

시간 분해능 모크 현미경을 이용한 코발트/니켈 다층박막에서의 고유 감쇠 상수 측정

Hyonseok Song^{1*}, See-Hun Yang², Kyeong-Dong Lee¹, Jeong-Woo Sohn¹, Stuart Parkin²,
Chun-Yeol You³, Sung-Chul Shin¹

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

²IBM Research Division, Almaden Research Center, San Jose, California 95120, USA

³Department of Physics, Inha University, Namgu Incheon 402-751, Republic of Korea

스핀트로닉스 메모리가 요즘 주목 받고 있는데, 이 스핀트로닉스 메모리를 사용화 시키기 위해서는 전류 밀도가 낮아야 한다. 그런데 전류 밀도는 수직 자기 이방성 물질에서 감쇠 상수에 비례하게 된다. 본 연구실에서는 작년 하계 자기학회에서 최초로 Co/Ni 다층 박막에서 광유도 세차 운동 관찰에 관해서 발표를 한바 있다 [1]. 그 때 근사식 $\alpha \sim 1/(\omega\tau)$ [2]을 이용한 유효 감쇠 상수를 발표하였다. 이 근사식을 이용한 방법으로 외적 효과가 더해진 유효 감쇠 상수를 구하였다. 하지만 스핀트로닉스 메모리를 사용화 시키기 위해서는 정확한 고유 감쇠 상수를 아는 것이 매우 중요하기 때문에 다음과 같은 실험을 진행 하였다.

우리는 수직 자기 이방성을 가진 코발트/니켈 다층 박막에서 고유 감쇠 상수를 측정하기 위해서 외부자기장을 변화시키면서 초고속 자기 동역학을 시간 분해능을 가진 모크 현미경으로 관측하였다[3]. 외부자기장은 펄름 수직 축에서 30도 기울여서 주었으며, 외부 자기장 크기를 바꾸면서 실험을 하였다.

그 결과 외부 자기장이 커짐에 따라서 유효 감쇠 상수가 작아지는 것을 관측하였다. 이것은 외부 자기장이 커짐에 따라서 외적인 효과가 줄어드는 것으로 해석 된다. 또한 세차운동 신호에서 공명 주파수와 감쇠 시간을 구한 결과, 외부 자기장이 강하면 강해질수록 공명 주파수는 커지고, 감쇠 시간은 작아지는 경향을 보였다.

위의 구한 외부 자기장에 대한 공명 주파수와 감쇠 시간을 다음과 같은 식 $f = \frac{\gamma}{2\pi} \sqrt{H_1 H_2}$, $\frac{1}{\tau} = \gamma\alpha(H_1 + H_2)$ 에 맞추어 보았다[4]. 여기서 α 은 감쇠 상수, γ 은 자기 회전 비를 의미하며 H_1, H_2 는 $H_1 = H \cos(\theta_H - \theta) + H_{keff} \cos^2\theta$, $H_2 = H \cos(\theta_H + \theta) + H_{keff} \cos^2\theta$ 과 같다.

자기 회전비로 전자의 값을 사용한 결과 감쇠 상수의 값으로 0.015을 얻었다. 이 고유 감쇠 상수는 예전에 구한 유효 감쇠 상수 0.03에 비해서 두 배나 작은 값이다.

참고문헌

- [1] 송현석, 이경동, 손정우, 김지완, 정재우, Stuart Parkin, 신성철, “Co/Ni 다층 박막에서 광유도 세차 운동 관찰”, 한국자기학회 하계학술대회 (2010. 6. 10 – 2010. 6. 12, 호텔 인터볼고).
- [2] G. Malinowski, K. C. Kuiper, R. Lavrijsen, H. J. M. Swagten, and B. Koopmans, Appl. Phys. Lett. **94**, 102501 (2009).
- [3] Kyeong-Dong Lee, Kwang-Su Ryu, Ji-Wan Kim, Hyon-Seok Song, Jae-Woo Jeong, and Sung-Chul Shin, Phys. Rev. B **82**, 140401(R) (2010).
- [4] S. Mizukami, E. P. Sajitha, D. Watanabe, F. Wu, T. Miyazaki, H. Naganuma, M. Oogane, and Y. Ando, Appl. Phys. Lett. **96**, 152502 (2010).