

Fe-Co 기 초미세 결정립 합금의 연자기적 특성

충남대학교 조 용 수*

충남대학교 김 택 기

SOFT MAGNETIC PROPERTIES OF NANOCRYSTALLINE FE-CO BASED ALLOYS

Chungnam National University Y. S. Cho*

Chungnam National University T. K. Kim

1. 서론

최근 고평화자화, 저자기이력손실의 우수한 연자기 특성을 나타내는 Fe기 초미세결정립 연자성재료가 Yoshizawa¹⁾에 의하여 발표되었다. 이는 $Fe_{73.5}Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ 조성으로 비정질 상으로 제작한 후 결정화 온도이상의 온도에서 결정화하여 균질한 초미세결정립을 얻었으며, 초미세결정립의 형성은 Nb와 Cu의 첨가에 의한 것으로 보고되었다¹⁾. 따라서 본 연구는 Fe기 초미세결정립 합금의 Fe rich 조성에 Co를 첨가하여 초미세결정립 형성가능성 및 연자기적 특성의 조성의존성을 체계적으로 조사 하였다.

2. 실험방법

단률법으로 $(Fe, Co)_{73.5}Nb_3Cu_1Si_{13.5}B_9$ ($0 \leq X \leq 25$) 합금을 두께 약 20 μm , 폭 2mm의 비정질상으로 제작한 후, 전기비저항 측정장치를 이용하여 온도에 따른 전기비저항 및 결정화온도를 측정하였다. 직경 21 mm의 toroidal 형태의 시료는 진공열처리로를 이용하여 결정화온도로부터 20 °C간격으로 760 °C까지 30 분간 각각 열처리 하였으며, 열처리 후의 구조 및 결정립의 크기를 조사하기 위하여 X-선회절장치 및 투과전자현미경을 이용하였다. 또한 열처리온도에 따른 연자기적특성을 LCR meter 및 core loss tester를 이용하여 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

비정질상으로 제작된 $(\text{Fe, Co})_{73.5}\text{Nb}_3\text{Cu}_1\text{Si}_{13.5}\text{B}_9$ 합금의 결정화과정은 15at%Co이하의 조성에서 1단계로 결정화가 되나 그이상의 Co를 함유한 조성에서는 2단계로 결정화가 이루어진다. 한편, 결정화 온도는 5at%Co까지 증가한 후 완만히 감소한다. 결정화 후의 전기비저항은 15at%Co이하의 조성에서 비정질상에서 보다 오히려 증가하는 경향을 나타낸다. 이와같은 전기비저항의 증가는 고주파에서 자기이력손실을 감소시키는 것으로 사료된다. 비정질상에서의 포화자화는 5 at%Co에서 최대이며 Co의 함유량이 증가할 수록 감소하며, 결정화 후의 포화자화도 비정질상의 경우와 같은 경향을 나타낸다. 다만, Co조성이 증가된 부분에서는 결정화 후의 포화자화가 비정질상 보다 증가한다. 또한 열처리온도에 따른 초투자율은 600 °C, 5at%Co에서 최대이며 Co의 함유량이 증가할 수록 감소하며, 자기이력손실은 600 °C, 5at%Co에서 최소이나 Co의 함유량이 증가할 수록 증가한다. 이는 결정 Fe-Co합금에서 Co함유량이 증가할 수록 자왜가 급격히 증가²⁾하기 때문으로 판단된다.

4. 결론

초미세결정립 $(\text{Fe, Co})_{73.5}\text{Nb}_3\text{Cu}_1\text{Si}_{13.5}\text{B}_9$ 합금은 5 at%Co조성에서 가장 우수한 연자기적 특성을 나타내며 최적열처리 조건은 600 °C, 30 분이다.

5. 참고문헌

- ① Y. Yoshizawa, S. Oguma and K. Yamauchi: J. Appl. Phys., vol. 64 (1988)
- ② R. C. Luborsky : Amorphous Magnetic Materials, Butterworths, (1983)