

소량의 Dy 첨가에 의한 급냉응고 Nd-Fe-C 합금의
보자력 향상

Improvement of coercivities of melt-spun Nd-Fe-C
by small Dy additions

김 용 석, 장 태 석
선문대학교, 재료금속공학부

1. 서 론

강자성 $Nd_2Fe_{14}C$ 는 $Nd_3Fe_{14}B$ 와는 달리 고상변태에 의해서 얻어지나, 그 형성속도가 매우 느려서 이 상을 기지조직으로 하는 Nd-Fe-C 자석의 실용화에 가장 큰 장애 요인이 되고 있다. 그러나 iron-rich Nd-Fe-C 합금을 급냉응고시킨 후 짧은 시간 동안 적절히 열처리하면, 이 강자성상의 충분한 전개와 동시에 상당한 값의 보자력도 얻어지는 것으로 밝혀졌다. 본 연구에서는 Nd-Fe-C 합금 원소 중 Nd를 소량의 Dy로 치환한 후 급냉응고시킨 합금에서 이러한 소량의 Dy 첨가가 상 형성 및 보자력의 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험 방법

$Nd_{15-x}Fe_{77}Dy_xC_8$ ($x=0.5 \sim 5.0$) 합금을 Ar 분위기 하에서 아크용해한 후 적절히 분쇄, 직경 0.5mm의 orifice를 가진 석영로에서 재용해하여 급냉응고를 실시하였다. 이때 Cu wheel의 speed는 25 m/s로 하였다. 제조된 리본들은 진공 밀봉하여 700~950 °C에서 10분간 열처리 후 밀봉된 상태로 수냉하였다. 열처리 전후 리본 합금의 상변화 및 미세조직 관찰을 각각 XRD 및 SEM을 이용하여 실시하였으며, 자기적 특성은 VSM을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

X선회절분석 결과, as-spun 리본에서는 순수한 Nd-Fe-C 리본에서와 같이 $(Nd,Dy)_2Fe_{17}C_x$ 가 일차상으로, α -Fe가 이차상으로 정출하여 비정질상과 함께 존재하고 있었으며, 강자성 $Nd_2Fe_{14}C$ 는 나타나지 않았다. Dy의 첨가량이 증가할수록 결정질, 특히 α -Fe의 정출이 억제되면서 비정질화가 증가하여, 5.0 at% Dy 첨가시 완전히 비정질화하였다. Dy의 첨가는 열처리 후 형성되는 $Nd_2Fe_{14}C$ 의 결정립을 미세화시켜 합금의 보자력을 향상시키는 효과를 가져왔으며, $Nd_2Fe_{14}C$ 의 열적 안정성도 향상시키는 것을 알 수 있었다. 3.0 at% 이상의 Dy를 첨가한 리본들을 800~900 °C에서 열처리한 후 측정된 자기이력곡선들은 모두 극단적인 minor loop을 형성하고 있었는데, 이것은 이들 합금의 보자력이 17 kOe (인가자장의 허용 한계) 이상임을 암시하는 것이다.