

Nd₂Fe₁₄B 상의 고립을 통한 NdFeB 영구자석의 자성특성 향상

Magnetic property enhancement through isolating Nd₂Fe₁₄B phase on NdFeB sintered magnet

김진우*, 송선용, 김세훈, 김영도
한양대학교 신소재공학과

1. 서 론

본 연구에서는 보다 우수한 자성특성을 가지는 소결 자석을 제조하고자 반복소결을 통해 Nd₂Fe₁₄B 상의 고립을 유도 하였으며, 이에 따른 고보자력 (Nd,Dy)-Fe-B 자성분말의 소결거동과 Nd-rich 상에 의해 고립된 Nd₂Fe₁₄B 상을 가지는 최적의 소결조건을 제시하며 이에 따른 자성특성을 측정하였다.

2. 실험방법

Nd₁₃Dy₂Fe_{76.2}TM_{2.8}B₆(TM=Co, Cu, Al, Nb; at.%)의 조성을 가지는 자성분말을 제조하였다. 이러한 분말을 150 MPa의 압력으로 일축자장성형을 하였다. 성형된 시편은 CIP 공정을 통해 250MPa의 압력으로 성형밀도를 증가 시킨 후, 10⁻⁶torr이하의 고진공 분위기와 950°C와 1050°C의 온도구간에서 1회 승온과 1회 냉각을 한 사이클로 하여 10사이클 소결을 진행하였으며, 등온소결은 1050°C에서 4시간 유지 하여 시편을 제조 하였다. SEM 을 이용하여 미세조직 관찰 하였으며 소결시편의 밀도는 아르키메데스법을 이용하여 측정하였고, 고립된 Nd₂Fe₁₄B 상의 확인을 위해 파단면의 FE-SEM 분석을 실시하였다. 또한 B-H loop tracer를 이용해 상온에서의 잔류자화와 보자력을 측정하였다.

3. 실험결과

Nd-rich 의 미세구조를 변화시키기 위하여 반복 소결 공정을 적용한 후 미세구조 변화에 따른 자성특성을 Table 1. 로 나타내었다. 반복 소결 후에는 잔류자속밀도는 12T로 등온소결 시에 비해 약 0.1T 상승하였다. 이는 반복 소결 후 밀도 상승에 기인한 것으로 판단된다. 보자력은 27.77 kOe에서 29 kOe로 약 1.5 kOe 증가하였다.

sintering process	H _c (kOe)	Br (T)	(BH)max (MGoe)	ρ (g/cm ³)
Isothermal sintering 1050°C/4h	27.77	11.92	35	7.46
Cyclic sintering 950°C/1050°C (10cycles)	29	12	35.3	7.56

Table 1. Summary of sintering conditions and their results.

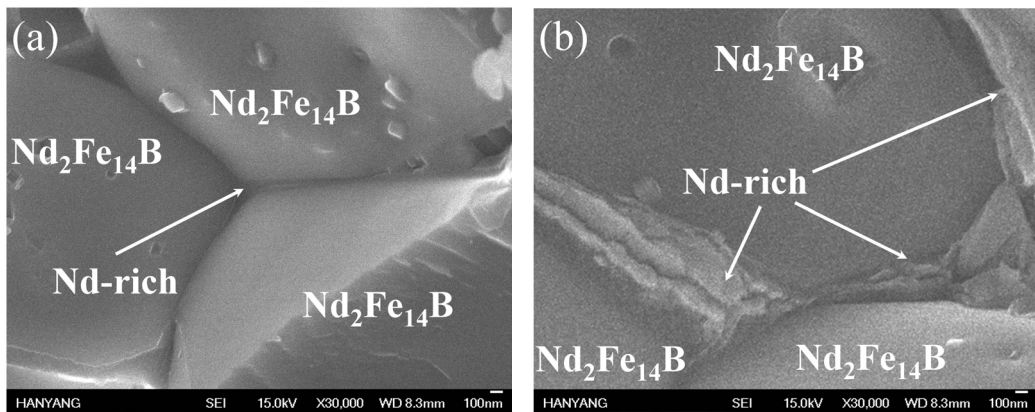


Fig. 1. Fracture surface images of (a) isothermally and (b) cyclically sintered samples.

이러한 보자력 증가의 원인을 고찰하기 위하여 고배율 FE-SEM 을 통하여 미세구조를 파단면을 통하여 분석한 결과, 삼중점에 존재하는 Nd-rich상의 형상이 등온소결 공정에 비해 cyclic 소결 공정 시 $Nd_2Fe_{14}B$ 결정립을 고르게 분포하여 효과적으로 $Nd_2Fe_{14}B$ 결정립을 고립 시키고 있음을 확인할 수 있었다.

이러한 미세구조의 변화로 판단할 때, 반복 소결은 효과적으로 Nd-rich 의 미세구조를 변화 시켰으며, 이러한 미세구조 변화는 $Nd_2Fe_{14}B$ 결정립간의 자기교환 결합 작용을 제한시키게 되어 그 보자력 값이 등온소결 보다 급격히 증가한 것으로 판단된다[1].

4. 결론

- 1) 고립된 $Nd_2Fe_{14}B$ 상의 Nd-Fe-B 소결자석 제조를 위한 소결 공정 변화를 통하여 미세구조를 유도 하였고 진밀도를 가지는 Nd-Fe-B 소결자석을 제조 하였다. 이러한 반복 소결은 Nd-rich상이 $Nd_2Fe_{14}B$ 상 주위를 고르게 분포된 미세구조를 나타내었다.
- 2) 반복적인 승온과 냉각공정을 도입한 반복 소결공정은 등온소결공정에 비해 효과적으로 미세구조를 제어 하여 보자력이 약 1.5 kOe 정도 증가 하였다.

5. 참고문헌

- [1] C.H. de Groot, K.H.J. Buschow, F.R. de Boer, *J. Appl. Phys.* 66 388 (1998).