



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0041464
(43) 공개일자 2025년03월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H10K 50/858 (2023.01) C23C 14/04 (2006.01)
H10K 102/00 (2023.01) H10K 50/11 (2023.01)
H10K 50/19 (2023.01) H10K 50/81 (2023.01)
H10K 50/82 (2023.01) H10K 50/844 (2023.01)
H10K 71/12 (2023.01) H10K 77/10 (2023.01)

(52) CPC특허분류

H10K 50/858 (2023.02)
C23C 14/042 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2023-0124218

(22) 출원일자 2023년09월18일

심사청구일자 2023년09월18일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자

권장혁

경기도 성남시 수정구 위례순환로 100, 3306호
203호 (창곡동, 위례자이)

양혜인

서울 동대문구 이문로9길 8, 401호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

유미특허법인

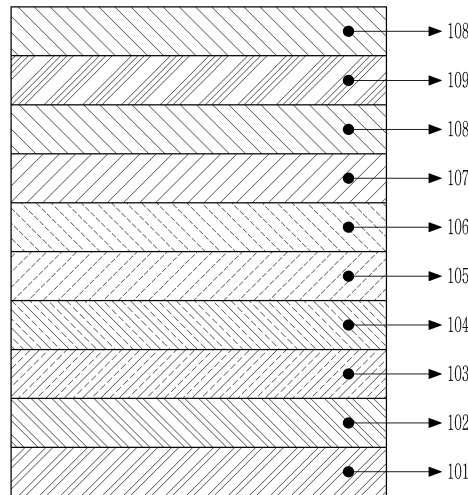
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 유기 발광 소자

(57) 요약

본 발명은 감쇠장을 이용하여 전면 발광 유기 발광 소자의 광 효율을 향상시킨 기술에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 전면 발광 유기 발광 소자의 고 굴절 보조 층과 박막 봉지의 무기 층 사이에 상대적으로 굴절률이 낮은 층을 적용하거나 또는 박막 봉지의 무기 층과 박막 봉지의 유기 층 사이에 상대적으로 굴절률이 낮은 층을 적용하여 감쇠장 커플링을 발생시켜 광 터널링을 유발하여 광 추출 효과를 얻을 수 있는 유기 발광 소자에 대한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H10K 50/11 (2023.02)
H10K 50/19 (2023.02)
H10K 50/81 (2023.02)
H10K 50/82 (2023.02)
H10K 50/844 (2023.02)
H10K 71/12 (2023.02)
H10K 77/111 (2023.02)
H10K 2102/351 (2023.02)

오준혁

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동)

(72) 발명자

채미영

경기도 용인시 수지구 동천로153번길 7, 1104동
 1401호 (동천동, 한빛마을 래미안 이스트팰리스 1
 단지)

김진영

서울특별시 동대문구 회기로23가길 31, 204호 (회
 기동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415185573
과제번호	20014668
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	나노융합혁신제품기술개발사업
연구과제명	BT.2020 색표현 영역 100% 이상 구현이 가능한 유연 나노신발광 소자 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	머티어리얼 사이언스
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고,
상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며,
상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고,
상기 보조 층 및 제1 무기 층 사이에 기능 층이 존재하고,
상기 기능 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작고,
상기 제1 무기 층은 상기 보조 층보다 굴절율이 작은 유기 발광 소자.

청구항 2

양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고,
상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며,
상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고,
상기 제1 무기 층 및 유기 층 사이에 기능 층이 존재하고,
상기 기능 층은 상기 유기 층보다 굴절율이 작고,
상기 유기 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작은 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에서,
상기 기능 층의 두께가 발광 파장보다 얇은 유기 발광 소자.

청구항 4

제1항 또는 제2항에서,
상기 기능 층의 두께는 1nm 내지 700nm인 유기 발광 소자.

청구항 5

제4항에서,
상기 기능 층의 두께는 650nm 이하인 유기 발광 소자.

청구항 6

제4항에서,

상기 기능 층의 두께는 550nm 이하인 유기 발광 소자.

청구항 7

제4항에서,

상기 기능 층의 두께는 450nm 이하인 유기 발광 소자.

청구항 8

제1항 또는 제2항에서,

상기 보조 층의 굴절율은 1.8 내지 2.2인 유기 발광 소자.

청구항 9

제1항 또는 제2항에서,

상기 제1 무기 층의 굴절율은 1.6 내지 1.8인 유기 발광 소자.

청구항 10

제1항 또는 제2항에서,

상기 기능 층의 굴절율은 1.5 이하인 유기 발광 소자.

청구항 11

제10항에서,

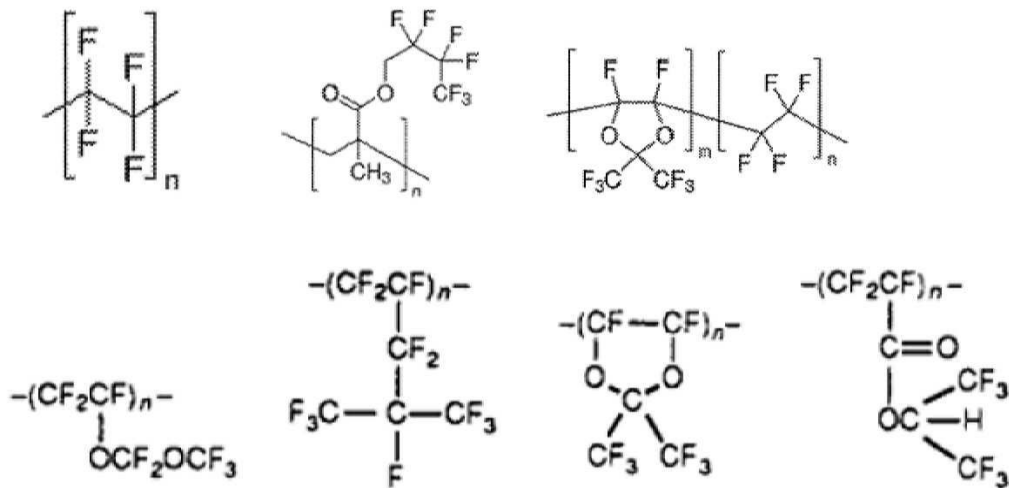
상기 기능 층은 유기 물질, 무기 물질 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 12

제11항에서,

상기 유기 물질은 하기 그룹 1에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물(그룹 1에서 m 및 n은 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수임), 퍼플로로테트라코산(perfluorotetracosane), 폴리 다이메틸실록산, 폴리 메틸헥사데실실록산, 폴리 에틸렌옥사이드, 폴리 에틸렌글리콜, 폴리 비닐아세테이트, 폴리 비닐프로피오네이트, 폴리 비닐메틸에테르, 폴리 에틸아크릴레이트, 폴리 1-데신, 폴리 1-옥타데신, 폴리 이소 프로필아크릴레이트, 폴리 n-부틸아세테이트, 폴리 프로필렌, 트립티신 폴리이미드 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 발광 소자.

[그룹 1]



청구항 13

제11항에서,

상기 무기 물질은 MgF_2 , CaF_2 , SiO_2 , $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ 또는 이들의 조합을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 14

제12항에서,

상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고,

상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 유기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 증착시켜 얻어지는 유기 발광 소자.

청구항 15

제12항에서,

상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고,

상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 상기 유기 물질을 질소 하에서 상기 유기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 용액 공정으로 제조하여 얻어지는 유기 발광 소자.

청구항 16

제13항에서,

상기 무기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 무기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 원자 층 증착법으로 증착시켜 얻어지는 유기 발광 소자.

청구항 17

제1항 또는 제2항에서,

상기 제1 무기 층 및 제2 무기 층은 각각 독립적으로 50 nm 내지 120 nm의 두께를 가지는 유기 발광 소자.

청구항 18

제1항 또는 제2항에서,

상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 유기 발광 소자인 유기 발광 소자.

청구항 19

제1항 또는 제2항에서,

상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 텐덤 유기 발광 소자인 유기 발광 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 플렉서블 디스플레이의 광 효율 향상 기술에 대한 것이다. 구체적으로, 전면 발광형 유기 발광 다이오드에 박막 봉지 층 적용 시 내부에 갇힌 빛을 방출시켜 광 효율을 향상 시킬 수 있는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 플렉시블 디스플레이를 구현하기 위해 유기 발광 다이오드가 광원으로 이용된다. 유기 발광 다이오드는 유기 물질을 이용하여 전기에너지를 빛 에너지로 변환시켜주는 어플리케이션이다. 유기 발광 소자는 배면 발광과 전면 발광으로 분류될 수 있다.

[0004] 배면 발광 소자는 투명 양극과 반사 음극 사이에 유기물이 위치해 있어 정공과 전자가 발광 층에서 만나 생성된 빛은 금속 소재의 반사 음극에 반사되어 투명 전극을 통해 방출된다. 배면 발광 방식의 경우 필연적으로 구동 소자와 회로를 거쳐 빛이 투과되므로 방출된 빛의 일부가 소실된다. 이와 같이 개구율 저하는 동일 면적에서 휘도 저하를 유발하며 이는 소자 수명의 감소로 이어진다.

[0005] 반면에 전면 발광 소자는 반사 양극과 반투과 음극 사이에 유기물이 위치해 있어 발광 층에서 생성된 빛의 일부는 불투명한 음극에서 여러 번 반사되어 유기 층을 반복하여 오간다. 빛은 파동이므로 위상이 일치하면 보강 간섭을 일으켜 빛의 세기가 강해지고 위상이 반대일 경우 상쇄 간섭을 일으켜 빛이 사라진다. 반복해서 반사되는 빛의 위상이 일치할 경우 보강 간섭이 일어나 빛이 강해지므로 휘도가 높아지는데, 이러한 현상을 미소 공진 효과라고 한다. 또한, 배면 발광과 반대 방향으로 빛이 투과되기 때문에 개구율이 개선된다. 이로 인해 배면 발광과 동일 전류 밀도인 경우에도 휘도가 상승되므로 저 전류에서 구동이 가능하여 수명이 개선될 수 있다. 뿐만 아니라 위상이 일치하는 파장만 남아 보강되므로 발광 스펙트럼의 반치폭이 좁아져 색 순도가 향상된다. 전면 발광 소자에는 반투과 음극 상단에 보조 층이 존재하는데, 보조 층은 굴절률이 높아 광학 특성을 조절하여 빛의 방출 특성을 개선한다. 보조 층의 굴절률은 보통 약 1.8 ~ 2.2로 일반적인 유기물보다 높은 편이다.

[0006] 유기 발광 다이오드에 사용되는 전극 및 유기물은 산소와 수분에 취약한데, 산소나 수분이 유기 발광 다이오드로 침투할 경우 음극과 전자 주입 층의 계면에서 산화가 발생한다. 이는 음극과 전자 주입 층의 분리를 일으켜 전자 주입에 어려움이 생기게 되고 이로 인해 암점, 픽셀 수축 등이 발생하여 수명이 단축된다. 그러므로 유기 발광 다이오드는 봉지가 매우 중요하다. 보통의 유기 발광 다이오드는 유리 기판 위에 형성되므로 봉지 공정 또한 유리를 이용하였다. 그러나 플렉시블 디스플레이의 경우 형태를 변형시킬 수 있어야 하므로 유리 기판을 사용할 수 없어 플라스틱 기판을 사용하여 제작된다. 이에 따라 봉지 공정도 유연해야 하므로 이를 구현하기 위해 박막 봉지가 활용된다.

[0007] 박막 봉지는 단일 무기, 다층 무기, 유/무기 박막 구조가 있다. 무기 박막은 산소 및 수분 침투율이 낮다는 장점이 있으나 외부 응력에 취약하다는 단점이 있어 이를 보완하고자 유/무기 박막 연구가 활발히 진행되고 있다. 유기 박막은 인접한 무기 박막에서 발생하는 편향을 보완하여 수분과 산소의 침투 시간을 지연시켜 박막 봉지

특성을 향상시킨다. 또한, 유기 박막은 수분 및 산소의 투과를 직접적으로 방지하지는 못하지만 유연한 특성을 가지고 있어 $1\mu\text{m}$ 이상의 두꺼운 박막이 형성되더라도 외부 응력에 의해 쉽게 파괴되지 않는다. 그렇기 때문에 유/무기 박막에서 무기 박막은 산소와 수분이 통과하지 못하도록 하는 장벽 역할을 하고 유기 박막은 무기 박막의 표면을 평탄화하고 유연성을 향상시킨다. 유/무기 박막 구조에서 무기 박막으로 Al_2O_3 , SiO_2 , SiN_x 등이 주로 사용되고 있다. 이러한 무기 박막의 굴절률은 보통 약 1.85 이하이다.

[0008] 플렉시블 전면 발광 유기 발광 소자를 박막 봉지 할 경우 고 굴절률 보조 층과 박막 봉지의 무기물 층의 굴절률 차이가 발생한다. 또한 박막 봉지 저 굴절률 유기 층을 사용하는 경우에도 박막 봉지의 무기물 층과 굴절률 차이가 발생할 수 있다. 굴절률이 높은 매질에서 낮은 매질로 빛이 진행하게 되면 굴절률이 낮은 매질에서 높은 매질로 진행할 때보다 상대적으로 임계각이 작다. 그러므로 고 굴절 보조 층에서 박막 봉지의 무기물 층으로 빛이 진행할 때나 박막 봉지 무기물 층에서 박막 봉지 저 굴절률 유기물 층으로 빛이 진행할 때 입사각의 매질이 임계각보다 클 확률이 높으므로 내부 전반사가 많이 일어나게 된다. 굴절률 차이에 의한 내부 전반사로 인해 전면 발광 유기 발광 소자에서 생성된 빛의 손실이 발생하여 광 특성이 저하된다. 이러한 이유로 내부 전반사를 감소시켜 광 추출이 가능하도록 하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해결하기 위한 간단한 방법을 제공하고자 하는 것이다. 고 굴절 보조 층과 박막 봉지의 무기 층 사이에 또는 박막 봉지의 무기 층과 박막 봉지의 저 굴절률의 유기 층 사이에 상대적으로 낮은 굴절 층을 추가하여, 감쇠장 효과를 통해 광 효율이 개선된 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예는 양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고, 상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며, 상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고, 상기 보조 층 및 제1 무기 층 사이에 기능 층이 존재하고, 상기 기능 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작고, 상기 제1 무기 층은 상기 보조 층보다 굴절율이 작은 유기 발광 소자를 제공한다.

[0013] 본 발명의 다른 일 실시예는 양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고, 상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며, 상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고, 상기 제1 무기 층 및 유기 층 사이에 기능 층이 존재하고, 상기 기능 층은 상기 유기 층보다 굴절율이 작고, 상기 유기 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작은 유기 발광 소자를 제공한다.

[0014] 상기 기능 층의 두께가 발광 파장보다 얇을 수 있다.

[0015] 상기 기능 층의 두께는 1nm 내지 700nm 일 수 있다.

[0016] 상기 기능 층의 두께는 650nm 이하일 수 있다.

[0017] 상기 기능 층의 두께는 550nm 이하일 수 있다.

[0018] 상기 기능 층의 두께는 450nm 이하일 수 있다.

[0019] 상기 보조 층의 굴절율은 1.8 내지 2.2 일 수 있다.

[0020] 상기 제1 무기 층의 굴절율은 1.6 내지 1.8 일 수 있다.

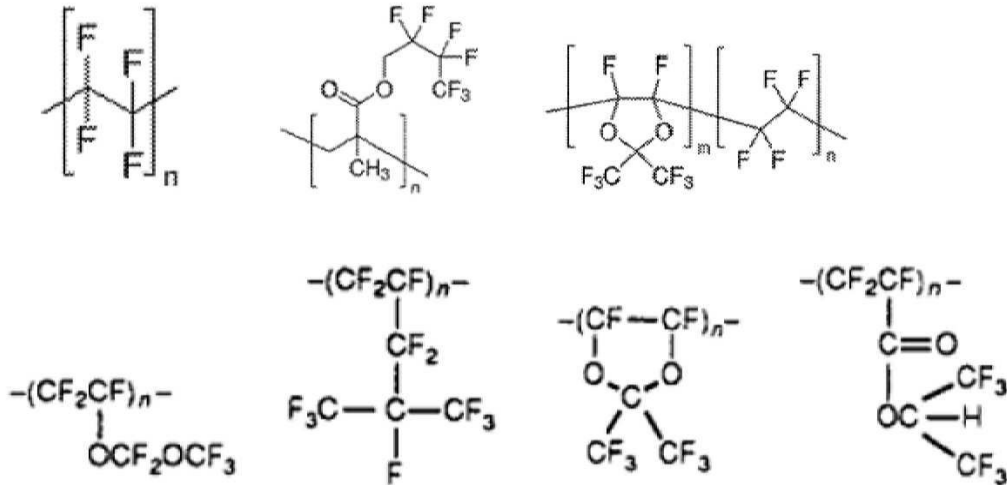
[0021] 상기 기능 층의 굴절율은 1.5 이하일 수 있다.

[0022] 상기 기능 층은 유기 물질, 무기 물질 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[0023] 상기 유기 물질은 하기 그룹 1에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물(그룹 1에서 m 및 n 은 각각 독립적으로 1 내

지 100의 정수임), 퍼플로로테트라코산(perfluorotetracosane), 폴리 다이메틸실록산, 폴리 메틸헥사데실실록산, 폴리 에틸렌옥사이드, 폴리 에틸렌글리콜, 폴리 비닐아세테이트, 폴리 비닐프로피오네이트, 폴리 비닐메틸에테르, 폴리 에틸아크릴레이트, 폴리 1-데신, 폴리 1-옥타데신, 폴리 이소 프로필아크릴레이트, 폴리 n-부틸아세테이트, 폴리 프로필렌, 트립티신 폴리이미드 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

[그룹 1]



상기 무기 물질은 MgF_2 , CaF_2 , SiO_2 , Al_2O_3/C 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다.

상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고, 상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 유기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 증착시켜 얻어질 수 있다.

상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고, 상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 상기 유기 물질을 질소 하에서 용액 공정으로 제조하여 얻어질 수 있다.

상기 무기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 무기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 원자 층 증착법으로 증착시켜 얻어질 수 있다.

상기 제1 무기 층 및 제2 무기 층은 각각 독립적으로 50 nm 내지 120 nm의 두께를 가질 수 있다.

상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 유기 발광 소자일 수 있다.

상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 텐덤 유기 발광 소자일 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따르면 고 굴절 보조 층과 박막 봉지의 무기 층 사이에 또는 박막 봉지의 무기 층과 박막 봉지의 저 굴절층 유기 층 사이에 상대적으로 더 낮은 굴절 층(기능 층)을 적용해 감쇠장에 의한 광학 터널링을 유발하여, 입사광의 방향 전환으로 인해 내부 전반사가 감소하고 이로 인한 광 추출 효과가 발생하여 유기 발광 소자의 효율을 증가시킬 수 있다.

본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 명세서의 발명의 설명 또는 청구범위에 기재된 구성 으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 저 굴절 층인 기능 층을 도입하기 전의 전면 발광 유기 발광 소자 구조의 단면도이다.

도 2는 보조 층과 박막 봉지 무기 층 사이에 저 굴절 층인 기능 층을 도입 한 후의 전면 발광 유기 발광 소자

구조의 단면도이다.

도 3은 박막 봉지 무기 층과 박막 봉지 유기 층 사이에 저 굴절 층인 기능 층을 도입한 후의 전면 발광 유기 발광 소자 구조의 단면도이다.

도 4는 저 굴절 층인 기능 층을 도입하기 전 입사광의 방향을 나타낸 도면이다.

도 5는 저 굴절 층인 기능 층을 도입한 후 입사광의 방향을 나타낸 도면이다.

도 6은 빛의 전기장을 나타낸 도면이다.

도 7은 감쇠장의 전기장 특성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0038] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예를 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예에 한정되지 않는다.
- [0039] 본 발명의 개념에 따른 실시예는 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예를 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예를 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.
- [0040] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.
- [0041] 본 명세서 전체에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표면들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0042] 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 본 명세서 전체에서 단수형은 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다.
- [0043] 본 명세서에서 수치적 값의 범위가 기재되었을 때, 이의 구체적인 범위가 달리 기술되지 않는 한 그 값은 유효 숫자에 대한 화학에서의 표준규칙에 따라 제공된 유효 숫자의 정밀도를 갖는다. 예를 들어, 10은 5.0 내지 14.9의 범위를 포함하며, 숫자 10.0은 9.50 내지 10.49의 범위를 포함한다.
- [0044] 본 명세서에 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0045] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 이하, 실시예는 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0046] 전술한 목적을 달성하기 위한 일 구현예에 따른 유기 발광 소자는 양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고, 상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며, 상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고, 상기 보조 층

및 제1 무기 층 사이에 기능 층(감쇠장 유발 층)이 존재하고, 상기 기능 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작고, 상기 제1 무기 층은 상기 보조 층보다 굴절율이 작다.

[0047] 전술한 목적을 달성하기 위한 다른 일 구현예에 따른 유기 발광 소자는 양극, 발광 층, 음극, 보조 층 및 박막 봉지 층이 순차적으로 적층되어 있고, 상기 박막 봉지 층은 제1 무기 층, 유기 층 및 제2 무기 층이 순차적으로 적층된 구조로 구성되며, 상기 박막 봉지 층을 구성하는 제1 무기 층은 상기 보조 층 상에 위치하고, 상기 제1 무기 층 및 유기 층 사이에 기능 층(감쇠장 유발 층)이 존재하고, 상기 기능 층은 상기 유기 층보다 굴절율이 작고, 상기 유기 층은 상기 제1 무기 층보다 굴절율이 작다.

[0048] 빛이 고 굴절 층에서 저 굴절 층으로 투과될 때, 입사각이 임계각보다 크면 계면에서 전반사가 발생한다. 이 때 빛은 계면을 투과하지 못하지만 계면 너머에는 계면부터 전자기파가 존재하며 해당 파동이 감쇠장이다. 또한, 감쇠장은 입사면에 수직으로 진동하는 파장이 경계면을 투과할 때 발생한다.

[0049] 일반적으로 감쇠장은 계면 주변에서 순환하므로 계면을 지나 에너지를 전달할 수 없어 쉽게 관찰할 수 없으나, 감쇠장의 파동이 저 굴절 층에 침투할 수 있어 저 굴절 층 상단에 고 굴절 층이 생성되면 감쇠장의 에너지가 이를 통해 전달된다. 이 때 저 굴절 층의 두께를 낮추면 감쇠장 커플링으로 인해 상단의 고 굴절 층으로 빛이 진행할 수 있다.

[0050] 일반적으로 빛이 완전히 내부 반사될 때 고-저 굴절 층의 계면을 넘어 +z 방향으로 빛은 전파되지 않는다. 감쇠장의 근원은 높은 굴절률 층과 낮은 굴절률 층 사이의 계면이다. 게다가 경계면을 가로지르는 전자기파는 +z 방향으로 광학적으로 밀도가 낮은 매질로 일정 거리만큼 침투한다. 입사파, 반사파, 투과파의 진폭은 평면파가 높은 굴절률 층에서 낮은 굴절률 층으로 이동할 때 프레넬 방정식을 이용하여 계산될 수 있다.

[0051] 파동은 편광 상태에 따라 반사 계수와 투과 계수가 다르다. 전기장이 입사면에 수직이면 s-편광으로 규정되며 입사면으로 구성된 평면에 존재하는 편광은 p-편광으로 정의된다. 먼저, 전기장은 각 구성요소로 분리된다. 이어서 프레넬 방정식을 이용하여 반사파와 투과파의 전기장을 구하고 나중에는 이들을 모두 합하여 전체 전기장을 구한다.

$$r_s \equiv \left(\frac{E_{0r}}{E_{0i}} \right)_s = \frac{n_i \cos \theta_i - n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad (1)$$

$$t_s \equiv \left(\frac{E_{0r}}{E_{0i}} \right)_s = \frac{2n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad (2)$$

$$r_p \equiv \left(\frac{E_{0r}}{E_{0i}} \right)_p = \frac{n_i \cos \theta_i - n_t \cos \theta_t}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad (3)$$

$$t_p \equiv \left(\frac{E_{0r}}{E_{0i}} \right)_p = \frac{2n_i \cos \theta_i}{n_i \cos \theta_i + n_t \cos \theta_t} \quad (4)$$

[0052]

[0053] 여기서 r과 t는 각각 반사 계수와 전송 계수이다. s와 p는 각각 s-편광과 p-편광을 나타낸다. 여기서 반사 계수로 내부 전반사를 관찰한다. 입사 매질과 전송 매질의 굴절률이 각각 n1과 n3이면 입사 매질에 대한 전송 매질의 상대 굴절률은 $n_{ti}=n_3/n_1$ 이다. 식 (1) 및 (3)에서 스넬의 법칙과 상대 굴절률을 대입하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$r_{\perp} = \frac{\cos \theta_i - (n_{ti}^2 - \sin^2 \theta_i)^{1/2}}{\cos \theta_i + (n_{ti}^2 - \sin^2 \theta_i)^{1/2}} \quad (5)$$

$$r_{\parallel} = \frac{\cos \theta_i - (n_{ti}^2 - \sin^2 \theta_i)^{1/2}}{\cos \theta_i + (n_{ti}^2 - \sin^2 \theta_i)^{1/2}} \quad (6)$$

[0054]

[0055] 내부 전반사의 경우 $\sin \theta_c = n_{ti}$ 이므로 $n_{ti}^2 - \sin^2 \theta_i$ 의 값은 0 미만이 되고 반사 계수는 복소수가 된다. 그러나 $r_{\perp}^* r_{\perp} = r_{\parallel}^* r_{\parallel} = 1$ 이 되므로 생성된 모든 에너지가 반영된다. 고-저 굴절 층의 계면을 통해 전송된 전기장이 나타난다. 즉, 내부 전반사가 발생하더라도 저 굴절 층에는 유한한 전자기파가 존재한다. 이는 고-저 굴절 층의 경계에서 전기장이 불연속적일 수 없다는 사실을 고려하면 설명될 수 있다.

[0056]

입사파와 반사파는 계면에서 전자기 경계 조건을 만족해야한다. 따라서 저 굴절 층에서는 전자기파가 0이 아니며 고 굴절 층에서 저 굴절 층으로 에너지가 전달된다. 실제로 저 굴절 층에는 전기장 $\vec{E}$ 의 접선 성분의 연속성을 만족하는 파동이 존재하며 입사파와 동일한 주파수를 갖는데 해당 파동이 감쇠장이다. 저 굴절 층의 전기장 거동은 다음과 같이 주어진다.

$$\vec{E}_t = \vec{E}_{0t} e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)} = \vec{E}_{0t} e^{i(k_x x + k_z z - \omega t)} \quad (7)$$

$$k_z = k_t \cos \theta_t \quad (8)$$

$$k_x = k_t \sin \theta_t \quad (9)$$

[0057]

[0058] 여기서 $\vec{E}_{0t} = (E_x^0 + E_z^0)$ 는 일정한 전계 진폭, $\vec{r}$ 는 위치 벡터, k_t 는 파동 벡터, ω 는 사용된 광의 주파수이다.

[0059]

$$\vec{E}_t = \vec{E}_{0t} e^{i(k_t \sin \theta_t)x} e^{i(k_t \cos \theta_t)z} e^{-i\omega t} \quad (10)$$

[0060]

$\sin \theta_t > 1$ 의 내부 전반사 조건에서 $\cos \theta_t = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_t}$ 는 허수, k_t 는 실수이므로 $k_t \cos \theta_t$ 는 허수이며 $\vec{E}_t$ 가 된다.

$$\vec{E}_t = (\vec{E}_{0t} e^{i(k_t \sin \theta_t)x} e^{-i\omega t}) e^{-Az} \quad (11)$$

[0061]

$$\text{Re}(\vec{E}_t) = \cos((k_t \sin \theta_t)x - \omega t) \vec{E}_{0t} e^{-Az} \quad (12)$$

[0062]

여기서 $\vec{E}_{0t} e^{-Az}$ 는 +z 방향을 따라 기하급수적으로 감소하며 전송되는 전기장의 진폭이며 $\cos((k_t \sin \theta_t)x - \omega t) = k_t \sin \theta_t$ 이다. 전기장이 계면에서 멀어질수록 전기장의 진폭은 기하급수적으로 감소한다. 감쇠장의 침투 깊이 δ 는 진폭에 e-1을 곱한 값이므로 다음과 같이 표현된다.

$$\delta = \frac{1}{\beta} = \frac{1}{k_t \sqrt{(\sin \theta_t / \sin \theta_c)^2 - 1}} \quad (13)$$

[0063]

[0064] $\theta_i > \theta_c$ 의 경우 침투 깊이가 실수이고, $\theta_i > \theta_c$ 의 경우 진폭의 감쇠 없이 무한하게 관통될 수 있다. 입사 각도가 점차 증가할수록 침투 깊이가 감소하며, 입사 각도가 직각에 가까워질수록 침투 깊이는 다음 식을 따른다.

$$\delta = \frac{\lambda_2}{2\pi \cos \theta_c} \quad (14)$$

[0065]

[0066] 따라서 감쇠장의 침투 깊이는 입사각에 따라 무한대에서 약 1/4 파장까지 다양하다. 또한 식 (7)에서 감쇠장은 계면을 따라 +x 방향으로만 진행된다. 위에서 설명한 바와 같이 빛이 고 굴절 층에서 저 굴절 층으로 이동할 때 빛은 계면을 넘어 전파되지 않는다. 그러나 저 굴절 층 위에 고 굴절 층이 존재하는 경우 감쇠장 커플링 효과로 인해 내부 전반사 현상이 좌절되고 상부의 높은 굴절률 층에서 빛이 나타난다. 이 현상은 좌절된 내부 전반사로 정의된다. 좌절된 내부 전반사는 광학 터널링으로도 지정되어 양자 역학 터널링 효과와 유사하다.

[0067]

또한, 저 굴절 층의 두께는 입사광의 파장보다 훨씬 낮다. 저 굴절 층과 상부의 고 굴절 층 계면에서 감쇠장의 전기장 강도는 0이 되지 않았다. 이 조건에서 $n_1 \approx n_2 > n_3$ 조건을 만족할 때 n_1 과 n_3 계면의 내부 전반사는 거의 무시할 수 있고 n_2 영역에 많은 입사광이 나타난다. 즉 두께가 얇을수록, n_3 의 굴절률이 낮을수록 광 추출 효과가 크다. 따라서 감쇠장은 공기 중에서 전파되는 빛으로 효율적으로 변환되며, 이 원리는 전면 발광형 유기 발광 소자에서 광 추출 공정에 사용할 수 있다.

[0068]

발광 층에 사용되고 있는 발광 재료는 발광 메커니즘에 따라 전자의 단일항 여기상태로 유래되는 형광만 이용하는 형광 재료와 삼중항 여기상태로부터 유래되는 인광을 이용하는 인광 재료로 분류될 수 있다. 인광 재료는 내부 양자효율을 100% 이용할 수 있기 때문에 형광 재료보다 발광 효율이 높다. 또한, 발광 재료는 발광 색에 따라 청색, 녹색, 적색 발광 재료로 나누어질 수 있으며, 청색을 제외한 나머지 색은 인광 재료가 산업계에 적용되어 사용 중이다. 청색 재료의 경우 수명 특성의 한계로 인해 단일항만 사용하는 형광 재료가 사용되는 중이며 이로 인해 녹색이나 적색 발광 재료보다 효율이 낮아 청색 재료의 효율 향상이 더 요구된다. 그러므로 상기 광 추출 공정을 청색 소자에 이용 시 더 바람직할 수 있다.

[0069]

상기 유기 발광 소자는 전면 발광 유기 발광 소자로서, 반사 양극 상단에 정공 주입 층, 정공 수송 층, 발광 층, 전자 수송 층, 전자 주입 층, 반투과 음극, 고 굴절 보조 층 순서로 적층한 후 유/무기 박막 봉지 층을 적층하여 제조될 수 있다.

[0070]

상기 박막 봉지 층에서 무기 층은 유기 발광 다이오드 기준의 수분 투과를 방지하는 동시에 공정의 간편성을 위해 각각 약 50~120nm의 두께를 사용할 수 있다. 유기 층은 무기 층의 평탄화 및 수분 및 산소의 투과 길이를 늘려줄 수 있으며 비간섭성 두께를 사용하여 통상적으로 1 μ m(1,000nm) 이상의 두께일 수 있다. 이들로 구성된 1.5쌍의 유/무기 박막 봉지(제1 무기 층/유기 층/제2 무기 층으로 구성된 박막 봉지)로 전면 발광 유기 발광 소자를 보호할 수 있다. 전면 발광 유기 발광 소자의 고 굴절 보조 층과 유/무기 박막 봉지의 최하단 무기 층 사이에 감쇠장 효과를 통한 유기 발광 소자의 광 효율 개선하기 위해 저 굴절률 층, 즉 기능 층을 적용한다. 상기 저 굴절 층인 기능 층은 고 굴절 보조 층과 박막 봉지의 무기 층(제1 무기 층)보다 상대적으로 낮은 굴절률을 가져 감쇠장을 일으키는 기능을 가질 수 있다.

[0071]

예컨대, 상기 고 굴절 보조 층의 굴절률은 1.8 내지 2.2 일 수 있고, 상기 박막 봉지 무기 층(제1 무기 층)의 굴절률은 1.6 내지 1.8 일 수 있으므로, 상기 저 굴절 층(기능 층)의 굴절률은 1.5 이하일 수 있다.

[0072]

또한 전술한 것처럼, 유/무기 박막 봉지의 무기 층(제1 무기 층)과 박막 봉지의 저굴절 유기 층(유기 층)사이 감쇠장 효과를 통한 유기 발광 소자의 광 효율 개선하기 위해 저 굴절률 층(기능 층)을 적용할 수 있다. 상기 저 굴절 층(기능 층)은 박막 봉지의 무기 층(제1 무기 층)과 박막 봉지의 유기 층(유기 층)보다 상대적으로 낮은 굴절률을 갖는다.

[0073]

상기 저 굴절 층(기능 층)이 감쇠장을 형성하기 위해서는 발광체의 발광 파장보다 얇은 두께가 요구되므로, 예컨대 700nm 이하, 예컨대 650nm 이하, 예컨대 550nm 이하, 예컨대 450nm 이하일 수 있으며 막을 형성하기 위해서 1nm 이상, 바람직하게는 10nm 이상이어야 한다.

[0074]

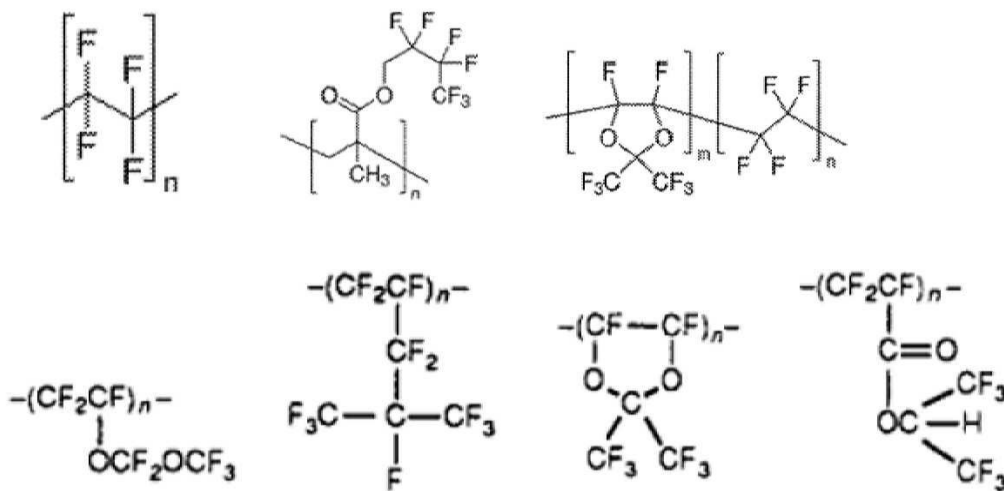
예컨대, 상기 저 굴절 층(기능 층)을 포함하는 일 실시예에 따른 유기 발광 소자는 청색 유기 발광 소자일 수 있고, 따라서 상기 저 굴절 층(기능 층)의 두께는 청색 파장보다 얇은 두께, 예컨대 1nm 내지 450nm, 예컨대 10nm 내지 450nm 일 수 있다.

[0075] 예컨대, 상기 저 굴절 층(기능 층)으로 무기 화합물이나 유기 화합물 또는 이들의 조합을 포함할 수 있는데, 상기 무기 화합물로는 MgF_2 (굴절률 = 1.39), CaF_2 (굴절률 = 1.44), SiO_2 (굴절률 = 1.46), $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ (탄소 함량에 따라 1.2 내지 1.6) 또는 이들의 조합 등을 포함할 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{C}$ 의 경우는 TMA(tri-methyl aluminum)과 물을 사용하여 원자층 증착기(atomic layer deposition, ALD)에서 증착될 수 있는데 탄소 양에 따라서 굴절률이 달라질 수 있다.

[0076] 예컨대, 상기 유기 화합물로는 진공 증착법이 가능한 저분자 물질, 스핀 코팅이나 잉크젯팅법이 가능한 고분자 물질로 구분될 수 있으며, 구체적으로 굴절률 1.5 이하의 저 굴절률을 가지는 유기 물질은 하기 화합물들 또는 이들의 조합을 들 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0077] 하기 그룹 1에서 선택된 어느 하나 이상의 화합물(그룹 1에서 m 및 n은 각각 독립적으로 1 내지 100의 정수임), 퍼플로로테트라코산(perfluorotetracosane), 폴리 다이메틸실록산, 폴리 메틸헥사데실실록산, 폴리 에틸렌옥사이드, 폴리 에틸렌글리콜, 폴리 비닐아세테이트, 폴리 비닐프로피오네이트, 폴리 비닐메틸에테르, 폴리 에틸아크릴레이트, 폴리 1-데신, 폴리 1-옥타데신, 폴리 이소프로필아크릴레이트, 폴리 n-부틸아세테이트, TP12, TP15, TP16, TP18 등과 같은 폴리 프로필렌, 트립티신 폴리이미드.

[0078] [그룹 1]



[0079]

[0080] 예컨대, 상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고, 상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 유기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 증착시켜 얻어질 수 있다.

[0081] 예컨대, 상기 기능 층은 유기 물질로 구성되고, 상기 유기 물질로 구성된 기능 층은 상기 유기 물질을 질소 하에서 용액 공정으로 제조하여 얻어질 수 있다.

[0082] 예컨대, 상기 무기 물질로 구성된 기능 층은 진공 하에서 상기 무기 물질을 상기 보조 층 또는 제1 무기 층 상에 원자 층 증착법으로 증착시켜 얻어질 수 있다.

[0083] 예컨대, 상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 유기 발광 소자일 수 있다.

[0084] 예컨대, 상기 유기 발광 소자는 플렉서블 전면 발광 텐덤 유기 발광 소자일 수 있다.

[0085] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되어서는 아니된다.

[0087] (실시예)

[0088] **실시예 1**

[0089] Ag/ITO (150nm/10nm) 전극 부착 유리 기판을 35mm x 35mm x 0.5mm 크기로 절단하고 아세톤, 이소프로필 알코올과 증류수를 이용하여 각 10분 동안 세정한다. 10분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시킨 후 진공 증착 장치에 상기 ITO 유리 기판을 장착한다. 상기 ITO 유리 기판에 전공 주입 층 (DNTPO, 75nm / HATCN, 7nm), 정공

수송 층(PCBBiF, 64nm), 블루 발광층 (DPFAn 95w%/DABNA-NP-TB 5w%, 25nm), 전자 수송 층(BPPB, 25nm), 전자 주입 층(Liq, 1.5nm), 반투과 음극(Mg:Ag 10:1, 20nm), 고굴절 보조 층(DNTPO, 95nm) 순으로 적층한다. 보조 층 위에 기능 층인 퍼플로로테트라코산(perfluorotetracosane, C₂₄F₅₀)을 증착하여 청색 유기 발광 소자를 제조 하였다. 상기 서술한 방법으로 제작된 전면 발광 유기 발광 소자를 질소 환경 하에서 원자층 증착기로 이동시킨 다. 트리메틸알루미늄과 물을 이용하여 박막 봉지의 제1 무기 층(Al₂O₃, 100nm)을 진공 상태의 원자층 증착기에 서 형성한다. 그 후 스핀 코팅으로 유기 층(PVB, 1000nm)을 형성한 후 재차 제2 무기 층(Al₂O₃, 100nm)을 적층 하여 1.5 쌍의 박막 봉지를 완성한다.

[0090] 실시예 2

Ag/ITO (150nm/10nm) 전극 부착 유리 기판을 35mm x 35mm x 0.5mm 크기로 절단하고 아세톤, 이소프로필 알코올 과 증류수를 이용하여 각 10분 동안 세정한다. 10분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시킨 후 진공 증착 장 치에 상기 ITO 유리 기판을 장착한다. 상기 ITO 유리 기판에 전공 주입 층 (DNTPO, 75nm / HATCN, 7nm), 정공 수송 층(PCBBiF, 64nm), 블루 발광층 (DPFAn 95w%/DABNA-NP-TB 5w%, 25nm), 전자 수송 층(BPPB, 25nm), 전자 주입 층(Liq, 1.5nm), 반투과 음극(Mg:Ag 10:1, 20nm), 고굴절 보조 층(DNTPO, 95nm) 순으로 적층하여 청색 유 기 발광 소자를 제조하였다. 상기 서술한 방법으로 제작된 전면 발광 유기 발광 소자를 질소 환경 하에서 원자 층 증착기로 이동시킨다. 보조 층 위에 트리메틸알루미늄과 물을 이용하여 80° C에서 저 굴절을 무기막(기능 층) Al₂O₃/C를 15nm 두께로 형성한 후 박막 봉지의 제1 무기 층(Al₂O₃, 100nm)을 진공 상태의 원자층 증착기에서 형성한다. 그 후 스핀 코팅으로 유기 층(PVB, 1000nm)을 형성하여 80° C에서 30분간 가열한 후 재차 제2 무기 층(Al₂O₃, 100nm)을 적층하여 1.5 쌍의 박막 봉지를 완성한다.

[0092] 실시예 3

저 굴절 층(기능 층) 물질로 Al₂O₃/C를 증착하는 대신 헥산에 녹인 폴리 1-데신을 스핀 코팅으로 200nm의 박막을 형성하여 80° C에서 30분간 가열한 것을 제외하고는 실시예 2와 동일한 방법으로 소자를 제작하였다.

[0094] 실시예 4

저 굴절 층(기능 층) 물질로 폴리 1-데신 대신 폴리 디메틸실록산을 사용한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 소자를 제작하였다.

[0096] 실시예 5

저 굴절 층(기능 층) 물질로 폴리 1-데신 대신 폴리 1-옥타데신을 사용한 것을 제외하고는 실시예 3과 동일한 방법으로 소자를 제작하였다.

[0098] 실시예 6

Ag/ITO (150nm/10nm) 전극 부착 유리 기판을 35mm x 35mm x 0.5mm 크기로 절단하고 아세톤, 이소프로필 알코올 과 증류수를 이용하여 각 10분 동안 세정한다. 10분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시킨 후 진공 증착 장 치에 상기 ITO 유리 기판을 장착한다. 상기 ITO 유리 기판에 전공 주입 층 (DNTPO, 75nm / HATCN, 7nm), 정공 수송 층(PCBBiF, 64nm), 블루 발광층 (DPFAn 95w%/DABNA-NP-TB 5w%, 25nm), 전자 수송 층(BPPB, 25nm), 전자 주입 층(Liq, 1.5nm), 반투과 음극(Mg:Ag 10:1, 20nm), 고굴절 보조 층(DNTPO, 95nm) 순으로 적층하여 청색 유 기 발광 소자를 제조하였다. 상기 서술한 방법으로 제작된 전면 발광 유기 발광 소자를 질소 환경 하에서 원자 층 증착기로 이동시킨다. 박막 봉지의 제1 무기 층(SiNx, 100nm)을 헥사클로로디실란(HCDS)과 BRUTE 하이드라진 가스를 이용하여 진공 상태의 원자층 증착기에서 형성한 후 그 위에 트리메틸알루미늄과 물을 이용하여 80° C에 서 저 굴절을 무기막(기능 층) Al₂O₃/C를 15nm 두께로 형성한다. 그 후 스핀 코팅으로 유기 층(PVB, 1000nm)을 형성하여 80° C에서 30분간 가열한 후 재차 제2 무기 층(SiNx, 100nm)을 적층하여 1.5 쌍의 박막 봉지를 완성한 다.

[0100] 비교예 1

저 굴절 층(기능 층)을 적용하지 않은 점을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법으로 소자를 제작하였다.

[0102] 비교예 2

저 굴절 층(기능 층)을 1000nm 두께로 코팅하는 점을 제외하고는 상기 실시예 3과 동일한 방법으로 소자를 제작

하였다.

비교예 3

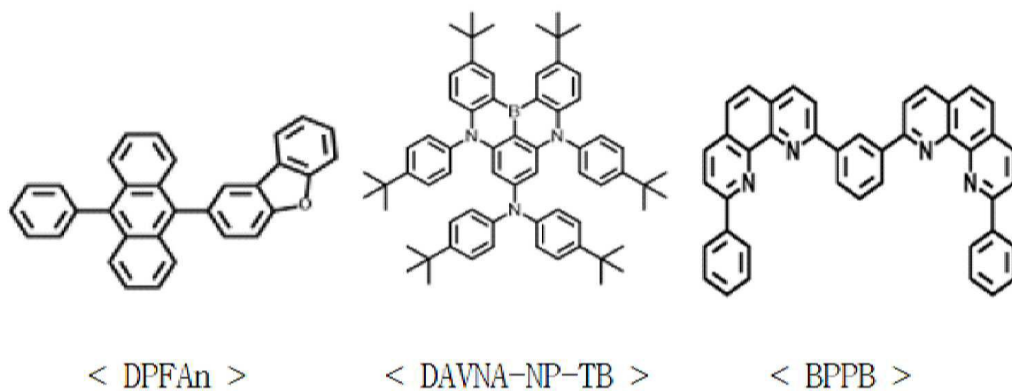
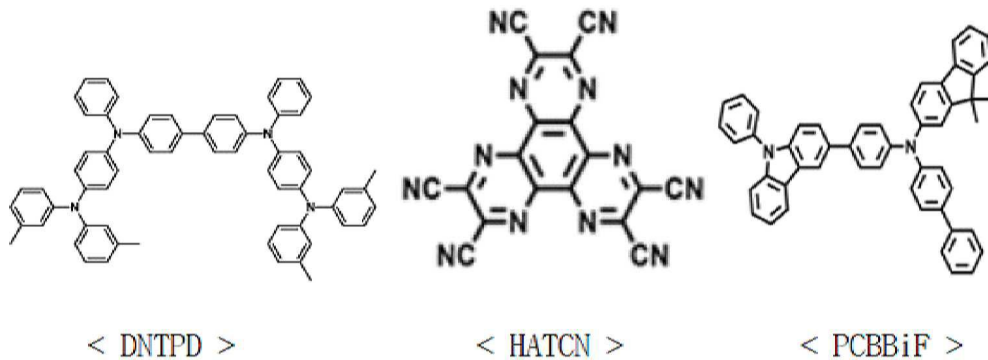
저 굴절 층(기능 층)을 적용하지 않은 점을 제외하고는 상기 실시예 6과 동일한 방법으로 소자를 제작하였다.

평가

실시예 1 내지 실시예 6 및 비교예 1 내지 비교예 3에 따라 제조된 유기 발광 소자들에 순바이어스 직류전압을 가하여 코니카 미놀타(Konica Minolta)사의 CS-2000으로 전기 발광(EL) 특성을 측정하고 청색 지수를 계산한 소자 특성 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

	저 굴절 층(기능 층) 굴절률	저 굴절 층(기능 층) 두께(nm)	전류 효율(cd/A)	청색 지수(cd/A/CIE y)
실시예 1	1.37	50	3.60	82.29
실시예 2	1.28	15	3.92	94.63
실시예 3	1.30	200	3.38	80.48
실시예 4	1.40	200	3.47	82.62
실시예 5	1.47	200	3.45	78.41
실시예 6	1.28	15	3.39	80.75
비교예 1	-	0	3.19	74.98
비교예 2	1.30	1000	3.22	73.18
비교예 3	-	0	3.18	74.82



[0115] 상기 소자 제작에 사용한 물질의 굴절률은 고굴절 보조 층인 DTPD의 경우 2.03, 박막 봉지의 제1 무기 층인 Al_2O_3 의 경우 1.60이다. 상기 표 1의 결과에서 비교예 1과 실시예 1의 결과를 참조하면, 저 굴절 층(기능 층)을 사용하지 않은 비교예 1에 비해 실시예 1의 유기 박막을 저 굴절 층(기능 층)으로 사용한 결과 전류 효율은 13%, 청색 지수는 9.7% 증가하여 발광 효율이 향상된 것을 알 수 있다. 비교예 1과 실시예 2의 결과를 참조하면, 저 굴절 층(기능 층)을 사용하지 않은 비교예 1에 비해 실시예 2의 무기 박막을 저 굴절 층으로 사용한 결과 출광 효율이 더 증가하여 전류 효율은 23%, 청색 지수는 26% 상승하였다. 실시예 3 내지 실시예 5의 결과를 참조하면, 비교예 1에 비해 역시 출광 효율이 증가하여 청색 지수가 상승한 것을 알 수 있다. 또한 실시예 2와 실시예 3을 참조하면, 굴절률이 비슷한 경우 두께가 얇은 실시예 2의 전류 효율과 청색 지수가 훨씬 더 양호함을 알 수 있으며, 실시예 3과 비교예 2를 참조하면, 동일 물질의 경우에도 저 굴절 층의 두께가 매우 중요함을 알 수 있으며, 청색 파장보다 낮은 두께를 사용해야 효과가 있으며, 청색 파장보다 너무 두꺼운 경우 효과가 없음을 알 수 있다. 실시예 6과 비교예 3은 박막 무기 층으로 고 굴절 물질인 $SiNx$ 를 사용한 경우이며, $SiNx$ 의 굴절률은 생성 조건에 따라 1.9 내지 2.1이다. 박막 무기 층과 박막 유기 층 사이의 굴절률이 크므로 사이에 저 굴절 층(기능 층)의 사용이 가능할 수 있다. 저 굴절 층(기능 층)의 위치를 달리한 실시예 6과 사용하지 않은 비교예 3의 결과를 참조하면, 비교예 3에 비해 역시 출광 효율이 증가하여 청색 지수가 상승한 것을 알 수 있다.

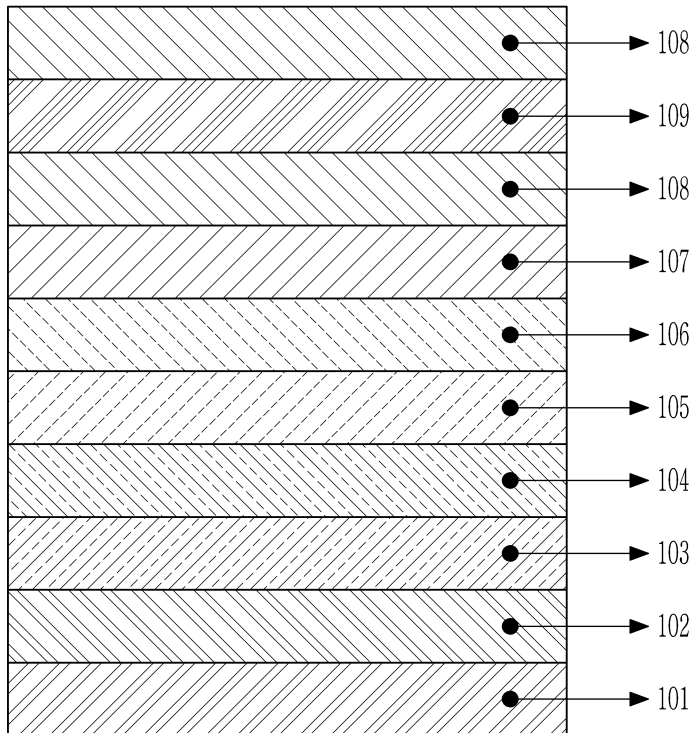
[0117] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다. 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 청구범위와 균등한 것들도 후술하는 청구범위의 범위에 속한다.

부호의 설명

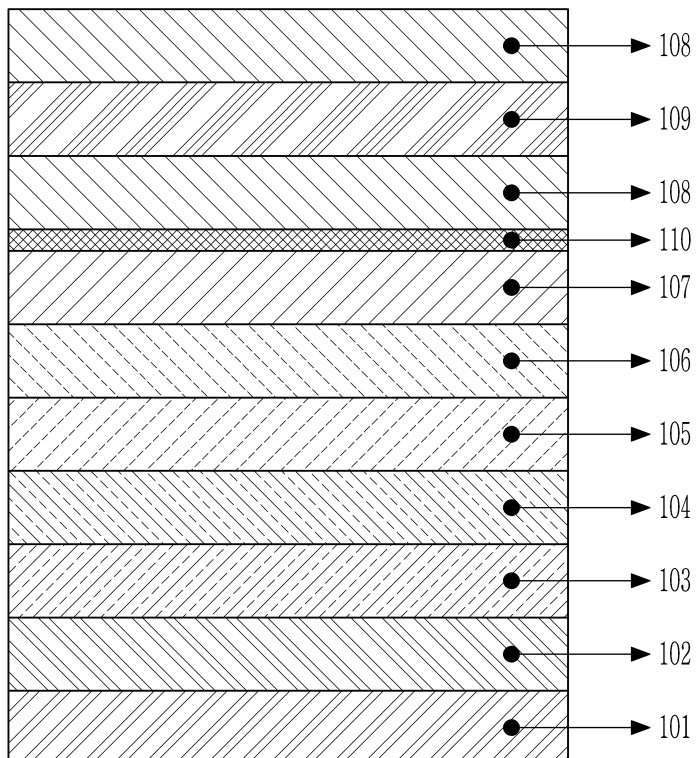
- [0119]
- 1: 전면 발광 유기 발광 소자의 보조 층의 굴절률
 - 2: 유/무기 박막 봉지의 무기 층의 굴절률
 - 3: 저 굴절 층의 굴절률
 - : 저 굴절 층의 두께
 - 101: 양극
 - 102: 정공 주입 층
 - 103: 정공 수송 층
 - 104: 발광 층
 - 105: 전자 수송 및 주입 층
 - 106: 음극
 - 107: 보조 층
 - 108: 박막 봉지 무기 층
 - 109: 박막 봉지 유기 층
 - 110: 저 굴절 층(기능 층)

도면

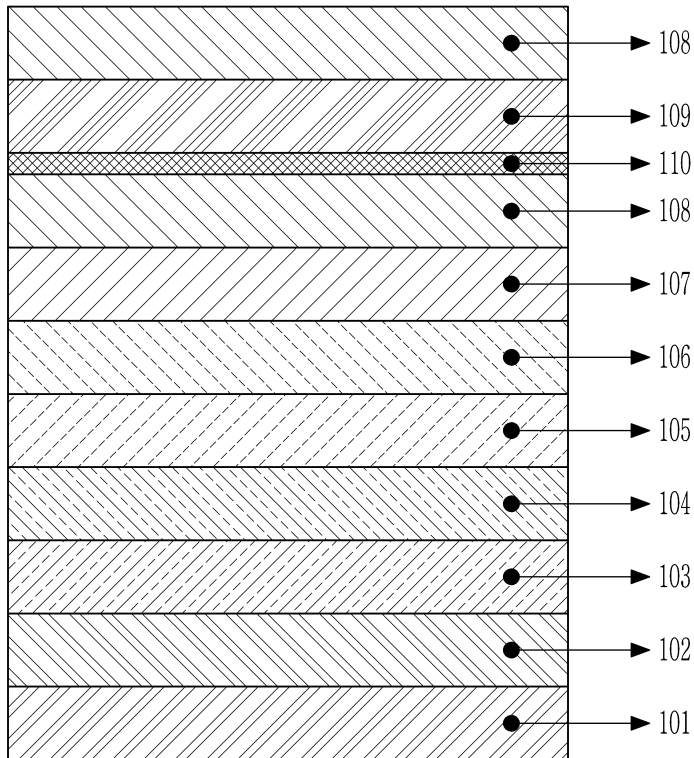
도면1



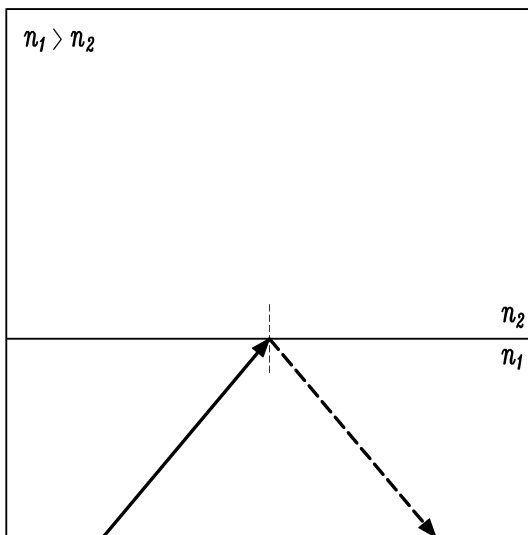
도면2



도면3

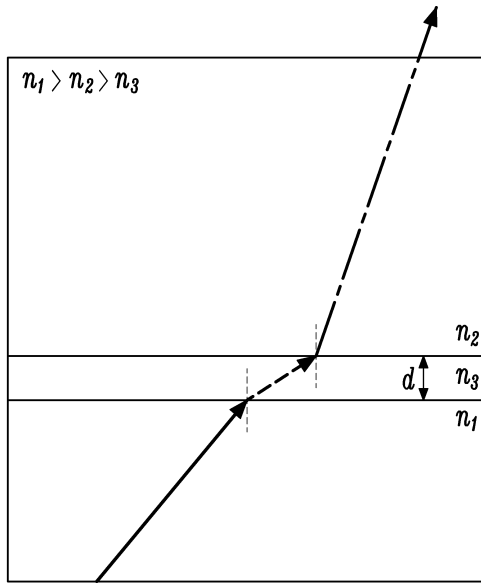


도면4



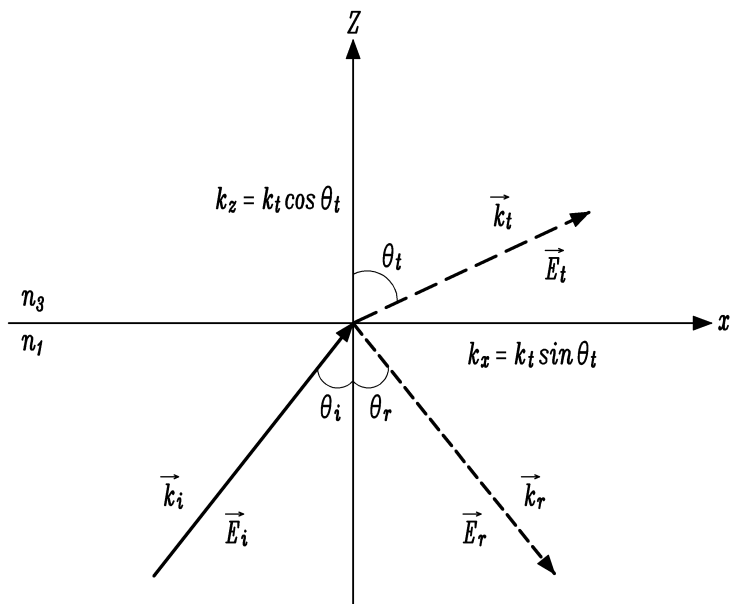
→ 입사광
→ 반사광

도면5



- 입사광
- 감쇠장
- 투과광

도면6



도면7

