

광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 액정배향효과

논문
12-10-16

Effects of liquid crystal alignment on photo-dimerized PM4Ch surface

황정연*, 서대식*, 서동학**, 김항률***

(Jeoung-Yeon Hwang*, Dae-Shik Seo*, Dong Hack Suh**, Hyang-Yul Kim***)

Abstract

In this study, we synthesised a photo-alignment material of PM4Ch(poly(4-methacryloyloxy chalcone)). 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. We had the uniform alignment of NLC with polarized UV light irradiation on PM4Ch surface. The excellent voltage-transmittance characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surfaces were obtained. Also, the fast response time of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surface was achieved. The reduction DC voltage of photo-aligned TN-LCD decreases with increasing the UV light irradiation time on PM4Ch surface.

Key Words(중요용어) : PM4Ch(Poly(4-methacryloyloxychalcone)), Photo-dimerization(광중합), EO characteristics(전기광학특성), Response time(응답속도)

1. 서 론

오늘날 사용되고 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 방법이다¹⁻²⁾. 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(thin-film-transistor) 소자를 파괴시키는 등의 단점을 가지고 있다³⁾. 그래서 러빙처리법을 사용하지 않는 액정배향법으로써 광중

합법⁴⁻⁷⁾, 광분해법⁸⁾ 등이 연구되고 있다. 광중합법에 있어서 M. Schadt 등은 광중합된 PVCi 표면에 서의 액정 배향 효과 및 전기광학특성 등에 대하여 보고하였다⁹⁾. 최근, Y. Makita 등에 의하여 PMCh(poly(4-methacryloyloxychalcone)), PMCh-F(poly(4-fluoro-4-methacryloyloxychalcone)), PVCi((poly(vinyl cinnamate)) 그리고 PMCi(poly(2-methacryloyloxyethylcinnamate))등의 4 종류의 광배향 재료의 합성이 보고되었다¹⁰⁾. 또한 본 연구그룹은 새로운 광배향 재료인 PCEMA(poly(cinnamoliethylmethacrylate))를 이용한 광배향 TN-LCD의 전기 광학적인 특성에 대하여 보고하였다¹⁰⁾.

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

2. 실험

그림 1에 PM4Ch의 분자구조를 나타내었다. PM4Ch은 합성법은 먼저 250ml flask에 4-

* : 숭실대학교 전기공학과
(서울특별시 동작구 상도5동 5가 1-1, Fax: 02-817-7961 E-mail : dsseo@ee.soongsil.ac.kr)

** : 한양대학교 공업화학과

*** : 현대전자 TFT-LCD 사업부

1999년 6월 15일 접수, 1999년 10월 6일 심사완료

hydroxy chalcone과 triethylamine을 2-butanon으로 녹인후 섭씨 5~0도로 맞춘 후 methacryloyl chloride를 2-butanon에 섞어 dropping funnel을 이용하여 30분간 상온에서 반응시킨다. 그리고 약 4시간동안 교반한 후 침전된 ammonium salt를 필터로 제거한다. 유기층을 5% 수산화나트륨 수용액과 물로 씻어내고 무수 magnesium sulfate로 물을 제거한다. 마지막으로 2-butanon을 evaporate 시킨다. 얻어진 고체를 재결정을 하여 순순한 M4Ch를 얻는다. Homo-polymerization은 AIBN을 개시제로 사용하여 섭씨 70도의 2-butanon 용액에서 수행한다. 48시간 후 반응물을 methanol에 부어 침전을 얻는다. Chloroform solution으로부터 methanol에 재침전을 하여 깨끗한 polymer를 얻는다. 폴리머는 스펀코팅법을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide)전극이 부착된 기판 위에 코팅되었으며, 150℃에서 1시간 동안 열처리되었다. 배향막의 두께는 400Å 이다. 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 정의하였다^{1,2}. 제작한 TN-LCD의 셀 두께는 5 m으로 하였으며 사용한 네마틱 액정은 불소계열의 혼합형 네마틱 액정 (fluorinated type mixture : T_c=87℃)이다. 액정배향상태를 평가하기 위하여 편광현미경을 사용하였으며 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답특성, 전압-용량 특성 등은 실온에서 측정하였다.

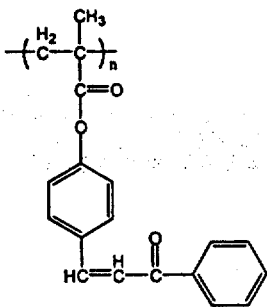


그림 1. PM4Ch의 분자 구조.
Fig. 1. Molecular structure of PM4Ch.

그림 2에 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 3에 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 특성을 나타내었다. PM4Ch(1 min.)를 이용한 광배향 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 광중합반응이 1 min. 정도의 짧은 시간에서 양호한 V-T특성을 얻을 수 있었다.

그림 2. 1 분간 광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 편광현미경 사진.
Fig. 2. Microphotograph of photo-aligned TN-LCD on photo-dimerized PM4Ch surface (in crossed Nicols).

3. 결과 및 고찰

표 1 에 3 종류의 광배향 TN-LCD의 임계치 전압

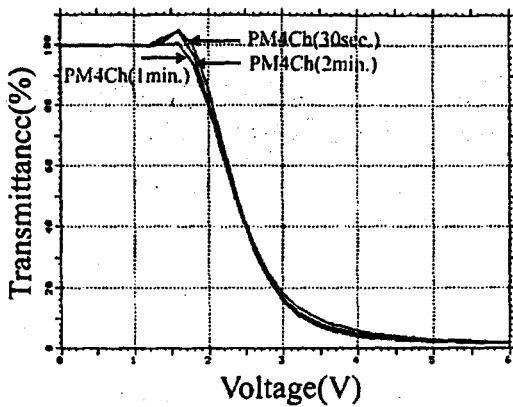


그림 3. PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 특성.

Fig. 3. Voltage-transmittance characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surface.

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

Table 1. Threshold voltage for three kinds of the photo-aligned TN-LCD and rubbing-aligned TN-LCD.

Orientation Film \ Voltage	V_{90}	V_{10}
PM4Ch (30 sec)	1.87	3.22
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

을 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 4에 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타내었다. 3 종류 모두 양호한 응답특성을 나타내고 있다. 표 2에서 3 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답시간을 나타내었다. UV광이 1 min. 및 2 min.간 조사된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD에서 각각 23.9 ms, 22.7ms가 얻어졌으며 이 결과는 러빙처리된 TN-LCD 보다 응답시간이 빠르다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 응답속도는 액정의 유전율과 셀 두께 d에 의존한다. 그러나 여기에는 러빙처리보

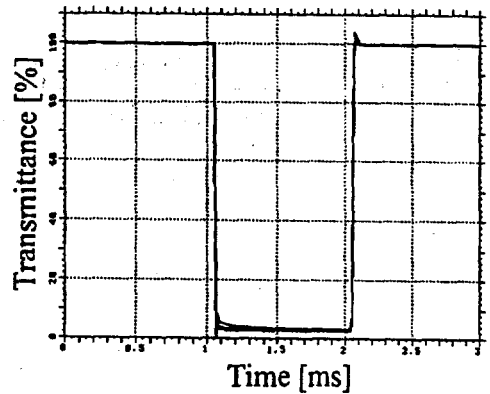


그림 4. PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성.

Fig. 4. Response time characteristics for photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surfaces.

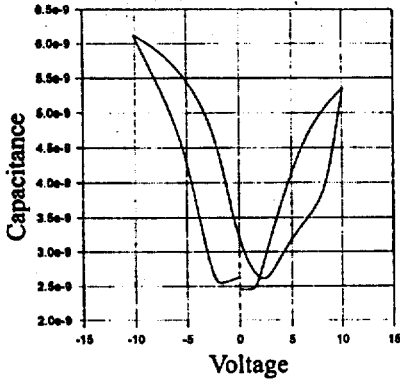
표 2. 3 종류의 광배향 TN-LCD와 러빙처리된 TN-LCD의 응답속도.

Table 2. Response time for three kinds of the photo-aligned TN-LCD and rubbing-aligned TN-LCD.

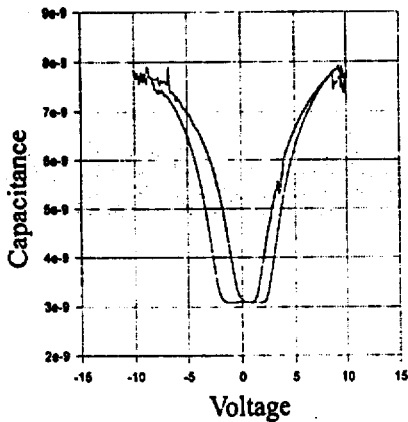
Orientation Film \ Time	Rising time τ_r (ms)	Decay time τ_d (ms)	Response time τ (ms)
PM4Ch (30 sec)	10.74	13.12	23.86
PM4Ch (1 min.)	10.89	13.05	23.90
PM4Ch (2 min.)	10.09	12.69	22.78
Rubbed PI	8.4	26.0	34.4

다 광증합 표면이 응답속도가 빠르게 나타나고 있음을 알 수 있다. 특히 하강시간 τ_d 가 빠른 경향을 나타내고 있다. 하강시간 τ_d 는 네마틱 액정과 배향층 표면과의 결합강도(anchoring force)가 관련이 되며 이 결과로부터 광증합 표면의 결합강도가 매우 강하다는 것을 알 수 있다. 그리고 이전의 논문에서 보고한 PCMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD¹⁰⁾ 보다 응답 특성이 매우 향상되었음을 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.

그림 5에 PM4ch(30sec.) 및 PM4ch(2 min.)을



(a) PM4ch(30 sec.)



(b) PM4ch(2 min.)

그림 5. PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 잔류 DC 특성.

Fig. 5. Reduction DC voltage characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surface.

이용한 광배향 TN-LCD에서의 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 나타내었다. 따라서 PM4ch 표면에서는 광조사 시간이 증가함에 따라 잔류 DC 전압

이 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 결과로부터 PM4ch 표면에서의 액정배향 특성은 PVCi(poly(vinyl)cinnamate) 및 PCMA 표면 보다 우수하다는 것을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 광배향 재료인 PM4Ch를 합성하였으며, 광증합된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 특성, 응답특성, 잔류DC 전압 등에 대하여 검토하였다. 편광된 UV광의 수직 조사에 의하여 광증합된 PM4Ch 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 콘트라스트는 매우 양호함을 알 수 있었다. 그리고 광증합된 PM4Ch 표면에서의 광배향 TN-LCD의 V-T 특성은 매우 양호한 특성을 나타내었다. 또한, 광증합된 PM4Ch를 이용한 광배향 TN-LCD의 응답시간은 약 22.7ms로 매우 우수한 응답특성을 나타내었다. 또한, 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.

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. 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. Takeucchi, "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, 광희로, 서동학, "광중합된 PCMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 12, No. 7, pp. 635-638, 1999.