

교환 결합력을 갖는 CoFe/MnIr 박막에서 각도에 따른 선폭 특성 분석

김동영*, 윤석수

안동대학교 물리학과, 경북 안동시 경동로 1375, 760-749

1. 서론

교환 결합력을 갖는 강자성 (F)과 반강자성 (AF) 박막은 F/AF 계면에 존재하는 스핀들간의 상호작용에 의하여 교환 바이어스 (H_{ex} , exchange bias) 특성이 나타난다. 교환 바이어스는 강자성층의 자화 방향을 고정 자화 곡선을 한쪽으로 치우치게 하는 역할을 한다. 이러한 교환 바이어스 특성에 기여하는 일방 이방성 에너지(J_c) 특성을 보이므로 자기장의 방향에 따라서 교환 바이어스 자기장이 변화한다. 자기장 각도에 따른 강자성 공명 자기장 특성으로부터 이들 재료의 일축 이방성 자기장을 얻는다. 강자성 공명 신호의 선폭(ΔH_{pp})은 자성 재료의 자기 이완 특성을 내포하고 있으며, 자화가 균일한 자성 재료의 경우에는 재료 고유의 이완 특성인 Gilbert 감쇠 상수 α 와 관련된다. 한편, 교환 바이어스 특성을 갖는 재료에서 선폭변화는 자화 곤란축에서 증가하는 특성을 보이며, 이러한 특성은 F와 AF의 자화 용이축의 분포 특성과 교환 바이어스의 분포 특성으로 해석되고 있다[1].

본 연구에서는 교환 결합 특성이 우수한 CoFe/MnIr 재료에서 자화각도에 따른 선폭 특성 변화에 대하여 two-magnon 산란 특성과 자화 용이축의 분포 특성을 고려한 분석을 시도하였다.

2. 실험방법

Co₇₀Fe₃₀/Mn₇₅Ir₂₅ 구조를 갖는 시료는 Si기판 위에 DC 마그네트론 스퍼터 법을 사용하여 증착 하였으며, seed층으로 Ta(5 nm)/Ru(5 nm)를 사용하였으며 capping층으로는 Ta(5 nm)/Ru(5 nm) 하였다. 교환 바이어스 특성을 위하여 MnIr 두께는 10nm로 하였으며, CoFe의 두께를 30 nm로 하였다. 제작된 시편은 열처리 온도 300°C에서 1 시간 동안 진공 열처리(10^{-6} torr)를 수행하였다. 또한 자기장의 세기에 따른 강자성 공명 신호(FMR signal)는 FMR 측정 장치인 Bruker Xerp를 사용하여 9.89 GHz (X-band)의 주파수에서 측정하였다. 박막 재료의 수평면(in-plane)에서 이방성 자기장 및 강자성공명 선폭(ΔH_{pp})을 분석하기 위하여 자기장의 방향에 따른 FMR신호를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 CoFe/MnIr 박막 재료에서 자화 각도에 따른 강자성 공명 자기장과 선폭변화 특성을 보인다. 각도에 따른 강자성 공명 자기장 특성을 Stoner-Wohlfarth 모델을 사용하여 계산하였으며, 이들 계산 결과로부터 일축 이방성 자기장과 교환 결합력은 각각 $H_k=28$ Oe, $H_{ex}=134$ Oe를 얻었다. 선폭 변화 특성은 각도가 자화 용이축인 0도와 360에서 작으며, 자화 곤란축인 180도에서 증가하는 특성을 보인다. 이러한 증가 특성은 F/AF 계면에서 고정된 AF에 의하여 F층의 자화가 회전하는 특성에 기인한다. 이러한 회전은 선폭증가의 원인이며, 곤란축에서 이러한 회전이 증가한다. 또한, 계면에서 AF를 이루는 입도들의 자화 용이축은 제조상에서 균일한 분포를 이루고 있으며, 이러한 분포 특성은 선폭 증가의 또 다른 원인 중의 하나로 작용한다. 본 연구에서는 자기장의 각도에 따른 선폭 변화를 자화 용이축의 분포 특성, F층 스핀의 회전, two-magnon산란특성을 도입하여 측정결과를 설명한다.

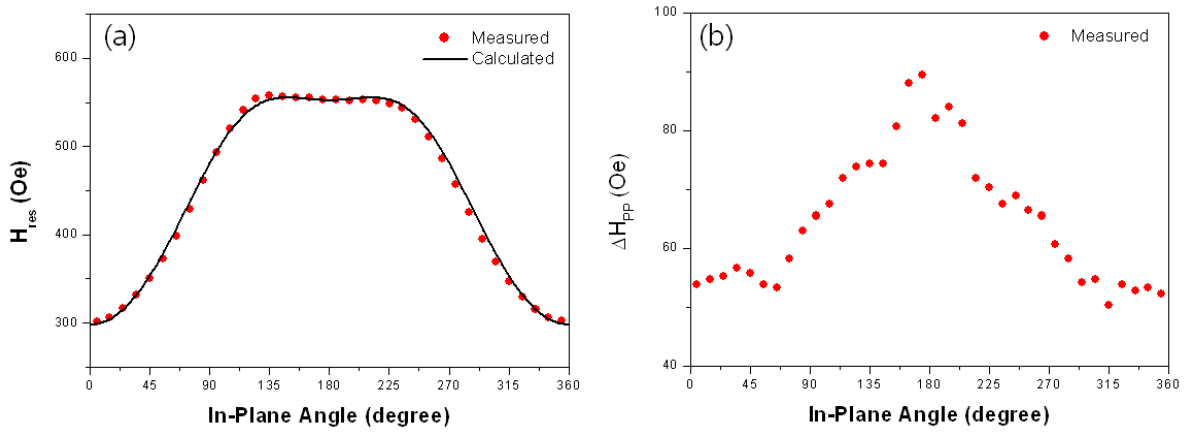


Fig. 1. Angular dependence of
 (a) ferromagnetic resonance field, H_{res} , and (b) linewidth, ΔH_{pp} in CoFe/MnIr bilayers.

4. 감사의 글

본 연구는 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(NRF2010-0008282).

5. 참고문헌

[1] R. L. Rodriguez-Suarez, et. al., Phys. Rev. B **83** (2011) 224418.