

펄스자기장을 이용한 자성측정

한국표준과학연구원 김윤배*, 김형태, 이상화, 손장석
RRC Kurchatov Institute, Moscow G.A. Kapustin

Magnetic properties measurement in pulse magnetic fields

KRISS Y.B.Kim, H.T. Kim, S.H. Lee, J.A. Son
RRC Kurchatov Institute, Moscow G.A. Kapustin

1. 서론

솔레노이드에 펄스전류를 인가하여 생성시키는 펄스자기장 생성법은 고자장 생성이 용이하여 기존의 전자석으로는 측정이 부정확한 고보자력 희토류 영구자석의 자성평가에 새롭게 사용될 전망이다. 그러나, 펄스자기측정기술은 dB/dt 가 크고 빠른 시간에 대전류가 흐르므로 전기적 및 기계적 잡음이 심하고, 따라서, 정밀측정에 어려움이 있다. 본 연구실에서는 3축-보상기술[1]을 이용하여 5×10^{-4} emu 의 고감도 펄스마그네토미터를 완성하였으며[2,3], 이를 이용하여 고보자력 영구자석, 연자성재료, 상자성 및 반자성 재료들의 자기특성을 측정하였다. 본 논문에서는 펄스자기측정기술에 관하여 논하고자 한다.

2. 펄스마그네토미터 구성

펄스마그네토미터 시스템은 펄스자기장 생성부(커패시터뱅크와 솔레노이드), 신호측정부(픽업코일, compensator 및 analog integrator) 및 측정된 신호로부터 자기장 및 자기모멘트를 계산하기 위한 컴퓨터 등 3부분으로 구성하였다. 펄스자기장은 커패시터 뱅크(3 kV, 4 mF) 에 충전한 전기 에너지를 내경 25 mm ϕ 의 수냉식 솔레노이드에 방전하므로써 반주기가 5.1 ms 인 감쇄진동형이 되도록 생성하였다. 생성된 펄스자기장의 최대 강도는 10 T 이었으며 솔레노이드 중심에서 ± 5 mm 영역에서 1 % 이하의 균일도를 유지하였다. 자기모멘트 측정을 위한 m-coil은 직경 0.03 mm ϕ 의 에나멜선을 930회 감아 제작하였으며, 펄스자기장의 정밀 보상이 가능하도록 3축-보상코일을 제작하여 m-coil과 반직렬로 연결하였다. 제작한 m-coil 은 내경 및 길이가 각각 4 mm ϕ 및 5 mm 이었으며 측정시험편은 외경 유리튜브의 끝에 접착한 후 m-coil의 중심부에 위치하도록 조정하여 사용하였다. m-coil 및 H-coil 에 유기된 전압을 analog integrator를 통하여 적분하고 그 출력신호를 digital oscilloscope에 기록하였다. 이렇게하여 측정된 신호를 컴퓨터로 이송한 후 인가자기장에 대한 자기모멘트의 변화를 산출하였다.

3. 측정결과

그림 1 및 그림 2는 펄스마그네토미터를 이용하여 각각 Ni 및 비정질 시험편을 측정한 것으로 80 kOe 이상의 인가자장하에서도 정밀측정이 이루어짐을 볼 수 있다. 펄스마그네토미터의 측정감도, digital integration 방식과의 차이, 희토류 영구자석, 반자성물질 등의 측정결과를 소개하고자 한다.

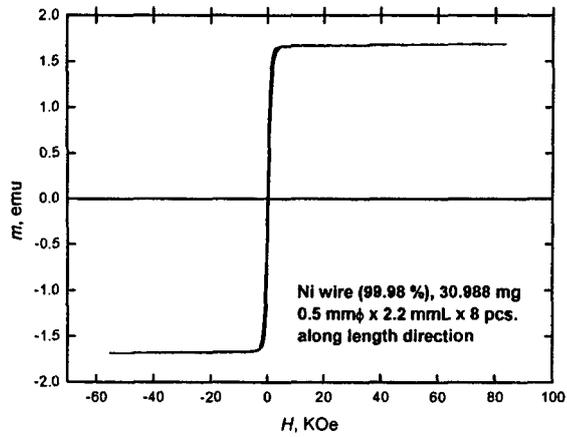


Fig.1 Magnetic moment of pure Ni measured by pulsed field magnetometer.

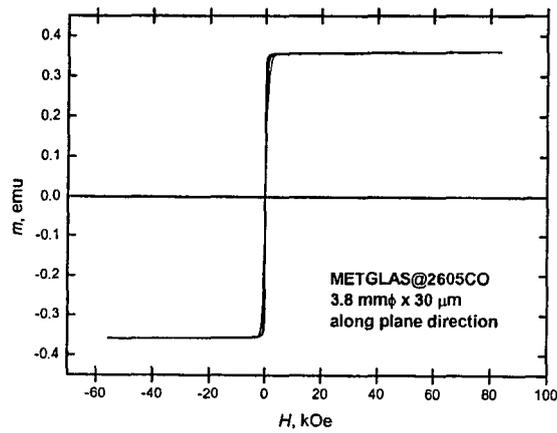


Fig.2 Magnetic moment of METGLAS@2605CO measured by pulsed field magnetometer

4. 참고문헌

- [1] G.A. Kapustin, Rev. Sci. Instrum. 70 (1999) 82.
- [2] G.A. Kapustin, Y.B. Kim, H.T. Kim, S.H. Cho, Rev. Sci. Instrum. 74(1) (2003) 147.
- [3] Yoonbae Kim, Hyungtae Kim, Sungho Cho, G.A. Kapustin, J. Appl. Phys. (2003) in printing