

A 3

초미세 결정립 $Fe_{68.5}Co_5Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ 합금에 대한 자화값의 온도 의존성

충북 대학교 김경섭*, 민병구, 유성초

충남 대학교 조용수, 김택기

The temperature dependence of the magnetization on nanocrystalline

$Fe_{68.5}Co_5Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ alloy

Chung-buk National University K.S. Kim*, B.G. Min, S.C. Yu

Chung-Nam National University Y.S. Cho, T.K. Kim

I. 서 론

초미세 결정립을 가지는 $Fe_{68.5}Co_5Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ 합금 시료의 자기적 성질을 조사하기 위하여 500°C, 540°C 그리고 600°C 등의 온도에서 비정질 시료를 각각 열처리 하여 포화 자화값을 온도의 함수로 측정한 후 이들을 비교하였다. 이로부터 Bloch 상수와 spin wave stiffness 상수, (D) 그리고 교환 상호작용(exchange interaction)의 범위 $\langle r^2 \rangle$ 등을 계산하여 열처리 온도에 따른 자기적성질을 비교분석 하였다.

II. 실험 방법

$Fe_{68.5}Co_5Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ 합금을 단물법을 이용하여 제작하였다. 시료의 포화자화는 시료 진동형 자력계 (EG&G VSM-155)를 사용하여 77K 에서 900K 사이의 온도범위에서 측정하였으며 최대 자기장의 세기는 시료가 충분히 포화되는 15KG 로 하였다. 열처리는 시료의 산화를 방지하기 위하여 2×10^{-5} torr 의 진공중에서 시행 하였으며, 결정화 온도는 전기 비저항 측정장치를 이용하였다. 결정화된 시료는 X-선 회절 장치 및 투과 전자현미경(TEM)을 사용하여 조사하였다.

III. 실험 결과

저온에서의 자화값의 변화는 Heisenberg 모형이 예측한 바와 같이 $\Delta M_s(T)/M_s(0) = BT^{3/2} + CT^{5/2}$ 와 같은 온도 의존성을 가지는데 그 기울기로 부터 Bloch 상수 B, C를 구할 수 있으며 이론적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다.^{1,2)}

$$B = \zeta(3/2)[g\mu_B/M_s(0)](K_B/4\pi D)^{3/2}$$

$$C = \zeta(5/2)[g\mu_B/M_s(0)](K_B/4\pi D)^{5/2}(3/4\pi)\langle r^2 \rangle$$

여기서 $\langle r^2 \rangle$ 은 교환상호 작용의 평균자승 영역이며 다음과 같이 나타낸다.

$$\langle r^2 \rangle = [16/3K_B][\zeta(3/2)/\zeta(5/2)][CD/B]$$

위의 관계로 부터 Bloch 계수, spin wave stiffness 상수(D) 및 교환 상호 작용의 평균 자승영역(mean square range)을 계산 하였다. 실험 결과 열처리를 하지않은 시료의 경우와 500°C, 540°C 그리고 600°C 에서 열처리한 시료에 있어 Bloch상수(B,C) 와 spin wave stiffness 상수, exchange interaction 의 범위 (D/Tc) 및 평균 자승거리 $\langle r^2 \rangle$ 등이 많은 차이가 있음을 알 수 있었다.^{3,4)}

IV. 결론

본 실험상의 모든 시료는 Bloch 의 관계를 만족 시켰으며 열처리에 따른 결정립의 크기와 각 상태 (비정질상, 비정질 + α -Fe상, 결정상)에 의하여 여러 magnetic parameter 등이 현저하게 변화됨을 보이고 있다.

참고 문헌

- 1] C.L. Chein and R. Hasegawa, Phys. Rev. B16, 2115 (1977) and the references ccited therein
- 2] S.N. Kaul, Phys. Rev. B24, 6550 (1981)
- 3] G.Herzer, IEEE Trans. Magnetics Mag-26, 1397 (1990)
- 4] K. Suzuki, N. Kataoka, A. Lnoue, A. Makino and T. Masumoto, Material Transactions, JIM 31, 743 (1990)