

나노결정형 (Nd, Dy)FeCoB 영구자석의 열자기특성

TESLA Electronics Co., Ltd 김형태*, 손장석, 박성욱, 장인희
 KRISS 전주원, 김학신, G.A. Kapustine, 김윤배
 National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan Kato Seiichi, G. Kido

Thermal Magnetic Properties of Nanocrystalline (Nd, Dy)FeCoB Magnets

TESLA Electronics Co., Ltd H.T. Kim*, J.S. Shon, S.U. Park, I.H. Jang
 KRISS J.W. Jeon, H.S. Kim, Y.B. Kim, G.A. Kapustine
 National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan Kato Seiichi, G. Kido

1. 서론

급냉응고법으로 제조한 리본형태의 NdFeB 합금은 수십 nm 크기의 결정립으로 구성되어 있다. 분쇄과정을 거친 후 분쇄 자석 및 열간가공자석의 원료분말로 이용된다 [1]. 최근에 이러한 분말에 압력을 가하면서 DC 전류를 흘려주는 통전가압(current-applied pressure-assisted, CAPA)공정에 의하여 치밀화된 자석을 얻을 수 있는 방법이 개발되었다 [2]. CAPA 공정으로 제조된 등방성 및 이방성 NdFeB 자석은 나노결정립으로 구성되어 있으므로 보자력이 높고 열적안정성이 우수하다. 본 실험에서는 급냉응고된 (Nd, Dy)FeCoB 분말로부터 통전가압으로 제조된 등방성 및 이방성 자석의 자기특성 및 열적안정성에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 초기분말은 급냉응고법으로 제조된 (Nd, Dy)FeCoB 분말이다. 그라파이트 몰드에 초기분말 20 g을 장입한 후 그라파이트 펀치를 통하여 전류를 흘려주면서, 동시에 압력을 가한다. 분말의 수축이 완전히 끝난 후 전류 공급을 차단하고, 이 후 냉각과정을 거쳐 직경이 20 mm 이고 두께가 8 mm 인 실린더 모양의 등방성 자석을 제조하였다. 이와 같이 제조된 시편을 그라파이트 펀치사이에 위치시킨 후 전류와 압력을 동시에 인가하여 변형율(TR)이 70 % 로 가공된 이방성 자석을 제조하였다. 변형율은 $(l_0 - l)/l_0$ 로 정의되며, l_0 및 l 은 각각 변형전 과 변형후의 t 이다. 등방성 자석은 8 mm(ϕ) × 8 mm(l), 이방성 자석은 8 mm(ϕ) × 2 mm(l) 크기로 가공한 후 펄스마그네토미터를 이용하여 50 ~ 250 °C 범위에서 열자기이력곡선을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

FESEM으로 관찰한 등방성 자석의 미세조직상에는 50 nm 크기의 결정립들이 무질서한(non-aligned) 상태로 분포하고 있으며, 이러한 결정립의 크기는 원료분말의 결정립 크기와 거의 유사하다. 따라서 분말로부터 벌크상태의 등방성 자석이 제조되는 과정에서의 결정립 성장이 일어나지 않았음을 알 수 있다. 이방성 자석은 단축이 50-100 nm, 장축이 500-700 nm 인 판상형 결정립의 c 축이 프레스 가압방향으로 정렬되어있는 집합조직(texture)을 형성하고 있다.

그림 1은 등방성 자석의 온도변화에 따른 자기이력곡선을 측정한 것이다. 상온에서의 자기적 특성은 $B_r = 25.1$ kOe, $iH_c = 7.63$ kG, $BH_{max} = 12.6$ MGOe 이다. 50 ~ 250 °C 범위에서 잔류자화에 대한 온도계수 변화는 $-0.058 \sim -0.013$ %/°C, 보자력에 대한 온도계수는 $-0.53 \sim -0.41$ %/°C 이다.

그림 2는 이방성 자석의 온도변화에 따른 자기이력곡선을 측정한 것이다. 상온에서의 자기적 특성은 $B_r = 17.9$ kOe, $iH_c = 13$ kG, $BH_{max} = 40$ MGOe 이다. 50 ~ 250 °C 범위에서 잔류자화에 대한 온도계수 변화는 $-0.061 \sim -0.124$ %/°C, 보자력에 대한 온도계수는 $-0.57 \sim -0.41$ %/°C 이다.

참고문헌

[1] R.W. Lee, Appl. Phys. Lett. 46, 790(1985).

[2] H.T. Kim, Y.B. Kim and H.S. Kim, J. Magn. Magn. Mater, 224, 173(2001)

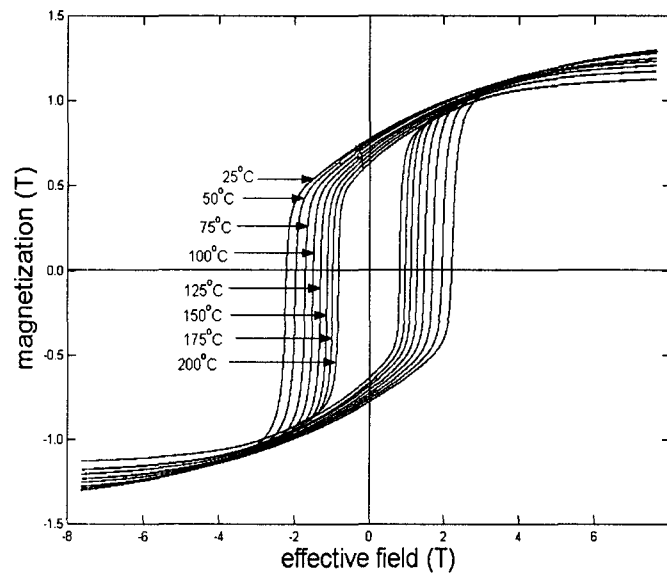


Fig. 1 The magnetic hysteresis graphs of the isotropic NdFeB magnet obtained by CAPA process.

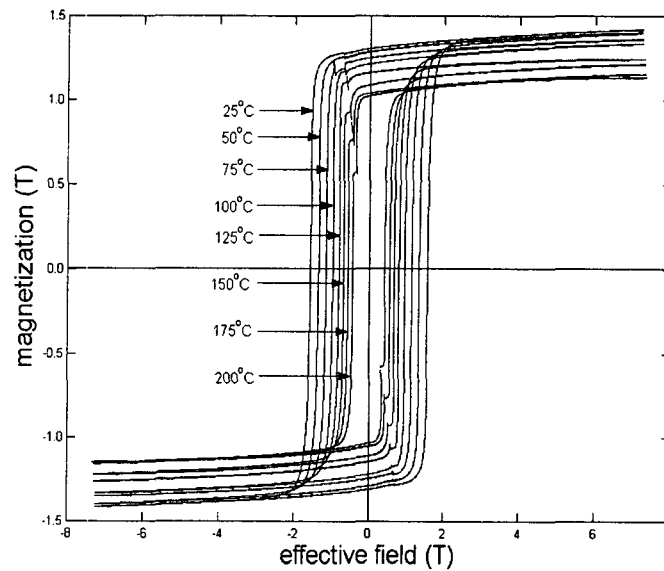


Fig. 2 The magnetic hysteresis graphs of the anisotropic NdFeB magnet obtained by CAPA process.