Anisotropic Nd-Fe-B magnet produced by hot-deformation of iso HDDR powder

유재경^{1,2*}, 차희령¹, 이동윤², 이정구¹ ¹한국기계연구원 부설 재료연구소 ²부산대학교

1. 서론

우수한 자기특성을 가진 Nd-Fe-B 영구자석은 산업전반에 걸쳐서 필수 소재로 이용되고 있다. 하지만 사용 온도가 높아짐에 따라 보자력이 크게 저하되어, 하이브리드 자동차의 구동모터로 적용하는데 한계가 있다. Dy, Tb와 같은 중희토류 금속을 첨가하여 보자력을 향상시킬 수 있지만 높은 비용과 자원의 한정으로 최근에는 미세구조제어를 통해 보자력을 향상시키는 연구가 진행되고 있다.

결정립 미세화와 결정립 계면제어를 통해 미세구조를 제어할 수 있는데, HDDR (hydrogenation-disproportionation-desorption-recombination) 법은 결정립을 미세화하는 대표적인 방법이며, 미세화 된 HDDR 분말은 hot-deformation을 통해 이방성 벌크자석으로 제조될 수 있다. 그러나 제조된 자석의 결정립은 미세하지만, 여전히 낮은 보자력을 가지고 있어 입계확산처리와 같은 후처리가 필요하다.

이에 본 연구에서는 결정립 미세화 된 등방성 HDDR 분말을 가지고 온도, 변형속도, 변형률 등 Hot-deformation 조건을 잘 제어하여 이방성 벌크자석을 제조하였고, 후열처리를 통해 보자력을 향상시키는 실험을 하였다.

2. 실험방법

- (1) Nd_{12.5}Fe_{bal}Ga_{0.3}Nb_{0.2}B_{6.4} (at.%)의 조성을 가지는 스트립-캐스팅 합금을 HDDR을 통해 미세화 된 등방성의 분말을 얻고, 100~300 μ m의 크기의 분말로 분쇄한다.
- (2) 700[°]C, 400MPa 하의 조건에서 hot-press를 하고, 온도, 변형속도, 변형률 등의 조건을 제어하여 die-upset 을 진행한다.
 - (3) 제조된 자석의 자기특성과 구조를 분석하기 위해 VSM과 SEM을 측정한다.

3. 실험결과 및 결론

등방성의 HDDR분말은 die-upset 변형률이 증가함에 따라 자화 값은 높아지고, 보자력은 감소하는 경향을 보였고, 높은 온도 낮은 변형속도에서 보자력이 더 감소하는 것을 나타내었다. 700° , 변형률 1.5, 변형속도 $0.001s^{-1}$ 의 hot-deformation 조건에서 제조된 자석의 보자력은 800° 은의 후열처리를 통해 약 2kOe 정도로 크게 향상됨을 보였다. 이에 따라, HDDR hot-deformed 자석의 보자력은 비자성 물질이나 중희토류 화합물과 함께 후처리에 의해 개선될 수 있을 것이다.