



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2016년12월05일  
 (11) 등록번호 10-1682376  
 (24) 등록일자 2016년11월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 CO9K 19/52 (2006.01) CO9K 11/06 (2006.01)  
 G02F 1/1333 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
 CO9K 19/52 (2013.01)  
 CO9K 11/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-0044308
- (22) 출원일자 2015년03월30일  
 심사청구일자 2015년03월30일
- (65) 공개번호 10-2016-0116502
- (43) 공개일자 2016년10월10일
- (56) 선행기술조사문헌  
 D.FRACKOWIAK 외 3, SPERCTRAL PROPERTIES OF  
 CHLOROPHYLL a IN LIQUID CRYSTAL, Biophysical  
 Chemistry, Vol.6, pp.369-377(1977)  
 Yen Hsun Su 외 5, Influence of surface  
 plasmon resonance on the emission  
 intermittency of photoluminescence from gold  
 nano-sea-urchins, Nanoscale, Vol.2,  
 pp.2639~3646(2010)

- (73) 특허권자  
**명지대학교 산학협력단**  
 경기도 용인시 처인구 명지로 116 (남동, 명지대  
 학교)
- (72) 발명자  
**이준협**  
 경기도 성남시 분당구 백현로 234, 306동 1703호  
 (정자동, 한솔마을한일아파트)
- 손인태**  
 경기도 용인시 처인구 명지로 139-5, 107호 (남동)
- 김춘호**  
 경기도 부천시 소사구 경인로 458-11, 3층 (괴안동)
- (74) 대리인  
**특허법인다울**

전체 청구항 수 : 총 13 항

심사관 : 서대중

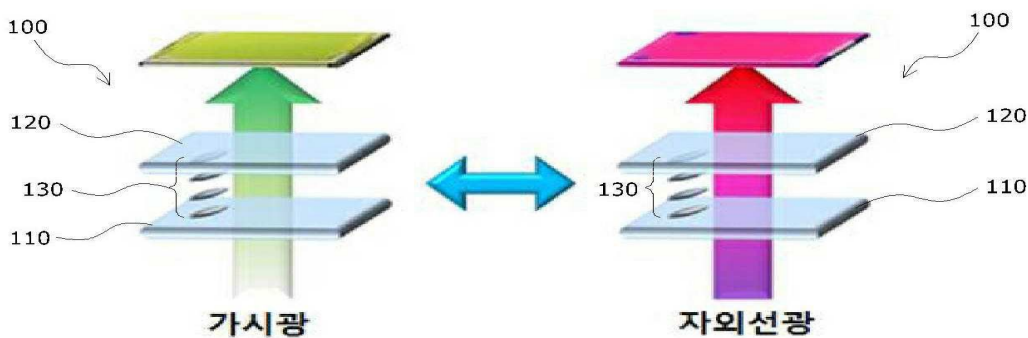
(54) 발명의 명칭 **컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물, 이를 이용한 액정표시장치 및 그 제조방법**

**(57) 요약**

본 발명은 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물, 이를 이용한 액정표시장치 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 액정에 발광 특성이 있는 생분자를 혼합하여 사용함으로써 컬러 스위칭을 구현할 수 있는 발광 액정 조성물, 액정표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 발광 특성이 있는 생분자를 이용한 액정 조성물을 제공함으로써, 기존 액정표시장치에 포함되는 컬러필터층 없이도 우수한 광학특성 및 전기광학특성을 구현할 수 있다. 더욱 구체적으로, 본원발명에 따르면, 컬러필터층 없이도 컬러 스위칭이 가능한 표시특성을 구현할 수 있다.

**대표도**



(52) CPC특허분류  
**G02F 1/1333** (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NRF-2014R1A1A2057947
부처명	교육부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	일반연구자지원사업_기본연구
연구과제명	극성상호작용의 제어에 의한 차세대 액정배향 원천기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	명지대학교 산학협력단
연구기간	2014.11.01 ~ 2015.04.30

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

발광할 수 있는 생분자 및 액정을 포함하고,  
상기 액정 100 중량부에 대하여 생분자 0.5~10 중량부로 구성되는,  
컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,  
상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물.

#### 청구항 3

청구항 1에 있어서,  
상기 생분자는 엽록소 a이고,  
상기 액정 조성물은 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타내는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물.

#### 청구항 4

액정 100 중량부에 대하여 발광할 수 있는 생분자 0.5~10 중량부를 첨가하고 60 ~ 100 °C에서 5~20 분간 교반하는 단계를 포함하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물 제조방법.

#### 청구항 5

청구항 4에 있어서,  
상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물 제조방법.

#### 청구항 6

청구항 4에 있어서,  
상기 생분자는 엽록소 a이고,  
상기 액정 조성물은 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타내는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물 제조방법.

#### 청구항 7

TFT 어레이 기판;

공통전극 기판; 및

상기 어레이 기판과 공통전극 기판 사이에 개재된 발광 액정층을 포함하여 구성되는 발광 액정표시장치로서,

상기 발광 액정층은 발광할 수 있는 생분자를 포함하여 구성되고,

상기 생분자는 액정 100 중량부에 대하여 0.5 내지 10 중량부로 포함되는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치.

### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치.

### 청구항 9

삭제

### 청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 생분자는 엽록소 a이고,

상기 액정표시장치는, 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타내는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치.

### 청구항 11

TFT 어레이 기판;

공통전극 기판; 및

상기 어레이 기판과 공통전극 기판 사이에 발광 액정층을 포함하여 구성되는 액정표시장치 제조방법으로서,

발광할 수 있는 생분자를 액정에 첨가하여 혼합물을 제조하는 단계;

상기 어레이 기판 및 공통전극 기판 중, 하나 이상의 기판의 일면에 상기 혼합물을 떨어뜨리는 단계;

상기 어레이 기판과 공통전극 기판 사이에 상기 혼합물이 위치하도록, 두 기판을 합착하는 단계; 및

합착된 기판을 열처리하고 상온으로 냉각하는 단계를 포함하고,

상기 생분자는 액정 100 중량부에 대하여 0.5 내지 10 중량부로 첨가되는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치 제조방법.

### 청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함하는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치 제조방법.

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

청구항 11에 있어서,

상기 열처리는 80~120 ℃ 온도에서 40 ~ 80 분 동안 수행되는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치 제조방법.

**청구항 15**

청구항 11에 있어서,

상기 생분자는 엽록소 a이고,

상기 액정표시장치는, 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타내는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치 제조방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 발광 액정 조성물, 이를 이용한 액정표시장치 및 그 제조방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 액정에 발광 특성이 있는 생분자를 혼합하여 사용함으로써 컬러 스위칭을 구현할 수 있는 발광 액정 조성물, 액정표시장치 및 그 제조방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 액정 표시장치(liquid crystal display)는 액정의 광투과율을 이용하여 영상을 표시하는 액정 표시 패널과 광을 제공하는 백라이트 어셈블리로 구성된다. 상기 액정 표시 패널은 일반적으로 TFT 어레이 기판, 상기 어레이 기판과 대향하는 컬러필터층 기판 및 상기 어레이 기판과 상기 컬러필터층 기판 사이에 개재된 액정층을 포함한다. 액정층에 전계가 인가되면 형성된 전계에 따라 액정 분자들의 배열이 변화되고 이에 따라 액정층을 통과한 입사광들의 위상차가 발생하여 빛이 투과되어 영상이 표시된다.

[0003] 일반적으로 액정층을 통과한 빛이 컬러필터층을 통과하며 특정 색을 나타내게 된다. 통상적으로 염료로 이루어진 컬러필터층을 별도로 형성하게 된다.

[0004] 하지만 컬러필터층을 형성하는 공정은 별도의 박막 형성 단계가 필요하며, 상기 박막의 소성 시 다단계 공정을 거쳐게 되어 복잡하고 많은 시간이 소요되게 되는 단점이 있다. 또한 별도의 컬러필터층으로 인해 투과율을 감소시키는 문제가 발생된다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0005] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1183571호
- (특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-1110071호
- (특허문헌 0003) 대한민국 등록특허 제10-1469494호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 기존 액정표시장치에 포함되는 컬러필터층 없이 컬러 표시특성을 구현할 수 있는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물을 제공한다. 또한 상기 액정 조성물을 이용한 액정표시장치 및 그 제조방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명은, 발광할 수 있는 생분자 및 액정을 포함하고, 상기 액정 100 중량부에 대하여 생분자 0.01~10 중량부로 구성되는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물을 제공한다. 더욱 바람직하게는 상기 액정 100 중량부에 대하여 생분자 0.1~3 중량부로 구성될 수 있다.

[0008] 상기 유기분자가 0.01 중량부 미만으로 혼합되면 색 특성이 저하되는 문제가 발생하고, 10 중량부 초과시에는 생분자가 액정에 용해되지 않고 상분리되어 빛샘을 유발하는 문제가 발생할 수 있다.

[0009] 또한 생분자가 0.1 내지 3 중량부로 혼합되는 경우, 색 재현력과 생분자의 액정 내 분산특성이 최적화되어 색 표시 특성과 블랙(black) 특성이 우수한 장점이 있다.

[0010] 상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0011] 상기 액정 조성물은 가시광 및 자외선 영역의 광에 의해 컬러 스위칭을 구현할 수 있다. 구체적으로 엽록소 a를 포함한 액정 조성물의 경우, 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타낼 수 있고, 커쿠민의 경우 가시광에서 노란색, 자외선에서 녹색을, 안토시아닌의 경우 가시광에서 파란색, 자외선에서 녹색을, 캡사이신의 경우 가시광에서 적색을, 자외선에서 적색을 나타낼 수 있다.

[0012] 또한 본 발명은 액정 100 중량부에 대하여 발광할 수 있는 생분자 0.01~10 중량부를 첨가하고 60 ~ 100 ℃에서 5 ~ 20 분간 교반하는 단계를 포함하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정 조성물 제조방법을 제공한다. 더욱 바람직하게 70 ℃에서 10 분간 교반하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 범위에서 교반하는 경우 생분자가 액정 내 균일하게 분산되어 빛샘분량 없이 우수한 블랙(black) 특성을 나타내게 해준다.

[0013] 상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함한다. 상기 액정 조성물은 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타낼 수 있다.

[0014] 또한 본 발명은, TFT 어레이 기판; 공통전극 기판; 및 상기 어레이 기판과 공통전극 기판 사이에 개재된 발광 액정층을 포함하여 구성되는 발광 액정표시장치로서, 상기 발광 액정층은 발광할 수 있는 생분자를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치를 제공한다.

[0015] 상기 액정표시장치에는 컬러필터층이 포함되지 않을 수 있다.

[0016] 상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 생분자는 액정 100 중량부에 대하여 0.01 내지 10 중량부로 포함될 수 있고, 더욱 바람직하게는 액정 100 중량부에 대하여 0.1 내지 3 중량부로 포함될 수 있다.

[0018] 상기 액정표시장치는, 가시광 및 자외선 영역의 광에 의해 컬러 스위칭을 구현할 수 있다(도 1 참조). 구체적으로 엽록소 a를 포함하여 구성되는 경우, 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타낼 수 있고, 커쿠민의 경우 가시광에서 노란색, 자외선에서 녹색을, 안토시아닌의 경우 가시광에서 파란색, 자외선에서 녹색을, 캡사이신의 경우 가시광에서 적색을, 자외선에서 적색을 나타낼 수 있다.

[0019] 또한 본 발명은, TFT 어레이 기판; 공통전극 기판; 및 상기 어레이 기판과 공통전극 기판 사이에 발광 액정층을

포함하여 구성되는 액정표시장치 제조방법으로서, 발광할 수 있는 생분자를 액정에 첨가하여 혼합물을 제조하는 단계; 상기 어레이 기관 및 공통전극 기관 중, 하나 이상의 기관의 일면에 상기 혼합물을 떨어뜨리는 단계; 상기 어레이 기관과 공통전극 기관 사이에 상기 혼합물이 위치하도록, 두 기관을 합착하는 단계; 및 합착된 기관을 열처리하고 상온으로 냉각하는 단계를 포함하는, 컬러 스위칭이 가능한 발광 액정표시장치 제조방법을 제공한다.

- [0020] 상기 생분자는 엽록소 a, 커쿠민, 안토시아닌 및 캡사이신으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 생분자는 상기 생분자는 액정 100 중량부에 대하여 0.01 내지 10 중량부로 첨가될 수 있고, 더욱 바람직하게는 액정 100 중량부에 대하여 0.1 내지 3 중량부로 첨가될 수 있다.
- [0022] 상기 합착은 실린트에 의해 수행될 수 있다.
- [0023] 상기 열처리는 80~120 °C 온도에서 40 ~ 80 분 동안 수행될 수 있다. 더욱 바람직하게 100 °C 온도에서 60 분 동안 수행될 수 있다. 상기 범위로 진행될 경우 액정 분자들이 표시장치 내에서 균일하게 정렬될 수 있고 또한 기관 내 실린트가 견고히 접착되는 장점이 있다.
- [0024] 상기 액정표시장치는, 가시광 및 자외선 영역의 광에 의해 컬러 스위칭을 구현할 수 있다. 구체적으로 엽록소 a를 포함하여 구성되는 경우, 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타낼 수 있고, 커쿠민의 경우 가시광에서 노란색, 자외선에서 녹색을, 안토시아닌의 경우 가시광에서 파란색, 자외선에서 녹색을, 캡사이신의 경우 가시광에서 적색을, 자외선에서 적색을 나타낼 수 있다.

**발명의 효과**

- [0025] 본 발명에 따르면, 발광 특성이 있는 생분자를 이용한 액정 조성물을 제공함으로써, 기존 액정표시장치에 포함되는 컬러필터층 없이도 우수한 광학특성 및 전기광학특성을 구현할 수 있다. 더욱 구체적으로, 본원발명에 따르면, 컬러필터층 없이도 컬러 스위칭이 가능한 표시특성을 구현할 수 있어 기존 대비 패널 두께가 얇은 초박막의 디스플레이를 구현할 수 있을 뿐만 아니라 복잡한 포토리소그래피 공정 없이 간단한 도핑 방법으로 색특성을 표시할 수 있기 때문에 패널 원가절감을 구현할 수 있는 점에서 이점을 가질 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0026] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 액정표시장치의 컬러 표시 특성을 나타내는 개략도이다.
- 도 2는 실시예에 따른 액정표시장치의 광학 특성을 가시광에서의 스펙트럼으로 나타낸 그래프이다.
- 도 3은 실시예에 따른 액정표시장치의 발광 특성을 자외선영역의 광에서의 발광 스펙트럼으로 나타낸 그래프이다.
- 도 4는 실시예와 비교예에 따른 액정표시장치의 전압에 따른 투과율 곡선을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 실시예와 비교예에 따른 액정표시장치의 액정 반응속도를 측정된 결과를 나타낸 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0027] 이하, 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 본 발명의 목적, 특징, 장점은 이하의 도면 및 실시예를 통하여 쉽게 이해될 것이다. 본 발명은 여기서 설명되는 도면 및 실시예에 한정되지 않고, 다른 형태로 구체화될 수 있다. 여기서 소개되는 도면 및 실시예는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위하여 제공되는 것이다. 따라서, 이하의 도면 및 실시예에 의하여 본 발명의 권리범위가 제한되어서는 안 된다.

- [0028] 도 1을 참조하여, 본원발명의 일 실시예에 따른 액정표시장치(100)를 설명하면 다음과 같다. 액정표시장치(100)는 TFT 어레이 기관(110), 공통전극 기관(120) 및, TFT 어레이 기관(110)과 공통전극 기관(120) 사이에 개재된 발광 액정층(130)을 포함하여 구성된다. 발광 액정층(130)에는 발광 특성을 갖는 생분자가 포함된다. 생분자

로 염록소 a가 포함되는 경우, 액정표시장치(100)는 가시광에 의해서는 녹색을 나타내고, 자외선 영역의 광에서는 적색을 발광하게 된다.

**[0029] 실시예: 발광 액정표시장치의 제조**

**[0030]** 첫 번째 단계로 발광할 수 있는 생분자인 클로로필 a(chlorophyll a)와 액정의 혼합물을 제조하였다. 구체적으로 유전율 이방성( $\Delta \epsilon$ )이 -3.3인 호스트 액정(굴절율 이방성( $\Delta n$ )이 0.101이고 상전이온도 Tni가 75도임) 100 중량부에 대하여 약 1.5 중량부의 클로로필 a(chlorophyll a)를 첨가하고 70 °C 온도에서 약 10분간 교반하여 클로로필 a가 호스트 액정에 완전히 녹아 혼합되도록 하였다.

**[0031]** 두 번째 단계로 클로로필 a와 액정 혼합물을 이용해 액정표시장치를 제조하였다. 구체적으로 화소전극(ITO)을 갖는 하부 TFT 어레이 기판 또는 공통전극(common ITO)을 갖는 상부 공통전극 기판에 PI 배향막을 코팅한 후 클로로필 a와 액정의 혼합물을 고르게 떨어뜨려 놓고 두 기판을 봉지제(sealant)를 이용해 합착하였다. 합착 후 액정표시 셀을 100 °C 온도의 고온 오븐에서 약 1시간 동안 열처리를 한 후 상온으로 냉각시킴으로써, 가시광에 의해서 녹색을 나타내고 자외선 영역의 광에 의해서는 적색을 나타내는 발광 액정표시장치를 제조하였다(도 1 참조).

**[0032] 비교예**

**[0033]** 화소전극(ITO)을 갖는 하부 TFT 어레이 기판 또는 공통전극(common ITO)을 갖는 상부 공통전극 기판에 기존 PI 배향막을 코팅을 한 후 액정을 고르게 떨어뜨려 놓고 두 기판을 봉지제(sealant)를 이용해 합착하였다. 합착 후 액정표시 셀을 100 °C 온도의 고온 오븐에서 약 1시간 동안 열처리를 한 후 상온으로 냉각시킴으로써 액정표시장치를 제조하였다.

**[0034] 실험예 1: 액정표시장치의 광학특성 및 발광특성 분석**

**[0035]** 상기 액정표시장치의 광학특성을 분석하여 도 2에 나타내었고 발광특성을 분석하여 도 3에 나타내었다.

**[0036]** 광학특성과 발광특성은 각각 가시광 및 자외선영역의 광을 이용하여 분석하였다. 구체적으로 광학특성은 상온에서 자외선-가시광선 분광광도계(UV-vis spectroscopy, S-3100, Sinco)를 사용하고, 발광특성은 형광 광도계(fluorescence spectrometer, FS-2, Scinco)를 사용하여 각각 파장영역 300~750nm와 400~800nm에서 측정된 스펙트럼을 통해 분석하였다. 도 2는 흡광 스펙트럼 결과를 나타내는 그래프이다. 도 2에서 "Extracted chlorophyll"은 식물체 등에서 추출한 클로로필 자체에 대한 발광특성 나타내는 스펙트럼이다. 염록소 도핑 액정과 비교하기 위하여 도시한 것이다.

**[0037]** 실시예에 따른 액정표시장치(LC doped with chlorophyll)의 경우 500 ~ 600 nm 파장영역을 제외하고 흡수하는 바, 가시광에 의해서 녹색을 나타내는 것으로 확인되었다. 도 3은 발광(photoluminescence) 스펙트럼을 나타내는 그래프이다. 도 3에서 LC doped with chlorophyll"은 도핑된 발광액정혼합물을, "LC cell doped with chlorophyll"은 발광액정혼합물이 적용된 액정표시소자를 의미한다. 실시예에 따른 액정표시장치(LC cell doped with chlorophyll)의 경우 발광세기가 제일 강한 650~750nm의 주 피크를 갖는 적색 스펙트럼이 확인되었다.

**[0038] 실험예 2: 액정표시장치의 전기광학특성 분석**

**[0039]** 액정표시장치의 전기광학특성을 분석하기 위하여, 632-nm He-Ne 레이저(JDSU, 1135P), 광검출기(EOT, ET-2000), 오실로스코프(Tektronix, TBS1062), 펄스제너레이터 (Agilent, 33210A)가 장착된 전기광학특성장치(Electro-optical characteristics measurement system)를 이용하여 전압에 따른 투과율 곡선(voltage-transmittance curve)을 측정하고 그 결과를 도 4에 나타내었다. 도 4에서 나타내는 바와 같이, 실시예에 따른 액정표시장치는 기존 액정표시장치(비교예)와 유사한 V-T 특성을 나타내어 전압에 따른 계조(gray scale) 표현이 가능한 것으로 확인되었다.

**[0040]** 아울러 상기 액정표시장치의 액정 반응속도(response time)를 측정하여 그 결과를 도 5에 나타내었다. 반응속도 평가는 제조된 액정표시장치에 AC 7.5V와 AC 0.0V의 전압을 교대로 인가하면서, 오실로스코프를 이용하여 투

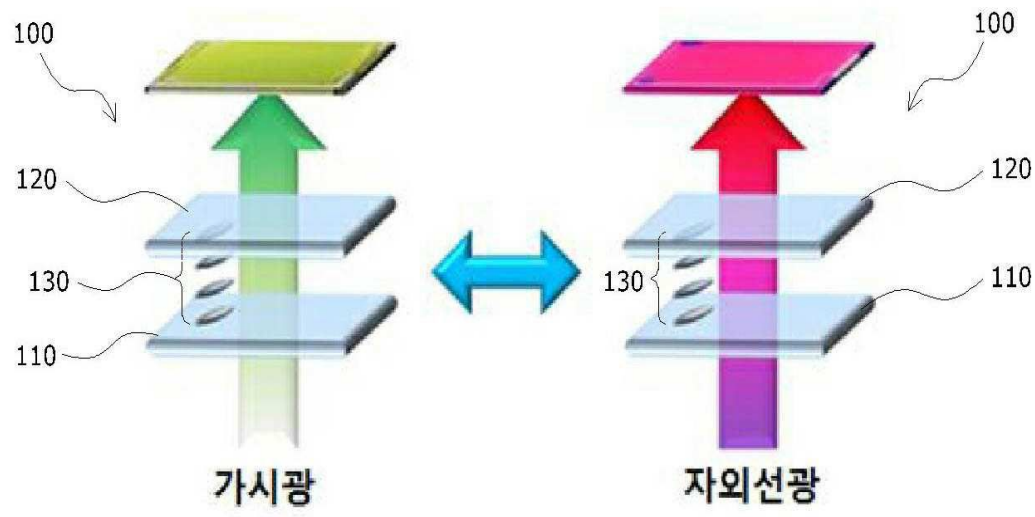
과도의 변화를 실시간으로 분석하는 방법으로 수행하였다. 상기 실험결과 기존 액정표시장치(비교예)의 경우 라이징 타임(rising time,  $T_{on}$ )이 16ms, 폴링 타임(falling time,  $T_{off}$ )이 6 ms로 나타났으며, 신규 액정표시장치(실시예)의 경우 라이징 타임이 25 ms, 폴링 타임이 4 ms로 기존 액정장치와 동등 수준의 고속 액정 반응속도를 구현할 수 있는 것으로 확인되었다.

**부호의 설명**

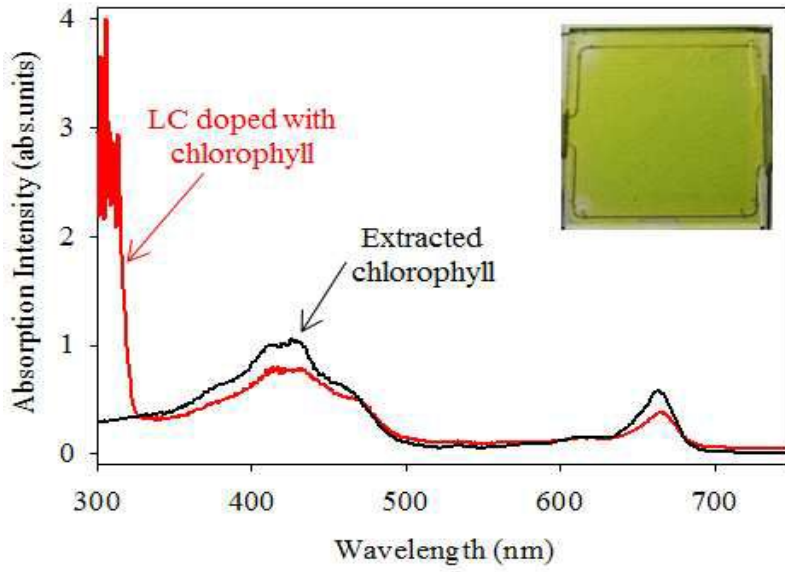
- [0041] 100: 액정표시장치
- 110: TFT 어레이 기판
- 120: 공통전극 기판
- 130: 발광 액정층

**도면**

**도면1**

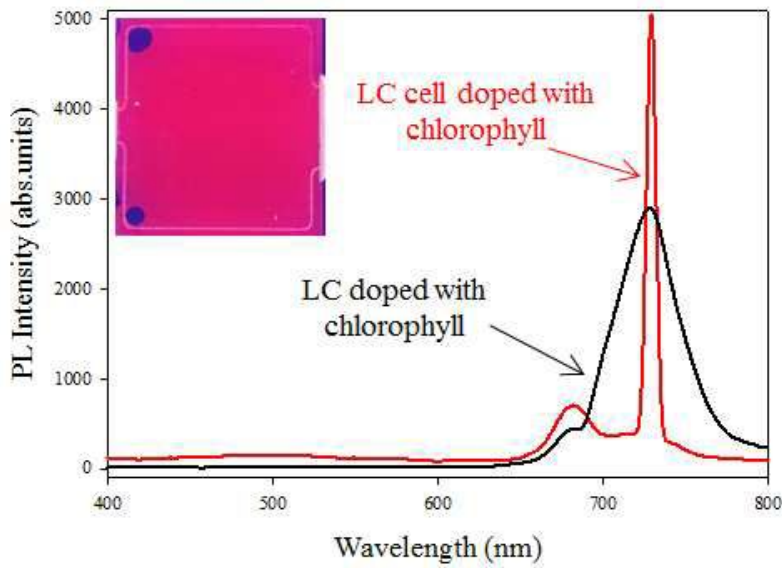


도면2



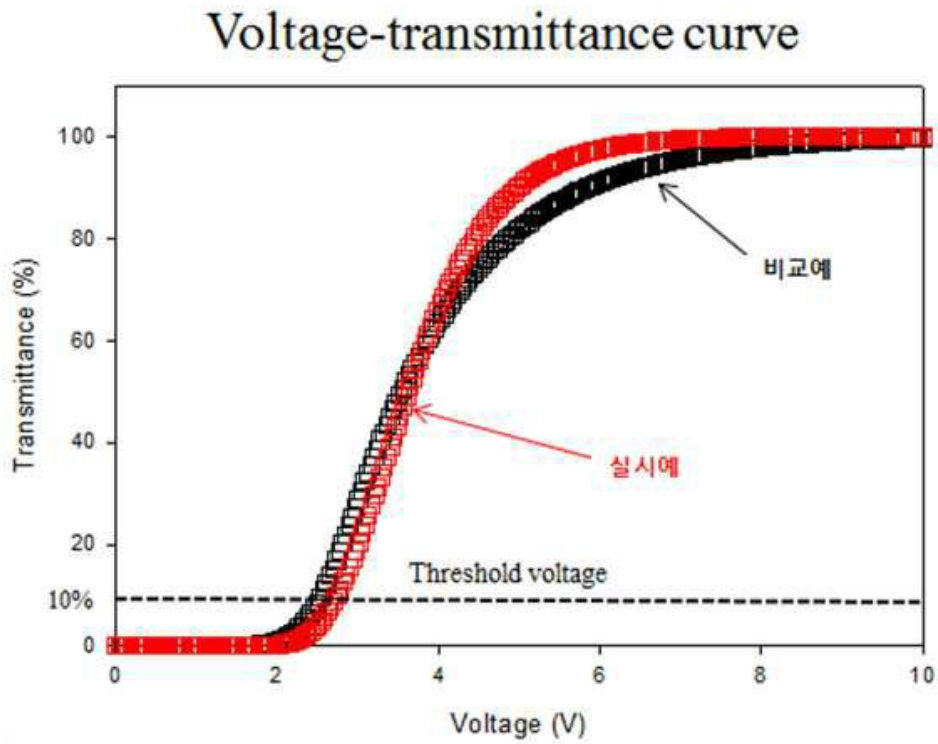
**Under visible light**

도면3



**Under UV light**

도면4



도면5

