

고주파수 소자용 $Ba_2Ni_{2-2x}Co_xMn_xFe_{12}O_{22}$ 의 자기적 특성 연구

조광래*, 원미희, 강주홍, 심인보, 김철성

국민대학교 물리학과, 서울 136-702

1. 서론

무선통신의 발달로 RF소자의 소형화와 광대역화가 요구되고 있다. 이 조건을 만족하기 위해서 유전율과 투자율을 동시에 가진 페라이트 소재가 대표적으로 연구되고 있다[1]. 하지만 입방정 페라이트의 경우 수백 MHz 대역에서 우수한 특성을 보이거나, 공명 주파수가 GHz 보다 낮으므로 사용할 수 없다. 육방정 페라이트의 경우, 자기이방성에 의한 높은 공명 주파수를 가지고 있으므로 GHz 대역에서 사용이 가능하다[2]. 그렇기 때문에 입방정 페라이트 중에서 고주파 영역에서 고투자율과 저손실을 가지는 Ni-Co-Mn 입방정 페라이트를 택하여 $Ba_2Ni_{2-2x}Co_xMn_xFe_{12}O_{22}$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$)로 치환실험을 하였고 RF 소자로써의 자기적 특성을 연구하였다.

2. 실험 방법

습식분쇄를 통한 직접 합성법을 통하여 Y-type 육방정 페라이트인 $Ba_2Ni_{2-2x}Co_xMn_xFe_{12}O_{22}$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$) 시료를 합성하였다. 출발물질로는 $BaCO_3$, Co_3O_4 , MnO_2 , NiO , Fe_2O_3 를 사용하였으며, ball mill을 통하여 증류수, 분산제 0.3 wt%와 혼합 후 24 시간 동안 분쇄하였다. 1000 °C에서 하소한 뒤, PVA를 0.5 wt% 혼합하여 toroids 형태로 압축 성형한 후에 1050, 1100, 1150, 1200 °C의 온도에서 소결하였다. 제조 조건에 따른 자기적 특성의 변화를 입도 분석기, x-선 회절(XRD), 진동자화율 측정기(VSM), 그리고 회로망 분석기(network analyzer)를 통하여 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

X-선 회절 측정 결과, $Ba_2Ni_{2-2x}Co_xMn_xFe_{12}O_{22}$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$) 시료는 모두 $R\bar{3}m$ 의 공간군을 갖는 rhombohedral 구조임을 확인하였다. 진동자화율 측정기로 Co, Mn 치환량이 증가할수록 자화율과 보자력 모두 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 높은 자기이방성을 갖는 Co에 의해 치환량이 증가할수록 보자력이 증가한다고 판단된다. 회로망 분석기를 통하여 Co, Mn 치환량이 증가할수록 투자율은 낮아지나 소결온도가 증가할수록 투자율이 높아지는 것을 확인하였다. 이는 소결 온도에 따라서 입자의 크기가 커지고 자벽이동에 방해가 되는 내부의 기공 감소로 인한 것이라 판단된다. 1150 °C 이하에서 소결 시 0.1 이하의 낮은 투자손실이 1 GHz 이상까지 유지되었다. 2 GHz 이상의 주파수 대역에서 1050 °C로 소결한 경우, 투자손실이 0.1보다 낮은 우수한 특성을 확인하여 GHz 대역 RF 소자로써 응용 가능성을 확인하였다.

4. 참고 문헌

- [1] Q. Xia, H. Su, G. Shen, T. Pan, T. Zhang, H. Zhang, and X. Tang, J. Appl. Phys. **111**, 063921 (2012).
- [2] J. Lee, Y. -K. Hong, S. Bae, J. Jali, G. S. Abo, J. Park, W. -M. Seong, S. -H. Park, and W. -K. Ahn, J. Appl. Phys. **109**, 07E530 (2011).

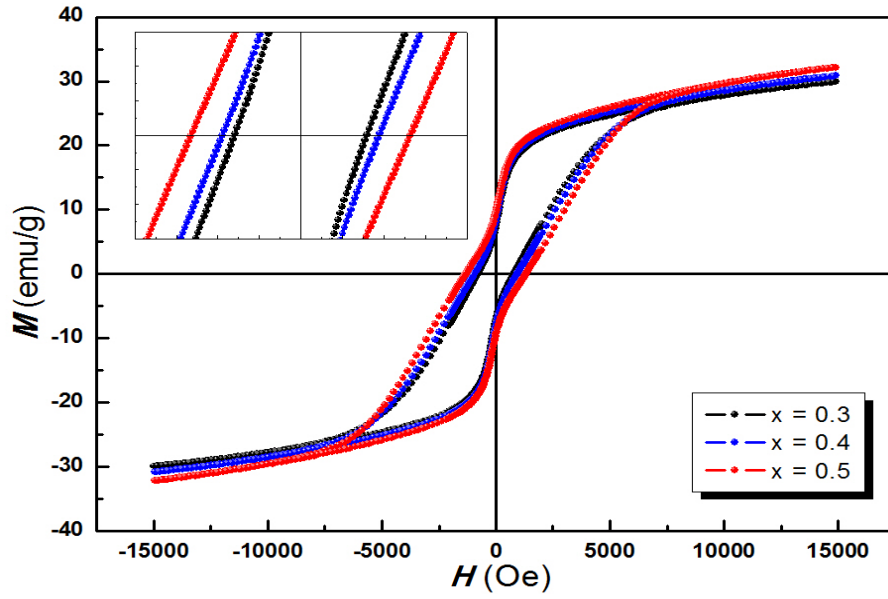


Figure 1. The applied-field dependence of the magnetization curve of $\text{Ba}_2\text{Ni}_{2-2x}\text{Co}_x\text{Mn}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$) at 295 K.

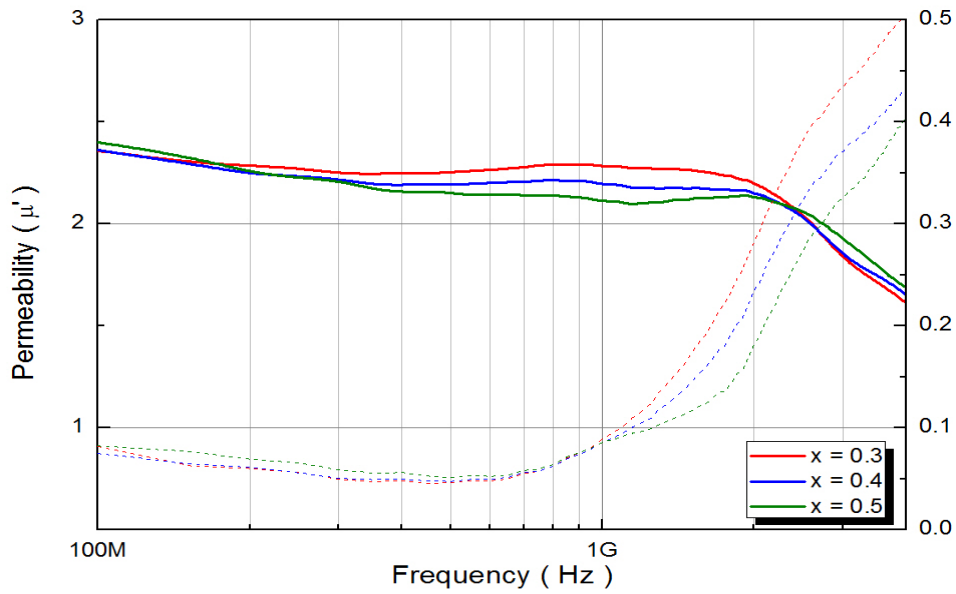


Figure 2. Frequency dependence of μ' , μ'' for the samples of $\text{Ba}_2\text{Ni}_{2-2x}\text{Co}_x\text{Mn}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ ($x = 0.3, 0.4, 0.5$) sintered at 1150 °C.