

## 경사진 자외선 조사를 이용한 TN-LCD의 전기광학 특성

### Electro-optical performance of TN-LCD with oblique UV light irradiation on polyimide surface

서 대식 송실대학교 공대 전기공학과  
박 두석 송실대학교 공대 전기공학과  
한정민 송실대학교 공대 전기공학과  
황율연 한국전자 LCD사업부 개발 그룹  
박태규 송실대학교 공대 전기공학과

Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soongsil University  
Doo-Seok Park Dept. of Electrical Eng., Soongsil University  
Jeong-Min Han Dept. of Electrical Eng., Soongsil University  
Lyul-Yeon Hwang Development group L.C.D. Division, Korea Electronics co., Ltd  
Tae-Kyu Park Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

#### Abstract

In this paper, we studied the electro-optical(EO) performance of photo-aligned twisted nematic(TN)-liquid crystal display(LCD) with oblique non-polarized ultraviolet(UV) light irradiation on polyimide(PI) surface. We observed that the voltage-transmittance and response time characteristics of photo-aligned TN-LCD is almost same compared to conventional TN-LCD. Also, we observed that the voltage-holding-ratio(VHR) of photo-aligned TN-LCD is almost same compared to conventional TN-LCD.

#### 1. 서 론

최근 정보화시대가 가속화되어감에 따라 정보표시소자에 대한 사회적인 요구가 급증하고 있다. 이러한 정보표시소자중에 특히 액정디스플레이소자(LCD)는 낮은 소비전력과 경량, 풀컬러, 휴대화 등의 특징으로 휴대용 정보통신기기를 비롯하여 노트북 컴퓨터 등에 폭넓게 사용되고 있다. 이러한 LCD 소자의 제조공정중 가장 중요한 것은 고분자막위에 액정분자를 배열시키는 액정배향처리이다. 이러한 배향처리는 일반적으로 러빙처리법(rubbing treatment method)를 가장 많이 사용하고 있다. 러빙처리법은 배향처리가 간편하며 비교적 안정된 배향을 얻을 수 있기 때문에 대량생산에 적합하다. 그러나 러빙처리법은 고분자막표면과 러빙을 위한 섬유등이 직접적으로 접촉하는 기계적인 방법이기 때문에 러빙처리중에 먼지나 오물에

의한 오염, 정전기의 발생등이 문제가 되고 있다. 특히 정전기의 발생은 TFT(thin-film-transistor)-LCD의 TFT소자를 파괴해서 TFT-LCD의 제조 공정상의 수율저하를 일으키는 직접적인 원인이 되고 있다.<sup>1)-6)</sup>

따라서 러빙하지 않는 넌러빙배향처리법에 대한 요구가 증대되게 되었다<sup>7)</sup>. 넌러빙배향처리법은 Langmuir-Bodgett (LB)법을 이용한 액정배향기술이 발표되면서 관심을 불러일으키게 되었다<sup>8)</sup>. 넌러빙배향처리법에는 LB법을 비롯하여 막분리법, 광분해법, 광증합법, 광이성화법 등이 있다. 이 중에서 광분해법은 Hasegawa 등에 의하여 제안된 것으로 직선편광된 UV광을 폴리이미드 표면에 조사하여 편광된 방향과 직교방향으로 액정분자를 배열시키는 방법이다.<sup>9)</sup> 그리고 최근 Yamamoto 연구 그룹에 의하여 고분자막 표면에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사하여 균일한 액정배향을 얻은

것이 보고되고 있다<sup>10)</sup>.

최근, 본 연구그룹은 폴리이미드막 표면 위에 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사시킨 액정셀에서 균일한 액정배향을 얻을 수 있었으며, 액정의 프리틸 트각이 3° 이상 발생시키는데 성공하였다<sup>11,12)</sup>. 또한, LCD의 전기광학특성에 있어서 V-T특성, 응답특성, 그리고 전압보유율특성은 LCD의 성능을 평가하기 위해서 중요하다.

본 연구에서는 광배향법으로써 편광되지 않은 UV광을 경사지게 조사시켜 제작한 광배향 TN(twisted-nematic)-LCD의 제작 및 전기광학특성에 관하여 연구 보고한다.

## 2. 실험

본 연구에서는 측쇄기를 가지는 폴리이미드막(Nissan Chemical Industries Co., Ltd. 제공)을 사용하였으며 그 분자구조를 그림 1에 나타내었다.

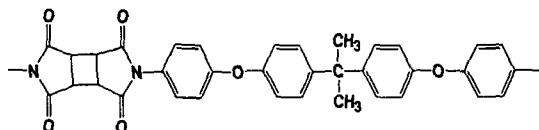


그림 1. 실험에 사용한 폴리머의 구조.

Fig. 1. The used molecular structure of the polymer

폴리이미드막은 폴리머를 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스판코팅법을 이용하여 막을 균일하게 코팅한 후 250°C의 오븐에서 1시간 동안 열처리하여 제작하였다. 그림 2에 사용한 UV광 조사장치의 개략도를 나타내었다. 셀은 기판의 경사각도 85°에서 1시간 조사한 기판을 두께가 약 5μm 정도로 조절하였다. 제작한 셀은 불소계열의 네마틱 액정(네마틱-등방상태의 상전이 온도  $T_c=87^\circ\text{C}$ )에 chiral dopant를 섞어 진공챔버를 사용하여 네마틱상태에서 전공주입한 후 30분간 열처리하였다. Chiral dopant는 d/p값을 조절하여 첨가하였으며 90° 회전한 꾀치를 가지고 제작하였다. UV광을 경사지게 조사한 광배향 TN-LCD셀과 비교하기 위하여 러빙 처리한 TN-LCD를 제작하였으며, 여기에 사용된 러빙강도는 164mm이다. 제작한 셀의 배향상태를 관찰하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며, TN-LCD의 전기광학 특성을 평가하기 위하여 투과율-전압(voltage-transmission)특성, 응답특성, 그리고 전압보유율(voltage-holding-ratio) :

VHR)특성 등을 측정하였다.

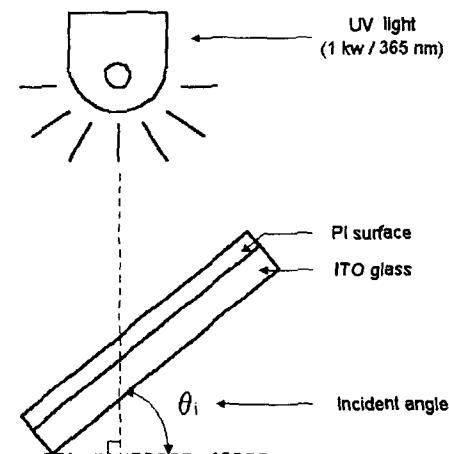


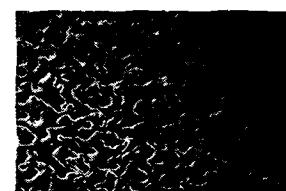
그림 2. 실험에 사용한 UV광 조사장치의 개략도  
Fig. 2. Schematic diagram of used UV light irradiation system.

## 3. 결과 및 고찰

그림 3에 광배향법을 이용한 TN-LCD의 전압무인가시와 전압인가시의 편광현미경 사진을 나타내었다(in crossed nicks). 그림 3 (b)의 전압인가시에는 작은 크기의 도메인이 형성되어 있는 것을 알 수 있다. 이것은 reverse twist disclination으로 생각할 수 있으며, 광배향법을 이용한 TN-LCD에서는 이러한 도메인이 전기광학 특성에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 생각할 수 있다.



(a)



(b)

그림 3. 광배향을 이용한 TN-LCD의 편광현미경 사진.

(a) 전압 무인가시 ; (b) 전압인가시.

Fig. 3. The microphotograph of photo-aligned TN-LCD.

(a) off ; (b) on.

표 1은 러빙과 UV광 조사로 각각 제작된 TN-LCD의 구동전압에 따른 투과율을 나타낸 것이다. 여기서,  $V_{10}$ 은 투과율이 10%일 때의 전압,  $V_{90}$ 는 90%일 때의 전압을 나타낸다.

표 1. 일반 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 구동전압에 따른 투과율 예.

Table 1. The applied transmission versus voltage for conventional TN-LCD and photo-aligned TN-LCD

	conventional TN-LCD (V)	photo-aligned TN-LCD (V)
$V_{10}$	3.16	2.70
$V_{90}$	1.82	1.75

러빙처리법으로 제작된 일반 TN-LCD와 UV광 조사에 의해 제작된 TN-LCD의 투과율 특성을 보면, 러빙처리된 TN-LCD에 비해서 광배향을 이용한 TN-LCD가 임계치가 낮은 것을 알 수 있다. 또한 그림 4에 나타낸 바와 같이 광배향을 이용한 TN-LCD가 전압-투과율의 임계치 특성이 보다 더 급격한 경향을 나타내고 있다.

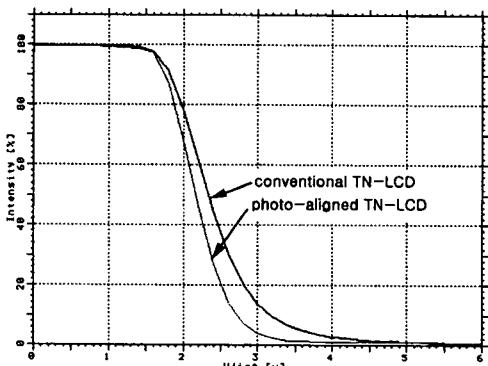


그림 4. 광배향을 이용한 TN-LCD의 전압-투과율 곡선.

Fig. 4. The Voltage-Transmission characteristics of photo-aligned TN-LCD and conventional TN-LCD.

그림 5에 일반 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 응답특성을 나타내었다. 광배향을 이용한 TN-LCD는 일반 TN-LCD와 거의 동등한 특성을 나타내고 있음을 알 수 있다. 또한 러빙처리된 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 응답속도를 표 2에 나타내었다. 광배향을 이용한 TN-LCD의 응답특성은 러빙처리된 TN-LCD와 거의 동등한 응답속도를 나타내는 것을 알 수 있다.

표 2. 일반 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 응답속도  
Table 2. Response time characteristics for conventional TN-LCD and photo-aligned TN-LCD.

	Rising Time $\tau_r$ (msec)	Decay Time $\tau_d$ (msec)	Response Time $\tau$ (msec)
Conventional TN-LCD	8.1	12.7	20.9
Photo-aligned TN-LCD	9.6	22.2	31.8

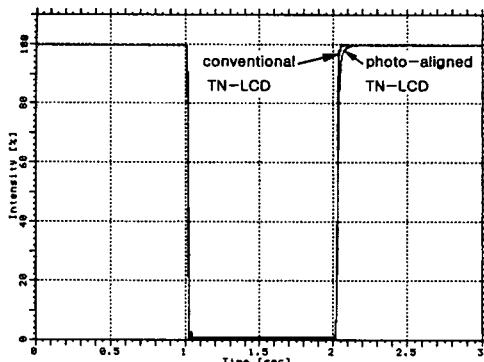


그림 5. 일반 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 특성

Fig. 5. Response time characteristic of conventional TN-LCD and photo-aligned TN-LCD

다음으로 일반 TN-LCD와 광배향을 이용한 TN-LCD의 전압보유율(VHR)특성을 평가하였다. 전압보유율은 인가된 전압에 대해서 frame cycle동안 액정셀에서 이를 유지하고 있는 특성으로서 인가된 전압  $V_0$ 에 대해서 유지하고 있는 전압  $V$ 의 비율로 나타내며 보통 TFT-LCD에서는 90%이상이 요구되어진다. 전압보유율은 특히 AM(active matrix)-LCD에서 전압인가상태를 유지시키는데 매우 중요한 역할을 하며 frame cycle에 의해서 인가되는 구동전압에서 다음 펄스가 인가되는 시간동안 액정분자가 구동상태를 유지하고 있어야 하는 관점에서 볼 때 TN-LCD의 중요한 전기광학특성 중의 하나이다. 전압보유율특성은 60Hz의 frame cycle로 1V의 전압을 인가하여 측

정한 결과, 광배향을 이용한 TN-LCD에서는 약 94%정도를 나타내었으며 이 값은 러빙처리된 TN-LCD와 비교하여 거의 동등한 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 편광되지 UV광을 경사지게 조사시킨 광배향을 이용한 TN-LCD에서의 전기광학 특성을 평가하였다. 광배향을 이용한 TN-LCD는 전압-투과율 특성, 응답특성, 그리고 전압보유율특성 등이 일반 TN-LCD와 거의 동등한 것을 알 수 있었다. 이상의 결과로부터 광배향을 이용한 TN-LCD는 일반 TN-LCD에 상당하는 전기광학 특성을 나타내고 있는 것을 알수있다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 96자유공모과제(01-E-0809) 의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

- [1] M.Schadt and W.Helfrich, *Appl. Phys. Lett.* **18**, 127 (1971).
- [2] J. Cognard, *Mol. Cryst. Liq. Cryst. Supplement*, 1 (1982)
- [3] T. Sugiyama, S. Kuniyasu, D.-S. Seo, H. Fukuro, and S. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.* **29**, 2045 (1990).
- [4] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **213**, 223 (1992)
- [5] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, *Appl. Phys. Lett.* **61**, 2392 (1992)
- [6] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M.Nishikawa, and Y. Yabe, *Jpn. J. Appl. Phys.* **34**, 4896 (1995).
- [7] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **264**, 23 (1995)
- [8] D.-S. Seo, H. Matuda, T. Ohi-Ide, and S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* **224**, 13 (1993)
- [9] M. Hasegawa and Y. Taira, *SID digest paper*, **213** (1994).
- [10] T. Yamamoto, M. Hasegawa and H. Hatoh,

*SID digest paper*, 642 (1996).

- [11] 서대식, 황율연, 이보호, 전기전자재료학회지 **10**, 461 (1997).
- [12] D.-S. Seo, L.-Y. Hwang, and S. Kobayashi, *Liq. crystals* **23**, 923 (1997)