

B11

급속냉각법에 의하여 제조된 소결 Alnico 5 자석의 자기특성

산업과학기술연구소 최승덕*, 이우영
신형섭, 양충진

(Magnetic Properties of Sintered Alnico 5 Magnet

Via Rapid Solidification Technology)

RIST Magnetic S. D. Choi*, W. Y. Lee
Materials Lab. H. S. Shin, C. J. Yang

1. 서론

분말야금법에 의한 소결 alnico 계 자석은 주조법으로는 제조가 어려운 소형이나 복잡한 형상을 갖는 제품의 대량생산이 가능하고 기계적 강도가 크고 특성이 균일하다는 장점을 갖고 있다. 본 연구는 급속냉각기술에 의해 미세결정립의 alnico 5 자성분말을 직접 제조함으로써 주조-->가공공정에 따른 생산비를 절감하고 분말제조시 미세조직을 조절하여 최적의 자기특성을 갖는 소결 alnico 5 자석을 제조하고자 하였다.

2. 실험방법

축출형 용융회전법에 의하여 8%Al-14%Ni-24%Co-3%Cu-51%Fe 조성의 alnico 5 급냉리본을 제조한 후 기계적 교반기에서 액체분위기(solvent) 중 분쇄하여 sieve 를 사용하여 적정입도로 분류하였다. 성형은 8ton/cm²의 수직압력으로 하였으며 소결은 1200~1350°C 에서 1~8 시간 행하였다. 자장중 열처리는 1250°C 에서 10~30 분간 고용화 처리후 900~650°C 온도구간을 7kOe의 자장중에서 냉각속도를 변화시켜 행하였다. 자기적 특성은 B-H Loop Tracer 를 사용하여 측정하였으며, 미세조직 관찰은 광학, SEM 및 TEM 을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Melt spun 상태의 alnico 5 급냉리본은 고온조각인 α 단상으로 아주 균일하였으며, 기계적 교반기에서 쉽게 200 mesh ($74\mu\text{m}$) 이하의 입도로 분쇄되며 분말의 성형성이 우수하였다. 그림 1은 $38\sim 75\mu\text{m}$ 입도의 분말을 $8\text{ton}/\text{cm}^2$ 의 압력으로 성형한 후, 각 온도에서 1시간 소결한 시료의 등방적인 자기특성 및 밀도를 나타낸 것이다. 1300°C 이상의 소결온도에서 이론밀도의 95% 이상의 소결밀도를 보였으며 최대자기에너지적 $(\text{BH})_{\text{max}}$ 는 $1.3\sim 1.6\text{MGOe}$ 의 값을 나타내었다. Alnico 5 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. 따라서 자장을 걸어주지 않았을 경우 단지 등방적인 자기특성을 나타내기 때문에 낮은 값을 보이게 된다. 그림 2는 1350°C 에서 1시간 소결한 시료를 1250°C 에서 10분간 고용화 처리후 여러 냉각속도로 자장중 열처리한 시료의 2상한에서의 탈자화곡선을 나타낸 것이다. 냉각속도에 따라 자기적 특성은 큰 차이를 보이는데 냉각속도가 낮으면 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. 적절한 냉각속도로 자장중 열처리한 시료의 경우 잔류자속밀도 $B_r=12.6\text{kG}$, 보자력 $H_c=6300\text{e}$, 최대자기에너지적 $(\text{BH})_{\text{max}}=4.59\text{MGOe}$ 의 높은 값을 나타내었다.

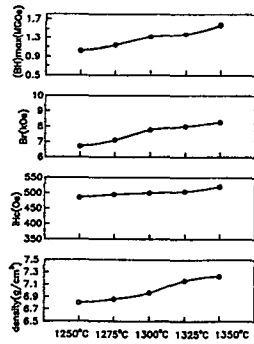


Fig. 1. Magnetic properties and density of sintered isotropic alnico 5 (sintering time : 1 hr.)

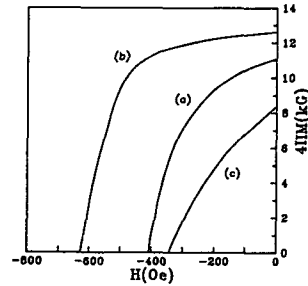


Fig. 2. Demagnetization curves of alnico 5 magnet. Solution treated at 1250°C for 10min, (a) cooled in magnetic field from 900°C to 650°C at $0.17^\circ\text{C}/\text{s}$ (b) $2.02^\circ\text{C}/\text{s}$ (c) $6.94^\circ\text{C}/\text{s}$, and then aged at 600°C for 4h.

4. 결론

급냉법을 이용한 소결 alnico 5 자석은 적절한 결정입도를 갖는 미세결정립의 급냉 분말을 직접 사용함으로써 우수한 성형성과 높은 소결밀도 및 자기특성을 나타내었으며, 자장중 열처리시 최적의 냉각속도를 선택하여야 한다.

5. 참고문헌

- 1) E. Steinort, J. Appl. Phys., 33, 1310 (1962)
- 2) Y. Iwama, Trans. Japan Inst. Met., 11, 268 (1970)