

# 높은 시야각을 갖는 LCD를 위한 OCB 모드의 설계

## Design of OCB Mode for a Wide-Viewing-Angle LCD

노 정 동\*, 이 기 동, 윤 태 훈, 김 재 창  
 부산대학교 전자공학과  
 jdno@hyowon.cc.pusan.ac.kr

능동 매트릭스 액정표시소자에 주로 이용되는 TN(Twisted Nematic) mode는 보는 방향에 따라서 밝기와 명암대비가 크게 변해 시야각이 좁은 단점이 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 보상필름을 사용한다. 하지만 TN mode의 경우는 cell 내부에서 액정분자가 90° 꼬인 구조이기 때문에 보상필름을 통한 시야각 개선이 쉽지 않다. 이러한 이유로 액정 셀 내부의 배향상태를 간단히 하고 보상필름을 사용하여 시야각 특성과 정면 콘트라스트비를 개선시킨 OCB(Optically Compensated Bend) mode<sup>(1,2)</sup>가 연구되었다.

본 논문에서는 OCB mode의 최적 설계 조건을 알아보고 보상필름의 두께를 현실화했을 때 굴절률의 최적값을 계산하여 시야각 특성을 살펴보았다.

OCB mode는 직교된 2장의 편광판 사이에 밴드셀(bend cell)과 광학적인 보상을 위한 2축성 보상필름이 위치하는 구조로 구성된다[그림 1]. 직교한 편광판의 투과축은 밴드셀의 액정분자가 놓여 있는 평면(X-Z 평면)에 대해서 각각 45°, -45°의 각을 이루고 있다.

OCB mode의 설계에서는 최적의 파라미터 값을 가지는 보상필름 선택이 중요하다. 보상필름의 파라미터로는 필름의 주축 방향으로의 굴절률( $n_x, n_y, n_z$ )과 두께( $D$ )등이 있다. 이러한 파라미터의 최적값은 특정 전압에서 계산되어진 밴드셀의 배향상태로부터 다음과 같이 결정된다.<sup>(1)</sup>

$$n_x = \frac{d}{n_e} \left[ \int_0^d (n_o^2 + (n_e^2 - n_o^2) \sin^2 \theta(z))^{-2} dz \right]^{-1/2}$$

$$n_y = \left[ \left( \int_0^d (n_o^2 + (n_e^2 - n_o^2) \sin^2 \theta(z))^{-1/2} dz \right) / \left( \int_0^d (n_o^2 + (n_e^2 - n_o^2) \sin^2 \theta(z))^{-3/2} dz \right) \right]^{1/2}$$

$$n_z = n_o \quad , \quad D = \frac{n_o}{n_x} d$$

여기서  $d$ 는 밴드셀의 셀 갭이고,  $n_e$ 와  $n_o$ 는 액정 물질의 장축과 단축 방향의 굴절율을 나타낸다. 그리고  $\theta(z)$ 는 두께에 따른 액정 분자의 유리기판으로부터의 기운각(tilt angle)을 의미한다.

액정의 파라미터로는 E. Merck 사의 ZLI-1557의 값을 사용하였다. 셀 갭은 9 $\mu$ m, 양 유리기판에서의 선경사각(pretilt angle)은 5°이다. 인가전압이 2V일 때 밴드셀의 배향상태를 기준으로 위 식에 의해 2축성 보상필름의 최적 파라미터를 계산한 결과를 표 1에 나타냈다. 일반적인 밴드셀의 셀 갭은 10 $\mu$ m 내외인데 비해 보상필름의 두께는 수십 $\mu$ m 단위이다. 때문에 기존의 계산식에서 얻어진 보상필름의 두께는 현실적인 값이 아니다. 따라서 보상필름의 두께를 실제적인 값으로 두면서 OCB mode의 특성을 유지할 수 있도록 2축성 보상필름의 굴절률 값을 계산하는 것이 필요하다.

실제 사용할 보상필름의 두께  $D$ 를 50 $\mu$ m라고 가정하고 정면에서 밴드셀의 위상지연이 상쇄되도록  $n_x$ 와  $n_y$ 를 결정한다. 그리고 최적의 시야 특성을 유지하도록  $n_z$ 를 결정한다. 이렇게 얻은 결과를 표 2에

나타냈다. 그림 2에서는 표 2의 보상필름을 사용했을 때 2축성 매질에 대한 4×4 행렬방식<sup>(3)</sup>을 이용하여 계산된 OCB mode의 시야 특성을 보이고 있다.  $T_{100}$ ,  $T_{50}$ ,  $T_0$ 은 각각 최대 정면 투과율의 100%, 50%, 0%일 때의 투과율을 의미한다. 표 1에 나타낸 기존 수식으로 얻어진 최적값과는 다른 굴절율과 두께를 가지는 보상필름을 사용하였으나 TN mode에 비해 뛰어난 시야 특성과 정면 콘트라스트비를 유지함을 알 수 있다.

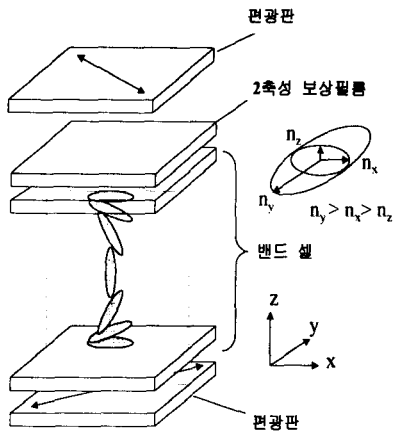


그림 1 OCB mode LCD의 구조

표 1 최적 파라미터 계산 결과

$n_x$	$n_y$	$n_z$	$D$
1.5256	1.5685	1.4993	8.8448 $\mu\text{m}$

표 2  $D=50\mu\text{m}$ 일 때 보상필름의 최적 파라미터

$n_x$	$n_y$	$n_z$	$D$
1.5256	1.5332	1.5210	50 $\mu\text{m}$

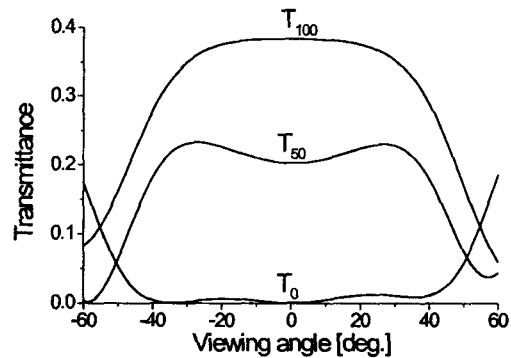
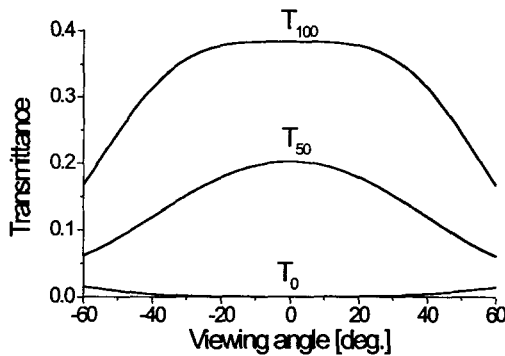


그림 2(a) 수평 방향 시야 특성 (X-Z 평면)

그림 2(b) 수직 방향 시야 특성 (Y-Z 평면)

[참고 문헌]

1. T. Miyashita, P. Vetter, M. Suzuki, Y. Yamaguchi, T. Uchida, "Wide viewing angle display mode for active matrix LCD using bend alignment liquid crystal cell", Eurodisplay '93 Digest, p. 149, 1993.
2. C-L. Kuo, T. Miyashita, M. Suzuki, T. Uchida, "Improvement of gray-scale performance of optically compensated birefringence(OCB) display mode for AMLCDs", SID Digest, p. 927, 1994.
3. 박세민, 이기동, 윤태훈, 김재창, "2축성 매질에 대한 4×4행렬 방식 및 OCB-mode에의 적용", 제 15회 광학 및 양자전자 학술발표회, p. 28, 1998.

