

액정표시소자에 쓰이는 위상판과 편광판의 시야각 특성

양병관, 노봉규*, 김재기**, 김진승
 전북대학교 물리기술학부, 광전자기술연구소,
 *아사달 디스플레이, **국방과학연구소
 jin@phy0.chonbuk.ac.kr

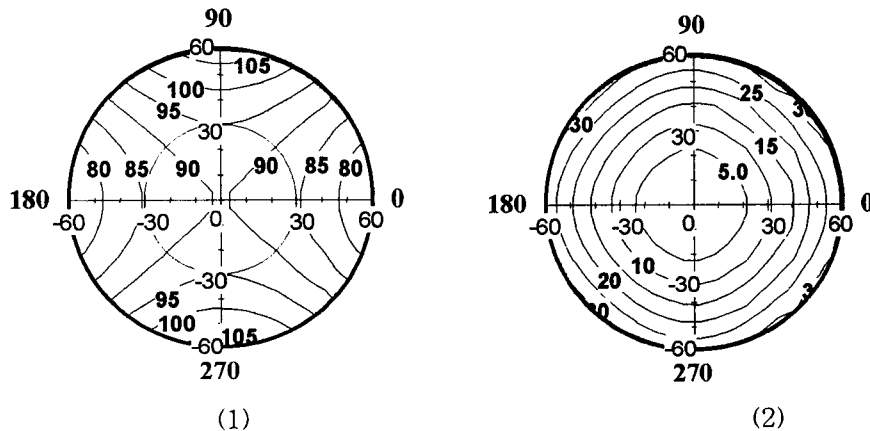
액정표시소자의 시야각 특성을 개선시키기 위해서 위상판을 쓰는 경우, 위상판 역시 시야각특성이 있으므로 적절한 위상판의 선택이 쉽지 않다. 편광판 또한 시야각에 따라 투과도가 달라지므로 액정표시소자의 시야각 특성에 영향을 준다. 특히 VA 모드의 경우 음성 위상판을 쓴 보상법^(1,2)에서는 직교한 편광판의 45도 방향에서의 누설광의 영향을 받아 특성이 나빠진다. 그래서 먼저 위상판과 편광판의 시야각 특성에 대한 깊이 있는 연구가 필요하다. 본 연구에서는 확장된 존즈연산과 존즈행렬의 기하학적 해석방법을 써서 위상판과 편광판의 시야각 특성을 분석하고, 그 결과를 바탕으로 직교한 두 편광판의 누설광을 최소로 줄이는 최적 위상판의 규격을 찾는 방법을 밝혔다.

확장된 존즈연산에서는 빛이 공기에서 액정셀로 들어갈 때와 나갈 때의 프레넬 반사에 의한 손실만 고려하고 액정셀 속의 진행에서는 반사를 무시한다. 액정셀을 액정분자의 배향이 균일한 여러 개의 얇은 액정층이 겹쳐진 것으로 보고, 표면에서의 반사특성을 무시하면 각 층에 대한 확장된 존즈행렬 (extended Jones matrix)⁽³⁾은 아래와 같은 꼴이 된다:

$$J = R(\Psi) P R(-\Psi),$$

$$P = \begin{pmatrix} e^{ik_x d} & 0 \\ 0 & e^{ik_y d} \end{pmatrix}. \tag{1}$$

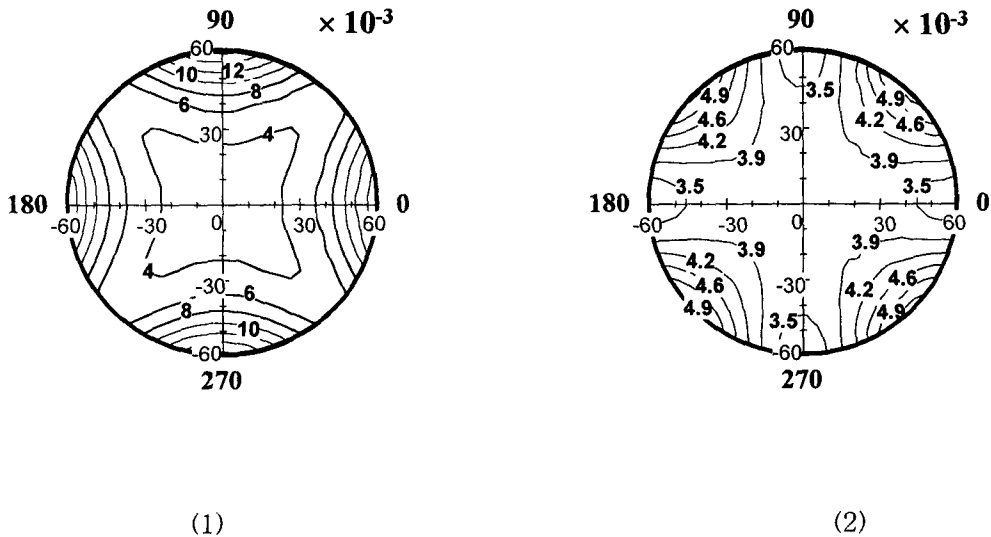
여기에서 $R(\Psi)$ 는 회전변환행렬이다. 확장된 존즈행렬 J 는 유니타리(unitary)이므로 뽀앙카레 공 (Poincaré sphere) 위에서의 회전변환으로 나타낼 수 있다.



[그림 1] 시야각에 대한 위상판의 회전각의 등고선그림.

(1)은 90도 위상판의 시야각의 변화에 대한 회전각의 변화이고 (2)는 광축이 서로 직교한 90도 위상판 두장의 회전각의 등고선 그림이다.

그림 1은 위상판의 시야각의 변화에 대한 회전각의 변화를 나타내었다. 그림1(1)은 광축이 수평방향 (0도-180도)인 90도 위상판의 회전각의 등고선그림이다. 광축에 45도 방향에서 회전각의 변화가 적고, 광축방향에서는 입사각이 증가할수록 복굴절성이 줄어들어 회전각이 줄어든다. 반면에 광축에 수직인 방향에서는 경로가 늘어나기 때문에 회전각이 커진다. 그림 1의 (2)는 두 위상판을 광축이 직교하게 겹쳐놓은 경우인데 시야각의 방위각의 변화에 대해서는 회전각이 크게 변하지 않는다.



[그림 2] 직교한 편광판의 광투과도.

투과축이 45도와 135도인 직교한 두 편광판의 투과도이다. (1)은 위상판을 쓰지 않았을 때인데 수평, 수직방향에서 누설광이 생긴다. (2)는 위상판을 써서 누설광을 줄인 결과이다. 광축 방향의 특성을 손상시키지 않으면서 수평, 수직방향의 누설광을 줄였다.

그림 2는 직교한 편광판의 투과도의 시야각 의존성이다. 그림 2(1)은 위상판을 써서 보정하지 않은 경우로서 투과축의 45도 방향에서 누설광이 생긴다. 그림 2(2)는 위상판을 써서 보정한 결과인데, 위상판은 광축이 경계면과 나란한 음성 위상판과 양성 위상판을 썼고, 위상판의 광축을 편광판의 광축과 일치시켰다: 음성 위상판의 (느린) 광축은 편광판의 투과축과, 양성 위상판의 광축은 검광판의 투과축과 각각 나란하게 정렬하였다. 뽕앙카레 공을 써서 계산한 결과 누설광을 줄이는 위상판의 위상지연값은 60도 이었다. 편광판의 광축방향 (45도, 135도)의 특성이 손상되지 않으면서 수평, 수직방향의 누설광이 크게 줄어든 것을 알 수 있다.

1. Y. Saitoh *et al.* Jpn. J. Appl. Phys., 37, 4822 (1998).
2. J. Chen *et al.*, SID'98, Digest, 315 (1998).
3. B. W. Walker, SID'98 Digest, 814 (1998).

