A-3

Co 첨가에 의한 $Nd_2Fe_{14}B/Fe_3B$ 초미세립 복합상 리본의 자기적 특성에 관한 뫼스바우어 연구

포항산업과학연구원 박 언 병* 양 충 진
금속·코팅재료연구팀
전자기연구실
영남대학교 물리학과 황 용 순 김 웅 찬

Mössbauer Study on the Magnetic Properties of Co substitution into $Nd_2Fe_{14}B/Fe_3B$ nanocomposite

RIST Electromagnetic Materials Lab. E. B. Park* C. J. Yang,
Yeungnam Univ. Physics Y. S. Hwang, E. C. Kim

1. 서론

기존 단일상 NdFeB계 영구자석의 경우 높은 자기적 특성을 가지지만 복잡한 형상에서는 착자 시키기 어려우며 가격이 비싼 단점이 있다. 초미세립 복합상 NdFeB계 자석은 높은 잔류자속밀도를 가진 반면 단일상 NdFeB 영구자석에 비해 낮은 보자력을 가지지만, 가격이 저렴하며 화학적으로도 안정한 영구자석 재료이다. 본 연구에서는 $Nd_4Fe_{77.5}B_{18.5}$의 조성으로 Fe_3B base리본을 제조 할 때 양호한 비정질의 리본을 얻기 위하여 Hf, Ga 원소를 첨가하였고, 각형비를 증가시키기 위해 Co를 첨가하였으며, 결정화 온도 및 격자상수를 DTA, XRD로써 살펴보았다. 각 상의 hyperfine field, 부피 분율을 살펴보기 위해 뫼스바우어 스펙트럼을 분석하였다.

2. 실험방법

$Nd_4Fe_{76.5-x}Co_xHf_{0.5}Ga_{0.5}B_{18.5}$ (x=0, 3, 5)의 조성으로 Plasma Arc 용해 방법으로 Ar 분위기하에서 ingot를 제조하고, 제조된 ingot를 석영관에서 유도 용해한 후, Cu wheel 표면에 용사하여 급냉 리본을 제조하였다. 1000~2500 rpm로 제조된 급냉리본을 고 진공하에서 550~750℃/ 0~30 min의 조건으로 열처리하여 TEM, XRD를 이용하여 결정구조를 분석하고, DTA를 사용하여 결정화 온도를, VSM으로 온도에 따른 자기적 특성을 살펴보았다. 뫼스바우어 스펙트럼은 전기역학적 등가속도형 분광기로 취하였으며, 선원은 Rh 금속에 들어 있는 30 mCurie의 ^{57}Co 단일 선원을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

각형비를 향상시키기 위해 Co를 3, 5 at%로 첨가하여 Fe_3B base 초미세립 복합상 리본을 급냉속도 2000 rpm으로 제조하였고 열처리 온도를 680℃/10min 할 때 최대의 자기적 특성을 얻을 수 있었으며 Co 첨가에 의한 격자상수 변화를 살펴보기 위해 scanning speed를 0.25 °/min로 한 XRD 결과를 최소자승법으로 격자상수를 구한 결과, 표 1에서와 같이 두 상(Fe_3B, $Nd_2Fe_{14}B$)의 격자상수(a, c) 값이 감소하는 결과를 얻었다. DTA를 분석한 결과, Co첨가에 의해 두 상(2:14:1, Fe_3B)의 결정화 온도차가 감소

하여 균일한 결정립이 형성되어 자기적 특성이 증가한 것으로 사료되며 이러한 균일한 결정립을 TEM으로 확인하였다. 열처리 온도에 따른 자기적 특성을 살펴보면 Co 첨가에 의한 각형비가 향상됨과 더불어 보자력도 증가하였다. 각 상의 Hyperfine Field 및 부피 분율의 변화를 살펴보기 위하여 뫼스바우어 분광법으로 분석중이며 이 결과는 학회에서 발표할 예정이다.

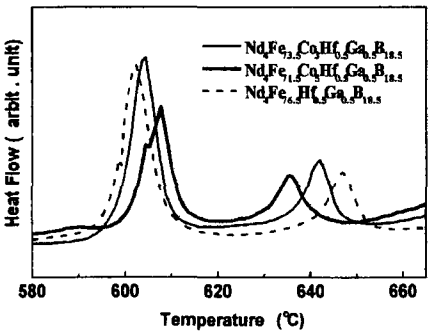

Fig. 1 Crystallization behavior of Co-containing, Co-free NdFeHfGaB

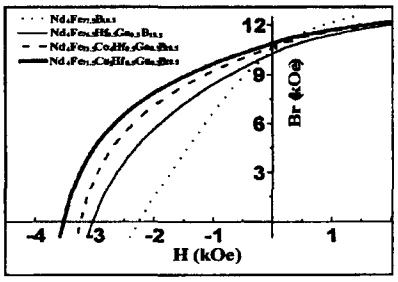

Fig. 2 Demagnetization curves for co-free, and co-containing alloys.

TABLE Ⅰ. Result of fitted lattice constants of $Nd_2(Fe,Co)_{14}B$ and $(Fe,Co)_3B$.

Lattice Constant (A)	$Nd_2Fe_{14}B$ (tetraganal)		Fe_3B (tetragonal)	
	a	c	a	c
$Nd_4Fe_{76.5}Hf_{0.5}Ga_{0.5}B_{18.5}$	8.812	12.180	8.634	4.306
$Nd_4Fe_{73.5}Co_3Hf_{0.5}Ga_{0.5}B_{18.5}$	8.793	12.125	8.618	4.291
$Nd_4Fe_{71.5}Co_5Hf_{0.5}Ga_{0.5}B_{18.5}$	8.783	12.108	8.617	4.290

4. 결론

두 상(2:14:1, Fe_3B)의 격자상수가 Co 첨가에 의해 감소하는 경향을 보였고, 또한 결정화 온도차도 감소하여 결정립이 균일하게 되었다. 열처리 온도 680 ℃/10min에서 Co 5% 첨가한 조성에서 최대자기특성 B_r=11.54 kG, $_iH_c$=3.54 kOe, $(B \cdot H)_{max}$=14.35 MGOe을 얻을 수 있었으며 첨가하지 않은 조성에 비해 각형비, 보자력 및 최대자기에너지적이 기본 조성에 비해 20% 증가하였다.

5. 참고문헌

1. C. J. Yang and E. B. Park, J. Magn. Magn. Mater., Vol. 166 (1997) 243-248
2. M. Rani and R. Kamal, J. Magn. Magn. Mater., Vol. 66 (1987)379-384
3. R. Kamal and Y. Andersson, Phys. Rev. B, Vol. 32, No. 3 (1985)1756-1760