

## 소결온도와 산소분압이 저손실 Mn-Zn 페라이트의 자기적 성질에 미치는 영향

충북대학교 권태석\*  
김성수  
(주)유유부설연구소 이우성  
김동훈

### The Effect of Sintering Temperature and Oxygen Partial Pressure on the Magnetic Properties of Low-Loss Mn-Zn Ferrites

Chungbuk National University T. S. Kwon\*  
S. S. Kim  
YuYu Research Institute W. S. Lee  
D. H. Kim

#### 1. 서론

Mn-Zn ferrite는 우수한 자기적인 성질과 고전기저항 특성 때문에 고투자율과 저손실이 요구되는 각종 전자기기에 폭 넓게 사용되고[1] 있으며 특히, 전자기기의 고성능화에 따라 고주파 영역에서도 고투자율과 저손실 특성이 우수한 재료의 개발이 요구되고 있다. 본 연구에서는 첨가물  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$  및  $\text{V}_2\text{O}_5$ 를 첨가한[2] 분말의 소결영역에서의 소결온도와 산소분압이 Mn-Zn ferrite의 미세조직과 자기적 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

#### 2. 실험방법

시편의 제조는 대표적 저손실재 조성인  $(\text{Mn}_{0.72}\text{Zn}_{0.22}\text{O})_{0.94}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1.06}$  을 선정하여 통상적인 세라믹 제조법을 이용하였다. 연쇄고온합성법(Self-propagating High-temperature Synthesis)을 이용하여 분말을 합성한후,  $\text{SiO}_2$ -0.002 wt%,  $\text{CaCO}_3$ -0.06 wt%,  $\text{V}_2\text{O}_5$ -0.02 wt% 첨가시켜 소결온도와 산소분압을 변화시키면서 소결하였다. 자기적 성질로는 초기투자율, 포화자속밀도, core loss를 측정하였다.

#### 3. 실험결과 및 고찰

저온 소결일 수록 입자가 충분히 성장하지 못하여 입자 크기가 작고 소결밀도가 낮으나, 소결온도가 상승함에 따라 결정입도와 밀도는 증가하였다. 소결영역에서의 산소분압의 증가는 밀도화에 필요한 ion diffusion에 도움을 주어 입자가 성장하고 기공의 수는 감소하였다.

투자율은 온도가 증가함에 따라 2300 에서 2700 으로 점차 증가하는데 1300  $^{\circ}\text{C}$  이상에서는 밀도 변화 마찬가지로 증가폭이 감소하였다. 소결시 산소분압에

따른 초기 투자율은 15 %-O<sub>2</sub> 에서 최대값을 나타냈다. 이러한 현상은 소결온도와 산소분압이 증가할 수록 밀도는 증가하고 결정립자가 커지게 되어 domain wall의 이동을 억제하는 결정입계의 결합이 감소하였기 때문으로 사료되어지고, 또한 산소분압이 너무 높을 경우에는 입계부의 산화가 심화되어 소결 후 잔류 응력의 발생으로 투자율이 저하된것 같다.

소결온도에 따른 비저항과 자기손실은 온도가 증가함에 따라 비저항은 감소 하면서 자기손실은 증가하였는데, 이것은 온도의 증가와 함께 입자 크기의 증가와 비저항 감소에 의한 와전류 손실의 증가 때문으로 생각된다. 산소분압의 증가에 따른 전기비저항의 증가는 Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup> 이온들 간의 electronic exchange에 의한 전기전도도[3]가 산소분압이 증가됨에 따라 Fe<sup>2+</sup> 이온의 양이 감소하면서 전기비저항이 증가한것 같다. 그러나 손실은 비저항의 증가와 관계없이 15 %-O<sub>2</sub> 에서 가장 낮게 나타났다. 손실은 여러가지 요인의 복합적인 작용에 의해서 일어나는데, 본 실험에서는 산소분압의 증가로 Fe<sup>2+</sup> 이온의 감소에 따른 전기비저항의 증가와 미세구조에 큰 영향을 받은것 같다.

#### 4. 결론

상기 실험을 통하여 저손실 Mn-Zn ferrite에서 소결온도와 산소분압의 미세 구조와 자기적 특성에 미치는 영향을 알 수 있었다. 소결온도의 증가는 입자의 균일한 성장, 치밀화를 촉진 시키지만, 입자가 너무 커 비저항의 감소로 자기손실은 증가한다. 소결시 산소분압의 증가 또한 입자의 성장을 촉진시키지만 Fe<sup>2+</sup> 이온의 감소로 자기손실을 낮춘다. 소결온도가 1250 ℃, 산소분압이 15 %-O<sub>2</sub>에서 투자율이 2700(10 KHz), core loss가 510 kW/cm<sup>3</sup> (at 100 KHz, 2000 G) 의 특성을 가진 우수한 저손실 Mn-Zn ferrite core 를 얻을 수 있었다.

#### 5. 참고문헌

- [1] A. Goldman, Modern Ferrite Technology, Van Nostrand Reinhold, New York, (1990).
- [2] T. Akashi, Trans, Jap. Inst. Metals, 2, 171 (1961).
- [3] P. W. Haaijnan et al.,/Philips Res. Rept., 5 (1965) 173.