

초미세 FeCuNbSiB 합금의 자기적 성질에 미치는 Al의 효과

한국 과학 기술 연구원 임 상호*, 피 우갑, 노 태환
 김 희증, 강 일구

Effects of Al on the Magnetic Properties of
 Nanocrystalline FeCuNbSiB Alloys

Korea Institute of Science & Technology S.H. Lim, W.K. Pi
 T.H. Noh, H.J. Kim and I.K. Kang

1. 서론

1988년 Yoshizawa 등에 의해 개발된 초미세결정 FeCuNbSiB계 합금은 아주 우수한 연자성 성질을 보이고 있다. 이러한 우수한 연자성 성질은 아주 미세한 α Fe상의 결정립 (10-20 nm) 형성에 의한 실효 결정자기이방성의 감소에 기인하는 것으로 알려지고 있다. 이 합금이 개발된 이래로 이 합금의 연자성 성질을 보다 더 향상시키기 위하여 꾸준한 합금개발이 진행되어 왔으나 아직까지 큰 진전을 보이지 않고 있다. 본 연구에서는 초미세 Fe_{73.5}Cu₁Nb₃Si_{13.5}B₉ 합금리본에서 소량의 Fe를 Al으로 치환 하였을 때 자기적 성질의 변화를 조사하였다.

2. 실험방법

Fe_{73.5-x}Al_xNb₃Cu₁Si_{13.5}B₉ (x=0, 0.1, 0.5 and 1.0) 합금리본은 단물법으로 제조되었으며, X-선으로 비정질임을 확인하였다. 리본의 두께는 약 20 μ m 이고, 폭은 약 2 mm이다. 이 리본을 내부직경 21 mm인 toroid에 감은 다음 진공에서 550-590°C 온도범위에서 1 시간동안 열처리 하였다. 열처리한 시편의 상대 실효 투자율은 f=1 kHz와 H=5 mOe에서 impedance analyzer를 사용하여 측정하였으며 dc 자기적 성질은 hysteresis loop tracer를 사용하여 측정하였다. 이외에도 포화 자화, 비정질 상의 결정화 거동 및 미세구조를 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1(a), (b) 및 (c)에는 자기적 성질들 즉 투자율, 보자력 및 B₁₀ 값이 Al 함량 (x)에 따라 변화하는 거동하는 거동을 보여주고 있다. 그림 1에서 보는 바와같이 투자율은 x에 따라 증가하다가 감소하는데 x=0.1에서 최대값을 보이고 있다. 반면 보자력은 x에 따라 단조적으로 감소 (향상) 하고 있는데 감소하는 정도가 상당히 큰 편이다 (x=1.0일때 25 %감소). 투자율과 보자력

은 Al의 첨가에 의해 향상되나, B_{10} 값은 Al 첨가에 의해 약간 감소한다. B_{10} 값의 감소는 Al이 비강자성 원소이기 때문에 예상되는 결과이다. 투자율과 보자력이 Al 첨가에 의해 증가하는 원인은 아마도 결정자기이방성의 감소에 기인하는 것이 아닌가 추정된다. 이것은 이원계 Fe-Al에서 Al첨가에 의해 Fe의 결정자기이방성이 감소한다는 사실에 의해 뒷받침 된다. 이외에도 Al 첨가에 의해 연자성 성질이 향상되는 원인을 찾기 위하여 미세조직을 TEM으로 관찰 하였으며, 포화자왜와 비정질의 결정화 거동을 조사하였다. 포화자왜는 Al 량에 따라 거의 변하지 않는 것으로 보아 이것이 이 합금의 연자성 성질에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 그러나 α Fe 상 결정립의 크기는 Al 량에 따라 감소하는 것을 관찰 하였으며, 결정화 거동 또한 Al 첨가에 의하여 α Fe 상의 영역이 확대되는 것을 관찰 하였다. 이러한 실험결과는 Al 첨가에 의한 이 합금의 연자성 성질 향상에 대한 직접적인 증거를 제공하는 것으로 생각된다.

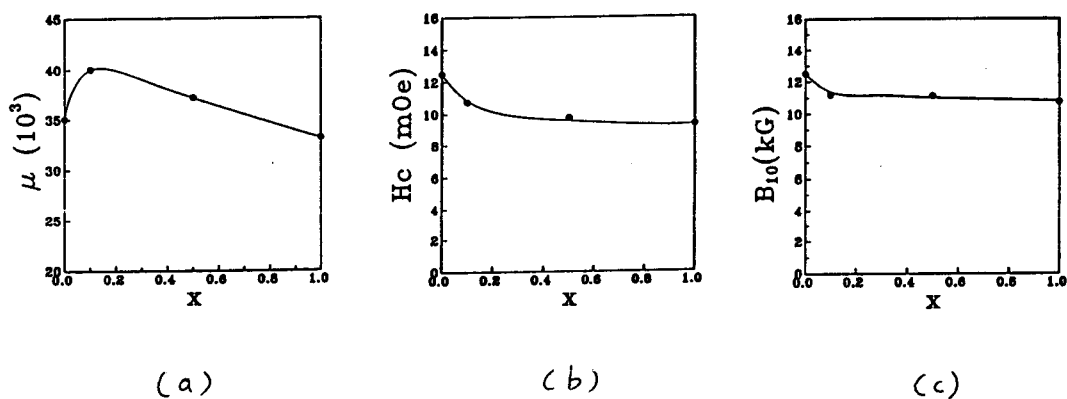


Fig. (a) The initial permeability at 1 kHz (μ), (b) the coercivity(H_c) and (c) the magnetic induction at an applied field of 10 Oe(B_{10}) for the optimally annealed samples as a function of the Al content(x).

4. 참고문헌

- [1] Y. Yoshizawa, S. Oguma and K. Yamauchi, J. Appl. Phys. 64, 6044 (1988)
- [2] G. Herzer, IEEE Trans. Magn. Mag 26, 1397 (1990)
- [3] T.H. Noh, M.B. Lee, H.J. Kim and I.K. Kang, J. Appl. Phys. 67, 5568 (1990)