

PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막의 유전특성

이성갑, 이영희*, 배선기*
경상대학교, *광운대학교, **인천대학교

Dielectric Properties of PZT(20/80)/PZT(80/20) Heterolayered Thick Films

Lee Sung-Gap, Lee Young-Hie*, Bae Seon-Gi**
Gyeongsang Univ. *Kwangwoon Univ. **Incheon Univ.

Abstract - PZT(20/80) and PZT(80/20) powders, prepared by the sol-gel method, were mixed with an organic vehicle and the PZT(20/80)/PZT(80/20) heterolayered thick films were fabricated by the screen-printing method on Pt/Al₂O₃ substrates. The structural properties such as DTA, X-ray diffraction and microstructure, were examined as a function of the sintering temperature. In the DTA analysis, the formation of the polycrystalline perovskite phase was observed at around 880°C. The average thickness of the PZT heterolayered thick films was approximately 80-90µm.

1. 서 론

ABO₃의 페로브스카이트 결정구조를 갖는 강유전성 Pb(Zr,Ti)O₃(PZT) 세라믹은 Zr/Ti의 조성비에 따른 다양한 전자기적 특성, 불순물 첨가에 의한 특성의 제어 및 온도변화에 따른 전기적 특성의 안정성 등의 장점에 의해 압전변환소자, 초음파 진동자, 초전형 적외선 센서, 고전압 발생기 및 반도체의 기억소자와 같은 다양한 분야로의 응용을 위해 연구 개발되고 있는 재료이다[1,2].

최근 강유전성 PZT 물질의 응용 분야가 민생용품은 물론 의료, 군사 및 정보통신으로 확대됨에 따라 시편의 구조도 벌크형으로부터 후막, 박막분야로 확대되었다.[3] 그러나 현재 후막재료에 대한 연구는 응용분야의 다양성 및 실용화의 가능성, 용이한 제조공정 그리고 박막에서 얻을 수 없는 다양한 특성의 구현 등과 같은 많은 장점에도 불구하고 국내외적으로 일부에서만 진행되고 있다 [4].

본 연구에서는 강유전성 PZT(20/80) 세라믹과 PZT(80/20) 세라믹을 반복하여 4회 적층시킨 이중층 구조의

PZT 후막을 스크린 프린팅법으로 제작하였으며, 시편의 소결조건 변화에 따른 PZT 이중층 후막의 구조적, 유전적 특성에 대해 조사하였다.

2. 실험방법

본 실험에서 사용된 시편의 화학 조성식은 Pb(Zr_{0.2}Ti_{0.8})O₃과 Pb(Zr_{0.8}Ti_{0.2})O₃이며, 먼저 출발 물질로 Pb acetate trihydrate, Zr propoxide 그리고 Ti iso-propoxide를, 그리고 용매로 2-methoxyethanol(2-MOE)을 사용하여 솔-젤법으로 분말을 합성하였다. Pb 아세테이트를 90°C에서 2-MOE에 완전 용해시킨 후, 다시 120°C로 가열하여 수분을 제거하였다. 그후 60°C로 냉각시켰으며, 2-MOE에 용해시킨 Zr-과 Ti iso-propoxide를 첨가하였다. 이 혼합 용액에 안정화와 가수분해를 위해 각각 2-MOE와 H₂O를 첨가하였다. 젤화된 시료를 100°C에서 완전 건조시켰으며, 850°C에서 2시간 동안 하소처리를 행하였다. 하소된 시료에 대해 알콜을 분산매로 24시간 동안 불밀하여 미분쇄시킨 후, 유기 vehicle(Ferro B75001)과 혼합하여 스크린 프린팅용 페이스트를 제작하였다. 기판으로는 99.0%의 고순도 알루미늄을 사용하였으며, 하부 전극은 Pt 페이스트를 1450°C에서 20분간 열처리하여 형성시켰다. PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막은 #200의 스크린 망을 이용하여 스크린 프린팅법으로 상호 교대로 4회 반복하여 제작하였으며, 소결온도 및 시간을 각각 950-1110°C, 2시간으로 하여 소결하였다. 이때 시편 소결시 발생하는 PbO의 휘발을 보상하기 위해 PbZrO₃+PbO₂ 분위기 분말을 사용하였으며, 상부전극으로는 Ag 페이스트를 850°C에서 30분동안 열처리하여 형성시켰다. 이와 같은 공정으로 제작된 PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막에 대해 소결온도에 따른 구조적, 유전적 특성에 대해 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 솔-젤법으로 제작한 PZT(20/80) 분말의 입도 분포를 나타낸 것이다. 입도분포는 입도분포기(UPA-150, USA)를 사용하여 측정하였다. PZT(20/80) 분말의 입도는 평균 입경 약 1.2 μm 를 갖는 균일한 분포를 나타내었다.

그림 2는 PZT(20/80) 분말의 DTA 열분석 결과를 나타낸 것이다. 약 250 $^{\circ}\text{C}$ 부근에서의 흡열피크는 수분과 유기 용매의 휘발에 기인한 것이며, 270 $^{\circ}\text{C}$ 에서 350 $^{\circ}\text{C}$ 사이에서는 유기 잔류물과 아세테이트계의 연소에 기인하여 피크가 발생한 것으로 사료된다. 약 490 $^{\circ}\text{C}$ 부근에서 작고 급격한 흡열 피크를 나타내었으며, 이는 PbO와 TiO₂와의 반응에 기인한 것으로 사료되며, 그리고 약 880 $^{\circ}\text{C}$ 부근에서의 발열피크는 다결정성 페로브스카이트상의 형성에 기인한 것으로 사료된다.

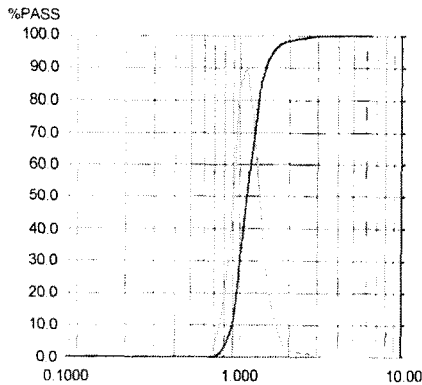


그림 1. 솔-젤법으로 제작한 PZT(20/80) 분말의 입도분포

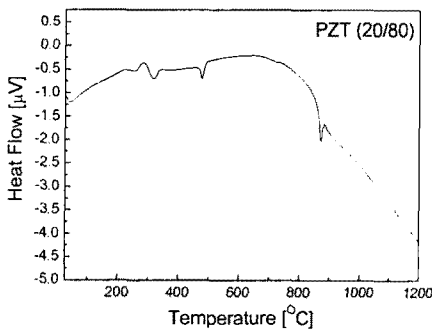


그림 2. PZT(20/80) 분말의 DTA 분석 결과

그림 3은 소결온도에 따른 PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막의 표면과 단면 미세구조를 나타낸 것이다 소결

온도가 증가함에 따라 평균 결정립의 크기가 증가하였으며, 막의 치밀화도 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 1100 $^{\circ}\text{C}$ 에서 소결시킨 시편에서는 표면과 단면 모두에서 거대 기공이 분포하고 있는 것이 관찰되었다. 이는 시편의 소결온도가 너무 높아 시편내 PbO의 휘발에 기인한 현상으로 생각된다. 본 연구에서 4회 코팅한 후막의 평균 두께는 약 80-90 μm 이었으며, 1050 $^{\circ}\text{C}$ 에서 소결한 시편의 평균 결정립의 크기는 약 3.2 μm 이었다.

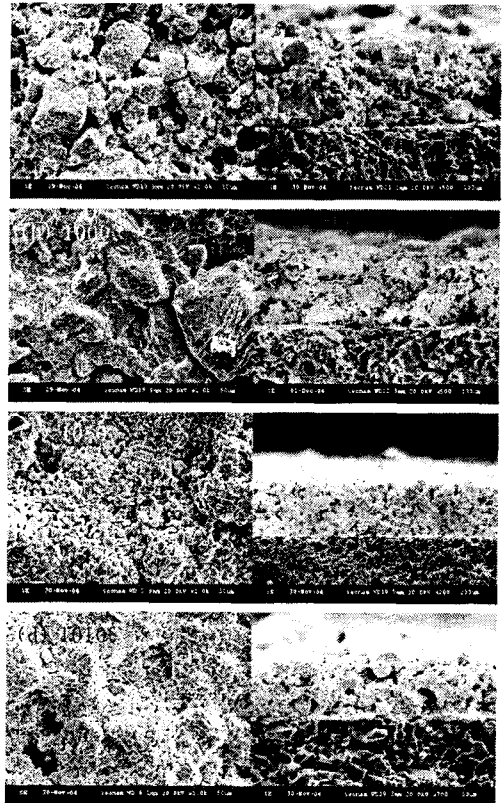


그림 3. 소결온도에 따른 PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막의 표면 및 단면 미세구조

4. 결론

본 연구에서는 강유전성 PZT(20/80) 세라믹과 PZT(80/20) 세라믹을 반복하여 적층시킨 이중층 구조의 PZT 후막을 스크린 프린팅법으로 제작하였으며, 소결조건에 따른 PZT 후막의 구조적, 전기적 특성을 관찰하기 위해 시편 소결온도를 950-1100 $^{\circ}\text{C}$ 로 변화시켰다. 솔-젤법으로 제작한 PZT(20/80) 분말의 평균 입경은 약 1.2 μm 이었으며, DTA 열분석 결과 약 880 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 다결정성 페로브스카이트 구조의 결정화가 발생하였다. 미세구조

관찰 결과 소결온도가 증가함에 따라 평균 결정립의 크기 및 시편의 치밀도가 증가하는 경향을 나타내었다. 그러나 1100℃에서 소결시킨 후막의 경우에는 PbO의 휘발에 기인한 거대 기공이 형성되었으며, 4회 코팅한 PZT(20/80)/PZT(80/20) 이중층 후막의 평균 두께는 약 80-90 μm 이었다.

[감사의 글]

본 연구는 산업자원부의 지원에 의하여 기초전력연구원(R-2004-B-124) 주관으로 수행된 과제임.

[참 고 문 헌]

- [1] D. Y. Jeong, S. Zhang, and H. B. Hwang, J. Korean Phys. Soc., Vol. 44, No. 6, p. 1531, 2004.
- [2] K. J. Lim, J. Y. Park, J. S. Lee, S. H. Kang, and H. H. Kim, Trans. EEM, Vol. 5, No. 2, p. 76, 2004.
- [3] W. Hyun, J. Korean Phys. Soc., Vol. 44, No. 2, p. 381, 2004.
- [4] V. Walter, P. Delobelle, P. L. Moal, E. Joseph, and M. Collet, Sensors and Actuators A, Vol. 96, p. 157, 2002.