



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월04일
(11) 등록번호 10-1250879
(24) 등록일자 2013년03월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/52 (2006.01) H05B 33/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0118246
(22) 출원일자 2011년11월14일
심사청구일자 2011년11월14일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100078354 A
KR1020060060171 A
KR1020060023421 A

(73) 특허권자
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
한국과학기술원
대전광역시 유성구 대학로 291(구성동)
(72) 발명자
최경철
대전광역시 유성구 구성동 한국과학기술원 5-5223
최충석
서울특별시 관악구 관악로 304, 115동 901호 (봉천동, 현대아파트)
(74) 대리인
특허법인명문, 특허법인네이트

전체 청구항 수 : 총 8 항

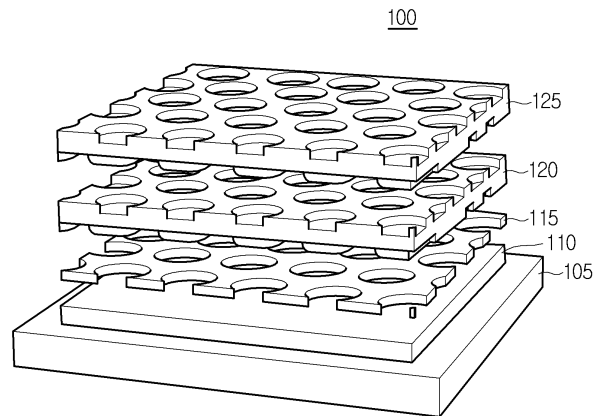
심사관 : 김효욱

(54) 발명의 명칭 구멍이 형성된 무기물 층을 포함하는 유기 발광 다이오드 소자

(57) 요약

유기 발광 다이오드 소자는, 기판, 기판 위에 형성되는 투명 전극과, 투명전극 위에 형성되는 나노 구조이고 다수의 구멍들을 포함하는 무기물 층과, 무기물 층 위에 형성되고 무기물 층의 구멍들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 유기물 층과, 유기물 층 위에 형성되고 유기물 층의 오목한 부분들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 메탈 전극을 포함한다. 유기물 층은 유기물 층의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지며, 메탈 전극은 메탈 전극의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가진다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

유기 발광 다이오드 소자에 있어서,

기판;

상기 기판 위에 형성되는 제1 전극;

상기 제1 전극 위에 형성되는 나노 구조이고, 다수의 구멍들을 포함하는 무기물 층;

상기 무기물 층 위에 형성되고, 상기 무기물 층의 구멍들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 유기물 층; 및

상기 유기물 층 위에 형성되고, 상기 유기물 층의 오목한 부분들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 제2 전극을 포함하며,

상기 유기물 층은 상기 유기물 층의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지고, 상기 제2 전극은 상기 제2 전극의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지며,

상기 무기물 층의 물질은 WO_3 (Tungsten trioxide), MoO_3 , 및 V_2O_5 중 어느 하나인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전극은 투명 전극이고, 상기 제2 전극은 메탈 전극인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 전극은 메탈 전극이고, 상기 제2 전극은 투명 전극인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 전극 및 상기 제2 전극은 각각 투명 전극인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기물 층의 두께는 10(nm) 이상이고 200(nm) 이하인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기물 층의 구멍들 각각은 0(nm)을 초과하고 800(nm) 이하의 직경을 가지며, 상기 구멍들 사이의 간격은 0(μm)을 초과하고 1(μm) 이하인 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기물 층의 구멍들은 규칙적으로 또는 불규칙적으로 배치되는 유기 발광 다이오드 소자.

청구항 8

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 무기물 층의 구멍들은 가로 길이 및 세로 길이가 각각 3(μm)를 초과하고 50(μm) 이하인 면적 범위 내에서 규칙적으로 배치되는 구멍들을 포함하는 구멍 그룹들로 분할되고, 상기 분할된 구멍 그룹들은 서로 다른 배열 각도를 가지고 배치되는 유기 발광 다이오드 소자.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 발광 다이오드 소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 구멍이 형성된 무기물 층을 포함하는 유기 발광 다이오드 소자에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 제조 기술의 발달과 영상 처리 기술의 발달에 따라 경량 및 박형화가 용이하고 고화질을 실현할 수 있는 평판 디스플레이 소자들의 상용화 및 보급 확대가 급격히 진행되고 있으며, 이러한 평판 디스플레이 소자로서 액정 디스플레이(LCD), 플라즈마 디스플레이(PDP), 또는 유기발광 다이오드(organic light emitting diode display: OLED) 등이 있다.

[0003] 평판 디스플레이 소자들 중 LCD 와 OLED 등은 경량 및 박형화와 고화질의 용이성으로 인해 개인용 휴대기기(예를 들어, 휴대폰, PDA, 또는 휴대용 컴퓨터) 등에 널리 채용되고 있다.

[0004] OLED 표시 소자는 외부로부터의 전기장을 형광성 화합물에 인가하여 자체 발광시키는 소자로서, 휘도, 색대비, 시야각, 응답속도, 내환경성 등이 매우 우수한 것으로 알려져 있으며, 직류 저전압 구동, 고속 응답성, 다색화 등에서 무기 발광 다이오드 표시 소자보다 우수한 특성을 갖는 것으로, 보다 구체적으로 양전극(애노드 전극)과 음전극(캐소드 전극)을 이용하여 외부로부터 전자와 정공을 주입하고, 그것들의 재결합 에너지에 의한 발광을 통해 패널 상에 임의의 영상을 디스플레이한다.

[0005] OLED 디바이스가 다른 디스플레이 디바이스에 비하여 가지는 중요한 특징 중 하나는 구동 전압이 낮다는 것이다. 실험적으로 구현되는 수준의 OLED는 10V 이내에서 구동되면서도 충분히 많은 양의 광을 출력시킬 수 있다는 점에서 다른 디스플레이 소자에 비하여 우월성을 갖는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 유기 발광 다이오드 소자에 다수의 구멍들(holes)을 포함하는 무기물 층을 삽입하는 것에 의해, 발광 효율 및 전력효율을 향상시킬 수 있는 유기 발광 다이오드 소자를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 기술적 과제(목적)는 유기 발광 다이오드에서 발생하는 도파관 모드(waveguide mode)와 표면 플라즈몬(surface plasmon)으로 인한 에너지 손실을, 구멍난 무기물 층을 삽입하는 것에 의해 생성되는 나노 구조를 이용하여 복구하고, 이를 통해 발광 효율을 향상시킬 수 있는 유기 발광 다이오드 소자를 제공하는 것이다.

[0008] 또한, 본 발명의 기술적 과제는 유기 발광 다이오드 소자에 구멍난 무기물 층을 삽입하는 방법을 사용하는 것에 의해 유기 발광 다이오드 소자의 동작 전압을 낮추는 것이 가능하며, 낮아진 동작 전압으로 인하여 전력 효율을 향상시킬 수 있는 유기 발광 다이오드 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자는, 기판; 상기 기판 위에 형성되는 투명 전극; 상기 투명전극 위에 형성되는 나노 구조이고, 다수의 구멍들을 포함하는 무기물 층; 상기 무기물 층 위에 형성되고, 상기 무기물 층의 구멍들에 삽입되는 불록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 불록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 유기물 층; 및 상기 유기물 층 위에 형성되고, 상기 유기물 층의 오목한 부분들에 삽입되는 불록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 불록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 메탈 전극을 포함할 수 있다. 상기 유기물 층은 상기 유기물 층의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지며, 상기 메탈 전극은 상기 메탈 전극의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가질 수 있다.

- [0010] 상기 무기물 층의 물질은 WO_3 (Tungsten trioxide), MoO_3 , 및 V_2O_5 중 어느 하나일 수 있다. 상기 무기물 층의 두께는 10(nm) 이상이고 200(nm)이하일 수 있다.
- [0011] 상기 무기물 층의 구멍들 각각은 0(nm)을 초과하고 800(nm) 이하의 직경을 가지며, 상기 구멍들 사이의 간격은 0(μm)을 초과하고 1(μm) 이하일 수 있다.
- [0012] 상기 무기물 층의 구멍들은 규칙적으로 배치될 수 있다. 상기 무기물 층의 구멍들은 불규칙적으로 배치될 수 있다.
- [0013] 상기 무기물 층의 구멍들은 가로 길이 및 세로 길이가 각각 3(μm)를 초과하고 50(μm) 이하인 면적 범위 내에서 규칙적으로 배치되는 구멍들을 포함하는 구멍 그룹들로 분할되고, 상기 분할된 구멍 그룹들은 서로 다른 배열 각도를 가지고 배치될 수 있다.
- [0014] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자는, 기판; 상기 기판 위에 형성되는 메탈 전극; 상기 메탈전극 위에 형성되는 나노 구조이고, 다수의 구멍들을 포함하는 무기물 층; 상기 무기물 층 위에 형성되고, 상기 무기물 층의 구멍들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 유기물 층; 및 상기 유기물 층 위에 형성되고, 상기 유기물 층의 오목한 부분들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 투명 전극을 포함할 수 있다. 상기 유기물 층은 상기 유기물 층의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지며, 상기 투명 전극은 상기 메탈 전극의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가질 수 있다.
- [0015] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자는, 기판; 상기 기판 위에 형성되는 제1 투명 전극; 상기 제1 투명 전극 위에 형성되는 나노 구조이고, 다수의 구멍들을 포함하는 무기물 층; 상기 무기물 층 위에 형성되고, 상기 무기물 층의 구멍들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 유기물 층; 및 상기 유기물 층 위에 형성되고, 상기 유기물 층의 오목한 부분들에 삽입되는 볼록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 볼록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지는 제2 투명 전극을 포함할 수 있다. 상기 유기물 층은 상기 유기물 층의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가지며, 상기 제2 투명 전극은 상기 제2 투명 전극의 하부와 상부에 의해 물결 형태의 구조를 가질 수 있다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자는 내부에 구멍이 형성된 무기물 층을 포함하므로, 향상된 발광 효율 및 전력 효율을 가질 수 있다.
- [0017] 본 발명은 유기 발광 다이오드에서 발생하는 도파관 모드와 표면 플라즈몬으로 인한 에너지 손실을, 구멍들이 형성된 무기물 층(무기막 층)인 나노 구조를 이용하여 복구하는 것에 의해 유기 발광 다이오드의 발광 효율을 향상시킬 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자는 구멍이 형성된 무기물 나노 층을 이용하여 도파관 모드(waveguide mode)와 표면 플라즈몬을 빛으로 추출하여 유기 발광 디스플레이의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0018] 또한 본 발명은 구멍이 형성된 무기물 층의 물질로 WO_3 (Tungsten trioxide) 등과 같은 전하(정공) 주입 특성이 좋은 물질을 사용하는 것에 의해, 유기 발광 다이오드 소자의 동작 전압을 낮추고 유기 발광 다이오드의 전기적 인 동작을 안정적으로 수행하도록 할 수 있고, 구멍이 형성된 무기물 층에 의해 광추출 효율도 증가하므로 유기 발광 다이오드 소자의 전력 효율을 증가시킬 수 있다. 따라서 본 발명은 TV 또는 휴대폰 등의 정보 디스플레이 산업 및 조명 산업에 널리 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 본 발명의 상세한 설명에서 사용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여, 각 도면의 간단한 설명이 제공된다.
- 도 1은 본 발명과 비교되는 유기 발광 다이오드 소자(10)를 나타내는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(100)를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 도 2의 무기물 층(115)의 실시예를 나타내는 평면도이다.

도 4는 도 2의 무기물 층(115)의 다른 실시예를 나타내는 평면도이다.

도 5는 도 2의 무기물 층(115)의 다른 실시예를 나타내는 평면도이다.

도 6은 도 5에 도시된 무기물 층의 구멍 배치 구조에 대한 주사 전자 현미경(SEM, scanning electron microscope) 사진을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자의 전압에 따른 전류밀도 특성의 측정결과와 도 1에 도시된 유기 발광 다이오드 소자의 전압에 따른 전류밀도 특성의 측정결과를 나타내는 그래프(graph)이다.

도 8은 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자의 전류밀도에 따른 발광효율의 측정결과와 도 1에 도시된 유기 발광 다이오드 소자의 전류밀도에 따른 발광효율의 측정결과를 나타내는 그래프이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(400)를 나타내는 사시도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(500)를 나타내는 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는, 본 발명의 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용이 참조되어야 한다.
- [0021] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하는 것에 의해, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 구성 요소를 나타낸다.
- [0022] 본 발명을 설명하기 전에, 본 발명에 대한 비교예가 아래와 같이 설명된다.
- [0023] 도 1은 본 발명과 비교되는 유기 발광 다이오드 소자(10)를 나타내는 도면이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 유기 발광 다이오드 소자(10)는, 기판(12), 투명 전극(14), 유기물 층(16), 및 메탈 전극(18)을 포함하는 구조를 가진다. 기판(12) 위에 투명 전극(14), 유기물 층(16), 및 메탈 전극(18)이 순서대로 적층(형성)된다.
- [0025] 유기 발광 다이오드 소자(10)는 투명 전극(14)과 유기물 층(16)에서 발생하는 도파관(waveguide) 모드와 메탈 전극(18)에서 발생하는 표면 플라즈몬으로 인한 손실로 인하여 낮은 광 추출 효율을 가지며 발광 효율이 저하되는 특성을 가진다. 상기 도파관 모드는 도파관 효과로 인해 광(빛)이 유기 발광 다이오드(10) 내에 포획되는 것을 의미할 수 있고, 표면 플라즈몬은 금속박막 표면에서 일어나는 전자들의 집단적 진동을 의미한다.
- [0026] 투명 전극(14) 및 유기물 층(16)은 기판(12)보다 상대적으로 큰 굴절률을 가지므로, 유기 발광 다이오드 소자(10)가 발광할 때 투명 전극(14) 및 유기물 층(16)에서 도파관 모드(waveguide mode)가 발생하고 상당한 양의 빛이 도파관 모드로 손실된다. 또한, 유기 발광 다이오드 소자(10)가 발광할 때 메탈 전극(18)에서 발생하는 표면 플라즈몬으로 인하여 상당한 양의 빛이 표면 플라즈몬 형태로 손실된다.
- [0027] 도파관 모드로 인한 손실을 복구하기 위한 방법으로 광결정(photonic crystal)을 이용하는 방법이 참고문헌 1인 (Young Rag Do, Yoon-Chang Kim, Young-Woo Song, and Yong-Hee Lee, "Enhanced light extraction efficiency from organic light emitting diodes by insertion of a two-dimensional photonic crystal structure", JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 96 (12), 7629, 2004)에 기재되어 있다. 상기 도파관 모드로 인한 손실을 복구하는 방법에 있어서, 기판(12)과 투명 전극(14) 사이에 광결정(photonic crystal) 구조를 삽입하여, 투명 전극(14) 및 유기물 층(16)에서 발생하는 도파관 모드를 광결정(photonic crystal)으로 인한 브래그 산란(Bragg scattering) 현상을 통해 빛으로 추출하는 것으로 유기 발광 다이오드(10)의 발광 효율을 향상시키는 것이 가능하다. 이 방법은 도파관 모드를 빛으로 추출하는 데에는 효과적인 방법이나, 메탈 전극(18)에서 발생하는 표면 플라즈몬을 빛으로 추출하는 데에는 효과적이지 못하다. 또한 발광이 되는 각도에 따라 발광 강화가 일어나는 정도가 다르며, 유기 발광 다이오드(10)의 발광 스펙트럼 역시 발광 각도에 따라 크게 변하는 단점을 가질 수 있다.
- [0028] 유기 발광 다이오드 소자(10)를 수백 나노 단위의 주기적인 물결 패턴을 가지도록 제작하여, 도파관 모드와 표면 플라즈몬으로 인한 손실을 브래그 산란(Bragg scattering)을 이용하여 복구시켜 유기 발광 다이오드 소자(10)의 발광 효율을 향상시키는 방법들이 있다. 상기 방법들은 참고문헌 2인 (Peter A. Hobson, Stephen Wedge, Jon A. E. Wasey, Ian Sage, and William L. Barnes, "Surface plasmon mediated emission from organic light-emitting diodes", Advanced Materials, 14 (19), 1393, 2002)와, 참고문헌 3인 (Ali Ozhan

Altun, Sohee Jeon, Jongyoun Shim, Jun-Ho Jeong, Dae-Geun Choi, Ki-Don Kim, Jun-Hyuk Choi, Soon-Won Lee, Eung-Sug Lee, Hyung-Dol Park, Jae R. Youn, Jang-Joo Kim, Yong-Hee Lee, Jae-Wook Kang, "Corrugated organic light emitting diodes for enhanced light extraction", Organic Electronics, 11, 711, 2010)에 기재되어 있다. 이 방법들도 발광이 되는 각도에 따라 발광 강화가 일어나는 정도가 다르며, 유기 발광 다이오드(10)의 발광 스펙트럼도 발광 각도에 따라 크게 변하는 단점이 있을 수 있다. 또한 참고문헌 3에 기재된 방법에 있어서 주기적인 물결 패턴의 깊이가 커지게 될 경우, 투명 전극(14)에 갈라짐(crack)이 발생하는 문제, 투명 전극(14)과 유기물 층(16) 간의 물리적인 접촉 문제, 유기물 층(16)과 메탈 전극(18) 간의 물리적인 접촉 문제 등의 발생으로 유기 발광 소자(10)의 전기적인 동작 특성이 불안정해지는 문제가 있을 수 있다. 이러한 문제점은 유기 발광 소자(10)의 수명을 저하시키는 요소로도 작용할 수 있다.

- [0029] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(100)를 나타내는 도면이다.
- [0030] 도 2를 참조하면, 유기 발광 다이오드 소자(100)는, 기판(105), 제1 전극인 투명 전극(110), 다수의 구멍들이 형성된 무기물 층(구멍난 무기막 층)(115), 유기물 층(120), 및 제2 전극인 메탈 전극(125)을 포함한다. 기판(105) 위에 투명 전극(110), 구멍들이 형성된 무기물 층(115), 유기물 층(120), 및 메탈 전극(125)이 사이에 공간 없이 순서대로 적층(형성)될 수 있다.
- [0031] 기판(105)은 투명한 유리(glass)로 구현될 수 있다. 투명 전극(110)은 ITO(Indium Tin Oxide)와 같은 투명한 재질로 구현될 수 있다. 메탈 전극(120)은, 예를 들어, 불투명하고 반사성인 Ag, Au, 또는 Al으로 구현될 수 있다. 유기 발광 다이오드 소자(100) 내부에서 발광한 형광은 기판(105) 방향으로 통과되어 출력될 수 있다.
- [0032] 무기물 층(115)은 투명 전극(110) 위에 형성되는 나노 구조이고, 다수의 구멍들을 포함한다. 무기물 층(115)의 두께는 10(nm) 이상이고 200(nm)이하일 수 있다. 무기물 층(115)의 구멍들 간의 간격은 0(μ m)을 초과하고 1(μ m) 이하이며, 구멍의 직경은 0(nm)을 초과하고 800(nm)이하일 수 있다. 무기물 층(115)의 물질(재료)은, 예를 들어, 정공 주입(hole injection) 특성이 좋은 WO_3 (Tungsten trioxide), MoO_3 , 또는 V_2O_5 일 수 있다. 따라서 무기물 층(115)은 정공 주입 특성이 좋은 WO_3 (Tungsten trioxide) 등을 포함하므로 무기물 층으로 인한 유기 발광 다이오드 소자(100)의 특성 저하를 방지할 수 있다.
- [0033] 무기물 층(115)의 구멍은, 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 원 형태의 구멍일 수 있다. 무기물 층(115)의 구멍은 원 형태의 구멍에 한정되지 않고 임의의 형태로 무기물 층의 일부가 관통되는 형태일 수 있다.
- [0034] 도 3은 도 2의 무기물 층(115)의 실시예를 나타내는 평면도이고, 도 4는 도 2의 무기물 층(115)의 다른 실시예를 나타내는 평면도이다.
- [0035] 무기물 층(115)은 도 3에 도시된 바와 같이 구멍들이 주기적으로(규칙적으로) 반복 배치된 나노 구조를 가지도록 설계될 수 있거나 또는 도 4에 도시된 바와 같이 구멍들이 불규칙적으로 배치된 나노 구조를 가지도록 설계될 수 있다.
- [0036] 도 3에 도시된 바와 같이 무기물 층(115)의 구멍들을 주기적으로 규칙적인 구조를 가지도록 제작할 경우, 규칙적인 구조의 구멍의 주기(간격)를 적절히 조절하는 것에 의해, 유기 발광 다이오드 소자(100)의 발광 파장 대역의 특성에 맞추어, 유기 발광 다이오드 소자(100)의 발광 효율 향상을 최적화하는 것이 가능할 수 있다. 다만, 무기물 층(115)의 구멍들이 주기적으로 규칙적인 구조를 가지는 경우, 본 발명의 발광 강도 증가율이, 발광 각도에 따라 달라지는 현상이 나타날 수 있으며, 이로 인해 유기 발광 다이오드 소자의 발광 특성이 발광 각도에 따라 달라질 수 있다.
- [0037] 도 4에 도시된 무기물 층의 구멍들을 불규칙하게 제작할 경우, 유기 발광 다이오드 소자의 발광 강도 증가율이 발광 각도에 따라 달라지는 현상을 제거하는 것이 가능하고, 불규칙한 구조로 무기물 층(115)의 구멍들의 평균적인 주기(간격)를 조절하는 것으로 유기 발광 다이오드 소자의 발광 대역에 따른 발광 효율 최적화가 가능할 수 있다.
- [0038] 도 5는 도 2의 무기물 층(115)의 다른 실시예를 나타내는 평면도이다.
- [0039] 도 5에 도시된 바와 같이, 무기물 층(115)의 구멍 배치 구조는 무기물 층(115)의 수 μ m 또는 수십 μ m 범위(예를 들어, 50(μ m)) 내에서 주기적 또는 규칙적으로 정렬된 형태의 구멍을 형성된 구조들이, 서로 다른 각도를 가지고 반복적으로 배열된 형태의 무기물 층을 제작하는 것도 가능하다.
- [0040] 부연하여 설명하면, 무기물 층(115)의 구멍들은 무기물 층(115) 평면상의 특정 면적 범위(예를 들어, 가로 길이

및 세로 길이가 각각 3(μm)를 초과하고 50(μm) 이하인 면적 범위) 내에서 규칙적으로 배치되는 구멍들을 포함하는 구멍 그룹들(groups)로 분할되고, 상기 분할된 구멍 그룹들은 도 5에 도시된 바와 같이 서로 다른 배열 각도를 가지고 배치될 수 있다. 상기 배열 각도는 분할된 구멍 그룹들 각각의 구멍들이 배열되는 각도를 의미한다.

[0041] 도 6은 도 5에 도시된 무기물 층의 구멍 배치 구조에 대한 주사 전자 현미경(SEM, scanning electron microscope) 사진을 나타내는 도면이다.

[0042] 도 6을 참조하면, 도 6에서 무기물 층(115)은 WO_3 (Tungsten trioxide)을 포함한다. 도 6에 도시된 바와 같이 수 μm 또는 수십 μm 범위 내에서 주기적 또는 규칙적으로 정렬된 형태로 구멍이 있는 구조의 구멍들 사이의 주기(간격)를 조절하여 발광 효율 향상을 최적화하는 것이 가능하며, 주기적인 구멍 그룹들(구멍 집단들)이 서로 각각 다른 각도로 반복적으로 배열되므로 발광 각도에 따라 유기 발광 다이오드의 발광 특성이 달라지는 단점이 나타나지 않을 수 있다. 따라서 전술한 구멍 배치 방법은 무기물 층이 구멍들이 주기적으로(또는 규칙적으로) 배치된 나노구조를 가지는 경우의 장점(구멍들 사이의 간격을 조절하여 발광 파장 대역에 따른 발광 효율을 향상시킬 수 있는 장점)과, 무기물 층이 구멍들이 불규칙적으로 배치된 나노구조를 가지는 경우의 장점(발광 강도 증가율이 발광 각도에 달라지는 현상을 제거할 수 있는 장점)을 모두 가질 수 있다.

[0043] 다시 도 2를 참조하면, 무기물 층(115)의 위쪽에 배치되는 유기물 층(120) 및 메탈 전극 층(125)은 무기물 층(115)의 구멍 형태(모양)에 따라 나노구조가 형성된 형태를 포함한다. 즉, 유기물 층(120)은 무기물 층(115) 위에 형성되는 나노 구조일 수 있고, 무기물 층(115)의 구멍들에 삽입되는 불록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 불록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지고, 유기물 층(120)은 상기 하부와 상부에 의해 정면에 바라보았을 때 물결 형태의 구조를 가진다. 그리고 메탈 전극(125)은 유기물 층(120) 위에 형성되는 나노 구조일 수 있고, 유기물 층(120)의 오목한 부분들에 삽입되는 불록한 부분들을 포함하는 하부와, 상기 불록한 부분들에 대응하는 오목한 부분들을 포함하는 상부를 가지고, 메탈 전극(125)은 상기 하부와 상부에 의해 정면에 바라보았을 때 물결 형태의 구조를 가진다.

[0044] 유기물 층(120)은 정공 주입 층, 정공 수송 층, 발광층, 전자 수송 층, 및 전자 주입 층을 포함할 수 있다. 유기물 층(120)은 도 2에 도시된 바와 같이 무기물 층(115)의 구멍들에 삽입되는 물결 형태의 나노 구조를 포함한다. 메탈 전극(125)은 도 2에 도시된 바와 같이 유기물 층(120)의 구조에 삽입되는 물결 형태의 나노 구조를 포함한다.

[0045] 따라서 구멍이 형성된 무기물 층(115)과, 물결 형태의 구조를 가지는 유기물 층(120)과, 물결 형태의 구조를 가지는 메탈 전극(125)에 의해, 투명 전극(110) 및 유기물 층(120)에서 발생하는 도파관 모드와, 메탈 전극(125)에서 발생하는 표면 플라즈몬으로부터 빛을 추출하는 것에 의해, 본 발명의 유기 발광 다이오드 소자(100)는 도 1에 도시된 유기 발광 다이오드 소자(10)보다 상대적으로 높은 발광 효율을 가질 수 있다.

[0046] 본 발명은 메탈 전극 층(125)도 물결 형태의 나노 구조를 포함하므로 표면 플라즈몬을 산란(scattering)시켜 빛으로 추출하는 데에 매우 효과적이다. 따라서 주로 표면 플라즈몬을 제외한 도파관 모드에서만 빛을 추출하는 데에 효과적인 광결정(photonic crystal)을 이용한 전술한 유기 발광 다이오드의 발광 효율 향상 기술보다 더 유리한 장점을 가질 수 있다.

[0047] 전술한 유기 발광 다이오드 소자를 주기적 물결 패턴을 가지도록 제작하여, 도파관 모드와 표면 플라즈몬으로 인한 손실을 브래그 산란(Bragg scattering)을 이용하여 복구시켜 유기 발광 다이오드 소자의 발광 효율을 향상시키는 방법은, 유기 발광 다이오드 소자를 구성하는 투명 전극, 유기물 층, 및 메탈 전극층이 모두 물결 형태의 구조를 가지고 있으므로, 주기적인 물결 패턴의 깊이가 커지게 될 경우 유기 발광 다이오드 소자의 전기적인 특성 저하 및 불안정한 동작 특성을 보이는 문제를 가질 수 있다.

[0048] 본 발명에 따른 구멍들이 형성된 무기물 층을 유기 발광 다이오드 소자에 삽입하는 방법은, 구멍이 형성된 무기물 층, 유기물 층, 및 메탈 전극층만이 패턴된 나노 구조를 가지고 투명 전극 층은 패턴된 나노구조를 가지지 않고 평평한 형태의 나노구조를 가지므로, 전술한 주기적 물결 패턴을 가지는 유기 발광 다이오드에서 패턴의 깊이가 커지게 될 경우 발생하는 투명 전극의 갈라짐(crack) 현상, 및 투명 전극과 유기물 층간의 물리적인 접촉 문제들을 최소화할 수 있다.

[0049] 따라서 본 발명은 무기물 층의 두께를 두껍게 하여도 무기물 층에 구멍들이 형성되어 있으므로 유기 발광 다이오드 소자의 전기적인 동작 특성 및 안정성이 저하되지 않는 장점이 있다. 따라서 본 발명은 상기 장점에 의해 구멍이 형성된 무기물 층의 두께를 두껍게 하여 도파관 모드와 표면 플라즈몬을 더욱 효과적으로 산란

(scattering)시켜, 전술한 주기적 물결 패턴을 가지는 유기 발광 다이오드보다 유기 발광 다이오드 소자의 발광 효율을 더욱 향상시킬 수 있다.

- [0050] 도 7은 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자의 전압에 따른 전류밀도 특성의 측정결과와 도 1에 도시된 유기 발광 다이오드 소자의 전압에 따른 전류밀도 특성의 측정결과를 나타내는 그래프(graph)이다. 상기 전압은 유기 발광 다이오드 소자의 동작 전압으로서 도 2의 투명 전극과 메탈 전극 사이에 인가되는 전압일 수 있다.
- [0051] 도 7에서 본 발명의 전압에 대한 전류밀도 특성은 참조번호 205로 지시(indication)되고, 도 1의 유기 발광 다이오드의 전압에 대한 전류밀도 특성은 참조번호 210으로 지시된다.
- [0052] 도 7을 참조하여 본 발명의 전압에 대한 전류밀도 특성(205)과 도 1의 유기 발광 다이오드의 전압에 대한 전류밀도 특성(210)을 비교하면, 본 발명의 동작 전압이 도 1의 유기 발광 다이오드의 동작 전압보다 상대적으로 낮아지므로 본 발명의 전압에 대한 전류밀도 특성이 더 개선됨을 확인할 수 있다.
- [0053] 상기 전압에 대한 전류밀도 특성의 실험결과에 사용된 본 발명의 무기물 층의 물질은 정공 주입 특성이 양호한 물질인 WO_3 (Tungsten trioxide)이다. 정공 주입 특성이 안 좋은 무기물 층이 유기 발광 다이오드의 양극 전극(anode)인 투명 전극(105)과 유기물 층(120) 사이에 삽입될 경우, 유기 발광 다이오드의 동작 전압이 증가될 수 있다. 그러나 본 발명은 WO_3 (Tungsten trioxide)와 같은 정공 주입 특성이 좋은 물질로 무기물 층이 제작되므로, 상기 실험결과와 같이 도 1의 유기 발광 다이오드보다 동작 전압을 감소시킬 수 있다. 따라서 본 발명은 전력 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0054] 도 8은 본 발명에 따른 유기 발광 다이오드 소자의 전류밀도에 따른 발광효율의 측정결과와 도 1에 도시된 유기 발광 다이오드 소자의 전류밀도에 따른 발광효율의 측정결과를 나타내는 그래프이다.
- [0055] 도 8에서 본 발명의 전류밀도에 대한 발광효율은 참조번호 305로 지시(indication)되고, 도 1의 유기 발광 다이오드의 전류밀도에 대한 발광효율은 참조번호 310으로 지시된다.
- [0056] 도 8을 참조하여 본 발명의 전류밀도에 대한 발광효율(305)과 도 1의 유기 발광 다이오드의 전류밀도에 대한 발광효율(310)을 비교하면, 본 발명의 발광효율이 도 1의 유기 발광 다이오드의 발광효율보다 상대적으로 높으므로 본 발명의 발광효율이 크게 개선됨을 확인할 수 있다.
- [0057] 도 7 및 도 8의 실험 결과는, 무기물 층이 가로 길이 및 세로 길이가 각각 수 μm 의 단위 면적 범위 내에서 주기적으로 규칙적인 구멍이 있는 구조들이 각각 다른 각도도 정렬되어 결합된 형태로 제작된 경우의 실험결과이다. 즉, 도 7 및 도 8의 실험 결과는 도 5 또는 도 6에 도시된 무기물 층의 구멍 배치 구조에 대한 실험 결과이다.
- [0058] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(400)를 나타내는 사시도이다.
- [0059] 도 9를 참조하면, 유기 발광 다이오드 소자(400)는, 기판(405), 제1 전극인 메탈 전극(410), 다수의 구멍들이 형성된 무기물 층(구멍난 무기막 층)(415), 물결 형태의 구조를 가지는 유기물 층(420), 및, 물결 형태의 구조를 가지는 제2 전극인 투명 전극(425)을 포함한다. 기판(405) 위에 메탈 전극(410), 무기물 층(415), 유기물 층(420), 및 투명 전극(425)이 사이에 공간 없이 순서대로 적층(형성)될 수 있다.
- [0060] 유기 발광 다이오드 소자(400)는 유기물 층(420)에서 발광되는 빛이 상단의 투명 전극(425) 방향으로 나오는 전면 발광(top emitting) 방식의 유기 발광 다이오드이다.
- [0061] 무기물 층(415), 유기물 층(420), 및, 투명 전극(425)의 구조는 도 2에 도시된 무기물 층, 유기물 층, 및 메탈 전극의 구조와 동일하므로, 도 2의 무기물 층 등에 대한 설명이 참조될 수 있다. 또한 기판(405), 메탈 전극(410), 무기물 층(415), 유기물 층(420), 및 투명 전극(425)에 각각 포함되는 물질도 도 2의 기판, 메탈 전극, 무기물 층, 유기물 층, 및 투명 전극에 각각 포함되는 물질과 동일할 수 있다. 따라서 기판(405), 메탈 전극(410), 무기물 층(415), 유기물 층(420), 및, 투명 전극(425)에 대한 설명은 도 2에 도시된 기판, 투명 전극, 무기물 층, 유기물 층, 및 메탈 전극에 대한 설명에 대한 설명과 유사하므로, 기판(405), 메탈 전극(410), 무기물 층(415), 유기물 층(420), 및, 투명 전극(425)에 대한 설명은 본 명세서에서 생략된다.
- [0062] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유기 발광 다이오드 소자(500)를 나타내는 사시도이다.
- [0063] 도 10을 참조하면, 유기 발광 다이오드 소자(500)는, 기판(505), 제1 전극인 제1 투명 전극(510), 다수의 구멍들이 형성된 무기물 층(구멍난 무기막 층)(515), 물결 형태의 구조를 가지는 유기물 층(520), 및 물결 형태의

구조를 가지는 제2 전극인 제2 투명 전극(525)을 포함한다. 기판(505) 위에 투명 전극(510), 무기물 층(515), 유기물 층(520), 및, 투명 전극(525)이 사이에 공간 없이 순서대로 적층(형성)될 수 있다.

[0064] 유기 발광 다이오드 소자(500)는 투명 전극(505) 및 투명 전극(525)을 포함하므로 투명한 형태의 유기 발광 다이오드이다. 유기 발광 다이오드 소자(500) 내부에서 발광한 형광은 기판(505) 및 투명 전극(525) 양측으로 통과되어 출력될 수 있다.

[0065] 무기물 층(515), 유기물 층(520), 및, 투명 전극(525)의 구조는 도 2에 도시된 무기물 층, 유기물 층, 및 메탈 전극의 구조와 동일하므로, 도 2의 무기물 층 등에 대한 설명이 참조될 수 있다. 또한 기판(505), 투명 전극들(510, 525), 무기물 층(515), 및 유기물 층(520)에 각각 포함되는 물질도 도 2의 기판, 투명 전극, 무기물 층, 및 유기물 층에 각각 포함되는 물질과 동일할 수 있다. 따라서 기판(505), 투명 전극(510), 무기물 층(515), 유기물 층(520), 및, 투명 전극(525)에 대한 설명은 도 2에 도시된 기판, 투명 전극, 무기물 층, 유기물 층, 및 메탈 전극에 대한 설명에 대한 설명과 유사하므로, 기판(505), 투명 전극(510), 무기물 층(515), 유기물 층(520), 및, 투명 전극(525)에 대한 설명은 본 명세서에서 생략된다.

[0066] 진술한 바와 같이, 본 발명은 WO_3 (Tungsten trioxide) 등과 같은 정공 주입 특성이 좋은 물질을 포함하는 무기물 층을 포함하여 제작되므로 주입되는 정공의 수의 증가와 같은 정공 주입 특성을 향상시켜 유기 발광 다이오드 소자의 동작 전압을 낮출 수 있고 구멍이 형성된 무기물 층에 의해 광추출 효율도 증가하므로 유기 발광 다이오드 소자의 전력 효율을 증가시킬 수 있다.

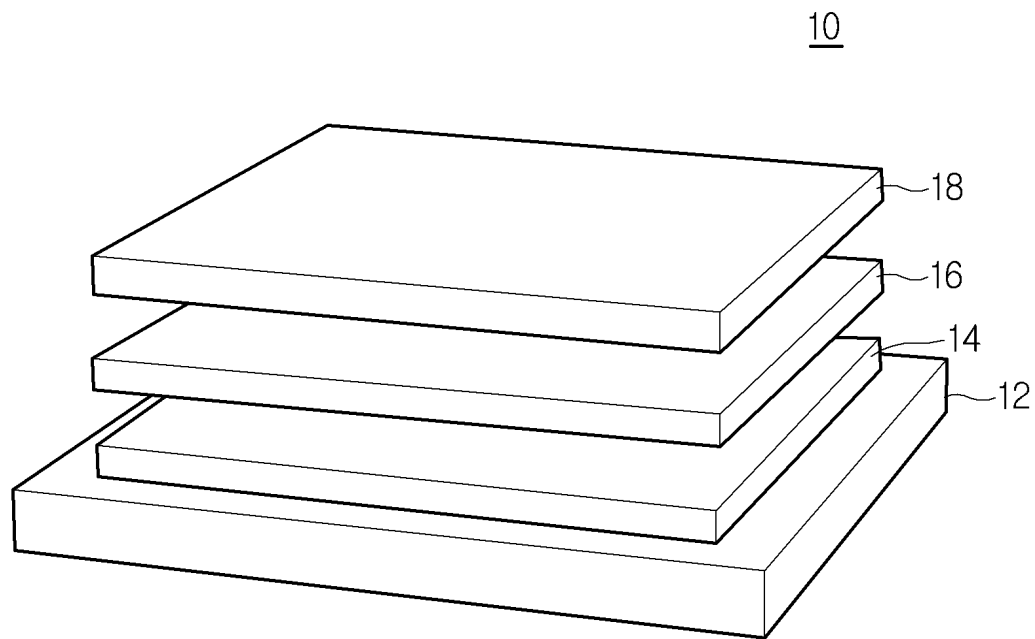
[0067] 이상에서와 같이, 도면과 명세서에서 실시예가 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이며 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명으로부터 다양한 변형 및 균등한 실시예가 가능하다는 점을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

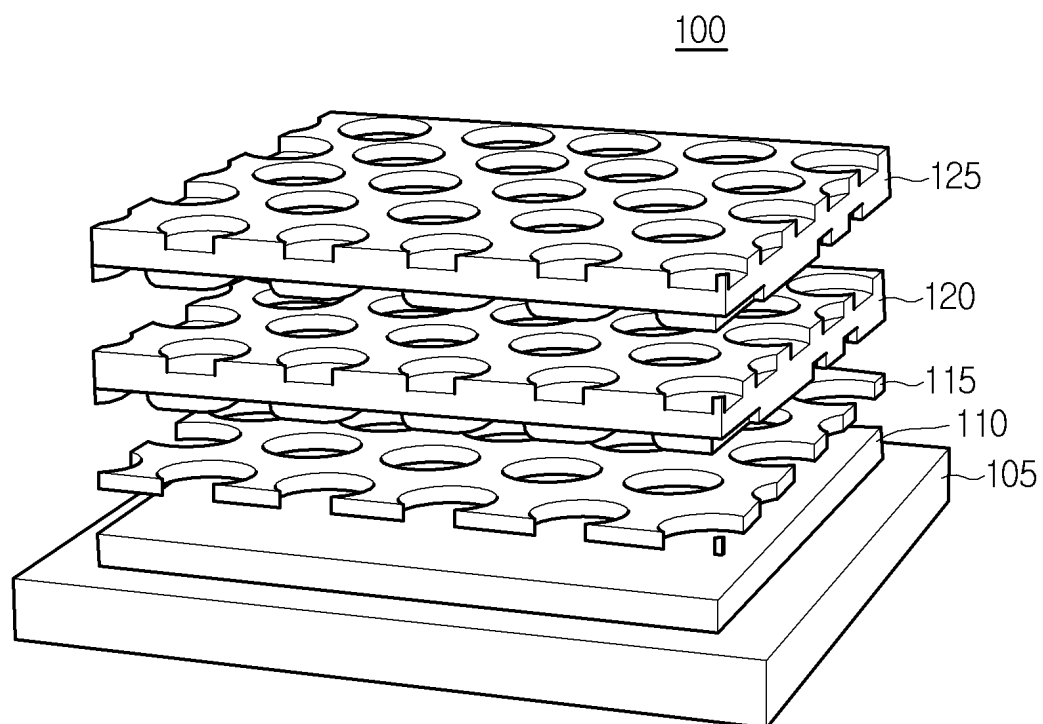
[0068] 115: 무기물 층
120: 유기물 층
125: 메탈 전극
415: 무기물 층
420: 유기물 층
425: 투명 전극
515: 무기물 층
520: 유기물 층
525: 투명 전극

도면

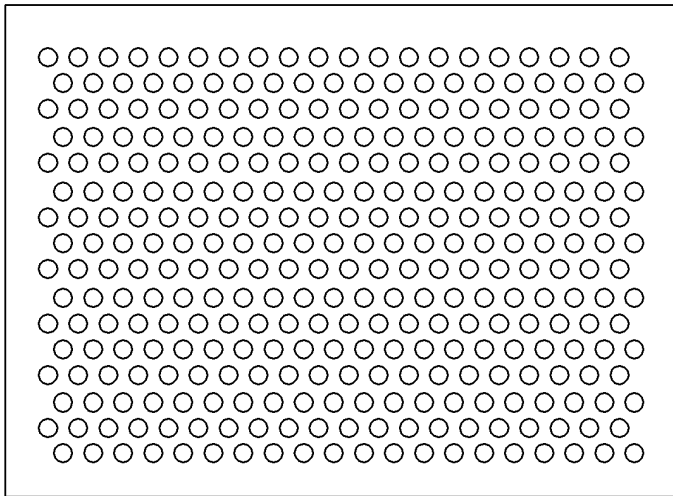
도면1



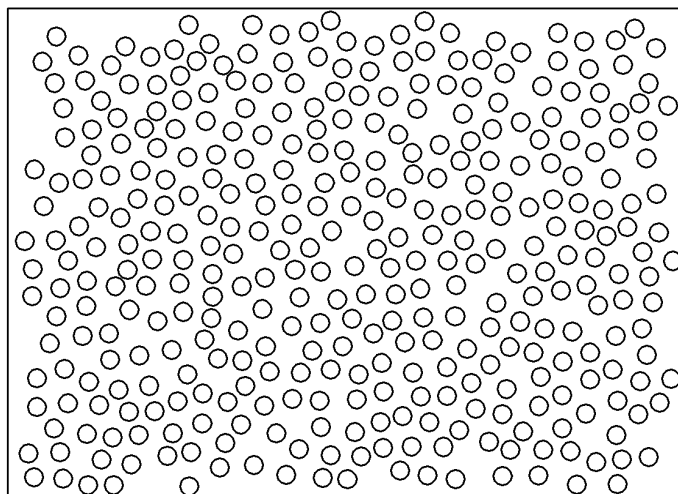
도면2



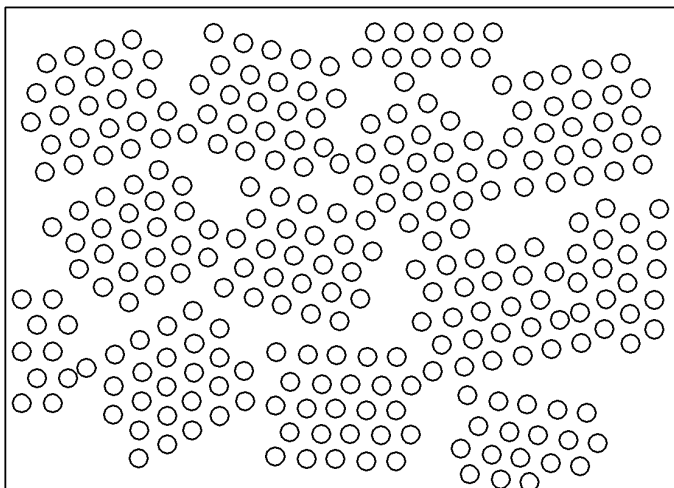
도면3



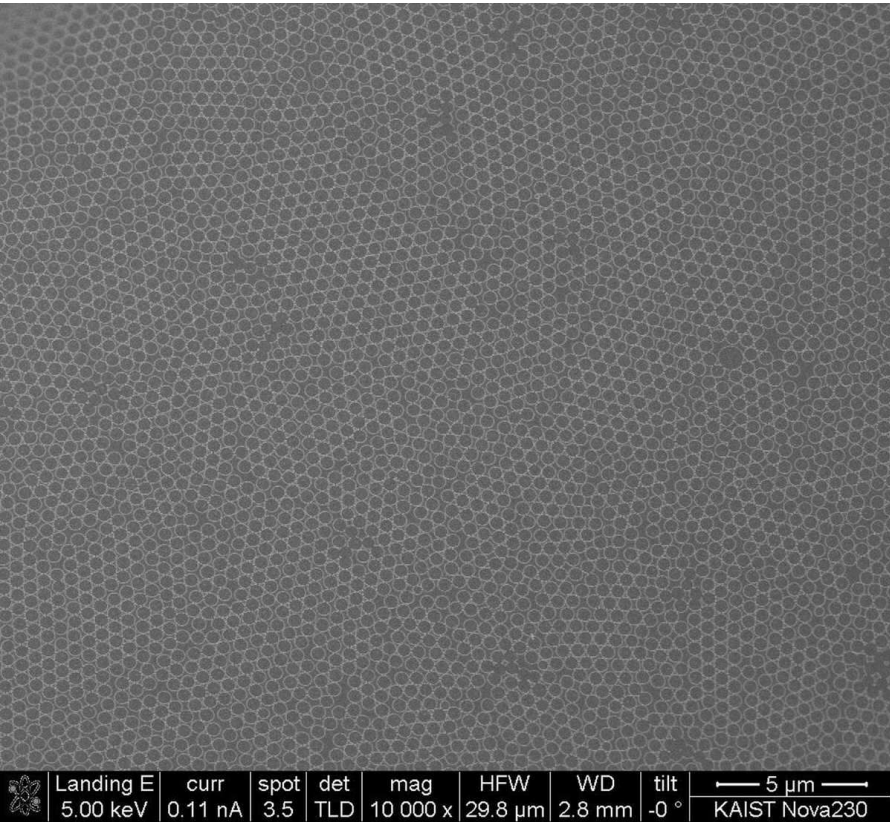
도면4



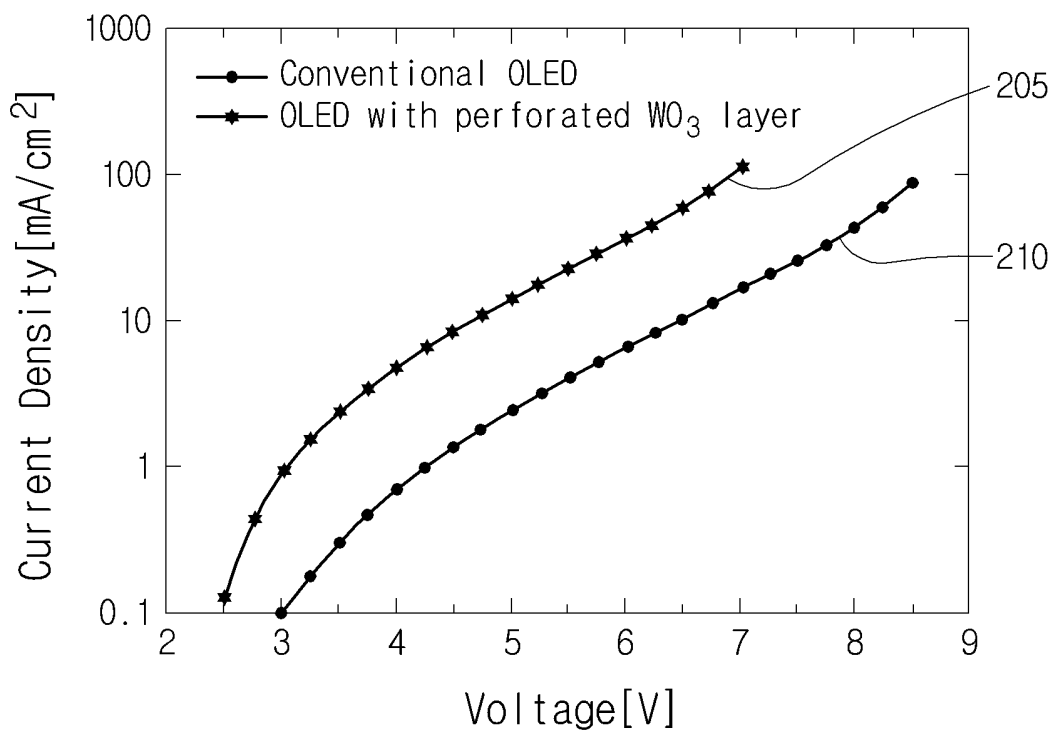
도면5



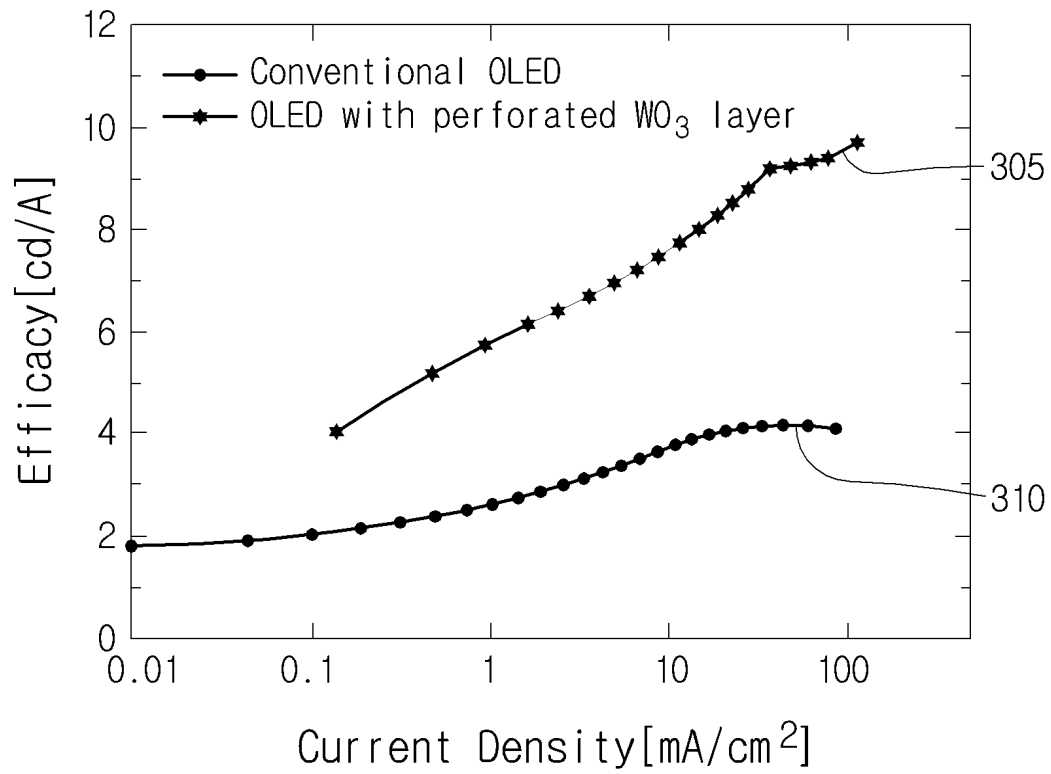
도면6



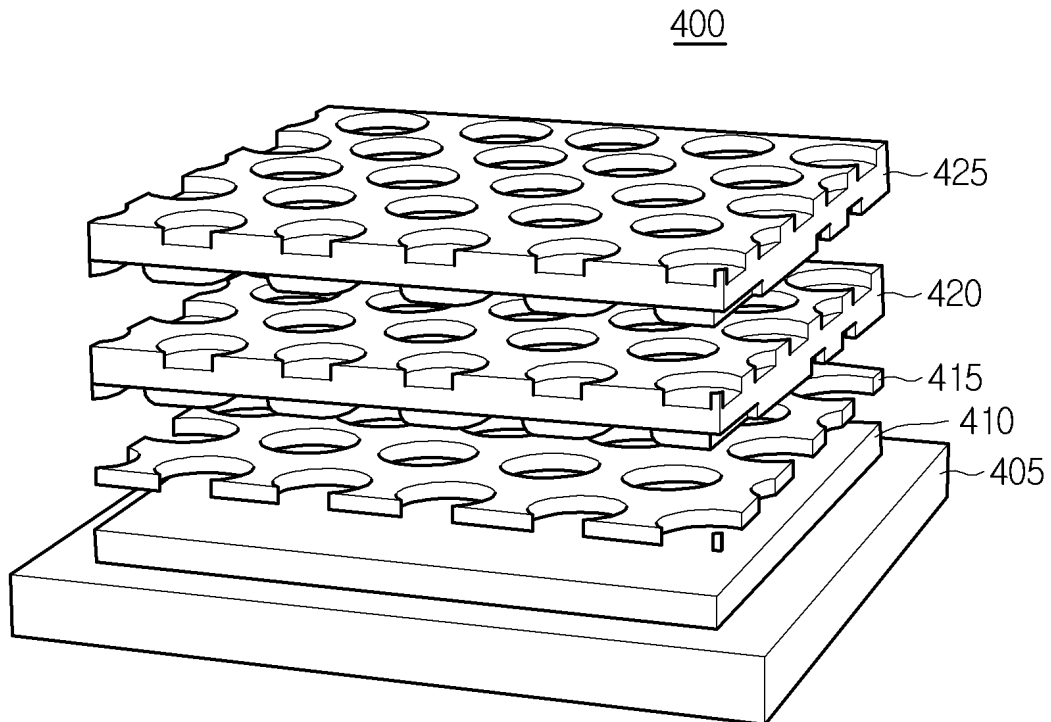
도면7



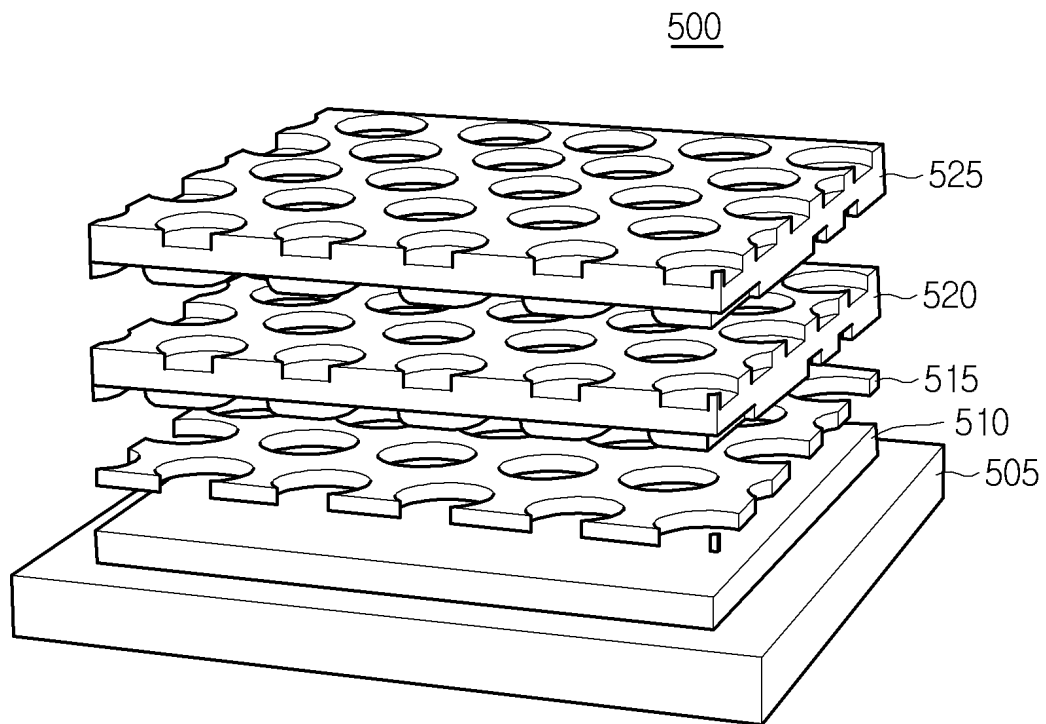
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	发明名称：有机发光二极管装置，包括孔形无机材料层		
公开(公告)号	KR101250879B1	公开(公告)日	2013-04-04
申请号	KR1020110118246	申请日	2011-11-14
[标]申请(专利权)人(译)	韩国科学技术院 乐金显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院 LG显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	科学与韩国高等科技研究院 LG显示器有限公司		
[标]发明人	CHOI KYUNG CHEOL 최경철 CHOI CHUNG SOCK 최충석		
发明人	최경철 최충석		
IPC分类号	H05B33/22 H01L H05B H01L51/52		
CPC分类号	H01L51/5203 H01L51/5209 H01L51/5225 H01L51/5262 H05B33/22		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种包括带孔的无机层的有机发光二极管器件，通过使用纳米层提取光波导模式和表面等离子体来提高发光效率。组成：在第一电极（110）上形成无机层（115）。在无机层上形成有机层（120）。在有机层上形成第二电极（125）。有机层包括有机层的顶部和底部的波结构。第二电极通过第二电极的顶部和底部具有波结构。

