

B3

$Nd_xFe_{77}B_{23-x}$ ($x=4, 6, 8, 11, 13$) 급속응고합금의 자기특성 : (Fe_3B)-기 Nd-Fe-B 합금

한국표준과학연구원 김운배*, 박우식, 조용수, 김희태, 김창석
고려대학교 박만장

MAGNETIC PROPERTIES OF $Nd_xFe_{77}B_{23-x}$ ($x=4, 6, 8, 11, 13$) MELT-SPUN
RIBBONS : (Fe_3B)-Based Nd-Fe-B ALLOY

KRISS Y.B.Kim*, W.S.Park, Y.S.Cho, H.T.Kim, and C.S.Kim
Korea Univ. M.J.Park

1. 서 론

최근, 포화자속밀도가 큰 연자성상과 일축결정자기이방성이 큰 경자성상사이에서 exchange coupling 이 일어날 경우 경자성상으로만 구성된 영구자석에 비하여 에너지적이 높은 재료가 얻어질 수 있음이 이론적으로 취급되고 있다[1,2]. Exchange coupling 이 효과적으로 일어나기 위해서는 경자성상의 결정립 크기가 수 nm - 수십 nm 수준으로 작아야 하며, 이러한 이론적 배경하에서 급속응고기술을 이용한 2-phase coupled 영구자석의 연구가 진행되고 있다. 대표적인 예로써, Coehoorn 등 [3] 은 $Nd_4Fe_{78}B_{18}$ 급속응고합금을 제조하고 열처리하으로써 연자성상인 Fe_3B 기지에 경자성상인 $Nd_2Fe_{14}B$ 을 석출시킨 재료를 개발하였다. 이 합금은 $Nd_2Fe_{14}B$ 을 주상으로 하는 기존합금에 비하여 Nd 의 함유량이 월등히 적음에도 불구하고 기존합금에 준하는 12 MG·Oe 의 고에너지적을 나타내고, 내식성 또한 우수한 것으로 알려지고 있다.

본 연구에서는 Nd-Fe-B 삼원합금에서의 2-phase coupling 효과를 조사하기 위하여 연·경자성상의 체적분율이 변화될 수 있도록 $Nd_xFe_{77}B_{23-x}$ ($x=4, 6, 8, 11, 13$) 급속응고합금을 제작하고 상분석 및 자기특성을 측정하였다.

2. 실험방법

$Nd_xFe_{77}B_{23-x}$ ($x=4, 6, 8, 11, 13$)급속응고합금은 단롤법 급속응고장치를 이용하여 디스크표면속도 35 m/s 로 제작하였다. 급속응고합금의 열처리는 시료를 석영관내에 약 10^{-4} torr 의 진공으로 봉합한 다음 650 - 750 °C 의 온도에서 10 분간 행하였다. 열처리 후의 자기특성은 진동시편마그네토미터를 이용하여 조사하였으며 상분석에는 X-선 회절장치를 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1 은 675 °C 에서 10분간 열처리한 $Nd_xFe_{77}B_{23-x}$ ($x=4, 6, 8, 11, 13$) 급속응고합금의 자기특성을 나타낸 것이다. 보자력은 Nd 의 함유량이 증가함에 따라 감소하여 $x=8$ 조성에서 최소가 된후 그 이상의 조성에서는 다시 급격히 상승한다. $x=8$ 조성에서 보자력이 감소하는 것은 연자성인 $Nd_2Fe_{23}B$ 가 주상으로 생성되기 때문인 것으로 추측된다. 한편, $x=4$ 조성에서 잔류자속밀도는 12 kG 이상이 되며 에너지적은 약 12 MG·Oe 의 높은 값을 나타낸다. X-선 회절시험 결과 이 조성에서 Fe_3B 와 $Nd_2Fe_{14}B$ 이 검출되었으며 이들 두상 사이에서 exchange interaction 이 일어나 잔류자속밀도가 상승한 것으로 사료된다.

그림 2 는 $Nd_4Fe_{77}B_{19}$ 및 $Nd_{13}Fe_{77}B_{10}$ 급속응고합금의 감자곡선을 비교하여 나타낸 것이다. $Nd_2Fe_{14}B$ 을 주상으로 하는 $Nd_{13}Fe_{77}B_{10}$ 의 경우 보자력은 크나 잔류자속밀도가 작아 에너지적은 약

8 MG·Oe 이다. 그러나, Fe₃B 가 주상인 Nd₄Fe₇₇B₁₉ 의 경우 이와 반대로 보자력은 2.6 kOe 로 작으나 잔류자속밀도가 높아 고에너지의 특성을 나타낸다. 감자곡선의 특성으로 부터 이 합금은 permeance 가 높은 자석제조에 적합한 재료로 판명되며 향후 첨가원소 및 열처리조건의 개선에 의한 자기특성의 향상이 기대된다. 본 연구에서는 열처리온도에 따른 자기특성 및 미세조직의 변화와 2-phase coupling 과의 관계를 논의하고자 한다.

4. 참고문헌

- [1] E.F.Kneller and R.Hawig, IEEE Trans. Magn., 27, 3588 (1991).
- [2] R.Skonski and J.M.D.Coey, preprint of INTERMAG'94 Conf.(Stockholm), ED-01, (1993).
- [3] R.Coehoorn, D.B.De Mooij, and DE Waard, J. Mag. Magn. Mat., 80, 101 (1989).

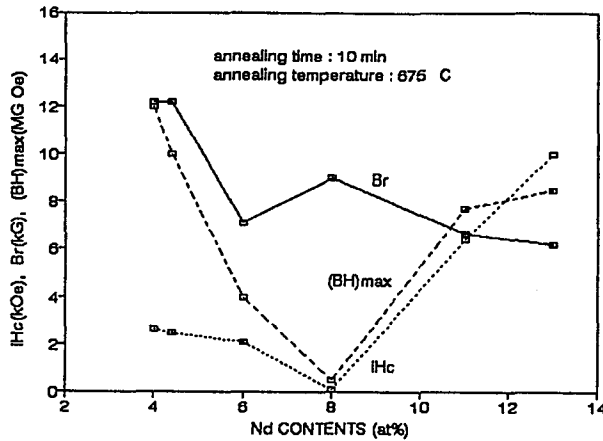


Fig.1 Magnetic properties of Nd_xFe₇₇B_{23-x} melt-spun ribbons annealed at 675 °C for 10 minutes.

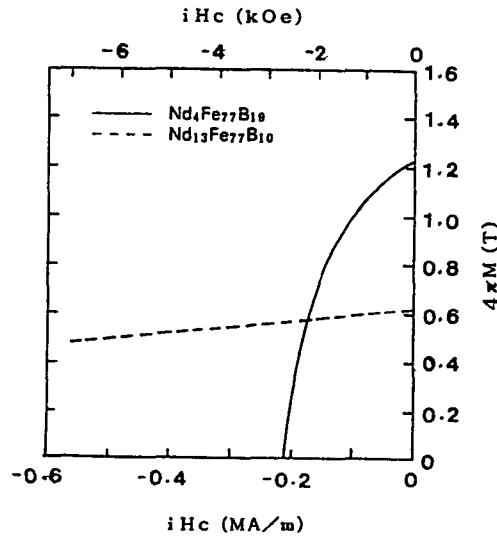


Fig.2 Demagnetization curves of Nd₄Fe₇₇B₁₉ and Nd₁₃Fe₇₇B₁₀ melt-spun ribbons.