

광고분자막을 이용한 a-TN-LCD의 전기광학특성

Electro-Optical Characteristics of a-TN-LCD on Photo-alignment Films

서 대 식 송실대학교 공대 전기공학과

박 지 호 송실대학교 공대 전기공학과

이 보 호 송실대학교 공대 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Ji-Ho Park Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Bo-Ho Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Abstract

In this paper, the viewing angle characteristics of amorphous (a) - twisted nematic (TN) - liquid crystal display (LCD) on poly(vinyl)cinnamate (PVC) alignment surfaces were investigated. It was found that the threshold voltage is increased with increasing the polymerization on PVC surfaces. We suggest that the threshold voltage is affected to the surface anchoring strength with increasing the polymerization of the alignment film. Also, we obtained that the viewing angle of a-TN-LCD is increased with increasing the polymerization on PVC surfaces. Finally, we considered that the viewing angle of a-TN-LCD on PVC surfaces is large compared to TN-LCD on rubbed polyimide (PI) surface.

1. 서 론

최근, 일상생활이나 산업현장에서 정보화가 본격적으로 진행됨에 따라 인간과 컴퓨터와의 정보전달의 매체로써 정보표시 소자가 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 평판표시소자의 한 종류인 액정디스플레이소자(LCD)는 저 소비전력, 경량, 박형, 휴대화 등이 특징으로 휴대용단말기, 노트북 컴퓨터, 영상기 등에 폭넓게 사용되고 있다. 향후 LCD는 벽걸이형 TV, HDTV 등의 응용도 기대되고 있으며 대용량, 대형화면화가 본격적으로 진행되고 있다. 최근, 정보표시소자의 고급화가 진행되기 위해서는 광시야각(wide viewing angle), 저 전력구동, 고속응답 등의 특성이 중요하다. LCD 소자에 있어서 시야각이 협소하며 이를 개선하기위하여 많은 방법들이 제안되고 있다. 현재까지 알려진 시야각 특성을 개선하기 위한 방법으로는 광학보상 방식 (optically compensated method), 화소분할 방식 (half-tone gray scale method), 멀티도메인 방식(multi domain method), a-TN-LCD 방식, IPS 방식(in-plane switching method), OCB 방식(optically compensated bend method) 등이 알려져 있다.¹⁾

현재까지 알려진 LCD 소자의 표시방식 중 가장 많이 쓰이고 있는 방식은 TN-LCD 방식과 S(super) TN-LCD 방식이다. LCD에서는 액정분자를 일정한 방향으로 배열시키기 위하여 폴리이미드의 고분자막 표면을 섬유질등으로 한쪽 방향으로 문질러줌(rubbing)으로써 고분자들을 재배열시켜 주어 그 위에 액정분자를 일정한 방향으로 배열시켜 준다. 이러한 방법을 러빙법이라 하며, 이방법은 러빙시에 정전기, 오물 등이 많이 발생하여 박막트랜지스터(TFT : thin film transistor) 소자를 파괴하며 그 결과로 제조공정이 증가하는 등의 악영향을 미치고 있다.²⁾ 본 연구 그룹은 이러한 러빙법을 이용한 액정분자 배향효과에 관하여 다년간 연구 보고하여 왔다.³⁻⁶⁾ 최근, 러빙을 하지 않는 너러빙 액정배향 기술개발을 위하여 현재 사용되고 있는 폴리이미드막 대신에 광중합법을 이용한 배향막을 이용하여 러빙을 하지 않는 액정배향기술이 개발되고 있다.⁷⁾ 본 연구 그룹은 최근, LCD에서 크게 문제시되고 있는 시야각 특성의 개선을 위하여 일반 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다.⁸⁾ 이 방법은 배향막의 표면을 러빙 하지 않고, 액정

분자를 90도 비틀리게 함으로써 TN-LCD를 실현시키는 표시방법이다.

본 연구에서는 LCD의 시야각특성을 향상시키기 위하여 광중합법을 이용하여 만든 2 종류의 PVC막에 있어서의 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 배향막은 광중합을 이용하여 제작하였다. PVC를 ITO(indium tin oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스핀코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 오븐에서 160°C에서 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. 셀 두께는 약 6 μm 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 d 와 p 는 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.

이상의 2종류의 배향막을 이용하여 제작한 a-TN-LCD의 전기광학특성 평가를 하기 위하여 투과율-전압 특성, 응답속도, 그리고 시야각 특성 등을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

PVC-A막 과 PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율 특성의 예를 보면. PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD가 인가전압에 대하여 투과율의 변화가 늦어지는 경향을 나타내고 있다. 이것은 자외선의 조사에 의하여 PVC막의 중합도가 증가하고, 액정분자와 기판과의 결합력(surface anchoring strength)이 증가하여 액정분자의 움직임이 늦어지는 것으로 생각 할 수 있다. 즉, 임계치의 변화(Freedericks transition)가 늦게 일어나는 것은 배향막 표면층과 액정분자와의 결합력이 기여한 것으로 생각 할 수 있다.

측정한 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 응답속도 특성의 예와 계산한 응답속도를 표 1에 나타내었다. PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도가 PVC-A

막을 이용한 a-TN-LCD쪽보다 느린 경향을 나타내는 것을 알 수 있다. 액정분자가 들어서는 시간인 τ_r 은 PVC-B막 쪽이 빠르며, 액정분자가 돌아오는 시간인 τ_d 는 느린 경향을 나타내었다. 이것은 PVC-B막의 a-TN-LCD가 셀 두께가 두꺼우므로 이것이 응답속도에 기여한 것으로 해석 할 수 있다.

표 1. 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 응답속도
Table 1. Response time characteristics for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films.

	Rising Time τ_r (msec)	Decay Time τ_d (msec)	$\tau_r + \tau_d$ (msec)
PVC-A	10.5	8.0	18.5
PVC-B	30.2	52.1	82.3

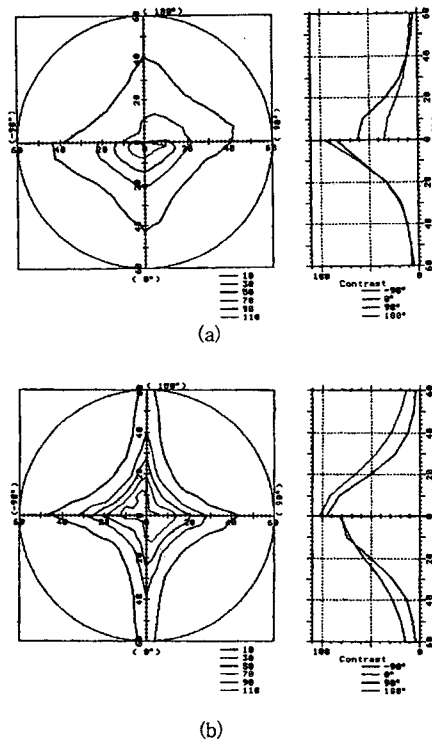


그림 1. 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성의 예. (a) PVC-A막, (b) PVC-B막.

Fig. 1 Example of the viewing angle characteristics for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films. (a) PVC-A film, (b) PVC-B film.

자의선의 조사시간을 변화시킨 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성의 예를 그림 1에 나타내었다. 그림 1에서 보는 바와 같이, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD쪽이 양호한 시야각 특성을 나타내었다. 특히, 상하 방향에서 시야각 특성이 크게 향상되는 것을 알 수 있다. 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 60도 이상의 광시야각 특성을 얻을 수 있었다. 이것은 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 생각할 수 있다. 마지막으로 PVC막을 이용한 a-TN-LCD는 러빙을 하지 않으며, 광시야각 LCD에 유효한 것으로 생각된다.

표 2. 2 종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각특성.
Table 2. Viewing angle characteristics for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films

Direction	PVC-A (°)	PVC-B (°)
Up	42	62
Down	42	62
Left	42	44
Right	42	44

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 나타내었다. 이것은 PVC의 중합도가 증가할수록 액정분자와 기판과의 결합력의 증가가 기인한 것으로 생각할 수 있다. 그리고, PVC막을 배향막으로 사용한 a-TN-LCD에 있어서 시야각 특성이 일반 TN-LCD보다 크게 향상되는 것을 알 수 있었으며, 특히 상하 방향에서 60도 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 한국학술진흥재단의 자유 공모 과제 연구비 지원에 의하여 수행 되었습니다.

참고문헌

- [1] M.Suzuki and K.Surniyoshi, Proceedings of the 2nd International Display Workshops, Vol. 2, AL-8, 31, 1995.
- [2] H.Matsuda, D.-S.Seo, N.Yoshida, K.Fujitabayashi, and S.Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 264, 23, 1995.
- [3] D.-S.Seo, K.Muroi, and S.Kobayashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 213, 223, 1992.
- [4] D.-S.Seo, S.Kobayashi, and M.Nishikawa, Appl. Phys. Lett., Vol. 61, 2392, 1992.
- [5] D.-S.Seo, K.Muroi, T.Isogami, H.Matsuda, and S.Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 31, 2165, 1992.
- [6] D.-S.Seo, N.Yoshida, S.Kobayashi, M.Nishikawa, Y. Yabe, and S.Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 34, L503, 1995.
- [7] D.-S.Seo, 7th Molecular Electronics and Devices Symposium (April 26-27, in Taejeon, 1996), 6.
- [8] 서대식, 이창훈, 황을연, 이보호, 이승희, 김향울, 전기전자재료학회지, Vol. 10, No.1, 15, 1997.