

고내열성 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN 셀의 전기광학 특성의 연구

이휘원*, 황정연*, 남기형*, 이면길**, 서동학**, 서대식*
연세대학교 전기전자공학과*, 한양대학교 응용화학공학과**

Study of Electro-Optical Characteristics on Photoalignment TN Cell using a High Thermal Photopolymer

Whee-won Lee*, Jeoung-Yeon Hwang*, Ki-Hyung Nam*, Myun-Gil Lee**, Dong-Hack Suh**
and Dae-Shik Seo*

Abstract

We synthesized photoalignment material of high thermal resistance with hydroxyl aromatic polyimide, and studied the liquid crystal (LC) aligning capabilities on the photopolymer layers. Also, electro-optical (EO) performances for the twisted-nematic (TN)-liquid crystal display (LCD) photoaligned with linearly polarized UV exposure were investigated. A good LC alignment with UV exposure on the photopolymer surface can be obtained. However, the low pretilt angles were obtained below 1° . The Voltage-transmittance (V-T) curve without backflow bounce in the photoaligned TN cell with UV exposure was observed. The response time of photoaligned TN cell was measured about 24 ms. Finally, The photoaligned TN cell has few hysteresis, and shows the residual DC voltage that is less.

Key Words : high thermal, photopolymer, pretilt angle, Voltage-transmittance, response time

1. 서 론

액정표시소자에서 액정분자의 균일 배향은 표시소자의 표시품질을 좌우하는 중요한 요소중 하나이다. 현재 양산에 사용되고 있는 러빙처리법 [1, 2]은 배향이 안정하며, 공정이 단순하여, 대량생산이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 러빙시 러빙천에 의한 오물, 먼지, 정전기등이 발생하여 LCD 소자의 표시특성을 감소시키는 원인이 되고 있다. 따라서 러빙하지 않는 새로운 배향법 (rubbing-free method)이 요구되고 있다. 이러한 너러빙 배향법중에서 광중합 반응을 나타내는 고분자막에 직선편광된 광을 조사하여 어떤 특정한 방향을 향한 분자만을 중합 반응시켜 광학 이방성을 발생시키는 광중합법 [3-4]이 많이 연구되고 있

다. 광배향법은 러빙시 문제점을 근본적으로 해결할 수 있다. 이러한 광배향막은 광반응을 나타내는 cinnamoly 및 chalcone group을 포함하는 광폴리머를 사용하고 있다. 하지만, 광폴리머는 러빙 배향막보다 열적안정성이 낮다는 단점을 가지고 있다.

그래서 본 연구에서는 광폴리머의 열적 안정성을 향상시키기 위하여 Hydroxyl Aromatic Polyimide을 메인구조로 하고 측쇄기에 광반응기로 사용하는 광폴리머를 합성하였다. 또한, 기존의 광배향막은 배향성과 프리틸트 특성을 중심으로 측정하였으나, 본 연구에서는 광배향막을 이용하여 TN 모드를 제작하고, 광배향 TN 모드의 전기광학특성을 측정하였다. 특별히, 잔류 DC를 측정하여 액정표시소자로 장시간 구동시 발생하는 문제점에 대해서도 연구하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 광폴리머의 화학구조를 그림 1에 나타내었다. 사용한 폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium- tin-oxide) 전극 위에 500Å으로 균일하게 코팅되었으며, 180°C에서 1시간 동안 열처리되었다. 그림 2에 실험에 사용한 편광된 UV 조사 시스템을 나타내었다. 기판 표면에 조사된 UV 광은 1000 W의 Mercury 램프를 사용하였으며, 기판에서의 UV 에너지 밀도는 0.25 mW/cm² 이다. 전기광학특성을 측정하기 위하여, TN 모드를 제작하였으며, 두께는 5µm로 조절하였다. Merck사의 유전율 이방성이 8.4인 네마틱 액정을 사용하였다. 광폴리머의 열적 안정성을 평가하기 위하여 TGA(thermo-gravimetric analysis)를 측정하였다. 그리고 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편광 현미경을 이용하였다. 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다. 또한, 액정의 전기광학 특성인 전압-투과율, 응답속도, 잔류 DC를 측정하였다.

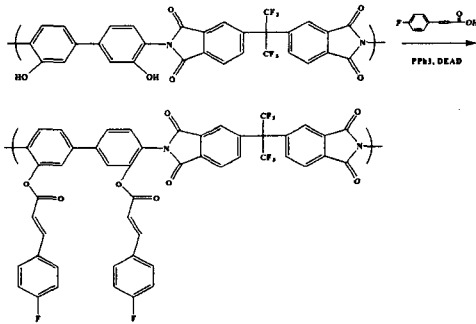


그림 1. 사용한 광폴리머의 화학구조.
Fig. 1. Chemical structure of photo-photoplayer

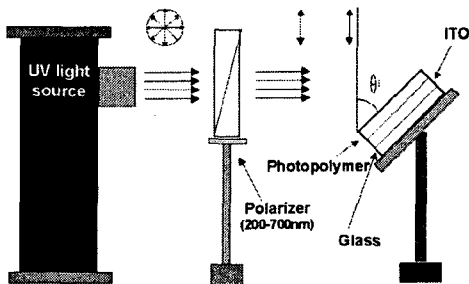


그림 2. UV 조사 시스템.
Fig. 2. UV exposure system.

3. 결과 및 고찰

합성된 광폴리머의 열적 특성을 알아보기 위해 thermogravimetric analysis (TGA)로 측정된 값을 그림 3에 나타내었다. 광폴리머는 450°C의 온도 범위에서 열분해가 일어나는 것을 알 수 있다.

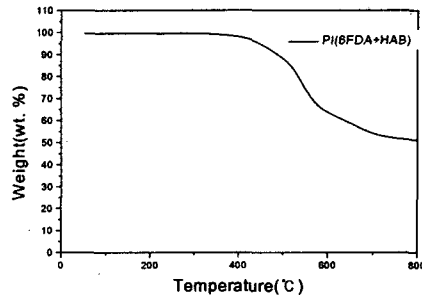


그림 3. 광폴리머의 TGA 특성.
Fig. 3. TGA characteristics of photopolymer.

그림 4은 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림에서와 같이 1분간 UV 조사한 광배향 TN-LCD는 chiral dopant가 첨가되지 않고 제작하였다. 그럼에도 불구하고, 광배향 TN 셀은 안정적인 V-T 곡선을 나타내었다. 그러나 임계치 전압이 약 3(V)로 높게 나타내었다.

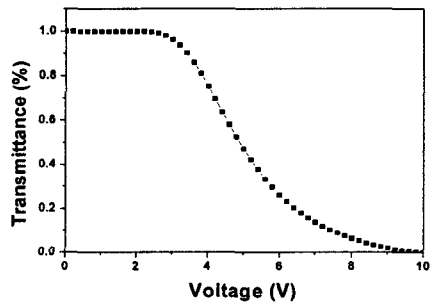


그림 4. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 곡선.
Fig. 4. V-T curves of the TN-LCDs photo-aligned on the photopolymer surfaces.

그림 5은 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 그림에서와 같

이 시간이 증가함에 따라 투과율 감소가 없이 투과율이 일정한 응답 특성을 나타내었다. 이러한 현상을 통하여 광배향 TN 셀의 특성이 매우 안정적인 셀임을 알 수 있었다.

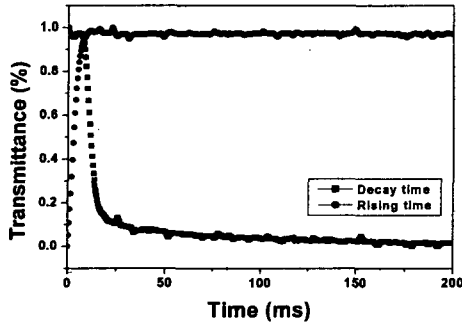


그림 5. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성.

Fig. 5. Response time characteristics of the TN-LCDs photoaligned on the photopolymer surfaces.

표1 에 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답속도를 나타내었다. 광배향 TN 셀의 응답시간은 25 ms로 일반적인 PI 표면을 이용한 러빙 TN 셀과 동등한 응답특성을 나타내었다.

표 1. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답속도.

Table 1. Response time for the rubbing aligned photoaligned TN-LCD on the photopolymer surface.

Time / Mode	Rising time τ_r (ms)	Decay time τ_d (ms)	Response time τ (ms)
Photoaligned TN-LCD	11.5	13.3	24.8

그림 6은 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN 셀의 전압-용량특성을 나타내었다. 그림에서와 같이, 광배향 TN 셀의 잔류 DC 값은 0.159 (V)로 작은 값을 나타내었다. 또한 히스테리시스 곡선도 거의 나타나지 않았다. 하지만, 일반적으로 사용되는 폴리이미드 표면을 이용한 러빙 TN 셀과 비교하면 잔류 DC 전압이 약간 큼을 알 수 있었다.

이러한 잔류 DC 특성은 액정셀의 내부 이온이 영향을 미치는 것으로 생각 할 수 있다. 액정셀 내의 잔류 DC 전압은 배향막 및 액정셀의 조건 등에 크게 의존한다. 그러므로 광폴리머의 조사조건을 최적화하고 공정환경을 개선함으로써 잔류 DC 전압을 러빙셀의 특성으로 개선할 수 있다.

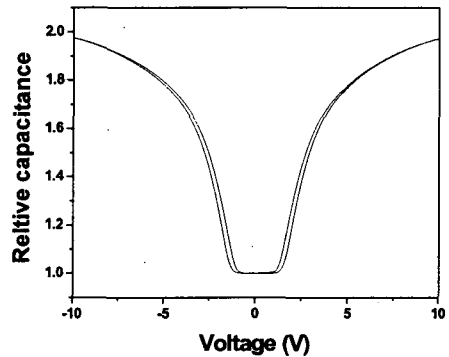


그림 6. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 C-V 특성.

Fig. 6. Capacitance-voltage characteristics of the photoaligned TN-LCD on the photopolymer surface.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 광배향막 재료를 합성하였고, 새로운 광폴리머를 이용하여 액정의 배향효과 및 광배향 TN 셀의 전기광학 특성을 검토하였다. 광폴리머를 이용한 액정셀은 양호한 액정배향 특성을 나타내었으며, 1도 이하의 프리틸트각을 나타내었다. 또한 광폴리머를 이용한 광배향 TN 셀은 안정한 V-T 및 응답특성을 나타내었다. 또한, 광배향 TN 셀은 약 24(ms)의 빠른 응답속도를 나타내었다. 또한 광배향 TN 셀은 히스테리시스가 거의 없고, 작은 잔류 DC 전압을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(M1-0203-00-0008)의 일환으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of pretilt angle in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques : effect of rubbing", *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, Vol. 213, p. 223, 1992.
- [2] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of conjugation of mesogenic core of nematic liquid crystals for polar anchoring energy and surface order parameter on rubbed polyimide films", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 33, p. L1174, No 8B, 1994.
- [3] 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, No. 7, p. 2155, 1992.
- [4] 황정연, 서대식, "새로운 광중합법을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기 광학 특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 13, No. 2, p. 157, 2000.
- [5] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl)maleimide계 광폴리머 표면을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 15, No. 3, p.264, 2002.