

Ni-Fe/Mn-Ir/Cu/Buffer의 Bottom 구조에 대한 자기적 특성과 미세구조 연구

성균관대학교
한국표준연구원

노재철*, 윤성용, 전동민, 서수정
이확주

The Studies on the Magnetic properties and the Microstructures of the Ni-Fe/Mn-Ir/Cu/Buffer of the Bottom Structures

SungKyunKwan University
Korea Research Institute of Standards and Science

J. C. Ro*, S. Y. Yoon, D. M. Jeon, S. J. Suh
Hwack-Joo Lee

1. 서론

최근에 고밀도 자기기록매체의 재생소자나, 자기센서로서 거대자기저항(GMR)소자가 큰 관심을 받고 있다. 그 중 스핀밸브형 거대자기저항소자는 우수한 민감도로 인해 큰 실용 가능성이 기대된다. 스핀밸브형 거대자기저항소자는 반강자성/강자성층의 이층막에서 발생하는 교환이방성 효과를 이용함으로써 거대자기저항현상이 나타나게 된다.

Mn-Ir은 높은 Neel 온도[1], 비교적 우수한 내식성[2]을 갖고 있을 뿐만아니라 얇은 두께에서 높은 교환이방성을 나타내기 때문에 GMR 소자의 교환결합층으로 사용하기 위해 많은 주목을 받고 있다. 현재까지는 Mn-Ir 층을 맨 위층에 증착하는 Top spin-valve 구조에 대하여 주로 연구되고있다. 반면에, Mn-Ir 층을 아래층으로 한 Bottom spin-valve 구조를 제작하면 헤드제작 공정 중의 hard biasing의 제작이 용이하고 또한 강자성 자유층(free layer)이 맨 위 층으로 증착되기 때문에 전류의 흐름이 자유층으로 우선적으로 흐르기 때문에 자기저항 효율을 향상시킬 수 있다.

따라서 본 연구에서는 Bottom 구조의 교환결합 다층막을 제작하고 그의 교환이방성과 미세구조를 고찰하였다.

2. 실험방법

Si(100) wafer 기판에 D. C. Magnetron Sputtering법을 이용하여 Ni-Fe/Mn-Ir 다층박막을 증착하였다. Mn-Ir 박막의 조성은 Mn target 위의 Ir chip의 수를 변화시켜 조절하였고 Ni-Fe는 Ni-19 wt% Fe의 타겟을 사용하였다. 초기진공도는 1.0×10^{-6} Torr 이하에서 유지하고, 기판의 온도는 상온을 유지하였다. 이때 Ar 압력과 증착 power는 각각 4 mTorr와 40 W 이다. 그리고 시편의 자기적 이방화를 위해서 증착과정 중에 영구자석을 이용해 300 Oe의 자기장을 시편에 평행한 방향으로 인가하였다. 자기적 특성의 분석을 위해서는 VSM(Vibrating Sample Magnetometer)을 이용하였으며, 미세구조에 대한 분석은 Cu K α XRD(X-Ray Diffractometer)와 TEM(Transmission Electron Microscopy)을 이용하였다. 조성분석은 RBS(Rutherford Back-scattering Spectrometry)와 EPMA(Electron Probe Microscopy Analysis)를 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 다양한 하지층(Cu, Ag, Ta, Zr)에 따른 Ta(5 nm)/Ni-Fe(10 nm)/Mn-Ir(20 nm)/buffer(5 nm)/Si의 자화곡선을 나타낸 그림이다. Cu와 Ag를 사용한 경우에는 45 Oe의 H $_{ex}$ 값을 얻을 수 있지만, 하지층을 사용하지 않은 경우와 Ta, Zr의 하지층을 사용한 경우에는 교환이방성이 나타내지 않는 것을 알 수 있다. 이와 같이 FCC의 하지층 위에 Mn-Ir을 증착한 경우에만 교환이방성이 나타나는 것을 알 수 있었다. TEM의 결과에 따르면 하지층의 종류에 따라 Mn-Ir의 결정립의 크기가 변화되며 Ta나 Zr를 하지층으로 사용한 경우에는 Mn-Ir의 결정립 크기가 2~3.5 nm이고 Cu나 Ag의 경우에는 Mn-Ir의 결정립이 7~11 nm 까지 증가하게 된다. 즉 Mn-Ir의 결정립 크기가 어느 정도 이상 일 때 교환이방성을 나타낼 수 있으며 이를 위해서는 FCC의 하지층을 사용해야 된다는 사실을 알 수 있었다.

또한 Cu나 Ag의 하지층을 사용한 Bottom 구조의 H_{ex} 값은 스핀밸브에 적용하기에는 너무 작기 때문에 Ni-Fe층에 Co-Fe를 삽입하여 H_{ex} 를 증가시키고자 하였다. Fig. 2는 Co-Fe의 두께에 따른 Ta(5 nm)/Ni-Fe(10-t nm)/Co-Fe(t nm)/Mn-Ir(10 nm)/Cu(5 nm)/buffer(5 nm)/Si의 H_{ex} 와 H_c 의 변화를 나타낸 그림이다. 2.0 nm의 Co-Fe를 삽입한 경우에 Co-Fe를 삽입하지 않은 경우에 비해 약 2 배의 H_{ex} 값을 나타내고 있다.

4. 결론

Bottom 구조의 경우에 교환이방성을 얻기 위해서는 Mn-Ir의 결정립 크기를 증가시켜야 하며 이를 위해서는 FCC의 하지층 위에 Mn-Ir을 증착해야함을 알 수 있었다. 또한 Ni-Fe/Mn-Ir의 사이에 Co-Fe를 삽입함으로써 H_{ex} 를 두배 정도 증가시킬 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] T. Yamaoka, M. Mekata and H. Takaki: *Jpn. J. phys. Soc.*, **31**, 301 (1971)
- [2] H. N. Fuke and Y. Kamiguch: *Jpn. J. Appl. Magn. Soc.*, **22**, 58 (1998)

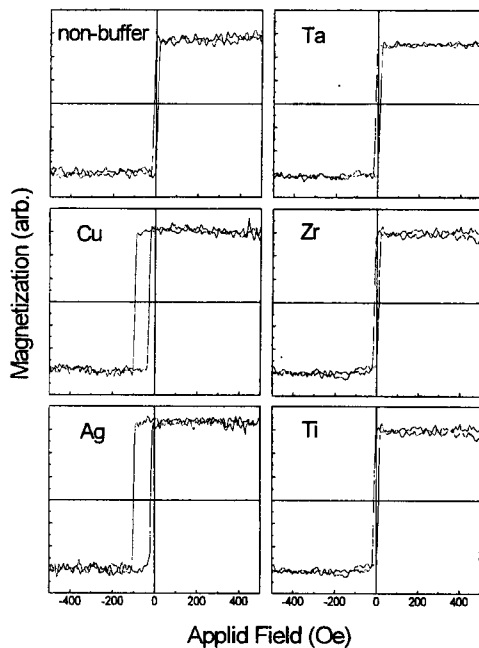


Fig. 1 The magnetization curves of the Bottom structure with various buffer layer materials.

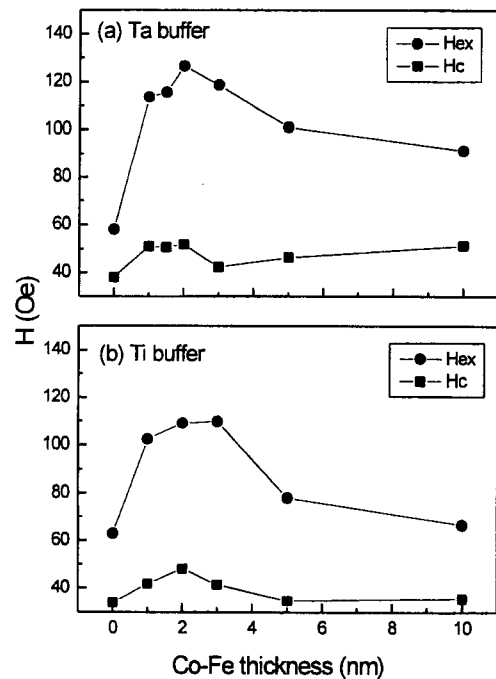


Fig. 2 The variations of the H_{ex} and the H_c as a function of the thickness of the Co-Fe layer for the Bottom structure.