

고보자력Nd-Fe-B 소결자석의 Dy 저감을 위한 연구

남궁 석*, 이민우, 장태석, 박송이¹, 김태훈¹, 이성래¹

선문대학교 대학원 재료금속공학과

¹고려대학교 신소재공학부

최근 모터 및 액츄에이터에 Nd-Fe-B 소결자석이 적용되면서, 고온에서도 이들이 안정적으로 작동되도록 하기 위하여 상온에서 높은 보자력을 갖는 소결 자석을 요구하고 있다. 이러한 소결자석의 보자력을 증가시키기 위한 가장 일반적인 방법은 이방성 자장이 큰 Dy, Tb와 같은 중희토류 원소를 첨가하는 것이다. 즉 이들을 첨가하면 이 원소들이 강자성 2:14:1상의 Nd와 치환되어 2:14:1의 결정자기이방성을 증가시킴으로써 자석의 보자력이 증가된다. 그러나 보자력은 증가하는 대신 이들 원소와 Fe와의 반강자성결합 때문에 포화자화값이 감소하여 결과적으로 자석의 $(BH)_{max}$ 값이 감소하는 단점이 있다. 또한 이들 중희토류 원소는 Nd에 비해 매우 비싸고 매장량이 부족하여 자원고갈의 문제도 야기할 수 있다. 하지만 현재의 기술로는 이들 원소의 도움없이 25 kOe 이상의 보자력을 갖는 고보자력 이방성 소결자석을 제조하기가 불가능하며, 현재 제조되고 있는 고보자력 자석, 특히 HEV 구동용으로 제조되는 자석은 200°C 이상의 고온에서도 자석이 안정하게 기능할 수 있도록 충분한 보자력을 부여하기 위하여 상온에서는 더 높은 보자력 (≥ 30 kOe)을 유지하여야 하기 때문에, 이들 원소가 필요 이상으로 많이 첨가되고 있다. 따라서 이들 중희토류 원소의 함량을 줄이거나 아예 넣지 않고 보자력을 증가시키기 위한 기술을 개발하는 것이 중요한 이슈가 되었으며, 최근 일본에서는 소결자석의 표면에 Dy를 다양한 방법으로 코팅한 후 열처리에 의한 입계 확산을 통하여 보자력을 증가시키는 방법이 개발되어 일부 상용화되고 있다. 그러나 이 경우 유효 자석 두께에 제약이 있고 공정이 복잡해지는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 각 단계별 공정기술을 개선하여 역자구 생성요인을 제어함으로써 보자력을 증가시켜 Dy의 함량을 줄이는 방법과 소량의 Dy 화합물을 Nd-Fe-B 자성분말에 혼합하여 피복한 후 일반적인 소결자석 제조법으로 자석을 제조함으로써 각 결정립이 균일하게 자기이방성이 높은 층으로 둘러싸인 core-shell type 구조를 가질 수 있도록 하여 보자력을 증가시키는 방법을 모색하고자 하였다.

본 연구는 지식경제부 소재원천기술개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.