

**Q-4****Mn-Ir/Ni-Fe/Si Top 구조와 Ni-Fe/Mn-Ir/Si Bottom 구조의 교환이방성 비교**

성균관 대학교 윤성용\*, 노재철, 진동민, 박준혁, 서수정

**A Comparison to Exchange Anisotropy Field between Top and Bottom Structure in Mn-Ir/Ni-Fe bilayers**

SungKyunKwan University S. Y. Yoon, J. C. Ro, D. M. Jeon, J. H. Park, S. J. Suh

**1, 서론**

반강자성체/강자성체의 계면에서 발생하는 교환결합 특성을 이용하는 스핀밸브형 거대자기저항소자는 높은 민감도에 의하여 컴퓨터 하드디스크 드라이브의 핵심 부품인 GMR헤드 등에 사용되고 있다 [1]. 기존의 반강자성체로 연구되어진 Fe-Mn [2], NiO 등에 비해서 Mn-Ir 은 높은 Neel Temperature 및 작은 두께에서도 높은 교환이방성 자계 (Exchange biased field :  $H_{ex}$ )를 가지고 있기 때문에 최근에 반강자성체로 많은 주목을 받고 있다. 현재까지는 Mn-Ir 층이 강자성체 위에 위치하는 Top 구조에 대하여 주로 연구되고 있다. 하지만 Bottom 구조는 Top 구조에 비해 헤드제작 공정 중에 hard biasing 제작이 용이하고 또한 강자성체인 자유층이 가장 위층으로 증착되기 때문에 전류의 흐름이 강자성 층에 우선적으로 흐르므로 자기저항 효율을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 실험에서는 Bottom 구조에 대한 연구 및 Top 구조와 Bottom 구조의 교환이방성의 크기에 대하여 연구하였다.

**2, 실험 방법**

Si(100) 기판 위에 D.C magnetron sputter를 사용하여 Mn-Ir/Ni-Fe/Si 과 Ni-Fe/Mn-Ir/ Si 다층박막을 증착 하였다. Mn-Ir의 조성은 Mn target위에 Ir chip의 개수를 조절하여 Mn-19 at%Ir로 고정하였으며 Ni-Fe는 Ni-19 wt%Fe 합금 target을 사용하였다. 초기진공도는  $1.0 \times 10^{-6}$  이하로 유지하였으며 기판의 온도는 상온으로 유지하였다. 증착시 Ar pressure는 4 mTorr 로 고정하였고 이방화를 위하여 300 Oe의 자장을 시편에 평행한 방향으로 인가하였다. 각 층의 증착 속도는 0.1~0.35 nm/s로 하였다.  $H_{ex}$  및 열적특성은 진동시료자력계 (Vibrating Sample Magnetometer : VSM)를 이용하여 분석하였다. 우선 방위와 미세구조는  $CuK\alpha_1$ 선을 사용하는 XRD (X-ray Diffractometer)와 300 KV의 투과전자현미경 (Transmission Electron Microscopy : TEM)을 이용하였다. 조성분석은 RBS (Rutherford Back-scattering Spectrometry)와 EPMA (Electron Probe Microscopy Analysis)을 이용하였었다.

**3, 실험결과 및 결과**

Fig. 1 은 Ni-Fe(10 nm)/Mn-Ir(20 nm)/Cu(5 nm)/Si의 Bottom 구조의 자기이력곡선이며 그림 4 (b)는 Mn-Ir(20 nm)/Ni-Fe(10 nm)/Cu(5 nm)/Si의 Top 구조의 자기이력곡선이다. Top 구조에서는  $H_{ex}$ 는 155 Oe,  $H_c$ 는 46 Oe를 나타내고 있었으며, Bottom 구조에서는  $H_{ex}$ 는 30~35 Oe,  $H_c$ 는 23~ 26 Oe 을 나타

내고있다. Bottom 구조의  $H_{ex}$ 가 Top 구조의  $H_{ex}$ 에 비해 상당히 낮음을 알 수 있다. 이와 같이 적층 구조에 따라 교환이방의 크기가 차이가 나는 원인을 알아보는 것이 본 실험의 목적이다.

Blocking Temperature를 구하는 일반적인 방법으로 Top 구조와 Bottom 구조의 열적 특성을 실험한 결과 Top 구조에 비해 Bottom 구조에서 낮은 온도에서  $H_{ex}$ 가 사라짐을 알 수 있었다. 이와 같은 차이는 구조에 따라 Mn-Ir의 결정립 크기가 차이가 나며 Top 구조에 비해 Bottom 구조에서 결정립 크기가 작음을 알 수 있었다. Lin [3] 의 교환이방성의 발생과 반강자성체 결정립크기에 따른 설명과 Soeay [4] 의 exchange path의 개념을 종합하여 고려하면 Mn-Ir/Ni-Fe 이층박막에서 반강자성체/강자성체 계면에서의 Mn-Ir의 결정립 크기가  $J_{ex}A/K_{AF}$  (반강자성체/강자성체의 계면 면적,  $K_{AF}$ : 반강자성체의 이방성 상수,  $J_{ex}$ : 교환결합 상수) 보다 커야만  $H_{ex}$ 가 발생하며 Mn-Ir/Ni-Fe 계면에서는 많은 exchange path가 존재하며 각각의 exchange path는 각각의  $H_{ex}$ ,  $T_b$ ,  $K_{AF}$ 을 가지고 있다. 즉 Mn-Ir/Ni-Fe 이층박막은 Fig. 2 와 같은 미세 구조를 가지고 있음을 알 수 있다.

적층순서에 따른 강자성체의  $M(emu)$ 값을 비교한 결과 Top 구조에 비해 Bottom 구조에서 강자성체와 반강자성체의 혼합층의 두께가 더 많음을 알 수 있었으며 또한 Top 구조에 비해 Bottom 구조에서 반강자성체의 스핀 배열이 자화 용이축을 따라 잘 배열되지 않음을 알 수 있었다.

#### 4, 참고문헌

- [1] B. Diney, V. S. Sperisu, B. A. Gurney, D. R. Whilhoit and D. Mauri : *Phys. Rev. B* **43**, (1991) 1297
- [2] W. Folkers, J. C. S. Kools, Th. G. S. M. Rijks, R. Coefoom, M. C. deNooijer, G. H. J. Somers, J. J. M. Ruigrok and L. Postma, *IEEE Trans. Magn.* **30**, (1994) 3813
- [3] Tsann Lin, Ching Thang, Robert E. Fontana and J. Kent Howard, *IEEE Trans. Magn.* **31** (1995) 2585
- [4] Susumu Soeay, Takao Imagawa, Katsuya Mitsuoka, and Shinji Narishige : *J. Appl. Phys.* **76(9)**, (1994) 5356

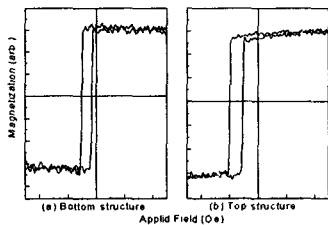


Fig. 1. (a) Magnetization curve of Ni-Fe(10 nm)/Mn-Ir(20 nm)/Cu(5 nm)/Si.  
 (b) Magnetization curve of Mn-Ir(20 m)/Ni-Fe(10 nm)/Cu(5 nm)/Si.

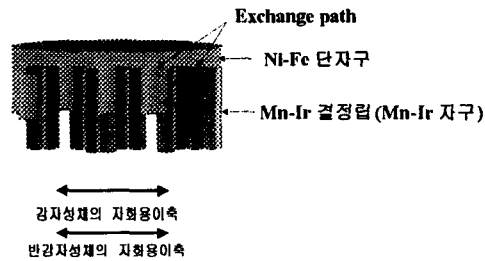


Fig. 2. The Microstructure of the Mn-Ir and Ni-Fe film on which the explanation.