

광중합된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학 특성

논문
12-7-11

Electro-optical characteristics of photo-aligned TN-LCD on PCEMA surface

황성연*, 서대식*, 곽희로*, 서동학**

(Jeoung-Yeon Hwang*, Dae-Shik Seo*, Hee-Ro Kwak*, Dong Hack Suh**)

Abstract

We synthesised a novel photo-alignment material of PCEMA (poly(cinnamolyethyl methacrylate)) on photo-dimerization reaction. Next, we investigated the electro-optical (EO) characteristics of photo-aligned twisted nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) with linearly polarized ultraviolet (UV) light irradiation on PCEMA surface. The excellent voltage-transmittance characteristics of photo-aligned TN-LCD on PCEMA surface were obtained. The threshold voltage of photo-aligned TN-LCD decreases with increasing the UV light irradiation time on PCEMA surface. Also, the response time of photo-aligned TN-LCD on PCEMA surface is almost the same as rubbing-aligned TN-LCD.

Key Words(중요용어) : PCEMA(Poly(cinnamolyethyl methacrylate)), Photo-dimerization(광중합), EO characteristics(전기광학특성), Response time(응답속도)

1. 서 론

액정디스플레이 (LCD) 에 있어서 기판 표면에서 액정배향처리 효과는 LCD의 소자 특성을 향상시키는 데 중요하다. 현재까지는 액정배향처리법에는 고분자막 표면을 러빙천으로 문지름으로써 고분자를 일정한 방향으로 재배열시켜 액정분자를 배열시키는 러빙처리법이 사용되고 있다¹⁻³⁾. 이러한 러빙처리법은 러빙시에 발생하는 정전기 및 오물등에 의하여 TFT(thin-film-transistor) 소자를 파괴시키는 등의 단점을 가지고 있다⁴⁾. 그래서 러빙처리법을 대신하여 액정배향을 실현시키는 방법으로써 광중합법⁵⁻⁸⁾, 광분해법^{9, 10)} 등이 연구되고 있다. 이전의 논문에서 M. Schadt 등에 의하여 광중합된 PVCi 표면에서의 액정배향 및 전기광학특성 등이 발표되었다⁷⁾. 최근 Y. Makita 등에 의하여 PMCh(poly(4'-methacryloyl-loxychalcone)), PMCh-F(poly

(4-fluoro-4'-methacryloyloxychalcone)), PVCi((poly(vinyl cinnamate)) 그리고, PMCi (poly(2-methacryloyloxyethyl cinnamate)) 등의 4종류의 광배향재료의 합성에 관하여 보고되었다¹¹⁾.

또한, 광중합된 모노레이어(PDML : photo-dimerized monolayer)와 러빙처리된 폴리이미드 (PI) 표면에서의 극각방향의 결합에너지에 관하여 D. Shenoy등이 보고하였다¹²⁾. 본 연구에서는 새로운 광배향 재료인 PCEMA를 합성하고 PCEMA를 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율 특성 및 응답특성 등에 관하여 보고한다.

2. 실험

그림 1에 PCEMA와 PVCi의 분자구조를 나타내었다. 본 연구에서 합성한 PCEMA는 이전의 논문⁷⁾에서 발표된 PMCi와 유사한 구조를 가지고 있으나 OH기가 부가되어 있는 co-polymer의 형태로 되어 있는 것이 큰 차이이다. PCEMA의 합성법은 먼저 Poly 2-hydroxyethyl methacrylate(P-HEMA)을 적은양의 DMF로 녹인 후 같은 양의 pyridine을 넣어주었다. 그리고 광량의 cinnamoyl chloride(molar ratio=1.5:1)를 DMF에 녹여 drop-

* : 숭실대학교 전기공학과
(서울시 동작구 상도5동 1-1, Fax : 02-817-7961 E-mail : dsseo@ee.soongsil.ac.kr)

** : 한양대학교 공업화학과
1999년 3월 30일 접수, 1999년 7월 6일 심사완료

ping funnel을 이용 천천히 넣어주었다. 상온에서 24시간 교반한 후 methanol에 침전하고 거른다. 얻어진 고체를 50℃의 vacuum oven에서 이틀간 건조하였다. 그리고 NMR분석을 이용하여 cinnamoly group이 약94% 붙어있음을 확인하였다. 폴리머는 스펀코팅법을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide) 전극이 부착된 기판위에 코팅되었으며, 160℃에서 1시간 동안 열처리되었다. 배향막의 두께는 400Å이다. 기판표면에 수직 조사된 UV광은 500W의 Xe램프를 사용하였으며, 사용한 필터의 파장은 365nm이다. 광배향 셀과 비교하기 위하여 중간정도로 러빙처리된 (러빙강도 M=0.5mm) PI 표면을 이용한 러빙처리셀을 제작하였다. 러빙강도에 대하여는 이전의 논문에서 상세히 정의하였다^{1, 2)}. 제작한 TN-LCD의 셀 두께는 5μm으로 하였으며 사용한 네마틱 액정은 불소계열의 혼합형 네마틱 액정(fluorinated type mixture : T_c=87℃)이다. 액정배향 상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며 V-T특성 및 응답특성은 실온에서 측정하였다.

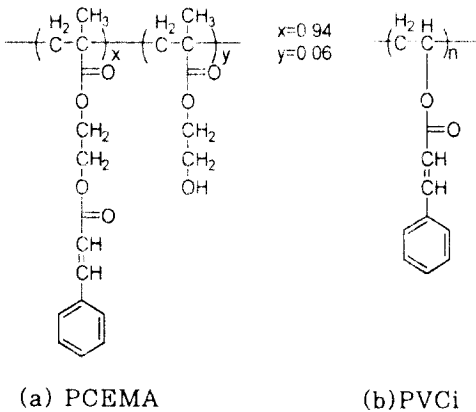


그림 1. 사용한 PCEMA 및 PVCi 폴리머의 구조.
Fig. 1. Chemical structure of PCEMA and PVCi used in this study.

3. 결과 및 고찰

그림 2에 2분간 광중합한 PCEMA를 이용한 광배향 TN-LCD의 on-off 특성을 나타내었다. 인가전압 5(V)에 대한 on-off특성은 매우 양호한 콘트라스트를 나타냄을 알 수 있다. 즉, 2분간 광중합된 PCEMA는 균일한 액정배향을 상태를 나타냄을 알

수 있다. 그림 3에 PCEMA와 PVCi표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T특성을 나타내었다. PCEMA(30sec)를 이용한 광배향 TN-LCD는 임계치 전압이 높은 경향을 나타내었다. 그러나 PCEMA(30sec)를 이용한 광배향 TN-LCD는 PVCi(30sec.)표면을 이용한 광배향 TN-LCD보다 임계치 특성이 매우 양호한 상태를 나타내었다. 그리고 PCEMA표면에서 UV광의 조사시간이 증가함에 따라 임계치 특성이 향상됨을 알 수 있다. 이러한 결과는 광분해 반응을 이용한 광배향 TN-LCD에서의 결과와 유사한 경향을 나타내고 있다⁹⁾.

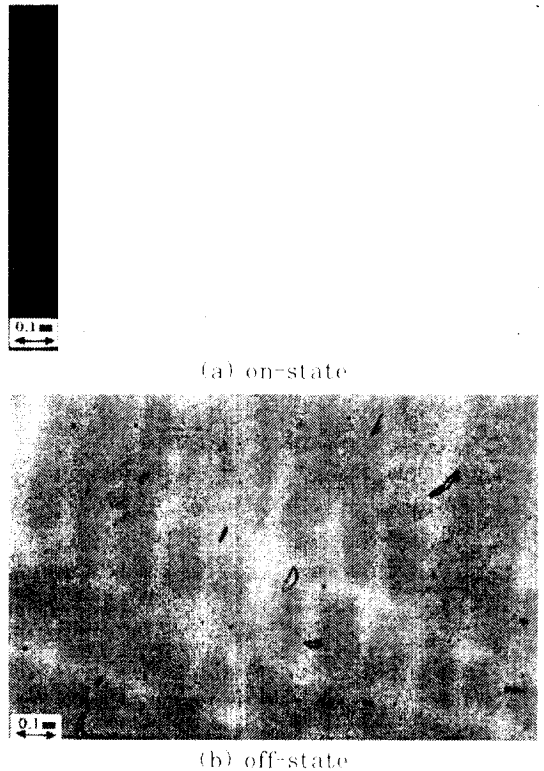


그림 2. 2분간 광중합된 PCEMA를 이용한 광배향 TN-LCD의 편광현미경 사진
Fig. 2. Microphotograph of photo-aligned TN-LCD on photo-dimerized PCEMA surface(in crossed Nicols)

즉, UV광의 조사시간의 증가와 함께 액정배향특성이 향상되며, 그 결과로 임계치 특성이 향상되는 것으로 생각 할 수 있다. 표 1에 여러종류의 광배향 TN-

LCD의 임계치전압을 나타내었다. 임계치전압을 나타내는 V_{90} 은 PVCi가 가장 높은 2.68(V)를 나타내었으며, PCEMA는 약 2.1(V)로 러빙처리된 PI와 거의 동일하며 매우 우수한 임계치 특성을 나타내었다.

그림 4에 PCEMA와 PVCi표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성을 나타내었다. PCEMA(30sec)를 이용한 광배향 TN-LCD는 투과율이 낮은 경향을 나타내었다. 그리고, PCEMA(30 sec) 표면을 이용한 광배향 TN-LCD는 다른 PCEMA셀

보다 응답특성이 좋지 않은 경향을 나타내었다. 즉 PCEMA(1 min.) 및 PCEMA(2 min.) 표면에서 매우 안정한 응답특성을 나타내었다. 이러한 결과로부터 UV광의 조사시간이 증가함에 따라 광배향 TN-LCD의 응답특성이 향상됨을 알 수 있다. 표 2에서 여러 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답시간을 나타내었다. UV광이 1 min. 및 2 min 간 조사된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD에서 각각 29 ms 및 34 ms가 얻어

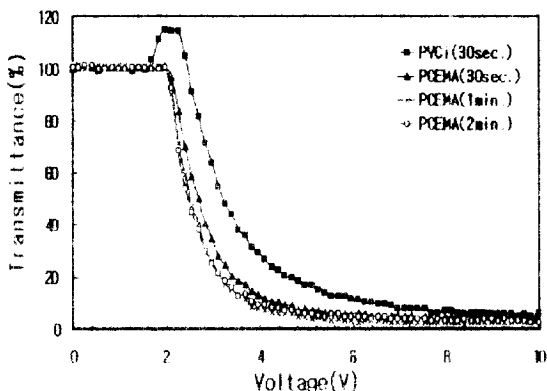


그림 3. PCEMA와 PVCi표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T특성.

Fig. 3. Voltage-transmittance characteristics of photo-aligned TN-LCD on photo-dimerized PCEMA and PVCi surface.

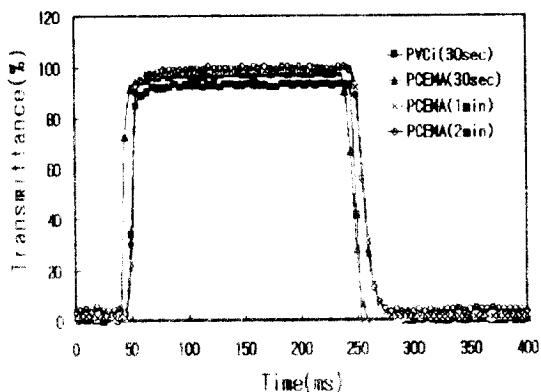


그림 4. PCEMA와 PVCi표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성

Fig. 4. Response time characteristics for photo-aligned TN-LCD and photo-dimerized PCEMA and PVCi surfaces

표 1. 여러종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 임계치 전압.

Table 1. Threshold voltage for various photo-aligned TN-LCD and rubbing aligned TN-LCD.

Orientation Film	Voltage	
	V_{90}	V_{10}
PVCi(30sec)	2.68	6.41
PCEMA(30sec)	2.16	4.35
PCEMA(1min.)	2.10	3.76
PCEMA(2min.)	2.10	3.93
Rubbed PI	1.99	3.39

* V_{90} 은 투과율이 90%일 때의 전압, V_{10} 은 투과율이 10%일 때의 전압

표 2. 여러종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답속도.

Table 2. Response time for various photo-aligned TN-LCD and rubbing-aligned TN-LCD

Orientation Film	Time		
	Rising time τ_r (ms)	Decay time τ_d (ms)	Response time τ (ms)
PVCi(30sec)	16		
PCEMA(30sec)	9.2		
PCEMA(1min.)	6.8	22	28.8
PCEMA(2min.)	11.2	23.2	34.4
Rubbed PI	8.4	26.0	34.4

켰으며 이 결과는 러빙처리된 TN-LCD와 거의 동등한 특성을 나타내었다. 이러한 결과로부터 본 연구에서 새로 합성한 광배향 재료인 PCEMA는 V-T 특성 및 응답특성 모두 우수한 특성을 나타내었으며, 광조사 시간의 증가와 함께 배향 특성이 향상되는 것으로 생각할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 광배향재료인 PCEMA를 합성하였으며, 광중합된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 연구하였다. 편광된 UV광의 수직 조사에 의하여 광중합된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 on-off 상태는 매우 양호하였다. 그리고 광중합된 PCEMA 표면에서의 광배향 TN-LCD의 V-T 특성은 기존의 PVCi 보다 양호한 특성을 나타내었다. 광중합된 PCEMA를 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T특성은 UV광의 조사시간이 증가함에 따라 임계치 특성이 향상되는 경향을 나타내었다. 또한, 광중합된 PCEMA는 PVCi 보다 우수한 응답특성을 나타내었으며 UV광의 조사시간이 1분 이상에서는 특성이 보다 향상되는 경향을 나타내었다. 즉 본 연구에서 합성한 PCEMA의 광배향 TN-LCD는 PVCi의 광배향 TN-LCD 보다 액정배향이 뛰어난 것을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 98학제간연구(E00022)의 연구비지원에 의하여 수행되었습니다.

참 고 문 헌

[1] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angles in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned on polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 213, pp. 223-228, 1992.

[2] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Study of the pretilt angle for 5CB on rubbed polyimide films containing trifluoromethyl moiety and analysis of the surface atomic concentration of F/C(%) with an electro spectroscopy for

chemical analysis", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 61, pp. 2392-2394, 1992.

[3] D.-S. Seo, "Effect of surface order parameter on polar anchoring energy in NLC on weakly rubbed polyimide surface", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 11, No. 12, pp. 1128-1132, 1998.

[4] D.-S. Seo, 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. 23-28, 1995.

[5] M. Schadt, K. Schmitt, V. Kozinkov, and V. Chigrinov, "Surface-induced parallel alignment of liquid crystals by linearly polarized photopolymers", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 32, pp. 2155-2164, 1992.

[6] T. Hashimoto, T. Sugiyama, K. Katoh, T. Saitoh, H. Suzuki, Y. Jimura, and S. Kobayashi, "TN-LCD with quartered subpixels using polarized UV-light-irradiated polymer orientation films", *SID 95 digest paper*, H. 4, pp. 877-880, 1995.

[7] Y. Makita, T. Ogawa, S. Kimura, S. Nakata, M. Kimura, Y. Matsuki, and Y. Takeuchi, "New photo alignment materials containing chalcone structures", *IDW 97*, pp. 363-366, 1997.

[8] D. Shenoy, K. Grueneberg, J. Nacin, and R. Shaahidhar, "Photo-dimerized monolayer (PDM) versus rubbed polyimide (RPI) : a comparison of electro-optic properties", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 37, pp. L1326-L1329, 1998.

[9] 서대식, 이정호, 이창훈, "폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV광 조사에 의한 프리틸트각 발생과 전기광학특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 11, No. 10, pp. 878-884, 1998.

[10] 서대식, 한정민, 박두석, "경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 발생 및 광배향 TN-LCD의 전기광학특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 11, No. 10, pp. 911-917, 1998.