

Pr₂Fe₁₄B 의 결정자기이방성

충남대학교 김만중*, 김희태, 김택기
한국표준과학연구원 김윤배, 김창석
吉林大 金漢民

Magnetocrystalline anisotropy of Pr₂Fe₁₄B

Chungnam National University M.J. Kim, H.T. Kim, and T.K. Kim
KRISS Y.B. Kim and C.S. Kim
Jilin University Jin Han-min

1. 서론

Pr₂Fe₁₄B 은 희토류-3d천이금속계 금속간화합물로서 큰 일축결정자기이방성을 갖고 있으며 고보자력, 고에너지 영구자석에 응용되고 있다.[1],[2] 본 연구에서는 Pr₂Fe₁₄B 을 제조하고, 온도를 변화시켜 자화곡선을 측정하고 이론적 계산결과와 비교함으로써 자기이방성상수(K₁, K₂) 를 구하였다.

2. 실험방법

아크로를 이용하여 Ar가스 분위기 중에서 Pr₂Fe₁₄B 합금을 제조한 후, 950 °C에서 3 일동안 균질화 처리하였다. 이 합금을 45 μm 이하로 분쇄하여 1.5 T 의 자장중에서 정렬한 후 파라핀으로 응고시켰다. 자장중에서 정렬시킨 분말을 초전도 진동시편마그네토미터(Janis, 450/150A) 로 최대인가자장 ± 70 kOe 하에서 4.2 K 부터 280 K 까지 온도를 변화시키면서 자장중 정렬방향 및 수직방향의 자화곡선을 측정하였다. 이렇게 측정된 수평-수직 자화곡선상의 자화값을 자화회전에 의한 계산결과와 비교하여 일치시키는 방법으로 결정자기이방성상수(K₁, K₂) 를 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

자화과정에서 자화회전에 의해서 진행되는 경우, 인가자장에 대한 자기에너지의 변화는 식(1) 과 같이 결정 자기이방성에너지와 정자기에너지의 합으로 나타낼수있다.

$$E_i = K_1 \sin^2 \theta + K_2 \sin^4 \theta - M_s H \cos(\theta_0 - \theta) \quad (1)$$

여기에서 K₁, K₂ 는 각각 제 1 차 및 제 2 차 결정자기이방성 상수이고, θ 는 자발자화 M_s 와 자화용이축이 이루는 각도이며, θ_0 는 인가자장 H 와 자화용이축이 이루는 각도이다.

그림 1. 은 자장중 정렬방향에 수평(●) 및 수직(▲) 방향으로 측정된 Pr₂Fe₁₄B 의 자화곡선으로 4.2 K 및 280 K 의 경우를 나타낸 것이다. 여기에서 실선은 자장중에서 정렬한 입자가 가우스분포를 이룬다고 가정하고 식(1)을 이용하여 계산한 결과이다. 이때 포화자화(M_s)는 포화접근점을 이용하여 M을 1/H로 외삽하여 구하였으며 가우스분포함수에서 고려되는 입자의 정렬도는 수직-수평잔류자화비(J_{r⊥}/J_{r||}) 를 이용하여 결정하였다.

그림 2. 는 그림 1. 과 같은 방법을 이용하여 구한 Pr₂Fe₁₄B 의 결정자기이방성상수를 나타낸 것으로 온도

가 증가함에 따라 $\Delta K_1 = -5.83 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3/\text{K}$, $\Delta K_2 = -3.5 \times 10^5 \text{ erg/cm}^3/\text{K}$ 로 직선적인 감소음 보임을 알 수 있다.

4. 참고 문헌

- [1] Yamaguchi, H., M. Yamada, Y. Yamaguchi and H. Yamamoto, J. Magn. & Magn. Mater. 49, 210 (1985)
- [2] Hirose, S., Y. Matsuura, H. Yamamoto, S. Fujimura, M. Sagawa and H. Yamaguchi, J. Appl. Phys. 59, 873 (1986)

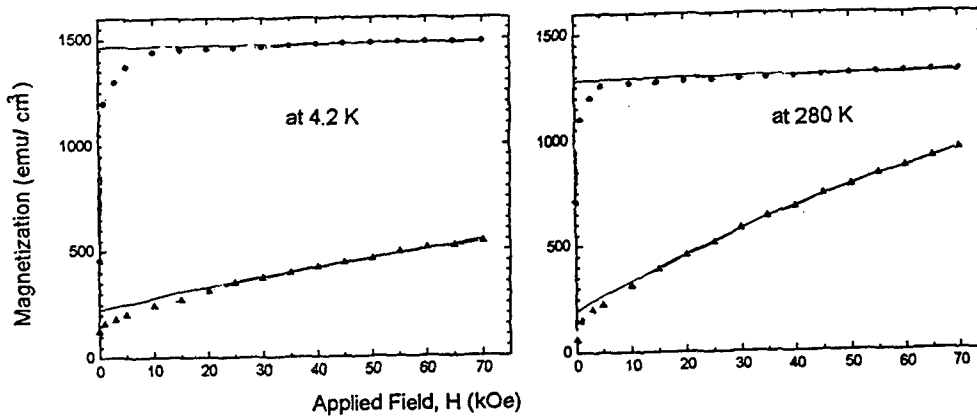


Fig. 1 Magnetization curve of magnetically aligned $\text{Pr}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ measured parallel(●) and perpendicular(▲) to the alignment direction at 4.2 K and 280 K. The solid lines are calculated results based on the fitting method

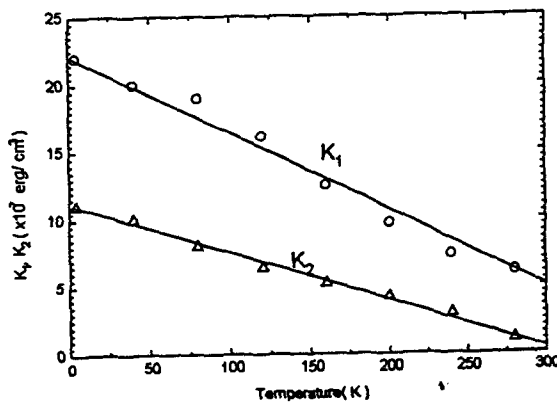


Fig. 2. Temperature dependence of magnetocrystalline anisotropy constants of $\text{Pr}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$