

# A 9

## Fe-Si-B-Cu-Nb 합금의 자기적성질에 미치는 제조조건에 영향

한국과학기술연구원 피우갑, 임상호\*, 노태환, 김희중, 강일구

### Effect of Manufacturing Conditions on the Magnetic Properties of Fe-Si-B-Cu-Nb Alloys

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

#### 1. 서론

80년대 후반 일본에서 Yoshizawa등<sup>(1)</sup>에 의해 우수한 연자성특성을 가지는 초미세 연자성합금이 개발되었다. 이 초미세 연자성합금은 종래의 대표적 연자성 비정질합금인 영자왜 Co계 합금과 비교해 불태 포화자속밀도가 높고 열적안정성이 우수하며 투자율 또한 비견되는 특성을 나타내고 있다. 이는 Fe계 비정질 연자성합금인 Fe-Si-B계 합금에 소량의 Cu와 Nb을 첨가한 것으로 이들 원소의 복합첨가에 의해 10~20nm의  $\alpha$ -Fe 초미세결정립이 형성되는 것으로 알려져 있다.

이 재료는 비정질을 리본형태로 제조한 후 결정화온도 이상의 적정온도에서 열처리함으로써 얻어진다. 이때 얻어진 재료의 자기적특성은 제조된 비정질리본의 성질에 상당히 민감한 것으로 알려지고 있다.<sup>(2)</sup> 따라서 우수한 연자성특성을 가지는 초미세결정합금을 제조하기 위해서는 비정질리본 제조시 제반 조건을 확립하는 것은 매우 중요하다고 생각된다. 이에따라 본 연구에서는 Fe-Si-B-Cu-Nb 합금의 자기적성질에 미치는 제조조건에 영향을 조사하여 보았다.

#### 2. 실험방법

단률형 액체금냉장치를 사용하여 두께 약 20 $\mu$ m, 폭 2~3mm인 리본형태의 시편을 제조하였고 x-선 회절법으로 비정질상태를 확인하였다. 제조된 리본은 외경 21mm의 보빈에 감은후 적정온도에서 결정화열처리를 하였다. 열처리후 impedance analyzer로 실효투자율( $\mu_e$ )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 실험에서 행한 용탕온도의 범위(1240~1380°C)에서 용탕온도가 증가할수록 자기적성질이 향상되었다. 이러한 현상은 용탕의 온도가 증가할수록 제조된 비정질리본에서 원자배열에 의한 이방성이 감소하였기 때

문이라 생각된다. 그림 1에는 원자배열에 의한 이방성의 정도를 나타내는  $Br/B_{10}$ 의 변화에 따른 1kHz에서의 유효투자율의 변화를 나타내었다. 용탕온도의 증가에 따른 연자성특성향상의 또 다른 요인으로는 비정질상태에서 초미세 결정립상태로의 상변태시 핵생성과 관련된 문제를 들 수 있는데, 높은 온도에서 제조된 비정질리본의 경우 상변태에 수반하는 구동력이 커서 상변태 초기에 많은수의 균일한 핵을 생성시키게 되고 따라서 균일하고 작은  $\alpha$ -Fe 결정립을 얻을 수 있기 때문으로 생각된다.

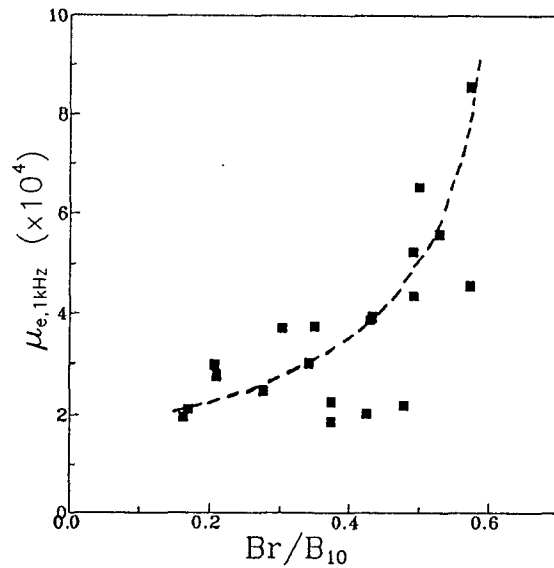


Fig. 1 The relationship between the effective initial permeability at 1kHz and the ratio  $Br/B_{10}$

#### 4. 결론

1) 용탕온도의 증가에 따라 연자성특성은 크게 향상되었으며, 이때 얻어진 합금의 1kHz에서의 유효투자율은 88000, 보자력 9mOe 및  $Br/B_{10}$  은 0.6이었다.

2) 이와 같은 연자성특성의 향상은 제조된 비정질리본의 이방성이 용탕온도의 증가에 따라 감소하고, 상변태시 구동력의 증가로 인한 핵생성수의 증가에 의한 것으로 생각된다.

#### 5. 참고문헌

- ① Y. Yoshizawa, S. Oguma and K. Yamauchi, J. Appl. Phys., 64 (1988) 6044
- ② Y. Yoshizawa and K. Yamauchi, Materials Sci. Engr., A133 (1991) 176