

반강자성 IrMn층 스핀밸브 박막의 자기저항 특성

숙명여대 황재연, 이남이, 김미양*, 이장로
 상지대 이상석, 황도근

Magneto-resistance of Antiferromagnetic IrMn Layer-Based Spin Valve Films

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

I. 서론

Giga bit 밀도 자기기록의 스핀밸브 GMR 헤드[1-2]에서 피속박층의 보다 높은 열적 안정성과 재현성을 얻기 위하여 많은 종류의 반강자성(AFM) 층이 연구되고 있다. 그 중에서도 CoFe 층에 교환결합된 IrMn의 Block 온도(T_B)가 300°C 이상이고, NiMn 이나 PtMn[3] 박막보다도 두께가 더 얇은 경우에도 높은 교환결합자장(H_{cx})을 나타내기 때문에 좁은 간격의 헤드 구조에 적합한 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서는 피속박층으로 $Co_{75}Fe_{25}$ 과 속박층으로 $Ir_{25}Mn_{75}$ 을 사용한 IrMn/CoFe/Cu/CoFe/NiFe 구조의 bottom형 스핀밸브박막(SVF)을 1 μ m 두께의 SiO_2 가 coating된 Si(111) 기판에 dc 스퍼터링 방법으로 제작하고 후열처리 전후의 H_{cx} 와 MR비의 IrMn층, 피속박층 CoFe 및 자유층 NiFe 두께 의존성 등에 관한 자기저항 특성을 조사하고자 한다.

II. 실험방법

스핀밸브박막은 다중타겟 dc 스퍼터링 방법으로 초기진공도 1.5×10^{-7} Torr에서 Ar 부분압력이 2 mTorr, 증착율은 0.5~1.0 Å/s로 하여 연속적으로 1 μ m SiO_2 가 coating된 Si(111) 기판에 스퍼터링한 Si/ SiO_2 /Ta(45Å)/NiFe(20Å)/IrMn(120Å)/CoFe(20Å)/Cu(30Å)/CoFe(20Å)/NiFe(30Å)/Ta(45Å) 구조이다. 여기에서 속박층 $Ir_{25}Mn_{75}$, 피속박층 $Co_{75}Fe_{25}$, 자유층 $Ni_{20}Fe_{80}$ 의 합금타겟을 사용하였다. 스퍼터링시 기판 평면과 나란한 방향으로 균일한 자기장 100 Oe를 걸어주었고, 스퍼터링후 속박층 IrMn과 피속박층 CoFe사이에 H_{cx} 을 유도하기 위하여 진공도 2×10^{-6} Torr에서 일방향이방성 자기장 1kOe를 걸어주고 온도-시간 프로그램용 열처리 조절장치를 사용하여, 250 °C까지 상승시간 1시간, 유지시간 1시간, 상온까지의 냉각 1시간으로 후열처리 하였다. SV박막의 자기저항 곡선을 상온에서 4탐침법을 이용하여 측정하였고 결정구조 및 표면분성은 XRD와 AFM를 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 IrMn 합금타겟을 사용하여 제작한 Si/ SiO_2 /Ta(45Å)/NiFe(20Å)/IrMn(120Å)/CoFe(xÅ)/Cu(30Å)/CoFe(20Å)/NiFe(30Å)Ta(45Å), (x=20Å, 30Å) SV의 250 °C에서 1시간 진공열처리한 경

우 피속박층 CoFe의 두께가 20Å과 30Å일 때의 MR곡선을 나타낸다. CoFe가 20Å인 경우 H_{cx} 는 620 Oe이며, 30Å인 경우 MR비는 4.1%을 보인다.

Fig. 2는 IrMn두께가 120Å인 경우의 SV에 대한 H_{cx} , H_c 및 MR비의 피속박층 CoFe 두께 의존성을 나타낸 것으로 MR비는 열처리 전후에 관계없이 CoFe의 두께 증가에 따라 증가한다. 한편 H_{cx} 는 CoFe 두께 증가에 따라 감소하여 T. Linn 등[4]의 계면 교환결합에너지 J 와 포화자화도 M_s 의 관련식 $H_{cx}=J/(M_s t)$ 에 의한 교환결합에너지 H_{cx} 가 피속박장자성층 두께 t 에 역비례하는 경향과 같음을 알 수 있다.

한편 실험증반에 MnIr 100Å과 CoFe 12Å의 SV 경우 250 °C에서 1hr 열처리했을 때 MR비는 1.2%에 그쳤으나 H_{cx} 는 1,150 Oe의 높은 값을 나타내었다.

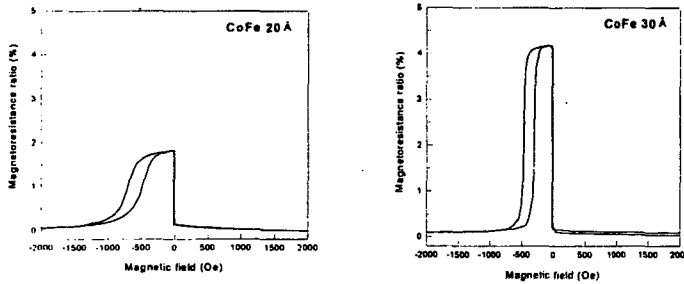


Fig. 1. CoFe thickness dependence of MR curve for Si/SiO₂/Ta₄₅/NiFe₂₀/IrMn₁₂₀/CoFe_{20,30}/Cu₃₀/CoFe₂₀/NiFe₃₀/Ta₄₅ SV after annealing for 1hr at 250°C.

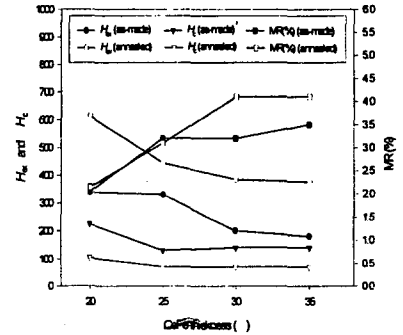


Fig. 2. Pinned CoFe thickness dependence of H_{cx} , H_c and MR(%) for Si/SiO₂/Ta₄₅/NiFe₂₀/IrMn₁₂₀/CoFe_(t)/Cu₃₀/CoFe₂₀/NiFe₃₀/Ta₄₅ SV.

IV. 결론

- 1) 피속박층 CoFe에 교환결합된 속박층 IrMn을 사용한 SV의 경우 본실험 범위내에서 MR비는 열처리 전후에 관계없이 CoFe 두께 증가에 따라 증가한다.
- 2) H_{cx} 는 CoFe 두께 증가에 따라 감소하는 경향을 보였으나 열처리 후에 열처리 전보다 대략 배가 한다.
- 3) H_{cx} 는 1차 열처리 후에는 열처리 순환횟수 증가에도 안정된 값을 보여준다.

V. 참고문헌

- [1] H.N.Fuke, K.saito, Y.Kamiguchi, H.Iwasaki, and M.Sahashi, J. Appl. Phys. **81**, 4004(1997).
- [2] M.Saito, N.Hasegawa, F.Koike, H.Seki, and T.Kuriyama, J. Appl. Phys. **85**, 4928(1999).
- [3] S.Mao, S.Gangopadhyay, N.Amin, E.Murdock, Appl. Phys. Lett. **69**, 3593 (1996).
- [4] T.Linn, C.Tsang, R.E.Fontona, and J.K.Howard. IEEE Trans. Magn. **MAG-31**, 2585(1995).