

고주파수 소자용 $Ba_2Co_{1.6}Zn_{0.4}Fe_{12}O_{22}$ 의 자기적 특성 연구

조광래*, 이찬혁, 윤성욱, 강주홍, 고태준, 김철성

국민대학교 물리학과, 서울 136-702

1. 서론

최근, 무선 기기의 발달로 사용 주파수 대역이 점차 높아지고 있으며, RF 소자의 소형화를 위하여 투자율과 유전율을 동시에 가진 소재에 대하여 연구가 진행중이다. 대표적인 소재인 입방정 페라이트의 경우 수백 MHz 대역에서 우수한 특성을 보이나, 공명 주파수가 GHz 보다 낮으므로 사용할 수 없다. 육방정 페라이트의 경우, 상대적으로 자기이방성에 의한 높은 공명 주파수를 가지고 있으므로 GHz 대역에서 사용이 가능[1,2]하다. Co 기반의 Y-type Barium ferrite는 높은 자기이방성으로 사용 영역이 넓으나, 투자율이 상대적으로 낮은 단점이 있다. 이에 따라서 Zn를 Co 위치에 1/5 치환하여 Co로 인한 높은 자기이방성을 크게 감소시키지 않고 GHz 대역에서 투자율을 증가시켜 RF 소자로써의 자기적 특성을 연구하였다.

2. 실험 방법

습식분쇄를 통한 직접 합성법을 통하여 Y-type 육방정 페라이트인 $Ba_2Co_{1.6}Zn_{0.4}Fe_{12}O_{22}$ 시료를 합성하였다. 출발물질로는 $BaCO_3$, Co_3O_4 , ZnO, Fe_2O_3 를 사용하였으며, ball mill을 통하여 증류수와 혼합 후 24 시간 동안 분쇄하였다. 1000 °C에서 하소한 뒤, PVA를 1 wt% 혼합하여 toroids 형태로 압축 성형한 후에 1050~1200 °C의 다양한 온도에서 소결하였다. 제조 조건에 따른 자기적 특성의 변화를 입도 분석기, x-선 회절(XRD), 전자현미경(SEM), 진동자화율 측정기(VSM), 그리고 회로망 분석기(network analyzer)를 통하여 단계별로 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

분쇄 시간에 따라 입도는 선형적으로 감소하였으며, 24 시간 동안 분쇄하여 약 0.63 μ m의 평균 입도를 나타내었다. XRD 결과, 하소 과정에서 Spinel상과 M, Y-type 상이 혼재되어 생성 후 소결 과정에서 Y-type 상이 단계별로 형성되는 것을 확인하였으며, R3m의 공간군을 갖는 hexagonal 구조로 확인되었다. 소결 온도가 증가할수록 포화 자화 값과 투자율은 증가하였으며, 보자력은 감소하였다. 이는 소결 온도에 따라서 입자의 크기가 커지고, 자벽 이동에 방해가 되는 내부의 기공이 감소하는 것에 따른 것이라 판단된다. 이는 수축률과 밀도의 변화로 확인할 수 있다. Zn 치환에 따라 투자율이 증가하여 1 GHz에서 모두 2.5 이상의 투자율을 보였으나, 소결 온도가 올라감에 따라 손실 ($\tan \delta$)도 증가하였다. GHz 대역에서 투자율과 유전율을 동시에 가지고 있으며, 수 GHz 이상의 높은 공명 주파수가 측정됨으로써 GHz 대역 RF device로써 응용 가능성을 확인하였다.

4. 참고 문헌

- [1] Y. Bai, J. Zhou, Z. Gui, Z. Yue, and L. Li, J. Magn. Magn. Mater. 264, 44 (2003).
- [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).

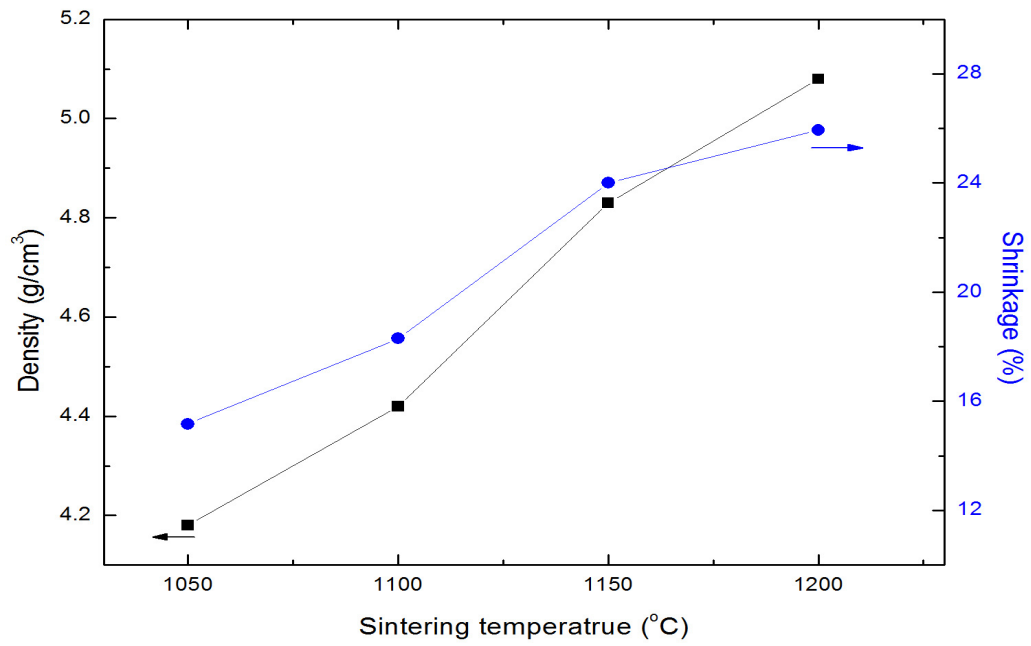


Figure 1. Density and shrinkage as a function of sintering temperatures for $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.6}\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ toroidal samples.

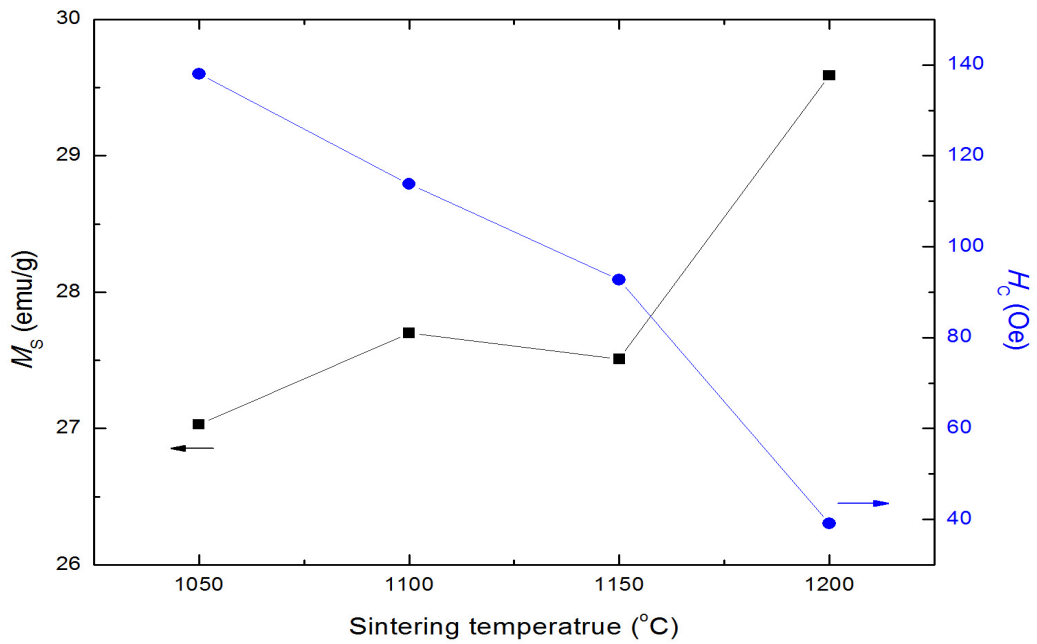


Figure 2. Saturation magnetization and coercivity at room temperature as a function of sintering temperatures for $\text{Ba}_2\text{Co}_{1.6}\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ toroidal samples.