

Magnetic tunnel junction에서의 계면 삽입층과 산화시간이
자기저항 거동에 미치는 영향

한국과학기술원 재료공학과 박병국*, 이택동

Effect of interfacial material and oxidation time on magnetoresistance
in magnetic tunnel junctions

Korea Advanced Institute of Science and Technology B.G. Park*, T.D. Lee

1. 서론

Magnetic tunnel junction은 최근 자기저항 헤드나 MRAM(magneto resistive random access memory)용 재료로서 큰 관심을 받고 있다. 이 터널 접합의 경우 자기저항비가 20%이상으로 다른 자기저항 재료보다 크고 포화자계도 작기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다. 이 터널 접합에서는 강자성체를 분리하는 절연층 형성이 매우 중요하며 강자성체와 절연층의 계면의 상태도 자기저항에 큰 영향을 미친다고 보고되고 있다[1]. 따라서 본 연구에서는 계면의 자성체를 NiFe, Co, CoFe로 변화하면서 이에 따른 자기저항의 거동을 연구하고 또한 산화 시간의 변화에 따른 자기저항과 접합 저항의 거동에 대해서 연구하였다.

2. 실험방법

DC magnetron sputtering을 이용하여 열산화막이 200nm 존재하는 Si(100) 기판위에 Ta(5nm)/NiFe(8nm)/FeMn(12nm)/FM(8nm)/Al₂O₃/FM(18nm) [FM, ferromagnetic materials NiFe, NiFe/Co, NiFe/CoFe]의 구조를 갖는 막을 성장하였다. 초기진공도는 3×10^{-7} 이하이고 아르곤 분압은 3~5mtorr이었다. 접합은 metal mask를 사용하여 접합면적이 $200 \times 200 \mu\text{m}^2$ 이고 mask 교체를 위해서 Al 증착전과 산화후에 각각 공기중에 노출하였다. 산화는 1.6nm Al 증착후 산소 plasma에 노출해서 산화하는 plasma 산화법을 사용하였다. 자기저항은 four-probe 방법으로 자장을 $\pm 250\text{Oe}$ 까지 가하면서 측정하였고 자기적 특성은 VSM, 박막의 표면은 AFM으로 각각 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

그림 1은 강자성체를 NiFe만 사용한 경우와 절연층과의 계면에 Co와 CoFe를 각각 삽입하였을 경우의 자기저항 거동을 보여주고 있다. 그림에서 보면 강자성체를 NiFe만 사용할 경우 자기저항이 8~15%이던 것이 Co와 CoFe를 사용하였을 경우 15~20%와 26~30%로 각각 증가하였다. 자기저항의 변화는 강자성체의 spin polarization의 곱에 비례하기 때문에 이러한 자기저항의 차이가 spin polarization의 차이로 생각할 수 있다. 하지만 최근 연구자에 의하면 NiFe와 CoFe의 spin polarization이 0.6으로 거의 같은 것으로 보고되고 있기 때문에 자기저항의 차이가 각 강자성체가 절연층과 형성하는 계면의 상태와 관련이 있다고 판단된다. 그림 2는 최대 MR을 보이는 시편의 자기저항을 보여주고 있다.

그림 3는 Ta(5nm)/NiFe(8nm)/FeMn(12nm)/NiFe(6nm)/CoFe(2nm)/Al₂O₃/CoFe(3nm)/NiFe(15nm)의 구조에서 산화시간을 30초에서 90초까지 변화를 시켰을 경우의 자기저항과 저항의 거동을 나타낸 것이다.

그림 2(a)에서 보면 자기저항의 경우는 40초에서 최대값 30%를 보였고 저항의 경우는 산화시간 증가에 따라 계속 증가하는 것을 보여주고 있다. 최대값을 보이는 산화시간보다 산화시간이 작을 경우는 Al층이 완전히 산화되지 않았고 클 경우는 과도하게 산화되는 것으로 판단된다.

4. 참고문헌

- [1] J.S. Moodera et al, Phys. Rev. Lett. 80, 2941(1998)
 [2] S.S.S. Parkin, The 43th annual Conference of MMM proceeding, GA-03, 255(1998)

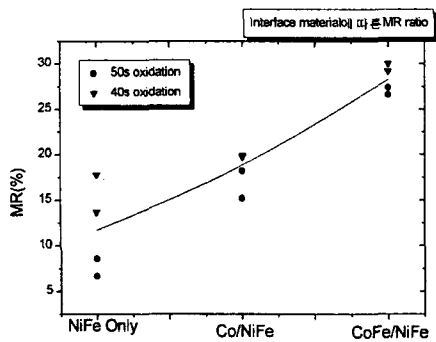


Fig.1 Dependence of TMR on Interfacial materials in Ta(50 Å)/NiFe(80 Å)/FeMn(120 Å)/NiFe(60 Å)/X(20 Å)/Al₂O₃/X(30 Å)/NiFe(150 Å)

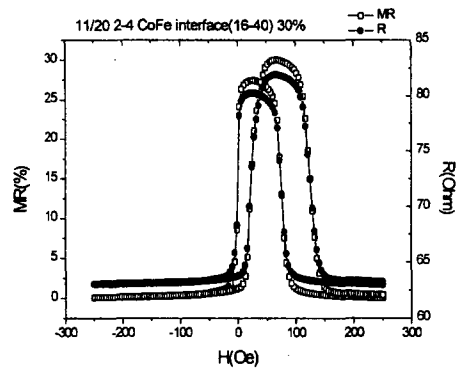
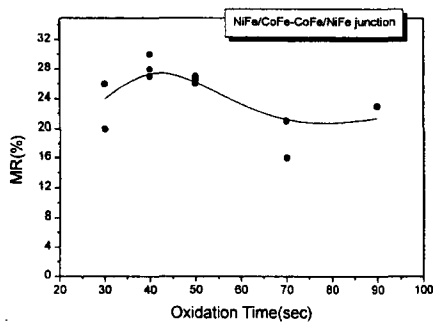
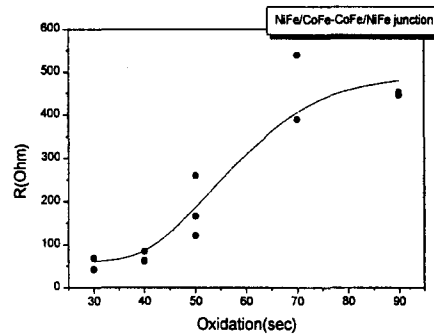


Fig. 2 TMR and Junction resistance in Ta(50 Å)/NiFe(80 Å)/FeMn(120 Å)/NiFe(60 Å)/CoFe(20 Å)/Al₂O₃/CoFe(30 Å)/NiFe(150 Å)



(a)



(b)

Fig.3 Dependence of (a)TMR and (b) Junction Resistance on oxidation time(sec) in Ta(50 Å)/NiFe(80 Å)/FeMn(120 Å)/NiFe(60 Å)/CoFe(20 Å)/Al₂O₃/CoFe(30 Å)/NiFe(150 Å)