

UHF 응용을 위한 Y-type 페라이트의 투자손실 특성 연구

이찬혁*, 김진모, 임정태, 고태준, 김삼진, 김철성

국민대학교 물리학과

1. 서론

투자율과 유전율을 동시에 가진 자성소재를 사용한 RF 소자는 소형화($v = \frac{c}{\sqrt{\mu_r \epsilon_r}}$)와 임피던스 조절($Z = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}$)을 통한 방사효율 개선이 가능하여 활발히 연구되고 있다. 이러한 응용에는 낮은 투자손실($\tan \delta_\mu = \frac{\mu''}{\mu'}$)과 사용주파수 대역보다 높은 공명주파수의 특성이 필요하다[1]. Y-type 페라이트는 기존의 입방정 페라이트와 다른 type의 육방정 페라이트에 비하여 높은 공명주파수를 가지고 있으며, UHF 대역에서 우수한 자기손실 특성을 보인다[2]. 본 연구에서는 소성 분위기를 변화시켜가며 Y-type 페라이트를 제조하고, 입도 분석기, X-선 회절, 진동시료형 자화율측정기, 회로망 분석기(network analyzer)를 사용하여 UHF 대역에서의 자기적 특성을 분석하였다.

2. 실험방법

Y-type 페라이트 $\text{Ba}_2\text{Co}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ (Co_2Y) 분말 시료는 직접합성법으로 제조하였다. 시작원료로 BaCO_3 , Co_3O_4 , $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 를 사용하였고, Ball mill을 이용하여 균일하게 습식 분쇄하였다. 혼합물을 1000 °C에서 3시간 동안 하소하였고, 하소한 시료를 다시 습식 분쇄한 뒤, 회로망 분석기 측정을 위하여 toroidal 형태로 성형하고, 다양한 조건에서 소성하였다. 주파수에 따른 자기적 특성은 회로망 분석기를 통하여 100 MHz ~ 8 GHz에서 복소투자율을 측정하였다. 습식 분쇄 조건은 입도 분석을 통하여 조절하였다. X-선 회절은 $\text{Cu-K}\alpha$ ($\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$)을 사용하였고, 진동시료형 자화율측정기를 통하여 상온에서의 자기적 특성을 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

습식 분쇄된 입자의 크기는 입도 분석기를 통하여 D50이 0.502 micron으로 분석되었다. X-선 회절 분석결과, 다양한 조건에서 제조된 Co_2Y 시료들은 공간군이 $R\bar{3}m$ 인 rhombohedral 구조로 확인되었다. 상온에서 Co_2Y 시편들은 28.27 ~ 33.01 emu/g의 포화자화 값을 보였으며, 공기 분위기보다 산소 분위기에서 소성하였을 때, 더 높은 값을 나타내었다. 보자력은 60.67 ~ 145.26 Oe의 값으로 측정되었으며, 소성 온도가 올라갈수록 입자 크기가 성장되면서 감소하였다. 회로망 측정기를 사용하여 복소투자율을 측정하여 주파수에 따른 자기손실과 공명주파수를 분석하였으며, Co_2Y 시료들은 수 GHz 영역에서 낮은 투자손실과 4 GHz 이상의 높은 공명주파수를 보였으며 이는 자벽 공명에 의한 것으로 판단된다. 산소 분위기에서 소성된 시료의 경우, 그림 1과 그림 2와 같이 투자손실과 공명주파수가 크게 향상되었다. 산소 분위기 1200 °C에서 소성된 시료의 경우 2.1 GHz까지 0.1 이하의 매우 낮은 우수한 투자손실 특성을 보였다.

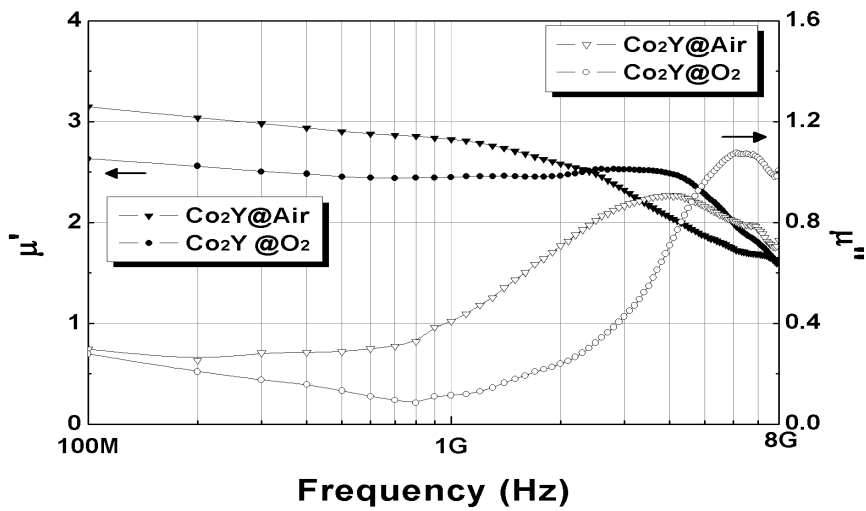


Fig. 1. Frequency dependence of complex permeability of Co₂Y samples sintered at 1200 °C.

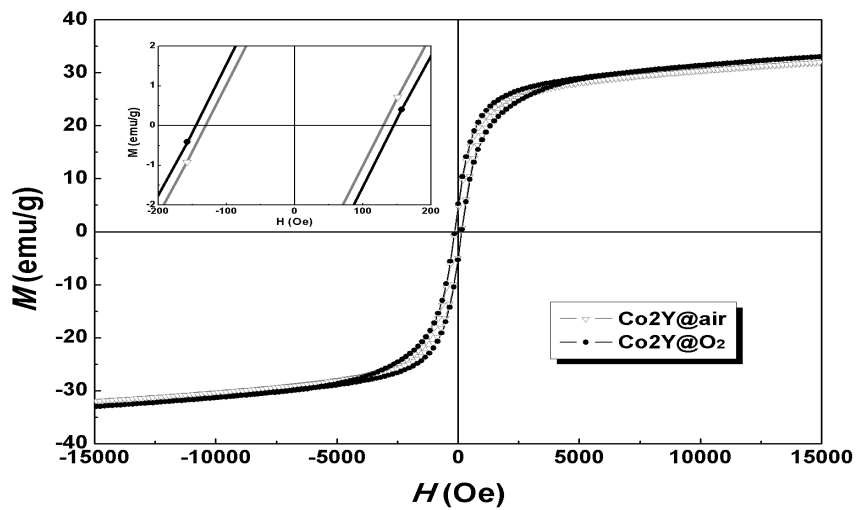


Fig. 2. hysteresis loops of Co₂Y samples sintered at 1200 °C.

참고문헌

- [1] Q. Xia, H. Su, G. Shen, T. Pan, T. Zhang, H. Zhang, and X. Tang, *J. Appl. Phys.* **111** 063921 (2012).
- [2] J. Jalli, Y.-K. Hong, S. Bae, J.-J. Lee, G. S. Abo, J.-H. Park, B.-C. Choi, T. Mewes, S.-G. Kim, S.-H. Gee, I.-T. Nam, and T. Tanaka, *J. Appl. Phys.* **109**, 07A509 (2011).