

고압용 X7R 적층 칩 캐패시터의 희토류 및 유리프릿 첨가에 따른 전기적 특성

윤 중 략, 이 석 원*
 삼화콘덴서공업(주), 호서대학교 정보제어공학과

The electrical properties according to rare-earth and glass frit content of high voltage multilayer chip capacitor with X7R properties

Jung rag yoon, Serk-won Lee*
 SAMWHA Capacitor Co. Ltd R&D center, Hoseo University *

Abstract - X7R 고압용 적층 칩 캐패시터 제작을 위한 내환원성 유전체 조성물에서 희토류인 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 유리프릿 첨가시 소결특성 및 절연저항이 향상됨을 확인 할 수 있었다. 희토류인 Er₂O₃을 첨가시 유전율 및 절연저항이 감소하는 경향을 보이나 85℃ 영역에서 온도특성을 향상시키는 것을 확인하였으며 고압 적층 칩 캐패시터 제작시 온도 특성이 우수한 재료를 개발 할 수 있었다.

Key word : 고압용 적층 칩 캐패시터, X7R, 유전율, 절연저항

1. 서 문

최근 휴대용 전화기나 노트북과 같은 휴대용 전자기기의 수요 증가와 함께 부품의 소형화, 고성능화, 저 소모 전력 부품의 요구가 증가되고 있다. 캐패시터의 경우 소형이면서 대용량을 얻기 위해 적층형 구조를 하고 있으며 구조로는 세라믹 유전체, 내부 전극, 외부 전극으로 구성되며 높은 용량을 얻기 위해서는 유전체 유전율을 증가시키거나 또는 유전체 두께를 얇게 하거나 내부 적층수를 증가시켜야 한다. 특히, 고용량의 경우 BME MLCC (Base Metal Electrode MLCC)의 지속적인 신뢰성 향상에 따라 내부 전극으로 Pd과 Ag-Pd와 같은 고가의 귀금속 대신 Ni과 Cu 등과 같은 저가의 비금속을 적용함으로써 기존의 탄탈 캐패시터의 고용량 영역까지 생산 공급이 가능해지고 있다.[1] 최근에는 BME MLCC를 고압용 세라믹 캐패시터로 적용하려는 노력이 증가되고 있으며 응용 분야로는 DC-DC 인버터, 대형 LCD용 냉음극형광램프(CFL), SMPS(Switch Mode Power Supply), 고출력 플라즈마 장비등이 있다. 현재는 리드가 있는 디스크형 세라믹 캐패시터, 필름 캐패시터가 대부분 사용되고 있으나 캐패시터의 소형화, 표면실장 및 캐패시터의 전기적 특성등을 고려하여 고압용 적층 칩 캐패시터의 수요가 증가하고 있다. 특히, 고압용 적층 칩 캐패시터의 경제성을 확보하기 위해 Ni을 내부전극으로 적용하고 있으며 고온소결시 Ni이 NiO로 산화하므로 대기 분위기에서 소결이 불가능하다. 따라서 낮은 산소 분압인 환원 분위기에서 소결하여야 하므로 유전체 세라믹이 내환원성을 가져야 한다. 일반적으로 X7R 특성을 가지는 고용량 및 고압용 MLCC 제작을 위하여 기본 재료로서 BaTiO₃가 상용화되어 있으며 EIA (Electronic Industries Association)에서는 대표적인 캐패시터의 규격으로 온도 특성에 따라 Y5V, X7R, NP0등으로 구분하고 있다. X7R 온도 특성은 -55℃에서 125℃의 온도범위에서 25℃에서의 유전율을 기준으로 할 때 정전용량 변화율이 ±15% 이하인 특성을 가지는 것으로 정의된다. 기존의 연구에서는 BaTiO₃를 주재료로 하여 MgO, Y₂O₃, MnO₂, 희토류(Dy₂O₃, Ho₂O₃, Er₂O₃, Sm₂O₃), 저온 소결소재(V₂O₅, SiO₂, CaSiO₃)를 첨가하여 유전 특성을 향상시켰다는 보고는 있으나 고압용 원료로 적용시 인가전압에 따른 전기적 특성 및 내전압 특성에 대한 연구는 부족한 실정이다. [2] 따라서 본 논문에서는 X7R 특성을 만족하면서도 고전압 특성에 맞는 전기적 특성을 얻기 위하여 BaTiO₃ - MgO - MnO₂ - Y₂O₃를 주성분으로 하고 소결 조제로서 (Ba_{0.4}Ca_{0.6})SiO₃ 유리 프릿을 첨가하고 온도특성 및 내전압 특성을 향상시키기 위하여 Er₂O₃를 첨가하여 소결온도 및 첨가량에 따른 유전 특성 및 절연 저항 특성을 검토하였다. 또한 상기 조성을 이용하여 고압용 MLCC를 제작하여 고압 적층 칩 MLCC로서의 가능성을 확인하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서 사용한 분말 용매열법(Hydro thermal method)로 제

조된 BaTiO₃ (Sakai.BT-04B)를 사용하였으며 첨가제로는 MgO, MnO₂, Y₂O₃, SiO₂ 첨가하였고 내전압 특성 및 온도 특성 향상을 위하여 유리 프릿으로 (Ba_{0.4}Ca_{0.6})SiO₃를 0-1.5wt% 희토류로 Er₂O₃ 첨가하였다. 유리프릿은 BaCO₃, CaCO₃, SiO₂를 건식 혼합한 후 1500℃에서 2시간 용융한 후 급속 냉각시킨 후 Ball Mill을 이용하여 분쇄하였다. 조성에 따라 순수물과 지르코니아 불을 넣고 불 밀을 이용하여 24 시간 혼합, 분쇄하였다. 최종 분말은 유리 프릿이 점성 유동을 할 수 있는 온도인 800℃에서 2시간 열처리한 후 Ball Mill을 이용하여 재 분쇄한 후 건조하였으며 이때 분말의 입도는 D₅₀을 0.4 ~ 0.5 μm로 조절하였다. 건조한 분말에 PVA를 소량 첨가하여 1.5 ton/cm²의 압력으로 성형하여 성형체를 만든 후 PO₂ 1 × 10⁻¹¹ (Pa) 분위기에서 소결 온도를 1250, 1280℃로 하여 2시간 소결하였다. 소성 후 재 열처리는 PO₂ 1 × 10⁻⁴ (Pa) 분위기로 1000℃에서 2시간 행하였다. 조성에 따른 유전율과 손실은 1KHz, 1 V_{rms} 조건으로 LCR 측정기 (HP4278A, HP, USA)를 이용하여 캐패시턴스 값을 측정 한 후 유전율을 계산하였다. 절연저항 저항 측정은 100 V, 60초 인가한 후 고저항 측정기 (HP4339B, HP, USA)를 이용하여 측정하였으며 R (절연저항)*C(캐패시턴스)으로 나타내었다. 온도 특성은 -55℃ ~ 125℃, 1KHz, 1 V_{rms} 조건에서 온도특성 측정기(4220A, S&A Inc., USA)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 유리프릿 첨가량 및 소결 온도에 따른 유전율의 변화로서 소결온도에 따라 유전율이 증가하는 현상은 보이지만 전체적으로는 저 유전율을 가지는 유리 프릿을 함량이 증가 할수록 유전율이 저하됨을 볼 수 있다. 또한, 유리 프릿이 소결성에 영향을 주어 유전율을 변화하게 함을 확인 할 수 있다.

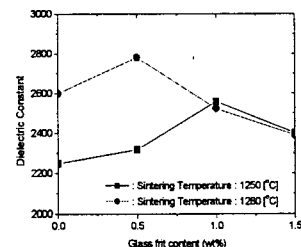


그림 1. 유리프릿 첨가량 및 소결온도에 따른 유전율

그림 2는 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 유리프릿 첨가량 및 소결온도에 따른 유전손실 변화로서 유리프릿의 증가에 따라 손실에 악영향을 미치지 않음을 확인 할 수 있으며 소결 조제로서의 역할을 하고 있음을 확인 할 수 있다.

그림 3는 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 유리프릿 첨가량 및 소결 온도에 따른 절연저항 변화로서 유리프릿의 증가에 따라 절연특성이 향상됨을 확인 할 수 있으며 소결 온도를 적절히 선정하는 것이 주요한 인자임을 확인 할 수 있었다.

그림 4는 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 1280℃의 소결온도에서 유리 프릿 첨가량에 따른 온도특성 변화로서 85℃ 영역(A 영역)보다는 B 영역에서 영향은 크게 나타나지만 고압용 적층 칩 캐패시터 제작에 있어서는 온도특성에 따른 영향을 주지 않을 것으로 예상된다.

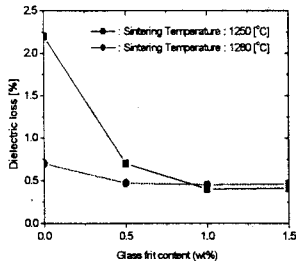


그림 2. 유리프릿 첨가량 및 소결온도에 따른 품질계수

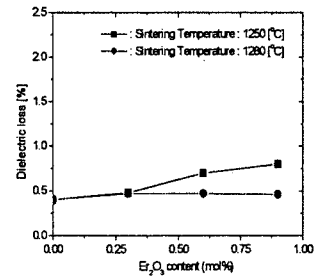


그림 6. Er₂O₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 품질계수

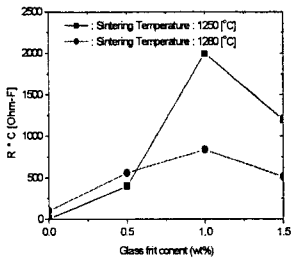


그림 3. 유리프릿 첨가량 및 소결온도에 따른 절연저항

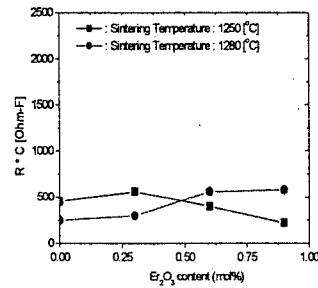


그림 7. Er₂O₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 절연저항

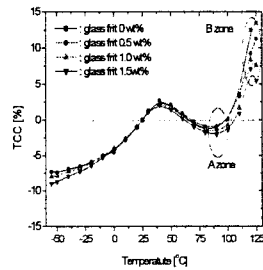


그림 4. 소결온도 1280°C에서 유리프릿 첨가량에 따른 온도 특성

그림 5는 유리프릿을 0.5 wt% 첨가한 후 Er₂O₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 유전율의 변화로서 소결온도에 따라 유전율이 증가하는 경향을 나타내며 Er₂O₃ 첨가시 유전율이 감소되는 것은 소결특성이 저하 되고 저유전율을 가지는 코어 셸(core-shell) 영역을 증가시켜 유전율을 감소시킨다는 기존의 보고와 유사함을 알 수 있다.[2]

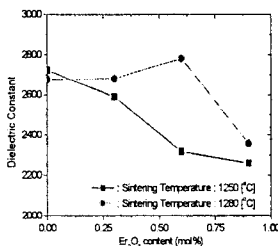


그림 5. Er₂O₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 유전율

그림 6은 유리프릿을 0.5 wt% 첨가한 후 Er₂O₃ 첨가량 및 소결온도에 따른 유전손실 변화로서 소결온도a lc 첨가제에 따른 영향을 크게 나타나지 않음을 볼 수 있다.

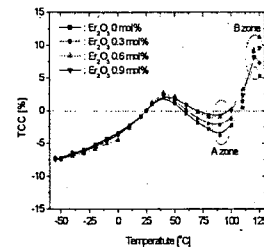


그림 8. 소결온도 1280°C에서 Er₂O₃ 첨가량에 따른 온도 특성

3. 결 론

고압용 적층 칩 캐패시터 제작을 원료 실험 결과 Er₂O₃을 0.6 mol% 첨가한 후 유리프릿 1.0 wt% 첨가시 유전율 2500이상, 유전손실 0.5% 이하, 절연저항 (R*C) 1000이상의 값을 얻을 수 있었으며 희토류인 Er₂O₃을 첨가시 유전율 및 절연저항이 감소하는 경향을 보이나 85°C 영역에서 온도특성을 향상시키는 것을 확인하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 윤중락, 김민기, 이현용, 이석원, "중, 고압용 적층 칩 세라믹 캐패시터 제작 및 분석," 전기전자재료학회 논문지, 18권, 8호, p.685, 2005
- [2] H.Kishi, N.Kohzu, J.Sugino, H. Ohsato, Y.Iguchi and T. Okuda, " The Effect of Rare-Earth (La, Sm, Dy, Ho and Er) and Mg on the Microstructure in BaTiO₃," J. Eur. Ceram. So c., 19, 1043-1046 (1999)