

급속냉각법에 의하여 제조된 소결 Alnico 8계 자석의 자기특성

산업과학기술연구소 최승덕*, 박언병
김상원, 양충진

(Magnetic Properties of Sintered Alnico 8 system Magnet
Via Rapid Solidification Technology)

RIST Magnetic S.D.Choi*, E.B.Park
Materials Lab. S.W.Kim, C.J.Yang

1. 서론

분말야금법에 의한 소결 alnico 8 계 자석은 주조법으로 제조가 어려운 소형이나, 복잡한 형상을 갖는 제품의 대량생산이 가능하고 기계적 강도가 크고 특성이 균일하다는 장점을 가지고 있다. 본 연구는 급속냉각기술에 의해 미세결정립의 alnico 8 계 자성분말을 직접 제조함으로써 주조-->가공공정에 따른 생산비를 절감하고, 열처리공정을 조절하여 최적의 자기특성을 갖는 소결 alnico 8 계 자석을 제조하고자 하였다.

2. 실험방법

축출형 용융회전법에 의하여 Al-Ni-Co-Ti-Cu-Fe 의 alnico 8 계 급냉리본을 제조한 후, 기계적 교반기에서 액체분위기(solvent) 중 분쇄하여 sieve를 사용하여 적정입도로 분류하였다. 성형은 8 ton/cm²의 수직압력으로 하였으며, 소결은 1100~1250℃에서 1~8시간 행하였다. 자장중 열처리는 1250℃에서 고용화 처리후, 7kOe의 자장중에서 냉각속도를 변화시켜 행하는 연속냉각법(continuous cooling)과 고용화 처리후 등온자장처리를 행하는 등온처리법(isothermal treatment)의 두가지 방법을 사용하였다. 자기적 특성은 B-H Loop Tracer를 사용하여 측정하였으며, 미세조직관찰은 광학, SEM 및 TEM을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Melt spun 상태의 alnico 8 계 급냉리본은 고온조직인 α 단상으로 아주 균일하였으며, 기계적 교반기에서 쉽게 200 mesh(74 μ m) 이하의 입도로 분쇄되었다. 분말의 성형성은 우수하였으며, 1200℃ 이상의 소결온도에서 이론밀도의 95% 이상의 소결밀도를 보였다. 그림 1은 1250℃, 2시간 소결한 alnico 8 계 자석을 1250℃, 10분간 고용화 처리후, 여러냉각속도로 자장중 열처리하였을 때의 자기적 특성을 나타낸 것이다. Alnico 8 계 자석은 비자성의 NiAl-rich matrix(α_2)에서 강자성의 FeCo-rich 상(α_1)이 spinodal 분해하는 결과로서 그 자기특성이 결정되며, 이 때 자장을 걸어주면 자장방향으로 가늘고 긴 강자성 입자가 석출된다. 그림에서 자장중 냉각속도에 따라 자기적 특성은 큰 차이를 보이는데, 냉각속도가 늦으면 석출하는 강자성 입자(α_1)가 조대화하기 때문에 낮은 자기적 특성을 나타내며, 너무 빠르면 spinodal 분해가 일어나는 온도구간을 강자성상(α_1)이 석출하기 전에 지나가기 때문에 역시 낮은 자기특성을 나타낸다. 본 실험에서는 1.19℃/sec의 냉각속도로 자장중 열처리하였을 때 가장 높은 자기적 특성을 보였다.

그림 2는 RIST 에서 제조한 금냉분말을 사용하여 소결한 후, 등온자장 열처리 및 다단 열처리한 후 얻은 alnico 8 자석과 일본 Hitachi 사 제품인 같은 등급의 YCMS-8 의 제 2상한에서의 탈자화 곡선을 나타낸 것이다. RIST 개발 품인 소결형 alnico 8 계 자석의 특성은 잔류자속밀도 $B_r=8.5\text{kG}$, 보자력 $H_c=15300\text{e}$, $H_c=14950\text{e}$, 최대자기에너지적 $(BH)_{\text{max}}=5.0\text{MG0e}$ 의 높은 값을 보였다.

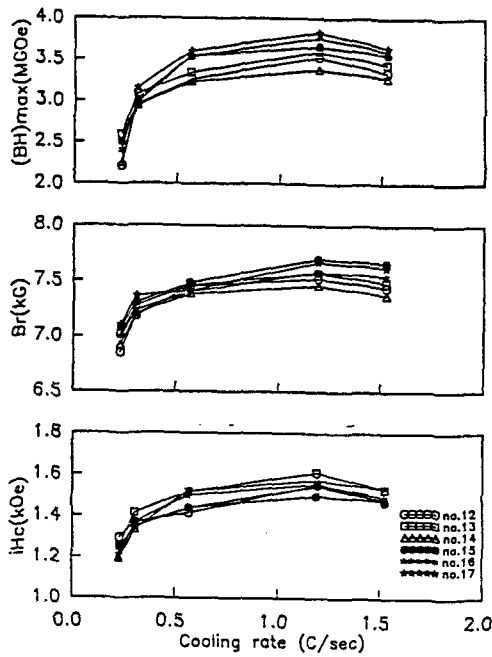


Fig. 1 Variation of magnetic properties of Alnico 8 (No.12-17) as a function of cooling rate during the heat treatment under the magnetic field.

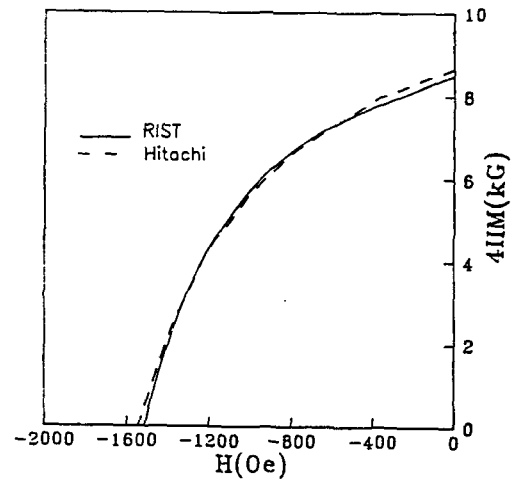


Fig. 2 Demagnetization curves of alnico 8 magnet. (a) sintered magnet made at RIST (b) sintered magnet made at Hitachi.

4. 결론

급속냉각기술로 제조된 분말을 사용한 alnico 8 계 자석은 우수한 성형성과 높은 소결밀도 및 자기적특성을 나타내었으며, 연속냉각법을 이용하여 자장중 열처리시 최적의 냉각속도는 $1.19\text{ }^\circ\text{C}/\text{sec}$ 였다. 등온자장처리법을 이용하여 열처리한 후, 시효처리시 다단열처리를 행하였을 때 높은 자기특성을 얻을 수 있었다.

5. 참고문헌 : 1) H.Lemaire, Powder Metallurgy, 25,165 (1982)
2) M.Takeuchi and Y.Iwama, Trans.JIM, 17, 489 (1976)