

저소음 특성을 가지는 적층 칩 세라믹 캐패시터용 유전체의 유전특성

윤종락, 이석원*, 이현용**

삼화콘덴서공업(주), 호서대학교 전기전자공학부*, 영지대학교 전기전자공학부**

Dielectric properties of dielectric for Mutilayer Ceramic Capacitor with low noise

Jung-Rag Yoon , Seog-Won Lee* and Heun-Yong Lee**

SAMWHA Capacitor Co. Ltd, Ho-seo Univ*, Myoung Ji Univ.**

Abstract: 본 논문에서는 저소음 및 저 신호 왜곡 특성을 가지는 내환원성 유전체 원료를 개발하기 위하여 $(Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O_3$ 에 $CaTiO_3$, $SrTiO_3$, $BaTiO_3$ 를 첨가하여 이에 따른 유전 특성을 조사하였다. 첨가량의 조절 및 glass frit 첨가를 통하여 환원성 분위기에서도 유전율 80 ~ 100, 절연저항($R \cdot C$) 500[ohm-F] 이상의 유전특성을 얻었다. 본 연구결과로 얻어진 유전체료를 적용하면 무소음 및 저 신호 왜곡 특성을 가지면서도 고 신뢰성의 MLCC를 제작할 수 있을 것으로 예상된다.

Key Words : 저소음, 신호왜곡, MLCC(Mutilayer Ceramic Capacitor), 유전율

1. 서 론

최근 전자기기의 고성능화 요구에 따라 전자기기로부터 발생하는 마이크로폰 노이즈, 트랜스포머 노이즈, 냉각 팬 노이즈등에 대한 저감 노력이 증대되고 있다. 특히, 최근에는 전원회로등에 적용되는 주파수가 높아지고 고압화에 따라 유전체를 이용한 적층 칩 캐패시터에서도 소음이 발생하거나 신호가 왜곡되는 문제점이 발생되고 있다. 적층 세라믹 캐패시터(MLCC: Multi Layer Ceramic Capacitor)는 세라믹 유전체, 내부전극 및 외부전극으로 구성되며, 외부전극으로 어떤 임의의 높은 주파수를 갖는 전압을 가하면 높은 압전계수를 가지는 유전체를 적용한 적층 세라믹 캐패시터에 피에조 현상(Piezo effect)이 발생되고 피에조(Piezo) 현상에 의해 소음이 발생이 발생된다. 피에조 현상에 의한 적층 세라믹 캐패시터의 소음 발생을 개선하기 위해 적층 세라믹 캐패시터의 길이 증가 변화시키거나 높이와 두께의 비를 조절하거나 실장방법 등을 조절하는 방법등이 있다. 적층 칩 캐패시터는 온도 특성별로 COG, X7R 및 Y5V 특성을 갖는 유전체 원료를 적용하고 있다. 내환원 특성을 가지는 유전체 원료 중 COG 특성의 원료는 유전율이 30 ~ 40인 $(CaSr)(ZrTi)O_3$ 계 원료가 주로 적용되고 있으며 X7R 특성의 경우 core - shell 구조를 형성하는 $BaTiO_3$ 원료를 적용하며 유전율이 2,000 ~ 4,000이며 Y5V 특성의 원료는 강유전성을 가지는 $BaTiO_3$ 원료를 사용하며 유전율이 10,000 ~ 20,000 정도로서 COG 원료에 비하여 높은 압전계수를 가지고 있다. 일반적으로 유전체의 유전율이 높은 경우에 그 만큼 압전계수가 증가되어 피에조 현상이 증가되어 압전 현상에 의한 신호 왜

곡 및 소음이 발생되고 있으며 현재까지는 X7R 원료를 주로 적용하였으나 최근에는 COG 와 X7R 특성을 조합한 원료를 사용하여 이를 해결하고 있다. 본 논문에서는 내환원성 특성을 가지면서도 COG 원료에 비해 상대적으로 고 유전율을 가지면서 저 신호 왜곡 특성을 가지는 원료를 개발하고자 한다. 기존에는 COG 특성을 가지면서 X7R 특성을 가지는 원료를 혼합하여 사용하는 방법이 제시되고 있으나 유전체를 소결하는 과정에서 서로 다른 유전체 상을 가지는 원료가 혼합됨으로써 소결 중 적층 칩 캐패시터에 크랙 발생으로 신뢰성이 저하되는 문제점이 발생하였다. 따라서 본 논문에서는 $(CaSr)(ZrTi)O_3$ 계 원료에 결정구조가 비슷한 $CaTiO_3$, $SrTiO_3$ 를 첨가하였으며 강 유전 특성을 가지는 $BaTiO_3$ 를 최소로 첨가하여 이에 따른 유전 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 논문에서는 안정된 유전 특성을 가지는 $CaZrO_3$ (Sakai Chemical Co., Ltd)를 기본조성으로 하고 유전율 및 온도계수를 고려하여 $SrTiO_3$, $CaTiO_3$, $BaTiO_3$ (Sakai Chemical Co., Ltd)와 TiO_2 (TOHO, Co., Ltd)를 사용하였다. 기본 조성으로는 기초 실험을 통하여 COG 온도 특성을 만족하는 $(Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O_3$ 조성과 $0.2BaTiO_3-0.4CaTiO_3-0.4SrTiO_3$ 계 조성으로 하였다. 기본조성은 $CaZrO_3$, $SrTiO_3$, $CaTiO_3$, $BaTiO_3$, TiO_2 를 조성비로 평량한 후 지르코니아 불과 순수물을 넣은 후, 24 시간 동안 불필로 혼합, 분쇄하였으며 건조한 분말을 1100℃에서 2시간 동안 하소하였다. 하소한 분말에 첨가제로 MnO_2 0.3 mol%, 유리프릿을 2wt 첨가한 후

하소 전과 동일하게 불밀, 건조한 후 분급하였다. 유전체 원료를 직경이 15 mm인 금형을 이용하여 성형 한 후 H₂-N₂-H₂O를 이용하여 Po₂ = 10⁻¹¹ MPa 분압 하에서 1320°C에서 2시간 소성하였으며, 재산화 열처리는 900°C, Po₂ = 10⁻⁷ MPa 분위기에서 2시간 행하였다. 유전체 원료의 첨가체에 따른 결정상을 확인하기 위하여 XRD (D/max-C, Rigaku, Japan)를 측정하였으며 유전율과 손실은 1 MHz, 1V_{rms} 조건으로 LCR 측정기 (HP4278A, HP, USA)를 이용하여 정전용량 값을 측정 한 후 유전율을 계산하였다. 절연저항 측정은 100 V, 60초 인가한 후 고저항 측정기 (HP4339B, HP, USA)를 이용하여 측정하였다

3. 결과

그림 1은 X (Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O₃과 1-X(0.2BaTiO₃-0.4CaTiO₃-0.4SrTiO₃)의 X 중량비에 따른 결정상을 나타낸 그림이다. X 함량이 많을 수록 (CaSr)(ZrTi)O₃ 결정상이 주상으로 나타나고 있으나 X 함량에 따라 결정상이 크게 변화함을 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 두개의 서로 다른상이 존재하는 형태로 보임을 확인할 수 있다.

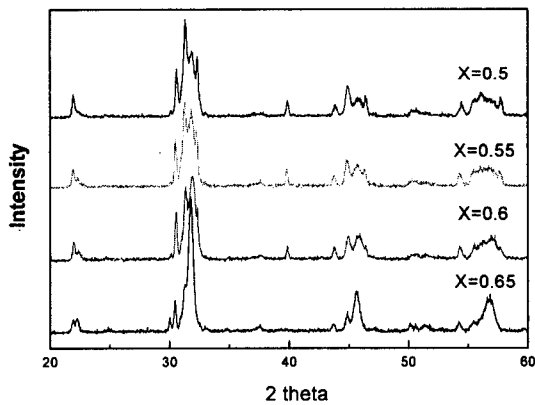


그림 1. X 선 회절 패턴.

그림 2는 X (Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O₃과 1-X(0.2BaTiO₃-0.4CaTiO₃-0.4SrTiO₃)의 X 중량비에 따른 유전율 및 품질계수를 나타낸 그림이다. X 함량이 증가할 수록 유전율이 증가하는 양상을 보이고 있으며 이와 같은 결과는 (Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O₃의 유전율이 38이고 (0.2BaTiO₃-0.4CaTiO₃-0.4SrTiO₃)의 유전율이 350인 두상이 유전율의 혼합 법칙에 따른 결과로 예상된다. 일반적으로 품질계수의 경우 혼합 법칙에는 따르지 않으나 본 조성에서는 혼합법칙에서 나타나는 유사한 양상을 보이고 있다.

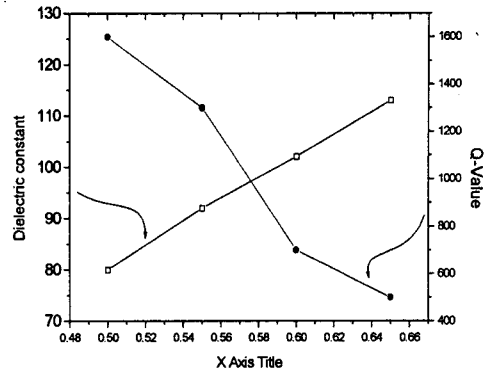


그림 2. X 함량에 따른 유전율 및 품질계수

그림 3은 X (Ca_{0.7}Sr_{0.3})(Zr_{0.97}Ti_{0.03})O₃과 1-X(0.2BaTiO₃-0.4CaTiO₃-0.4SrTiO₃)의 X 중량비에 따른 R*C 특성을 나타낸 그림이다. X 함량이 증가할 수록 절연저항 특성이 감소 함을 보이고 있지만 적층 칩 캐패시터 제작시 양호한 특성의 값을 가질 수 있는 우수한 특성을 나타내고 있다.

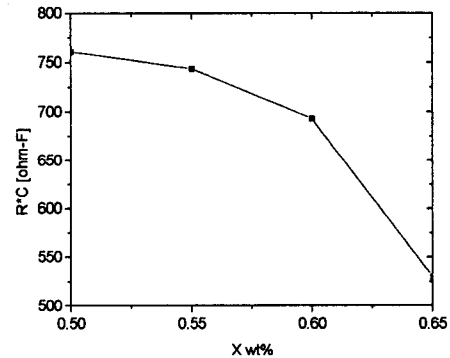


그림 3. X 함량에 따른 절연저항 특성

4. 결론

본 실험결과 무압전 적층 칩 캐패시터 제작에 필요한 우수한 유전 특성을 얻을 수 있었으며 결정상과 유전율의 특성을 보면 서로 다른 상이 존재함을 볼 수 있다.

참고 문헌

[1].윤중락,이석원,이현용, "Glass frit 및 TiO₂ 첨가에 따른 LTCC용 마이크로파 유전체의 유전 특성", 전기전자재료학회논문지, 17권, 9호, p.942, 2004.