

- 심사관 : 정명주

(72) 발명자

최홍석

서울 광진구 독성로35길 32, 303동 701호 (자양동, 우성3차아파트)

한미영

경기 파주시 가온로 67, 508동 2503호 (목동동, 해솔마을5단지삼부르네상스아파트)

김동혁

서울 관악구 조원로2길 13, 2동 913호 (신림동, 미성아파트)

김신환

경기 고양시 일산서구 하이파크3로 61, 414동 1002호 (덕이동, 하이파크시티일산파밀리에4단지)

오혜민

서울 강서구 허준로 139, 306동 1506호 (가양동, 강변아파트)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070120673 A*

JP2005183213 A*

KR1020120041460 A*

KR1020120077301 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

게이트 라인, 데이터 라인 및 전원 라인이 교차되게 형성되어 R, G, B 및 W 서브 화소 영역 각각에 형성된 구동 박막 트랜지스터와;

상기 박막 트랜지스터와 접속된 제1 전극과, 상기 제1 전극 상에 청색 형광 발광층의 제1 발광층을 구비한 제1 스택과, 녹색 인광 발광층의 제2 발광층을 구비한 제2 스택과, 적색 인광 발광층의 제3 발광층 및 청색 형광 또는 인광 발광층의 제4 발광층을 구비한 제3 스택을 포함하는 백색 유기 공통층과, 상기 제3 스택 상에 형성된 제2 전극을 포함하는 백색 유기 발광 소자를 포함하며,

상기 제3 및 제4 발광층은 서로 접촉하거나 제1 이격거리를 사이에 두고 이격되며,

상기 제1 및 제2 발광층은 상기 제1 이격거리보다 먼 제2 이격거리를 사이에 두고 이격되는 유기 발광 표시 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 R, G, B 및 W 서브 화소 영역 각각에 형성된 박막 트랜지스터 상에 형성된 제1 보호막과;

상기 제1 보호막 상에 상기 R, G, B 서브 화소 영역 각각에 대응되도록 형성된 R,G,B 컬러 필터와;

상기 R,G,B 컬러 필터 상에 형성된 제2 보호막을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 백색 유기 발광 소자는

상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하는 제1 전하 생성층과;

상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조절하는 제2 전하 생성층을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 백색 유기 발광 소자는

상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하는 제1 전하 생성층과;

상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조절하는 제2 전하 생성층을 더 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 백색 유기 발광 소자는

상기 제1 전극 상에 정공 주입층과, 제1 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층을 순차적으로 적층된 제1 스택과;

상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하도록 N 타입 전하 생성층과 P 타입 전하 생성층을 구비한 제1 전하 생성층과;

상기 제1 전하 생성층 상에 제2 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과;

상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조절하도록 N 타입 전하 생성층과 P 타입 전하 생성층을 구비한 제2 전하 생성층과;

상기 제2 전하 생성층 상에 제3 정공 수송층, 제3 발광층, 제4 발광층, 제3 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제3 스택을 포함하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 제2 보호막의 하부면으로부터 제2 전극의 하부면까지의 총 두께는 하기 [수학식 1]의 공진 조건에 만족하는 유기 발광 표시 장치.

[수학식 1]

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_b} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_b} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_b} = 2.7 \sim 3.3$$

제1전극 제2보호막 유기물
(Anode)

(여기서, λ_b 는 청색 피크 파장, n^a 는 제1 전극의 굴절률, d^a 는 제1 전극의 두께, n^p 는 보호막의 굴절률, d^p 는 보호막의 두께, n^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 두께).

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 [수학식 1]의 유기물 두께 내에서 제1 및 제3 스택의 청색 형광 발광층은 하기 [수학식 2]의 조건을 만족하는 임의의 두께에 위치하며, 상기 제2 전극을 기준으로 [수학식 1]의 공진 조건 및 [수학식 2]의 공진 조건을 만족하는 위치에 형성하는 유기 발광 표시 장치.

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

(여기서, λ 는 청색 피크 파장, n 은 굴절율, d 는 제2 전극에서 청색 형광 발광층까지의 거리).

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막의 두께는 G 서브 화소 영역, B 서브 화소 영역, W 서브 화소 영역 각각에 형성된 제2 보호막의 두께보다 얇게 형성되는 유기 발광 표시 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막의 두께는 하기 [수학식 3]의 공진 조건을 만족하는 두께여야 하며, 하기의 [수학식 3]에서 제2 보호막의 두께를 달리하는 유기 발광 표시 장치.

[수학식 3]

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_r} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_r} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_r} = 1.85 \sim 2.15$$

(제1전극) 제2보호막 유기물
Anode

(여기서, λ_r 는 적색 피크 파장, n^a 는 제1 전극의 굴절률, d^a 는 제1 전극의 두께, n^p 는 보호막의 굴절률, d^p 는 보호막의 두께, n^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 두께).

청구항 10

제 5 항에 있어서,

상기 제1 스택은

상기 제1 정공 수송층과 제1 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구비하며,

상기 제1 전자 수송층과 제1 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 11

제 5 항에 있어서,

상기 제2 스택은

상기 제2 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구비하며,

상기 제2 전자 수송층과 제2 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 12

제 5 항에 있어서,

상기 제3 스택은

상기 제3 정공 수송층과 제3 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구비하며,

상기 제3 전자 수송층과 제4 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 유기 발광 표시 장치.

청구항 13

제 5 항에 있어서,

상기 제3 스택은

상기 적색 인광 발광층의 제3 발광층과 상기 청색 인광 발광층의 제4 발광층 사이에 형성되는 버퍼층을 더 구비하며,

상기 버퍼층은 상기 제1 내지 제3 정공 수송층 중 어느 하나와 동일 재질 또는 다른 정공 수송 물질로 형성되는 유기 발광 표시 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 제2 및 제3 발광층은 상기 제1 이격거리보다 먼 제3 이격거리를 사이에 두고 이격되는 유기 발광 표시 장

치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 표시 장치에 관한 것으로 특히, 패널 효율 및 색재현율을 향상시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 본격적인 정보화 시대로 접어들에 따라 전기적 정보신호를 시각적으로 표현하는 디스플레이(display) 분야가 급속도로 발전해 왔고, 이에 부응하여 박형화, 경량화, 저소비전력화의 우수한 성능을 지닌 여러 가지 다양한 평판 표시장치(Flat Display Device)가 개발되어 기존의 브라운관(Cathode Ray Tube : CRT)을 빠르게 대체하고 있다.

[0003] 이 같은 평판 표시장치의 구체적인 예로는 액정표시장치(Liquid Crystal Display device: LCD), 플라즈마표시장치(Plasma Display Panel device: PDP), 전계방출표시장치(Field Emission Display device: FED), 유기 발광 표시 장치(Organic Light Emitting Device: OLED) 등을 들 수 있다.

[0004] 이 중, 별도의 광원을 요구하지 않으며 장치의 컴팩트화 및 선명한 컬러 표시를 위해 유기 발광 표시 장치가 경쟁력 있는 어플리케이션으로 고려되고 있다.

[0005] 요즘, 유기 발광 표시 장치는 청색(Blue) 형광 발광층을 구비한 제1 스택과, 노랑색(Yellow-Green) 인광 발광층을 구비한 제2 스택 구조가 적층된 형태의 인형광 스택 구조로 형성된 백색 유기 발광 소자를 포함한다. 이러한, 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층으로부터 발광되는 청색광과 노랑색 인광 발광층으로부터 발광되는 노랑색 광이 서로 혼합되어 백색광이 구현된다.

[0006] 이때, 인형광 스택 구조의 백색 유기 발광 표시 장치는 노랑 인광 발광층의 발광 효율이 청색 형광 발광층의 발광 효율보다 상대적으로 높아 인광 발광층과 형광 발광층 간의 효율 차이로 인해 패널 효율 및 색재현율을 감소시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 패널 효율 및 색재현율을 향상시킬 수 있는 유기 발광 표시 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이를 위하여, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 게이트 라인, 데이터 라인 및 전원 라인이 교차되게 형성되어 R, G, B 및 W 서브 화소 영역 각각에 형성된 박막 트랜지스터와, 상기 박막 트랜지스터와 접속된 제1 전극과, 상기 제1 전극 상에 청색 형광 발광층의 제1 발광층을 구비한 제1 스택과, 녹색 인광 발광층의 제2 발광층을 구비한 제2 스택과, 적색 인광 발광층의 제3 발광층 및 청색 형광 또는 인광 발광층의 제4 발광층을 구비한 제3 스택을 포함하는 백색 유기 공통층과, 상기 제3 스택 상에 형성된 제2 전극을 포함하는 백색 유기 발광 소자를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0009] 그리고, 상기 R, G, B 및 W 서브 화소 영역 각각에 형성된 박막 트랜지스터 상에 형성된 제1 보호막과, 상기 제1 보호막 상에 상기 R, G, B 서브 화소 영역 각각에 대응되도록 형성된 R,G,B 컬러 필터와, 상기 R,G,B 컬러 필터 상에 형성된 제2 보호막을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 또한, 상기 백색 유기 발광 소자는 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하는 제1 전하 생성층과, 상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조절하는 제2 전하 생성층을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 그리고, 상기 백색 유기 발광 소자는 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하는 제1 전하 생성층과, 상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조

절하는 제2 전하 생성층을 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 백색 유기 발광 소자는 상기 제1 전극 상에 정공 주입층과, 제1 정공 수송층, 제1 발광층, 제1 전자 수송층과 순차적으로 적층된 제1 스택과, 상기 제1 스택과 제2 스택 사이에 형성되어 제1 및 제2 스택의 전하 균형을 조절하도록 N 타입 전하 생성층과 P 타입 전하 생성층을 구비한 제1 전하 생성층과, 상기 제1 전하 생성층 상에 제2 정공 수송층, 제2 발광층, 제2 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제2 스택과, 상기 제2 스택과 제3 스택 사이에 형성되어 제2 및 제3 스택의 전하 균형을 조절하도록 N 타입 전하 생성층과 P 타입 전하 생성층을 구비한 제2 전하 생성층과, 상기 제2 전하 생성층 상에 제3 정공 수송층, 제3 발광층, 제4 발광층, 제3 전자 수송층이 순차적으로 적층된 제3 스택을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 그리고, 상기 제2 보호막부터 제2 전극 직전까지의 총 두께는 하기 [수학식 1]의 공진 조건에 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0014] [수학식 1]

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_b} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_b} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_b} = 2.7 \sim 3.3$$

제1전극 제2보호막 유기물
(Anode)

[0015]

[0016] (여기서, λ_b 는 청색 피크 파장, n^a 는 제1 전극의 굴절률, d^a 는 제1 전극의 두께, n^p 는 보호막의 굴절률, d^p 는 보호막의 두께, n^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 두께)

[0017] 그리고, 상기 [수학식 1]의 유기물 두께 내에서 제1 및 제3 스택의 청색 형광 발광층은 하기 [수학식 2]의 조건을 만족하는 임의의 두께에 위치하며, 상기 제2 전극을 기준으로 [수학식 1]의 공진 조건 및 [수학식 2]의 공진 조건을 만족하는 위치에 형성하는 것을 특징으로 한다.

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

[0018]

[0019] (여기서, λ 는 청색 피크 파장, n 은 굴절율, d 는 제2 전극에서 청색 형광 발광층까지의 거리)

[0020] 그리고, 상기 R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막의 두께는 G 서브 화소 영역, B 서브 화소 영역, W 서브 화소 영역 각각에 형성된 제2 보호막의 두께보다 얇게 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막의 두께는 하기 [수학식 3]의 공진 조건을 만족하는 두께여야 하며, 하기의 [수학식 3]에서 제2 보호막의 두께를 달리하는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수학식 3]

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_r} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_r} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_r} = 1.85 \sim 2.15$$

(제1전극) 제2보호막 유기물
Anode

[0023]

[0024] (여기서, λ_r 는 적색 피크 파장, n^a 는 제1 전극의 굴절률, d^a 는 제1 전극의 두께, n^p 는 보호막의 굴절률, d^p 는 보호막의 두께, n^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 두께)

[0025] 그리고, 상기 제1 스택은 상기 제1 정공 수송층과 제1 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구

비하며, 상기 제1 전자 수송층과 제1 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0026] 또한, 상기 제2 스택은 상기 제2 정공 수송층과 제2 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구비하며, 상기 제2 전자 수송층과 제2 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0027] 그리고, 상기 제3 스택은 상기 제3 정공 수송층과 제3 발광층 사이에 정공 블럭킹층 또는 정공 수송층을 더 구비하며, 상기 제3 전자 수송층과 제4 발광층 사이에 전자 블럭킹층 또는 전자 수송층을 더 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0028] 또한, 상기 제3 스택은 상기 적색 인광 발광층의 제3 발광층과 상기 청색 인광 발광층의 제4 발광층 사이에 형성되는 버퍼층을 더 구비하며, 상기 버퍼층은 상기 제1 내지 제3 정공 수송층 중 어느 하나와 동일 재질 또는 다른 정공 수송 물질로 형성되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 청색 형광 발광층으로 형성된 제1 발광층을 구비한 제1 스택과, 녹색 인광 발광층으로 형성된 제2 발광층을 구비한 제2 스택과, 적색 인광 발광층으로 형성된 제3 발광층과 청색 형광 또는 인광 발광층으로 형성된 제4 발광층을 구비한 제3 스택을 포함하는 백색 유기 발광 소자를 포함한다.

[0030] 이와 같이, 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자는 적색 인광 발광층이 형성된 제3 스택에 청색 형광 발광층을 더 구비함으로써 청색 형광 발광층과 적색 및 녹색 인광 발광층 간의 효율 차이를 줄여 cool한 백색을 출사함으로써 패널 효율 및 색재현율을 향상시킬 수 있다.

[0031] 또한, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 R 서브 화소 영역에 형성된 보호막의 두께를 조절하여 R 서브 화소 영역으로부터 출사되는 적색 발광 피크를 최적화시킴으로써 패널 효율 및 색재현율을 더욱 향상시킬 수 있다.

[0032] 뿐만 아니라, 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 청색 인광 발광층의 제4 발광층에서 형성된 잉여 엑시톤이 청색 인광 발광층보다 삼중항 에너지 레벨이 낮은 적색 인광 발광층으로 확산되므로 청색 인광 발광층의 수명을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치의 R,G,B,W 화소에 대한 등가 회로도들이다.

도 2는 도 1a 내지 도 1b에 도시된 R,G,B,W 서브 화소 영역에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시 예 및 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타낸 사시도이다.

도 4(a)는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타낸 화면이고, 도 4(b)는 contour map의 시뮬레이션에 따른 본 발명의 제1 실시 예의 백색 유기 발광 소자를 간단히 도시한 단면도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기, 제1 및 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기를 나타낸 그래프이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.

도 7(a)(b)는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타낸 화면들이고, 도 7(c)는 contour map의 시뮬레이션에 따른 본 발명의 제2 실시 예의 백색 유기 발광 소자를 간단히 도시한 단면도이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타낸 화면이다.

도 9는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 사시도이다.

도 10은 도 9에 도시된 백색 유기 발광 소자의 각 층별 에너지 전위와, 적색 및 청색 인광 발광층의 에너지 전달 메커니즘을 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 다른 실시 예를 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시 예를 상세하게 설명한다. 본 발명의 구성 및 그에 따른 작용 효과는 이하의 상세한 설명을 통해 명확하게 이해될 것이다. 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 동일한 구성 요소에 대해서는 다른 도면 상에 표시되더라도 가능한 동일한 부호로 표시하며, 공지된 구성에 대해서는 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 구체적인 설명은 생략하기로 함에 유의한다.
- [0035] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 도 1 내지 도 8을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0036] 도 1a 내지 도 1d는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 유기 발광 표시 장치의 R,G,B,W 화소에 대한 등가 회로도들이고, 도 2는 도 1a 내지 도 1b에 도시된 R,G,B,W 서브 화소 영역에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.
- [0037] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 매트릭스형태로 형성된 다수의 서브 화소 영역들에 의해 표시 영역이 정의된 기판과 기판 상에 형성된 서브 픽셀들을 수분이나 산소로부터 보호하기 위한 밀봉기판을 포함한다.
- [0038] 다수의 서브 화소 영역은 R 서브 화소 영역, G 서브 화소 영역, B 서브 화소, W 서브 화소 영역으로 구성되며, R,G,B,W 서브 화소 영역들이 매트릭스 형태로 배열되어 화상을 표시하게 된다. 이러한, 다수의 서브 화소 영역은 도 1a에 도시된 바와 같이 R,G,B,W 서브 화소 영역들이 게이트 라인과 나란하게 일렬로 1행 X 4열과 같이 배치될 수 있으며, 도 1b에 도시된 바와 같이 데이터 라인과 나란하게 일렬로 4행 X 1열과 같이 배치될 수 있다. R,G,B,W 서브 화소 영역 순서로 배치되었으나, R,B,G,W 서브 화소 영역 순서로 배치되거나, W,R,G,B 화소 영역 순서로 배치될 수 있으므로 배치 순서는 한정되지 않으며, 사용자의 필요에 따라 변경 가능하다.
- [0039] 또한, R,B,G,W 서브 화소 영역은 도 1c 및 도 1d에 도시된 바와 같이 2행 X 2열로 배열될 수 있다. 예를 들어, 도 1c에 도시된 바와 같이 R 서브 화소 영역은 제2i(여기서, i=1 이상의 자연수)-1 번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i-1 번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, G 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i-1번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, B 서브 화소 영역은 제2i-1번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되며, W 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되어 배치될 수 있다.
- [0040] 그리고, 도 1d에 도시된 바와 같이 R 서브 화소 영역은 제2i-1 번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i-1 번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, B 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i-1번째 게이트 라인(GL2i-1)의 교차 영역에 형성되며, G 서브 화소 영역은 제2i-1 번째 데이터 라인(DL2i-1)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되며, W 서브 화소 영역은 제2i번째 데이터 라인(DL2i)과 제2i번째 게이트 라인(GL2i)의 교차 영역에 형성되어 배치될 수 있다.
- [0041] 이러한, R,G,B,W 서브 화소 영역 각각에는 셀 구동부(200)와, 셀 구동부(200)와 접속된 유기 전계 발광 소자를 구비한다.
- [0042] 셀 구동부(200)는 게이트 라인(GL) 및 데이터 라인(DL)과 접속된 스위치 박막 트랜지스터(TS)와, 스위치 박막 트랜지스터(TS) 및 전원 라인(PL)과 유기 전계 발광 소자의 제1 전극(122) 사이에 접속된 구동 박막 트랜지스터(TD)와, 전원 라인(PL)과 스위치 박막 트랜지스터(TS)의 드레인 전극 사이에 접속된 스토리지 커패시터(C)를 구비한다. 서브 화소 영역들은 스위치 트랜지스터, 구동 트랜지스터, 커패시터 및 유기 발광 소자를 포함하는 구조로 구성되거나, 트랜지스터 및 커패시터가 더 추가된 구조로 구성될 수 있다. 또한, 구동 박막 트랜지스터가 백색 유기 발광 소자의 제1 전극과 직접 연결될 수도 있지만, 구동 박막 트랜지스터와 백색 유기 발광 소자 사이에 다른 박막 트랜지스터가 형성될 수 있다.
- [0043] 스위치 박막 트랜지스터(TS)의 게이트 전극은 게이트 라인(GL)과 접속되고 소스 전극은 데이터 라인(DL)과 접속되며 드레인 전극은 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극 및 스토리지 캐패시터(C)와 접속된다. 구동 박막 트랜지스터(TD)의 소스 전극은 전원 라인(PL)과 접속되고 드레인 전극은 제1 전극과 접속된다. 스토리지 캐패시터(C)는 전원 라인(PL)과 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극 사이에 접속된다.
- [0044] 스위치 박막 트랜지스터(TS)는 게이트 라인(GL)에 스캔 펄스가 공급되면 턴-온되어 데이터 라인(DL)에 공급된 데이터 신호를 스토리지 캐패시터(C) 및 구동 박막 트랜지스터(TD)의 게이트 전극으로 공급한다. 구동 박막 트랜지스터(TD)는 게이트 전극으로 공급되는 데이터 신호에 응답하여 전원 라인(PL)으로부터 유기 전계 발광 소자로 공급되는 전류(I)를 제어함으로써 유기 전계 발광 소자의 발광량을 조절하게 된다. 그리고, 스위치 박막 트

랜지스터(TS)가 턴-오프되더라도 스토리지 캐패시터(C)에 충전된 전압에 의해 구동 박막 트랜지스터(TD)는 다음 프레임의 데이터 신호가 공급될 때까지 일정한 전류(I)를 공급하여 백색 유기 발광 소자가 발광을 유지하게 한다.

- [0045] 구동 박막 트랜지스터(TD)는 도 2에 도시된 바와 같이 게이트 라인(GL)과 접속되며, 기판(100) 상에 형성된 게이트 전극(102)과, 게이트 전극(102) 상에 형성된 게이트 절연막(112)과, 게이트 절연막(112)을 사이에 두고 게이트 전극(102)과 중첩되도록 형성된 산화물 반도체층(114)과, 산화물 반도체층(114)의 손상을 방지하며, 산소의 영향을 받지 않도록 보호하기 위해 산화물 반도체층(114) 상에 형성된 에치 스톱퍼(106)과, 데이터 라인(DL)과 접속된 소스 전극(108)과, 소스 전극(108)과 마주보며 형성된 드레인 전극(110)을 포함한다. 또한, 구동 박막 트랜지스터(TD) 상에는 제1 보호막(118)이 형성된다.
- [0046] 산화물 반도체층(114)은 Zn, Cd, Ga, In, Sn, Hf, Zr 중 선택된 적어도 하나 이상의 금속을 포함하는 산화물로 형성된다. 이러한, 산화물 반도체층(114)을 포함하는 박막 트랜지스터는 실리콘 반도체층을 포함하는 박막 트랜지스터보다 높은 전하 이동도 및 낮은 누설 전류 특성의 장점을 갖는다. 또한, 실리콘 반도체층을 포함하는 박막 트랜지스터는 고온 공정을 통해 형성되며, 결정화 공정을 실시해야 하므로 대면적화할수록 결정화 공정시 균일도가 떨어져 대면적화에 불리하다. 이에 반해, 산화물 반도체층(114)을 포함하는 박막 트랜지스터는 저온 공정이 가능하며, 대면적화가 유리하다.
- [0047] 컬러 필터는 R 서브 화소 영역의 보호막 상에 R 컬러 필터(124R)가 형성되어 적색(R)을 출사하며, G 서브 화소 영역의 보호막 상에 G 컬러 필터(124G)가 형성되어 녹색(G)을 출사하며, B 서브 화소 영역의 보호막 상에 B 컬러 필터(124B)가 형성되어 청색(B)을 출사하며, W 서브 화소 영역의 보호막 상에는 컬러 필터가 형성되지 않으며, 백색(W)을 출사한다. 또한, 각 R,G,B 컬러 필터(124R,124G,124B) 상에 제2 보호막(126)을 형성한다.
- [0048] 백색 유기 발광 소자는 도 3에 도시된 바와 같이 구동 박막 트랜지스터(TD)의 드레인 전극(110)과 접속된 제1 전극(122)과, 제1 전극(122)을 노출시키는 뱅크홀(132)이 형성된 뱅크 절연막(130)과, 제1 전극(122) 상에 제1 내지 제3 스택(210,220,230)을 포함하는 백색 유기 공통층과, 백색 유기 공통층 위에 형성된 제2 전극(136)이 구비된다.
- [0049] 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층으로 형성된 제1 발광층(218)을 구비한 제1 스택(210)과, 녹색 인광 발광층으로 형성된 제2 발광층(226)을 구비한 제2 스택(220)과, 제1 스택(210)과 제2 스택(220) 사이에 형성된 제1 전하 생성층(Charge Generation Layer;222)과, 적색 인광 발광층으로 형성된 제3 발광층(236a)과 청색 형광 발광층으로 형성된 제4 발광층(236b)을 구비한 제3 스택(230)과, 제2 스택(220)과 제3 스택(230) 사이에 형성된 제2 전하 생성층(232)을 포함한다. 이러한, 멀티-스택(Multi-Stack) 구조의 백색 유기 발광 소자는 각 스택에 서로 다른 색의 발광층을 포함하며, 각 스택의 발광층으로부터 출사되는 광이 혼합되어 백색 광을 구현한다. 이때, 백색 유기 발광 소자는 제1 스택(210)의 제1 발광층(218)으로부터 출사되는 청색광과, 제2 스택(220)의 제2 발광층(226)으로부터 출사되는 녹색광과, 제3 스택(230)의 제3 발광층(236a)으로부터 출사되는 적색광과 제3 스택(230)의 제4 발광층(236b)으로부터 출사되는 청색광이 혼합되어 cool한 백색(white) 광이 구현된다.
- [0050] 제1 전극(122)은 양극으로 TCO(Transparent Conductive Oxide; 이하, TCO)와 같은 투명 도전 물질로 ITO(Indium Tin Oxide; 이하,ITO), IZO(Indium Zinc Oxide; 이하,IZO) 등으로 형성된다.
- [0051] 제2 전극(136)은 음극으로 알루미늄과 같이 반사성 금속 재질로 금(Au), 몰리브덴(MO), 크롬(Cr), 구리(Cu), LiF 등으로 형성되거나, 알루미늄과 LiF 합금으로 형성된다.
- [0052] 제1 스택(210)은 제1 전극(240)과 제1 전하 생성층(222) 사이에 정공 주입층(Hole Injection Layer;HIL)(214), 제1 정공 수송층(Hole Transport Layer;HTL)(216a), 제1 발광층(Emitting Layer;ETL)(218), 제1 전자 수송층(Electron Transport Layer; ETL)(212)가 차례로 적층된다. 이때, 제1 발광층(218)은 청색 형광 성분의 도펀트가 포함된 발광층으로 청색을 출사한다. 그리고, 제1 정공 수송층(216)과 제1 발광층(218) 사이에 정공의 확산을 방지하기 위한 정공 블럭킹층(Hole Blocking layer) 또는 정공 수송층을 더 구비할 수 있다. 또한, 제1 전자 수송층(212)과 제1 발광층(218) 사이에 전자의 확산을 방지하기 위한 전자 블럭킹층(Electron Blocking layer) 또는 전자 수송층을 더 구비할 수 있다.
- [0053] 제1 및 제2 전하 생성층(Charge Generation Layer;CGL)(222,232)은 스택들 사이에 형성되어 각 스택들 간의 전하 균형 조절을 한다. 이러한, 제1 전하 생성층(222)은 제1 스택의 제1 전자 수송층(210)과 인접하게 위치하여 제1 스택(210)으로 전자를 주입해주는 역할을 하는 N 타입 전하 생성층(222a)과 제2 스택(220)의 제2 정공 수송층(224)과 인접하게 위치하여 제2 스택(220)으로 정공을 주입해주는 역할을 하는 P 타입 전하 생성층(222b)으로

이뤄진다. 제2 전하 생성층(232)은 제2 스택(220)의 제2 전자 수송층(228)과 인접하게 위치하여 제2 스택(220)으로 전자를 주입해주는 역할을 N 타입 전하 생성층(232a)과 제3 스택(230)의 제3 정공 수송층(234)과 인접하게 위치하여 제3 스택(230)으로 정공을 주입해주는 역할을 하는 P 타입 전하 생성층(232b)으로 이뤄진다.

[0054] 제2 스택(220)은 제1 전하 생성층(222)과 제2 전하 생성층(232) 사이에 제2 정공 수송층(224), 제2 발광층(226), 제2 전자 수송층(228)가 차례로 적층된다. 이때, 제2 발광층(226)은 녹색 인광 성분의 도펀트가 포함된 발광층으로 녹색을 출사한다. 그리고, 제2 정공 수송층(224)과 제2 발광층(226) 사이에 정공의 확산을 방지하기 위한 정공 블럭킹층(Hole Blocking layer) 또는 정공 수송층을 더 구비할 수 있다. 또한, 제2 전자 수송층(228)과 제2 발광층(226) 사이에 전자의 확산을 방지하기 위한 전자 블럭킹층(Electron Blocking layer) 또는 전자 수송층을 더 구비할 수 있다.

[0055] 제3 스택(230)은 제2 전하 생성층(232)과 제2 전극(136) 사이에 제3 정공 수송층(234), 제3 발광층(236a), 제4 발광층(236b), 제3 전자 수송층(238)가 차례로 적층된다. 이때, 제3 발광층(236a)은 적색 인광 성분의 도펀트가 포함된 발광층으로 적색을 출사하며, 제4 발광층(236b)은 청색 형광 성분의 도펀트가 포함된 발광층으로 청색을 출사한다. 그리고, 제3 정공 수송층(234)과 제3 발광층(236a) 사이에 정공의 확산을 방지하기 위한 정공 블럭킹층(Hole Blocking layer) 또는 정공 수송층을 더 구비할 수 있다. 또한, 제3 전자 수송층(238)과 제4 발광층(236b) 사이에 전자의 확산을 방지하기 위한 전자 블럭킹층(Electron Blocking layer) 또는 전자 수송층을 더 구비할 수 있다.

[0056] 한편, 제3 스택(230)에는 제3 발광층(236a)의 적색 인광 발광층과 제4 발광층(236b)의 청색 형광 발광층의 두 발광층을 구비하는 것은 인광 발광층과 형광 발광층 간의 효율을 조절하기 위함이다. 일반적으로, 형광 발광층이 효율이 인광 발광층의 효율보다 상대적으로 낮다. 이에 따라, 백색 유기 발광 소자는 제1 스택에 청색 형광 발광층, 제2 스택에 녹색 인광 발광층, 제3 스택에 적색 인광 발광층을 구비하여 백색 광을 출사하게 되면, 적색 및 녹색 인광 발광층의 효율이 청색 형광 발광층의 효율보다 상대적으로 높기 때문에 노랑(Yellow) 빛의 warm한 백색이 출사된다. 이를 해결하기 위해, 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자에는 제3 스택(230)에 청색 형광 발광층으로 형성된 제4 발광층(236b)을 더 구비하여 적색 및 녹색 인광 발광층의 효율과 청색 형광 발광층의 간의 효율을 조절하여 블루(Blue) 빛의 cool한 백색이 출사된다. 이에 따라, 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자를 사용하게 되면, cool한 백색이 출사되며, 표시 패널의 효율 및 색재현율이 향상된다. 이때, 본 발명에 따른 백색 유기 발광 소자는 기존 5700K 정도의 warm한 white 색좌표에서 7000K 정도로 cool한 white 색좌표를 얻을 수 있다. 이는, 도 5 및 [표 1]를 결부하여 상세히 설명하기로 한다.

[0057] 또한, 도 4(a)는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타낸 화면이다.

[0058] contour map의 시뮬레이션은 유기물 두께에 따른 최적의 발광 위치를 나타낸다. 즉, 제1 위치가 제1 스택(210)의 청색 형광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제1 위치는 청색을 출사하기에 최적의 발광 위치이며, 제2 위치가 제2 스택(220)의 녹색 인광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제2 위치는 녹색을 출사하기에 최적의 발광 위치이며, 제3 위치가 제3 스택(230)의 적색 인광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제3 위치는 적색을 출사하기에 최적의 발광 위치이며, 제4 위치가 제3 스택(230)의 청색 형광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제4 위치는 청색을 출사하기에 최적의 발광 위치이다.

[0059] 그리고, 제2 보호막(126)부터 제2 전극(130) 직전까지의 총 두께는 하기 [수학식 1]의 공진 조건에 만족하는 두께여야 한다.

수학식 1

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_b} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_b} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_b} = 2.7 \sim 3.3$$

제1전극
(Anode)

제2보호막

유기물

[0060]

[0061] 여기서, λ_b 는 청색 피크 파장, n^a 는 제1 전극(122)의 굴절률, d^a 는 제1 전극(122)의 두께, n^p 는 보호막(126)의 굴절률, d^p 는 보호막(126)의 두께, n^w 는 제1 전극(122)과 제2 전극(136) 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극(122)과 제2 전극(136) 사이에 위치하는 해당층의 두께를 의미한다.

수학식 2

$$\frac{(2m-1)\lambda}{4} = nd$$

[0062]

[0063] 또한, [수학식 1]의 유기물 두께 내에서 제1 및 제3 스택의 청색 형광 발광층은 [수학식 2]의 공진 조건을 만족하는 임의의 두께에 위치할 수 있으며, 최적의 소자 구조 관점에서 제2 전극을 기준으로 [수학식 1]의 공진 조건과 [수학식 2]의 공진 조건을 만족하는 위치에 형성할 수 있다. [수학식 2]의 공진 조건을 만족하는 위치에 서의 제4 발광층의 청색 형광 발광층은 제3 발광층의 적색 인광 발광층과 함께 형성할 수 있다.

[0064] 여기서, λ 는 청색 피크 파장, n 은 굴절율, d 는 제2 전극에서 청색 형광 발광층까지의 거리를 의미한다.

[0065] 도 5는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기, 제1 및 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기를 나타낸 그래프이다.

[0066] 도 5의 제1 곡선(12)은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이며, 제2 곡선(10)은 제1 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이며, 제3 곡선(14)은 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이다.

[0067] 제1 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층이 형성된 제1 스택과, 녹색 형광 발광층이 형성된 제2 스택과, 적색 인광 발광층이 형성된 제3 스택을 포함한다.

[0068] 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층이 형성된 제1 스택과, Yellow-green 인광 발광층이 형성된 제2 스택을 포함한다.

[0069] 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 곡선(12)의 블루 파장대 영역에서의 피크 파장은 제2 및 제3 곡선(10,14)의 블루 파장대 영역에서의 피크 파장보다 높다. 즉, 제1 곡선(12) 블루 파장대 영역에서의 빛의 세기가 제2 및 제3 곡선(10,14)의 블루 파장대 영역에서의 빛의 세기보다 크다.

[0070] 또한, 제1 곡선(12)의 적색 파장대 영역에서의 피크 파장은 제2 곡선(10)의 레드 파장대 영역에서의 피크 파장보다 낮다. 즉, 제1 곡선(12)은 적색 파장대 영역에서의 빛의 세기가 제2 곡선(10)의 적색 파장대 영역에서의 빛의 세기보다 작다.

[0071] 이에 따라, 본 발명의 제1 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용하게 되면, cool한 백색을 출사할 수 있으며, 이에 따른 패널 효율 및 색재현율이 향상된다. 이는, [표 1]를 결부하여 설명하기로 한다.

표 1

조건	R			G			B			W			패널 효율 cd/A	ATSC 1976 (%)
	cd/A	x	y	cd/A	x	y	cd/A	x	y	cd/A	x	y		
제 1 비교예	13.1	0.685	0.312	36.6	0.217	0.692	4.2	0.141	0.066	95.9	0.327	0.360	36.3	130.7
제 2 비교예	6.2	0.66	0.33	26.5	0.29	0.66	2.8	0.15	0.05	77.9	0.32	0.35	28.5	121.1
본 발명의 제 1 실시예	11.0	0.683	0.313	36.7	0.216	0.690	4.6	0.142	0.061	93.4	0.302	0.341	38.2	132.6

[0072]

[0073] [표 1]에는 백색 유기 발광 소자를 가지는 R,G,B,W 서브 화소에 따른 효율(cd/A) 및 색좌표(CIE_x, CIE_y)와, 전체 패널 효율(cd/A), 색재현율(ATSC)을 나타내고 있다.

[0074] [표 1]에 기재된 바와 같이, 제1 비교예(3 스택의 3 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 패널 효율이 36.3(cd/A)이며, 제2 비교예(2 스택의 2 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 패널 효율이 28.5(cd/A)이며, 본 발명의 제1 실시예는 패널 효율이 38.2(cd/A)이다. 이와 같이, 본 발명의 제1 실시예의 패널 효율은 제2 비교예의 패널 효율보다 34% 향상되었으며, 제1 비교예의 패널 효율보다 5% 향상되었다.

[0075] 또한, 제1 비교예(3 스택의 3 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 색재현율이 130.7(%)이며, 제2 비교예(2 스택의 2 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 색재현율이 121.1(%)이며, 본 발명의 제1 실시예는 색재현율이 132.6(%)이다.

[0076] 도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 단면도이다.

[0077] 본 발명에 따른 유기 발광 표시 장치는 매트릭스형태로 형성된 다수의 서브 화소 영역들에 의해 표시 영역이 정의된 기판과 기판 상에 형성된 서브 픽셀들을 수분이나 산소로부터 보호하기 위한 밀봉기판을 포함한다.

[0078] 다수의 서브 화소 영역은 R 서브 화소 영역, G 서브 화소 영역, B 서브 화소, W 서브 화소 영역으로 구성되며, R,G,B,W 서브 화소 영역들이 매트릭스 형태로 배열되어 화상을 표시하게 된다. 이러한, R,G,B,W 서브 화소 영역은 도 1a 내지 도 1d에 도시된 바와 같이 배열될 수 있으며, 사용자의 필요에 따라 변경 가능하다.

[0079] 이러한, R,G,B,W 서브 화소 영역 각각에는 셀 구동부(200)와, 셀 구동부(200)와 접속된 백색 유기 발광 소자를 구비한다. 본 발명의 제2 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치는 본 발명의 제1 실시예에 따른 유기 발광 표시 장치의 구성 요소 중 제2 보호막을 제외하고 동일한 구성요소 및 그 기능을 가짐으로써 생략하기로 한다.

[0080] 제2 보호막(126)은 R 서브 화소 영역으로부터 출사되는 파장을 최적화시키기 위해 R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막(126)과, G 서브 화소 영역, B 서브 화소 영역, W 서브 화소 영역 각각에 형성된 제2 보호막(126) 간의 두께를 다르게 형성된다. 구체적으로, R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막(126)의 두께(H)는 G 서브 화소 영역, B 서브 화소 영역, W 서브 화소 영역 각각에 형성된 제2 보호막(126)의 두께(H')보다 얇게 형성된다.

[0081] 그리고, R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막(126)을 최적화함에 있어서, 하기 [수학식 3]의 공진 조건에 만족하는 두께여야 하며, 하기의 조건에서 제2 보호막의 두께를 달리할 수 있다.

수학식 3

$$\frac{n^a d^a}{\lambda_r} + \sum_i \frac{n_i^p d_i^p}{\lambda_r} + \sum_j \frac{n_j^w d_j^w}{\lambda_r} = 1.85 \sim 2.15$$

(제1전극) 제2보호막 유기물
Anode

[0082]

[0083]

여기서, λ_r 는 적색 피크 파장, n^a 는 제1 전극의 굴절률, d^a 는 제1 전극의 두께, n^p 는 보호막의 굴절률, d^p 는 보호막의 두께, n^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 굴절률, d^w 는 제1 전극과 제2 전극 사이에 위치하는 해당층의 두께를 의미한다.

[0084]

또한, 도 7(a)(b)(c)는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타낸 화면들 및 본 발명의 제2 실시 예에 따른 유기 발광 소자를 간단히 도시한 단면도이다. 이때, contour map의 시뮬레이션은 유기물 두께에 따른 최적의 발광 위치를 나타낸다.

[0085]

도 7(c)는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 R,B,G,W 서브 화소 영역의 백색 유기 발광 소자의 단면도를 나타내고 있으며, 도 7(b)는 도 7(a)에 도시된 본 발명의 제2 실시 예에 따른 B,G,W 서브 화소 영역의 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타내고 있으며, 도 7(c)는 도 7(a)에 도시된 본 발명의 제2 실시 예에 따른 R 서브 화소 영역의 백색 유기 발광 소자의 contour map의 시뮬레이션을 나타내고 있다.

[0086]

도 7(b)의 제1, 제4 위치가 제1 스택(210)의 청색 형광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제1, 제4 위치는 청색을 출사하기에 최적의 발광 위치이며, 제2 위치가 제2 스택(220)의 녹색 인광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제2 위치는 녹색을 출사하기에 최적의 발광 위치이다. 그리고, 도 7(c)의 제3 위치가 제3 스택(230)의 적색 인광 발광층의 위치를 나타내고 있으며, 제3 위치는 적색을 출사하기에 최적의 발광 위치이다.

[0087]

이와 같이, R 서브 화소 영역에 형성된 제2 보호막(126)의 두께를 조절하여 R 서브 화소 영역으로부터 출사되는 적색 피크 파장을 최적화시켰다. 다시 말하여, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 제3 스택(230)에 적색 인광 발광층과 청색 형광 발광층을 구비하여 cool한 white를 출사함과 동시에 제2 보호막(126)의 두께를 조절하여 최적의 적색 발광 피크를 출사하여 패널 효율 및 색재현율이 더욱 향상되었다. 이는, 도 8 및 [표 2]를 결부하여 후술하기로 한다.

[0088]

도 8은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기, 제1 및 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자의 파장에 따른 빛의 세기를 나타낸 그래프이다.

[0089]

도 8의 제1 곡선(22)은 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이며, 제2 곡선(20)은 제1 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이며, 제3 곡선(24)은 제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용한 경우에 따른 그래프이다.

[0090]

제1 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층이 형성된 제1 스택과, 녹색 형광 발광층이 형성된 제2 스택과, 적색 인광 발광층이 형성된 제3 스택을 포함한다.

[0091]

제2 비교 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 청색 형광 발광층이 형성된 제1 스택과, Yellow-green 인광 발광층이 형성된 제2 스택을 포함한다.

[0092]

도 8에 도시된 바와 같이, 제1 곡선(22)의 블루 파장대 영역에서의 피크 파장은 제2 및 제3 곡선(20,24)의 블루 파장대 영역에서의 피크 파장보다 높다. 즉, 제1 곡선(22) 블루 파장대 영역에서의 빛의 세기가 제2 및 제3 곡선(20,24)의 블루 파장대 영역에서의 빛의 세기보다 크다.

[0093]

또한, 제1 곡선(22)의 적색 파장대 영역에서의 피크 파장은 제2 곡선(20)의 레드 파장대 영역에서의 피크 파장보다 낮다. 즉, 제1 곡선(22)은 적색 파장대 영역에서의 빛의 세기가 제2 곡선(20)의 적색 파장대 영역에서의 빛의 세기보다 작다.

[0094]

이에 따라, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 이용하게 되면, cool한 백색을 출사할 수 있

으며, 이에 따른 패널 효율 및 색재현율이 향상된다. 이는, [표 2]를 결부하여 설명하기로 한다.

표 2

조건	R			G			B			W			패널 효율 cd/A	ATSC 1976 (%)
	cd/A	x	y	cd/A	x	y	cd/A	x	y	cd/A	x	y		
제 1 비 교예	14.1	0.686	0.311	36.6	0.217	0.692	4.2	0.141	0.066	95.9	0.327	0.360	36.3	130.9
제 2 비 교예	6.2	0.66	0.33	26.5	0.29	0.66	2.8	0.15	0.05	77.9	0.32	0.35	28.5	121.1
본 발명 의 제 2 실시 예	14.1	0.683	0.311	36.7	0.216	0.690	4.6	0.142	0.061	94.2	0.302	0.341	39.3	132.8

[0095]

[0096]

[표 2]에는 백색 유기 발광 소자를 가지는 R,G,B,W 서브 화소에 따른 효율(cd/A) 및 색좌표(CIE_x, CIE_y)와, 전체 패널 효율(cd/A), 색재현율(ATSC)을 나타내고 있다.

[0097]

[표 2]에 기재된 바와 같이, 제1 비교예(3 스택의 3 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 패널 효율이 36.3(cd/A)이며, 제2 비교예(2 스택의 2 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 패널 효율이 28.5(cd/A)이며, 본 발명의 제2 실시 예는 패널 효율이 39.3(cd/A)이다. 이와 같이, 본 발명의 제2 실시 예의 패널 효율은 제1 비교 예의 패널 효율보다 8% 향상되었다.

[0098]

또한, 제1 비교예(3 스택의 3 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 색재현율이 130.9(%)이며, 제2 비교예(2 스택의 2 peak를 가지는 백색 유기 발광 소자)는 색재현율이 121.1(%)이며, 본 발명의 제2 실시 예는 색재현율이 132.8(%)이다.

[0099]

이와 같이, 본 발명의 제2 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 R 서브 화소 영역의 제2 보호막을 조절함으로 써 적색 발광 피크 파장을 최적화시킬 수 있다.

[0100]

도 9는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자를 나타내는 사시도이다.

[0101]

도 9에 도시된 백색 유기 발광 소자는 도 3 및 도 6에 도시된 백색 유기 발광 소자와 대비하여 제4 발광층을 청색 인광 발광층으로 형성하는 것을 제외하고는 동일한 구성요소를 구비한다. 이에 따라, 동일한 구성요소에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

[0102]

도 9에 도시된 제3 스택(230)에는 제3 적색 인광 발광층(236a)과, 제4 청색 인광 발광층(236b)이 순차적으로 형성된다. 여기서, 제3 적색 인광 발광층(236a)은 예를 들어 하나 또는 다수의 적색 인광 호스트와, 하나 또는 다수의 적색 인광 도펀트로 이루어진다. 제3 적색 인광 발광층(236a)의 도펀트로는 iridium(III)bis(5-acetyl-2-phenylpyridinato-N,C2')acetylacetonate[(acppy)₂Ir(acac))] 또는 bis(2-(2'-benzo[4,5-a]thienyl)pyridinato-N,C3)iridium(acetylacetonate)[Btp₂Ir(acac)]가 이용된다.

[0103]

또한, 제4 청색 인광 발광층(236b)은 하나 또는 다수의 청색 인광 호스트와, 하나 또는 다수의 청색 인광 도펀트로 이루어진다. 청색 인광 호스트로는 예를 들어 표 3 및 화학식 1에 기재된 카바졸(cabazole)계열의 인광 호스트가 이용되며, 청색 인광 도펀트로는 표 4 및 화학식 2에 기재된 청색 인광 도펀트가 이용된다.

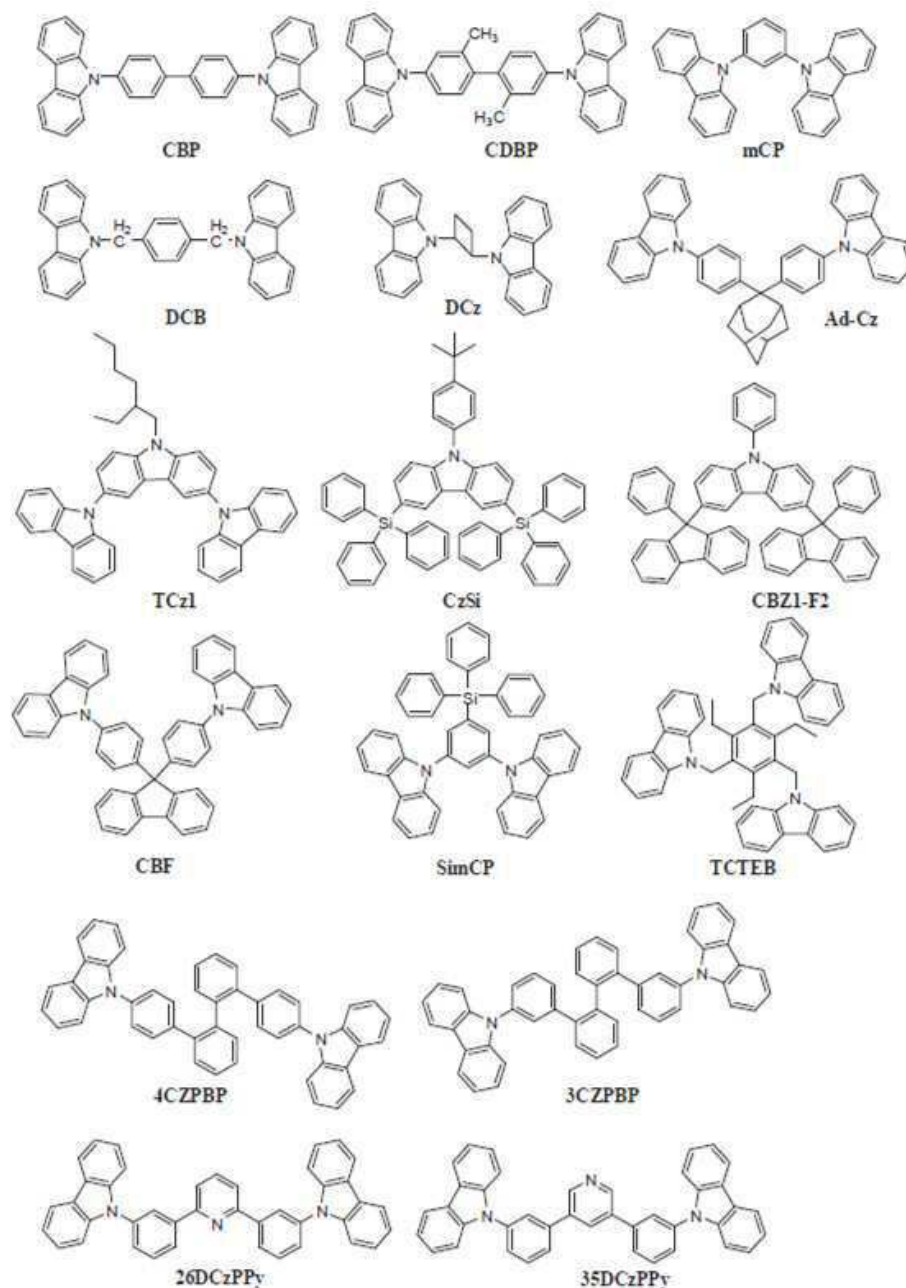
표 3

[0104]

청색 인광 호스트	구조
CBP	N,N'-dicarbazolyl-4-4'-biphenyl
CDBP	4-4'-bis(9-carbazolyl-2,2'-dimethylbiphenyl)
mCP	N,N'-dicarbazolyl-3,5-benzene
DCB	N,N'-dicarbazolyl-1,4-dimethene-benzene
DCz	1,2-trans-di-9-carbazolylcyclobutane
Ad-Cz	2,2-bis(4-carbazolyl-9-ylphenyl)adamantine
TCz1	6-(9H-carbazol-9-yl)-9-(2-ethylhexyl)-9H-3,9'-bicarbazole

CzSi	9-(4-tert-butylphenyl)-3,6-bis(triphenylsilyl)-9H-carbazole
SimCP	3,5-di(N-carbazolyl)tetraphenylsilane
TCTEB	1,4,5-N,N0,N00-tricarbazolylmethyl-2,4,6-triethylbenzene
4CZPBP	2,2'-bis(4-carbazolylphenyl)-1,1'-biphenyl
3CZPBP	1,1'-bis(3-carbazolylphenyl)-2,2'-biphenyl
26DCzppy	2,6-bis(3-carbazol-9-yl)phenylpyridine
35DCzPPy	3,5-bis(3-carbazol-9-yl)phenylpyridine

화합식 1



[0105]

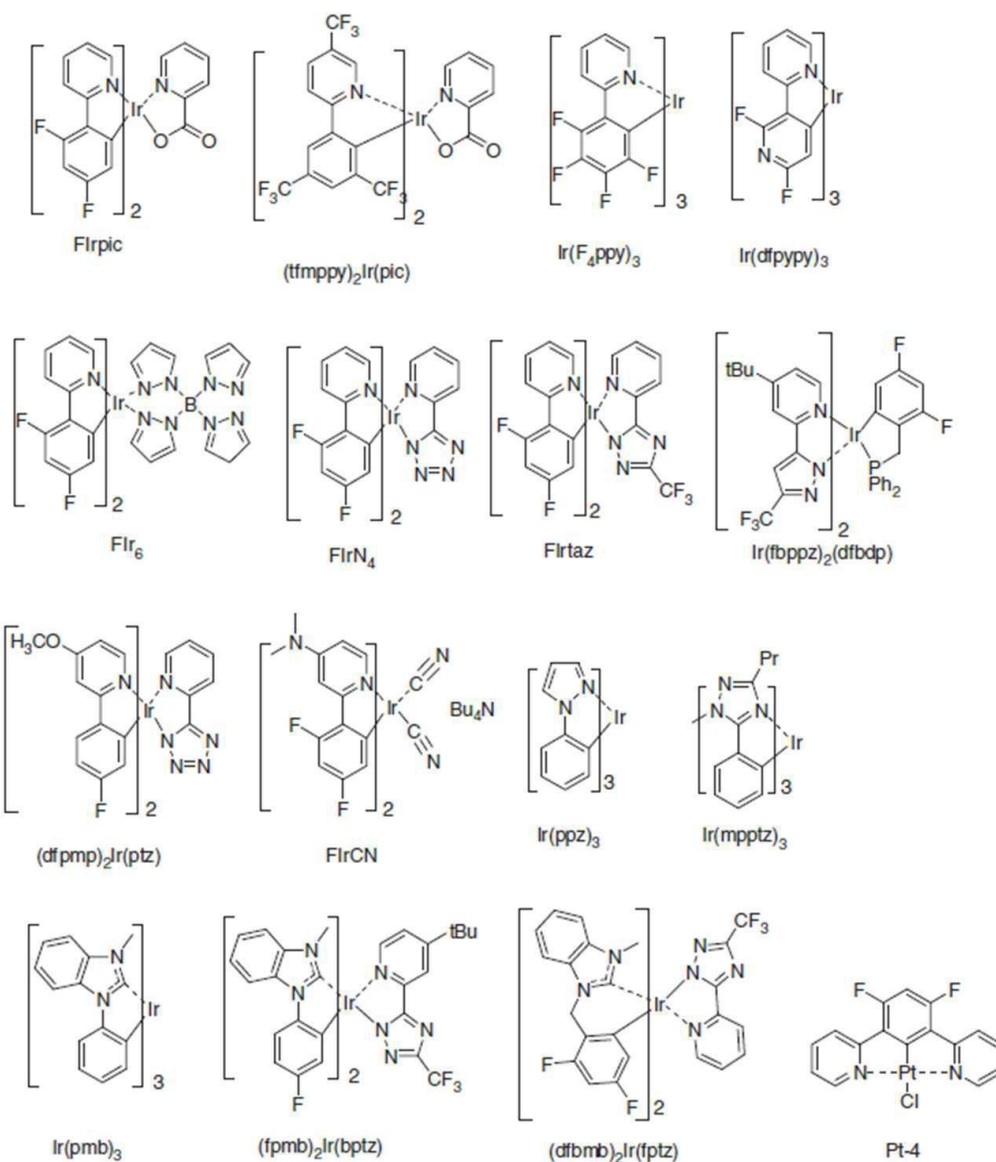
표 4

[0106]

청색 인광 도펀트
Flrpic
(tfmpppy)2Ir(pic)

$\text{Ir}(\text{F}_4\text{ppy})_3$
$\text{Ir}(\text{dfppy})_3$
FIr_6
FIrN_4
FIrtaz
$\text{Ir}(\text{fbppz})_2(\text{dfbdp})$
$(\text{dfpmp})_2\text{Ir}(\text{ptz})$
FIrCN
$\text{Ir}(\text{ppz})_3$
$\text{Ir}(\text{mpptz})_3$
$\text{Ir}(\text{pmb})_3$
$(\text{fpmb})_2\text{Ir}(\text{bptz})$
$(\text{dfbmb})_2\text{Ir}(\text{fptz})$
Pt-4

화학식 2



- [0108] 이러한 제3 적색 인광 발광층(236a)과, 제4 청색 인광 발광층(236b)의 경계면에는 도 10에 도시된 바와 같이 정공과 전자의 재결합 영역이 형성된다. 이 때, 제4 청색 인광 발광층(236b)의 삼중항 에너지(Triplet energy) 레벨(T1(Ph.B))은 도 10에 도시된 바와 같이 제3 적색 인광 발광층(236a)의 삼중항 에너지 레벨(T1(Ph.R))보다 높다. 이에 따라, 제4 청색 인광 발광층(236b) 내에는 정공과 전자가 재결합하여 생성된 엑시톤 중 바닥 상태(ground state)로 전이되지 못하고 삼중항 에너지 레벨인 여기 상태를 장기간 유지하여 제4 청색 인광 발광층의 수명 저하를 초래하는 잉여 엑시톤이 발생된다. 이러한 제4 청색 인광 발광층(236b)의 잉여 엑시톤은 제4 청색 인광 발광층(236b) 하부에 위치하는 제3 적색 인광 발광층(236a)으로 확산되므로 잉여 엑시톤으로 인한 제4 청색 인광 발광층(236b)의 수명 저하를 방지할 수 있다. 또한, 제4 청색 인광 발광층(236b)은 청색 형광 발광층에 비해 효율이 높으므로 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 효율 역시 높아진다.
- [0109] 또한, 도 11에 도시된 바와 같이 제3 적색 인광 발광층(236a)과 제4 청색 인광 발광층(236b) 사이에 버퍼층(300)이 형성될 수도 있다. 이 버퍼층(300)은 전자의 이동을 억제하여 전자 이동 속도와 정공 이동 속도를 균일하게 하는 역할을 한다. 즉, 버퍼층(300)은 정공의 이동속도보다 빠른 전자의 이동 속도를 억제하여 제3 적색 인광 발광층(236a)과 제4 청색 인광 발광층(236b)의 계면의 재결합영역에서 엑시톤들이 많이 발생되어 발광 효율을 높이도록 한다.
- [0110] 이러한 버퍼층(300)은 rubrene, NPB, TBP, TAPC, TCTA 및 2-TMATA 중 적어도 어느 하나의 정공 수송 재료로 형성되며, 제1 내지 제3 정공 수송층(216, 224, 234) 중 적어도 어느 하나와 동일 재료 또는 다른 재료로 형성된다.
- [0111] 이와 같은 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자에서, 제3 스택의 적색 발광층(236a)의 발광 파장영역은 590nm이상이고, 780nm이하이며, 제3 스택의 청색 발광층(236b)의 발광 파장 영역은 380nm이상이고, 500nm이하이다.
- [0112] 한편, 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자에서는 적색 발광층(236a) 및 청색 발광층(236b)인 두 층의 발광층이 제3 스택(230)에 형성되는 것을 예로 들어 설명하였지만, 이외에도 제3 스택(230) 대신에 제1 및 제2 스택(210, 220) 중 어느 하나의 스택에 형성될 수도 있다
- [0113] 또한, 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 전면 발광 방식 또는 배면 발광 방식으로 광을 출사하며, 백색 유기 발광 소자는 도 2 및 도 6에 도시된 바와 같이 컬러 필터를 구비하거나 컬러 필터없이 발광 소자만을 구비할 수도 있다. 따라서, 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 도 2 및 도 6에 도시된 구조만을 한정하지 않는다.
- [0114] 뿐만 아니라, 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 백색 유기 발광 소자는 도 3, 도 9 및 도 11에 도시된 바와 같이 N 타입 전하 생성층(222a, 232a)과 발광층(218, 226) 사이에 전자 수송층(212, 228)을 구비하는 것으로 설명되어 있으나, 이외에도 N타입 전하 생성층(222a, 232a)이 전자 수송층의 기능을 하도록 형성되면, 전자 수송층(212, 228)없이 N타입 전하 생성층(222a, 232a)과 발광층(218, 226)이 상하로 배치될 수 있다.
- [0115] 이상의 설명은 본 발명을 예시적으로 설명한 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명의 명세서에 개시된 실시 예들은 본 발명을 한정하는 것이 아니다. 본 발명의 범위는 아래의 특허청구범위에 의해 해석되어야 하며, 그와 균등한 범위 내에 있는 모든 기술도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석해야 할 것이다.

부호의 설명

- [0116]
- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 100 : 기판 | 210 : 제1 스택 |
| 212 : 제1 전자 수송층 | 214, 314 : 정공 주입층 |
| 216 : 제1 정공 수송층 | 218 : 제1 발광층 |
| 220 : 제2 스택 | 222, 232 : 제1, 제2 전하 생성층 |
| 222a, 232a : N타입 전하 생성층 | |
| 222b, 232b : P타입 전하 생성층 | 224 : 제2 정공 수송층 |
| 226 : 제2 발광층 | 228 : 제2 전자 수송층 |

- 230 : 제3 스택

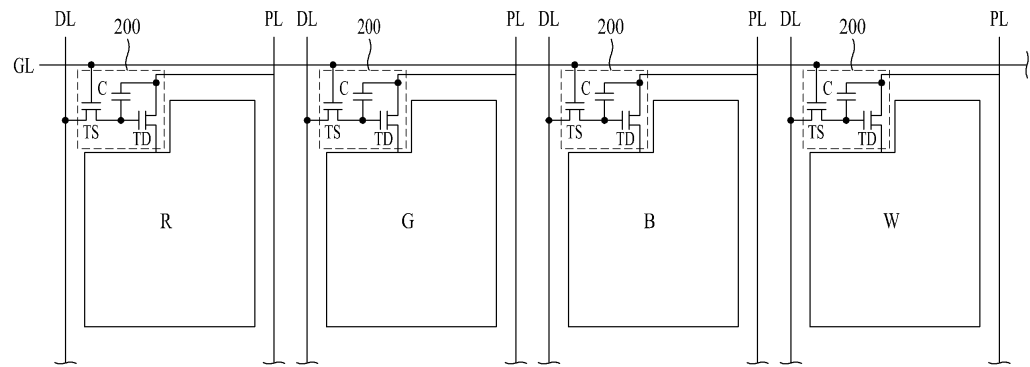
236a : 제3 발광층

238 : 제3 전자 수송층
- 234 : 제3 정공 수송층

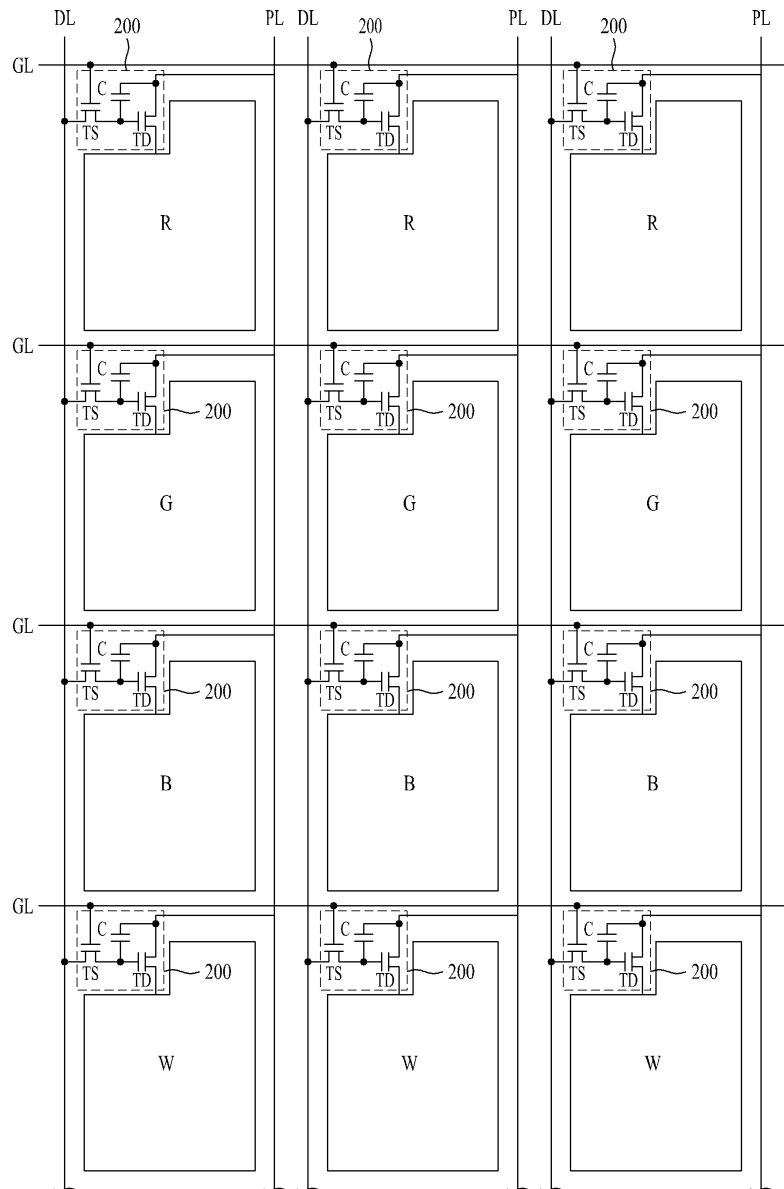
236b : 제4 발광층

도면

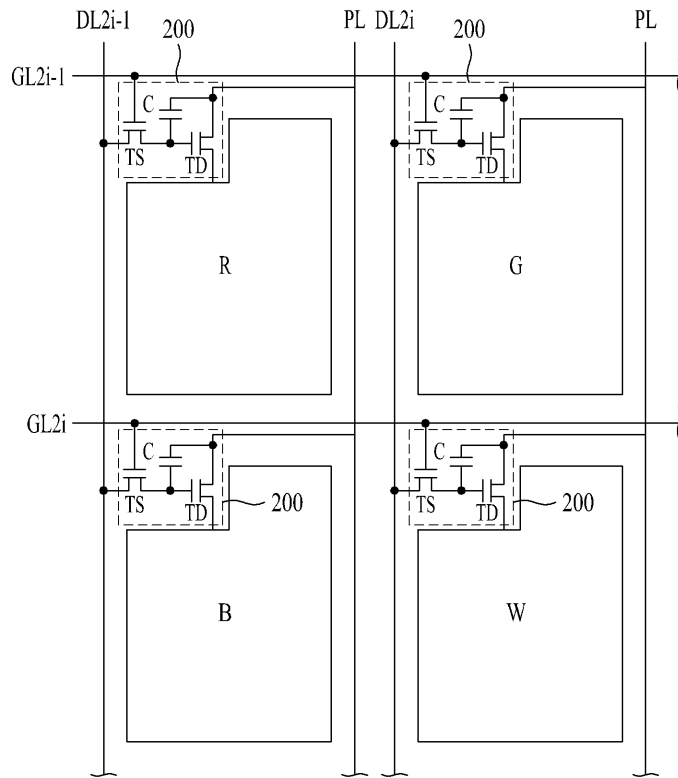
도면1a



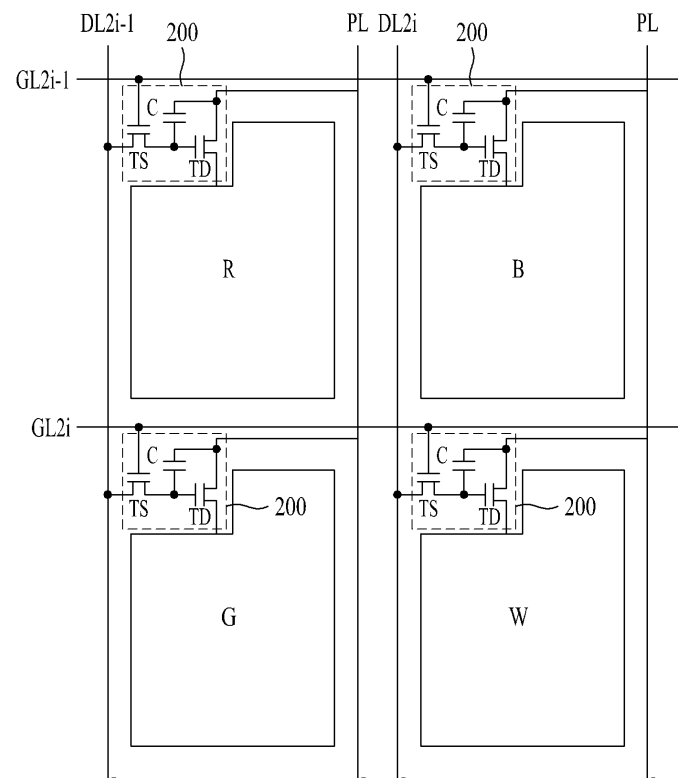
도면1b



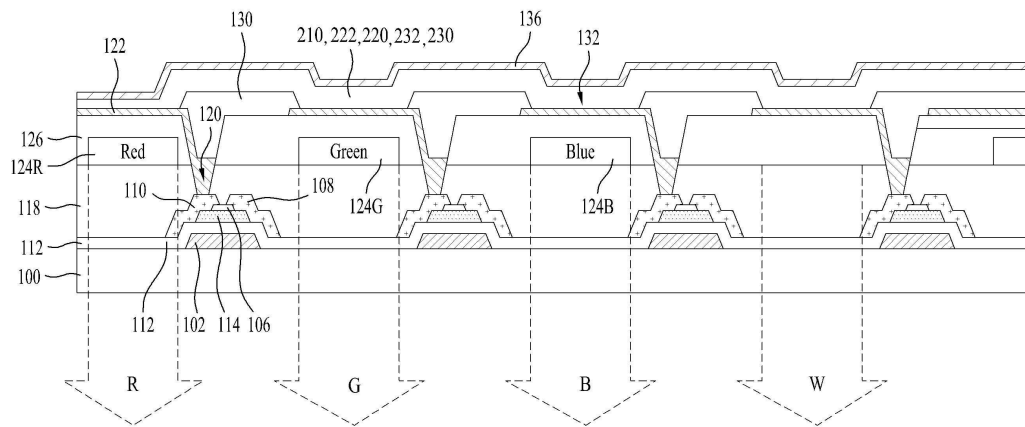
도면1c



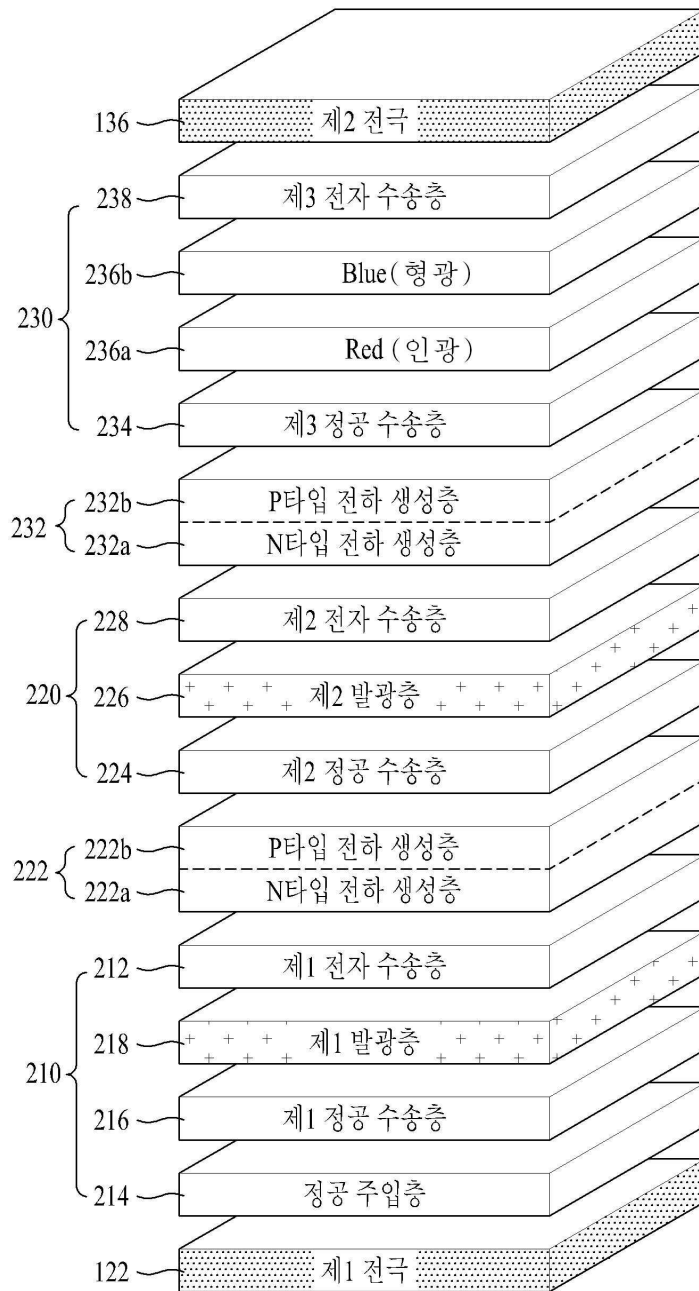
도면1d



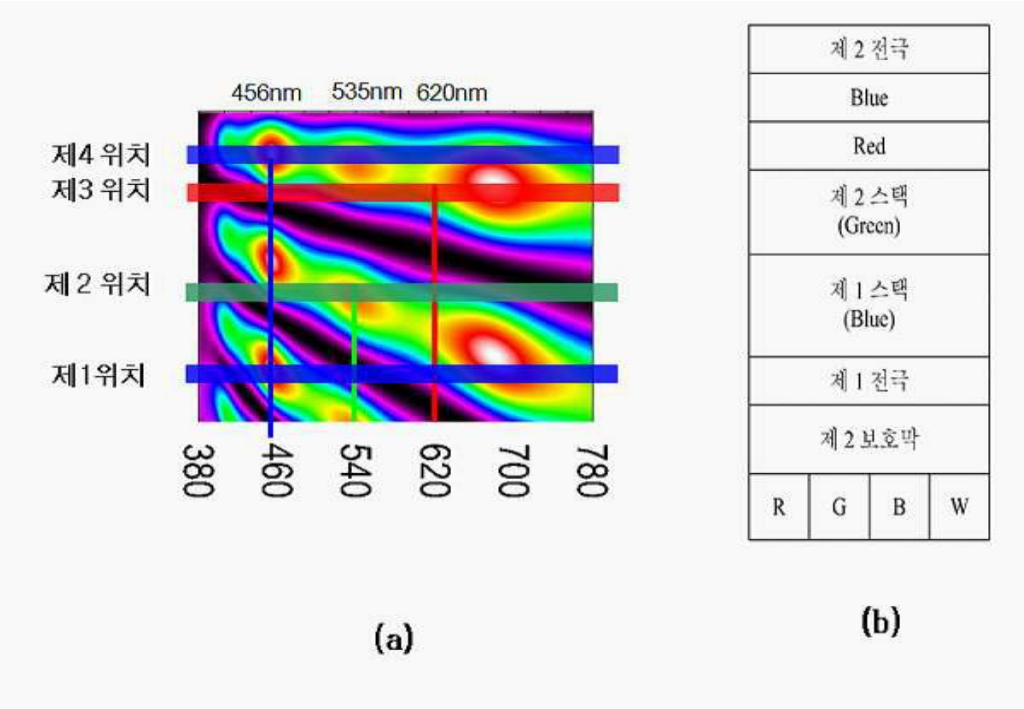
도면2



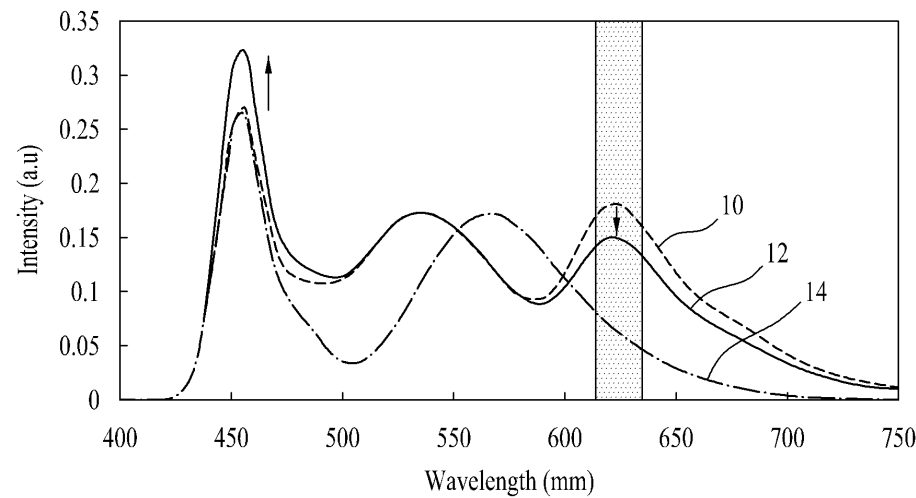
도면3



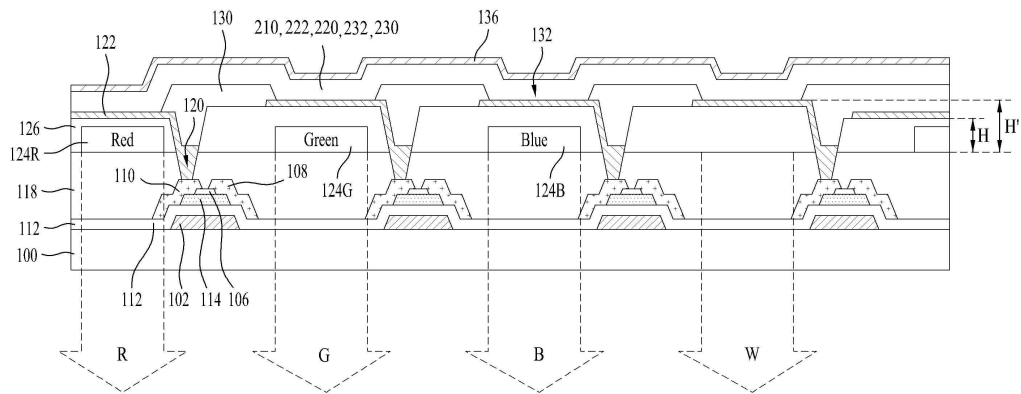
도면4



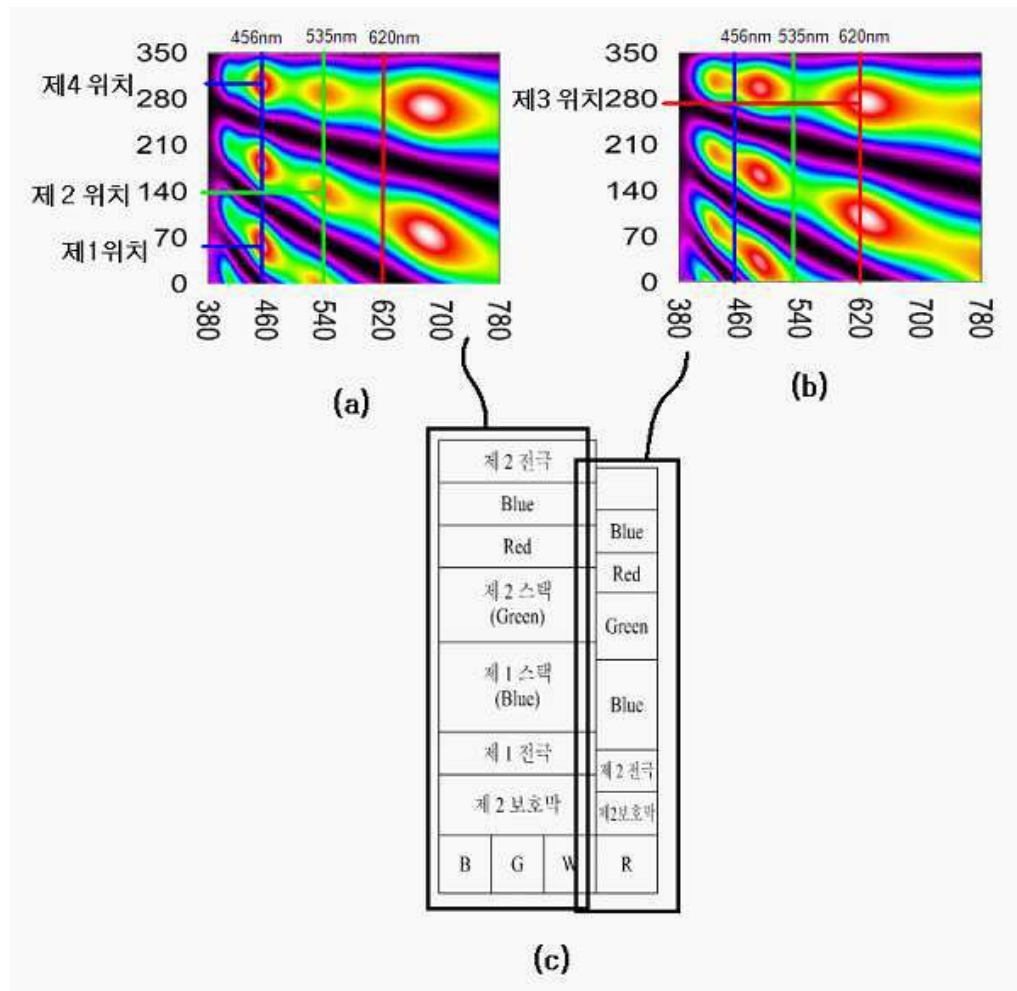
도면5



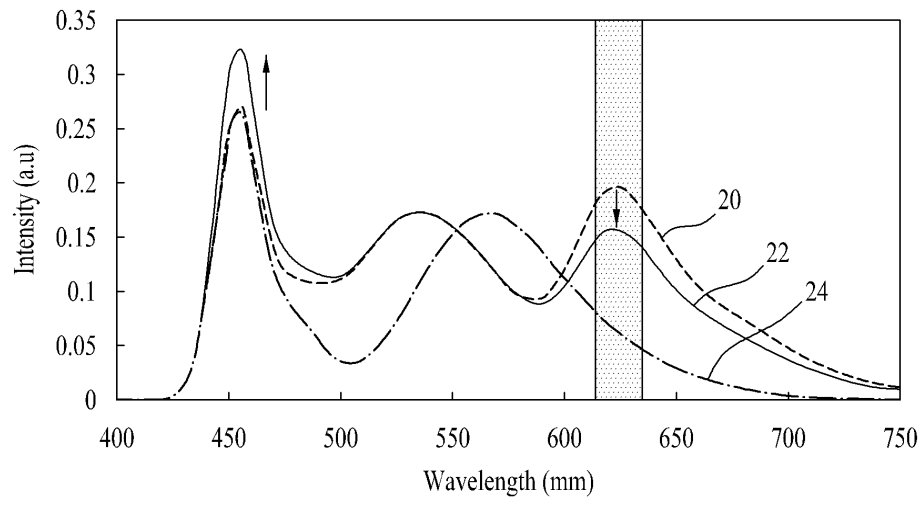
도면6



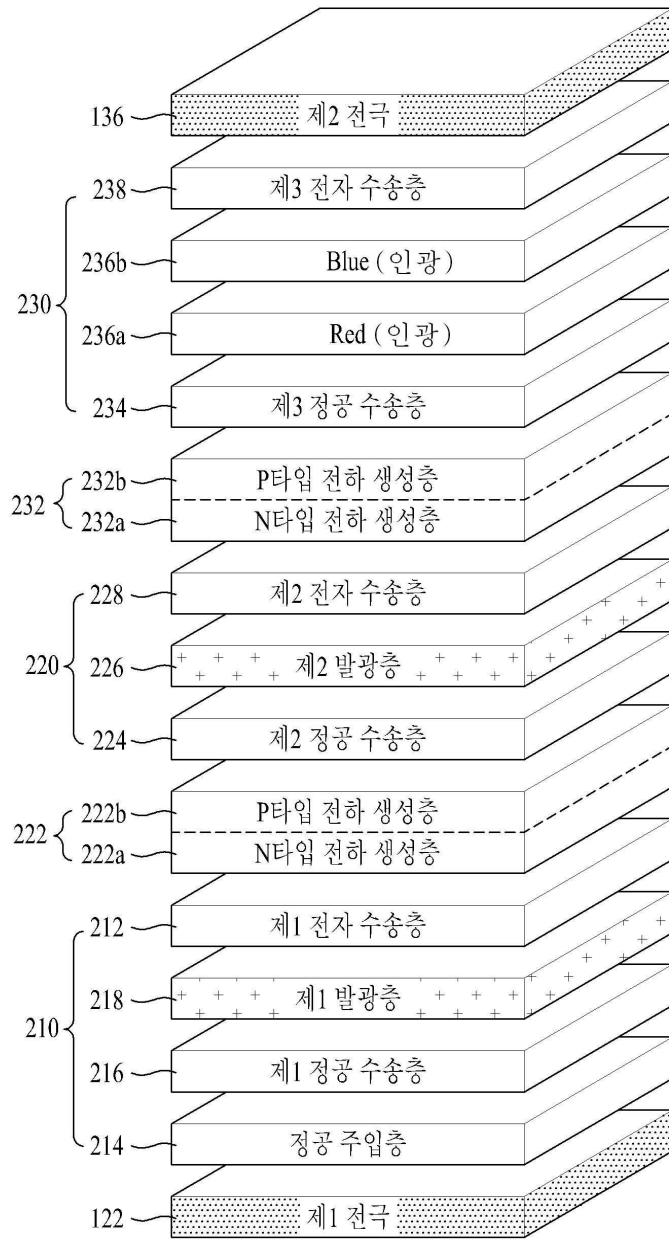
도면7



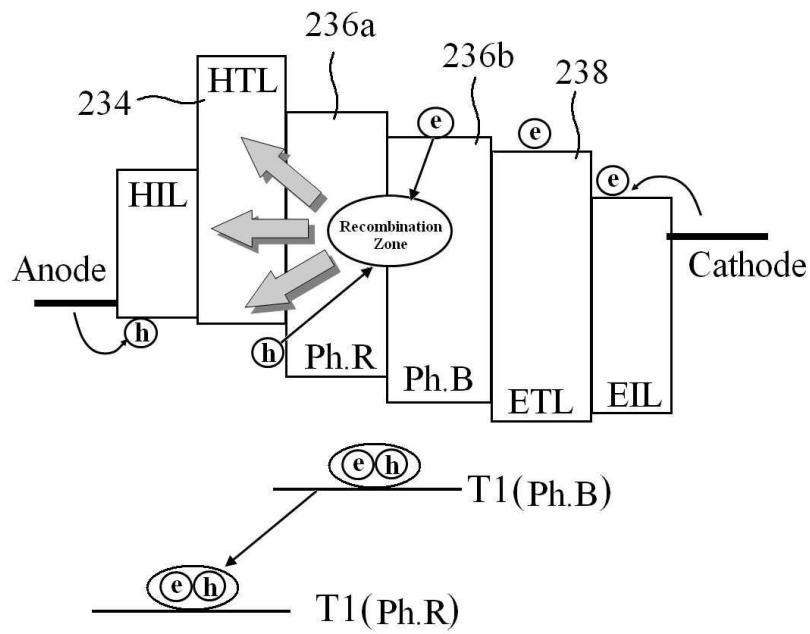
도면8



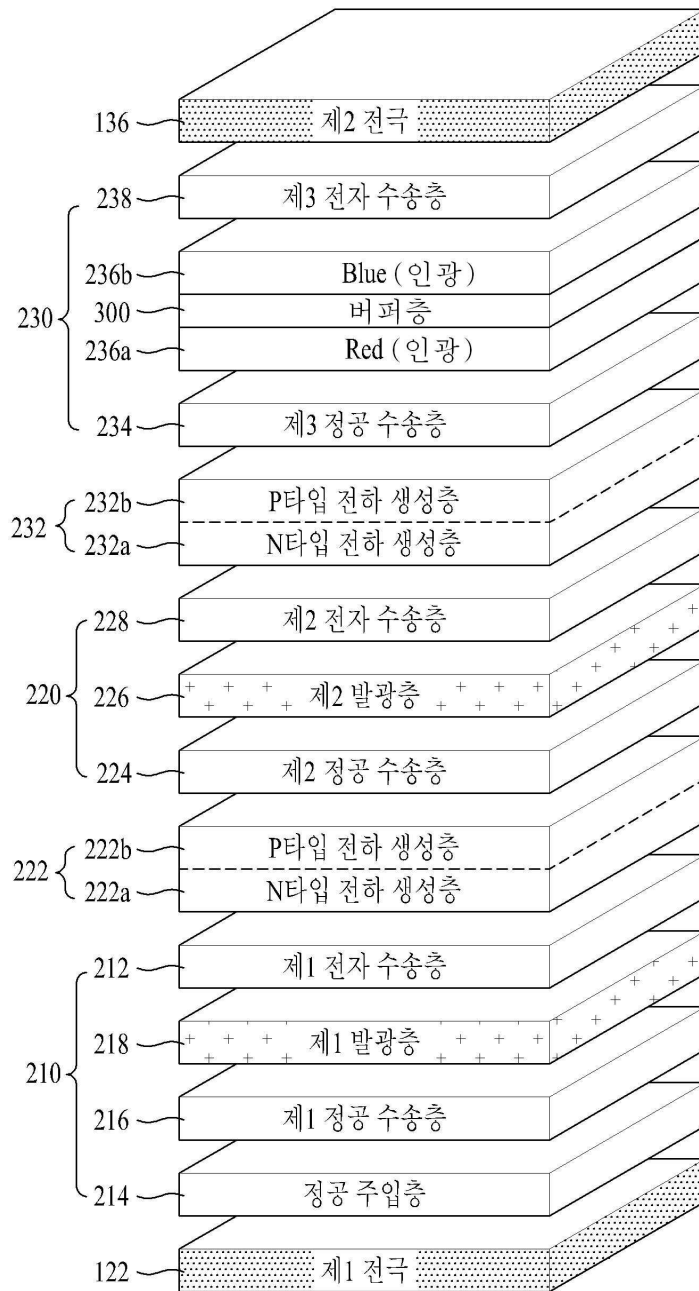
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	有机发光显示装置		
公开(公告)号	KR102081116B1	公开(公告)日	2020-02-25
申请号	KR1020130100714	申请日	2013-08-23
[标]申请(专利权)人(译)	乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	LG显示器有限公司		
[标]发明人	유태선 김화경 최홍석 한미영 김동혁 김신한 오혜민		
发明人	유태선 김화경 최홍석 한미영 김동혁 김신한 오혜민		
IPC分类号	H01L51/50		
CPC分类号	H01L27/3213 H01L27/3262 H01L27/3272 H01L51/5016		
代理人(译)	Bakyounbok		
审查员(译)	Jeongmyeong周		
优先权	1020120098977 2012-09-06 KR		
其他公开文献	KR1020140032315A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光显示器技术领域本发明涉及能够提高面板效率和颜色再现率的有机发光显示器。根据本发明的有机发光显示器包括：薄膜晶体管，其形成为用于栅极线，数据线和电源线交叉，并形成在R，G，B和W子像素的每一个中 区域；以及白色有机发光元件，其包括连接至薄膜晶体管的第一电极，在第一电极上包含蓝色荧光发光层的第一发光层的第一堆叠，在第二电极上包含第二发光层的第二堆叠。绿色磷光发光层，白色有机公共层，包括第三堆叠，第三堆叠包含红色磷光发光层的第三发光层和蓝色磷光或磷光发光层的第四发光层，以及形成在其上的第二电极第三叠。

