

PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성

*황정연, *박상건, *박태규, *서대식, **서동학
*숭실대학교 공과대학 전기공학과, ** 한양대 공업화학과

Electro-optical (EO) characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surfaces

*Jeoung-Yeon Hwang, *Sang-Gun Park, * Tae-Kyu park, *Dae-Shik Seo, **Dong Hwak Suh
*Dept. of Electrical Eng., Soongsil University
**Dept. of Industrial Chemical, Hanyang University.

Abstract - We synthesised a photo-alignment material of PM4Ch (poly(4-methacryloyloxychalcone)). The electro-optical (EO) characteristics of photo-aligned twisted nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) with linearly polarized ultraviolet (UV) light irradiation on PM4Ch surface were investigated. The uniform alignment of NLC with polarized UV light irradiation on PM4Ch surface was measured. Also, We had The excellent voltage-transmittance characteristics of photo-aligned TN-LCD. The low threshold voltage of photo-aligned TN-LCD was measured. Moreover, the fast response time of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch was successfully achieved. Finally The reduction DC voltage of photo-aligned TN-LCD decreases with increasing the UV light irradiation time on photo-dimerized PM4Ch surface.

ITO(indium-tin-oxide)전극이 부착된 기판위에 코팅되었으며, 150°C에서 1시간 동안 열처리되었다. 배향막의 두께는 400Å 이다. 기판표면에 수직 조사된 UV광은 500W의 Xe 램프를 사용하였으며, 사용한 필터의 파장은 365nm이다. 광배향 셀과 비교하기 위하여 중간정도로 러빙처리된 (러빙강도 M=0.5mm) PI 표면을 이용한 러빙처리셀을 제작하였다. 러빙강도에 대하여는 이전의 논문에서 정의하였다.^{1,2)} 제작한 TN-LCD의 셀 두께는 5µm으로 하였으며 사용한 네마틱 액정은 불소계열의 혼합형 네마틱 액정 (fluorinated type mixture; T_c=87°C) 이다. 액정배향상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답특성, 전압-용량 특성 등은 실온에서 측정하였다.

1. 서 론

오늘날 사용 되고 있는 모든 액정디스플레이 (LCD) 소자는 기판 위에 액정분자를 배열시키기 위하여 기계적인 러빙처리법을 이용하고 있다. 러빙처리법은 폴리이미드 표면을 러빙천으로 문지름으로써 고분자를 일정한 방향으로 재배열시켜 그 방향으로 액정 분자를 배열시키는 방법이다.¹⁻³⁾ 폴리이미드 표면을 이용한 러빙처리법은 빛의 투과도가 좋고, 배향이 안정하고, 대량생산이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 반면에 러빙 처리법은 러빙시에 발생하는 정전기 및 오물 등에 의하여 TFT 소자를 파괴시키는 등의 단점을 가지고 있다.⁴⁾ 그래서 러빙처리법을 사용하지 않는 액정배향법으로써 광중합법⁵⁻⁷⁾, 광분해법^{8,9)} 등이 연구되고 있다. 광중합법에 있어서 M.Schadt 등은 광중합된 PVCi 표면에서의 액정 배향 효과 및 전기광학특성 등에 대하여 보고하였다.⁵⁾ 최근, Y.Makita 등에 의하여PMCh(poly(4'-methacryloyloxy chalcone)),PMCh-F(poly(4-fluoro-4'-methacryloyloxy chalcone)), PVCi ((poly(vinyl cinnamate)) 그리고 PMCi (poly(2-methacryloyloxyethylcinnamate))등의 4 종류의 광배향 재료의 합성이 보고 되었다.⁷⁾ 또한 본 연구그룹은 새로운 광배향 재료인 PCEMA (poly(cinnamoliethyl methacrylate)) 를 이용한 광배향 TN-LCD의 전기 광학적인 특성에 대하여 보고 하였다.¹⁰⁾

본 연구에서는 광배향 재료인 PM4Ch를 합성하고 PM4Ch를 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율, 특성 응답 특성, 전압-용량 특성 등에 대하여 검토하였다.

2. 본 론

2.1 실험

그림 1 에 PM4Ch의 분자구조를 나타내었으며, 합성법을 그림 2 에 나타내었다. PM4Ch 는 스피노딩법을 이용하여

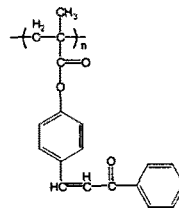


그림1. PM4Ch 폴리머의 구조.

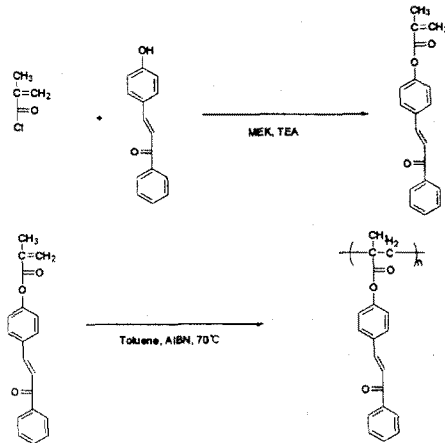
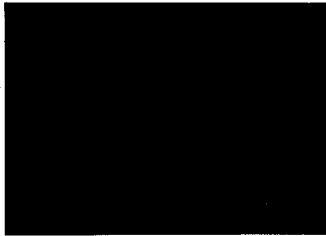


그림2. PM4Ch 합성 방법

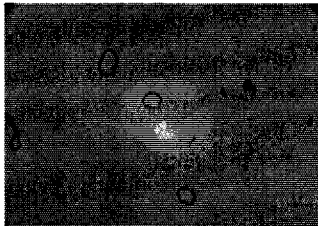
2.2 결과 및 고찰

그림 3 에 1 분간 광중합된 PM4Ch를 이용한 광배향 TN-LCD의 on-off 특성을 나타내었다. 인가 전압 5 (V)에 대한 on-off 특성은 매우 양호한 콘트라스트를 나타내었다. 즉, 1 분간 광중합된 PM4Ch는 균일한 액정배향을 나타냄을 알 수 있다. 그림 4 에 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T특성을 나타내었다. PM4Ch(1min.)를 이용한 TN-LCD가

가장 우수한 V-T특성을 나타내고 있다. 그러나 PM4Ch (30 sec)를 이용한 광배향 TN-LCD는 PM4Ch (1 min.), PM4Ch (2 min.)표면을 이용한 광배향 TN-LCD보다 임계치 특성이 좋지 않음을 알 수 있다. 즉 광증합반응이 1 min. 정도의 짧은 시간에서 양호한 V-T특성을 얻을 수 있었다.



(a) on state



(b) off state

그림 3. 1 분간 광증합된 PM4Ch를 이용한 광배향 TN-LCD의 편광현미경 사진

표 1 에 3 종류의 광배향 TN-LCD의 임계치 전압을 나타내었다. 임계치 전압을 나타내는 V_{90} 은 모두 1.8 (V) 정도로 낮은 값을 나타내었으며, 1 분에서는 약 1.84 (V)로 매우 우수한 임계치 특성을 나타내었다.

그림 5 에 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타내었다. 3 종류 모두 양호한 응답특성을 나타내고 있다. 표 2 에서 3 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답시간을 나타내었다. UV광이 1 min. 및 2 min.간 조사된 PM4Ch표면을 이용한 광배향 TN-LCD에서 각각 23.9 ms 및 22.7 ms가 얻어졌으며 이 결과는 러빙처리된 TN-LCD보다 응답시간이 빠르다는 것을 알 수 있다. 그리고 이전의 논문에서 보고한 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD¹⁰⁾ 보다 응답 특성이 매우 향상 되었음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서 새로 합성한 광배향 재료인 PM4Ch는 V-T 및 응답특성 모두 매우 우수한 특성을 나타내었으며, 광조사 시간이 1 min.에서 양호한 것으로 생각할 수 있다.

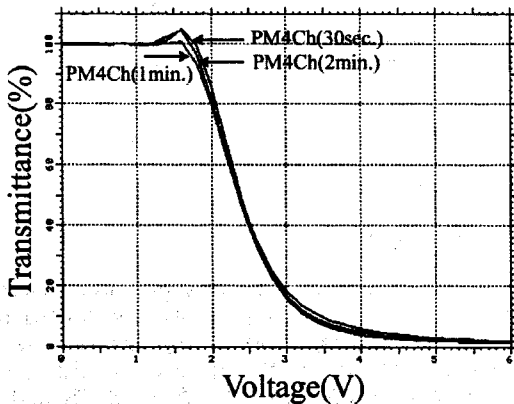


그림4. PM4Ch표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T특성

표 1. 3 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 임계치 전압.

Voltage Orientation Film	V_{90}	V_{10}
	PM4Ch (30 sec)	1.87
PM4Ch (1 min.)	1.84	3.19
PM4Ch (2 min.)	1.83	3.31
Rubbed PI	1.99	3.39

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

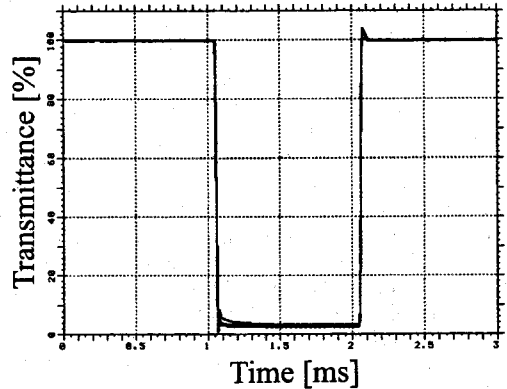
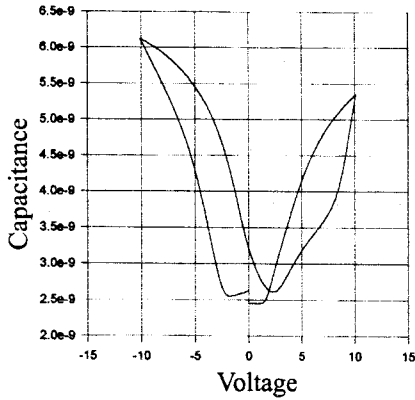


그림 5. PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성

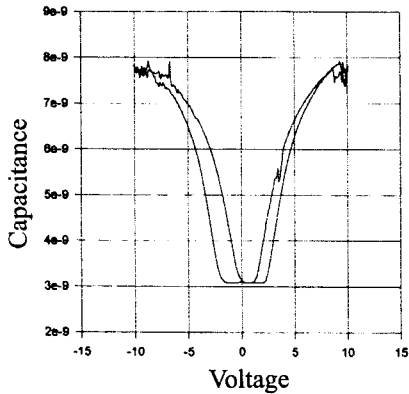
표 2. 3 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답속도

Time Orientation Film	Rising time t_r (ms)	Decay time t_d (ms)	Response time τ (ms)
	PM4Ch (30 sec)	10.74	13.12
PM4Ch (1 min.)	10.89	13.05	28.94
PM4Ch (2 min.)	10.09	12.69	22.78
Rubbed PI	8.4	26.0	34.4

그림 6 에 PM4ch (30sec.) 및 PM4ch (2 min.) 을 이용한 광배향 TN-LCD 에서의 전압-용량특성을 나타내었다. 그림 5 (a) 의 PM4ch (30 sec.) 에서는 전압-용량 특성이 약간 비대칭이며 잔류 DC 전압은 약 3.5 (V) 정도를 나타내었다. 이러한 비대칭적인 전압-용량 특성은 액정셀의 내부 이온이 영향을 미치는 것으로 생각 할 수 있다. 반면에 그림 5 (b) 의 PM4ch (2 min.)에서는 전압-용량 특성이 비대칭이지만 잔류 DC 전압이 1.5 (V) 로 PM4ch (30 sec.) 보다 낮은 전압을 나타 내었다. 따라서 PM4ch 표면에서는 광조사 시간이 증가함에 따라 잔류 DC 전압이 감소함을 알 수 있다. 이러한 셀의 잔류 DC 전압은 배향막 및 액정셀의 조건 등에 크게 의존하며 LCD의 화면 잔상 등에 영향을 미치므로 응용에 있어서 중요한 특성중의 하나이다. 이러한 결과로 부터 PM4ch 표면에서의 액정배향 특성은 PVC 및 PCEMA 표면 보다 우수하다는 것을 알 수 있다



(a) PM4Ch(30sec.)



(b) PM4Ch(2min.)

그림6. PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 잔류 용량 특성.

3. 결 론

본 연구에서는 광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 특성, 응답특성, 잔류DC 전압에 대하여 검토하였다. 편광 UV광의 수직 조사에 의하여 광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 콘트라스트는 매우 양호함을 알 수 있었다. 그리고 광중합된 PM4Ch 표면에서의 광배향 TN-LCD의 V-T 특성은 양호한 특성을 나타내었다. 또한, 광중합된 PM4Ch를 이용한 광배향 TN-LCD의 응답시간은 약 22.7ms 로 매우 우수한 응답시간을 나타내었다. 그리고 PM4Ch표면에서의 잔류 DC 전압은 UV광 조사 시간의 증가와 함께 감소함을 알 수 있었다. 즉 본 연구에서 합성한 PM4Ch의 광배향 TN-LCD는 액정배향이 매우 우수하며 배향막으로써 기대가 크다고 할 수 있다.

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.Iimura, 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.
- [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] 서대식, 이정호, 이창훈, "폴리이미드막 표면에 직선 편광된 UV광 조사에 의한 프리틸트각 발생과 전기광학특성, 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.878-884, 1998.
- [9] 서대식, 한정민, 박두석, "경사진 자외선 조사를 이용한 네마틱액정의 프리틸트각의 발생 및 광배향 TN-LCD의 전기광학특성, 전기전자재료학회논문지, Vol. 11, No. 10, pp.911-917, 1998.
- [10] 황정연, 서대식, 박희로, 서동학, "광중합된 PCEMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성", 전기전자재료학회논문지 (개제예정).