

반강자성 NiO/CoO에 의한 Spin valve 박막에서의 자기저항 현상

단국대학교 물리학과 박창만, 고성호*, 박동호,
이임영, 김정윤, 이기암
상지대학교 물리학과 황도근, 이상석

MAGNETORESISTANCE OF SPIN VALVE THIN FILMS
WITH ANTIFERROMAGNETIC NiO/CoO

Dankook University Dept. of physics
C. M. Park, S. H. Ko*, D. H. Kwak,
I. Y. Lee, J. Y. Kim, K. A. Lee
Sangi University Dept. of physics
D. G. Hwang, S. S. Lee

1. 서론

최근의 MR(Magnetoresistance)에 관한 연구는 반강자성체를 이용한 Spin-valve박막에서 수행되어져 왔다. NiCoO를 이용한 Jack H, Judy의 연구는 약 6%의 MR-ratio를 얻었고 이때 Exchange Field의 크기는 150 Oe내외로 보고되었다. 그리고 H. Hoshiya의 연구에 따르면 NiO/NiFe/Cu/NiFe의 막구조를 갖는 sample에서 비자성층인 Cu의 두께에 따라 Interlayer coupling이 변화하는 것을 보여주고 있다. 그 외에 FeMn을 이용한 Exchange field에 관한 연구도 보고되었다[1-3]. Spin-valve 박막은 강자성층/비자성층/강자성층으로 구성되어 있으며, 여기서 두 개의 강자성층 중 하나는 반강자성층과 Exchange coupling을 이루어 강한 Exchange anisotropy를 갖게 된다[4]. 반강자성층과 인접한 강자성층을 Pinned-layer라하고, 비자성층을 사이에 두고 떨어져 있는 강자성층을 Free-layer라 한다. 이때의 Exchange anisotropy는 Hysteresis loop를 이동시키고 보자력을 증가시키며 전체적인 MR-curve에 영향을 준다[5]. 또한 CoO는 NiO보다 강한 (111)우선배향을 가지고 있기 때문에 CoO를 삽입함으로써 Exchange field의 변화를 관찰하고자 한다. 본 연구에서 Spin-valve박막은 NiFe/Cu/NiFe trilayer를 기본으로 하였고 Exchange-layer는 반강자성체인 NiO와 CoO를 이용하였다. 이렇게 제작된 박막에서 MR-curve와 Exchange field 그리고 Hysteresis loop의 특성을 연구하였다.

2. 실험방법

NiFe (40Å)
Cu (8Å)
NiFe (40Å)
NiO (500Å)
Glass

NiO/NiFe/Cu/NiFe
Film structure

NiFe (40Å)
Cu (8Å)
NiFe (40Å)
NiO (500Å)
CoO (3~12Å)
Glass

NiO/CoO/NiFe/Cu/NiFe
Film structure

Fig. 1 Basic samplee structure

박막의 제작시 반강자성체(NiO,CoO)는 RF magnetron sputter로 증착하였고 여기에 DC magnetron sputter를 이용하여 metallic layer(NiFe,Cu)를 증착하였다.

초기 진공도는 6.0×10^{-6} Torr이하로 유지하였으며, 스퍼터링시 아르곤 압력은 8×10^{-4} Torr로 고정시켰다.

Fig.1에서는 제작된 sample의 구조를 보여주고 있다. Glass/NiO/NiFe/Cu/NiFe 구조에서는 비자성층인 Cu의 두께와 강자성층인 NiFe의 두께를 각각 변화시켰

고 Glass/CoO/NiO/NiFe /Cu/NiFe. 구조에서는 CoO두께를 변화 시켜 보았으며, 이들에 대한 MR의 거동 및 Exchange field와 Coercive field를 조사하였다. MR-ratio의 측정은 4terminal-method를 이용하였으며 이때 인가해 준 H-field의 세기는 -500~500(최대 -1000~1000) Oe까지 변화시키면서 측정을 하였다. XRD data를 이용하여 박막의 각 층에 대한 성장 방향을 고찰하였으며, MR-curve와 VSM data를 통하여 각 sample들의 Exchange field와 Coercive field를 고찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Glass/NiO/NiFe/Cu/NiFe 박막에서 기본 sample의 MR-curve를 Fig.2에 나타내었으며, Cu 두께에 따른 MR-ratio와 Exchange field 변화는 Fig.3에 나타내고 있다. Cu 두께가 증가함에 따라 MR-ratio는 증가하다 감소함을 보이고 있는데, 이것은 강자성층간의 Interlayer-coupling이 존재하여 MR-ratio에 영향을 주기 때문이다. 또한 Interlayer-coupling영향으로 Exchange field의 경우도 Cu 두께에 따라 변화하고 있다. MR-ratio는 4~5% 정도로 비교적 높은 값을 보이고 있다. Pinned-layer의 두께가 감소함에 따라 Exchange field는 증가하였으며, Free-layer 두께에 대해서 Exchange field는 거의 변화를 보이지 않고 있다.

Glass/CoO/NiO/NiFe/Cu/NiFe의 경우는 CoO가 얇게 증착될 경우에만 박막 전체의 자기적 거동에 영향을 주는데 이 경우에는 같은 조건의 NiO 박막보다 약 0.5%~1% 정도의 MR-ratio의 증가를 갖는다.

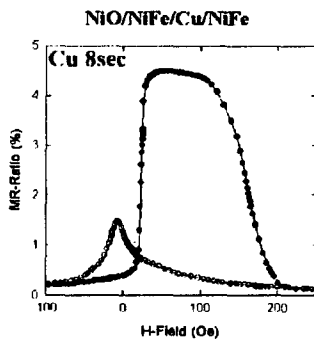


Fig. 2 MR ratio and shape (NiO/NiFe/Cu/NiFe)

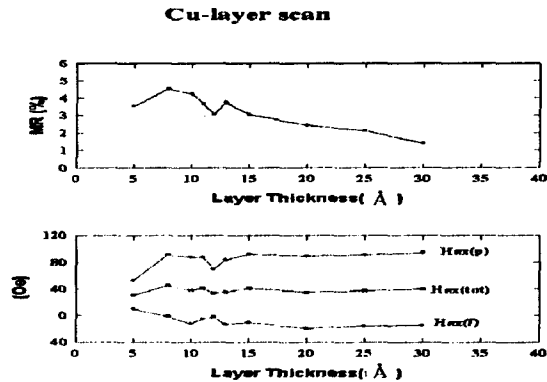


Fig. 3 MR ratio and Exchange field by Cu thickness

4. 참고문헌

- [1] Jack H. Judy et al, "Magnetoresistance Studies of NiCoO Exchange Biased Spin-Valve Structure", *IEEE TRANSACTIONS MAGNETICS*, Vol. 30, No. 6, 3834, November 1994
- [2] Y. Sugita et al, "Giant Magnetoresistance of Spin Valve Films with NiO Antiferromagnetic Films", *Jpn. J. Appl. Mag.*, Vol. 18, No. 2, 355, 1994
- [3] Shin Noguchi et al, "Magnetoresistance and Preferred Orientation in Fe-Mn /Ni-Fe/Cu /NiFe Sandwiches with Various Buffer Layer Materials" *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 33, No. 1A, 133, 1994
- [4] Jun-ichi Ffujikata et al, "Magnetoresistance Effect in Spin-valve Structures with CoO/NiO superlattices", *IEEE TRANSACTIONS MAGNETICS*, Vol. 31, No. 6, 3936, November 1995
- [5] T.Ambros and C. L. Chien "Magnetic Properties of Exchange Coupled NiFe/CoO/NiFe Trilayers" *Appl. Phys. Lett*, Vol. 65, No. 15, 1967, 10 October 1994