

Nd-Fe-B-Co-Cu-Al-Nb-X계 희토류 영구자석 합금 flake 제조 및 자기적 특성

김상욱^{1,*}, 주신용¹, 전병서², 오윤석², 이영주², 송창빈[†]

¹공주대학교 신소재공학부

²포항산업과학연구원

1. 서론

고성능 희토류계 영구자석은 각종 소형 모터, 휴대폰, actuator 및 센서 물론, 첨단 의료기기 등의 핵심적인 부품소재뿐만 아니라, 최근 친환경/에너지 절약형 자동차로 화두가 되고 있는 하이브리드 자동차(HEV)/전기자동차(EV)/풍력발전 등의 핵심적인 부품으로서 그 수요량이 증가함과 동시에 제품의 고성능화/경량화/소형화를 위해 보다 우수한 자기적 특성이 요구되는 상황이다.

따라서 본 연구는 희토류 영구자석의 특성 향상에 관한 연구의 일환으로, 본 연구실에서 새롭게 설계 및 제작된 수평식 냉각롤에 의한 RSP장치를 이용하여 Nd-Fe-B-Co-Cu-Al-Nb-X(X=Si,Zr,Ga,Gd,Cr,Mn,Ti,V,W)계 영구자석 합금 flake를 제조하였으며, 제조된 합금 flake를 HDDR 처리하여 미세조직 변화 및 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

본 연구에서 합금 flake를 제조하기 위해 시약급 Nd(3N), Fe(3N), Co(3N), FeB(15wt%, 3N), Nb, Zr, Ga, Gd, Si, W, Cu, Ti, Cr, Mn을 사용하였다. 1회 용해 시 합금은 이론적 화학조성에 따라 총량 200g을 준비하였다. 합금 용해 시 도가니는 Al₂O₃제를 사용하였으며, 노즐은 BN제로 노즐구의 직경은 $\phi 2.5\text{mm}$ 로 가공하여 사용하였다. 냉각롤의 회전속도는 7m/s으로 고정하여 실험하였으며, 제조된 합금 스트립은 815°C에서 H₂를 100cc/min로 흘려 보내면서 50min동안 HD처리 후, 동일한 온도에서 진공(2.5×10^{-4} torr)으로 60min동안 DR처리한 후 상온으로 냉각하였다. 제조된 합금 flake의 HDDR처리 전·후의 상변화는 XRD(Cu-K α , Rigaku DMAX 2000)를 이용하여 분석하였으며, 미세조직은 SEM/EDS를 이용하여 관찰하였으며, 자기적 특성은 VSM (Tamakawa TM-VSM2130HGC)을 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 본 연구에서 제조된 Nd-Fe-B-Co-Cu-Al-Nb-X(X=Si,Zr,Ga,Gd,Cr,Mn,Ti,V,W)계 영구자석 합금 flake를 HDDR처리 후, VSM으로 자기적 특성을 측정한 결과이다. 잔류자화(Mr) 값은 Ga를 첨가한 합금 flake에서 55.14emu/g로 다른 합금 시료에 비해 가장 높은 값이 얻어졌으며, 또한 보자력(iHc)의 경우는 Cr을 첨가한 시료가 10,440Oe로 다른 시료보다 가장 높을 뿐만 아니라, Nd₁₅Fe₇₇B₈보다 약 22%정도 높은 값이 얻어졌다. 그 밖에 실험결과는 발표 당일 보고한다.

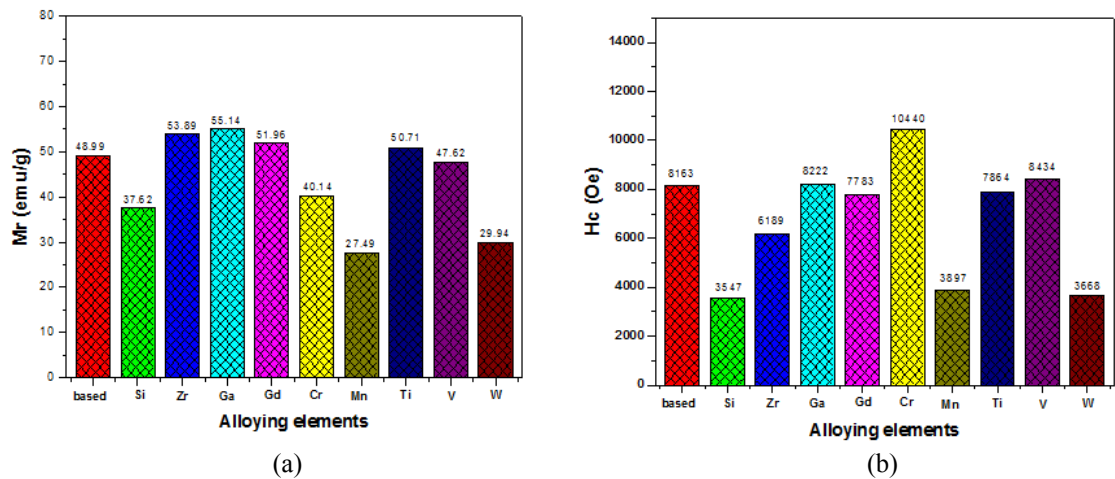


Fig.1. Comparisons of magnetic properties of Nd-Fe-B-Co-Cu-Al-Nb-X system alloy flakes after HD treatment at 815°C for 50min and secondly DR treated at 815°C for 60min; (a) residual magnetization, (b) coercive force.

4. 결론

본 연구는 Nd-Fe-B계 희토류자석의 제조 및 물성 향상에 관한 기초연구로서, RSP장치를 이용하여 Nd-Fe-B-Co-Cu-Al-Nb-X계 합금 flake 제조 및 자기적 특성을 조사하였다. 제조된 합금 flake는 HDDR처리하여 VSM으로 자기적 특성을 측정된 결과, Ga를 첨가한 합금 스트립이 가장 높은 잔류자화(Mr)값을 나타냈지만, 보자력(iHc)은 Cr을 첨가한 합금 flake가 가장 높은 값이 얻어졌다.

5. 참고문헌

- [1] L. Yang: Proceeding of the 19th International Work-shop on HPMA and their Application, (2006) 231.
- [2] W. F. Miao, J. Ding, P. G. McCormick, and R. Street, J. Appl. Phys. 79, 2079 (1996).