

결정상을 포함하는 FeCuNbSiB 비정질 합금의 자장중 열처리 효과

한남대학교 물리학과 양재석*, 손대락, 조 욱

Effect on Heat Treatment of FeCuNbSiB Amorphous Alloy with Imbeded Crystalline Phase under Magnetic Field

Department of Physics, Hannam University J. S. Yang*, D. Son and Y. Cho

1. 서론

초미세결정립합금은 우수한 연자기 특성을 보여줌으로써 이에 대한 연구가 최근 수년동안 많은 연구가 이루어지고 있으나 자장중 열처리에 의한 연자기 특성 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 자장중 열처리는 시편 내부에 형성된 자구의 방향을 인가자장 방향으로 바꾸어 줄 수 있으므로 사용 목적에 알맞는 B-H loop 을 갖는 개발할 수 있다.

본 연구는 초기비정질기지 내에 결정질이 다량 포함된 FeCuNbSiB 합금[1,2]의 자장중 열처리에 따른 연자기 특성과 이에 수반된 결정상의 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

다량의 결정질이 포함된 비정질합금은 용융된 금속을 단롤에 분사시킬 때 냉각속도를 줄임으로써 제조된다. 이러한 목적을 위한 비정질 $Fe_{74}Cu_1Nb_3(Si,B)_{22}$ 합금은 (주)아모스로부터 제공받았다. 리본의 두께는 약 $30 \mu m$ 이며, 길이 8 cm, 폭 4.5 mm 로 절단하여 사용하였다.

리본의 열처리는 $300 \sim 600 \text{ } ^\circ C$ 의 구간에서 1 시간 동안 등온 열처리시켰으며, 열처리시 인가한 외부 자장의 세기는 리본의 길이 방향으로 109 A/cm 그리고 폭 방향으로 2400 A/cm 이었다.

열처리시킨 리본의 고주파 B-H loop 은 single sheet 방식의 고주파 B-H loop tracer 로 측정하였으며, 측정주파수는 10 kHz 로 하였다. 시편의 X-선 회절패턴은 X-선 회절기(Rigaku, 12kW) 를 사용하여 측정하였다. X-선 회절실험에서 Cu-target을 사용하였고, 2θ 의 범위는 $20 \sim 120^\circ$ 이며 θ - 2θ scan 방식으로 측정하였다. 모든 측정은 실온에서 수행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

제조된 비정질리본의 공기접촉면과 물접촉면의 XRD 패턴을 그림 1 에 나타내었다. 회절각 $2\theta \cong 44^\circ$ 부근에 나타난 선폭이 넓은 회절선은 비정질상을 나타내며, $2\theta \cong 67^\circ$ 부근에 보여

지는 날카로운 회절선은 결정상을 나타낸다. 결정상은 냉각율이 낮음으로 인하여 냉각도중 핵생성에 의한 α -Fe(Si) 에 의한 (200)면에 의한 것이다. 아울러 공기접촉면이 롤접촉면에 보다 냉각율이 낮음으로 인하여 훨씬 많은 부분이 비정질로 바뀌지 않았음이 확인된다. 그림 2 는 450 °C에서 1 시간 동안 열처리시킨 시편의 10 kHz 고주파수 조건하에서의 B-H loop 이다. 그림 2 에서 as-quenched 상태에 비해 열처리시킨 시편의 보자력(H_c)은 반으로 줄어들고 포화자화(B_s)는 거의 2 배 가까이 증가됨을 확인할 수 있다. 또한, 자장을 인가하지 않은 상태에 비해 리본의 길이 방향으로의 자장중 열처리시킨 시편의 잔류자화(B_r)는 증가하고, 리본 폭 방향으로의 자장중 열처리시킨 시편의 잔류자화는 급격히 감소하여 자구의 용이축 방향이 리본 폭 방향으로 배열되었음을 알 수 있다.

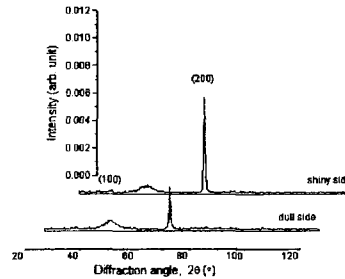


Fig. 1 X-ray diffraction patterns

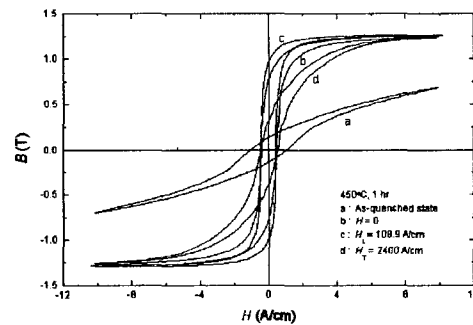


Fig. 2 B-H loop shapes (10 kHz)

4. 결론

FeCuNbSiB 비정질합금의 자장중 열처리에 의해 석출되는 Fe-Si 초미세결정립의 magnetic texture 를 리본의 길이 방향 혹은 폭 방향으로 정렬시킬 수 있음을 확인하였다. 열처리 온도 450 °C 에서 자장을 인가하지 않은 상태와 리본의 길이 방향으로 자장을 인가한 경우는 DO₃ Fe-Si phase 의 (110) 회절면이 두드러지게 관측되었으나, 리본의 폭 방향으로 자장을 인가한 경우는 (110) 회절면이 거의 관측되지 않았다. 이로부터 리본의 폭 방향으로의 외부자장의 인가는 석출된 결정립의 결정구조는 바꾸지 않으나 자화용이축의 방향을 따라 정렬되는 것으로 판단된다. 이와같이 자장 열처리에 의한 magnetic texture 의 제어는 향후 초미세결정립 합금의 고주파 인덕터 코아로서의 응용될 수 있는 가능성을 갖고 있다.

5. 참고문헌

- ① M. El Ghannami et al., J. Magn. Magn. Mater., 133, 314(1994).
- ② M. Müller et al., Key Eng. Mater., 81-83, 221(1993).