

## A 13

저 외부 자장에 있어서 비정질 (SmFe<sub>2</sub>)(1-X)at.% B(X)at%의 초자왜 현상

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

Giant magnetostriction of amorphous (SmFe<sub>2</sub>)(1-X)at.% B(X)at% in a low external magnetic field

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

### 1. 서론

Laves상 REFe<sub>2</sub> (RE = 희토류 금속) 금속간화합물은 실온에서 초자왜라고 불리워 지는 10<sup>-3</sup> 정도의 포화자왜 정수를 나타내고 있다<sup>(1)(2)</sup>. 그러나, 이 금속간화합물은 높은 결정자기이방성 에너지를 함유하고 있으므로, 포화자왜 정수를 얻기 위하여 25 kOe 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 REFe<sub>2</sub>를 합금화하여 결정 상태에서 결정자기이방성 에너지를 감소시키어 주는 것이다<sup>(4)</sup>.

본 실험에서는 저자장에서 높은 자왜 정수를 얻기 위하여, REFe<sub>2</sub> 금속간화합물중 결정자기이방성 정수에 대한 자왜 정수의 비율이 가장 높은 SmFe<sub>2</sub>를 선택하였다<sup>(2)</sup>. 이 SmFe<sub>2</sub>의 결정자기이방성 에너지를 원리적으로 제거하기 위하여 비정질화 하였으며, 국부적 이방성 에너지를 상쇄하기 위하여 비정질 형성능력을 증가시키어 주는 boron을 합금화하여 비정질화 하였다.

### 2. 실험방법

직경 15 mm, 두께 0.3 mm의 시편은 고속 삼극 DC sputtering 장치를 이용하여 Cu 기판위에 적층하여 제작하였다. 실험방법의 구체적 사항은 다른 발표에 기술하였다<sup>(5)</sup>.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 열처리후의 (SmFe<sub>2</sub>)(1-X)at.% B(X)at%의 boron첨가에 의한 Curie 온도 (T<sub>C</sub>) 및 결정화 온도 (T<sub>X</sub>)의 변화를 나타내고 있다. Boron양에 따른 T<sub>C</sub>의 변화는 X=0.42에서 10°C 증가한 후, 소량 감소한다. 이 T<sub>C</sub>의 증가는 첨가되어진 boron 원자가 Fe원자 사이에 침입형 형태로 작용하여 d궤도의 전자밀도를 증가시킴에 기인한다. 한편, T<sub>X</sub>의 경우 X=0.43일때 급격하게 감소한다. 이는 비정질 구조에 결정학적 변화를 의미한다.

Fig. 2는 열처리 전,후의 (SmFe<sub>2</sub>)(1-X)at.% B(X)at%의 boron첨가에 의한 보자력의 변화를 나타내고 있다. 열처리전의 보자력의 변화는 X=0.43를 전,후로하여 불연속적으로 변화한다. 또한, 열처리에 의한 내부응력의 감소에 따른 보자력의 감소양도 X=0.43를 전,후로 상이하다. 이는 비정질 구조의 내부응력 상태의 변화를 의미한다.

Fig. 3은 고 외부자장에서 boron양의 변화에 따른 자왜 곡선을 나타내고 있다. Boron양의 증가에 따라 자왜 곡선은 연화되어지고, X=0.43의 곡선에서 포화 곡선을 나타낸다. X=0.74의 자왜 곡선은 급격하게 증가하고, 그 이후의 자왜 곡선들은 단순 감소한다.

Fig. 4은 저 외부자장에서 boron양의 변화에 따른 자왜 곡선을 나타내고 있다. X=0.74의 자왜 곡선은 저 자장에서 세계 최대의 유효 자왜치를 나타내고 있다.

### 4. 결론

저 외부 자장에서 높은 자왜 정수를 얻기 위하여, Laves상 REFe<sub>2</sub> 금속간화합물중 결정자기이방성 정수에 대한 자왜 정수의 비율이 가장 높은 SmFe<sub>2</sub>를 선택하고, 원리적 결정자기이방성 에너지 및 국부적 이방성 에너지를 상쇄하기 위하여 비정질화 및 boron의 합금화를 시도하였다. 그 결과 boron원자가 치환형태로 작용하였을 경우, 비정질 구조의 자기 탄성 에너지를 변화 시키어서 새로이

증가된 포화 자왜를 형성하였다. 이러한 현상은 초자왜 재료중 세계 최초로 발견하였으며, 이로인하여, 저 자장에서 세계 최대의 자왜값을 얻었다.

### 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. Jai-Young Kim, "Giant magnetostriction of amorphous  $(\text{Sm}_{1-x}\text{Pr}_x)\text{Fe}_2$  in a low external magnetic field" submitted to '94 Autumn, Korean magnetic society

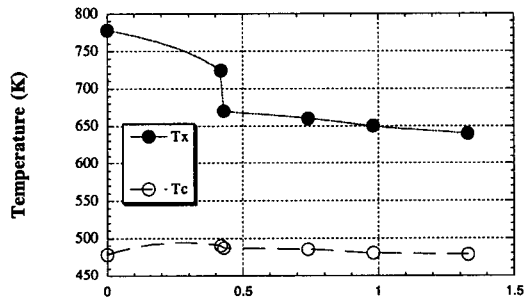


Fig. 1 Boron (X at. %)

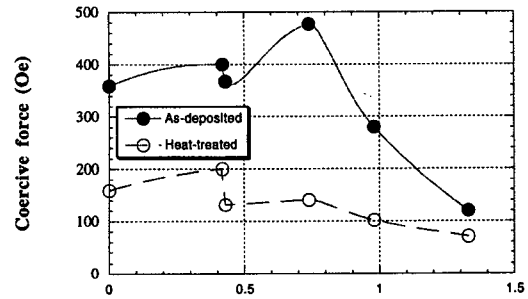


Fig. 2 Boron (X at. %)

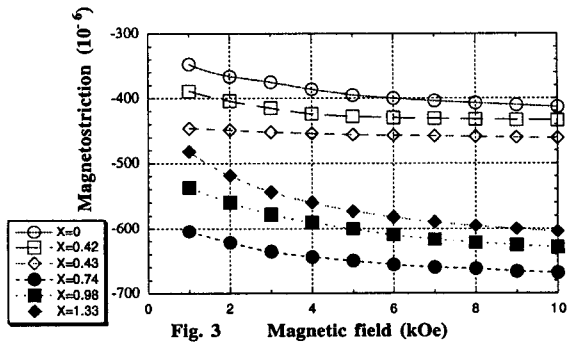


Fig. 3 Magnetic field (kOe)

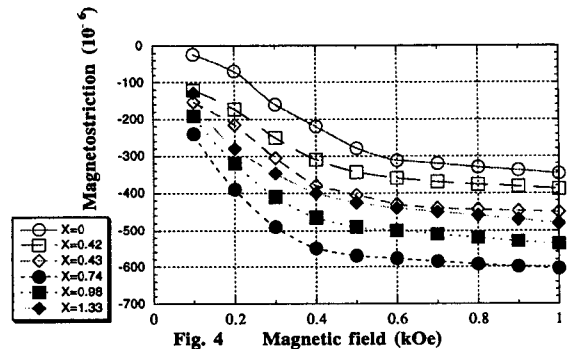


Fig. 4 Magnetic field (kOe)