

급속 응고된 비정질 Dy-Fe-B 합금의 자기적 성질에 미치는 B의 효과

중앙대학교	이정미*, 정재국
한국과학기술연구원	강석이, 임상호
충북대학교	김경섭, 유성초

Temperature Dependence on Magnetic Properties of Melt-Spun Ribbons of Amorphous DyFe₂-B Alloys

Chung-Ang University	J. M. Lee, J. K. Jeung
KIST	S. Y. Kang, S. H. Lim
Chungbuk University	K. S. Kim, S. C. Yu.

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 미세 연구에 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 B 원소를 변화시켜 가면서 B 원소 첨가 효과를 조사 하였다. 분자장 이론을 써서 B 원소가 RFe₂에 미치는 자기적 성질의 변화를 온도의 함수로 나타내었으며 이때 얻은 분자장 계수를 사용하여 계산된 큐리온도와 실험에서 얻은 큐리 온도를 비교 분석 하였다. 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 50-55 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. 자기적 특성 및 성질은 SQUID와 VSM을 이용하여 5K-900K 전온도 영역에서 최대 9 kOe까지 자기장을 가하면서 측정하였고, X-선 회절장치를 사용하여 미세조직 특성을 분석하였다.

3. 실험결과

각 합금의 쿨 선속도에 따라 결정립 크기에 변화가 있었으며, $(Dy_{0.33}Fe_{0.67})_{1-x}B_x$ 의 합금 조성에서 B 함량이 증가함에 따라 포화 자화값 및 보자력이 단조적으로 감소하는 경향을 보이고 있다. T_c 가 B 함량에 거의 무관하다는 보고가 있었다.[4] 그러나 이연구는 매우 제한된 B 함량에 대해서만 행해졌다. 반면에 본 연구에서는 B 함량을 넓은 범위 (최대 15 원자%)까지 변화 시켜 가면서 조사한 결과 $DyFe_2$ -B의 경우 B 함량이 증가함에 따라 T_c 역시 단조적으로 감소함을 보였다. 분자장 이론을 사용하여 얻은 분자장 계수 n_{FeFe} , n_{FeR} , n_{RR} 은 R-R, R-Fe, Fe-Fe의 상호 작용을 나타낸다. 이결과 Fe-Fe의 상호 작용이 T_c 에 보다 큰 영향을 보임을 알 수 있었다.

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
- [4]. H. Fujimori, J. Y. Kim, S. Suzuki, H. Morita and N. Kataoka, J. Magn. Mater., 124 115 (1993)