

# 유전율이 양인 액정을 이용한 FFS모드의 스위칭시 Optical Bounce발생 원인에 관한 연구

하경수, 정준호, 김민수, 이승희  
전북대학교 고분자·나노공학과

## Origin of Optical Bounce during switching in the FFS Mode using a LC with Positive Dielectric Anisotropy

Kyung Su Ha, Jun Ho Jung, Min Su Kim, Seung Hee Lee  
Department of Polymer-Nano Science and Technology, Chonbuk National University

**Abstract** : Optical bounce during switching in the fringe field switching (FFS) mode using a liquid crystal (LC) with positive dielectric anisotropy has been observed. According to the analysis, it occurs at two positions which are center and edge of the pixel electrode, which decreases decaying response time. The former is major and mainly associated with increase in twist angle instantaneously during switching off resulted from decrease in tilt angle near by LC molecules at center. This paper discusses the origin of such optical bounces.

**Key Words** : fringe field switching, optical bounce, back flow, response time

### 1. 서론

액정 디스플레이에 관한 연구가 활발해 지면서 cathode-ray tube (CRT)를 대체할만한 우수한 특성의 모드들이 많이 개발되었다. 대표적으로 multi-domain vertical alignment (MVA)[1], in-plane switching (IPS)[2], fringe field switching (FFS) 모드[3] 등이 있다. 하지만 액정디스플레이의 공통적으로 지적되는 문제점은 CRT에 비하여 늦은 응답시간이다. 액정 디스플레이에서는 액정분자의 늦은 응답시간에 의하여 이미지가 끌려 보이는 테일링 현상과 LCD 구동방식으로 인한 이미지 블러링 현상이 발생하여 화질을 저하시킨다. 이러한 이유로 인하여 액정 디스플레이 있어서 응답시간을 향상 시키는 것은 관심 있는 연구 주제이다. 이러한 액정 디스플레이의 응답시간을 개선하기 위한 다양한 방법들이 제시되고 있으며 그 중 대표적으로 over driving[4]과 high frame frequency 방법[5]을 등을 이용하여 응답시간을 개선하기 위한 연구가 지속되고 있다.

본 논문에서는 액정 디스플레이의 주요 이슈인 응답시간에 영향을 미치는 요소인 옵티컬바운스가 양의 액정을 사용한 FFS모드에서 나타나는 원인에 대하여 연구하였다.

### 2. 셀 구조 및 시뮬레이션

그림 1은 FFS 모드에서 전압 인가 시 액정이 배열된 모습을 나타낸 것이다. 전극구조는 공통전극이 하부 기판 전 영역에 존재하고 그 위에 패턴 된 화소전극이 절연층을 사이에 두고 존재한다. 공통전극과 화소전극은 전위차가 존재하여 두 전극 사이에는 수평전기장과 수직전기장이 혼재된 프린지 전기장이 발생한다. 프린지 전기장으로 인해서 IPS모드와 달리 액정셀 전영역에서 투과율이 발생할 수 있다. FFS모드의 옵티컬바운스 현상을 알아보기 위해 아래와 같은 조건으로 컴퓨터시뮬레이션을 시행하였

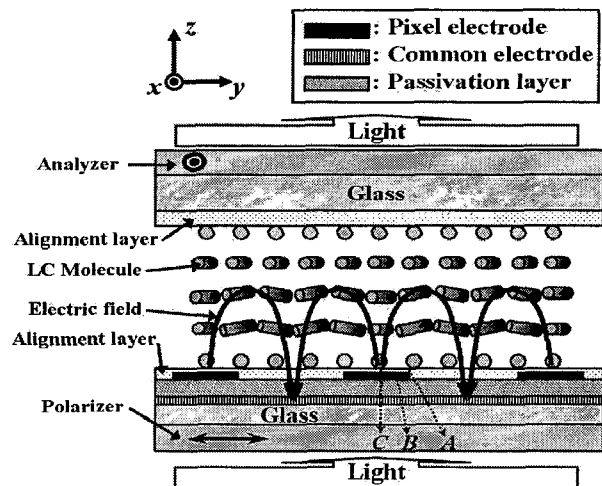


그림 1. 전압인가시 양의 액정을 사용한 FFS모드 모식도

다. 본 논문의 컴퓨터 시뮬레이션은 LCD Master (Japan, Shintech)에 의해서 행해졌으며, 계산 방법은 2x2 Jones matrix 방식을 사용하였다. 이때 전극 높이(w)는 3μm, 전극 간의 거리(l)는 4.5μm이며 액정층의 두께는 4μm로 설정하였고, 러빙각은 80°로 하였다. 액정의 조건( $\Delta\epsilon = 6.0$ ,  $\Delta n = 0.10$  at  $\lambda = 589.3$  nm,  $\gamma = 80$  mPa-s)은 적정 조건을 갖는 액정을 사용하였다.

### 3. 시뮬레이션 결과 및 검토

그림 2는 액정디스플레이의 응답시간을 확인하기 위한 투과율-시간 그래프를 서로 다른 화소전극의 위치에 따라 나타낸 그래프이다. 결과를 살펴보면 전극위치에 따라 투과율 변화의 상승시간 및 하강시간이 전극 위치별로 다른 것을 확인 하였고 정확한 전극의 위치는 그림 1에 표시하였다. 전극 A, C 위치에 대한 결과에서 보면 전압이 제거

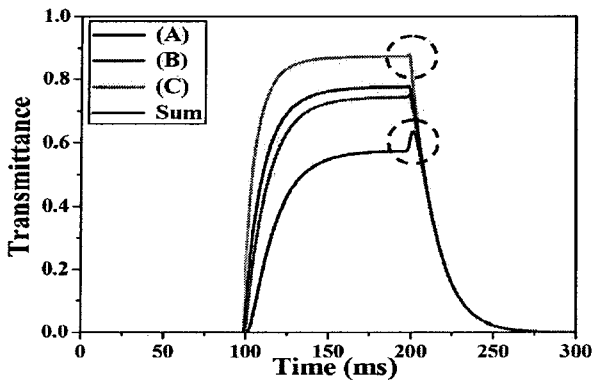


그림 2. 전극위치에 따른 응답시간 특성 (그림 1 참조)

된 하강시간 이후 오히려 수ms동안 투과율이 상승하는 결과를 보이는데 이러한 현상을 옵티컬바운스[6]라 부른다. 이러한 옵티컬바운스 현상이 발생하는 원인을 알아보기 위해 전극 위치에 따른 하강시간에서의 액정 방향자를 확인하였다.

그림 3(a), (b)는 각각 화소전극의 A 위치에서의 액정의 twist, tilt 각을 나타낸 그림으로, 하강시간 이후에 액정의 twist가 오히려 증가하는 현상이 관찰 되고, tilt는 감소하는 현상이 나타난다. 이로 인해 오프타임 이 후 투과율이 상승을 하게 된다. 반면 그림 3(c), (d)는 각각 화소전극 C에서 액정의 twist, tilt각 을 나타낸 것으로, C에서는 twist, tilt가 모두 감소하지만 tilt각의 급격한 감소로 인해서 순간적인 투과율 상승효과가 발생한다. 위와 같은 결과로 인해서 전극 A, C에서 옵티컬바운스 현상이 발생하는 것을 알 수 있다.

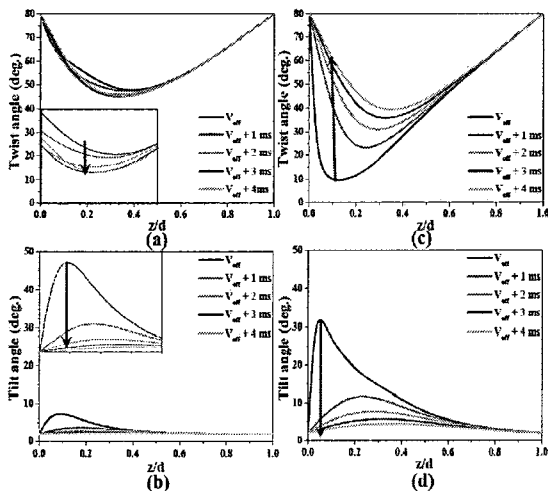


그림 3. 시간의 변화에 따른 전극위치별 액정의 twist, tilt 각 변화; (a), (b) position A, (c), (d) position C.

그림 4는 하강시간에 A 위치에서 탄성복원력에 의한 Back flow effect 현상을 나타낸 모식도이다. FFS모드의 하강시간에 액정의 탄성 복원력에 의한 복원은 화소전극의 C, B, A 순으로 일어나게 되고 이때의 복원력의 크기는 짧은 시간동안 twist, tilt각의 변화가 큰 C 영역에서 강한

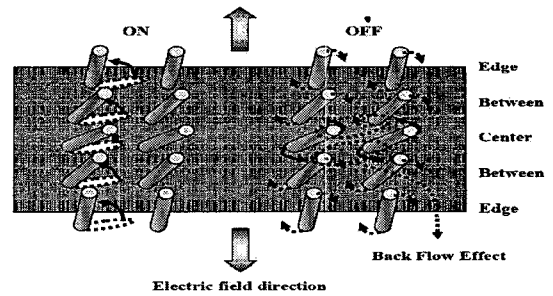


그림 4. 양의 액정을 이용한 FFS모드의 옵티컬바운스 발생 모식도

복원력을 갖게 된다. 이때 발생된 액정의 흐름으로 인하여 A 영역에서는 액정이 역방향 흐르는 힘이 발생하여 A 영역에서 전압을 차단한 이후 구동시의 액정의 방향자보다 더욱 twist되게 되는 현상이 발생하고 이는 구동전압에서의 투과율 보다 오히려 투과율이 높아지는 옵티컬바운스 현상을 일으킨다.

#### 4. 결론

본 연구는 FFS모드에서의 옵티컬바운스에 대하여 연구를 진행하였다. 양의 액정을 이용한 FFS모드에서의 옵티컬바운스 현상은 화소전극의 center에서의 back flow effect 현상과 화소전극 edge에서 액정분자의 급격한 tilt 감소로 인해 발생하게 된다. 이런 옵티컬바운스 현상은 응답시간을 지연시키게 되어 액정디스플레이의 화질 저하를 유발한다. 빠른 응답시간을 위하여 옵티컬바운스를 개선하기 위한 연구가 지속되어야 할 것이다.

#### 감사의 글

본 연구는 (주) 머크 어드밴스드 테크놀러지스 지원에 의해 수행되었음.

#### 참고 문헌

- [1] N. Koma, Y. Baba and K. Matsuoka, SID'95 Digest, p869, 1995.
- [2] H. Y. Kim, I. S. Song, and S. H. Lee, Trans. KEEM, Vol. 4, No. 1, p. 24, 2003.
- [3] S. H. Lee, S. L. Lee, and H. Y. Kim, Appl. Phys. Lett., Vol. 73, No. 20, p. 2881, 1998.
- [4] S. H. Lee, J. W. Kang, G. D. Lee, T. H. Yoon and J. C. Kim, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 43, p. 1416, 2004.
- [5] S. S. Kim, N. D. Kim, B. H. Berkeley, B. H. You, H. Nam, J. H. Park, and J. Lee, SID'07 Digest, p. 1003, 2007.
- [6] L. Y. Chen, S. H. Chen and C. W. Hao, ASID'99, p. 171, 1999.