

# CoFe/MnIr 박막에서 자구의 회전에 의한 마이크로파 흡수 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 (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. 한편, 교환 바이어스 특성을 갖는 재료에서 자화 곤란 방향에서 측정된 마이크로파 흡수 특성은 낮은 자기장에서 자화 곡선의 특성을 반영하는 신호가 검출되었다[1]. 이러한 마이크로파 흡수 특성에 대한 분석이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 교환 결합 특성을 갖는 CoFe/MnIr 재료에서 자화각도에 따른 마이크로파 흡수특성을 측정하였으며, Stoner-Wohlfarth 모델을 사용하여 계산한 자화곡선과 마이크로파 흡수특성을 비교 분석하였다.

## 2. 실험방법

Co<sub>70</sub>Fe<sub>30</sub>/Mn<sub>75</sub>Ir<sub>25</sub> 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 박막 재료의 자기장 세기 및 각도에 따른 강자성 공명 신호는 X-band용 FMR 측정 장치를 사용하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 CoFe/MnIr 박막 재료에서 자화 각도가  $\theta_H = 0$ 과  $\theta_H = 90$ 에서 측정된 마이크로파 흡수 신호와 Stoner-Wohlfarth 모델을 사용하여 계산한 자화곡선을 보인다.  $\theta_H = 0$ 에서 측정된 마이크로파 흡수 신호는 약 468 Oe에서 강자성 공명에 의한 마이크로파 흡수 신호를 보이며, 강자성 공명 신호는 자기장의 증가 감소 방향에 의존하지 않는 특성을 보인다. 그러나 약 60 Oe의 낮은 자기장에서 보이는 마이크로파 흡수 신호는 자기장의 증가 감소에 따라서 이력 특성을 보인다. 이러한 이력 특성은 Stoner-Wohlfarth 모델을 사용하여 계산한 자화곡선의 이력 특성을 반영하고 있다.  $\theta_H = 90$ 에서 측정된 마이크로파 흡수 신호는 약 472 Oe에서 강자성 공명에 의한 마이크로파 흡수 신호를 보이며, 약 200 Oe이하의 낮은 자기장에서 보이는 마이크로파 흡수 신호는 자기장의 증가 감소에 따라서 이력 특성이 사라지고 있음을 보인다. 이러한 이력 특성은 Stoner-Wohlfarth 모델을 사용하여 계산한 자화곡선의 특성을 반영하고 있다. 마이크로파 흡수특성에 대한 측정 결과와 자화 곡선에 대한 계산 결과를 비교 분석하여 낮은 자기장에서 나타나는 마이크로파 흡수특성은 자화의 회전에 의한 특성임을 아수 있었다. 따라서 강자성 공명 장치를 이용하며, 강자성 공명특성 뿐만 아니라 자화 특성 분석이 가능하다.

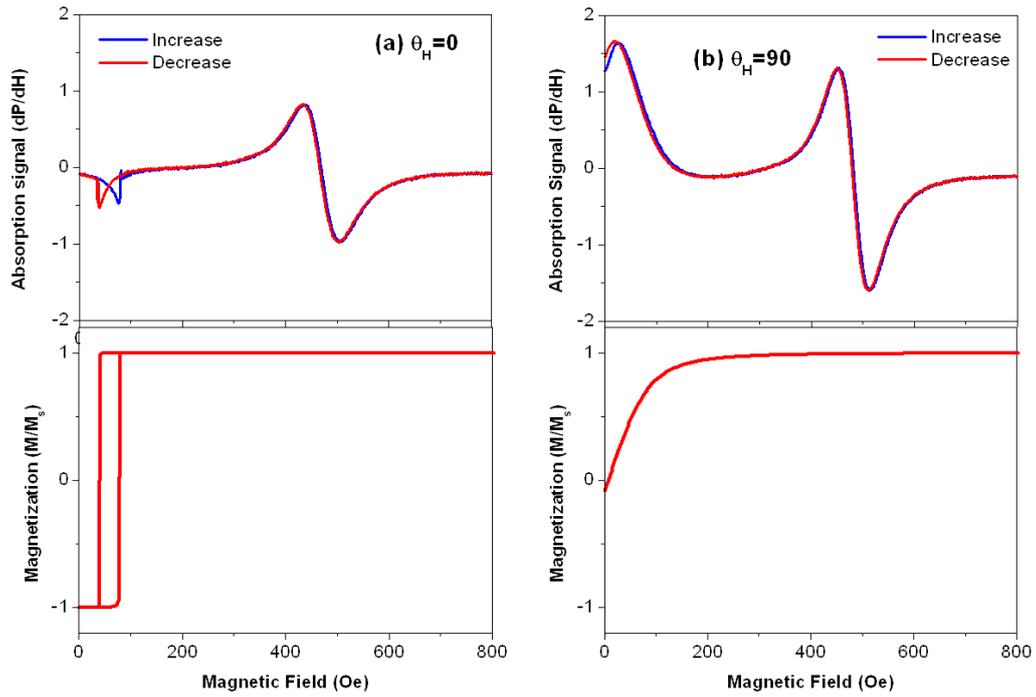


Fig. 1. (a) Microwave absorption signal and Magnetization at (a)  $\theta_H=0$  and (b)  $\theta_H=90$  in CoFe/MnIr bilayers.

#### 4. 감사의 글

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

#### 5. 참고문헌

- [1] J. Kim, et. al., CAP. **14** (2014) 548.