

CAPA에 의한 NdFeB 영구자석의 자기특성에 미치는 첨가제의 영향

한국표준과학연구원 김형태*, 조성호, 김윤배
 Kurchatov Institut G.A. Kapustine
 광양대학 제철금속과 진우용
 전북대학교 신소재공학부 김학신

The effects of additives on the magnetic properties
 of NdFeB magnets fabricated by CAPA

KRISS H.T. Kim*, S.H. Cho, Y.B. Kim
 Kurchatov Institute G.A. Kapustin
 Kwangyang College W.Y. Jeon
 Chonbuk National University H.S. Kim

1. 서·론

급냉응고법으로 제조된 NdFeB 리본 합금은 수십 나노크기의 강자성 $Nd_2Fe_{14}B$ 금속간화합물인 강자성상으로 이루어져 있기 때문에 [1] 고성능의 자기특성을 지니고 있으나 기본적으로는 등방성이다. 이러한 분말은 hot-press에 의하여 등방성 벌크자석을 제조한 후 소성변형과정을 거쳐 이방성이 부여된 고성능 NdFeB 영구자석으로 제조될 수 있지만 등방성 자석이 지니고 있던 보자력이 소성변형과정에서 급격히 저하되는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위하여 모합금 제조시 소량의 원소를 첨가하는 방법과 hot-press 전 최종단계에서 합금분말에 소량의 금속 분말을 첨가하는 방법이 효과적인 것으로 알려져 있다 [2]. 최근에 DC 전류와 프레스에 의한 압력을 동시에 이용하는 통전가압(current-applied pressure-assisted)에 의하여 치밀화된 이방성 NdFeB 영구자석을 얻을 수 있는 방법을 발표한 바 있다 [3]. 본 연구에서는 소량의 금속분말을 MQPA 분말에 첨가하여 기계적으로 혼합한 분말상태에서 CAPA 공정에 의해 NdFeB 영구자석을 제조하고, 밀링 조건 및 첨가원소에 따른 자기특성 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 NdFeB 원료분말은 급냉응고법으로 제조된 MQP-A(미국, GM社) 분말이다. 원료분말에 소량의 금속분말을 첨가한 후 행성볼밀에서 에틸알콜을 용매로 사용하여 150 rpm 속도로 밀링하여 혼합된 NdFeB 분말을 제조하였다. 밀링에 사용된 용기와 볼의 재질은 SUS 304 이며 볼의 크기는 직경 10 mm 이다. CA-press에 의해 직경 20 mm, 두께 8 mm 크기의 등방성 자석을 제조한 후 CA-deformation에 의해 이방성 자석을 제조하였다. 자세한 실험 방법은 이미 발표된 논문에 기술되어 있다 [3]. 자기적 특성의 변화는 시료를 약 90 kOe의 자계로 착자시킨 후 최대인가 자장이 25 kOe인 $B-H$ loop analyzer를 이용하여 측정된 자기이력곡선으로부터 구하였다.

3. 실험결과 및 고찰

MQPA분말만을 행성볼밀에서 5, 10 및 20 min 밀링한 상태의 분말로부터 제조된 등방성 및 이방성 자석의 밀링시간에 따른 자기특성 변화를 Fig. 1에 나타낸다. 등방성 자석의 경우 밀링에 관계없이 잔류자화 및 보자력 둘다 변화를 거의 보이지 않는 반면, 이방성 자석의 경우 밀링시간이 증가함에 따라 잔류자화 변화는 거의 일정하지만 보자력은 점점 감소하여 20 min 밀링한 분말을 이용한 이방성 시편의 보자력은 밀링하지 않은 경우보다 약 30% 감소하고 있다. Fig. 2에 나타난 이방성 시편의 자기소거곡선에서 알 수 있듯이 밀링시간이 증가함에 따라 잔류자화나 각형성은 거의 그대로 유지한 상태에서 보자력이 감소하고 있으며, 이로 인하여 $(BH)_{max}$ 가 감소하는 것을 확인할 수 있다.

MQPA분말에 소량의 금속분말을 첨가한 후 행성볼밀에서 20 min 밀링한 혼합분말로부터 CA-press 후 CA-deformation에 의해 제조된 이방성 자석의 자기소거곡선을 Fig. 3에 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 CA-press 전 최종단계에서 금속분말을 첨가함으로써 최종적으로 제조되는 CA-deformed 이방성 자석의 보자력이 크게 향상되고 있다.

4. 참고문헌

- [1] A. Melsheimer, M. Seeger and H.Kronmuller, J. Magn. Magn. Mater., 202, 458(1999).
- [2] C.D. Fuurst and E.G. Brewer, Appl. Phys. Lett, 56(22), 2251(1990).
- [3] H.T. Kim, Y.B. Kim and H.S. Kim, J. Magn. Magn. Mater., 224, 173(2001).

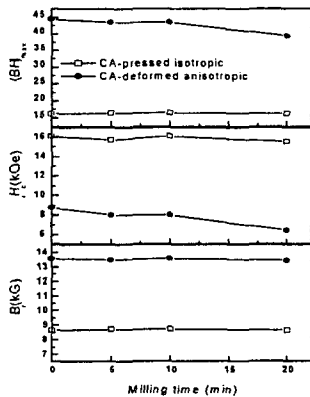


Fig. 1. Magnetic properties of CA-pressed and CA-deformed magnets obtained from MQPA powder as a function of milling time.

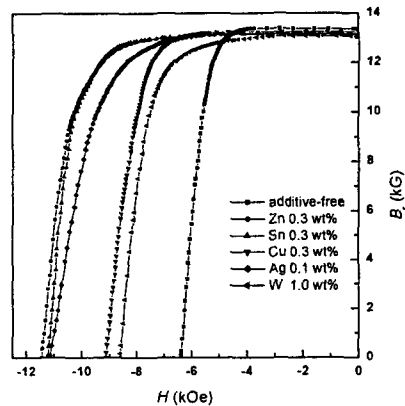


Fig. 2. Demagnetization curves of CA-deformed magnets obtained from MQPA powder added metal powder.