

광배향법을 이용한 VA-1/4 π 셀의 전기 광학 특성

Electro-optical Characteristics in the Vertical-Alignment 1/4 π Cell by photoalignment Method

이윤건*, 황정연*, 서대식*, 김재형**

(Yun-Gun Lee*, Jeoung-Yeon Hwang*, Dae-Shik Seo*, and Jae-Hyung Kim**)

Abstract

We studied the elctro-optical (EO) performance in the vertical-alignment (VA) - 1/4 π cell photoaligned with polarized UV exposure on a homeotropic photopolymer surfaces. Excellent voltage-transmittance curve in the VA - 1/4 π cell photoaligned with polarized UV exposure for 3 min on the photopolymer containing cholesteryl group of 8% can be achieved. The V-T characteristics in the VA-1/4 π cell photoaligned on the photopolymer surface can be improved by increasing cholesteryl group. For response time measurement, the transmittance characteristics of the VA -1/4 π cell photoaligned on the photopolymer surface was better than that of the VA-1/4 π cell rubbngaligned on a polyimide(PI) surface.

Key Words : vertical alignment, VA-1/4 π cell, nematic liquid crystal, elctro-optical characteristics photopolymer, polyimide

1. 서 론

최근 TFT (thin-film-transistor)-LCD (liquid crystal display)를 이용한 노트북 PC 및 액정모니터의 시장이 급격히 확대되고 있다. 그러나 이러한 TFT-LCD는 화면의 대형화가 과제로 되고 있다. 특히 TFT-LCD에 사용되고 있는 TN(twisted nematic) 모드는 좁은 시야각의 개선과 CRT 수준의 고화질화가 요구되고 있다. 이러한 고화질을 실현하는데 있어서 고콘트라스트비, 광시야각 그리고 고속응답등의 특성이 매우 중요하다. 이러한 특성을 실현하는 액

정의 동작모드로서 가장 높은 콘트라스트비를 기대할 수 있는 수직 배향형, 즉 VA(vertical-alignment) 모드가 유망하다. 그러나 일반적인 VA 모드는 단일 셀로는 광시야각 특성을 실현 할 수 없기 때문에 화소를 분할하는 방법[1], 돌기를 이용하는 방법[2], 전극 패턴에 의한 왜곡 전계를 이용한 멀티도메인 방법[3]등이 사용되고 있다. 최근 상하기판의 러빙방향을 45도 각도로 어긋나게 조합한 VA-1/4 π 셀의 전기광학특성이 보고되었다[4].

그래서 본 연구에서는 VA-1/4 π 셀에 일반적인 러빙법을 사용하지 않고 UV 광배향법을 이용한광배향 VA-1/4 π 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 응답특성에 대하여 검토하였다.

2. 실험

본 실험에서는, 수직 광배향제로 copoly (M4Ch-

* 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교,
Fax : 02-362-6444
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr)

** 인제대학교 물리학과
2001년 월 일 접수, 2001년 월 일 심사완료

ChMA), (copoly(4-methacryloyloxy chalcone-cholesteryl methacrylate)를 사용하였으며, 분자구조를 그림 1에 나타내었다[5]. 표 1은 사용한 copoly (M4Ch-ChMA)의 구성비율을 나타낸다. 폴리머는 스핀 코팅법에 의해 indium-tin-oxide (ITO) 전극위에 500Å으로 균일하게 코팅되었으며, 150°C에서 1시간 동안 열처리하였다. 기판에는 365nm의 파장을 가진 UV광을 경사 조사시켰다[5]. UV 조사 시간은 조사시간별로 광중합 반응에 의한 배향 및 전기광학 특성의 차이를 분명히 하기 위하여 1분, 3분, 7분 등으로 조절하였으며, 에너지 밀도는 15.5 mW/cm²이다. 제작한 광배향 VA-1/4π 셀의 두께는 4.25 μm로 조절하였다. 사용한 네마틱 액정의 굴절률 이방성(Δn)은 0.0756이다. 제작한 광배향 VA-1/4π 셀의 전압-투과율과 응답속도는 실온에서 측정하였다.

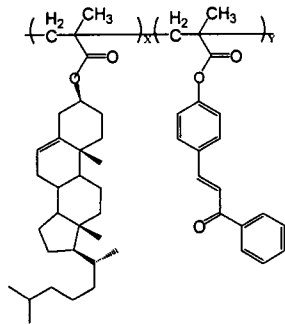


그림 1. 공중합체의 분자구조.

Fig. 1. Molecular structure of copoly(M4Ch-ChMA).

표 1. 공중합체의 구성.

Table 1. Compositions of the copoly (M4Ch-ChMA).

Alignment Layer	X (%)	Y (%)
photoalignment-1	2	98
photoalignment-2	8	92

3. 결과 및 고찰

그림 2에 보상 필름을 사용하지 않은 광배향 VA-1/4π 셀의 구조를 나타내었다. 그림 2에 나타낸 바와 같이, 전압 무인가시 (V=0) 네마틱 액정의 배향은 유리 기판에 수직으로 배향되어 있다. 그래서 편광자를 교차시킨 상태에서 상광선만이 존재하며 위상 지연은 일어나지 않는다. 따라서 셀에 전압을 인가하지 않은 상태에서는 암 상태를 나타낸다.

한편, 전압 인가시 (V>V_{th})는 인가 전압에 의해서 네마틱 액정이 전계와 수직 방향으로 변화하여 빛이 투과되며, 상하기판의 비틀림 효과에 의해 자연스럽게 액정분자가 전계 방향으로 놓게 된다.

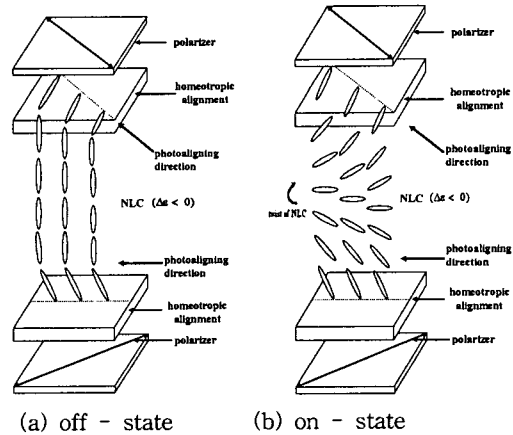


그림 2. 보상 필름을 사용하지 않은 광배향 VA-1/4π 셀의 구조.

Fig. 2. Schematic diagram of the VA-1/4π cell photoaligned without a negative compensated film in the off- and on-state.

그림 3은 광배향 VA-1/4π 셀의 구조를 위에서 본 구조이다. 2장의 편광판은 직교로 되어 있으며 배향축을 상하기판이 45도 어긋나도록 하였고, 위기판에는 러빙축과 편광축이 일치하도록 하였다. 전압 인가시 비틀림에 의하여 안정된 전압-투과율 곡선을 얻을 수 있게 하였다.

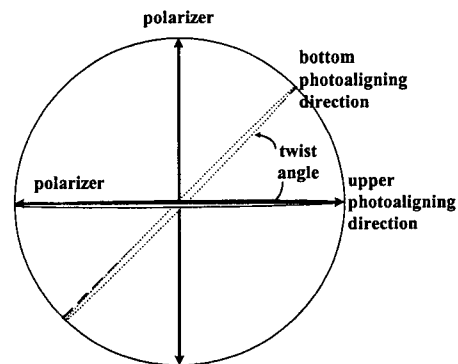
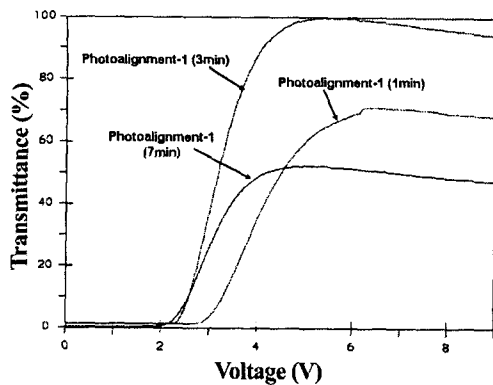
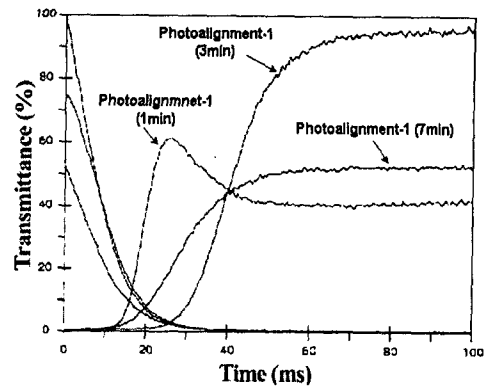


그림 3. 광배향 VA-1/4π 셀의 top view.

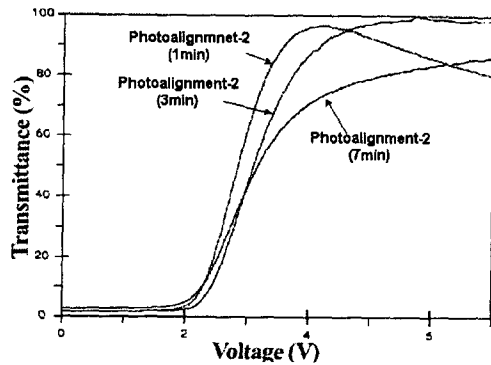
Fig. 3. Top view of VA-1/4π cell photoaligned.



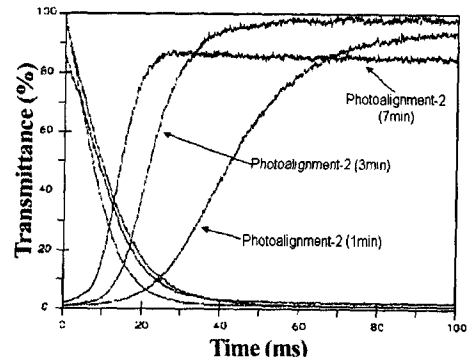
(a) Photoalignment-1



(a) Photoalignment-1



(b) Photoalignment-2



(b) Photoalignment-2

그림 4. 수직광폴리머 표면에서의 VA-1/4 π 셀의 V-T 특성.

Fig. 4. V-T characteristics in the VA-1/4 π cell photoaligned on a homeotropic photopolymer surface.

그림 4(a)는 cholesteryl을 2% 함유한 광배향막 표면을 이용한 광배향 VA-1/4 π 셀의 V-T 특성을 나타낸다. Photoalignment-1(3 min)이 가장 좋은 V-T 특성을 나타내고 있다. 그러나 전압이 증가할수록 V-T 곡선이 포화되지 않고 감소하는 경향을 나타내었다. 그림 4(b)는 cholesteryl을 8% 함유한 광배향막 표면을 이용한 광배향 VA-1/4 π 셀의 V-T 특성을 나타낸다. Photoalignment-2 (3 min)이 가장 좋은 V-T 곡선을 나타내었으며, 전압이 증가할수록 V-T 곡선이 포화됨을 알 수 있다. 따라서 cholesteryl 을 많이 함유한 광배향막이 더욱 우수한.

그림 5. 수직광폴리머 표면에서의 광배향VA-1/4 π 셀의 응답 특성.

Fig. 5. Response time characteristics of the VA -1/4 π cell photoaligned on a homeotropic photopolymer surface.

V-T특성을 얻을 수 있었다. 그리고 광배향 VA-1/4 π 셀은 인가전압이 증가함에 따라서 V-T 곡선이 감소하는 전압 불안전성이 나타나지 않음을 알 수 있다. 반면에 그림5에 나타낸 바와 같이, 러빙 VA-1/4 π 셀의 V-T 곡선은 매우 급격하여 계조 표시가 어렵다. 그러나 Photoalignment-2 (3 min)의 V-T 곡선은 등간격 계조 전압 특성이 좋음을 알 수 있다. 결국 광배향 VA-1/4 π 셀은 러빙에 의해 생기는 전압 불안전성과 V-T 곡선의 급격한 경사에 의한 계조 표시의 단점을 해결할 수 있다. 한편 전압 무인가시 광 누설(light leakage) 현상이 관찰되었으

며, 이것은 편광축을 잘 맞추어 주고, 부의 광학 보상 필름을 사용하면 좋은 암 상태를 얻을 수 있다. 광배향 VA-1/4 π 셀의 임계치 전압은 photoalignment-1 (3 min)의 V_{10} 은 2.61[V], V_{90} 은 4.10[V]이고, photoalignment-2 (3 min)의 V_{10} 은 2.45[V], V_{90} 은 4.18[V]로 러빙 VA-1/4 π 셀과 비교하여 거의 비슷한 구동 전압을 나타내었다.[4]

그림 5는 cholesteryl이 2% (a)와 cholesteryl이 8% (b) 함유된 광배향막 표면을 이용한 광배향 VA-1/4 π 셀의 응답특성을 나타낸다. Photoalignment-1의 경우, 모든 광배향 VA-1/4 π 셀의 응답속도가 60ms 이하로 낮게 나타남을 알 수 있었다. 이것은 적은 양의 cholesteryl 때문에 수직 anchoring 이 상대적으로 낮아져 액정분자의 배향 규제력이 약해져서 off시 응답속도가 저하되는 것으로 생각할 수 있다. 그러나 photoalignment-2의 경우, UV 조사시간이 증가할수록 응답특성이 향상됨을 알 수 있다. 그 이유는 photoalignment-2가 cholesteryl 함유량이 많기 때문에 수직 배향규제력이 상대적으로 photoalignment-1 보다 강하기 때문에 off시 응답시간이 향상됨을 알 수 있다. 그리고 광배향 VA-1/4 π 셀에 셀갭과 twist 값에 맞는 적절한 피치를 갖는 카이럴 네마틱 액정을 사용하면 전압인가시 모든 액정분자가 동시에 움직이기 때문에 응답특성을 더욱 향상시킬 수 있다. 또한 시간이 경과됨에 따라 응답특성이 안정적임을 알 수 있다. 한편, 러빙 VA-1/4 π 셀은 광배향 VA-1/4 π 셀보다 응답속도는 빠르나[4] 시간이 증가함에 따라 응답시간이 20%나 감소하는 특성을 나타내었다. 결국 광배향 VA-1/4 π 셀은 러빙 VA-1/4 π 셀의 시간에 따른 응답특성의 불안정성을 해결할 수 있었다. 따라서 광배향 VA-1/4 π 셀은 mono-domain으로 좋은 전기 광학 특성을 구현할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 2종류의 수직 배향용 광폴리머 표면에서의 광배향 VA-1/4 π 셀을 이용한 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. Cholesteryl이 8% 함유된 광폴리머 표면을 이용한 VA-1/4 π 셀은 UV 조사시간이 3min인 경우가 우수한 전압-투과율 특성을 나타내었다. 즉 광배향 VA-1/4 π 셀의 V-T 및 응답특성은 Cholesteryl기의 함유량을 증가시킴으로써 크게 향상시킬 수 있었다. 따라서 UV 광배향법을 이용

한 광배향 VA-1/4 π 셀이 전계 효과나 화소 분할법을 사용하지 않고서도 우수한 전기광학특성을 구현할 수 있는 LCD모드를 기대할 수 있다.

참고 문헌

- [1] A. Lien, A. John, M. Angelopoulos and K.-W. Lee, "UV-modification of surface pretilt of alignment layers for multidomain liquid crystal displays", Appl. Phys. Lett., Vol. 67, pp. 3108-3110, 1995.
- [2] Y. Koike, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Chida, A. Takeda, K. Ohmuro, T. Sasabayashi and K. Okamoto, "A vertically aligned LCD providing super-high image quality", IDW'97, pp. 159, 1997.
- [3] T. Miyashita, Y. Yamaguchi and T. Uchida, "Wide-viewing-angle display mode using bend-alignment liquid crystal liquid crystal cell", Jpn. J. Appl. Phys., Vol 34, pp. 177-179, 1995.
- [4] D.-S.Seo and J.-H.Lee, "Wide viewing angle and response time characteristics of nematic liquid crystal using novel vertical-alignment-1/4 π cell mode on homeotropic alignment layer", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 38, No. 12A, pp.L1432-L1434, 1999.