

토크마그네토미터를 이용한 자화곡선 결정의 새로운 방법

한국과학기술원 허 진*
한국과학기술원 신 성철

A NEW METHOD TO OBTAIN THE MAGNETIZATION CURVE USING A TORQUE MAGNETOMETER

KAIST, Jeon Hur*
KAIST, Sung-Chul Shin

1. 서 론

최근 박막에 관한 연구가 고집적 기록매체, 자기 기록헤드등의 응용가능성으로 인해 활발히 진행되고 있다. 자성박막을 포함한 자성체의 잔류 및 포화 자화량과 보자력을 얻을 수 있는 자화곡선에 관한 정보는 자성물질을 이해하고 개발하는데 필수적이다. 자화곡선은 통상 VSM을 사용하여 구하고 있다. 최근 일축이방성 자성체의 포화자화량 및 보자력을 토크마그네토미터를 이용하여 측정할 수 있는 방법들[1,2]이 개발되었으나 자기이력곡선을 토크마그네토미터를 이용하여 구하는 방법은 알려지지 않았다.

본 논문에서는 null type 토크마그네토미터를 이용하여 자화곡선을 결정하는 새로운 방법을 논하고자 한다.

2. 측정 원리

자장 H안에서 일축 이방성자성체의 단위 부피당 에너지 E 와 토크 τ 는

$$E = -MH \cos(\phi - \theta) + K \sin^2 \theta, \quad (1)$$

$$\tau = -MH \sin(\phi - \theta) \quad (2)$$

이며, 여기서 H는 인가 자장의 세기, M은 자화량, K는 형상이방성을 포함한 유효이방성 에너지이고 ϕ 와 θ 는 각각 자장과 자화가 자화용이축과 이루는 각도이다. 이때 이방성 자장보다 상대적으로 낮은 자장영역에서 $\phi \ll 1$ 이면 $(\phi - \theta) \ll 1$ 이므로 식 (1)과 (2)의 전개식에서 2차 이상의 고차항을 무시하면 얻을 수 있는 다음과 같은 관계식

$$\theta \cong -H\phi / (H + H_k), \quad (3)$$

을 식(2)에 대입하면 다음과 같은 근사식

$$M \cong -\tau / (\phi H), \quad (4)$$

을 얻을 수 있다. 여기서 $H_k (= 2K/M)$ 는 이방성자장이다. 이때 진짜 자화값 M과 $-\tau / (\phi H)$ 의 차이는 다음과 같이 추산된다.

$$M + \tau / (\phi H) \cong -\tau / (\phi H_k) \quad (5)$$

따라서 본 방법에 의한 자화량 측정값의 정확도는 이방성자장의 크기에 대한 측정자장의 크기에 의존한다.

3. 실험 및 논의

측정에 사용한 시료는 Co/Pd 초격자 박막으로 모두 총 두께가 300 Å이며 Co층과 Pd층의 두께 조합이 각각 6 Å/ 9 Å, 4 Å/ 9 Å, 2 Å/ 9 Å이었는데, 시료 제작방법에 대해서는 다른 논문에서 보고되었다. [3] 자체 제작된 토크마그네토미터를 [4] 이용하여 토크를 자장의 방향의 함수로 측정하여 시편의 자화용이축 방향을 결정하였다. [5] 한 예로 자장의 방향을 90°로 고정한 후 자장의 크기를 ± 12

kOe범위에서 변화시켜가며 토크를 측정하여 얻은 토크곡선과 식(3)을 이용하여 구한 자화곡선을 Fig. 1(a)에 도식하였다. 측정결과 큰 이방성 자장을 갖는 시료일 수록 정확한 측정이 가능하였다. 한편 VSM으로 측정한 같은 시료의 자화곡선을 Fig. 1(b)에 도식하였다. 두 그림에서 보는 바와같이 두 자화곡선이 잘 일치하고 VSM을 이용한 측정보다 정밀한 측정이 가능하였음을 알 수 있다. 보자력 근처에서 기울기가 다른 이유는 본 방법의 경우 자화벡터의 회전을 무시하였기 때문이다. 이에 대한 정량적 고려는 다른 논문에서 논의될 것이다. [6]

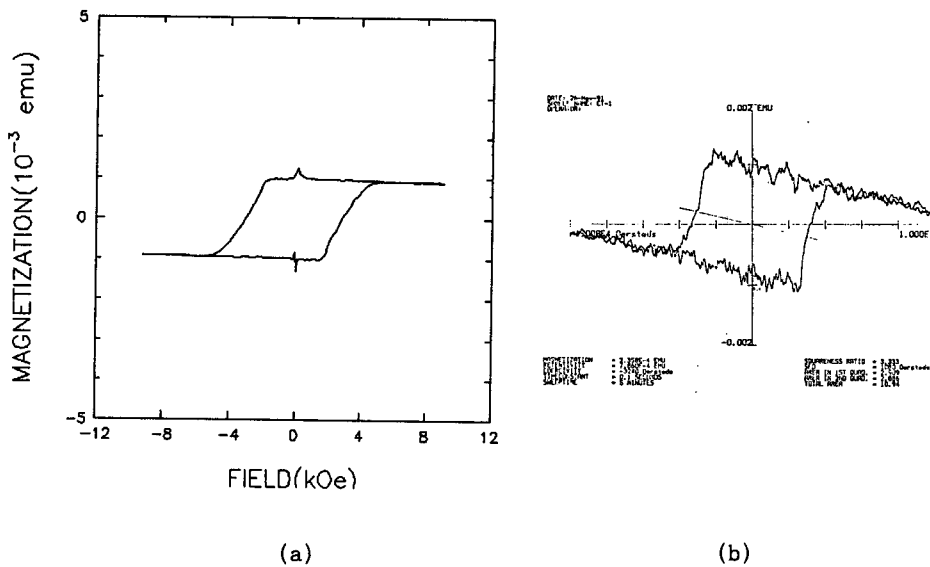


Fig. 1. Magnetization curves of a (2-Å Co/ 9-Å Pd)₂₃ multilayer obtained (a) by the presented method and (b) by a VSM.

4. 결론

본 연구에서는 토크마그네토미터를 이용하여 일축이방성 자성체의 자화곡선 구할 수 있는 새로운 방법을 개발하였는데 새로운 측정법의 정확도와 분해능은 시료의 이방성자장이 클수록 증가하였다. 한편, 이방성자장이 큰 시료의 경우 VSM에 의한 측정방법보다 정밀한 자화력 측정이 가능하였다.

5. 참고 문헌

- [1] J. Hur and S.-C. Shin, Appl. Phys. Lett., in press, (1993).
- [2] 허진, 신성철, 한국자기학회지, 2, 263, (1992).
- [3] S.-C. Shin, J.-H. Kim, and D.-H. Ahn, J. Appl. Phys. 69, 5664, (1991).
- [4] 허진, 신성철, 응용물리, 5, 363, (1992).
- [5] S.-C. Shin and C.-S. Kim, IEEE Trans. Magn., 27, 4852, (1991).
- [6] J. Hur and S.-C. Shin, To be published.