



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0019517
(43) 공개일자 2020년02월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5275 (2013.01)
H01L 27/3213 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0095139
(22) 출원일자 2018년08월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
이강주
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
정승룡
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 유기발광표시장치

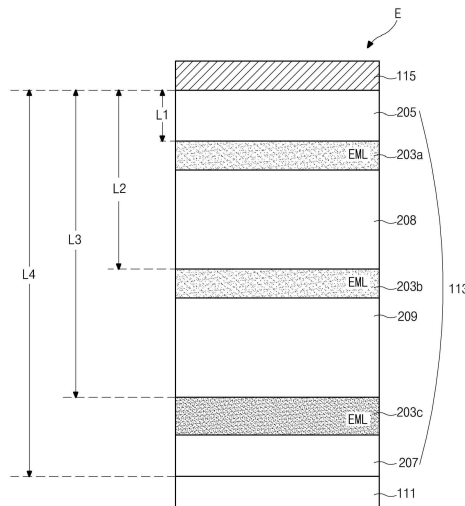
(57) 요약

본 발명은 유기발광표시장치에 관한 것으로 특히 광 추출 효율이 향상된 유기발광표시장치에 관한 것이다.

본 발명의 특징은 마이크로 렌즈를 이루는 유기발광층의 유효발광영역과 광학적 특성인 캐비티 피크(cavity peak)를 구현할 수 있는 조건을 만족하도록, 발광층의 최적의 위치를 설계함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED는 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있게 된다.

또한, 광 추출 효율을 보다 향상시키는 동시에 유기발광층 및/또는 발광다이오드의 전체 두께를 줄일 수 있어 유기발광층의 두께에 의해 광 효율이 감소하게 되거나 또는 공정의 효율성이 낮아지게 되는 것을 방지할 수도 있다.

대표도 - 도4



- (52) CPC특허분류
H01L 27/326 (2013.01)
H01L 51/56 (2013.01)

김태식
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

- (72) 발명자
전성수
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
-

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 배치되고, 복수의 볼록부 또는 복수의 오목부를 포함하는 오버코팅층과;

상기 오버코팅층 상에 배치되는 제1전극과;

상기 제1전극 상에 배치되며, 제 1 발광층을 포함하는 유기발광층과;

상기 유기발광층 상에 배치되는 제2전극

을 포함하며, 상기 볼록부에 대응하여 위치하는 상기 유기발광층은 상기 제 2 전극으로부터 순차적으로 위치하는 제 1 내지 제 3 발광층을 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 발광층은 동일한 파장의 광을 발광하며, 상기 제 3 발광층은 상기 제 1 및 제 2 발광층과 다른 파장의 광을 발광하는 유기발광표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 발광층은 440 ~ 480nm의 파장을 발광하며, 상기 제 3 발광층은 510 ~ 590nm의 파장을 발광하는 유기발광표시장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 290 ~ 460Å의 범위 내에 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 3 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1860 ~ 2260Å의 범위 내에 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1060 ~ 1260Å의 범위 내에 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1860 ~ 2260Å의 범위 내에 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
상기 유기발광층의 두께는 3600 ~ 4000 Å인 유기발광표시장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
상기 볼록부에 대응하는 상기 유기발광층의 두께는 상기 오목부에 대응하는 상기 유기발광층의 두께에 비해 얇은 유기발광표시장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기발광표시장치에 관한 것으로 특히 광 추출 효율이 향상된 유기발광표시장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 사회가 본격적인 정보화 시대로 접어들어 따라 대량의 정보를 처리 및 표시하는 정보 디스플레이에 관한 관심이 고조되고 있고, 또한 휴대가 가능한 정보매체를 이용하려는 요구가 높아지면서, 이에 부응하는 여러 가지 다양한 경량 및 박형의 평판표시장치가 개발되어 각광받고 있다.

[0004] 특히, 다양한 평판표시장치 중에서 유기발광표시장치(Organic light emitting diodes : OLED)는 자발광소자로서, 비발광소자인 액정표시장치(Liquid Crystal Display device : LCD)에 사용되는 백라이트를 필요로 하지 않기 때문에 경량 박형이 가능하다.

[0005] 그리고, 액정표시장치에 비해 시야각 및 대비비가 우수하며, 소비전력 측면에서도 유리하며, 직류 저전압 구동이 가능하고, 응답속도가 빠르며, 내부 구성요소가 고체이기 때문에 외부충격에 강하고, 사용 온도범위도 넓은 장점을 가지고 있다.

[0007] 한편, 이러한 OLED는 유기발광층에서 발광된 광이 OLED의 여러 구성요소들을 통과하여 외부로 방출되는 과정에서 상당 부분 손실되어, OLED의 외부로 방출되는 광은 유기발광층에서 발광된 광 중 약 20%정도 밖에 되지 않는다.

[0008] 여기서, 유기발광층으로부터 방출되는 광량은 OLED로 인가되는 전류의 크기와 더불어 증가하게 되므로, 유기발광층으로 보다 많은 전류를 인가하여 OLED의 휘도를 보다 상승 시킬 수는 있으나, 이는 전력소모가 커지게 되고, 또한 OLED의 수명 또한 감소시키게 된다.

[0009] 따라서, 최근에는 OLED의 광 추출 효율을 향상시키기 위하여 OLED의 기관 외측에 마이크로 렌즈 어레이(micro lens array; MLA)를 부착하거나, OLED의 오버코트층에 마이크로 렌즈를 형성하는 방법이 제안되고 있다.

[0010] 그러나, 유기발광장치의 기관 외측에 마이크로 렌즈 어레이를 도입하거나, 장치 내부에 마이크로 렌즈를 형성함에도 불구하고, 소자 안에 갇히는 광이 많음으로써, 여전히 외부로 추출되는 광량이 적은 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 광 추출 효율이 보다 향상되어, 효율이 개선되고 수명이 보다 증가된 OLED를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 전술한 바와 같이 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 기관 상에 배치되고, 복수의 볼록부 또는 복수의 오목부를 포함하는 오버코팅층과, 상기 오버코팅층 상에 배치되는 제1전극과, 상기 제1전극 상에 배치되며, 제 1 발광층을 포함하는 유기발광층과, 상기 유기발광층 상에 배치되는 제2전극을 포함하며, 상기 볼록부에 대응하여 위치하는 상기 유기발광층은 상기 제 2 전극으로부터 순차적으로 위치하는 제 1 내지 제 3 발광층을 포함하며, 상기 제 1 및 제 2 발광층은 동일한 파장의 광을 발광하며, 상기 제 3 발광층은 상기 제 1 및 제 2 발광층과 다른 파장의 광을 발광하는 유기발광표시장치를 제공한다.
- [0015] 이때, 상기 제 1 및 제 2 발광층은 440 ~ 480nm의 파장을 발광하며, 상기 제 3 발광층은 510 ~ 590nm의 파장을 발광하며, 상기 제 1 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 290 ~ 460Å의 범위 내에 위치한다.
- [0016] 그리고, 상기 제 3 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1860 ~ 2260Å의 범위 내에 위치하며, 상기 제 2 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1060 ~ 1260Å의 범위 내에 위치한다.
- [0017] 이때, 상기 제 2 발광층은 상기 제 2 전극의 표면으로부터 1860 ~ 2260Å의 범위 내에 위치하며, 상기 유기발광층의 두께는 3600 ~ 4000Å이다.
- [0018] 그리고, 상기 볼록부에 대응하는 상기 유기발광층의 두께는 상기 오목부에 대응하는 상기 유기발광층의 두께에 비해 얇다.

발명의 효과

- [0020] 위에 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 마이크로 렌즈를 포함하는 OLED의 유효발광영역과 각 발광층의 캐비티 피크(cavity peak)를 구현할 수 있는 조건을 만족하도록 발광층의 최적의 위치를 설계함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED는 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0021] 또한, 유기발광층 및/또는 발광다이오드의 전체 두께를 줄일 수 있어 유기발광층의 두께에 의해 광 효율이 감소하게 되거나 또는 공정의 효율성이 낮아지게 되는 것을 방지할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OLED를 개략적으로 도시한 단면도.
- 도 2는 도 1에 도시된 A부분의 확대도.
- 도 3은 일반적인 OLED의 색상 별 컨투어 맵.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드를 나타내는 도면.
- 도 5는 청색광의 제 2 전극으로부터의 거리 별 외부양자효율을 나타낸 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.
- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OLED를 개략적으로 도시한 단면도이다.
- [0026] 설명에 앞서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 발광된 광의 투과방향에 따라 상부 발광방식(top emission type)과 하부 발광방식(bottom emission type)으로 나뉘게 되는데, 이하 본 발명에서는 하부 발광방식을 일례로 설명하도록 하겠다.
- [0027] 그리고 설명의 편의를 위하여 각 화소영역(P)은 발광다이오드(E)가 구비되어 실질적으로 화상이 구현되는 발광 영역(EA)과, 발광영역(EA)의 가장자리를 따라 위치하며 구동 박막트랜지스터(DTr)가 형성되는 스위칭영역(TrA)을 포함하는 비발광영역(NEA)을 정의한다.

- [0028] 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 발광다이오드(E)가 형성된 기판(101)이 보호필름(102)에 의해 인캡슐레이션(encapsulation)된다.
- [0029] 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 기판(101) 상의 각 화소영역(P)의 비발광영역(NEA) 내에 위치하는 스위칭영역(TrA) 상에는 반도체층(103)이 위치하는데, 반도체층(103)은 실리콘으로 이루어지며 그 중앙부는 채널을 이루는 액티브영역(103a) 그리고 액티브영역(103a) 양측면으로 고농도의 불순물이 도핑된 소스 및 드레인영역(103b, 103c)으로 구성된다.
- [0030] 이러한 반도체층(103) 상부에는 게이트절연막(105)이 위치한다.
- [0031] 게이트절연막(105) 상부에는 반도체층(103)의 액티브영역(103a)에 대응하여 게이트전극(107)과 도면에 나타내지 않았지만 일방향으로 연장하는 게이트배선(미도시)이 구비된다.
- [0032] 또한, 게이트전극(107)과 게이트배선(미도시)을 포함하는 상부에는 제 1 층간절연막(109a)이 위치하며, 이때 제 1 층간절연막(109a)과 그 하부의 게이트절연막(105)은 액티브영역(103a) 양측면에 위치한 소스 및 드레인영역(103b, 103c)을 각각 노출시키는 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)이 구비된다.
- [0033] 다음으로, 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 포함하는 제 1 층간절연막(109a) 상부에는 서로 이격하며 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 통해 노출된 소스 및 드레인영역(103b, 103c)과 각각 접촉하는 소스 및 드레인전극(110a, 110b)이 구비되어 있다.
- [0034] 그리고, 소스 및 드레인전극(110a, 110b)과 두 전극(110a, 110b) 사이로 노출된 제 1 층간절연막(109a) 상부에 제 2 층간절연막(109b)이 위치한다.
- [0035] 이때, 소스 및 드레인전극(110a, 110b)과 이들 전극(110a, 110b)과 접촉하는 소스 및 드레인영역(103b, 103c)을 포함하는 반도체층(103)과 반도체층(103) 상부에 위치하는 게이트절연막(105) 및 게이트전극(107)은 구동 박막트랜지스터(DTr)를 이루게 된다.
- [0036] 한편, 도면에 도시하지 않았지만 게이트배선(미도시)과 교차하여 각각의 화소영역(P)을 정의하는 데이터배선(미도시)이 위치하며, 스위칭 박막트랜지스터(미도시)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 동일한 구조로, 구동 박막트랜지스터(DTr)와 연결된다.
- [0037] 여기서, 스위칭 박막트랜지스터(STr) 및 구동 박막트랜지스터(DTr)는 반도체층(103)의 종류에 따라 비결정 실리콘 박막트랜지스터(a-Si TFT), 다결정 실리콘 박막트랜지스터(p-Si TFT), 단결정 실리콘 박막트랜지스터(c-Si TFT), 및 산화물 박막트랜지스터(oxide TFT) 등으로 구분할 수 있으며, 도면에서는 반도체층(103)이 탑 게이트(top gate) 타입을 예로써 보이고 있으며, 이의 변형예로써 순수 및 불순물의 비정질실리콘으로 이루어진 보텀 게이트(bottom gate) 타입으로 구비될 수도 있다.
- [0038] 이때, 반도체층(103)이 산화물반도체층으로 이루어질 경우 반도체층(103) 하부로 차광층(미도시)이 더욱 위치할 수 있으며, 차광층(미도시)과 반도체층(103) 사이로 버퍼층(미도시)이 위치할 수 있다.
- [0039] 그리고 각 화소영역(P)의 발광영역(EA)에 대응하는 제 2 층간절연층(109b) 상부에는 파장 변환층(106)이 위치한다.
- [0040] 이러한 파장 변환층(106)은 발광다이오드(E)로부터 기판(101) 쪽으로 방출되는 백색광 중 화소영역(P)에 설정된 색상의 파장만을 투과시키는 컬러필터를 포함한다.
- [0041] 여기서 파장 변환층(106)은 적색(red), 녹색(green), 또는 청색(blue)의 파장만을 투과시킬 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)에서, 하나의 단위 화소는 인접한 적색, 녹색, 청색 화소영역(P)으로 구성될 수 있으며, 이 경우 적색 화소영역에 마련된 파장 변환층(106)은 적색 컬러필터, 녹색 화소영역에 마련된 파장 변환층(106)은 녹색 컬러필터, 및 청색 화소영역에 마련된 파장 변환층(106)은 청색 컬러필터를 각각 포함할 수 있다.
- [0042] 추가적으로, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)에서, 하나의 단위 화소(P)는 파장 변환층(106)이 형성되지 않은 백색 화소영역을 더 포함할 수 있다.
- [0043] 그리고 다른 예에 따른 파장 변환층(106)은 발광다이오드(E)로부터 방출되는 백색광에 따라 재발광하여 각 화소영역(P)에 설정된 색상의 광을 방출하는 크기를 갖는 양자점을 포함할 수 있다. 여기서, 양자점은 CdS, CdSe, CdTe, ZnS, ZnSe, ZnTe, HgS, HgSe, HgTe, CdSeS, CdSeTe, CdSTe, ZnSeS, ZnSeTe, ZnSTe, HgSeS, HgSeTe,

HgSTe, CdZnS, CdZnSe, CdZnTe, CdHgS, CdHgSe, CdHgTe, HgZnS, HgZnSe, HgZnTe, CdZnSeS, CdZnSeTe, CdZnSTe, CdHgSeS, CdHgSeTe, CdHgSTe, HgZnSeS, HgZnSeTe, HgZnSTe, GaN, GaP, GaAs, AlN, AlP, AlAs, InN, InP, InAs, GaNP, GaNAs, GaPAs, AlNP, AlNAs, AlPAs, InNP, InNAs, InPAs, GaAlNP, GaAlNAs, GaAlPAs, GaInNP, GaInNAs, GaInPAs, InAlNP, InAlNAs, InAlPAs 및 SbTe로 이루어진 군에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0044] 예를 들어, 적색 화소영역의 과장 변환층(106)은 CdSe 또는 InP의 양자점, 녹색 화소영역의 과장 변환층(106)은 CdZnSeS의 양자점, 및 청색 화소영역의 과장 변환층(106)은 ZnSe의 양자점을 각각 포함할 수 있다. 이와 같이, 과장 변환층(106)이 양자점을 포함하는 OLED(100)는 높은 색재현율을 가질 수 있다.
- [0045] 또 다른 예에 따른 과장 변환층(106)은 양자점을 함유하는 컬러필터로 이루어질 수도 있다.
- [0046] 이러한 과장 변환층(106) 상부에는 제 2 층간절연막(109b)과 함께 드레인전극(110b)을 노출하는 제 1 드레인콘택홀(108a)을 갖는 오버코팅층(108)이 위치하는데, 오버코팅층(108)은 표면이 복수의 오목부(118) 및 복수의 볼록부(117)가 교번하여 배치되도록 하여, 마이크로 렌즈(ML)를 이루게 된다.
- [0047] 이러한 오버코팅층(108)은 굴절률이 약 1.5인 절연 물질로 이루어 질 수 있고, 예를 들어, 아크릴계 수지, 에폭시 수지, 페놀 수지, 폴리이미드계 수지, 폴리이미드계 수지, 불포화 폴리에스테르계 수지, 폴리페닐렌계 수지, 폴리페닐렌설파이드계 수지, 벤조사이클로부텐 및 포토레지스트 중 하나로 형성될 수 있으나, 이에 제한되지 않고, 약 1.5의 굴절률을 갖는 임의의 절연 물질로 형성될 수 있다.
- [0048] 이러한 오버코팅층(108)의 볼록부(117)는 각각의 오목부(118)를 정의하거나 둘러싸는 구조를 갖는데, 이러한 볼록부(117)는 밑면부(117a), 정상부(117b) 및 옆면부(117c)를 포함할 수 있다.
- [0049] 여기서 옆면부(117c)는 정상부(117b)의 최대 기울기(Smax)를 포함하는 영역으로, 정상부(117b)를 이루는 경사면 전체일 수 있다.
- [0050] 이러한 볼록부(117)를 통해 유기발광층(113)에서 발광된 광의 진행 경로를 기관(101) 쪽으로 변경하게 되어, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 광 추출 효율이 향상되게 된다.
- [0051] 이와 같은 마이크로 렌즈(ML)를 포함하는 오버코팅층(108) 상부로는 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(110b)과 연결되며 예를 들어 일함수 값이 비교적 높은 물질로 발광다이오드(E)의 양극(anode)을 이루는 제 1 전극(111)이 위치한다.
- [0052] 이러한 제 1 전극(111)은 각 화소영역(P) 별로 위치하는데, 각 화소영역(P) 별로 위치하는 제 1 전극(111) 사이에는 뱅크(bank : 119)가 위치한다. 즉, 제 1 전극(111)은 뱅크(119)를 각 화소영역(P) 별 경계부로 하여 화소영역(P) 별로 분리된 구조를 갖게 된다.
- [0053] 그리고 제 1 전극(111)의 상부에 유기발광층(113)이 위치하는데, 유기발광층(113)은 발광물질로 이루어진 단일층으로 구성될 수도 있으며, 발광 효율을 높이기 위해 정공주입층(hole injection layer), 정공수송층(hole transport layer), 발광층(emitting material layer), 전자수송층(electron transport layer) 및 전자주입층(electron injection layer)의 다중층으로 구성될 수도 있다. 이에 대해 추후 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0054] 여기서, 오버코팅층(108) 상부로 순차적으로 위치하는 제 1 전극(111), 유기발광층(113)은 모두 오버코팅층(108)의 표면에 구비되는 오목부(118) 및 볼록부(117)를 따라 마이크로 렌즈(ML)를 이루게 된다.
- [0055] 이때, 유기발광층(113)은 마이크로 렌즈(ML)의 오목부(118)와 볼록부(117)에 대응하여 서로 다른 두께를 갖도록 형성된다.
- [0056] 즉, 마이크로 렌즈(ML)의 오목부(118)에 대응되는 영역에서의 제 1 전극(111)에 수직인 유기발광층(113)의 두께에 비해, 마이크로 렌즈(ML)의 볼록부(117)에 대응되는 영역에서의 유기발광층(113)의 옆면부(117c)의 접선(C1, C2, 도 2 참조)으로부터 수직인 길이에 대응되는 유기발광층(113)의 두께는 얇게 형성될 수 있다.
- [0057] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)의 볼록부(117)와 오목부(118)의 유기발광층(113)의 두께가 다르게 형성됨에 따라, 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)의 오목부(118)에서의 제 2 전극(115)으로부터의 유기발광층(113)의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)까지의 거리와, 볼록부(117)의 옆면부(117c)에서의 제 2 전극(115)으로부터의 유기발광층(113)의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)까지의 거리 또한 서로 다르게 형성되게 된다.

- [0058] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113) 내의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 최적의 위치를 제안하는 것을 특징으로 한다.
- [0059] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)의 최적의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 위치를 제안함으로써, 발광다이오드(E)로부터 발광된 광의 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있다. 이에 대해 추후 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0060] 그리고, 유기발광층(113)의 상부로는 전면에 음극(cathode)을 이루는 제 2 전극(115)이 위치한다.
- [0061] 이러한 제 2 전극(115) 또한 오버코팅층(108)의 표면에 구비되는 오목부(118) 및 볼록부(117)를 따라 마이크로 렌즈(ML)를 이루게 된다.
- [0062] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 선택된 신호에 따라 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115)으로 소정의 전압이 인가되면, 제 1 전극(111)으로부터 주입된 정공과 제 2 전극(115)으로부터 제공된 전자가 유기발광층(113)으로 수송되어 엑시톤(exciton)을 이루고, 이러한 엑시톤이 여기상태에서 기저상태로 천이 될 때 광이 발생되어 가시광선의 형태로 방출된다.
- [0063] 여기서, 발광된 광은 투명한 제 1 전극(111)을 통과하여 외부로 나가게 되므로, OLED(100)는 임의의 화상을 구현하게 된다.
- [0064] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 오버코팅층(108)이 마이크로 렌즈(ML)를 이룸에 따라, 유기발광층(113) 내부에서 반복되는 전반사에 의해 외부로 추출되지 않는 광의 진행경로를 기관(101) 쪽으로 변경되도록 할 수 있어, 광 추출 효율을 향상시키게 된다.
- [0065] 그리고, 이러한 구동 박막트랜지스터(DTr)와 발광다이오드(E) 상부에는 얇은 박막필름 형태인 보호필름(102)을 위치시킨 후, 발광다이오드(E)와 보호필름(102) 사이로 투명하며 접착 특성을 갖는 유기 또는 무기 절연물질로 이루어지는 페이스 셸(104)을 개재하여 보호필름(102)과 기관(101)을 합착함으로써, OLED(100)는 인캡슐레이션(encapsulation)된다.
- [0066] 여기서, 보호필름(102)은 외부 산소 및 수분이 OLED(100) 내부로 침투하는 것을 방지하기 위하여, 무기보호필름을 적어도 2장 적층하여 사용하는데, 이때, 2장의 무기보호필름 사이에는 무기보호필름의 내충격성을 보완하기 위한 유기보호필름이 개재되는 것이 바람직하다.
- [0067] 이러한 유기보호필름과 무기보호필름이 교대로 반복하여 적층된 구조에서는 유기보호필름의 측면을 통해서 수분 및 산소가 침투하는 것을 막아주어야 하기 때문에 무기보호필름이 유기보호필름을 완전히 감싸는 구조로 이루어지는 것이 바람직하다.
- [0068] 따라서, OLED(100)는 외부로부터 수분 및 산소가 OLED(100) 내부로 침투하는 것을 방지할 수 있다.
- [0069] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 광이 투과되는 기관(101)의 외면으로 외부광에 의한 콘트라스트의 저하를 방지하기 위한 편광판(미도시)이 위치할 수 있는데, 즉, OLED(100)는 화상을 구현하는 구동모드일 때 유기발광층(113)을 통해 발광된 광의 투과방향에 외부로부터 입사되는 외부광을 차단하는 편광판(미도시)을 위치시킴으로써, 콘트라스트를 향상시키게 된다.
- [0070] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 오버코팅층(108)에 의해 표면이 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)을 마이크로 렌즈(ML) 형상에 대응하여 최적의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 위치를 제안함으로써, 발광다이오드(E)로부터 발광된 광의 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있다.
- [0072] 도 2는 도 1에 도시된 A부분의 확대도로, 이는 본 발명의 실시예에 따른 유기발광층의 단면 구조를 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 도시한 바와 같이, 복수의 오목부(118)와 볼록부(117)가 교번하여 배치되어 표면이 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 오버코팅층(108) 상부에는 제 1 전극(111)과, 유기발광층(113) 그리고 제 2 전극(115)이 순차적으로 위치하는 발광다이오드(E)가 배치된다.
- [0074] 여기서, 표면이 오목부(118) 및 볼록부(117)의 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 오버코팅층(108) 상부에 순차적으로 위치하는 제 1 전극(111), 유기발광층(113), 제 2 전극(115)은 모두 오버코팅층(108)의 표면을 따라 마이크로 렌즈(ML)를 이루게 된다.

- [0075] 이때, 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 오버코트층(108)의 볼록부(117)는 밀면부(117a), 정상부(117b) 그리고 밀면부(117a)와 정상부(117b)를 연결하여 정상부(117b)를 이루는 경사면 전체를 이루는 옆면부(117c)로 나뉘어 정의된다.
- [0076] 이러한 오버코트층(108)의 볼록부(117)는 유기발광층(113)의 광 추출 효율을 보다 증가시키기 위하여 정상부(117b)가 뾰족한 구조로 형성되어, 볼록부(117)는 정상부(117b)에 해당하는 꼭지점, 밀면부(117a)에 해당하는 밀면, 그리고 옆면부(117c)에 해당하는 빗변을 포함하는 삼각 형태의 단면 구조로 이루어질 수 있다.
- [0077] 이러한 오버코트층(108)의 볼록부(117)는 옆면부(117c)가 이루는 기울기(θ_1 , θ_2)가 밀면부(117a)로부터 정상부(117b)로 향할수록 점차 커질 수 있는데, 기울기(θ_1 , θ_2)는 볼록부(117)의 옆면부(117c)의 접선(C1, C2)과 수평면(=밀면부(117a)) 사이의 각도로써, 볼록부(117)의 옆면부(117c)의 접선(C1, C2)과 수평면(=밀면부(117a)) 사이의 각도가 최대인 기울기(θ_1 , θ_2)를 최대 기울기(S_{max})라 정의한다.
- [0078] 이때, 오버코트층(108)은 최대 기울기(S_{max})를 갖는 상부영역(UA)과, 최소 기울기(S_{min})를 갖는 하부영역(LA) 그리고 상부영역(UA)과 하부영역(LA) 사이의 중간영역(MA)으로 나뉘어 정의할 수 있는데, 오버코트층(108)의 볼록부(117)는 옆면부(117c)가 이루는 기울기(θ_1 , θ_2)가 밀면부(117a)로부터 정상부(117b)로 갈수록 점차 커지게 되므로, 오버코트층(108)의 볼록부(117)의 옆면부(117c)는 정상부(117b)에 인접한 상부영역(UA)에서 최대 기울기(S_{max})를 갖게 된다.
- [0079] 이와 같이, 오목부(118)와 볼록부(117)의 마이크로 렌즈(ML)를 포함하는 오버코트층(108) 상부로 위치하는 제 1 전극(111)과 유기발광층(113) 그리고 제 2 전극(115) 또한, 표면이 오목부(118)와 볼록부(117)의 마이크로 렌즈(ML)를 이루게 되며, 볼록부(117) 또한 밀면부(117a), 정상부(117b) 그리고 옆면부(117c)로 나뉘어 정의되며, 옆면부(117c)에서도 상부영역(UA)과, 중간영역(MA) 그리고 하부영역(LA)으로 나뉘어 정의될 수 있다.
- [0080] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 오버코트층(108) 상부로 위치함에 따라, 유기발광층(113)의 두께(d_1 , d_2 , d_3 , d_4)가 영역 별로 상이하게 이루어질 수 있는데, 즉, 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(ML)의 오목부(118)와 볼록부(117)에 대응하여 서로 다른 두께(d_1 , d_2 , d_3 , d_4)를 갖도록 형성된다.
- [0081] 특히, 마이크로 렌즈(ML)의 오목부(118)에 대응되는 영역에서와 볼록부(117)의 정상부(117b)에서의 제 1 전극(111)에 수직한 유기발광층(113)의 두께(d_1 , d_2)에 비해, 마이크로 렌즈(ML)의 볼록부(117)의 옆면부(117c)에 대응되는 영역에서의 유기발광층(113)의 접선(C1, C2)으로부터 수직한 길이에 대응되는 두께(d_3 , d_4)는 얇게 형성될 수 있다.
- [0082] 그리고, 볼록부(117)의 옆면부(117c)에 대응되는 영역에서의 유기발광층(113)의 두께(d_3 , d_4)는 또 다시 하부영역(LA)으로부터 상부영역(UA)으로 갈수록 점점 얇은 두께로 형성되게 된다.
- [0083] 이는 유기발광층(113)을 증착하는 공정 과정의 특성으로, 마이크로 렌즈(ML)를 포함하는 오버코트층(108) 상부로 위치하는 유기발광층(113)은 마이크로 렌즈(ML)의 볼록부(117)의 옆면부(117c)에서는 기울기(θ_1 , θ_2)가 형성됨에 따라, 수직방향으로 증착되는 유기발광층(113)의 두께(d_1 , d_2)에 비해 옆면부(117c)에서는 얇은 두께(d_3 , d_4)를 갖도록 형성되게 된다.
- [0084] 또한 옆면부(117c)에서도 하부영역(LA)으로부터 상부영역(UA)으로 갈수록 기울기(θ_1 , θ_2)가 커지게 되므로, 기울기(θ_2)가 가장 크게 형성되는 상부영역(UA)에서의 유기발광층(113)의 두께(d_4)가 가장 얇게 형성될 수 있으며, 상대적으로 기울기(θ_1)가 적은 볼록부(117)의 중간영역(MA)에서의 유기발광층(113)의 두께(d_3)가 두껍게 형성되는 것이다.
- [0085] 이에 따라, 유기발광층(113)의 두께는 $d_1 \geq d_2 > d_3 > d_4$ 로 형성되게 된다.
- [0086] 여기서, 발광다이오드(E)의 발광은 주로 높은 전류 밀도를 갖는 영역에서 일어나게 되므로, 가장 얇은 두께(d_4)를 갖는 볼록부(117)의 상부영역(UA)에서 상대적으로 높은 전류 밀도에 의해 상대적으로 강한 발광이 일어나게 되고, 상대적으로 두꺼운 두께(d_1)를 갖는 볼록부(117)들의 하부영역(LA)에서는 상대적으로 낮은 전류 밀도에 의해 상대적으로 약한 발광이 일어나게 된다.
- [0087] 이에 따라, 상대적으로 강한 발광이 일어나게 되는 복수의 볼록부(117) 각각의 상부영역(UA)은 유효발광영역(B)으로 정의될 수 있으며, 발광다이오드(E)를 구동하게 되면 이러한 유효발광영역(B)에서 전기장이 국부적으로 집중되고 주된 전류 경로가 형성되어 주 발광이 일어나게 된다.

- [0088] 정술한 바와 같이, 블록부(117)의 정상부(117b)와 오목부(118) 각각에 대응되는 영역에 비해 가장 얇은 두께(d4)를 갖게 되는 유기발광층(113)은 유효발광영역(B)에서 주 발광이 발생함에 따라, 이러한 주 발광이 발생하는 유효발광영역(B)에서의 유기발광층(113)의 두께를 고려하여 유기발광층(113)의 최적의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 위치를 제공함으로써, 발광다이오드(E)로부터 발광된 광의 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있게 된다.
- [0089] 여기서, 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)의 유효발광영역(B)을 고려하여 유기발광층(113) 내에서의 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 최적의 위치를 제공함에 있어, 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 최적의 위치는 광학적 특성인 캐비티 피크(cavity peak)를 구현할 수 있는 조건을 만족하는 한도내에서 설계되어야 한다.
- [0090] 캐비티 피크(cavity peak)란 광학적으로 투과도가 최대가 되는 지점을 말하는 것으로, 일반적으로 두개의 미러(mirror) 사이에 발생한 빛이 양쪽 미러에서의 거리와 발광영역의 발광위치를 조절하여 빛의 파장이 보강간섭을 통해 최대가 되는 부분을 찾는 것이다.
- [0091] 통상적으로 캐비티 피크는 각 파장 별로 정의된 값이 존재하게 되는데, 이러한 캐비티 피크는 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 모두 평탄한 구조 내에서 설계된 값으로, 본 발명의 실시예와 같이 외부 광 추출 효율을 보다 향상시키기 위하여 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 모두 마이크로 렌즈(ML)를 이루도록 형성하는 경우에는, 기존에 정의된 캐비티 피크는 맞지 않게 된다.
- [0092] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 마이크로 렌즈(ML)를 이루는 유기발광층(113)의 유효발광영역(B)을 고려함과 동시에, 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 캐비티 피크 또한 고려된 발광층(203a, 203b, 203c, 도 3 참조)의 최적의 위치를 제공함으로써, 보다 효율이 향상된 OLED(도 1의 100)를 제공할 수 있게 된다.
- [0093] 이를 통해, OLED(도 1의 100)의 효율을 보다 개선시키게 되며, 수명 또한 보다 증가시키게 된다.
- [0094] 이에 대해 도 3 내지 도 5를 참조하여 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0096] 도 3은 일반적인 OLED의 색상 별 컨투어 맵이며, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드를 나타내는 도면이며, 도 5는 청색광의 제 2 전극으로부터의 거리 별 외부양자효율을 나타낸 그래프이다.
- [0097] 도 3을 참조하여 살펴보면, 도 3은 제 1 및 제 2 전극과 유기발광층이 모두 평탄하게 이루어지는 OLED의 색상 별 컨투어 맵(contour map)으로, 컨투어 맵은 파장에 따른 위치 별 강도를 나타내며, 같은 강도를 갖는 위치를 등고선으로 표현한 그래프이다.
- [0098] 여기서, 가로축은 광의 파장영역(nm)을 나타내고, 세로축은 제 2 전극으로부터의 거리(Å)를 나타낸다.
- [0099] 도 3의 컨투어 맵을 살펴보면, 특정 파장에서 강한 강도를 갖는 위치들에 해당 파장의 빛을 방출하는 발광층을 위치시키는 경우 효율을 증가시킬 수 있다.
- [0100] 여기서, 유기발광층은 440 ~ 480nm 내외의 파장을 갖는 청색광(Blue : B)과, 510 ~ 590nm 내외의 파장을 갖는 노랑-녹색광(Yellow-Green : YG)을 혼합하여 백색광을 방출하게 되므로, 청색광(Blue)과 노랑-녹색광(Yellow-Green)에서의 컨투어 맵을 살펴보면, 440 ~ 480nm 범위의 파장을 갖는 청색광(Blue)은 제 2 전극으로부터의 거리가 250Å 내외, 1500Å 내외, 2700Å 내외, 4000Å 내외의 위치에서 강한 강도를 갖는 것을 확인할 수 있으며, 이를 각각 제 2 전극으로부터 순차적으로 제 1 B캐비티 피크(B1), 제 2 B캐비티 피크(B2), 제 3 B캐비티 피크(B3), 제 4 B캐비티 피크(B4)라 정의하도록 하겠다.
- [0101] 그리고, 510 ~ 590nm 범위의 파장을 갖는 노랑-녹색광(Yellow-Green)은 300Å 내외, 1800Å 내외, 3400Å 내외의 위치에서 강한 강도를 갖는 것을 확인할 수 있으며, 제 2 전극으로부터 순차적으로 제 1 YG캐비티 피크(YG1), 제 2 YG캐비티 피크(YG2), 제 3 YG캐비티 피크(YG3)라 정의하도록 하겠다.
- [0102] 이때, 청색광을 발광하는 B발광층은 2개, 노랑-녹색광을 발광하는 YG발광층은 1개를 포함하는 것이 바람직하는데, 이는 청색광의 휘도를 상승시키기 위함으로, 노랑-녹색광에 비하여 상대적으로 파장이 짧은 청색광의 발광은 청색광의 재료 특성 등에 의해 발광효율이 비교적 낮은 경우가 일반적이다. 따라서 청색광의 발광효율은 대체로 노랑-녹색광의 발광 효율의 절반 정도에 불과하므로, YG발광층을 1개, B발광층을 2개 배치하여야 이들이 혼합하

여 균일한 백색광이 생성될 수 있게 된다.

- [0103] 따라서, 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 및 제 2 B발광층은 각각 제 1 내지 제 4 B캐비티 피크(B1, B2, B3, B4) 중 하나에 각각 대응하여 위치하도록 하며, 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 방출하는 YG발광층은 제 1 내지 제 3 YG캐비티 피크(YG1, YG2, YG3) 중 적어도 하나에 대응하여 위치하도록 하여, 유기발광층의 발광층이 최대 효율을 가질 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- [0104] 여기서, 제 1 및 제 2 B발광층과 YG발광층의 위치를 제 2 전극에 가장 인접하게 위치하도록 하는 것이 유기발광층 즉, 발광다이오드의 전체 두께를 줄일 수 있어 유기발광층의 두께에 의해 광 효율을 보다 향상시킬 수 있는데, 각 발광층 사이로 위치하는 유기층(정공수송층과 전자수송층 등) 등의 두께를 고려하면 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 및 제 2 B발광층은 각각 제 1 B캐비티 피크(B1)와 제 3 B캐비티 피크(B3)에 위치하도록 하는 것이 바람직하며, 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 YG 발광층은 제 2 YG캐비티 피크(YG2)에 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0105] 즉, 제 1 B캐비티 피크(B1)에 제 1 B발광층을 위치시키고 제 1 YG캐비티 피크(YG2)에 YG 발광층을 위치시킬 경우, 제 1 B발광층과 YG 발광층 사이의 거리가 너무 가까워 제 1 B발광층과 YG 발광층 사이로 유기층 등을 형성하기 매우 어려워지게 된다.
- [0106] 또한, 제 2 B캐비티 피크(B2)와 제 2 YG캐비티 피크(YG2) 사이의 거리 또한 매우 가까워, 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 및 제 2 B 발광층은 각각 제 1 및 제 3 B캐비티 피크(B1, B3)에 위치시키고, 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 YG발광층은 제 2 YG캐비티 피크(YG2)에 위치시키는 것이 가장 바람직하다.
- [0107] 따라서, 제 1 및 제 2 전극과 유기발광층이 모두 평탄하게 이루어지는 OLED에 있어서는 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 B 발광층은 제 2 전극으로부터 250Å 내외, 또한 두번째로 청색광(Blue)을 발광하는 제 2 B 발광층은 2700Å 내외 그리고 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 YG 발광층은 1800Å 내외에 위치하도록 하는 것이, 제 1 및 제 2 B발광층과 YG발광층의 캐비티 피크를 만족하도록 하여 최대 효율을 구현할 수 있게 된다.
- [0108] 한편, 이러한 제 1 및 제 2 B발광층과 YG발광층의 위치는 모두 제 1 및 제 2 전극과 유기발광층이 평탄한 일반적인 OLED에 맞춰 설계된 값으로, 본 발명의 실시예에 따라 외부 광 추출 효율을 보다 향상시키기 위하여 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 모두 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루도록 형성하는 경우에는 유효발광영역(도 2의 B)에서의 유기발광층(113)의 두께가 보다 얇게 형성되기 때문에, 컨투어 맵에 의하면 제 1 B 발광층은 제 2 전극(115)으로부터 260 ~ 460Å 내외에 위치하도록 하며, 제 2 B발광층은 3500Å 내외에 위치하도록 하며, YG 발광층은 2500Å 내외에 위치하도록 하여, 마이크로 렌즈(도 2의 ML)에 의해 얇게 형성되는 유기발광층(113)의 두께가 보상되도록 해야 한다.
- [0109] 즉, 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 OLED는 제2전극(115)의 하부로부터 순차적으로 청색광(Blue)/노랑-녹색광(Yellow-Green)/청색광(Blue)의 제 1 B발광층과 YG발광층 그리고 제 2 B 발광층이 순차적으로 배열된 구조를 이루게 된다.
- [0111] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)의 발광다이오드(E)는 제2전극(115)을 기준으로 볼 때, 제2전극(115)의 하부로부터 순차적으로 청색광(Blue)/청색광(Blue)/노랑-녹색광(Yellow-Green)의 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)이 순차적으로 배열된 구조를 이루게 하더라도, 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)이 모두 캐비티 피크를 만족하도록 하여 최대 효율을 구현할 수 있으면서도, 발광다이오드(E)의 전체 두께 또한 줄일 수 있게 된다.
- [0112] 이에 대해 도 4를 참조하여 좀더 자세히 살펴보면, 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드(E)는 제1 전극(111) 및 제2 전극(115)과, 제1 전극(111) 및 제2 전극(115) 사이에 제1 발광층(203a), 제2 발광층(203b), 및 제3 발광층(203c)를 포함한다.
- [0113] 제1 전극(111)은 정공(hole)을 공급하는 양극(anode)으로, 인듐-틴-옥사이드(Indium Tin Oxide; ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(Indium Zinc Oxide; IZO)와 같은 금속 산화물, ZnO:Al 또는 SnO₂:Sb와 같은 금속과 산화물의 혼합물, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDT), 폴리피롤 및 폴리아닐린과 같은 전도성 고분자 등으로 이루어질 수 있다. 또한, 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube; CNT), 그래핀(graphene), 은 나노와이어(silver nano wire) 등으로 이루어질 수 있다.

- [0114] 제2 전극(115)은 전자(electron)를 공급하는 음극(cathode)으로 일함수 값이 비교적 작은 물질로 이루어질 수 있다. 이때, 제 2 전극(115)은 이중층 구조로, 일함수가 낮은 금속 물질인 Ag 등으로 이루어지는 제 1 금속과 Mg 등으로 이루어지는 제 2 금속이 일정 비율로 구성된 합금의 단일층 또는 이들의 다수 층으로 구성될 수 있다.
- [0115] 여기서, 제 2 전극(115)은 반사 전극이고, 제1 전극(111)은 반투과 전극으로 구성될 수 있다. 또는, 제1 전극(111)은 반사 전극이고, 제2 전극(115)은 투명 전극으로 구성될 수 있다. 또는, 제1 전극(111) 또는 제2전극(115) 중 적어도 하나는 반사 전극으로 구성할 수 있다.
- [0116] 제2 전극(115)은 가시광선 영역에서 90% 이상의 반사율을 가지는 물질로 이루어질 수 있으며, 제1 전극(111)은 가시광선 영역에서 80% 이상의 투과율을 가지는 물질로 이루어질 수 있다.
- [0117] 가시광선 영역은 380nm 이상800nm 이하의 파장영역일 수 있다.
- [0118] 제2 전극(115)이 90% 이상의 반사율을 갖는 구조이면, 발광다이오드(E)로부터 발광된 광 중 제2 전극(115) 방향으로 향하는 광의 많은 양이 반사되어 다시 제1 전극(111) 방향으로 향할 수 있다.
- [0119] 또한, 제1 전극(111)이 80% 이상의 투과율을 갖는 구조이면, 그만큼 제1 전극(111)을 투과하는 광의 양이 많아지게 된다.
- [0120] 제2 전극(115)은 가시광선 영역에서의 반사율을 높이기 위하여, 90nm 이상 120nm 이하의 두께를 갖도록 구성될 수 있으나, 이에 반드시 한정되는 것은 아니며, 제2 전극(115)의 물질의 특성에 따라 달라질 수 있다.
- [0121] 그리고, 제1 전극(111)은 가시광선 영역에서의 투과율이 높아지도록 115nm 이상 135nm 이하의 두께를 갖도록 구성될 수 있으나, 이에 반드시 한정되는 것은 아니며, 제1 전극(111)의 물질의 특성에 따라 달라질 수 있다.
- [0122] 이러한 제 1 및 제 2 전극(111, 115) 사이로 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)과, 제 1 전자수송층(ETL; Electron Transport Layer)(205) 및 제 1 정공수송층(HTL; Hole Transport Layer)(207)이 위치하는데, 제 2 전극(115) 하부로 제 1 전자수송층(205)이 위치하며, 제 1 전극(111) 상부로 제 1 정공수송층(207)이 위치하게 되며, 제 1 전자수송층(205), 제 1 발광층(203a), 제 2 발광층(203b), 제 3 발광층(203c) 그리고 제 1 전자수송층(207)이 순차적으로 위치하게 된다.
- [0123] 제2 전극(115)과 제 1 전자수송층(205) 사이로는 전자주입층(EIL; Electron Injection Layer)이 더 위치할 수 있는데, 전자주입층은 제2 전극(115)으로부터의 전자(electron)를 제1 전자수송층(205)으로 원활하게 주입하는 역할을 한다.
- [0124] 여기서, 제1 전자수송층(205)은 2개 이상의 층이나 2개 이상의 재료를 적용하여 구성할 수 있으며, 제1 전자수송층(205)과 제 1 발광층(203a) 사이로는 정공저지층(HBL; Hole Blocking layer)를 더 구성하여 제1 발광층(203a)에 주입된 정공이 제1 전자수송층(205)으로 넘어오는 것을 방지함으로써 제1 발광층(203a)에서 정공과 전자의 결합을 향상시켜 제1 발광층(203a)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0125] 제1 전자수송층(205)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로 구성될 수도 있는데, 제1 전자수송층(205), 정공저지층(HBL), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있다.
- [0126] 제1 전자수송층(205)은 제2 전극(115)으로부터의 전자를 제1 발광층(203a)에 공급하는 역할을 하며, 제1 정공수송층(207)은 제1 전극(111)으로부터 받은 정공을 제1 발광층(203a)에 공급하게 된다.
- [0127] 따라서, 제1 발광층(203a)에서는 제1 전자수송층(205)을 통해 공급된 전자(electron)들과 제1 정공수송층(207)을 통해 공급된 정공(hole)들이 재결합되므로 광이 생성된다.
- [0128] 제 1 발광층(203a) 상부로는 제 2 발광층(203b)이 위치하는데, 제 1 발광층(203a)과 제 2 발광층(203b) 사이로는 제 1 보조층(208)이 위치한다.
- [0129] 제 1 보조층(208)은 제 2 정공수송층(HTL; Hole Transport Layer)과 제 2 전자수송층(ETL; Electron Transport Layer)을 포함하며, 제2 전자수송층(ETL) 과 제 2 발광층(203b) 사이로 전자주입층(EIL)이 더 구성될 수 있으며, 또한, 제2 정공수송층(HTL) 위에 정공주입층(HIL)이 더 구성될 수 있다.
- [0130] 그리고 제2 발광층(203b)과 제 2 정공수송층(HTL) 사이로 전자저지층(EBL)이 더 구성될 수 있는데, 전자저지층(EBL)은 제2 발광층(203b)에 주입된 전자가 제2 정공수송층(HTL)으로 넘어가는 것을 방지함으로써 제2 발광층(203b)에서 정공과 전자의 결합을 향상시켜 제2 발광층(203b)의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0131] 제2 정공수송층(HTL)과 전자저지층(EBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있으며, 제2 발광층(203b)의 효율을 향상시키기 위해서 제2 전자수송층(ETL) 위에 정공저지층(HBL)이 더 구성될 수 있다.
- [0132] 이때, 제2 전자수송층(ETL)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있는데, 이러한 제2 전자수송층(ETL), 정공저지층(HBL), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있으며, 제2정공수송층(HTL), 전자저지층(EBL), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다.
- [0133] 여기서, 제 1 보조층(208)의 제 2 전자수송층과 제 2 정공수송층 사이로 제1 전하생성층(Charge Generation layer; CGL)이 더 구성될 수 있으며, 제1 전하생성층(CGL)은 제1 발광층(203a)과 제 2 발광층(203b) 사이의 전하 균형을 조절하게 된다.
- [0134] 제1 전하생성층(CGL)은 P형 전하생성층(P-CGL)과 N형 전하생성층(N-CGL)을 포함하는데, P형 전하생성층(P-CGL)은 제1 발광층(203a)으로 정공(hole)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)은 제2 발광층(203b)로 전자(electron)를 주입해주는 역할을 한다.
- [0135] 제 2 발광층(203b) 상부로는 제 2 보조층(209)과 제 3 발광층(203c)이 순차적으로 위치하며, 제 3 발광층(203c) 상부로 제 1 정공수송층(207)과 제 1 전극(111)이 순차적으로 위치하게 된다.
- [0136] 제 2 보조층(209)은 제 3 정공수송층(HTL; Hole Transport Layer)과 제 3 전자수송층(ETL; Electron Transport Layer)을 포함하며, 제3 전자수송층(ETL)과 제 3 발광층(203c) 사이로 전자주입층(EIL)이 더 구성될 수 있으며, 제3 정공수송층(HTL) 아래에 정공주입층(HIL)이 더 구성될 수 있다.
- [0137] 그리고, 제3 발광층(203c)의 효율을 향상시키기 위해서 제3 발광층(203c)과 제 2 발광층(203b) 사이로 전자저지층(EBL)이 더 구성될 수 있으며, 제3 정공수송층(HTL)과 전자저지층(EBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0138] 또한, 제3 발광층(EML)(203c)의 효율을 향상시키기 위해서 제3 전자수송층(ETL)과 제 3 발광층(203c) 사이로 정공저지층(HBL)이 더 구성될 수 있으며, 제3 전자수송층(ETL)과 정공저지층(HBL)은 하나의 층으로도 구성할 수 있다.
- [0139] 제3 전자수송층(ETL), 정공저지층(HBL), 및 전자주입층(EIL)은 전자전달층이라고 할 수 있으며, 제3 정공수송층(HTL), 전자저지층(EBL), 및 정공주입층(HIL)은 정공전달층이라고 할 수 있다.
- [0140] 이때, 제 3 전자수송층(ETL)과 제 3 정공수송층(HTL) 사이로는 제2 전하생성층(CGL)이 더 구성될 수 있는데, 제 2 전하생성층(CGL)은 제2 발광층(203b)과 제 3 발광층(203c) 간의 전하 균형을 조절하게 된다.
- [0141] 제2 전하생성층(CGL)은 P형 전하생성층(P-CGL)과 N형 전하생성층(N-CGL)을 포함할 수 있으며, P형 전하생성층(P-CGL)은 제2 발광층(203b)로 정공(hole)를 주입해주는 역할을 하며, N형 전하생성층(N-CGL)은 제3 발광층(203c)로 전자(electron)를 주입해주는 역할을 한다.
- [0142] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 유기발광층(113)은 제 2 전극(115)에 인접하여 위치하는 제 1 및 제 2 발광층(203a, 203b)이 440 ~ 480nm 내외의 파장의 청색광을 발광하거나, 또는 진청색(Deep Blue), 또는 스카이 블루(Sky Blue)색의 광을 발광할 수 있으며, 제 1 전극(111)에 인접하여 위치하는 제 3 발광층(203c)은 510 ~ 590 nm의 발광영역을 갖는 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하게 된다.
- [0143] 따라서, 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)으로부터 발광되는 청색광과 노랑-녹색광이 혼합하여 백색광을 방출하게 된다.
- [0145] 여기서, 제 1 및 제 2 발광층(203a, 203b)을 통해 청색광이 발광되도록 하며, 제 3 발광층(203c)만으로 노랑-녹색광이 발광되도록 함으로써, 노랑-녹색광을 발광하는 제 3 발광층(203c)에 비해 비교적 발광효율이 낮은 제 1 및 제 2 발광층(203a, 203b)의 청색광의 휘도를 향상시키게 되어, 균일한 백색광을 구현하게 된다. 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드(E)는 제2전극(115)을 기준으로 볼 때, 제2전극(115)의 하부로부터 순차적으로 청색광(Blue)/청색광(Blue)/노랑-녹색광(Yellow-Green)의 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)이 순차적으로 배열된 구조를 이루게 된다.
- [0146] 이러한 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)은 적어도 하나의 호스트와 도펀트로 구성될 수 있으며, 또는 두 개 이상의 호스트가 혼합된 혼합 호스트(mixed host)와 적어도 하나의 도펀트로 구성될 수도 있다.
- [0147] 여기서, 혼합 호스트는 정공 수송 특성을 가진 호스트와 전자 수송 특성을 가진 호스트가 포함될 수 있으며, 이

와 같이 혼합 호스트로 구성될 경우, 발광층의 전하 균형(charge balance)을 조절할 수 있으므로 발광층의 효율을 향상시킬 수 있다.

- [0148] 그리고 도펀트는 형광 도펀트 또는 인광 도펀트로 구성할 수도 있다.
- [0149] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 청색광(Blue)/청색광(Blue)/노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 제 1 내지 제 3 발광층(도 1의 100)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 유기발광층(113)의 유효발광영역(도 2의 B) 내에서 최대 발광효율을 갖는 위치에 위치하게 된다. 즉, 청색광의 외부양자효율(External quantum efficiency; EQE)을 나타낸 도 5를 참조하면, 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 청색광(Blue)은 일반적인 청색광의 제 1 및 제 2 캐비티 피크(B1, B2) 사이로 새로운 캐비티 피크(B5, B6, B7)가 더욱 발생하는 것을 확인할 수 있다.
- [0150] 즉, 첨부한 도 5의 그래프에서 세로축은 청색광(Blue)의 외부양자효율(EQE)을 나타내며 가로축은 제 2 전극(115)으로부터의 거리를 나타내는데, 외부양자효율(EQE)은 외부 광 효율로 빛이 발광층(203a, 203b) 외부로 나갈 때의 발광 효율로, 가장 큰 외부양자효율(EQE)은 캐비티 피크를 의미한다.
- [0151] 설명에 앞서, C는 일반적인 OLED의 청색광을 발광하는 발광층의 제 2 전극으로부터의 거리에 따른 외부양자효율(EQE)을 측정한 실험결과이며, D는 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)의 청색광(Blue)을 발광하는 발광층(203a, 203b, 203c)의 제 2 전극(115)으로부터의 거리에 따른 외부양자효율(EQE)을 측정한 실험결과이다.
- [0152] 여기서, C의 일반적인 OLED란 마이크로 렌즈를 구비 하지 않아, 제 1 및 제 2 전극과 유기발광층이 모두 평탄한 구조를 의미한다.
- [0153] 도 5의 그래프를 참조하면, C는 제 2 전극으로부터 250Å 내외와 1500Å 내외에서 비교적 강한 외부양자효율(EQE)을 갖는 캐비티 피크가 형성되는 것을 확인할 수 있다.
- [0154] 이에 반해, D는 250Å 내외와 1500Å 내외 외에도 350 ~ 460Å 내외와 1000 ~ 1300Å 내외 그리고 1700 ~ 2300Å 내외에서 새로운 캐비티 피크(B5, B6, B7)가 더욱 형성되는 것을 확인할 수 있다.
- [0155] 350 ~ 460Å 내외의 캐비티 피크는 제 5 B 캐비티 피크(B5)라 정의하며, 1000 ~ 1300Å 내외의 캐비티 피크는 제 6 B 캐비티 피크(B6) 그리고 1700 ~ 2300Å 내외의 캐비티 피크는 제 7 B 캐비티 피크(B7)라 정의하도록 하겠다.
- [0156] 이러한 제 5 내지 제 7 B 캐비티 피크(B5, B6, B7)는 본 발명의 OLED(도 1의 100)가 외부 광 추출 효율을 향상시키기 위하여 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)의 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이룸에 따라, 마이크로 렌즈(도 2의 ML)에 의해 청색광의 캐비티 피크를 구현하기 위한 거리와 발광위치의 일부가 틀어져 발생되는 것이다.
- [0157] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 마이크로 렌즈(도 2의 ML)에 의해 새롭게 추가 형성된 청색광(Blue)의 캐비티 피크(B5, B6, B7)에 대응하여, 청색광(Blue)을 발광하는 제 2 발광층(203b)을 위치시킴으로써, 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이룸에도 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)은 모두 캐비티 피크를 만족하여 최대 효율을 구현할 수 있게 된다.
- [0158] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드(E)는 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 발광층(203a)이 청색광의 제 1 B 캐비티 피크(B1)와 제 5 B 캐비티 피크(B5)에 해당하는 제 2 전극(115)과 또 다른 청색광(Blue)을 발광하는 제 2 발광층(203b) 사이에 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0159] 보다 정확하게 제 1 발광층(203a)은 일예로 캐소드전극인 제 2 전극(115)으로부터 제 1 거리(L1)만큼 이격되어 위치할 수 있는데, 제 1 거리(L1)는 290Å ~ 460Å 일 수 있다.
- [0160] 그리고, 또 다른 청색광(Blue)을 발광하는 제 2 발광층(203b)은 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 발광층(203a)과 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 제 3 발광층(203c) 사이에 위치하여, 청색광의 제 6 B 캐비티 피크(B6)에 대응하여 위치하거나, 또는 청색광의 제 7 B 캐비티 피크(B7)에 대응하여 위치하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0161] 이러한 제 2 발광층(203b)은 일예로 제 2 전극(115)의 표면으로부터 제 2 거리(L2)만큼 이격되어 위치할 수 있는데, 제 2 거리(L2)는 1060Å ~ 1260 Å이거나, 또는 1860Å ~ 2260Å 일 수 있다.
- [0162] 또한, 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 제 3 발광층(203c)은 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 및 제 2 발광층(203a, 203b)에 비해 애노드전극인 제 1 전극(111)에 가장 인접하여 위치할 수 있는데, 이러한 제 3 발광층

(203c)은 노랑-녹색광(Yellow-Green)의 제 2 YG 캐비티 피크(YG2)에 대응하여 위치하도록 하는 것이 바람직하다.

- [0163] 일례로, 제 3 발광층(203c)은 제 2 전극(115)의 표면으로부터 제 3 거리(L3)만큼 이격되어 위치할 수 있는데, 제 3 거리(L3)는 2500Å ~ 2700Å 일 수 있다.
- [0164] 다시 말하면, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 유기발광층(113)의 청색광(Blue)을 발광하는 제 1 발광층(203a)은 제 1 및 제 5 B캐비티 피크(B1, B5)에 대응하여 위치하며, 또 다른 청색광(Blue)을 발광하는 제 2 발광층(203c)은 제 6 B 캐비티 피크(B6) 또는 제 7 B 캐비티 피크(B7)에 대응하여 위치하며, 노랑-녹색광(Yellow-Green)을 발광하는 제 3 발광층(203c)은 제 2 YG 캐비티 피크(YG2)에 대응하여 위치하는 것이다.
- [0165] 따라서, 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c)은 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 포함함에도, 모두 각 광의 캐비티 피크에 위치하게 되어, 최대 발광효율을 가질 수 있게 된다.
- [0166] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 유기발광층(113)의 제 1 발광층(203a)을 290 ~ 460Å의 범위에, 제 2 발광층(203b)을 1060 ~ 1260Å 또는 1860 ~ 2260Å 범위에 그리고 제 3 발광층(203c)을 2500 ~ 2700Å 범위에 위치시킴으로써, 각각의 발광층(203a, 203b, 203c)의 최대 발광효율을 구현할 수 있으면서도 유기발광층(113) 자체의 두께 또한 줄일 수 있게 된다.
- [0167] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 발광다이오드(E)는 제 1 발광층(203a)을 290 ~ 460Å의 범위에, 제 2 발광층(203b)을 1060 ~ 1260Å 또는 1860 ~ 2260Å 범위에 그리고 제 3 발광층(203c)을 2500 ~ 2700Å 범위에 위치시킴으로써, 유기발광층(113)의 전체 두께(L4)가 3600 ~ 4000Å을 넘지 않게 형성된다.
- [0168] 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과 유기발광층(113)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루도록 함으로써 외부 광 추출 효율을 향상시킬 수 있으면서도 각 발광층(203a, 203b, 203c)이 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 유기발광층(113)의 유효발광영역(도 2의 B)을 고려하여 최적의 위치에 위치하도록 함으로써, 각 발광층(203a, 203b, 203c)이 최대의 발광효율을 가질 수 있어, OLED(도 1의 100)의 광 효율을 보다 향상시키게 된다.
- [0169] 또한, 외부 광 추출 효율을 향상시키면서도 소자의 광 효율 또한 향상시킬 수 있는 본 발명의 OLED(도 1의 100)는 유기발광층(113)의 두께(L4) 또한 줄일 수 있는 것이다.
- [0170] 유기발광층(113)의 두께가 필요 이상으로 증가하게 되면, 유기물층이 제 1 내지 제 3 발광층(203a, 203b, 203c) 내부에서 방출되는 빛을 흡수하여 발광다이오드(E)의 효율이 감소하게 되거나, 또는 유기발광층(113)을 형성하는 공정 시간이 증가하는 등 공정의 효율성 또한 낮아지게 되는데, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 유기발광층(113)의 두께(L4)를 줄일 수 있어, 유기발광층(113)의 두께에 의한 광 효율이 감소하게 되거나, 공정의 효율성이 낮아지게 되는 것 또한 방지할 수 있는 것이다.
- [0172] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 유기발광층(113)의 오목부(도 2의 118)에서의 제 2 전극(115)으로부터의 유기발광층(113)의 발광층(203a, 203b, 203c)까지의 거리와, 볼록부(도 2의 117)의 옆면부(도 2의 117c)의 유효발광영역(도 2의 B)에서의 제 2 전극(115)으로부터의 유기발광층(113)의 발광층(203a, 203b, 203c)까지의 거리가 서로 다르게 형성됨에 따라, 마이크로 렌즈(도 2의 ML)를 이루는 유기발광층(113)의 유효발광영역(도 2의 B)을 고려하는 동시에, 광학적 특성인 캐비티 피크(cavity peak)를 구현할 수 있는 조건을 만족하는 발광층(203a, 203b, 203c)의 최적의 위치를 설계함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 1의 100)는 광 추출 효율을 보다 향상시킬 수 있게 된다.
- [0173] 또한, OLED(도 1의 100)의 광 추출 효율을 보다 향상시키는 동시에 유기발광층(113) 및/또는 발광다이오드(E)의 전체 두께 또한 줄일 수 있어 유기발광층(113)의 두께에 의해 광 효율이 감소하게 되거나 또는 공정의 효율성이 낮아지게 되는 것을 방지할 수도 있다.
- [0175] 본 발명은 상기 실시예로 한정되지 않고, 본 발명의 취지를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

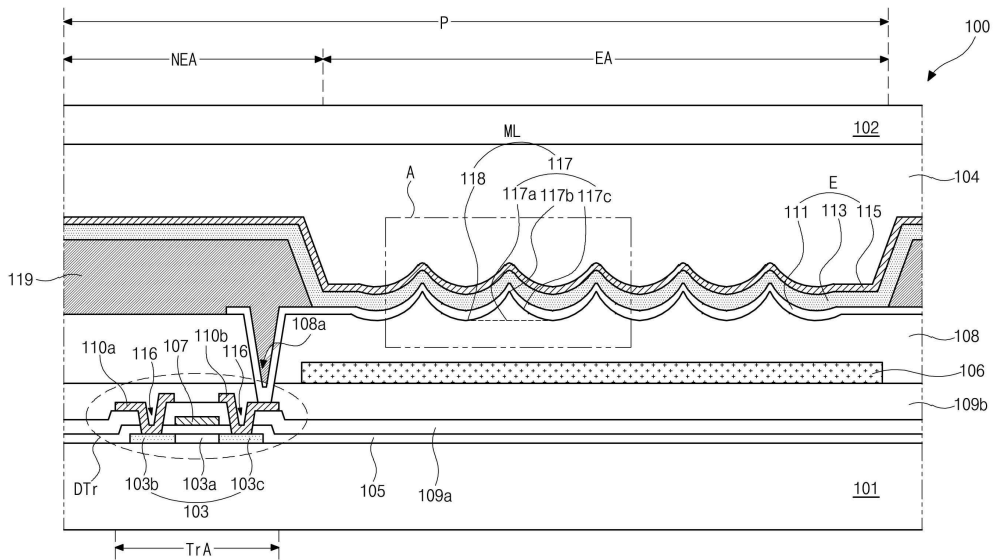
부호의 설명

[0177]

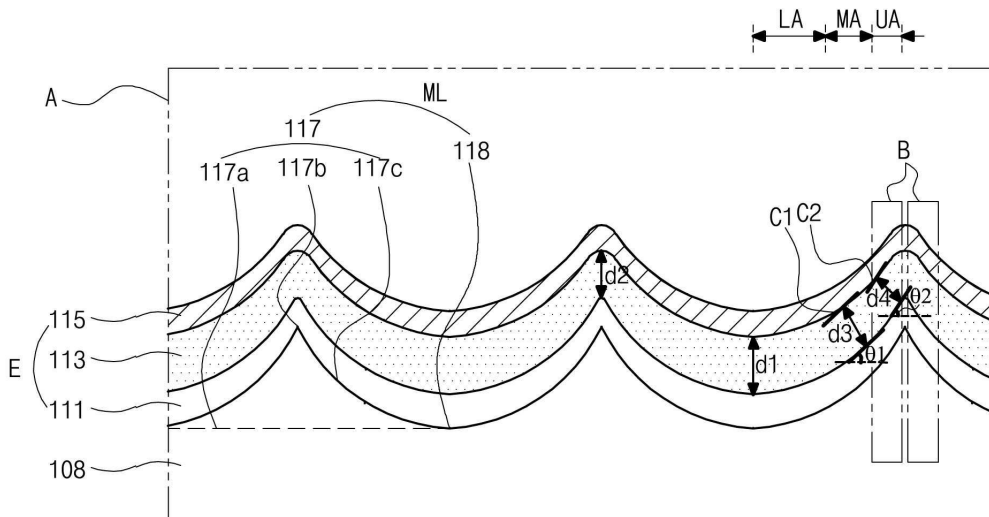
- 111 : 제 1 전극, 113 : 유기발광층, 115 : 제 2 전극
- 203a, 203b, 203c : 제 1 내지 제 3 발광층
- 205 : 제 1 전자수송층
- 207 : 제 1 정공수송층
- 208 : 제 1 보조층
- 209 : 제 2 보조층
- E : 발광다이오드

도면

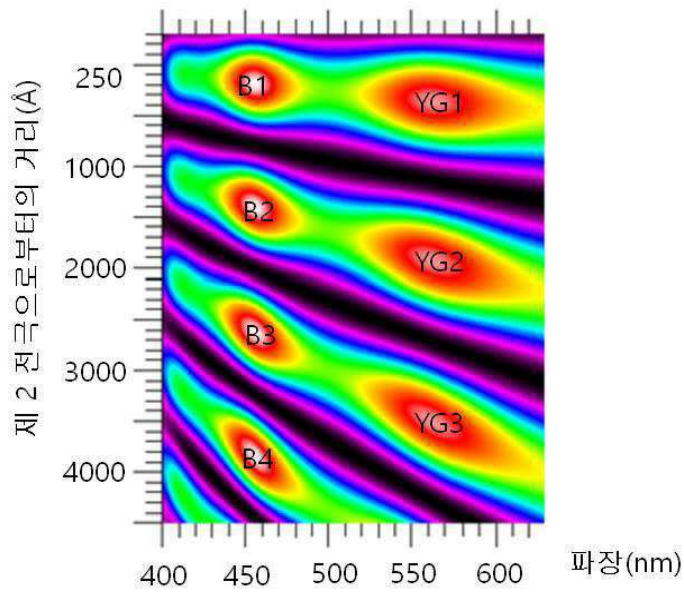
도면1



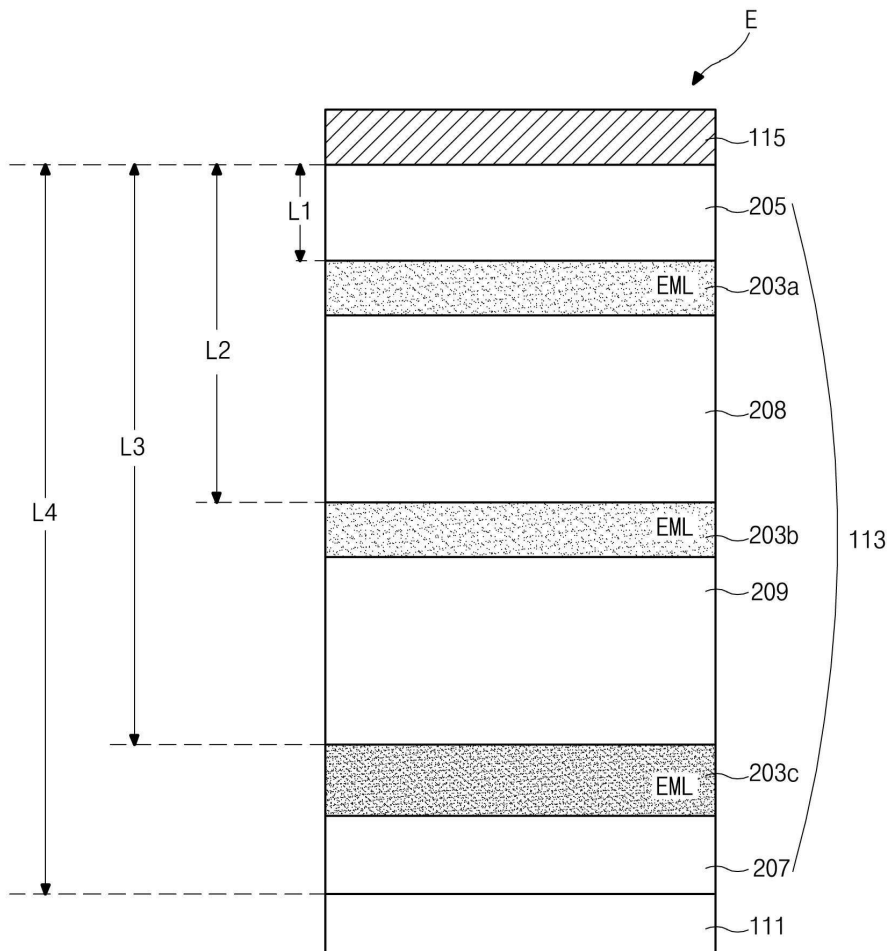
도면2



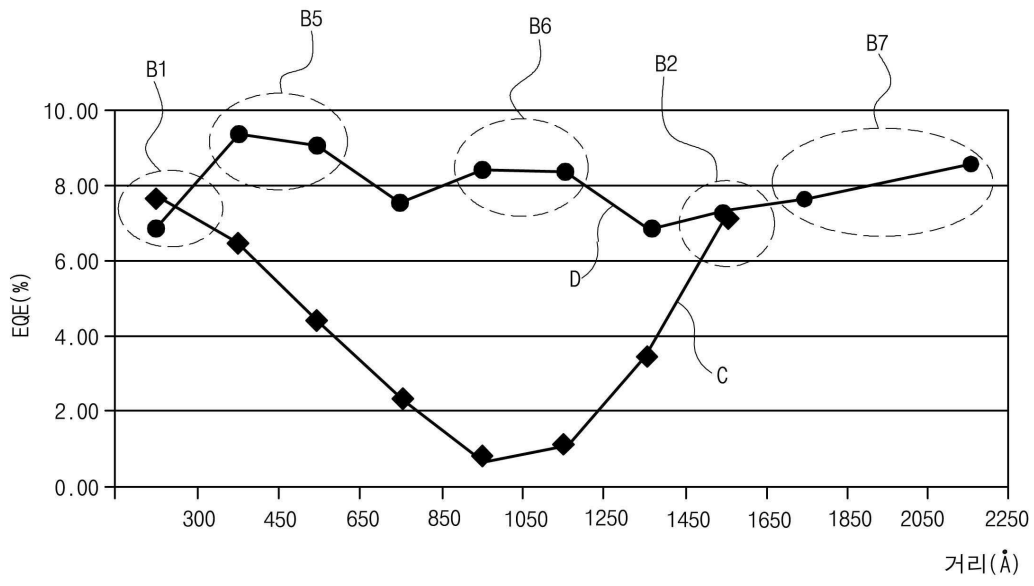
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	KR1020200019517A	公开(公告)日	2020-02-24
申请号	KR1020180095139	申请日	2018-08-14
[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		
[标]发明人	이강주 정승룡 전성수 김태식		
发明人	이강주 정승룡 전성수 김태식		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/5275 H01L27/3213 H01L27/326 H01L51/56 H01L27/3244 H01L51/504 H01L51/5203 H01L27/3209 H01L27/322 H01L27/3258 H01L51/5209 H01L51/5225 H01L51/5265 H01L2251/5369 H01L2251/558 H01L51/5044 H01L27/3246 H01L51/5012		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光显示装置技术领域本发明涉及有机发光显示装置，更具体地，涉及具有提高的光提取效率的有机发光显示装置。通过设计发光层的最佳位置以满足可以实现构成微透镜的有机发光层的有效发射区域和作为光学特性的腔峰的条件，有机发光二极管(OLED)本发明的实施例可以进一步提高光提取效率。另外，可以进一步提高光提取效率，并且同时减小有机发光层和/或发光二极管的整体厚度，从而防止光效率降低或工艺效率降低。取决于有机发光层的厚度。

