

B2

(α -Fe)기지상의 고잔류자화 Nd₄Fe₈₂B₁₀M₃Cu₁ (M=Nb, Mo, V)합금의 자기특성

한국표준과학연구원 조용수*, 김운배, 김창석
충남대학교 김택기

MAGNETIC PROPERTIES OF HIGH REMANENCE Nd₄Fe₈₂B₁₀M₃Cu₁ (M=Nb, Mo, V) ALLOYS
WITH (α -Fe) MATRIX PHASE

KRISS Y. S. Cho, Y. B. Kim, and C. S. Kim
Chungnam National University T. K. Kim

1. 서론

최근 경제성 및 화학적안정성을 개선하기 위하여 희토류 함유량을 감소시킨 Nd-Fe-B계 영구자석에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 예를들어 Nd₄Fe₇₇B₁₉합금은 다량의 고평화자화 Fe₃B 연자성기지(matrix)에 소량의 Nd₂Fe₁₄B을 석출시킨 초미세결정립 합금으로써 연, 경자성상 사이의 exchange coupling에 의하여 고평화자화 및 고보자력의 우수한 자기특성을 나타낸다[1,2]. 본 연구에서 Nd를 4 at%로 고정시키고 Fe과 B의 함유량을 변화시킨 결과 연자성 기지상의 상변화가 나타났으며, B의 함유량이 적은 Nd₄Fe_{85.5}B_{10.5} 합금에서 α -Fe 기지상에 Nd₂Fe₁₄B이 형성되었으나 자기특성은 열화되었다. 따라서 Nd₄Fe_{85.5}B_{10.5}합금의 보자력 및 잔류자화의 개선가능성을 조사하기 위하여 Nd₄Fe₈₂B₁₀M₃Cu₁ (M=Nb, Mo, V)급속응고합금을 제조하였으며, Nb, Mo, V 및 Cu의 첨가가 (α -Fe)-Nd₂Fe₁₄B상의 자기특성에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

아크로에서 제조된 Nd₄Fe₈₂B₁₀M₃Cu₁ (M=Nb, Mo, V)모합금을 단롤 급속응고장치를 이용하여 표면속도 35 m/s하에서 리본형상의 비결질상으로 제조하였다. 약 1×10^{-5} Torr의 진공하에서 밀봉된 비결질합금을 620 °C에서 720 °C까지 20 °C 간격으로 10분에서 30분간 열처리를 하였다. 자기특성은 전자석을 이용하여 2 T에서 자화시킨후 진동시편마그네토미터(VSM)를 이용하여 560 kA/m (7 kOe)의 자장하에서 측정하였다. 결정구조는 X-선회절장치를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

연자성 기지상의 변화에 따른 자기특성의 변화를 조사하기 위하여 제조된 Nd₄Fe_{85.5}B_{10.5}급속응고합금은 열처리에 의하여 (α -Fe)-Nd₂Fe₁₄B상이 형성된다. 그러나 (α -Fe)-Nd₂Fe₁₄B상은 Nd₄Fe_{77.5}B_{18.5}급속응고합금의 열처리에 의해서 형성된 (Fe₃B)-Nd₂Fe₁₄B상에 비하여 보자력 및 각형성(squareness)의 저하로 자기특성이 열화되었다. 본 연구에서 Nd₄Fe_{85.5}B_{10.5}합금의 자기특성 개선가능성을 조사하기 위하여 Nd₂Fe₁₄B에 대한 Fe:B를 유지하고 Nb, Mo, V 및 Cu를 첨가한 Nd₄Fe₈₂B₁₀M₃Cu₁ (M=Nb, Mo, V)급속응고합금을 제조하였다. 그림 1은 이들 합금의 열처리 온도에 따른 보자력의 변화를 나타낸 것이다. 그림 1에서 보자력은 각 조성의 최적열처리 조건에서 Mo>Nb>V로 증가하며 660 °C, 10분 열처

리한 $Nd_4Fe_{82}B_{10}Mo_3Cu_1$ 합금에서 207 kA/m(2.6 kOe)가장 높다. 그림 2는 최적열처리조건에서 $Nd_4Fe_{82}B_{10}Mo_3Cu_1$ 합금의 X-선회절상을 조사한 결과이다. 그림 2에서 α -Fe회절상 이외에 소량의 $Nd_2Fe_{14}B$ 이 존재하는 것으로 판단된다. 표 1은 최적열처리조건에서 $Nd_4Fe_{82}B_{10}M_3Cu_1$ (M=Nb, Mo, V) 합금의 자기특성을 조사한 결과이다. 표 1에서 (α -Fe)- $Nd_2Fe_{14}B$ 의 $Nd_4Fe_{82}B_{10}M_3Cu_1$ (M=Nb, Mo, V) 합금은 $Nd_4Fe_{85.5}B_{10.5}$ 합금보다 자기특성이 우수하다. 그러나 (Fe_3B)- $Nd_2Fe_{14}B$ 의 $Nd_4Fe_{77.5}B_{18.5}$ 합금에 비하여 보자력은 증가하나 $(BH)_{max}$ 는 감소하였다. 이는 각형성의 감소에 기인하는 것으로 사료된다.

4. 참고문헌

- [1] R. Coehoorn, D. B. Mooij and C. De Waard, J. of Magnetism and Magnetic Materials, 80, 101(1989)
 [2] Eckart F. Kneller, IEEE Transactions on Magnetics, 27(4), 3588(1991)

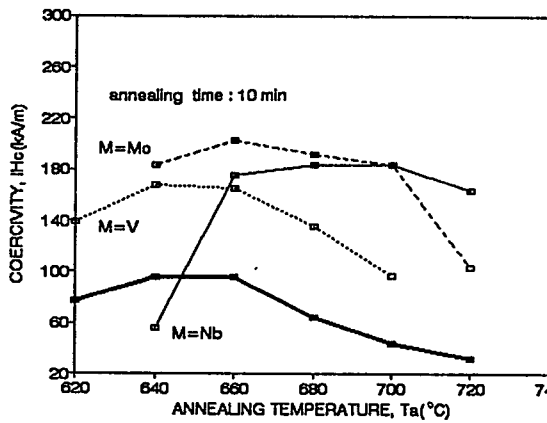


Fig. 1 Coercivity of $Nd_4Fe_{82}B_{10}M_3Cu_1$ (M=Nb, Mo, V) alloys.

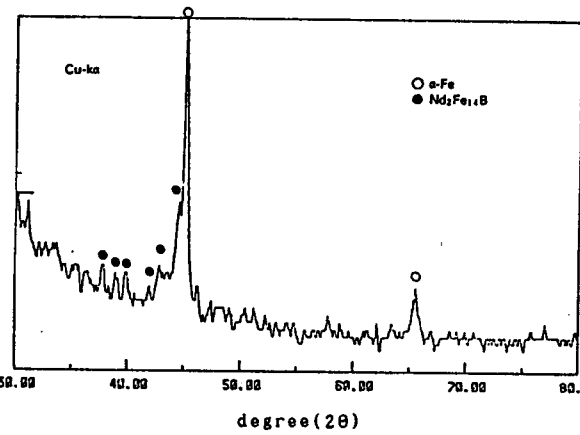


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of $Nd_4Fe_{82}B_{10}M_3Cu_1$ (M=Nb, Mo, V) alloys.

Table. 1 Magnetic properties of Nd-Fe-B-(Nb, Mo, V, Cu) alloys.

COMPOSITION (at%)	iH_c (kA/m)	B_r (T)	$(BH)_{max}$ (kJ/m ³)	MAIN MATRIX PHASE
$Nd_4Fe_{77.5}B_{18.5}$	199	1.29	88	Fe_3B
$Nd_4Fe_{85.5}B_{10.5}$	96	1.21	32	α -Fe
$Nd_4Fe_{82}B_{10}Mo_3Cu_1$	207	1.22	72	α -Fe
$Nd_4Fe_{82}B_{10}Nb_3Cu_1$	183	1.18	60	α -Fe
$Nd_4Fe_{82}B_{10}V_3Cu_1$	167	1.35	68	α -Fe