

# 낮은 셀갭에서 선경사각 측정을 위한 결정회전법의 응용

## Measurement of Pretilt Angle for Low thickness LC cell Using a Crystal Rotation Method

김창선\*, 이기동, 윤태훈, 김재창  
부산대학교 전자공학과  
impact72@nownuri.net

본 논문에서는 결정회전법(crystal rotation method)을 응용하여 낮은 셀갭의 LCD 패널에서 선경사각(pretilt angle)을 측정하는 방법을 제안하였다. 이 측정법은 결정회전법에서 측정용 셀의 셀갭이 낮은 경우 보상기(optical compensator)를 이용하여 측정해야 하는 점을 개선하여 보상기를 이용하지 않고 측정할 수 있도록 하였으며 아울러 신뢰도를 높일 수 있는 측정법이다.

### 1. 서론

선경사각은 셀갭과 트위스트각 그리고 액정의 굴절률의 이방성과 더불어 LCD의 광학적 특성을 결정하는 중요한 파라메타중의 하나이다. 그러므로 이것을 정확하게 측정하기 위한 다양한 노력이 진행되어 왔다. 대표적인 선경사각 측정법으로는 결정회전법이 있다. 이 측정법은 측정 방법이 간단하며 측정시간 또한 작게 소요되는 장점을 갖지만 트위스트된 셀과 낮은 셀갭을 가지는 셀은 측정이 어렵다.

따라서 셀갭이 50 $\mu\text{m}$ 이상의 셀을 이용하여 측정하게 되는데 이 경우 표면과 중간층의 액정배열이 다르므로 선경사각이 다르게 측정될 수 있다. 따라서 오차를 최소화하기 위하여 중간층의 선경사각의 변화를 무시할 수 있을 정도의 낮은 셀갭의 셀에서 선경사각을 측정하여야 한다.

본 논문에서는 기존의 결정회전법을 이용하여 낮은 셀갭의 셀에서 선경사각을 측정할 수 있는 방법을 기술하였다.

### 2. 결정회전법

직교된 두 장의 편광판사이에 액정이 주입된 셀을 두고 액정셀을 회전시켜 투과율을 측정하여 측정 파형의 대칭점을 선경사각을 측정하는데 이용하는 결정회전법<sup>1</sup>은 셀 회전시 액정의  $\Delta nd$ 의 변화에 의한 투과율이 액정 디렉터와 편광자가 이루는 각을 45° 로 두었을 경우에  $T_{\perp} = \sin^2[f(\alpha, \psi, \lambda, d)]$ 로 나타나게 되고, 편광자와 검광자의 투과축이 수평인 경우  $T_{\parallel} = \cos^2[f(\alpha, \psi, \lambda, d)]$ 로서 나타난다.

여기서  $d$ 는 셀갭,  $\lambda$ 는 광원의 파장,  $\alpha$ 는 선경사각,  $\psi$ 는 광원의 입사각이며  $f(\alpha, \psi, \lambda, d)$ 는 셀 회전시 발생하는 액정의 위상지연에 의한 함수이다.

일반적으로 저 셀갭을 가지는 셀의 선경사각을 측정할 때에는 셀 회전시 위상지연(phase retardation)이 작게 발생하므로 투과율 곡선에서 대칭점을 찾아내기가 어렵다. 그러므로 실제 선경사각 측정시에는 50 $\mu\text{m}$ 이상의 두꺼운 셀을 이용하여 측정하게 된다. 이 경우 액정셀의 유리표면에서 선경사각이 액정의 중간층의 선경사각과 동일하다는 가정이 포함되어 있다.

유리판과 판 사이 거리를 중간층의 액정 배열의 변화는 그림1과 같으며 따라서 중간층의 액정배열의 변화를 무시할 수 있을 정도로 충분히 셀갭을 작게 하여 선경사각 측정시 그 오차를 줄이는 것이 낮은 셀갭의 셀을 이용하여 선경사각을 측정하는 목적이다.

낮은 셀갭을 가지는 셀의 선 경사각 측정 시 광학적 보상기를 이용하지 않고 투과곡선의 대칭점을 정확히 측정하기 위한 방법으로는 그림2와 같이  $T_{\perp}$ 와  $T_{\parallel}$ 를 이용하여  $\cos^2 4\beta (f(\alpha, \psi, \lambda, d) = \beta)$ 를 만들어 실제 투과곡선의 주기를 짧게 하거나  $\tan^2 \beta$  혹은  $\sec^2 \beta$ 를 만들어 줌으로써 대칭점을 명확히 드

러나 보이게 할 수 있음으로서 대칭점을 찾을 수 있고 또한 최소투과조건을 이용하여 트위스트되지 않은 셀의 셀갭 또한 측정할 수 있다.

3. 측정결과

측정용 셀의 제작에 사용된 액정물질은 ZLI-1557(E. Merck)이고 상하 유리판의 러빙방향을 동일하게 하였으며 스페이서를 9 $\mu\text{m}$ 를 사용하여 제작하여 그림3과 같이  $\tan^2\beta$  와  $\cos^24\beta$  그래프를 통해서 23.5° 에서 대칭점을 측정하여 선경사각이 7.3° 가 됨을 확인하였다. 또한  $\cos^24\beta$  그래프를 통해 19° 에서의 최소투과점이 나타나므로  $4\beta = m\pi/2$  (m=기수)가 될 때  $\cos^24\beta=0$ 이 되는 조건으로부터 셀갭이 9.3 $\mu\text{m}$ 임을 확인하였다. 또한 셀갭의 크기에 따른 측정된 선경사각의 변화를 보기 위해 낮은 갭 유지용 셀을 스페이서를 4.2 $\mu\text{m}$  사용하여 제작하고 동일한 러빙조건에 높은 셀갭의 셀을 50 $\mu\text{m}$ 를 유지하도록 제작하여 그림4와 같이 20개의 표본에 대해 낮은 셀갭과 높은 셀갭에서의 선경사각 측정 값의 변화를 확인하였다.

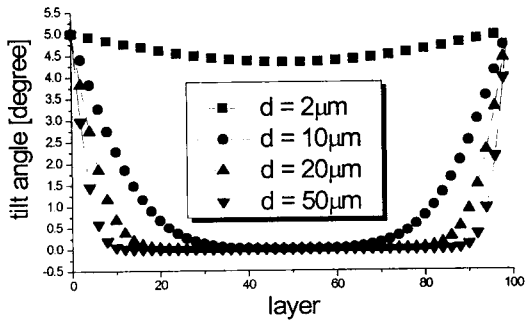


그림 1 두께에 따른 액정분포 변화

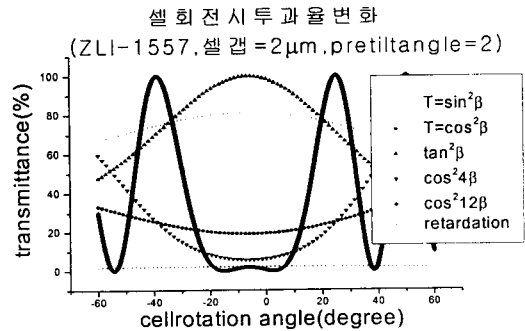


그림 2  $\tan^2\beta$ ,  $\cos^24\beta$ ,  $\cos^212\beta$  그래프

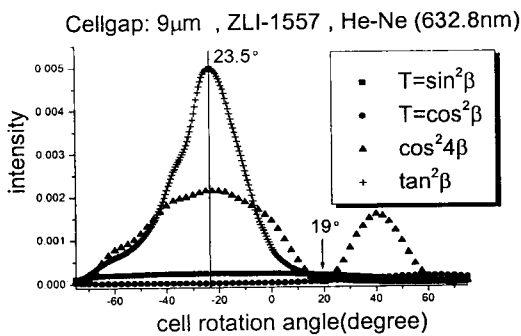


그림3 측정결과 (ZLI-1557, spacer=9 $\mu\text{m}$ )

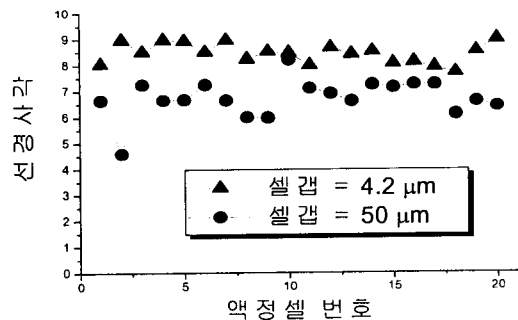


그림 4 셀갭에 따른 선경사각의 측정결과

[참고 문헌]

1. Marie-Pierre Cuminal, Monique Brunet "A Technique for Measurement of Pretilt Angles Arising from Alignment Layers", Liquid Crystals, Vol.22, No. 2, 185-192 (1997).
2. Kwan-Young Han, Peter Vetter, Tatsuo Uchida "Determination of Molecular Inclination in Runned Polymer for Liquid Crystal Alignment by Measuring Retardation", J. Appl.Phys. Vol. 32 Pt.2, No.9A, 1242-1244 (1993).
3. 김창선, 이기동, 윤태훈, 김재창 "회전편광자법에 의한 낮은 Cell Gap의 측정", 제6회 광전자공학 학술회의 논문 FD4-3, 353-354 (1999).

