

NiO 바닥층 Spin-Valve (NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe)의 자기저항 특성

숙명여대 : 오미영, 김경민, 최규리*, 이정미, 김미양, 이장로
상 지 대 : 황도근, 이상석

Magnetoresistance of NiO-Based Bottom Spin-Valves (NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe)

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

I. 서론

반강자성체를 이용하는 다층박막 spin-valve 구조는 높은 자기장감응도(magnetic field sensitivity : MFS)와 고출력 때문에 고밀도 자기기록 MR 헤드와 저자기장 센서를 이용하는 재료로서 각광받고있다[1]-[2]. 반강자성체 속박자성층 FeMn, NiO, NiMn 및 α -Fe₂O₃ 중에서도 NiO를 이용하는 spin-valve는 큰 내식성, 큰 교환결합장, 비교적 높은 Blocking temperature 및 전류 shunting에 의한 열발생의 감소등 때문에 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히 미네소타 대학의 De-Hua Han[3] 등은 최근 진공중에서 O₂/Ar 비를 변화하면서 Ni를 RF-reactive sputtering 하여 제작한 NiO를 이용하는 spin-valve 박막 NiO/NiFe/Cu/NiFe의 NiFe와 Cu 박막층 사이에 얇은 Co층을 삽입한 NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe 박막을 Si(100) 웨이퍼에 스퍼터링 방법으로 제작하고, 이중층 NiO/NiFe의 표면/경계면 거칠기가 거대자기저항(giant magnetoresistance : GMR)과 MFS에 미치는 영향 및 자기특성등을 연구하였다. 본 실험실에서는 속박반강자성층 NiO 제작을 De-Hua Han등의 RF-reactive sputtering 방법과 달리하여, 먼저 NiO 타겟을 직접 상온에서 Corning glass 위에 RF-sputtering 하고 계속하여 나머지 자성층 및 비자성층은 DC-sputtering 하여 NiO/NiFe/Co/Cu/Co/NiFe Spin-Valve를 제작하고, GMR비와 피속박층 교환결합자기장(exchange coupling field : H_{bp})의 피속박자성층 NiFe 두께 의존성, 비자성층 Cu 두께 의존성 및 NiO 층 제작시 Ar 압력 의존성 및 자기저항 특성등을 조사하였다.

II. 실험방법

순도가 99.99%인 NiO 타겟을 Corning glass 7059에 RF-sputtering하고 나머지 자성층 및 비자성층은 DC magnetron sputtering 하여 시료를 제작하였고 기판이 부착된 회전테이블 스텝핑 모터와 시간 조절용 서터는 컴퓨터로 제어하였다. 타겟과 기판 사이의 거리는 약 8 cm를 유지하였으며 증착시 초기 진공은 7×10^{-7} Torr이하, Ar압력은 1.5 ~ 10 mTorr로 변화하였으며 이때 각 층의 증착율은 1.5 ~ 2.0Å/S로 유지 조절하였다. 자기이방성 형성을 위하여 균일한 deposition field 50 Oe를 기판에 평행하게 걸어준 상태에서 증착하였으며, 제작된 시료의 MR비는 외부자기장과 deposition field의 방향이 평행하고, 4단자의 전류방향은 이들 방향에 수직이되게하여 MR 곡선으로 측정하였고, MFS는 외부 자기장을 크게 낮추어 측정된 자기이력곡선형의 minor MR 곡선에서 $GMR/\Delta H$ 로 정의하고, ΔH 는 이 곡선에서 10%와 90% GMR에 대응하는 자기장의 각각의 차로하여 구하였다. 모든 측정은 상온에서

하였다. 구조 및 자기적 성질을 조사하기 위하여 X선 회절분석, VSM, AFM 측정을 하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Corning glass를 기판으로하여 Ar 압력 2.5 mTorr을 유지한 상태에서 NiO 800 Å를 RF-sputtering하고, Ar 압력을 6.5 mTorr로 하여 유지한 상태에서 NiFe, Co, Cu 등을 계속적으로 DC-sputtering하여 제작한 NiO(800Å)/NiFe(tÅ)/Co(5Å)/Cu(50Å)/Co(5Å)/NiFe(70Å) spin-valve의 MR비와 H_{bp} 의 피속박자성층 NiFe 두께 의존성을 나타낸 그림이다. MR비는 NiFe 두께가 5Å 일 때 0.3%이며 두께가 증가하면 점점 증가하여 50Å 일 때 극대치 2.6%를 보이다가 포화되며, H_{bp} 는 NiFe 두께 90Å일 때 63 Oe이며 두께가 얇아지면 점점 증가하여 20Å에서 182 Oe를 보이며 일정한 값을 유지하였다. 이 결과는 G.Choe등[4]의 NiO 대신 FeMn을 사용한 동일한 구조에서도 비슷한 경향을 나타내었다. MR비와 H_{bp} 가 각각 2.4%, 165 Oe를 보이는 NiFe 두께를 35Å로 고정하고 사이층 Cu 두께 변화에 따른 MR비와 H_{bp} 의 크기를 조사하여 Cu두께 30Å일 때 극대 MR 4.6%를 가지며 이때 H_{bp} 는 108 Oe를 나타냄을 알았다. 피속박자성층 NiFe와 비자성 사이층 Cu 두께를 각각 35Å, 30Å로 고정한 spin-valve에 대하여 속박층 NiO(800Å) 제작시의 Ar 압력을 1.5 ~ 8 mTorr로 변화시키면서 MR비와 H_{bp} 및 MFS를 조사하였다. Ar 압력 2.5 mTorr일 때 4.6%, 108 Oe, 0.75 %/Oe를 나타내었다.

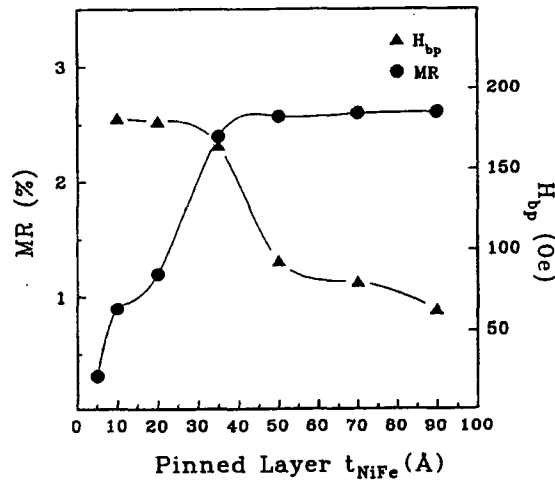


Fig. 1. Dependence of MR and H_{bp} on pinned layer NiFe thickness in glass/NiO(800 Å)/NiFe(tÅ)/Co(5Å)/Cu(50Å)/Co(5Å)/NiFe(70Å).

참고문헌

- [1] C. Tsang, R. E. Fontana, T. Lim and V. S. Speriosu, IEEE Trans. Magn. Mag-30, 3801(1994).
- [2] B. Dieny, V. Speriosu, S. S. P. Parkin, B. A. Gurney and D. Mauri, Phys. Rev. B. 43, 1297(1991).
- [3] De-Hua Han and John M. Sivertsen, IEEE Trans. Magn. 33(5), 3550(1997).
- [4] G.Choe and S.Gupta, IEEE Trans. Magn. 34(4), 867(1998).