

복합치환된 Die-Upset Nd-Fe-B계 자석의 미세구조와 자기적성질 (Microstructure and Magnetic Properties of Die-Upset Nd-Fe-B Magnet With Complex Substitutions)

한양대학교 재료공학과
한국원자력연구소

손상호, 여정수, 송진태
강기원

1. 서론

높은 $(B \cdot H)_{\max}$ 값을 갖는 Nd-Fe-B계 고성능 영구자석이 개발된 이래 이 자석재료에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있으며, 그 제조법은 분말야금법에 의한 소결자석 제조와, 급냉리본을 제작하여 이를 원료로 Bonded Magnet 및 Hot-Press, Die-Upset 등의 자석제조 방법이 각광을 받고 있다. 본 연구에서는 Nd-Fe-B계에 Co와 Al을 첨가한 모합금의 급냉리본들을 열간 압축하고 그 시편을 다시 Die-Upset가공하여 자기적 성질과 조직 및 자구를 조사하였으며 특히 조직의 배향화와 Die-Upset에 의한 분말의 이방성화를 연구하고자 하였다.

2. 실험방법

본 실험의 합금은 순도 99.9%의 Nd와 Co, 99.5%의 B, 99.9%의 Al과 전해철을 각 조성에 맞게 평량하여 고순도 Ar gas분위기의 진공고주파유도로에서 용해 제조하였다. 이들 합금의 급냉리본은 단롤법으로 제작하였다. 즉 합금을 석영관에 넣어 Ar gas분위기의 고주파유도로에서 용해한 후에 분출시켜 제작하였다. Ribbon fragment를 열간 성형die에 장입한 후 700℃~760℃의 온도, 10~20kpsi의 압력으로 유지시간을 달리하여 Hot-Pressed시편을 얻고 이것을 다시 Open die에서 Die-Upset가공을 하여 가공도에 따라 미세조직의 변화와 자기특성을 조사하였다. 자구는 특수한 magnetite를 사용, Bitter Method 로 관찰하였다.

3. 결론

Nd-Fe-B계에 Co와 Al을 첨가한 급냉자석의 자기특성은 Hot-Press Magnet의 경우 $iH_c=10.8\text{KOe}$, $Br=7.3\text{KG}$, $(B \cdot H)_{\max}=8.1\text{MGOe}$ 로 나타났으며 Die-Upset가공을 통하여 조직이 더욱 배향화되고 Br값도 다소 증가함을 보였고 이에 따라 최대에너지적 $(B \cdot H)_{\max}$ 의 증가를 나타내었다. 또한 Die-Upset으로 배향화된 자석의 자구는 여러 형태가 있었으나 주로 maze pattern을 보여 c축의 배향화를 알 수 있었다. 조직과 자구 그리고 보자력의 향상을 고려할 때 Die-Upset분말로 되는 이방성자석의 제조가능성을 보였다.

4. 참고문헌

- 1) J.J.Croat, J.F.Herbst and R.W.Lee: J.Appl.Phys.,55(1984)2078
- 2) R.W.Lee: Appl.Phys.Lett.,46(1985)790
- 3) R.K.Mishra: J.Appl.Phys.,63(1988)8