

배향막의 극성이 a-TN-LCD의 전기광학특성에 미치는 효과

Effects of Polarity of the Orientation Film for Electro-optical Characteristics on a-TN-LCD

서 대 식 송실대학교 공대 전기공학과
이 창 훈 송실대학교 공대 전기공학과
이 보 호 송실대학교 공대 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Chang-Hoon Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University
Bo-Ho Lee Dept. of Electrical Eng., Soong Sil University

Abstract

We investigated the electro-optical characteristics of amorphous (a) - twisted nematic (TN) - liquid crystal display (LCD) on polyimide (PI) films with different polarity. It was found that the threshold voltage of a-TN-LCD is decreased with increasing the polarity of the PI film. We considered that the threshold voltage in a-TN-LCD is affected to the surface anchoring strength with polarity of the PI films. Also, we observed the response time of a-TN-LCD on medium polarity of the PI film is fast compared to high polarity of the PI film. Finally, we obtained that the viewing angle of a-TN-LCD are almost same on different polarity of the PI films.

1. 서 론

오늘날 정보화시대에 있어서 인간과 컴퓨터와의 정보 전달의 매체로서 정보표시 소자(information display device)가 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 액정디스플레이소자(LCD)는 저 소비전력, 경량, 풀칼라, 휴대화 등의 특징으로 휴대용 개인 단말기, 노트북 컴퓨터 등에 폭 넓게 사용되고 있다. LCD 소자에서 개선해야 될 것은 시야각 특성, 저 전력구동, 고속응답 등이다. LCD는 시야각이 협소하여 이를 개선하기 위해서 많은 방법들이 제안되고 있다. 현재까지 알려진 시야각 특성을 개선하기 위한 방법으로는 광학보상 방식(optically compensated method), 멀티도메인 방식(multi domain method), a-TN-LCD 방식, ASM 방식(axially symmetric aligned microcell method), IPS 방식(in-plane switching method), 등이 알려져 있다.^{1,2)}

LCD 소자 중에서 가장 일반적으로 사용되는 방식은

TN-LCD와 S(super)TN-LCD 방식으로 폴리이미드 등의 고분자막 표면 위를 섬유질 등으로 한쪽 방향으로 문질러 줌(rubbing)으로 고분자들을 재 배열시켜 기판 표면 위에 액정분자를 일정한 방향으로 배열시킨 것이다.³⁻⁵⁾ 이러한 방법을 러빙법이라 한다. 그러나 최근, LCD의 고정 세화, 제조공정의 감소 등을 목적으로 이 러빙법을 사용하지 않는 너러빙법이 요구되어 지고 있다.⁶⁾ Toko 등에 의하여 TN-LCD의 시야각 특성을 향상시키기 위한 방법으로 폴리이미드막을 러빙하지 않는 a-TN-LCD가 연구 보고되었다.⁷⁾ 본 연구 그룹은 최근, LCD에서 크게 문제시 되고 있는 시야각 특성의 개선을 위하여 일반 폴리이미드 막을 이용한 일반 TN-LCD와 a-TN-LCD의 전기광학 특성에 관하여 연구보고 하였다.⁸⁾ a-TN-LCD가 일반 TN-LCD 보다 빠른 응답속도와 양호한 시야각 특성을 나타내는 것을 알 수 있었다. 본 연구에서는 폴리이미드막의 극성의 크기가 다른 2 종류의 a-TN-LCD를 제작하여 전기광학 특성에 관하여 연구보고 하였다.

2 실험

본 연구에서 사용한 배향막은 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드를 사용하였다. 폴리아민산을 ITO (indium tin oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스펀 코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 오븐에서 250°C에서 1시간 동안 열처리하여 박막을 제작하였다. 폴리이미드 극성의 크기에 따라 PI-A막 및 PI-B막을 제작하여 액정셀을 샌드위치형 구조로 제작하였다. 셀 두께는 약 6 μ m 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 $d/p = 1/4$ 이 되도록 액정셀을 제작하였다. 여기에서 d와 p는 각각 액정셀의 두께와 90° 회전한 chiral pitch를 의미한다. 본 실험에서 제작한 a-TN-LCD의 종류는 다음과 같다.

- 1) PI-A : 극성이 중간 정도.
- 2) PI-B : 극성이 강한 정도.

이상과 같은 방법으로 제작한 액정셀의 배향상태를 관찰하기 위하여 편광현미경을 사용하였다. 그리고, 제작한 a-TN-LCD의 전기광학 특성을 평가하기 위하여 투과율-전압 특성, 응답속도, 그리고 시야각 특성 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1에 극성이 강한 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. 작은 크기의 도메인을 형성하고 있는 것을 알 수 있다. a-TN-LCD에서는 이러한 도메인이 전기광학 특성에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 생각할 수 있다. 그리고, 표 1에 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율에 따른 구동전압을 나타내었다. 그림 2에 극성이 강한 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율-전압 특성의 예를 나타내었다.

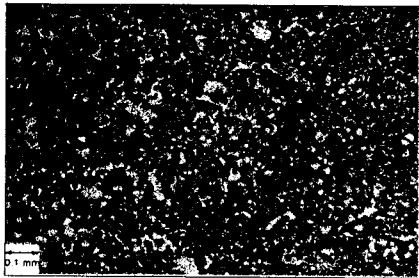


그림 1. 극성이 강한 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 편광현미경 사진.

Fig. 1. The microphotograph of a-TN-LCD on high polarity of the PI film (PI-B).

표 1. 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드 막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율에 따른 구동전압.

Table 1. The applied voltage versus transmission for a-TN-LCD on different polarity of the PI films

Transmission	PI-A film (V)	PI-B film (V)
V_{10}	2.40	1.83
V_{90}	8.81	6.95
V_{OP}	25.00	18.00

여기서, V_{10} 은 투과율이 10%일 때의 전압, V_{90} 는 90%일 때의 전압, V_{OP} 는 포화되었을 때의 전압을 나타낸다.

PI-A막 과 PI-B막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율 특성을 보면, PI-B막을 이용한 a-TN-LCD가 인가전압에 대하여 투과율의 변화가 늦어지는 경향을 나타내고 있다. V_{10} 일 때는 임계치 전압을 나타내며 PI-B막을 이용한 a-TN-LCD가 PI-B막을 이용한 a-TN-LCD보다 임계치 전압이 작은 값을 나타내는 경향을 보였다. 이것은 배향막의 극성이 강할수록 액정분자와 기판과의 결합력(surface anchoring strength)이 증가하여 액정분자의 움직임이 늦어지는 것으로 생각 할 수 있다. 즉, 임계치의 변화가 늦게 일어나는 것은 배향막 표면층의 액정분자의 결합력이 기여한 것으로 생각 할 수 있다.

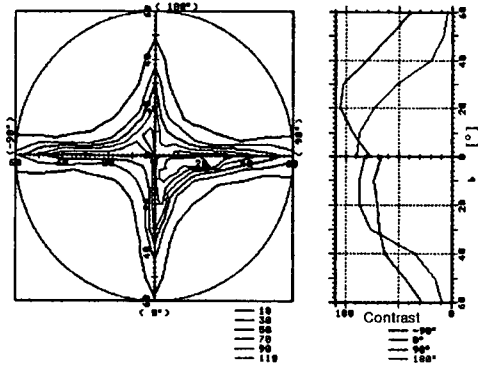
극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드 막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도 특성의 예와 계산한 응답속도를 표 2에 각각 나타내었다. PI-A막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도가 PI-B막을 이용한 a-TN-LCD 쪽 보다 빠른 경향을 나타내는 것을 알 수 있다. 특히, 액정분자가 돌아오는 시간인 τ_d 가 PI-A막을 이용한 a-TN-LCD쪽이 빠른 응답속도를 나타내었다. 그리고, 극성이 강한 PI-B 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 τ_d 가 아주 큰 값을 나타내고 있으며 이는 응답속도가 아주 느린 값을 나타낸다. 일반적으로 폴리이미드막의 극성이 약할수록 액정분자의 결합력이 약하다고 생각할 수 있다. 즉 a-TN-LCD에 있어서 액정분자의 결합력이 약할수록 응답속도가 빠른 경향을 보이는 것으로 생각되어진다. 이 결과들로부터 극성이 약한 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD에 있어서 액정분자의 결합력이 응답속도에 크게 기여 한 것으로 생각 할 수 있다.

극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드 막을 이용한 a-TN-LCD의 시야각 특성의 예를 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 보는 바와 같이, PI-A막 및 PI-B막을 이용한 a-TN-LCD는 거의 같은 정도의 시야각 특성을 나타내었다. 즉, 폴리이미드막의 극성의 크기가 a-TN-LCD의 시야각 특성에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 생각 할 수 있다.

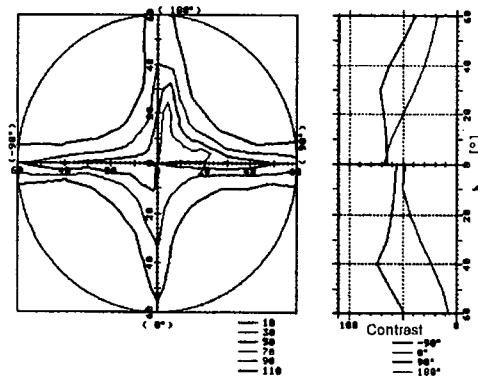
표 2. 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드 막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도.

Table 2. Response time characteristics for a-TN-LCD on different polarity of the PI films.

	Rising Time r_r (msec)	Decay Time r_d (msec)	Response Time r (msec)
PI-A	8.0	8.6	16.6
PI-B	8.2	124.3	132.5



(a)



(b)

그림 2. 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드 막을 이용한 a-TN-LCD의 시야각 특성의 예.

(a) PI-A막, (b) PI-B막.

Fig. 2 Example of the viewing angle characteristics for a-TN-LCD on two kinds of the PI films.

(a) PI-A film, (b) PI-B film.

이것은 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD에서는 한 화소에서 액정분자가 여러 방향으로 랜덤하게 배열하고 있으므로, 각 방향의 액정분자가 시야각을 보상하여 모든 방향에서의 시야각 특성이 향상되는 것으로 생각할 수 있다. a-TN-LCD는 일반 TN-LCD보다 모든 방향에서 우수한 시야각 특성을 나타내고 있다. 마지막으로 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD는 너러빙법으로써, LCD의 시야각 특성 향상에 유효한 것으로 생각할 수 있다.

표 3. 극성의 크기가 다른 2 종류의 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 시야각 특성.

Table 3. Viewing angle characteristics for a-TN-LCD on different polarity of the PI films

Direction	PI-A film (°)	PI-B film (°)
Up	50	60
Down	60	56
Left	60 이상	60 이상
Right	60 이상	60 이상

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막의 극성의 크기가 a-TN-LCD의 전기광학 특성에 미치는 영향에 관하여 연구보고 하였다. 극성이 강한 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD가 임계치 전압이 작아지는 경향을 나타내었다. 이것은, 기판 표면 위의 액정분자의 결합력이 임계치 전압에 기여하는 것으로 생각할 수 있다. 극성이 중간 정도인 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD가 응답속도가 빠른 경향을 나타내었다. 이 결과들로부터 폴리이미드막의 극성의 크기가 a-TN-LCD의 전기광학 특성에 크게 기여하는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 시야각 특성에 있어서 극성의 크기가 a-TN-LCD의 시야각에는 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났다. 이것은 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD에서는 한 화소에 액정분자가 여러 방향을 향하고 있어 그 액정분자들에 의하여 시야각 특성이 향상되며 폴리이미드막의 극성의 크기와는 무관한 것으로 생각할 수 있다.

※ 본 연구는 통상산업부 및 과학기술처에서 시행한 국가선도기술개발사업 (G7연구개발사업)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] M.Suzuki and K.Sumiyoshi, Proceedings of the 2nd International Display Workshops, Vol. 2, AL-8, 31, 1995.
- [2] 서대식, 전기전자재료학회지, Vol. 9, No.7, 733, 1997.
- [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, 7th Molecular Electronics and Devices Symposium (April 26-27, in Taejeon, 1996), 6.
- [7] Y.Toko, T.Sugiyama, K.Katoh, Y.Imura, and S. Kobayashi, J.Appl.Phys., Vol. 74, 2071 (1993).
- [8] 서대식, 이창훈, 황을연, 이보호, 이승희, 김향울, 전기전자재료학회지, Vol. 10, No.1, 15, 1997.