

급냉 응고된 Dy-Fe-B 합금의 자기변형 및 자기적 성질

고려대학교 강석이*, 이성래
한국과학기술연구원 김상록, 임상호

Magnetostrictive and Magnetic Properties of
Rapidly Quenched Dy-Fe-B Alloys

Korea University S. Y. Kang, S. R. Lee
KIST S. R. Kim, S. H. Lim

1. 서론

입방정 Laves 구조를 갖는 희토류-천이금속계 합금이 상온에서 높은 자기변형(λ)값을 갖는다는 사실이 밝혀지면서 큰 관심을 갖게 되었다[1]. 그러나 이러한 재료들은 결정자기이방성이 크므로 큰 자기변형을 얻기 위해서는 큰 외부자기장이 필요하다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 초기에는 RE-Fe₂ (RE는 희토류 원소) 합금에서 희토류 원소의 일부를 다른 희토류 원소로 치환하거나, 또는 Fe의 일부를 다른 천이 원소로 치환하는 합금화방법이 시도되었다. 1980년대 후반에는 미세조직의 제어, 특히 결정립 미세화를 통해 유효결정자기이방성을 감소하는 연구가 이루어졌다[2]. 이의 이론적 배경은 결정립 크기가 강자성 상호결환길이보다 작으면 유효자기이방성이 감소한다는 데 있다[3]. 본 연구에서는 Dy-Fe계 합금의 B 첨가와 냉각속도를 조절에 의하여 미세조직을 조절하고자 하였으며, 이에 따른 자기변형, 미세 구조 및 자기적 성질의 변화를 조사하였다. 본 실험에서 연구된 합금은 (Dy_{0.33}Fe_{0.67})_{1-x}B_x (x=0, 0.05, 0.10, 0.15) 이었다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 합금은 Ar 분위기하에서 아크용해에 의해 제조하였으며, 이 모합금을 Ar 분위기하에서 급속응고장치에서 유도용해한 후 회전하는 Cu 휠(wheel)의 표면에 분사하여 리본을 제조하였다. 휠 표면의 선속도는 10-50 m/s로 변화시키면서 하였고, 그 외의 실험 조건은 모두 동일하게 유지하였다. 이때 사용된 석영관 분출구의 직경은 0.4 mm였고, 급속응고장치 내부의 Ar 분위기 압력과 분사시 Ar 압력은 각각 2.1×10^{-2} 과 1.85×10^{-1} MPa로 하였다. 자기변형은 3단자 전기용량법을 이용하여 최대 8 kOe까지 자기장을 가하면서 측정하였고, X-선 회절장치를 사용하여 미세조직 특성을 분석하였으며, VSM을 사용하여 최대 15 kOe까지 자기장을 가하면서 자기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과

각 합금의 휠 선속도에 따라 결정립 크기에 변화가 있었으며, (Dy_{0.33}Fe_{0.67})_{1-x}B_x의 합금 조성에서 B 함량이 증가함에 따라 자기변형 값은 감소하는 경향을 보이고 있다. 30 m/s의 선속도에서 제조된 각 합금의 자기변형 값을 살펴보면 B 함량이 증가함에 따라 최대 자기변형값과 낮은 자기장에서의 자기장

민감성이 감소하고 있음을 알 수 있다. VSM을 통한 자기적 성질을 살펴 보면, 각각의 조성에서 B 함량에 따른 15 kOe에서 자화값과 보자력은 휠 선속도가 증가함에 따라서 점점 감소하는 경향이 관찰되었다. 동일한 B의 조성에서의 선속도에 따른 자화값과 보자력의 변화량을 살펴보면 자화값은 각각의 조성에서는 큰 변화를 보이지는 않지만 보자력은 B 함량이 증가할수록 변화가 크게 나타났다. 특히 x=15인 조성에서는 자화값과 보자력이 현저히 감소하였다.

4. 참고문헌

- [1]. A. E. Clark, Ferromagnetic Materials, vol. 1, E. P. Wohlfarth (ed.), North-Holland Pub. Co., 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

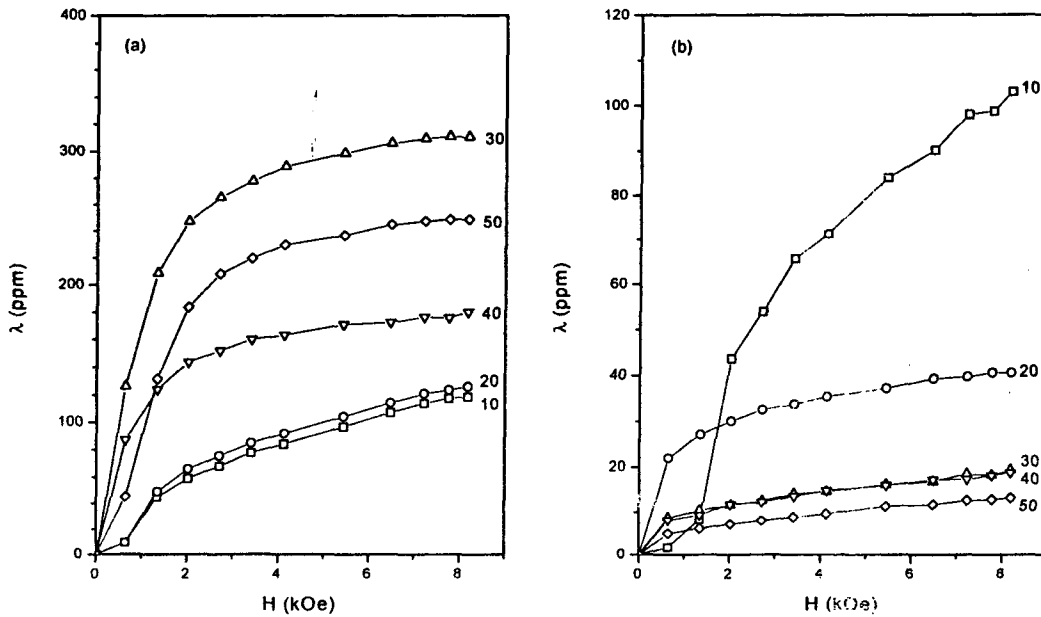


Fig. The λ -H curves for $(\text{Dy}_{0.33}\text{Fe}_{0.67})_{1-x}\text{B}_x$ alloys. (a) $x=0$, (b) $x=0.15$