

전사배향 TN-LCD 에서의 배향막의 극성효과에 관한 연구

김진호, 서대식  
 송실대학교 공과대학 전기공학과

Study on of polarity effect on alignment film in transcription-aligned TN-LCD

Jin-Ho, Kim and Dae-Shik, Seo  
 Department of Electrical Eng., College of Eng., Soongsil University

**Abstract** - The effects of polarity of the polymer on transcription-aligned twisted nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) on various the polyimide (PI) surfaces were investigated. The monodomain alignment of nematic (N)LC is obtained in cells fabricated by transcription alignment method on PI surface with medium polarity. The LC alignment using transcription alignment method is attributed to polarity of the polymer. The threshold voltage of transcription-aligned TN-LCD decreases with increasing the polarity of the polymer on three kinds of the PI surfaces. The threshold voltage of transcription-aligned TN-LCD on PI surface with high polarity is almost the same compared to rubbing-aligned TN-LCD. The response time of transcription-aligned TN-LCD decreases with the increasing the polarity of the polymer on all PI surfaces. The decay time of transcription-aligned TN-LCD is slow compared with the rubbing-aligned TN-LCD.

핀 코팅법을 이용하여 코팅 한 후 오븐에서 250 °C에서 1시간 동안 열처리하여 PI막을 제작하였다. PI의 막 두께는 500Å이다. 전사배향법을 이용한 셀 제작을 위하여 한쪽 면 기판용으로는 러빙처리법을 사용하였다. 본 실험에서는 한쪽 기판면으로 사용하는 러빙처리된 PI 표면의 러빙처리에는 강한 러빙영역을 사용하였다. 즉, 기판과 섬유질의 표면과 기판과의 접촉 거리인 M이 0.5mm이고, RS는 189.1mm를 사용하였다. 전사배향은 너러빙처리된 PI 표면 (전사될 기판)과 러빙처리된 PI 표면을 사용하여 제작하였으며, 제작한 셀은 불소 계열의 네마틱 액정 혼합물(네마틱-등방상태의 상전이 온도  $T_c=87^\circ\text{C}$ )을 101°C로 조절된 핫플레이트위에서 등방 (isotropic) 상태에서 주입하고 10분 동안 유지한 후 서냉시킨 다음, 액정셀을 분리하여 전사된 기판만으로 셀을 제작하였다. 전사배향셀의 제작공정은 이전의 논문에서 상세히 설명하였다.<sup>3,4)</sup> 그리고 같은 방법으로 전사배향 TN-LCD를 제작하였다. 액정배향은 편광현미경 사진을 이용하여 평가하였다. 전사배향 TN-LCD의 전기광학특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 특성 및 응답특성을 평가하였다.

1. 서 론

액정배향법은 LCD의 개발 당초부터 고분자막 표면 위를 러빙천등으로 한쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 러빙처리법이 사용되어 왔다. 이 러빙처리법은 배향이 안정, 프리틸트각의 제어가 용이하여, 현재 가장 많이 사용되고 있다.

그러나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 정전기 및 오물등으로 인하여 TFT-LCD에서 제조 공정이 추가되는 단점을 가지고 있다. 그래서 러빙처리를 하지 않는 너러빙 (rubbing-free) 처리법이 요구되고 있다.<sup>1)</sup> Y. Toko 등은 너러빙 배향법으로서 전사배향법을 이용하여 네마틱 액정의 프리틸트각이 약 1° 정도의 결과를 이전의 논문에서 보고하였다.<sup>2)</sup> 또한, 본 연구그룹은 측쇄기를 가진 PI 표면에서의 전사배향법을 이용한 액정배향효과 및 프리틸트각의 제어에 관하여 보고하였고,<sup>3)</sup> 또한 측쇄기를 가진 PI 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD의 전압-투과율 (V-T) 특성 및 응답특성에 대하여 보고하였다.<sup>4)</sup>

본 연구에서는 극성이 다른 3 종류의 PI 표면에서의 전사배향법을 이용한 액정배향 및 전사배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 검토하였다.

2. 본 론

2.1 실험

그림 1 에 극성이 다른 3 종류의 폴리머의 분자구조를 나타내었다. 폴리머의 극성은 PI-A > PI-B > PI-C이다. 폴리머는 ITO 전극이 형성된 유리 기판 위에 스

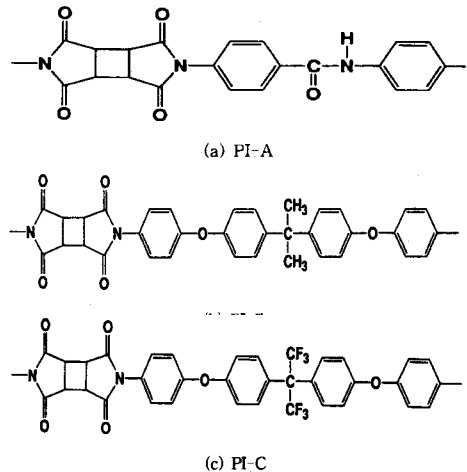


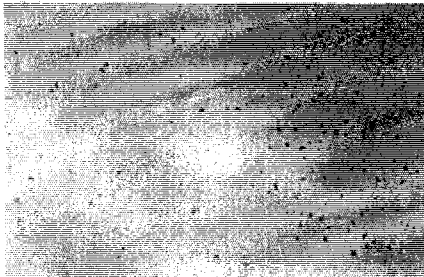
그림 1. 3종류의 폴리머의 분자구조.  
 (a) PI-A, (b) PI-B, (c) PI-C.  
 Fig. 1. Molecular structure of three kinds of the polymer.  
 (a) PI-A, (b) PI-B, (c) PI-C.

2.2. 결과 및 고찰

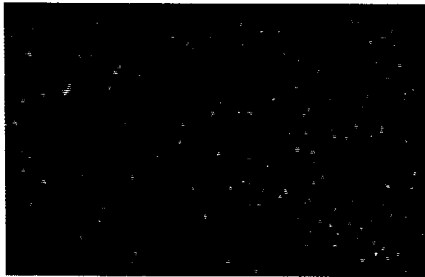
그림 2 에 극성이 중간정도인 PI-B 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD의 전압무인가시 (off-state)와 전압인가시 (on-state)의 편광현미경 사진을 나타내었다. 전사배향 TN-LCD에서 우수한 콘트라스트비가 얻어짐을 알 수 있다. 이것은 러빙처리된 TN-LCD 와 거의 동등한

경향을 나타내고 있다.

3 종류의 PI 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD 와 러빙처리한 TN-LCD의 V-T특성을 측정 한 결과, 극성이 강한 PI-A 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD의 투과율은 러빙처리된 TN-LCD와 비교하여 거의 동등한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. PI의 극성이 약해질수록 임계치 특성이 저하되는 경향을 나타내었다. 극성이 매우 약한 PI-C를 이용한 전사배향 TN-LCD는 투과율이 낮고 임계치특성이 저하되는 경향을 나타내었다. 표 1 에 3 종류의 PI 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD 와 러빙처리한 TN-LCD의 임계치 전압을 나타내었다. 전사배향 TN-LCD의 임계치 전압은 러빙처리한 TN-LCD보다 다소 높은 경향을 보여주고 있다. 그리고 전사배향 TN-LCD의 임계치 전압은 극성이 강할수록 작아지는 경향을 나타내었다. 이러한 결과로부터 전사배향 TN-LCD의 임계치 특성은 PI 의 극성이 크게 기여하는 것으로 생각할 수 있다.



(a) off-state



(b) on-state

그림 2. PI-B 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD 의 편광현미경 사진.

Fig. 2. Microphotograph of transcription-aligned TN-LCD on PI-B surface (in crossed Nicols).

또한 3 종류의 PI 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD 와 러빙처리한 TN-LCD의 응답특성을 나타내었다. 하강시간의 특성에서 러빙처리한 TN-LCD가 전사배향 TN-LCD 보다 급격히 변화함을 알 수 있다. 즉, 러빙처리한 TN-LCD가 전사배향 TN-LCD보다 하강시간이 다소 빠른 경향을 나타내고 있다. 이것은 러빙처리한 TN-LCD가 전사배향 TN-LCD보다 액정분자와 기판 표면과의 결합강도가 강하기 때문인 것으로 생각 할 수 있다. PI 표면을 이용한 전사배향셀의 면내방향의 결합에너지는 약  $5 \times 10^{-5}$  ( $J/m^2$ ) 정도인 것을 Y.Toko등이 보고하였다.<sup>2)</sup> 이것은 러빙처리한 셀의 면내방향의 결합에너지  $1 \times 10^{-4}$  ( $J/m^2$ ) 보다 다소 낮은 것을 알 수 있다.

그리고 전사배향 TN-LCD에서는 극성이 강할수록 하강시간 특성이 향상됨을 알 수 있다. PI-A 및 PI-B표

면을 이용한 전사배향 TN-LCD의 응답특성으로부터 액정의 비틀림에 관계되는 backflow 현상이 나타나고 있지 않으며, 양호한 특성을 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

표 2 에 3 종류의 전사배향 TN-LCD와 러빙처리한 TN-LCD의 응답속도를 나타내었다. 극성이 강한 PI-A 표면을 이용한 전사배향 TN-LCD의 응답속도는 약 39ms를 나타내었으며, 러빙처리한 TN-LCD보다 다소 늦은 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다. 그리고 전사배향 TN-LCD의 응답시간은 극성이 강할수록 빠르게 되는 경향을 나타내었다. 즉, 전사배향 TN-LCD에서는 PI의 극성이 강할수록 응답속도가 빨라지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 전사배향 TN-LCD에서는 PI 표면의 극성이 액정배향 및 전기광학특성에 크게 기여함을 알 수 있다.

	$V_{10}$ (V)	$V_{90}$ (V)
PI-A surface	3.58	2.18
PI-B surface	3.74	2.39
PI-C surface	5.90	4.20
Rubbing-aligned TN-LCD	3.40	1.99

표 1. 3종류의 전사배향 TN-LCD 와 러빙처리한 TN-LCD의 임계치전압

Table 1. Threshold voltage for transcription-aligned TN-LCD on three kinds of the PI surfaces and rubbing-aligned TN-LCD on PI surface.

\*  $V_{10}$  : Transmittance가 10% 일 때

$V_{90}$  : Transmittance가 90% 일 때

	Rising time $\tau_r$ (ms)	Decay time $\tau_d$ (ms)	Response time $\tau$ (ms)
PI-A surface	9.4	29.6	39.0
PI-B surface	8.4	33.8	42.4
PI-C surface	13.8	100.0	113.8
Rubbing-aligned TN-LCD	8.4	26.0	34.4

표 2. 3종류의 전사배향 TN-LCD 와 러빙처리한 TN-LCD 의 응답속도

Table 2. Response time for transcription-aligned TN-LCD on three kinds of the PI surfaces and rubbing-aligned TN-LCD on PI surface

### 3. 결 론

본 연구에서는 극성이 다른 3 종류의 PI 표면에서의 전사배향법을 이용한 액정배향효과 및 전사배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 검토하였다. 폴리머의 극성이 중간정도인 PI-B에서 액정배향성이 우수한 경향을 나타내었으며, 배향성은 러빙처리한 PI 표면과 동등한 경향을 나타내었다. 그러나 전사배향 TN-LCD의 임계치 전압은 극성이 강할수록 작은 경향을 나타내었다. 그러나 임계치 전압은 러빙처리한 TN-LCD에 비

하여 다소 높은 경향을 나타내었다. 그리고 전사배향 TN-LCD의 응답시간은 PI의 극성이 강할수록 빠른 경향을 나타내었다. 즉 전사배향 TN-LCD에서는 PI의 극성이 전기광학특성에 크게 기여함을 알 수 있었다.

#### 감사의 글

본 연구는 산업자원부 및 과학기술부에서 시행한 G-7 사업의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### (참 고 문 헌)

- [1] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, "Estimation of the static electricity and optical retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 264, pp. 23, 1995.
- [2] Y. Toko, B. Y. Zhang, and T. Sugiyama, "Characteristics of liquid crystal display fabricated by alignment transcription method", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 304, pp. 107, 1997.
- [3] 서대식, 김진호, 이정호, 이보호, "폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 메모리 효과를 이용한 전사 배향법에 관한 연구", *전기전자재료학회*, Vol. 10, No. 9, pp. 876, 1997.
- [4] 서대식, 김진호, "전사배향 TN-LCD의 액정배향 및 전기광학특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 12, No. 12, pp. 1133, 1998.