

NiFe/CoFe/Cu/CoFe spin-valve 박막의 자기저항 특성

숙명여대 : 오미영*, 김경민, 이선영, 이정미, 김미양, 이장로
 상 지 대 : 황도근, 이상석
 단 국 대 : 이기암

Magnetoresistance of NiFe/CoFe/Cu/CoFe Spin-Valve Thin Films

Sookmyung Women's Univ. : M.Y.Oh*, K.M.Kim, S.Y.Lee,
 J.M.Lee, M.Y.Kim and J.R.Rhee
 Sangji Univ. : D.G.Hwang, S.S.Lee
 Danguk Univ. : K.A.Lee

I. 서론

Spin-valve 거대자기저항(GMR : Giant Magnetoresistance) 헤드는 종래의 이방성 자기저항(AMR) 헤드에 비해 보다 높은 MR 출력, 선형적 MR 반응 등과 많은 장점을 가지고 있어 미래의 고기록밀도용 MR 헤드로의 응용 가능성 때문에 관심을 끌고 있다[1]-[2]. Spin-valve GMR 효과를 향상시키기 위하여 자유자성층 NiFe/Co, 피속박자성층으로 NiFe/Co 혹은 Co를 이용하는 spin-valve 박막[3]이 연구되고 있지만 Co 박막은 보자력이 크고 자왜가 0이 아니어서 낮은 자기장감응도를 갖게 된다. 반면 CoFe 합금은 거의 영자왜를 나타내며, CoFe/Cu 다층박막에서도 Co/Cu 다층박막에서와 같은 정도의 GMR을 나타낸다[4]. 여기에서는 연자성 자유층과 피속박층으로 각각 NiFe/CoFe와 CoFe를 쓰고 반강자성속박층으로 NiO를 이용하는 (NiFe/CoFe)/Cu/CoFe/NiO 구조를 갖는 spin-valve 박막을 sputtering 방법으로 제작하고, 반강자성속박층과 피속박자성층 사이의 bias field, 연자성 자유자성층과 피속박자성층사이의 층간결합자기장(interlayer coupling field), 자기저항비, 자기장감응도 등을 조사하였다.

II. 실험 방법

Spin-valve sandwich를 제작하는데 사용한 스퍼터링 장치는 3개의 DC magnetron 과 1개의 RF magnetron gun이 장착되었으며, 기판부착 회전판을 회전시키기 위한 스텝핑 모터와 셔터 개폐장치는 프로그램을 통하여 컴퓨터로 제어하였고 타겟과 기판사이의 거리는 약 8cm를 유지하였다. NiO를 5mT의 분위기에서 100w 전력으로 RF sputtering으로, 나머지 층은 DC sputtering 방법으로 (NiFe/CoFe)/Cu/CoFe/NiO 형태의 spin-valve 박막을 제작하였다. NiO를 제외한 나머지 층의 증착에는 초기진공도 1×10^{-6} Torr 이하, 증착시 Ar 압력 5mT를 유지하였으며 1.5~2.0 Å/s 범위의 증착속도를 얻을 수 있도록 하였다. deposition field 50 Oe를 기판에 평행하게 걸어준 상태에서 증착하였으며, 자기저항비는 외부자장과 deposition field의 방향이 평행이고 4단자의 전류방향은 이들 방향에 수직이 되게 하여 측정된 자기저항곡선으로 측정하였다. 구조해석은 고각 XRD를 이용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 연자성 자유자성층으로 2중층 NiFe/CoFe, 피속박자성층으로 CoFe를 사용하는 spin-valve 박막구조 NiFe(40Å)/CoFe(50Å)/Cu(tÅ)/CoFe(40Å)/NiO(700Å)/glass의 비자성층 Cu 두께 의존성을 나타낸다. 극대자기저항비는 Cu 두께가 30Å 일 때 약 4.7%를 보이며 Cu 두께가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보이며 다층박막의 경우에서와 같은 진동 현상은 나타나지 않았다. 자성층간의 층간결합자기장 H_{br} 및 피속박자성층의 교환결합력 H_{bp} 와 자유자성층의 보자력 H_{cf} 의 Cu 두께의존성을 Fig. 2 (a), (b), (c)에 각각 나타내었다. Cu 두께증가에 따른 자성층간 결합자기장의 단조로운 감소는 강자성층사이의 거리증가에 따른 정자장 결합력의 감소에 의한 것으로 생각되며, 자유자성층의 보자력은 Cu 두께에 크게 의존하지 않는 것으로 보인다. 피속박층의 교환결합력 H_{bp} 는 약 30 Oe 값을 가지고 포화되는 결과를 나타내었다. Fig. 3은 제작된 시료 중 극대 MR 비 5.7%를 보이는 NiFe(40Å)/CoFe(50Å)/Cu(35Å)/CoFe(40Å)/NiO(700Å)/glass의 MR major 곡선과 minor 곡선이며 이때의 자기장 감응도는 약 0.5 %/Oe를 보인다.

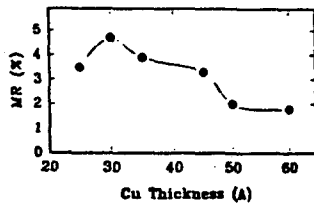


Fig. 1. Dependence of MR ratios on the Cu thicknesses in NiFe(40Å)/CoFe(50Å)/Cu(tÅ)/CoFe(40Å)/NiO(800Å) spin-valve films.

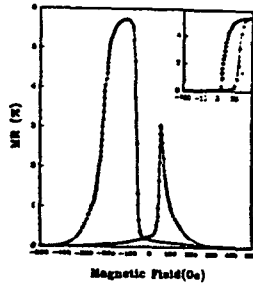


Fig. 3. Magnetoresistance Curve of NiFe(40Å)/CoFe(50Å)/Cu(35Å)/CoFe(40Å)/NiO(700Å).

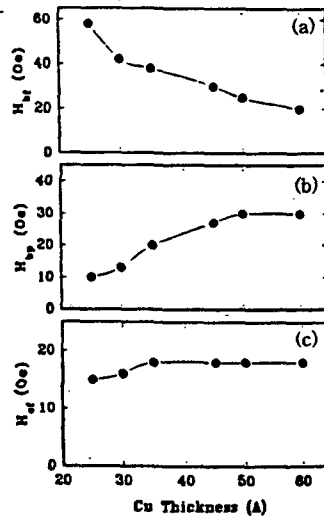


Fig. 2. Dependence of (a) H_{br} , (b) H_{bp} , (c) H_{cf} on the Cu thicknesses in NiFe(40Å)/CoFe(50Å)/Cu(tÅ)/CoFe(40Å)/NiO(800Å) spin-valve films.

참고문헌

- [1] B. Dieny, V. Speriosu, S. S. P. Parkin, B. A. Gurney, D. R. Wilhoit, and D. Mauri., Phys. Rev. B. 43, 1297 (1991).
- [2] C. Tsang, R. E. Fontana, T. Lin, D. E. Heim, V. S. Speriosu, IEEE Trans. Mag., 30, 3801 (1994).
- [3] T. Kawabe, H. Hoshiya, Y. Hamakawa, Y. Suzuki, R. Nakatani, M. Fuyama and Sugita, The Magnetic Recording Conference 1995, paper E4 (1995).
- [4] H. Kanai and R. L. White, IEEE Trans. Mag., 29, 2729 (1993).