

RM 단분자를 이용한 초기 밴드 상태 OCB 셀의 전기적 특성 연구

전은정, 김성수, 임영진, 이명훈, 이승희*
*고분자·나노공학과 전북대학교

Study on Electric characteristics of Optically Compensated Bend formed initially bend state by Reactive Mesogen monomer

Eun Jeong Jeon, Seong Su Kim, Young Jin Lim, Myoung-Hoon Lee, Seung Hee Lee*
*Chonbuk Nat Univ.

Abstract : OCB mode has advantages such as fast response time and wide viewing angle. But it has inevitable shortcoming which initial splay state must be changed to bend state. To overcoming this problem, OCB cell filled LC with RM monomer was cured by UV when voltage applied. Through previously mentioned methods, even if electric field is none, bend state was made by stabilized LC director. In this paper, we investigated the electric characteristics of polymer stabilized OCB mode.

Key Words : Liquid Crystal, Polymer stabilization, Optically compensated Bend, UV curable monomer.

1. 서론

액정이 비틀린 구조를 가지는 Twisted Nematic (TN) [1-2] 액정 디스플레이는 낮은 소비전력과 낮은 제조비용, 그리고 높은 수율을 가지는 장점으로 인해 많이 이용되고 있다. 하지만 좁은 시야각과 느린 응답속도를 갖는다는 단점이 존재한다. 이러한 좁은 시야각을 보완하기 위해 In-Plane Switching (IPS) [3], Multi-domain Vertical Alignment (MVA) [4], Fringe-Field Switching (FFS) [5] 등이 개발되었지만 이 모드들 또한 고속 응답속도의 특성을 나타내지 못했다. 반면 Optically Compensated Bend mode (OCB) [6]는 넓은 시야각과 고속응답 특성을 동시에 나타내기 때문에, 이 모드에 대한 연구가 계속 진행되고 있다. OCB mode는 TN에서 나타나는 back-flow효과가 나타나지 않기 때문에 빠른 응답속도와 대칭 시야각으로 인하여 넓은 시야각의 특성을 보인다.

OCB 모드는 밴드 상태를 얻기 위하여 초기 스플레이 상태에서 특정 전압을 인가하여 밴드 상태로의 전이 과정이 필요하다. 본 논문에서는 RM 단분자 일정량을 액정에 혼합한 후 OCB셀에 주입하고 전압을 인가하여 bend상태가 되면 UV 광원에 노출시켜 기판 표면에서 RM 단분자들의 고분자 화를 통하여 [7-8] 생성된 고분자 박막이 OCB mode에 미치는 전기적 특성에 대해 분석하였다.

2. 실험

본 실험은 OCB 모드의 특성을 비교하기 위해 Δn 이 0.099, $\Delta\epsilon$ 이 8.1인 액정을 사용하였다. 실험에 사용된 셀의 갭은 4.8 μ m이며, 사용된 단분자는 RM 257 (Merck Co., Ltd)이며 액정 질량에 대해 2%의 양을 혼합하였다. 그리고 광개시제는 Irgacure 607을 사용하였으며, 함유된 단분자 질량의 0.01%의 양을 혼합하였다. 셀의 상판과 하판은 모두 ITO가 코팅되어 있는 유리 기판이며, 수평배향막은 상·하판 모두 평행하게 같은 방향으로 러빙되었다.

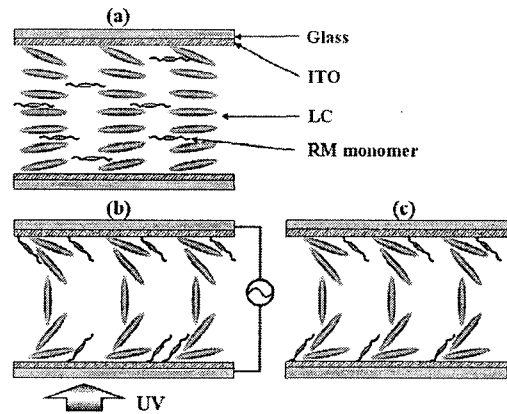


그림 1. RM 단분자에 의한 선경사각 형성 과정

그림 1은 OCB 셀에서 RM 단분자에 의한 선경사각 형성 과정을 보여준다. 그림 (a)와 같이 초기 동일한 방향으로 수평 배향된 액정은 스플레이 상태를 형성하고 RM 단분자들은 액정 셀 안에서 액정을 따라 존재한다. 이때 임계전압 이상의 수직전기장을 인가하면 그림 (b)와 같이 기판에 수직인 중간 액정 방향자를 중심으로 상·하대칭 구조를 이루며 밴드 상태를 형성한다. 이 상태에서 액정 셀에 UV를 조사 (30mW at 365nm, 15min)하면 RM 단분자들의 고분자화 반응이 진행되고, 정정 배향막 표면에서 고분자화되면서 인가된 전압에 의해 선경사각이 형성된다. 이러한 특정 선경사각이 형성되면, 전압을 제거한 후에도 밴드 상태를 형성한다(c).

3. 결과 및 검토

형성된 선경사각을 확인하기 위하여 커패시턴스 값을 측정하였다(LCR METER, Agilent). 커패시턴스는 다음 식으로 정의된다.

$$C = \frac{\epsilon \times A}{d} \quad (\epsilon: \text{유전 상수}, A: \text{면적}, d: \text{셀 갭})$$

OCB 셀에서 커패시턴스 값은 다른 변수를 동일하게 유지하면, 유전체인 액정의 배열 상태에 따라 유전상수가 결정된다. 양의 액정 ($\Delta\epsilon > 0$)은 전기장에 평행할 때의 유전상수 값이 전기장에 수직할 때의 유전상수 값보다 크다. 그림 2에서 OCB 셀은 초기 수평배열이고 10v 전압 인가 시 수직 배열이 되어 유전 상수의 차가 크기 때문에 커패시턴스 값의 변화 (ΔC)가 크다. 반면 RM 단분자가 첨가된 셀은 초기 선 경사각이 증가하여 수평 배향 상태보다 액정의 유전 상수가 증가하고, 따라서 초기 OCB 셀의 커패시턴스도 증가하였다. 고분자 박막 (RM 층) 에서는 인가된 전압에 의한 액정 움직임이 없기 때문에 10v의 전압을 인가한 경우 커패시턴스 값은 기존 OCB 셀에 비해 상대적으로 낮아지게 된다.

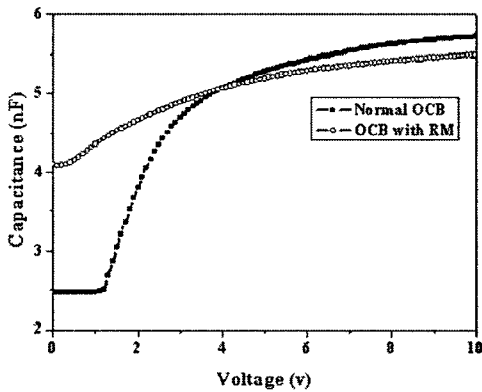


그림 2. 전압에 따른 커패시턴스 변화

고분자 박막이 액정 셀에 미치는 영향을 확인하기 위하여 전압 보전율을 측정하였다. 액정 셀은 플로팅되는 동안에 액정층의 내부 누설전류 때문에 전하가 방전되어 액정층에 걸린 전압은 낮아진다. 이때 충전된 전압을 유지하는 정도를 전압 보전율 (VHR) 이라고 한다. 전압 보전율은 다음과 같이 표현할 수 있다(VHR-200, SESIM Photonics Technology).

$$VHR = V/V_0 = \exp(-t/C_{lc}R_{lc}) = \exp(-t/\epsilon_c \rho_c)$$

위 식에서 전압 보전율은 액정의 유전상수와 비저항에 의존하고, 전압을 높이면 유전상수와 비저항의 곱이 증가하여 결국 전압 보전율은 증가하게 된다. 그림 3에서 6v 이하의 전압 보전율은 RM 단분자가 첨가된 셀이 높고 인가된 전압에 의한 변화가 적음을 보여준다. RM 단분자들이 형성한 고분자 박막이 새로운 유전체 역할을 하여 낮은 전압에서 전압 보전율이 향상된 것으로 보인다.

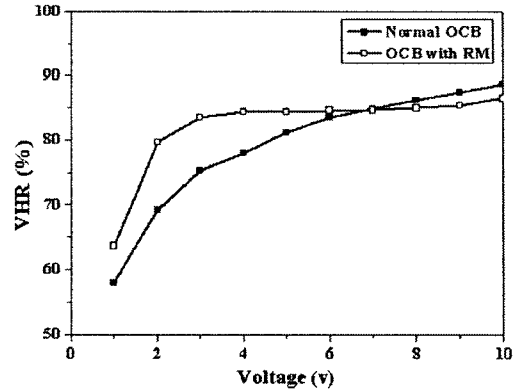


그림 3. 전압에 따른 전압 보전율 (VHR)

4. 결론

본 논문에서는 액정과 RM 단분자를 혼합하여 초기 밴드 상태를 유지하는 OCB셀의 전기적 특성을 연구하였다. 커패시턴스 값의 차이를 통하여 선경사각이 형성되었음을 확인하였고, RM 단분자들이 형성한 고분자 박막은 낮은 전압에서 전압 보전율을 높이는데 기여한 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고 문헌

- [1] M. Schadt, W. Helfrich, 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, Curr. Appl. Phys. 11, p. 690, 2007.
- [3] M. Oh-e, M. Ohta, S. Aratani, K. Kondo, 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, SID Dig. Tech. Pap., 29, p.1077, 1998.
- [5] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, Appl. Phys. Lett., 73(20), p. 2881, 1998.
- [6] P. J. Bos, P. A. Johnson and K. R. Koehler- Beran, SID '83 Digest, 27, p. 30, 1983.
- [7] R. Hasegawa, Y. Kidzu, I. Amemiya, S. Uchikoga. H. Wakemoto, SID '07 Digest, p. 995, 2007.
- [8] T. J. Chen, C. C. Chen, J. J. Wu, and C. H. Sun, Jpn. J. Appl. Phys. 46, p. 4203, 2007.