

Hydroxy Aromatic Polyimide계 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN 셀의 전기광학 특성

Electro-optic Characteristics on Photoaligned TN Cell using Photopolymer Based Hydroxy Aromatic Polyimide

이휘원¹, 황정연¹, 최성호¹, 서동학², 서대식^{1,a}

(Whee-Won Lee¹, Jeoung-Yeon Hwang¹, Sung-Ho Choi¹, Dong-Hack Suh², and Dae-Shik Seo^{1,a})

Abstract

We synthesized the two types of 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 two types of photopolymer surface can be obtained. The Voltage-transmittance (V-T) curve in the photoaligned TN cell with UV exposure was different from two type. The response time of photoaligned TN cell was measured about 21 ms in two alkyl chain and about 15 ms in four alkyl chain.

Key Words : High thermal, Photopolymer, Alkyl chain, Voltage-transmittance, Response time

1. 서론

액정표시소자에서 액정분자의 균일 배향은 표시소자의 표시품질을 좌우하는 중요한 요소중에 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 러빙 배향법중에서 광중합 반응을 나타내는 고

분자막에 직선편광된 광을 조사하여 어떤 특정한 방향을 향한 분자만을 중합 반응시켜 광학 이방성을 발생시키는 광중합법[3,4]이 많이 연구되고 있다. 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.

본 연구에서는 광폴리머의 열적 안정성을 향상시키기 위하여 Hydroxyl Aromatic Polyimide을 메인구조로 하고 측쇄기에 광반응기로 사용하는 광폴리머를 합성하였다. 또한 광배향막을 이용하여 TN 모드를 제작하고, 광배향 TN 모드의 전기광학 특성을 측정하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 광폴리머의 화학구조를 그림 1에 나타내었다. 합성된 폴리머는 side chain의

1. 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)
2. 한양대학교 응용화학공학과
a. Corresponding Author : dsseo@yonsei.ac.kr
접수일자 : 2005. 6. 18
1차 심사 : 2005. 7. 25
2차 심사 : 2005. 8. 10
심사완료 : 2005. 8. 20

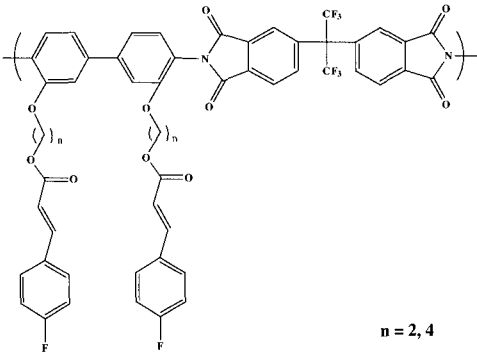


그림 1. 사용한 광폴리머의 화학구조.

Fig. 1. Chemical structure of photo-phoplayer.

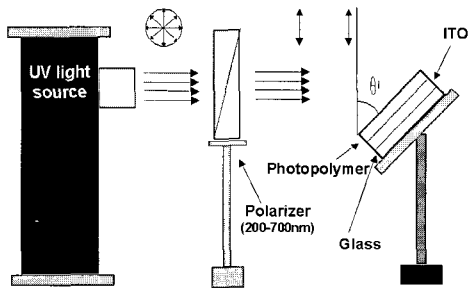


그림 2. UV 조사 시스템.

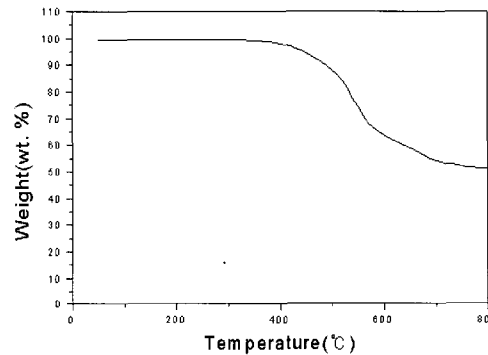
Fig. 2. UV exposure system.

알킬 체인의 길이가 2개인 폴리머를 photopolymer-1이라 하고, 알킬 체인의 길이가 4개를 가진 폴리머를 photopolymer-2로 명명하였다. 사용한 폴리머들은 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극 위에 500 Å으로 균일하게 코팅되었으며, 150 °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 3.5 mW/cm²이다. 전기 광학특성을 측정하기 위하여, TN 모드를 제작하였으며, 두께는 5 μm로 조절하였다. Merck사의 유전율 이방성이 8.4이고, 굴절율 이방성이 $n_e = 1.5859$, $n_o = 1.4872$ 인 네마틱 액정을 사용하였습니다. 광폴리머의 열적 안정성을 평가하기 위하여 TGA (thermo-gravimetric analysis)를 측정하였다. 그리고 액정 배향 상태를 평가하기 위하여 편

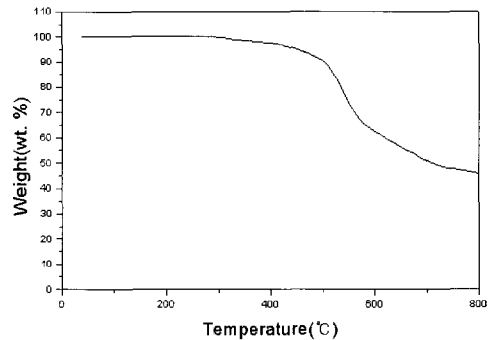
광 현미경을 이용하였다. 프리틸트각은 결정 회전법을 이용하여 실온에서 측정하였다. 또한, 액정의 전기광학 특성인 전압-투과율, 응답속도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

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



(a) photopolymer-1

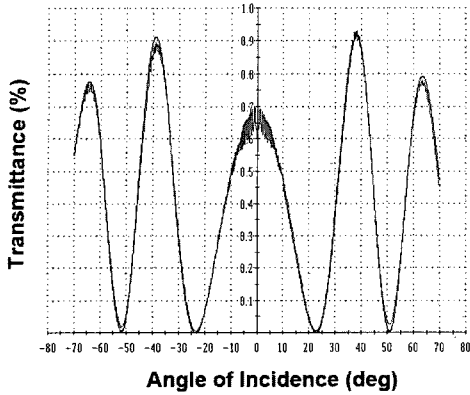


(a) photopolymer-2

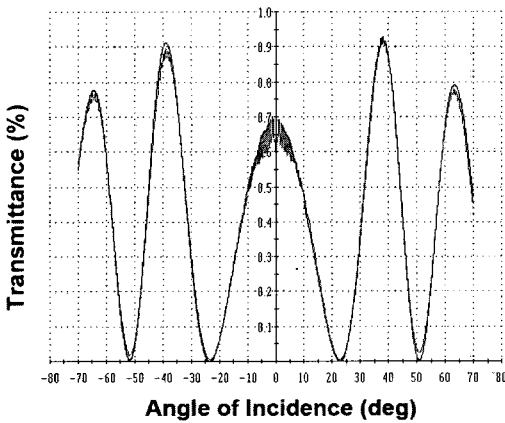
그림 3. 광폴리머의 TGA 특성.

Fig. 3. TGA characteristics of photopolymer.

그림 4는 결정회전법을 이용한 프리틸트각 측정으로 두가지 종류의 광폴리머 표면에서의 UV 조사에 따른 네마틱 액정에서의 투과율과 입사각의 관계를 나타내었다. 그림 4(a)에서와 같이 photopolymer-1을 이용한 경우에는 UV광의 입사각이



(a) photopolymer-1



(b) photopolymer-2

그림 4. 두 종류의 광폴리머 표면에서의 UV 조사에 따른 네마틱 액정에서의 투과율과 입사각과의 관계.

Fig. 4. Transmittance verse incident angle in NLC with UV exposure on the two kinds of photopolymers.

30°일때의 결과로써 대칭축을 중심으로 거의 대칭을 이루고 있으며, 이를 계산하면, 0.1°이며, 그림 4(b)는 photopolymer-2를 이용한 경우의 프리틸트각 결과로써, UV 조사각도가 30°일때의 결과로써, 0.2도를 나타낸다. 또한, 다른 UV 조사각도를 이용한 경우에도 모든 광폴리머를 이용한 액정셀에서 1도 이하의 낮은 프리틸트각을 나타내었다.

그림 5는 두 종류의 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN 셀의 전압-투과율 곡선을 나타내었다. 그림에서와 같이 1분간 UV 조사한 광배향 TN 셀은 chiral dopant가 첨가되지 않고 제작하였다. Side

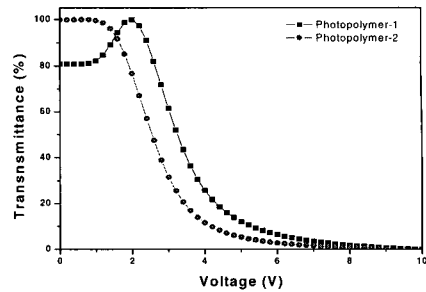


그림 5. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 V-T 곡선.

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

chain의 길이가 2개를 가진 photopolymer-1 표면을 이용한 광배향 TN셀은 큰 틱현상이 나타내었다. 이것은 낮은 프리틸트각이 reverse 틸트의 의한 back flow effect 효과로 사료된다. 그러나 chain의 길이가 4개를 가진 photopolymer-2 표면을 이용한 광배향 TN셀은 광학적인 틱 현상이 전혀 없는 안정적인 V-T 곡선을 나타내었다. 두 광폴리머 모두 낮은 프리틸트를 나타내었으나, 배향에 관계되는 긴 side chain을 가진 광폴리머를 이용한 경우엔 광학적인 틱 현상이 나타나지 않았다. 이것은 긴 side chain을 가진 광폴리머가 상대적으로 짧은 side chain을 가지는 광폴리머보다 높은 배향성을 나타냄을 의미한다. 특히, 본 실험에서는 90° TN 액정 모드에서 chiral dopant가 첨가되지 않은 액정을 사용하지 않았다. 이 경우에 전압 인가 시 액정의 azimuthal anchoring 에너지의 효과를 알 수 있다. 결국, 강한 azimuthal anchoring 에너지가 광학적인 틱 현상이 없는 안정적인 전압-투과율 곡선을 나타내는데 영향을 줄 수 있다. 또한, 임계치 전압도 1.65(V)로 안정적인 특성을 나타내었다.

그림 6은 두 종류의 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답 특성을 나타낸다. 그림 6(a)에서와 같이 side chain의 길이가 2개를 가진 photopolymer-1 표면을 이용한 광배향 TN셀은 시간이 증가함에 따라 투과율 감소가 발생하였으나, 그림 6(b)에서와 같이 side chain의 길이가 4개를 가진 photopolymer-2 표면을 이용한 광배향 TN셀은 시간이 증가함에 따라 투과율 감소가 없이 투

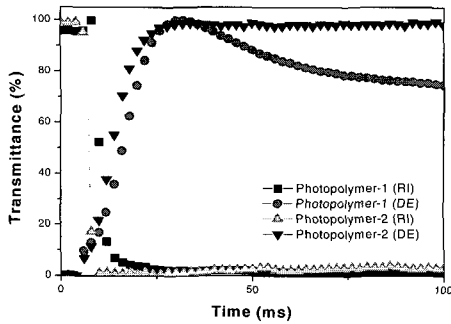


그림 6. 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답특성.

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

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)
TN-LCD (photopolymer-1)	3.8	17.6	21.4
TN-LCD (photopolymer-2)	1.8	13.2	15.0

과율이 일정한 응답 특성을 나타내었다. 이러한 현상을 통하여 side chain의 길이에 따라 광배향 TN 셀의 특성이 개선됨을 알 수 있었다.

표 1에 두종류의 광폴리머 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 응답속도를 나타내었다. photopolymer-1 표면을 이용한 광배향 TN 셀은 응답시간은 약 21 ms를 나타내었다. 그러나, photopolymer-2 표면을 이용한 광배향 TN 셀의 응답시간은 약 15 ms로 빠른 응답특성을 나타내었다. 그림 5에서의 결과를 통해서 액정의 azimuthal anchoring 에너지에 대해서 설명하였다. 액정의 azimuthal anchoring 에너지는 액정의 배향성을 나타낸다. 결국, photo-

polymer-2가 photopolymer-1 보다 액정 배향성 좋기 때문에, 액정의 rising 및 decay 시간이 모두 좋게 나타난다고 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 두종류의 새로운 광배향막 재료를 합성하였고, 새로운 광폴리머를 이용하여 액정의 배향효과 및 광배향 TN 셀의 전기광학 특성을 검토하였다. 두종류의 광폴리머를 이용한 액정셀은 양호한 액정배향특성을 나타내었다. Side chain의 길이가 2개를 가진 photopolymer-1 표면을 이용한 광배향 TN셀보다 Side chain의 길이가 4개를 가진 photopolymer-1 표면을 이용한 광배향 TN셀이 보다 안정적인 전기광학 특성을 나타내었으며, 또한 광배향 TN 셀은 약 15(ms)의 빠른 응답속도를 나타내었다. 광폴리머의 side chain의 길이에 따라 광배향 TN 셀의 특성이 개선됨을 알 수 있었다.

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, No. 8B, p. L1174, 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, 13권, 2호, 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, 15권, 3호, p. 264, 2002.