

## IrMn을 이용한 Spin-Valve형 TMR재료의 터널링 자기저항효과

충남대학교 홍성민\*, 김택기  
일본 동북대학 宮崎照宣

### Tunneling Magnetoresistance Effect of Spin-Valve type TMR Material using by IrMn

Chungnam National University S. M. Hong\*, T. K. Kim  
Tohoku University (Japan) T. Miyazaki

#### 1. 서론

Ge barrier에 의해 분리된 Fe와 Co 전극에서 tunneling conductance가 발표된 이래[1], Ni/NiO/Ni, Ni/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Co, 82Ni-Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Co, Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe 등의 다층박막에서와 같이 산화물에 의해 분리된 Tunneling Magnetoresistance(TMR) 다층막에 관한 연구는 GMR 재료보다 우수한 자기저항 거동이 나타나서 큰 관심을 일으키고 있다[2].

보통의 TMR재료는 상온에서 GMR재료보다 높은 MR비와 낮은 반전자장(Switching field, H<sub>s</sub>)을 보이기 때문에 MR헤드나 MR센서등으로의 응용이 기대되고 있으나 device화에 다소 어려움이 있기 때문에 이에 대한 연구가 진행되고 있다.

본 연구에서는 RF·DC Magnetron sputtering 방법을 이용하여 표면산화한 Si wafer 위에 [NiFe/Co]-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-[Co/IrMn/Co]의 형태로 단일금속전극의 TMR Junction을 대신하여 현재 MR재료에서 가장 주목되고 있는 Spin-Valve 형 다층박막을 이용한 TMR Junction을 제작한 후, 자기저항비의 IrMn의 두께의존성, 열처리특성 및 Junction Size 의존성을 조사하였다.

#### 2. 실험방법

Spin-Valve 형 TMR Junction의 제조는 5개의 서로 다른 타겟을 사용하여 동시에 플라즈마가 발생할 수 있도록 RF 및 DC magnetron gun을 장착한 Rod-Lock type sputtering 법을 사용하였다. 동시에 발생한 플라즈마가 서로 간섭하는 것을 방지하기 위해 각각의 gun은 분리막과 셔터를 설치하여 내부를 각각의 영역으로 분할하였다. 기판을 부착한 회전판을 회전시키기 위한 스텝핑모터와 셔터는 컴퓨터로 제어하였다. 각각의 전극과 절연층은 메탈마스크를 사용하여 성막하였고, 절연층은 60 °C에서 72시간 산화하였다.

성막시 초기 진공도는  $9 \times 10^{-6}$  Pa 이하이며 Sputtering시 Ar압력은 1.2 Pa을 유지하였다. 각층의 성막속도는 1.0~3.5 Å/s로 하였다. MR곡선은 전류의 인가와 저항을 동시에 측정할 수 있는 multimeter(HP34420A)를 이용하였고 상온에서 -600~600 Oe 범위의 자기장을 인가하여 4단자탐침법으로 조사하였다.

#### 3. 실험결과

Fig. 1은 NiFe(50 Å)/IrMn(d Å)막의 IrMn의 두께에 따른 자화곡선의 변화를 나타낸 것이다. IrMn의 두께가 약 75 Å에서 자기이력곡선의 shift가 발생하기 시작하고 100 Å에서 완전한 이력이 나타난다. Fig. 2는 IrMn을 100 Å으로 고정된 NiFe(183Å)/Co(17Å)/Al(13Å)-O/Co(100Å)/IrMn(100 Å)/Co(400Å)의 MR거동이다.

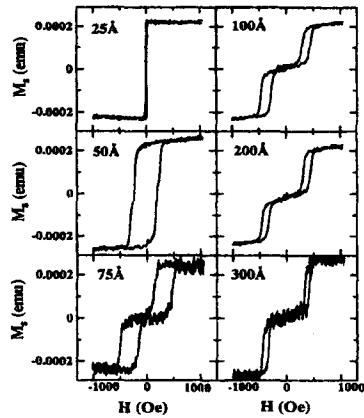


Fig.1. M-H hysteresis curves of NiFe(50 Å)/IrMn(d Å)

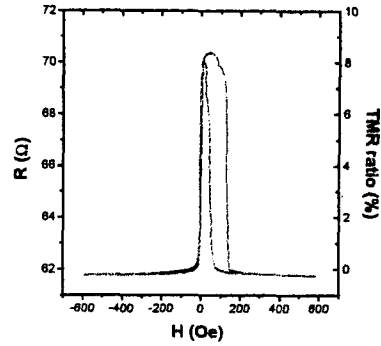


Fig.2. MR curve on the NiFe(183)/Co(17)/Al(13)-O/Co(100)/IrMn(100)/Co(400) junction

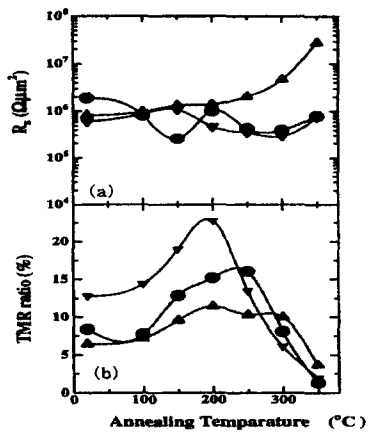


Fig.3. Dependence of  $R_s$  and TMR ratio on annealing temperature

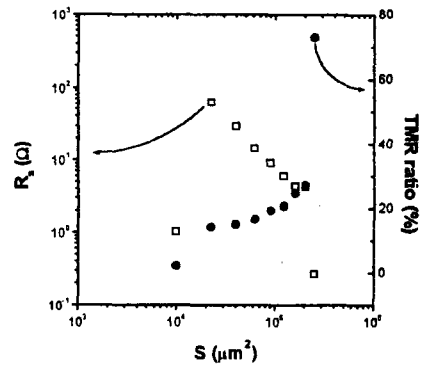


Fig.4. Dependence of  $R_s$  and TMR ratio on junction size

Fig. 3은 하부전극방향으로 330 Oe의 자장을 인가하고 annealing 온도를 변화시킨 NiFe(183 Å)/Co(17 Å)/Al(13 Å)-O/Co(100 Å)IrMn(d Å)/Co(400 Å) ( $d=100 \text{ Å} \sim 300 \text{ Å}$ )의  $R_s$  및 TMR비(%)의 변화이다. Annealing 온도가 200 °C일 때 가장 높은 TMR비(%)가 얻어지고 200 °C 이상의 온도에서 TMR비(%)는 감소한다. Fig. 4는 전극의 폭을 100  $\mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ 까지 변화시켰을 때 각각의 접합면적에 따른  $R_s$  및 TMR비(%)의 변화이다. 접합면적이 증가할수록 TMR 비는 증가하는 것을 알 수 있는데, 이것은 tunnel resistance보다는 film resistance가 증가하였기 때문이다.

#### 4. 참고문헌

- [1] M. Julliere, *Phys. Lett.*, **54A**, 225 (1975).
- [2] T. Miyazaki and N. Tezuka, *J. Magn. Magn. Mat.*, **139**, L231 (1995).