

B1

Nd계 소결자석에 있어서 산화가 자성특성에 미치는 영향

대우중공업(주) 김재곤
중앙연구소 조정환
소재기술부 홍수열*
김중석

THE EFFECTS OF OXIDATION ON MAGNETIC PROPERTIES FOR Nd TYPE SINTERED MAGNETS

DAEWOO HEAVY INDUSTRIES LTD. J.G. KIM
CORPORATE R & D INSTITUTE J.W. CHO
MATERIALS TECHNOLOGY Dept. S.Y. HONG
J.S. KIM

1. 서론

상온에서 우수한 자성특성을 갖는 Nd-Fe-B Type 영구자석이 개발된 이래, 희토류 영구자석의 온도 안정성과 자성특성을 향상시키기 위한 수많은 연구가 진행되어 왔다. Nd-Fe-B Type 영구자석의 자성특성은 합금원소와 제조방법 뿐만 아니라 산소등의 불순물에 따라 큰 영향을 받는다. 실제로, Nd-Fe-B Type 영구자석의 자성특성은 C,H,O,N,Si, Mn,Ce 및 La등의 불순물 원소들에 의해 영향을 받는 것으로도 알려져 있다. 그러나 Nd-Fe-B Type 영구자석의 자성특성에 대한 불순물 원소의 영향에 대해서는 비교적 연구가 부진한 상태이다. 이러한 불순물 원소의 영향중에서, 특별히 공정분위기중 가장 반응성이 큰 원소로서 제조공정에서 매우 쉽게 유입되는 산소가 특히 흥미있다. Narasimhan, Williman과 Dulis는 0.6wt% 이상의 산소를 포함하는 Nd-Fe-B Type 영구자석 합금은 습도와 열적 혼합 분위기에 노출될 때 분해에 대한 저항성이 큰 것으로 보고했다. 그러나 자성특성과 소결특성에 관한 산소의 영향에 대해서는 체계적인 연구결과가 없었다. 따라서 본 연구에서는 Nd-Fe-B Type 영구자석의 자성특성과 소결특성에 대한 산소의 영향에 대해서 연구고찰 하고자 하였다.

2. 실험방법

영구자석 재료는 종래의 분말야금법으로 준비하였으며, 합금은 33.5wt% Nd - 1.25wt% B - Bal.Fe 였다. 영구자석 합금잉곳은 파쇄후 Hydrogen Decrepitation 방법으로 조분쇄한 다음, Jet Milling 방법으로 미분쇄 하였으며, 미분말의 F.S.S.S 측정치는 약 4.3 μ m였다. 미분말은 글로브 박스내에서 임의적으로 공기를 유입하여 산화 시켰으며, 약1.0ton/cm³ ~ 5.0ton/cm³의 성형압으로 횡방향 자장하에서 정렬시킨후 성형하였다. 성형체는 1050~1120 $^{\circ}$ C의 온도에서 1~2시간 진공소결 하였고, 소결체의 산소농도는 Oxygen Determinator로 측정하였다. 소결체의 수축율(Vol.%) 및 소결밀도(ASTM-B-311)를 측정하였으며, 자성특성은 Hysteresigraph를 이용하여 측정하였다. 그리고 미세조직은 SEM과 광학현미경을 이용하여 관찰하였다.

3. 실험결과

Nd-Fe-B Type 영구자석 합금의 여러가지 산소함량에 대해 검토하였다.

Fig. 1.에서 보는 바와 같이 고유 보자력(iHc)은 산소함량이 증가함에 따라 감소하여, 산소함량이 0.6wt% 이상에서는 급격히 감소함을 알 수 있으며, 잔류자속밀도(Br)는 비교적 서서히 감소함을 알 수 있다.

그리고 Fig. 2.에는 산소함량 변화에 따른 체적수축율과 소결밀도를 나타내었다. 체적수축율과 소결밀도는 산소함량이 증가함에 따라 모두 감소함을 알 수 있으며, 산소농도가 0.6wt% 이상에서는 체적수축율이 30% 미만임을 알 수 있다.

4. 결론

Nd-Fe-B Type 영구자석은 산소함량이 증가함에 따라 소결체의 치밀화는 감소되고, 점차적으로 자성특성도 감소된다.

이러한 자성특성 및 소결특성의 감소는 Nd원소가 산화됨에 따라 grainboundary내의 Nd-rich phase의 고갈에 따른 것으로 판단된다. 그러므로 Nd-Fe-B Type에 있어서 고보자력형 영구자석은 산소함량을 최소화함으로써 가능하다.

5. 참고문헌

- ① K. Narasimhan, C. Willman, and E. Dulis, U.S Patent No. 4588439 (May. 13. 1986)

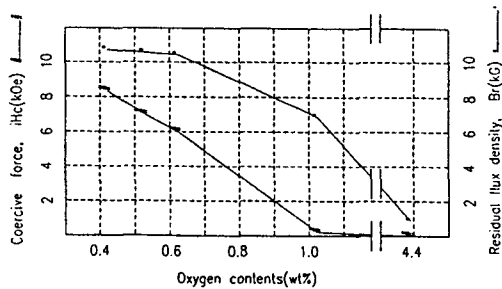


Fig. 1. Variation of magnetic properties for Nd-Fe-B Type sintered magnets with oxygen contents at room temperature.

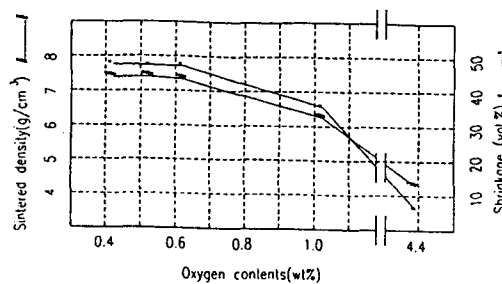


Fig. 2. Variation of density and shrinkage for Nd-Fe-B Type sintered magnets with oxygen contents at room temperature