

# 고분자 표면 배향을 이용한 광학 보상 퍼짐 셀의 특성 향상 연구

김성수, 황성진, 황성한, 이명훈, 이승희\*

전북대학교 신소재공학부

## Study on Electro-optical Characteristics in the Optically Compensated Splay Cell using Polymer Surface Alignment

Seong Su Kim, Seong Jin Hwang, Seong Han Hwang, Myong-Hoon Lee and Seung Hee Lee\*

School of Advanced Materials Engineering, Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk, 561-756, Korea

**Abstract :** We have studied the optically compensated splay mode using reactive mesogen (RM) monomer to reduce setting voltage and phase transition time from initial bend to splay state. When the OCS cell has low pretilt angle close to 45°, OCS state can be formed easily. The low pretilt angle was formed through the polymerization of UV curable reactive RM monomer at the surfaces. In this way, reorientation of the LC is well defined and thus the device shows better performances in setting voltage and phase transition time.

**Key Words :** Liquid crystal; Optically Compensated Splay; Vertical Alignment; Polymer Surface Alignment

### 1. 서 론

최근 널리 상업화된 비틀린 네마틱 (twisted nematic) 액정 디스플레이[1-2]는 고수율, 저 소비전력과 저 비용 등의 장점으로 많이 이용되고 있다. 하지만 좁은 시야각으로 보상 필름을 사용해야 한다. 그리고 이를 보완한 광시야각을 가지는 In-Plane Switching (IPS) [3], Multi-domain Vertical Alignment (MVA) [4], Fringe-Field Switching (FFS) [5] 등이 개발되었다. 또한 선명한 동영상 구현을 위한 고속 응답특성을 가지는 Optically Compensated Bend (OCB) [6] 도 제안되었으나 어둡 상태의 빛 색을 제거하기 위해 보상필름을 사용해야만 한다.

또한, 고속응답 특성과 광시야각을 가지는 OCS 모드 [7-9] 는 유전율 이방성이 음인 액정 분자가 초기 수직 배열을 하면서 굽힘 (bend) 상태를 가진다. 여기에 임계전압을 인가하면 액정은 상전이가 발생하여 퍼짐 (splay) 상태가 된다. 이때 액정분자들이 퍼짐 상태로 변하는데 고전압과 느린 상전이 시간을 가진다. 본 논문에서는 RM 단분자를 액정 셀에 일정량 혼합 후 퍼짐 상을 만들고 전압을 인가한 상태에서 UV 광원에 노출시킨다. 따라서 기판 표면에서 RM 단분자들이 고분자화가 되면서 액정 분자와 상호작용으로 인해 초기에 선경사각이 작아지면서 갖게 되는 전기광학 특성을 연구하였다.

### 2. 실험

본 실험은 OCS 모드의 특성을 비교하기 위해 다음과 같은 조건으로 셀을 제작하였다. 액정은 MJ 001327을 사용하였으며 액정의 물성은  $\Delta n$ 이 0.1547,  $\Delta \epsilon$ 이 -3.9 이다. 실험에 사용된 셀의 셀 갭은 3 $\mu$ m이며, 사용된 RM 단분자는 RM 257 (merck) 이며 액정 무게의 0.1%의 양을 혼합하였다. 그리고 광 개시제는 IGRA 607을 사용하였으며 액

정 무게의 0.01%의 양을 혼합하였다. 셀의 상판과 하판은 모두 ITO가 코팅되어 있는 유리 기판이며 러빙은 상하판 모두 평행하게 같은 방향으로 하였다.

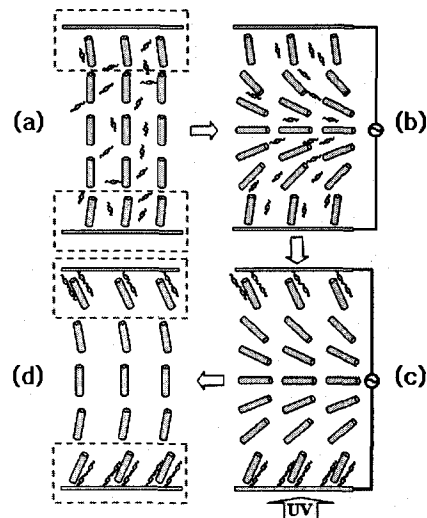


그림 1. RM 단분자에 의한 선경사각 형성 과정

그림 1은 OCS 셀에서 RM 단분자에 의한 선경사각 형성 과정을 나타낸다. 그림 (a)와 같이 초기 수직 배향된 액정은 굽힘 상태를 형성하고 RM 단분자들은 액정 셀 안에 불규칙적으로 존재한다. 이때 임계전압 이상의 수직 전기장을 인가하면 그림 (b)와 같이 기판과 평행하게 누워있는 중간 방향자를 중심으로 상하대칭 구조를 이루며 퍼짐 상태를 형성한다. 이 상태에서 액정 셀에 UV를 조사하면 RM 단분자들은 표면의 배향막과의 상호작용으로 인해 표면에서 작은 경사각을 가지는 액정 방향자를 따라 그림 (c)와 같이 경화된다. 이로써 RM 단분자들이 경화되어 표면의 액정 방향자의 선경사각이 그림 (d)와 같이 작아지게 된다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 기존의 OCS 셀과 RM 단분자를 이용한 OCS 셀의 임계전압 ( $V_c$ )을 보여준다. 기존 실험에서 선경사각이  $45^\circ$ 에 가까울수록 초기 OCS 상태가 쉽게 만들어지고 유지전압 ( $V_s$ )을 확인하였다[9]. 기존의 OCS 셀에서는 퍼짐 상태를 형성하기 위해서는 약 34V 이상의 펄스 (pulse) 전압을 인가해야 한다. 하지만 RM 단분자를 포함한 OCS 셀에서는 퍼짐 상태를 형성하기 위해서는 약 17V 이상의 전압이 필요하다. 따라서 약 2배 정도 임계전압이 감소되었고 또한 기존의 OCS 셀은 펄스 (pulse) 전압을 인가해야 퍼짐 상태를 형성하는 반면에 RM 단분자를 이용한 OCS 셀에서는 펄스 전압이 필요치 않는 장점을 가진다.

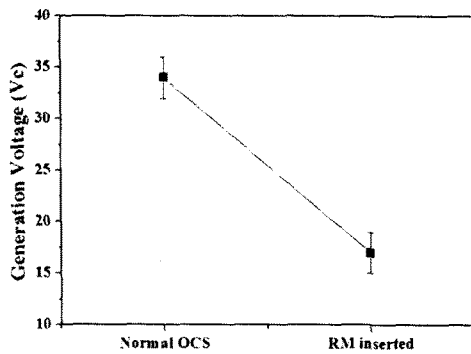


그림 2. 기존의 OCS 셀과 RM 단분자를 이용한 OCS 셀의 임계전압 ( $V_c$ ).

그림 3은 기존의 OCS 셀과 RM 단분자를 이용한 OCS 셀의 유지전압을 나타낸다. 기존의 OCS 셀에서는 퍼짐 상태를 유지하는 최소 전압은 약 3.2V의 전압이 필요하였다. 하지만 RM 단분자를 포함한 OCS 셀에서는 퍼짐 상태를 유지하는 최소 전압은 약 2.7V의 전압이 필요하였다. 따라서 RM 단분자를 이용한 OCS 셀에서 약 0.5V 정도의 유지전압이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 표면에서 RM의 경화로 인해서 선경사각이 작아지게 되어 더 낮은 전압에서도 OCS 상태를 유지함을 보여 준다.

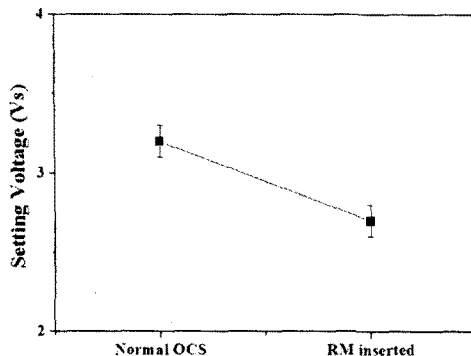


그림 3. 기존의 OCS 셀과 RM 단분자를 이용한 OCS 셀의 유지전압 ( $V_s$ ).

### 4. 결론

OCS 셀에서 초기 퍼짐상태를 형성하기 위한 높은 임계 전압과 유지전압을 개선하기 위해 RM 단분자를 포함한 OCS 셀의 선경사각을 조절하여 셀의 특성향상을 연구를 하였다. 표면에서 RM 단분자가 표면에서 경화되면서 낮은 선경사각을 형성하고, 이는 OCS 상태를 더 쉽게 형성하게 만들고 임계전압과 유지전압이 기존에 비해 월등히 낮아졌다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

### 참고 문헌

- [1] M. Schadt, W. Helfrich, "Voltage Dependent Optical Activity of a Twisted Nematic Liquid Crystal," Appl. Phys. Lett. 18, p.127, 1971.
- [2] S. H. Hwang, Y. J. Lim, M. -H. Lee, S. H. Lee, G. D. Lee, H. Kang, K. J. Kim and H. C. Choi, "Comparison of optical compensations based on discotic liquid crystals with linear and non-linear orientation for wide viewing angle twisted nematic liquid crystal displays," Curr. Appl. Phys. 11, p. 690, 2007.
- [3] M. Oh-e, M. Ohta, S. Aratani, K. Kondo, "Principles and Characteristics of Electro-Optical Behaviour with In-Plane Switching Mode", Proc. of the 15th IDRC, 577, 1995.
- [4] A. Takeda, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Chida, H. Tsuda, K. Ohmuro, Y. Koike, T. Sasabayashi, and K. Okamoto, "A Super-High-Image-Quality Multi-Domain Vertical Alignment LCD by New Rubbing-Less Technology", SID Dig. Tech. Pap., 29, p.1077, 1998.
- [5] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, "Electro-optic characteristics and switching principle of a nematic liquid crystal cell controlled by fringe-field switching", Appl. Phys. Lett., 73(20), p. 2881, 1998.
- [6] P. J. Bos, P. A. Johnson and K. R. Koehler- Beran, "A liquid-crystal optical-switching device ( $\pi$  cell)", SID '83 Digest, 27, p. 30, 1983.
- [7] S. H. Lee, S. J. Kim, J. C. Kim, "Vertical alignment liquid crystal cell with optically compensated splay configuration of the liquid crystal", Appl. Phys. Lett., 84(9), p.1465, 2004.
- [8] S. M. Oh, S. J. Kim, M. -H. Lee, D. -S. Seo, S. H. Lee, "Film Compensation of the Optically Compensated Splay Liquid Crystal Device", Mol. Cryst. Liq. Cryst., 433, p. 97, 2005.
- [9] B. S. Jung, S. J. Kim, S. M. Oh, J. -Y. Hwang, D. -S. Seo, J. M. Rhee and S. H. Lee, "Study on Phase Transition of the Optically Compensated Splay (OCS) cell", IDW '04, p. 199, 2004