

입자크기에 따른 $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 의 자기적 특성 연구

조광래*, 이찬혁, 강지훈, 김철성

국민대학교 물리학과, 서울 136-702

1. 서론

무선통신의 발달로 RF소자의 소형화와 광대역화가 요구되어 유전율과 투자율을 동시에 가진 페라이트 소재가 대표적으로 연구되고 있다[1]. 대표적으로, 높은 자기이방성을 가지고 있기에 GHz 대역에서 사용이 가능한 Co 기반의 Y-type 육방정 페라이트에 대한 연구가 활발하지만 Snoek's law에 의해 낮은 투자율을 가진다. 이를 향상시키기 위해 치환실험과 제조방법, 분쇄시간, 소결온도, 소결유지시간 등을 변화시키는 다양한 실험이 진행되고 있다. 따라서 본 연구는 Co에 비자성 이온인 Zn를 1/10 치환하여 자기적 특성을 향상시키고[2], 투자율과 입자크기에 대한 연관성을 찾아내기 위해 12 시간과 48 시간으로 차이를 두어 RF 소자로써의 자기적 특성을 연구하였다.

2. 실험 방법

습식분쇄를 통한 직접 합성법을 통하여 Y-type 육방정 페라이트인 $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 시료를 합성하였다. 출발물질로는 BaCO_3 , Co_3O_4 , ZnO , Fe_2O_3 를 사용하였으며, ball mill을 통하여 증류수와 혼합 후 24 시간 동안 1차 분쇄하였다. 1000 °C에서 하소한 뒤, PVA를 1 wt% 혼합하여 12 시간과 48 시간으로 나누어 2차 분쇄를 하였다. toroids 형태로 압축 성형한 후에 1100 °C 온도에서 소결하였다. 제조 조건에 따른 자기적 특성의 변화를 x-선 회절(XRD), 입도분석기, 주사형 전자현미경(SEM), 진동자화율 측정기(VSM), 그리고 회로망 분석기(network analyzer)를 통하여 단계별로 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

X-선 회절 측정 결과, $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ 시료는 모두 $R\bar{3}m$ 의 공간군을 갖는 rhombohedral 구조임을 확인하였다. 입도분석기로 12시간과 48시간의 입자크기는 각각 1.39 μm , 0.84 μm 임을 확인하였고 주사형 전자현미경으로 소결체의 입도 또한 확인하였다. 진동자화율 측정기로 보자력과 포화자화값을 측정하였으며 주파수에 대한 전자기적 특성을 보기 위해 회로망 분석기를 통하여 유전율과 투자율을 측정하였다. 그 결과 12 시간과 48 시간 분쇄한 시료의 투자율이 2 GHz에서 각각 2.40, 2.04 으로 감소하였다. 이는 12시간 분쇄한 소결체의 입자크기가 48시간 분쇄한 소결체의 입자크기보다 상대적으로 크기 때문에 투자율이 증가하는 것으로 판단된다. 투자율은 크게 입자크기, 밀도 그리고 기공으로 설명이 가능한데, 본 연구를 통하여, 소결체의 밀도와 기공보다 입자크기가 더 영향력이 있다는 것뿐만 아니라, 1100 °C에서 소결 시 0.1 이하의 낮은 투자손실이 1 GHz 이상까지 유지되어 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] S. Bierlich, J. Töpfer, J. Magn. Mater. **324**, 1804 (2012).

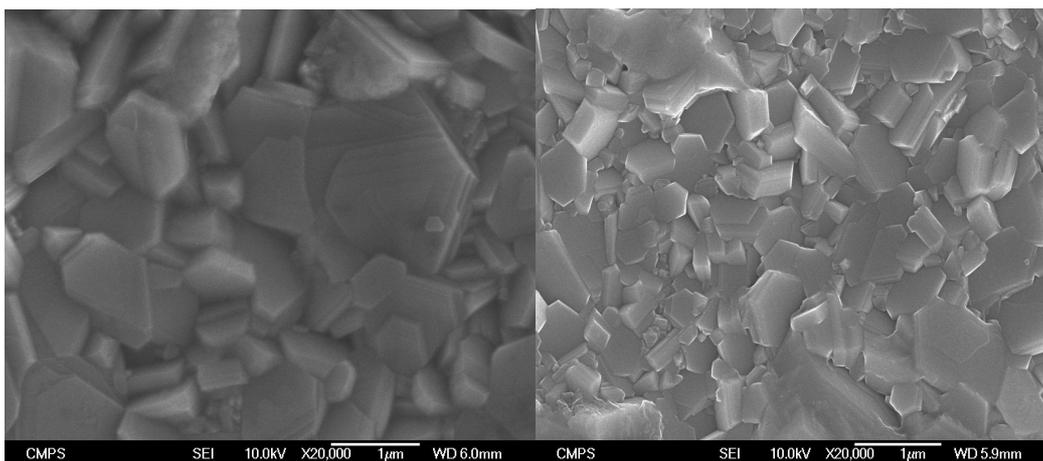


Fig. 1. SEM image of 12 hour milled(left) and 48 hour milled(right) samples

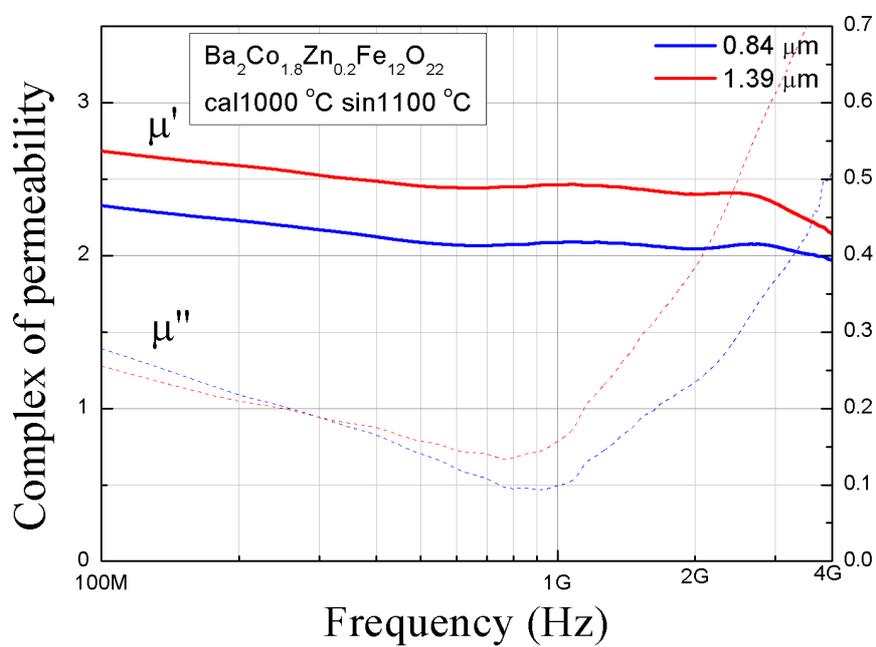


Fig. 2. Frequency dependence of μ' , μ'' for the samples of $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.8}\text{Zn}_{0.2}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ sintered at 1100 °C.