

B10

Hf 첨가 원소가 Nd₂Fe₁₄B/Fe₃B 초미세립 복합자성상의 자기 특성에 미치는 영향

산업과학기술연구소
전자소재팀

박 언병*
양 충진
최 승덕
김 찬욱

THE EFFECT OF Hf ON MAGNETIC PROPERTIES OF Nd₂Fe₁₄B/Fe₃B NANO-CRYSTALLINE MAGNETIC COMPOSITES

RIST Electromagnetic
Materials Research Lab.

E.B.PARK*
C.J.YANG
S.D.CHOI
C.W.KIM

1. 서 론

최근 Nd-Fe-B계 희토류자석에 대한 연구 중, 작은 양의 희토류 금속을 포함하면서도 화학적으로는 안정하고, 자기적 특성 면에서도 고잔류자화와 고보자력을 나타냄으로써 높은 최대자기 에너지적을 갖는 합금 개발에 관한 것이 많다. 이러한 합금은 초미세결정립(10~20 nm)으로 형성된 약,강자성상 사이의 교환상호작용에 의하여 고잔류자화를 나타내는 복합자성상으로 알려져 있다. 본 연구에서는 Nd₃Fe_{78.5}B_{18.5} 조성에 HfB₂를 첨가한 후 최적의 열처리 조건하에서 Fe₃B, α -Fe 및 Nd₂Fe₁₄B 상을 초미세립으로 석출시켜 복합화 함으로써 약,강자성상 입도의 크기를 조절하여 잔류자화밀도를 높이는 동시에 보자력 향상에 목적을 두었다.

2. 실험방법

Nd₃Fe_{78.5}B_{18.5}와 Nd₃Fe_{78.5}B_{18.5}+1wt%HfB₂의 각 조성으로 플라즈마 아크 용해 방법으로 5회에 걸쳐 조성이 균일하도록 용해하여 ingot를 제조하였다. 제조된 각각의 ingot는 석영관에서 용해하여 급냉회전체 표면에 용사시킴으로써 급속응고된 자성체리본을 제조하였다. 사용한 냉각회전체 표면속도는 40~50 m/sec로 하였다. 제조된 각 리본의 결정화온도는 He 분위기하에서 DTA를 사용하여 결정하였으며, 열처리는 10⁻⁵ torr의 고진공이 유지가능한 chamber내에서 열처리온도 500~750 °C, 열처리시간 5~30 min 조건으로 행하였다. 결정학적 구조는 XRD를 사용하여 분석 평가하였고, TEM 및 EDX를 사용하여 미세조직 관찰과 구조 및 성분분석을 행하였다. 또한, TGA를 사용하여 얻은 열장곡선으로 부터 Curie 온도를 결정하였으며, 시료의 형상에 따라 적당한 반자장계수를 적용시켜 진동시료 자력계(VSM)를 사용하여 16 kOe 인가자장하에서 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

각 합금에서 얻어진 XRD 패턴을 분석한 결과, $Nd_3Fe_{78.5}B_{18.5}$ 및 $Nd_3Fe_{78.5}B_{18.5}+1wt\%HfB_2$ 의 각 합금에서 강자성을 나타내는 $Nd_2Fe_{14}B$ 상과 약자성을 나타내는 $\alpha-Fe$ 및 Fe_3B 등이 동시에 존재함을 확인하였다. melt-spun상태의 각 합금의 자기적 특성은 극히 미약하였으나, 610 °C에서 30분간 열처리한 $Nd_3Fe_{78.5}B_{18.5}$ 합금의 경우 보자력 및 잔류자속밀도가 각각 1.702 kOe 및 12.48 kG인 반면에 HfB_2 를 1wt% 첨가한 합금의 경우, 640 °C에서 30분간 열처리하였을 경우 보자력 및 잔류자속밀도는 각각 2.204 kOe 및 10.95 kG로써 보다 향상된 자기적 특성을 나타내었다. 이것은 첨가한 HfB_2 이 각 결정립간에서 domain의 pinning역할을 함과 동시에 각 자성상의 결정립을 미세화하여 보자력 향상을 촉진시킨 것으로 판단된다.

3. 결론

$Nd_3Fe_{78.5}B_{18.5}$ 의 화합물에 1wt% HfB_2 를 첨가시켜 제조한 리본은 최적의 열처리 조건하에서 보자력 및 최대자기에너지적이 각각 2.204 kOe 및 9.5 MGOe로 자기적 특성이 향상되었다. TEM관찰을 통하여 Hf원소가 자기특성 향상에 미치는 영향을 결정입도, 석출빈도 및 분포등을 통해 고찰할 예정이다.

4. 참고문헌

1. L. Withanawasan, G. C. Hadjipanayis, J. Appl. Phys. **75**, 6646(1994)
2. E.F.Kneller and R. Hawig IEEE Trans. on Mag., **27**, 3588(1991)