

DyH₂ 용액으로 입계확산 처리한 NdFeB 소결자석에서 Cu/Al의 혼합이 Dy의 확산과 자기적 특성에 미치는 영향

이민우^{1,*}, 이호상¹, 장태석¹, 김태훈², 이성래², 김효준³

¹선문대학교 신소재공학과

²고려대학교 신소재공학과

³자화전자 R&D 센터

1. 서론

Nd-Fe-B 소결자석에서 보자력을 증가시키기 위하여 Dy 또는 Tb과 같은 중희토류 원소의 첨가는 필수적이다. 그러나 이들 원소는 Nd에 비해 매우 비싸고 자원이 부족하여 많은 양이 사용될 경우 자석 가격의 상승과 자원고갈 문제도 심각하게 대두될 수 있다. 따라서 최소의 중희토류 원소를 사용하거나 중희토류 원소(Dy, Tb)를 사용하지 않고 보자력을 증가시키는 연구가 진행되고 있다. 그 중 중희토류 원소를 자석 표면에 다양한 방법으로 코팅한 후 열처리를 하여 입계를 따라 중희토류 원소가가 확산되어 들어가도록 하는 연구가 주목을 받고 있다. 이는 역자구가 생성되기 용이한 강자성 2:14:1 상의 계면부분을 중희토류 원소로 치환하여 자기이방성이 높은 층을 형성함으로써 보자력을 향상시키는 방법이다 [1, 2]. 하지만 입계확산용으로 제조되고 있는 소결자석의 밀도가 98 % 이상으로 거의 완전 치밀화 되어있기 때문에 자석의 내부 중심까지 Dy가 확산되기 어렵다. 이러한 점을 극복하기 위해서 본 연구에서는 Dy화합물을 입계확산용 자석에 단순 도포한 뒤 열처리를 통하여 입계확산 시킴에 있어 저융점 원소의 첨가로 Dy의 확산 깊이를 향상시키고자 하였고, 이에 따른 소결자석의 미세구조 및 자기특성 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 자성분말은 (Nd, Dy)FeB 조성의 분말로 1060 °C에서 4시간동안 소결하여 입계확산용 자석으로 제조하였고, 무수알콜에 DyH₂분말과 저융점 원소인 Cu, Al분말을 각각 일정량 혼합하여 입계확산용 용액을 제조하였다. 제조된 용액에 입계확산용 자석을 담근 후 건조하여 880 °C, 530 °C, 500 °C에서 각각 열처리하였다. Cu 및 Al와 Dy의 분포는 EPMA를 통하여 관찰하였고 미세구조는 주사전자현미경(SEM; Hitachi S-3000N)을 통하여 분석하였다. 소결체의 자기특성은 BH loop tracer (Magnet physik Permagraph C-300)를 이용하여 측정하였다

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 DyH₂ 분말에 Cu와 Al을 각각 2 wt.% 혼합하였을 경우 보자력이 각각 3.5, 4.2 kOe로 크게 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 Cu와 Al을 혼합하지 않았을 경우(2.9 kOe)와 비교해 보아도 보자력이 더 높은 것을 알 수 있었다. 잔류자속밀도의 경우 최적화된 2 wt.%의 혼합량에서는 두 조건 모두 감소하지 않았지만, Al을 혼합하였을 경우와는 달리 Cu의 혼합량이 증가함에 따라 잔류자속밀도가 감소하는 것으로 나타났다.

※ 본 연구는 2012년도 지식경제부 지원의 기술 혁신사업(No.10043780)의 연구비 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. (No. 2011T100200304)

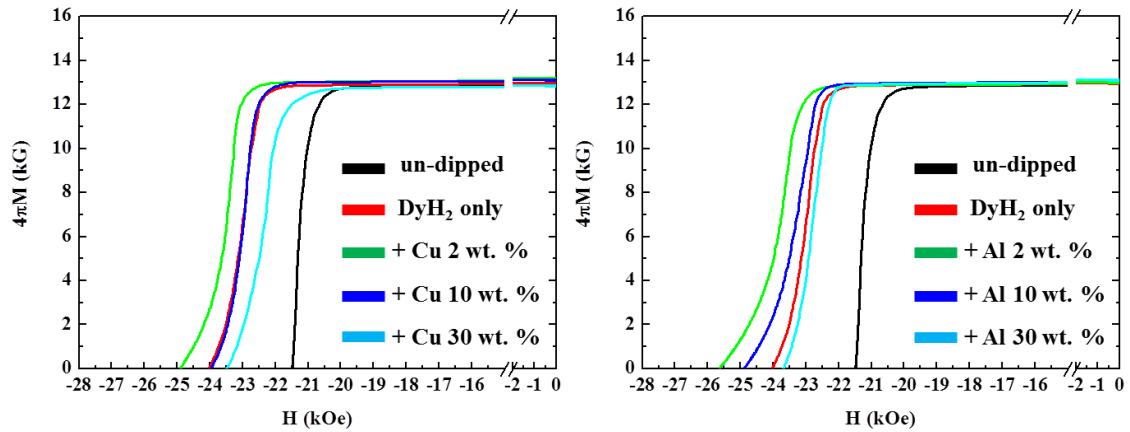


Fig. 1. Demagnetization curves of dipped magnets in DyH₂ + Cu and DyH₂ + Al solution.

4. 결론

입계확산용 소결자석에서 Dy의 확산 깊이를 증가시키기에 있어 Cu보다는 Al의 더욱 효과적이라는 것을 확인 하였으며, 잔류자속밀도의 감소 없이 보자력을 크게 증가시킬 수 있음을 확인하였다. 이는 Al이 Dy의 확산을 효과적으로 향상시켜주어 보자력이 향상된 것으로 판단되며, 후속연구에 의해 열처리 조건을 최적화하면 보다 높은 자기 특성을 갖는 Dy 저감형 자석을 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- [1] K. Hirota, H. Nakumura, T. Minowa and M. Honshima, IEEE Trans. Magn., vol. 42, no. 10, pp. 2909-2911, Oct. 2006.
- [2] M. Komuro, Y. Satsu and H. Suzuki, IEEE Trans. Magn., vol. 46, no. 11, pp. 3831-3833, Nov. 2010.