B2

비정질 $Co_{66}Fe_4Ni_1B_{14}Si_{15}$ 합금의 등시열처리에 의한 연자기 특성

한남대학교 물리학과 양재석★, 손대락, 조 육
한국표준과학연구원 자기실 유권상

Soft Magnetic Properties of Isochronally Annealed Amorphous $Co_{66}Fe_4Ni_1B_{14}Si_{15}$ Alloy

Deptartment of Physics, Hannam University J. S. Yang★, D. Son and Y. Cho
Magnetics Labotatory, Korea Research Institute of Standards and Science K. S. Ryu

1. 서론

영자왜를 갖는 Co-기 비정질합금은 우수한 연자기 특성을 나타내기 때문에 응용적인 측면에서 상당히 중요하다. 이러한 비정질합금은 주로 고주파용 전자기기의 부품으로 사용된다. Co-기 비정질합금의 연자기특성을 효과적으로 이용하고 연자기특성을 사용 목적에 맞도록 제어시키기 위해서는 고주파수 조건하에서의 자화특성을 고찰하는 것이 중요하다.

본 연구는 Co-기 비정질합금인 $Co_{66}Fe_4Ni_1B_{14}Si_{15}$ 의 열처리에 따른 고주파 자기특성을 조사하였다.

2. 실험방법

측정된 X-선 회절패턴은 2 개의 선폭이 넓은 halo 상의 회절패턴을 나타내었다. 시차주사열량 곡선의 측정으로 부터 2 번의 발열과정이 있음을 확인되었으며, 첫 번째 발열 peak 의 온도는 548.8 ℃, 두 번째는 656.5 ℃ 이었다.

비정질 $Co_{66}Fe_4Ni_1B_{14}Si_{15}$ 은 Allied Signal 사(미국)의 두께 25 ㎛, 폭 50 ㎜ 인 Metglas® 2714A 리본을 사용하였다. 비정질리본의 비정질상의 형성 여부를 확인하기 위하여 X-선 회절패턴을 20 ~ 120° 구간에서 Cu-target을 사용하여 θ-2θ scan 방식으로 측정하였다. 시차주사열량(DSC) 곡선은 50 ℃에서부터 10 ℃/min 의 비율로 850 ℃ 까지 승온시키면서 측정하였다. 열처리용 시편은 리본을 폭 5 ㎜, 길이 8 ㎝ 크기로 가공한 후 5×10^{-3} Pa 의 진공도에서 200 ~ 520 ℃ 구간에서 1 시간 동안 등시열처리시켰다. 고주파 B-H loop 의 측정은 단일 sheet 방식의 고주파 B-H loop tracer 를 사용하여 측정주파수 10 ~ 100 ㎑ 의 범위에서 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1 은 as-quenched 상태에서부터 512 ℃ 까지의 넓은 열처리 온도 영역에서의 10 ㎑ 의 고주파수하에서의 B-H loop 을 보여준다. 열처리 온도 500 ℃ 까지의 B-H loop 은 전형적인 Z-type 을 나타내고 있으나, 502 ℃ 이상에서는 R-type 의 B-H loop 을 보여준다. 이는 502 ℃ 이상의 온도에서부터 비정질의 결정화가 급속히 진행됨을 의미한다. 그림 2 는 동일 조건하에서 측정된 B-H loop 으로부터 얻어진 잔류자

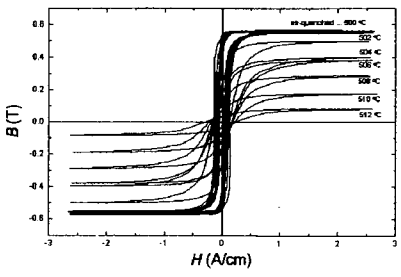

Fig. 1 High-freq. B-H loop shapes

화(B_r), 보자력(H_C) 및 포화자화(B_S)를 보여준다. 보자력의 경우 as-cast 상태로부터 500 ℃ 까지 점진적으로 감소하지만 열처리 온도가 502 ℃ 이상일 경우는 급격히 증가하고 있음을 볼 수 있다. 포화자화 및 잔류자화가 500 ℃ 까지 거의 일정한데 반해 보자력의 점진적인 감소는 다음과 같이 해석할 수 있다. 실험에 사용된 시편의 큐리온도(T_C)가 약 205 ℃ 이므로 큐리온도 이상의 온도에서는 자벽이 없기 없기 때문에 단거리질서(SRO)의 무질서한 분포가 형성되며, 이에 따라 domain wall pinning 의 감소에 따른 현상으로 볼 수 있다[1]. 또한 보다 높은 온도에서는 작은 결정립들의 석출이 함께 이루어지기 때문인 것으로 판단된다[2]. 그러나 502 ℃ 이상에서는 비정질기지(amorphous matrix)로 부터 결정립들이 급속히 석출되어 연자기특성이 현저히 나빠지는 것으로 볼 수 있다. 즉, 상당한 양의 석출된 결정립들이 자벽을 고착시킴으로서 보자력의 급격한 증가를 초래한다고 판단된다.

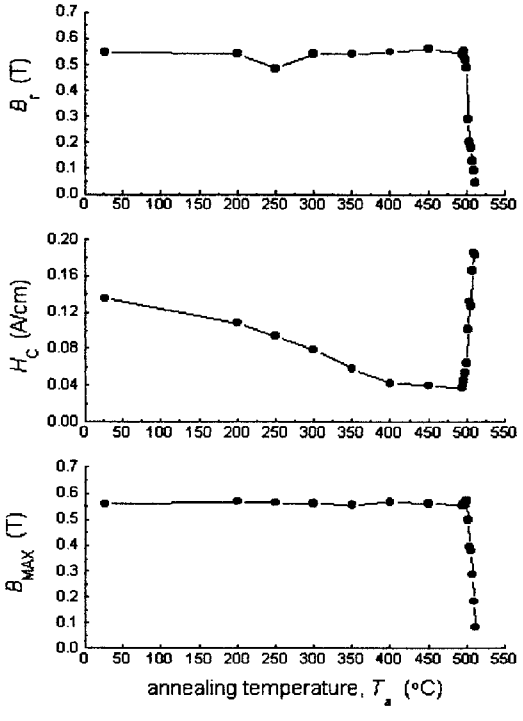

Fig. 2 B_r (T), H_C (A/cm) and B_{max} (T)

4. 결론

비정질 $Co_{66}Fe_4Ni_1B_{14}Si_{15}$ 합금의 큐리온도와 결정화온도 사이의 광범위한 온도 구간에서 열처리 시킨 리본의 연자기특성의 변화를 고주파수 B-H loop 으로 조사하였다. 큐리온도 이상에서부터 결정화온도 보다 50 ℃ 낮은 온도 영역 까지 포화자화, 잔류자화는 거의 일정하였으며, 보자력의 점진적인 감소가 관측되었다. 500 ℃ 이상의 온도 영역에서는 결정립의 석출에 기인되어 포화자화, 잔류자화가 감소하며, 보자력은 급격히 증가되었다.

5. 참고문헌

① R. Valenzuela and J. T. S. Irvine, J. Appl. Phys., 72(4), 1486(1992).
② C. S. Tsai et al., J. Appl. Phys., 70(10), 5846(1991).