

## 수직 광폴리머를 이용한 새로운 MVA 셀

### New MVA Cell Using a Homeotropic Photopolymer

황정연, 서대식

(Jeoung-Yeon Hwang, Dae-Shik Seo)

#### Abstract

We have developed a new multidomain vertical-alignment (MVA) mode using a homeotropic photopolymer that provides a wider viewing angle for nematic liquid crystal (NLC) with negative dielectric anisotropy. Good voltage-transmittance curves for the new MVA cell using the homeotropic photopolymer were observed. The viewing angle of the new MVA cell using the homeotropic photopolymer was wider than that of the conventional VA cell. The wide viewing angle using the new MVA cell is attributable to 4-domain by the ribs with UV exposure on the photopolymer.

**Key Words** : vertical-alignment, photopolymer, wide viewing angle, nematic liquid crystal

#### 1. 서 론

박막 트랜지스터 액정디스플레이(TFT-LCD)는 대면적 고화질을 구현하기 위하여 TN (twisted nematic) 모드 고유의 협소한 시야각을 개선할 필요가 있다. 이러한 협소한 시야각 특성을 개선하기 위하여 현재까지 보상 필름 방식[1], in-plane-switching (IPS) 모드[2,3] 그리고 multi domain vertical-alignment (MVA) 모드[4-7] 등이 제안되고 있다. 일반적인 러빙 처리된 VA 모드는 단일 셀로는 광시야각을 실현할 수 없기 때문에 유전체의 돌기를 이용하는 돌기 모드나[4], 왜곡 전계를 이용한 MVA 모드를 이용한다[5]. 이 중에서 돌기 모드는 다른 모드에 비해 응답속도가 빠르다는 장점이 있으나 돌기로 인한 광투과율이 감소한다는 단점이 있다.

그래서 본 연구에서는 수직 배향을 나타내는 광폴리머를 이용하여 4-domain을 형성함으로써 광시야각을 구현할 수 있는 새로운 MVA 셀을 제안한다.

#### 2. 실험

그림 1에 수직 광폴리머인 copoly(M4Ch-ChMA)의 분자 구조를 나타내었다. Copoly(M4Ch-ChMA)는 광중합 반응에 의해 수평 배향을 나타내는 chalconyl 기와 수직 배향을 나타내는 cholesteryl 기를 side chain으로 하여 공중합체 고분자로 합성하였다[8].

폴리머는 스핀 코팅법을 이용하여 ITO(indium-tin-oxide) 전극이 부착된 기판 위에 코팅되었으며, 그림 2와 같은 패턴을 이용하여 1분간 노광하였다. 사용한 폴리머는 negative photoresist 타입이므로 노광 후 현상액을 이용하여 그림 3과 같이 폴리머 표면에 grating groove를 형성하였다[9]. 간격은 40  $\mu\text{m}$ , 폭은 5  $\mu\text{m}$ 인 패턴을 사용하였다. 폴리머의 막 두께는 약 400  $\text{\AA}$ 로 조절하였다. UV 광원은 500 W의 Xe 램프를 사용하였으며, 에너지 밀도는 33.2  $\text{mW/cm}^2$ 이다. 돌기가 형성되도록 UV광이 조사된 상하기판을 UV방향이 서로 90°가 되도록 cross시켜 셀을 제작하였다. 일반 VA 셀을 제작하기 위하여 수직 폴리이미드(PI) 표면을 중간정도의 러빙강도로 러빙처리하여 제작하였다. 새로운 MVA 셀의 두께는 4.25  $\mu\text{m}$ 로 조절하였으며, 음의 유전율 이방성 ( $\Delta\epsilon = -3.8$ )을 가진 네마틱 액정을 등방상태

연세대학교 전기전자공학과  
(서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교,  
Fax : 02-362-6444  
E-mail : dsseo@yonsei.ac.kr  
2000년 10월 30일 접수, 2001년 1월 3일 심사완료

(isotropic phase) 에서 주입한 후 서냉 시켰다. 제작된 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 및 시야각 특성은 실온에서 측정하였다.

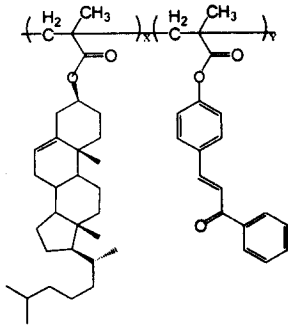
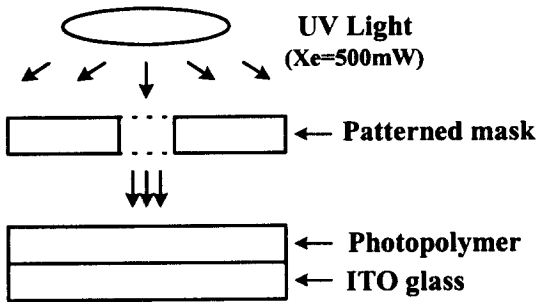
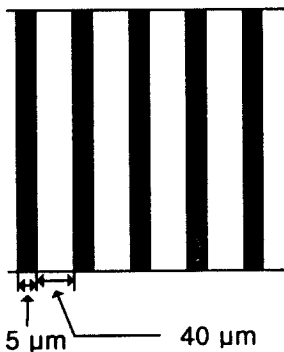


그림 1 광폴리머의 분자 구조  
Fig. 1 Molecular structure of photopolymer



(a) UV 조사 시스템



(b) 노광패턴

그림 2 노광 패턴의 구조 및 시스템  
Fig. 2 Schematic diagram of photolithograph pattern and UV exposure system



그림 3 노광 후 광폴리머의 표면 구조  
Fig. 3 Surface structure of photopolymer after photolithograph

### 3. 결과 및 고찰

그림 4에 수직 광폴리머를 사용한 새로운 MVA 셀의 구조를 위에서 내려다 본 그림을 나타내었다. 그림 4에 나타낸 바와 같이, UV 조사와 함께 광폴리머의 rib이 형성된 상하기판을 서로 90° 가 되도록 셀을 조합한다. 이때 액정분자는 4방향으로 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. 본 실험에서는 위상차 필름을 사용하지 않고 MVA 셀을 제작하였다. 한편, 전압 인가시 (V>V<sub>th</sub>)는 인가 전압에 의해서 네마틱 액정이 전계와 수직 방향으로 변화하여 빛이 투과되며, 액정분자가 rib에 의해서 4방향으로 높게 되어 4-domain을 형성하는 것으로 생각 할 수 있다.

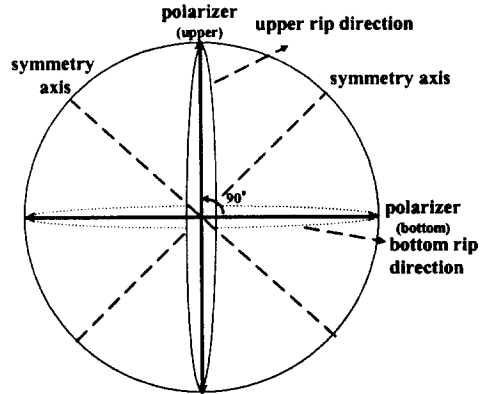


그림 4 수직 광폴리머를 이용한 새로운 MVA 셀 구조의 top view  
Fig. 4 Top view of schematic diagram of the new MVA cell using a homeotropic photopolymer

그림 5는 수직 광폴리머를 사용한 새로운 MVA

셀의 전압-투과율 (V-T) 특성을 나타낸다. 매우 우수한 V-T 곡선이 관측됨을 알 수 있다. 그러나 전압 무인까지 미소한 광 누설 (light leakage) 현상이 관찰되었으며, 이것은 편광축을 잘 맞추고, 부의 광학 보상 필름을 사용하면 좋은 암 상태를 얻을 수 있다. 새로운 MVA 셀의 임계치 전압은  $V_{10}$ 은 2.91(V),  $V_{90}$ 은 6.55(V)로 일반적인 VA 셀(그림 6)과 비교하여 거의 동등하였다. 이러한 구동전압은 셀 프로세스 조건을 최적화함으로써 낮출 수 있다.

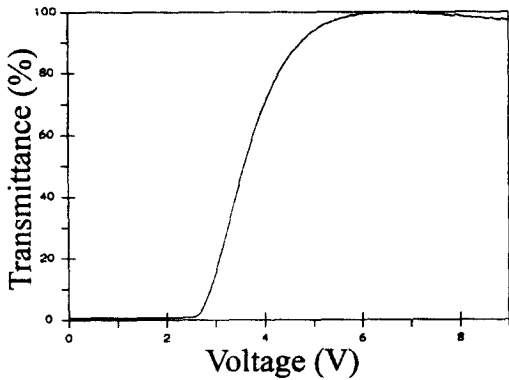


그림 5 수직 광폴리머를 사용한 새로운 MVA 셀의 전압-투과율 (V-T) 곡선

Fig. 5 V-T curve of the new MVA cell using a homeotropic photopolymer

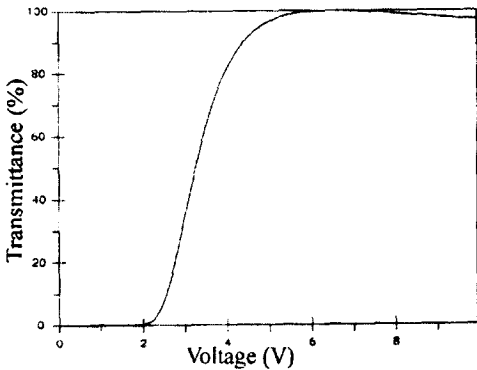


그림 6 러빙처리된 수직 폴리이미드 표면에서의 음의 보상 필름을 사용하지 않은 일반 VA 셀의 V-T 곡선

Fig. 6 V-T curve of the conventional VA cell without a negative compensation film on a rubbed homeotropic PI surface

그림 7은 수직 광폴리머를 사용한 새로운 MVA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그리고, 그림 7은 러빙처리된 일반 VA 셀의 시야각 특성을 나타낸다. 그림 7과 8에 나타낸 바와 같이, 새로운 MVA 셀의 시야각 특성이 러빙처리된 일반 VA 셀 보다 매우 우수함을 알 수 있다. 새로운 MVA 셀의 시야각 특성은 4-direction에서 약  $120^\circ$  정도 나타내었다. 즉 새로운 MVA 셀은 4-domain의 특성을 나타냄을 알 수 있다. 이것은 UV 조사에 의한 광폴리머의 rib에 의한 것으로 생각할 수 있다. 즉, 새로운 MVA 셀의 전압 인가시에 액정분자가 4방향으로 높게 되어 4-domain을 형성함으로써 시야각이 개선되는 것으로 생각할 수 있다. 따라서 새로 개발한 MVA 셀은 유전체 물질을 식각시켜 돌기를 형성하지 않고, 수직 광폴리머와 노광패턴만을 사용하여 직접적으로 rib를 형성함으로써 공정을 매우 간소화 할 수 있다.

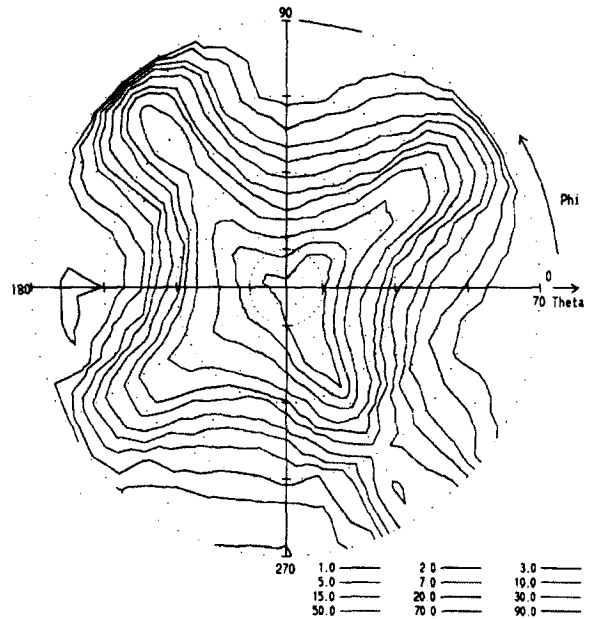


그림 7 수직 폴리머를 이용한 새로운 MVA 셀의 시야각 특성

Fig. 7 Viewing angle characteristics of the new MVA cell on a homeotropic photopolymer

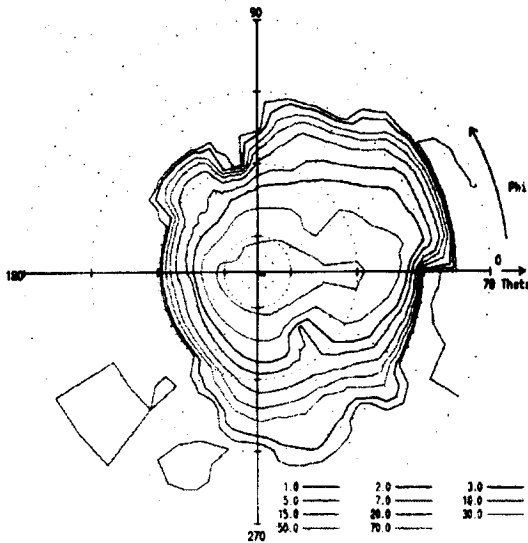


그림 8 러빙처리된 수직 폴리이미드 표면에 음의 보상 필름을 사용하지 않은 러빙처리된 일반 VA 셀의 시야각 특성

Fig. 8 Viewing angle characteristics of the conventional VA cell without a negative compensation film on a rubbed homeotropic PI surface

#### 4. 결론

본 연구에서는 수직 광폴리머를 이용한 새로운 MVA 셀을 제안하였다. 새로운 MVA 셀의 전압-투과율 특성은 매우 우수하였다. 또한 새로운 MVA 셀을 이용한 시야각 특성은 러빙처리된 일반 VA 셀보다 매우 우수하였다. 이것은 수직 광폴리머에 패턴된 UV광을 조사함으로써 형성된 rib에 의한 4-domain의 기여로 생각할 수 있었다. 따라서, 새로운 MVA 셀은 수직 광폴리머와 노광 기술을 이용함으로써 쉽게 4-domain을 형성함으로써 공정을 매우 간소화 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

#### 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, pp. 698-701, 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, pp. 623-625, 1996.

[3] 서대식, 최재학, "IPS-LCD에서의 면내 결합에너지와 응답특성과의 관계", 전기전자재료학회논문지, Vol. 12, No. 3, pp. 284-289, 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, pp. 159-162, 1997.

[5] D.-S. Seo and J.-Y. Hwang, "Viewing angle characteristics using a patterned double twisted vertical-alignment cell mode", Jpn. J. Appl. Phys., Vol 39, pp. 914-916, 2000.

[6] J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, and J.-H. Kim, "Liquid crystal alignment effects for the photo-aligned VA-LCD on the photo-polymer", Transactions on Electrical and Electronic Materials, Vol. 1, No. 3 (2000).

[7] 황정연, 서대식, 한은주, 김재형, "새로운 VA-1/6 $\pi$  셀 모드를 이용한 광시야각 특성", 전기전자재료학회논문지, Vol. 13, pp. 883-886, 2000.

[8] J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, J.-H. Son and D.-H. Suh, "Pretilt angles of vertically aligned nematic liquid crystal (NLC) with the application of copolymers possessing chalconyl and cholesteryl moiety" Jpn. J. Appl. Phys. Vol 39, pp. L1108-L1110, 2000.

[9] G. P. Bryan-Brown, C. V. Brown, I. C. Sage and V. C. Hui, "Voltage-dependent anchoring of a nematic liquid crystal on a grating surface", nature, Vol. 392 pp.362-367, 2000.