

# Ni-Zn ferrite의 Co doping 효과

권윤미\*, 김덕현, 이민영, 유춘리, 이보화  
한국의국어대학교 물리학과 경기도 용인시 449-791

## 1. 서론

Ni-Zn ferrite는 고유저항이 크고 높은 큐리온도를 가지고 있어 마이크로파와 무선 주파수 장치에 적합하다 [1]. Ni-Zn ferrite는 spinel 구조를 가지며, spinel 구조는 기본적으로 normal spinel 구조와 inverse spinel 구조로 나뉜다. Normal spinel 구조는  $AB_2O_4$ 의 형태로 나타나고 tetrahedral A-site와 octahedral B-site는 각각 divalent cation과 trivalent cation으로 구성된다. 이에 반해 inverse spinel 구조는  $XYXO_4$ 의 형태로 나타나고 X와 Y금속 이온은 동일한 비율로  $AB_2O_4$ 의 B site를 차지하게 된다[2]. Inverse spinel 구조를 가지는 Ni ferrite에 비자성  $Zn^{2+}$ 를 치환한 Ni-Zn ferrite에서  $Zn^{2+}$ 의 치환은  $Fe^{3+}$ 을 octahedral site로 이동시키는 역할을 하여 포화 자화를 증가시킨다[3].

고주파 대역에서는 전력 손실로 인한 열전 손실을 수반하여 안정적인 자기적 특성을 가질 수 없으나  $Co^{2+}$ 의 치환으로 고주파 손실을 줄일 수 있다. 강한 양의 이방성을 가지는  $Co^{2+}$ 은 음의 이방성을 가지는 Ni-Zn ferrite의 이방성을 보상함으로써 고주파 대역에서의 전자기적 특성을 변화시키게 된다[4].

본 연구에서는 자기적 특성이 우수한  $Ni_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4$ 를 기본 조성으로 선택하여  $Ni^{2+}$ 와 같은 site를 공유하는  $Co^{2+}$ 을 치환하고  $Co^{2+}$ 의 치환정도에 따른 자기적 특성을 분석하였다.

## 2. 실험방법

고체상태반응법으로  $Ni_{0.6-x}Co_xZn_{0.4}Fe_2O_4$ 의 시료들을 제조하였다. 고순도의 NiO, ZnO,  $Fe_2O_3$ ,  $Co_3O_4$  분말들을 몰 비로 계량하여 분쇄, 혼합 후  $900^\circ C$ 의 전기로에서 24시간 열처리 하였다. Pellet으로 제작한 시료들을  $5^\circ C/min$ 으로 승온 후  $1250^\circ C$ 에서 각각 6시간동안 공기 중에서 유지시키고 다시  $5^\circ C/min$ 으로 냉각시켰다. X-선 회절과 SEM 측정을 통하여 시료들의 상을 확인하였고, VSM을 이용하여 상온에서 자기이력곡선을 측정하였다.

## 3. 실험결과 및 고찰

Ni-Zn ferrite에서 포화자화가 가장 큰  $Ni_{0.6}Zn_{0.4}Fe_2O_4$ 에서  $Ni^{2+}$  site에  $Co^{2+}$ 을 치환하여 그 결과를 확인하였다. X-선 회절측정 결과  $Ni_{0.6-x}Co_xZn_{0.4}Fe_2O_4$ 의 시료들은 Fig. 1과 같이 spinel 상을 보였다.  $Ni^{2+}$ 와  $Co^{2+}$ 의 이온 크기가 다르기 때문에  $Co^{2+}$ 의 치환 정도가 커질수록 lattice parameter가  $8.389 \text{ \AA}$ 에서  $8.416 \text{ \AA}$ 으로 점차 증가하는 것을 알 수 있었다. SEM 측정 결과  $Co^{2+}$ 의 치환 효과가 밀도나 미세구조와 같은 구조적 특성에는 거의 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다.

$Zn^{2+}$ 은 tetrahedral A-site를 점유하고  $Ni^{2+}$ 과  $Co^{2+}$ 은 octahedral B-site를 우선적으로 점유하여, Ni-Co-Zn ferrite는 normal spinel 구조와 inverse spinel 구조의 혼합 형태로 나타난다[1,3].

Fig. 2는 상온에서 자기이력곡선 측정 결과로  $Ni_{0.6-x}Co_xZn_{0.4}Fe_2O_4$ 에서  $Co^{2+}$ 을 치환정도가 커질수록 포화 자화는 증가하고 보자력은 감소하는 것을 보였다.

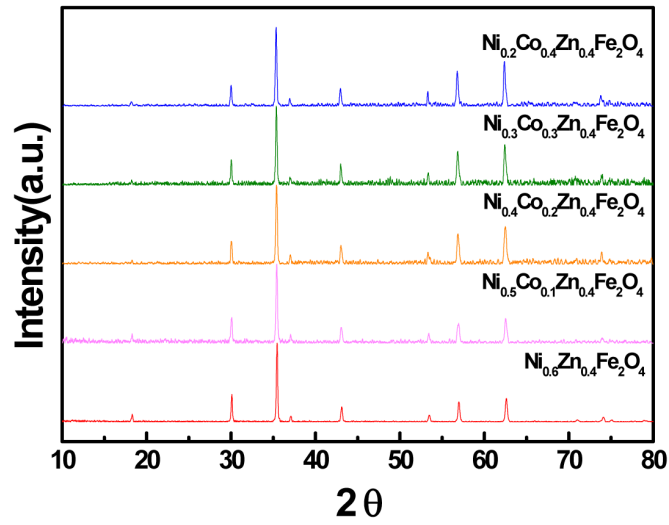


Fig. 1. XRD patterns of  $\text{Ni}_{0.6-x}\text{Co}_x\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_2\text{O}_4$

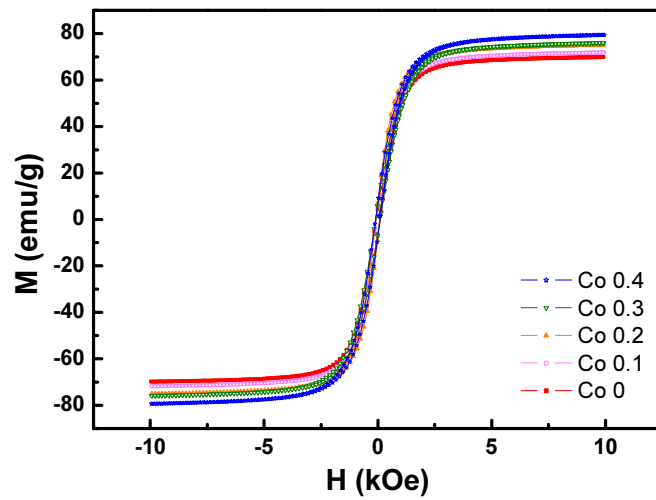


Fig. 2. Magnetic hysteresis loops of  $\text{Ni}_{0.6-x}\text{Co}_x\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_2\text{O}_4$

#### 4. 참고문헌

- [1] M.A. Amer, A. Tawfik, A.G. Monstafa, A.F. El-Shora, S.M. Zaki, J. Magn. Mater. 323, 1445-1452 (2011)
- [2] W. Schiessel, W. Potzel, H. Karzel, M. Steiner, G. M. Kalvius, Phys. Rev. B 53, 9143-9152 (1996)
- [3] A.M. El-Sayed, Mater. Chem. Phys. 82, 583-586 (2003)
- [4] Y.W. An, J.R. Kim, Y.W. Oh, H.S. Kim, H.Y. Lee, J. Kor. Inst. Electr. Electron. Mater. 4, 569-572 (2003)