



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0136490
(43) 공개일자 2019년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H01L 27/32 (2006.01)
H01L 51/56 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/5275 (2013.01)
H01L 27/322 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0062285
(22) 출원일자 2018년05월31일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
(72) 발명자
구원희
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
김태식
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
장지향
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(74) 대리인
네이트특허법인

전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 유기발광표시장치

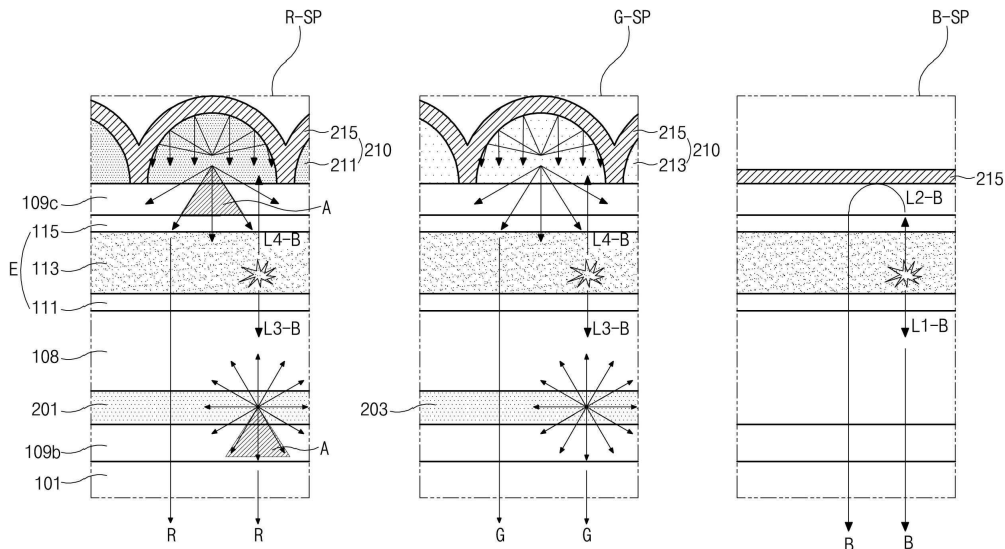
(57) 요약

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

본 발명은 발광다이오드의 유기발광층으로부터 모든 서브화소에서 청색광이 발광되도록 하고, 발광다이오드의 애노드 및 캐소드 역할을 하는 제 1 및 제 2 전극을 모두 투명하게 구성한 다음, 적색 및 녹색 서브화소에 대응하여 제 1 전극을 통과한 광이 진행하는 위치에 제 1 색변환패턴을 위치시키고, 제 2 전극을 통과한 광이 진행하는 위치에 제 2 색변환패턴을 위치시키는 것을 특징으로 한다.

이때, 제 2 색변환패턴은 마이크로렌즈 형상으로 반사부를 이도록 형성함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED는 광 추출 효율을 보다 향상시키게 되며, 또한 제 1 및 제 2 색변환패턴이 양자점으로 이루어짐에 따라 보다 고품위의 고색재현율을 구현할 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01L 51/56 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관 상에 구비되는 발광다이오드와;

상기 발광다이오드로부터 제 1 방향으로 진행하는 광이 입사되는 제 1 색변환패턴과;

상기 발광다이오드로부터 상기 제 1 방향의 반대측인 제 2 방향으로 진행하는 광이 입사되는 제 2 색변환패턴과, 상기 제 2 색변환패턴 상부로 위치하는 반사층을 포함하는 반사부

를 포함하고,

상기 제 2 색변환패턴과 상기 반사층은 마이크로렌즈 형상으로 이루어지는 유기발광표시장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 발광다이오드는 투명한 제 1 및 제 2 전극과, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이로 개재되어 청색광을 발광하는 유기발광층을 포함하며,

상기 제 1 전극은 제 1 내지 제 3 서브화소 별로 각각 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 청색광 중 일부는 상기 제 1 전극을 투과하여 상기 제 1 색변환패턴으로 입사되며,

상기 청색광 중 일부는 상기 제 2 전극을 투과하여 상기 제 2 색변환패턴으로 입사되는 유기발광표시장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 서브화소에서는 상기 청색광이 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴에 의해 적색광으로 재발광되며,

상기 제 2 서브화소에서는 상기 청색광이 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴에 의해 녹색광으로 재발광되며,

상기 제 3 서브화소에서는 상기 청색광이 발광되는 유기발광표시장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 서브화소에 대응하여 위치하는 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴은 상기 청색광을 적색광으로 변환시키는 적색 양자점을 포함하며,

상기 제 2 서브화소에 대응하여 위치하는 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴은 상기 청색광을 녹색광으로 변환시키는 녹색 양자점을 포함하는 유기발광표시장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 마이크로렌즈 형상은 단면이 종형, 반구형, 피라미드형 중 선택된 하나로 이루어지는 유기발광표시장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 마이크로렌즈 형상은 종횡비(A/R)가 0.3 ~ 1이며, 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비($R_m(F_A/R)/(A/R)$)는 $1 \leq R_m$ 또는 $R_m \leq 1$ 의 조건을 갖는 유기발광표시장치.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 전극 상부로 층간절연막이 위치하며, 상기 제 1 내지 제 2 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막 상부로 상기 제 2 색변환패턴 및 상기 반사층이 위치하며,

상기 제 3 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막 상부로 상기 반사층이 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 3 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막은 표면이 마이크로렌즈 형상을 이루는 유기발광표시장치.

청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 색변환패턴과 상기 반사부는 상기 각 제 1 내지 제 3 서브화소의 발광영역에 각각 대응하여 위치하며,

상기 제 1 내지 제 3 서브화소의 상기 발광영역에 각각 위치하는 상기 반사부는 서로 일정간격 이격하여 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 반사부 사이로 광차단패턴이 위치하는 유기발광표시장치.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 내지 제 3 서브화소 별로 위치하는 상기 제 1 전극 사이로는 बैं크가 위치하며,

상기 제 1 전극 사이로 위치하는 상기 बैं크는 다른 영역에 위치하는 बैं크에 비해 상기 반사부에 인접하도록 높은 유기발광표시장치.

청구항 13

제 10 항에 있어서,
 상기 반사부 하부로 층간절연막이 위치하며,
 상기 층간절연막은 상기 반사부 사이에 대응하여 홈을 포함하며,
 상기 홈에는 광차단패턴이 위치하는 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 풀컬러를 구현하기 위하여 각 서브화소 별로 적색, 녹색, 청색 발광층을 구비해야 하는데, 각 서브화소 별로 적색, 녹색, 청색 발광층을 형성하기 위해서는 각 적색, 녹색, 청색 발광층 별로 다른 세도우 마스크 공정을 진행해야 한다.

[0008] 그러나, 이러한 일반적인 OLED는 각 서브화소 별 발광층을 형성하기 위해 이용하는 세도우 마스크 공정에서, 세도우의 막힘, 처짐 등의 문제로 인해, 대면적 패널로 형성하기 힘든 어려움이 있으며, 고해상도를 갖기 어려운 문제점이 있다.

[0009] 또한, 각 컬러 별 발광층을 이루는 발광물질들의 열화 속도가 달라, 장시간 구동시 색 변화가 발생하는 문제점이 있으며, 또한 발광층을 이루는 유기발광물질의 경우 무기발광물질에 비하여 스펙트럼이 넓어 색순도가 낮은 단점 또한 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 고색순도 및 고효율, 그리고 광효율이 우수한 풀컬러를 구현할 수 있는 OLED를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0013] 전술한 바와 같이 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 기관 상에 구비되는 발광다이오드와, 상기 발광다이오드로부터 제 1 방향으로 진행하는 광이 입사되는 제 1 색변환패턴과, 상기 발광다이오드로부터 상기 제 1 방향의 반

대측인 제 2 방향으로 진행하는 광이 입사되는 제 2 색변환패턴과, 상기 제 2 색변환패턴 상부로 위치하는 반사층을 포함하는 반사부를 포함하고, 상기 제 2 색변환패턴과 상기 반사층은 마이크로렌즈 형상으로 이루어지는 유기발광표시장치를 제공한다.

- [0014] 이때, 상기 발광다이오드는 투명한 제 1 및 제 2 전극과, 상기 제 1 및 제 2 전극 사이로 개재되어 청색광을 발광하는 유기발광층을 포함하며, 상기 제 1 전극은 제 1 내지 제 3 서브화소 별로 각각 위치하며, 상기 청색광 중 일부는 상기 제 1 전극을 투과하여 상기 제 1 색변환패턴으로 입사되며, 상기 청색광 중 일부는 상기 제 2 전극을 투과하여 상기 제 2 색변환패턴으로 입사된다.
- [0015] 그리고, 상기 제 1 서브화소에서는 상기 청색광이 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴에 의해 적색광으로 재발광되며, 상기 제 2 서브화소에서는 상기 청색광이 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴에 의해 녹색광으로 재발광되며, 상기 제 3 서브화소에서는 상기 청색광이 발광되며, 상기 제 1 서브화소에 대응하여 위치하는 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴은 상기 청색광을 적색광으로 변환시키는 적색 양자점을 포함하며, 상기 제 2 서브화소에 대응하여 위치하는 상기 제 1 및 제 2 색변환패턴은 상기 청색광을 녹색광으로 변환시키는 녹색 양자점을 포함한다.
- [0016] 이때, 상기 마이크로렌즈 형상은 단면이 종형, 반구형, 피라미드형 중 선택된 하나로 이루어지며, 상기 마이크로렌즈 형상은 중횡비(A/R)가 0.3 ~ 1이며, 중횡비(A/R)에 대한 반높이 중횡비($R_m(F_A/R)/(A/R)$)는 $1 \leq R_m$ 또는 $R_m \leq 1$ 의 조건을 갖는다.
- [0017] 그리고, 상기 제 2 전극 상부로 층간절연막이 위치하며, 상기 제 1 내지 제 2 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막 상부로 상기 제 2 색변환패턴 및 상기 반사층이 위치하며, 상기 제 3 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막 상부로 상기 반사층이 위치하며, 상기 제 3 서브화소에 대응하는 상기 층간절연막은 표면이 마이크로렌즈 형상을 이룬다.
- [0018] 그리고, 상기 제 1 색변환패턴과 상기 반사부는 상기 각 제 1 내지 제 3 서브화소의 발광영역에 각각 대응하여 위치하며, 상기 제 1 내지 제 3 서브화소의 상기 발광영역에 각각 위치하는 상기 반사부는 서로 일정간격 이격하여 위치하며, 상기 반사부 사이로 광차단패턴이 위치한다.
- [0019] 이때, 상기 제 1 내지 제 3 서브화소 별로 위치하는 상기 제 1 전극 사이로는 बैं크가 위치하며, 상기 제 1 전극 사이로 위치하는 상기 बैं크는 다른 영역에 위치하는 बैं크에 비해 상기 반사부에 인접하도록 높으며, 상기 반사부 하부로 층간절연막이 위치하며, 상기 층간절연막은 상기 반사부 사이에 대응하여 홈을 포함하며, 상기 홈에는 광차단패턴이 위치한다.

발명의 효과

- [0021] 위에 상술한 바와 같이, 본 발명에 따라 발광다이오드의 유기발광층으로부터 모든 서브화소에서 청색광이 발광되도록 하고, 발광다이오드의 애노드 및 캐소드 역할을 하는 제 1 및 제 2 전극을 모두 투명하게 구성한 다음, 적색 및 녹색 서브화소에 대응하여 제 1 전극을 통과한 광이 진행하는 위치에 제 1 색변환패턴을 위치시키고, 제 2 전극을 통과한 광이 진행하는 위치에 제 2 색변환패턴을 위치시키는 것을 특징으로 함으로써, 각 서브화소 별로 다른 발광물질로 이루어지는 유기발광층을 형성하지 않아도 풀컬러를 구현할 수 있어, 새도우 마스크 공정에 의한 문제점들이 발생하는 것을 방지할 수 있는 효과가 있으며, 특히 고해상도를 구현할 수 있는 효과가 있으며, 또한, 각 발광물질의 열화 속도의 차이에 의한 색 변화가 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한 적색 및 녹색에 비해 보다 고효율을 갖는 청색광을 발광하는 발광물질로만 이루어지도록 함에 따라 보다 고효율 및 고수명을 구현할 수 있는 효과가 있다.
- [0022] 또한 제 2 색변환패턴을 마이크로렌즈 형상으로 반사부를 이도록 형성함으로써, OLED의 광 추출 효율을 보다 향상시키게 되며, 또한 제 1 및 제 2 색변환패턴이 양자점으로 이루어짐에 따라 보다 고품위의 고색재현율을 구현할 수 있는 효과가 있다.
- [0023] 또한, 이와 같이 외부 광 추출 효율을 향상시키기에 따라 휘도를 향상시키기 위하여 소비전력을 상승시키지 않아도 되므로, 이를 통해서도 발광다이오드의 수명이 단축되고 패널의 효율이 감소되는 문제점 또한 방지할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OLED에서 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 평면도.
- 도 2는 도 1에서 절취선 II-II선을 따라 자른 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 단면도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 각 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도.
- 도 4a ~ 4f는 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 반사부의 마이크로렌즈 형상의 단면에 따른 출광 Ray를 측정 한 시뮬레이션 결과.
- 도 5a ~ 5c는 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 다양한 모습을 개략적으로 도시한 확대도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 도면을 참조하여 본 발명에 따른 실시예를 상세히 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 OLED에서 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 평면도이다.
- [0028] 그리고, 도 2는 도 1에서 절취선 II-II선을 따라 자른 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 세개의 서브화소들을 포함하는 단위화소의 구조를 나타내는 단면도이다.
- [0029] 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 일예로 설명하도록 하겠다.
- [0030] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 1 개의 단위화소(P)가 적색, 녹색, 청색의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 포함하는데, 각각의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)는 발광영역(EA)을 포함하며, 발광영역(EA)의 가장자리를 따라서는 बैं크(119)가 배치되어 비발광영역(NEA)을 이루게 된다.
- [0031] 여기서, 설명의 편의를 위해 각각의 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)가 동일한 너비로 나란히 위치하는 것과 같이 도시하였으나, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)는 서로 다른 너비로 다양한 구조를 가질 수 있다.
- [0032] 이때, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA) 상에는 스위칭 및 구동 박막트랜지스터(STr, DTr)가 구비되며, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 내의 발광영역(EA) 상에는 각각 제 1 전극(111), 유기발광층(113) 및 제 2 전극(115)을 포함하는 발광다이오드(E)가 배치된다.
- [0033] 여기서, 스위칭 박막트랜지스터(STr)와 구동 박막트랜지스터(DTr)는 서로 연결되며, 구동 박막트랜지스터(DTr)는 발광다이오드(E)와 연결된다.
- [0034] 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 게이트배선(SL)과 데이터배선(DL) 그리고 전원배선(VDD)이 기판(101) 위에 배치되어 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 정의한다.
- [0035] 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 게이트배선(SL)과 데이터배선(DL)이 교차하는 영역에 형성되어 있으며, 이러한 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)를 선택하는 기능을 한다.
- [0036] 이러한 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 게이트배선(GL)에서 분기하는 게이트전극(SG)과, 반도체층(미도시)과, 소스전극(SS)과, 드레인전극(SD)을 포함한다.
- [0037] 그리고 구동 박막트랜지스터(DTr)는 스위칭 박막트랜지스터(STr)에 의해 선택된 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 발광다이오드(E)를 구동하는 역할을 한다. 이러한 구동 박막트랜지스터(DTr)는 스위칭 박막트랜지스터(STr)의 드레인전극(SD)과 연결된 게이트전극(DG)과, 반도체층(103), 전원배선(VDD)에 연결된 소스전극(DS)과, 드레인전극(DD)을 포함한다.
- [0038] 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)은 발광다이오드(E)의 제 1 전극(111)과 연결되어 있다.
- [0039] 발광다이오드(E)의 제 1 전극(111)과 제 2 전극(115) 사이에는 유기발광층(113)이 개재되어 있다.
- [0040] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 유기발광층(113)으로부터 모두 동일한 청색광이 발광된다.

- [0041] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 유기발광층(113)이 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 서로 다른 컬러를 구현하는 발광물질로 서로 다르게 위치하는 것이 아닌, 모두 동일한 청색광을 발광하는 발광물질로 위치하는 것이다.
- [0042] 이를 통해, 본원발명은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 서로 다른 발광물질을 형성하기 위한 새도우 마스크 공정을 생략할 수 있어, 새도우 마스크 공정에 의한 문제점들이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 특히 고해상도를 구현할 수 있다.
- [0043] 또한, 각 발광물질의 열화 속도의 차이에 의한 색 변화가 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한 적색 및 녹색에 비해 보다 고효율을 갖는 청색광을 발광하는 발광물질로만 이루어지도록 함에 따라 보다 고효율 및 고수명을 구현할 수 있다.
- [0044] 좀 더 상세히 살펴보기 위해 도 2를 참조하면, 기판(101) 상의 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)의 비발광영역(NEA)의 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.
- [0045] 이러한 반도체층(103) 상부로는 게이트절연막(105)이 위치한다.
- [0046] 게이트절연막(105) 상부로는 반도체층(103)의 액티브영역(103a)에 대응하여 게이트전극(DG)과 도면에 도시하지는 않았지만 일방향으로 연장하는 게이트배선(GL)이 구비된다.
- [0047] 또한, 게이트전극(DG)과 게이트배선(GL)을 포함하는 상부로는 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.
- [0048] 다음으로, 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 포함하는 제 1 층간절연막(109a) 상부로는 서로 이격하며 제 1, 2 반도체층 콘택홀(116)을 통해 노출된 소스 및 드레인영역(103b, 103c)과 각각 접촉하는 소스 및 드레인 전극(DS, DD)이 구비되어 있다.
- [0049] 그리고, 소스 및 드레인전극(DS, DD)과 두 전극(DS, DD) 사이로 노출된 제 1 층간절연막(109a) 상부로 제 2 층간절연막(109b)이 위치한다.
- [0050] 이때, 소스 및 드레인 전극(DS, DD)과 이들 전극(DS, DD)과 접촉하는 소스 및 드레인영역(103b, 103c)을 포함하는 반도체층(103)과 반도체층(103) 상부에 위치하는 게이트절연막(105) 및 게이트전극(DG)은 구동 박막트랜지스터(DTr)를 이루게 된다.
- [0051] 한편, 도면에 도시하지는 않았지만 스위칭 박막트랜지스터(STr)는 구동 박막트랜지스터(DTr)와 동일한 구조로, 구동 박막트랜지스터(DTr)와 연결된다.
- [0052] 그리고, 스위칭 박막트랜지스터(STr) 및 구동 박막트랜지스터(DTr)는 도면에서는 반도체층(103)이 폴리실리콘 반도체층 또는 산화물반도체층으로 이루어진 탑 게이트(top gate) 타입을 예로써 보이고 있으며, 이의 변형으로써 순수 및 불순물의 비정질실리콘으로 이루어진 보텀 게이트(bottom gate) 타입으로 구비될 수도 있다.
- [0053] 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.
- [0054] 또한, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 중의 적색 서브화소(R-SP)와 녹색 서브화소(G-SP)의 발광영역(EA)에 대응하는 제 2 층간절연막(109b) 상부로는 각각 제 1 색변환패턴(201, 203)이 위치한다. 제 1 색변환패턴(201, 203)은 발광다이오드(E)의 유기발광층(113)에서 발광된 광 중, 제 1 전극(111)을 통과한 광의 색을 변환시키기 위한 것으로서, 본 발명의 실시예에 따라 발광다이오드(E)로부터 청색광이 방출되는 경우에 적색 서브화소(R-SP)에 위치하는 제 1 적색 색변환패턴(201)은 청색광을 적색광으로 파장 변환시키며, 녹색 서브화소(G-SP)에 위치하는 제 1 녹색 색변환패턴(203)은 청색광을 녹색광으로 파장 변환시키게 된다.
- [0055] 이때, 청색 서브화소(B-SP)에서는 발광다이오드(E)로부터 방출되는 청색광이 발광됨에 따라 본 발명의 OLED(100)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 R, G, B 컬러를 발하게 되어, 고휘도의 풀컬러를 구현하게 된다.
- [0056] 특히, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 제 1 색변환패턴(201, 203)이 발광다이오드(E)로부터 발광된 광을

흡수하여 재발광하는 양자점으로 이루어져, 색 순도(color purity)가 향상되는 동시에 장시간 발광 후에도 색 순도를 처음과 같이 유지할 수 있는 효과를 갖게 된다.

- [0057] 즉, 양자점은 2~12nm의 직경을 갖는 반도체 입자로서, 입자의 크기에 따라 다양한 파장의 빛을 여기시키는 형광 물질로, 양자점의 크기에 따라, 광을 받으면, 적색, 녹색 중 어느 한 색상을 발광하게 된다. 따라서, 적색 서브화소(R-SP)에 위치하는 제 1 적색 색변환패턴(201)은 유기발광층(113)에서 발광하는 청색광에 반응하여, 적색 파장대의 빛을 출광하는 적색 양자점들이 분포되어 있으며, 녹색 서브화소(G-SP)에 위치하는 제 1 녹색 색변환패턴(203)은 유기발광층(113)에서 발광하는 청색광에 반응하여, 녹색 파장대의 빛을 출광하는 녹색 양자점들이 분포되어 있다.
- [0058] 이때, 발광다이오드(E)로부터 청색광이 방출됨에 따라, 청색 서브화소(B-SP)에서는 발광다이오드(E)로부터 방출되는 청색광을 통해 화상을 구현할 수 있어, 실질적으로 청색 서브화소(B-SP)에는 별도의 색변환패턴을 위치시키지 않는 것이 바람직하나, 양자점으로 이루어지는 색변환패턴을 청색 서브화소(B-SP)에 더욱 위치시킴으로써 청색광의 색 순도 또한 보다 향상시킬 수도 있다.
- [0059] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 하나의 단위화소(P)가 제 1 백색 색변환패턴을 포함하는 백색 서브화소를 더욱 포함할 수 있는데, 제 1 백색 색변환패턴 또한 백색 양자점들로 이루어져, 유기발광층(113)에서 발광하는 청색광에 반응하여, 백색 파장대의 빛을 출광할 수 있다. 제 1 적색 및 녹색 색변환패턴(201, 203) 상부로는 제 2 층간절연막(109b)과 함께 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)을 노출하는 드레인콘택홀(PH)을 갖는 오버코팅층(108)이 위치한다.
- [0060] 오버코팅층(108) 상부로는 구동 박막트랜지스터(DTr)의 드레인전극(DD)과 연결되어 발광다이오드(E)의 양극(anode)을 이루는 제 1 전극(111)이 위치한다.
- [0061] 제 1 전극(111)은 애노드 전극의 역할을 하도록 일함수 값이 비교적 높은 투명 도전성 물질 예를들면 인듐-틴-옥사이드(ITO) 또는 인듐-징크-옥사이드(IZO)로 이루어진다.
- [0062] 이러한 제 1 전극(111)은 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는데, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는 제 1 전극(111) 사이에는 बैं크(bank : 119)가 위치한다. 즉, 제 1 전극(111)은 बैं크(119)를 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별 경계부로 하여 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 분리된 구조를 갖게 된다.
- [0063] 그리고 제 1 전극(111)의 상부에 청색광을 발광하는 청색 발광물질로 이루어지는 유기발광층(113)이 위치하며, 유기발광층(113)의 상부로는 전면에 음극(cathode)을 이루는 제 2 전극(115)이 위치한다.
- [0064] 제 2 전극(115)은 캐소드(cathode) 전극의 역할을 하도록 일함수 값이 상대적으로 낮은 금속물질 예를 들면 알루미늄(Al), 알루미늄 합금(AlNd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 알루미늄마그네슘 합금(AlMg) 중 어느 하나 또는 둘 이상을 혼합되어 이루어질 수 있는데, 이러한 알루미늄(Al), 알루미늄 합금(AlNd), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 금(Au), 알루미늄마그네슘 합금(AlMg) 들은 빛을 투과시킬 수 있는 정도의 두께 예를 들면 10 내지 200Å 정도의 두께를 갖도록 형성된다.
- [0065] 이러한 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 청색광이 발생되어 외부로 방출된다.
- [0066] 이때, 발광된 청색광은 투명한 제 1 및 제 2 전극(111, 115)을 통과하여 외부로 나가게 되고, 이를 통해 최종적으로 OLED(100)는 임의의 화상을 구현하게 된다.
- [0067] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 유기발광층(113)으로부터 발광된 청색광이 제 1 및 제 2 전극(111, 115)을 모두 투과하여 외부로 나가게 됨에 따라, 제 2 전극(115) 상부로는 제 2 전극(115)을 통과한 빛이 제 1 전극(111)을 향하도록 반사부(210)를 더욱 위치시키는 것이 바람직하다.
- [0068] 여기서, 반사부(210)의 구성에 대해 좀더 자세히 살펴보면, 반사부(210)는 발광다이오드(E)의 제 2 전극(115) 상부로 위치하는 제 3 층간절연막(109c)과 제 3 층간절연막(109c) 상부로 적색 서브화소(R-SP) 및 녹색 서브화소(G-SP)에 대응하여 위치하는 제 2 색변환패턴(211, 213) 그리고 제 2 색변환패턴(211, 213) 상부와 청색 서브화소(B-SP)에 위치하는 반사층(215)을 포함한다.
- [0069] 제 2 색변환패턴(211, 213)은 발광다이오드(E)로부터 발광된 광 중, 제 2 전극(115)을 통과한 광의 색을 변환시

키기 위한 것으로서, 발광다이오드(E)로부터 청색광이 방출되는 경우에 적색 서브화소(R-SP)에 위치하는 제 2 적색 색변환패턴(211)은 청색광을 적색광으로 파장 변환시키며, 녹색 서브화소(G-SP)에 위치하는 제 2 녹색 색변환패턴(213)은 청색광을 녹색광으로 파장 변환시키게 된다.

- [0070] 이때, 발광다이오드(E)로부터 청색광이 방출되는 경우, 청색 서브화소(B-SP)에는 제 2 색변환패턴을 위치시키지 않고 반사층(215)만이 위치하도록 하는 것이 바람직하며, 하나의 단위화소(P)가 백색 서브화소를 더욱 포함할 경우 제 3 층간절연막(109c) 상부로 제 2 백색 색변환패턴을 더욱 위치시킬 수 있다.
- [0071] 여기서, 발광다이오드(E)의 제 2 전극(115)을 통과한 광의 색을 변환시키는 제 2 색변환패턴(211, 213) 역시 발광다이오드(E)로부터 발광된 광을 흡수하여 재발광하는 양자점으로 이루어져, 높은 색재현율을 갖게 된다.
- [0072] 즉, 적색 서브화소(R-SP)에 위치하는 제 2 적색 색변환패턴(201)은 유기발광층(113)에서 발광하는 청색광에 반응하여, 적색 파장대의 빛을 출광하는 적색 양자점들이 분포되어 있으며, 녹색 서브화소(G-SP)에 위치하는 제 2 녹색 색변환패턴(203) 또한 유기발광층(113)에서 발광하는 청색광에 반응하여, 녹색 파장대의 빛을 출광하는 녹색 양자점들이 분포되어 있다.
- [0073] 그리고 반사층(215)은 광을 반사시킬 수 있는 어떠한 재료로도 사용 가능한데, 예를 들어, 이산화티타늄, 알루미늄, 산화알루미늄, 황산바륨, 탄산칼슘, 황산칼슘, 황산마그네슘, 탄산바륨, 산화 아연, 수산화마그네슘, 수산화칼슘, 또는 탈크 중 적어도 어느 하나가, 제 2 색변환패턴(211, 213) 또는 제 3 층간절연막(109c) 상에 증착되어 형성될 수 있다.
- [0074] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 적색 및 녹색 서브화소(R-SP, G-SP)에 대응하여 위치하는 반사부(210)의 제 2 색변환패턴(211, 213)이 긴 바(bar) 형태로 인접 배열됨으로써 산과 골이 반복되는 마이크로렌즈(micro-Lens) 형상으로 이루어져, 다수개의 마이크로렌즈 형상의 제 2 색변환패턴(211, 213)이 열을 지어 제 3 층간절연막(109c)으로부터 돌출 배열되며, 제 2 색변환패턴(211, 213) 상부로 위치하는 반사층(215)은 제 2 색변환패턴(211, 213)의 표면을 따라 제 2 색변환패턴(211, 213)과 동일한 형상으로 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0075] 이러한 제 2 색변환패턴(211, 213)은 단면이 종형, 반구형, 피라미드형 중에서 선택된 하나 이상의 모양으로 구성될 수 있다.
- [0076] 여기서, 제 2 색변환패턴(211, 213)과 반사층(215)을 포함하는 반사부(210)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 발광영역(EA)에 대응하여 위치하도록 함으로써, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는 반사부(210) 각각은 비발광영역(NEA)을 사이에 두고 서로 일정간격 이격하여 위치하게 되는데, 이는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)에 위치하는 반사부(210)를 통해 반사되는 광이 이웃하는 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)로 색섞임 되는 것을 방지하기 위함이다. 이에 대해 추후 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0077] 이때, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 그 형상에 따라 광 추출 효율에 영향을 미치게 되는데, 종횡비(A/R(Aspect Ratio))는 제 2 색변환패턴(211, 213)의 높이(H)를 제 2 색변환패턴(211, 213)의 반지름(D/2)으로 나눈 값으로, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 0.3 ~ 1의 종횡비를 갖도록 하는 것이 바람직하다.
- [0078] 종횡비가 0.3 이하의 값을 가지거나 1 이상의 값을 가질 경우, 제 2 색변환패턴(211, 213)의 높이가 너무 낮아지거나 제 2 색변환패턴(211, 213)의 크기가 너무 커져 반사층(215)에서 반사되는 광이 기관(101) 쪽으로 진행하지 못하고, 소자 내부에 갇히게 될 수 있어, 광 추출 효율을 저하시키게 된다.
- [0079] 여기서, 제 2 색변환패턴(211, 213)의 형상을 정의하는 변수로 종횡비만 적용하게 되면, 종횡비가 동일하여 지름과 높이로만 정의하는 그 비율이 동일하더라도 반높이 나 제 2 색변환패턴(211, 213) 사이 간격 등 나머지 변수들로 정의되는 값들이 달라질 때, 제 2 색변환패턴(211, 213)의 형상이 달라지게 될 수 있다.
- [0080] 따라서, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비($R_m(F_A/R)/(A/R)$)가 $1 \leq R_m$ 또는 $R_m \leq 1$ 의 조건을 더욱 만족하도록 하는 것이 바람직하다.
- [0081] 여기서, 종횡비에 대한 반높이 종횡비가 1보다 클 경우, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 단면이 종형으로 이루어지게 되며, 종횡비에 대한 반높이 종횡비가 1보다 작을 경우, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 단면이 반구형으로 이루어지게 된다.
- [0082] 그리고 종횡비에 대한 반높이 종횡비가 1과 같을 경우, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 단면이 피라미드형으로 이루어지게 된다.

- [0083] 제 2 색변환패턴(211, 213)의 형상에 따른 효율 비교는 추후 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.
- [0084] 이와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 발광다이오드(E)의 유기발광층(113)으로부터 청색광이 발광되도록 하고, 청색광이 투명한 제 1 및 제 2 전극(111, 115)을 통과하여 각각 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)으로 흡수되어 재발광하는 과정에서, 제 2 전극(115)을 통과하여 제 2 색변환패턴(211, 213)으로 흡수되어 재발광된 광은 반사층(215)에 의해 보다 많은 양의 광이 제 1 전극(111)을 향해 집중되도록 반사되어 제 1 전극(111)을 통과하게 하므로, 제 2 색변환패턴(211, 213)에서 흡수되어 재발광된 광은 제 1 색변환패턴(201, 203)에서 흡수되어 재발광된 광과 함께 기관(101)을 투과하여 화상을 구현하게 된다.
- [0085] 또한, 유기발광층(113)에서 방사상으로 발광되는 광을 모두 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)에서 흡수하여 재발광되도록 하며, 특히 반사부(210)가 마이크로렌즈 형상으로 이루어지도록 함으로써 OLED(100)의 광 추출 효율을 보다 향상시키게 된다.
- [0086] 또한, 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)이 양자점으로 이루어짐에 따라, OLED(100)는 보다 고품위의 색재현율을 구현할 수 있다.
- [0087] 그리고 이와 같은 반사부(210) 상부로는 얇은 박막필름 형태인 보호필름(102)을 위치시켜, 반사부(210)와 보호필름(102) 사이로 투명하며 접착 특성을 갖는 프리트(Frit), 유기절연물질, 고분자 물질 중 어느 하나로 이루어진 페이스 셸(104)을 반사부(210)의 전면에 코팅한 상태에서 보호필름(102)과 기관(101)을 합착함으로써, OLED(100)는 인캡슐레이션(encapsulation)된다.
- [0088] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 청색 서브화소(B-SP)에서는 청색 발광물질로 이루어지는 청색 유기발광층(113)으로부터 발광되는 청색광을 그대로 사용하게 되고, 적색 서브화소(R-SP)와 녹색 서브화소(G-SP)에서는 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)을 통해 적색광과 녹색광이 구현되도록 함으로써, 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 적색 발광물질, 녹색 발광물질, 청색 발광물질을 새도우 마스크 공정을 통해 형성하지 않더라도, R, G, B의 풀컬러를 구현할 수 있다.
- [0089] 특히, 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)은 잉크젯 공정을 통해 형성할 수 있어, 새도우 마스크 공정에 비해 매우 손쉽게 적색 및 녹색 서브화소(R-SP, G-SP)를 구현할 수 있게 된다.
- [0090] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 별로 다른 발광물질로 이루어지는 유기발광층(113)을 형성하지 않아도 되므로, 새도우 마스크 공정에 의한 문제점들이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 특히 고해상도를 구현할 수 있게 된다.
- [0091] 또한, 각 발광물질의 열화 속도의 차이에 의한 색 변화가 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한 적색 및 녹색에 비해 보다 고효율을 갖는 청색광을 발광하는 발광물질로만 이루어지도록 함에 따라 보다 고효율 및 고수명을 구현할 수 있다.
- [0092] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 발광다이오드(E)의 유기발광층(113)으로부터 모든 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP)에서 청색광이 발광되도록 하고, 발광다이오드(E)의 제 1 및 제 2 전극(111, 115)을 모두 투명하게 구성한 다음, 적색 및 녹색 서브화소(R-SP, G-SP)에 대응하여 제 1 전극(111)을 통과한 광이 진행되는 위치에 제 1 색변환패턴(201, 203)을 위치시키고, 제 2 전극(115)을 통과한 광이 진행되는 위치에 제 2 색변환패턴(211, 213)을 위치시키며, 제 2 색변환패턴(211, 213)은 마이크로렌즈 형상으로 반사부(210)를 이루도록 형성함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 광 추출 효율을 보다 향상시키게 되며, 또한 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)이 양자점으로 이루어짐에 따라 보다 고품질의 고색재현율을 구현할 수 있다.
- [0094] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 각 서브화소 일부를 개략적으로 확대 도시한 단면도로서, 광의 진행 경로를 함께 도시하였다.
- [0095] 도시한 바와 같이, 적색 서브화소(R-SP) 영역 내에는 제 2 층간절연막(109b) 상에 제 1 적색 색변환패턴(201)이 위치하며, 녹색 서브화소(G-SP) 영역 내에는 제 2 층간절연막(109b) 상에 제 1 녹색 색변환패턴(203)이 위치하며, 제 1 적색 및 녹색 색변환패턴(201, 203) 상부로는 오버코트층(108)과 발광다이오드(E)가 순차적으로 위치한다.
- [0096] 그리고, 발광다이오드(E) 상부로는 제 3 층간절연막(109c)이 위치하며, 제 3 층간절연막(109c) 상부로는 적색 서브화소(R-SP) 영역 내에 제 2 적색 색변환패턴(211)과 반사층(215)을 포함하는 마이크로렌즈 형상의 반사부

(210)가 위치하며, 녹색 서브화소(G-SP) 영역 내의 제 3 층간절연막(109c) 상부로는 제 2 녹색 색변환패턴(213)과 반사층(215)을 포함하는 마이크로렌즈 형상의 반사부(210)가 위치한다.

[0097] 그리고 청색 서브화소(B-SP) 영역 내에는 제 2 층간절연막(109b) 상에 바로 오버코트층(108)과 발광다이오드(E) 그리고 제 3 층간절연막(109c) 상부로 반사부(210)의 반사층(215)이 위치한다.

[0098] 각 서브화소(R-SP, G-SP, B-SP) 영역 내에 위치하는 발광다이오드(E)는 투명한 제 1 및 제 2 전극(111, 115)과, 제 1 및 제 2 전극(111, 115) 사이로 개재되는 청색광을 발광하는 청색 유기발광층(113)으로 이루어진다.

[0099] 따라서, 청색 서브화소(B-SP)에서 발광다이오드(E)의 청색 유기발광층(113)으로부터 청색광(B)이 발광되면, 청색광(B)은 청색 유기발광층(113)으로부터 방사상으로 발광됨에 따라 제 1 광(L1-B)은 제 1 전극(111)을 투과하여 기관(101) 외부로 나가게 되고, 제 2 광(L2-B)은 제 2 전극(115)을 투과한 뒤 반사부(210)의 반사층(215)에 의해 제 1 전극(111)을 향해 반사되게 된다.

[0100] 제 1 전극(111)을 투과하는 제 2 광(L2-B)은 제 1 광(L1-B)과 함께 기관(101) 외부로 나가게 되면서, 청색 서브화소(R-SP)는 청색광(B)을 구현하게 된다.

[0101] 그리고, 적색 서브화소(R-SP)에서는 발광다이오드(E)의 청색 유기발광층(113)으로부터 청색광(B)이 발광되면, 청색광 중 제 3 광(L3-B)은 제 1 전극(111)을 투과하여 제 1 적색 색변환패턴(201)으로 입사되게 된다.

[0102] 제 1 적색 색변환패턴(201)으로 입사된 제 3 광(L3-B)은 제 1 적색 색변환패턴(201)에 흡수되어, 적색광(R)으로 재발광되어 제 1 적색 색변환패턴(201) 외부로 방출되게 된다.

[0103] 여기서, 실질적으로 제 1 적색 색변환패턴(201)으로부터 방출되는 적색광(R)은 내부양자효율을 100%로 가정할 경우, 4.5%에 해당하게 된다.

[0104] 이에 대해 좀더 자세히 살펴보면, OLED(100)의 유기발광층(113)으로부터 발생된 광은 외부로 방출되는 과정에서 각 층의 굴절률 차이로 인한 내부 전반사(internal total reflection) 현상에 의하여, 광이 외부로 방출되지 못하고 OLED(100) 내부에서 흡수되어 소멸되게 된다.

[0105] 또한, 유기발광층(113)과 제 1 및 제 2 전극(111, 115)의 두께가 일반적으로 100 ~ 400nm 범위로 매우 얇은 경우, 유기발광층(113)에서 전계 발광에 의해 생성된 광의 많은 부분이 투명전극(111, 115) 또는 유기발광층(113)에 도파로 모드(waveguide mode)로 잡혀서(trapping), 소자 내부로부터 빠져나오지 못하고 갇히게 되어 소자 밖으로 방출되지 못한다.

[0106] 이와 같이, 유기발광층(113)에서 방출된 광이 굴절률이 다른 각 층의 경계면을 통과하는 과정에서 전반사 현상과 도파로 모드 등의 이유로 소자 외부로 방출되지 못하기 때문에, OLED(100)의 외부 광효율은 20%를 넘지 못한다고 알려져 있다(Optics Letters 22, 6, 396, 1997).

[0107] 즉, OLED(100)의 내부양자효율이 비록 100%라 하더라도, 내부 도파로 모드로 손실되는 광의 비율이 약 45%에 이르며, 전반사 현상에 의해 고립된 광의 비율이 약 35%에 이르기 때문에, 불과 발광량의 약 20% 정도만 소자 외부로 방출되고 80% 정도의 빛은 손실된다.

[0108] 이때, 외부로 바로 방출되는 발광량이 약 20%로 외부 광효율이 20%인 것이다. 그리고 외부로 방출되는 발광량과 기관(101)에서 흡수 및 소멸되는 발광량은 약 35%에 해당하게 된다.

[0109] 그리고, 양자점은 구면으로 등방적으로 발광하게 되는데, 이때 양자점으로부터 등방적으로 발광하는 영역은 입체각(solid angle)에 의해 정의되는 영역에 해당하는 광만이 외부로 방출되게 되고, 나머지 빛은 내부에서 흡수되어 소멸되게 된다.

Ω

[0110] 여기서, 입체각 ()은 아래 (수식 1)에 의해 정의될 수 있다.

[0111] (수식 1)

$$\Omega = \int_{\varphi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\theta} \sin \theta d\theta d\varphi = -2\pi(\cos \theta - 1)$$

[0112]

- [0113] d는 거리를 나타낸다.
- [0114] 위의 (수식1)을 통해 OLED(100)의 각 층들의 거리에 해당하는 θ 값이 42도에 해당함을 알 수 있고, 이를 통해 양자점으로부터 발광하는 광은 θ 값이 42도인 원뿔(escape cone : A 영역) 내에 위치하는 광만이 외부로 방출되게 됨을 알 수 있다.
- [0115] 따라서, 양자점으로부터 구면으로 등방적으로 발광하는 광량 중 실질적으로 외부로 방출되는 광량은 아래 (수식 2)에 의해 정의되어, 25.7%임을 확인할 수 있다.
- [0116] (수식 2)
- [0117] (θ 값이 42도에 해당하는 입체각) * 2(양방향) / 구면(4π)
- [0118] 위의 내용들을 뒷받침으로 제 1 적색 색변환패턴(201)으로부터 방출되는 적색광(R)은 아래 (수식 3)에 의해 정의되어, 4.5%에 해당하게 되는 것이다.
- [0119] (수식 3)
- [0120] $35\%(\text{외부} + \text{기관으로 방출되는 발광량}) / 2(\text{양방향}) * 25.7\%(\text{양자점으로부터 실질적으로 외부로 방출되는 광량}) = 4.5\%$
- [0121] 제 1 적색 색변환패턴(201)으로부터 방출되는 4.5%의 광만이 기관(101)을 투과하게 되는 것이다.
- [0122] 그리고, 적색 서브화소(R-SP)에서 발광되는 제 4 광(L4-B)은 제 2 전극(115)을 투과하여 제 2 적색 색변환패턴(211)으로 입사되게 되는데, 제 2 적색 색변환패턴(211)을 입사된 제 4 광(L4-B)은 제 2 적색 색변환패턴(211)에 흡수되어, 적색광(R)으로 재발광되어 제 2 적색 색변환패턴(211) 외부로 방출되게 된다.
- [0123] 여기서 제 2 적색 색변환패턴(211) 또한 양자점으로 이루어짐에 따라, 제 2 적색 색변환패턴(211)으로부터 방출되는 적색광(R)은 방사상으로 제 2 적색 색변환패턴(211)으로부터 방출되게 되는데, 이때 실질적으로 제 1 적색 색변환패턴(211)으로부터 방출되는 적색광(R)은 내부양자효율을 100%로 가정할 경우, 11% 또는 22%에 해당하게 된다.
- [0124] 이에 대해서도 좀더 자세히 살펴보면, 제 2 적색 색변환패턴(211)으로부터 재발광되는 적색광(R)은 2가지 경우를 고려할 수 있는데, 먼저 외부와 기관(101)으로 방출되는 발광량 만을 가지고 산출하거나 또는 유기발광층(113)과 제 2 적색 색변환패턴(211) 사이에서의 도파로 현상에 해당하는 발광량까지 고려하여 산출할 수 있다.
- [0125] 제 2 색변환패턴(211)과 유기발광층(113) 사이의 도파로 현상을 포함하는 발광량은 약 70%에 해당하게 된다.
- [0126] 따라서, 아래 (수식 4)와 (수식 5)를 통해 정의할 수 있는데,
- [0127] (수식 4)
- [0128] $35\%(\text{외부} + \text{기관으로 방출되는 발광량}) / 2(\text{양방향}) * 62.9\%(\text{양자점으로부터 실질적으로 외부로 방출되는 광량}) = 11\%$
- [0129] (수식 5)
- [0130] $70\%(\text{외부} + \text{기관} + \text{도파로 현상을 포함하는 발광량}) / 2(\text{양방향}) * 62.9\%(\text{양자점으로부터 실질적으로 외부로 방출되는 광량}) = 22\%$
- [0131] 여기서, 양자점으로부터 실질적으로 외부로 방출되는 광량은 아래 (수식 6)을 통해 정의된다.
- [0132] 제 2 적색 색변환패턴(211)의 내부양자효율이 100%라 정의하면, 광이 양방향으로 진행됨에 따라 상부방향 즉, 반사층(215)을 향하는 광량과 하부방향, 즉 유기발광층(113)을 향하는 광량으로 나뉘어 정의할 수 있으며,
- [0133] 이때, 제 2 색변환패턴(211)의 양자점으로부터 발광하는 광 또한 θ 값이 42도인 원뿔(escape cone : A 영역) 내에 위치하는 광만이 외부로 방출되게 되므로, 유기발광층(113)에서 실질적으로 방출되는 광량은 62.9% 이다.
- [0134] (수식 6)
- [0135] $100\%/2(\text{상부방향}) + 100\%/2 * 25.7\%(\text{하부방향으로, 양자점으로부터 실질적으로 외부로 방출되는 광량(원뿔)}) = 62.9\%$ 즉, 제 2 적색 색변환패턴(211)으로부터 11% 또는 22%의 적색광(R)이 외부로 방출되는 것이다.
- [0136] 여기서, 제 2 적색 색변환패턴(211)에서 방출되는 적색광(R)은 반사층(215)에 의해 기관(101)을 향하도록 반사

되어, 제 1 적색 색변환패턴(201)에서 방출되는 적색광(R)과 함께 기관(101) 외부로 나가게 되고, 이를 통해 적색 서브화소(R-SP)는 적색광(R)을 구현하게 된다.

[0137] 따라서, 적색 서브화소(R-SP)로부터는 11%(제 2 적색 색변환패턴으로부터 방출되는 발광량) + 4.5%(제 1 적색 색변환패턴으로부터 방출되는 발광량) = 15.5%의 광이 외부로 방출되거나, 22%(제 2 적색 색변환패턴으로부터 방출되는 발광량) + 4.5%(제 1 적색 색변환패턴으로부터 방출되는 발광량) = 26.5%의 적색광(R)이 외부로 방출되는 것이다.

[0138] 녹색 서브화소(G-SP)에서도 제 1 및 제 2 녹색 색변환패턴(203, 213)과 반사층(215)을 포함함에 따라, 광이 가이드되는 모습은 적색 서브화소(R-SP)와 동일하므로, 녹색 서브화소(G-SP)에서도 15.5% 또는 26.5%의 녹색광(G)이 방광되게 된다.

[0139] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 유기발광층(113)과 제 2 색변환패턴(211, 213)의 거리가 가까움에 따라 유기발광층(113)과 제 2 색변환패턴(211, 213) 사이에서의 도파로 현상에 해당하는 발광량까지 고려하여 산출하는 것이 바람직하다.

[0140] 따라서, 적색 서브화소(R-SP)와 녹색 서브화소(G-SP)에서부터는 26.5%의 광이 외부로 방출되게 된다.

[0141] 이러한 본 발명의 실시예에 따른 광 추출 효율은 제 2 색변환패턴(211, 213)을 포함하는 반사부(210)를 구비하지 않는 경우에 비해 보다 향상되게 된다.

[0142] 이에 대해 아래 표를 참고하면 보다 명확하게 확인할 수 있다.

표 1

출광 Ray 개수	Sample 1	Sample 2
		A/R = 0.5 Rm < 1
제 2 색변환패턴(A)	-	53
제 1 색변환패턴(B)	70	43
Total(A+B)	70	96 (37% ↑)

[0144] 설명에 앞서, 위의 (표 1)에서 Sample 1은 제 1 색변환패턴(=양자점)만을 포함하는 OLED를 나타내며, Sample 2는 제 1 및 제 2 색변환패턴(201, 203, 211, 213)을 포함하는 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)의 구성에 있어서, 반사부(210)의 마이크로 렌즈 형상이 종횡비(A/R)가 0.5인 반구형을 이루는 구성을 나타낸다. 위의 (표 1)을 살펴보면, Sample 1로부터는 출광 Ray 개수가 70개이나, Sample 2는 출광 Ray 개수가 96개로, Sample 2의 출광 Ray 개수가 Sample 1의 출광 Ray 개수에 비해 약 37%이상 높게 방출되는 것을 확인할 수 있다.

[0145] 이는 본원발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 제 2 색변환패턴(211, 213)을 포함하는 반사부(210)를 구비함으로써, 제 2 색변환패턴(211, 213)에 의해 유기발광층(113)으로부터 방사상으로 방광되는 청색광을 모두 색변환패턴(201, 203, 211, 213)으로 흡수하여 재발광시킴으로써, 보다 많은 양의 광이 외부로 방출되도록 할 수 있는 것이다.

[0146] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(100)는 광 추출 효율이 제 1 색변환패턴(201, 203)만을 포함하는 OLED에 비해 보다 향상되는 것이다.

[0148] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 OLED는 제 2 색변환패턴을 포함하는 반사부의 단면 형상에 따라, 광 추출 효율에 영향을 미치게 되는데, 이에 대해 아래 (표 2) 내지 (표 4)와 시뮬레이션 결과인 도 4a ~ 4f를 참조하여 좀 더 자세히 살펴보도록 하겠다.

[0150] 도 4a ~ 4f는 본 발명의 실시예에 따른 OLED의 반사부의 마이크로렌즈 형상의 단면에 따른 출광 Ray를 측정된 시뮬레이션 결과이다.

[0151] 먼저 도 4a ~ 4c를 살펴보면, 도 4a ~ 4c는 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1보다 작은 반구형으로 이루어지는 OLED(도 2의 100)의

출광 Ray를 측정된 시뮬레이션 결과로, 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)으로부터 방출되는 출광 Ray(A)와 제 1 색변환패턴(도 3의 201, 203)으로부터 방출되는 출광 Ray(B)를 각각 별도로 시뮬레이션하여 측정하였다.

[0152] 여기서 도 4a는 반구형으로 이루어지는 마이크로렌즈 형상의 종횡비(A/R)가 0.5이며, 도 4b는 종횡비(A/R)가 0.75 그리고 도 4c는 종횡비(A/R)가 1인 경우이다.

[0153] 그리고, 도 4d ~ 4e는 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1보다 큰 종형으로 이루어지는 OLED(도 2의 100)의 출광 Ray를 측정된 시뮬레이션 결과로, 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)으로부터 방출되는 출광 Ray(A)와 제 1 색변환패턴(도 3의 201, 203)으로부터 방출되는 출광 Ray(B)를 별도로 시뮬레이션하여 측정하였다.

[0154] 여기서, 도 4d의 종형으로 이루어지는 마이크로렌즈 형상의 종횡비(A/R)는 1이며, 도 4e는 0.75의 종횡비(A/R)를 갖는다.

[0155] 그리고 도 4f는 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1과 같은 피라미드형으로 이루어지는 OLED(도 2의 100)의 출광 Ray를 측정된 시뮬레이션 결과로, 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)으로부터 방출되는 출광 Ray(A)와 제 1 색변환패턴(도 3의 201, 203)으로부터 방출되는 출광 Ray(B)를 별도로 시뮬레이션하여 측정하였다.

[0156] 이때, 피라미드형의 종횡비(A/R)는 0.5이다.

[0157] 이의 시뮬레이션 결과와 아래 (표 2) 내지 (표 4)을 함께 참조하여 이에 대해 좀더 자세히 살펴보도록 하겠다.

표 2

[0158]

출광 Ray 개수	Sample 2(도 4a)	Sample 3(도 4b)	Sample 4(도 4c)
	A/R = 0.5 Rm < 1	A/R = 0.75 Rm < 1	A/R = 1 Rm < 1
제 2 색변환패턴(A)	53	47	35
제 1 색변환패턴(B)	43	33	41
Total(A+B)	96	80	76

표 3

[0159]

출광 Ray 개수	Sample 5(도 4d)	Sample 6(도 4e)
	A/R = 1 Rm > 1	A/R = 0.75 Rm > 1
제 2 색변환패턴(A)	51	49
제 1 색변환패턴(B)	43	43
Total(A+B)	94	92

표 4

[0160]

출광 Ray 개수	Sample 7(도 4f)
	A/R = 0.5 Rm = 1
제 2 색변환패턴(A)	59
제 1 색변환패턴(B)	51
Total(A+B)	110

[0161] 설명에 앞서, 위의 (표 2)에서 Sample 2 ~ Sample 4는 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 2의 100)의 구성에 있어서, 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1보다 작은 반구형으로 이루어지는 구성을 나타내며, 이때, Sample 2는 반구형의 마이크로렌즈 형상의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)에 있어서, 종횡비(A/R)가 0.5이며, Sample 3은 종횡비(A/R)가

0.75 그리고 Sample 4는 종횡비(A/R)가 1일 때의 구성을 나타낸다. 그리고, 위의 (표 3)에서 Sample 5 ~ Sample 6은 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1보다 큰 종형으로 이루어지는 구성을 나타내며, 이때 Sample 5는 종횡비(A/R)가 1, Sample 6은 종횡비(A/R)가 0.75일때의 구성을 나타낸다.

- [0162] 또한 위의 (표 4)에서 Sample 7은 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상이 종횡비(A/R)에 대한 반높이 종횡비(Rm)가 1과 같은 피라미드형으로 이루어지는 구성을 나타낸다. 먼저, (표 2) 내지 (표 4)의 Sample 2내지 Sample 7의 출광 Ray 개수는 앞서 설명한 (표 1)의 Sample 1의 제 1 색변환패턴(=양자점)만을 포함하는 OLED의 출광 개수에 비해, 8.5 ~ 57% 이상 높게 방출됨을 확인할 수 있다.
- [0163] 즉, 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 마이크로렌즈 형상의 단면이 반구형, 종형, 피라미드형 중 어떠한 것이라도, 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)을 구비하지 않는 경우에 비해서는 모두 출광 효율이 보다 향상되는 것이다.
- [0164] 그리고, 위의 (표 2)와 도 4a ~ 4c를 살펴보면, 종횡비(A/R)가 0.5일 때가 종횡비(A/R)가 0.75 일 때와 종횡비(A/R)가 1일 때에 비해 출광 Ray 의 개수가 더욱 많은 것을 확인할 수 있는데, 이를 통해 마이크로렌즈 형상이 반구형일 경우에는 종횡비(A/R)를 0.5로 설계하는 것이 보다 광 추출 효율을 향상시킬 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0165] 또한 (표 3)과 도 4d ~ 4e를 살펴보면, 마이크로렌즈 형상이 종형으로 이루어질 경우에는 종횡비(A/R)에 따른 출광 Ray에 있어 큰 차이점이 없는 것을 확인할 수 있다.
- [0166] 그리고, (표 2)와 (표 4)와 도 4a 및 도 4f를 참조하면, 0.5의 동일한 종횡비(A/R)를 갖는 Sample 2와 Sample 7을 비교하면, Sample 7의 출광 Ray가 Sample 2의 출광 Ray에 비해 더욱 많은 것을 확인할 수 있는데, 동일한 종횡비(A/R)를 갖더라도 피라미드형이 반구형에 비해 출광 효율이 보다 높은 것을 확인할 수 있다.
- [0167] 또한, Sample 3 및 Sample 4와 Sample 5 및 Sample 6을 비교하면, 종횡비(A/R)가 0.75와 1일 때에 모두 Sample 3 및 Sample 4가 Sample 5 및 Sample 6에 비해 출광 Ray 개수가 더욱 많은 것을 확인할 수 있다.
- [0168] 이는, 반구형에 비해 종형이 출광효율이 보다 높게 나타남을 의미한다.
- [0169] 이러한 (표 2) 내지 (표 4)와 도 4a ~ 도 4 f의 시뮬레이션 결과를 토대로, 구현하고자 하는 목적 및 효과를 토대로 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)의 적절한 마이크로렌즈 형상을 선택하여 사용할 수 있다.
- [0171] 전술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 2의 100)는 발광다이오드(도 3의 E)의 유기발광층(도 3의 113)으로부터 모든 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP)에서 청색광이 발광되도록 하고, 발광다이오드(도 3의 E)의 애노드 및 캐소드 역할을 하는 제 1 및 제 2 전극(도 3의 111, 115)을 모두 투명하게 구성한 다음, 적색 및 녹색 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP)에 대응하여 제 1 전극(도 3의 111)을 통과한 광이 진행되는 위치에 제 1 색변환패턴(도 3의 201, 203)을 위치시키고, 제 2 전극(도 3의 115)을 통과한 광이 진행되는 위치에 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)을 위치시키는 것을 특징으로 한다.
- [0172] 이러한 OLED(도 2의 100)는 각 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP) 별로 다른 발광물질로 이루어지는 유기발광층(도 3의 113)을 형성하지 않아도 되므로, 새도우 마스크 공정에 의한 문제점들이 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 특히 고해상도를 구현할 수 있으며, 또한, 각 발광물질의 열화 속도의 차이에 의한 색 변화가 발생하는 것을 방지할 수 있으며, 또한 적색 및 녹색에 비해 보다 고효율을 갖는 청색광을 발광하는 발광물질로만 이루어지도록 함에 따라 보다 고효율 및 고수명을 구현할 수 있다.
- [0173] 또한 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)은 마이크로렌즈 형상으로 반사부(도 3의 210)를 이도록 형성함으로써, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 2의 100)는 광 추출 효율을 보다 향상시키게 되며, 또한 제 1 및 제 2 색변환패턴(도 3의 201, 203, 211, 213)이 양자점으로 이루어짐에 따라 보다 고품위의 고색재현율을 구현할 수 있다.
- [0174] 또한, 이와 같이 외부 광 추출 효율을 향상시킴에 따라 휘도를 향상시키기 위하여 소비전력을 상승시키지 않아도 되므로, 이를 통해서도 발광다이오드(도 3의 E)의 수명이 단축되고 패널의 효율이 감소되는 문제점 또한 방지할 수 있다.
- [0175] 여기서, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 3의 100)는 유기발광층(도 3의 113)에서 발광된 광 중 제 2 전극(도

3의 115)을 투과하여 반사부(도 3의 210)의 제 2 색변환패턴(도 3의 211, 213)을 통해 재발광된 후, 반사층(도 3의 210)을 통해 기관(도 3의 101) 쪽으로 반사되는 과정에서, 반사되는 광 중 일부는 이웃하여 위치하는 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP)로 진행될 수 있다.

[0176] 일례로 적색 서브화소(도 3의 R-SP)에서 발광된 적색광이 이웃하여 위치하는 녹색 서브화소(도 3의 G-SP)로 진행될 경우, 녹색 서브화소(도 3의 G-SP)에서는 적색광에 의한 빛샘이 발생하게 되는 것이다. 이러한 빛샘은 화상품질의 저하를 야기하게 된다.

[0177] 이를 위해, 본 발명의 실시예에 따른 OLED(도 3의 100)는 반사부(도 3의 210)를 각 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP)의 발광영역(도 3의 EA)에 대응하여 위치시켜, 각 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP) 별로 위치하는 반사부(도 3의 210) 각각이 비발광영역(도 3의 NEA)을 사이에 두고 서로 일정간격 이격하여 위치하게 구성함으로써, 반사부(도 3의 210)를 통해 재발광된 컬러의 광이 이웃하여 위치하는 서브화소(도 3의 R-SP, G-SP, B-SP)로 진행되지 않도록 할 수 있다.

[0178] 특히, 도 5a에 도시한 바와 같이 각 서브화소(R-SP, G-SP, 도 3의 B-SP)의 발광영역(도 3의 EA)에 대응하여 위치하는 반사부(210)의 경계에 별도의 광차단패턴(221)을 더욱 구비하거나, 또는 도 5b에 도시한 바와 같이 각 서브화소(R-SP, G-SP, 도 3의 B-SP)의 경계에 위치하는 뱅크(119)를 기관(도 3의 101)의 가장자리를 두르는 뱅크(미도시)에 비해 반사부(210)에 인접하도록 높게 형성하여, 이를 통해서도 반사부(210)를 통해 재발광된 컬러의 광이 이웃하여 위치하는 서브화소(R-SP, G-SP, 도 3의 B-SP)로 진행되지 않도록 할 수 있다.

[0179] 또는 도 5c에 도시한 바와 같이 각 서브화소(R-SP, G-SP, 도 3의 B-SP)의 발광영역(도 3의 EA) 상에 각각 위치하는 반사부(210)의 경계에 대응하여 반사부(210) 하부로 위치하는 제 3 층간절연막(109c)에 홈(223)을 구비하고, 홈(223)에 광차단패턴(221)을 위치시킬 수도 있다.

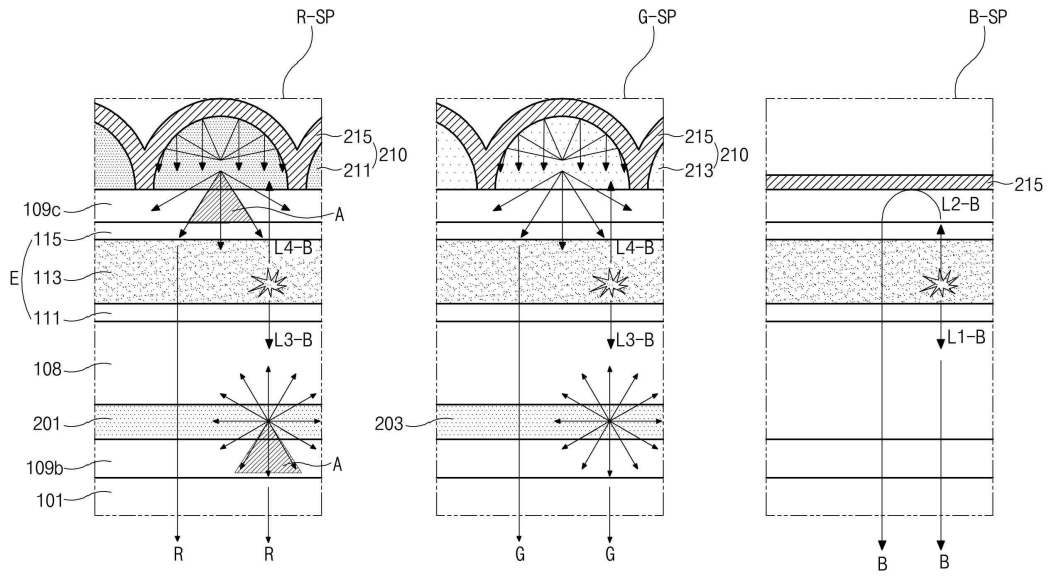
[0181] 한편, 지금까지의 설명에서 청색 서브화소(도 3의 B-SP)에 대응하여 위치하는 제 3 층간절연막(도 3의 109c)이 평평한 표면을 가지며, 이러한 제 3 층간절연막(도 3의 109c) 상부로 반사층(도 3의 215)이 위치함을 도시하였으나, 이때 청색 서브화소(도 3의 B-SP)에 대응하여 위치하는 제 3 층간절연막(도 3의 109c)이 마이크로렌즈 형상으로 이루어지며, 반사층(도 3의 215)은 마이크로렌즈 형상의 표면을 따라 제 3 층간절연막(도 3의 109c)과 동일한 형상으로 이루어질 수도 있다.

[0182] 본 발명은 상기 실시예로 한정되지 않고, 본 발명의 취지를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양하게 변경하여 실시할 수 있다.

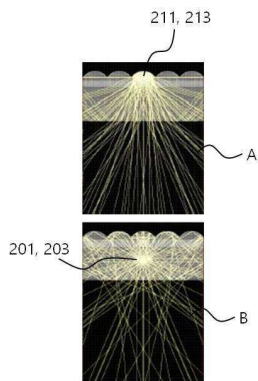
부호의 설명

- [0184] 101 : 기관
 108 : 오버코팅층
 109b, 109c : 제 2 및 제 3 층간절연막
 111 : 제 1 전극, 113 : 유기발광층, 115 : 제 2 전극
 201 : 제 1 적색 색변환패턴, 203 : 제 1 녹색 색변환패턴
 210 : 반사부
 211 : 제 2 적색 색변환패턴, 213 : 제 2 녹색 색변환패턴
 215 : 반사층
 R-SP, G-SP, B-SP : 적색 서브화소, 녹색 서브화소, 청색 서브화소

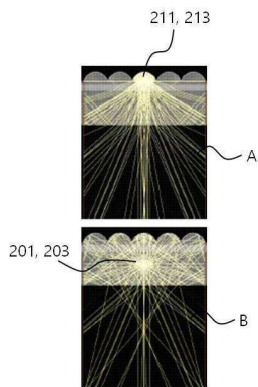
도면3



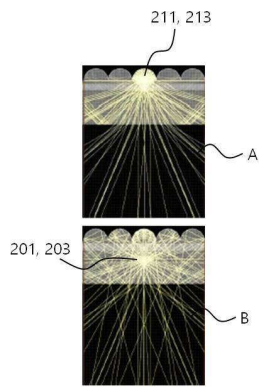
도면4a



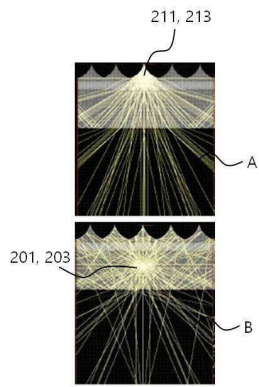
도면4b



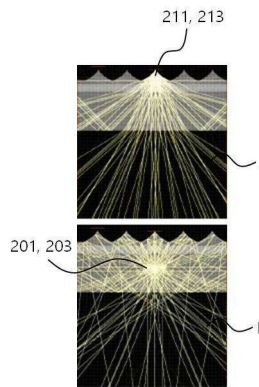
도면4c



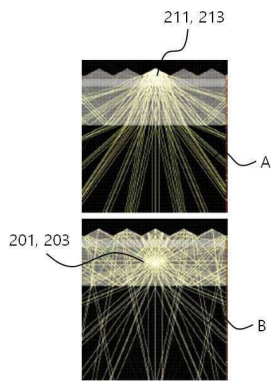
도면4d



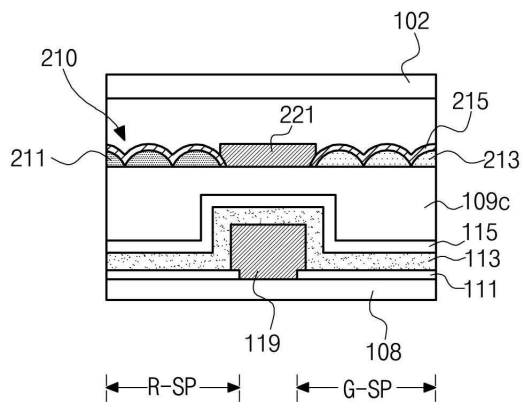
도면4e



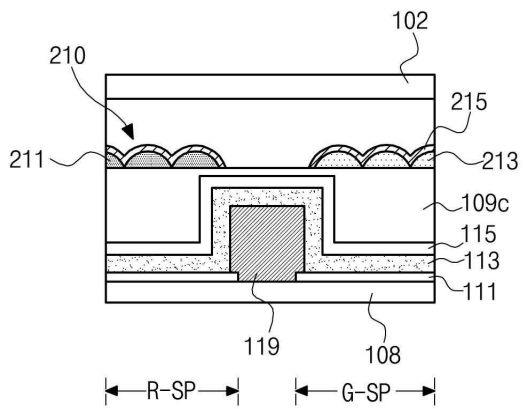
도면4f



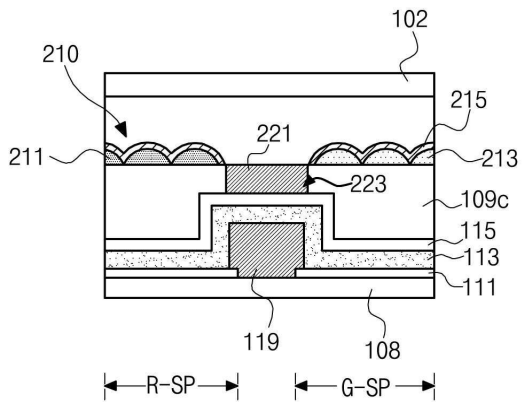
도면5a



도면5b



도면5c



专利名称(译)	有机发光二极管显示器		
公开(公告)号	KR1020190136490A	公开(公告)日	2019-12-10
申请号	KR1020180062285	申请日	2018-05-31
[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	구원희 김태식 장지향		
发明人	구원희 김태식 장지향		
IPC分类号	H01L51/52 H01L27/32 H01L51/56		
CPC分类号	H01L51/5275 H01L27/322 H01L51/56		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

有机发光二极管技术领域本发明涉及有机发光二极管，并且具体地，涉及具有提高的光提取效率的有机发光二极管。本发明允许从发光二极管的有机发光层向所有子像素发射蓝光，第一颜色转换图案位于与通过第一电极的光对应的位置处。在用作发光二极管的阳极和阴极的第一和第二电极之后的红色和绿色子像素被配置为透明的，并且将第二颜色转换图案定位在穿过第二电极的光前进的位置。在此，第二颜色转换图案形成微透镜形状的反射器，并且根据本发明实施方式的OLED进一步提高了光提取效率并且能够实现更高的彩色再现量。由于第一和第二颜色转换图案由量子点制成，因此质量更高。

