

## B2

### (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce,Nd,Sm,Gd,Tb) 화합물의 결정자기이방성

한국표준과학연구원 김희태\*, 김윤배, 박우식, 김창석  
충남대학교 김택기

### Magnetocrystalline anisotropy of (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti compounds (RE=Ce,Nd,Sm,Gd,Tb)

KRISS H.T. KIM, Y.B. KIM, W.S. PARK and C.S. KIM  
Chungnam National Univ. T.K. Kim

#### 1. 서론

ThMn<sub>12</sub> 구조를 갖는 SmFe<sub>11</sub>Ti 화합물은 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 화합물에 대등한 고유자기특성을 지니고 있다 [1,2]. 본 연구에서는 ThMn<sub>12</sub> 형 구조를 갖는 (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce,Nd,Sm,Gd,Tb) 화합물을 제조하고, 측정된 실험결과와 계산결과를 비교하는 방법에 의하여 고유자기특성인 포화자화( $J_s$ ) 이방성상수 ( $K_1, K_2$ ) 를 구하였다.

#### 2. 실험방법

(Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce,Nd,Sm,Gd,Tb) 합금은 순도 99.9 % 의 순금속을 이용하여 알곤가스분위기의 아르곤용해로에서 제조하였다. 이 합금을 1000 °C 에서 4 시간 동안 균질화처리하여 ThMn<sub>12</sub> 화합물로 형성시켰다. 이들 화합물의 자기특성은 45 μm 이하로 분쇄한 분말을 자장중에서 정렬시켜서 파라핀으로 용고시킨 다음 진동시편마그네토미터(VSM) 및 초전도양자간섭(SQUID) 마그네토미터를 이용하여 자장중 정렬방향과 수직방향으로의 자화곡선을 측정하였다. 이렇게하여 측정된 수평-수직자화곡선상의 측정자화값을 이론적 모델에 의한 계산 결과와 비교, 일치시키는 방법에 의하여 포화자화값 및 결정자기이방성상수를 결정하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

XRD, SEM-EDX 및 TMA 방법에 의하여 (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce,Nd,Sm,Gd,Tb)합금은 ThMn<sub>12</sub> 구조로 형성됨을 확인하였다.

그림 1 은 측정자화값(●, ▲)과 이론적 계산방법(—)에 의한 자화곡선을 표시하고있다. 자화곡선의 값은 자화가 homogeneous rotation 을 한다는 가정하에 다음과 같은 방법으로 산출하였다. 임의의 입자가 갖는 자화의 방향과 크기는 식 (1)의 자유에너지값의 최소화에 의하여 구하였다.

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

여기서  $\theta$  는 자발자화벡터  $M_s$  와  $c$  축간에 이루는 각이며,  $\delta$  는 외부자장  $H$  와  $c$  축간의 각도이다. 자장중 정렬한 입자가 가우스분포를 이룬다고 가정할 때, 일정한 외부자장에서의 자화값은 식 (2)와 같다.

$$M=\int M_s \cdot H/H f(\theta) d\omega. \quad (2)$$

이때  $f(\phi) = \exp(-\phi^2/2\phi_0^2) / \int \exp(-\phi^2/2\phi_0^2) d\omega$  이고, 여기서  $\phi$  는 정렬방향과  $c$  축간 이루는 각이며  $\phi_0$  는 정렬정도를 의미하는 인자이다. Table 1 은 위에서 설명한 계산결과와 실험결과를 비교, 일치시켜  $J_s$ ,  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $\phi_0$  를 구한 결과이다.

#### 4. 참고문헌

- ① K.Ohashi, T.Yokoyama, R.Osugi and Y.Tawara, IEEE Trans. Magn., MAG-23, 3101(1987)
- ② K.Ohashi, Y.Tawara, R.Osugi, and M.Shimao, J. Appl. Phys., 64, 5714(1988).

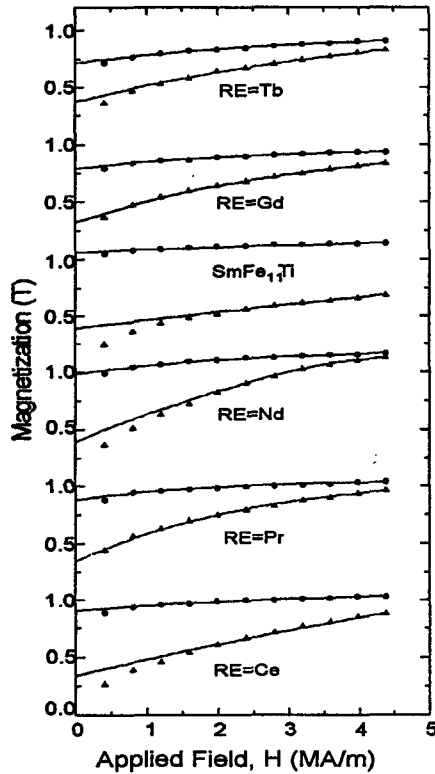


Fig. 1 Magnetization curves of magnetically aligned  $(\text{Sm}_{0.5}\text{RE}_{0.5})\text{Fe}_{11}\text{Ti}$  ( $\text{RE}=\text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}$ ) powder measured parallel( $\bullet$ ) and perpendicular( $\blacktriangle$ ) to the alignment direction. The solid lines are calculated results based on the fitting method.

Table 1. Intrinsic magnetic properties of  $(\text{Sm}_{0.5}\text{RE}_{0.5})\text{Fe}_{11}\text{Ti}$  compounds.

Compounds	$J_s$ [T]	$K_1$ [MJ/m <sup>3</sup> ]	$K_2$ [MJ/m <sup>3</sup> ]	$\phi_0$ [°]	$\mu_0 H_A$ [T]
$\text{SmFe}_{11}\text{Ti}$	1.27	9.20	0.40	24.9	19.8
$\text{Sm}_{0.5}\text{Ce}_{0.5}\text{Fe}_{11}\text{Ti}$	1.10	3.40	-0.35	25.2	6.2
$\text{Sm}_{0.5}\text{Pr}_{0.5}\text{Fe}_{11}\text{Ti}$	1.07	1.75	0.50	26.3	6.5
$\text{Sm}_{0.5}\text{Nd}_{0.5}\text{Fe}_{11}\text{Ti}$	1.21	2.35	-0.14	26.6	4.3
$\text{Sm}_{0.5}\text{Gd}_{0.5}\text{Fe}_{11}\text{Ti}$	0.98	2.02	0.48	27.5	7.6
$\text{Sm}_{0.5}\text{Tb}_{0.5}\text{Fe}_{11}\text{Ti}$	0.98	2.44	0.16	34.4	7.1