

## A 12

### 저 외부 자장하에서 비정질 $(\text{Sm}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2$ 의 초자왜 현상

동북 대학, 금속재료 연구소, 김 재영\*  
(현재)\* 삼성 종합기술원

Giant magnetostriction of amorphous  $(\text{Sm}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2$  in a low external magnetic field

Institute for Materials Research, Tohoku University, Jai-Young Kim\*  
(Presence)\* Samsung Advanced Institute of Technology

#### 1. 서론

Laves상  $\text{REFe}_2$  (RE = 희토류 금속) 금속간화합물은 실온에서 초자왜라고 불리워 지는  $10^{-3}$  정도의 포화자왜 정수를 나타내고 있다<sup>(1)(2)</sup>. 그러나, 이 금속간화합물은 높은 결정자기이방성 에너지를 함유하고 있으므로, 포화자왜 정수를 얻기 위해서는 25kOe 정도의 외부 자장이 요구되어 진다<sup>(3)</sup>. 그러므로, 초자왜 현상에 대한 연구의 방향은 낮은 외부 자장에서 높은 자왜 정수를 얻는데 있다. 이러한 연구를 위한 기존의 방법으로는 결정자기이방성 정수의 부호가 서로 다른  $\text{REFe}_2$ 를 합금화하여 결정 상태에서 결정자기이방성 에너지를 감소시키어 주는 것이다<sup>(4)</sup>.

본 실험에서는 저자장에서 높은 자왜 정수를 얻기 위하여,  $\text{REFe}_2$  금속간화합물중 결정자기이방성 정수에 대한 자왜 정수의 비율이 가장 높은  $\text{SmFe}_2$ 를 선택하였다<sup>(2)</sup>. 이  $\text{SmFe}_2$ 의 결정자기이방성 에너지를 원리적으로 제거하기 위하여 비정질화 하였으며, 국부적 이방성 에너지를 상쇄하기 위하여 결정 상태에서 결정자기이방성 정수 및 자왜 정수의 부호가 각기 다른  $\text{PrFe}_2$ 를 합금화하여 비정질화 하였다.

#### 2. 실험방법

직경 15 mm, 두께 0.3 mm의 시편은 고속 상극 DC sputtering 장치를 이용하여 Cu 기판위에 적층한 후, chromium trioxide 및 sulphuric acid의 용액중에 넣어 Cu 기판을 녹여서 순수한 시편을 얻었다. 열처리전, 후 실온에서 시편의 비정질 상태는 XRD (X-ray Diffractometer)를 이용하여 확인하였다. 실온에서 자화 및 자왜 곡선은 각각 VSM (Vibrating sample magnetometer) 및 strain gauge법에 의하여 측정하였다. Curie 온도 ( $T_C$ ) 및 결정화 온도 ( $T_X$ )는 자기 천칭을 이용하여 승온속도  $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 측정하였다. 비정질 합금의 내부 응력완화 및 균질화를 위하여  $2 \times 10^{-6}$  Torr의 진공상태후, Ar 분위기에서 523K, 3 시간동안 열처리 하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 열처리 전, 후 비정질  $(\text{Sm}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2$ 의 조성 변화에 따른 자왜 정수의 변화를 나타내고 있다. 비정질  $\text{SmFe}_2$ 의 자왜 정수는 결정 상태인 Laves상 금속간화합물과 동일한 Negative 부호를 나타내고 있으며, 그 실험치는 다른 연구의 결과치와 잘 일치한다<sup>(5)</sup>. 한편, 비정질  $\text{PrFe}_2$ 의 자왜 정수는 결정 상태의 Steven식<sup>(6)</sup>으로 부터 구한 부호와 동일한 Positive 부호이며, 이 실험치 또한 다른 연구의 결과와 잘 일치한다<sup>(7)</sup>. 이는 비정질 합금의 전자기적 성질은 단범위 규칙도 (Short range order)에 영향을 받고 있음을 나타낸다<sup>(8)</sup>.

Fig. 2는 열처리후 비정질  $(\text{Sm}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2$ 의 저 외부 자장에서 자왜 곡선을 나타내고 있다. 상용의 자왜재료인 Ni금속을 비교예로서 나타내었다. 비정질  $\text{SmFe}_2$  합금에 비정질  $\text{PrFe}_2$ 합금을 혼합함으로써, 자왜정수의 절대치는 감소하나, 외부 자장에 대한 기울기는 증가한다. Fig. 1에서 보는 바와같이  $x = 0.51-0.61$ 사이에서 자왜정수의 부호가 변했다.

#### 4. 결론

저 외부 자장에서 높은 자왜 정수를 얻기 위하여, Laves상  $\text{REFe}_2$  금속간화합물중 결정자기이방성 정수에 대한 자왜 정수의 비율이 가장 높은  $\text{SmFe}_2$ 를 선택하고, 이 것에 대한 결정자기이방성 정수 및 자왜 정수의 부호가 각기 다른  $\text{PrFe}_2$ 를 합금화하여 비정질화함으로써, 장범위 및 단범위 이방성

에너지를 감소시켰었다. 그 결과, 저 외부 자장에서 상용의 자왜재료인 Ni금속 보다 우수한 자왜 특성을 나타내었다.

5. 참고문헌

1. A. E. Clark and H. Belson, Phys. Rev. B5 (1972) 3642
2. A. E. Clark, Ferromagnetic Materials, Edited by E.P.Wohlfarth, Vol. 1, Chap. 7 (1980) 531
3. A. E. Clark, R. Abbundi and W. G. Gillmor, IEEE Trans. Mag., MAG-14 (1978) 542
4. A. E. Clark, R. Abbundi, O. McMaster and H. Savage, Physica 86 - 88B (1977) 73
5. S. Ishio and S. Kadowaki, Submitted to J. Magn. & Magn. Mater.
6. K. Steven, Proc. Phys. Soc. 65 (1952) 209
7. S. Ishio and S. Kadowaki, J. Magn. & Magn. Mater. 79 (1989) 358
8. T. Egami, Rep. Prog. Phys. 47 (1984) 1617

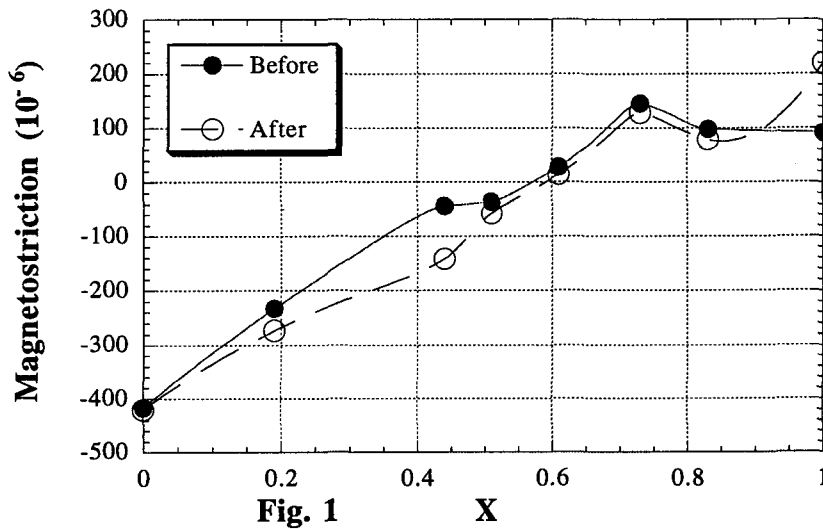


Fig. 1

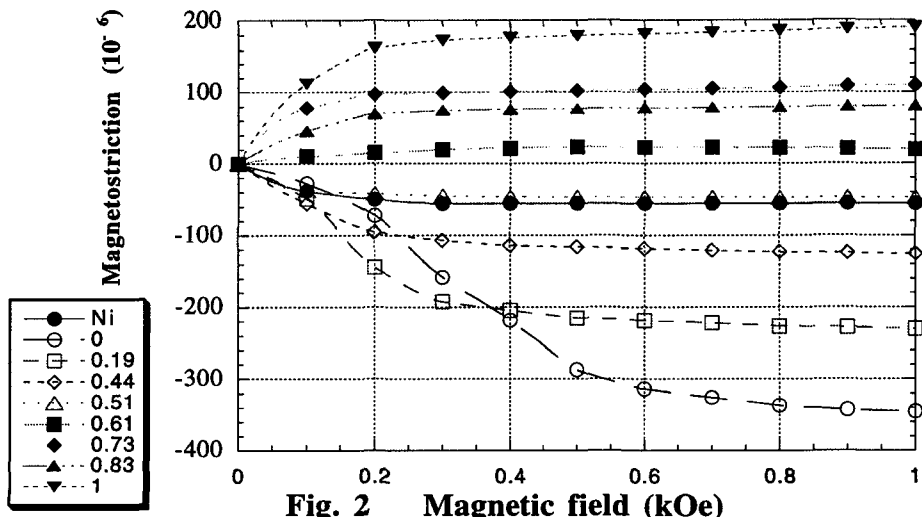


Fig. 2 Magnetic field (kOe)