

# 기판변화에 따른 CoFeB 박막의 Exchange Stiffness Constant 특성 연구

정진용\*, 조신용, 조재훈, 유천열  
인하대학교 물리학과

## 1. 서론

Spin transfer torque magnetic random access memory(STT-MRAM)는 데이터를 전력 없이 저장할 수 있으며, 초고속과 저전력으로 동작이 가능하다. 이러한 비휘발성의 장점과 함께 데이터의 안정성을 두루 갖춘 STT-MRAM은 각광받고 있는 유력한 차세대 메모리 중에 하나이다. 최근 CoFeB은 차세대 메모리로 부상 중인 STT-MRAM의 적합한 물리적 특성을 가지고 있어, CoFeB의 물성에 대한 많은 연구가 진행되고 있다[1][2]. 하지만 강자성체인 CoFeB의 가장 기초적인 물리량인 exchange stiffness constant(교환뻗뻗함 상수, A)에 대한 연구는 찾아보기 힘들다. Exchange stiffness constant는 강자성체가 가지는 Curie temperature 등과 밀접한 관련이 있다. 최근 임계전류밀도가 exchange stiffness constant에 의존한다고 연구 결과가 제안이 되어졌다[2]. 본 연구에서는 다양한 종류의 기판에 따라 증착된 CoFeB층의 exchange stiffness constant가 변함을 확인 하였고, 그 값을 실험적으로 결정하였다.

## 2. 실험방법

기판변화에 따른  $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}$ 의 exchange stiffness constant를 확인하기 위해 총 세 가지의 기판위에 CoFeB을 증착하였다. 증착된 시료는 DC 마그네트론 스퍼터링(DC magnetron sputtering) 방식으로 CoFeB 층의 두께를 25 nm로 고정하여 증착하였고, 시료의 산화를 방지하기 위하여 Ta을 CoFeB 위에 5 nm의 두께로 증착시켰다. Exchange stiffness constant를 결정하기 위해 장치로는 Sandercock 방식의 고 분해능 이중 패브리-페로 간섭계(tandem Fabry-Perot interferometer)가 사용된 Brillouin light scattering으로 이용하였고, 시료에 인가 해주는 자기장의 변화에 따른 산란된 스핀파 진동수 변이를 통해 측정 및 분석하였다.

## 3. 실험결과

실험으로 기판의 변화에 따라서  $\text{Co}_{40}\text{Fe}_{40}\text{B}_{20}$  층이 가지는 exchange stiffness constant와 Magnetization saturation(포화자화값 : MS), g-factor(g인자 : g)의 자기상수를 확인하였다. 이때에 측정된 스핀파의 진동수와 자기 상수들의 관계는 참고문헌에 스핀파 진동수 분산관계를 이용하여 결정하였다[3].

## 4. 결론

동일한 증착 조건에서 시료를 제작하였음에도 불구하고, 기판의 종류가 변함에 따라  $4\pi\text{MS}$ 값은  $14.94 \pm 0.03$  kOe에서  $14.34 \pm 0.05$  kOe으로 큰 차이가 없는 반면, A값은  $1.401 \pm 0.003 \times 10^{-11}$  J/m에서  $1.094 \pm 0.003 \times 10^{-11}$  J/m까지 크게 변화함을 보였다. 이 결과는 기판이 CoFeB의 구조에 영향을 준 것으로 생각할 수 있으며, 물리적으로 포화자화 값은 박막의 밀도와 비례하고 exchange stiffness constant의 변화에서 최인접 자기원자수의 변화에 따른 결과로 설명이 가능하다.

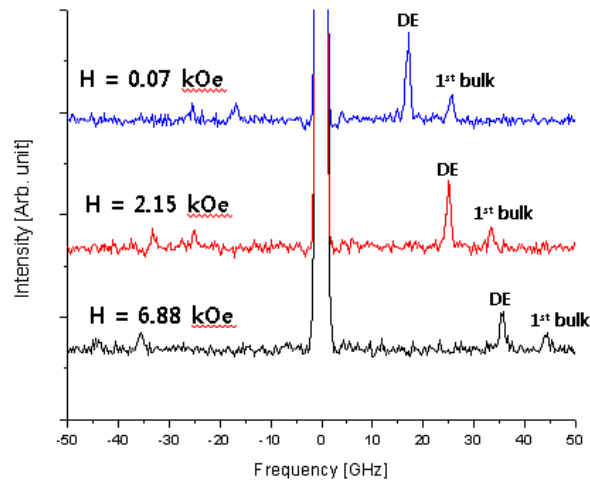


그림 1. MgO기판 위에 증착된 CoFeB 시료의 외부 자기장이 0.07 kOe에서 8 kOe 까지 변화할때 측정된 BLS의 대표적인 스펙트럼이다. 여기서 DE는 Damon-Eshbach mode이고, 1st bulk는 기판에서 처음으로 발생하는 bulk mode이다.

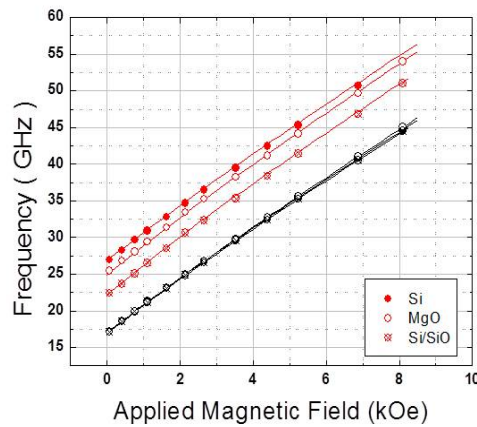


그림 2. 외부에서 인가하는 자기장을 변화시켜주며, 각각의 기판에 대한 스핀파 진동수의 변화를 전시하였다. 여기서 검정색 선은 기판에 대한 DE mode이며, 붉은색 선은 기판에 대한 1st bulk mode이다. 빨간색 닫힌 원은 Si기판을, 빨간색의 빈 원은 MgO기판을, 빈 원에 X는 Si/SiO기판을 의미한다.

## 5. 참고문헌

- [1] C. Bilzer, T. Devolder, Joo-Von Kim, G. Cunil, and C. Chappert, J. Appl. Phys. 100, 053903(2006).
- [2] C.-Y. You, Curr. Appl. Phys 10, 952-956 (2010)
- [3] P. Grunberg et al. JMMM 28, 319(1982)