

고감도 고정도 토크마그네토미터의 제작

한국과학기술원 허진*, 신재현, 신성철

FABRICATION OF HIGHLY SENSITIVE AND
ACCURATE TORQUE MAGNETOMETER

KAIST, J. Huh*, J.-H. Shin, S.-C. Shin

1. 서론

최근 자성 박막에 관한 연구가 고집적 정보 저장의 매체, 자기기록 헤드등의 응용가능성으로 인해 활발히 진행되고 있다. 자성 박막의 중요한 자기적 성질중의 하나가 자기 이방성이다. 자기 이방성을 측정하는 방법은 여러가지가 있으나, 토크마그네토미터에 의한 것이 가장 직접적이고 신뢰할만한 방법이다. 측정 원리는 시료에 외부의 자기장을 가해줄 때 생기는 토크를 시료와 자기장간의 각을 변화시키면서 준평형(quasi-static) 상태에서 측정하는 것이다. 본 연구에서는 시편에 가해지는 토크에 반대되는 토크를 가해주는 소위 null-type 토크마그네토미터를 설계 제작하였다.

2. 장치 제작

본 연구에서 제작된 토크마그네토미터는 크게 헤드, Feedback system, 자석 및 회전테이블의 3부분으로 구성되어 있다. 헤드 부분은 인칭선, 인칭선 holder, balancing coil, oil damper, calibration을 위한 무게추로 구성된다. Balancing coil(24mm×20mm)은 0.1mmφ 에나멜선을 240회 감아 제작되었고, 이 coil에 부착된 거울은 블록렌즈를 통해 모아진 빛을 dual photodiode에 집광시킨다. 인칭선 holder는 직경이 3mmφ인 황동을 100mm 길이로 잘라 그 중앙에 0.7mmφ의 구멍을 뚫어 납땀할 수 있게 했다. Oil cup은 황동으로 제작되었는데, 내부컵과 외부컵으로 이루어져 있다. 내부 컵에는 oil이 적당량 있어 balancing coil에서 나온 발이 잠긴다. 이것은 시료로부터의 토크와 feedback 회로부터의 토크가 순간적으로 불균형으로 진동하는 것을 방지하는 역할을 한다.

Feedback system에서는 balancing coil의 반사경이 회전하여 dual photodiode의 좌우 광량차가 생길 때 그 차이에 해당되는 전류를 feedback 회로에서 증폭하여 balancing coil에 공급하므로써 시편이 받는 토크와 평형을 이루게 해준다.

시편과 자장간의 각 변화를 실현키 위해 전자석을 회전시키는 방법과 시편을 회전시키는 방법이 있는데, 시편을 회전시킬 때의 불필요한 토크의 발생과 진동의 영향을 고려하여 본 연구에서는 전자석을 회전시켰다. 이를 위해 회전 테이블이 조립되었는데, 회전을 12 V 전원의 5 rpm 직류 모터를 10 : 1의 기어비로써 회전판에 연결하여 2분에 한바퀴 회전시키게 되어 있다. 회전 테이블의 회전각은 10-turn potentiometer로 측정되었다.

3. 결과 및 논의

토크마그네토미터의 교정은 순도 99.9%, 지름이 0.127mmφ, 길이 5mm의 Ni선을 사용하여 행하여졌다. 본 측정 장치의 측정 범위는 ± 50 dyne·cm이고 분해능(resolution)은 full scale의 400 ppm(0.02 dyne·cm)의 고감도를 가지고 있다. 한편, noise level은 1번 측정일 경우 0.02 dyne·cm이고 100번 측정 평균치를 취할 경우 0.002 dyne·cm이며, accuracy는 1% 이하의 고정도를 보이고 있다. Fig. 1은 본 연구에서의 제작된 토크마그네토미터로 Co/Pd 다층 박막을 측정한 토크 곡선의 한 예로서 fluctuation이 없는 아주 매끄러운 토크 곡선을 얻을 수 있음을 잘 보여주고 있다.

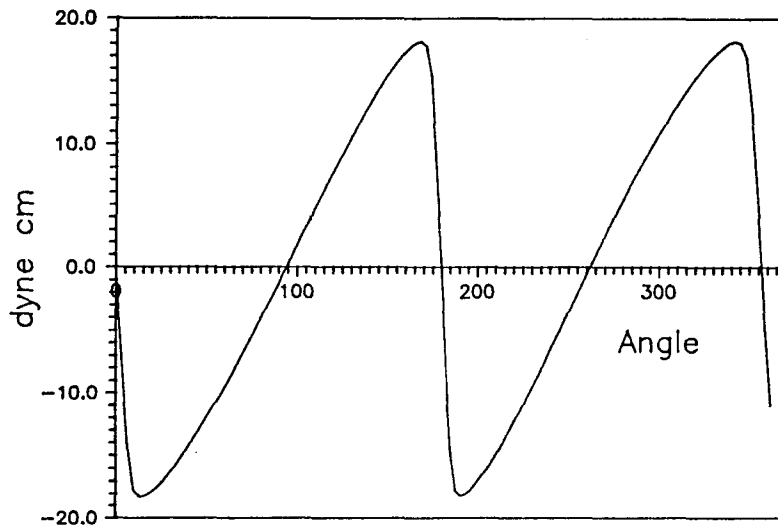


Fig. 1 A typical torque curve

4. 참고문헌

1. H. Zijlstra, Experimental Methods in Magnetism, Vol. 2, (North-Holland Publishing Co., 1987) Chap. 5.