작은 셀갭에서 정확한 선경사각 측정을 위한 방법

Accurate Pretilt Angle Measurement for Small Cell Gap

서주홍, 손필국, 윤태훈, 김재창
부산대학교 전자공학과
orange02@pusan.ac.kr

선경사각은 액정 디스플레이의 성능에 영향을 주는 중요한 파라미터중의 하나이고 따라서 정확한 선경사각이 측정되어야 한다. 선경사각의 측정법에는 크게 Crystal Rotation Method[1], Magnetic Null Method[1], Capacitive Method[2], 3가지가 있으며, 이중에서 Crystal Rotation Method가 측정의 신속성과 측정치의 정확성 때문에 일반적으로 쓰이고 있다[3]. 선경사각의 측정에 사용되는 액정셀은 서로 반대방향으로 러빙된 ECB셀을 사용한다. 그림1은 Crystal Rotation Method의 모식도이다. 액정셀의 회전시의 위상지연은 식(a)와 같이 표현되고 이는 회전각(ϕ)와 선경사각(α)의 함수 $f(\alpha,\phi)$로 나타낼 수 있다. 여기서 $f(\alpha,\phi)$의 일차 미분값이 0이 되는, 즉 투과도가 최대값을 갖는 각 $\phi=\phi_0$을 측정하여 미분방정식을 풀어 선경사각 α를 결정하게 된다.[1]

$$\delta(\phi)=\left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\cdot d\cdot f(\alpha,\phi) \qquad (a)$$

$$f(\alpha,\phi)=\frac{1}{c^2}(a^2-b^2)\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot\sin\phi+\frac{1}{c}\left(1-\frac{a^2b^2}{c^2}\cdot\sin^2\phi\right)^{1/2}-\frac{1}{b}(1-b^2\sin^2\phi)^{1/2}$$

$$\left(a=\frac{1}{n_o},\ b=\frac{1}{n_e},\ c^2=a^2\cos^2\alpha+b^2\sin^2\alpha,\ d=cell\,gap\right)$$

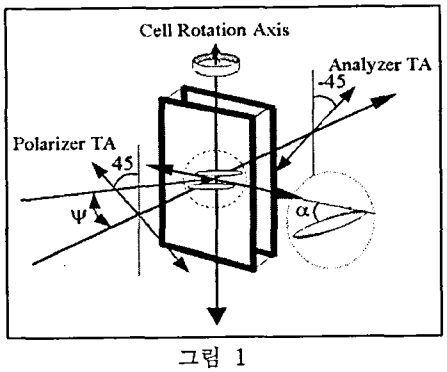

그림 1

여기서 선경사각을 측정하기 위해서는 보통 셀갭(cellgap)이 50 μm 이상인 셀을 이용하게 된다. 왜냐하면 셀갭이 크면 회전각(ϕ)에 대해서 큰 $f(\alpha,\phi)$*d값을 가지므로 투과도의 대칭점을 명확히 찾아 낼 수 있기 때문이다. 그러나 셀갭이 커지면 배향막 표면에서의 액정의 방향자와 액정셀 중심에서 방향자의 분포가 달라지므로 정확한 측정값을 얻을 수 없으므로 작은 셀갭으로 측정하는 것이 더 정확할 것이다. 또한 현재 액정 디스플레이에서는 원가절감, 응답속도 향상을 위해서 작은 셀갭으로 제작되고 있다. 하지만 작은 셀갭으로 만든 액정셀은 회전각(ϕ)에 대해서 작은$f(\alpha,\phi)$*d를 가지므로 투과도의 대칭점이 분명하게 나타나지 않으므로 정확한 선경사각을 측정할 수가 없다.

본 논문에서는 작은 셀갭에서 정확하게 선경사각을 측정할 수 있는 방법을 제한하고자 한다. 위 그림1에서 직교 편광자일 때 최대 투과도는 $\phi=\phi_0$에서 식(b)와 같고, 평행 편광자일 때 $\phi=\phi_0$에서 최소

투과도를 가지고 식(c)와 같다. 여기서 최대값T⊥(ϕ)을 최소값 T∥(ϕ)로 나누어 주면 $\phi=\phi_0$ 분명하게 나타나므로 정확한 선경사각을 측정할 수가 있다.

$$T_{\perp}(\phi)=\frac{1}{2}\cdot\sin^2\frac{1}{2}\cdot\delta(\psi_0) \qquad (b)$$

$$T_{PVER}(\phi)=\frac{1}{2}\cdot\cos^2\frac{1}{2}\cdot\delta(\psi_0) \qquad (c)$$

실험에 사용한 배향제는 RN-1702(선경사각1° ~2°), 액정은 ML-0223이고 셀갭은 20um, 11μm, 8.5μm, 3.65μm를 사용하였다. 그림 2와 3는 셀갭 20μm 일때 각각 T⊥(ϕ)과 T∥(ϕ) 곡선이고, 그림4는 T⊥(ϕ)/ T∥(ϕ)의 곡선이다. $\phi=\phi_0$=5.7° 이고 이때 선경사각(α)는 1.86° 가 됨을 알 수 있다.

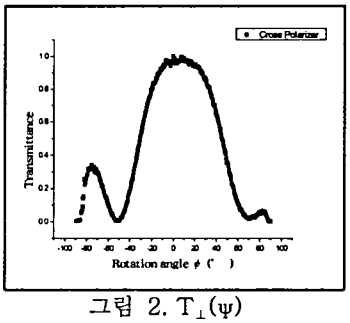

그림 2. $T_{\perp}(\psi)$

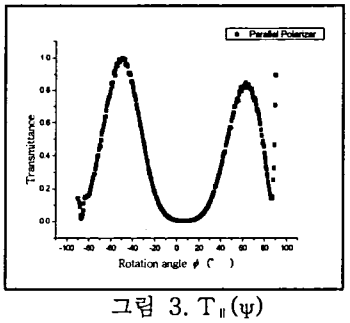

그림 3. $T_{\parallel}(\psi)$

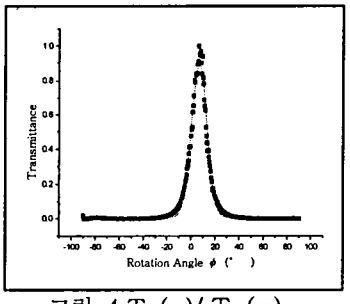

그림 4.$T_{\perp}(\psi)/T_{\parallel}(\psi)$

그림 5, 6, 7은 각각 셀겝이 3.65μm, 8.5μm, 11μm 일 때의 T⊥(ϕ)/ T∥(ϕ)의 곡선이다. 이들의 $\phi=\phi_0$은 각각 5.09° , 6.0° , 4.5° 이고, 이때 선경사각(α)은 1.68° , 1.97° , 1.48° 가 된다.

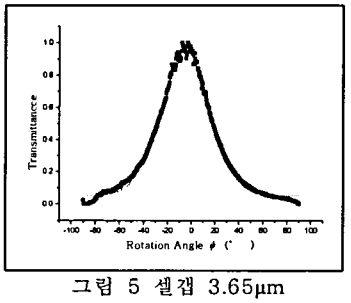

그림 5 셀갭 3.65μm

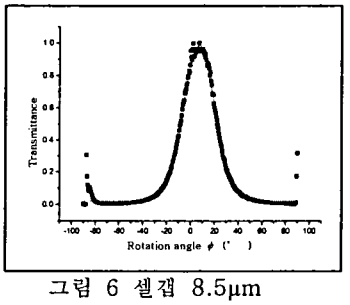

그림 6 셀갭 8.5μm

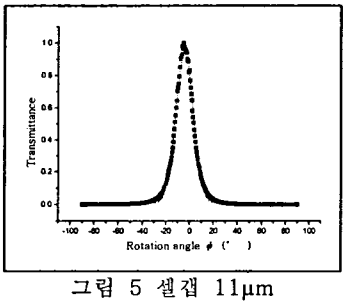

그림 5 셀갭 11μm

감사의 글

이 논문은 LG-Philips LCD의 "이온빔 배향기술 확보 및 IPS 셀의 휘도 향상을 위한 기반기술 확보" 과제 일환으로 연구되었습니다.

References

[1] T. J. Scheffer and J. Nehring, J. Appl. Phys. 48, 1783 (1977).

[2] Meyebofer, Phys. Lett. A 51,407 (19750).

[3] Kwan-Young Han, Tetsuya Miyashita and Tatsuo Uchida, Jpn. Appl. J. Phys. 32, L277(19)