

# [IrMn/CoSiB] 교환결합형 다층박막의 자기적 특성 연구

박지선\*, 조연식<sup>1</sup>, 황재연<sup>2</sup>, 김태완<sup>1</sup>, 임혜인

숙명여자대학교 물리학과, 서울 용산구 청파동2가 효창원길 52

<sup>1</sup>세종대학교 나노신소재공학부, 서울 광진구 군자동 98번지

<sup>2</sup>한양대학교 전자통신컴퓨터공학부, 서울 성동구 행당동 17번지

## 1. 서론

고밀도 자기기록매체의 읽기헤드나 자기센서로 큰 관심을 받고 있는 수직전류인가형(CPP) 거대자기저항(GMR)[1] 스핀밸브형 소자는 높은 민감도에 의해 널리 응용되고 있다. 스핀밸브구조는 반강자성 물질을 사용하여 외부자기장에 의해 역전되기 매우 힘든 강력한 피속박층(pinned layer)을 갖는 구조로 이루어져있다. 외부자기장에 대해 안정한 피속박층을 만들기 위해서는 강자성/반강자성 사이의 계면 상호작용에 의해 결정되는 강한 교환결합세기가 필요한데, 이를 교환 바이어스(exchange bias) 효과라고 한다[2]. 교환 바이어스 효과는 자성층간의 계면 스핀 배열에 의해 그 특성이 결정되어지는데, 이에 따라 두께, 씨앗층(buffer layer), 열처리 변수 등에 따른 박막 성장에 대한 연구가 진행되어져 왔다. 지금까지의 연구에 의하면 교환결합세기는 강자성층 혹은 반강자성층 내의 자구벽 및 두께에 의존한다는 사실이 밝혀졌다[3,4]. 본 연구에서는 고정층의 강자성체로 포화자화( $M_s$ ; Saturation Magnetization)값이 낮은 비정질 합금  $Co_{75}Si_{15}B_{10}$ 을 소개하고, IrMn/CoSiB 교환결합형 다층박막의 강자성층의 두께에 따른 교환결합특성 및 결정성을 연구하였다.

## 2. 실험방법

6개의 타겟이 장착된 *dc* 스퍼터링 장치를 사용하여 (a) CoSiB 100 단층박막과 (b) Si-SiO<sub>2</sub>/Ru 50/IrMn 15/CoSiB *t*(=3, 5, 10, 15, 20)/Ru 5 (in nm) 다층박막을 제작하였다. 증착 시 자기장 100 Oe 크기의 영구자석을 이용하여 강자성층의 일축 자기이방성을 유도하였다. 기본진공도는  $3 \times 10^{-7}$  Torr 이하였고, 공정압력은  $2 \times 10^{-3}$  Torr를 유지하였다. (a)는 비정질인 CoSiB의  $M_s$ 값과 온도에 따른 특성 변화를 알아보기 위해 증착 후  $5 \times 10^{-4}$  Torr 진공에서 자기장 300 Oe를 걸어주며 3시간 동안 150°C, 200°C, 250°C, 350°C의 온도에서 열처리를 진행하였다. (b)는 교환결합세기의 피속박자성층 두께에 따른 의존성을 조사하기 위해 CoSiB의 두께를 달리하면서 증착한 후 200°C에서 3시간 동안 열처리하여 온도에 따른 의존성을 조사하였다. VSM과 XRD 측정을 통해 시편의 교환결합세기, 보자력 및 결정구조를 조사하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Si/SiO<sub>2</sub> 기판 위에 제작한 100 nm 두께의 비정질 강자성체 CoSiB 단일박막의 자기이력 특성을 나타낸다. 이 결과로 계산된 CoSiB의  $M_s$ 값은 407 emu/cm<sup>3</sup>으로, 기존에 강자성체로 많이 사용되오던 CoFe (1400 emu/cm<sup>3</sup>), NiFe (800 emu/cm<sup>3</sup>), CoFeSiB (560 emu/cm<sup>3</sup>) [5] 보다 작은 값이다.

Fig. 2는 Ru 50/IrMn 15/CoSiB 5/Ru 5 시료의 XRD 패턴을 나타낸다. 열처리 전과 후에 CoSiB에 대한 아무런 peak이 관찰되지 않는 것으로 보아 CoSiB은 열처리 전후에 모두 비정질 상태임을 알 수 있다. Fig. 3은 CoSiB 두께에 따른 IrMn사이에서의  $H_{ex}$  특성을 나타낸 것으로, CoSiB이 5 nm일 때 최대값(209 Oe, 열처리 후)을 가진 후 감소하는 것으로 나타났다.

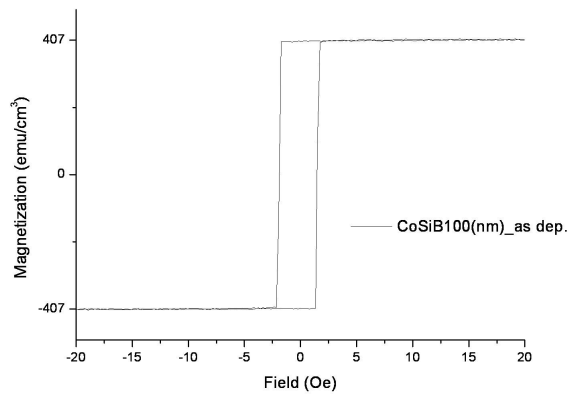


Fig. 1 CoSiB100(nm) 단일박막의 히스테리시스 곡선

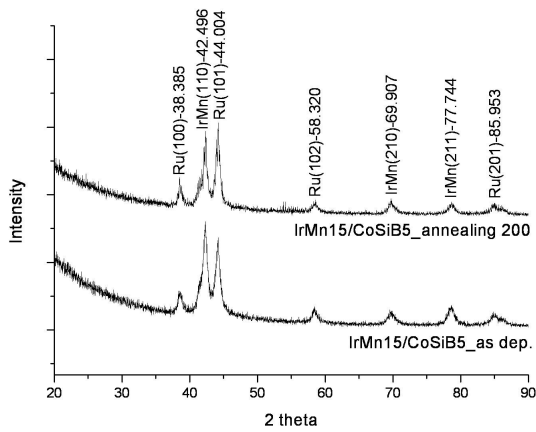


Fig. 2. Ru50/IrMn15/CoSiB5/Ru5의 열처리 전, 후의 XRD patterns.

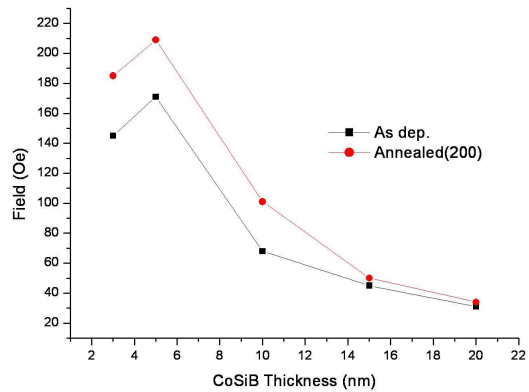


Fig. 3. CoSiB의 두께에 따른 Hex의 변화

#### 4. 결론

비정질 CoSiB 재료의 자기적 특성과 강자성체 IrMn과의  $H_{ex}$  특성에 대하여 조사한 결과, CoSiB은 기존의 다른 결정질 및 비정질 재료보다도 작은  $M_s$ 값을 갖는 것으로 나타났으며, 반강자성체 IrMn을 사용하여 최대 209 Oe(IrMn 15/CoSiB 5일 때)의  $H_{ex}$ 를 나타냈다.

#### 5. 참고문헌

[1] B. Dieny, V. S. Speriosu, S. Metin, S. S. P. Parkin, B. A. Gurney, P. Baumgrt, J. Appl. Phys., **69**, 4774(1991).  
 [2] J. C. S. Kools, IEEE Trnas, Magn., **32**(4), 3165(1996).  
 [3] M. D. Stiles and R. D. McMichael, Phys. Rev. B, **59**(5), 3722(1999).  
 [4] M. Kiwi, J. Magn. & Mag. Mat., **234**, 584(2001).  
 [5] J. Y. Hwang, S. S. Kim, J. R. Rhee, J. Magn. & Mag. Mat., **310**, 1943(2007).