

고주파용 Ni-Zn계 ferrite의 자기적 특성과 미세구조에 미치는 첨가제의 효과

경남대학교 김 종 령\*, 오 영 우  
매트론 기술연구소 이 해 연, 김 현 식  
한국전기연구원 전자기소자그룹 민 복 기

THE EFFECT OF THE ADDITIVES ON THE MICROSTRUCTURES AND THE MAGNETIC PROPERTIES FOR Ni-Zn FERRITE

Kyungnam University J. R. KIM\*, Y. W. OH  
Matron Co., Ltd. H. Y. LEE, H. S. KIM  
Korea Electrotechnology Research Institute B. K. MIN

1. 서 론

Ferrite 응용 연구의 과제는 주된 용도가 magnetic core나 전자 회로 내에서의 transformer이기 때문에 주로 높은 투자율과 낮은 손실을 갖는 soft ferrite의 개발이며, 특히, 차세대 인터넷 통신인 전력선 통신(PLC, power line communication)을 위한 Coupling transformer용 ferrite는 현재까지 국내외적으로 개발되어 있지 않기 때문에 고전압·고주파 대역에서 우수한 자기적 성질을 갖는 ferrite를 연구 개발하는 것은 상당히 중요한 의미를 가진다.

최근에는 우수한 자기적 특성을 얻기 위해서 ferrite의 미세구조를 변화시킬 수 있는 여러 가지 첨가물을 사용한 연구가 많이 진행되어 왔고 그 중에서도 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 등이 미세구조 변화와 소결 촉진에 큰 영향을 준다는 보고가 있었다. Li-ferrites의 연구결과에 의하면 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 입자를 크게하는 효과가 있고, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 입자를 균일하게 하는 효과가 있다고 보고된 바 있다[1,2].

따라서 본 연구에서는 초고속 전력선 통신을 위한 고주파대역에서 고투자율, 저손실의 자기적 특성을 갖는 Ni-Zn ferrite를 제조하기 위해서 앞선 연구자들의 연구 결과를 토대로 투자율은 떨어지지만 주파수 특성이 우수한 Ni<sub>0.8</sub>Zn<sub>0.2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>의 조성을 택하였고, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>와 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 첨가하여 미세구조를 변화시켜 주고 이에 따른 물리적, 자기적 특성을 조사하였다.

2. 실험방법

99.9% 이상의 순도를 갖는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NiO, ZnO를 Ni<sub>0.8</sub>Zn<sub>0.2</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>의 조성비로 칭량하여 steel ball로 습식 혼합 한 후 건조기에서 충분히 건조하였다. 건조된 시료를 950℃에서 2.5시간 하소하고 PVA 0.5wt%를 결합제로, PAN(Poly acrylic ammonium) 0.7 wt%를 계면 활성제로 첨가하고 attrition mill을 이용하여 분쇄하였다. 분쇄가 끝난 분말은 slurry 상태로 spray dryer를 통하여 분무 건조하여 과립화 하였다. 과립화된 분말에 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO를 0 ~ 1.5 wt% 첨가하고 1.5 ton/cm<sup>3</sup>으로 가압하여 성형체를 제조하고 1200℃에서 소결하였다.

제조된 소결체의 밀도는 아르키메데스 법으로 측정하였고, Xtjs 회절분석 장치(X'pert APD system, Philips)를 사용하여 하소분체와 소결체의 결정상을 분석하였으며, 소결체의 미세구조를 분석하기 위해서 FEG-SEM(S-420 Hitach)을 사용하였다. 초투자율은 Impedance Analyzer(HP 4194A, Hewlett Packard, USA)를 이용하여 측정하였고, B-H Analyzer(SY-8232, Iwatsu, Japan)를 이용하여 주파수 손실을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 950 ℃에서 하소한 후 측정된 엑스선 회절패턴이다. α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>나 2차상의 피크는 나타나지 않았고, 출발

원료들이 모두 반응하여 Ni-Zn ferrite의 spinel 상을 이루고 있는 것을 볼 수 있다. 950 °C는 스피넬화 반응이 진행되어 완결되는 충분한 하소 온도로 판단된다. Fig.2는 소결 후의 엑스선 회절분석 결과이다. Ni-Zn ferrite 각각의 면 방향에 대한 강도가 상당히 증가했음을 알 수 있는데, 이것은 소결 공정을 거치면서 Ni-Zn ferrite의 결정성이 향상된 것을 나타내며 첨가물을 넣은 조성에서도 첨가물에 의한 2차상의 피크는 찾을 수 없었다.

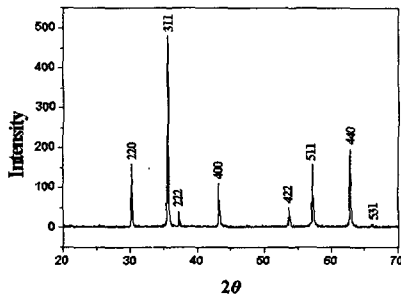


Fig. 1. X-ray diffraction patterns of Ni-Zn ferrite calcined at 950 °C

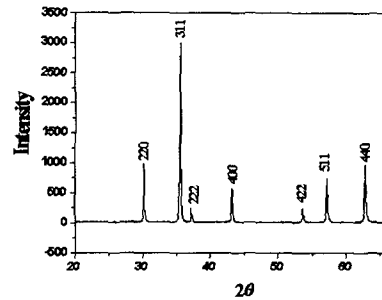


Fig. 2. X-ray diffraction patterns of Ni-Zn ferrite sintered at 1200 °C

Fig.3은 본 연구에서 제조한 과립의 모양을 나타내었다. 과립의 형상은 대부분이 구형으로서 도우넛이나 사과 모양은 보이지 않고 있으며, 이 과립으로 1200°C에서 소결한 소결체의 미세구조를 Fig.4에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 소결체의 미세구조는 치밀하고 균일한 결정립 분포가 분포되어 있으며, 이는 소결 과정에서 용점이 낮은  $V_2O_5$ 가 액상을 형성하여 소결이 촉진되었기 때문으로 사료된다. 또한 이 소결체의 밀도는  $5.28 \text{ g/cm}^3$ 이며, 5 Oe, 0.5 MHz에서 포화자속밀도( $B_m$ )는 1020.8 G 그리고 보자력은 2.6324 Oe, 전력손실은 26.989 W이었다.

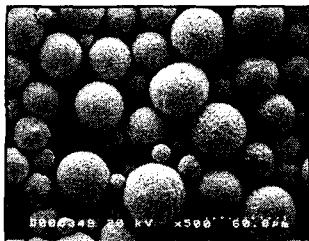


Fig. 3. Typical shape of spray-dried granules



Fig. 4. Microstructure of Ni-Zn ferrite sintered at 1200°C with 1wt%  $V_2O_5$

#### 4. 결 과

- (1) 950°C의 하소온도에서 출발원료가 모두 반응하여 spinel상을 이루고 있었다.
- (2) 분무 건조된 과립의 모두 구형이고 입도 분포는 불균일 하였다.
- (3) 1wt%  $V_2O_5$ 가 첨가된 시편의 미세구조는 치밀하고 균일한 결정립 분포를 나타냈다

#### 5. 참고문헌

- [1] J. Kulikowski, "Sintering of Ni-Zn ferrite in the presence of  $V_2O_5$ ", Jap. J. Appl. Phys., 12, 7, (1973)
- [2] P. S. Anil Kumar, "Particle size dependence of rotational responses in Ni-Zn ferrite", J. Appl. Phys. 83, 11 (1998)