

A 8

펄스 측정법에 의한 비정질 Fe₈₀B₁₅Si₅ 합금의 자기특성

전북대학교 물리학과 신용돌*, 김인수, 이연숙, 이용호
한국 과학기술원 금속연구부 노태환, 강일구

Magnetic Properties of Amorphous Fe₈₀B₁₅Si₅ Alloy Measured with Pulsed Method

Dept. of Physics, Jeonbuk National University

Y.D.Shin, I.S.Kim, Y.S Lee, Y.H.Lee.

Div. of Metals, Korea Institute of Science and Technology

T. H. Noh, I.K.Kang.

1. 서론

연자기 특성이 우수한 비정질 강자성합금은 초자화율의 불안정성이 실용 및 원리상의 미해 결점이다. 본 연구에서는 비정질 Fe₈₀B₁₅Si₅ 합금의 minor loop를 펄스법¹⁾으로 측정하여 자화율의 외부장력, 열처리, 교류소자후의 시간등에 대한 의존성을 조사하여 자기변형과 자기이방성등과의 정량적 상호관계를 자화율 계산의 모형에 의해 검토하여 최근에 개발된 Finemet등의 초미세 결정립 합금의 우수한 연자성 특성의 물리적 기구해명의 기초자료를 얻으려 한다.

2. 실험방법

비정질 Fe₈₀B₁₅Si₅ 합금은 액체급냉법으로 제작하였으며 시료의 major 및 minor loop는 펄스법¹⁾로 측정하였다. 시료에 0~60 MPa의 장력을 장축방향으로 가하여 major 및 minor loop의 변화를 측정하였다. minor loop는 소자후 1, 4, 15, 60, 240초의 유지시간을 두고 1KHz의 삼각파 펄스를 2회만 가하여 순간적으로 측정하였다. 자기이방성은 전기용량 토오코 자력계²⁾로, 자기변형은 TRA 브리지법³⁾으로 측정하였다. 시료의 열처리는 자기장없는 질소 분위기 속에서 동일 시료에 대하여 4단계 등은 열처리를 하였고 특성측정은 각 단계가 끝날 때마다 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

펄스법에 의한 minor loop의 측정결과의 한보기는 그림 1과 같다. constricted loop가 되었으며 큰 disaccomodation이 있다. 임계점 A에서의 인가자기장 H₀는 안정화 자기장이며 그때의 자화를 I₀라 할때 I₀/H₀가 초자화율 χ 이다. H₀의 교류소자후의 시간 t에 대한 의존성의 실험식은 H₀(t) = H₀(1) + m log t이며 전형적인 Richter형 감쇠함수의 중간직선부이다. 자기변형은 열처리전 25×10⁻⁶이고 열처리 후에는 28×10⁻⁶이다. 자기이방성은 대체적인 일축 이방성이며, 이방성 상수는 열처리전 1.2×10³ J/m³, 열처리후에는 1×10³ J/m³ 이다. 자화율의 역수인 reluctivity r의 교류소자후의 시간 t, 인가장력 σ_a , 열처리 등에 관한 의존성은 그림 2와 같다. r의 시간의존성은 r(t) = r(1) + n log t이다. 최초의 Barkhausen 도약이 일어나는 H₀에 대한 I₀에 의하여 180° 자력의 두께 δ 는 $\delta = WH_0/2I_s$ 로 구해진다. (W는 시료의 폭, I_s는 포화자화). δ 의 교류소자후의 시간 t, 인가장력 σ_a , 열처리 등에 관한 의존성은

그림 3과 같다. r 의 해석적 모형식으로 $r = [a Ku(t) + a Ki(t) + b \lambda \sigma_0 + b \lambda \sigma_e] / I_0^2 / 2\mu_0$ 로 가정한다. 여기서 $Ku(t)$ 과 $ki(t)$ 는 소자후 1초와 t 초때의 이방성에너지, σ_0 는 내부응력, a 와 b 는 이방성에너지와 자기변형에 의한 이방성에너지의 r 에 대한 기여도의 비중계수이다. $\partial r / \partial \sigma_0 = (b/E_m)\lambda$, $Ki(t) = n E_m \log t/a$, $a = E_m \cdot r(t=1, \sigma_0 = \sigma_0=0) / Ku$ 등의 조건에 의하여 비중계수 $a \cdot b$ 및 내부응력 σ_0 을 구했으며 그 결과는 표1,2와 같다.

Table 1. Minor loop's characteristics of the sample. $H_0(t)$: stabilization field at $t=1s$. $m = \mu H_0/a(\log t)$ $2I_0 H_0(t)$: driving pressure to domain wall. $r(t)$: reluctivity at $t=1s$. $n = a/a(\log t)$ AQ : as quenched. AN : annealed. $300^\circ\text{C } 1\text{hr} + 370^\circ\text{C } .5\text{hr}$

σ_0 (MPa)	$H_0(t)$ mOe		m		$2I_0 H_0(t)$ 10^{-3}Nm^{-2}		$r(t)$ 10^{-4}		n 10^{-5}	
	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51
AQ	6.6	6.0	2.3	2.3	25	23	4.4	8.4	9.6	31
AN	4.0	5.8	1.2	1.2	15	22	2.3	7.2	2.8	29

Table 2. Several constants in minor loop analysis.

E_m : magnetostatic energy density.
 a : weighing factor of Ku to r , b : weighing factor of λ to r .
 ki : induced inisotropy for $t=240$ S.

단위	E_m	Ku	b	a	σ_0	ki
σ_0 (MPa)	-	-	%	%	MPa	J/m ³
			$t=1s$			0 51
AQ	870	1.2	26	16	30	120 400
AN	910	1.0	30	16	5.4	38 390



Fig. 1

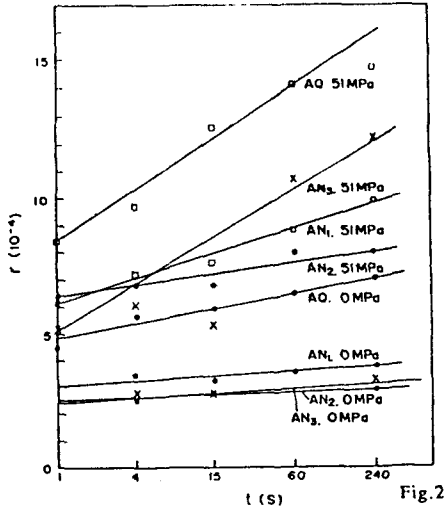


Fig. 2

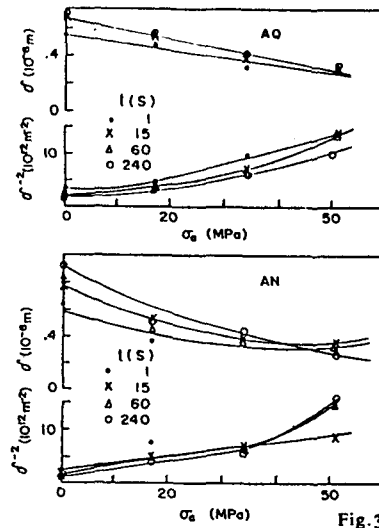


Fig. 3

5. 참고문헌

1. Y.H.Lee, IEEE Trans Mag-23, pp. 2131-3 (1987).
2. 이용호, 이연숙, 신용돌, 노태환, 강일구, 한국자기학회지 1, pp.30-6 (1991).
3. 이용호, 신용돌, 이영희, 김희중, 강일구, 응용물리 2, pp.437-443 (1989).