

새로운 광 폴리머를 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성

Electro-optical characteristics of photo-aligned VA-LCD using a new photo-polymer

황정연 연세대학교 전기·컴퓨터공학과
서대식 연세대학교 전기·컴퓨터공학과

Jeoung-Yeon Hwang Dept. of Electrical and Computer Eng., Yonsei University
Dae-Shik Seo Dept. of Electrical and Computer Eng., Yonsei University

Abstract

A new photo-alignment material, copoly (PM4Ch-ChMA), copoly (poly (4-methacryloyloxy chalcone-chalconemethacryl) was synthesized and the electro-optical (EO) characteristics for the photo-aligned vertically aligned (VA)-LC display (LCD) were investigated. The monodomain alignment of the NLC for the photo-aligned VA-LCD by linearly polarized UV exposure on the photo-dimerized copoly (PM4Ch-ChMA) surfaces was observed. Excellent voltage-transmittance characteristics for the photo-aligned VA-LCD by UV exposure for 1 min. on the copoly (PM4Ch-ChMA) surfaces were achieved. The response time of the photo-aligned VA-LCD by UV exposure on for 1 min. the copoly (PM4Ch-ChMA) surfaces was about 39.3 ms. The response time for the photo-aligned VA-LCD decreased with increasing UV exposure time.

Key words(중요용어) : Copoly(PM4Ch-ChMA) , copoly(poly(4-methacryloyloxy chalcone-cholesteryl methacrylate), Photo-dimerization (광중합), Response time (응답 속도), EO characteristics (전기 광학 특성)

1. 서 론

LCD의 액정 배향에 가장 많이 사용되고 있는 러빙처리법은 배향이 안정하며 빛의 투과도가 좋고 대량생산이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 러빙처리법은 먼지나 오물등이 발생하는 단점을 가지고 있다. 그래서 최근 기계적인 러빙처리를 하지 않는 광배향법이 요구되고 있다.

최근, 여러 연구자들에 의해 광중합법을 이용한 액정 배향 효과가 보고 되고 있다.¹⁻⁷⁾ 본 연구에서는 cholconyl과 cholesteryl group을 copolymer로 합성한 새로운 수직 배향용 광배향 재료인 copoly(PM4Ch-ChMA)(copoly(poly(4-methacryloyloxychalcone-cholesteryl methacrylate)을 합성하고, 이를 이용한 광배향

VA-LCD의 전압-투과율 및 응답 특성 등에 대하여 검토하였다.

2. 실 험

그림 1 에 copoly (PM4Ch-ChMA)의 분자 구조를 나타내었다. Copoly (PM4Ch-ChMA)는 chalcone 을 side chain으로 갖는 PM4Ch와 수직 배향을 나타내는 콜레스틱을 side chain으로 하여 co-polymer 로 만든 것이다. 합성법은 첫번째로 단량체인 M4Ch (4-methacryloyloxy chalcone)을 합성하였다. 우선 플라스크에 4- hydroxy chalcone과 triethylamine을 넣고 2- butanone을 넣어 녹인다. 반응 온도를 0°C 로 유지시킨 후 dropping funnle을 이용하여

디스플레이 광소자분야

2-butanone에 섞은 methacryloylchloride를 30분에 걸쳐 첨가하였다. 그리고, 상온에서 약 4시간 동안 교반하였다. 반응이 끝난후 amine salt는 필터로 제거하고 5%의 NaOH수용액과 물로 추출하였다. 분리된 유기층의 수분을 제거하고 solvent를 증발시켜 원하는 product를 얻고 column으로 분리하였다. 두 번째로 ChMA (cholesteryl methacrylate)을 합성하였다. 먼저 플라스크에 cholesterol과 triethylamine을 넣고 chloroform을 넣어 녹인다. 그리고, 상온에서 dropping funnel을 이용하여 chloroform에 섞은 methacryloyl chloride를 30분에 걸쳐 첨가하였다. 상온에서 약 4시간 동안 교반하였다. 반응이 끝난 후 5%의 NaOH수용액과 물로 추출하였다. 분리된 유기층의 수분을 제거하고 solvent를 증발시켜 원하는 product를 얻고 EtOH로 재결정하였다. 마지막으로 위에서 합성한 두 단량체 M4Ch와 ChMA를 적절한 비율로 계산하여 플라스크에 넣은 후 toluene을 첨가하여 녹인다. 중합 개시제로 0.2 mol%의 AIBN을 넣고 반응기 안의 산소를 제거한 후 70°C에서 48시간 동안 반응시켰다. 반응 종료 후 MeOH에 침전하고 거른 후 건조하였다. 그리고, 재침전하여 깨끗한 product인 copoly (M4Ch-ChMA)를 얻는다.

폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 부착된 기판 위에 코팅되었으며, 150°C에서 1시간 동안 열처리 되었다. 사용한 UV 광원의 파장은 365nm이다. UV 광원은 500W의 Xe 램프를 사용하였으며 UV 광의 조사 시간은 1분, 3분, 7분 등으로 하였다. VA-LCD의 제작은 UV 조사의 입사 방향을 기준으로 하여 서로 반대 방향으로 마주보게 셀을 제작하였으며 두께는 약 4.25 μ m로 하였다. 사용한 액정은 부의 유전율 이방성을 가진 네마틱 액정이며($\Delta\epsilon=-3.8$) isotropic 상태에서 액정을 주입 한 후 10분간 핫 플레이트에서 열처리한 후 서냉하였다. 제작한 VA-LCD의 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경 사진을 관찰하였으며 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 및 응답 시간 등을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2 에 1 분간 광중합된 copoly (PM4Ch-ChMA)를 이용한 광배향 VA-LCD의 편광 현미경 사진을 나타내었다. 인가 전압 5 (V)에 대한 on-off 특성은 우수한 콘트라스트를 나타내었다. 따라서 1분간 광중합된 copoly (PM4Ch-ChMA)는 균일한 액정 배향을 나타냄을 알 수 있다. 그림 3 에 copoly (PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한

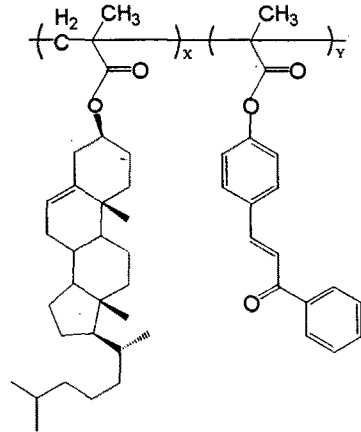
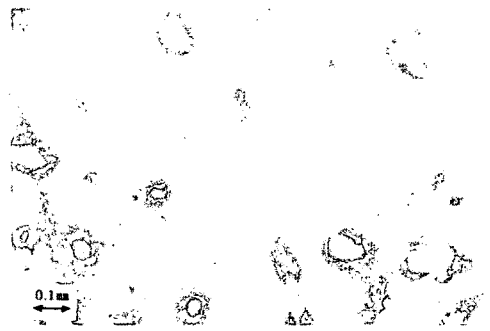
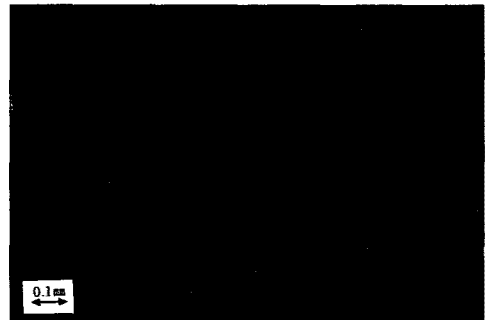


그림 1. Copoly(PM4Ch-ChMA)의 분자 구조.

Fig. 1. Molecular structure of copoly(PM4Ch-ChMA).



(a) on-state (5V)



(b) off-state

그림 2. Copoly(PM4Ch-ChMA) 표면에서 1 분간 광중합된 광배향 VA-LCD의 편광 현미경 사진.

Fig. 2. Microphotographs of the photo-aligned VA-LCD on photo-dimerized copoly(PM4Ch-ChMA) surface for 1 min.(in crossed Nicols).

광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이, 1분간 UV 조사된 광배향 VA-LCD가 가장 우수한 V-T 특성을 나타내고 있다. 그리고 3분, 7분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD는 투과율이 저하되는 경향이 관측되었다. 즉 UV 조사 시간이 증가할수록 광배향 VA-LCD의 투과율이 감소하는 함을 알 수 있었다. 따라서, 광중합 반응이 1분 정도의 짧은 시간에서 양호한 V-T 특성을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다.

그림 4는 copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 1분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD가 가장 양호한 응답 특성을 나타내고 있다. 그러나 UV 조사 시간이 증가할수록 투과율이 크게 감소함을 알 수 있다.

표 1 에 copoly(PM4Ch-ChMA)의 광중합을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답 시간을 나타내었다. UV광이 1분간 조사된 광배향 VA-LCD 는 39.3(ms)가 얻어졌으며 이 결과는 러빙 처리된 VA-LCD 와 거의 같은 정도이다. 그러나 UV 조사 시간 3분과 7분일 경우에는 60.5(ms)와 58.7(ms)로 응답 속도가 매우 저하되는 경향을 나타내었다.

표 1. 3 종류의 광배향 VA-LCD와 러빙처리된 VA-LCD의 응답 시간.

Table 1. Response times for three kinds of the photo-aligned VA-LCD's on the copoly (PM4Ch-ChMA) surface and rubbing-aligned VA-LCD

Orientation Film \ Time	Rising time τ_r (ms)	Decay time τ_d (ms)	Response time τ (ms)
copoly(PM4Ch-ChMA) (1 min.)	23.1	16.2	39.3
copoly(PM4Ch-ChMA) (3 min.)	50.4	16.1	66.5
copoly(PM4Ch-ChMA) (7 min.)	40.3	18.4	50.7
러빙처리한 VA-LCD	18.2	18.5	36.7

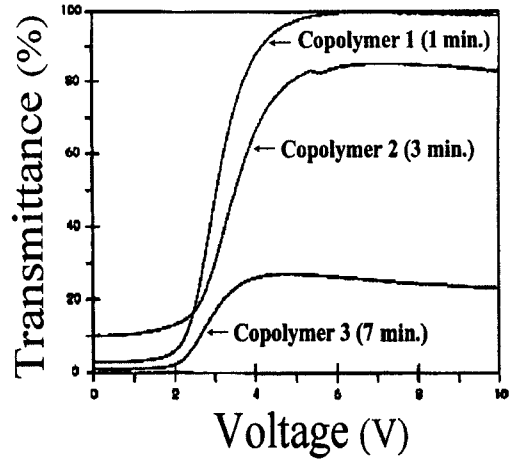


그림3 Copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T특성.

Fig.3. Voltage-transmittance characteristics for the photo-aligned VA-LCD's on the copoly (PM4Ch-ChMA) surfaces.

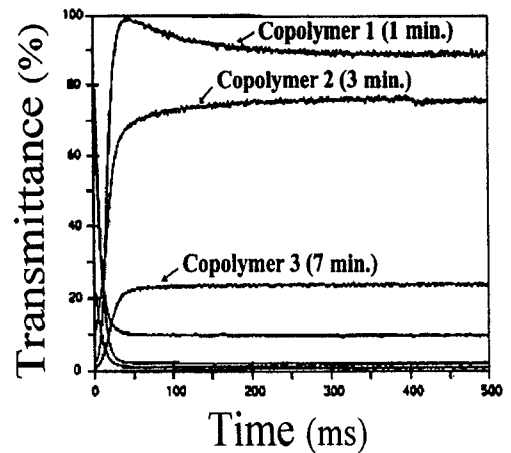


그림 4. Copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답 특성.

Fig. 4. Response time characteristics for the photo-aligned VA-LCD's on the copoly(PM4Ch-ChMA) surfaces.

디스플레이 광소자분야

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 수직 배향용 광배향 재료인 copoly(PM4Ch-ChMA)를 합성하였으며, 광중합된 copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성, 응답 특성 등에 대하여 검토하였다. 편광된 UV광의 수직 조사에 의하여 광중합된 copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 콘트라스트는 우수하였다. 그리고 광중합된 copoly(PM4Ch-ChMA) 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성은 UV 조사 시간이 1분에서 가장 우수한 특성을 나타내었다. 또한, 광중합된 copoly(PM4Ch-ChMA)를 이용한 광배향 VA-LCD의 응답시간은 약 39.3ms 로 러빙처리된 VA-LCD와 거의 같은 응답 특성을 나타내었다.

참고 문헌

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [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] X. Wang and J. L. West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", SID'97 digest paper, pp. 5-8, 1997.
- [6] M. Nishikawa, B. Tasher, and J. L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", SID' 98 , pp.131-134, 1998.
- [7] P. J. Shannon, W. M. Gibbons, and S. T. Sun, "Patterned optical properties in photo polymerized surface-aligned liquid-crystal films" , Nature , Vol. 368, pp.532-533, 1994.