

투광성 PLZT의 HYSTERESIS와 광투과 효과에 관한 연구

이호걸, 김상연, 송준태
성균관대학교 공과대학 전기공학과

A study on properties optical transparency effect and Hysteresis of transparent PLZT

H.G. Lee, S.Y. Kim, J.T. Song
Dept. of Electrical Eng. Sung Kyun Kwan University

ABSTRACT

In this study PLZT was selected which has the excellent quadratic electro-optic property and slim-loop. It was fabricated by the methods of vacuum hot-pressing and sintering. The electrode of color filter was evaporated using the interdigital type masks.

Through XRD have we investigated the molecular structure composition formular.

Hysteresis and transmission characteristics were measured. The transmission of RGB was investigated. We are going to study the correlation of coercive field and the nontransmitted field.

1. 서론

다결정 강유전체 세라믹중 PLZT계 세라믹은 광투과율이 우수하며 조성비와 제조조건에 의해 전기광학효과를 임의로 변화시킬 수 있어 광서터, 광변조기, 영상표시기 등의 여러 분야로의 응용이 가능하다.¹⁾

PLZT계 세라믹은 Zr/Ti의 조성비와 La의 치환량에 따라 2차 전기광학 효과, 1차 전기광학 효과, 전기광학 메모리 효과등을 갖게 되는데 이러한 효과들은 인가전계의 크기에 의해 변화하는 복굴절률에 의존한다.⁴⁾

본 연구에서는 2차 전기광학특성이 우수한 PLZT를 선택하여 color filter를 구성하였다. 이 필터의 주파수 변화에 대한 히스테리시스와 RGB에 대한 투과도를 측정하였으며, 항전계(coercivefield)와 비투과전계(Nontransmitted field)의 상관관계를 고찰하였다.

2. 제조 및 측정

2.1 시편의 제조

조성식 $Pb_{1-x}La_x(Zr_yTi_{1-y})_{1-x/4}O_3$ 에 의해서 시료의 조성비를 산출하였다. 제조과정에서 휘발되는 PbO를 보충하기 위해서 8[wt%]의 과잉 PbO를 첨가하였다. 시편의 제조 과정은 그림 2-1과 같다.

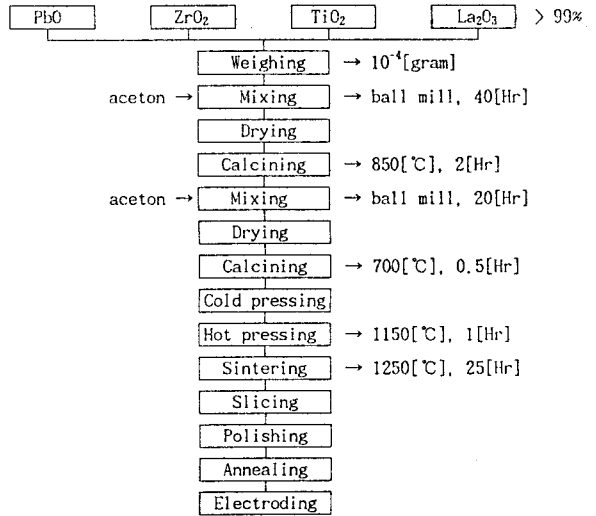


그림 2-1. 시편의 제조과정
Fig.2-1. Manufacturing process of specimens

2.2 결정 구조의 측정

X 선 회절 시험을 통하여 열적 소극된 시편의 결정구조를 관찰 하였다. 1150 °C에서 1시간 동안 hot-press 한후 1250 °C에서 2단 소성한 시편을 Cu(K α) 표적을 이용하여 2 θ 값을 10 - 90 ° 까지 30 Kv 에서 측정 하였다. 시험 결과는 그림 2-2 와 같다.

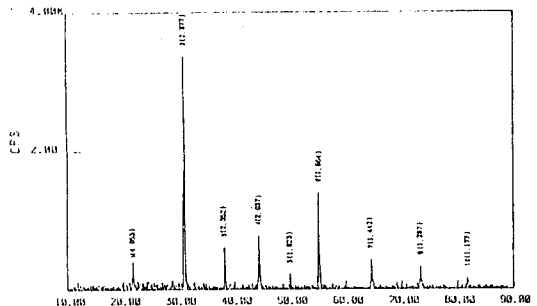


그림 2-2. X 선 회절 시험 결과
Fig.2-2. Result of X-ray diffraction

X 선 회절 시험 결과를 Keve 와 Bye⁶⁾ 의 실험결과와 비교하여 8.5/65/35 임을 알 수 있었다.

2.3 히스테리시스특성 측정⁽²⁾

히스테리시스특성 장치는 아래 그림 2-3 블럭도와 같다.

두께가 0.28[mm]이고 전극의 직경이 6[mm]인 시편S-1과 두께가 0.19[mm]인 시편S-2, 두께가 0.18[mm]인 시편S-3을 선택하여 측정을 하였다. 사진은 시편S-1에 가한 전계의 주파수가 0.1[Hz], 1[Hz], 10[Hz], 100[Hz]일때의 히스테리시스 특성을 오실로스코프로 측정한 사진을 사진 2-1에 보인다. 사진에서 가로축은 1.67 [kV/cm/div] 이며 , 세로축은 4.0 [$\mu\text{C}/\text{cm}^2/\text{div}$]이다.

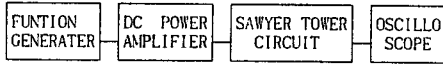
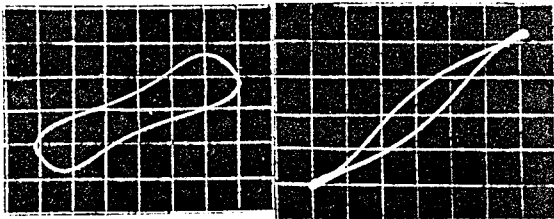


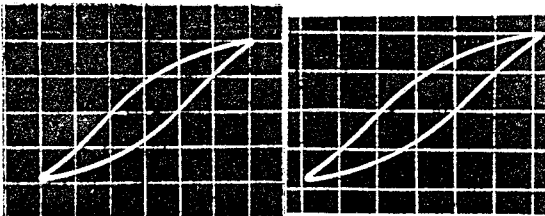
그림 2-3. 히스테리시스 특성 실험장치의 블럭도

Fig.2-3. The block diagram of hysteresis measurement system



(a) 0.1 [Hz]

(b) 1 [Hz]



(c) 10 [Hz]

(d) 100 [Hz]

사진 2-1. 시편S-1의 히스테리시스 곡선

Pic.2-1. hysteresis loop of S-1

표 2-1 과 같이 히스테리시스곡선이 0.1 - 100 [Hz]까지는 주파수가 증가함에 따라 포화분극에 대한 잔류분극의 비가 증가 하고 100 [Hz] 이상에서는 감소함을 관찰 할 수 있다.

주파수	시편	S - 1		S - 2		S - 3	
		Ec	Pr	Ec	Pr	Ec	Pr
0.1		2.81	0.36	2.14	0.04	4.70	0.43
1		1.14	2.67	2.97	1.37	3.62	3.21
10		1.66	3.34	3.22	1.31	4.16	2.86
100		1.74	3.59	3.36	2.77	4.33	6.63
500		1.33	2.08	2.05	1.43	3.69	4.00
1000		0.87	1.18	2.04	0.92	3.60	2.43

표 2-1 . 항전계 Ec 와 잔류분극 Pr 의 크기

Table 2-1. The magnitude of Ec and Pr

2.4 광투과도 측정

필터F-1의 전극갭은 0.175[mm] 그리고 필터F-2는 0.25[mm]를 택하였다. 전극의 폭은 100[μm] 이다. 본 실험에서 사용한 편광판의 투과율은 47.91[%]이며, 편광판 한 쌍을 0°로 놓았을 경우의 투과율은 36.47[%]이었다.

광투과도 특성장치는 그림 2-4 와 같다.

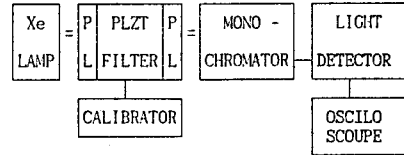
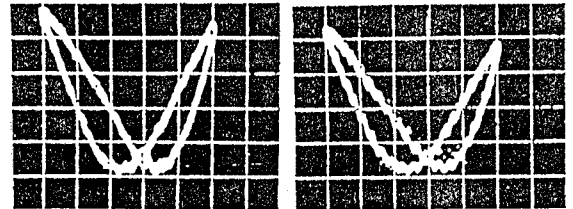


그림 2-4. 전기광학 특성 실험장치의 블럭도

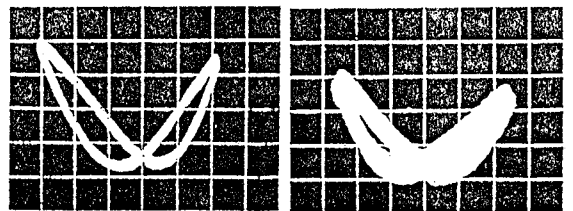
Fig.2-4. The block diagram of the electro-optic measurement system

필터 F-2에서 주파수를 0.1[Hz]에서 1 [kHz]로 바꾸면서 측정한 광투과도 특성을 사진 2-2에 보인다.



(a) 0.1 [Hz]

(b) 1 [Hz]



(c) 10 [Hz]

(d) 100 [Hz]

사진 2-2 필터F-2의 광투과도 특성

Pic.2-2 transmittance characteristics of F-2

3. 결과 및 고찰

3.1 항전계와 비투과전계의 상관관계

그림3-1은 히스테리시스특성에서 주파수에 대한 항전계 (coercive field)의 관계를 보이며, 그림3-2는 주파수에 대한 잔류분극의 관계를 보인다. 그래프에서 100 [Hz] 까지는 항전계가 증가하며, 주파수가 높아짐에 따라 항전계는 감소한다. 잔류분극(remanent polarization)도 같은 현상을 보여주고 있다. 이 결과는 0.1[Hz] - 100[Hz]범위에서는 FURUTA 와 UCHINO⁷⁾ 의 실험 결과와 일치함을 알 수 있고, 100[Hz] - 1 [kHz] 범위에서는 주파수 상승에 따라 감소하는 것을 볼 수 있다.

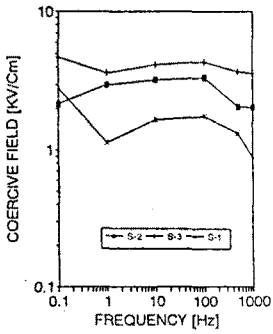


그림3-1 주파수에 대한 항전계 의존성

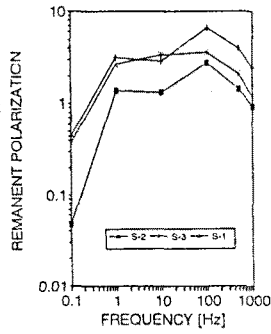


그림3-2 주파수에 대한 잔류분극 의존성

비부과전계는 부과도가 제로가 되는 전계를 의미한다.⁸⁾ 그림3-3은 필터F-1의 100 [Hz] - 500 [Hz] 까지 RGB 에 대한 비부과 전계를 보여주고 있으며, 그림 3-4는 각각 필터F-1과 필터F-2의 Green 인 경우의 0.1 [Hz] - 1 [KHz] 까지의 주파수에 대한 비부과전계 의존성을 나타내는 그래프이다. 그림에서 알 수 있듯이 주파수가 높아짐에 따라 비부과전계의 변화가 잔류분극 및 항전계의 변화에 비례적으로 변화함을 관찰 할 수 있다.

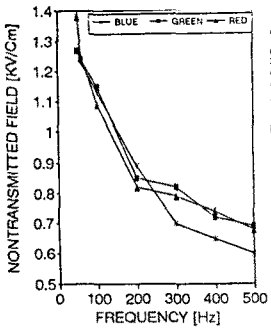


그림3-3. 필터F-1의 주파수에 대한 비부과전계 의존성

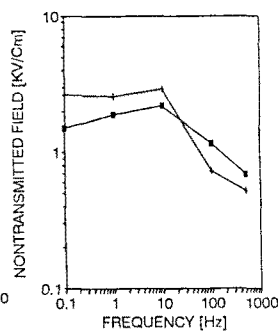


그림3-4. 주파수에 대한 비부과전계 의존성

4. 결 론

본 실험실에서 제작한 PLZT를 이용, 광학필터를 구성하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) X 선 회절 실험결과 제작된 시편이 8.5/65/35 임을 알 수 있었다.
- 2) 항전계와, 잔류분극은 주파수가 증가함에 따라 0.1[Hz]에서 100[Hz] 범위에서는 증가 하며, 100[Hz]- 1 [KHz] 범위에서는 비례적으로감소하는 관계임을 확인 하였다.
- 3) 항전계와, 잔류분극, 비부과전계의 상관관계는 상호 비례하는 관계이며 대체적으로 100 [Hz] 이하에서는 증가하는 관계이고 100 [Hz] 이상에서는 비례적으로 감소함을 확인 하였다.

참고문헌

1. G.H.Haertling, C.E.Land, "Hot-Pressed (Pb,La) (Zr,Ti)O₃ Ferroelectric Ceramics for Electrooptic Applications": J. Amer. Ceram. Soc., 54(1) (1971)
2. C.B.Sawyer and C.H.Tower, "Rochelle Salt as a Dielectric," Phys. Rev., 35,269(1930)
3. R.C.Buchanan, "Ceramic Materials for Electronics(2nd ed.)," Table2, p.169 MARCEL DEKKER INC.(1989)
4. G.H.Haertling, "Improved Hot-Pressed Electrooptic Ceramics in the (Pb,La) (Zr,Ti)O₃ System": J. Amer. Ceram. Soc., 54(6) (1971)
5. B.H.Lee, D.H.Yeo, G.Y.Park, J.T.Song, "Color Filtering Properties of 9.5/65/35 PLZT ": Proc. Korea-Japan Joint Conf., pp.240-245 (1992)
6. E.T.Keve and K.L.Bye, "Phase identification and domain structure in PLZT ceramics": Journal of applied physics, Vol.No.2(1975)
7. K.FURUTA and K.UCHINO, "Electric-Field-Induced Strain in (Pb,La)(Zr,Ti)O₃ Ceramics": Adv.Ceram.Materials,1(1) (1986)
8. H.G Lee, S.Y. Kim, J.T.Song, " 9.5/65/35 PLZT 의 HYSTERESIS 와 AGING 현상에 관한연구 ": 춘계 전기 재료 학술대회지, 1993.5