

수직 광폴리머 표면에 사진식각을 이용한 다중도메인 수직배향셀의 광시야각 특성

Wide-Viewing Angle Characteristics of MVA Cell using Photolithograph with Homeotropic Photopolymer Surface

황정연*, 이경준*, 이재호**, 김태호**, 이상극***, 서대식*

(Jeoung-Yeon Hwang*, Kyung-Jun Lee*, Jae-Ho Lee**, Tae-Ho Kim**, Sang-Keuk Lee***, and Dae-Shik Seo*)

Abstract

The electro-optical (EO) performances of a multidomain vertical-alignment (MVA) cell on a homeotropic photopolymer have been investigated. In the absence of an electric field, the MVA cell achieved black state as LC alignment is homeotropic. An electric field created by interdigitated electrodes and rib made after photolithograph using the photopolymer on both substrates causes a director deformation of a multidomain type. Good voltage-transmittance curves for a MVA cell on the homeotropic photopolymer were observed. Also, the stable response time of MVA cell on the homeotropic photopolymer can be achieved.

Key Words : Multidomain vertical alignment (MVA), Electro-optical (EO), Photopolymer, Voltage-transmittance(V-T), Response time

1. 서 론

TFT(thin film transistor)-LCD(liquid crystal display)는 노트북 PC 시장에서 거의 100%를 점유하고 있다. 하지만 TFT-LCD의 크기가 모니터 및 TV 용도로 대면적화 되고 있다. 따라서 TFT-LCD의 최종목표는 CRT 시장을 대체하는 것이므로 시야각의 향상은 절대적으로 요구되었다. 특히 기존의 TN (twisted nematic) 모드 고유의 시야각을 향상시키기 위해서 현재까지 판상형 액정을 응용한 광학필름을 이용한 “보상 필름 방식” [1], 수평전계를 이용한 “in-plane-switching (IPS)

모드”[2] 그리고 수직배향막을 이용한 “multidomain vertical-alignment (MVA) 모드”[3] 등이 제안되고 있다. 일반적인 러빙 처리된 VA[3-7] 모드는 단일 셀로는 광시야각을 실현 할 수 없기 때문에 유전체의 돌기를 이용하는 돌기 모드가 큰 기대를 모으고 있다[3]. 하지만 보상필름형 TN은 하쪽 방향에서 투과율이 감소하고 상쪽에서 투과율이 증가되는 단점이 있으며, IPS와 MVA 모드는 투과율 저하의 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 수직 배향을 나타내는 광폴리머에 photolithograph 법을 이용하여 stripe grating-groove을 형성하고, 형성된 기판을 cross로 제작하여 전계인가시 4-domain을 형성함으로써 광시야각을 구현할 수 있는 MVA 셀에 대하여 연구하였다.

* : 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134,
Fax: 02-3147-1351

Corresponding Author : dsseo@yonsei.ac.kr)

** : 성균관대학교 고분자공학과

*** : 광운대학교 전기공학과

2002년 7월 15일 접수, 2002년 7월 30일 1차 심사완료,
2002년 10월 23일 2차 심사완료, 2002년 12월 27일 최종 심사완료.

2. 실험

그림 1 에 N-(phenyl)maleimide을 포함하는 수

직 광폴리머의 분자 구조를 나타내었다[4]. 폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 부착된 기판 위에 코팅되었으며, 그림 2와 같은 패턴간격은 20 μm , 폭은 10 μm 인 패턴을 이용하여 1분간 노광 하였다. 그림 3에 photolithograph를 이용한 셀 제작 순서를 나타내었다. 사용한 폴리머는 negative photoresist 타입이므로 그림 4과 같이 노광 및 현상후 폴리머 표면에 grating-groove가 형성된다. 형성된 폴리머 표면은 Bake 후에 배향막으로 사용된다. 배향막의 막 두께는 약 1200 \AA 으로 조절하였다. UV 광원은 500 W의 Mercury 램프를 사용하였으며, 에너지 밀도는 33.2 mW/cm^2 이다. 일자 grating-groove가 형성되도록 UV광이 조사된 상하기판을 서로 90 $^\circ$ 가 되도록 교차시켜 셀을 제작하였다. 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ98468 ($\Delta n=0.077$, $\Delta \epsilon=-4$, $T_c=75^\circ\text{C}$)를 사용하였다. 제작된 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 응답 특성은 LCD-7000 (OTSUKA Co.) 장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

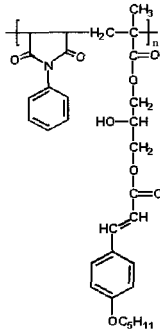


그림 1. 광폴리머의 분자 구조.
Fig. 1. Molecule structure of photopolymer.

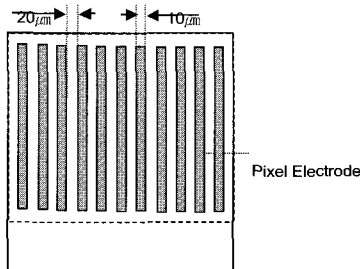


그림 2. Photo-mask의 패턴 구조.
Fig. 2. Structure of photo-mask pattern used.

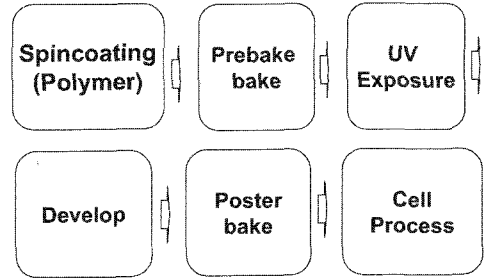


그림 3. 사진식각을 이용한 셀 제작 공정.
Fig. 3. Cell process using photolithograph.

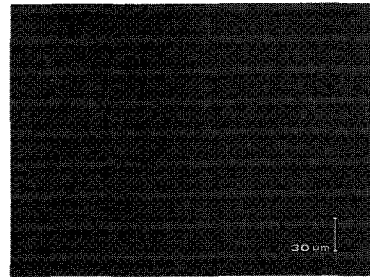


그림 4. 사진식각후 광폴리머 표면의 현미경 사진.
Fig. 4. Microphotographs of photopolymer surface after photolithograph.

3. 결과 및 고찰

그림 5에 수직 광폴리머를 사용한 MVA 셀을 위에서 내려다 본 구조를 나타내었다. 그림 4에 나타낸 바와 같이, photolithograph법으로 stripe grating-groove가 형성된 광폴리머의 상하기판을 서로 90 $^\circ$ 가 되도록 셀을 조합한다. 이때 액정분자는 4 방향으로 향하게 된다. 전압 무인가시 ($V=0$) 네마틱 액정의 방향은 유리 기판에 수직으로 배향되어 있으므로 편광자를 교차시킨 상태에서 상광선만이 존재하며 위상 지연은 일어나지 않는다. 따라서 셀에 전압을 인가하지 않은 상태에서는 암상태를 나타낸다. 이때 액정분자는 러빙공정이 없이 stripe grating-groove에 의해 형성된 일자 groove에 직각으로 자연스럽게 기울어져 있게 된다. 한편, 전압 인가시 ($V>V_{th}$)는 인가 전압에 의해서 네마틱 액정이 전계와 수직 방향으로 변화하여

빛이 투과되며, 상판 기관에 의해 생긴 stripe grating-groove과 하판 기관에 생긴 stripe grating-groove를 cross가 되도록 형성함에 의해서 초기 액정이 4방향으로 약간의 기울기를 형성하게 되고 전압 인가시 cross 형성된 grating rip에 의해 결정된 4 방향으로 눕게 되어 4-domain을 형성하는 것으로 생각할 수 있다. 결국, 광폴리머 표면에 photolithograph법에 의해 stripe grating-groove을 형성하여 리빙공정 없이 자연스럽게 액정배향을 형성하였으며, 또한 특별한 공정 없이 groove가 형성된 광폴리머 표면을 배향막으로 사용하여 제작공정을 간소화 할 수 있었다.

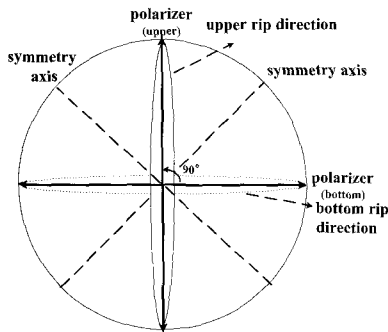


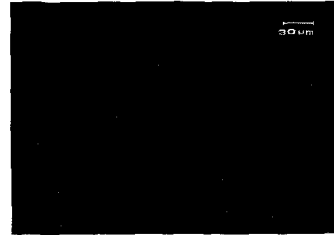
그림 5. 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀 구조의 top view.

Fig. 5. Top view of schematic diagram of the MVA cell on a homeotropic photo polymer.

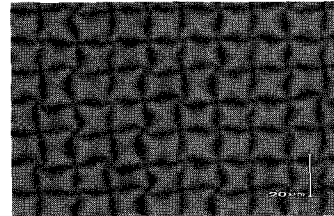
그림 6에 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 편광 편미경 사진을 나타내었다. 그림 5와 같이 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀은 인가 전압에 대한 on-off 특성은 양호한 콘트라스트를 나타내었다. 특히 전계 인가시 수직 광폴리머에 photolithograph 공정을 통하여 형성된 rip에 의한 4-domain이 구현됨을 알 수 있었다. 따라서, 수직 광폴리머와 photolithograph 기술을 이용함으로써 쉽게 4-domain을 형성 할수 있었다.

그림 7은 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 특성을 나타낸다. 그림 7과 같이 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀은 우수한 V-T 곡선이 관측됨을 알 수 있다. 그러나 전압 무인가시 미소한 광 누설 (light leakage) 현상이 관찰되었으며, 이것은 부의 광학 보상 필름을 사용하면 좋은 압 상태를 얻을 수 있다. 새로운 MVA 셀의 임계치 전압은 V_{10} 은 2.58(V), V_{90} 은 5.42(V)로

일반적인 VA 셀과 비교하여 거의 동등하였다[4]. 이러한 구동전압은 셀 프로세스 조건을 최적화함으로써 낮출 수 있다.



(a) off-state



(b) on-state

그림 6. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 6. Microphotographs of MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces (in crossed Nicols).

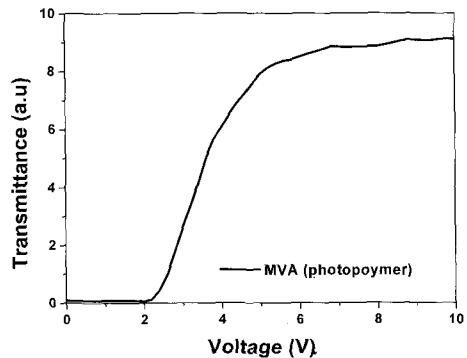


그림 7. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 V-T 특성.

Fig. 7. V-T characteristics in the MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces.

그림 8은 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 응답 특성을 나타낸다. 그림 8에서와 같이 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀은 안정된 응답특성을 나타내었다.

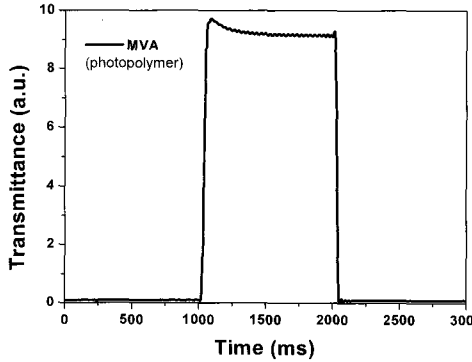


그림 8. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 응답 특성.

Fig. 8. Response time characteristics in the MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces.

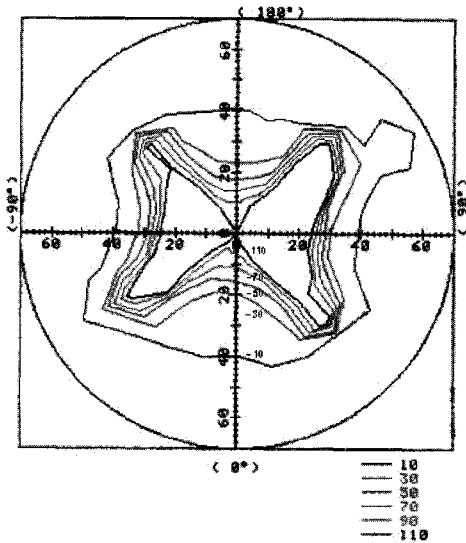


그림 9. 수직 폴리머를 이용한 새로운 MVA 셀의 시야각 특성.

Fig. 9. Viewing angle characteristics of the new MVA cell on a homeotropic photopolymer.

그림 9는 수직 광폴리머를 사용한 새로운 MVA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그림 9에 나타난 바와 같이, 새로운 MVA 셀의 시야각 특성은 우수함을 알 수 있다. 새로운 MVA 셀의 시야각 특성은 대각선 방향에서 약 120° 정도 나타내었다. 즉 새로운 MVA 셀은 4-domain의 특성을 나타냄을 알 수 있다. 이것은 UV 조사와 develop에 의해 형성된 광폴리머의 rip에 의한 것으로 생각할 수 있다. 즉, 새로운 MVA 셀의 전압 인가시에 액정분자가 4방향으로 눕게 되어 4-domain을 형성함으로써 시야각이 개선되는 것으로 생각할 수 있다[5]. 따라서 새로 개발한 MVA 셀은 유전체 물질을 식각시켜 돌기를 형성하지 않고, 수직 광폴리머 표면에 노광과 현상을 이용하여 stripe grating-groove를 형성함으로써 배향막과 동시에 광시야각을 형성함으로써 기존 공정을 매우 간소화 할 수 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 N-(phenyl)maleimide를 포함하는 수직 광폴리머를 이용한 러빙공정이 없는 새로운 MVA 셀의 전기 광학 특성에 대하여 검토하였다. 새로운 MVA 셀은 수직 광폴리머 표면에 photolithograph 공정을 통하여 stripe grating-groove 형성함으로써 배향막과 동시에 광시야각을 형성함으로써 기존 공정을 간소화 할 수 있었다. 또한 이러한 stripe grating-groove를 표면을 바로 이러한 수직광폴리머를 이용한 MVA 셀은 편광현미경 사진을 통해 4-domain이 형성됨을 알 수 있었다. 또한 MVA 셀의 전압-투과율 특성은 우수하였으며, 응답특성도 안정된 특성을 나타내었다.

감사의 글

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

참고 문헌

- [1] H. Mori, Y. Itoch, Y. Nishiura, T. Nakamura, and Y. Shinagawa, "Performance of a novel optical compensation film based on negative birefringence of disxotic

- compound for wide-viewing-angle twisted-nematic liquid-crystal displays”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 36, No. 1A, p. 143, 1997.
- [2] M. Oh-e and K. Kondo, “Response mechanism of nematic liquid crystal using the in-plane switching mode”, Appl. Phys. Lett., Vol. 69, No. 5, p. 623, 1996.
- [3] 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, p. 159, 1997.
- [4] J. Y. Hwang, D. S. Seo, J. Y. Kim, and T. H. Kim, “Electro-optical characteristics in the photoaligned vertical-alignment cell on a photopolymer surfaces containing N-(phenyl)maleimide”, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 41, No. 1A, p. L58, 2002.
- [5] H. Yoshida, T. seino, and Y. Koike, “Four-domain divided inclined vertical alignment by irradiation of unpolarized ultra violet light” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 36, No. 11A, p. 1449, 2002.
- [6] J. Y. Hwang, D. S. Seo, E. J. Hahn, and J. H. Kim, “Liquid crystal alignment effects for the photo-aligned VA-LCD on the photo-polymer”, IEICE Trans. on Electron, Vol. 1, No. 3, p. 10, 2000.
- [7] 황정연, 박경순, 서대식, 남상희, 서동학, “Polynobornene 유도체 표면을 이용한 광배향 VA-LCD의 전기 광학 특성에 관한 연구”, 전기전자재료학회논문지, 15권, 3호, p. 253, 2002.
- [8] 황정연, 이윤건, 서대식, 김준영, 김태호, “3가지 종류의 치환기를 함유한 N-(phenyl) maleimide 계 광폴리머 표면을 이용한 역정배향 효과에 관한 연구”, 전기전자재료학회논문지, 15권, 3호, p. 264, 2002.