

ECB 셀에서 UV 경화성 RM 단분자에 의한 선경사각 조절 및 전기적 특성에 관한 연구

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

Study on Controlling Pretilt Angle and Electrical Characteristics in ECB cell by Polymerized Reactive Mesogen monomer

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

Abstract : We have studied the electrically controlled birefringence (ECB) mode using reactive mesogen (RM) monomer to control pretilt angle and improve electrical characteristics. The measure of capacitance confirmed new pretilt angle by RM monomer, and Voltage Holding Ratio (VHR) was increased more than normal ECB cell.

Key Words : Liquid Crystal, Pretilt Angle, Polymerized RM monomer

1. 서론

최근 저 소비전력, 저 비용 그리고 고수율의 장점을 가지는 액정 디스플레이로 비틀린 네마틱 (Twisted Nematic) [1-2] 모드가 널리 상업화 되었다. 이 외에도 대형 디스플레이에서 광시야각 특성을 위하여 In-Plane Switching (IPS) [3], Multi-domain Vertical Alignment (MVA) [4], Fringe-Field Switching (FFS) [5] 등의 모드들이 적용되고 있다.

선경사각이 큰 배향막이 보고되었지만 상용화 단계에 이르지 못하였는데 선경사각의 조절은 다음과 같이 액정 셀 특성향상에 필요하다. OCB 모드에서 선경사각에 따라 초기 액정 배향상태가 결정되고 [6], PVA 모드에서 선경사각을 내방향으로 부여 시 응답특성이 향상되고 [7], 특히 반투과형 디스플레이에서 도메인에 따라 서로 다른 선경사각을 부여하여 추가적인 필름없이 반투과 모드 구동이 가능하다 [8]. 이러한 이유로 UV 경화성 RM 단분자를 이용한 액정 셀 특성을 향상하는 연구들이 보고되고 있다.

본 논문에서는 이러한 UV 경화성 RM 단분자들이 액정 셀의 전기적 특성에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

2. 실험

본 실험에서는 Δn 이 0.088, $\Delta \epsilon$ 이 7.4인 액정을 사용하여 ECB mode의 특성을 비교하였다 [9]. 실험에 사용된 셀의 갭은 $5.0\mu m$ 이고, 사용된 단분자는 RM 257 (Merck Co., Ltd) 이다. 액정 질량에 대해 RM 단분자의 양은 0.5%와 1.0%로 혼합하였다. 그리고 광 개시제는 Irgacure 607 (Ciba)을 사용하였으며, 함유된 단분자 질량의 10%의 양을 혼합하였다. 셀의 상·하판 모두 ITO가 코팅되어 있는 유리 기판을 사용하였고, 상·하판 모두 수평배향막을 코팅하였다. 러빙방향은 상판과 하판이 반대방향이 되도록 하였다.

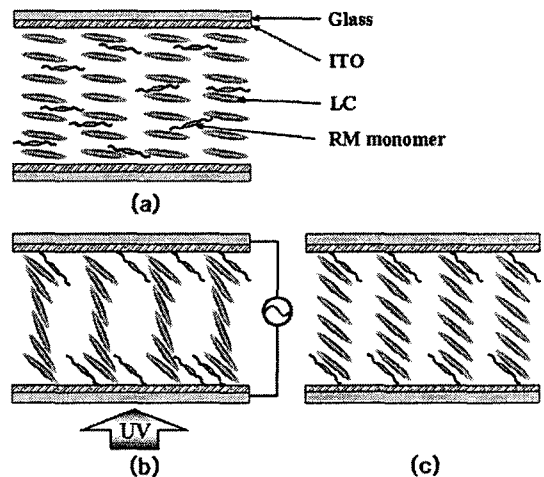


그림 1. RM 단분자에 의한 선경사각 형성 과정

그림 1은 RM 단분자가 ECB cell에서 선경사각을 형성하는 과정을 보여준다. 그림 (a)와 같이 액정은 초기 서로 반대방향으로 선경사각을 가지며 비틀림 없이 수평 배향되어 있고, RM 단분자들은 액정 셀 안에서 액정을 따라 존재한다. 이때 문턱전압이상의 전압을 인가하면 그림 (b)와 같이 중간 액정 방향자는 선경사각이 크게 형성되고 표면에 가까울수록 선경사각이 감소한다. 이 상태에서 셀을 UV에 (30mW at 365nm, 10min) 노출시키면, RM 단분자들이 고분자화 되면서 표면쪽에서 고분자 박막을 형성하게 되고 이 고분자 박막에 의해 새로운 선경사각이 형성된다. 이후에 전압을 제거하여도 선경사각은 유지된다.

3. 결과 및 검토

커패시턴스 값을 측정하여 형성된 선경사각을 확인하였다(LCR METER, Agilent). 커패시턴스는 다음 식으로 정의

된다.

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

ECB 셀에서 커패시턴스 값은 다른 변수를 동일하게 유지하면, 유전체인 액정의 배열 상태에 따라 유전상수가 결정된다. 양의 액정 ($\Delta\epsilon > 0$)은 전기장에 평행할 때의 유전상수가 전기장에 수직할 때의 유전상수 보다 크다.

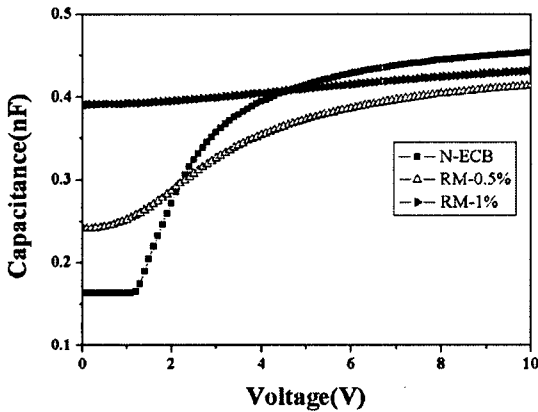


그림 2. 전압에 따른 커패시턴스 변화

그림 2에서 ECB 셀은 액정이 초기 수평배열상태이고 10v의 전압을 인가했을 때 수직 배열이 되어 유전 상수의 차가 크기 때문에 커패시턴스 값의 변화 (ΔC)가 크다. 반면 RM 단분자가 첨가된 셀은 고분자박막으로 인해 초기 선 경사각이 증가하여 수평 배향 상태보다 액정의 유전 상수가 증가한다. 따라서 초기 ECB 셀의 커패시턴스도 증가하였다. 전압을 인가하더라도 액정의 움직임이 크지 않기 때문에 10v의 전압을 인가한 경우 커패시턴스 값은 기존 ECB 셀에 비해 상대적으로 낮아지게 된다.

선경사각을 형성한 RM 단분자가 액정 셀에 미치는 영향을 확인하기 위하여 전압 보전율을 측정하였다 (VHR-200, SESIM Photonics Technology). 액정 셀은 플로팅되는 동안 액정층 안의 누설전류 때문에 전하가 방전되어 액정층에 걸린 전압은 낮아지게 된다. 이때 충전된 전압을 유지하는 정도를 전압 보전율 (VHR) 이라고 한다.

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

전압 보전율은 위와 같이 표현할 수 있다. 위 식에서 전압 보전율은 액정의 유전상수와 비저항에 의존하고, 전압을 높이면 유전상수와 비저항의 곱이 증가하여 전압 보전율은 증가하게 된다.

그림 3에서 전압 보전율은 RM 단분자가 첨가된 셀이 전체적으로 높고, 첨가된 RM 단분자의 양이 많을수록 값이 더 높아지며, 인가된 전압에 의한 변화가 작음을 나타낸다. RM 단분자가 첨가된 셀의 전압 보전율이 향상된 이유는 전압 인가시 RM 단분자들이 유전체 역할을 하여, 단분자 양이 많을수록 셀의 전압 보전율이 전체적으로 높아지는 결과가 나온 것으로 보인다.

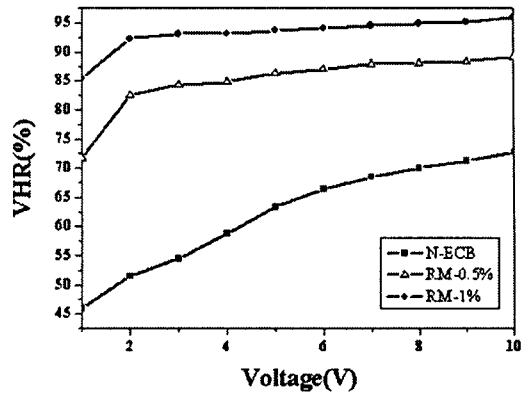


그림 3. 전압에 따른 전압 보전율 (VHR)

4. 결론

본 논문에서는 액정에 RM 단분자를 혼합하여 초기 선경사각을 가지는 ECB셀의 전기적 특성에 대해 연구하였다. 커패시턴스 값의 차이를 통해 선경사각이 형성된 것을 확인하였고, RM 단분자들이 유전체 역할을 함으로서 전체적인 전압 보전율을 높이는 데 기여한 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

참고 문헌

- [1] M. Schadt, and 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, and 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] M. Xu, D. -K. Yang, P. J. Bos, X. Jin, F. W. Harris, and S. Z. D. Cheng, SID '98, p. 139, 1998.
- [7] S. G. Kim, S. M. Kim, Y. S. Kim, H. K. Lee, and S. H. Lee, Appl. Phys. Lett. 90, 261910, 2007.
- [8] T. -J. Chen and K.-L. Chu, Appl. Phys. Lett. 92, 091102, 2008.
- [9] S. S. Kim, S. H. Hwang, M. -H. Lee, and S. H. Lee, KSIST, p. 41, 2007.