

Fe₈₀B₁₂Si₈ 비정질 합금의 자구 및 자왜와 자기적 성질에 미치는 Mo 첨가와 자장 열처리 효과
 The effect of Mo addition and Magnetic field annealing on the Magnetic properties, Magnetostriction and Domain structures of Fe₈₀B₁₂Si₈ amorphous alloy.

고 창진 *	한양대학교 재료공학과
강 계명	한양대학교 재료공학과
송 진 태	한양대학교 재료공학과
Chang-Jin Ko *	Dept. of Materials Hanyang Univ.
Kae-Myung Kang	Dept. of Materials Hanyang Univ.
Jin-Tae Song	Dept. of Materials Hanyang Univ.

Abstract

The effect of Mo element and annealing condition on the magnetic properties were investigated in Fe₈₀B₁₂Si₈ amorphous alloy. With increasing Mo contents, soft magnetic properties were improved by decreasing coercive force and increasing maximum permeability. These improvements were attributed to the decreasing of magnetostriction by Mo addition. The annealing treatment also improved the soft magnetic properties of (Fe_{1-x}Mo_x)₈₀B₁₂Si₈ amorphous alloys. It could be thought that these improvements were ascribed to the relaxation of internal stress.

1. 서론

Fe 기 비정질 합금은 규소 전기강판에 준하는 고포화 자속밀도를 가지면서도 현저히 낮은 철손을 나타내¹⁻³⁾고 있어 변압기 철심용 재료로 많은 연구가 되고 있다. 그러나 이 합금은 열적 안정성이 좋지 않으며 또한 큰 자왜등으로 고주파 자심재료로는 바람직하지 못하다. 많은 연구자들은 Fe 기 비정질 합금의 일부를 Cr, Nb 으로 치환, 첨가할 때 이들의 자왜가 크게 감소하는 것을 보고하고 있으며⁴⁾ 또한 이들 원소들이 결정화 온도 등 물리적 성질에도 상당한 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다.

그리하여 본 연구에서는 Fe₈₀B₁₂Si₈ 합금의 Fe의 일부를 Mo 으로 소량 첨가할 때 결정화 온도, 포화 자화(σ_s), 보자력, 투자율, 자왜등에 미치는 영향을 조사하였으며 특히 자왜와 보자력의 관계를 조사하고 이를 자구 관찰로서 검토하였다.

II. 실험 방법

$(Fe_{1-x}Mo_x)_{80}B_{12}Si_8$ ($x=0-0.1$)의 합금을 단결정 균질장치를 사용하여 폭 1 μm , 두께 20 μm 의 리본을 제조하였다. 합금의 조성표는 Table.1 과 같다. 리본의 비정질상의 확인은 X선 회절시험으로, 결정화 온도 (T_x)는 DTA로 측정하였다. 또 포화자화는 VSM을 사용하였고 자왜는 소각 자화 회절⁵⁾으로 측정하였다.

일반 열처리, 자장 열처리 한 후 투자율, 보자력 등 자기적 특성은 Hysteresis loop tracer를 사용하였고 자구 관찰은 Bitter method로 하였다.

Notation	Composition (a/o)
a	$Fe_{80}B_{12}Si_8$
b	$(Fe_{0.98}Mo_{0.02})_{80}B_{12}Si_8$
c	$(Fe_{0.96}Mo_{0.04})_{80}B_{12}Si_8$
d	$(Fe_{0.94}Mo_{0.06})_{80}B_{12}Si_8$
e	$(Fe_{0.92}Mo_{0.08})_{80}B_{12}Si_8$
f	$(Fe_{0.9}Mo_{0.1})_{80}B_{12}Si_8$

Table.1 Chemical composition of alloys.

III. 결과 및 고찰

제조된 리본의 X선 회절 시험결과 결정상의 특징 면에서 나타나는 회절 peak가 없는 것으로 보아 비정질임을 확인하였다.

그림 1은 Mo 양에 따른 포화자화와 자왜의 변화를 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와같이 $Fe_{80}B_{12}Si_8$ 비정질 합금에 Mo를 첨가함에 따라 자왜와 포화 자화값이 감소함을 알 수 있다. 이는 Mo의 자기 모멘트가 Fe의 자기 모멘트와 antiferromagnetical하게 배향하여 일어나는 것이라 사려된다.

그림 2는 Mo 함량에 따른 보자력(H_c)과 최대 투자율(U_m)의 변화를 보이고 있다. 보자력은 Mo 함량이 증가함에 따라 a 의 0.15에서 f 의 0.08로 감소하였다. 보자력에 영향을 미치는 요소로는 자기 이방성, 내부응력과 자왜등 여러가지가 있으며 보자력의 감소는 보자력에 크게 영향을 미치는 자왜의 감소에 기인하는 것으로 사려되었다.

그림 3은 각 조성에서의 일반 열처리와 자장 열처리 온도에 따른 보자력의 변화를 보이고 있다. 열처리 온도가 상승함에 따라 보자력은 감소하여 일반 열처리는 $400^{\circ}C$, 자장 열처리는 $375^{\circ}C$ 에서 최저치를 나타냈으며 그 후 다시 증가하는 경향을 보였다. 이로 미루어 이 온도에서 응력완화와 구조완화를 가져오는 최적의 온도라 여겨지며 고착되어있던 자벽의 이동이 용이하게 되어 최소의 보자력을 나타냈다고 생각한다. 그 이상의 온도에서는 어느 정도의 미소 결정이 형성되어 자벽이동의 장애가 일어나서 보자력이 다시 증가하는 것이라 생각된다.

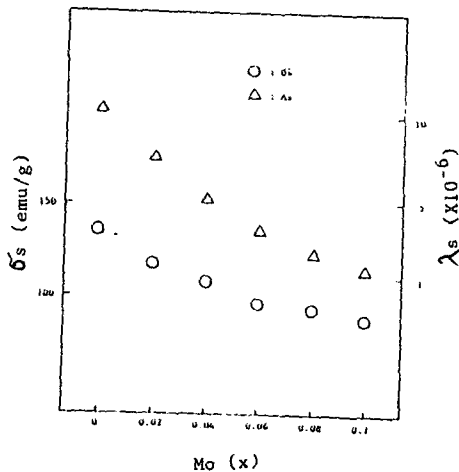


Fig.1 Variation of λ_s and σ_s with Mo content in amorphous $(Fe_{1-x}Mo_x)_{80}B_{12}Si_8$ alloys.

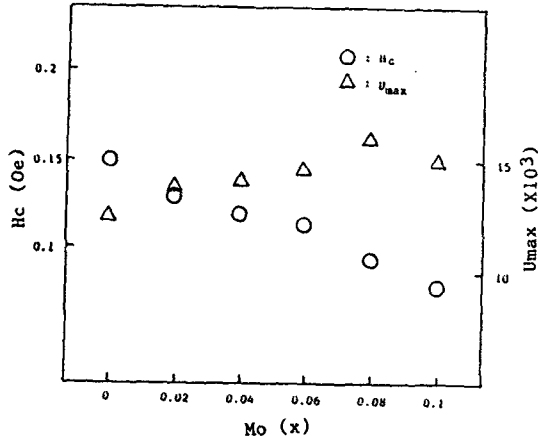


Fig.2 Coercive force (H_c) and maximum permeability (U_m) dependence on Mo content in as-cast amorphous $(Fe_{1-x}Mo_x)_{80}B_{12}Si_8$ alloys.

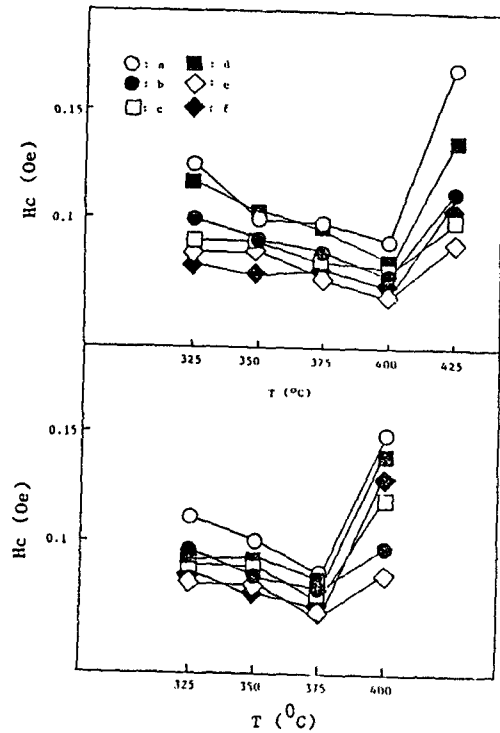


Fig.3 Variation of H_c with annealing temperature in amorphous $(Fe_{1-x}Mo_x)_{80}B_{12}Si_8$ alloys.

(upper: unfield, lower : field)

IV. 결론

$(Fe_{1-x}Mo_x)_{80}B_{12}Si_8$ 비정질 합금의 자기 특성에 미치는 Mo 첨가와 열처리 효과에 관한 연구에서 얻은 결과는 다음과 같다.

1. Mo 첨가로 자외와 포화자화 값이 감소하였다.
2. 일반 열처리시 400°C 에서, 자장 열처리시 375°C 에서 우수한 연자기 특성을 나타내었다. 이는 열처리에 따른 내부응력완화와 구조완화 및 유도자기 이방성의 영향으로 기인한 것이라 사려된다.

Reference

1. A.Datta, D. Nathasingh and R.J.Martis: J.Appl.Phys.,55(1984)1644
2. T.Masumoto and N.S.Kazama : J.Appl.Phys., 50(1979)7609
3. R.C.O'Handley, C.P.Chou and D.De Cristoforo : J.Appl.Phys.,50(1979)3603
4. K.Inomata, T.Kobayashi, M.Hasegawa, and T.Sawa : J.Magn.Magn.Mater. 31-34(1983) 1577-1578
5. K.Narita, J.Yamasaki and H.Fukunaga :IEEE Trans.Mag., MAG-16(1980)435