

CoB/Ru/CoB 재료의 자화 거동 특성 분석

김동영*, 전성재, 윤석수
안동대학교 물리학과

합성형 반강자성 결합(Synthetic AntiFerromagnetic: SAF)은 하드디스크드라이브에서 사용하는 수직이방성 recording media의 노이즈 감소와 자속의 경로 형성을 위하여 soft under layer로 사용되고 있다[1]. 또한 거대자기저항 또는 터널링자기저항 소자에서 자유층의 열적 안정성 및 자성특성 향상을 위하여 사용되고 있다. 두 강자성층 사이에 금속막을 삽입한 3층 구조에서 금속막에 의한 RKKY(Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida) 상호작용은 금속막의 두께에 따라서 강자성 및 반강자성 특성이 주기적으로 나타난다[2-3]. 합성형 반강자성 결합은 두 강자성층이 반강자성 결합 특성을 갖게 될 때이며, 두 강자성층의 자구는 반강자성 특성에 의하여 무자장하에서 서로 반대방향으로 정렬한다. 이러한 SAF 결합 특성을 갖는 재료의 자기장의 세기에 따른 자화특성은 두 강자성층의 자화 방향과 관련된다. SAF재료의 각각의 자성층의 자화 특성을 직접 측정하여 각 자성층의 자화 변화를 분석한 결과는 없다.

따라서 본 연구에서는 SAF특성을 갖는 CoB/Ru/CoB 재료에서 자기장의 세기에 따른 M-H loop와 KEER 신호를 분석하였다. 자기장의 세기에 따른 M-H loop와 KEER신호를 분석하기 위하여 Stoner-Wolfforth 모델을 사용하였다.

$$E_T = -HM_s t_F (\cos \phi_1 + \cos \phi_2) + K_u t_F (\sin^2 \phi_1 + \sin^2 \phi_2) + J_1 \cos(\phi_1 - \phi_2) + J_2 \cos^2(\phi_1 - \phi_2)$$

여기서 t_F 및 K_u 는 강자성층의 두께 및 강자성층의 일축이방성 상수 이며, ϕ_1 및 ϕ_2 는 두 강자성층의 자화 방향을 나타낸다. 그리고 J_1 및 J_2 는 bilinear 및 biquadratic 결합상수 이다. 이때 SAF구조를 갖는 CeB/Ru/CoB 재료의 M-H loop와 keer 신호 계산을 위하여 사용한 다음의 변수 값들을 사용하였다: $t_F=30$ nm, $M_s=11700$ emu/cm³, $K_u=87000$ erg/cm³, $J_1=1.1$ erg/cm² 그리고 $J_2=0.4$ erg/cm². 이들 변수를 사용하여 계산한 자기장의 세기에 따른 M-H loop 신호 특성은 Fig. 1에서 보인다.

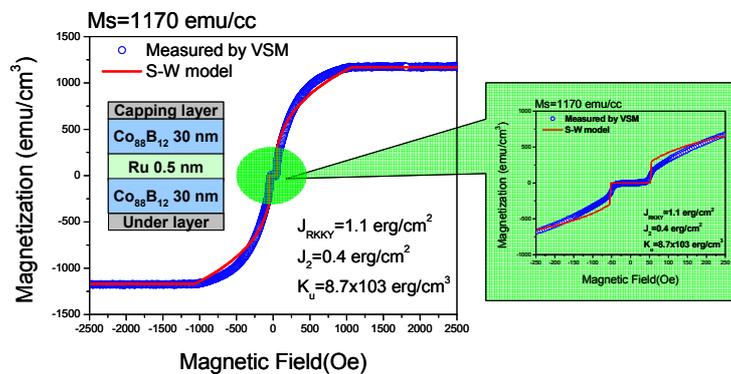


Fig. 1. Magnetization curves as a function of applied magnetic field in CoB/Ru/CoB thin film.

KEER신호는 변광된 빛이 투과하는 두께가 약 40 nm 이하이므로, 두 자성층의 자화 특성중에서 상층부에 위치한 강자성층의 자화 특성만을 반영한다. Fig. 2는 KEER로 측정된 상층부 강자성층의 자화 특성을 보인다.

일축 이방성 특성을 갖는 두 개의 자성층으로 구성된 SAF 구조에서 자기장의 증가 시킬 때와 자기장을 감소시킬 때 자화 변화 특성은 서로 다르게 나타나고 있음을 보인다. Flopping field ($H=50$ Oe) 근처에서 두 강자성층의 상호 작용에 의한 자화 특성이 갑작스러운 전이특성을 보이고 있으며, 이는 S-W model로 계산한 결과와 비교 분석한 경우 biquadratic 결합상수의 영향에 기인하는 것으로 나타났다.

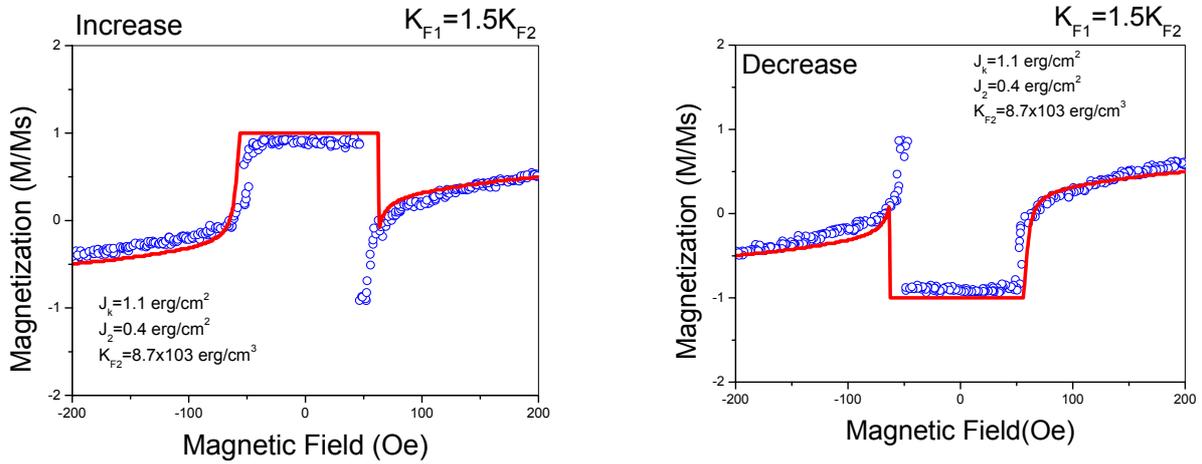


Fig. 2. KEER signal with increasing and decreasing magnetic field in CoB/Ru/CoB thin film. The lines are calculated by S-W model.

본 연구에서는 CoB/Ru/CoB 재료를 이용하여 M-H loop와 KEER 신호를 분석하였으며, 측정 결과와 S-W model로 계산한 결과를 비교 분석하여 자기장의 세기에 따른 두 강자성층 각각의 자화 변화 특성을 고찰하였다.

참고문헌

- [1] A. Hashimoto, et. al, IEEE Trans. Mag. **42**, 2342 (2006)
- [2] J. F. Bobo, et. al, Phys. Rev. B, **60**, 4131 (1999)
- [3] S.S.P.Parkin, et. al, Phys. Rev. Lett., **67**, 3598 (1991)