



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년12월27일  
(11) 등록번호 10-2618752  
(24) 등록일자 2023년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
C07F 5/02 (2006.01) H10K 50/80 (2023.01)  
H10K 71/00 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)  
(52) CPC특허분류  
C07F 5/02 (2013.01)  
H10K 50/82 (2023.02)  
(21) 출원번호 10-2016-0139369  
(22) 출원일자 2016년10월25일  
심사청구일자 2021년09월23일  
(65) 공개번호 10-2018-0045361  
(43) 공개일자 2018년05월04일  
(56) 선행기술조사문헌  
Organic Letters, Vol.8, pp.3911-3914, 2006\*  
JP2009096809 A  
US9341893 B2  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
엘지디스플레이 주식회사  
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
전창우  
충청남도 천안시 서북구 시청로 73, 312동 703호  
(불당동, 통일아파트)  
심은지  
서울특별시 서초구 서초중앙로2길 21, 101동 140  
2호 (서초동, 더샵서초)  
최수혁  
서울특별시 서대문구 독립문로 10, 106동 107호  
(영천동, 독립문삼호아파트)  
(74) 대리인  
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김예훈

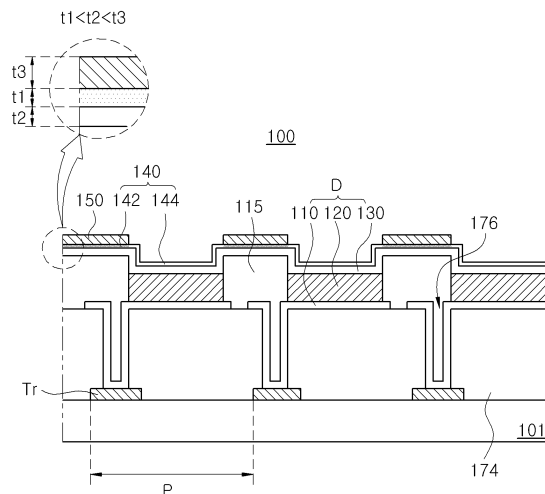
(54) 발명의 명칭 상전이 광 이성질체 화합물, 발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 상전이 광 이성질체 화합물을 제공하며, 상전이 광 이성질체층에 선택적 광 조사 공정을 진행한 후 도 전성 물질을 증착함으로써, 마스크 공정 없이 금속 패턴의 형성이 가능하다.

따라서, 마스크 공정 없이 발광다이오드의 제 2 전극의 일부에 보조 전극을 형성할 수 있으며, 이에 의한 제 2 전극의 전압 강하에 의한 발광다이오드 표시장치의 표시 품질 저하 문제를 방지할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

*H10K 50/824* (2023.02)

*H10K 50/8426* (2023.02)

*H10K 50/844* (2023.02)

*H10K 59/10* (2023.02)

*H10K 71/00* (2023.02)

*H10K 85/113* (2023.02)

*H10K 85/322* (2023.02)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

삭제

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

다수의 화소영역이 정의된 기판과;

상기 기판 상부에, 상기 다수의 화소영역 각각에 위치하는 제 1 전극과;

상기 제 1 전극 사이에 위치하는 बैं크와;

상기 제 1 전극 상에 위치하는 발광층과;

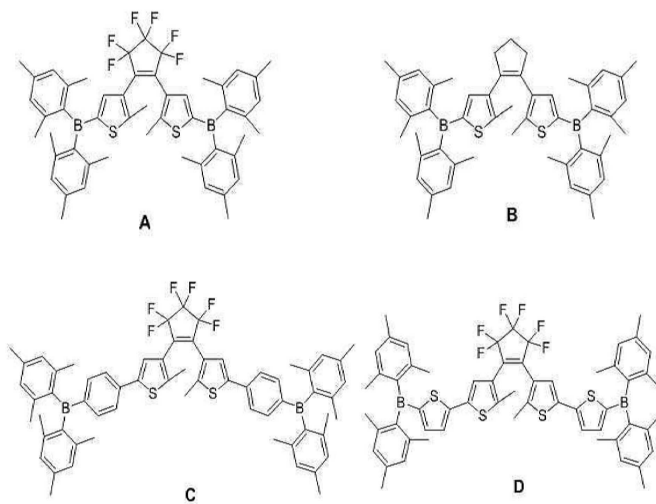
상기 다수의 화소영역 모두를 덮고 상기 발광층 상에 위치하는 제 2 전극과;

상기 제 2 전극 상에 위치하며 유리상 부분과 고무상 부분을 포함하는 상전이 광 이성질체층과;

상기 유리상 부분 상에 위치하는 보조 전극을 포함하고,

상기 보조 전극은 상기 बैं크에 대응하며,

상기 상전이 광 이성질체층은 하기 화합물 중 어느 하나인 상전이 광 이성질체 화합물을 포함하는 발광다이오드 표시장치.



#### 청구항 4

다수의 화소영역이 정의된 기판과;

상기 기판 상부에, 상기 다수의 화소영역 각각에 위치하는 제 1 전극과;

상기 제 1 전극 상에 위치하는 발광층과;

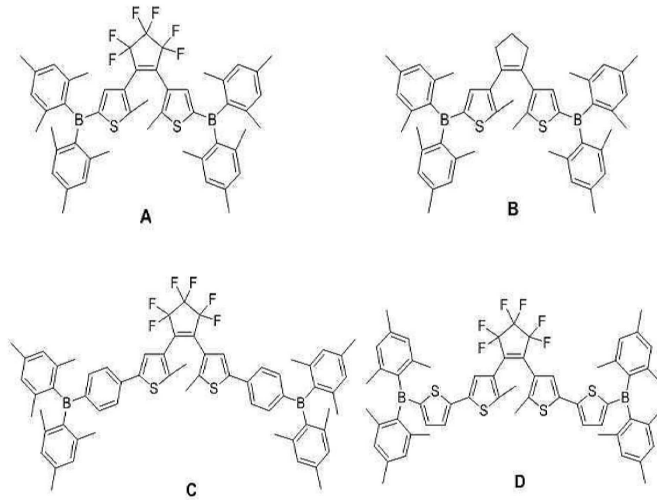
상기 다수의 화소영역 모두를 덮고 상기 발광층 상에 위치하는 제 2 전극과;

상기 제 2 전극 상에 위치하며 유리상 부분과 고무상 부분을 포함하는 상전이 광 이성질체층과;

상기 유리상 부분 상에 위치하는 보조 전극을 포함하고,

상기 유리상 부분은 상기 화소영역의 경계에 대응하며,

상기 상전이 광 이성질체층은 하기 화합물 중 어느 하나인 상전이 광 이성질체 화합물을 포함하는 발광다이오드 표시장치.



#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 상전이 광 이성질체층은 상기 제 2 전극 및 상기 보조 전극보다 작은 두께를 갖는 발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 7

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 보조 전극을 덮는 인캡슐레이션 필름을 더 포함하고,

상기 인캡슐레이션 필름의 제 1 부분은 상기 보조 전극과 접촉하고 상기 인캡슐레이션 필름의 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층과 접촉하는 발광다이오드 표시장치.

#### 청구항 8

제 3 항 또는 제 4 항에 있어서,

상기 보조 전극 상부에 위치하는 인캡슐레이션 기판과;

상기 보조 전극과 상기 인캡슐레이션 기판 사이에 위치하는 접착층을 더 포함하고,

상기 접착층의 제 1 부분은 상기 보조 전극과 접촉하고 상기 접착층의 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층과 접촉하는 발광다이오드 표시장치.

## 청구항 9

기판 상부에 제 1 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극의 가장자리를 덮는 बैं크를 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극 상에 발광층을 형성하는 단계와;

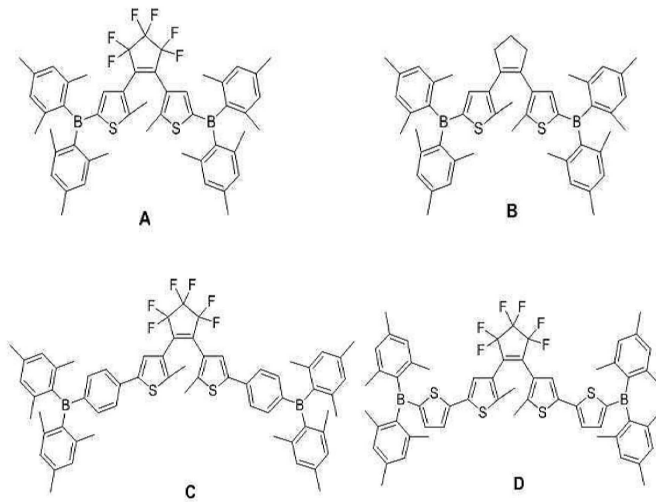
상기 बैं크 및 상기 발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 2 전극 상에 상전이 광 이성질체층을 형성하는 단계와;

상기 बैं크에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층에 자외선을 조사하는 단계와;

상기 상전이 광 이성질체층 전면에 대하여 도전성 물질의 증착 공정을 진행하여 상기 बैं크에 대응하는 보조 전극을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 상전이 광 이성질체층은 하기 화합물 중 어느 하나인 상전이 광 이성질체 화합물을 포함하는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법.



## 청구항 10

기판 상부에 제 1 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙을 노출하는 बैं크를 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극의 중앙 상에 발광층을 형성하는 단계와;

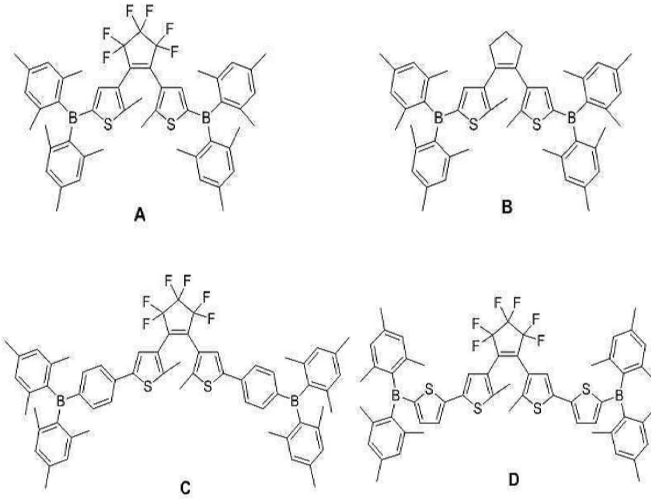
상기 बैं크 및 상기 발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와;

상기 제 2 전극 상에 상전이 광 이성질체층을 형성하는 단계와;

상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층에 가시광선을 조사하는 단계와;

상기 상전이 광 이성질체층 전면에 대하여 도전성 물질의 증착 공정을 진행하여 상기 बैं크에 대응하는 보조 전극을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 상전이 광 이성질체층은 하기 화합물 중 어느 하나인 상전이 광 이성질체 화합물을 포함하는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법.



### 청구항 11

삭제

### 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 자외선은 365~400nm의 파장을 갖는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

### 청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 가시광선은 500~700nm의 파장을 갖는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 발광다이오드 표시장치에 관한 것으로, 특히 마스크 공정 없이 도전성 물질을 선택적으로 증착할 수 있는 상전이 광 이성질체 화합물, 이를 포함하는 발광다이오드 표시장치 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 사회가 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 액정표시장치(Liquid Crystal Display device : LCD), 플라즈마표시장치(Plasma Display Panel device : PDP), 전계방출표시장치(Field Emission Display device : FED), 유기발광다이오드 표시장치(organic light emitting diode display device : OLED) 등과 같은 다양한 평판표시장치가 개발되어 각광받고 있다.

[0004] 이러한 평판표시장치 중에서, 유기발광다이오드 표시장치는 응답시간이 짧고 대조비가 크며 시야각이 넓고 소비전력이 낮은 것과 같이 여러 가지 장점이 있어, 차세대 표시장치로 개발하기 위해 활발한 연구가 진행 중이다.

[0005] 도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

[0006] 도 1에 도시한 바와 같이, 종래 유기발광다이오드 표시장치(10)는, 기판(11) 상에 위치하는 박막트랜지스터(20)와 상기 박막트랜지스터(20)에 연결되는 유기발광다이오드(D)를 포함한다.

[0007] 다수의 화소영역(P)이 상기 기판(11)에 정의되며, 상기 박막트랜지스터(20)는 각 화소영역(P)에 위치한다. 상기

박막트랜지스터(20)는 구동 박막트랜지스터일 수 있다.

- [0008] 예를 들어, 상기 박막트랜지스터(20)는 반도체층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 박막트랜지스터(20)를 덮는 보호층(22)이 상기 기판(11)의 전면에 형성된다. 상기 보호층(22)은 상기 박막트랜지스터(20)의 일부, 예를 들어 드레인 전극을 노출하는 콘택홀(24)을 포함한다.
- [0010] 상기 보호층(22) 상에는 상기 콘택홀(24)을 통해 상기 박막트랜지스터(20)에 연결되는 제 1 전극(30)이 형성된다. 상기 제 1 전극(30)은 각 화소영역(P) 별로 분리되어 형성된다.
- [0011] 또한, 상기 보호층(22) 상에는 상기 제 1 전극(30)의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극(30)의 중앙을 노출하는 बैं크(32)가 형성된다. 즉, 상기 बैं크(32)는 상기 화소영역(P)의 경계에 형성된다.
- [0012] 상기 제 1 전극(30) 상에는 유기 발광층(34)이 형성되고, 상기 유기 발광층(34) 상에는 상기 기판(11)의 전면을 덮는 제 2 전극(36)이 형성된다. 즉, 상기 제 2 전극(36)은 상기 다수의 화소영역(P)이 정의된 표시영역 전면에서 일체로 형성된다.
- [0013] 예를 들어, 상기 제 1 전극(30)은 일함수 값이 비교적 큰 투명 도전성 물질(예를 들어, 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(indium-zinc-oxide, IZO)로 이루어져 양극(anode) 역할을 하고, 상기 제 2 전극(36)은 일함수 값이 비교적 작은 금속 물질(예를 들어, 알루미늄 또는 마그네슘)로 이루어져 음극(cathode) 역할을 할 수 있다.
- [0014] 상기 제 1 및 제 2 전극(30, 36)과 이들 사이에 위치하는 상기 유기 발광층(34)은 유기발광다이오드(D)를 이룬다.
- [0015] 유기발광다이오드 표시장치(10)에서는, 상기 제 1 전극(30)으로부터의 정공(hole)과 상기 제 2 전극(36)으로부터의 전자(electron)가 상기 유기 발광층(34)에서 결합되어 여기자(exciton)을 형성하고, 여기자가 불안정한 에너지 상태로 여기 되었다가 안정한 에너지 상태로 돌아오며 빛을 방출하게 된다.
- [0016] 한편, 유기발광다이오드 표시장치(10)는 영상 표시 방향에 따라 상부 발광(top emission) 방식과 하부 발광(bottom emission) 방식으로 나뉜다.
- [0017] 상부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(10)에서는, 상기 유기 발광층(34)으로부터의 빛이 상기 제 2 전극(36)을 통과하며 상기 제 2 전극(36) 측에서 영상이 표시된다. 한편, 하부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(10)에서는, 상기 유기 발광층(34)으로부터의 빛이 상기 제 1 전극(30)을 통과하며 상기 제 1 전극(30) 측에서 영상이 표시된다.
- [0018] 예를 들어, 하부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(10)에서는 상기 박막트랜지스터(20)와 같은 구성 요소에 의해 개구율이 감소하기 때문에, 상부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(10)가 개구율에서 장점을 갖는다.
- [0019] 상부 발광 방식 유기발광다이오드 표시장치(10)에서는, 상기 유기 발광층(34)으로부터의 빛이 상기 제 2 전극(36)을 통과하여야 하기 때문에, 상기 제 2 전극(36)은 비교적 얇게 형성되어야 한다.
- [0020] 그런데, 전술한 바와 같이, 제 2 전극(36)은 표시영역 전면에서 일체로 형성되기 때문에, 제 2 전극(36)에서 전압 강하(voltage drop) 문제가 발생하고 유기발광다이오드 표시장치(10)의 표시품질이 저하된다.

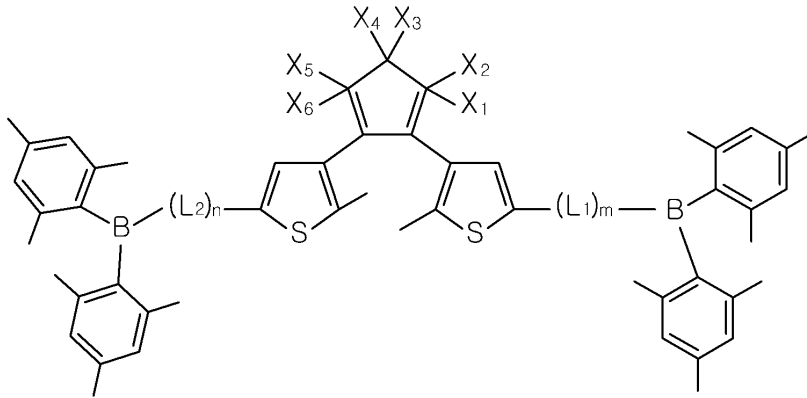
## 발명의 내용

## 해결하려는 과제

- [0022] 본 발명은, 유기발광다이오드 표시장치에서 제 2 전극의 전압 강하 문제를 해결하고자 한다.

## 과제의 해결 수단

[0024] 위와 같은 과제 해결을 위해, 본 발명은, 하기 화학식을 표시되는 상전이 광 이성질체 화합물을 제공한다.



[0025]

[0026] 또한, 본 발명은, 제 2 전극의 전면에 상전이 광 이성질체층이 위치하고, 상전이 광 이성질체층 상에서 बैं크 또는 화소영역의 경계에 대응되며 제 2 전극과 전기적으로 연결되는 보조 전극을 포함하는 발광다이오드 표시장치를 제공한다.

[0027]

또한, 본 발명은 제 2 전극의 전면에 상전이 광 이성질체층을 형성하고 선택적인 광 조사 공정을 진행한 후, 도전성 물질을 선택적으로 증착하는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법을 제공한다.

### 발명의 효과

[0029]

본 발명의 상전이 광 이성질체는, 광에 의해 상전이되며 고무상(rubbery phase)에서는 도전성 물질이 증착되지 않고 유리상(glassy phase)에서는 도전성 물질이 증착되는 특성을 갖는다.

[0030]

따라서, 상전이 광 이성질체층의 일부에 광을 조사하고 전면에 도전성 물질의 증착 공정을 진행하면 마스크 공정 없이 선택적인 증착이 가능하다.

[0031]

본 발명의 발광다이오드 표시장치에서는, 제 2 전극 상에 상전이 광 이성질체층을 형성하고 बैं크 또는 화소영역의 경계에 대응하여 도전성 패턴(보조 전극)을 선택적으로 증착함으로써, 개구율 감소 없이 제 2 전극에서의 전압 강하 문제가 방지되며 발광다이오드 표시장치의 표시 품질이 향상된다.

[0032]

또한, 마스크 공정 없이 보조 전극을 형성할 수 있기 때문에, 발광다이오드 표시장치의 제조 공정이 단순해지고 제조 원가가 절감된다.

### 도면의 간단한 설명

[0034]

도 1은 종래 유기발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 개략적인 회로도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 한 화소영역을 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 발명의 상전이 광 이성질체 화합물의 NMR 스펙트럼이다.

도 6은 본 발명의 상전이 광 이성질체의 상전이를 설명하기 위한 개략적인 도면이다.

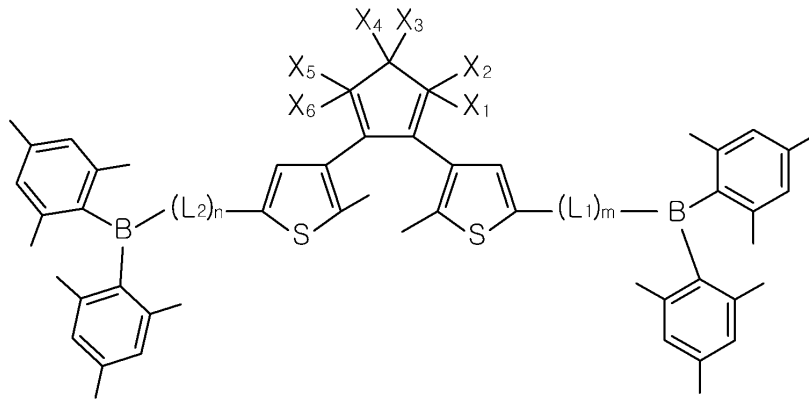
도 7은 본 발명의 상전이 광 이성질체의 흡광 특성을 보여주는 그래프이다.

도 8a 내지 도 8f는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 제조 공정을 보여주는 개략적인 단면도이다.

도 9는 상전이 광 이성질체층에 대한 광 조사 공정을 보여주는 개략적인 단면도이다.

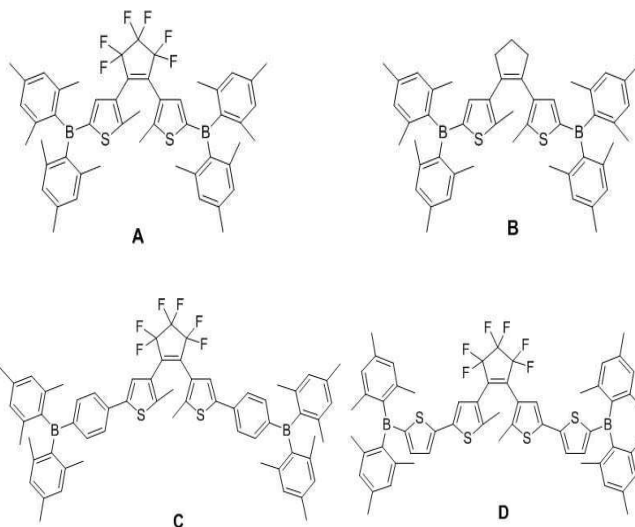
### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 발명은, 하기 화학식으로 표시되고,  $L_1$ ,  $L_2$  각각은 아릴(aryl) 또는 헤테로아릴(heteroaryl)이며,  $m$  및  $n$  각각은 0 또는 1이고,  $X_1$  내지  $X_6$  각각은 독립적으로 수소 또는 할로겐 원소로부터 선택되는 상전이 광 이성질체 화합물을 제공한다.



[0036]

[0037] 상기 상전이 광 이성질체 화합물은 하기 화합물 중 어느 하나이다.



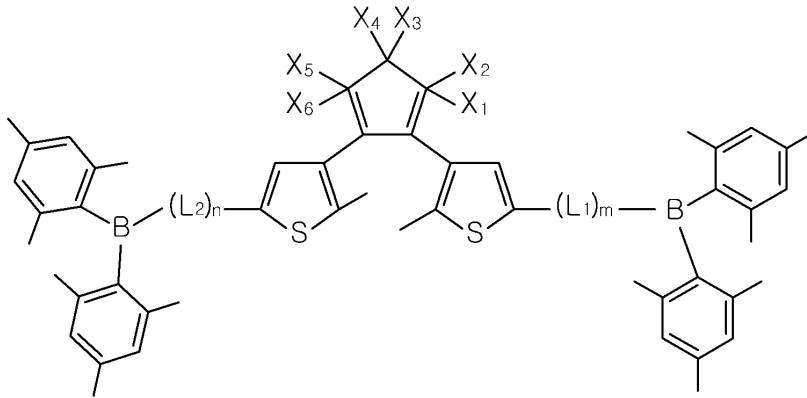
[0038]

[0039]

[0040] 다른 관점에서, 본 발명은, 다수의 화소영역이 정의된 기관과, 상기 기관 상부에, 상기 다수의 화소영역 각각에 위치하는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 사이에 위치하는 बैं크와, 상기 제 1 전극 상에 위치하는 발광층과, 상기 다수의 화소영역 모두를 덮고 상기 발광층 상에 위치하는 제 2 전극과, 상기 제 2 전극 상에 위치하며 유리상 부분과 고무상 부분을 포함하는 상전이 광 이성질체층과, 상기 유리상 부분 상에 위치하는 보조 전극을 포함하고, 상기 보조 전극은 상기 बैं크에 대응하는 발광다이오드 표시장치를 제공한다.

[0041] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 다수의 화소영역이 정의된 기관과, 상기 기관 상부에, 상기 다수의 화소영역 각각에 위치하는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극 상에 위치하는 발광층과, 상기 다수의 화소영역 모두를 덮고 상기 발광층 상에 위치하는 제 2 전극과, 상기 제 2 전극 상에 위치하며 유리상 부분과 고무상 부분을 포함하는 상전이 광 이성질체층과, 상기 유리상 부분 상에 위치하는 보조 전극을 포함하고, 상기 유리상 부분은 상기 화소영역의 경계에 대응하는 발광다이오드 표시장치를 제공한다.

[0042] 본 발명의 발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 상전이 광 이성질체층은, 하기 화학식으로 표시되고,  $L_1$ ,  $L_2$  각각은 아릴(aryl) 또는 헤테로아릴(heteroaryl)이며,  $m$  및  $n$  각각은 0 또는 1이고,  $X_1$  내지  $X_6$  각각은 독립적으로 수소 또는 할로겐 원소로부터 선택되는 상전이 광 이성질체 화합물을 포함한다.



[0043]

[0044] 본 발명의 발광다이오드 표시장치에 있어서, 상기 상전이 광 이성질체층은 상기 제 2 전극 및 상기 보조 전극보다 작은 두께를 갖는다.

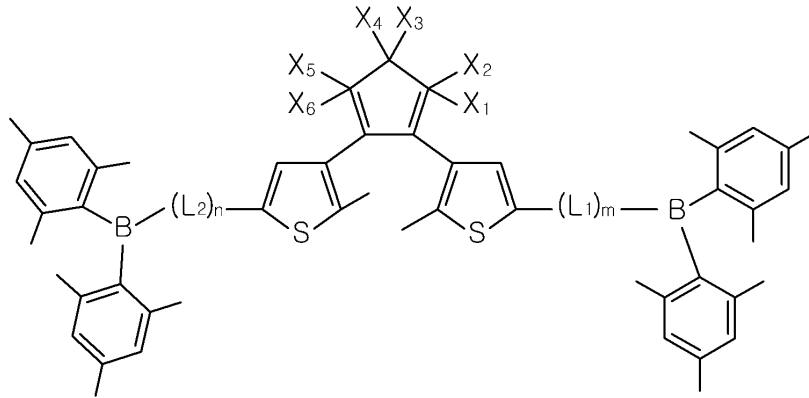
[0045] 본 발명의 발광다이오드 표시장치는, 상기 보조 전극을 덮는 인캡슐레이션 필름을 더 포함하고, 상기 인캡슐레이션 필름의 제 1 부분은 상기 보조 전극과 접촉하고 상기 인캡슐레이션 필름의 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층과 접촉한다.

[0046] 본 발명의 발광다이오드 표시장치는, 상기 보조 전극 상부에 위치하는 인캡슐레이션 기관과, 상기 보조 전극과 상기 인캡슐레이션 기관 사이에 위치하는 접착층을 더 포함하고, 상기 접착층의 제 1 부분은 상기 보조 전극과 접촉하고 상기 접착층의 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층과 접촉한다.

[0047] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 상기 기관 상부에 제 1 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮는 बैं크를 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극 상에 발광층을 형성하는 단계와, 상기 बैं크 및 상기 발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 2 전극 상에 상전이 광 이성질체층을 형성하는 단계와, 상기 बैं크에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층에 자외선을 조사하는 단계와, 상기 상전이 광 이성질체층 전면에 대하여 도전성 물질의 증착 공정을 진행하여 상기 बैं크에 대응하는 보조 전극을 형성하는 단계를 포함하는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법을 제공한다.

[0048] 또 다른 관점에서, 본 발명은, 상기 기관 상부에 제 1 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극의 중앙을 노출하는 बैं크를 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극의 중앙 상에 발광층을 형성하는 단계와, 상기 बैं크 및 상기 발광층 상에 제 2 전극을 형성하는 단계와, 상기 제 2 전극 상에 상전이 광 이성질체층을 형성하는 단계와, 상기 제 1 전극의 중앙에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층에 가시광선을 조사하는 단계와, 상기 상전이 광 이성질체층 전면에 대하여 도전성 물질의 증착 공정을 진행하여 상기 बैं크에 대응하는 보조 전극을 형성하는 단계를 포함하는 발광다이오드 표시장치의 제조 방법을 제공한다.

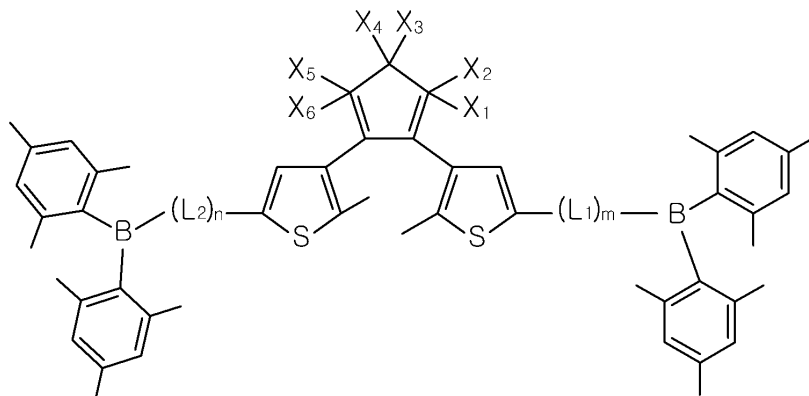
[0049] 본 발명의 발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 상전이 광 이성질체층은, 하기 화학식으로 표시되고,  $L_1$ ,  $L_2$  각각은 아릴(aryl) 또는 헤테로아릴(heteroaryl)이며,  $m$  및  $n$  각각은 0 또는 1이고,  $X_1$  내지  $X_6$  각각은 독립적으로 수소 또는 할로겐 원소로부터 선택되는 상전이 광 이성질체 화합물로 이루어진다.



- [0050]
- [0051] 본 발명의 발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 자외선은 365~400nm의 파장을 갖는다.
- [0052] 본 발명의 발광다이오드 표시장치의 제조 방법에 있어서, 상기 가시광선은 500~700nm의 파장을 갖는다.
- [0054] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 도면을 참조하여 설명한다.
- [0055] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 개략적인 회로도이다.
- [0056] 도 2에 도시한 바와 같이, 발광다이오드 표시장치에는, 서로 교차하여 화소영역(P)을 정의하는 게이트 배선(GL), 데이터 배선(DL) 및 파워 배선(PL)이 형성되고, 상기 화소영역(P)에는, 스위칭 박막트랜지스터(Ts), 구동 박막트랜지스터(Td), 스토리지 커패시터(Cst), 발광다이오드(D)가 형성된다.
- [0057] 상기 스위칭 박막트랜지스터(Ts)는 상기 게이트 배선(GL) 및 상기 데이터 배선(DL)에 연결되고, 상기 구동 박막트랜지스터(Td) 및 상기 스토리지 커패시터(Cst)는 상기 스위칭 박막트랜지스터(Ts)와 상기 파워 배선(PL) 사이에 연결된다. 상기 발광다이오드(D)는 상기 구동 박막트랜지스터(Td)에 연결된다.
- [0058] 이러한 발광다이오드 표시장치에서는, 상기 게이트 배선(GL)에 인가된 게이트 신호에 따라 상기 스위칭 박막트랜지스터(Ts)가 턴-온(turn-on) 되면, 상기 데이터 배선(DL)에 인가된 데이터 신호가 상기 스위칭 박막트랜지스터(Ts)를 통해 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 게이트 전극과 상기 스토리지 커패시터(Cst)의 일 전극에 인가된다.
- [0059] 상기 구동 박막트랜지스터(Td)는 게이트 전극에 인가된 데이터 신호에 따라 턴-온 되며, 그 결과 데이터 신호에 비례하는 전류가 상기 파워 배선(PL)으로부터 상기 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 상기 발광다이오드(D)로 흐르게 되고, 상기 발광다이오드(D)는 구동 박막트랜지스터(Td)를 통하여 흐르는 전류에 비례하는 휘도로 발광한다.
- [0060] 이때, 상기 스토리지 커패시터(Cst)에는 데이터신호에 비례하는 전압으로 충전되어, 일 프레임(frame) 동안 상기 구동 박막트랜지스터(Td)의 상기 게이트 전극의 전압이 일정하게 유지되도록 한다.
- [0061] 따라서, 발광다이오드 표시장치는 원하는 영상을 표시할 수 있다.
- [0063] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 개략적인 단면도이다.
- [0064] 도 3에 도시된 바와 같이, 발광다이오드 표시장치(100)는, 기판(101) 상에 위치하는 박막트랜지스터(Tr)와 상기 박막트랜지스터(Tr)에 연결되는 발광다이오드(D)와, 발광다이오드(D)를 덮는 상전이 광 이성질체층(140)과, 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 일부에 대응하는 보조 전극(150)을 포함한다.
- [0065] 상기 기판(101)은 유리 기판 또는 플라스틱 기판일 수 있다. 예를 들어, 상기 기판(101)은 폴리이미드(polyimide) 기판일 수 있다.
- [0066] 다수의 화소영역(P)이 상기 기판(101)에 정의되며, 상기 박막트랜지스터(Tr)는 각 화소영역(P)에 위치한다. 상기 박막트랜지스터(Tr)는 구동 박막트랜지스터일 수 있다.
- [0067] 예를 들어, 상기 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층, 게이트 전극, 소스 전극 및 드레인 전극을 포함할 수 있다.
- [0068] 상기 박막트랜지스터(Tr)를 덮는 보호층(174)이 상기 기판(101)의 전면에 형성된다. 상기 보호층(174)은 상기

박막트랜지스터(Tr)의 일부, 예를 들어 드레인 전극을 노출하는 드레인 콘택홀(176)을 포함한다.

- [0069] 상기 보호층(174) 상에는 상기 드레인 콘택홀(176)을 통해 상기 박막트랜지스터(Tr)에 연결되는 제 1 전극(110)이 형성된다. 상기 제 1 전극(110)은 각 화소영역(P) 별로 분리되어 형성된다.
- [0070] 또한, 상기 보호층(174) 상에는 상기 제 1 전극(110)의 가장자리를 덮고 상기 제 1 전극(110)의 중앙을 노출하는 बैं크(115)가 형성된다. 즉, 상기 बैं크(115)는 상기 화소영역(P)의 경계에 형성된다.
- [0071] 이와 달리, 상기 बैं크(115)는 상기 제 1 전극(110)의 가장자리를 덮지 않고 이웃한 제 1 전극(110) 사이에 위치할 수도 있다.
- [0072] 상기 제 1 전극(110) 상에는 발광층(120)이 형성된다. 상기 발광층(120)은 유기 발광 물질을 포함하는 유기 발광층이거나 양자점(quantum dot)과 같은 무기 발광 물질을 포함하는 무기 발광층일 수 있다.
- [0073] 도 3에서, 상기 발광층(120)은 각 화소영역(P) 별로 분리되어 도시되고 있으나, 상기 발광층(120)은 상기 बैं크(115) 상에도 형성될 수 있다.
- [0074] 상기 발광층(120) 상에는 상기 기판(101)의 전면을 덮는 제 2 전극(130)이 형성된다. 즉, 상기 제 2 전극(130)은 상기 발광층(120)과 상기 बैं크(115)를 덮으며 상기 다수의 화소영역(P)이 정의된 표시영역 전면에서 일체로 형성된다.
- [0075] 예를 들어, 상기 제 1 전극(110)은 양극(anode) 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 전극(110)은 인듐-틴-옥사이드(indium-tin-oxide, ITO)-은(Ag) 합금으로 이루어지거나 반사층과 ITO층의 적층 구조를 가질 수 있다.
- [0076] 한편, 상기 제 2 전극(130)은 음극(cathode) 역할을 할 수 있다. 예를 들어, 상기 제 2 전극(130)은 인듐-징크-옥사이드(IZO), 은-마그네슘(Mg) 합금, 마그네슘과 같은 도전성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0077] 상기 제 1 및 제 2 전극(110, 130)과 이들 사이에 위치하는 상기 발광층(120)은 발광다이오드(D)를 이룬다.
- [0078] 상기 제 1 전극(110)으로부터의 정공(hole)과 상기 제 2 전극(130)으로부터의 전자(electron)가 상기 발광층(120)에서 결합되어 여기자(exciton)을 형성하고, 여기자가 불안정한 에너지 상태로 여기 되었다가 안정한 에너지 상태로 돌아오며 상기 발광층(120)으로부터 빛이 방출된다. 이때, 상기 발광층(120)으로부터의 빛은 상기 제 2 전극(130)을 통과하여 영상을 표시하게 된다. 즉, 본 발명의 발광다이오드 표시장치(100)는 상부 발광(top emission) 방식이다.
- [0079] 상기 발광다이오드(D)를 덮으며 상기 기판(101)의 전면에 상기 상전이 광 이성질체층(140)이 형성된다. 즉, 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 상기 제 2 전극(130)의 전면을 덮는다.
- [0080] 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 상기 बैं크(115)에 대응하는 유리상(glassy phase) 부분(142)과 인접한 बैं크(115) 사이에 대응하는 고무상(rubbery phase) 부분(144)을 포함한다. 즉, 상기 고무상 부분(144)은 상기 발광층(120)에 대응한다.
- [0081] 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 하기 화학식1로 표시되는 상전이 광 이성질체 화합물을 포함한다.
- [0082] [화학식1]

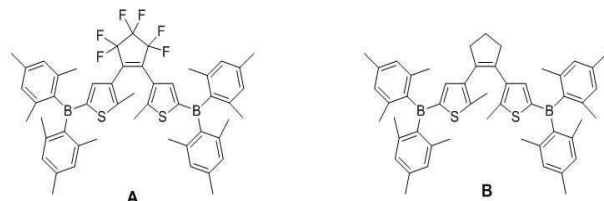


[0083]

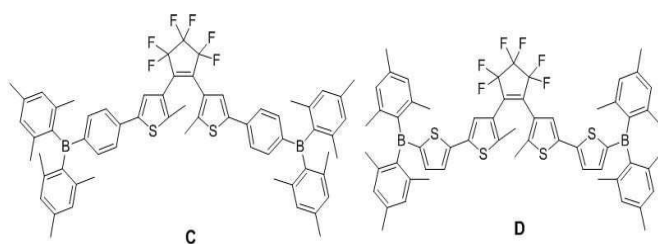
[0084] 상기 화학식1에서,  $L_1$ ,  $L_2$  각각은 아릴(aryl) 또는 헤테로아릴(heteroaryl)일 수 있고, m 및 n 각각은 0 또는 1 일 수 있다. 또한,  $X_1$  내지  $X_6$  각각은 독립적으로 수소 또는 할로겐 원소일 수 있다. 예를 들어,  $L_1$ ,  $L_2$ 는 페닐 일 수 있으며,  $X_1$  내지  $X_6$  모두는 수소이거나 불소(F)일 수 있다.

[0085] 상기 화학식1의 상전이 광 이성질체 화합물은 하기 화학식2의 물질 중 하나일 수 있다.

[0086] [화학식2]



[0087]

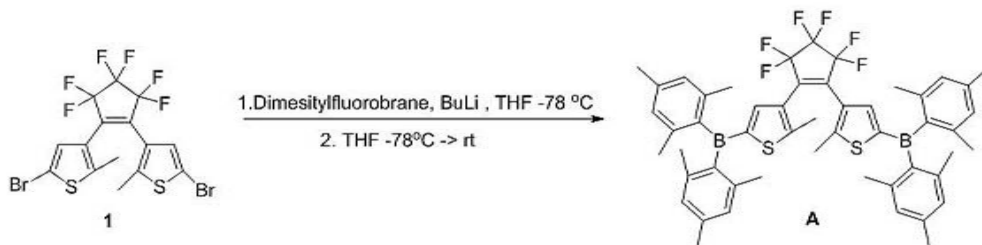


[0088]

[0089] 합성예

[0090] 1. 화합물A 합성

[0091] [반응식1]



[0092]

[0093] 화합물1(1당량)과 자력교반막대를 무수 THF(tetrahydrofuran)가 들어있는 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 온도를 -78로 낮췄다. n-BuLi (1.6M in hexane, 2.2 당량)을 넣어준 후 1시간동안 -78에서 교반하였다. 실온에서 30분 교반한 후 다시 -78에서 dimesitylfluoroborane(2.2 당량)을 넣어주었다. 이후, 실온에서 약 8시간 교반하였다. 다음, 과량의 물을 넣어 반응을 종료시킨 후,  $CH_2Cl_2$ 을 이용하여 추출하였다. (3회 반복)

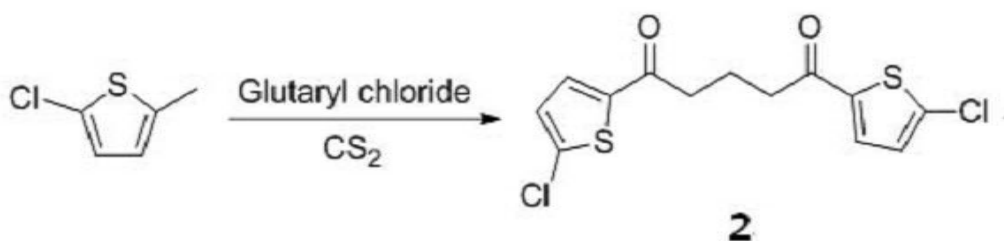
[0094] 유기층을 모아 감압회전증류기(rotary evaporator)를 이용하여 용매를 제거하였다. 혼합물을 hexane에 여러 번 (적어도 3번) 씻어주어 고체 상태의 화합물A를 얻었다.

[0095] [화합물 A:  $^1H$  NMR (400 MHz,  $CDCl_3$ )  $\delta$  1.92 (s, 6H), 2.07 (s, 24H), 2.30 (s, 12H), 6.82 (s, 8H), 7.41 (s, 2H)]

[0096] 화합물A의 NMR 스펙트럼을 도 5a에 도시하였다.

[0098] 2. 화합물B의 합성

[0099] [반응식2-1]

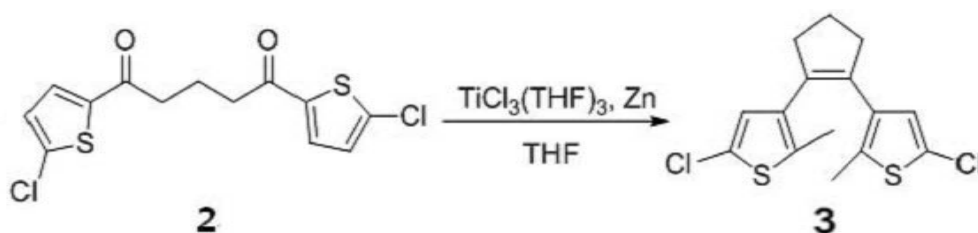


[0100]

[0101] Glutaryl dichloride(1당량)과 2-methyl-5-chlorothiophene(2당량)을 자력교반막대와 함께 둥근 바닥 플라스크에 넣어주었다. CS<sub>2</sub>를 넣어 녹인 후 0℃에서 무수 AlCl<sub>3</sub>(2.1당량)을 천천히 넣어주었다. 이후, 실온에서 2시간 반응을 진행하였다.

[0102] 반응 종료 후 차가운 물(얼음물)을 천천히 넣어준 후 ether로 추출하였다. (3회 반복) 유기층을 모아 감압회전 증류기를 이용하여 용매를 제거하였다. 실리카겔을 충전제로 사용하고 hexane:ethyl acetate(=9:1) 조건에서 flash column chromatography를 실시하여 화합물2를 얻었다. (R<sub>f</sub>(chromatography에서 이동상의 이동거리와 표준용액의 이동거리의 비) = 0.37~0.38)

[0103] [반응식2-2]

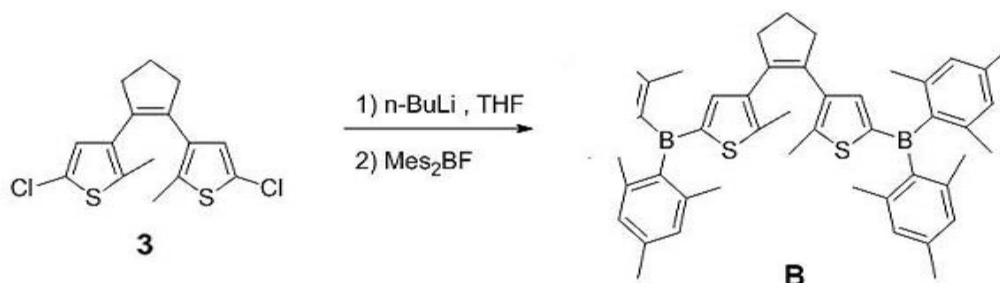


[0104]

[0105] 화합물2(1당량), TiCl<sub>3</sub>(THF)<sub>3</sub>(2당량), Zn dust(2.1 당량)을 무수 THF에 녹인 후 40에서 1시간 동안 교반하였다. 반응혼합물을 실온으로 낮춰서 실리카겔을 넣은 유리필터를 이용하여 걸러주었다. 이 때 용매는 hexane을 사용하였다.

[0106] 걸러진 용액을 감압회전증류기를 이용한 용매를 제거함으로써 농축시켰다. 실리카겔을 충전제로 하여 hexane을 흘려주면서 flash column chromatography 방법으로 정제함으로써 화합물3을 얻었다. (R<sub>f</sub> =0.65)

[0107] [반응식2-3]



[0108]

[0109] 화합물3(1당량)과 자력교반막대를 무수 THF가 들어있는 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 온도를 -78로 낮췄다. 실온에서 30분 교반한 후 다시 -78에서 dimesitylfluoroborane(Mes<sub>2</sub>BF, 2.2 당량)을 넣어주었다. 이후, 실온에서 약 8시간 교반하였다.

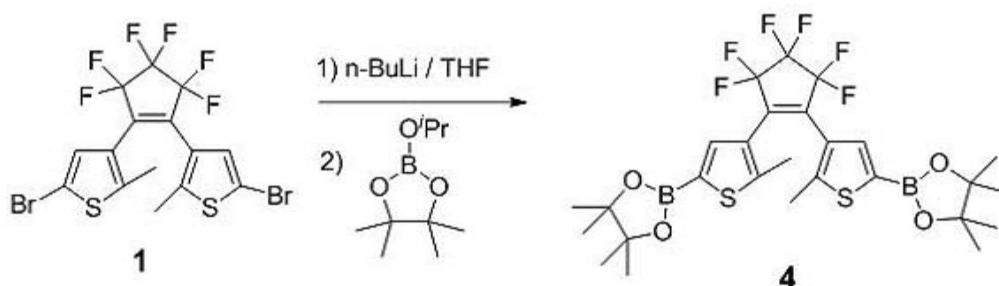
[0110] 과량의 물을 넣어 반응을 종료시킨 후,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 을 이용하여 추출하였다. (3회 반복) 실리카겔을 충전제로 하여 hexane을 흘려주면서 flash column chromatography 진행함으로써, 화합물B를 얻었다. ( $R_f = 0.2$ )

[0111] [화합물 B:  $^1\text{H}$  NMR (400 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.90 (s, 6H), 1.91 (m, 2H), 2.01 (s, 24H), 2.28 (s, 12H), 2.72 (t,  $J = 7.2$  Hz, 4H), 6.80 (s, 8H), 7.17 (s, 2H)]

[0112] 화합물B의 NMR 스펙트럼을 도 5b에 도시하였다.

[0114] 2. 화합물C의 합성

[반응식3-1]

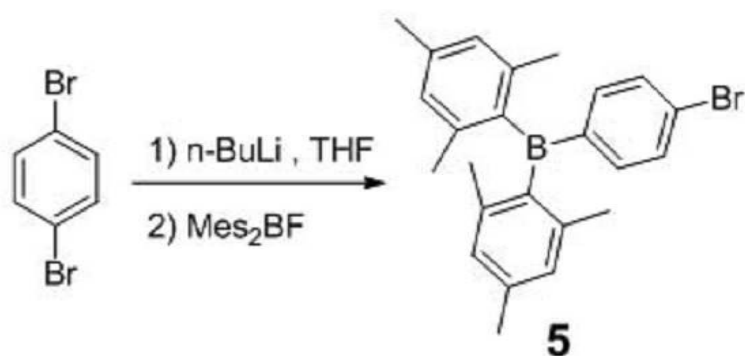


[0116]

[0117] 화합물1(1당량)과 자력교반막대를 무수 THF가 들어있는 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 온도를  $-78^\circ\text{C}$ 로 낮췄다.  $n\text{-BuLi}$  (1.6M in hexane, 2.2 당량)을 넣어준 후 1시간동안  $-78^\circ\text{C}$ 에서 교반하였다. 실온에서 30분 교반한 후 다시  $-78^\circ\text{C}$ 에서 isopropoxyboronic acid pinacol ester(2.2 당량)을 넣어주었다. 이후, 실온에서 약 8시간 교반하였다.

[0118] 물과  $\text{NH}_4\text{Cl}$  포화용액을 넣어 반응을 종료시킨 후,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 을 이용하여 추출하였다. (3회 반복) 유기층을 모아 감압회전증류를 이용하여 용매를 제거함으로써, 화합물4를 얻었다.

[0119] [반응식3-2]

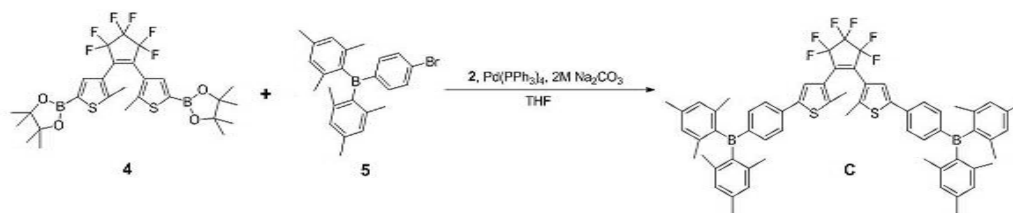


[0120]

[0121] 1,4-dibromobenzene(1당량)과 자력교반막대를 무수 THF가 들어있는 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 온도를  $-78^\circ\text{C}$ 로 낮췄다.  $n\text{-BuLi}$  (1.6M in hexane, 0.9 당량)을 넣어준 후 1시간 30분 동안  $-78^\circ\text{C}$ 에서 교반하였다.  $-78^\circ\text{C}$ 에서 dimesitylfluoroborane( $\text{Mes}_2\text{BF}$ , 0.9 당량)을 넣고, 실온에서 약 8시간 교반하였다.

[0122] 물과  $\text{NH}_4\text{Cl}$  포화용액을 넣어 반응을 종료시킨 후,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 을 이용하여 추출하였다. (4회 반복) 유기층을 모아 감압회전증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 생성물을 소량의 pentane에 녹인 후  $-20^\circ\text{C}$ 에서 재결정하였다. 이후, 결정을 여과함으로써, 화합물5를 얻는다.

[0123] [반응식3-3]



[0124]

[0125] 화합물4(1당량)과 화합물5(2당량)를 3구 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 THF에 녹였다. 자력교반막대를 넣어 섞어준 후 질소기체를 플라스크 안에 불어넣어 주었다. Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub>(0.1당량)을 넣어준 후 2M Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 수용액(4당량)을 넣어주었다. 이후, 80℃에서 15~17시간 동안 혼합물을 환류시켰다.

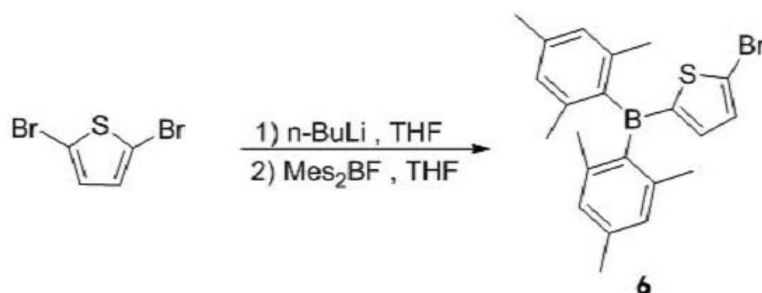
[0126] 반응혼합물의 온도를 실온으로 낮춘 후 물을 첨가해주고 ether로 추출하였다. (3회 반복) 유기층을 모아 감압회전증류기를 이용하여 용매를 제거하였다. 이후, 실리카겔을 충전제로 하여 hexane을 흘려주면서 flash column chromatography 진행하여 화합물C를 얻었다. (R<sub>f</sub> =0.4)

[0127] [화합물 C: <sup>1</sup>H NMR (400 MHz, CDCl<sub>3</sub>) δ 1.98 (s, 6H), 2.03 (s, 24H), 2.31 (s, 12H), 6.83 (s, 8H), 6.94 (s, 2H), 7.12 (d, J = 6.4 Hz, 2H), 7.53 (d, J = 6.4 Hz, 2H)]

[0128] 화합물C의 NMR 스펙트럼을 도 5c에 도시하였다.

[0130] 4. 화합물D의 합성

[0131] [반응식4-1]

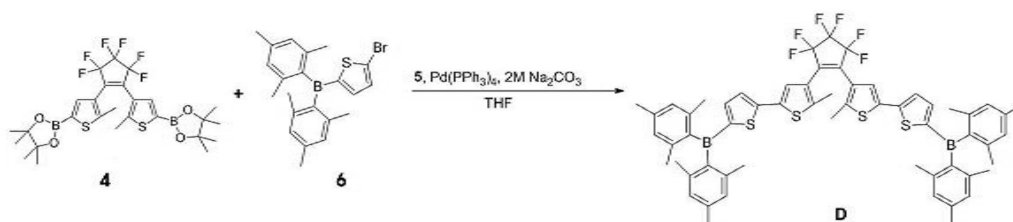


[0132]

[0133] 2,5-dibromothiophene(1당량)과 자력교반막대를 무수 THF가 들어있는 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 온도를 -78로 낮췄다. n-BuLi (1.6M in hexane, 0.9 당량)을 넣어준 후 1시간 30분 동안 -78에서 교반하였다. -78에서 dimesitylfluoroborane(Mes<sub>2</sub>BF, 0.9 당량)을 넣어주고, 실온에서 약 8시간 교반하였다.

[0134] 물과 NH<sub>4</sub>Cl 포화용액을 넣어 반응을 종료시킨 후, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>을 이용하여 추출하였다. (3회 반복) 유기층을 모아 감압회전증류기를 이용하여 용매를 제거하였다. 이후, 실리카겔을 충전제로 하여 hexane을 흘려주면서 flash column chromatography 진행함으로써, 화합물6을 얻었다. (R<sub>f</sub> =0.5)

[0135] [반응식4-2]



[0136]

[0137] 화합물4(1당량)와 화합물6(2당량)을 3구 둥근 바닥 플라스크에 넣은 후 THF에 녹였다. 자력교반막대를 넣어 섞어준 후 질소기체를 플라스크 안에 불어넣어 주었다.  $\text{Pd(PPh}_3)_4$ (0.1당량)을 넣어준 후 2M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  수용액(4당량)을 넣어주었다. 이후, 80℃에서 15~17시간 동안 혼합물을 환류시켰다.

[0138] 반응혼합물의 온도를 실온으로 낮춘 후 물을 첨가해주고 ether로 추출하였다. (3회 반복) 유기층을 모아 감압회전증류기를 이용하여 용매를 제거하였다. 이후, 실리카겔을 충전제로 사용하고 hexane @ hexane : ethyl acetate(=9:1) 조건으로 변화시키면서 flash column chromatography 진행함으로써 화합물D를 얻었다. ( $R_f$  = 0.2)

[0139] [화합물 D:  $^1\text{H NMR}$  (250 MHz,  $\text{CDCl}_3$ )  $\delta$  1.93 (m, 6H), 2.14 (s, 24H), 2.31 (s, 12H), 6.04 (s, 2H), 6.84 (s, 8H), 7.18 (m, 2H), 7.34 (m, 2H)]

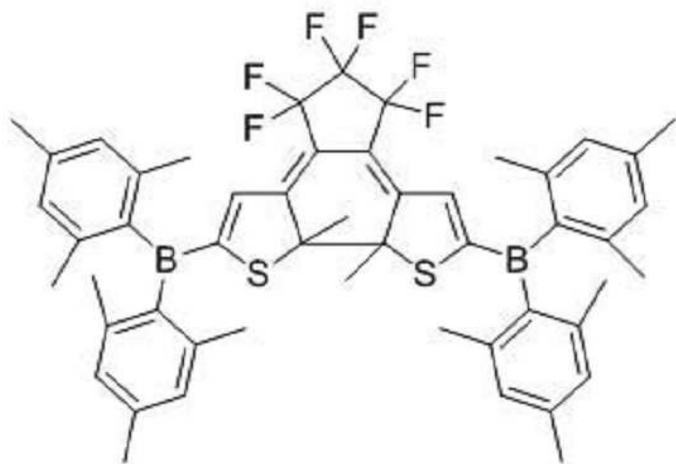
[0140] 화합물D의 NMR 스펙트럼을 도 5d에 도시하였다.

[0142] 본 발명의 상전이 광 이성질체 화합물은 광 조사에 따라 상(phase)이 전이된다.

[0143] 즉, 본 발명의 상전이 광 이성질체의 상전이를 설명하기 위한 개략적인 도면인 도 6을 참조하면, 가시광선(visible light, VIS)이 조사되면 상기 광 이성질체 화합물은 고무상이 되고, 자외선(ultraviolet ray, UV)이 조사되면 상기 광 이성질체 화합물은 유리상이 된다. 다시 말해, 가시광선이 조사되면 그 유리전이온도(glass temperature,  $T_g$ )가 감소하고 상기 광 이성질체 화합물은 고무상이 되며, 자외선이 조사되면 그 유리전이온도( $T_g$ )가 증가하고 상기 광 이성질체 화합물은 유리상이 된다.

[0144] 예를 들어, 상기 화합물A는 고무상을 갖고, 자외선이 조사되면 하기 화학식3과 같이 링이 닫혀 유리상이 되며 색상(color)을 띤다.

[0145] [화학식3]



[0146]

[0147] 한편, 화학식3의 상전이 광 이성질체 화합물에 가시광선이 조사되면 화합물A와 같이 링이 열려 고무상이 되며 투명하게 된다. 따라서, 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 고무상 부분(144)에 의해 발광다이오드 표시장치(100)의 투과도가 저하되지 않는다.

[0148] 도 7은 본 발명의 상전이 광 이성질체의 흡광 특성을 보여주는 그래프이다.

[0149] 도 7에서 보여지는 바와 같이, 유리상의 상전이 광 이성질체 화합물은 약 500~700nm 파장의 가시광선을 흡수하여 고무상으로 상전이 되고, 고무상 상전이 광 이성질체 화합물은 약 365~400nm의 자외선을 흡수하여 유리상으로 상전이 된다.

[0150] 예를 들어, 화합물A를 증착 또는 코팅하여 상기 상전이 광 이성질체층(140)을 형성하고, 상기 बैं크(115)에 대응하여 자외선을 조사함으로써 상기 유리상 부분(142)을 형성할 수 있다.

[0151] 이와 달리, 화학식3의 화합물을 증착 또는 코팅하여 상기 상전이 광 이성질체층(140)을 형성하고, 상기 발광층

(120)에 대응하여 가시광선을 조사함으로써 상기 고무상 부분(142)을 형성할 수도 있다.

- [0152] 상기 보조 전극(150)은 상기 상전이 광 이성질체층(140) 상에 위치하며 상기 बैं크(115)에 대응된다. 다시 말해, 상기 보조 전극(150)은 상기 화소영역(P)의 경계에 대응되고 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 유리상 부분(142)과 접촉한다.
- [0153] 상기 보조 전극(150)은 도전성 물질로 이루어진다. 예를 들어, 상기 보조 전극(150)은 알루미늄, 마그네슘, 은, 금, IT0, IZ0 중 어느 하나로 이루어질 수 있다.
- [0154] 진술한 바와 같이, 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 유리상 부분(142)과 고무상 부분(144)을 포함하는데, 상기 유리상 부분(142)에는 도전성 물질(예를 들어, 금속)이 증착되는 반면 상기 고무상 부분(144)에는 금속이 증착되지 않는다.
- [0155] 고무상에서는, 분자운동성이 높아 표면에서 금속 원자를 재반사(rebound)하거나 금속원자의 확산이 방해되어 결정핵 형성이 저지된다. 따라서, 고무상 부분(144)에는 금속이 증착되지 않는다. 반면, 유리상에서는, 분자운동성이 제약적이므로 금속증착이 방해되지 않는다.
- [0156] 따라서, 유리상 부분(142)과 고무상 부분(144)을 포함하는 상기 상전이 광 이성질체층(140) 전면에 대하여 금속 증착 공정이 진행되더라도, 금속은 상기 유리상 부분(142)에만 증착되며 마스크 공정 없이 상기 유리상 부분(142) 또는 बैं크(115)에 대응하는 보조 전극(150)이 형성된다.
- [0157] 상기 보조 전극(150)은 상기 제 2 전극(130)에 전기적으로 연결(또는 접촉)되어 상기 제 2 전극(130)의 저항이 감소한다. 따라서, 제 2 전극(130)에는 전압 강하 문제가 발생하지 않고 발광다이오드 표시장치(100)의 표시 품질이 향상된다.
- [0158] 이때, 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 제 1 두께(t1)를 갖고, 상기 제 1 두께(t1)는 상기 제 2 전극(130)의 제 2 두께(t2) 및 상기 보조 전극(150)의 제 3 두께(t3)보다 작다. 또한, 상기 제 2 두께(t2)는 상기 제 3 두께(t3)보다 작을 수 있다.
- [0159] 상기 상전이 광 이성질체층(140)이 너무 두꺼우면 상기 보조 전극(150)과 상기 제 2 전극(130)의 전기적 연결이 방해되어 상기 제 2 전극(130)의 저항 감소 효과를 얻을 수 없고, 상기 상전이 광 이성질체층(140)이 너무 얇으면 금속의 선택적 증착 효과가 감소하여 원하는 패턴을 얻기 어려울 수 있다.
- [0160] 하부 도전층(ITO), 상전이 광 이성질체층(140), 상부 도전층(Mg, 150nm)이 적층된 구조에서 상전이 광 이성질체층(140)의 두께에 따른 접촉 저항(contact resistance)을 측정하여 표1에 기재하였다.
- [0161] [표1]

t1 [nm]	Contact resistance [ $\Omega$ ]
39.6	350
10.9	26
0	23

- [0162]
- [0163] 표1에서 보여지는 바와 같이, 상전이 광 이성질체층(140)의 일정 두께 범위 내에서는 상전이 광 이성질체층(140)이 없는 경우(t1=0)와 비교하여 하부 도전층과 상부 도전층 사이의 접촉 저항은 큰 증가를 보이지 않으나, 그 두께가 일정 범위를 넘어서면 접촉 저항이 크게 증가한다.
- [0164] 예를 들어, 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 제 1 두께(t1)는 약 1~20nm, 바람직하게는 약 5~15nm일 수 있다. 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 제 1 두께(t1) 범위 내에서, 보조 전극(150)과 제 2 전극(130)이 전기적으로 연결되어 제 2 전극(130)에서의 전압 강하 문제가 방지된다.
- [0165] 도시하지 않았으나, 상기 보조 전극(150)과 상기 상전이 광 이성질체층(140)을 덮으며, 인캡슐레이션 필름이 형성될 수도 있다. 이때, 상기 인캡슐레이션 필름의 저면 제 1 부분은 상기 보조 전극(150)과 접촉하고 상기 인캡슐레이션 필름의 저면 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 고무상 부분(144)과 접촉한다. 상기 인캡슐레이션 필름에 의해 외부 수분이 상기 발광다이오드(D)로 침투하는 것이 방지되고 상기 발광다이오드(D)가 보호된다.

- [0166] 예를 들어, 상기 인캡슐레이션 필름은 제 1 무기층, 유기층, 제 2 무기층이 적층된 구조일 수 있다.
- [0167] 이와 달리, 인캡슐레이션 기판이 접착층을 이용하여 상기 상기 보조 전극(150)과 상기 상전이 광 이성질체층(140)에 부착될 수도 있다. 이때, 상기 접착층의 저면 제 1 부분은 상기 보조 전극(150)과 접촉하고 상기 접착층의 저면 제 2 부분은 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 고무상 부분(144)과 접촉한다.
- [0168] 본 발명에서는, 가역적 광 이성질화 특성을 갖는 상전이 광 이성질체층(140)을 형성하고 그 일부에 대하여만 광을 조사함으로써 유리상 부분(142)과 고무상 부분(144)을 형성하며, 이에 대하여 금속을 증착시켜 마스크 없이 화소영역(P)의 경계에 보조 전극(150)을 형성할 수 있다. 따라서, 단순한 제조 공정으로 제 2 전극(130)에서의 전압 강하가 없는 발광다이오드 표시장치(100)를 형성할 수 있다.
- [0169] 또한, 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 고무상 부분(144)은 투명하기 때문에, 상기 상전이 광 이성질체층(140)이 표시영역 전면에서 형성되더라도 발광다이오드 표시장치(100)의 투과율이 저하되지 않는다.
- [0171] 도 8a 내지 도 8f는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드 표시장치의 제조 공정을 보여주는 개략적인 단면도이다.
- [0172] 도 8a에 도시된 바와 같이, 기판(101) 상에 박막트랜지스터(Tr)와 이를 덮는 보호층(174)이 형성된다.
- [0173] 우선, 상기 기판(101) 상에 반도체 물질을 증착하고 마스크 공정에 의해 패터닝함으로써 반도체층(152)이 형성된다.
- [0174] 상기 반도체층(152)은 산화물 반도체 물질로 이루어지거나 다결정 실리콘으로 이루어질 수 있다. 상기 반도체층(152)이 산화물 반도체 물질로 이루어질 경우 상기 반도체층(152) 하부에는 차광패턴(도시하지 않음)이 형성될 수 있으며, 차광패턴은 상기 반도체층(152)으로 빛이 입사되는 것을 방지하여 상기 반도체층(152)이 빛에 의해 열화되는 것을 방지한다. 이와 달리, 상기 반도체층(152)은 다결정 실리콘으로 이루어질 수도 있으며, 이 경우 상기 반도체층(152)의 양 가장자리에 불순물이 도핑되어 있을 수 있다.
- [0175] 도시하지 않았으나, 상기 반도체층(152)이 형성되기 전에, 상기 기판(101) 상에는 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어지는 버퍼층이 형성될 수 있다.
- [0176] 상기 반도체층(152) 상부에는 절연물질로 이루어진 게이트 절연막(154)이 상기 기판(101) 전면에서 형성된다. 상기 게이트 절연막(154)은 산화 실리콘 또는 질화 실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0177] 다음, 상기 게이트 절연막(154) 상에 구리, 알루미늄과 같은 저저항 금속 물질을 증착하고 이에 대한 마스크 공정을 진행함으로써, 상기 게이트 절연막(154) 상에 게이트 전극(160)이 형성된다. 상기 게이트 전극(160)은 상기 반도체층(152)의 중앙에 대응하여 형성된다. 상기 게이트 전극(160)은 스위칭 박막트랜지스터에 연결된다.
- [0178] 상기 게이트 절연막(154)이 상기 기판(101) 전면에서 형성되어 있으나, 상기 게이트 절연막(154)은 상기 게이트 전극(160)과 동일한 모양으로 패터닝될 수도 있다.
- [0179] 다음, 상기 게이트 전극(160) 상에 절연물질로 이루어진 층간 절연막(162)이 상기 기판(101) 전면에서 형성된다. 상기 층간 절연막(162)은 산화 실리콘이나 질화 실리콘과 같은 무기 절연물질로 형성되거나, 벤조사이클로부텐(benzocyclobutene)이나 포토 아크릴(photo-acryl)과 같은 유기 절연물질로 형성될 수 있다.
- [0180] 상기 층간 절연막(162)에 대하여 마스크 공정이 진행됨으로써, 상기 반도체층(152)의 양측을 노출하는 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)이 형성된다. 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 게이트 전극(160)의 양측에 상기 게이트 전극(160)과 이격되어 위치한다.
- [0181] 여기서, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 게이트 절연막(154) 내에도 형성된다. 이와 달리, 상기 게이트 절연막(154)이 상기 게이트 전극(160)과 동일한 모양으로 패터닝될 경우, 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)은 상기 층간 절연막(162) 내에만 형성될 수도 있다.
- [0182] 상기 층간 절연막(162) 상에 구리, 알루미늄과 같은 저저항 금속 물질을 증착하고 이에 대한 마스크 공정을 진행함으로써, 상기 층간 절연막(162) 상에 소스 전극(170)과 드레인 전극(172)이 형성된다.
- [0183] 상기 드레인 전극(172)과 상기 소스 전극(170)은 상기 게이트 전극(160)을 중심으로 이격되어 위치하며, 각각 상기 제 1 및 제 2 콘택홀(164, 166)을 통해 상기 반도체층(152)의 양측과 접촉한다. 상기 소스 전극(170)은 상기 파워 배선(도 2의 PL)에 연결된다.

- [0184] 상기 반도체층(152)과, 상기 게이트 전극(160), 상기 소스 전극(170), 상기 드레인 전극(172)은 상기 박막트랜지스터(Tr)를 이루며, 상기 박막트랜지스터(Tr)는 구동 소자 역할을 한다.
- [0185] 상기 박막트랜지스터(Td)는 상기 반도체층(152)의 상부에 상기 게이트 전극(160), 상기 소스 전극(170) 및 상기 드레인 전극(172)이 위치하는 코플라나(coplanar) 구조를 가진다.
- [0186] 이와 달리, 상기 박막트랜지스터(Tr)는 반도체층의 하부에 게이트 전극이 위치하고 반도체층의 상부에 소스 전극과 드레인 전극이 위치하는 역 스테거드(inverted staggered) 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 반도체층은 비정질 실리콘으로 이루어질 수 있다.
- [0187] 한편, 상기 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 상기 박막트랜지스터(Tr)와 실질적으로 동일한 구조를 가질 수 있다.
- [0188] 다음, 상기 박막트랜지스터(Tr)의 상기 드레인 전극(172)을 노출하는 드레인 콘택홀(176)을 갖는 보호층(174)이 상기 박막트랜지스터(Tr)를 덮으며 형성된다.
- [0189] 다음, 도 8b에 도시된 바와 같이, 상기 보호층(174) 상에 ITO-Ag 합금을 증착하고 마스크 공정을 진행함으로써, 상기 보호층(174) 상에 제 1 전극(110)을 형성한다. 상기 제 1 전극(110)은 상기 드레인 콘택홀(176)을 통해 상기 드레인 전극(172)에 연결된다.
- [0190] 다음, 상기 제 1 전극(110)의 가장자리를 덮는 बैं크(115)를 형성한다. 예를 들어, 상기 बैं크는 산화실리콘과 같은 무기절연물질로 이루어질 수 있다.
- [0191] 다음, 상기 बैं크(115)로 둘러싸인 영역 내에, 상기 제 1 전극(110) 상에 발광층(120)을 형성한다. 예를 들어, 상기 발광층(120)은, 정공 주입층(hole injection layer), 정공 수송층(hole transporting layer), 발광 물질층(emitting material layer), 전자 수송층(electron transporting layer), 전자 주입층(electron injection layer)을 포함할 수 있고, 상기 발광 물질층은 유기 발광 물질, 또는 양자점과 같은 무기 발광 물질을 포함할 수 있다.
- [0192] 다음, 도 8c에 도시된 바와 같이, 상기 बैं크(115)와 상기 발광층(120) 상에 IZO를 증착하여 제 2 전극(130)을 형성한다.
- [0193] 다음, 도 8d에 도시된 바와 같이, 상기 제 2 전극(130)의 전면에 상전이 광 이성질체층(140)을 형성한다. 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 화학식1로 표시되는 상전이 광 이성질체 화합물을 증착 또는 코팅하여 형성될 수 있다. 즉, 상기 상전이 광 이성질체는 링이 열려 있는 이성질체이다.
- [0194] 다음, 도 8e에 도시된 바와 같이, 상기 बैं크(115)에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층(140)에 대하여 자외선(UV)을 조사하여, 상기 상전이 광 이성질체(140)의 일부분을 유리상으로 전이시킨다. 따라서, 상기 상전이 광 이성질체층(140)은 상기 बैं크(115)에 대응하는 유리상 부분(142)과 상기 제 1 전극(110)의 중앙에 대응하는 고무상 부분(144)을 포함하게 된다.
- [0195] 한편, 도 9에 도시된 바와 같이, 링이 닫혀 있는 상전이 광 이성질체 화합물을 이용하여 상전이 광 이성질체층(140)을 형성할 수도 있다. 이 경우, 상기 제 1 전극(110)의 중앙에 대응하여 상기 상전이 광 이성질체층(140)에 가시광선을 조사함으로써, 상기 상전이 광 이성질체층(140)의 일부분을 고무상으로 상전이시켜 유리상 부분(142)과 고무상 부분(144)으로 나뉘도록 할 수도 있다.
- [0196] 다음, 도 8f에 도시된 바와 같이, 상기 유리상 부분(142)과 고무상 부분(144)을 포함하는 상기 상전이 광 이성질체층(140) 전면에 대하여 도전성 물질의 증착 공정을 진행함으로써, 상기 유리상 부분(142) 상에 보조 전극(150)을 형성한다.
- [0197] 도시하지 않았으나, 상기 보조 전극(150) 형성 공정 후에, 제 1 무기막, 유기막, 제 2 무기막을 순차 증착하여 인캡슐레이션 필름을 형성하거나, 접착층을 이용하여 인캡슐레이션 기판을 부착할 수 있다.
- [0198] 진술한 바와 같이, 고무상에서는 분자운동성이 높아 표면에서 금속 원자를 재반사(rebound)하거나 금속원자의 확산이 방해되어 고무상 부분(144)에는 금속이 증착되지 않는 반면, 유리상에서는 분자운동성이 제약적이므로 금속증착이 방해되지 않는다.
- [0199] 즉, 본 발명에서는 마스크 없이 도전성 물질의 선택적 증착이 가능하다. 따라서, 발광다이오드 표시장치의 제조 공정이 단순해지고 제조 원가가 절감된다.

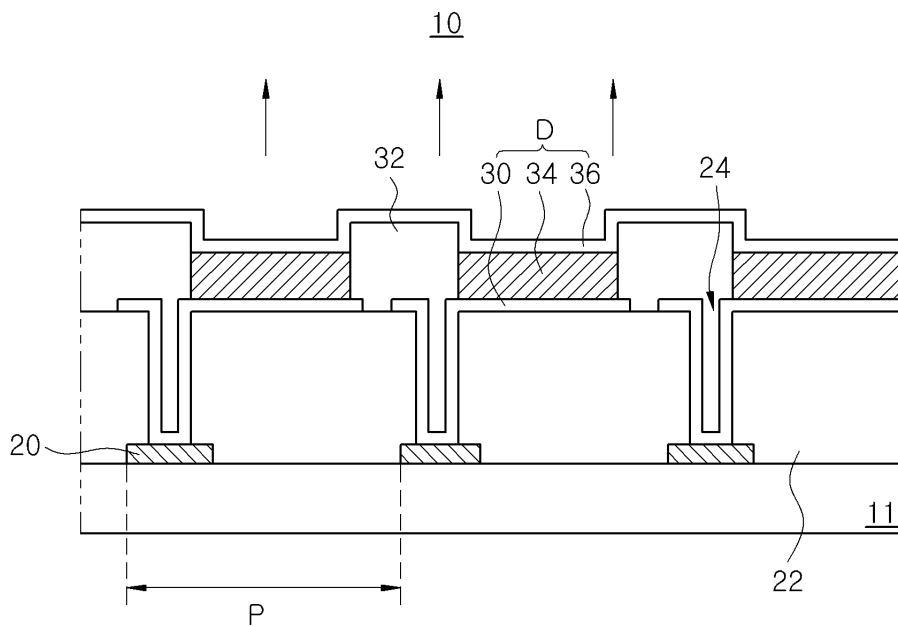
[0201] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술분야의 통상의 기술자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

### 부호의 설명

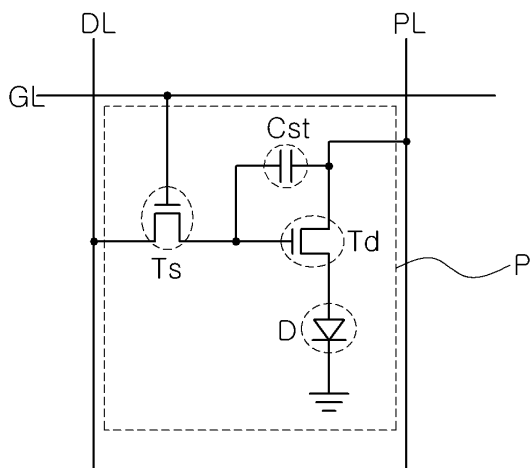
[0204] 100: 발광다이오드      표시장치      110: 제 1 전극  
115: बैं크      120: 발광층  
130: 제 2 전극      140: 상전이 광 이성질체층  
142: 유리상 부분      144: 고무상 부분  
150: 보조 전극      D: 발광다이오드

### 도면

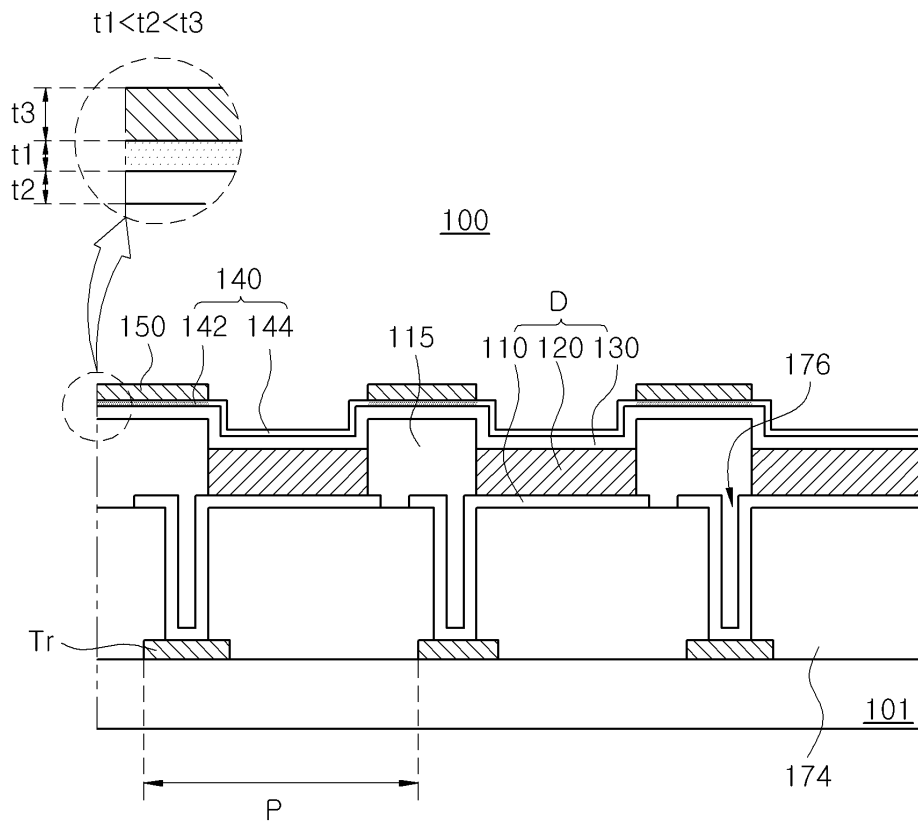
#### 도면1



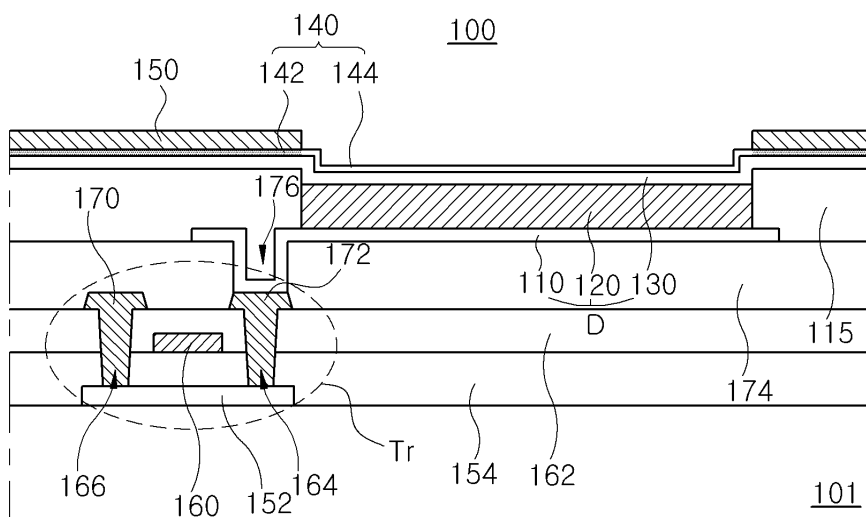
#### 도면2



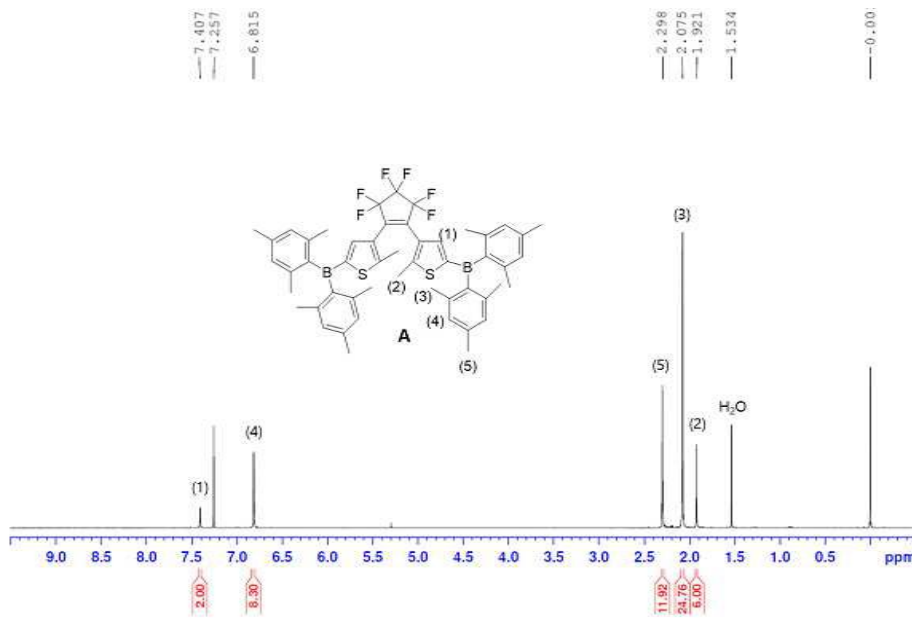
도면3



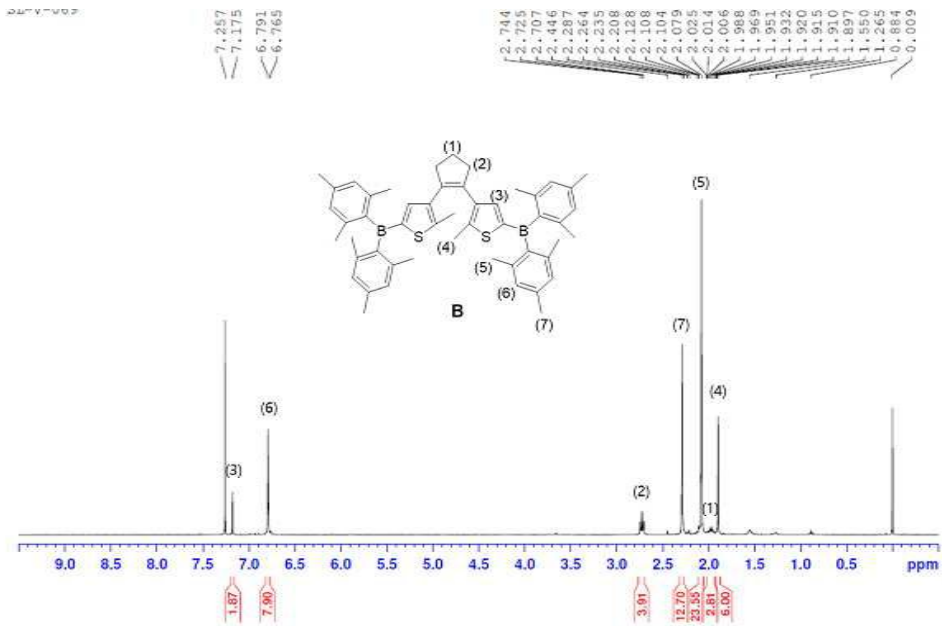
도면4



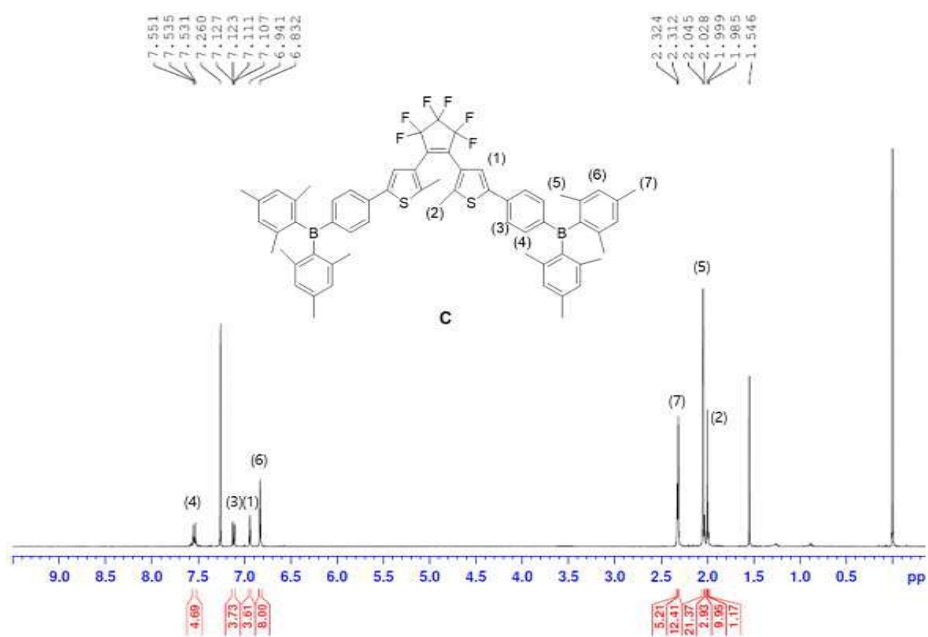
도면5a



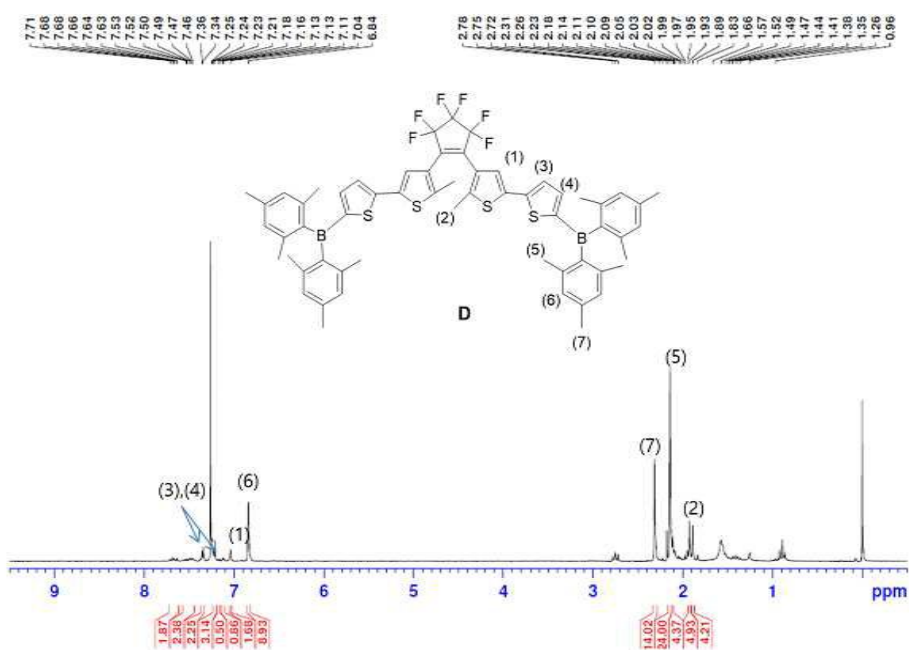
도면5b



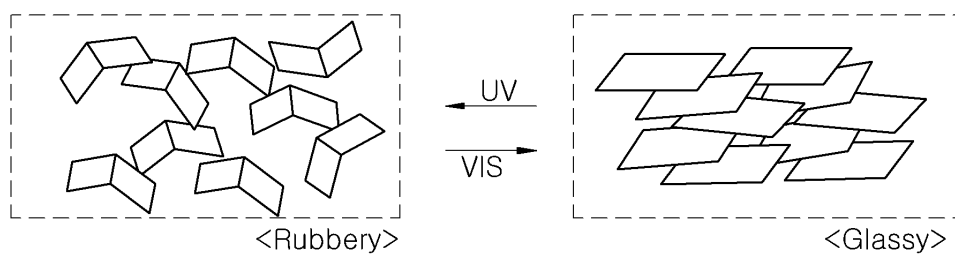
도면5c



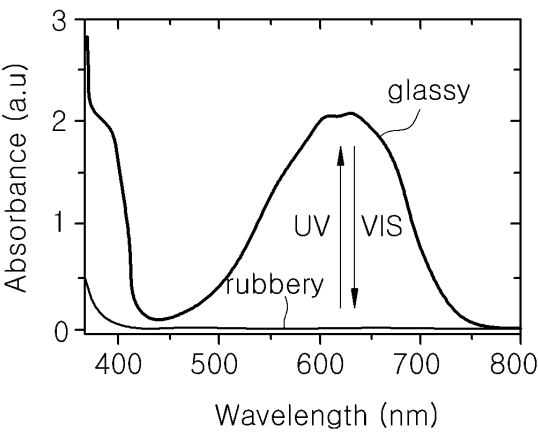
도면5d



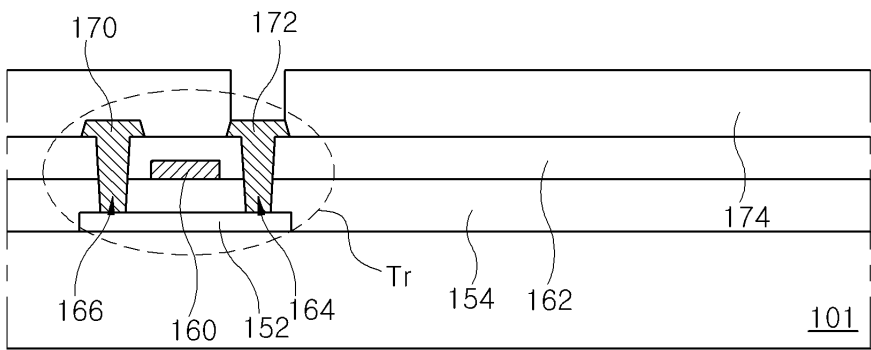
도면6



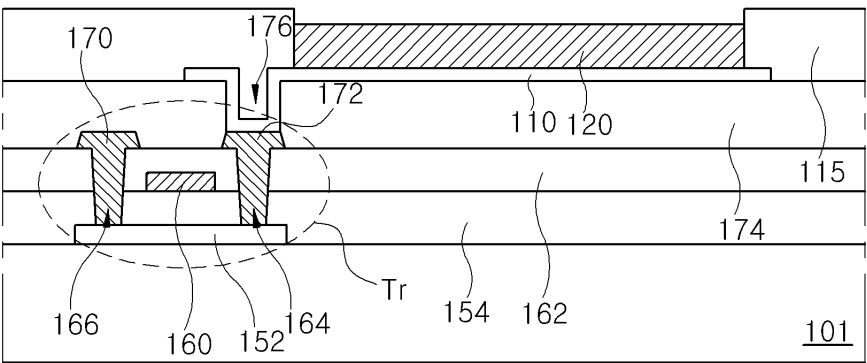
도면7



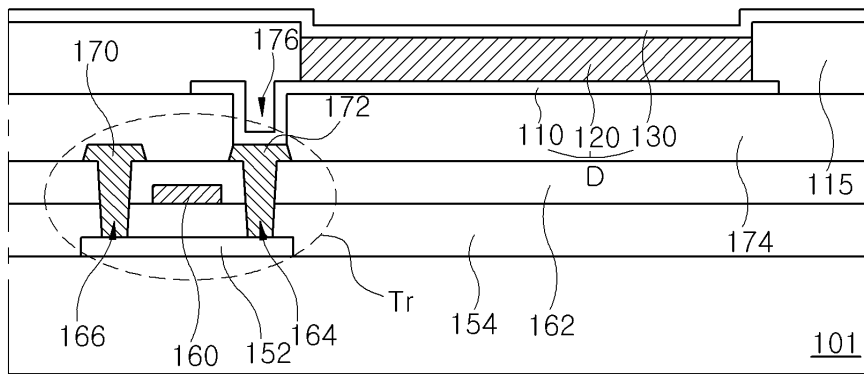
도면8a



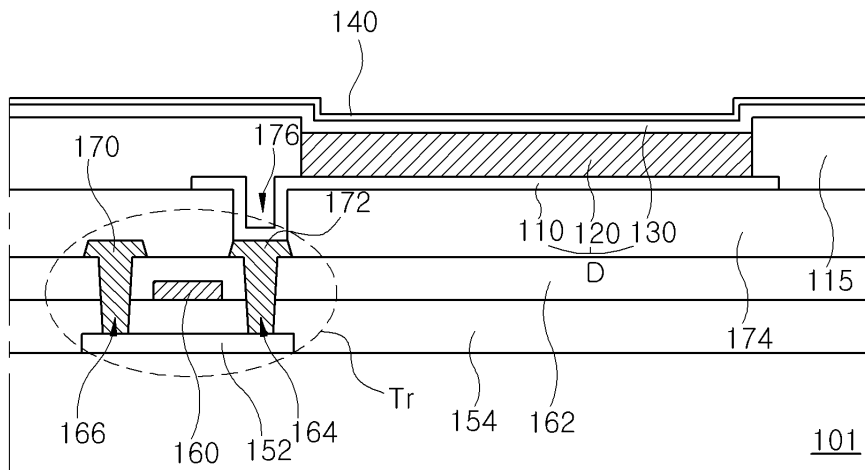
도면8b



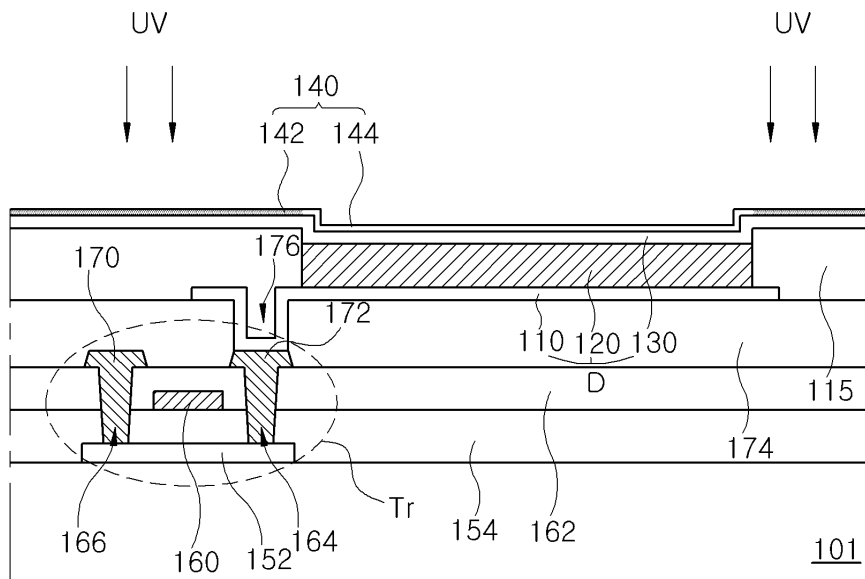
도면 8c



도면 8d



도면8e



도면8f

