

이개영, 유주현, 위규진, 정익채, 박창엽
연세대학교 전기공학과

Image storage & display using transparent 7/65/35 PLZT ceramics

Lee Kae-myeng, Yoo Ju-hyun, Wee Kyu-jin, Jeong Ik-che, Park Chang-yup

ABSTRACT

In this paper, image storage and display of scattering mode using 7/65/35 PLZT ceramics was studied. Scattering in a ferroelectric poly-crystal depends on its grain size and domain orientations. 7/65/35 PLZT ceramics is ferroelectric and transparent. Image can be stored in the ceramic substrate by poling it selectively through a pair of electrodes with the pattern or a set of a photoconductivity film and two transparent electrodes.

1. 서론

강유전체 투명세라믹을 이용한 영상축적 및 디스플레이에 관한 연구는 부과도와 전기광학특성이 우수한 투명 PLZT가 제작되면서 본격화 되었다. 투명 PLZT의 전기광학특성을 이용함에 있어 광산란 모드와 복굴절모드를 사용하게 되며, 아울러 화상축적 및 디스플레이 계열의 응용에 있어서는 광부과방식과 반사방식이 있다. 본 연구에 있어서는 화상의 축적과정과 디스플레이 과정이 비교적 간단하면서도 contrast 가 크고 해상도가 높은 화상을 얻을 수 있고 photoferroelectric 효과를 바로 이용할 수 있어 보다 발전 가능성이 있는 광산란 모드를 이용한 광부과방식의 화상축적 및 디스플레이에 관해 연구하였다.

먼저 투명 PLZT 시편의 조성을 광메모리 특성과 산란특성이 우수한 7/65/35 PLZT로 정하였으며, 시편의 그레인 크기를 조절하기 위해서 2차 sintering 시간을 변화시켜 일련의 순차적인 그레인 크기를 갖는 시편들을

제작하였다. 본 실험에 앞서 잔류분극과 입사광의 파장이 산란특성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 투명전극이 부착된 PLZT 시편의 양단에 전계를 가하면서 입사광의 파장에 따른 광부과도를 조사하였다. 이 결과를 토대로 하여 은 전극패턴과 투명전극으로 산란특성이 우수한 7/65/35 PLZT 시편에 화상을 축적하였으며, He-Ne Laser와 기타 광학장치로 구성된 디스플레이 시스템을 구성하여 축적된 화상을 디스플레이 하였다.

2. 산란모드를 이용한 화상축적 및 디스플레이의 원리

산란모드를 이용한 화상축적 및 디스플레이의 원리는 광 메모리 특성을 갖는 투명 PLZT 시편의 도메인들의 방향을 패턴전극 쌍을 이용하거나 광도전막과 투명전극을 이용해 선택적으로 이동시키면 국부적으로 산란의 정도가 다르게 되고 이산란의차이를 적당한 디스플레이 시스템을 이용해 명암의 차이로 나타낼수 있다는 것이다.

3. 7/65/35 PLZT의 광산란 특성의 측정

그림1과 같은 측정시스템으로 광산란 특성을 조사하였으며 이 실험에 U.V Spectrophotometer(UV-240 Shimadzu)가 사용되었다. 시편의 잔류분극상태를 열적으로 소극된 상태(P_{re}), 전계에 의해 종방향으로의 포화잔류분극을 갖는 상태(P_{on}), 전계에 의해 종방향으로의 영(zero) 값의 잔류분극을 갖는 상태(P_0)로 바꾸며, 파장 400-800(nm) 범위에서 부과도를 측정하여 각 상태에서 산란정도를 파악하였다.

시편의 그레인 크기가 3.4, 4.3, 8.3, 12.4(μm) 일 때의 데이터 값이 그림2에 나타나있다.

측정결과로부터 그레인 크기가 3.4(μm)인 7/65/35

PLZT 시편은 광산란특성이 좋지 않고 4.3, 8.3, 12.4(μm)의 값을 갖는 7/65/35 PLZT 시편들의 광산란 특성은 상대적으로 우수함을 알 수 있다. 여기서 광산란 특성이 우수하다는 것은 전계에 의해서 각 상태의 산란정도를 크게 변화시킬수 있음을 말한다.

열적으로 소극된 초기 상태를 갖는 화상축적 및 디스플레이 소자의 그레인 크기는 4.3(μm)와 12.4(μm)부근의 값이 적당하고 특히 그레인 크기가 12.4(μm)일 때가 보다 더 좋은 특성을 갖음을 알 수 있다. 632.8(nm)에서 그레인 크기가 8.3(μm)일 때의 P_{SR} 상태의 광부과도가 37(%)로 나머지 세 경우에서 P_{SR} 상태의 광부과도가 보다 높으므로 광손실이 적은 화상축적 및 디스플레이 소자를 구성할 수 있으리라 생각된다.

4. 시편의 스위칭 특성

열적으로 소극된 7/65/35 PLZT 시편을 종방향으로 전계를 인가하여 종방향으로 잔류분극 상태 (P_{SR}) \rightleftharpoons (P_0) \rightleftharpoons ($-P_{SR}$)로 변화시킬 수 있다. 30회 이상 이 사이클을 반복한 다음 잔류분극 상태를 (P_{SR}) \rightleftharpoons (P_0)로 변화시키면 각 상태에서 광부과도 즉 산란상태가 정상상태에 도달하게 되며 이때 필요한 전압은 180(V)였다. 정상상태에 도달했을 때 P_{SR} 과 P_0 상태의 광부과도 곡선이 그림3에 나타나 있다. 이 결과는 짧은 파장의 가시광선 영역에서 P_{SR}/P_0 의 부과도 비가 매우 큼을 보여 주고 있으며 이 두 상태를 이용한 화상축적 및 디스플레이 소자를 이 파장영역의 빛으로 디스플레이 하면 높은 contrast의 화상을 얻게 될것이다. 그림4는 시편에 충전된 전하를 방전시켰을 때 광부과도의 변화를 보여주고 있다.

5. 화상의 축적 및 디스플레이

1) 화상의 축적

화상축적 구조는 그림5와 같고 그레인 크기 12.4(μm)인 7/65/35 PLZT 시편에서는 P_{TE} 와 P_{SR} 상태의 광산란 차이를 이용해 화상을 축적했고, 그레인 크기 8.3(μm)인 7/65/35 PLZT시편에서는 P_{TE} 와 P_0 상태의 광산란 차이를 이용해 화상을 축적했다. 화상이 축적된 PLZT 시편이 그림6에 나타나 있다.

2) 기억된 화상의 디스플레이

파장이 632.8(nm)인 He-Ne Laser를 이용해 그림7과

같은 디스플레이 시스템을 구성하여 축적된 화상을 디스플레이 했다. 화상이 축적된 그레인 크기 12.3(μm)인 PLZT 시편을 스크린에 디스플레이 한 것이 그림8에 나타나 있다.

6. 결론

화상축적 및 표시소자에 관한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 광산란모드를 이용한 화상축적 표시소자에 적합한 7/65/35 PLZT의 그레인 크기는 3.4(μm)이상인 것이 광부과도도 좋으며 광산란 특성도 우수하다. 즉 광손실도 적으며 전계에 의해 광산란을 큰 폭으로 조절할 수 있다.

2) 열적으로 소극된 초기 상태를 갖도록 설계된 화상축적 표시소자는 Coarse grain 을 갖는 7/65/35 PLZT를 사용하는 것이 효과적이다.

3) 도메인을 이동시켜 P_{SR} 이나 P_0 상태를 만들기 위해 필요한 전압은 시편의 두께가 0.3(mm)일 때 180(V)이었다.

4) 시편에 축적된 전하에 의해 도메인이 영향을 받으며 충전된 전하를 방전시키면 P_{SR} 은 작아지고 P_0 는 커져 결국 P_{SR} 과 P_0 를 두 명암 상태로 이용한 소자의 contrast를 저하시킨다.

7. 참고 문헌

- 1) W.D. Smith and C.E. Land, "Scattering mode ferroelectric-photoconductor image storage and display devices", Appl. Phys. Lett., vol. 20, pp. 169-171, Feb. 15, 1972
- 2) J.R. Maldonado and D.B. Fraser, "PLZT ceramics display devices for slow-scan graphic projection displays", Proc. IEEE, vol. 61, pp. 975-981, July 1973.
- 3) C.E Land and W.D Smith, "Reflective-mode ferroelectric-photoconductor image storage and display devices", Appl. Phys. Lett., vol. 23, pp. 57-59, July 1973.
- 4) G.H. Haertling, "PLZT Electrooptic materials and applications-A Review", Ferroelectrics, 1987, vol. 75, pp. 25-55.
- 5) P.S. Peercy and C.E. Land, "Ion-implanted PLZT ceramics: A new high-sensitivity image storage

medium'. IEEE trans. Electron Devices, vol. ED-28, pp. 756-762, June 1981.

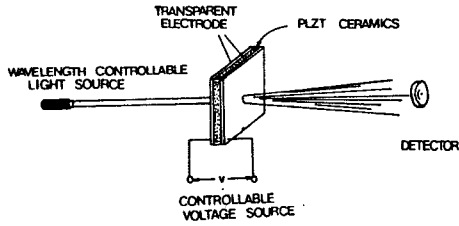


그림 1. 광산란 특성 측정 시스템

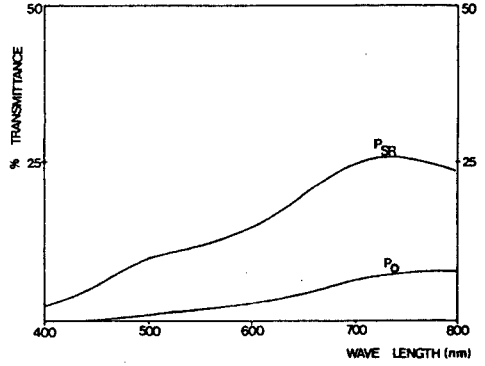
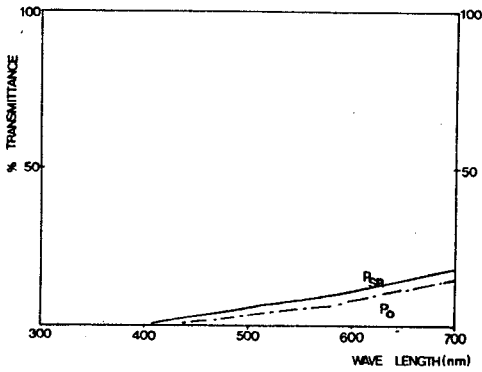
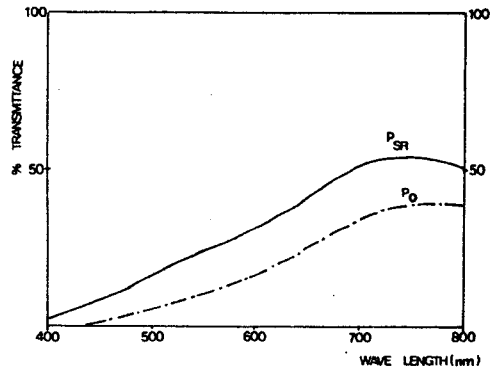


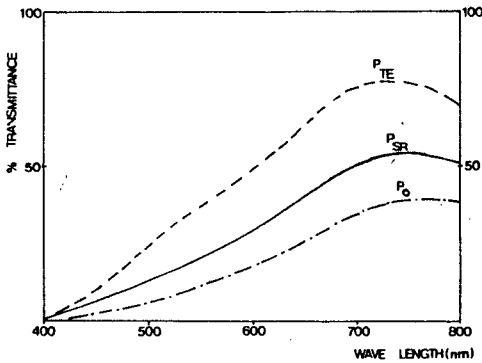
그림 3. 분극상태를 (P_{SR}) \leftrightarrow (P_O) 로 바꿀때 정상상태의 광투과도 특성



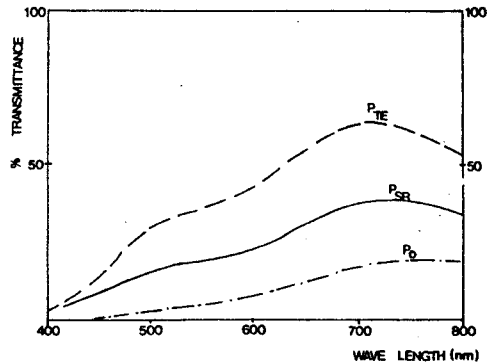
(a) 그레이인 크기 3.4 [μ m]



(b) 그레이인 크기 4.3 [μ m]



(c) 그레이인 크기 8.3 [μ m]



(d) 그레이인 크기 12.4 [μ m]

그림 2. 그레이인 크기에 따른 7/65/35 PLZT 의 광산란 특성

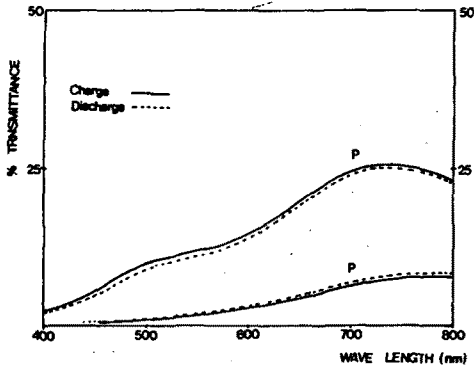


그림 4. 충전전하가 광투과도에 미치는 영향

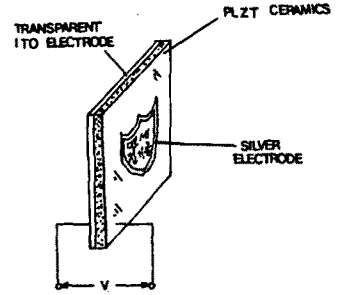


그림 5. 화상축적 구조

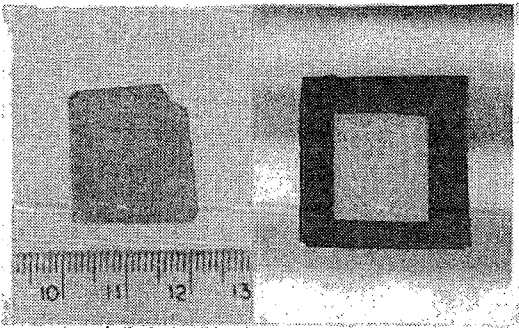


그림 6. 화상이 축적된 7/65/35 PLZT 시편
(그레인 크기 12.4 [μm])

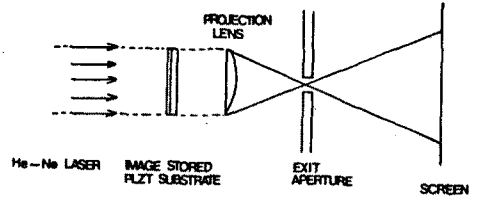
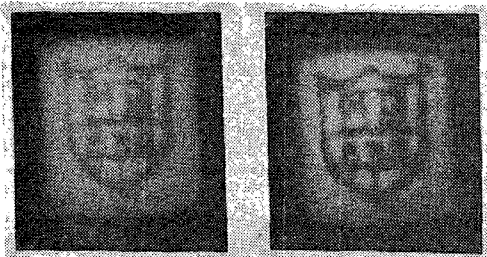


그림 7. 산란모드를 이용한 화상축적 표시소자의 Display 시스템



(사진기 노출이 길어짐⇒)
그림 8. He-Le Laser 를 사용해
Display 된 화상