Speidell, and J.J.Cuomo, J. Appl. Phys., **52**, 4118 (1981)
- [5] K.Sin, C.Chien, L.Miloslavsky, Digest INTERMAG 2000 DS-05 (2000)

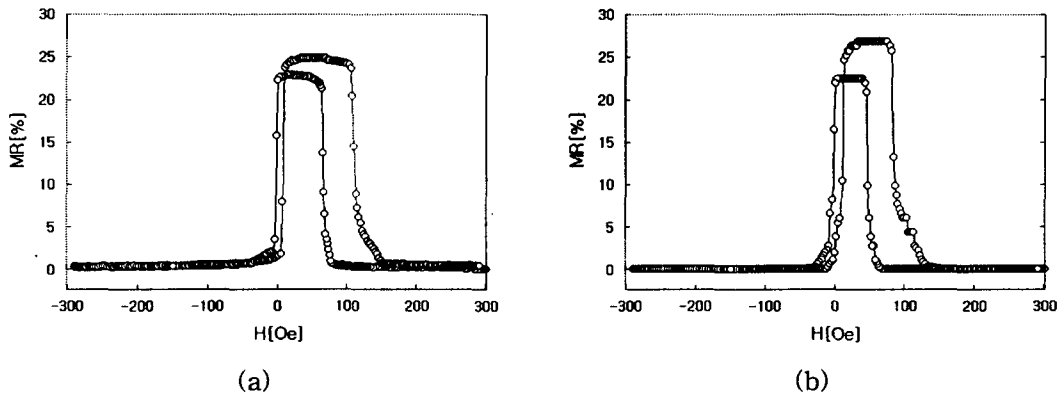


Fig. 1 MR-H graph of Ta/NiFe/FeMn/NiFe/CoFe/ AlO_xN_y /CoFe/NiFe structure
(a) AlO_x insulation layer (b) AlO_xN_y insulation layer

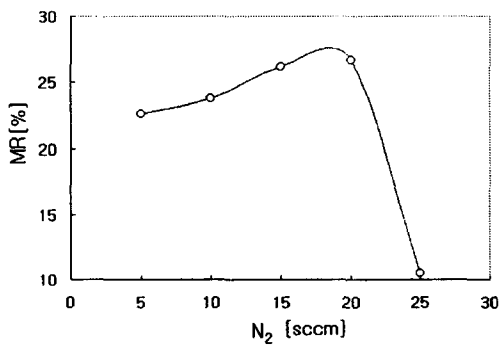


Fig. 2 MR change due to N_2 variable of tunnel junction utilizing AlO_xN_y insulation layer

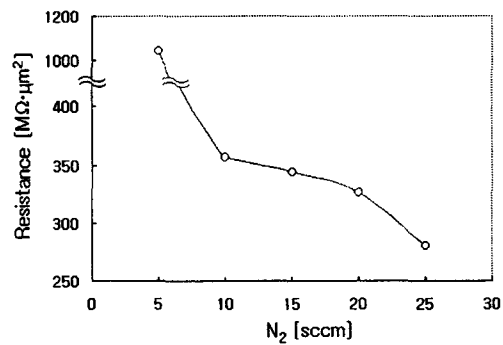


Fig. 3 Tunnel junction resistance of unit area following N_2 variable