

B3

적층형 칩 인덕터용 NiCuZn계 페라이트의 복소투자율 및 미세구조 변화

인하대학교 무기재료공학과 남중희*, 오재희
쌍용중앙연구소 송병무

Complex Permeability and Microstructure of NiCuZn Ferrites for Multilayer Chip Inductor

Dept. of Ceramic Eng., Inha University J.-H. Nam*, J.-H. Oh
Ssangyong Cement Industrial Co., Ltd. B.-M. Song
Research Center

1. 서론

전자파로 인한 노이즈(noise) 대책용으로서 적층형 칩 인덕터의 응용 범위가 다양화됨에 따라 고성능화도 동시에 요구되며, 이에 대응하기 위하여 기본 조성인 NiCuZn계 페라이트의 특성을 효과적으로 제어하려는 연구[1,2]가 진행되고 있다. 특히, 각종 전자기기용 전자파의 상용 주파수 영역이 점차 증가하고 있는 추세이므로, 이러한 전자파로 인해 발생하는 문제점을 효과적으로 해결하기 위해서는 적층형 칩 인덕터용 페라이트 조성에 관한 기초적인 연구가 필요하며, 이를 통하여 적층형 칩 페라이트 소자의 특성 향상이 가능하리라 생각한다.

따라서, 본 연구에서는 적층형 칩 인덕터용 페라이트 조성으로서 NiCuZn 페라이트와 여기에 Co_3O_4 를 일정량 첨가한 경우에 대하여 페라이트 소결체의 조성 변화에 따른 복소투자율과 미세구조의 변화에 대하여 고찰하였다.

2. 실험방법

출발원료로는 NiO, CuO, ZnO, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 등을 사용하여 습식 혼합 및 분쇄한 후 1 ton/cm^2 의 성형압으로 toroid형 시편을 제조하였으며, 소결온도는 900°C 와 1000°C 로 정하여 소결체를 제조하였다. 한편, 고주파수 특성의 향상을 위한 첨가제로서 Co_3O_4 를 선택하여 무게 비로 첨가하였다.

제조한 소결 시편에 대한 미세구조는 주사전자현미경을 사용하여 관찰하였고, 초기 투자율 및 복소투자율 등은 임피던스 분석기를 이용하여 측정하였다.

3. 실험결과

본 연구에서는 Ni 함량(x), Fe_2O_3 결핍량(w), Co_3O_4 의 첨가량 등을 변화시킨 NiCuZn 페라이트의 조성 $(\text{Ni}_x\text{Cu}_{0.2}\text{Zn}_{0.8-x}\text{O})_{1-w}(\text{Fe}_2\text{O}_3)_{1+w}$ 에 대하여 복소투자율의 주파수 의존성 및 미세구조 변화를 검토하였으며, 복소투자율의 Cole-Cole plot (μ' vs. μ'' curve)[3]으로부터 NiCuZn계 페라이트의 손실 특성을 고찰하였다.

NiCuZn 페라이트에서 Fe_2O_3 의 결핍량이 증가함에 따라 인덕턴스값은 감소하였는데, Ni 함량이 $x=0.2$ 에서 $x=0.7$ 로 증가할 수록 인덕턴스의 감소 정도가 완화된 $x=0.6$ 과 $x=0.7$ 에서는 Fe_2O_3 의 결핍량 변화에 거의 영향을 받지 않음을 알 수 있었다. 이러한 NiCuZn 페라이트 조성에 대해 복소투자율을 측정된 결과, 투자율 허수항(μ'')이 최대가 되는 주파수($f_{\mu'' \text{max}}$)도 Fe_2O_3 결핍량(w) 보다는 Ni함량(x)에 의해 지배적인 영향을 받음을 알 수 있었고, Ni 함량 $x=0.6$ 과 $x=0.7$ 에서는 *Cole-Cole plot*의 형태가 타원형이 아닌 다각형 모양으로 나타났다. 기 보고된 연구 결과[4]에 의하면 초기투자율이 높은 NiCuZn 페라이트 조성일 수록 *Cole-Cole plot*이 타원형으로 형성되며, 그 면적이 작을 수록 주파수 변화에 따른 손실이 적게 발생하는 것이므로, 상기의 NiCuZn 페라이트 조성에서 Ni 함량 $x=0.6$ 과 $x=0.7$ 과 같은 조성에서는 고주파수 영역에서의 손실이 적은 저 손실 조성임을 알 수 있었다. 따라서, 저온 소결형 NiCuZn 페라이트 조성의 전자기적 특성을 제어하는데 있어서 Fe_2O_3 결핍량(w) 보다는 Ni 함량(x)의 변화가 더 중요한 변수로 작용하는 것으로 확인하였다.

NiCuZn 페라이트에 Co_3O_4 를 첨가한 경우에, Co_3O_4 를 첨가하지 않은 경우 보다 *Cole-Cole plot*의 형태가 불규칙한 다각형 모양을 이루고 있으며, Co_3O_4 첨가량이 증가할 수록 $f_{\mu'' \text{max}}$ 값이 상승하는 결과를 나타내었다.

NiCuZn계 페라이트에 대한 미세구조를 관찰한 결과, Fe_2O_3 의 결핍량이 많아질 수록 큰 결정립을 가진 소결체가 얻어졌다. 또한, Ni 함량이 $x=0.2$ 와 $x=0.6$ 의 조성에 대하여 소결온도를 1000°C 로 높인 경우의 소결체 파단면을 비교한 결과, $x=0.6$ 일 때 소결 과정 중의 급격한 결정립 성장으로 인한 내부 기공이 잔류하고 있음을 확인하였다.

4. 참고문헌

- [1] J.-H. Nam, H.-H. Jung, J.-Y. Shin and J.-H. Oh, *J. Kor. Mag. Soc.*, 5(3), 191 - 196 (1995).
- [2] J.-H. Nam, H.-H. Jung, J.-Y. Shin and J.-H. Oh, *IEEE Trans. Mag.*, 31(6), 3985 - 3987 (1995).
- [3] J. Smit and H. P. J. Wijn, *FERRITES*, Philips, Eindhoven, pp. 268 - 300 (1959).
- [4] J.-H. Nam and J.-H. Oh, *J. Magnetism*, 1(1), 37 - 41 (1996).