

Q-5

높은 교환결합력과 열적안정성을 갖는 속박층 NiMn을 이용한 Spin-Valve 박막

숙명여대 이남이*, 김경민, 최규리, 김미양, 이장로
상 지 대 이상석, 황도근

NiMn-Pinned Spin-Valves with High Pinning Field and Thermal Stability

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

1. 서 론

Spin-Valve (SV) 박막은 상당히 큰 자기장감응도(magnetic field sensitivity)와 대량생산이 비교적 쉬운 간단한 구조로 되어 고밀도 자기기록헤드로 사용하는데 유망한 것으로 알려져 관심의 대상이 되고 있다.[1] GMR을 이용한 SV 센서 동작시 피속박자성층의 자화방향을 변하지 않게 하려면 300 Oe이상의 충분한 교환결합자기장(exchange coupling field) H_{ex} (또는 속박자기장)이 필요하여[2] AFM 물질이 사용된다. SV/GMR 센서용 AFM 속박층 재료로서 FeMn, NiO, IrMn 및 PdPtMn 등이 개발되어 왔으나, 이것 중 어떤 것은 실온에서는 H_{ex} 가 300 Oe 이상이나 실제 자기기록헤드 센서의 작동온도 근방인 120 °C에서 300 Oe에 못미쳐 문제가 된다. 한편, 높은 교환결합력, 높은 Blocking Temp.(T_B), 양호한 부식저항력 그리고 생산단가로 볼 때도 유익한 장점을 갖고 있는 NiMn은 높은 교환결합력을 위한 유력한 재료[3]이지만 NiMn이 반강자성을 띠는 AFM 상을 갖게하려면 고온 열처리 과정을 거쳐야 하는 단점이 있다. 그러한 열처리 과정은 SV의 GMR 효과에 손상을 입혀 문제가 된다.

본 연구에서는 높은 열적안정성을 나타내며 높은 교환결합력을 나타내는 합금 NiMn을 속박층으로 사용한 SV 박막을 열처리를 통하여 제작하고 그것의 자기 및 자기저항 특성을 조사해 보고자 한다.

2. 실험방법

SV 박막제작은 다중타겟 dc-magnetron 스퍼터링 방법으로 초기진공도 1.5×10^{-6} Torr에서 Ar 부분압력이 5 mTorr, 증착율은 1.5~2.0 Å/s로 하여 연속적으로 증착하여 glass/NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(45Å)/Co(35Å)/NiFe(35Å)/NiMn(250Å) 구조의 SV 박막을 제작하였다. 증착시 기판에 평행한 방향으로 80 Oe의 deposition field를 걸어 주었고 NiMn 합금 타겟은 25 Ni at.%, 기판은 corning제 7059 glass를 사용하였다. 스퍼터링 후 속박층 NiMn과 피속박층 NiFe 사이의 교환결합력을 유도하기 위해 일방향 이방성 자기장 350 Oe 내에서 220 °C로 단계적으로 40시간까지 열처리하였다. 열처리 순환횟수의 조건은 220 °C까지 상승시간 1시간, 유지시간 3시간으로 하였다. SV 박막의 자기저항곡선은 상온에서 4탐침법을 이용하였고 결정구조 및 상전이현상 분석을 위하여 XRD(Bruker제 D8 Advance형), 자기특성분석과 표면거칠기 분석을 위하여 각각 VSM(PAR제 155형) 및 SPM(Park's Scientific Instrument제, Autoprobe CP형)를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

속박층으로 Ni at.%가 25인 NiMn 합금 타겟을 사용하여 제작한 glass(7059)/NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(45Å)/Co(35Å)/NiFe(35Å)/NiMn(250Å) SV를 열처리순환 조건에 따라 열처리했을 때 상온에서 측정된 MR곡선들을 Fig. 1에 나타내었다. (a)의 경우 열처리 전 상태로 별다른 교환결합을 나타내고 있

지 않으며 1회 열처리한 (b)의 경우 교환결합이 나타나기 시작하여 MR비 약 2.5%이다가 (c)의 경우 MR비는 약간 감소하나 H_{ex} 는 420 Oe를 나타내고, 7회째인 (c)의 경우 MR비는 약 1%, H_{ex} 는 620 Oe, H_c 는 250 Oe로 극대 교환결합력을 나타내었다. 8회, 9회째도 이 상태를 거의 유지하고 있다.

NiMn이 AFM phase가 되어 교환결합을 나타내는 즉 γ -fcc phase에서 θ -fct phase로의 상전이를 XRD 분석으로 확인할 수 있었다. Fig. 2는 MR비, 피속박자성층 NiFe의 교환결합력과 보자력의 열처리 순환횟수 의존성을 나타낸 것으로 H_{ex} 는 처음에는 횟수에 따라 선형증가하나 7회에 극대값을 나타낸 후 그 이후 포화상태가 되어 안정상태를 유지하며, 보자력은 3회 이후 250 Oe 정도를 유지하여 ~30시간의 열처리에서도 이 SV는 열적으로 안정되어 있음을 알 수 있다.

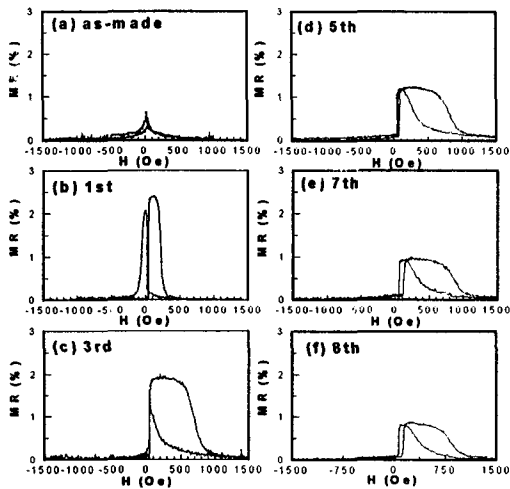


Fig. 1. MR curves of [glass(7059)/NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(45Å)/Co(35Å)/NiFe(35Å)/NiMn(250Å)] spin-valve with annealing cycle(220°C×3hrs)

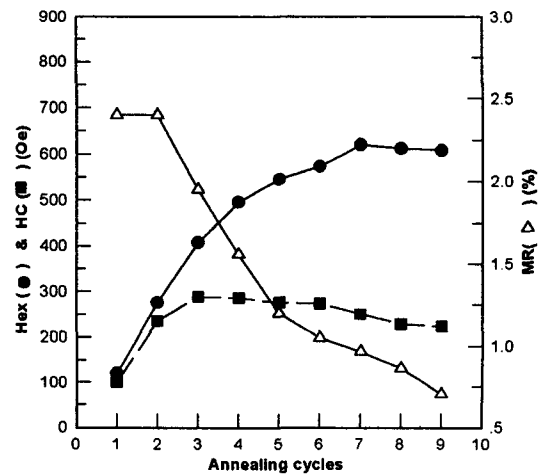


Fig. 2. Annealing cycle dependence of H_{ex} , H_c and MR for [glass(7059)/NiFe(70Å)/Co(10Å)/Cu(45Å)/Co(35Å)/NiFe(35Å)/NiMn(250Å)]

4. 결 론

합금 NiMn을 속박층으로 사용한 SV 박막을 dc 스퍼터링 방법으로 제작하고 열적안정성을 조사하였다. 열처리 전 상태의 SV 박막은 별다른 교환결합을 나타내지 않다가 일축 이방성자기장 350 Oe를 가하고 220°C에서 열처리한 후 교환결합력이 나타나는 것으로 NiMn 박막의 fcc- γ phase에서 fct- θ phase로의 상전이와 관련되어 있음을 확인할 수 있었다.

최적 증착조건과 후열처리를 통하여 교환결합자기장 620 Oe, 보자력 250 Oe를 나타내는 (111)면으로 형성된 NiMn 박막을 갖는 SV를 제작한 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Y. Hamakowa, H. Hoshiya, T. Kawabe, Y. Suzuki, R. Arai, K. Nakamoto, M. Fuyama, and Y. Sugita, IEEE Trans. Magn. **32**, 149(1996)
- [2] B. Dieny, V. S. Superiousu, S. Metin, S. S. P. Parkin, A. A. Burney, P. Baumgart, and D. R. Wilhoit, J. Appl. phys. **69**, 4771(1991)
- [3] T. Lin, D. Mauri, N. Staud, C. Hwang, J. K. Howard and G. L. Gorman, Appl. phys. Lett. **65**, 1183(1994)