

### 자기 터널 접합의 형상 자기 이방성

한국과학기술 연구원  
고려대학교

이제형\*, 전경인, 이우영, 신경호  
이궁원

### Magnetic Tunnel Junctions with shape anisotropy

Korea Institute of Science and Technology J. H. Lee\*, K-I Jeon, W.Y. Lee, Kyung-Ho Shin  
Korea University K . Rhie

#### 1. 서론

자기 터널 접합을 비롯한 디지털 자기 저항 소자에 응용되기 위해서는 낮은 자기장 내에서 높은 자기 저항비와 면내 일축자기 이방성을 갖는 것이 유리하다.[1,2] 자기 터널 접합은 교환 결합력으로 고정된 고정층과 자유층으로 이루어져 있고, 그 모양은 정사각형에서 직사각형 형상으로 제작되어 지고 있다. Junction의 형상 및 구조에 의해 자기저항 특성이 변화하며, 특히 자유층의 switching field에 영향을 미치는 요인으로 크게 작용하고 있다고 보고되어지고 있다.[3,4]

#### 2. 실험방

시료의 제작은 2 inch, 6 gun sputter 장비를 사용하여, base pressure를  $5 \times 10^{-8}$  Torr이하로 하여,  $2 \times 10^{-3}$  Torr에서 증착하였다. Al의 산화는 별도의 산화 chamber에서 plasma 산화를 시켰다. 증착 중 시료에 일축 자기 이방성을 주기위해 자기장을 약 100Oe 인가하였다.

SiO<sub>2</sub>/Ta(50 Å)/NiFe(60 Å)/FeMn(80 Å)/CoFe(40 Å)/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(16 Å)/CoFe(20 Å)/NiFe(100 Å)/Ta(50 Å)으로

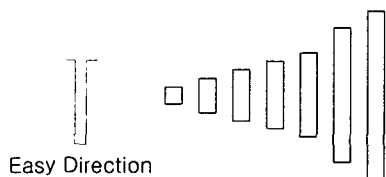


Fig. 1. Junction shape

Bottom Bias 방식을 이용하여 TMR junction을 제작하였다. 시료는 3inch Si wafer에 SiO<sub>2</sub>가 1μm 코팅된 기판을 사용하여 제작되었고, wafer위에 in-situ로 시료를 증착한 후 Bottom 단자층을 제작하기 위해 Photo-lithography 공정을 한 후, 다시 한번 Photo-lithography 공정을 거쳐 Junction을 제작하였다. Junction size는 10μm×10μm부터 10μm×100μm까지 aspect ratio를 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10의 비로 하여 Fig. 1.과 같이 시료를 제작하였고, easy direction 방향으로 형상 자기 이방성을 주었다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

시료 제작 후 1000Oe의 자기장을 인가한 상태에서 온도는 200℃, 시간은 1시간동안 열처리하였고, 시료는 위의 방법으로 각각 다른 wafer에 시료를 3개 제작하였다. 각 시료별로 저항 및 switching field (H<sub>sw</sub>)와 MR의 경향성을 살펴보았다. Fig. 2.의 그래프에서 보면 각 시료에서 면적과 저항이 선형적으로

변하는 모습을 볼 수 있으며, 이것은 TMR Junction에서 보이는 특성으로 CPP로 저항이 측정되기 때문이다. Fig. 3.의 그래프는 aspect ratio의 증가에 따라  $H_{sw}$ 가 감소하고, MR비가 증가함을 보여준다.  $H_{sw}$ 가 감소와 MR 증가의 원인으로서는 고정층과 자유층 간에 exchange coupling이 확실하게 이루어져 자화 반전이 완벽하게 일어나서 이고, 다른 하나는 Demagnetization field의 감소를 들 수 있다. MR의 증가의 또 다른 원인으로서는 Junction의 면적이 증가함에 따른 불균일 전류 효과로 볼 수 있다.[4,5]

#### 4. 결론

Junction의 aspect ratio가 증가함에 따라  $H_{sw}$  감소하는 경향을 보이고, MR이 증가하는 모양을 볼 수 있다. 이 결과는 aspect ratio의 증가에 따라 고정층과 자유층 간에 exchange coupling이 확실하게 이루어져  $H_{sw}$ 가 감소하며 MR의 증가를 가져왔다.

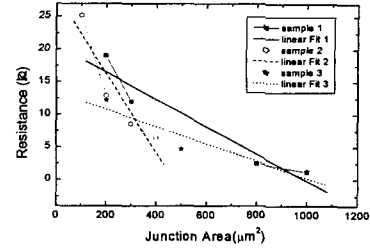


Fig. 2. Dependence of resistance of the MTJs on the corresponding area of the junctions.

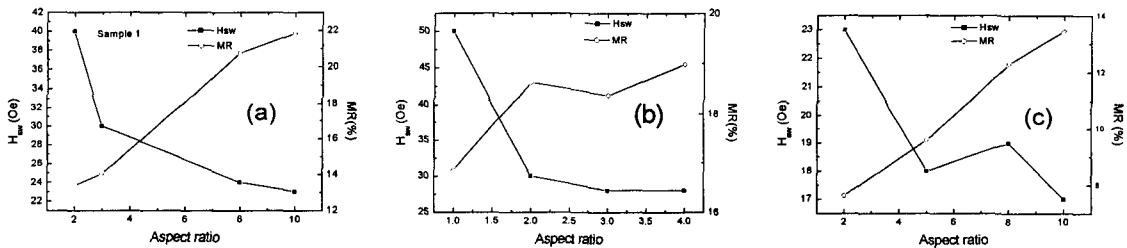


Fig. 3. Dependence of MR and  $H_{sw}$  of the MTJs on the corresponding aspect ratio of the junction

#### 5. 참고문헌

1. D. D. Tang, P. K. Wang, V. S. Speriosu, S. Le and K. K. Kung, *IEEE. Trans. on Mag.*, **31**(6), 3206 (1995)
2. Y. Irie, H. Sakakima, M. Satomi and Y. Kawawake, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **34**, L415(1995)
3. K.-S Moon, R. E. Fontana, Jr., and S. S. P. Parkin, *Appl. Phys. Lett.* **74** 3690 (1999).
4. Yu Lu, R. A. Altman, A. Marley, and S. S. P. Parkin, *Appl. Phys. Lett.* **70** 2610 (1997).
5. J. S. Moodera, L. R. Kinder, J. Nowak, P. LeClair, and R. Meservey, *Appl. Phys. Lett.* **69** 708 (1996).