

SmFe₃Mo 화합물에서 Fe₃Mo가 자기적 특성에 미치는 영향

산업과학기술연구소 박 언병*
전자소재팀 양 증진
 최 승덕
 김 상원

THE EFFECT OF Fe₃Mo ON MAGNETIC PROPERTIES OF SmFe₃Mo COMPOUNDS

RIST Electromagnetic
Materials Research Lab. E.B.PARK*
C.J.YANG
S.D.CHOI
S.W.KIM

1. 서 론

Fe를 근간으로 하는 Sm-Fe 이성분계에 제 3의 천이원소인 Mo을 첨가하여 제조한 SmFe₃Mo 화합물은 강자성을 나타내는 새로운 자성상인 Sm(Fe,Mo)₇에 의하여 실용적 관점에서 응용 가능한 자기적 특성과 Curie 온도를 나타내었다. X-ray 회절 pattern을 통해 확인한 여러 자성상 Sm(Fe,Mo)₂, Fe₃Mo, α-(Fe,Mo)등이 SmFe₃Mo 화합물의 제조조건에 따라 어떻게 형성되는 가를 열자기 곡선 측정기를 통해 T_c를 확인함으로써 각 자성상을 확인하였다. 그리고 SmFe₃Mo 화합물을 투과 전자현미경(TEM)으로 관측하여 각각의 자성상이 어떻게 형성되었는지를 확인하여 SmFe₃Mo 화합물이 나타내는 강자기적 특성의 원인을 고찰하고자 하였다.

2. 실험방법

SmFe₃Mo의 조성으로 Ar 분위기하에서 유도용해(induction melting)하여 각각의 ingot를 제조하고, 유도용해된 ingot를 석영관에서 재차 용해하여 급냉 회전체 표면에 용사시켜 급속응고된 자성체 리본을 제조하였다. 사용한 냉각 회전체는 Cu 회전판으로써 표면속도를 25, 30, 35 m/sec로 하였다. SmFe₇와 SmFe₅ 그리고 SmFe₂ 조성의 합금으로 동일한 방법으로 제조하여, 제3의 천이원소인 Mo를 첨가하였을 때 조직의 변화, 자성상의 변화 그리고 자기적 특성의 변화를 관찰 하기위한 기본자료로 삼았다. 또 Fe₃Mo와 Fe₂Mo조성으로 동일한 방법으로 제조하여, 제조조건에서의 형성여부와 자기적 특성을 관찰하여 비교자료로 삼았다. 결정학적 구조를 확인하기 위하여 Rigaku사의 XRD-MXC를 사용하여 X-선 회절 pattern을 얻었다. Perkin-Elmer analyzer(TGA-7)을 사용하여 열자기곡선(thermomagnetic curve)를 얻어 Curie온도를 확인하였다. 진동 시료형 자력기(vibrating sample magnetometer Toei's VSM-5)를 사용하여 최대자장 16 kOe에서 보자력(iH_c), 잔류자속밀도(B_r), 최대에너지적($(B \cdot H)_{max}$)을 얻었다. 미세조직 관찰과 존재상의 확인을 위하여 TEM을 사용하고, 성분분석을 위해 EDS를 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

X-선 회절 pattern을 분석한 결과, SmFe_8Mo 화합물에는 강자성 특성을 가지는 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_7$ 가 주상으로 냉각속도에 관계없이 존재하고, $\alpha-(\text{Fe},\text{Mo})$ 또한 냉각속도에 관계없이 소량 존재하였다. $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_2$ 는 냉각속도가 감소함에 따라 양이 증가하고 냉각속도가 증가함에 따라 사라졌다. Fe_3Mo 의 경우 냉각속도의 증가에 따라 그 양이 증가하였다. 냉각 회전속도 30 m/sec에서 제조한 Fe_3Mo 는 보자력이 400 Oe, 잔류자속밀도가 2.5 kG, 최대에너지적이 0.2 MGO였고, T_c 는 610 °C인 약자성상이었다. 냉각속도가 35 m/sec에서 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_2$ 가 사라진 이후에도 보자력이 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_7$ 가 단독으로 존재하는 경우 보다 높은 것으로 보아 Fe_3Mo 가 보자력 상승에 영향을 미치고 있음을 알았다. T_c 를 확인한 결과, 220 °C부근에서 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_7$ 가, 407 °C부근에서 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_2$ 가, 605 °C부근에서 Fe_3Mo 가, 800 °C부근에서 $\alpha-(\text{Fe},\text{Mo})$ 가 나타났다. TEM으로 결정조직을 관찰한 결과 냉각속도에 따라 결정립의 크기 변화와 약자성상인 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_2$ 와 Fe_3Mo 의 형성 여부를 확인할 수 있었다. 계속해서 저온에서 온도에 따른 SmFe_8Mo 의 자기적 특성 변화를 고찰할 예정이다.

4. 결론

각각의 냉각속도 변화에서도 강자성을 나타내는 새로운 자성상인 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_7$ 가 안정적으로 나타나고, 냉각회전체의 회전속도 증감에 따라 약자성상인 $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Mo})_2$ 와 Fe_3Mo 가 양적으로 차이가 나며 그 차이에 의해 보자력의 변화를 확인할 수 있었다. 실험을 통해서 Fe_3Mo 가 610 °C의 T_c 를 가진 약자성상으로 단독으로도 보자력 향상에 영향을 미침을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- 1) M.Katter, J.Wecker, and L.Schulz. J. Appl. Phys. 70, (1991)3188.
- 2) C.J.Yang, J.Appl. Phys. 74, 6824 (1993)
- 3) H.Wan, Y.J.Zhang, and G.C.hadjipanayis. J. Appl. Phys. 69, (1991)5530.