

Co/NiMn의 교환자기결합에 대한 연구

서울대학교 재료공학부 안 동 환*, 조 권 구, 주 승 기

A Study on Exchange Coupling on Co/NiMn System

Seoul National University D.H. AHN*, K.-K. CHO, S.-K. JOO

1. 서 론

Cu로 분리되어진 두개의 강자성층사이의 GMR 현상을 이용한 spin valve system 은 HDD 용 GMR head 를 제작하기 위한 read sensor로 널리 응용되고 있다. 이의 제작에 있어서, 반강자성 물질과 강자성 물질간의 exchange coupling 을 이용하여 더 안정하고 강한 pinning 을 얻는 것이 가장 큰 중요성을 갖는다 할 수 있다. 최근까지는 NiFe/Cu/NiFe/NiMn 구조의 spin valve가 연구되어져 왔으며, 이에 따라 강자성/반강자성의 exchange coupling 에 대한 연구도 주로 NiFe/NiMn system 에 대하여 진행되어 왔다. 그러나, 기존의 system에서 수 micron 이내로 pattern시 나타나는 demagnetization field의 증가와 부정적인 magnetostatic effect의 출현등의 문제로, Co/Ru/Co/반강자성 구조의 복합층을 이용한 synthetic antiferromagnet 구조의 연구가 새로이 진행되고 있다.[1,2] 이에 새로이 적용될 수 있는 Co/NiMn 에서의 pinning 현상에 대해서는 NiFe/NiMn 구조와는 달리 아직 많은 연구가 이루어지지 못하였으므로 이에 대한 연구를 실행하였다.

2. 실험방법

1×1 inch 의 corning glass 를 기판으로 사용하여, 고주파 마그네트론 스퍼터링 방법으로 박막을 형성하였다. glass 기판은 황산과 과산화수소수를 1:1로 혼합한 용액에 5분간 담근 후 꺼내어 이온교환수로 행군 후 다시 아세톤에서 초음파세척을 한 후 사용하였다. 초기 진공은 1×10⁻⁶ Torr 이하로 하였고, 증착시 Ar 압력은 3mTorr 로 하였다. NiMn 의 증착은 Ni target 위에 Mn 칩을 사용하여 증착하였고, EDS 로 조성을 분석한 결과, Mn at54% 의 조성을 가졌다. 열처리는 1×10⁻⁵Torr 이하의 진공분위기에서 300℃의 온도로 7시간동안 행하였고, 시편진동자력계를 이용해 자기이력곡선을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Ta/NiMn/Co/Ta/glass 구조의 시편을 제작하여, 진공중에서 300℃, 7시간동안 열처리를 한 결과 시편의 자기이력곡선이 그림1 과 같이 shift 됨을 관찰할 수 있었으며, 이 때 자기이력곡선과 자장축과의 두 교차점의 중점을 교환결합자장 H_{ex} 로 정의하였다.

Co 와 NiMn 의 적층순서를 바꾸거나 Ta underlayer의 유무등의 여러 가지 구조를 가지는 시편에 대하여 exchange coupling 의 크기를 비교하여 본 결과, 강자성층인 Co 가 아래에 있고 NiMn 이 위에 있는 top구조의 경우에 항상 더 큰 교환결합자장을 얻을 수 있었다는 것을 알 수 있었고, Ta 바닥층을 사용하지 않은 경우에 오히려 더 큰 교환결합자장을 얻

을 수 있음을 알았다. 이는 기존의 NiMn/NiFe 구조에서 (111) 우선배향성의 유도를 통한 교환결합자장을 얻기위해 Ta바닥층이 필수적이라는 보고와는 상이한 결과이다.[3,4]

그림2 에서 보듯이 H_{ex} 값은 식 $H_{ex} = J_k / (M_s \cdot t_{Co})$ 대로 Co 층의 두께에 반비례 한다는 것을 알 수 있었고, 그림3 에서 NiMn의 두께를 변화시켜보았을 때 NiMn 이 200Å이하에서 H_{ex} 가 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 이는 보다 큰 GMR 값을 얻기 위하여 가능한 한 두께가 얇으면서 동시에 최대의 H_{ex} 를 지탱하는 것이 중요한 NiMn layer 에 대하여, 최소 200Å의 NiMn layer가 필요함을 보여주고 있다.

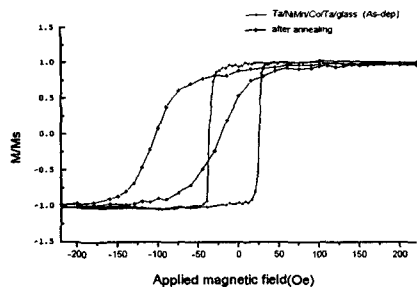


Fig. 1. Ta(100Å)/NiMn(300Å)/Co(100Å)/Ta(100Å)/glass sample showing exchange coupling $H_{ex} = 65$ Oe after annealing

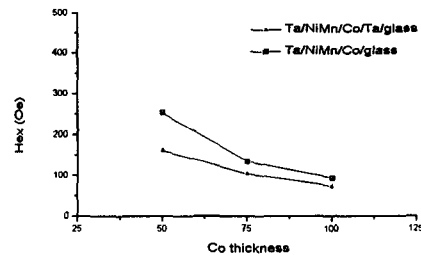


Fig. 2. Co thickness dependence of exchange coupling H_{ex} of Ta(100Å)/NiMn(300Å)/Co(tÅ)/(Ta(100Å))/glass

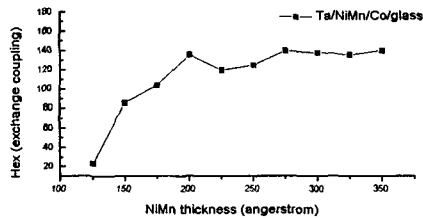


Fig.3. NiMn thickness dependence of exchange coupling H_{ex} in Ta(100Å)/NiMn(tÅ)/Co(60Å)/glass

4. 참고 문헌

1. R.W.Cross, Y.K.Kim, J.O.Oti, S.E.Russek, Appl.Phys.Lett 69(25) 3935 (1996)
2. J.L.Leal, M.H.Kryder J.Appl.Phys. 83, 3720 (1998)
3. R.Nakatani, K.Hoshino, S.Noguchi, Y.Sugita Jpn.J.Appl.Phys 33 133 (1994)
4. B.Y.Wong, C.Mitsumata, S.Prakash, D.E.Laughlin. J.Appl.Phys. 79(10)(1996)