

# Giant Magneto - Impedance and Magnetization Behavior of Amorphous $\text{Co}_{69}\text{Fe}_{4.5}\text{TM}_{1.5}\text{Si}_{10}\text{B}_5$ (TM=Ni, Mn, Ag, Cr) Ribbon alloy

충북대학교 김명희\*, 변광석, 김경섭, 유성초

Chungbuk National University M.H. Kim\*, K.S. Byon, K.S. Kim, S.C. Yu

## 1. 서론

거대자기임피던스효과(GMI)는 자성체에 교류전류를 흘리면서 전류방향으로 자기장을 걸어주면 자성체가 교류전류에 의한 유도 기전력과 고주파에서 일어나는 껍질효과(skin effect)에 의해 임피던스가 변하는 현상으로 수 Oe의 자기장 변화에도 민감하게 반응한다.[1] 최근 자기변형이 없는 Co-based 비정질 리본 합금에 대한 자기임피던스연구가 활발히 진행되고 있다.[2-3] 또한 고밀도 자기 센서의 개발을 위해, GMI실험은 직류자기장, 직류전류, 열처리, 외력 등과 같은 여러 가지 변수로 GMI ratio와 그것의 자기장에 대한 민감도를 향상시키기 위한 연구가 진행되어 왔다.[4]

본 연구에서는 비정질  $\text{Co}_{69}\text{Fe}_{4.5}\text{TM}_{1.5}\text{Si}_{10}\text{B}_5$  (TM = Ni, Mn, Ag, Cr) 리본 합금에 대한 자기임피던스측정, SQUID와 VSM을 이용하여 자기적 거동(Magnetization behavior)을 연구하였다.

## 2. 실험

본 연구에서 사용된 시료는 melt-spun 방법으로 제조된 비정질  $\text{Co}_{69}\text{Fe}_{4.5}\text{TM}_{1.5}\text{Si}_{10}\text{B}_5$  (TM = Ni, Mn, Ag, Cr) 리본 합금이며 이때 시료는 너비 2-3 mm, 두께 20-30  $\mu\text{m}$ 이었다.

GMI의 경우 상온에서 자기장(-35 Oe~+35 Oe)과 진동수(0.1, 0.5, 1, 5, 10 MHz)를 변화시켜 그에 따른 임피던스를 구하였고, SQUID와 VSM을 이용하여 5 K에서 800 K의 온도범위에서 0.01 T와 0.03 T의 자기장하에서 각 시료의 이력곡선, 임계온도( $T_c$ ), 그리고 자화값의 온도 의존성을 실험하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 진동수에 따른 자기장의 변화에 대한 GMI 특성을 나타낸 그래프이다. 이때의 자기장은 시료에 대해 면방향으로 가해주었다.

진동수 100 kHz에서는 진동수가 너무 작아 특성은 잘 나타나지 않았지만 조성에 따른 변화는 거의 없었다. 진동수가 커질수록 Cr, Ni, Mn, Ag 순으로 임피던스 값이 작아짐을 뚜렷이 볼 수 있으며, 저주파에서는 낮은 히스테리가 생기는 반면 고주파에서는 히스테리가 거의 없어졌다. 주파수가 0.5 MHz, 1 MHz에서처럼 낮은 주파수에서는 자벽운동이 주로 일어나는 주파수범위에 속하게 되고 따라서 낮은 주파수에서 하나의 peak가 나타나게 되는 것은 자벽운동의한 것으로 볼 수 있다. 또한

5 MHz, 10 MHz의 높은 주파수에서는 뚜렷한 dip이 생기게 되는데 이는 단자구 회전에 의한 것으로 설명될 수 있다.[5]

그림 2는 VSM을 이용하여 상온에서 측정된 M-H loop을 나타내고 있다. 이 때의 포화자화값은 Ni, Ag, Mn, Cr 순으로 작아짐을 알 수 있었다. 그림 3은 각 조성에 대한 시료의 Curie 온도를 나타내고 있는데 Mn합금의 경우가 가장 높은 값을 가짐을 보이고 있다. 또한 저온에서의 자화값의 거동(magnetization behavior)은 Mn과 Cr을 포함하고 있는 조성에서 강한 반강자성 결합(antiferromagnetic coupling)을 보이고 있었다.

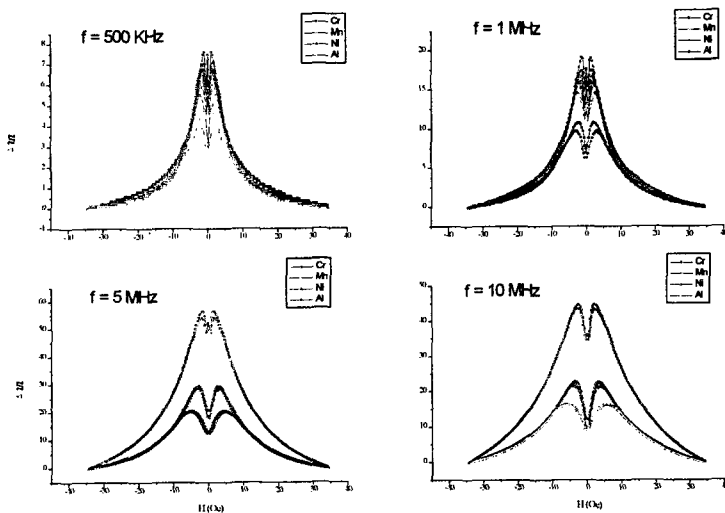


Fig 1. GMI effect as a function of frequency.

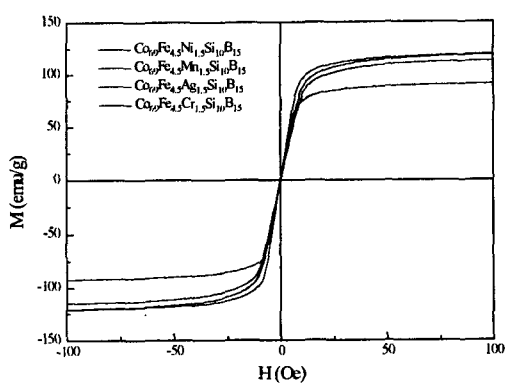


Fig 2. M-H loop of sample.

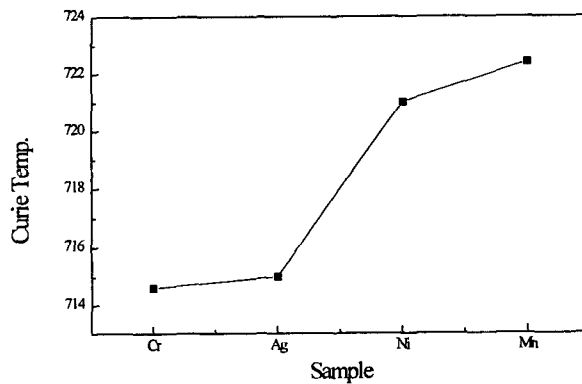


Fig 3. Curie Temperature of sample.

#### 4. 참고문헌

- [1] K. Kawashima, T. Kohzawa, Y. Yoshida, and K. Mohri. IEEE Trans. Magn. **29**, 3168(1993)
- [2] K. Katoh, K. Mohri, and K. Kawashima, IEEE Trans. Magn., **29**, 2524(1992)
- [3] L. V. panina, and K. Mohri, K. Bushida, and MNoda, J. Appl.Phys., **78**, 6198(1994)
- [4] Seon-Ho Song, Seong-Cho Yu, Cheol-Gi Kim, and M. Vázquez, J. Magn. Magn. Mat. **215-216**, 532-534(2000)
- [5] S. S. Yoon, S. C. Yu, G. H. Ryu and J. Appl. Phys., **85**, 5432(1999)