

급속 용고된 DyFe₂-B 합금 리본의 자기적 성질

한국과학기술연구원 강석이*, 임상호
고려대학교 이성래

Magnetic Properties of Rapidly Solidified DyFe₂-B Alloy Ribbons

KIST
Korea University

S. Y. Kang, S. H. Lim
S. R. Lee

1. 서론

입방정 Laves 상을 갖는 DyFe₂ 합금은 Terfenol-D, TbFe₂ 합금과 같이 상온에서 거대 자기변형을 가짐이 알려져 있다[1]. 이러한 재료들은 큰 결정자기이방성을 가지고 있어 큰 자기변형을 얻을려면 큰 외부 자기장이 필요한 단점이 있다. 그러나 DyFe₂ 합금은 Terfenol-D, TbFe₂ 합금과는 달리 결정립 배향의 다결정, 또는 단결정에서도 낮은 자기장에서 큰 자기변형값을 얻기가 불가능하다. 그 이유는 DyFe₂ 합금의 자화용이축 방향은 <100>이고, 자기변형은 $\lambda_{100} \ll \lambda_{111}$ 이다. 또한 결정자기이방성이 매우 크기 때문이다. 1980년대 후반, 미세조직의 제어, 특히 결정립 미세화를 통해 유효 결정자기이방성을 감소시키고자 하는 연구가 이루어졌는데[2], 이의 이론적 배경은 결정립 크기가 강자성 상호교환길이보다 작으면 유효자기이방성이 감소한다는데 있다[3]. 따라서 본 연구에서는 DyFe₂ 합금에 B을 첨가하여 (Dy_{0.33}Fe_{0.67})_{1-x}B_x (x=0, 0.05, 0.10, 0.15) 조성의 합금을 만들고, 급속용고 방식을 통해 냉각속도를 조절하여 미세조직을 조절함으로써 유효 결정자기이방성을 줄이고자 하였으며, 이를 리본시료의 자기적 특성의 변화를 조사하였다.

2. 실험 방법

(Dy_{0.33}Fe_{0.67})_{1-x}B_x (x=0, 0.05, 0.10, 0.15) 조성의 합금은 고순도급 Dy, Fe 원소를 사용하여 조성에 맞는 B 함량을 평량하여 Ar 분위기하에서 아크용해에 의해 제조하였다. 이 모합금을 적정량 취하여 Ar 분위기하에서 급속용고장치에서 유도용해한 후 회전하는 Cu 휠(wheel)의 표면에 분사하여 리본을 제조하였다. 이때 사용된 석영관 분출구의 직경은 0.45 mm였고, 급속용고장치 내부의 Ar 분위기 압력과 분사시 Ar 압력은 각각 2.1×10^{-2} 과 1.85×10^{-1} MPa로 하였다. 휠 표면의 선속도는 10~50 m/sec로 변화시키면서 하였고, 그 외의 실험 조건들은 모두 동일하게 하였다. VSM을 사용하여 최대 15 kOe까지 자기장을 가하면서 자화(M₁₅)와 보자력(H_c)의 자기적 특성을 조사하였다.

3. 실험 결과

급속옹고 방식을 통해 냉각속도가 증가함으로써 나노 결정립상 또는 비정질상이 형성되었으며, 급속 옹고 리본의 자기적 성질을 조사한 결과 자화값(M_{15})은 결정립상을 보이는 가장 낮은 휠 선속도(10 m/sec)에서 B 함량에 무관하게 변하고 있음을 알 수 있으며, 보자력은 현저하게 증가하였다. 보다 높은 휠 선속도로 증가하면, 즉 결정립 크기가 미세화됨에 따라 그 값들은 크게 감소하였으며, B 함량이 증가함에 따라 단조롭게 감소하였다. 따라서 선속도가 높아질수록 B 함량이 많아질수록 비정질상이 형성되었으며 자화값과 보자력은 감소하였다. 주목할만한 관점은 10 m/sec에서의 보자력의 크기가 B 함량이 증가함에 따라 증가하고 있으며, 휠 선속도가 증가하면서 어느 휠 선속도에서 자화값의 변화 scattering은 큰 차가 없지만 보자력의 경우는 scattering이 매우 큰 것을 알 수 있다.

4. 참고문헌

- [1] A. E. Clark, Ferromagnetic Materials, vol. 1, E. P. Wohlfarth, North-Holland, Amsterdam (1980), chap 7
- [2] S. Kikuchi, T. Tanaka, S. Sugimoto, M. Okada, M. Homma and K. Arai, J. Magn. Soc. Jpn., 17, (1993) 267
- [3] G. Herzer, IEEE Trans. Magn., 26 (1990) 1397

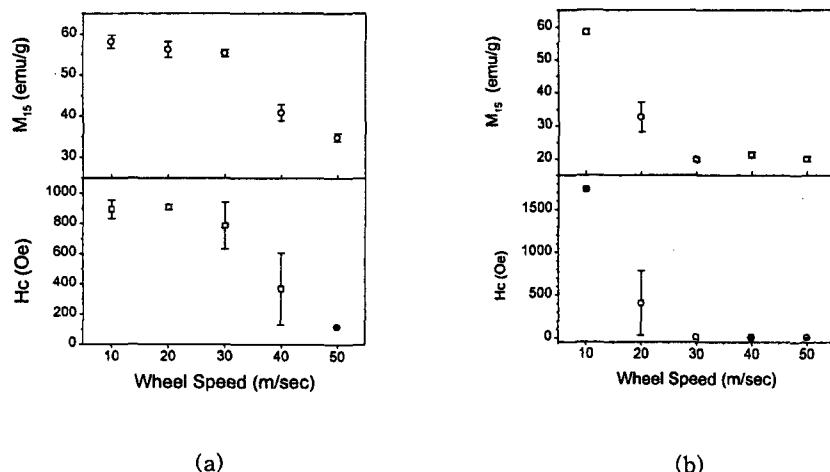


Fig. The values of M_{15} and H_c as function of the wheel speed for melt-spun ribbons of the alloys $(\text{Dy}_{0.33}\text{Fe}_{0.67})_{1-x}\text{B}_x$ with (a) $x=0.0$ and (b) $x=0.15$.