

## (Nd<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B(x=0.25, 0.5, 0.75)합금의 자기이방성 및 스핀재배열현상

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

### Magnetocrystalline anisotropy and spin reorientation of (Nd<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B(x=0.25, 0.5, 0.75)

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

#### 1. 서론

상온에서 일축결정자기이방성을 보이는 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B은 135 K 이하에서 자화용이축이 c-축을 벗어나는 스핀재배열(spin reorientation)현상을 보인다[1]. Nd와 Pr의 양을 변화시켜 제조한(Nd<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B(x=0.25, 0.5, 0.75)합금의 다결정분말을 이용하여[2,3] 저온에서의 자화곡선을 측정한후 스핀재배열온도, 스핀재배열각, 자기이방성상수등을 조사하였다.

#### 2. 실험방법

아크로에서 제작된 (Nd<sub>1-x</sub>Pr<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B(x=0.25, 0.5, 0.75)합금을 분쇄후 입도선별한 다결정분말을 자장중 정렬하여 파라핀으로 성형하였다. 이 시료를 초전도진동시편마그네토미터를 이용하여 자장중 정렬방향 및 수직방향으로 자화곡선을 측정하였다. 스핀재배열온도는 100 Oe 이하의 약자장에서 온도를 변화시키면서 자화곡선을 측정하여 결정하였다. 스핀재배열각은 식(1)을 이용하여 결정하였으며 자기이방성상수는 fitting법을 이용하여 결정하였다.

#### 스핀재배열각결정법

$$\frac{M_z(\perp)}{M_z(\parallel)} = \frac{\int_{\varphi=0}^{\pi/4} \int_{\varphi_c=0}^{\pi/2} \int_{\theta_c=0}^{\pi/2} \left[ \sin \theta \cos \varphi \frac{1 - \sin^2 \theta_c \cos^2 \varphi_c}{\sin[\cos^{-1}(\sin \theta_c \cos \varphi_c)]} + \cos \theta \sin \theta_c \cos \varphi_c \right] \sin \theta_c \exp\left(-\frac{\theta_c^2}{2\theta_0^2}\right) d\varphi d\varphi_c d\theta_c}{\int_{\varphi=0}^{\pi/4} \int_{\varphi_c=0}^{\pi/2} \int_{\theta_c=0}^{\pi/2} [\sin \theta \cos \varphi \sin \theta_c + \cos \theta \cos \theta_c] \sin \theta_c \exp\left(-\frac{\theta_c^2}{2\theta_0^2}\right) d\varphi d\varphi_c d\theta_c} \quad (1)$$

### 3. 결과 및 고찰

$(\text{Nd}_{1-x}\text{Pr}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  ( $x=0.25, 0.5, 0.75$ )의 스핀재배열온도는 Pr함량의 증가에 따라 105 K에서 34 K로 낮아진다[Fig. 1]. Fig. 2는 온도에 따른 스핀재배열각 변화를 나타낸 것이다.  $(\text{Nd}_{1-x}\text{Pr}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  ( $x=0.25, 0.5, 0.75$ )의 스핀재배열각은 온도가 감소함에 따라 증가하여 4.2 K에서 각각  $23.4^\circ$ ,  $18.7^\circ$ ,  $7.8^\circ$ 로 최대가 된다. Fitting 법을 이용하여 결정자기이방성상수를 구하였으며 이로부터 스핀재배열현상을 고찰하고자 한다.

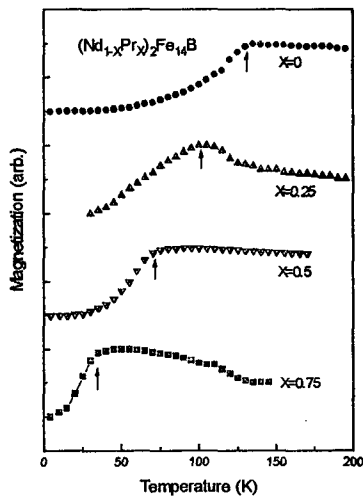


Fig. 1 The temperature dependent magnetization curves of  $(\text{Nd}_{1-x}\text{Pr}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  ( $x=0.25, 0.5, 0.75$ ).

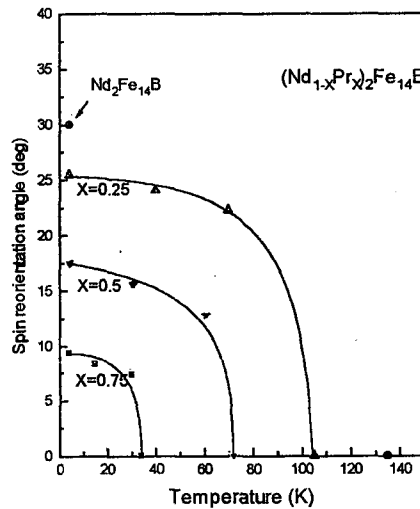


Fig. 2 The temperature dependent spin reorientation angles of  $(\text{Nd}_{1-x}\text{Pr}_x)_2\text{Fe}_{14}\text{B}$  ( $x=0.25, 0.5, 0.75$ ).

### 4. 참고문헌

- [1] D. Givord, H. S. Li, R. Perrier de la Bathie, Solid State Commun., 51 (1984) 857.
- [2] H. Miyajima, Y. Otani, S. Chikazumi, S. Hirose and M. Sagawa., J. Magn. Magn. Mater., 54-57, 587 (1986)
- [3] K. D. Durst and H. Kronmüller, J. Magn. Magn. Mater., 59 (1986) 86.