

수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 전기 광학 특성

EO Characteristics in the Multidomain Vertical-Alignment (MVA) Cell on a Homeotropic Photopolymer

이경준*, 황정연*, 김재형**, 서대식*

(Kyung-Jun Lee*, Jeoung-Yeon Hwang*, Jae-Hyung Kim**, 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 대면적화되고 있다. 따라서 TFT-LCD의 최종목표는 CRT 시장을 대체하는 것이므로 시야각의 향상은 절대적으로 요구되었다. 특히 기존의 TN (twisted nematic) 모드 고유의 시야각을 향상 시키기 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 모드는 단일 셀로는 광시야각을 실현 할 수 없기 때문에 유전체의 돌기를 이용하는 돌기 모드가 큰 기대를 모우고 있다[3], 하지만 보상필름형 TN은 상하 방향에서 빛의 투과율이 감소되는 단점이 있으며, IPS와 MVA 모드는 투과율 저하의 단점을 가지고 있다.

본 연구에서는 수직 배향을 나타내는 광폴리머에 photolithograph 법을 이용하여 rib을 형성하고, 형성된 기판을 cross로 제작하여 전계인까지 4-domain을 형성함으로써 광시야각을 구현할 수 있는 MVA 셀에 대하여 연구 하였다.

2. 실험

그림 1 에 N-(phenyl)maleimide을 포함하는 수직 광폴리머의 분자 구조를 나타내었다 [4]. 폴리머는 스피ن 코팅법을 이용하여 ITO (indium-tin-oxide) 전극이 부착된 기판 위에 코팅되었으며, 그림 2와 같은 패턴간격은 20 μ m, 폭은 10 μ m인 패턴을 이용하여 1분간 노광 하였다. 사용한 폴리머는

* 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)
** 인제대학교 물리학과
Fax: 02-3147-1351
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr

negative photoresist 타입이므로 그림 3과 같이 노광후 폴리머 표면에 groove가 형성된다. 폴리머의 막 두께는 약 1200Å으로 조절하였다. UV 광원은 500 W의 Xe 램프를 사용하였으며, 에너지 밀도는 33.2 mW/cm²이다. 일자 groove가 형성되도록 UV 광이 조사된 상하기판을 UV방향이 서로 90° 가 되도록 교차시켜 셀을 제작하였다. 사용한 네마틱 액정은 Merck사의 MJ97359 ($\Delta\epsilon=-4$, $T_c=75^\circ\text{C}$)를 사용하였다. 제작된 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 응답 특성은 LCD-7000 (OTSUKA Co.) 장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

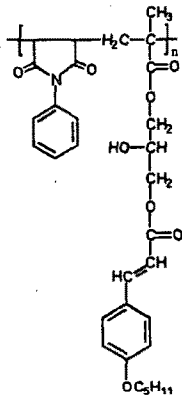


그림 1. 광폴리머의 분자 구조.
Fig. 1. Molecule structure of photopolymer.

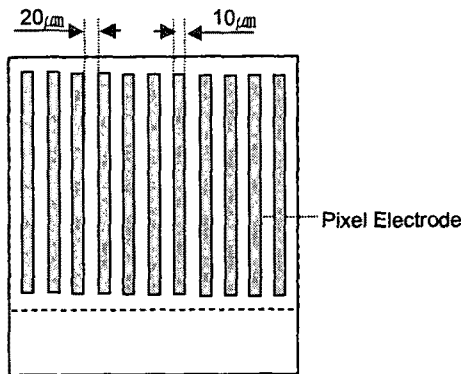


그림 2. Photo-mask의 패턴 구조.
Fig. 2. Structure of photo-mask pattern used.

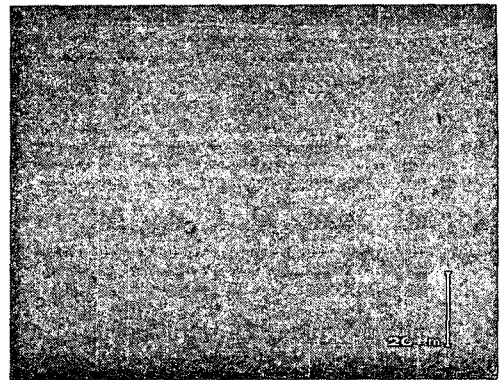


그림 3. 노광후 광폴리머 표면의 현미경 사진
Fig. 3. Microphotographs of photopolymer surface after photolithograph

3. 결과 및 고찰

그림 4에 수직 광폴리머를 사용한 MVA 셀 위에서 내려다 본 구조를 나타내었다. 그림 4에 나타낸 바와 같이, UV 조사와 함께 광폴리머의 rip이 형성된 상하기판을 서로 90° 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 암 상태를 나타낸다. 한편, 전압 인가시 ($V>V_{th}$)는 인가 전압에 의해서 네마틱 액정이 전계와 수직 방향으로 변화하여 빛이 투과되며, 액정분자가 rip에 의해서 4 방향으로 눕게 되어 4-domain을 형성하는 것으로 생각 할 수 있다.

그림 5에 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 편광편미경 사진을 나타내었다. 그림 5와 같이 VA-IPS 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 할 수 있었다.

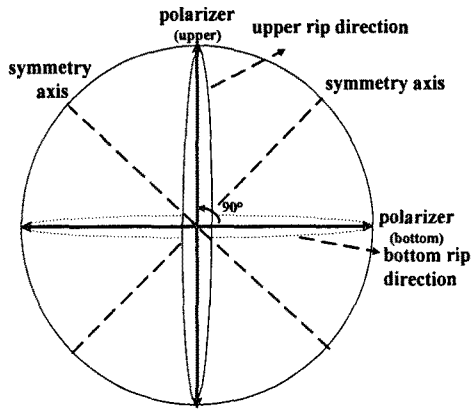
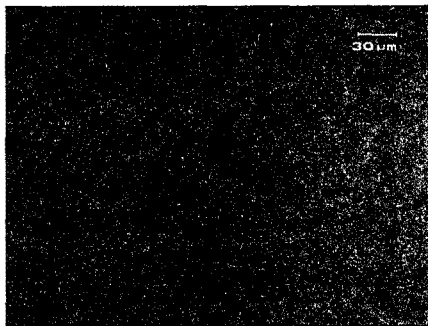
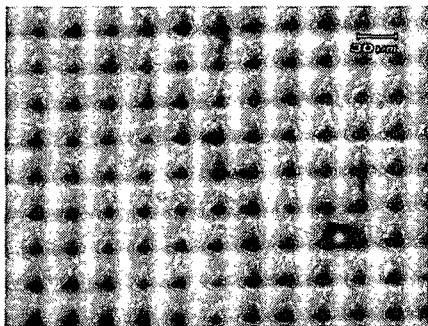


그림 4. 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀 구조의 top view

Fig. 4. Top view of schematic diagram of the MVA cell on a homeotropic photopolymer.



(a) off-state



(b) on-state

그림 5. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 5. Microphotographs of MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces (in crossed Nicols).

그림 6은 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 특성을 나타낸다. 그림 6과 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 암 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.

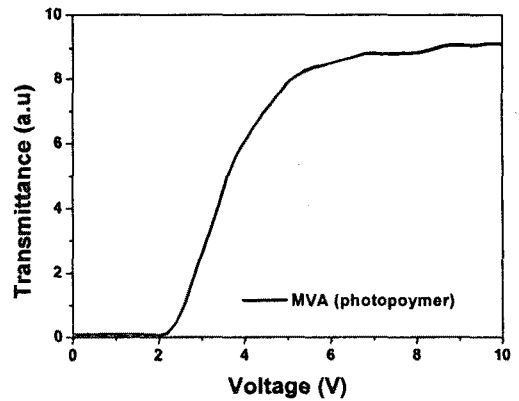


그림 6. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 V-T 특성.

Fig. 6. V-T characteristics in the MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces.

그림 7은 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 응답 특성을 나타낸다. 그림 7에서와 같이 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀은 안정된 응답특성을 나타내었다.

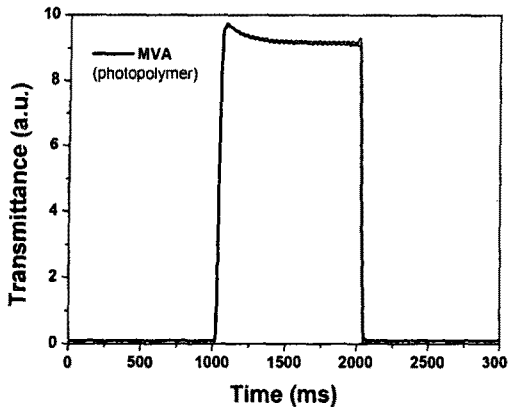


그림 7. 수직 광폴리머 표면을 이용한 MVA 셀의 응답 특성.

Fig. 7. Response time characteristics in the MVA cell on a homeotropic photopolymer surfaces.

4. 결론

본 연구에서는 N-(phenyl)maleimide를 포함하는 수직 광폴리머를 이용한 MVA 셀의 전기 광학 특성에 대하여 검토 하였다. MVA 셀은 수직 광폴리머 표면에 photolithograph 공정을 통하여 간단하게 제작 할 수 있었다. 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 한국과학재단 목적기초연구(R01-1999-00289)지원으로 수행되었음.

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, 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.