

PCEMA 광폴리머의 광중합 작용을 이용한 액정배향

Liquid crystal alignment by photo-dimerization reaction of PCEMA photo polymer

황정연 송실대학교 공과대학 전기공학과
서대식 송실대학교 공과대학 전기공학과

Jeoung-Yeon Hwang Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
Dae-Shik Seo Dept. of Electrical Eng., Soongsil University

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

러빙처리법은 러빙시에 발생하는 정전기 및 오물 등에 의하여 TFT (thin-film-transistor) 소자를 파괴시키는 등의 단점을 가지고 있다.¹⁾ 그래서 러빙처리법을 대신하여 액정배향을 실현시키는 방법으로써 광중합법^{2,5)}, 광분해법⁶⁾ 등이 연구되고 있다. 이전의 논문에서 M.Schadt 등에 의하여 광중합된 PVCi 표면에서의 액정배향 및 전기광학특성 등이 발표되었다. 최근 Y.Makita 등에 의하여 PMCh(poly(4'-methacryloyloxychalcone)), PMCh-F(poly(4-fluoro-4'-methacryloyloxychalcone)), PVCi ((poly(vinyl cinnamate)) 그리고, PMCi (poly(2-methacryloyloxyethyl cinnamate)) 등의 4종류의 광배향재료의 합성에 관하여 보고되었다.⁴⁾

또한, 광중합된 모노레이어 (PDML : photo-dimerized monolayer) 와 러빙처리된 폴리이미드 (PI) 표면에서의 극각방향의 결합에너지에 관하여 D.Shenoy등이 보고하였다.⁵⁾

본 연구에서는 새로운 광배향 재료인 PCEMA를 합성하

고 PCEMA를 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율 특성 및 응답특성 등에 관하여 보고한다.

2. 실 험

그림 1 에 PCEMA와 PVCi의 분자구조를 나타내었다. 본 연구에서 합성한 PCEMA는 이전의 논문에서 발표된 PMCi와 유사한 구조를 가지고 있으나 OH기가 부가되어 있는 co-polymer의 형태로 되어 있는 것이 큰 차이이다. PCEMA의 합성법은 먼저Poly 2-hydroxyethyl methacrylate(P-HEMA)를 적은 양의 DMF로 녹인 후 같은 양의 pyridine을 넣어주었다. 그리고 광량의 cinnamoyl chloride (molar ratio =1.5:1)를 DMF에 녹여 dropping funnel을 이용 천천히 넣어주었다. 상온에서 24시간 교반한 후 methanol에 침전하고 거른다. 얻어진 고체를 50°C의 vacuum oven에서 이틀간 건조하였다. 그리고 NMR

분석을 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.¹¹ 제작한 TN-LCD의 셀 두께는 5µm으로 하였으며 사용한 네마틱 액정은 불소계열의 혼합형 네마틱 액정 (fluorinated type mixture; T_c=87℃)이다. 액정배향상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며 V-T특성 및 응답특성은 실온에서 측정하였다.

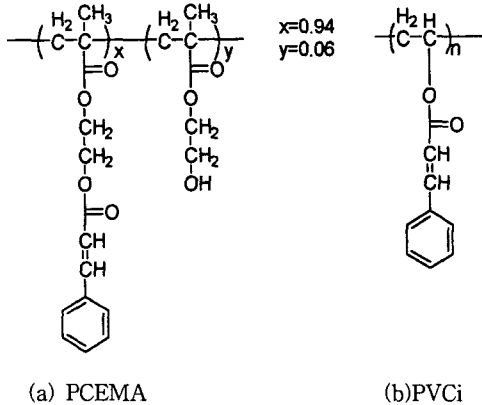


그림 1. 사용한 PCEMA 및 PVCi 폴리머의 구조.
Fig.1. Chemical structure of PCEMA and PVCi used in this study.

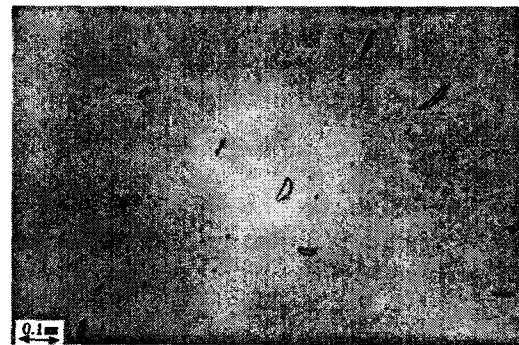
3. 결과 및 고찰

그림 2 에 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 액정 배향을 상태를 나타냄을 알 수 있다. 그림 3 에 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 있다.



(a) on-state



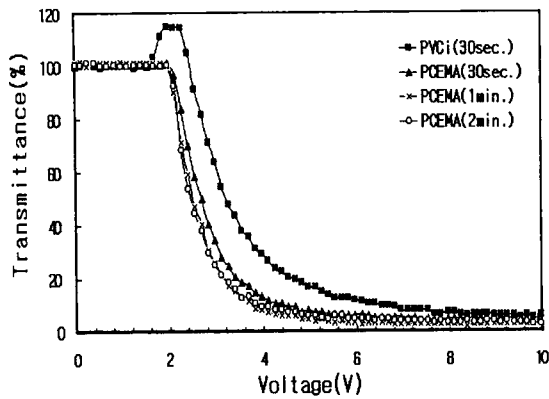
(b) off-state

그림 2. 2 분간 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 생각할 수 있다. 표 1 에 여러 종류의 광배향 TN-LCD의 임계치전압을 나타내었다. 임계치전압을 나타내는 V₉₀은 PVCi가 가장 높은 2.68 (V)을 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 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.

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

Table1. Threshold voltage for various photo-aligned TN-LCD and rubbing aligned TN-LCD.

Voltage 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

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 얻어졌으며 이 결과는 러빙처리된 TN-LCD와 거의 동등한 특성을 나타내었다. 이러한 결과로부터 본 연구에서 새로 합성한 광배향 재료인 PCEMA는 V-T특성 및 응답특성 모두 우수한 특성을 나타내었으며, 광조사 시간의 증가와 함께 배향 특성이 향상되는

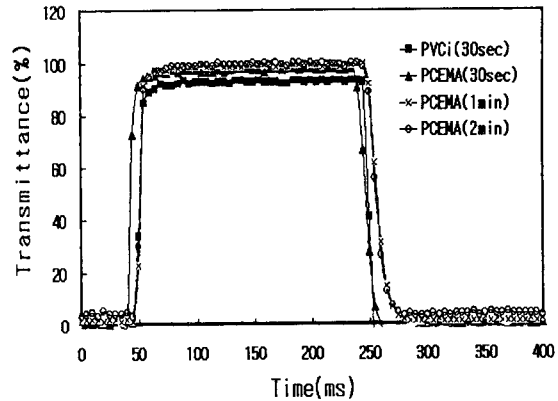


그림 4. PCEMA 와 PVCi표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성

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

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	Decay time	Response time
	τ_r (ms)	τ_d (ms)	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	

것으로 생각할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 광배향재료인 PCEMA를 합성하였으며, 광중합된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 검토하였다. 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.

참고 문헌

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] T.Hashimoto, T.Sugiyama, K.Katoh, T.Saitoh, H.Suzuki, Y.Imura, and S.Kobayashi, "TN-LCD with quartered subpixels using polarized UV-light-irradiated polymer orientation films", *SID 95 digest paper*, 41.4, pp.877-880, 1995.
- [4] Y.Makita, T.Ogawa, S.Kimura, S.Nakata, M.Kimura, Y.Matsuki, and Y.Takeucchi, "New photo alignment materials containing chalcone structures", *IDW 97*, pp.363-366, 1997.
- [5] D.Shenoy, K.Grueneberg, J.Nacin, and R.Shashidhar, "Photo-dimerized monolayer (PDML) versus rubbed polyimide (RPI): a comparison of electro-optic properties", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol. 37, pp.L1326-1329, 1998.
- [6] 서 대 식, 이 정 호, 이 창 훈, "폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV광 조사에 의한 프리틸트각 발생과 전기광학특성, 전기전자재료학회논문지,