

비정질 리본에서 열처리에 따른 거대 교류 자기저항 측정을 통한 국소 이방성 자기장 분석

선문대학교 장길재*, 김철기, 김호철
 안동대학교 윤석수
 한국표준과학연구원 유권상

Evaluation of Local Anisotropy Field in Annealed Amorphous Ribbon by
 Giant Magneto-Impedance Measurement

Sunmoon University K.J.Jang*, C.G.Kim, H.C.Kim
 Andong University S.S.Yoon
 KRISS K.S.Ryu

1. 서 론

거대 교류 자기저항(GMI) 현상은 50 Oe이내의 낮은 자기장에서 자기이력현상을 보이지 않고 거대 자기저항 보다 100배 이상의 민감도를 보이므로 고감도 자기센서로 유망하다. 최근에는 Fe-based 비정질 리본과 자기변형이 없는 Co-based 비정질 리본에 대한 GMI 연구가 활발히 진행되고 있다. 자벽운동과 자구 회전에 의한 GMI는 자벽운동이 감소하면 "0" 자기장 근처에서 peak이 생기고 이자기장이 국소 이방성 자기장이 되는 것이 발표되었다.[1] 본 연구에서는 Co-based 비정질 리본을 열처리한 후 거대 교류 자기 저항의 측정을 통하여 시료의 국소 이방성 자기장의 열처리 온도의존성을 조사하였다.

2. 실험 방법

시료는 Allied Signal사에서 제조된 리본형 비정질 $\text{Co}_{66}\text{Fe}_4\text{NiB}_{14}\text{Si}_{15}$ (2 mm×0.015 mm)를 사용하였다. 시료를 $\sim 10^{-3}$ Torr, 200 °C~500 °C의 범위에서 1시간씩 열처리하였다. GMI 측정은 4 단자 방법을 이용해서 임피던스 분석기(HP 4192A)로 500 kHz~10 MHz의 주파수 범위에서 측정하였다. 임피던스 Z 는 $R + jX$ 로 표현되며 실제 실험에서는 R과 X를 측정하여 $\Delta Z/Z(\%) = (|Z| - |Z|_{\min})/|Z|_{\min} \times 100$ 으로 나타내었다. 1 mHz의 외부 자기장은 헬름홀츠코일을 이용해서 인가하였으며 최대자기장은 6 G이었다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 시료에서 자화 반주기 동안의 GMI profile이다. 그림에서 보는 바와 같이 500 kHz이상부터 $H_{ex} \approx 0$ 에서 dip이 생기는 것을 볼 수 있다. 자화는 자벽운동과 자구회전에서 기인되는데 자벽운동은 자구회전에 비해 상대적으로 낮은 주파수에서 감소된다. 따라서 낮은 주파수에서의 GMI는 자벽운동과 자구회전에 기인한 것이지만 인가전류의 주파수가 30 kHz이상 일때는 자벽 pinning에 의해 자벽운동이 감소되어 $H_{ex} \approx 0$ 에서 dip이 생기는 것이다. 그리고 고주파에서 GMI peak는 자구회전에 의한 것이며, 그자기장이 국소 이방성 자기장이 된다. 열처리온도에 따라 peak의 폭이 달라지며 350 °C에서 열처리된

시료에서는 dip이 없어진다. 이는 열처리온도가 올라감에 따라 자벽운동이 내부 불순물에 의해 pinning 되고 350 °C에서는 pinning이 사라지며 그이상의 온도에서는 시료의 부분적인 결정화에 따라 다시 pinning되기 때문인 것으로 사료된다. 그림 2는 H_k 의 열처리 온도의존성을 나타낸것인데 H_k 는 325 °C와 350 °C에서 가장 작았으며 475 °C에서 가장 크게 나타났다. 500 °C이상의 열처리 시료에서는 결정화로 GMI현상을 측정할 수 없었다.

4. 결 론

비정질 $Co_{66}Fe_4NiB_{14}Si_{15}$ 는 열처리 온도에 따라 국소 이방성 자기장, H_k 가 감소 하였다. 325 °C와 350 °C에서 열처리한 시료에서는 H_k 가 "0"으로 측정된것은 내부 불순물에 의한 pinning force가 0이된 것을 반영하며 그이상의 온도에서 열처리된 시료의 H_k 는 증가하는 것으로 측정되었다. 이는 시료의 부분적인 결정화에 따른 미세구조 변화에 의한 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- [1] D. Atkinson and P. T Squire, The 7-th Joint MMM-Intermag, CQ-03, (1998).

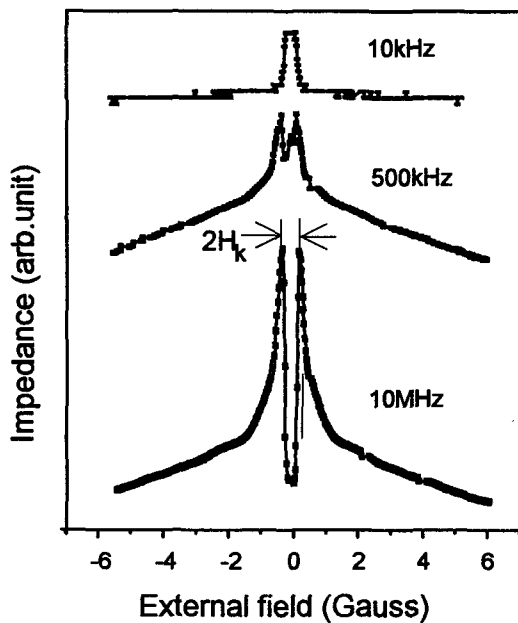


Fig.1. GMI profile at 400 °C annealing temperature.

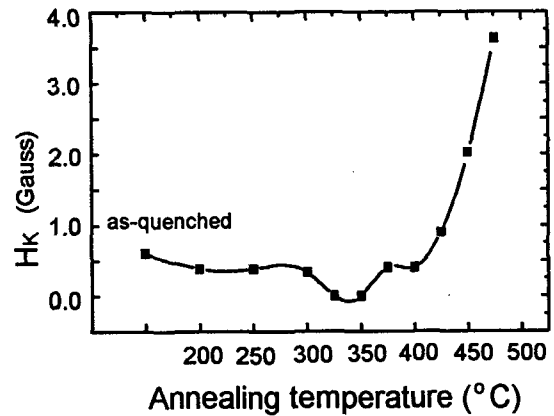


Fig.2. Dependence of H_k on annealing temperature.