

# Poly(vinyl)cinnamate막을 이용한 A-TN-LCD의 전기광학 특성

논문  
10-6-9

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

서대식\*, 박지호\*, 이보호\*  
(Dae-Shik Seo, Ji-Ho Park and Bo-Ho Lee)

### Abstract

In this paper, the viewing angle characteristics of amorphous (a) - twisted nematic (TN) - liquid crystal display (LCD) on poly(vinyl)cinnamate (PVC) surfaces with UV (ultraviolet) light irradiation were investigated. It was found that the threshold voltage increases with increasing the polymerization of PVC surfaces. We observed that the domain size of a-TN-LCD decreases with increasing the photo polymerization by increasing UV light irradiation time on PVC films. Also, 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.

**Key Words(중요 용어)** : nematic liquid crystal (네마틱액정), photo polymerization (광중합), amorphous twisted nematic (아몰퍼스 TN), non-rubbing (넨러빙), response time (응답속도), viewing angle (시야각)

### 1. 서 론

최근, 일상생활이나 산업 현장에서 정보화가 본격적으로 진행됨에 따라 인간과 컴퓨터와의 정보 전달의 매체로써 정보표시 소자 (information display device) 가 매우 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 평판 표시소자의 한 종류인 액정디스플레이 소자 (LCD) 는 저 소비전력, 경량, 박형, 휴대화 등이 특징으로 휴대용 단말기, 노트북 컴퓨터, 영상기기 등에 폭넓게 사용되고 있다. 향후 LCD는 벽걸이형 TV, HDTV 등에의 응용도 기대되고 있으며 대용량, 대형 화면화가 본격적으로 진행되고 있다. 최근, 정보표시 소자의 고급화가 진행되기 위해서는 광시야각 (wide viewing angle), 저 전력구동, 고속응답 등의 특성이 중요하다. LCD 소자에 있어서 시야각이 협소하며 이를 개선하기 위하여 많은 방법들이 제안되고 있다. 현재까지 알려진 시야각 특성을 개선하

기 위한 방법으로는 광학보상 방식 (optically compensated method), 화소분할 방식 (halftone gray scale method), 멀티도메인방식 (multi domain method), a-TN-LCD 방식, in-plane switching (IPS) 방식, Polymer Dispersed LCD with crossed Nichols (PDN) 방식 등이 알려져 있다.<sup>1)</sup>

최근, 러빙을 하지 않는 넨러빙 (non-rubbing) 액정배향 기술개발을 위하여 현재 사용되고 있는 폴리이미드막 대신에 광고분자막을 이용하여 광중합법에 의한 러빙을 하지 않는 액정배향 기술이 개발되고 있다.<sup>2)</sup> 본 연구 그룹은 최근, LCD에서 크게 문제시되고 있는 시야각 특성의 개선을 위하여 일반 폴리이미드막을 이용한 a-TN-LCD의 전기광학특성에 관하여 연구보고 하였다.<sup>3)</sup> 본 연구에서 사용한 a-TN-LCD의 원리를 그림 1에 나타낸다. 이 방법은 배향막의 표면을 러빙 하지 않고, 액정 분자를 90도 비틀리게 함으로써 TN-LCD를 실현시키는 표시 방법이다.

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

\* : 숭실대학교 공대 전기공학과  
접수일자 : 1997년 3월 2일  
심사완료 : 1997년 6월 3일

연구보고 하였다.

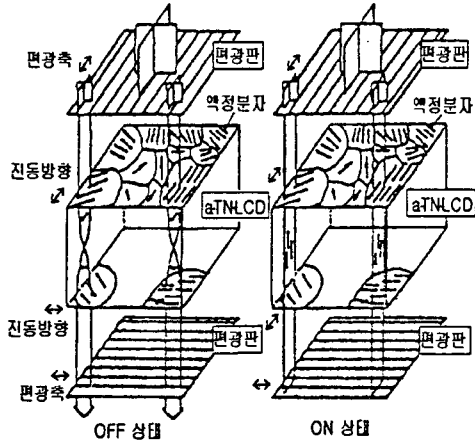


그림 1. a-TN-LCD의 원리  
Fig. 1. Principle of a-TN-LCD

2. 실험

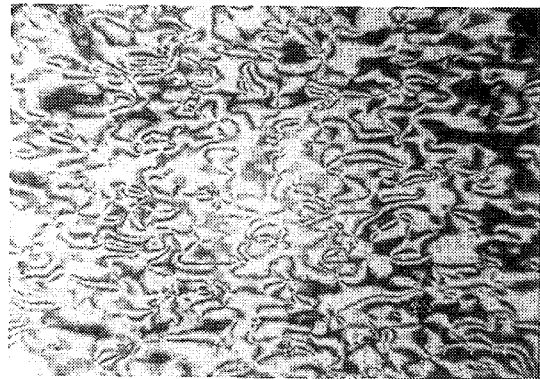
본 연구에서 사용한 배향막은 광중합을 이용하여 제작하였다. PVC를 ITO (indium tin oxide) 전극이 코팅된 유리 기판 위에 스프레이코팅법을 이용하여 막을 균일하게 도포한 후 오븐에서 160°C에서 1시간 동안 열처리하여 박막을 제작하였다. PVC막 위에 자외선 (1 kW, 365 nm) 을 3분 및 10분을 조사하여, 각각 PVC-A막 및 PVC-B막을 제작하였다. 즉, 자외선 조사에 의하여 제작한 광배향막을 샌드위치형 구조로 셀을 제작하였다. 셀 두께는 약 6 μm 정도로 조절하였다. 제작한 셀은 불소계를 포함한 액정에 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 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.

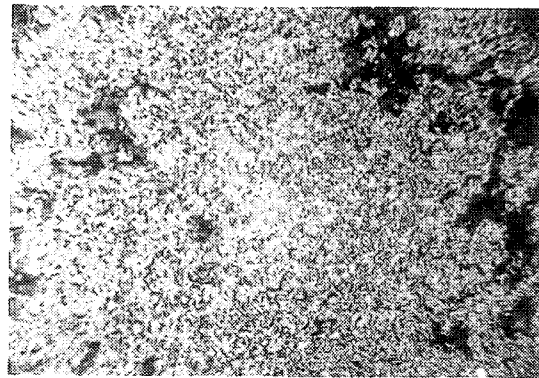
이상의 2종류의 배향막을 이용하여 제작한 a-TN-LCD의 전기광학특성 평가를 하기 위하여 투과율-전압 특성, 응답속도, 그리고 시야각 특성 등을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

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 schlieren texture를 형성하고 있는 것을 알 수 있으며 자외선 조사시간이 증가할수록 중합도가 증가하며,<sup>4,5)</sup> 결과적으로 미세한 도메인이 형성되는 것을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 2. 2종류의 PVC막을 이용한 a-TN-LCD의 편광현미경 사진 (편광자는 직교상태)  
(a) PVC-A막, (b) PVC-B막

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

그림 3에 2종류의 PVC막을 이용한 a-TN-LCD의 투과율-전압 특성 결과를 나타내었다. 그림 3의 (b)에서 임계치 전압에서 투과율이 급변하는 것은 액정셀의 두께가 다소 두껍기 때문에 TN-LCD의 조건인 first minimum의 조건을 넘어서기 때문이다. 표 1에 2종류의 PVC막에 있어서의 a-TN-LCD의 투과율에 따른 구동전압을 나타내었다.

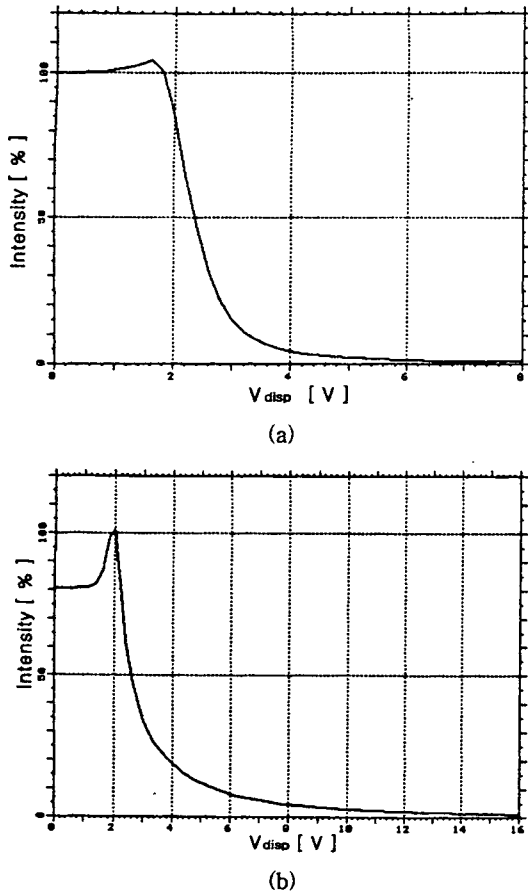


그림 3. 2종류의 PVC막에 있어서의 a-TN-LCD의 투과율-전압특성의 결과  
(a) PVC-A, (b) PVC-B  
Fig. 3. The results of the transmission-voltage characteristics for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films.  
(a) PVC-A, (b) PVC-B

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 자외선 조사시간의 증가와 함께 PVC막의 중합도가 증가함으로써 막의 결정성이 증가한 것으로 생각되어진다. 즉, 임계치 변화가 늦게 일어나는 것은 배향막의 표면층과 액정 분자와의 상호작용에 기인한 것으로 생각할 수 있다.

측정한 2종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 응답속도 특성의 결과와 계산한 응답속도를 그림 4와 표 2에 각각 나타내었다. 액정 분자가 일어나는 시간인

표 1. 2종류의 PVC막과 PI (polyimide) 막을 이용한 a-TN-LCD와 일반적인 TN-LCD의 투과율에 따른 구동전압.

Table 1. The applied voltage versus transmission for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films, PI film, and conventional TN-LCD

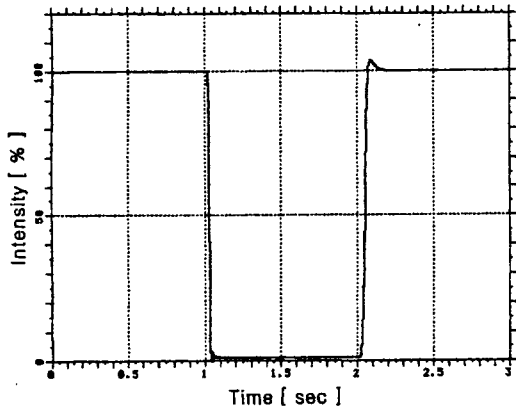
	Cell gap ( $\mu\text{m}$ )	구동전압 (V)		
		Transmission (10%)	Transmission (90%)	Transmission (포화)
PVC-A	5.8	1.88	3.20	7.0
PVC-B	6.8	2.10	5.18	16.0
PI	6	2.52	3.90	5.0
TN-LCD	6	2.62	4.92	8.40

표 2. 2종류의 PVC막과 PI막을 이용한 a-TN-LCD와 일반적인 TN-LCD의 응답속도

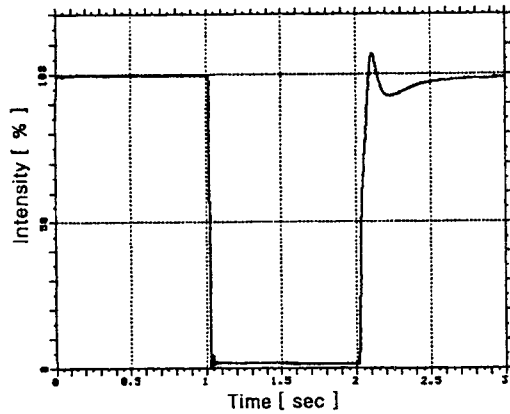
Table 2. Characteristics of response time for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films, PI film, and conventional TN-LCD

	Cell gap ( $\mu\text{m}$ )	Rising Time $\tau_r$ (msec)	Decay Time $\tau_d$ (msec)	$\tau_r + \tau_d$ (msec)
PVC-A	5.8	10.5	30.2	40.7
PVC-B	6.8	8.0	52.1	60.1
PI	6	7.20	5.80	13.0
TN-LCD	6	13.16	4.41	17.57

$\tau_r$  은 PVC-B막 쪽이 빠르며, 액정 분자가 돌아오는 시간인  $\tau_d$  는 느린 경향을 나타내었다. 즉, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도가 PVC-A막을 이용한 a-TN-LCD 쪽 보다 느린 경향을 나타내는 것을 알 수 있다. 여기서, 셀 두께는 PVC-A막이 5.8  $\mu\text{m}$ 이며 PVC-B막이 6.8  $\mu\text{m}$ 이다. 이것으로 보아 셀 두께의 영향은 약간 있을 것으로 생각되어지나 배향막 특성의 효과가 응답속도에 더 크게 기여 할 것으로 생각되어진다. PVC-A막과 일반 PI막을 이용한 a-TN-LCD의 응답속도를 보면 일반 PI막을 이용한 a-TN-LCD 쪽의 응답속도가 빠른 경향을 나타내고 있는 것으로 보아 이것은 배향막의



(a)



(b)

그림 4. 2종류의 PVC막에 있어서의 a-TN-LCD의 응답속도 측정의 결과

(a) PVC-A, (b) PVC-B

Fig. 4. The results of the response time measurement for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films.

(a) PVC-A, (b) PVC-B

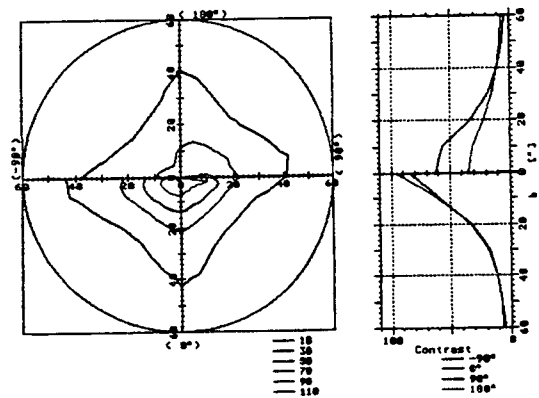
특성이 a-TN-LCD의 응답속도에 크게 기여하고 있음을 나타내고 있다. 이들의 셀 두께는 PVC-A막을 이용한 a-TN-LCD가 5.8  $\mu\text{m}$  이며 PI막을 이용한 a-TN-LCD가 6  $\mu\text{m}$ 로 셀 두께의 영향은 없는 것으로 생각할 수 있다.

자외선의 조사시간을 변화시킨 2종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성 측정 결과를 그림 5에 나타내었다. 그림 5에서 보는 바와 같이, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD 쪽이 양호한 시야각 특성을 나타내었다. 특히, 상하 방향에서 시야각 특성이 크게 향상되는 것을 알 수 있다. 표 3에 2종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성을 나타내었다. PVC

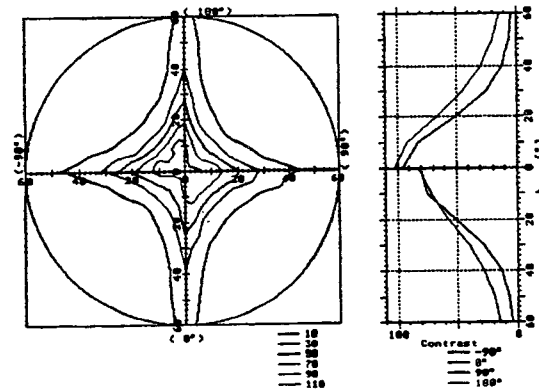
표 3. 2종류의 PVC막과 PI막을 이용한 a-TN-LCD와 일반적인 TN-LCD의 시야각특성

Table 3. Characteristics of viewing angle for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films, PI film, and conventional TN-LCD

Direction	PVC-A (°) (a-TN-LCD)	PVC-B (°) (a-TN-LCD)	PI(°) (a-TN-LCD)	Conventional TN (°)
Up	42	62	45	35
Down	42	62	45	18
Left	42	44	50	40
Right	42	44	50	40



(a)



(b)

그림 5. 2종류의 PVC막의 a-TN-LCD의 시야각 특성 (a) PVC-A막, (b) PVC-B막

Fig. 5. Characteristics of the viewing angle for a-TN-LCD on two kinds of the PVC films. (a) PVC-A film, (b) PVC-B film.

막의 중합도가 증가할수록 상하 방향의 시야각 특성이 향상되는 경향을 나타내며, PVC-B막을 이용한 a-TN-LCD에서는 상하 방향 모두 60도 이상, 좌우 방향 44도 이상의 광시야각 특성을 얻을 수 있었다. 이것은 그림 2의 결과에서 알 수 있듯이 PVC-B막이 미세한 도메인을 형성함으로써 이것이 시야각 특성에 기여한 것으로 생각되어진다. 이 결과는 PI막을 이용한 a-TN-LCD 보다 시야각이 향상됨을 알 수 있다. 즉, PVC막을 이용한 a-TN-LCD에서는 한 화소에서 액정 분자가 여러 방향으로 향하고 있으므로, 보는 방향에 따라서 그 방향의 액정 분자가 시야각을 보상하는 것으로 시야각이 개선되는 것을 알 수 있다. 즉, 멀티도메인 방식과 같이 기판 표면에서 액정 분자가 랜덤하게 모든 방향을 향하고 있어 일반 TN-LCD 보다 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.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 LCD의 시야각 특성을 향상시키기 위하여 광분자막인 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. 그리고, PVC막의 중합도가 증가 할수록 도메인의 크기가 작아지며 시야각의 크기가 증가하는 것을 알 수 있었다. 또한, PVC막을 이용한 a-TN-LCD에 있어서 시야각 특성이 PI막을 이용한 a-TN-LCD 보다 크게 향상되는 것을 알 수 있었으며, 특히 상하 방향에서 60도 이상의 광시야각 특성을 얻을 수 있었다. 결론적으로 PVC막을 이용한 a-TN-LCD에 있어서 시야각 특성이 크게 향상됨을 알 수 있었다.

※ 본 연구는 통상산업부 및 과학기술처에서 시행한 국가 선도 기술개발 사업 (G7 연구 개발 사업) 의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. M.Suzuki and K.Sumiyoshi, Proceedings of the 2nd International Display Workshops, Vol. 2, AL-8, 31, 1995.

2. D.-S.Seo, 7th Molecular Electronics and Devices Symposium (April 26-27, in Taejeon, 1996), 6.
3. 서대식, 이창훈, 황을연, 이보호, 이승희, 김항울, 전기전자재료학회지, Vol. 10, No.1, 15, 1997.
4. M. Schadt, H. Seiberle, A. Schuster, and M. Kelly, Jpn. J. Appl., phys. Vol. 34, 3240, 1995.
5. J. Chen, B. Cull, P. L. Bos, D. L. Johnson, and M. Schadt, SID 35, Digest paper, P-40, 528 (1995)

#### 저 자 소 개

##### 서대식



1963년 12월 16일생. 1989년 도쿄노코대학교(일본) 전자공학과 졸업. 1991년 동대학 대학원 전자정보공학과 졸업(공학석사). 1994년 동대학 대학원 전자정보공학과 졸업(공학박). 1993년~95년 일본학술진흥회 특별연구원. 1994년~95년 Kent State

Univ. 액정연구소 연구원. 1995년 9월~현재 숭실대학교 전기공학과 전임강사. 1992년 제5회 안도우히로시기념학술장려상 수상(일본). 본학회 영문편수위원

##### 박지호



1971년 6월 15일생. 1997년 숭실대학교 물리학과 졸업. 1997년~현재 숭실대학교 대학원 전기공학과 석사과정.

##### 이보호



1936년 5월 31일생. 1961년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1972년 전북대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학석사). 1986년 인하대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박). 1968년~72년 전북대학교 전기공학과 조교수. 1972년~84년 승전대학교 전기공학과

과 부교수. 1984년~현재 숭실대학교 전기공학과 교수. 1988년~90년 숭실대학교 공대학장. 1990년~93년 숭실대학교 부총장.