

NdFeB계 분말(MQP-B)의 방전플라즈마 소결과 자기적 특성에 관한 연구 (A study on the Spark Plasma Sintering and their magnetic properties of NdFeB(MQP-B) powder)

울산대학교 배광욱, 최성진, 권영순, 윤석길

1. 서론

Nd₂Fe₁₄B 금속간 화합물은 포화자속밀도와 자기이방성이 커서 우수한 영구자석 재료라고 알려져 있다. 현재 Nd₂Fe₁₄B을 주상으로 하는 NdFeB계 영구자석은 소결자석 및 급냉응고 방법에 의한 분쇄자석으로 주로 제작되고 있으며 그 생산량도 현저하게 증가되고 있다. 급냉응고법에 의해서 제조된 자석의 경우, 소결자석에 비하여 열적안정성 및 내부식성이 강하고, 또 미세 분말로 분쇄해도 벌크 상태의 자기적 특성을 그대로 유지하므로 이방성 분쇄자석의 원료로 사용될 수 있다.

한편 방전플라즈마 소결법은 전통적인 소결법에 비해 가장 두드러진 특징은 가압하에서 매우 짧은 시간에 소결이 이루어진다는 것이다. 또한 시편 전체에 걸쳐 급격한 가열이 이루어지므로 균일한 소결조직을 얻을 수 있다. 따라서 방전플라즈마 소결은 소결재료를 제조하는데 매우 효율적인 방법으로 대두되고 있다.

본 연구에서는 미국 Magnequench사에서 급냉응고법에 의해 생산되는 NdFeB(MQP-B)분말을 이용하여 Attriter를 통해 분말의 입도를 조절하고, 그 분말을 방전플라즈마 소결(SPS)장치를 이용해 소결자석을 만든 후 그 소결자석의 구조적, 자기적 특성에 관하여 조사하고자 한다.

2. 실험방법

본 연구에서 사용된 NdFeB분말은 Magnequench사에서 생산되는 등방성 분말중의 하나로 등급은 MQP-B이다. 입도분석기를 통하여 분말의 크기를 측정한 결과에 따른 평균 입도는 250 μm이었으며, 입도를 조절하기 위하여 Attriter(Model : Simoloyer, 독일 ZOZ사)를 사용하였다. 밀링시 분말의 산화를 방지하고자 Attriter의 용기내부에 Ar gas를 유입시켜 불활성 분위기를 유지시켰으며, 불과 분말의 장입비는 고탄소크롬강구 3kg과 분말 100g의 비로 ball mill을 실시하였다. 이렇게 제조된 NdFeB분말을 방전플라즈마 소결장치(Model : SPS-515S, (주)이즈미테크)를 이용하여 승온속도 150℃/min, 800~1000℃의 소결 온도에서 진공분위기(3×10⁻²torr)하에서 행해졌다. 제조된 소결자석은 미세조직 및 자기적 특성을 분석하기 위하여 SEM, XRD, VSM등을 사용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Milling 시간이 2시간이 지나면서 Nd₂Fe₁₄B상이 미세화 되고 분해 및 비정질화가 진행되는 것으로 판단되는데 이는 XRD분석 등을 통하여 확인할 수 있었다. 그리고 원료분말을 가지고 소결온도 850℃, 소결압력 70MPa에서 이론밀도의 99%이상의 소결체를 얻을 수 있었고, 이때 소결자석의 자기적 성질은 M_s : 95.71emu/g, M_r : 68.29emu/g, H_c : 6.062kOe, BH_{max} : 9.6MGOe의 자기적 특성을 얻을 수 있었다.