

유전율 이방성이 양인 액정을 사용한 FFS 모드에서의 스플레이 탄성상수에 따른 투과율 연구

김태현, 이지연, 이승희
전북대학교.

The effect of splay elastic constant on the transmittance of fringe-field switching using a liquid crystal with positive dielectric anisotropy

Tae-Hyun Kim, Ji Youn Lee, Seung Hee Lee
Chonbuk Univ.

Abstract : We have studied the transmittance of fringe-field switching(FFS) using a liquid crystal with positive dielectric anisotropy. Generally, FFS having positive dielectric anisotropy has less transmittance than FFS using negative dielectric anisotropy. FFS mode transmittance depends on horizontal director deformation, however fringe filed is composed of vertical and horizontal field. Vertical field in the middle of electrode suppresses the transmittance of FFS mode, especially when we use positive one. So, it is important to prevent the LC director from the effect of vertical field. We changed the splay elastic constant and checked the transmittance. The transmittance of FFS having positive dielectric anisotropy was improved. Less tilted LC directors improve the transmittance of FFS using positive dielectric anisotropy. We can improve the transmittance by using LC which have high splay elastic constant when another LC properties are equal.

Key Words : Fringe field switching, LC physical property, splay elastic constant, LC director

1. 서 론

FFS(fringe field switching) [1],[2],[3],[4] 모드는 넓은 시야각과 낮은 구동전압 및 전극 상부를 투과영역으로 사용할 수 있는 장점을 가지고 있어 IPS(in-plane switching) [5]에 비해 유리하다. 그러나 양의 액정을 사용하는 경우에 FFS 모드의 투과율이 낮기 때문에 그것을 개선하기 위한 연구가 진행되어 투과율이 상당부분 개선되었다. 양의 액정을 사용하는 FFS 모드의 투과율이 음의 액정보다 떨어지는 이유는 전극중앙과 전극 사이의 중앙에서 액정들이 수직전기장에 수평하게 일어서기 때문이다. 그로인해서 수직전기장이 걸린 영역주위에서 액정들이 연속적으로 틀어지지 못하고, 결과적으로 투과율이 감소된다. 만약 액정들이 일어서는 정도를 감소시킬 수 있다면, 양의 액정을 사용한 FFS 투과율은 증가할 것이다. 액정들이 일어서는 정도를 줄이기 위해 액정의 탄성상수 중에서 splay elastic constant를 변화시키고 그에 따른 구동전압과 투과율의 변화를 분석하였다.

2. 시뮬레이션

2차원 시뮬레이터(LCD Master, Shintech. Japan)가 FFS 모드의 전기광학 특성을 분석하기 위해서 사용되었다. 표 1. Table. 1은 초기 시뮬레이션 조건이다. 본 시뮬레이션에서는 splay elastic constant를 8.7-11.7까지 변화를 주고 그 이외의 변수들은 그대로 두었다. 그리고 탄성상수의 변화에 따른 전기광학곡선을 분석하였다. 액정 방향자의 분포는 그림 1. (Fig. 1.) 과 같이 a, b, c의 영역을 중점적으로 관찰하였다.

표 1. 시뮬레이션 조건

Electrode width (um)	3.0	
Electrode distance (um)	4.5	
Cell gap (um)	4.0	
Pretilt angle (°)	2.0	
Rubbing angle (°)	80	
LC	K11 (splay elastic constant, pN)	9.7
	K22 (twist elastic constant, pN)	5.2
	K33 (band elastic constant, pN)	13.3
	Δn (589.3nm)	0.099
	$\Delta \epsilon$	8.1

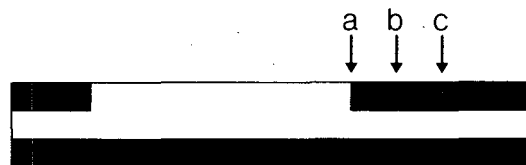


그림 1. 전극구조

2. 결과 및 고찰

시뮬레이션의 결과는 splay elastic constant가 커질수록 투과율이 증가하는 결과를 보여주고 있다.(그림 2.). Splay elastic constant가 8.7에서 11.7로 변화함에 따라서 0.8퍼센트의 투과율의 증가하는 것을 보여주었다. 그리고 액정방향자의 분포를 확인한 결과 splay elastic constant가 커짐에

따라서 전체적으로 액정이 더 회전하였고, b와 c영역에서 투과율의 증가가 큰 것을 발견하였다. 특히 b영역에서는 액정이 틀어지는 정도의 차이로 인해 투과율이 탄성상수가 커짐에 따라서 증가하고 c영역에서는 액정이 일어서는 정도의 차이가 다른 영역보다 크기 때문에 투과율의 차이가 큰 것으로 분석된다. 이것은 splay elastic constant가 커질수록 액정분자들이 동일 수직전기장에 대해서 일어서는 정도가 줄어들고 틀어지는 정도는 증가하여 결과적으로 투과율이 증가되는 것으로 해석할 수 있었다. 주목할 점은 구동전압의 차이가 splay elastic constant가 8.7~11.7까지 변하지만, 그림 2.를 보면 구동전압의 차이가 거의 없다는 점이다.

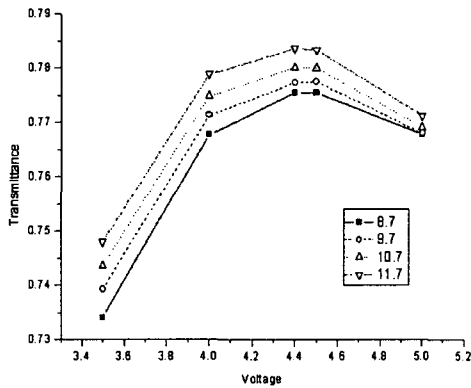
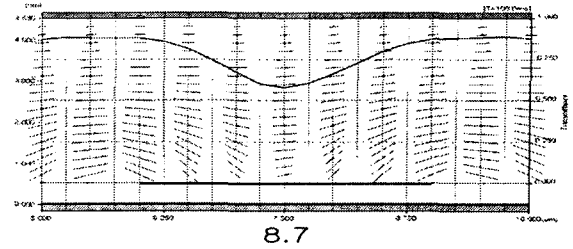
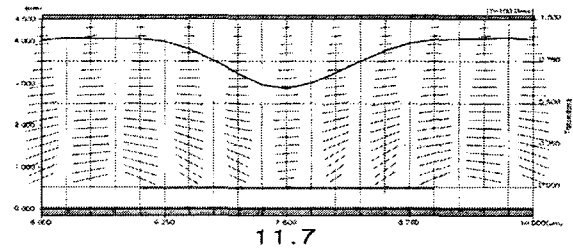


그림 2. 최대투과율 영역의 전기광학곡선

탄성상수별 구동전압을 비교해 보면, splay elastic constant가 8.7일 때 구동전압이 4.5V이고 11.7일 때의 구동전압은 4.4V로 splay elastic constant를 증가시킴에 따라서 구동전압이 오히려 감소되는 것을 확인하였다. 시뮬레이션 결과는 이전의 유전율 이방성 값이 낮은 양의 액정을 사용하였을 때, FFS 모드의 투과율이 개선되는 결과와 비슷한 양상을 보여주고 있다. 액정방향자의 분포가 전극 중앙에서 약간 벗어난 부위의 액정들이(b영역) splay elastic constant가 큰 11.7의 경우에 액정이 덜 일어난 것을 확인할 수 있다. 그리고 전극의 중앙에서는 액정이 틀어진 정도가 11.7의 경우가 향상된 것을 전극위치와 z/d별 액정방향자의 분포데이터로부터 확인할 수 있었다. 전극 위치별로 투과율의 변화를 확인하면 a 영역은 방향자의 변화가 가장 적으며 b, c 영역에서 변화가 상대적으로 크다, c 영역에서 투과율이 가장 많이 개선되었다. 일반적으로 c영역은 전기장의 영향으로 액정 방향자들이 대개 일어서 있는데, splay elastic constant가 증가하게 되면서 액정이 일어서는 정도가 줄어들게 되고 그 결과 b영역에서 틀어진 액정들이 더욱 큰 영향을 c영역에 끼치게 되어 투과율이 가장 크게 개선된 것으로 분석된다.



8.7



11.7

그림 3. 전극위치별 액정방향자 및 투과율분포

3. 결론

지금까지의 시뮬레이션 결과는 splay elastic constant가 큰 경우에 투과율이 증가되는 것을 보여주며, 중요한 결과는 구동전압이 감소하면서(0.1V 감소) 투과율이 0.8% 증가될 수 있다는 점이다. 동일한 전기장 분포에서 전극 중앙이나 전극 간 중앙의 액정의 일어서는 정도를 감소시킬 경우 투과율의 증가로 연결되는 것을 확인하였으며, 이것은 동일한 조건에서 유전율 이방성이 작았을 때 투과율이 증가되는 특성과 유사하다. 결론적으로, 양의 액정을 이용한 FFS 디스플레이는 가능한 splay elastic constant가 큰 액정이 사용되는 것이 유리함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2004-000-1004-0) 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] S. H. Lee, S. L. Lee and H. Y. Kim, Asia Display '98, p. 371(1998).
- [2] S. H. Lee, S. L. Lee and H. Y. Kim, Appl.Phys. Lett, 73, p.2881(1998).
- [3] S. H. Lee, S. L. Lee, H. Y. Kim, T. Y. Eom, SID'99 digest, p. 202(1999).
- [4] S. H. Lee, S. M. Lee, H. Y. Kim, J. M. Kim, S. H. Hong, Y. H. Jeong, C. H. Park, Y. J. Choi, J. Y. Lee, J. W. Koh, and H. S. Park, SID'01 digest, p. 484(2001).
- [5] M. Oh-e, and K. Kondo, Appl. Phys. Lett, 67, 3895 (1995).