# Poly(vinyl)cinnamate막을 이용한 a-TN-LCD의 시야각특성에 관한 연구

서대식, 박지호*, 이창훈, 이보호
숭실대학교 공과대학 전기공학과

# Investigation of Electro-optical Characteristics in a-TN-LCD on Poly(vinyl)cinnamate Surfaces

Dae-Shik Seo, Ji-Ho Park*, Chang-Hun Lee, and Bo-Ho Lee
Department of Electrical Engineering, College of Engineering Soongsil University.

**Abstract** - The viewing angle characteristics of amorphous(a)-twisted nematic(TN)-liquid crystal display (LCD) on poly(vinyl)cinnamate (PVC) surfaces with photo polymerrization were investigated. It was found that the threshold voltage increases with increasing the polymerization of PVC surfaces. That the domain size of a-TN-LCD is affected by the surface crystallization with increasing the photo polymerization of the photo-alignment film.. We observed that the viewing angle of a-TN-LCD increased with increasing the photo polymerization on PVC surfaces. Finally, we consider that the viewing angle of a-TN-LCD on PVC surfaces is large compared to a-TN-LCD on polyimide(PI) surface.

## 1. 서 론

최근, 정보표시소자의 고급화가 진행되기 위해서는 광시야각, 저 전력구동, 고속응답 등의 특성이 중요하다. LCD 소자에 있어서 시야각이 협소하며 이를 개선하기 위하여 많은 방법들이 제안되고 있다. 현재까지 알려진 시야각 특성을 개선하기 위한 방법으로는 광학보상 방식, 화소분할 방식, 멀티도메인 방식, a-TN-LCD 방식, IPS 방식(in-plane switching method) 등이 알려져 있다.[1)]

현재 LCD 소자의 액정배향 처리법으로는 러빙법이[2,3)] 사용되고 있으며 이러한 방법은 러빙시에 정전기, 오물 등이 많이 발생하여 박막트랜지스터(TFT : thin film transistor) 소자를 파괴하며 그 결과로 제조공정이 증가하는 등의 악영향을 미치고 있다.[4)] 최근, 러빙을 하지 않는 넌러빙 액정배향 기술개발을 위하여 현재 사용되고 있는 폴리이미드막 대신에 광배향막으로 광중합법을 이용한 넌러빙 액정배향기술이 제안되었다.[5)] 본 연구 그룹은 최근, LCD에서 크게 문제시되고 있는 시야각 특성의 개선을 위하여 일반 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구 보고 하였다[6)]. 이 방법은 배향막의 표면을 러빙 하지 않고, 액정분자를 90° 비틀리게 함으로써 TN-LCD를 실현시키는 표시방법이다.

본 연구에서는 LCD의 시야각특성을 향상시키기 위하여 광중합법을 이용하여 UV(ultraviolet) 조사시간을 변화시킨 2 종류의 poly(vinyl)cinnamate(PVC)막에 있어서의 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다.

## 2. 실 험

PVC를 ITO(indium tin oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스핀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 오븐에서 160℃에서 1시간 동안 열처리하여 박막을 제작하였다. PVC막 위에 랜덤한 자외선을 3분 및 10분을 조사하여, 각각 PVC-A막 및 PVC-B막을 제작하였다. 즉, 자외선 조사에 의하여 제작한 광배향막을 샌드위치형 구조로 셀을 제작하였다. 그림 1에 사용한

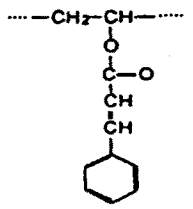


Fig. 1. Structure of the PVC molecules.

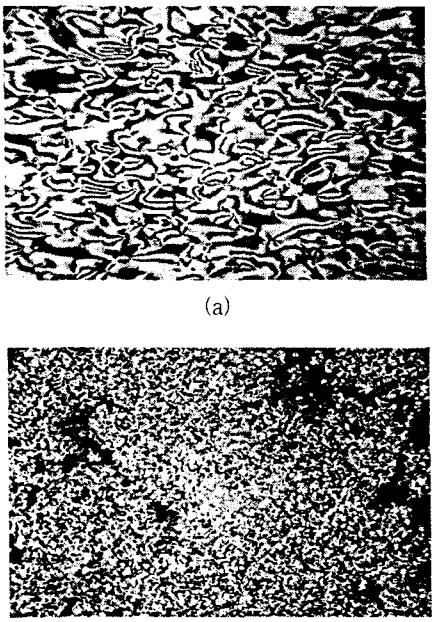
PVC의 분자구조를 나타낸다. 두께는 약 6㎛ 정도로 조절하였다. 제작한 셀은 불소계를 포함한 액정에 chiral dopant(S-811, Merck사)를 섞어 등방성(Isotropic) 상태에서 주입한 후, 온도를 낮추어 네마틱 상태로 하였다. chiral dopant의 첨가는 d/p = 1/4 가 되도록 하여 액정셀을 제작하였다. 여기에서 d와 p는 각각 액정셀의 두께와 90° 회전한 chiral pitch를 의미한다. 본 실험에서 제작한 a-TN-LCD의 종류는 다음과 같다.

1) PVC-A : 3분간 자외선 조사.
2) PVC-B : 10분간 자외선 조사.

편광현미경을 사용하여 a-TN-LCD의 배향상태를 평가하였다. 그리고, a-TN-LCD의 전기광학특성 평가를 하기 위하여 투과율-전압 특성, 응답속도, 그리고 시야각 특성 등을 평가하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2에 2종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. PVC-A막 보다 PVC-B막이 더 미세한 도메인을 형성하는 것을 알 수 있다. PVC-A막은 schileren texture를 형성하고 있는 것을 알 수 있으며 자외선 조사시간이 증가할수록 중합도가 증가하며,[7] 결과적으로 미세한 도메인이 형성되는 것을 알 수 있다.



(a)

(b)

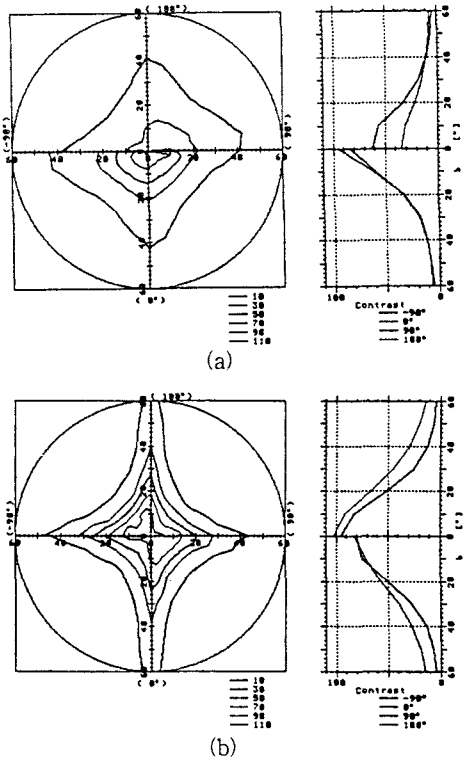
Fig. 2. The microscopic texture of a-TN-LCD on two kinds of PVC surfaces.
(a) PVC-A film ; (b) PVC-B film

PVC-A막 과 PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율 특성의 결과를 보면 PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD가 인가전압에 대하여 투과율의 변화가 늦어지는 경향을 나타내고 있다.

측정한 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 응답속도 특성의 결과와 계산한 응답속도를 표 1에 나타내었다. PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도가 PVC-A막을 이용한 a-TN-LCD쪽보다 느린 경향을 나타내는 것을 알 수 있다. 이것은 PVC-B막의 a-TN-LCD가 셀 두께가 두꺼우므로 이것이 응답속도에 기여한 것으로 해석 할 수 있다. 그리고, PVC막을 이용한 a-TN-LCD는 일반 PI막을 이용한 a-TN-LCD보다 응답속도가 느린 경향을 나타내고 있다.

Table 1. Characteristics of respons time for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films and PI films

| | PVC-A | PVC-B | PI |
|---|---|---|---|
| Cell gap ($\mu m$) | 5.8 | 6.8 | 6.0 |
| Rising Time $\tau_r$ (msec) | 10.5 | 8.0 | 7.20 |
| Decay Time $\tau_d$ (msec) | 30.2 | 52.1 | 5.80 |
| $\tau_r + \tau_d$ (msec) | 40.7 | 60.1 | 13.0 |



(a)

(b)

Fig. 3. Characteristics of the viewing angle for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films. (a) PVC-A film ; (b) PVC-B film

UV조사 시간을 변화시킨 2종류 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성의 결과를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 보는 바와 같이, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD쪽이 양호한 시야각 특성을 나타내었다. 표. 2에 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성을 나타내었다. PVC막의 중합도가 증가할수록 상하 방향의 시야각 특성이 향상되는 경향을 나타내며, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD에서는 상하 방향 모두 60° 이상의 광시야각 특성을 얻을 수 있었다. PVC-A막과 PVC-B막

을 이용한 a-TN-LCD의 편광현미경사진을 보면 PVC-B 막쪽의 도메인이 작은 경향을 나타내었다. 즉, PVC-B 막을 이용한 a-TN-LCD가 도메인이 작고 시야각 특성이 향상된 것으로 생각할 수 있다. 그리고, PVC막을 이용한 a-TN-LCD에서는 한 화소에서 액정분자가 여러 방향으로 향하고 있으므로, 보는 방향에 따라서 그 방향의 액정분자가 시야각을 보상하는 것으로 시야각이 개선되는 것을 알 수 있다. 즉, 멀티도메인 방식과 같이 기판 표면에서 액정분자가 랜덤하게 모든 방향을 향하고 있어 일반 TN-LCD보다 전체적으로 균등한 시야각 특성을 나타내는 것으로 생각할 수 있다. 이 결과들로 보아 광중합에 의한 배향막의 특성이 LCD의 시야각 특성에 큰 기여를 하는 것으로 생각 할 수 있다.

Table 2. Characteristics of viewing angle for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films and PI films

| Direction | PVC-A (°) (a-TN-LCD) | PVC-B(°) (a-TN-LCD) | PI(°) (a-TN-LCD) |
|---|---|---|---|
| Up | 42 | 62 | 45 |
| Down | 42 | 62 | 45 |
| Left | 42 | 44 | 50 |
| Right | 42 | 44 | 50 |

## 4. 결 론

본 연구에서는 LCD의 시야각 특성을 향상시키기 위하여 광고분자막인 PVC막을 이용한 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다. 광배향막을 이용한 경우, PVC막의 중합도가 증가할수록 임계치 전압이 증가하는 경향을 나타내었으며, 도메인의 크기가 작아지는 경향을 알 수 있었다. 또한, 편광현미경 사진에서 알 수 있듯이 PVC막의 중합도가 증가 할수록 도메인의 크기가 작아지며 시야각의 크기가 증가 하는 것을 알 수 있었다. 그리고, PVC막을 배향막으로 사용한 a-TN-LCD에 있어서 시야각 특성이 일반 PI막을 이용한 a-TN-LCD보다 크게 향상되는 것을 알 수 있었으며, 특히 상하 방향에서 60° 이상의 광시야각 특성을 얻을 수 있었다. 결론적으로 PVC막을 이용한 a-TN-LCD에 있어서 광배향막의 특성의 변화와 함께 시야각 특성이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

※ 본 연구는 학술진흥재단 96년 자유공모과제(01-E-0809)의 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.

## [참고 문헌]

[1] 서대식, "LCD의 광시야각 기술개발 및 최신 동향", 한국전기전자재료학회, **Vol. 106 (12)**, 152 (1996)

[2] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of the pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst., **Vol. 213**, 223 (1992)

[3] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Temperature dependence of the polar anchoring strength of weakly rubbed polyimide films for nematic liquid crystal(5CB)", Appl. Phys. Lett., **Vol. 61**, 2392 (1992)

[4] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, "Estimation of the static electricity and retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", Mol. Cryst. Liq. Cryst., **Vol. 264**, 23 (1995)

[5] M. Schadt, H. Seiberle, A. Schuster, and M. Kelly,"Photo-Generation of Linearly Polymerized Liquid Crystal Aligning Layers Comprising Novel, Integrated Optically Patterned Retarders and Color Filters", Jpn.J. Appl. phys., **Vol. 34**, 3240, 1995

[6] 서대식, 이창훈, 황율연, 이보호, 이승희, 김향율, "a-TN-LCD의 전기광학특성에 미치는 배향효과", 한국전기전자재료학회, **Vol. 10(1)**, 15 (1997)

[7] J. Chen, B. Cull, P. L. Bos, D. L. Johnson, and M. Schadt, "Investigation of the mechanism of the surface induced aligment of liquid crystals by linearly polaized photopolymers", SID 35 Digest paper, P-40, 528 (1995)