

논문 15-3-9

Polynobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기광학특성에 관한 연구

A Study on Electro-optical Characteristics of the Photoaligned VA-LCD on the Polynobornene Derivative Surface

황정연^{*}, 박경선^{**}, 서대식^{*}, 남상희^{***}, 서동학^{**}

(Jeoung-Yeon Hwang^{*}, Kyoung-Sun Park^{**}, Dae-Shik Seo^{*}, Sang-Hee Nam^{***}, and Dong Hack Suh^{**})

Abstract

A new photoalignment material PNC, poly norbornene-2,3-dicarboxyolyl cholesterol, was synthesized and the electro-optical (EO) characteristics of the vertical-alignment (VA) liquid crystal display (LCD) photoaligned with UV exposure on the PNC surface were studied. EO characteristics of the photoaligned VA-LCD using a UV filter-less method was better than that of the UV filter method on the PNC surface for short UV exposure time. The response time of the photoaligned VA-LCD on the PNC surface without UV filter on the PNC surface is almost the same compared with the rubbing aligned VA-LCD.

Key Words: PNC (poly norbornene-2,3-dicarboxyolyl cholesterol), Vertical-alignment (VA), EO characteristics, Response time

1. 서 론

최근 액정표시소자(liquid crystal display: LCD)는 기존에 사용되던 CRT(cathode ray tube)를 급속히 대체하고 있으며, 2005년에는 CRT의 수요를 넘어설 것으로 예상되고 있다. 이러한 LCD에서 액정의 균일 배향은 표시 특성을 좌우하는 중요한 요소중에 하나이다. 현재 양산에 사용되고 있는 러빙처리법[1,2]은 배향이 안정하며 공정이 단순하여 대량생산

이 용이하다는 장점을 가지고 있으나, 러빙천에 의해 발생하는 오물, 정전기등의 발생으로 인한 표시 특성을 저하시키는 원인이 된다. 따라서 러빙하지 않는 러빙 배향법(rubbing-free method)이 요구되고 있으며, 특히 광배향법[3-8]은 러빙법에 수반되는 먼지, 정전기등을 배제 할 수 있는 공정상의 장점을 가지며, LCD의 시야각 개선을 위한 화소의 다분할화를 구현할 수있는 기술로써 크게 주목 받고 있다. 특히 높은 콘트라스트비를 기대 할 수 있는 수직배향을 이용한 VA-LCD에서는 광배향을 이용하여 간단하게 멀티도메인을 구현할 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 새로운 광배향 재료인 poly norbornene-2,3-dicarboxyolyl cholesterol (PNC)을 합성하고, 새로운 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 전압-투과율 및 응답 특성에 대하여 검토하였다.

* 연세대학교 전기전자공학과

(서울시 서대문구 신촌동 134

Fax: 02-3147-1351

E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

** 한양대학교 공업화학과

*** 인제대학교 의공학과

2001년 10월 27일 접수, 2001년 12월 10일 1차심사완료

2. 실험

2.1 Monomer 합성

플라스크에 cholesterol 과 triethylamine을 넣고 chloroform을 넣어 녹인다. Chloroform에 trans-5-Norbornene-2,3-dicarbonylchloride를 넣고 잘 섞은 후 dropping funnel을 이용하여 상온에서 첨가한다. 상온에서 4시간정도 저어준 후 몰로 추출한 다음 분리된 유기층의 solvent를 증발시킨다. 그리고 column을 이용하여 분리한다.(흰색 결정) (그림 1)

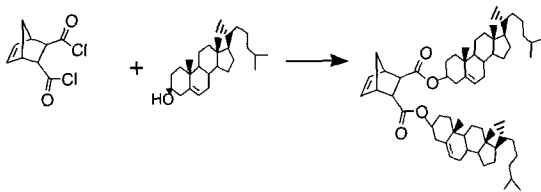


그림 1. Norbornene-2,3-dicarboxyolyl cholesterol 모너머 합성.

Fig. 1. Syntheses of norbornene-2,3-dicarboxyolyl cholesterol monomer.

2.2 중합과정

플라스크에 monomer 대 촉매를 100:1의 비율로 넣고 chlorobenzene을 넣어 완전히 녹인 후 상온에서 5일 동안 교반한다. 중합이 끝나면 과량의 methanol에 침전하고 거른 후 건조한다. (3번 반복) (그림2)

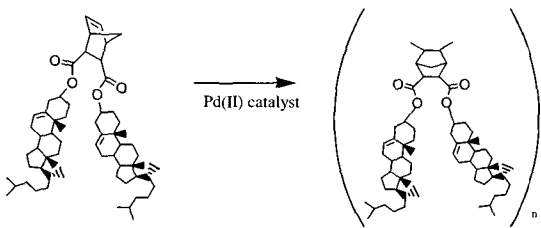


그림 2. PNC 화학구조와 공중합.

Fig. 2. Chemical structure of PNC and copolymerization.

2.3 셀 제작

폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극 위에 500Å으로 균일하게 코팅되었

으며, 150℃에서 1시간 동안 열처리되었다. 실험에 사용한 편광된 UV 광조사 시스템을 그림 3에 나타내었다. 광배향법은 첫 번째로 280nm의 UV filter를 사용하여 UV 조사하였다. 이때 UV 에너지 밀도는 0.016 mW/cm² 이다. 두 번째의 광배향법은 UV 필터 없이 UV linear dichroic polarizer(230nm~700nm)만 사용하였으며, UV 에너지 밀도는 15.5 mW/cm² 이다. 세 번째는 280nm의 UV filter를 사용하여 *in-situ* 광배향법[8]을 적용하였다. 이때 기판의 온도는 150℃이다. UV 조사시간은 1분, 10분 20분 40분으로 조절하였으며, 제작한 광배향 VA-LCD의 셀 두께는 4.25 μm로 조절하였다. 액정은 음의 유전율 이방성을 가진 네마틱 액정(Δε=-4, MJ98468 from Merck)을 사용하였다. 광배향 VA-LCD와 비교하기 위하여 러빙 VA-LCD를 제작하였다. 사용한 액정은 부의 유전율 이방성을 가진 네마틱 액정(Δε=-3.8 from Merck)이다. 광배향 VA-LCD의 전압-투과율 (V-T) 및 응답특성을 DMS (Display Measurement System)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

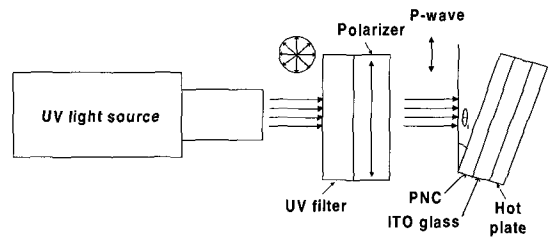


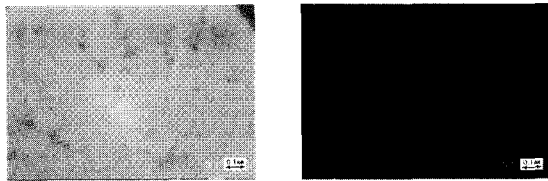
그림 3. UV 조사 시스템.

Fig. 3. UV exposure system.

3. 결과 및 고찰

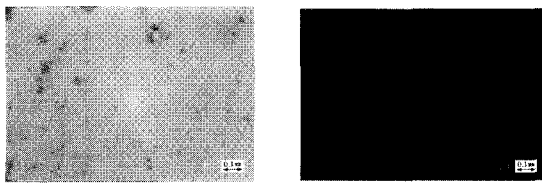
그림 4에 PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 편광편미경 사진을 나타내었다. 그림 4에 나타낸바와 같이, 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD는 인가 전압에 대한 on-off 특성으로부터 우수한 콘트라스트를 나타내었다.

그림 5에 PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타내었다. 그림 5(a)는 280nm UV 필터를 사용하는 UV 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타낸다. 그림 5(a)에 나타낸바와 같이, 1분과 40분 UV 조사한 광배향 VA-LCD 모두 양호한 V-T 특성을



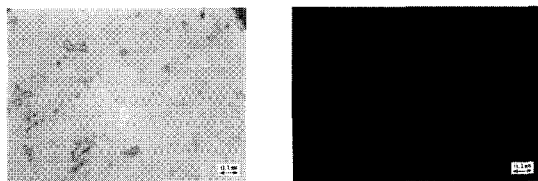
▪ On-state ▪ Off-state

(a) 280nm UV filter



▪ On-state ▪ Off-State

(b) UV filter-less



▪ On-state ▪ Off-state

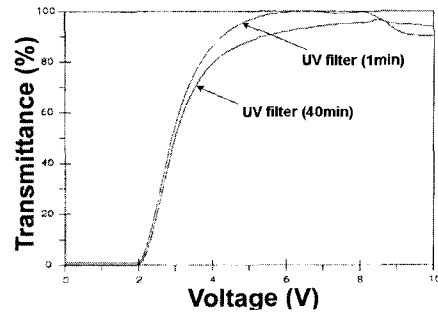
(c) *In-situ* method (280nm UV filter)

그림 4. PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

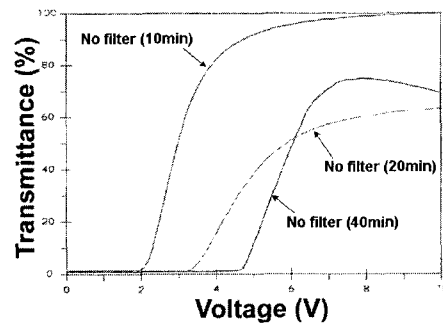
Fig. 4. Microphotographs of photoaligned VA-LCD's on the PNC surfaces using the three kinds of photoalignment method (in crossed Nicols).

나타내었다.

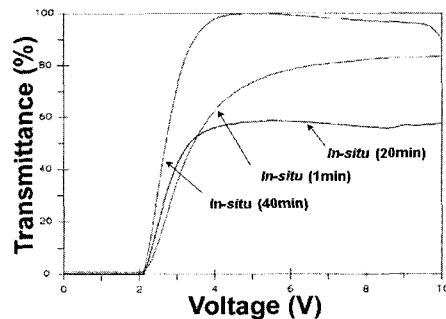
그림 5(b)에 UV필터 없이 UV linear dichroic polarizer만을 사용하는 UV 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타내었다. 10분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD는 양호한 V-T 특성을 나타내었으며, 10분 이상의 UV 조사한 경우에는 낮은 투과율을 나타내었다. 이것은 단일 필터를 사용하지 않은 광배향법은 단일 필터를 사용한 광배향보다 3배의 UV 에너지를 받기 때문에 10분 이상 UV 조사하면 VA-



(a) 280nm UV filter



(b) UV filter-less



(c) *In-situ* method (280nm UV filter)

그림 5. PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성.

Fig. 5. V-T characteristics of the photoaligned VA-LCD's on the PNC surfaces using the three kinds of photoalignment method.

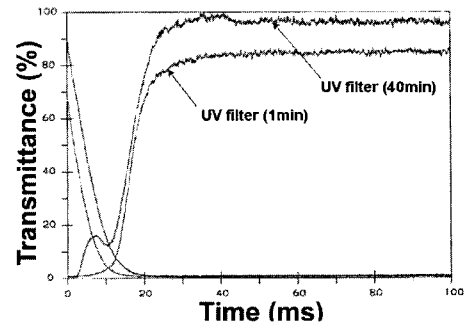
LCD의투과율 특성이 감소하는 것으로 사료된다. 그림 5(c)는 280nm UV 필터를 사용하는 *in-situ* 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타낸다. 40분간 *in-situ* 광배향법을 이용한 VA-LCD

가 가장 양호한 V-T 특성을 나타내었다.

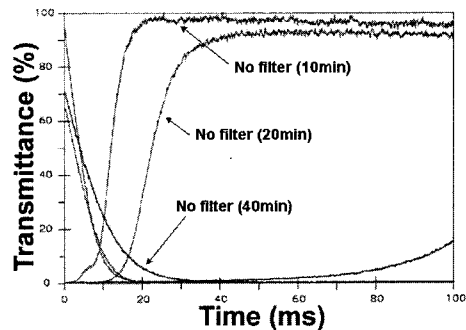
그림 6은 PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답특성을 나타낸다. 그림 6(a)에는 280nm UV 필터를 사용하는 UV 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답특성을 나타내었다. 1분과 40분동안 UV 조사한 광배향 VA-LCD 모두 양호한 응답특성을 나타내었다. 그림 6(b)에 UV 필터 없이 UV linear dichroic polarizer만을 사용하는 UV 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답특성을 나타내었다. 10분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD가 가장 우수한 응답특성을 나타내었으며, UV 조사시간이 증가할수록 응답특성이 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 UV 필터없는 광배향법이 UV 필터있는 광배향보다 UV 에너지가 3배이상 많기 때문에 10분이상 UV 조사하면 액정 배향성이 떨어지게 되며, 40분이상 UV 조사하면 응답속도가 매우 느려짐을 알 수 있다. 그림 6(c)는 280nm UV 필터를 사용하는 *in-situ* 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 V-T 특성을 나타낸다. *In-situ* 광분해법을 이용한 광배향 VA-LCD 모두 낮은 투과율을 나타내었다. 또한 1분간 UV 조사한 *in-situ* 광배향 셀에서만 양호한 응답특성을 나타내었다.

이것은 150°C에서는 폴리머가 움직이기 시작하므로 UV 조사시간이 증가할수록 액정분자의 방향자가 UV 조사 방향을 벗어나기 때문에 UV 조사시간이 증가할수록 응답속도가 떨어지는 것으로 사료된다.

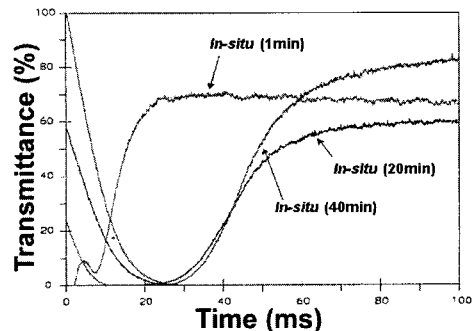
표 1에 PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답시간을 나타내었다. 첫 번째는 280nm UV 필터를 사용한 광배향 VA-LCD의 응답시간은 UV 조사시간이 증가 할수록 응답시간이 향상되었다. 두 번째는 UV 필터 없이 UV linear dichroic polarizer만을 사용한 광배향 VA-LCD의 응답시간은 UV 조사시간이 20분까지 빠른 응답시간을 나타내었으나 UV 조사시간이 40분일 때에는 그림 6(b)에서와 같이 응답특성이 나쁘기 때문에 측정할 수 없었다. 10분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD의 응답속도는 16.2ms를 나타낸다. 이 응답속도는 러빙 VA-LCD와 거의 같은 특성을 나타냄을 알 수 있다. 마지막으로 280nm UV 필터를 사용하는 *in-situ* 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답특성은 UV 조사시간이 1분일 경우에 빠른 응답시간을 나타내었으나, UV 조사 증가할수록 응답시간이 늦어짐을 알 수 있다. 특히 상승시간이 매우 늦어짐을 알 수 있다. 이것은 *in-situ* 광분해법에서는 UV 조사시간이 증가할수록 높은 온도에서 폴리머의 배향 질서도 (order parameter)가 나빠지기 때문에 응답시간이



(a) 280nm UV filter



(b) UV filter-less



(c) *In-situ* (280nm UV filter)

그림 6. PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답 특성.

Fig. 6. Response time characteristics of the photo-aligned VA-LCD's on the PNC surfaces using the three kinds of photoalignment method.

늦어진다고 생각 할 수 있다.

따라서 PNC 표면에 280nm UV filter를 사용한

표 1. PNC 표면에 3종류의 광배향법을 이용한 광배향 VA-LCD의 응답 속도.

Table 1. Response times of the photoaligned VA-LCD's on the PNC surface using the three kinds of photoalignment method.

Alignment Layers		Response Time		
		τ_r (ms)	τ_f (ms)	τ (ms)
280nm UV filter	1 min	16.8	10.8	27.6
	40 min	6.5	8.1	14.6
UV filter-less	10 min	7.1	9.1	16.2
	20 min	8.6	10.5	19.1
<i>In-situ</i> (280nm UV filter)	1 min	8.5	7.1	15.6
	20 min	24.7	7.1	31.8
	40 min	63.1	14.1	77.1
Rubbing		11.2	16.5	28.7

* τ_r : rising time, τ_f : falling time

경우에는 UV 조사시간이 증가할수록 액정의 전기광학 특성에 유리하며, UV filter를 사용하지 않는 경우에는 UV 조사시간이 짧은 경우에 액정의 전기광학 특성에 유리하며, *in-situ* 광배향법을 이용한 경우에는 액정의 전기광학특성이 좋지 않음을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 새로운 광배향 물질인 PNC를 합성하였으며, 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성을 검토하였다. 280 nm UV filter를 사용한 광배향 VA-LCD는 UV 조사시간이 증가할수록, UV linear dichroic polarizer만을 사용한 광배향 VA-LCD는 UV 조사시간이 짧은 경우에 우수한 전기광학 특성을 나타내었다. UV filter-less의 경우 10분간 UV 조사한 광배향 VA-LCD의 응답속도가 16.2ms로 러빙 VA-LCD와 거의 같은 응답특성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 대학기초지원 (2001-145-3)의 연구비 지원에 의하여 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] X. Wang and J. L. West, "The mechanism of pretilt generation on polarized ultraviolet light aligned polyimide film", *SID' 97*, p. 5, 1997.
- [4] M. Nishikawa, B. Taheri, and J. L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", *SID' 98*, p. 131, 1998.
- [5] 황정연, 서대식, 박희로, 서동학, "광중합된 PCMA 표면을 이용한 광배향 TN-LCD의 전기광학특성", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 12, No. 7, p. 635, 1999.
- [6] 황정연, 서대식, 서동학, 김향울, "광중합된 PM4Ch 표면을 이용한 액정배향효과, *전기전자재료학회논문지*", Vol. 12, No. 10, p. 926, 1999.
- [7] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, "3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl) maleimide 계 광폴리머 표면을 이용한 액정 배향 효과에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, Vol. 15, No. 3, 2002.
- [8] J.-Y. Hwang and D.-S. Seo, "Control of high pretilt angle for nematic liquid crystal using in situ photoalignment method on homeotropic alignment layer", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 40, No. 6A, p. 4160, 2001.