

## (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti 화합물의 구조 및 자기특성

한국표준과학연구원 김희태\*, 김운배, 김창석  
충남대학교 김택기

### Structure and Magnetic Properties of (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti Compounds

KRISS H.T.Kim\*, Y.B.Kim, 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 에 비하여 결정자기이방성이 크고, 비교적 높은 자화와 큐리온도의 특성을 갖고 있어 새로운 고보자력 영구자석재료로 주목되고 있다[1,2]. 본 연구에서는 (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce, Nd, Pr, Sm, Dy, Gd, Tb) 등의 합금을 제작하여 이의 결정구조 및 자기특성을 조사하고자 한다.

#### 2. 실험 방법

(Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce, Nd, Pr, Sm, Dy, Gd, Tb) 합금은 순도 99.9 % 이상의 순금속을 이용하여 알곤가스 분위기의 아르곤용해로에서 제작하였다. 이렇게하여 제작한 합금을 각각 1000 °C 에서 4 시간 동안 균질화처리를 한 후 45 μm 이하로 분쇄하였다. 자기특성은 각 분말을 자장중에서 정렬시킨 다음 진동시편 마그네토미터 또는 초전도양자간섭 마그네토미터를 이용하여 자장중 정렬 방향과 수직방향으로의 자화곡선을 측정하여 조사하였다. 결정구조 조사에는 X-선 회절장치를 이용하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

(Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce, Nd, Pr, Sm, Dy, Gd, Tb) 합금에 대한 X-선 회절시험 결과 정방정(tetragonal)의 ThMn<sub>12</sub> 형 화합물이 거의 단상에 가깝게 형성됨이 확인되었다. 이는 REFe<sub>11</sub>Ti 화합물에서 RE=La, Ce, Nd 및 Pr 등 경희토류원소인 경우 ThMn<sub>12</sub> 구조의 단상이 얻어지지 않고 α-Fe 과 REFe<sub>3</sub> 혹은 REFe<sub>2</sub> 등으로 추정되는 상들이 공존하는 것[1] 과는 대비되는 결과이다. 한편, 자장중에서 정렬한 분말의 X-선 회절패턴 조사 결과 (Sm<sub>0.5</sub>RE<sub>0.5</sub>)Fe<sub>11</sub>Ti (RE=Ce, Nd, Pr, Sm, Dy, Gd, Tb) 화합물은 모두 일축결정자기이방성의 특성을 갖는 것으로 밝혀졌다. 그림 1 (a) 및 (b) 에 RE=Tb 인 경우의 X-선 회절패턴을 예로 나타내었다. 그림 1 (b) 에서 보는 바와같이 자장중 정렬에 의하여 (002) 회절선의 강도가 상대적으로 증가하며 따라서 정방정의 c 축을 자화용이축으로 하는 일축결정자기이방성의 특성이 있음을 알 수 있고 TbFe<sub>11</sub>Ti 이 면내 이방성을 나타내는 것[3] 과는 상반되는 결과이다. 그림 2 는 자장중에서 정렬시킨 분말의 자화곡선을 자장중 정렬방향(∥) 과 수직방향(⊥) 으로 측정한 결과로써 RE=Sm 및 Nd 의 경우를 나타낸 것이다. 두 자화곡선을 연장하여 주어지는 교점으로 부터 이방성자장, H<sub>A</sub>, 를 구한 결과 RE=Sm 및 Nd 의 경우 각각

11200 kA/m (140 kOe) 및 5600 kA/m (70 kOe) 로 Sm 을 Nd 으로 치환함에 따라 이방성자장은 급격히 감소하였으나 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B ( $H_A = 67$  kOe) 보다는 큰 값을 갖는 것으로 밝혀졌다. 또한, 자화곡선 측정 결과 이방성자장은 RE=Ce, Sm 및 Gd 의 경우 강한 것으로 나타났으며 자화는 RE 가 경희토류원소인 경우가 중희토류원소인 경우보다 큰 경향이 있음을 알았다.

#### 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).
- [3] L.Y.Zhang, E.B.Boltich, V.K.Sinha, and W.E.Wallace, IEEE Trans. Magn. 25, 3303 (1989).

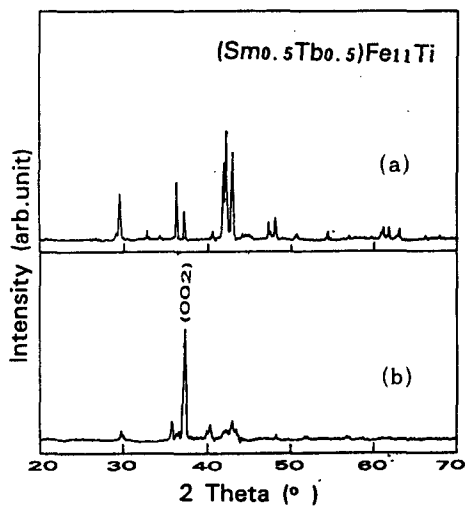


Fig.1 X-ray diffraction patterns of  $(Sm_{0.5}Tb_{0.5})Fe_{11}Ti$  powders (a) non-aligned and (b) aligned in a magnetic field.

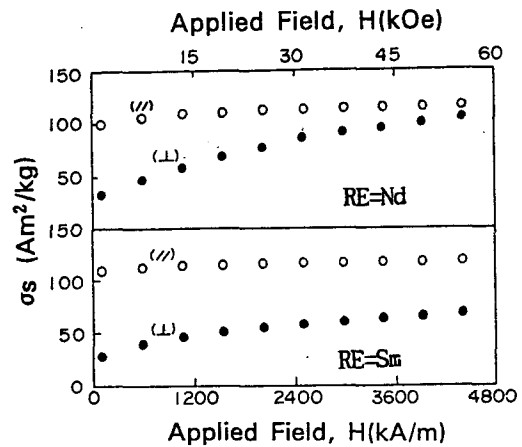


Fig.2 Magnetization curves measured along the parallel( || ) and perpendicular( ⊥ ) to the aligned direction for the  $(Sm_{0.5}RE_{0.5})Fe_{11}Ti$  compounds. (RE=Sm, Nd)