

수직 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS 셀의 전기 광학 특성

EO Characteristics in the Vertical-Alignment (VA)-In Plane Switching (IPS) Cell on a Homeotropic Photopolymer Surface

정은아*, 황정연*, 김재형**, 서대식*

(Sung-Hoon Pieh*, Jeoung-Yeon Hwang*, Jae-Hyung Kim**, Dae-Shik Seo*)

Abstract

We studied electro-optical (EO) performances of a vertical-alignment (VA)-in plane switching (IPS) cell on a photopolymer surfaces. The VA-IPS cell, dark in voltage-off state, reveals bright uniformity in all directions due to the dual domainlike director configuration in the voltage-on state. For voltage-transmittance (V-T) measurement, the transmittance characteristics of the VA-IPS cell on the photopolymer surface was better than that of the VA-IPS cell on a polyimide(PI) surface.

Key Words : vertical alignment (VA)-in plane switching (IPS), electro-optical (EO), rubbing-free, photopolymer, response time

1. 서 론**

오늘날 TFT (thin film transistor)-LCD (liquid crystal display)는 액정모니터, 노트북 PC 그리고 Digital 액정 TV로 그 활용 영역을 확대하고 있다. 이렇게 TFT-LCD가 TV 영역으로 적용되기 위해서는 광시야각, 응답속도 등의 해결되어야 과제가 많다. 특히 기존의 TN (twisted nematic) 모드 고유의 협소한 시야각과 느린 응답속도를 개선할 필요가 있다. 이러한 협소한 시야각과 느린 응답속도 특성을 개선하기 위하여 현재까지 보상 필름 방식[1], in-plane-switching (IPS) 모드[2,3] 그리고 multidomain vertical-alignment (MVA) 모드[4] 등이 제안되고 있다.

특히, Rubbing-free 방법인 VA (vertical alignment)-IPS (in plane switching) 셀은 rubbing 처리를 하지 않고 2-domain을 형성시켜 광시야각을 쉽게 구현 할 수 있다 [5]. 그러나 높은 구동전압

과 낮은 투과율 등이 문제점으로 대두되고 있다.

본 연구에서는 수직배향을 나타내는 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS의 전기 광학 특성에 대하여 검토 하였다.

2. 실험

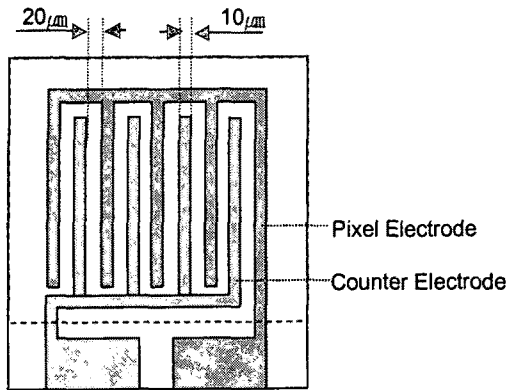
본 실험에서는 패턴 기판으로 ITO(indium-tin-oxide) 전극을 사용하였으며, 전극 간격은 20 μ m로 전극 폭은 10 μ m로 제작하였다. 사용한 패턴 기판은 그림 1에 나타내었다. 그리고 맞은 편 기판은 전면 ITO 전극을 사용하였다. 사용한 광폴리머는 그림 2에 나타내었다. 폴리머는 스펀 코팅법으로 도포하였으며, 150 $^{\circ}$ C에선 1시간 소성하였다. 광폴리머를 사용한 셀과 비교하기 위하여 폴리이미드계 수직 배향막인 JALS-204 (JSR Co.)를 사용하였으며, 180 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 소성 하였다. 패턴 전극에는 러빙 처리를 하지 않았으며, VA-IPS 셀의 두께는 4.25 μ m로 조절하였으며, 음의 유전율 이방성 ($\Delta\epsilon=-4$, from Merck Co.) 을 가진 네마틱 액정을 사용하였다. 제작된 VA-IPS 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 응답특성을 LCD-7000 (OTSUKA Co.)장비를 이용하여 실온에서 측정하였다.

* 연세대학교 전기전자공학과
(서울시 서대문구 신촌동 134)

** 인제대학교 물리학과

Fax: 02-3147-1351

E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr



VA-IPS test cell

그림 1. VA-IPS 패턴 기판의 구조.

Fig. 1. Structure of VA-IPS patterned substrate.

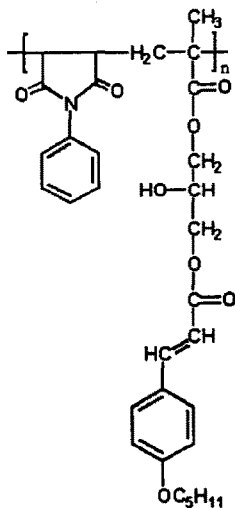


그림 2. 광폴리머의 분자 구조.

Fig. 2. Molecule structure of photopolymer.

3. 결과 및 고찰

그림 3에 photolithograph 공정을 통하여 제작한 VA-IPS 패턴 기판의 microscope 형상을 나타내었다. 그림 3에서와 같이 선명한 패턴 형상을 볼 수 있다.

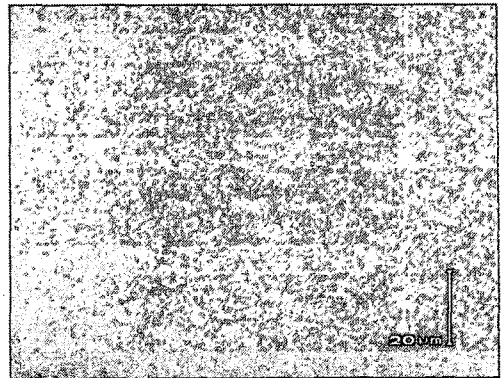


그림 3. VA-IPS 패턴 기판의 현미경 사진.

Fig. 3. Microphotographs of the VA-IPS pattern substrate.

그림 4에 광학 보상 필름을 사용하지 않은 VA-IPS셀의 구조를 나타내었다. 그림 4에 나타낸 바와 같이, 전압 무인가시 ($V=0$) 네마틱 액정의 방향은 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 액정분자는 유전율 이방성에 의해 전계와 수직 방향으로 변화하여 빛이 투과되며, 패턴 전극에 의해 액정분자들이 좌우로 넓게 되어 자연스럽게 2-domain을 형성하여 시야각을 개선 시킬 수 있다.

그림 5에 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS의 편광현미경 사진을 나타내었다. 그림 5와 같이 VA-IPS 셀은 인가 전압에 대한 on-off 특성은 양호한 콘트라스트를 나타내었다. VA-IPS 셀에 전계인가시 그림 4(b)에서와 같이 액정이 전계방향의 수직배향으로 좌우로 움직이기 되기 때문에 그림 5(b)에서와 같이 밝은 상태가 된다. 하지만 IPS 기판의 중앙에 위치한 액정은 움직이기 않기 때문에 암 상태가 된다.

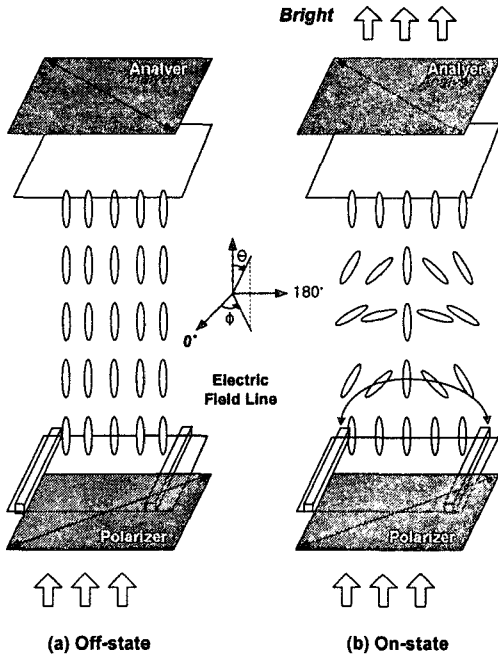
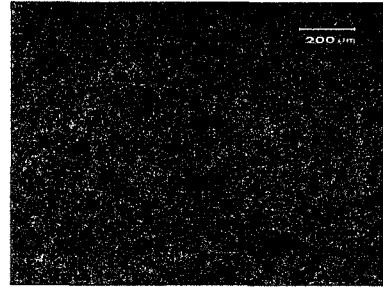


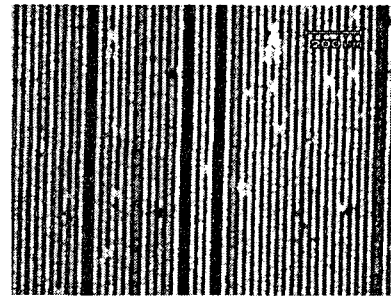
그림 4. 전압 무인가 상태와 전압인가 상태에서 광학 보상 필름을 사용하지 않은 VA-IPS 셀의 개략도.

Fig. 4. Schematic diagram of the VA-IPS cell without a negative compensation film in the off- and on-state.

그림 6은 광폴리머와 폴리이미드 표면을 이용한 VA-IPS 셀의 전압-투과율 특성을 나타낸다. 그림 6 에서와 같이 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS 표면을 이용한 경우가 폴리이미드 표면을 이용한 경우보다 투과율이 높음을 알 수 있다. 또한 임계치 전압도 V_{10} (광폴리머)은 7.7(V)과 V_{10} (폴리이미드)은 10.0 (V)로 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS 경우가 더 낮은 임계치 전압을 나타내었다. 그러나 VA-IPS 셀은 전체적으로 임계치 전압이 높음을 알 수 있다. 이러한 구동전압은 셀 프로세스 조건을 최적화함으로써 낮출 수 있다.



(a) off-state



(b) on-state

그림 5. 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 직교상태).

Fig. 5. Microphotographs of the VA-IPS cell on the photopolymer surfaces (in crossed Nicols).

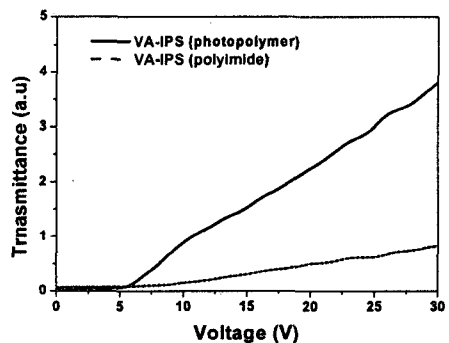


그림 6. 수직 광폴리머와 폴리이미드 표면에서의 VA-IPS 셀의 V-T 특성.

Fig. 6. V-T characteristics in the VA-IPS cell on the homeotropic photopolymer and polyimide surfaces.

4. 결 론

본 연구에서는 수직 광폴리머와 폴리이미드 표면을 이용한 VA-IPS 셀의 전기광학 특성에 대하여 검토하였다. VA-IPS 셀의 on-off 특성은 우수하였다. 또한, 광폴리머 표면을 이용한 VA-IPS 셀의 전압-투과율 특성과 투과율은 폴리이미드 표면을 이용한 VA-IPS 셀보다 우수한 특성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 대학기초지원 (2001-145-3)의 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] T. Toyooka, E. Yoda, Y. Kobori, T. Yamanashi, and H. Itoh, "Optical design for wide-viewing-angle TN-LCD with hybrid aligned nematic compensation films", SID '98 digest, p. 698, 1998.
- [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] 서 대 식, 최 재 학, "IPS-LCD에서의 면내 결합에너지와 응답특성과의 관계", 전기전자재료학회논문지, Vol. 12, No. 3, p. 284, 1999.
- [4] 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.
- [5] S. H. Lee, H. Y. Kim, I. C. Park, B. G. Rho, J. S. Park, H. S. Park, and C. H. Lee, "Rubbing-free, vertically aligned nematic liquid crystal display controlled by in-plane field" Appl. phys. Lett. Vol. 71, No. 10, p. 2851, 2001.