

Nd₂Fe₁₄B 계 나노복합재료의 소결과 자성특성에 관한 연구

강태주*, 조유정, 김기한, 홍새로미, 이원희

소속기관 세종대학교

1. 서론

Nd-Fe-B계 소결자석은 우수한 자기적 특성 때문에 그 사용범위가 급격히 증가하고 있으며 HDD, 모터, 스피커, 의료기기 등의 핵심 부품으로 사용되고 있다.[1] 소결자석의 자기적 특성을 향상시키기 위하여 조성 개발과 함께 새로운 제조공정이 개발되고 있다. Nd-Fe-B 계 소결자석의 특성은 합금의 조성 및 제조공정을 조절하여 자성 분말의 입도 및 입도분포 Nd₂Fe₁₄B상의 분율 산소함량 crystallite size 등과 같은 인자들이 최적화됨으로써 향상시킬 수 있다. 본 연구에서는 고전압 고전류를 Nd-Fe-B계 분말에 흘려주면서 순간적으로 발생하는 열에너지에 의해 소결되는 전기방전 공법 (Electro-Discharge-Sintering :EDS) 을 이용하여 Nd-Fe-B 자성분말의 crystallite size의 조대화를 억제시켜 소결함으로써 자성특성의 변화를 연구하였다.[2]

2. 실험방법

RSP 공법에 의하여 제조된 Nd₂Fe₁₄B 계 ribbon을 400RPM 3분간 spex mill을 통하여 분쇄 시킨후 직경이 3mm 인 quartz tube 아래쪽에 구리 전극봉을 장착하고 분쇄된 분말을 주입 후 vibrator를 이용하여 분말과 분말이 잘 packing 될 수 있도록 하였다. 전극봉에는 14MPa 의 하중을 가하여 분말을 packing 하였으며 방전이 이루어지는 chamber를 2.0 x 10⁻³ torr 의 진공환경에서 실험을 진행하였다. 전기방전 조건은 150μF에 3.0kV~3.6kV 범위 내에서 설정하였다. 또한 전기방전 소결시편의 비교군으로 고진공 환경에서 1000℃~1250℃에서 소결한 시편을 제조하였다.

소결된 시편들은 X선 회절 분석기로 상변화 및 결정립 크기를 분석하고 전자현미경으로 미세구조를 관찰 하였다. 또한 VSM 장비를 통하여 RSP 공법으로 제조된 Nd₂Fe₁₄B계 ribbon과 input energy변화에 따른 소결된 시편의 자성 특성을 비교분석 하였다.

3. 실험결과

400 RPM에서 4분간 분쇄된 Nd₂Fe₁₄B 계 ribbon은 XRD를 통하여 분쇄 이전의 리본과 비교시 아무런 상변화를 나타내지 않아 상변화 없이 균일하게 분쇄 되었다. 분쇄된 분말을 150μF 3.0kV~3.6kV 의 input energy조건에서 소결시 450μsec 이내에 모든 소결공정이 완료되었다. X선 회절분석기를 통하여 측정된 Crystallite size는분쇄된 분말에서 20nm를 나타내었으며 전기방전 소결공정을 진행시 crystallite size는 3.0kV~3.6kV 범위에서 21.3nm~35.8nm로 input energy가 증가함에 따라 crystallite size도 증가함을 알수 있었다. 원료분말의 보자력은 6732 Oe 로 측정 되었으며 전기방전 소결시편은 3.0kV~3.6kV 에서 741Oe~1714 Oe 의 보자력을 나타내었다.

4. 고찰

Nd-Fe-B 계 시편의 자성특성은 시편의 crystallite size, 시편내의 산화도, 시편의 응력 및 소결상태와 밀접한 관계를 갖는다. 전기방전소결 chamber 내 2.0 x 10⁻³ torr 정도의 진공 상태에서 전기방전소결시 시편의 산화도 및 소결체의 기공형성이 보자력에 많은 영향을 미친 것으로 사려된다.

5. 결론

Nd-Fe-B계 자성 분말은 150 μ F, 3.4 kV의 전기방전소결 조건에서 완벽하게 소결이 이루어졌다. 450 μ sec 이내에 모든 소결 및 냉각이 이루어져 crystallite size의 증가를 억제하는 효과를 보여주었다. 자성분말에 비하여 전기방전 소결에 의한 시편의 보자력이 저하되었지만 2.0×10^{-7} torr 조건에서 고온소결을 통하여 제조된 시편에 비하여 높은 보자력을 나타내었다.

6. 참고문헌

- [1] Y.Kaneko, IEEE,Trans. Mag. 36(5), 3275(2000)
- [2] W.H.Lee, J.Lpr.Inst.Met. & mater 47(8), 488-493(2009)

본 연구는 지식경제부 소재원천기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.