

뽕앙까레 구면을 이용한 반사형 STN LCD의 설계

Design of a Reflective STN LCD On the Poincare Sphere

김도연, 이서현, 심사용, 이기동, 김재창, 윤태훈
 부산대학교 전자공학과
 seoheun@hyowon.pusan.ac.kr

반사형 STN-LCD (supertwisted nematic liquid crystal display) 는 많은 display에서 사용되고 있는 LCD mode 중의 하나이다. 그러나 현재 많이 사용되는 반사형 STN-LCD는 그림 1과 같이 한 장의 polarizer와 두장의 retardation film을 사용하는 구조이므로 각각의 component에 대한 parameter들에 의해 display의 표시 성능이 좌우된다.

먼저 Reflective STN-LCD의 보상에 필요한 parameter를 살펴보면, 그림 1과 같이 5개 (α , ϕ_1 , ϕ_2 , 각 retarder의 retardation : Δnd_1 , Δnd_2) 의 parameter의 결정이 필요하다.

본 논문에서는 뽕앙까레 구면을 이용한 해석^{(1),(2)} 및 parameter 결정법을 소개하고 각 parameter 선택에 따른 반사형 STN의 특성을 살펴보고자 한다.

normally black mode의 설계이므로 입사된 선편광 빛은 모든 retarder와 LC를 지난 빛과 수직한 선편광을 가져야 하므로 전체과정은 $\lambda/2$ 와 같다. 그러므로 반사되어 나온 빛으로부터 각각의 component를 지나는 총 $\lambda/4$ 의 과정으로 parameter를 결정한다. 반사되어 나온 빛은 원편광 상태이므로 뽕앙까레 구면상에 그림 2의 (a)와 같이 위치하게 되고 LC Cell을 지난 후 (b)과 같은 분산을 가지게 된다. retarder 1을 지나면 (c) 그림과 같이 분산은 S_1 , S_2 평면상에서 일직선으로 나타나게 되고 retarder 2를 지나면 (d)와 같이 선편광 상태인 원주의 한 점에 점들이 모이게 된다. 마지막으로 polarizer의 투과축은 점들이 모이는 곳의 반대방향에 위치하면 black 상태를 구현할 수 있다.

이러한 방법으로 임의의 LC Cell에 대해 간단한 simulation으로 retarder와 polarizer의 parameter의 값을 결정할 수 있는데 simulation에 의한 parameter의 값들을 살펴보면 하나의 Cell에 대해 여러 가지의 film을 사용하여 보상할 수 있는 것을 알 수 있다.

위의 방법으로 설계된 반사형 STN의 reflectance가 그림 3과 같이 나타나 있고 이것은 dark 상태에서 분산이 많이 줄어든 것을 볼 수가 있다. dark 상태의 reflectance가 0에 가까우므로 contrast ratio의 향상을 기대할 수 있다.

bright 상태에 대해서 살펴보면, LC Cell의 Δnd 가 크면 bright 상태의 reflectance가 높아짐을 알 수 있으나 분산 특성이 좋지 못하며, 특히 gray level의 안정성이 보장되지 못한다. 즉, gray level에서의 색 특성이 많이 나타나는 것을 볼 수가 있다.

반대로 LC Cell의 Δnd 가 작으면 분산 특성이 좋다는 장점이 있으나 bright 상태의 reflectance가 현저하게 떨어지는 것을 볼 수가 있다.

각각의 Δnd 에 대해 simulation 해본 결과 $\Delta nd = 500$ nm 이하에서는 bright가 크게 떨어지는 것을, $\Delta nd = 700$ nm 이상에서는 bright 상태의 색특성이 많이 나타나는 것을 볼 수가 있었다.

gray level에 대해서는 두장의 retarder의 retardation 값이 서로 비슷할 때 좋은 특성을 보임을 결과를 통해 알 수 있었다. 그림 4에서 설계된 STN의 색특성을 볼 수가 있는데 on / off 및 gray level 이 achromatic point 근처에 위치하는 것을 확인할 수 있다.

이상으로 반사형 STN의 보상법과 Cell의 Δnd 에 대한 특성을 살펴보았다.

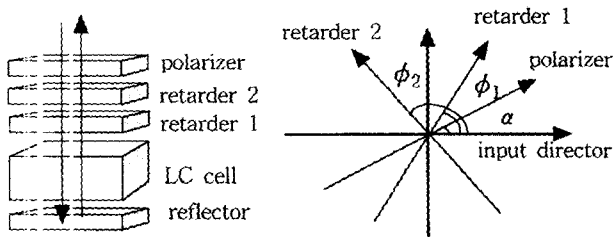


그림 1. 반사형 STN-LCD의 구조

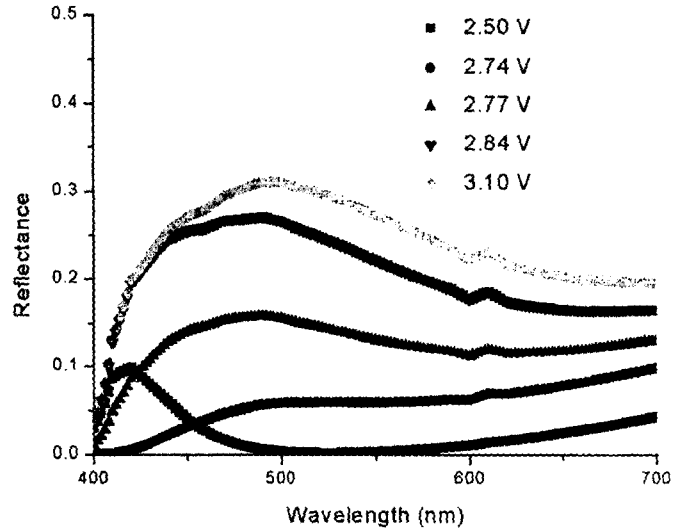


그림 3. 전압 변화에 따른 reflectance

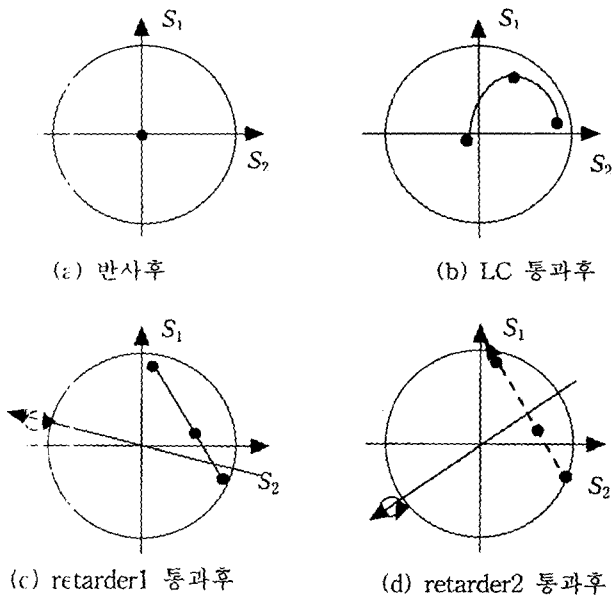


그림 2. 각 component를 지난후 편광상태

참고문헌

- 1 K. Kumagawa "Black and White STN-LCD Using Two Birefringent Films", Japan Display (1998)
- 2 O. Itou "Development of Reflective Color STN-LCD Using New Optimizing Method of Retarders and a Polarizer", SID (1998)

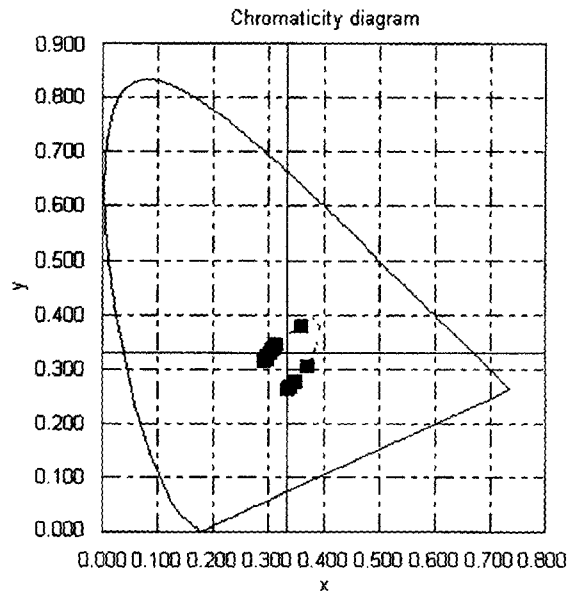


그림 4. 전압 변화에 따른 색특성