

Nd-(Fe,Co,Ni)-B-(Al,Ti) 금냉리본의 부식특성과 자기적성질
 (Corrosion Characteristics and Magnetic Properties of
 Melt-spun Nd-(Fe,Co,Ni)-B-(Al,Ti) Ribbons)

한양대학교 재료공학과

오영민, 김진구, 송진태

력기금속기술연구소

이은덕, 진경식

1. 서 론

뛰어난 자기적 성질을 갖는 Nd-Fe-B계 영구자석재료는 주상이 포화자화가 큰 $Nd_2Fe_{14}B$ 상으로 되어있다. 그러나, 낮은 Curie 온도로 인하여 열적 안정성이 작고, 일상적 환경에서 조차도 쉽게 부식된다는 결점을 가지고 있기 때문에 상업적 이용에는 어려움이 많다. 이에 대해, 전자의 경우는 Fe를 Co로 치환하여 Curie온도를 증가시키고, 이에따라 감소되는 보자력은 Al을 첨가하여 보완하는 등의 연구¹⁻²⁾가, 후자의 경우에는 내산화피막처리를 행하여 부식저항성을 증가시키는 연구³⁻⁴⁾와 자석합금자체에 내식성을 부여하는 연구⁵⁾가 행하여지고 있다. 한편, 내산화피막처리는 일단 피막에 결함이 생기면 결함부위에서 재료내부 깊숙히까지 부식되기 때문에 치밀한 피막을 형성케하는 공정이 매우 복잡하며, 자석합금 자체에 내식성을 부여하는 방법은 자기적 성질을 저하시킨다는 문제점을 갖고 있다.

본 연구에서는 후자를 택하여 Nd-Fe-B 자석합금에 Fe를 Co와 Ni로 복합치환하고 이에따른 보자력의 감소를 보완하고자 Al과 Ti을 첨가하여 자기적 성질과 내식성을 향상시키고자 하였다.

2. 실험방법

$Nd_{14}(Fe_{63}Co_{15-x}Ni_x)B_5(Al_{2-y}Ti_y)$ 를 기본조성으로 하여 각 조성에 맞게 원소를 평량한 뒤, 진공고주파유도로(VIM)를 이용하여 고순도 Ar gas의 가압(1.7atm)하에서 용해, 모합금을 제조하였다. 1회 장입량이 약 3~5g 정도가 되도록 이 합금을 파쇄하여 석영관에 넣고 Ar gas의 분위기하에서 유도용해후, 0.6~0.7mm 직경의 노즐을 통하여 Cu wheel에 분출시켜 금냉리본을 제작하였다. 자기특성은 시료진동형자력계(VSM)을 이용하여, 부식특성은 potentiostat을 이용하여 전기화학적인 방법으로 부식거동을 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

최대의 보자력을 보인 냉각속도(약 20m/sec 전후)로 제작한 리본을 사용하여, 500ppm NaCl 수용액에서 전기화학적인 방법으로 anodic polarization curve를 측정한 결과, Ni, Ti을 첨가하지 않은 시편과 Ti만을 첨가한 시편의 경우는 open circuit potential이 대략 -480mV 정도이고, Ni, Ti을 모두 첨가한 시편의 경우는 대략 -400mV 정도로 나타났다. Open circuit potential은 시편 계면에서의 산화속도가 평형을 이룰 때의 potential이므로 potential이 높을수록 반응이 잘 일어나지 않는다. 따라서, 전자 보다는 후자의 경우가 potential이 높으므로 안정성이 개선되었음을 의미한다. 이런 현상을 통하여 Ti의 첨가가 부식저항성에 미치는 영향은 매우 미미한 반면에, Ni의 첨가는 부식저항성을 개선하는데 매우 중요한 인자임을 알 수 있었다. 또한 과전압 크기의 증대에도 불구하고 전류밀도값이 더 이상 증가하지 않는 현상을 한계전류밀도라 하는데, Ni의 함량이 10at.%에 이르는 시편의 한계전류밀도값이 다른 경우보다 현격하게 감소함을 알 수 있었다. 따라서 Ni의 함량이 10at.%에 이르는 시편의 경우 500ppm NaCl 수용액에서의 산화반응에 대한 저항성이 큰 것으로 판단되었다. 그리고, 이러한 curve를 살펴보면, 빠른 부식속도에 기인한 급격한 gas evolution으로 다소 분산된 모습을 볼 수 있으나, 특정전위에서의 전류밀도의 비교를 통하여 전반적으로는 Ni와 Ti를 모두 첨가한 시편에서 부식저항성이 뛰어남을 알 수 있었다.

한편, 금냉리본 결정립의 크기는 리본중심부분의 경우에 1~2μm정도 혹은 그 이하이었으며, XRD 조사결과 회절 pattern은 전형적인 Nd₂Fe₁₄B 형의 정방정 구조이었다. 그리고, 조성에 따른 자기적 성질의 변화는 Ni의 함량이 증가할수록 감소하였으나, 부식실험을 한 후의 자기적성질은 부식저항이 클수록 성질의 저하가 억제되었다.

4. 참고문헌

- (1) Ying Chang Yang, W.J.James, Xue-dong Li, Hai-ying Chen and Li-gong Xu : IEEE Trans. Magn. MAG-22, (1986)757
- (2) T.Mizoguchi, I.Sakai, H.Nia and K.Inomata : IEEE Trans. Magn. MAG-23, (1987) 2281
- (3) T.Minowa, H.Yoshikawa and M.Honshima : IEEE Trans. Magn. Vol.25, No.5 (1989)3776
- (4) Paul Mitchell : IEEE Trans. Magn. Vol. 26, No.5 (1990)1930
- (5) M.Shimotomai, Y.Fukuda, A.Fujita and Y.Ozaki : IEEE Trans. Magn. Vol. 26, No.5, (1990)1939