B3

고보자력형 Nd-Fe-B계 영구자석 개발

대우중공업(주)
중앙연구소 홍 수 열
소재기술부 김 중 석*

DEVELOPMENT OF HIGH COERCIVITY Nd-Fe-B TYPE PERMANENT MAGNETS

Daewoo heavy industries ltd. S. Y. HONG
J. S. KIM

1. 서론

Nd-Fe-B계 자석은 최대자기에너지적이 크고, Nd과 Fe를 주성분으로 하기때문에 cost performance가 매우 높은 자석재료로서 많은 관심이 집중되고 있다. 그러나 Nd계 영구자석은 잔류 자속밀도와 보자력의 온도계수가 매우 높기 때문에 200℃ 정도의 낮은 온도에서도 가역변화와 비가역 변화가 크므로 최대 동작온도가 약 100℃ 정도로 제한되는 결점을 갖고 있다.[1]

Nd를 Dy로 치환할 경우 $RE_2Fe_{14}B$상의 magnetocrystalline anisotropy가 급격히 증가되어 보자력의 상승을 꾀할 수 있다.[2] 그러나 이러한 합금 치환은 잔류자속밀도와 최대자기에너지적을 감소 시키는 동시에 온도 의존성을 감소시키기 때문에 잔류 자속밀도와 보자력의 최적 합금 조합이 될 수 없는 것이다. 따라서 Nd계 영구자석의 연구 개발 추세는 3원계 합금에 미량원소를 첨가하여 $Nd_2Fe_{14}B$상의 고유특성을 개선함으로써 잔류 자속밀도의 큰 감소없이 보자력을 향상시키고, 또한 온도 의존성을 향상시키는 방법에 집중되고 있다.

본 연구에서는, 자성 특성중 보자력은 소결체의 미세 조직에 큰 영향을 받는 다는 관점으로부터, 저융점 소결 첨가제인 Al을 Dy와 함께 복합 치환하여 잔류 자속밀도는 10.0 ~ 11.5KG 수준으로유지하며 상대적으로 보자력을 크게 향상시키는 Nd계 영구자석의 개발을 목표로 하였다.

2. 실험 방법

진공 유도용해 방식으로 합금을 제작하였으며, Hydrogen Decrepitation 방법으로 조분쇄한 다음, Jet Milling 방법으로 미분쇄하였다. 그리고 약 1.0ton/cm^2~5.0ton/cm^{2}의 성형압으로 횡방향 자장하에서 정렬시킨 후 성형하였다. 성형체는 1050~1120℃의 온도에서 1~2시간 진공소결하여 소결자석을 제작하였다. 자석 특성은 35KOe 정도의 직류 자장을 인가한 후, 히스테리시그라프를 이용하여 측정하였으며, 소결체의 산소 농도는 *Oxygen determinator*로 측정하였다.

그리고 소결체의 수축율 및 소결밀도를 측정하였으며, 미세 조직은 주사 전자 현미경과 광학 현미경을 이용하여 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

$Nd_{15}Fe_{77}B_8$ 영구자석 합금조성에 Dy를 0~10.0wt%범위로 그리고 Al을 0~1.0wt%범위로 변화시키면서 자성특성을 측정한결과, Fig.1에서 보는 바와 같이 Nd-Fe-B 3원계에 Dy와 Al을 복합치환하므로써 보자력이 급격히 상승함을 알수 있다.

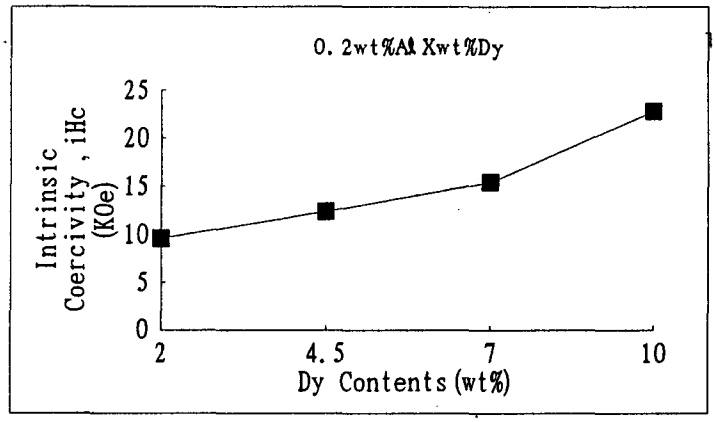

Fig.1 Intrinsic coercivity as a function of Dy contents

4. 참고 문헌

1) J.D.LIVINGSTON, IN PROC. ASM SYMP. ON SOFT & HARD MAGNETIC MATERIALS, EDS.J.A.SAISGIVER, et. al., ORLANDO, FLORIDA, 71~79(1986)
2) E.B.BOLTICH & W.E.WALLACE, J. LESS. COMMON METALS, 126, 35 (1986)