

Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ 급속응고합금의 저온 자기이력특성

한국표준과학연구원 김윤배, 박우식, 김희태, 조용수, 김창석
고려대학교 물리과 박만장

Low Temperature Hysteresis of Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ Melt-Spun Alloy

KRISS Y.B.Kim, W.S.Park, H.T.Kim, Y.S.Cho, and C.S.Kim
Korea University M.J.Park

1. 서 론

Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ 은 spin reorientation temperature (SRT) 이상에서는 tetragonal c 축을 자화용이축으로 하는 일축결정자기이방성을 나타내나 SRT 이하에서는 cone anisotropy 를 나타낸다[1,2]. 따라서, SRT 를 전후하여 각각 다른 기구에 의하여 자화가 진행될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 미립자자석 연구에 있어 이상적 실험 대상이 되고 있는 NdFeB 급속응고합금을 제작하여 저온 자기이력현상을 관측하고 단자구입자 이론에 의한 계산을 통하여 자화기구를 규명하고자 하였다.

2. 실험 방법

급속응고기술로 제작한 비정질 Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ 합금을 950 K 에서 10 분간, 1 x 10⁻⁴ Torr 의 진공 분위기에서 열처리하여 결정립 크기가 100-200 nm 인 등방성 미세결정립 합금을 제작하였다. 자기특성 측정을 위하여 이 합금을 5 mm^l x 6 mm^w x 30 μm^t 의 크기로 배열한 후 탈자된 상태 혹은 펄스자석을 이용하여 9 T 로 착자시킨 상태에서 4.2 K 로 냉각시킨 다음 초전도 진동시편마그네토미터 (Janis, 450/150A) 를 이용하여 최대인가자장 ±4 MA/m (50 kOe) 하에서 자기이력특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

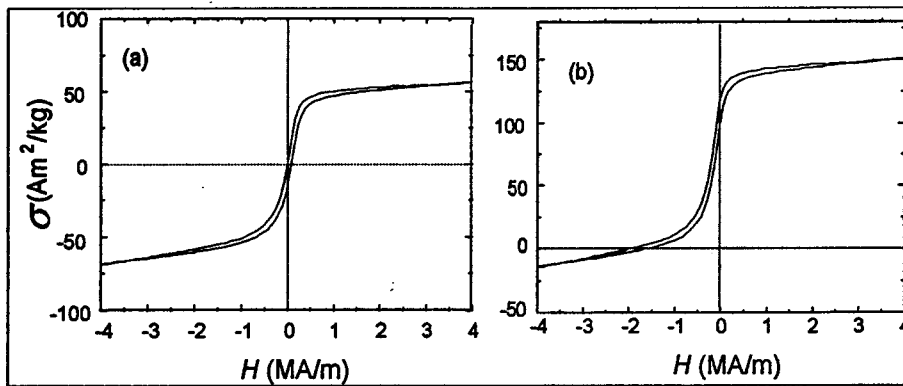
SRT 이하에서 Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ 미세결정합금의 자기특성을 측정한 결과 H_c = 35 kA/m (0.44 kOe) 의 좁은 자기이력특성을 보이고, 포화 부근에서 da/dH 가 H 의 방향에 따라 다름을 관측하였다. 동일 시편을 착자 후 측정한 경우 자기이력곡선의 모양에는 변화가 없으나 곡선이 H 및 σ 방향으로 이동하여 원점을 중심으로 비대칭인 특성을 보였다 (그림 1).

SRT 이하에서의 자기이력특성은 Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ 이 자기에너지를 최소화 하도록 easy cone 상에서 비가역적으로 용이축을 바꾸는 모델로 설명이 가능하며, 상호작용을 하지 않는 단자구입자가 무질서하게 분포한 경우를 가정하여 계산한 결과 실험결과를 만족스럽게 설명할 수 있었다.

SRT 이상인 150 K 에서 $\text{Nd}_{13}\text{Fe}_{77}\text{B}_{10}$ 미세결정합금은 제 2 상한에 step 을 갖는 자기이력현상을 보였고, 250 K 에서는 $H_c = 2400 \text{ kA/m}$ (30 kOe) 의 정상적인 이력현상을 나타내었다. Tetrgonal c 축을 용이축으로 하는 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 단자구 미립자자석의 자기이력곡선에 대한 계산 결과 150 K 및 250 K 에서의 자기이력현상에 대한 정성적 설명이 가능하였다.

4. 참고문헌

- [1] D.Givord, H.S.Li, and R.Perrier de la Bathie, Solid State Commun., 51, 857 (1984).
- [2] S.Hirosawa, Y.Matsuura, H.Yamamoto, S.Fujimura, and M.Sagawa, J. Appl. Phys., 59, 873 (1988).



F ig. 1 Hysteresis of $\text{Nd}_{13}\text{Fe}_{77}\text{B}_{10}$ melt-spun alloy cooled down to 4.2 K at demagnetized state (a) and remanent state (b).