9.5/65/35 PLZT의 HYSTERESIS와 AGING현상에 관한 연구

Properties on Hysteresis and Aging phenomenon of 9.5/65/35 PLZT

이호걸*, 김상연, 송준태 성균관대학교 공과대학 전기공학과

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

ABSTRACT

In this study 9.5/65/35 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. Hysteresis and transmission characteristics were measured. The coercive field and the nontransmited field were correlative. Aging effect was measured according to time at same temperature. Wavelengths of RGB were chosen 700[nm] for red, 545[nm] for green and 435[nm] for blue by the standard of the Commission Internationale del Eclaiage.

1. 서 론

1970년경에 Haertling등이 압전세라믹 PZT에서 Pb의 일부를 La으로 치환하여 제조한 PLZT는 광투과도가 우수하며 산란과 복굴절의 광학적인 특성이 있음을 제시하였다.[1] 또한 PLZT는 조성비에 따라 1차, 2차 전기광학 특성, 광메모리특성등을 보인다. 이 중에서 2차 전기광학 특성은 전계를 인가하면 인가전계의 자승에 비례하는 복굴절이 발생한다.[3]

본 연구에서는 2차 전기광학특성이 우수하고 slim-loop를 보이는 9.5/65/35 PLZT를 선택하여 1단의 핫프레싱과 2단의 보통 소성법으로 시편을 제조한 후, interdigital형 전극을 증착하여 color filter를 구성하였다. 이 필터의 주파수의 변화에 대한 히스테리시스와 RGB에 대한 투과도를 측정하였으며, 항전계(coercive field)와 비투과전계(nontransmited field)의 상관관계를 고찰하였다. 실온에서 시간에 대한 경시변화를 측정하였다. RGB의 파장은 CIE의 규정에 따라 적색은 700[nm], 녹색은 545[nm] 그리고 청색은 435[nm]을 택하였다.

2. 제조 및 측정

2.1 시편의 제조

조성식 $Pb_{1-x}La_x(Zr_y,Ti_{1-y})_{1-x/4}O_3$에 의해서 시료의 조성비를 산출하였다. 이 논문에서 선택한 조성비는 $x=9.5$, $y=65$이었다. 제조과정에서 휘발되는 PbO를 보충하기 위해서 8[wt%]의 과잉 PbO를 첨가하였다. 시편의 제조과정은 그림 2-1과 같다.

2.2 히스테리시스특성 측정[2]

두께가 0.28[mm]이고 전극의 직경이 6[mm]인 시편S-1과 두께가 1[mm]인 시편S-2을 선택하여 측정을 하였다. 사진은 시편S-1에 가한 전계의 주파수가 60[Hz], 100[Hz], 200[Hz], 300 [Hz], 400[Hz], 500[Hz]일때의 히스테리시스 특성을 오실로스코프로 측정한 사진을 사진 2-1에 보인다. 사진에서 가로축은 9.71[kV/cm/div], 세로축은 30.0[$\mu C/cm^2$/div]이다.

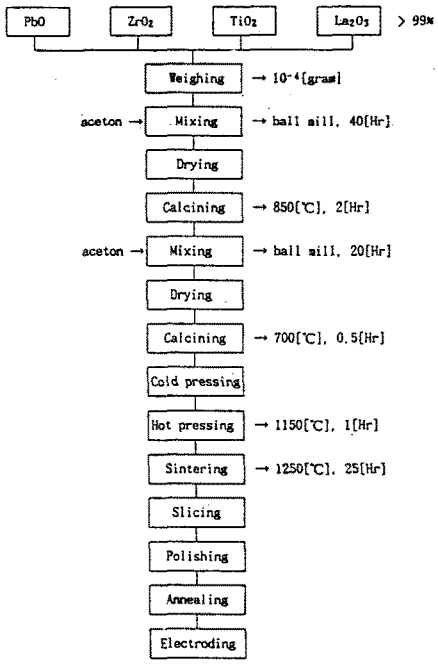
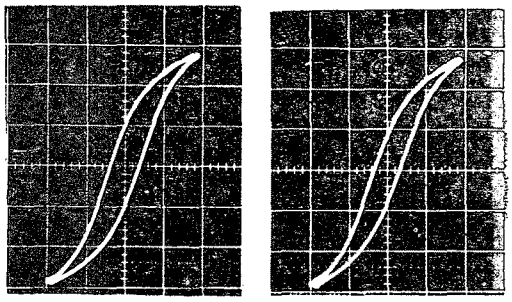
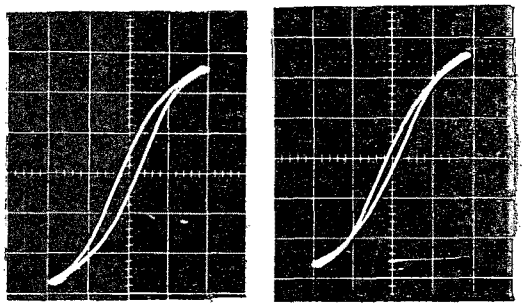


그림 2-1. 시편의 제조과정

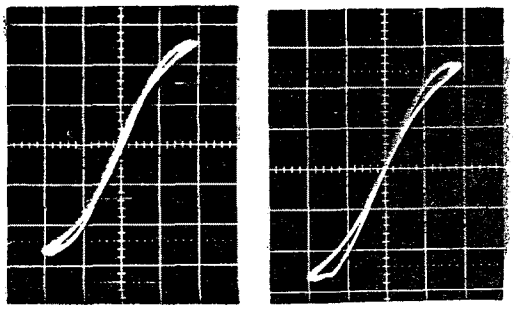
Fig.2-1. Manufacturing process of specimens



(a) 60Hz (b) 100Hz



(c) 200Hz (d) 300Hz



(e) 400Hz (f) 500Hz

사진 2-1. 시편S-1의 히스테리시스 곡선

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

2.3 광투과도와 에이징현상 측정

광학필터의 전극은 그림2-2와 같은 interdigital 형태로 알루미늄을 시편의 표면에 진공증착을 하였다. 필터F-1의 전극갭은 0.175[mm] 그리고 필터F-2는 0.25[mm]를 택하였다. 전극의 폭은 100[㎛] 이다.

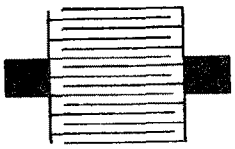


그림 2-2 interdigital형 전극패턴

Fig.2-2 Interdigital type Electrode pattern

380-780[nm] 사이에서 필터의 투과율의 평균치는 54.69[%]였고 최고치는 60[%]정도였다. 편광판을 필터의 양쪽에 부착하여 그림 2-3과 같이 광학필터를 구성하였다. 본 실험에서 사용한 편광판의 투과율은 47.91[%]이며, 편광판 한 쌍을 0°로 놓았을 경우의 투과율은 36.47[%]이었다.

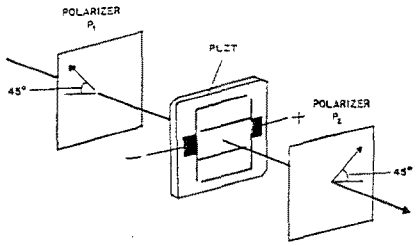


그림 2-3. 광학필터의 구성

Fig.2-3. Structure of the electrooptic filter

광투과도특성 측정장치는 JOBIN YVON사의 monochromator -H20UV, FLUKE사의 calibrator-5100B, photodetector -DA40, Oscilloscope등으로 구성하였다. calibrator를 통해서 원하는 전계를 광학필터에 인가하고, filter를 통과해서 나오는 광을 monochromator에 의해서 RGB 파장을 선택하여 광검출기로 광의 세기를 측정하여 인가전계, 광의

세기를 오실로스코프에 나타내었다. 필터F-1에서 주파수를 60[Hz]에서 500 [Hz]로 바꾸면서 측정한 광투과도 특성을 사진2-2에 보인다. 에이징현상을 측정하기 위하여 A/D 컨버터를 이용하여 데이타를 컴퓨터에 입력시켰다.

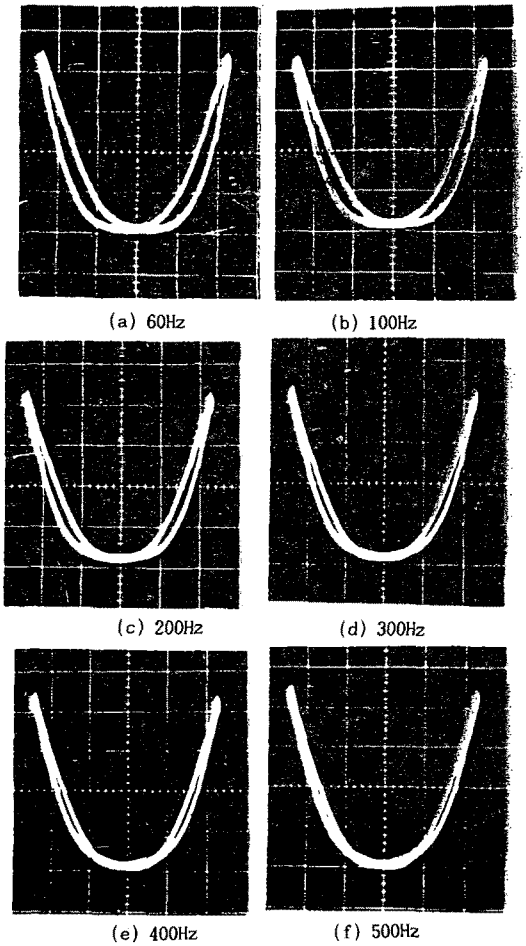


사진 2-2 필터F-1의 광투과도 특성

Pic.2-2 transmittance characteristics of F-1

3. 결과 및 고찰

3.1 항전계와 비투과전계의 상관관계

비투과전계는 그림3-1에서와 같이 투과도가 제로가 되는 전계를 의미한다. 즉, 그림에서 E_{NT}가 비투과전계이다. 그림3-2는 히스테리시스특성에서 주파수에 대한 항전계(coercive field)의 관계를 보인며, 그림3-3은 주파수에 대한 잔류분극을 보인다. 그래프에서 주파수가 높아짐에 따라 항전계가 적어지며 마찬가지로 잔류분극(remnant polarization)도 적어짐을 보인다. 즉 히스테리시스곡선이 slim-loop임을 알 수 있다. 그림3-4와 그림 3-5는 각각 필터F-1과 필터F-2의 주파수에 대한 RGB의 비투과전계 의존성을 나타내는 그래프이다. 그림에서 알 수 있듯이 주파수가 높아짐에 따라 비투과전계가 작아짐을 보인다. 즉 그림3-2와 그림3-4, 그림3-5에서 항전계와 비투과전계의 상관관계는 거의 비례관계임이며, 그림3-3과 그림3-4, 그림3-5의 상관관계 역시 거의 비례관계임을 알 수 있다. 이는 히스테리시스특성에 의해서 투과도의 특성을 해석할 수 있으리라고 사료되어 광필터특성을 분석하는 데 도움을 주리라고 기대한다.

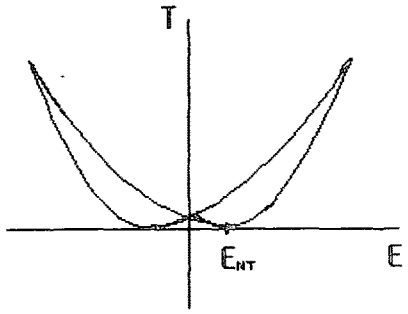


그림3-1 비투과전계

Fig.3-1 Nontransmitted field

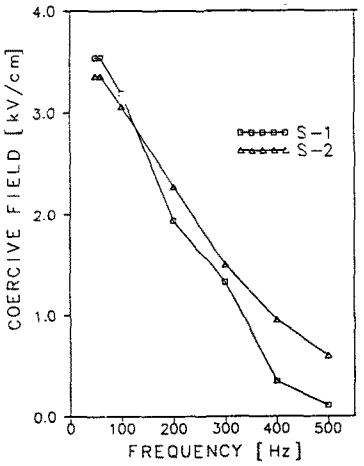


그림3-2 주파수에 대한 항전계 의존성

Fig. 3-2 Dependency of Coercive Field on Frequency

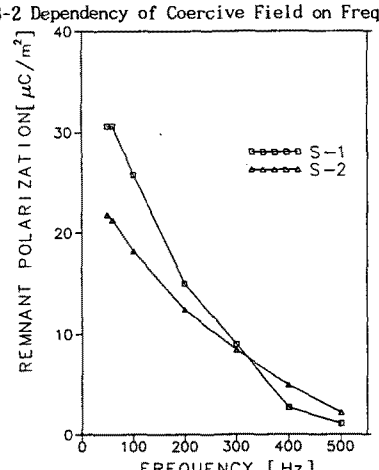


그림3-3 주파수에 대한 잔류분극 의존성

Fig. 3-3 Dependency of Remnant Polarization on Frequency

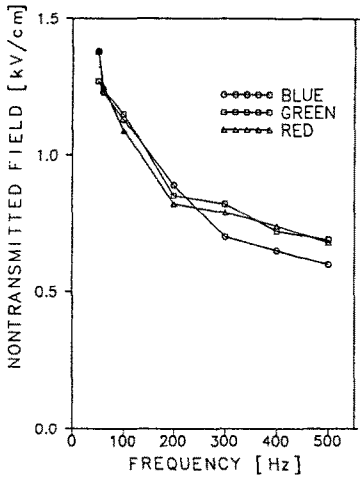


그림3-4 필터F-1의 주파수에 대한 비투과전계 의존성

Fig. 3-3 Dependency of Nontransmitted Field on Frequency (Filter F-1)

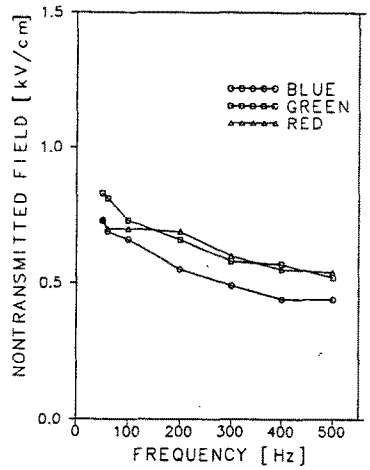


그림3-5 필터F-2의 주파수에 대한 비투과전계 의존성

Fig. 3-4 Dependency of Nontransmitted Field on Frequency (Filter F-2)

3.2 에이징현상

필터의 두께가 0.29[㎜]이고 전극갭이 0.6[㎜]인 필터 F-3에 전계를 가한 후 공기 중에서 필터의 광투과도를 같은 실온에서 측정했다. 그림3-6에 필터F-3의 시간에 대한 투과도 의존성을 보인다. 필터F-3는 2월 4일부터 2월 16일까지 2일 마다 한번씩 측정한 것이다. 그림3-5의 그래프는 RGB의 평균 경시변화를 보여준다. 이 필터의 하루의 평균 경시변화는 3.2[%/일]이었다. 이 결과는 광학필터를 제작하는 데 기여하리라고 보이며, 앞으로 실험을 더 수행하면 보다 정확한 결과를 얻을 수 있으리라고 보이며, 이 결과는 광학필터의 제조에 기여하리라고 사료된다.

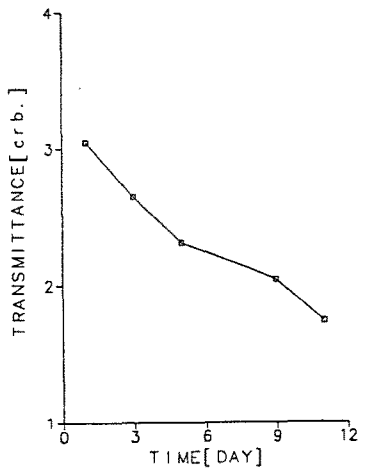


그림3-6 필터F-3의 시간에 대한 투과도 의존성

Fig. 3-6 Dependency of transmittance on time (Filter F-3)

4. 결 론

9.5/65/35 PLZT를 이용하여 광학필터를 구성하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 380-780[㎚]사이에서 시편의 투과율의 평균치는 54.69[%]였고 최고치는 60[%]정도였다.
2) 항전계와 비투과전계의 상관관계는 비례관계이며, 잔류분극과 비투과전계의 상관관계도 비례관계임을 확인하였다.
3) 필터F-3의 평균 경시변화는 3.2[%/일]이었다.

참고문헌

1. G.H.Haertling, C.E.Land, "Hot-Pressed (Pb,La) (Zr,Ti)O_3 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)O_3 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)