

# A11

## 토크마그네토미터를 이용한 포화자화력 측정의 새로운 방법 연구

한국과학기술원 허진\*  
한국과학기술원 신성철

### NEW METHOD OF MEASURING MAGNETIZATION BY TORQUE MAGNETOMETER

KAIST, Jeon Hur\*  
KAIST, Sung-Chul Shin

#### 1. 서론

최근 박막에 관한 연구가 고집적 기록매체, 자기 기록헤드등의 응용가능성으로 인해 활발히 진행되고 있다. 자성박막을 포함하여 자성물질에서의 자화력에 관한 정보는 자성물질의 특성을 이해하는데 필수적이다. 자성물질의 자화력 측정은 통상 VSM을 사용하여 구했으나 토크마그네토미터를 이용하여 직접 구하는 방법은 알려지지 않았다.

본 논문에서는 null type 토크마그네토미터를 이용하여 포화자화력을 직접적으로 정확하게 측정하는 새로운 방법을 논하고자 한다.

#### 2. 측정원리 및 방법

토크마그네토미터에 의한 자화량 측정을 위한 실험방법의 개략도는 Fig.1과 같다. 자기 이방성 물질의 경우 자화용이축과 자화의 사이각을  $\theta$ , 자화와 인가한 자장의 사이각을  $\alpha$ , 자화용이축과 자화의 방향은  $\beta$ 라 하면, 자장 H안에서의 에너지 E와 토크 L은

$$E = -MVH \cos \alpha + KV \sin^2 \theta \quad (1)$$

$$L = MVH \sin \alpha \quad (2)$$

이며, 여기서 H는 인가 자장의 세기, M은 포화자화량, V는 시편의 부피이고 K는 형상이방성을 포함한 이방성 에너지 상수이다. 먼저 시편을 자화용이축 방향으로 포화시킨 후 자장의 세기를 영으로 하여  $\beta$ 를  $\pi/2$ 가 되도록 정렬한다. 이런 상태에서 용이축 방향의 자화량  $M = M_s \cos \theta$ 라 가정하는 것은 자화용이축으로 일단 포화시킨 상태에서 역방향의 자장성분이 없으므로 자구의 역전이 없다면 수직방향의 자장세기가 증가함에 따라 자구의 회전만을 고려할 수 있으므로 타당하다. 이때 E와 L은

$$E = -M_s V H \sin \theta + KV \sin^2 \theta \quad (3)$$

$$L = M_s V H \cos \theta \quad (4)$$

가 되며 식(4)에서  $L/(VH) = M_s \cos \theta$ 임을 알 수 있으므로 토크 L과 자화용이축에 수직으로 인가한 자장의 세기 H에 따른 자화용이축 방향의 자화량을 직접적으로 측정할 수 있다. 측정된  $L/(VH)$ 와 H의 관계를 Fig.2에 도식하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

측정에 사용한 시편은 수직 자성을 가지고 있는 Co / Pd 초격자 박막으로 모두 총 두께가 300 Å이며 Co층과 Pd층의 두께 조합이 각각 2 Å / 9 Å, 4 Å / 9 Å, 6 Å / 9 Å이다. Table I.은 토크마그네토미터를 이용한 본 논문의 새로운 방법과 기존의 VSM으로 측정된 포화자화량의 값을 비교한 것으로 측정된 결과는 3% 이내에서 일치하였다.

Sample ID	Saturated magnetization( $10^{-4}$ emu)	
	Torque magnetometer	VSM
2 Å-Co/9 Å-Pd	2.29	2.38
4 Å-Co/9 Å-Pd	3.38	3.41
6 Å-Co/9 Å-Pd	2.94	2.95

Table I. Comparison of saturated magnetization measured by a new method and VSM.

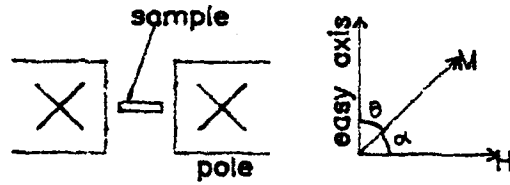


Fig.1. A configuration of measuring magnetization using torque magnetometer.

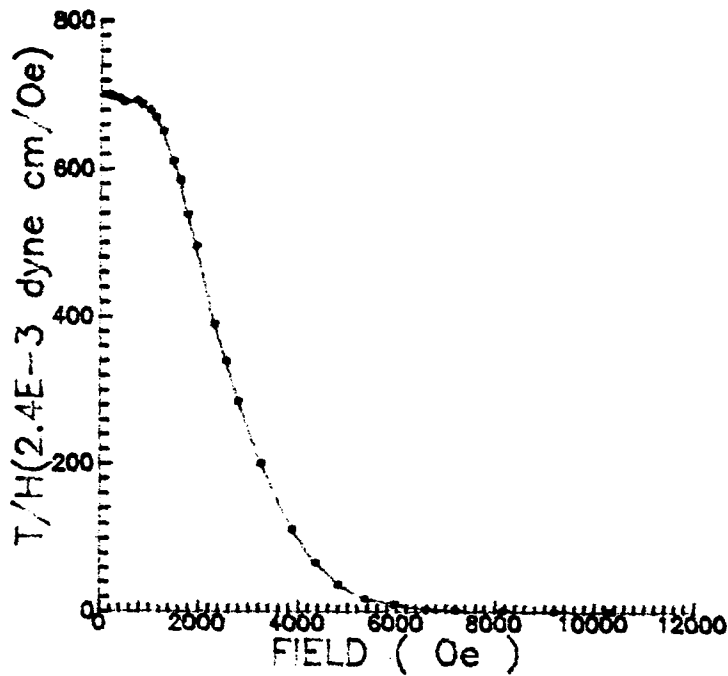


Fig.2. A typical magnetization curve of 4 Å-Co/9 Å-Pd.

#### 4. 결론

토크마그네토미터를 이용한 포화자화력 측정에 있어서, 본 연구의 새로운 방법은 이방성이 있는 모든 자성체에 적용될 수 있으며 자기이방성이 없는 물질의 경우 인위적으로 시편을 선형이나 판형으로 제작하여 측정가능함을 알 수 있었다. 또한 본 연구에 사용된 토크마그네토미터의 고감도로 인하여 기존의 VSM에 의한 측정 방법보다 정밀한 포화자화력 측정이 가능하였다.