

스크린 프린팅법으로 제작한 PZT후막의 강유전 특성

강정민*, 조현무*, 이성갑*, 이상현**, 이영희***, 배선기****

서남대 학교*, 선문대학교**, 광운대학교***, 인천대학교****

The Ferroelectric properties of PZT thick film by preparation Screen Printing

Jung-Min Kang*, Hyun-Moo* Cho, Sung-Gap Lee*, Sang-Heon Lee**, Young-Hie Lee***, Seon-Gi Bae****
Seonam Univ., Sunmoon Univ**, Kwangwoon Univ.***, Incheon Univ.****

Abstract

Pb(Zr_{0.8}Ti_{0.2})/TiO₃ powder were prepared by the sol-gel method using a solution of Pb-acetate, Zr n-propoxide and Ti iso-propoxide. PZT thick film were fabricated by the screen printing method, and the structural and ferroelectric properties as a function of the sintering temperature were studied. PZT film thickness, obtained by four screen printing, was approximately 70~90μm. The relative dielectric constant and the dielectric loss of the PZT thick film sintered at 1050°C were approximately 676 and 1.4%, respectively. The remanent polarization and the coercive field of the PZT thick film sintered at 1050°C were 21.15μC/cm² and 10.1 kV/cm, respectively.

Key Words : PZT, thick film, sol-gel method, screen printing, dielectric properties, remanent polarization.

1. 서론

삼성분계 세라믹스의 대표적인 PZT는 Zr과 Ti의 구성비에 따라 그 특성이 현저하게 변화하며, 특히 능면정계와 정방정계가 혼재하는 MPB (Morphotropic Phase Boundary) 부근에서 가장 뛰어난 유전성, 압전성, 초전성을 나타낸다.[1] 최근 능면정계와 정방정계 이중층으로 제작하여 전기적 특성의 향상을 이루려는 연구가 지속적으로 이루어졌다. 이러한 우수한 전기적 특성을 이용하여 Fe-RAM, 인체 감지형 비접촉식 적외선 센서, 기타 유전체 device, 압전체 device 응용이 활발히 진행되고 있다.[2-3]

그러나 evaporation/sputtering와 같은 박막제조법은 제조 공정이 복잡하며 다수의 결함발생, 고장비, 많은 시간이 요구되는 단점이 있다. 한편 bulk는 단순한 제조공정, 특성의 균일화 측면에서는 유리하지만 제조 원가가 높은 단점이 있다. 그러나 후막은 박막과 bulk의 장점인 저전압과 고주

파동장, 반도체 집적회로에 직·간접적으로 적용할 수 있고, bulk 소자에 근접하는 특성과 저렴한 제조 원가와 제조방법이 간단한 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 sol-gel법을 이용하여 PZT분말을 제조하고 screen printing을 이용하여 후막을 제작하여 소결온도에 따른 구조적, 강유전 특성을 조사하였다.

2. 실험

본 연구에서는 우수한 유전 특성을 가지는 PZT(80/20) 후막 시편을 제조하기 위하여 sol-gel법을 이용하여 PZT 분말을 합성하였다.

실험은 특급시약을 사용하여 전자천평으로 정확히 평량한 Pb-acetate를 10배의 2MOE을 혼합하여 Hot stirrer의 온도를 120°C로 유지하고 2시간 동안 교반시켜 완전히 용해시킨후 60°C로 온도를 유지 하였다. 한편, 0.8Zr-acetate, 0.2Ti-Isopropoxide와 2MOE을 첨가하여 상온에서 2시간 교반시켜 완

전용해를 시킨 후, 교반시킨 두용액을 서서히 혼합하여 2시간 유지하였다. 그후 2MOE와 14배의 H₂O를 서서히 첨가하여 가수분해하고, gel화시켰다. 그후 100℃ 오븐에서 72시간 유지시켜 완전 건조를 시켰다. 건조된 분말은 유발을 이용하여 분쇄한 후, 알루미늄 도가니에 넣어 850℃ 전기로에서 2시간 동안 하소를 하였다. 하소가 끝난 분말은 재분쇄한 후 325mesh로 체가름 하였다.

하부전극을 형성하기 위하여 알루미늄 기판위에 스크린 프린팅을 이용하여 Pt전극을 도포하고 1400℃에서 2시간 열처리를 하여 하부 전극층을 제작하였으며, 이때 전극의 두께는 약 3[μm]였다. 체가름한 분말은 organic vehicle(Ferro B75001)와 planetary mill로 15분간 혼합하여 paste상으로 만든 후, Pt 하부전극을 형성시킨 알루미늄기판 위에 screen printing으로 4회 코팅을 하여 후막으로 제조를 하였다. 제조된 시편을 600℃에서 2시간동안 유지하여 충분히 바인더 burn-out을 시키고, 950~1100℃에서 10분간 소결 하였다. 소결이 끝난 시편의 소결 온도에 따른 미세구조를 관찰하기 위하여 SEM을 이용하여 표면과 측면의 미세구조를 관찰하였다. 또, 유전특성을 조사하기 위해 스크린 프린팅을 이용하여 4개의 2Φ 상부전극을 형성시켰으며, 590℃에서 10분간 열처리하여 음성접촉이 되게 하였다. 이와 같이 제조된 시편은 120℃의 실리콘오일에서 DC 35[kV/cm]의 전압을 20분간 인가하여 분극하였다. 제조된 시편의 유전상수는 LCR-meter를 사용하여 정전용량 C값으로부터 시편의 두께와 전극의 크기를 이용하여 계산하였고, 유전손실을 측정하였다. 잔류분극 및 항전계 특성은 RT66-A를 이용하여 한편 RT-66A를 이용하여 이력곡선을 측정한 다음 잔류분극 및 항전계를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 소결온도에 따라 제조된 시편을 SEM으로 관찰한 미세구조이다. 제조된 시편의 막 두께는 70~90[μm] 였다. 소결온도에 따른 각각의 시편에서 표면과 단면을 관찰한 결과 소결온도가 높아짐에 따라 결정립이 뭉쳐있는 모습이 점차 줄어들다가 1100℃에서 소결된 시편에서는 다시 증가하였다. 또한 막의 단면에서도 표면에서 관찰한 것과 같은 형태를 나타내었다. 이는 소결 전, 성막 후

충분한 성형압력을 가하지 않아 소결 밀도가 감소됨에 기인된 것으로 판단된다.

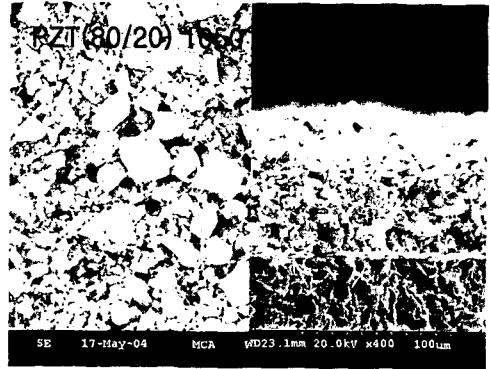


그림 1. 소결온도에 따른 PZT(80/20) 후막의 미세구조

Fig 1. Microstructure with variation of PZT(80/20) thick film on sintering temperature.

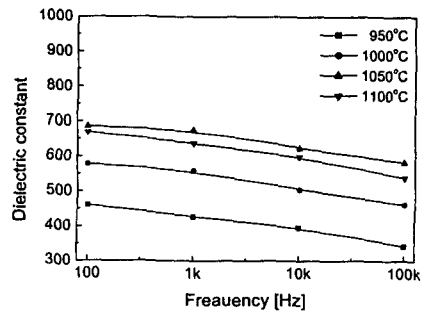


그림 2. 소결 온도에 따른 PZT(80/20) 후막의 유전상수

Fig 2. The dielectric constant with variation of PZT(80/20) thick film on sintering temperature.

그림 2과 그림 3은 제조된 시편의 주파수 인가에 따른 유전상수와 유전손실을 측정한 결과이다. 구조가 비교적 치밀한 1050℃에서 소결한 시편의 유전상수는 676을 나타내어 다른 시편들에 비해 높은 유전상수 나타내었고, 유전손실 tanδ는 1.4로 가장 우수한 특성을 나타내었다. 주파수가 증가함에 따라 유전율이 감소하는 유전 분산 특성이

나타났으며, 유전손실은 증가하였는데 이는 유전분산 특성에 대응하는 열에너지의 흡수에 기인된 것으로 판단된다. 950°C에서 소결한 시편은 소결이 제대로 이루어지지 않았음인지 유전상수는 427, 유전손실 8.2%을 나타내었다.

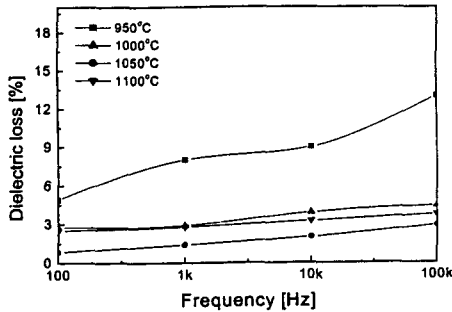


그림 3. 소결 온도에 따른 PZT(80/20) 후막의 유전손실

Fig 3. The dielectric loss with variation of PZT(80/20) thick film on sintering temperature.

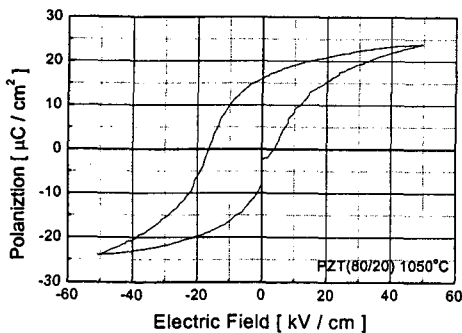


그림 4. 1050°C에서 소결한 PZT(80/20)시편의 이력곡선

Fig 4. Hysteresis loop of PZT thick film on sintered at 1050°C.

그림 4는 1050°C에서 소결한 PZT(80/20) 시편을 RT-66A로 측정된 이력곡선이다. 시편의 잔류분극은 21.165[μC/cm]을 나타내었고, 항전계는 10.1[kV/cm]의 값을 나타내었다.

4. 결론

본 연구에서는 sol-gel법으로 제작한 PZT(80/20) 분말을 스크린 프린팅으로 후막을 제작하여 미세구조와 기공율, 유전특성을 조사하였다. 미세구조 분석결과 소결된 후막의 두께는 70~90[μm] 였고, 1050°C에서 소결한 시편이 가장 치밀한 구조를 나타내었으며, 이때의 기공율은 25.43%의 값을 나타내었다. 유전특성은 1050°C에서 소결한 시편의 경우 676의 유전상수를 나타내었고, 유전손실은 1.4의 우수한 특성을 나타내었다. 이력곡선을 측정된 결과 잔류분극 값은 21.165[μC/cm], 항전계 값은 10.1[kV/cm]의 값을 나타내었다. 따라서 높은 기공율을 줄이고, 전기적 특성을 향상시키기 위해서는 성막 후, CIP(Cold Isostatic Press)로 성형 압력을 가하여 충분한 성형밀도를 갖도록 하고, 소결시간 등을 변경하면 더욱 우수한 특성을 가지는 후막을 제조 할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 이영희, 이성갑, "반도체 기억소자용 강유전체 박막의 연구동향", 대한전기학회지, Vol. 46(1), pp369-373, 1997
- [2] "Handbook of Thin Film Technology." McGraw Hill, 1970
- [3] Yuhian Xu, "Ferroelectric Materials and Their Application.". Elsevier Science Publishers, 1991.
- [4] B.Jaffe, R.S. Roth and S. Marzullo, J. Appl. Phys., Vol. 34, p3242, 1963.