

저손실 조성의 Mn-Zn ferrite의 미세구조와 자기적 성질에 관한 연구  
(A Study on the Microstructure and Magnetic Properties  
in Mn-Zn Ferrite of Low Loss Composition )

홍익대학교 금속·재료공학과 남정환, 신 동훈, 남 승의, 김 형준

### 1. 서론

Mn-Zn Ferrite는 연질 자성 재료로서 우수한 자기 특성과 함께 금속 재료보다  $10^2 \sim 10^8 \Omega \text{cm}$  정도 높은 비저항값을 가지고 있어 각종 전자 제품의 transformer core나 flux-multiplier, inductor, VTR용 헤드 소재 등으로 널리 사용되어 지고 있다. 최근 FBT, DY, EMI필터 등의 응용 부품의 초소형화 및 고성능화에 따라 손실률의 감소와 함께 고효율을 요구되고 있는 실정이다.  $\text{Mn}_{0.71}\text{Zn}_{0.22}\text{Fe}_{2.07}\text{O}_4$ 를 기본 저손실 조성으로 하여 미세구조 제어에 의한 손실률 감소를 얻기 위해  $\text{SiO}_2$  및  $\text{CaO}$ 를 첨가비와 소결조건에 따른 자기적성질에 대하여 조사하고자 하였다.

### 2. 실험방법

본 연구에서 저손실의 조성( $\text{Mn}_{0.71}\text{Zn}_{0.22}\text{Fe}_{2.07}\text{O}_4$ )조성을 선택하여 시편을 제조하였다.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , MnO 및 ZnO 원료 분말을 습식밀링을 이용하여 혼합한 후, 대기 중에서 2시간  $950^\circ\text{C}$ 에서 하소하였다. 하소 분말을 습식분쇄를 한후,  $\text{SiO}_2(0.01\text{wt}\%)$ ,  $\text{CaO}(0 \sim 0.15\text{wt}\%)$ 를 첨가제로 투입하였다. 성형 압력  $3\text{ton/cm}^2$ 으로 green density가 이론 밀도에 57%정도로 성형한 후, 소결 조건은  $1 \sim 5^\circ\text{C}/\text{min}$ 으로 승온속도를 변화시킨 후 소결 온도인  $1350^\circ\text{C}$ 에서 유지 시간을 3시간으로 고정하여 소결하였다. 냉각시  $1 \sim 3^\circ\text{C}/\text{min}$ 로 냉각속도를 변화시켰다. 소결시 노의 분위기는 승온시 대기 중에서 하였으며 소결 온도인  $1350^\circ\text{C}$ 에서  $\text{N}_2$ 와  $\text{O}_2$  가스의 유량을 각각  $270\text{ml}/\text{min}$  대  $30\text{ml}/\text{min}$ 로 고정하였고 냉각시  $\text{N}_2$  가스만  $300\text{ml}/\text{min}$ 을 유입하여 냉각하였다. 자기적 특성은 gain phase analyzer와 교류 자기 이력 곡선 측정 장치를 이용하여 초투자율, 포화자속밀도, 손실률을 측정하여 분석하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

승온속도의 변화에 따른 소결결과를 보면  $1^\circ\text{C}/\text{min}$ 승온한 경우 이론 밀도에 93.8%로 가장 높았으며, 균일한 입자 크기와 입계층을 가지고 있었다. 하지만 승온속도가 증가함에 따라 입자의 크기가 조대해졌다. 손실률은 승온속도가 증가함에 따라 감소하였다. 냉각속도에 따른 변화는  $2^\circ\text{C}/\text{min}$ 에서 가장 우수하였는데 냉각속도가 느린 경우 조대입성장을 하였고 빠른 경우 입계에 저항층이 균일하게 석출시키지 못했다. 첨가제의 영향은  $\text{SiO}_2$ 만을 첨가한 경우는 입자 크기가 상당히 조대하여 투자율은 우수하였으나 손실률은 증가하였다.  $\text{CaO} 0.05\text{wt}\%$ ,  $\text{SiO}_2 0.01\text{wt}\%$ 로 첨가한 경우 적절한 고저항 입계층을 만들어 손실률이(50kHz 2000G 320mW/cm<sup>2</sup>, 100kHz 2000G 900mW/cm<sup>2</sup>) 가장 낮음을 보였다.

### 참고문헌

- [1] A. Goldman, Modern Ferrite Technology, Van Nostrand Reinhold, New York, (1990)
- [2] S. Yamada, E. Otsuki, ICF6, 1151 (1992)