

# 감광성 도판트를 이용한 풀컬러 구현 가능 반사형 콜레스테릭 액정

박서규, 조희석\*, 권순범\*\*, 김정수, 레즈니코프\*\*\*

충남대학교, \*(주)엔디스, \*\*호서대학교, \*\*\*우크라이나 물리연구소

## Full color reflective cholesteric liquid crystal using photosensitive chiral dopant

Seo-Kyu Park, Jeong-Soo Kim, Hee-Seok Cho\*, Soon-Bum Kwon\*\*, Yu. Reznikov\*\*\*

Chungnam National Univ. \*NDIS Corporation, \*\*Hoseo Univ. \*\*\*Institute of Physics

**Abstract :** In order to make full color cholesteric displays, color filter-less R, G, B sub-pixel structured cholesteric LC cells have been studied. To make R, G, B colors, UV induced pitch variant chiral dopant was added to cholesteric LC mixtures. The concentration of the photo-sensitive chiral dopant was adjusted so that the initial state showed blue color and the color was changed from blue to green and red with increase of UV irradiation to the cholesteric cells. To prevent the mixing of R, G, B reflective sub-pixel liquid crystals, separation walls were formed using negative photo resister in boundary area between sub-pixels. Through the optimization of the material concentrations and UV irradiation condition, vivid R, G, B colors were achieved.

**Key Words :** Photosensitive Chiral Dopant, Cholesteric Liquid Crystal, Color rendering, Bragg reflectance, Bistability

### 1. 서 론

CLC(Cholesteric Liquid Crystal)는 액정 층이 피치에 따라 자체에서 빛을 선택적으로 반사 및 투과시키는 브래그 반사를 이용한 반사형 액정 표시 소자로서 색순도 특성이 뛰어나고 편광판이나 백라이트가 필요 없고 메모리 특성으로 인한 저소비전력의 우수한 특성을 발휘 할 수 있는 차세대 디스플레이로써 주목을 받아오고 있다. 특히 제품 적용을 위해서는 높은 휘도와 넓은 시야각 및 컬러화의 특성이 요구되는데 이들의 조건을 향상시키기 위한 많은 연구들이 이루어지고 있다[1]. 초기에는 컬러필터를 대체하기 위해 콜레스테릭 컬러 필터 물질에 광반응을 유도하여 R, G, B를 형성하는 연구가 진행되어져 왔고[2-3] 이후에 멀티 컬러를 구현하기 위해서 R, G, B 액정을 컬럼 별로 각각 분리해서 액정을 주입하는 격벽방식과 R, G, B 각각의 액정 층을 적층하는 방식으로 연구가 진행되어져 왔다. 그러나 컬럼 별로 액정을 주입하는 공정은 반복 공정으로 인한 제조 공정이 복잡하고 적층 방식 또한 컬러 별로 액정 패널을 제조하여 적층해야 하는 번거로움이 존재하여 이로 인한 패널 제조 공정의 어려움과 단가 상승 원인이 되고 있다. 최근 Gabrel Iftiem et. al은 콜레스테릭 액정에 dipolar dopant를 첨가한 후 전기를 인가하여 dipolar dopant의  $\theta$  위치가 변화함에 따라 액정의 피치가 변하여 컬러를 구현하는 방식을 특허로 출원하였으나 많은 양의 dopant량과 60V의 높은 DC 구동전압이 필요로 하는 부분이 개선될 필요가 있다[4].

본 연구에서는 상술한 문제점을 해결하기 위해서 화소를 구분 짓는 컬럼 스페이서를 형성하고 컬러필터 없이 UV 반응형 카이랄 도판트를 콜레스테릭 액정에 첨가하여 액정을 주입하고 gray mask를 이용하여 365nm의 파장을 갖는 UV빛을 동일 액정 층에 조사하여 UV 에너지에 따른 액정의 피치를 변화 시켜 동시에 Red, Green, Blue를

구현하는 실험을 진행 하고자 한다[5-6].

### 2. 실험

실험은 일정 비율로 혼합된 표 1에 나타난 LCM#1, LCM#2, LCM#3 세 가지 액정에 감광성 카이랄 첨가제를 일정비율 첨가하여 혼합액정을 제조하였다. 테스트 액정 셀은 ITO(Indium Tin-Oxide)가 증착된 플라스틱 기판(PC: Polycarbonate)에 포토리소공정을 통하여 ITO 전극을 형성하였고 이후 ITO 패턴이 되어있는 기판위에 격벽을 통한 sub pixel별로 액정을 격리하기 위해 격벽을 형성시켰다. 격벽은 N-PR(negative photoresist: Dong Jin chemical)를 스프인코팅 방법을 이용하여 코팅한 후, 365nm파장의 자외선을 약140mJ/cm<sup>2</sup>의 에너지를 일정 패턴이 있는 마스크를 통하여 노광한 후 현상액(DCD260CF)을 DI water에 1%로 희석시킨 후 기판을 현상액에 담가서 현상을 해 주어 격벽을 형성 시킨 다음 clean oven에서 컬럼(column)단위로 패턴닝 되어있는 N-PR을 경화시켜 높이 3.5um의 격벽을 얻었다. 상, 하 기판을 main sealant로 접착하여 고정하여 empty셀을 제조한 후 진공 중 가압 방식으로 액정을 주입한 후 주입구를 2액형 봉지제로 밀봉한 후 상온 경화 하였다.

표 1. 콜레스테릭 액정 혼합물.

	Cholesteric LC	Nematic host
LCM#1	CH-100-450	CH-100
LCM#2	MDA-00-1824	BL-087
LCM#3	MDA-02-2510	MDA-04-548

표 1 과 같은 특성을 가지는 액정들과 감광형 카이랄 첨가제(institute of Physics, Ukraine)를 혼합하여 UV에 의한 컬러 renderable한 액정을 제조 하였다. 컬러필터 없는 컬러 구현 가능한 액정 셀 제조 공정에 사용할 액정을 제조 하기위해서 먼저 Blue 컬러의 콜레스테

릭 액정과 콜레스테릭 네마틱 호스트를 일정 비율로 혼합해서 Red 컬러의 액정을 만든 후 그 액정에 감광성 카이랄 첨가제를 첨가하여 액정의 피치를 첨가제에 의해 다시 짧게 만들어 주어서 blue 컬러를 띄는 액정을 제조한다. 이렇게 제조되어진 액정은 감광성 카이랄 첨가제의 영향으로 UV가 조사되어 지게 되면 액정의 피치가 길어져서 UV 조사량에 따라 액정의 피치가 red로 바뀌게 된다.

본 연구에서 제조된 액정혼합물이 주입된 액정 셀의 구동전압에 따른 반사율을 측정하기 위해서 임의의 파형발생기로 신호를 발생하고 오실로스코프를 통해 인가되는 파장을 확인하여 광대역 증폭기를 이용하여 1V씩 50V까지 전압을 액정 셀에 인가하여 BM7을 통하여 데이터를 측정하였다.

### 3. 결과 및 검토

그림 1은 각각의 혼합된 액정을 color rendering 한 후 액정의 반사율을 측정한 결과이다. 이것은 본 실험에서 사용된 액정 혼합물에서 감광형 카이랄 첨가제가 UV빛을 흡수하여 액정의 피치를 변화시켜 주어 blue, green, red 영역으로 빛의 반사 영역이 이동함을 (a)-(c)의 그래프를 통해 알 수 있었다. 또한 이들의 색재현율에 대한 CIE 색좌표를 측정하였다. 그림 1의 (d)에서 보듯이 LCM#1은 색재현율이 57%, LCM#2는 33%, LCM#3은 31%로 측정되었다. 현재 출시되고 있는 대부분의 휴대폰의 색재현율이 70%안팎으로 측정되고 있으므로 LCM#1의 57%의 색재현율은 컬러필터 활용도 측면에서 우수하다고 볼 수 있다.

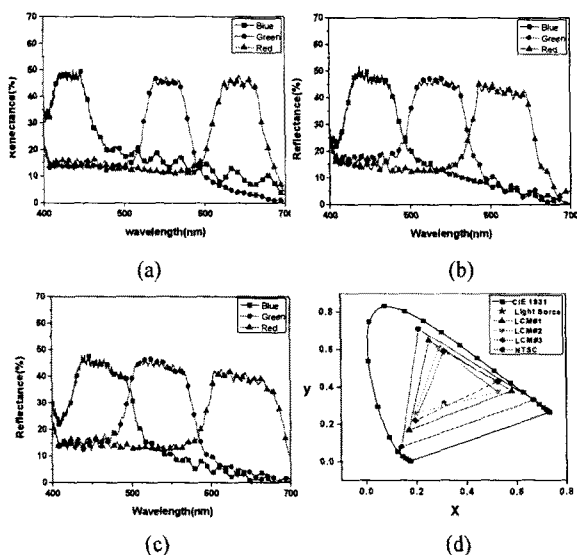


그림 1. 각 액정 혼합물의 color rendering에 따른 파장 변화와 색 재현율; (a)LCM#1 (b)LCM#2 (c)LCM# 3 (d)각 액정 혼합물의 색재현율

그림 2의 데이터에서 동일한 액정의 피치를 변화시켜서 R-G-B의 세 가지 컬러를 형성 하더라도 컬러별로 구동전압 특성이 다름을 알 수 있다. 세 가지 액정에서 모두 red 파장대의 컬러에서 측정한 구동 전압이 가장 낮게 측정되고 blue 영역에서 가장 높게 측정 되었다. 또한 세 가지

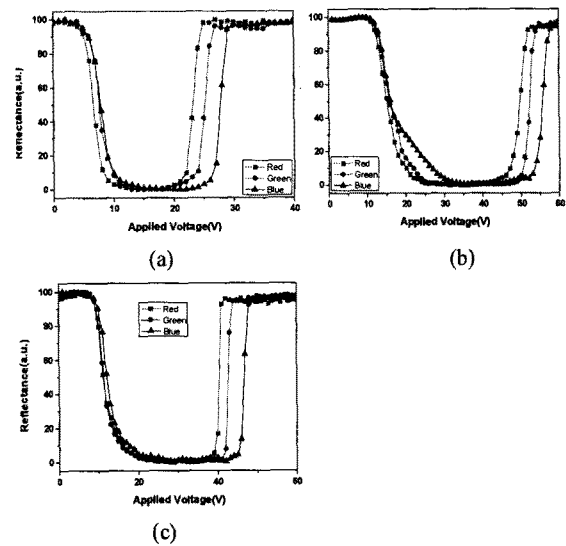


그림 2. 각 액정 혼합물의 구동전압 특성;(a)LCM#1 (b)LCM#2 (c)LCM#3

액정 혼합물 모두 재현성 있는 플레너 상태나 포컬 코닉 상태의 안정적인 쌍안정성을 볼 수 있었다. 특히, LCM#1의 경우 24~28V의 낮은 구동전압을 보여 향후 LCD라인의 응용가능성이 큼을 확인 할 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 UV 빛에 반응하는 감광형 카이랄 첨가제를 액정에 혼합하여 R, G, B를 구현할 수 있는 기본 조건을 확보하였으며 이에 따른 색 재현율을 확인하였다. 컬러별 구동전압 특성과 이들의 포컬 코닉 및 플레너 상태를 유지하는 쌍안정성을 확인하여 플레너 상태에서의 브래그 반사에 의한 정보 표시와 포컬 코닉 상태에서의 오프상태로 이용할 수 있음을 확인함에 따라 컬러 필터없이 R, G, B컬러를 구현 할 수 있는 특성을 이용하여 스마트카드나 price tag, e-book, e-paper와 같은 sign display의 적용이 가능하리라 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 중소기업청의 산-산 협력 기술 개발 사업의 기업 협동형 과제비지원에 의한 것입니다.

### 참고 문헌

- [1] N. Moriya, T. Uchida., IDW 347-350(2000)
- [2] F. Vicentini, J. Cho, L.C. Chien, Liquid Crystal, Vol. 24, No.4, 483-488(1998)
- [3] C.Doomkamp, R.T. Wegh, J.Lub, SID'01 Digest, 456-459 (2001)
- [4] Gabriel Iftime, Peter M. Kazmaier, US 7,195,802 B2(2007)
- [5] Zili Li,, SID Digest., 770(2004)
- [6] J. Cho, U. Muller, F. Vicentini, Y. H. Lin, L.-C. Chien., Proc.SPIE. Vol. 4858., 1-4 (2004)