

# A 10

## 자성체 기초특성의 새측정법 연구

전북대학교 물리학과 김인수\*, 신용득, 이연숙, 이영희, 이용호

### A New Measurement System for Basic Properties of Magnetic Materials

Department of Physics, Jeonbuk National University

I.S.Kim, Y.D.Shin, Y.S.Lee, Y.H.Lee, Y.H.Lee

#### 1. 서 론

자성재료의 중요한 기초특성중 포화자화, 투자율, 보자력 등은 일반적으로 진동시료형 자력계(VSM)와 Faraday의 천칭법등으로 측정하고 있으나 장치가 복잡하고 진동에 약하며 매우 고가이고 side force에 대한 난점이 있다. 이 논문에서는 매우 간편하고 경제적이면서 고감도인 압전 토오크 센서를 사용한 고감도 자력계를 제작하여 자화 이력곡선을 측정 한 실험결과를 기술하고자 한다.

#### 2. 실험 원리 및 방법

본 실험의 측정원리는 그림 1과 같다. 구 또는 원판 시료 S는 전자석 M에 의한 균일 자기장 H에 의하여 자화되어 자화량 I를 갖는다. H에 수직하게 놓은 작은 Helmholtz coil F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>에 교류전류를 흘려 미소 교류자기장 Ha를 시료에 인가한다. I와 Ha에 의하여 시료에는 토오크  $\tau$ 가 발생하며

$$\tau = - (I \times Ha) v \quad (1)$$

인 관계가 성립한다. 여기서 v는 시료의 부피이다. 이  $\tau$ 을 압전소자를 이용한 토오크 센서로 측정하면 (1)식에 의하여 I를 구할수 있다. 감도를 높이기 위하여 교류자기장의 주파수는 압전센서의 공진주파수와 일치시킨다. 그림 2는 본 장치의 전체구성의 개략도이다. 발전기 TG에서 발생한 삼각파는 직류증폭기 AC에서 전류증폭되어 시료 자화용 전자석 M의 자화코일 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>에 공급되어 자기장 H를 시료 S에 인가하여 시료를 자화한다. 정현파 발전기 SG에서 발생한 교류신호는 증폭기 AF로 전류증폭 되어 Helmholtz coil F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>에 공급되어 자화방향에 수직한 교류자기장 Ha를 시료에 인가하여 시료에 토오크  $\tau$ 를 발생하게한다. 토오크  $\tau$ 는 연결봉 T에 의하여 압전소자 P에 전달되어 전기 신호로 변환되어 전치증폭기 PR에 입력되며 다시 동조증폭기 TA에 의하여 협대역증폭되고, 검파기 PD에 의하여 위상검파되어 양극성(bipolar)의 직류전압으로 변환되어 저역통과 여파기 LF에 의하여 고주파 교류성분을 제거한 후에 출력단자 MO로 출력되어 오실로스코프와 X-Y기록계의 Y축에 기록된다. 시료 S 옆에 놓인 Hall 소자에 의하여 측정된 자기장 H의 신호는 가우스미터 GM로 검출되고 그 출력은 단자 HO로 출력되어 오실로스코프와 X-Y 기록계의 X축에 기록되어 자화곡선이 얻어진다.

### 3. 실험결과 및 고찰

시료는 특성이 공표된 Metglas 2605CO, 2605SC, 2605S2, 2826MB를 선정하여, 시판된 폭 25mm의 리본에서 직경 약 2.8mm의 원판으로 성형하였다. 시료지지봉 T와 시료사이의 연결은 인천동판의 탄력을 이용하였다. 자화이력곡선의 1주기 소인시간을 60초로 했을때의 각시료의 측정결과는 그림3과 같다. 이때 압전센서의 공진주파수는 405Hz 였다. XY 기록계에 나타난 이력곡선의 출력전압의 peak to peak 값을  $V_{pp}$ 라 하면 (1)식에 의하여 다음식이 성립된다.

$$V_{pp} = k''\tau = k'IsHav = k Isv \quad (2)$$

여기서  $k''$ ,  $k'$ ,  $k$ 는 각각 장치상수이며  $Is$ 와  $v$ 가 기저인 시료에 의하여  $k$ 를 구할수 있다. 실험결과를 종합하여 표1를 얻었다.

Table 1. Published experimental data and our measured values for the samples.

sample	Published		measured					
	density g/c.c	$4\pi Is$ Gauss	mass mg	volume $10^{-4}$ c.c	$V_{pp}$ mm	$k$ mm/G.	$k_{meas}$ mm/G.	$\Delta k/k$ %
2605CO	7.56	16500	1.41	1.87	44	14.3	14.9	-4.2
2605S2	7.32	15000	1.04	1.42	33	15.5	-	+4.2
2605SC	7.18	15400	1.51	2.10	48	14.8	-	-0.7
2826MB	8.02	8300	1.49	1.86	23	14.9	-	0

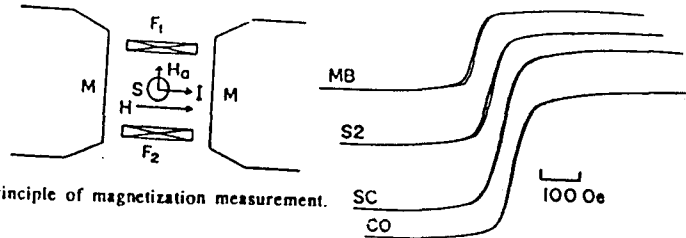


Fig.1 The principle of magnetization measurement.

Fig.3 Some examples of hysteresis curve.

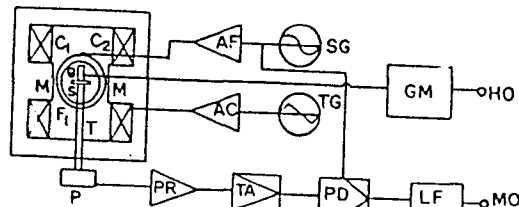


Fig.2 Block diagram.