

급속응고법으로 제작된 $(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{70}\text{Al}_{10}\text{B}_{20-x}(\text{Nb}, \text{Cr})_x$ 합금의
자기적특성

한구표준과학연구원 조용수*, 김운배, 김창석
충남대학교 김택기

MAGNETIC PROPERTIES OF $(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{70}\text{Al}_{10}\text{B}_{20-x}(\text{Nb}, \text{Cr})_x$ ALLOYS
PREPARED BY RAPID QUENCHING TECHNIQUE

KRISS Y. S. CHO, Y. B. KIM, and C. S. KIM
Chungnam National University T. K. KIM

1. 서 론

Fe기 비정질합금은 저주파(60-400 Hz)에서 고포화자화 저자기이력손실을 나타내나, 고주파(10-100 kHz)에서 높은 자기이력손실을 나타낸다¹⁾. 따라서 고주파에서 상용되고 있는 zero 자왜의 Co기 비정질합금 및 MnZn ferrite의 장단점을 보완한 고주파용 Fe기 비정질합금의 개발이 요구되어 왔다. 근래에 결정화온도 부근에서 열처리를 행하여 비정질 기지에 소량의 α -Fe를 석출시켜 고주파에서 저손실을 나타내는 Fe기 비정질합금의 연구^{2,3)}가 행하여 졌으며, 최근에는 결정화온도 이상에서 열처리하여 미세한($\approx 10\text{nm}$) α -Fe(Si)결정립을 형성시켜 고주파에서 고투자율 저자기이력손실을 나타내는 재료가 개발되었다⁴⁾.

본 연구는 Fe기 비정질합금조성에 Al을 치환하여 급냉시 직접 α -Fe를 석출시키고 잔류비정질상의 자왜를 감소시키기 위하여 Nb, Cr을 첨가하여 제작한 리본에 대한 고주파에서의 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

아크로에서 제조된 $(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{70}\text{Al}_{10}\text{B}_{20-x}(\text{Nb}, \text{Cr})_x$ ($x=0, 2, 4, 6$) 합금을 급속냉각법중 단롤법을 이용하여 일정한 디스크 표면속도(35 m/s)에서 리본형으로 제작하였다. 제작된 시료의 포화자화는 진동시편마그네토미터를 이용하여 측정하였으며, 포화자왜는 소각자화회전법(Small-Angle Magnetization Rotation Method)을 이용하여 측정하였다. 교류자기이력손실은 자체 제작한 AC B-H Loop Tracer를 이용하여 측정하였으며 투자율은 Impedance Analyzer를 이용하여 측정하였다. 한편 시료의 구조 및 상 분석은 XRD 및 TEM을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

고주파에서 Fe기 저손실 합금을 제조하기 위하여 고포화자화(167 emu/g), 고자왜(30 ppm)를 나타내는 비정질 $(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{80}\text{B}_{20}$ 합금에 Fe 안정화 원소인 Al을 Fe, Co 원소와 치환한 $(\text{Fe}_{0.85}\text{Co}_{0.15})_{70}\text{Al}_{10}\text{B}_{20}$ 합금을 급속냉각법을 이용하여 제작하였다. 제작된 합금을 XRD를 이용하여 분석한 결과 비정질기지에 소량의 α -Fe이 석출하며, 포화자왜가 약 18 ppm으로 감소함을 알 수 있었다.

잔류비정질상의 자왜를 낮추기 위하여 B를 Nb, Cr로 치환하여 제조한 결과, 상온에서의 포화자화는 직선적으로 줄었으나(Fig. 2), 포화자왜는 10 ppm이하로 감소하였다(Fig. 2).

이들합금이 고주파에서의 응용가능성을 조사하기 위하여 주파수 50 kHz, 자속밀도 0.2 T에서 교류자기이력손실을 조사한 결과 Nb의 경우 함유량이 증가할 수록 완만히 감소하나 Cr의

경우 $x=4$ 에서 급속히 증가한다(Fig. 3). 이와같은 결과는 Nb, Cr의 치환량이 증가 할수록 자왜가 감소하나, XRD분석결과 Nb의 경우 α -Fe의 성장을 둔화시키나 Cr의 경우 α -Fe을 촉진시키기 때문에 사료된다.

4. 결 론

급속냉각법으로 제작된 $(Fe_{0.85}Co_{0.15})_{70}Al_{10}B_{20-x}(Nb, Cr)_x$ 합금은 비정질기지에 소량의 α -Fe가 석출하며 B를 Nb, Cr으로 치환한 경우 주파수 50 kHz 유도자화 0.2 T에서 교류자기이력 손실은 $X=6at\%Nb$ 에서 22 W/kg, $X=4at\%Cr$ 에서 28 W/kg로 가장 우수하다. 이는 MnZn ferrite 및 Fe기 비정질합금(40 W/kg)보다 우수하다.

5. 참고문헌

- ① F. E. Luborsky and J. L. Walter, Materials Sci. Eng. 28, 77(1977).
- ② Y. Ogata, Y. Sawada, and T. Miyazaki, Proc. 4th. Int. Conf. Rapidly Quenched Metals, 953(1981).
- ③ R. Hasegawa, G. E. Fish, and V. R. V. Ramanan, Proc. 4th. Int. Conf. Rapidly Quenched Metals, 929(1981).
- ④ Y. Yoshizawa and K. Yamauchi, J. Appl. Phys. 64, 6047(1988).

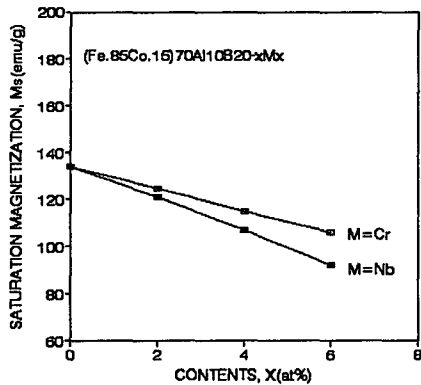


Fig. 1 Saturation magnetization of $(Fe_{0.85}Co_{0.15})_{70}Al_{10}B_{20-x}(Nb, Cr)_x$ alloys at R, T

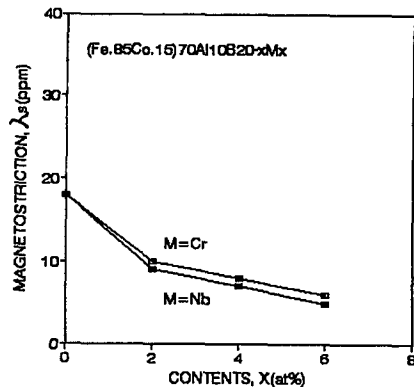


Fig. 2 Saturation magnetostriction of $(Fe_{0.85}Co_{0.15})_{70}Al_{10}B_{20-x}(Nb, Cr)_x$ alloys

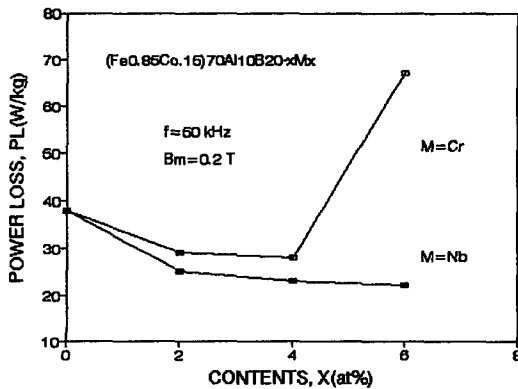


Fig. 3 Power loss of $(Fe_{0.85}Co_{0.15})_{70}Al_{10}B_{20-x}(Nb, Cr)_x$ alloys