

짧은 시간, 작은 부피에서의 자성측정

전북대학교 물리학과

이용호

Magnetic Characteristics Measurement in small volume and short time

Jeonbuk National University Yong-Ho Lee,

실험실 규모의 크기가 작은 새 자성재료의 기초특성연구에 적합한 측정장치는 고감도 및 고정밀 가공이 필요한 반면 부피나 물질량이 크게 감소하여 매우 경제적인 이점이 생긴다. 특히 1톤을 상회하는 전자석의 경우, 냉각 및 수 kW 전력소모등의 문제가 해결되어 탁상용의 작은 전자석으로 손쉬운 측정이 가능하여진다. 자냉식의 소형전자석의 발열의 문제는 측정시간을 ms 수준으로 단축시키면 해결되고 이것 역시 에너지 절감에 크게 기여하여 장치의 소형 경량화에 가일층 기여하나, digitizer와 memory 등의 electronics 기술이 필요하게 된다. 그리고 순간측정은 정상상태 측정에서 얻을 수 없는 새 정보가 얻어진다. 구체적인 보기를 열거한다.

1. 자성체의 루자울 여효(DA) 연구

DA는 180° 자벽내의 원자가 자유에너지가 최소가 되게 넓게 분포된 완화 시간을 갖고 재배치되는 현상이므로 지속적인 측정전류로서는 180° 자벽의 이동이 연속되어 고유의 DA를 관측할 수 없다. 펄스측정법의 창안으로 이 문제가 해결되고 동시에 180° 자벽의 두께가 측정되었다.[1-5]

2. 펄스전자석에 의한 기초자성 측정

- (1) pole 간격 25mm, 무게 6kg의 소형 철심 전자석에 의하여 최대 170W의 전력으로 400mT의 자장을 발생시켜 박막 및 박대시료의 자왜, 이방성, 자기이력곡선등이 모두 측정되었다. 특히 온도변화가 최대의 난점이 되는 자왜측정의 경우, 소형전자석의 이점으로서 2-4초간만 회전시키면서 측정하는 시간만 전자석에 전류를 흘리는 방법을 써서, 발열과 전력소모의 격감에 의한 온도 drift 문제의 거의 완벽한 해결, 및 전원장치의 소형경량 경제화등 막대한 이점이 생긴다. 400mT 이상에서 1.5T 정도까지는 1000J 정도의 전기에너지의 축전기 방전 방법으로 50Hz의 감쇄진동자장을 얻어 상기 측정을 매우 쉽고 경제적으로 할 수 있다. [6-8]
- (2) 공심 solenoid와 Helmholtz coil에 의하여 $1\text{cm}\phi\times 1\text{cm}$ 정도의 공간에 4000J의 전기 에너지를 축전기 방전으로 10T, 10ms의 펄스자장을 발생시키면, 고보자력의 Nd계 자석의 BH 곡선과 경자성 박막의 수직이방성의 직접 측정등이 용이하게 얻어지고, Faraday 효과, Kerr 효과등도 향상된 감도로 측정이 가능하여 진다.

3. 전기용량법과 압전소자에 의한 자성측정

두 방법 모두 10A 정도의 미소거리 분해능이 자작 장치로 쉽게 얻어진다. 이들은 탄성영역내에서 사용하면 힙 또는 가속도 센서로 매우 고감도이며, 특히 용량법은 고정밀도의 교정이 가능하다. 이것과 소형전자석 또는 펄스전자석과 결합시켜서 BH 곡선, 자왜, 이방성(수직 및 수평)이 모두 측정해진다. 특히 박막의 자왜측정에는 전기용량법이 매우 적합하다. 그것은 기관의 영율과 ΔE 효과까지도 한개의 장치로 측정할수 있는 방법이 고안되었기 때문이다.[9~16]

참 고 문 헌

1. "Disaccommodation in Amorphous Ferromagnets Measured with Pulse Method", IEEE Trans. Magn. MAG-12, pp.2131~3 (1987)
2. "비정질 강자성 합금의 180° 자벽의 특성", 새물리 25, pp.506~513 (1985)
3. "FeCuNbSiB 합금의 투자율 여효", 한국자기학회지 2, pp.216~221 (1992)
4. "비정질 FeCoCrSiB 합금의 연자기특성", 응용물리 1, pp.137~142 (1988)
5. "Magnetic aftereffect in nanocrystalline FeZrBCu alloy", J. Appl. Phys. 73, pp.6594~6 (1993)
6. "A New Measurement System for Magnetic Anisotropy with Pulsed Rotation Field" IEEE, Trans. MAG-26, pp.2055~7 (1990)
7. "펄스 강자장 발생연구", 응용물리, 5, pp.438~441 (1991)
8. "펄스 전자석에 의한 자기이력 곡선 측정기", 한국자기학회지, 3, pp.121~124 (1993)
9. "TRA 부리지를 이용한 자기변형 측정장치", 응용물리 2, pp.437~443 (1989)
10. "전자기 유도법 자기이방성 측정장치", 응용물리 4, pp.16~23 (1991)
11. "전기용량법 자기이방성 측정장치", 한국자기학회지, pp.30~35 (1991)
12. "전기용량법에 의한 박막의 자기변형 측정", 응용물리 6, pp.287~289 (1993)
13. "공진법에 의한 박막 및 기관의 영율 측정", 응용물리 6, pp.290~293 (1993)
14. "Measurement of Young's moduli for film and substrate by the mechanical resonance method", J. Appl. Phys. 75(10). in press (1994)
15. "Observation of Thin Film Magnetostriction using a Piezoelectric Sensor", IEEE Trans. MAG-29, pp.3025~7 (1993)
16. "DC biased Capacitance Method for Measuring Thin Film Magnetostriction and ΔE Effect" to be presented in The 6th Joint MMM-Intermag Conference on June 20, 1994 at Albuquerque USA.