

***N*-(phenyl)maleimide 표면에 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN 셀의 전기광학특성에 관한 연구**

A Study on Electro-Optical Characteristics of the TN Cell Photoaligned on the *N*-(phenyl)maleimide Surface using the UVLPH Photodimerization Method

황정연*, 김준영**, 김태호**, 서대식*, 김영식**

(Jeoung-Yeon Hwang*, Jun-Young Kim**, Tae-Ho Kim**, Dae-Shik Seo*, and Yeong-Sik Kim**)

Abstract

Electro-optical (EO) performances for the twisted-nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) photoaligned with linearly polarized UV exposure on the poly[4-(fluorocinnamate) phenylmaleimide] (PFCPMI) surfaces using a new photodimerization method were investigated. For a new UVLPH (UV linearly polarized during heating) photodimerization method, the photopolymer layers were exposed by linearly polarized UV dichroic polarizer without a specific UV filter during heating at 150°C. The Voltage-transmittance (V-T) curve without backflow bounce in the photoaligned TN-LCD with UV exposure on the PFCPMI surface for 10 min using the UVLPH photodimerization method was observed. For response time measurement, the transmittance characteristics of the photoaligned TN-LCD using the UVLPH photodimerization method on the photopolymer surface was better than that of the photoaligned TN-LCD using the UVLP photodimerization method under a room temperature.

Key Words : Poly[4-(fluorocinnamate)phenylmaleimide] (PFCPMI), Photodimerization method,
V-T characteristics, Response time

1. 서론

LCD(liquid crystal display)는 노트북 PC는 물론 액정모니터, 액정 TV, 디지털 카메라 그리고 의료기

* : 연세대학교 전기전자공학과

** : 성균관대학교 응용화학부 고분자시스템

*** : 단국대학교 첨단과학부 전자물리전공

(충남 천안시 안서동 산 29

FAX: 041-551-9229

E-mail : kimys@dankook.ac.kr)

2002년 1월 17일 접수, 2002년 3월 11일 1차 심사완료,
2002년 4월 25일 최종 심사완료

기등 여러 전자분야에 응용되고 있다. 액정을 실제 표시 소자에 응용하기 위해서는 액정의 균일한 배향이 필수적이며 현재 양산에 사용되고 있는 러빙처리법은 배향이 안정하며 공정이 단순하여 대량생산이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 러빙시에 섬유질로부터 발생하는 오물, 먼지, 정전기등의 발생으로 인한 LCD 소자의 표시특성을 감소시키는 원인이 된다. 따라서 러빙하지 않는 너러빙 배향법(rubbing-free method)이 요구되고 있다. 너러빙 배향법 중에서 광배향법은 러빙에 의한 공정상의 문제점들 즉, 오물의 발생, 세정공정의 추가 및 정전기로

인한 TFT의 파괴를 원천적으로 배제할 수 있는 공정으로 주목을 받고 있다[1-8]. 또한 최근 광배향을 이용하여 멀티도메인을 구현하여 시야각을 획기적으로 개선할 수 있는 방식이 속속 개발되고 있다. 그러나 현재까지 광배향 물질에 대한 신뢰성의 부족과 LCD 공정에 대한 열안정성의 부족, 약한 배향규제력 등 해결해야 할 과제가 많이 남아있다.

최근 광폴리머(아크릴계)의 T_g 근처의 온도로 열처리하면서 UV광을 조사하는 새로운 광중합법[5]을 사용하여 액정의 전기광학특성을 향상시켰으며, 또한 Kimura등에 의하여 이러한 새로운 광중합법을 사용하여 polar anchoring 에너지를 향상시킨 내용이 보고되었다[8]. 그러나 이러한 새로운 광중합법을 이용한 액정셀의 전기광학특성에 관한 보고는 미미한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 배향막으로 쓰이는 광폴리머의 주쇄구조가 기존의 아크릴 계열이 아닌 말레이미드 단독 중합체인 PFCPMI를 광폴리머로 사용하였다. 또한 광폴리머가 반응하는 UV 파장중에서 최대흡수파장을 광중합 반응으로 사용하는 일반 광배향법이 아닌 넓은 UV 흡수파장을 사용하는 UV linear dichroic polarizer를 사용하여 폴리머의 T_g 근처에서 열처리하면서 UV 조사하는 새로운 광중합법(UVLPH: linear polarizer during heating)을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성에 대하여 검토하였다.

2. 실험

광배향막 재료로서 불소 치환된 시나모일 그룹을 함유한 PFCPMI의 화학구조를 그림 1에 나타내었다.

폴리머는 스핀 코팅법 (3000rpm)을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide) 전극 위에 500Å으로 균일하게 코팅되었으며, 100°C에서 30분 동안 열처리되었다. Solvent는 monochlorobenzene와 1,2-dichloroethane을 사용하였다. 그림 2에 실험에 사용한 편광된 UV 광 조사 시스템을 나타내었다. 기판 표면에 조사된 UV 광은 500 W의 Mercury 램프(Oriel Instrument Co., Ltd.)를 사용하였으며, UV 필터가 없는 UV linear dichroic polarizer (230nm~700nm, Oriel Instrument Co., Ltd.)만 사용하였으며, UV 에너지 밀도는 15.5 mW/cm² 이다. 새로운 광배향법은 UV linear dichroic polarizer를 사용하여 150°C에서 열처

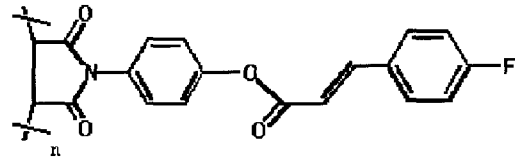


그림 1. 광배향용 말레이미드계 고분자의 화학구조.
Fig. 1. Chemical structure of maleimide based polymer for photoalignment

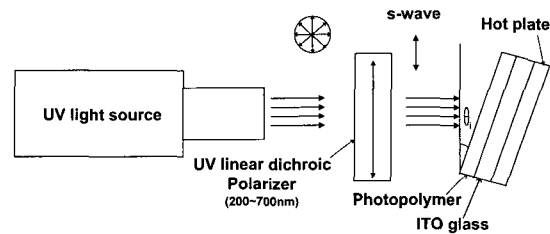


그림 2. UV 조사 시스템.

Fig. 2. UV exposure system.

리하면서 UV 조사하는 UVLPH(UV linear polarized during heating) 광중합법을 이용하였다. 또한 UV linear dichroic polarizer를 이용하여 상온에서 UV 조사하는 UVLP(UV linear polarizer) 광중합법을 사용하였다. 제작한 광배향 TN-LCD의 셀 두께는 5μm으로 조절하였다. 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 ($\Delta\epsilon=8.4$, fluorinated type mixture; $T_c=87^\circ\text{C}$) 이다. 광배향 TN-LCD의 전기 광학 특성을 평가하기 위하여 전압-투과율 (V-T) 특성, 응답 특성을 DMS (Display Measurement System, Autronic Co., Ltd.)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 3에 PFCPMI 표면에 UV 조사후 cinnamate group의 [2+2]cyclo-addition 반응을 나타내었다. 그림3에서 나타낸 바와 같이, PFCPMI는 조사된 UV 방향에 수직으로 광중합반응이 발생하였다.

그림 4(a)에 PFCPMI 표면에 10 분간 UV조사한 UVLP 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 편광 현미경 사진을 나타내었으며, 그림 4(b)에 PFCPMI 표면에 10 분간 UV조사한 UVLPH 광중합법을 이용

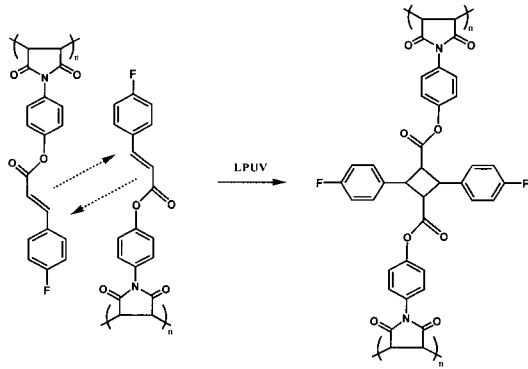
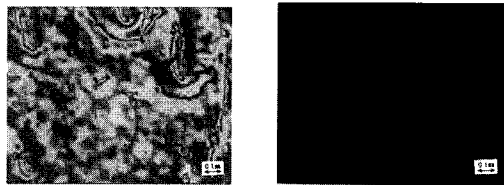
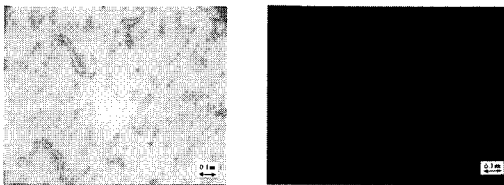


그림 3. PFCPMI 표면에서의 UV 조사에 의한 [2+2]cyclo-addition 반응.

Fig. 3. The [2+2]cyclo-addition reaction of cinnamate group by UV exposure on the PFCPMI surface.



■ off-state ■ on-state
(a) UVLP photodimerization method



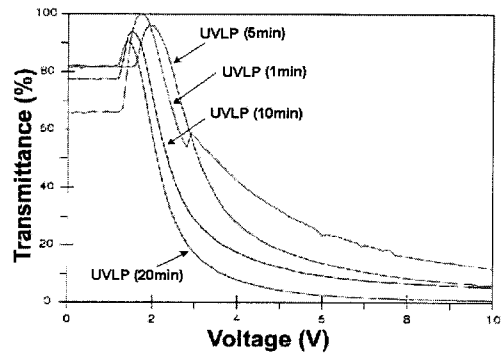
■ off-state ■ on-state
(b) UVLPH photodimerization method

그림 4. PFCPMI 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 네마틱 액정의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

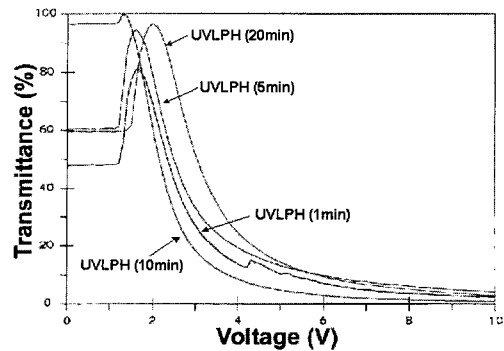
Fig. 4. Microphotographs of aligned NLC by annealing treatment in the TN-LCDs photoaligned on the PFCPMI surfaces (in crossed Nicols).

한 광배향 TN-LCD의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 4(a)와 (b)에 나타낸 바와 같이, 10분간 UV 조사된 광배향 TN-LCD는 인가 전압에 대한 on-off 특성이 매우 우수하였다.

그림 5(a)는 PFCPMI 표면에 UVLP 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림 5(a)에서와 같이 모든 UV 조사시간에 있어서 backflow bounce가 발생함을 알 수 있다. 이러한 Backflow bounce은 액정셀에 전압을 걸 때 액정분자들이 한 방향을 회전하지 못하고 액정 분자가 반대로 회전함으로 생기는 투과율의 텀 현상을



(a) UVLP photodimerization method



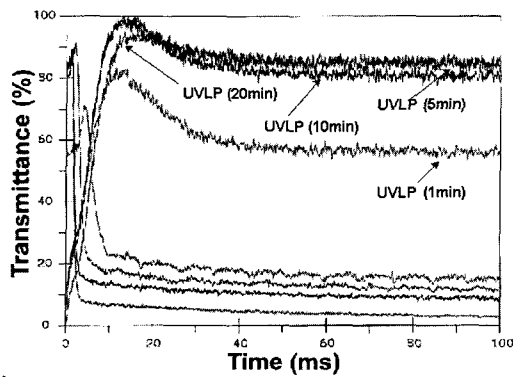
(b) UVLPH photodimerization method

그림 5. PFCPMI 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 곡선.

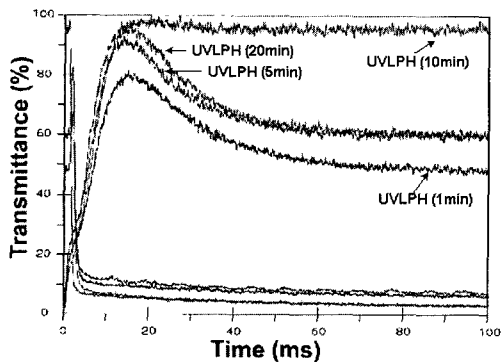
Fig. 5. V-T curves of the TN-LCDs photo-aligned on the PFCPMI surfaces.

말한다. 또한 UV 조사시간이 증가할수록 V-T 특성이 향상되지만 backflow bounce는 여전히 발생함을 알 수 있다.

그림 5(b)는 PFCPMI 표면에 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림 5(b)에 나타낸 바와 같이 10분간 UV 조사한 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD는 backflow bounce가 거의 없는 안정한 V-T 특성을 나타내었다. 이것은 150°C로 열처리하면서 UV linear dichroic polarizer를 사용하여 10분



(a) UVLP photodimerization method



(b) UVLPH photodimerization method

그림 6. PFCPMI 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성.

Fig. 6. Response time characteristics of the TN-LCDs photoaligned on the PFCPMI surfaces.

간 UV 조사하는 광중합법이 상온에서 UV 조사하는 광중합법보다 anchoring 에너지가 크기 때문에 backflow bounce가 발생하지 않음을 알 수 있다[5].

그림 6(a)는 PFCPMI 표면에 UVLP 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타낸다. UV 조사시간이 증가할수록 응답특성이 개선됨을 알 수 있다. 그러나 시간이 증가함에 따라 투과율이 10%나 감소하는 현상이 관측되었다. 그림 6(b)는 PFCPMI 표면에 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 그림 6(b)에서와 같이 UV 조사시간이 10분일 경우 시간이 경과됨에 따라 응답특성이 안정적임을 알 수 있다.

따라서, UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD가 UVLP 광중합법을 이용한 광배향보다 안정적인 전기광학특성을 나타냄을 알 수 있으며, 이것은 폴리머의 T_g 부근에서 열처리하면서 편광된 UV 광을 조사할 때 폴리머들의 주쇄가 움직이기 쉽기 때문에, 광중합 되지 않는 측쇄인 chalcone이 UV광에 의해 광중합이 진행되어 chalcone이 UV 방향으로 배열되어 배향성이 증가하기 때문에 우수한 전기광학특성을 나타낸다고 생각 할 수 있다 [5]. 그러나 열처리 시간이 더욱 증가하게 되면 광중합된 chalcone까지 움직이기 시작하여 오히려 배향성이 감소한다.

4. 결론

본 연구에서는 광배향막 재료로서 불소 치환된 시나모일 그룹을 함유한 PFCPMI 표면에 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학 특성을 검토하였다. PFCPMI 표면에 10분간 UV 조사한 UVLPH 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD는 backflow bounce가 매우 없는 안정한 V-T 및 응답 특성을 나타내었다. 또한, UVLPH 광중합을 이용한 광배향 TN-LCD가 UVLP 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD보다 안정적인 전기광학특성을 나타냄을 알 수 있었다.

감사의 글

이 연구는 2000학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었습니다.

참고 문헌

- [1] Y. Iimura, S. Kobayashi, T. Hashimoto, T. Sugiyama, and K. Katoh, "Alignment control of liquid crystal molecules using photo-dimerization reaction of poly(vinyl cinnamate)", IEICE Trans. Electron., Vol. E79-C, No. 8, p. 1040, 1997
- [2] K. Ichimura, Y. Akita, H. Akiyama, K. Kudo, and Y. Hayashi, "Photoreactivity of polymers with regioisomeric cinnamate side chains and their ability to regulate liquid crystal alignment" Macromolecules, Vol. 30, p. 903, 1997.
- [3] J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, O. Kwon, and D. H. Suh, "Electro-optical characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surfaces", Liquid Crystals, Vol. 27, No. 8, p. 1045, 2000.
- [4] 황정연, 서대식, "Chalconyl과 cholesteryl group 을 가진 methacrylate 공중합체를 이용한 프리틸트 발생에 관한연구", 전기전자재료학회논문지, 13권, 7호, p. 625, 2000.
- [5] D.-S. Seo and J.-Y. Hwang, "Liquid crystal aligning capabilities using a new photo-dimerization method on a poly(4'-methacryloyloxy chalcone) surface", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 39, No. 8A, p. L816, 2000.
- [6] 황정연, 서대식, 이상렬, 김재형, "광중합가능한 폴리이미드계 폴리머의 광중합법을 이용한 고프리틸트각의 제어", 전기전자재료학회논문지, 14권, 4호, p. 341, 2001.
- [7] 황정연, 서대식, 김준영, 이재호, 김태호, "Poly [N-(phenyl)maleimide]계 광폴리머를 이용한 액정 배향 효과", 전기전자재료학회논문지, 14권, 10호, p. 845, 2001.
- [8] M. Kimura, S. Nakata, Y. Makita, Y. matsuki, A. Kumano, Y. Takeuchi, and H. Yokoyama, "Strong liquid crystal anchoring on photo-alignment copolymer films containing ω -(4-chalconyloxy)alkyl side groups", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 40, No 4A, p. L352, 2001.