

B₂O₃를 첨가한 PCW - PNN - PZT + 0.5wt% MnO₂세라믹스의 유전특성에 관한 연구

정보람 신혜경 김상래 배선기

인천대학교

A Study on the dielectric Characteristics of PCW - PNN - PZT + 0.5wt% MnO₂ Ceramics adding B₂O₃

Jung Bo-Ram, Shin Hyea-Kyoung, Kim Sang-Rae, Bae Seon-Gi
Incheon University

1. 서론

고도의 기술 산업의 발전과 자동화된 현대 사회는 기존 소재보다, 더 우수한 특성을 지닌 신소재 개발을 절실히 요구하고 있다. 특히 전기, 전자 부품 소재는 현재보다 향상된 특성을 가진 새로운 소재의 개발이 우선되어야 할 것이다.

본 연구에서는 0.03Pb(Co_{0.5}W_{0.5})O₃-0.07Pb(Ni_{1/3}Nb_{2/3})O₃-0.9Pb(Zr_{0.52}Ti_{0.48})O₃ 세라믹스의 소결 온도 변화에 따른 미세구조와 유전특성을 살펴보고, 또한 MnO₂와 저 용점을 갖는 B₂O₃를 첨가하여, 950[°C] 이하의 저온에서 소결 가능한 유전체의 개발을 위해 시편을 제작하였으며, 제작된 시편에 대하여 XRD에 의한 결정구조의 분석, 유전상수 및 유전손실의 측정, 주파수 변화에 따른 유전상수의 측정, 유전상수의 온도 의존성 측정 및 정전용량의 온도계수 등을 고찰하여 실용화 소자로서의 활용 가능성에 대하여 연구하고자 하였다.

2. 실험

본 연구는 고순도의 시료를 산화물 혼합법으로 합성하여 유전특성이 우수한 PCW-PNN-PZT+0.5wt% MnO₂계를 기본 조성으로 하여 일반 소성법으로 시편을 제조하였다. 전자 천평을 사용하여 평량한 후 볼밀에서 아세톤을 분산매로 하여 24시간 동안 140rpm으로 혼합 분쇄하였다. 100°C에서 건조시킨 후 완료된 시료는 알루미늄 유발로 분쇄한 후 알루미늄 도가니에 넣어 전기로에서 850°C로 2시간 동안 2차 하소하였다. 2차 하소가 끝난 시료를 유발로 분쇄하여 200mesh로 sieving하여 입도를 균일하게 한 후 바인더로 PVA용액을 혼합한 다음 원통형 금형

에 1.5[g]씩 넣고 1[ton/cm²]의 압력으로 성형하였다. 3종 도가니 구조를 사용하여 950°C, 1000°C, 1050°C, 1100°C, 1150°C에서 2시간 동안 저온 소결하였다. 전극이 형성하여 DC 30[KV/cm]의 전압을 40분 인가하여 분극시킨 후 특성을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 첨가제 B₂O₃의 첨가에 의한 PCW-PNN-PZT+0.5[wt%]MnO₂ 시편의 유전상수를 나타낸 것인데 첨가제인 B₂O₃의 첨가량에 따라 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 시편들의 유전상수는 첨가량이 증가함에 따라 감소하다가 증가하는 경향을 나타냈다. 소결온도 1050°C에서 B₂O₃를 3.0wt% 첨가했을 경우 유전상수가 637.667로 최대로 증가하였고, 1150°C에서 B₂O₃를 1.0wt% 첨가했을 경우에 유전상수가 322.779로 최소가 되었다.

그림 2는 -40°C에서 100°C까지의 온도변화에 따른 각 소결온도에서의 유전상수의 변화를 나타낸 것이다. PZT계의 큐리점이 상당히 높다는 점을 감안해 볼 때 온도가 상승함에 따라서 유전상수는 측정온도 범위에서 완만한 상승을 나타냈으며, 일상의 온도에서 사용이 가능하다는 것을 나타낸 것이라고 볼 수 있다. -40°C에서 100°C까지의 온도변화에 따른 유전상수의 변화율은 1150°C에서 B₂O₃를 1.0wt% 첨가했을 경우에 시편이 1.47/°C로 가장 적은 변화율을 나타내었다.

그림 3은 100Hz에서 1000Hz까지의 주파수변화에 따른 각 소결온도에서의 유전상수의 변화를 나타낸 것이다. 주파수가 상승함에 따라 유전상수가 완만하게 감소하였고,

특히, 100Hz에서 1000kHz까지의 주파수의 변화에 따른 유전상수의 변화는 소결온도 1150℃에서 B₂O₃를 0.0wt% 첨가한 시편의 경우 0.0016 / [kHz]로 가장 적게 나타내었다.

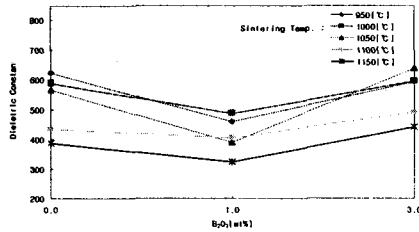


그림1. B₂O₃첨가에 의한 PCW-PNN-PZT+0.5[wt%]MnO₂ 시편의 유전상수

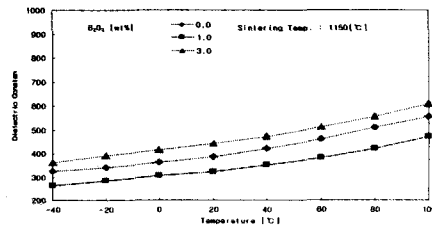


그림2. B₂O₃첨가에 의한 PCW-PNN-PZT+0.5[wt%]MnO₂ 시편의 온도변화에 따른 유전상수 (1150[°C], 1[KHz])

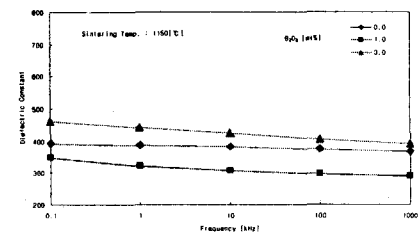


그림3. B₂O₃첨가에 의한 PCW-PNN-PZT+0.5[wt%]MnO₂ 시편의 주파수변화에 따른 유전상수 (1150[°C], 20 [°C])

4. 결론

본 연구에서는 PCW-PNN-PZT+0.5[wt%]MnO₂계 세라믹스에 B₂O₃를 0.0, 1.0, 3.0wt%로 첨가하여 일반 소성법으로 시편을 제작한 후 소결온도 및 B₂O₃의 첨가량의 변화에 따른 구조적, 유전적인 특성을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 유전상수는 첨가량이 증가함에 따라 감소하다가 증가하는 경향을 나타냈으며, 소결온도 1050℃에서 B₂O₃를 3wt% 첨가했을 때 유전상수는 637.667로 최대값을 나타냈다. 또한, 소결온도 1150℃에서 B₂O₃를 1wt% 첨가

했을때 322.779로 최소값을 나타냈다. 그리고 유전손실은 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다가 감소하는 경향을 나타냈으며, 소결온도 950℃에서 B₂O₃를 3.0wt% 첨가하여 소결한 시편에서 14.08%로 나타냈다.

2) 온도 변화에 따른 유전상수는 온도가 증가함에 따라 유전상수 또한 증가함을 보였으며, 유전상수의 변화율은 1150℃에서 B₂O₃를 1.0wt% 첨가했을 경우에 시편이 1.47/°C로 가장 적은 변화율을 나타내었다.

3) 주파수 변화에 따른 유전상수는 주파수가 증가함에 따라 감소하는 특성을 보였으며, 소결온도 1150℃에서 B₂O를 0.0wt% 첨가하여 소결한 시편의 경우 0.0016 / [kHz]로 가장 적게 나타내었다.

4) 정전용량의 온도계수는 B₂O₃를 첨가하지 않았을 때 전반적으로 낮은 값을 보였으며, 특히 소결온도 950℃에서 B₂O₃를 첨가하지 않았을 때 -40℃ ~ 100℃의 온도범위에서 29.75%로 최소값을 나타냈다.

이상의결과로 미루어 볼 때, PCW-PNN-PZT+0.5[wt%] MnO₂계 세라믹스의 유전상수 및 유전손실은 첨가제 B₂O₃의 첨가량 변화와 소결온도의 변화에 따라서 각각 다르게 나왔으므로, 각 소자의 특성에 맞는 유전상수와 유전손실 값을 찾아 제품화한다면 더욱 향상된 전기소자의 개발이 가능하리라 사료되며, 이 결과 값들을 신중히 연구하여, 시편 제작조건 개선 및 첨가제의 신중한 선택, 그리고 소결온도의 변화 등에 참고자료로 잘 활용한다면 유전특성이 크게 향상된 세라믹스의 제작이 가능하리라 생각된다.

참고문헌

- 1) S. Nishigaki, K. Murano, A. ohkshsi, "Dielectric Properties of ceramics to the system(Sr_{0.5} Pb_{0.25} Ba_{0.25})TiO₃-BiO·3TiO and their Application in a High Voltage Capacitor" J. Am.ceram.soc, vol.65, No.99, pp.554 ~ 560, 1982.
- 2) W. Wersing, in Electronic Ceramics, ed. B.C.H. Steele, Chap. 4, p.69 Elsevier Science, New York, (1991)