

펨토초 시간 분해능 광자기 Kerr 현미경을 사용한 PMA FePt 박막의 세차 운동 관찰

송현석*, 이경동, 김지완, 정재우, 신성철

¹Department of Physics and Center for Nanospinics of Spintronic Materials,
Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon 305-701

1. 서론

최근 몇 년 사이, 펨토초 레이저 펄스를 이용해서 물질의 자기적 상태를 매우 빠르게 조작하는 방법이 스핀트로닉스, 정보 처리, 자기 기록 등의 영역에서 주목 받고 있다[1]. 우리는 그 시간 영역 내에서 FePt 박막의 자성 변화를 관찰 하였다.

2. 실험방법

MgO(100) 기판위에 DC 마그네트론 sputtering 방식으로 두께 10 nm의 PMA FePt 합금 박막 시료를 제조하였다[2]. 박막의 결정성은 X-선 회절분석기를 통해서 확인 하였으며, 자기적 성질은 섭동자화측정기를 통해서 확인 하였다. 측정결과 815 Oe의 보자력과 810 emu/cc의 포화자화 값을 얻었다.

이번 실험에서 all-optical 펌프 프로브 장비의 개략도는 그림 1과 같다. 커-렌즈 모드락킹 방법을 이용한 타이-사파이어 레이저를 이용해서 펨토초 펄스를 생성하였다. 중심 파장은 800 nm이고, 펄스 폭은 약 10 - 30 fs에 82 MHz의 반복률을 가졌다. 프로브 빔의 경우 BBO 결정을 이용해서 파장을 반으로 만들어 사용하였다. 펌프 빔과 프로브 빔은 50배율의 대물 렌즈(NA 0.5) 를 이용해서 집속을 시켰다. 외부 자기장의 경우 각도를 θ , $-\theta$ 로 방향을 바꾸어 가면서 2.5 kG를 주었다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 2(a)을 보면 외부 자기장의 각도를 θ , $-\theta$ 로 바꾸었을 경우, 세차 운동은 서로 엇갈리면서 시작 되는 것을 볼 수가 있다. 세차운동은 샘플 평면 상에서 일어나는데, 외부 자기장의 방향에 따라 시작 방향이 갈리기 때문이다. 그렇기 때문에 서로 다른 각도 A, B를 합과 차로 세차 운동과 연관되는 Mz, Mx를 얻을 수가 있다. Mz의 경우에는 피크에서 일어나는 자기소거 현상이 포함되어 있으며, 이 신호가 대부분을 차지한다. 그렇기 때문에 Mx의 신호에서 배경 신호를 빼주면 그림 2(b)와 같이 세차 운동의 신호를 얻을 수가 있다. 이 세차 운동에서 감쇠 시간은 약 65 ps, 푸리에 변환을 진행해서 주파수를 얻으면 15.6 GHz를 얻게 된다. 이것은 Py의 진동수의 경우 보다 3배 정도 빠른 결과를 나타낸다[3]. 이러한 성질 때문에 스핀소자로서의 개발이 기대된다.

4. 결론

우리는 펨토초 시간 분해능을 가지고 있는 광자기 커 현미경을 이용해서 PMA FePt 박막의 세차 운동을 관측 하였고, 푸리에 변환을 통해서 진동 주파수를 구할 수 있었다.

5. 참고문헌

[1] E. Beaupaire J.-C. Merle, A. Daunois, and J.-Y. Bigot, PRL. 79, 4250 (1996)

[2] Hyun-sok Ko, Ph.D. thesis, KAIST (2008)

[3] Kyeong-Dong Lee, Ji-Wan Kim, Jae-Woo Jeong, Dong-Hyun Kim, Sung Chul Shin, Kyung-Han Hong, Young

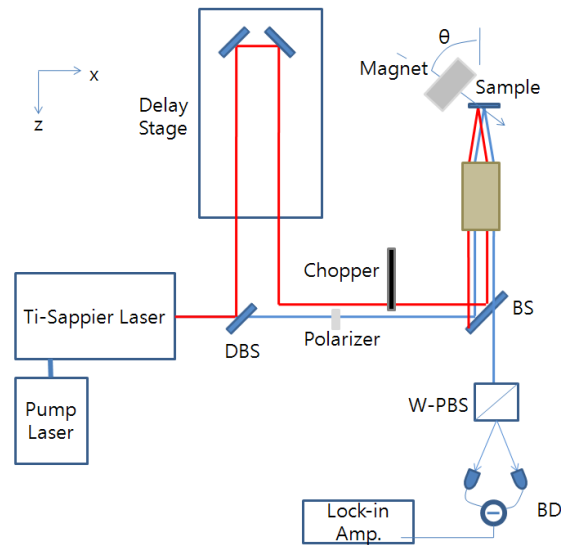


그림 1 펨토초 시간 분해능 광자기 Kerr 현미경의 개략도.(DBS : dichromatic beam splitter, BS : beam splitter, W-PBS : Wollaston polarizing beam splitter, BD : balanced detector)

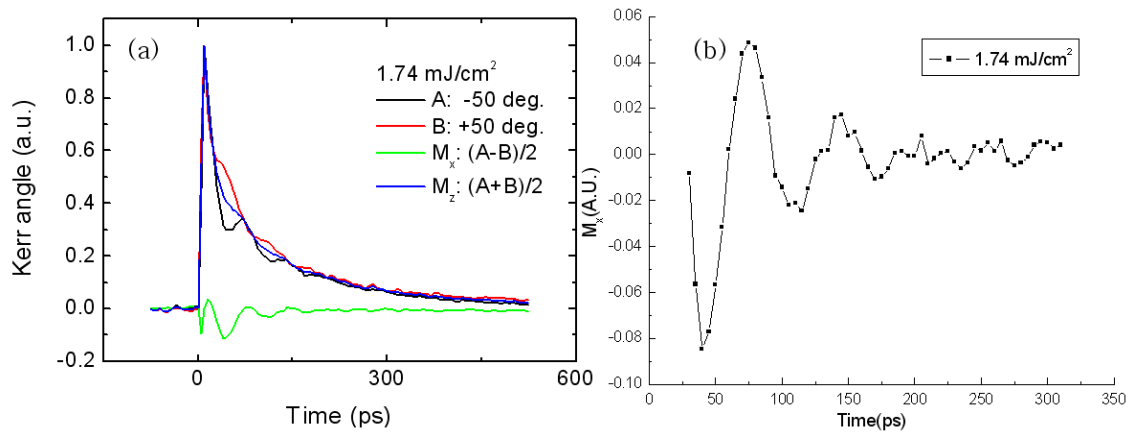


그림 2 (a) 레이저 에너지가 1.74 mJ/cm^2 일 때 각각 외부 자기장 각도에 따른 표준화 값과, 그의 합과 차. (b) 보정 후의 M_x