

## 반강자성적 NiO를 갖는 Spin-Valve Sandwiches 박막의 교환결합 변화에 따른 자기저항 특성 조사

상지대 물리학과: 이상석, 황도근  
단국대 물리학과: 박창만\*, 이기암  
숙명여대 물리학과: 김미양, 이장로

### Dependence of exchange coupling on magnetoresistance in spin-valve sandwiches with NiO antiferromagnetic films

#### 1. 서론

고밀도 자기센서의 실용화에 대비하여 낮은 자기장에서 고감도의 자기저항 변화를 보이는 NiFe/Cu/NiFe/FeMn spin-valve sandwiches 박막구조의 연구가 많이 이루어지고 있다[1,2]. 그러나 FeMn은 표면부식이 일어나며 Ta의 보호막을 입혀도 공정온도인 150-200°C에서 열적 안정성이 급격히 저하되어 자기저항 특성이 사라지게 된다[1]. 이런 문제를 해결하기 위해 최근에 NiO 박막을 이용한 NiO/NiFe/Cu/NiFe 박막구조가 연구되고 있다[4,5]. NiO 박막은 525K의 Neel 온도를 갖음으로서 열적 안정성이 우수하며 절연막으로서 표면부식이 없고 자기저항 측정 시 감지전류의 누설효과를 방지하는 잇점이 있다[6]. 본 연구는 NiO/NiFe 이중 박막에서 교환결합 세기를 조사하고 결합력의 변화에 따라 NiO/NiFe/Cu/NiFe/NiO 박막구조의 step 모양의 자기저항곡선 변화를 관찰하였다.

#### II. 실험방법

본 실험은 3-inch NiO 타겟을 rf-magnetron sputtering 방법으로 Corning glass(7059) 기판위에 0.2~0.4 Å/sec의 증착율로 형성한 후, 그 위에 3-gun dc-magnetron sputtering 방법으로 NiFe(50Å)/Cu(20Å)/NiFe(50Å) 박막을 1~2 Å/sec의 증착율로 제작하였다. 모든 박막은 in-situ 상태에서 제조되었으며 기본 진공도는  $2.0 \times 10^{-6}$  Torr 이고, Ar 부분압력은  $5.0 \times 10^{-4}$  Torr 이었다. 기판 온도는 실온이며 타겟과 기판 사이의 거리는 80 mm에서 증착하였다. 또한 spin-valve sandwiches 박막의 자기이방성을 형성시키기 위해 증착시 ferrite 영구자석을 기판에 평행하게 360 Oe 정도의 자기장을 인가하였다. 자화 곡선은 VSM으로 측정하였다.

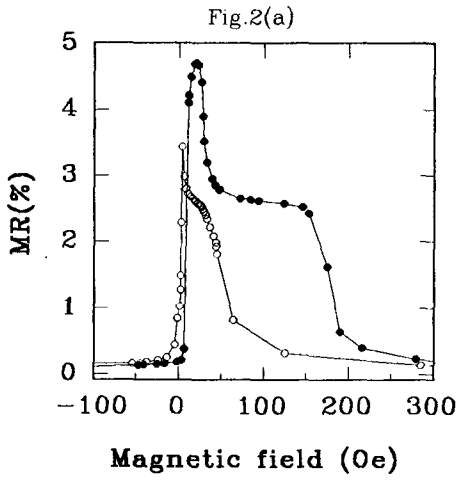
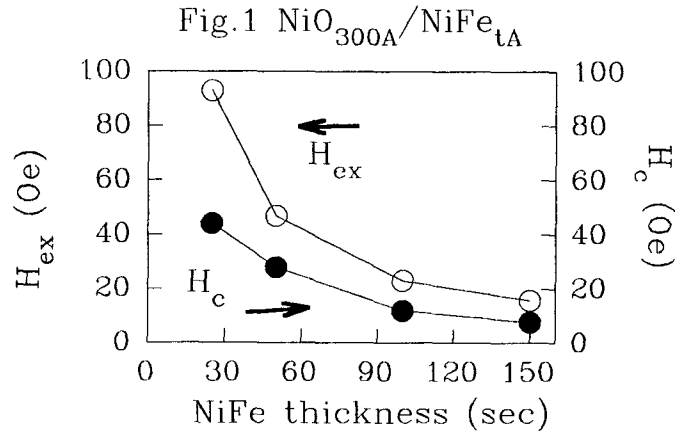
NiO와 NiFe 두께에 따른 NiO/NiFe 이중 박막의 exchange coupling field 변화를 조사하기 위해 NiO는 800Å까지 변화하였고, NiFe는 25Å에서 200Å까지 변화하여 계면에서 일어나는 교환이방성 결합세기를 관찰하였다. 그리고 NiO/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/NiO 박막을 제작하여 NiFe 두께에 따라 이중 step의 특이한 자기저항 특성을 조사하였다. 자장 감응도(%/Oe)는 자기저항곡선의 step 구간에서 최대자기저항 변화( $\Delta MR$ )와 외부자기장 변화( $\Delta H_{ext}$ )의 비율로 얻었다.

### III. 실험결과

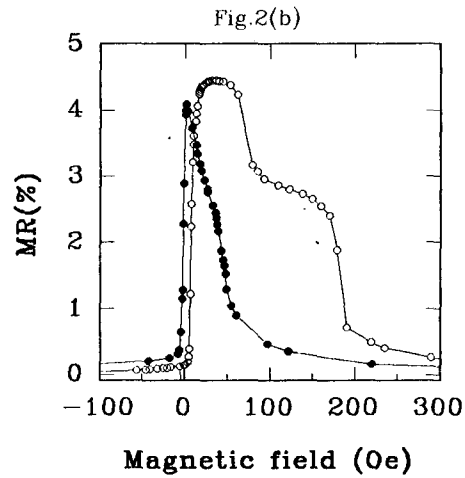
그림 1는 NiFe 두께에 따른 exchange coupling field와 보자력을 조사하였다.

그림 2(a)는 NiO/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/NiO 박막의 자기저항 곡선이다.

그림 2(b)는 NiO/NiFe/Cu/NiFe/Cu/NiFe/NiO 박막의 자기저항 곡선이다.



NiO/NiFe<sub>50Å</sub>/Cu<sub>20Å</sub>/NiFe<sub>100Å</sub>/Cu<sub>20Å</sub>/NiFe<sub>50Å</sub>/NiO



NiO/NiFe<sub>50Å</sub>/Cu<sub>20Å</sub>/NiFe<sub>100Å</sub>/Cu<sub>20Å</sub>/NiFe<sub>25Å</sub>/NiO

### 참고 문헌

- [1] B.Dieny, J. Magn. Mater. 136, 335 (1994).
- [2] J. M. Daughton, Thin Solid Films 216, 162 (1992).
- [3] K. Hoshino, S. Noguchi, R. Nakatani, and Y. Sugita, Jpn. J. Appl. Phys. 33, 1327 (1994).
- [4] S. Soeya, S. Tadokoro, T. Imagawa, and M. Fuyama, J. Appl. Phys. 74, 6297 (1993).