

B13

Fe-Cu-Nb-Si-B 합금의 자기적성질에 미치는 반금속 함량비(Si/B)의 영향

한국과학기술연구원 피우갑*, 임상호, 노태환, 김희중, 강일구

Effect of Metalloid Ratio(Si/B) on the Magnetic Properties of
Fe-Cu-Nb-Si-B Alloys

KIST W.K.Pi*, S.H.Lim, T.H.Noh, H.J.Kim and I.K.Kang

1. 서론

철계 Fe-Cu-Nb-Si-B 비정질합금을 결정화온도 이상에서 열처리할 경우 우수한 연자성 특성이 나타남은 이미 보고된 바 있다.⁽¹⁾ 이는 Cu 및 Nb의 복합첨가에 의해 10nm정도의 입경을 가진 α -Fe의 석출에 의한 초미세 결정구조의 형성에 기인하는 것으로 알려져 있다. 또한 이때 형성된 bcc α -Fe상의 큐리온도는 순 α -Fe 상의 큐리온도보다 훨씬 낮으며 이는 α -Fe 상에 큐리온도를 저하시키는 원소가 함유되어 있음을 의미하며, 특히 Si이 큐리온도의 결정에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. 이때 Si이 Fe에 고용될 경우 Fe의 결정자기이방성을 감소시켜 연자성을 개선시키는 역할을 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 석출 α -Fe 상의 주요원소로 고용되어 있는 Si의 자기적 특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Si/B의 함량비를 변화시켜 보았다.

2. 실험방법

소형 진공유도용해로를 사용하여 Si/B의 함량비를 변화시켜가며 $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3(Si_xB_{1-x})_{22.5}$ ($x=0.4\sim 0.8$) 합금을 제조한 후, 단롤형 액체급냉장치를 사용하여 두께 약 $20\mu m$, 폭 2~3mm인 리본형태의 시편을 제조하였고 x-선 회절법으로 비정질상임을 확인하였다. 제조된 리본은 외경 21mm의 보빈에 감은후 적정온도에서 결정화열처리를 하였다. 열처리후 impedance analyzer로 실효투자율(μ_e)을 1kHz, 5mOe의 조건에서 측정하였으며, D.C. fluxmeter를 사용하여 B_{10} 과 보자력(Hc)을 구하였다. 또한 x-선 회절법을 이용하여 결정구조의 변화를 관찰하였으며, 기지조직의 변화를 투과전자현미경으로 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

본 실험에서는 결정화에 의해 초미세결정구조를 형성하는 임계영역으로 생각되는 Si/B 0.4에서부터 0.8까지 변화시켜가며 자기적특성을 조사하여 보았다. 그림 1은 이의 결과를 나타낸 것으로 두가지 용탕온도에서의 실효투자율의 변화를 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이 용탕온도가 낮은 경우는 Si/B의 비가 증가

함에 따라 실효투자율은 증가하고 있다. 반면 용탕온도가 높은 경우는 Si/B가 0.5일때 최대값을 나타낸후 감소하는 경향을 보여주고 있다. 용탕온도가 낮은 경우는 이미 보고한(2) 바와 같이 Si/B의 비가 증가함에 따른 포화자왜의 감소와 계면상의 감소에 의해 보다 균일한 α -Fe 단상으로의 변화에 의한 것으로 생각된다. 용탕온도가 높은 경우 자기적 성질이 크게 향상되었는데 (특히 Si/B가 작은 경우) 이는 높은 용탕온도에서 제조된 비정질리본의 극부적인 원자배열이 낮은 용탕온도에서 제조한 것과 다르기 때문으로 생각된다.

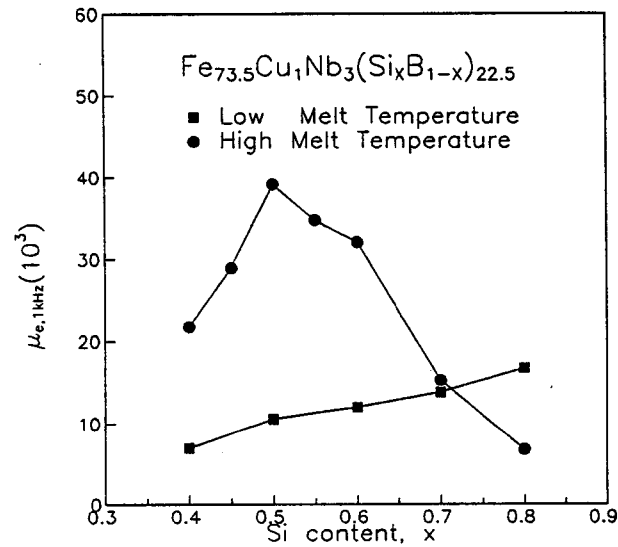


Fig. 1 Variation of the magnetic permeability with Si content of $Fe_{73.5}Cu_1Nb_3(Si_xB_{1-x})_{22.5}$ ($x=0.4\sim 0.8$) alloys annealed at optimum temperature for 1hr.

4. 결론

- 1) 용탕온도가 낮은 경우 Si/B의 비가 증가함에 따라 실효투자율은 증가하였다. 이는 포화자왜의 감소와 보다 균일한 α -Fe상의 형성에 기인한 것으로 생각된다.
- 2) 용탕온도가 높은 경우 Si/B의 비가 0.5일때 실효투자율이 최대를 나타내었으며 이보다 크거나 작을 경우 감소하는 경향을 나타내었다.

5. 참고문헌

- ① Y. Yoshizawa, S. Oguma and K. Yamauchi, J. Appl. Phys., 64 (1988) 6044
- ② T.H. Noh, W.K. Pi, H.J. Kim and I.K. Kang, J. Appl. Phys., 69 (1991) 5921