

MM(Misch Metal)-Fe-B 급냉자석의 자기적 성질
(Magnetic Properties of Rapidly Solidified MM(Misch metal)-Fe-B Magnets)

조성국, 윤석길, 고관영*

울산대학교 재료공학과

* 울산 전문대 금형과

1. 서론

본 연구에서는 영구자석 재료에서 Nd와 같은 고가인 희토류 금속을 Ce, La, Nd를 주성분으로 하는 Misch Metal로 대체하여 cost에 비하여 성능이 우수한 이방성 MM-Fe-B 급냉자석의 개발을 목적으로 하여, 이를 위한 연구과정으로 먼저 MM-Fe-B의 최적조성과 급냉조건 및 열처리에 따른 특성변화등을 조사 하였으며, MM-Fe-B계에 제4의 원소 (Al, Ti, Co등)를 첨가 하였을때의 자기적 특성 변화를 조사 연구하였다. 이러한 기준조성 및 급냉조건을 결정하여 급냉을 통하여 얻어진 리본 분말을 여러가지 과정을 통하여 성형하였을때 얻어진 자석들의 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

모합금은 $MM_{15}Fe_{77}B_8$ 의 기준조성에서 Al, Ti, Co를 Fe대신 치환하는 조성으로 진공 아르곤 아크로에서 제조하였다. 이때의 정격조성은 $MM_{15}Fe_{77}B_8$, $MM_{15}Fe_{76}B_8Ti_1$, $MM_{15}Fe_{75}B_8Al_2$, $MM_{15}Fe_{69}B_8Co_5Al_3$ 이었다. 급냉리본은 고진공 고주파 유도로를 이용하여 단롤법(R=250mm)으로 내경 18mm, 노즐직경 0.6mm인 석영관을 사용하고 급냉속도는 25m/sec로 하여 제조하였다. 본드자석은 과냉각된 리본을 열처리시켜 만든 분말을 이용하여 상온에서 압축성형하여 진공분위기에서 폴리이미드를 함침시킨후 경화시켜 제조하였다. Hot-press자석은 급냉리본분말을 진공 hot-press장치를 이용하여 730℃, 100MPa의 압력으로 2분간 성형하여 제조하였다. Die-upset자석은 열간 압축 성형한 원통형 시편의 위, 아래면을 연마하여 측면에 구속이 없는 상태에서 Die-upset용 mould에 넣고 산화방지를 위하여 Ar가스 분위기에서 성형온도 730℃, 성형압 300~350 MPa의 압력을 가하여 재압축하였다.

결정구조 조사는 X-선 회절분석기를 이용하였고, 미세구조는 광학현미경과 SEM을 이용하여 관찰하였으며, VSM을 이용하여 자기적 특성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

X-선 회절실험과 미세구조 관찰결과 급냉리본은 전형적인 $R_2Fe_{14}B(\emptyset)$ 형의 tetragonal구조였으며, 본드자석과 Hot-press자석은 등방성임을 알 수 있었으며, Die-upset자석은 두께 감소율에 따라 이방성화가 진행됨을 알 수 있었다. 본드자석의 잔류자화는 3.1~4.0 kG, 보자력은 2.3~3.5 kOe, 최대자기에너지적은 1.2~2.2 MGOe 정도의 특성을 나타내었다. Hot-press자석은 치밀화의 영향으로 전반적으로 높은 특성을 나타내었으며, 잔류자화는 4.8~5.4 kG, 보자력은 3.7~5.1 kOe, 최대자기에너지적은 3.3~5.1 MGOe 정도의 특성을 나타내었다. Die-upset자석은 보자력은 감소하였지만 배향화의 영향으로 잔류자화가 증가하여 높은 자기적특성을 나타내었다. 잔류자화는 5.4~6.7 kG, 보자력은 2.6~4.0 kOe, 최대자기에너지적은 3.4~6.8 MGOe 정도의 특성을 나타내었다.