

Sol-Gel법으로 제조한 PLZT 박막의 전기광학특성

이성갑*, 정장호**, 배선기***, 이영희**

* 서남대학교 전자공학과, ** 광운대학교 전자재료공학과

*** 시립 인천대학교 전기공학과

Electrooptic Properties of PLZT Thin Films Prepared by Sol-Gel Method.

Lee Sung-Gap*, Chung Jang-Ho**, Bae Seon-Gi***, Lee Young-Hie**

* Dept. of Electronic Eng. Seo Nam Univ.

** Dept. of Electronic Materials Eng. Kwang Woon Univ.

*** Dept. of Electric Eng. In Chun Univ.

ABSTRACT

In this study, $(Pb_{0.88}La_{0.12})(Zr_{0.40}Ti_{0.60})O_{2.97}$ (La/Zr/Ti=12/40/60) ceramic thin films were fabricated from an alkoxide-based by Sol-Gel method. PLZT stock solutions were made and spin-coated on the ITO-glass substrate at 4000[rpm] for 30[sec]. Coated specimens were baked to remove the organic materials at 400[°C] for 10[min]. This procedure was repeated 5 times. The coated films were finally annealed at 450~700[°C] for 1[hr].

The ferroelectric perovskite phases precipitated under the sintering of 550~700[°C] for 1[hr]. Relative dielectric constant of the PLZT thin films were increased with increasing the sintering temperature, the thin film sintered at 650[°C] showed the highest value of 196. But in the PLZT thin film sintered at 700[°C], relative dielectric constant was greatly decreased due to reacts between ITO electrode and glass substrate. In all thin films, the transmittance was more than 70[%] (at 632.8[nm]).

1. 서 론

강유전성 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ (PZT) 세라믹에 La를 첨가하여 제조한 $(Pb_{1-x}La_x)(Zr_yTi_{1-y})O_3$ (PLZT)세라믹은 La의 첨가량 및 Zr/Ti의 조성비에 따라 다양한 강유전특성 및 전기광학특성을 가지고 있는 재료로써, 우수한 광투과도와 높은 전기광학계수 특성을 이용하여 light shutter, modulator, image storage device 등의 응용이 가능한 재료이다.[1] 그러나 bulk의 PLZT 세라믹을 이용할 경우 전기광학소자로의 동작전압이 100[V]이상으로 높으며, 집적화가 곤란하기 때문에 응용에 많은 제약을 받으며, 최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위해 PLZT 세라믹의 박막화에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.[2]

PZT계 세라믹의 박막 제조는 CVD, Sputtering, Laser Ablation 및 Sol-Gel법등을 이용하여 행해지고 있으며, 특히

Sol-Gel법을 이용한 PZT계 세라믹 박막의 제조는 박막의 균질성이 좋으며 넓은 면적의 박막 제작이 용이하고 비교적 간단한 공정 및 고가의 장비가 필요하지 않는등의 장점으로 인해 많은 연구가 행해지고 있다.[3][4]

따라서 본 연구에서는 PLZT (12/40/60) 조성을 선택하여 Sol-Gel법을 이용하여 ITO-glass 기판위에 박막을 제작하고자 하며, 소결온도에 따른 구조적, 전기적 및 광학적특성을 측정하여 전기 광학소자로의 응용 가능성을 고찰하고자 한다.

2. 실 험

2-1 박막의 제작

PLZT 박막의 제조공정은 그림 1과 같으며, 본 연구에서는 기판으로 Corning glass (#7059)를 사용하였으며, 그 위에 하부전극으로 300[nm] 두께의 ITO 투명전극을 sputtering법으로 형성시켰다.

2-2 측정

PLZT(12/40/60) 박막의 소결조건 및 특성변화를 조사하기 위해 X-선 회절분석 및 미세구조를 관찰하였으며, 소결온도에 따른 상온에서의 유전상수는 LCR-meter를 이용하여 1[KHz]에서 정전용량의 값으로 부터 계산하였다. 강유전특성은 Sawyer-Tower 회로를 이용하여 이력곡선을 측정한 후 잔류분극 및 항전 계값을 구하였다.

박막의 소결온도에 따른 광투과도는 UV-spectrophotometer를 이용하여 300~800[nm]의 파장범위에서 측정하였으며, 굴절율은 ellipsometer를 이용하여 측정하였다.

3. 결 과 및 고 찰

Sol-Gel법으로 제조한 용액을 ITO-glass 기판위에 4000[rpm]에서 30초간 spin-coating 하였으며, 유기물의 제거를 위해 400[°C]에서 10분간 건조한 후 450~700[°C]에서 1시간 소결하여 박막을 형성하였다. 코팅은 5회로 하였다.

그림 2는 PLZT(12/40/60) 박막의 소결온도에 따른 X-선

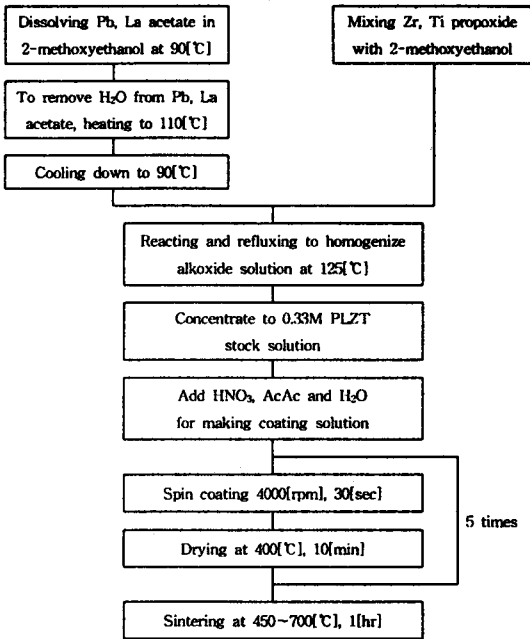


그림 1. Sol-Gel법에 의한 PLZT 박막의 제조과정

회절 실험결과이다. 박막의 소결온도가 450~500[°C]에서는 낮은 소결온도에 기인하여 비정질상의 결정이 관찰되었으며, 550[°C] 이상에서는 2차상이 없는 완전한 perovskite 결정상이 관찰되었다.

그림 3은 소결온도 및 파장에 따른 PLZT(12/40/60) 박막의 광투과도를 나타낸 것이다. 박막의 소결온도가 450[°C], 500[°C]의 경우 낮은 소결온도에 기인한 비정질상의 형성 및 700[°C]의 경우에는 ITO 하부전극과 glass 기판과의 반응에 의해 낮은 광투과 특성을 나타내었다. 그러나 소결온도가 550~650[°C]의 경우에는 632.8[nm] 파장에서 75[%] 이상의 양호한 광투과특성을 나타내었으며, 기초흡수대는 320[nm]의 파장부근에서 발생하였다.

그림 4는 소결온도에 따른 PLZT(12/40/60) 박막의 유전상수를 나타낸 것이다. 박막의 소결온도가 450[°C]의 경우 낮은 소결온도에 기인한 비정질의 미반응상에 기인하여 낮은 유전상수 특성을 나타내었으며, 소결온도가 증가함에 따라 유전상수는 증가하여 650[°C]에서 소결한 시편의 경우 196의 최대값을 나타낸 후 700[°C]에서 소결한 시편의 경우 감소하는 경향을 나타내었다. 700[°C]에서 소결한 경우는 ITO 하부전극과 glass 기판과의 반응에 의해 기인한 것으로 사료된다.

4. 결 론

본 실험에서는 Sol-Gel법을 이용하여 ITO-glass 기판위에 PLZT(12/40/60) 조성의 박막을 제작하였으며, 450~700[°C]의 소결온도에 따른 구조적, 전기적 및 광학적특성을 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 소결온도가 450[°C]~500[°C]의 경우 비정질상의 박막

이 관찰되었으며, 550[°C] 이상에서는 다결정의 perovskite상이 관찰되었다.

2. 시편의 유전상수는 소결온도에 따라 증가하여 650[°C]에서 소결시킨 시편에서 196의 최대값을 나타내었으며, 700[°C]에서 소결시킨 시편의 경우 ITO 전극과 glass 기판과의 상호반응에 기인하여 매우 낮은 유전상수값을 나타내었다.

3. 박막의 광투과도는 450[°C]~700[°C]의 전 소결 온도범위에서 70[%] 이상의 우수한 특성을 나타내었다.

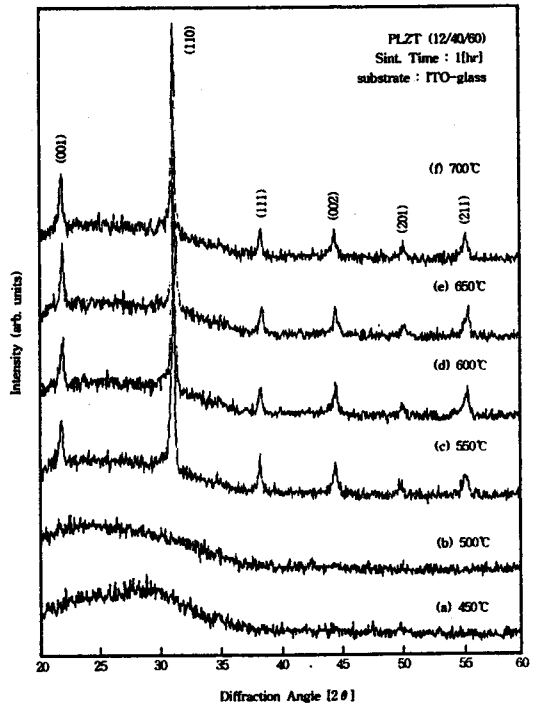


그림 2. 소결온도에 따른 PLZT(12/40/60) 박막의 X-선 회절도양

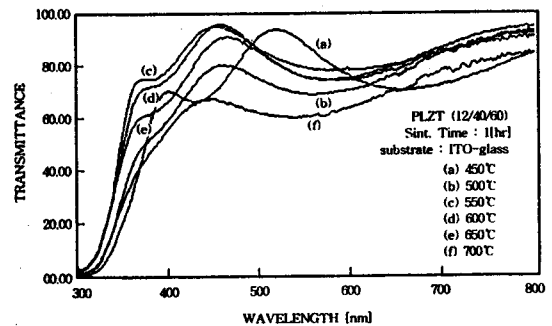


그림 3. PLZT(12/40/60) 박막의 소결온도 및 파장에 따른 광투과도

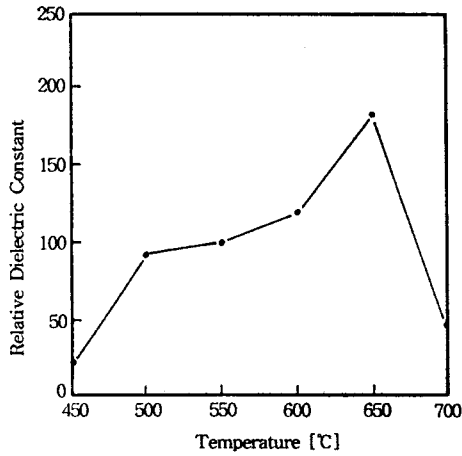


그림 4. 소결온도에 따른 PLZT(12/40/60) 박막의 유전상수

참고문헌

- [1] G.H.Heartling, "PLZT Electrooptic Materials and Applications-A Review", *Ferroelectrics*, 75, 25(1987)
- [2] G.H.Heartling, "Ferroelectric Thin Films for Electrooptic Applications", *J. Vac. Sci. Tech.*, A9(3), 414(1991)
- [3] K.D.Budd, S.K.Dey and D.A.Payne, "Sol-Gel Processing of PbTiO₃, PbZrO₃, PZT, and PLZT Thin Films", *Proc. Brit. Cer. Soc.*, 36, 107(1985)
- [4] G.Yi, Z.Wu and M.Sayer, "Preparation of Pb(Zr,Ti)O₃ Thin Films by Sol-Gel Processing : Electrical, Optical and Electro-Optic Properties", *J. Appl. Phys.*, 64(5), 2717(1988)