

프로젝션 TV 적용을 위한 액정 디스플레이의 열적 안전성에 관한 연구

강희진, 황정연, 강형구, 배유한, 이휘원, 김영환, 서대식
연세대학교 전기전자공학과

Study on Thermal Stability of Liquid Crystal Display for Projection TV Application

Hee-Jin Kang, Jeoung-Yeon Hwang, Hyung-Ku Kang, Yu-Han Bae, Whee-Won Lee,
Young-Hwan Kim, and Dae-Shik Seo
Yonsei Univ.

Abstract

We have investigated electro-optical characteristics in three kinds of TN cells on the polyimide surface. Transmittance of no thermal stressed TN cells were better than that of thermal stressed TN cells. Also, the threshold voltage and the response time of thermal stressed TN cells were same that of no thermal stressed TN cells. There were little change of value in these TN cells. On the other hand, transmittances of TN cells on the polyimide surface decreased by increasing thermal stress time. Moreover, the residual DC of the thermal stressed TN cells on the polyimide surface showed the characteristics of thermal stressed TN cells were weakened as increasing thermal stress temperature and time. Therefore, thermal stability of TN cells were decreased gradually by giving high thermal stress for a long time.

Key Words : liquid crystal, thermal stress, electro-optical characteristics, residual DC.

1. 서론

현재 액정표시소자는 소형에서 대형 디스플레이까지 넓은 분야에서 사용되고 있다[1,2]. 고화질, 고정세화 되는 디스플레이에서는 디스플레이의 성능이 중요하다. 특히 장시간 디스플레이를 구동하였을 때 일정한 성능을 유지하는 것이 중요하다. 그러므로 장시간 디스플레이를 사용할 때 발생하는 문제에 대한 연구가 필요하다[3,4]. 이러한 디스플레이의 안정성에 대한 연구 중에서 중요한 부분이 표시소자의 열적 안정성이고, 특히 projector type 액정표시소자에서는 이러한 문제가 중요하다. LCD projector와 projection TV에서는 4인치와 작은 액정 패널을 사용하고 있으며 이러한 작은

액정패널에 광학 소자를 이용, 확대하여 디스플레이를 구현하고 있다. 대화면은 액정패널, 렌즈, 광학거울 및 스크린을 이용하여 투사 방식으로 재현된다. 따라서 대화면으로 선명한 영상을 감상할 수 있고, 간접적인 영상 투사로 눈의 피로감이 적고 전자파의 영향이 거의 없다. 화면크기에 비해 경량이고, 이동 설치가 용이하다. 그러나 projection TV는 구현 원리상 휘도가 낮으므로 휘도를 향상시키기 위해서는 매우 강한 광원 소스를 사용하게 된다. 이러한 강한 광원 소스를 사용하면 주변에 매우 높은 열이 발생하게 되며, 특히, 액정표시소자의 특성을 저하시키는 원인이 된다. 하지만, 현재 액정표시소자의 열적 안전성에 관한 연구는 그다지 보고되지 않고 있다.

따라서, 본 연구에서는 액정표시소자가 장시간 높은 열에 노출되었을 때, 발생하는 액정표시소자의 전기광학적 변화에 관하여 검토하였다.

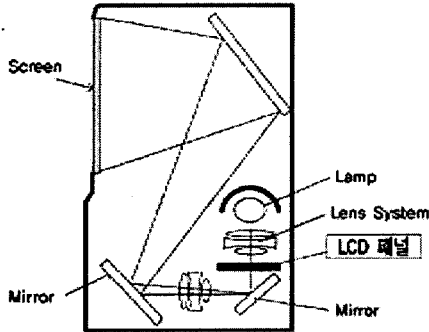


그림 1. LCD 프로젝션 TV의 구조
Fig. 2. Structure of LCD Projection TV

2. 실험

본 실험에서는 수평 배향제로 JSRJALS-1371-R1을 사용하였다. 폴리머는 ITO (indium-tin-oxide) 기판 위에 스핀 코팅법을 이용하여 코팅하였으며, 250°C에서 20분간 동안 소성하여 폴리이미드 막을 제작하였다. 제작된 폴리이미드(PI)의 막 두께는 약 500Å이다. PI막은 nylon (Y₀-15-N, Yoshikawa Chemical Industries Co.)을 감은 러빙기를 사용하여 러빙 처리 하였으며, 러빙 강도는 중간 정도를 사용하였다[5]. 전기광학 특성을 측정하기 위해, 90° TN 모드를 제작하였으며, 두께는 2.5 μm로 조절하였다[6,7]. TN 소자의 열적 특성을 측정하기 위해 상온에서 제작한 셀과 40°C, 100°C, 150°C에서 24시간, 48시간, 그리고 72시간동안 각각 가열하고, 서서히 냉각시킨 셀을 제작하였다. 또한 Merck 사(Δn=0.115, Δε=7.7)인 네마틱 액정을 사용하였다. 제작한 TN 셀의 전기광학특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답 특성, 그리고 잔류 DC를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 폴리이미드 표면에서 열적 stress를 가하지 않은 TN 셀과 72시간 열적 stress를 가한 TN 셀의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 1에서와 같이 열적 stress를 가하지 않은 TN 셀에

비해 72시간 열적 stress 가한 TN 셀의 전압 인가, 무인가시 투과율이 크게 저하되는 특성을 나타내었다. 이것으로 TN셀에 열적 stress를 가함으로써 투과율이 크게 감소함을 알 수 있었다.

그림 3은 폴리이미드 표면에서 열적 stress를 가하지 않은 TN 셀과 40°C, 100°C, 그리고, 150°C에서 각각 24시간 48시간 및 72시간 동안 열적 stress를 인가한 TN 셀의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림 3(a)에서와 같이 열적 stress가 증가할수록 TN 셀의 투과율이 감소하는 경향성을 나타내었다. 또한, 100°C의 환경에서는 열적 stress 24시간에 투과율이 50%정도 감소하고, 그 후 시간에서는 조금씩 감소함을 알 수 있었다. 그리고, 150°C에서는 열적 stress에 의해서 투과율의 변화가 없음을 통해, 결국 액정 셀이 파괴됨을 알 수 있었다. 이러한 열적 stress에 의한 TN셀의 투과율 감소는 액정의 배향력의 감소로 생각할 수 있다. 열적 stress가 배향력을 감소시켜 결국에는 배향력을 사라지게 한 것이다.

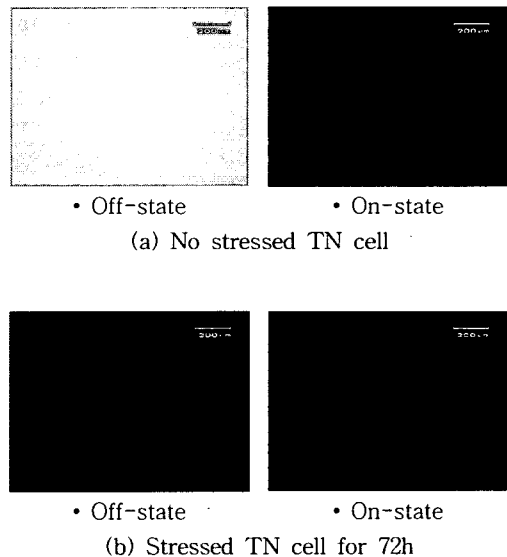
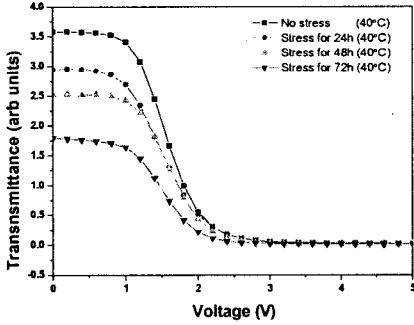
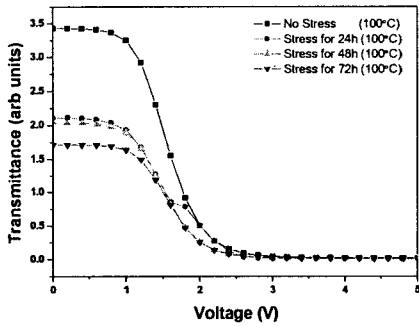


그림 2. 액정셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태); (a) No stressed TN cell, (b) Stressed TN cell for 72h.

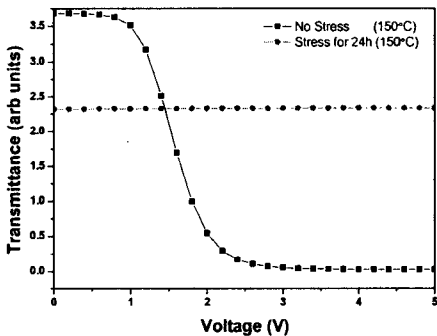
Fig. 2. Microphotographs of LC cell (in crossed Nicols); (a) No stressed TN cell, (b) Stressed TN cell for 72h.



(a) No stress TN cell & stress TN cell at 40°C



(b) No stress TN cell & stress TN cell at 100°C



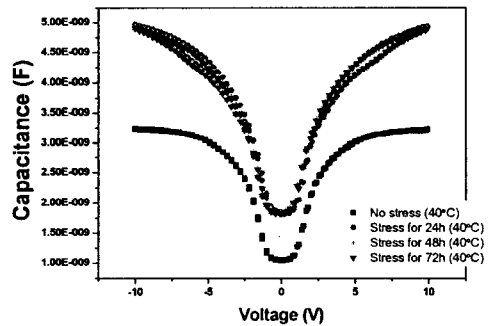
(c) No stress TN cell & stress TN cell at 150°C

그림 3. 폴리이미드 표면을 이용한 3종류의 TN 셀의 V-T 곡선.

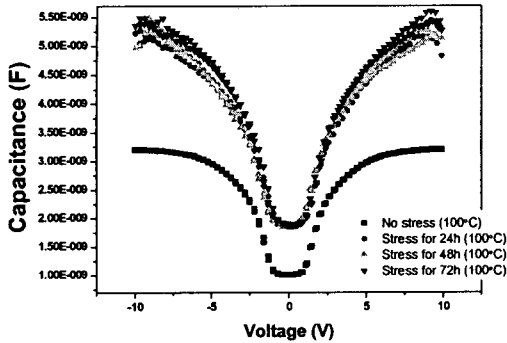
Fig. 3. V-T curves of the three kinds of TN cells on the polyimide surface.

그림 4는 폴리이미드 표면에서 열적 stress를 가하지 않은 TN 셀과 40°C, 100°C, 그리고, 150°C에서 각각 24시간 48시간 및 72시간 동안 열적 stress를 인가한 TN 셀의 전압-용량 특성을 나타내었다. 열적 stress의 인가시간이 증가함에 따라 히스테리시스 곡선이 폭이 미소하나 조금씩 증가함을 알 수 있었다. 이러한, 히스테리시스의 곡선의 폭의 증가는 잔류 DC 증가를 의미한다. 그림 4(b)에서는 40°C의 환경에서와 달리, 그래프의 양 끝에서 불안정한 곡선을 나타내었다. 또한, 150°C의 환경에서는 잔류 DC가 측정되지 않았다. 즉, 열적 stress의 온도와 시간은 잔류 DC 증가에 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다.

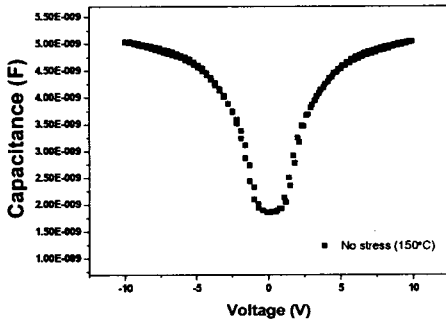
이러한 잔류 DC 특성은 액정 셀 내부에 있는 불순물 이온에 기인한다. 불순물 이온이 액정 셀에 DC 전압을 인가 시 배향막 표면에 흡착하게 되며, 배향막에 흡착된 이온 때문에 외부에 걸어준 전압이 없더라도 액정층에 잔류 DC가 남게 된다. 액정 셀에 계속적인 열적stress를 가하면 액정 셀 내부에 있는 불순물 이온의 활동이 활발해져서 히스테리시스의 특성을 나쁘게 한다. 그러므로, 열적 stress 온도와 시간이 증가하면 잔류 DC의 특성이 저하되게 되는 것이다. 또한, 이러한 잔류 DC 특성은 디스플레이 특성 중에서 플리커의 특성에 많은 영향을 미친다.



(a) No stress TN cell & stress TN cell at 40°C



(b) No stress TN cell & stress TN cell at 100°C



(c) No stress TN cell & stress TN cell at 150°C

그림 4. 폴리이미드 표면을 이용한 3종류의 TN 셀의 잔류DC 특성.

Fig. 4. Residual DC characteristics of the three kinds of TN cells on the polyimide surface.

4. 결론

본 연구에서는 여러 가지 열적 온도에서 stress를 가할 때 TN 셀의 전기광학 특성에 대하여 검토 하였다. 액정 소자를 장시간 구동하였을 경우, TN 셀의 투과율과 잔류 DC 특성에는 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 폴리이미드 표면에서 열적 stress를 인가한 TN 셀의 배향 특성은 열적 stress를 인가하지 않은 TN 셀보다 전압 무인

가시에 투과율이 많이 감소하였다. 또한, TN 셀의 투과율은 열적 stress의 온도와 인가 시간이 증가함에 따라 크게 감소하였다. 따라서, 높은 온도로 장시간 액정 표시소자에 stress를 인가할 경우 열적 안전성이 크게 감소하는 현상을 확인하였다. 이러한 특성은 추후 디스플레이의 성능을 저하시키는 요인이 된다.

감사의 글

이 논문은 차세대 성장 동력 디스플레이 사업에 의해 지원되었습니다.

참고 문헌

- [1] M. Oh-e and K. Kondo, "Response mechanism of nematic liquid crystal using the in-plane switching mode", Appl. Phys. Lett., Vol. 69, No. 13, p. 623, 1996.
- [2] Y. Koike, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Chida, A. Takeda, K. Ohmuro, T. Sasabayashi, and K. Okamoto, "A vertically aligned LCD providing super-high image quality", IDW'97, p. 159, 1997.
- [3] 김향울, 서대식, 김재형, "IPS-LCD의 전압-투과율 히스테리시스법을 이용한 잔류 DC 전압 특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 14, No. 6, p. 487, 2001.
- [4] Y. Nakazono, T. Takagi, A. Sawada, and S. Naemura, "A novel model of residual DC in LC cells", IDW '98, pp. 61, 1998.
- [5] J. M. Geary, J. W. Goodby, A. R. Kmetz, and J. S. Patel, "The mechanism of polymer alignment of liquid-crystal materials", J. Appl. Phys. Vol. 62, p. 4100, 1987.
- [6] 황정연, 전용제, 정연학, 서대식, "폴리이미드 표면에서의 TN 셀의 응답 특성에 관한 연구", 전기전자재료학회논문지, Vol. 15, No. 9, p.808, 2002.
- [7] 황정연, 서대식, "복합광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN셀의 전기 광학 특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 14, No. 7, p.600, 2001.