



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077652
(43) 공개일자 2023년06월01일

- | | |
|--|--|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H10K 50/00 (2023.01) H10K 50/80 (2023.01)
H10K 59/00 (2023.01) H10K 99/00 (2023.01)
(52) CPC특허분류
H10K 50/16 (2023.02)
H10K 50/15 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2022-0149642
(22) 출원일자 2022년11월10일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020210162593 2021년11월23일 대한민국(KR) | (71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(72) 발명자
고효민
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
이보라
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
(74) 대리인
리엔목특허법인 |
|--|--|

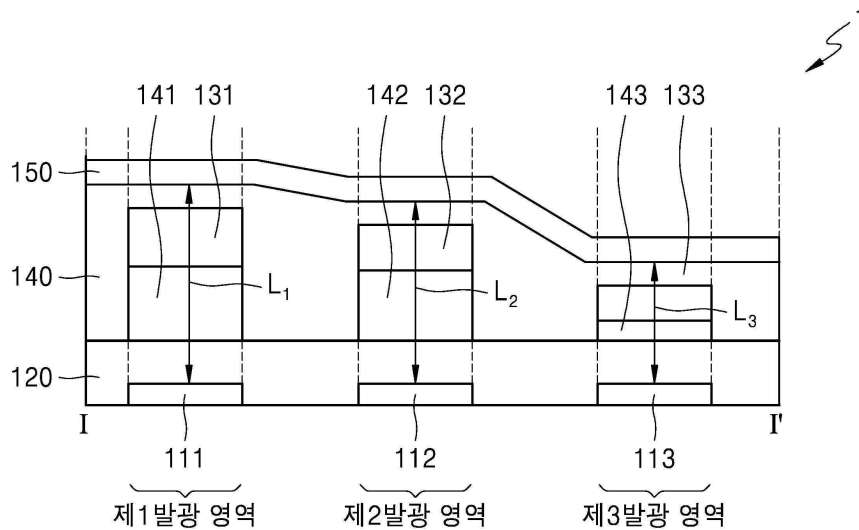
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치

(57) 요약

발광 소자 및 이를 포함하는 장치가 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H10K 50/17 (2023.02)

H10K 50/18 (2023.02)

H10K 50/818 (2023.02)

H10K 50/828 (2023.02)

H10K 50/852 (2023.02)

H10K 59/35 (2023.02)

H10K 85/111 (2023.02)

명세서

청구범위

청구항 1

제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각에 배치된 제1화소전극, 제2화소전극 및 제3화소전극;
상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극에 대향된 대향전극; 및
상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극과 상기 대향전극 사이에 배치된 중간층;
을 포함하고,
상기 중간층은 발광층 및 상기 발광층과 상기 대향전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 포함하고,
상기 발광층은,
상기 제1발광 영역에 대응되어 배치되고, 제1색광을 방출하는 제1발광층;
상기 제2발광 영역에 대응되어 배치되고, 제2색광을 방출하는 제2발광층; 및
상기 제3발광 영역에 대응되어 배치되고, 제3색광을 방출하는 제3발광층; 을 포함하고,
상기 전자 수송 영역은 전자 수송층을 포함하고,
상기 전자 수송층은 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물을 포함하고,
상기 제1재료는 전자 수송성 화합물을 포함하고,
상기 제2재료는 금속-함유 화합물을 포함하고,
상기 제3재료는 저굴절률 화합물을 포함하고,
상기 제1재료, 상기 제2재료 및 상기 제3재료는 서로 상이한, 발광 소자.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 제1색광, 상기 제2색광 및 상기 제3색광은 2차 공진으로 방출되는, 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극은 애노드이고,
상기 대향전극은 캐소드이고,
상기 애노드는 반사형 전극이고,
상기 캐소드는 투과형 전극 또는 반투과형 전극인, 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극은 애노드이고,
상기 대향전극은 캐소드이고,
상기 중간층은 상기 발광층과 상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극 사이에 배치된 정공 수송 영역을 더 포함하고,
상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층 또는 이의 임의의 조합을

포함한, 발광 소자.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자 수송층은 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물로 이루어진(consist of) 단층 구조를 가진, 발광 소자.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전자 수송층 및 상기 발광층은 서로 접하는(directly contact), 발광 소자.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전자 수송층 및 상기 대향전극은 서로 접하는(directly contact), 발광 소자.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 전자 수송층의 굴절률은 1.65 이하인, 발광 소자.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성 화합물은 적어도 하나의 π 전자-결핍성 함질소 C₁-C₆₀ 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C₁-C₆₀ cyclic group)을 포함한, 발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 전자 수송성 화합물은 플루오로기-비함유(fluoro-free) 화합물인, 발광 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 금속-함유 화합물은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함하는, 발광 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 저굴절률 화합물의 굴절률은 1.45 이하인, 발광 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 저굴절률 화합물은 적어도 하나의 플루오로기(-F)를 포함하는, 발광 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 저굴절률 화합물은 폴리머(polymer) 화합물인, 발광 소자.

청구항 15

제13항에 있어서,

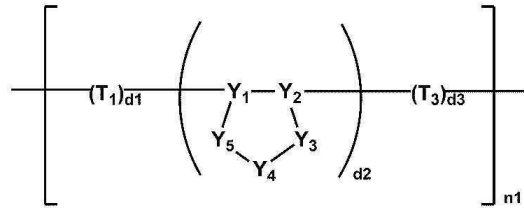
상기 폴리머 화합물은 분자량이 5000 이하인 올리고머 폴리머(oligomer-polymer)인, 발광 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,

상기 저굴절률 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물인, 발광 소자:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중,

T₁은 C(Z₁₁)(Z₁₂), Si(Z₁₁)(Z₁₂), O 또는 S이고,

d₁은 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

Y₁은 C(Z₂₁), Si(Z₂₁), O 또는 S이고,

Y₂은 C(Z₂₂), Si(Z₂₂), O 또는 S이고,

Y₃은 C(Z₂₃)(Z₂₄), Si(Z₂₃)(Z₂₄), O 또는 S이고,

Y₄은 C(Z₂₅)(Z₂₆), Si(Z₂₅)(Z₂₆), O 또는 S이고,

Y₅은 C(Z₂₇)(Z₂₈), Si(Z₂₇)(Z₂₈), O 또는 S이고,

d₂은 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

T₃은 C(Z₃₁)(Z₃₂), Si(Z₃₁)(Z₃₂), O 또는 S이고,

d₃은 0 내지 3의 정수 중 하나이고,

d₁, d₂ 및 d₃의 합은 1 이상의 정수이고,

Z₁₁, Z₁₂, Z₂₁ 내지 Z₂₈, Z₃₁ 및 Z₃₂는 서로 독립적으로, 수소, 중수소 또는 -F; 또는

적어도 하나의 -F로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기; 이고,

n₁은 10 내지 500의 정수 중 하나인, 발광 소자.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물은 상기 전자 수송층 내에 균일하게 존재하는, 발광 소자.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 제3재료의 중량부는 상기 혼합물 총 100 중량부에 대하여 30 중량부 이상 및 50 중량부 이하인, 발광 소자.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 제2재료의 중량부는 상기 제1재료 및 상기 제2재료의 총 100 중량부에 대하여 40 중량부 이상 및 60 중량부 이하인, 발광 소자.

청구항 20

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항의 발광 소자를 포함한, 전자 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 발광 소자 중 자발광형 소자는 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하다.

[0003] 상기 발광 소자는 기판 상부에 제1전극이 배치되어 있고, 상기 제1전극 상부에 정공 수송 영역(hole transport region), 발광층, 전자 수송 영역(electron transport region) 및 제2전극이 순차적으로 배치되어 있는 구조를 가질 수 있다. 상기 제1전극으로부터 주입된 정공은 정공 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동하고, 제2전극으로부터 주입된 전자는 전자 수송 영역을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성한다. 상기 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 저구동전압, 고효율 및 장수명을 갖는 발광 소자를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 측면에 따르면,

[0006] 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각에 배치된 제1화소전극, 제2화소전극 및 제3화소전극;

[0007] 상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극에 대향된 대향전극; 및

[0008] 상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극과 상기 대향전극 사이에 배치된 중간층;

[0009] 을 포함하고,

[0010] 상기 중간층은 발광층 및 상기 발광층과 상기 대향전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 포함하고,

[0011] 상기 발광층은,

[0012] 상기 제1발광 영역에 대응되어 배치되고, 제1색광을 방출하는 제1발광층;

[0013] 상기 제2발광 영역에 대응되어 배치되고, 제2색광을 방출하는 제2발광층; 및

[0014] 상기 제3발광 영역에 대응되어 배치되고, 제3색광을 방출하는 제3발광층; 을 포함하고,

[0015] 상기 전자 수송 영역은 전자 수송층을 포함하고,

[0016] 상기 전자 수송층은 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물을 포함하고,

[0017] 상기 제1재료는 전자 수송성 화합물을 포함하고,

- [0018] 상기 제2재료는 금속-함유 화합물을 포함하고,
- [0019] 상기 제3재료는 저굴절률 화합물을 포함하고,
- [0020] 상기 제1재료, 상기 제2재료 및 상기 제3재료는 서로 상이한, 발광 소자가 제공된다.
- [0021] 다른 측면에 따르면, 상기 발광 소자를 포함하는 전자 장치가 제공된다.

발명의 효과

- [0022] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물을 포함하는 전자 수송층을 도입함으로써, 저구동전압, 고효율 및 장수명을 갖는 발광 소자를 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일 구현예를 따르는 발광 소자의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2 및 3은 각각 일 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.
- 도 4은 평가예 1에 따른 ETL A 내지 E에 대하여 파장에 따른 굴절률을 측정한 그래프이다.
- 도 5a 내지 5c는 평가예 2에 따른 각각 적색 파장, 녹색 파장 및 청색 파장 영역에서의 ETL D 및 E를 포함하는 발광 소자의 발광 효율에 대한 시뮬레이션 값을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0026] 이하의 실시예에서, 제1, 제2 등의 용어는 한정적인 의미가 아니라 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하는 목적으로 사용되었다.
- [0027] 이하의 실시예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0028] 이하의 실시예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0029] 이하의 실시예에서 층, 막, 영역, 판 등의 각종 구성요소가 다른 구성요소 "상에" 있다고 할 때, 이는 다른 구성요소 "바로 상에" 있는 경우뿐 아니라 그 사이에 다른 구성요소가 개재된 경우도 포함한다. 또한 설명의 편의를 위하여 도면에서는 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0030] 본 발명에서 물질의 굴절률 및 층(layer)의 굴절률은 후술하는 바를 참조할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0031] 물질의 굴절률은 ellipsometry 기계를 사용하여 25℃에서 측정되었다. 광원에서 출발한 빛이 편광자를 통과한 이후에 시료에 부딪힌 후, 그 반사된 빛을 검출하여 빛의 위상, 편광 방향, 세기 등을 측정한다. 이를 통해 재료의 복굴절률을 추출할 수 있다. 혼합막의 굴절률의 경우 혼합막을 실제로 증착한 후 동일한 방법을 사용하여 측정되었다.
- [0032] 일 구현예에 따르면, 본원의 발광 소자는 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각에 배치된 제1화소 전극, 제2화소전극 및 제3화소전극; 상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극에 대향된 대향전극; 및
- [0033] 상기 제1화소전극, 상기 제2화소전극 및 상기 제3화소전극과 상기 대향전극 사이에 배치된 중간층;을 포함할 수 있다.

- [0034] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 소자의 단면도이다.
- [0035] [도 1에 대한 설명]
- [0036] 도 1을 참조하여, 일 실시예에 따른 발광 소자(1)의 구조를 상세히 설명한다.
- [0037] [화소전극(111, 112, 113)]
- [0038] 발광 소자(1)는 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각에 배치된 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)을 포함한다.
- [0039] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 각각 투과형, 반투과형 또는 반사형 전극으로 형성될 수 있다.
- [0040] 예를 들어, 상기 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 반사형 전극으로 형성될 수 있다.
- [0041] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)이 투과형 전극일 경우, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다.
- [0042] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)이 반사형 전극일 경우, 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 또는 이의 임의의 조합을 이용할 수 있다.
- [0043] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 전술한 재료 외에도 다양한 재질로 형성될 수 있으며, 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0044] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 기판(미도시) 상에 배치될 수 있다.
- [0045] 기판은 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성 및 방수성이 우수한 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 예를 들어, 상기 기판으로는, 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다. 또는, 상기 기판은 가요성 기판일 수 있으며, 예를 들어, 폴리이미드(polyimide), 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET; polyethylene terephthalate), 폴리카보네이트(polycarbonate), 폴리에틸렌 나프탈레이트(polyethylene naphthalate), 폴리아릴레이트(PAR; polyarylate), 폴리에테르이미드(polyetherimide), 또는 이의 임의의 조합과 같이, 내열성 및 내구성이 우수한 플라스틱을 포함할 수 있다.
- [0046] 예를 들어, 발광층(131, 132, 133)의 빛이 기판 방향으로 방출되는 배면 발광형(bottom emission type)인 경우, 기판은 투명할 수 있다.
- [0047] 다른 예로서, 발광층(131, 132, 133)의 빛이 기판의 반대 방향으로 방출되는 전면 발광형(top emission type)인 경우, 기판은 반드시 투명할 필요는 없고, 불투명하거나 반투명할 수 있다.
- [0048] 일 구현예에 따르면, 상기 발광층(131, 132, 133)의 빛이 기판의 반대 방향으로 방출되는 전면 발광형(top emission type)일 수 있다.
- [0049] 도 1에서는 생략되었으나, 기판과 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113) 사이에는 버퍼층, 박막 트랜지스터, 유기 절연층 등을 더 포함할 수 있다.
- [0050] [대향전극(150)]
- [0051] 발광 소자(1)는 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)에 대향된 대향전극(150)을 포함한다.
- [0052] 대향전극(150)은 제1발광 영역에 대응되는 제1대향전극 영역, 제2발광 영역에 대응되는 제2대향전극 영역 및 제3발광 영역에 대응되는 제3대향전극 영역을 포함할 수 있다.
- [0053] 상기 대향전극(150)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극(150)용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 사용할 수 있다.
- [0054] 대향전극(150)은 투과형, 반투과형 또는 반사형 전극으로 형성될 수 있다.
- [0055] 대향전극(150)은 리튬(Li), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), 이터븀(Yb), 은-이터븀(Ag-Yb), ITO, IZO, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0056] 대향전극(150)은 전술한 재료 외에도 다양한 재질로 형성될 수 있으며, 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0057] 일 구현예에 따르면, 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)은 애노드이고, 대향전극(150)은 캐소드이고, 상기 애노드는 반사형 전극이고, 상기 캐소드는 투과형 전극 또는 반투과형 전극일 수 있다.
- [0058] [중간층]
- [0059] 발광 소자(1)는 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)과 대향전극(150) 사이에 배치된 중간층을 포함한다.
- [0060] 상기 중간층은 발광층(131, 132, 133) 및 상기 발광층(131, 132, 133) 및 대향전극(150) 사이에 배치된 전자 수송 영역(140)을 포함한다.
- [0061] 상기 중간층은 발광층(131, 132, 133) 및 상기 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)과 상기 발광층(131, 132, 133) 사이에 배치된 정공 수송 영역(120)을 포함한다.
- [0062] [중간층 중 발광층(131, 132, 133)]
- [0063] 발광층(131, 132, 133)은 제1발광 영역에 대응되어 배치되고, 제1색광을 방출하는 제1발광층(131); 제2발광 영역에 대응되어 배치되고, 제2색광을 방출하는 제2발광층(132); 및 상기 제3발광 영역에 대응되어 배치되고, 제3색광을 방출하는 제3발광층(133)을 포함한다.
- [0064] 상기 제1색광의 최대 발광 파장, 상기 제2색광의 최대 발광 파장 및 상기 제3색광의 최대 발광 파장은 모두 상이할 수 있다.
- [0065] 상기 제1색광의 최대 발광 파장 및 상기 제2색광의 최대 발광 파장 각각은 상기 제3색광의 최대 발광 파장보다 길 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 상기 제1색광은 적색광이고, 상기 제2색광은 녹색광이고, 상기 제3색광은 청색광일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0067] 예를 들어, 상기 제1색광의 최대 발광 파장은 약 620nm 내지 약 750nm 중에서 선택되고; 상기 제2색광의 최대 발광 파장 각각은 약 495nm 내지 약 570nm 중에서 선택되고; 상기 제3색광의 최대 발광 파장은 약 450nm 내지 약 495nm 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0068] 일 구현예에 따르면, 상기 제1색광, 상기 제2색광 및 상기 제3색광은 2차 공진으로 방출될 수 있다.
- [0069] 발광층에서 발생한 빛이 효과적으로 외부로 방출되도록 하기 위하여 발광 소자에 미세 공진 구조를 적용할 수 있다. 예를 들어, 광로 길이(optical length)만큼 떨어져 있는 반투과층인 대향전극(150)과 반사층인 화소전극(111, 112, 113) 사이에서 빛이 반사를 반복하면, 보강 간섭에 의해 특정 파장의 빛이 증폭되고 그 외의 파장의 빛은 상쇄되며, 증폭된 빛은 반투과층인 대향전극(150)을 통과하여 외부로 방출될 수 있다.
- [0070] 상기 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각은 화소전극(111, 112, 113), 정공 수송 영역(120), 발광층(131, 132, 133), 전자 수송 영역(140) 및 대향전극(150)을 포함한다. 상기 제1발광 영역, 제2발광 영역 및 제3발광 영역 각각의 화소전극(111, 112, 113)의 전면(대향전극과 마주보는 방향의 상면)과 대향전극(150)의 배면(화소전극과 마주보는 방향의 상면) 사이의 거리는 공진거리(Lc)로 정의되고, 공진거리(Lc)는 아래의 수학적 식 1에 따른다.
- [0071] <수학적 식 1>
- $$Lc = \frac{\lambda}{2Nc} \times k$$
- [0072]
- [0073] 여기서, Nc는 공진구조물의 유효 굴절률, λ 는 공진시키려는 광의 파장, k는 공진차수로 정의된다. 공진구조물은 화소전극(111, 112, 113)과 대향전극(150) 사이에 배치된 중간층들을 모두 포함한다.
- [0074] 2차 공진 구조는 공진 거리가 방출되는 빛의 파장의 2차 공진 거리에 대응하는 구조로서, 상기 수학적 식 1에서 k가 2인 경우이다.
- [0075] 일 구현예에 따르면, 상기 제1대향전극 영역의 상기 제1화소전극 방향의 면과 상기 제1화소전극(111)의 상기

제1대향전극 영역 방향의 면 사이의 제1거리(L₁)는 상기 제1색광의 2차 공진 거리에 대응하고, 상기 제2대향전극 영역의 상기 제2화소전극 방향의 면과 상기 제2화소전극(112)의 상기 제2대향전극 영역 방향의 면 사이의 제2거리(L₂)는 상기 제2색광의 2차 공진 거리에 대응하고, 상기 제3대향전극 영역의 상기 제3화소전극 방향의 면과 상기 제3화소전극(113)의 상기 제3대향전극 영역 방향의 면 사이의 제3거리(L₃)는 상기 제3색광의 2차 공진 거리에 대응할 수 있다.

[0076] 다른 구현예에 있어서, 상기 L₁, 상기 L₂ 및 상기 L₃는 각각 하기 식 1 내지 3을 만족할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0077] <식 1>

[0078]
$$L_1 = \lambda_1 / 2N_1 \times 2$$

[0079] <식 2>

[0080]
$$L_2 = \lambda_2 / 2N_2 \times 2$$

[0081] <식 3>

[0082]
$$L_3 = \lambda_3 / 2N_3 \times 2$$

[0083] 상기 식 1 내지 3 중,

[0084] 상기 L₁은 상기 제1화소전극과 상기 대향전극 사이의 거리이고;

[0085] 상기 L₂는 상기 제2화소전극과 상기 대향전극 사이의 거리이고;

[0086] 상기 L₃는 상기 제3화소전극과 상기 대향전극 사이의 거리이고;

[0087] 상기 λ₁은 상기 제1색광의 최대 발광 파장이고;

[0088] 상기 λ₂는 상기 제2색광의 최대 발광 파장이고;

[0089] 상기 λ₃는 상기 제3색광의 최대 발광 파장이고;

[0090] 상기 N₁은 상기 제1화소전극과 상기 대향전극 사이에 개재된 중간층의 굴절율이고;

[0091] 상기 N₂는 상기 제2화소전극과 상기 대향전극 사이에 개재된 중간층의 굴절율이고;

[0092] 상기 N₃는 상기 제3화소전극과 상기 대향전극 사이에 개재된 중간층의 굴절율이다.

[0093] 일 실시예에 있어서, 상기 L₁은 2600 Å 내지 2800 Å이고, 상기 L₂는 2200 Å 내지 2400 Å이고, 상기 L₃는 1700 Å 내지 1900 Å일 수 있다.

[0094] 이하, 발광 소자(1)의 중간층에 포함되는 각 층을 더욱 상세히 설명한다.

[0095] [정공 수송 영역(120)]

[0096] 상기 정공 수송 영역(120)은, i) 단일 물질로 이루어진(consist of) 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조, ii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 단일층으로 이루어진(consist of) 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 상이한 물질을 포함한 복수의 층을 포함한 다층 구조를 가질 수 있다.

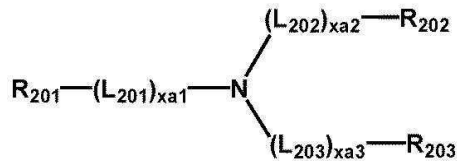
[0097] 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0098] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은, 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/발광 보조층, 정공 주입층/발광 보조층, 정공 수송층/발광 보조층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 다층 구조를 가질 수 있다.

[0099] 상기 정공 수송 영역은, 하기 화학식 201로 표시되는 화합물, 하기 화학식 202로 표시되는 화합물, 또는 이의

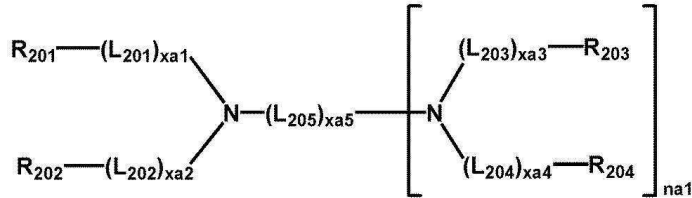
임의의 조합(any combination thereof)을 포함할 수 있다:

[0100] <화학식 201>



[0101]

[0102] <화학식 202>



[0103]

[0104] 상기 화학식 201 및 202 중,

[0105] L₂₀₁ 내지 L₂₀₄는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0106] L₂₀₅은, *-O-*', *-S-*', *-N(Q₂₀₁)-*', 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₂₀알케닐렌기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0107] x_{a1} 내지 x_{a4}는 서로 독립적으로, 0 내지 5의 정수 중 하나이고,

[0108] x_{a5}는 1 내지 10의 정수 중 하나이고,

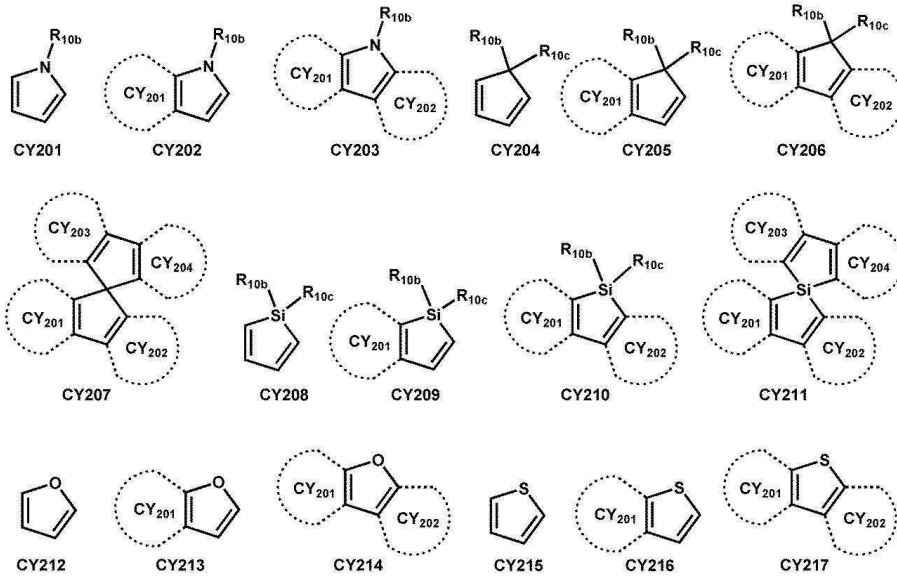
[0109] R₂₀₁ 내지 R₂₀₄ 및 Q₂₀₁은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0110] R₂₀₁과 R₂₀₂는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₅알킬렌기 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₅알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₈-C₆₀ 폴리시클릭 그룹(예를 들면, 카바졸 그룹 등)을 형성할 수 있고(예를 들면, 하기 화합물 HT16 등을 참조함),

[0111] R₂₀₃과 R₂₀₄는, 선택적으로(optionally) 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₅알킬렌기, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₅알케닐렌기를 통하여 서로 연결되어, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₈-C₆₀ 폴리시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0112] n_{a1}은 1 내지 4의 정수 중 하나일 수 있다.

[0113] 예를 들어, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 하기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다:



[0114]

[0115]

상기 화학식 CY201 내지 CY217 중, R_{10b} 및 R_{10c}에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 R_{10a}에 대한 설명을 참조하고, 고리 CY₂₀₁ 내지 고리 CY₂₀₄는 서로 독립적으로, C₃-C₂₀카보시클릭 그룹, 또는 C₁-C₂₀헤테로시클릭 그룹이고, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 적어도 하나의 수소는 본 명세서에 기재된 바와 같은 R_{10a}로 치환 또는 비치환될 수 있다.

[0116]

일 구현예에 따르면, 상기 화학식 CY201 내지 CY217 중 고리 CY₂₀₁ 내지 고리 CY₂₀₄는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 페난트렌 그룹, 또는 안트라센 그룹일 수 있다.

[0117]

다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0118]

또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹 중 적어도 하나 및 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 각각 포함할 수 있다.

[0119]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 중 xa₁은 1이고, R₂₀₁은 상기 화학식 CY201 내지 CY203 중 하나로 표시된 그룹이고, xa₂는 0이고, R₂₀₂는 상기 화학식 CY204 내지 CY207 중 하나로 표시된 그룹일 수 있다.

[0120]

또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

[0121]

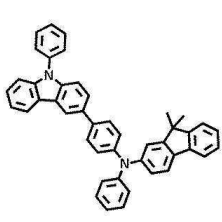
또 다른 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY203으로 표시된 그룹을 비포함하고, 상기 화학식 CY204 내지 CY217로 표시된 그룹 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0122]

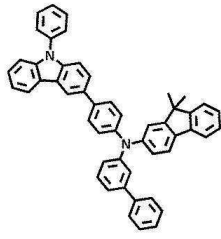
또 다른 예로서, 상기 화학식 201 및 202 각각은, 상기 화학식 CY201 내지 CY217로 표시된 그룹을 비포함할 수 있다.

[0123]

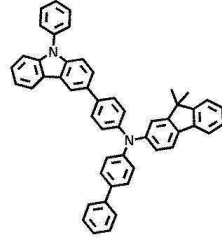
예를 들어, 상기 정공 수송 영역은 하기 화합물 HT1 내지 HT46 중 하나, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD), β-NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine (4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민)), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠술포산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트))), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캄퍼술포산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트))), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:



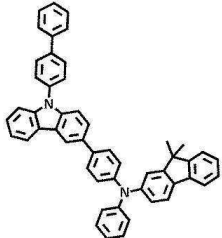
HT1



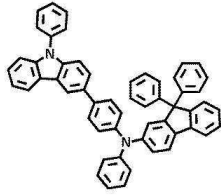
HT2



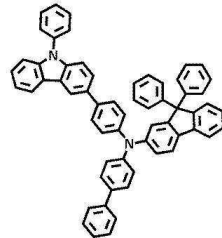
HT3



HT4

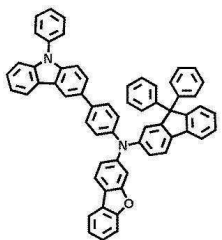


HT5

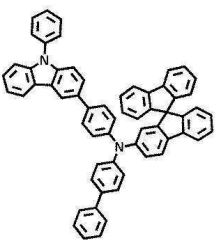


HT6

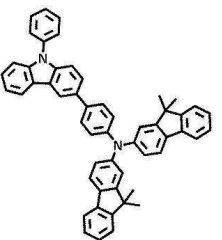
[0124]



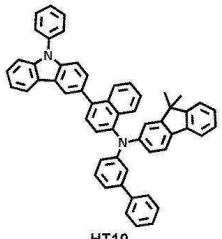
HT7



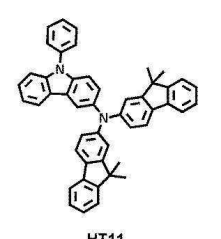
HT8



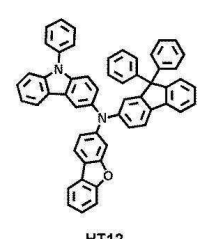
HT9



HT10

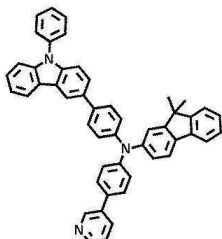


HT11

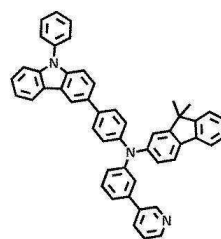


HT12

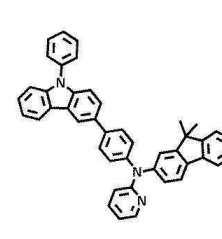
[0125]



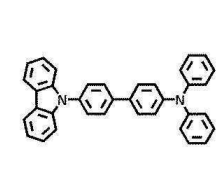
HT13



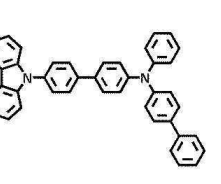
HT14



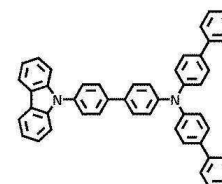
HT15



HT16

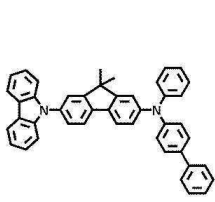


HT17

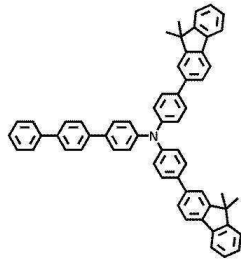


HT18

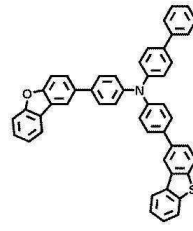
[0126]



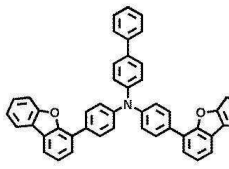
HT19



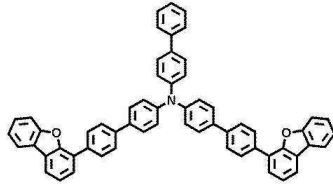
HT20



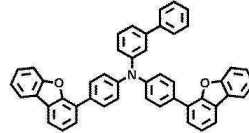
HT21



HT22

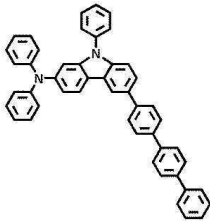


HT23

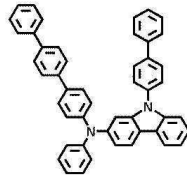


HT24

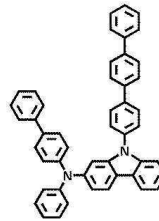
[0127]



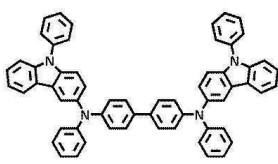
HT25



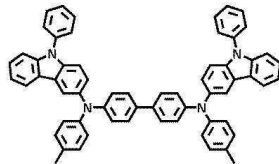
HT26



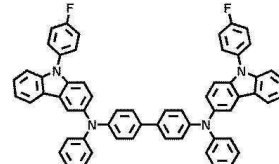
HT27



HT28

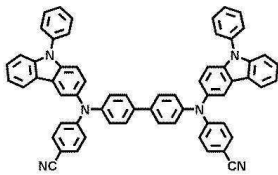


HT29

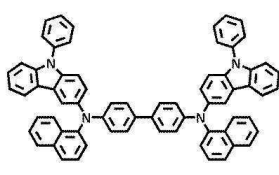


HT30

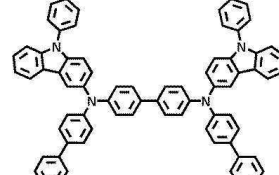
[0128]



HT31

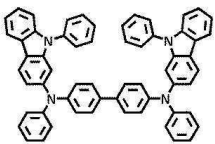


HT32

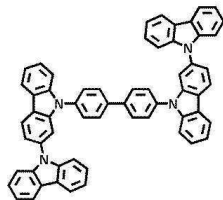


HT33

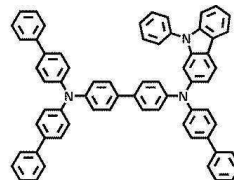
[0129]



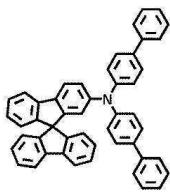
HT34



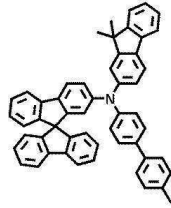
HT35



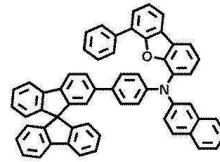
HT36



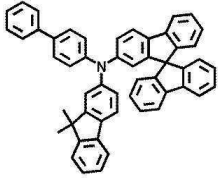
HT37



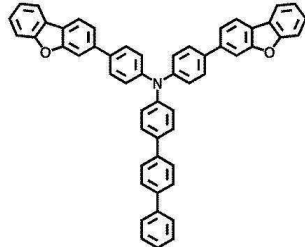
HT38



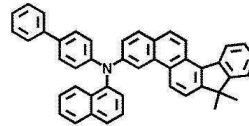
HT39



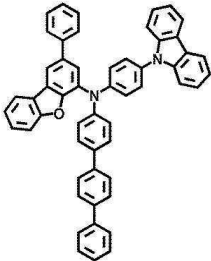
HT40



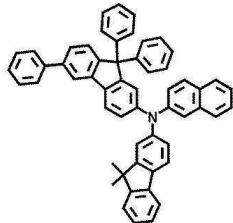
HT41



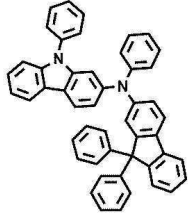
HT42



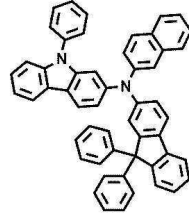
HT43



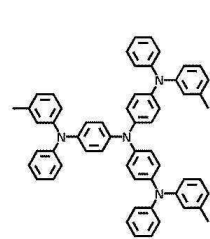
HT44



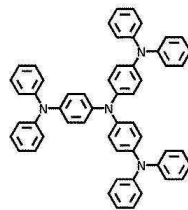
HT45



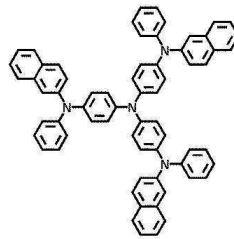
HT46



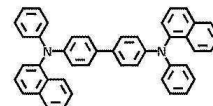
m-MTDATA



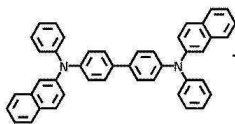
TDATA



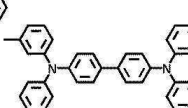
2-TNATA



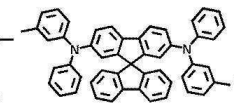
NPB



β -NPB



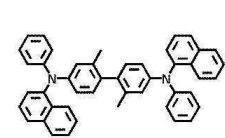
TPD



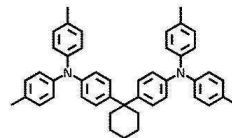
Spiro-TPD



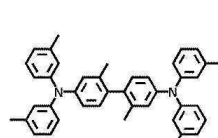
Spiro-NPB



methylated-NPB



TAPC



HMTPD

[0130]

[0131]

[0132]

[0133]

[0134] 상기 발광 보조층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시키는 역할을 하는 층이고, 상기 전자 저지층은 발광층으로부터 정공 수송 영역으로의 전자 유출(leakage)을 방지하는 역할을 하는 층이다. 상술한 정공 수송 영역에 포함될 수 있는 물질이 발광 보조층 및 전자 저지층에 포함될 수 있다.

[0135] 상기 정공 수송 영역은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산(예를 들면, 전하-생성 물질로 이루어진(consist of) 단일층 형태)되어 있을 수 있다.

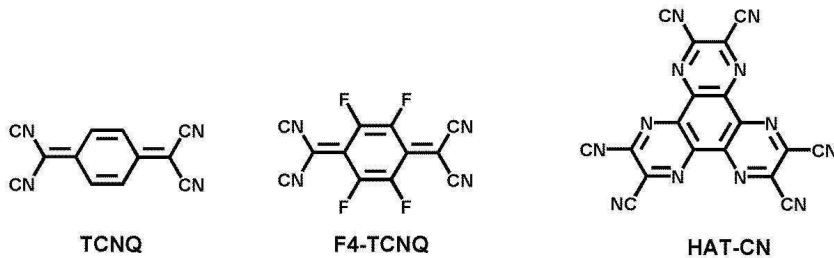
[0136] 상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다.

[0137] 예를 들어, 상기 p-도펀트의 LUMO 에너지 레벨은 -3.5eV 이하일 수 있다.

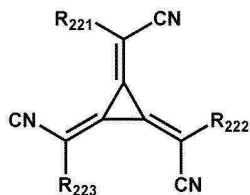
[0138] 일 구현예에 따르면, 상기 p-도펀트는, 퀴논 유도체, 시아노기-함유 화합물, 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0139] 상기 퀴논 유도체의 예는, TCNQ, F4-TCNQ 등을 포함할 수 있다.

[0140] 상기 시아노기-함유 화합물의 예는 HAT-CN, 하기 화학식 221로 표시된 화합물 등을 포함할 수 있다.



[0141] <화학식 221>



[0142] 상기 화학식 221 중,

[0143] R₂₂₁ 내지 R₂₂₃은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹이고,

[0144] 상기 R₂₂₁ 내지 R₂₂₃ 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 시아노기; -F; -Cl; -Br; -I; 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, 또는 이의 임의의 조합으로 치환된 C₁-C₂₀알킬기; 또는 이의 임의의 조합으로 치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0145] 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물 중, 원소 EL1은 금속, 준금속, 또는 이의 조합이고, 원소 EL2는 비금속, 준금속, 또는 이의 조합일 수 있다.

[0146] 상기 금속의 예는, 알칼리 금속(예를 들면, 리튬(Li), 나트륨(Na), 칼륨(K), 루비듐(Rb), 세슘(Cs) 등); 알칼리 토금속(예를 들면, 베릴륨(Be), 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca), 스트론튬(Sr), 바륨(Ba) 등); 전이 금속(예를 들면, 티타늄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 바나듐(V), 니오브(Nb), 탄탈(Ta), 크롬(Cr), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 망간(Mn), 테크네튬(Tc), 레늄(Re), 철(Fe), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 코발트(Co), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 니켈(Ni), 팔라듐(Pd), 백금(Pt), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au) 등); 전이후 금속(예를 들면, 아연(Zn), 인듐(In), 주석(Sn) 등); 란타나이드 금속(예를 들면, 란타넘(La), 세륨(Ce), 프라세오디뮴(Pr), 네오디뮴(Nd), 프로메튬(Pm), 사마륨(Sm), 유클로뮴(Eu), 가돌리늄(Gd), 터븀(Tb), 디스프로슘(Dy), 홀름(Ho), 어븀(Er), 툴륨(Tm), 이터븀(Yb), 루테튬(Lu) 등); 등을 포함할 수 있다.

- [0149] 상기 준금속의 예는, 실리콘(Si), 안티모니(Sb), 텔루륨(Te) 등을 포함할 수 있다.
- [0150] 상기 비금속의 예는, 산소(O), 할로젠(예를 들면, F, Cl, Br, I 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0151] 예를 들어, 상기 원소 EL1 및 원소 EL2-함유 화합물은, 금속 산화물, 금속 할로겐화물(예를 들면, 금속 불화물, 금속 염화물, 금속 브롬화물, 금속 요오드화물 등), 준금속 할로겐화물(예를 들면, 준금속 불화물, 준금속 염화물, 준금속 브롬화물, 준금속 요오드화물 등), 금속 텔루라이드, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0152] 상기 금속 산화물의 예는, 텅스텐 옥사이드(예를 들면, WO, W₂O₃, WO₂, WO₃, W₂O₅ 등), 바나듐 옥사이드(예를 들면, VO, V₂O₃, VO₂, V₂O₅ 등), 몰리브덴 옥사이드(MoO, Mo₂O₃, MoO₂, MoO₃, Mo₂O₅ 등), 레늄 옥사이드(예를 들면, ReO₃ 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0153] 상기 금속 할로겐화물의 예는, 알칼리 금속 할로겐화물, 알칼리 토금속 할로겐화물, 전이 금속 할로겐화물, 전이후 금속 할로겐화물, 란타나이드 금속 할로겐화물 등을 포함할 수 있다.
- [0154] 상기 알칼리 금속 할로겐화물의 예는, LiF, NaF, KF, RbF, CsF, LiCl, NaCl, KCl, RbCl, CsCl, LiBr, NaBr, KBr, RbBr, CsBr, LiI, NaI, KI, RbI, CsI 등을 포함할 수 있다.
- [0155] 상기 알칼리 토금속 할로겐화물의 예는, BeF₂, MgF₂, CaF₂, SrF₂, BaF₂, BeCl₂, MgCl₂, CaCl₂, SrCl₂, BaCl₂, BeBr₂, MgBr₂, CaBr₂, SrBr₂, BaBr₂, BeI₂, MgI₂, CaI₂, SrI₂, BaI₂ 등을 포함할 수 있다.
- [0156] 상기 전이 금속 할로겐화물의 예는, 티타늄 할로겐화물(예를 들면, TiF₄, TiCl₄, TiBr₄, TiI₄ 등), 지르코늄 할로겐화물(예를 들면, ZrF₄, ZrCl₄, ZrBr₄, ZrI₄ 등), 하프늄 할로겐화물(예를 들면, HfF₄, HfCl₄, HfBr₄, HfI₄ 등), 바나듐 할로겐화물(예를 들면, VF₃, VCl₃, VBr₃, VI₃ 등), 니오브 할로겐화물(예를 들면, NbF₃, NbCl₃, NbBr₃, NbI₃ 등), 탄탈 할로겐화물(예를 들면, TaF₃, TaCl₃, TaBr₃, TaI₃ 등), 크롬 할로겐화물(예를 들면, CrF₃, CrCl₃, CrBr₃, CrI₃ 등), 몰리브덴 할로겐화물(예를 들면, MoF₃, MoCl₃, MoBr₃, MoI₃ 등), 텅스텐 할로겐화물(예를 들면, WF₃, WCl₃, WBr₃, WI₃ 등), 망간 할로겐화물(예를 들면, MnF₂, MnCl₂, MnBr₂, MnI₂ 등), 테크네튬 할로겐화물(예를 들면, TcF₂, TcCl₂, TcBr₂, TcI₂ 등), 레늄 할로겐화물(예를 들면, ReF₂, ReCl₂, ReBr₂, ReI₂ 등), 철 할로겐화물(예를 들면, FeF₂, FeCl₂, FeBr₂, FeI₂ 등), 루테튬 할로겐화물(예를 들면, RuF₂, RuCl₂, RuBr₂, RuI₂ 등), 오스뮴 할로겐화물(예를 들면, OsF₂, OsCl₂, OsBr₂, OsI₂ 등), 코발트 할로겐화물(예를 들면, CoF₂, CoCl₂, CoBr₂, CoI₂ 등), 로듐 할로겐화물(예를 들면, RhF₂, RhCl₂, RhBr₂, RhI₂ 등), 이리듐 할로겐화물(예를 들면, IrF₂, IrCl₂, IrBr₂, IrI₂ 등), 니켈 할로겐화물(예를 들면, NiF₂, NiCl₂, NiBr₂, NiI₂ 등), 팔라듐 할로겐화물(예를 들면, PdF₂, PdCl₂, PdBr₂, PdI₂ 등), 백금 할로겐화물(예를 들면, PtF₂, PtCl₂, PtBr₂, PtI₂ 등), 구리 할로겐화물(예를 들면, CuF, CuCl, CuBr, CuI 등), 은 할로겐화물(예를 들면, AgF, AgCl, AgBr, AgI 등), 금 할로겐화물(예를 들면, AuF, AuCl, AuBr, AuI 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0157] 상기 전이후 금속 할로겐화물의 예는, 아연 할로겐화물(예를 들면, ZnF₂, ZnCl₂, ZnBr₂, ZnI₂ 등), 인듐 할로겐화물(예를 들면, InI₃ 등), 주석 할로겐화물(예를 들면, SnI₂ 등), 등을 포함할 수 있다.
- [0158] 상기 란타나이드 금속 할로겐화물의 예는, YbF, YbF₂, YbF₃, SmF₃, YbCl, YbCl₂, YbCl₃, SmCl₃, YbBr, YbBr₂, YbBr₃, SmBr₃, YbI, YbI₂, YbI₃, SmI₃ 등을 포함할 수 있다.
- [0159] 상기 준금속 할로겐화물의 예는, 안티모니 할로겐화물(예를 들면, SbCl₅ 등) 등을 포함할 수 있다.
- [0160] 상기 금속 텔루라이드의 예는, 알칼리 금속 텔루라이드(예를 들면, Li₂Te, Na₂Te, K₂Te, Rb₂Te, Cs₂Te 등), 알칼리 토금속 텔루라이드(예를 들면, BeTe, MgTe, CaTe, SrTe, BaTe 등), 전이 금속 텔루라이드(예를 들면, TiTe₂, ZrTe₂, HfTe₂, V₂Te₃, Nb₂Te₃, Ta₂Te₃, Cr₂Te₃, Mo₂Te₃, W₂Te₃, MnTe, TcTe, ReTe, FeTe, RuTe, OsTe, CoTe, RhTe, IrTe, NiTe, PdTe, PtTe, Cu₂Te, CuTe, Ag₂Te, AgTe, Au₂Te 등), 전이후 금속 텔루라이드(예를 들면, ZnTe 등), 란타나이드 금속 텔루라이드(예를 들면, LaTe, CeTe, PrTe, NdTe, PmTe, EuTe, GdTe, TbTe, DyTe, HoTe, ErTe, TmTe, YbTe, LuTe 등) 등을 포함할 수 있다.

[0161] [공진 제어층(141, 142, 143)]

[0162] 일 실시예에 따르면, 상기 중간층은 제1화소전극(111) 및 제1발광층(131) 사이에 배치된 제1공진 제어층(141), 제2화소전극(112) 및 제2발광층(132) 사이에 배치된 제2공진 제어층(142) 및/또는 제3화소전극(113) 및 제3발광층(133) 사이에 배치된 제3공진 제어층(143)을 더 포함할 수 있다.

[0163] 제1공진 제어층(141), 제2공진 제어층(142) 및 제3공진 제어층(143)은 각각 i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0164] 제1공진 제어층(141), 제2공진 제어층(142) 및 제3공진 제어층(143)은 상술한 정공 수송 재료를 포함할 수 있다.

[0165] 제1공진 제어층(141), 제2공진 제어층(142) 및 제3공진 제어층(143)은 각각 L_1 , L_2 및 L_3 를 적절하게 조절하기 위해 제공될 수 있다.

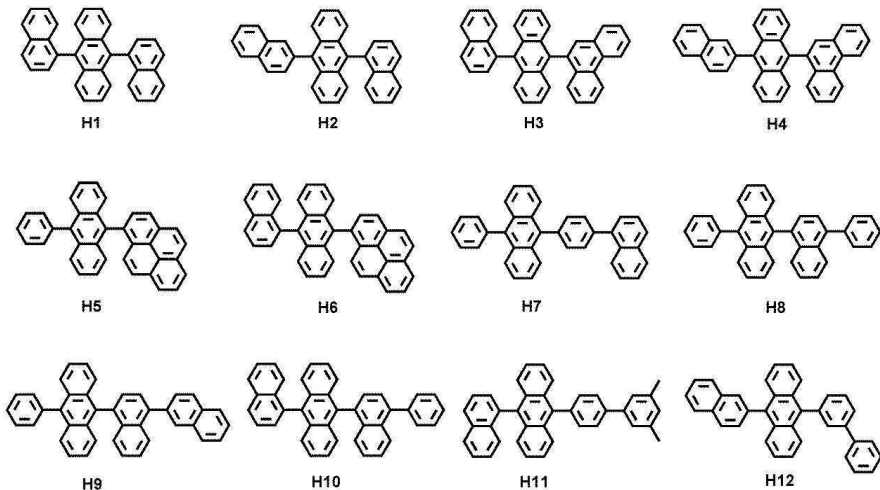
[0166] [발광층(131, 132, 133)]

[0167] 발광층(131, 132, 133)은 호스트 및 도펀트를 포함할 수 있다. 상기 도펀트는 인광 도펀트 및 형광 도펀트 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

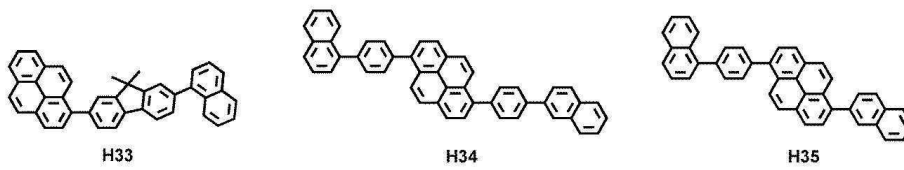
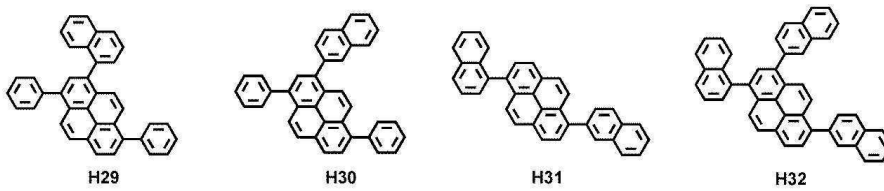
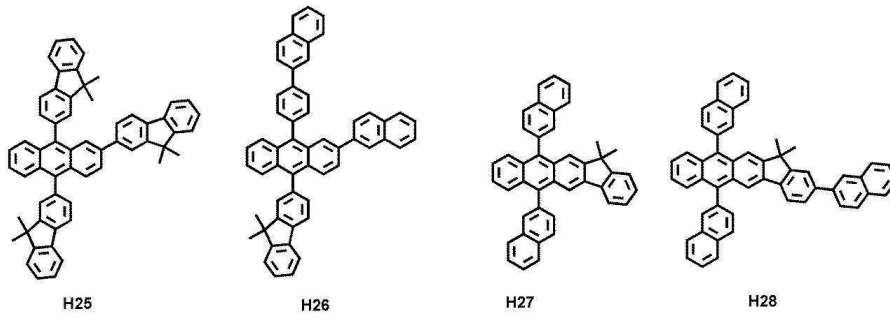
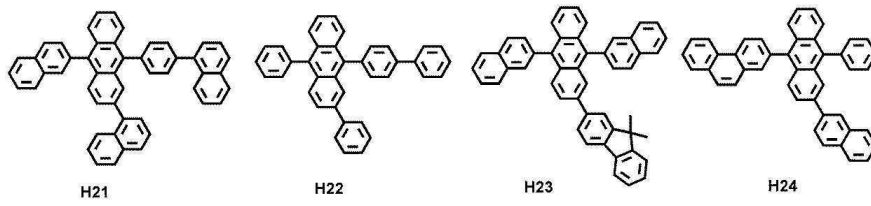
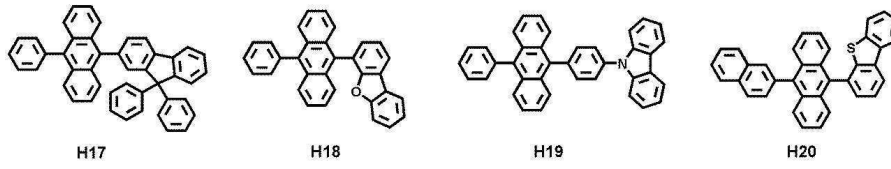
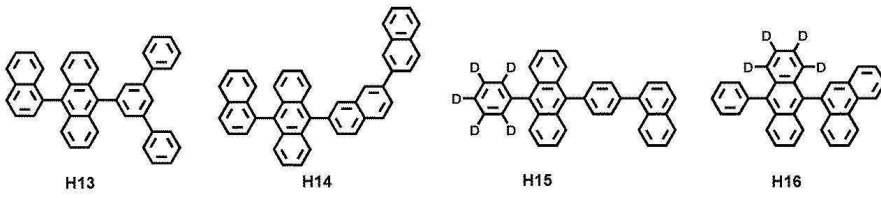
[0168] 발광층(131, 132, 133) 중 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부에 대하여, 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0169] 발광층(131, 132, 133)의 두께는 각각 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 발광층(131, 132, 133)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

[0170] 상기 호스트는 하기 화합물 H1 내지 H12 중 하나, ADN (9,10-Di(2-naphthyl)anthracene), MADN (2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), TBADN (9,10-di-(2-naphthyl)-2-t-butyl-anthracene), CBP (4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), mCP (1,3-di-9-carbazolylbenzene), TCP (1,3,5-tri(carbazol-9-yl)benzene), 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다:



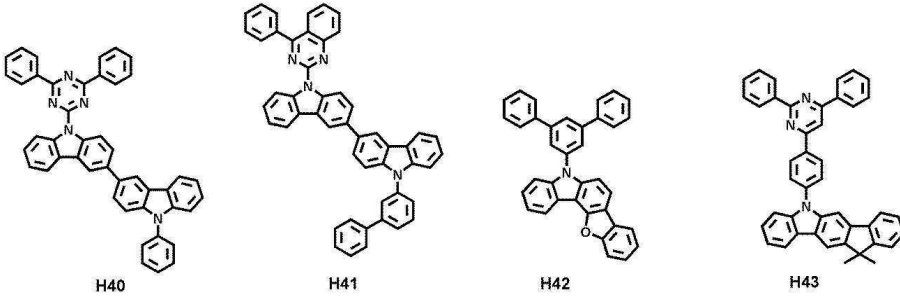
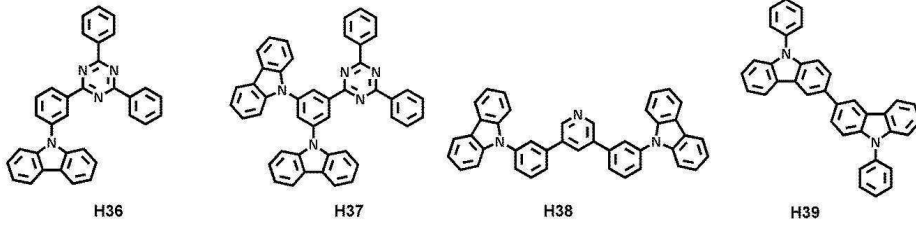
[0171]



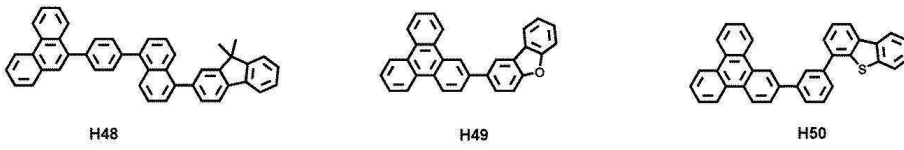
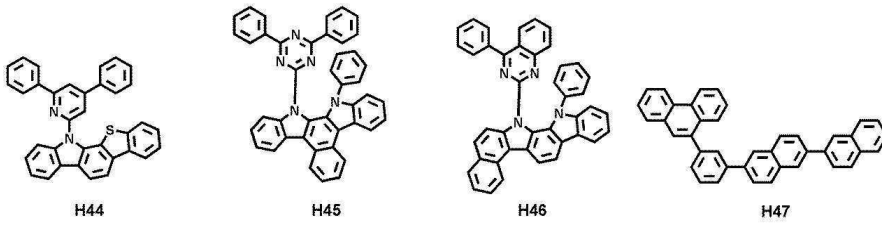
[0172]

[0173]

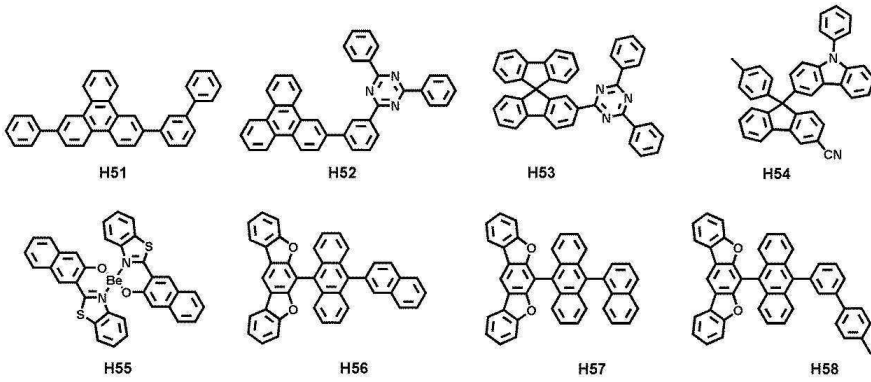
[0174]



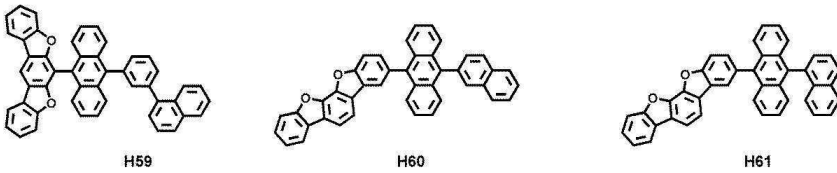
[0175]

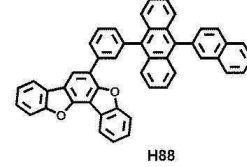
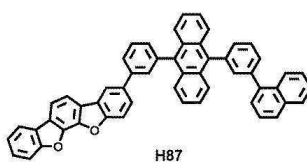
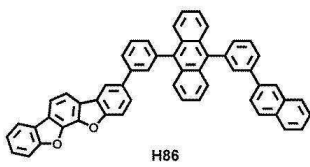
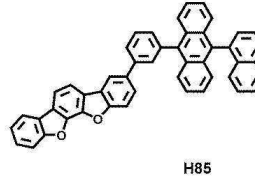
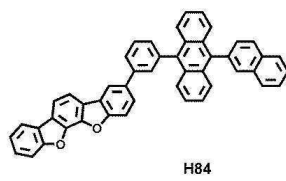
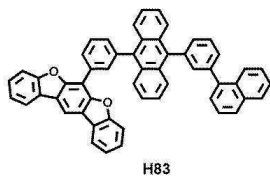
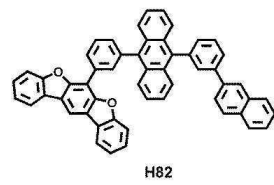
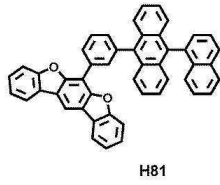
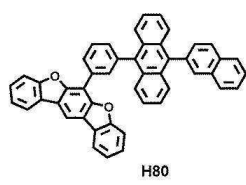
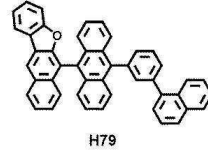
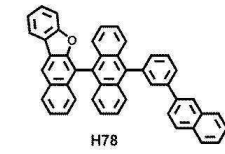
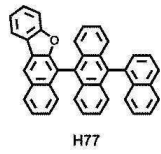
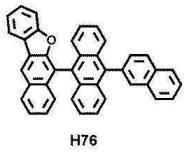
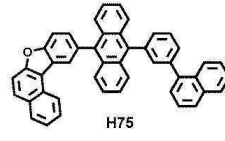
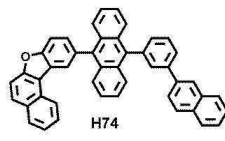
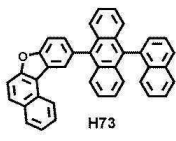
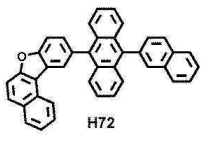
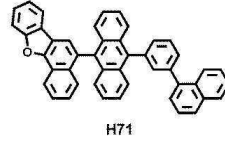
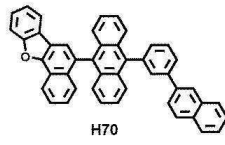
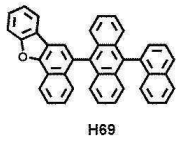
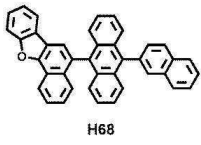
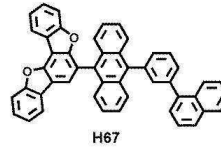
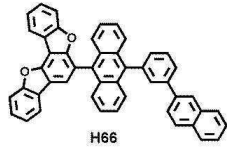
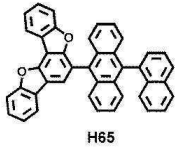
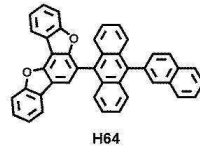
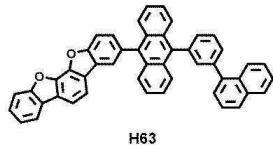
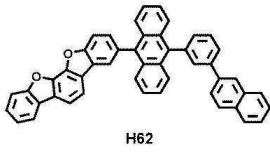


[0176]



[0177]

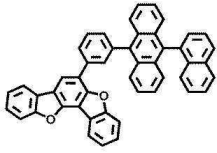




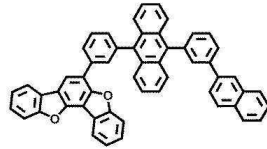
[0178]

[0179]

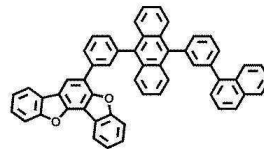
[0180]



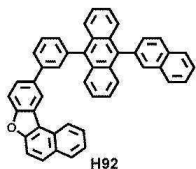
H89



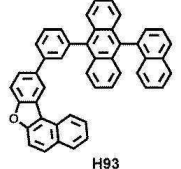
H90



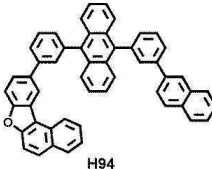
H91



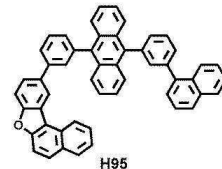
H92



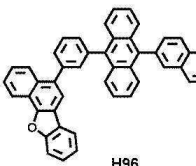
H93



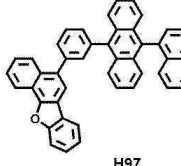
H94



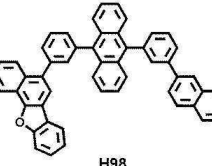
H95



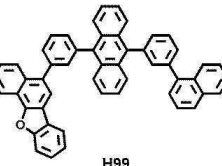
H96



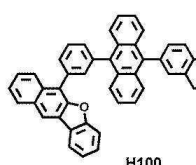
H97



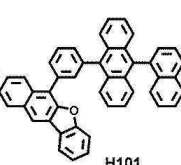
H98



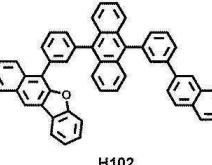
H99



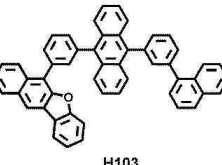
H100



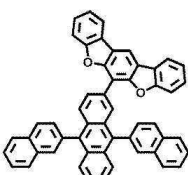
H101



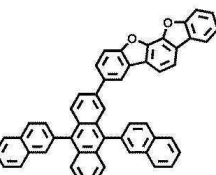
H102



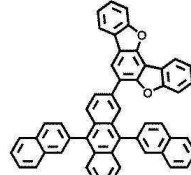
H103



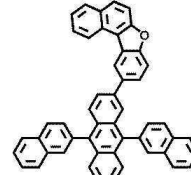
H104



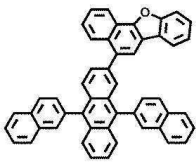
H105



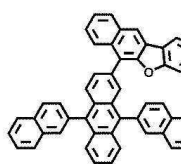
H106



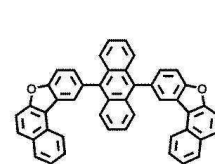
H107



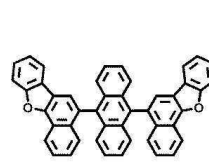
H108



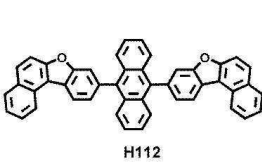
H109



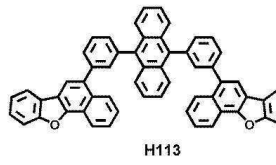
H110



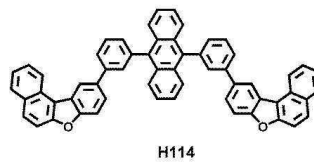
H111



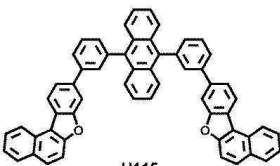
H112



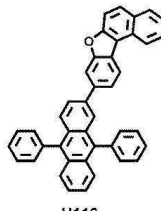
H113



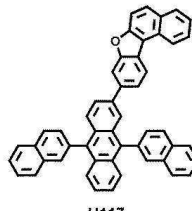
H114



H115



H116

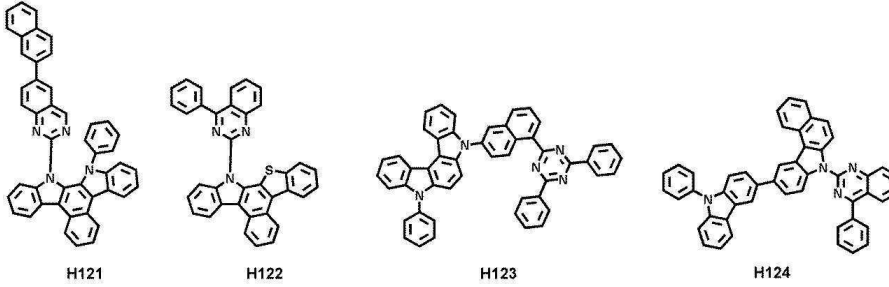
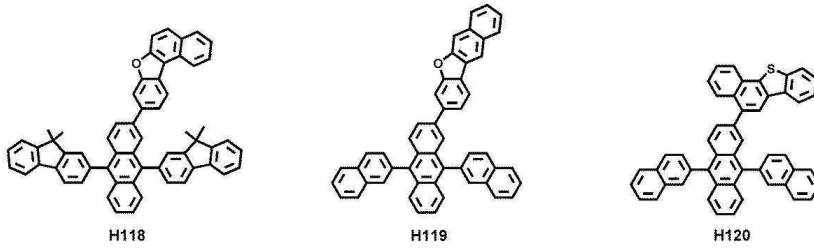


H117

[0181]

[0182]

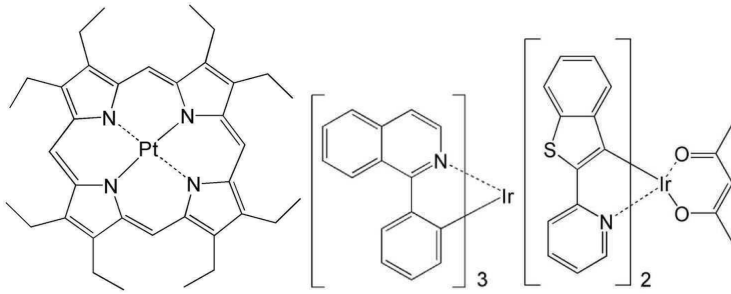
[0183]



[0184]

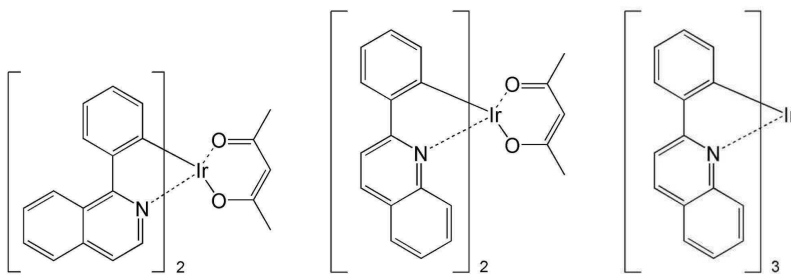
[0185]

제1발광층(131)은 PtOEP, Ir(piq)₃, Btp₂Ir(acac), Ir(piq)₂(acac), Ir(2-phq)₂(acac), Ir(2-phq)₃, Ir(flq)₂(acac), Ir(fliq)₂(acac), DCM, DCJTb, PBD: Eu(DBM)₃(Phen)(tris(di benzoylmethanato) phenanthroline europium), 페릴렌(Perylene) 유도체, 또는 이의 임의의 조합을 도펀트로서 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



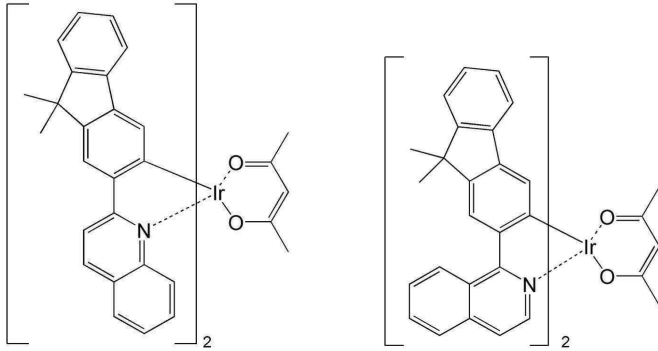
[0186]

[0187]



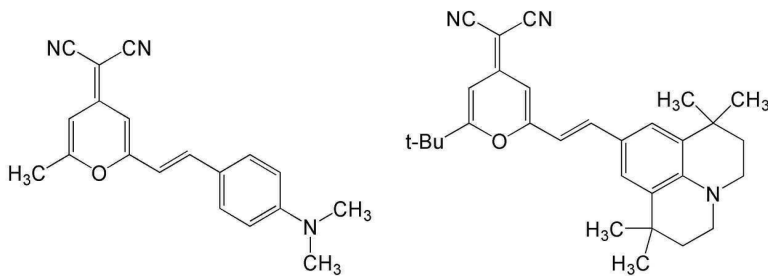
[0188]

[0189]



[0190]

[0191]



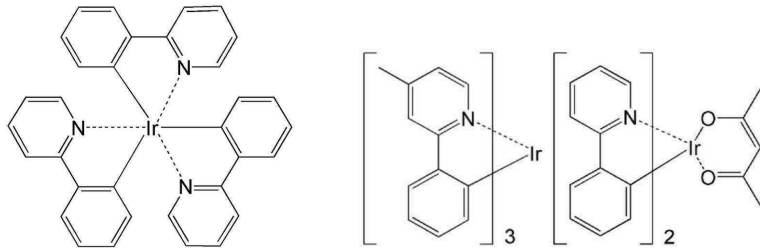
[0192]

[0193]

[0194]

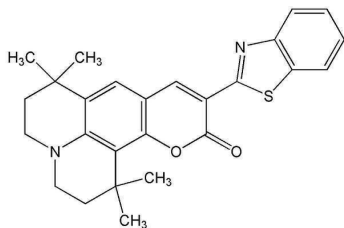


제2발광층(132)은 $\text{Ir}(\text{ppy})_3$ (tris(2-phenylpyridine) iridium: 트리스(2-페닐피리딘) 이리듐), $\text{Ir}(\text{ppy})_2(\text{acac})$ (Bis(2-phenylpyridine)(Acetylacetonato)iridium(III): 비스(2-페닐피리딘)(아세틸아세토) 이리듐(III)), $\text{Ir}(\text{mppy})_3$ (tris(2-(4-tolyl)phenylpyridine)iridium: 트리스(2-(4-톨일)페닐피리딘) 이리듐), C545T (10-(2-benzothiazolyl)-1,1,7,7-tetramethyl-2,3,6,7-tetrahydro-1H,5H,11H-[1]benzopyrano [6,7,8-ij]-quinolizin-11-one: 10-(2-벤조티아졸일)-1,1,7,7-테트라메틸-2,3,6,7-테트라하이드로-1H,5H,11H-[1]벤조피라노 [6,7,8-ij]-퀴놀리진-11-온), 또는 이의 임의의 조합을 도펀트로서 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0195]

[0196]



[0197]

[0198]

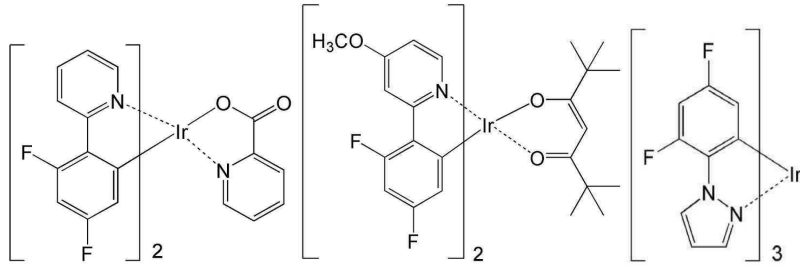
[0199]



제3발광층(133)은 4,6-F₂Irpc, (F₂ppy)₂Ir(tmd), Ir(dfppz)₃, ter-fluorene(터-플루오렌), DPAVBi(4,4'-bis(4-diphenylaminostyryl)biphenyl: 4,4'-비스(4-디페닐아미노스타릴)비페닐), 스피로-DPVBi (spiro-DPVBi), TBPe(2,5,8,11-tetra-t-butylperylene: 2,5,8,11-테트라-t-부틸페릴렌), DSB(distyryl-benzene), DSA(distyryl-arylene), PFO(Polyfluorene)계 고분자 및 PPV(poly(p-phenylene vinylene)계 고분자, 또는 이의

임의의 조합을 도펀트로서 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

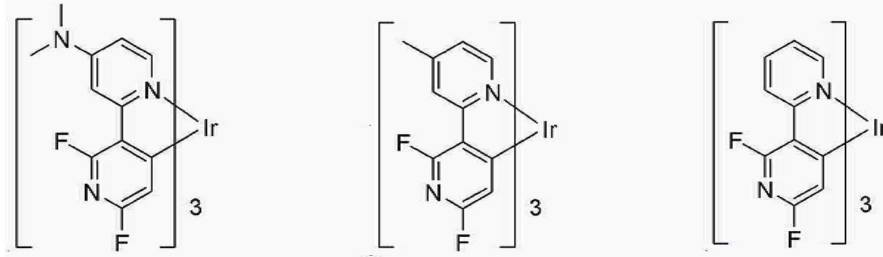
[0200]



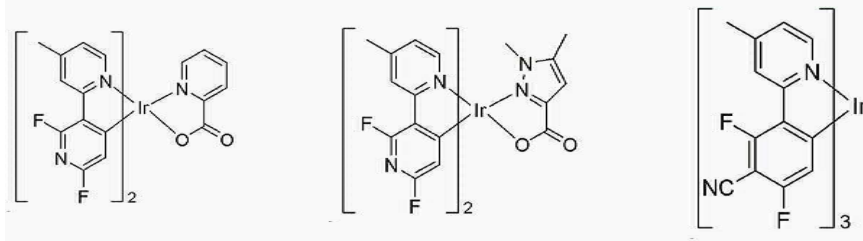
[0201]

F₂Irpic (F₂ppy)₂Ir(tmd) Ir(dfppz)₃

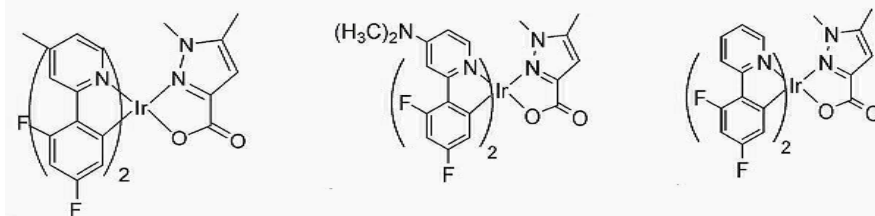
[0202]



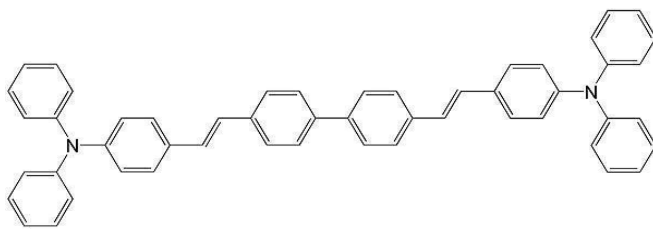
[0203]



[0204]



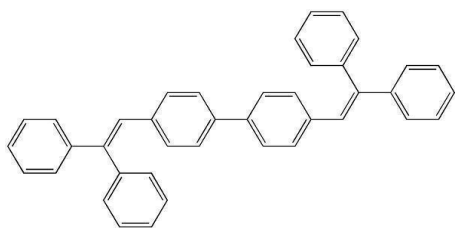
[0205]



[0206]

DPAVBi

[0207]

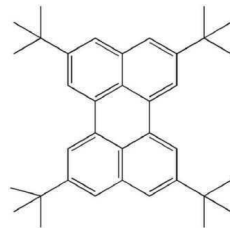


[0208]

DPVBi

[0209]

[전자 수송 영역(140)]



TBPe

- [0210] 본원의 발광 소자는 발광층(131, 132, 133) 및 상기 발광층(131, 132, 133)과 상기 대향전극(150) 사이에 배치된 전자 수송 영역(140)을 포함한다.
- [0211] 일 구현예에 따르면, 상기 정공 수송 영역이 상기 제1발광 영역, 상기 제2발광 영역 및 상기 제3발광 영역 전체에 대응되어 배치된 공통층(common layer)일 수 있다.
- [0212] 상기 전자 수송 영역(140)은 전자 수송층을 포함하고, 상기 전자 수송층은 후술하는 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물을 포함한다.
- [0213] 본원 발광 소자의 전자 수송층은 전자 수송성 화합물인 제1재료, 금속-함유 화합물인 제2재료 및 저굴절률 화합물인 제3재료의 혼합물을 포함한다.
- [0214] 상기 전자 수송층의 제 1재료는 주입된 전자를 수송하는 역할을 한다. 제 2재료는 금속 전극으로부터의 전자의 주입을 원활하게 하는 역할을 한다. 제 3재료는 상기 두 재료의 역할에 영향을 끼치지 않으면서, 전체 전자 수송층의 굴절률을 낮추는 역할을 한다.
- [0215] 상기 전자 수송층은 제 3재료를 포함함으로써, 종래의 발광 소자에 비하여 전자 수송층의 전체 굴절률을 낮추어, 표면 플라즈몬 폴라리톤(SPP)로 인한 광손실이 감소되고, 이로 인하여 공기 중으로 방출되는 빛의 총량을 증가시키는 효과를 가지고 있다.
- [0216] 상기 전자 수송층은 제 1재료, 제 2재료, 제 3재료가 전자 수송층 전체 두께에 대하여 동일한 비율로 혼합되어 있는 형태를 가진다. 제 1재료, 제 2재료, 제 3재료가 각각 단일막으로 전자 수송층 내에 존재할 경우에 전자의 주입 흐름이 저해될 수 있기 때문에, 본원에서는 상기 세 개의 재료가 동일한 비율로 혼합되어 있는 경우로 한정한다.
- [0217] 따라서, 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물을 포함하는 전자 수송층이 도입된 발광 소자, 예를 들면, 유기 발광 소자는, 저구동 전압 및 고효율을 가질 수 있다.
- [0218] 상기 제1재료, 상기 제2재료 및 상기 제3재료는 서로 상이할 수 있다.
- [0219] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층은 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물로 이루어진(consist of) 단층 구조를 가질 수 있다.
- [0220] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층은 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 공증착에 의하여 형성될 수 있다.
- [0221] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층은 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 열기상 공증착(thermal evaporation)에 의하여 형성될 수 있다.
- [0222] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 및 상기 발광층은 서로 접할 수(directly contract) 있다.
- [0223] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 및 상기 대향전극은 서로 접할 수(directly contract) 있다.
- [0224] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송 영역은 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료를 포함한 전자 수송층으로 이루어진(consist of) 단층 구조를 가질 수 있다.
- [0225] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층의 굴절률은 1.65(at 550nm)이하일 수 있다.
- [0226] 상기 제1재료는 전자 수송성 화합물을 포함한다.
- [0227] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 적어도 하나의 π 전자-결핍성 합질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1-C_{60} cyclic group)을 포함할 수 있다.
- [0228] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 적어도 하나의 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴놀살린 그룹, 벤조퀴놀살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아

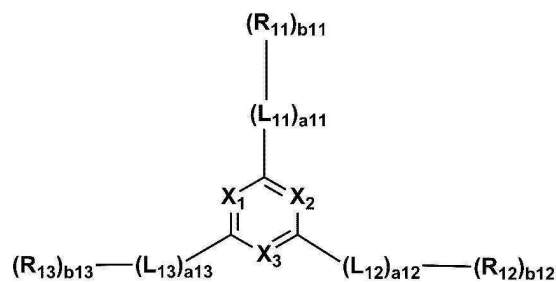
자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹 또는 아자디벤조퓨란 그룹을 포함할 수 있다.

- [0229] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 하기 화학식 101로 표시될 수 있다:
- [0230] <화학식 101>
- [0231] $[Ar_{101}]_{xe11}-[(L_{101})_{xe1}-R_{101}]_{xe21}$
- [0232] 상기 화학식 101 중,
- [0233] Ar_{101} , 및 L_{101} 은 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0234] $xe11$ 은 1, 2 또는 3이고,
- [0235] $xe1$ 은 0, 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,
- [0236] R_{101} 은, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹, $-Si(Q_{101})(Q_{102})(Q_{103})$, $-C(=O)(Q_{101})$, $-S(=O)_2(Q_{101})$, 또는 $-P(=O)(Q_{101})(Q_{102})$ 이고,
- [0237] 상기 Q_{101} 내지 Q_{103} 에 대한 설명은 각각 본 명세서 중 Q_1 에 대한 설명을 참조하고,
- [0238] $xe21$ 은 1, 2, 3, 4, 또는 5이고,
- [0239] 상기 Ar_{101} , L_{101} 및 R_{101} 중 적어도 하나는 서로 독립적으로, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 π 전자-결핍성 합질소 C_1-C_{60} 시클릭 그룹일 수 있다.
- [0240] 예를 들어, 상기 화학식 101 중 $xe11$ 이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar_{101} 은 단일 결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.

[0241] 다른 예로서, 상기 화학식 101 중 Ar_{101} 은 치환 또는 비치환된 안트라센 그룹일 수 있다.

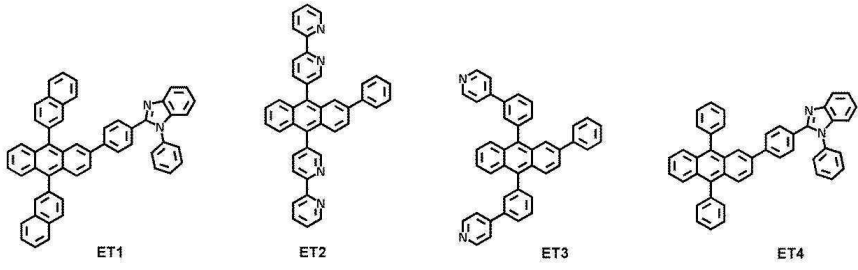
[0242] 다른 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 하기 화학식 102로 표시될 수 있다:

[0243] <화학식 102>

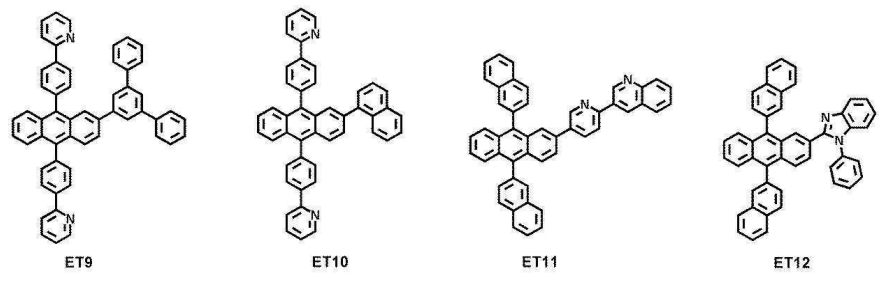
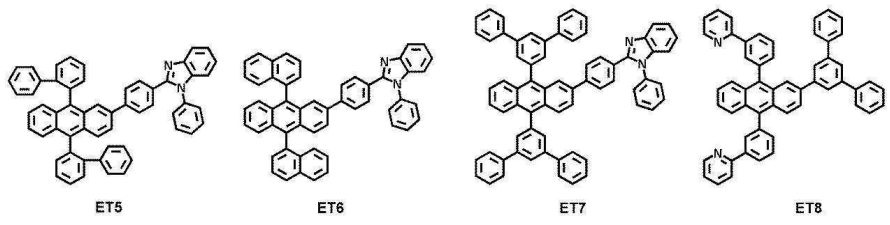


- [0244] 상기 화학식 102 중,
- [0245] X_1 은 N 또는 $C(R_1)$ 일 수 있고,
- [0246] X_2 은 N 또는 $C(R_2)$ 일 수 있고,
- [0247] X_3 은 N 또는 $C(R_3)$ 일 수 있고,
- [0248] 상기 X_1 내지 X_3 중 적어도 하나는 N일 수 있고,
- [0249] L_{11} 내지 L_{13} 은 서로 독립적으로, 단일 결합, 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 카보시클릭 그룹 또는 적어도 하나의 R_{10a} 로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 헤테로시클릭 그룹일 수 있고,
- [0250] $a11$ 내지 $a13$ 은 서로 독립적으로, 1 내지 5의 정수 중 하나일 수 있고,

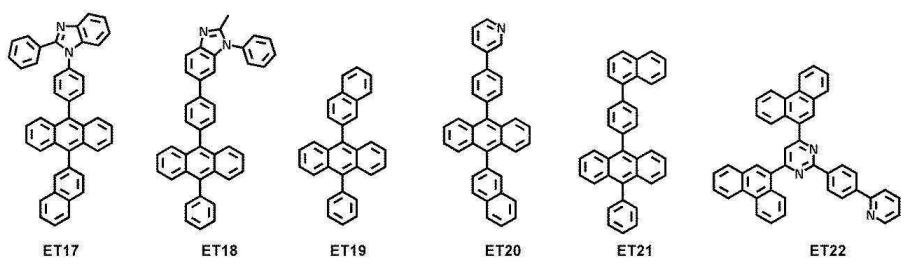
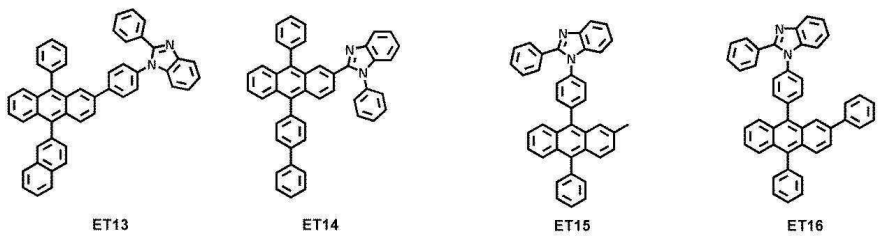
- [0252] R₁ 내지 R₃ 및 R₁₁ 내지 R₁₃는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴옥시기, 적어도 하나의 R_{10a}로 치환 또는 비치환된 C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₁)(Q₂)(Q₃), -N(Q₁)(Q₂), -B(Q₁)(Q₂), -C(=O)(Q₁), -S(=O)₂(Q₁) 또는 -P(=O)(Q₁)(Q₂);일 수 있고,
- [0253] b₁₁ 내지 b₁₃은 서로 독립적으로 1 내지 10의 정수 중 하나일 수 있고,
- [0254] 상기 R_{10a}는,
- [0255] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;
- [0256] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₁₁)(Q₁₂)(Q₁₃), -N(Q₁₁)(Q₁₂), -B(Q₁₁)(Q₁₂), -C(=O)(Q₁₁), -S(=O)₂(Q₁₁), -P(=O)(Q₁₁)(Q₁₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0257] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁), -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, 또는 C₆-C₆₀아릴티오기; 또는
- [0258] -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), 또는 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂);일 수 있고,
- [0259] 상기 Q₁, Q₂, Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C₁-C₆₀알킬기; C₂-C₆₀알케닐기; C₂-C₆₀알키닐기; C₁-C₆₀알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C₁-C₆₀알킬기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 또는 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹일 수 있다.
- [0260] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 하기 화합물 ET1 내지 ET45 중 하나, BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), Alq₃, BALq, TAZ 또는 NTAZ일 수 있으나, 이에 한정되지 아니한다:



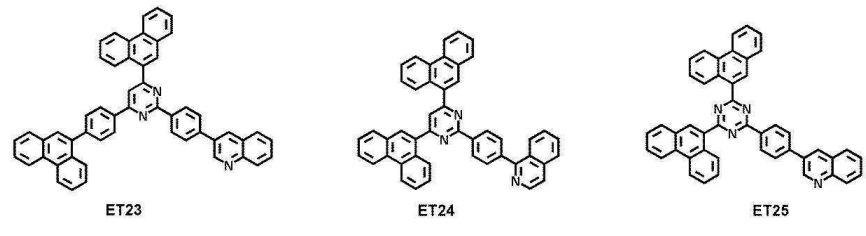
[0261]

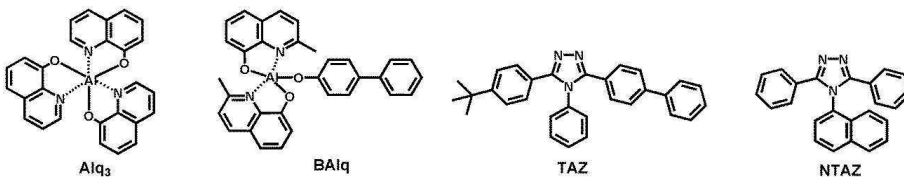
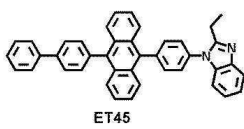
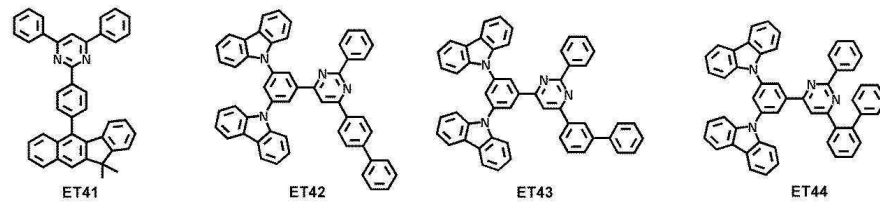
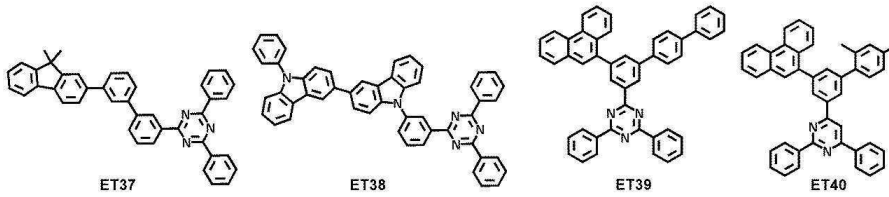
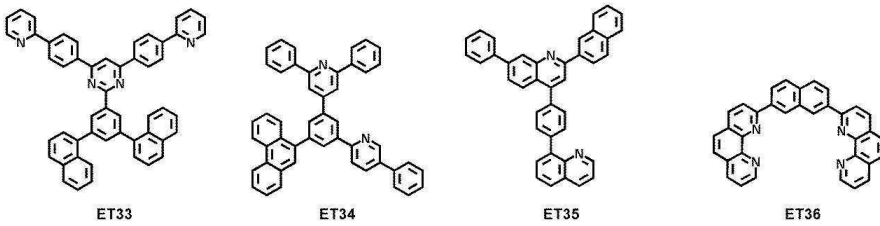
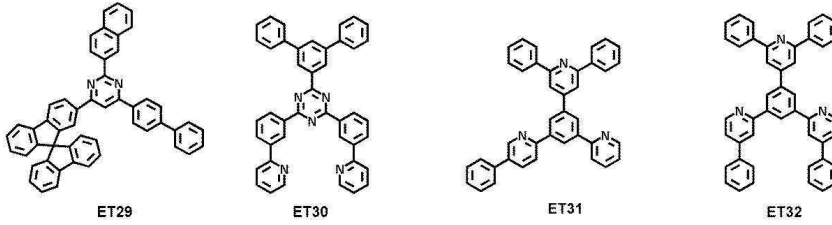
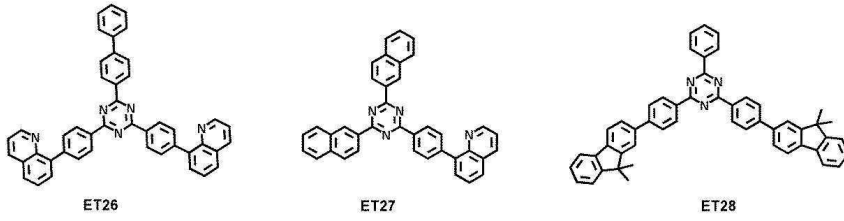


[0262]



[0263]





[0264]

[0265]

[0266]

[0267]

[0268] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 플루오로기-비함유(fluoro-free) 화합물일 수 있다.

[0269] 상기 "플루오로기-비함유(fluoro-free) 화합물"이란, 화합물 내의 치환기로서 플루오로기가 포함되지 않은 화합물을 의미하며, 따라서, 플루오로기-비함유 화합물은 플루오로기를 포함하지 않는다.

[0270] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송성 화합물은 금속-비함유 (metal-free) 화합물일 수 있다.

[0271] 상기 "금속-비함유 (metal-free) 화합물"이란, 화합물 내의 금속 원자를 포함하지 않는 화합물을 의미한다.

[0272] 상기 제2재료는 금속-함유 화합물을 포함한다.

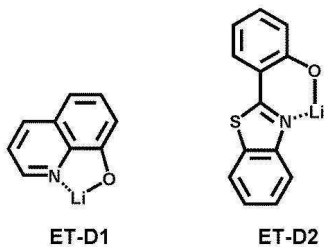
[0273] 일 구현예에 따르면, 상기 금속-함유 화합물은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속-함유 화합물, 알칼리 토금속-함유 화합물, 희토류 금속-함유 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0274] 다른 구현예에 따르면, 상기 금속-함유 화합물은 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0275] 일 구현예에 따르면, 상기 알칼리 금속 착체의 금속 이온은, Li 이온, Na 이온, K 이온, Rb 이온 또는 Cs 이온 일 수 있고, 상기 알칼리 토금속 착체의 금속 이온은 Be 이온, Mg 이온, Ca 이온, Sr 이온 또는 Ba 이온일 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체의 금속 이온에 배위된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시페닐옥사디아졸, 히드록시페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조디아졸, 비피리딘, 페난트롤린, 시클로펜타다이엔, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.

[0276] 일 구현예에 따르면, 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다.

[0277] 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(LiQ) 또는 ET-D2을 포함할 수 있다:



[0278] 상기 제3재료는 저굴절률 화합물을 포함한다.

[0280] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물의 굴절률은 1.45 (at 550nm) 이하일 수 있다.

[0281] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 적어도 하나의 플루오로기(-F)를 포함할 수 있다.

[0282] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 저굴절률 화합물은 플루오로기를 포함할 수 있는데, 상기 저굴절률 화합물은 플루오로기를 포함함으로써, 유기 분자 내의 전자 밀도가 낮아져 굴절률이 낮아질 수 있다.

[0283] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 퍼플루오로 화합물(perfluoro compound)일 수 있다.

[0284] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 금속-비함유 화합물일 수 있으며, "금속-비함유 화합물"에 대한 설명은 상술한 바를 따른다.

[0285] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 폴리머(polymer) 화합물일 수 있다.

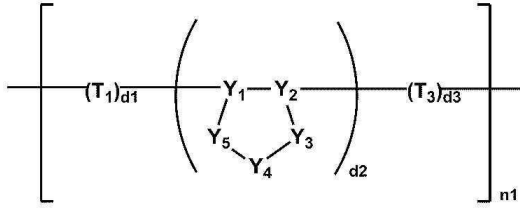
[0286] 본 발명의 일 구현예에 따르면, 저굴절률 화합물은 폴리머 화합물일 수 있는데, 상기 저굴절률 화합물이 폴리머 화합물에 해당함으로써, 박막에서의 유기 분자의 밀도가 낮아져서, 굴절률이 낮아질 수 있다.

[0287] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 열기상 증착(thermal evaporation)이 가능한 폴리머 화합물일 수 있다.

[0288] 일 구현예에 따르면, 상기 폴리머 화합물은 분자량이 5000 이하인 올리고머 폴리머(oligomer-polymer)일 수 있다.

[0289] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물일 수 있다:

[0290] <화학식 1>



[0291]

[0292] 상기 화학식 1 중,

[0293] T₁은 C(Z₁₁)(Z₁₂), Si(Z₁₁)(Z₁₂), O 또는 S일 수 있고,

[0294] d₁은 0 내지 3의 정수 중 하나일 수 있고,

[0295] Y₁은 C(Z₂₁), Si(Z₂₁), O 또는 S일 수 있고,

[0296] Y₂은 C(Z₂₂), Si(Z₂₂), O 또는 S일 수 있고,

[0297] Y₃은 C(Z₂₃)(Z₂₄), Si(Z₂₃)(Z₂₄), O 또는 S일 수 있고,

[0298] Y₄은 C(Z₂₅)(Z₂₆), Si(Z₂₅)(Z₂₆), O 또는 S일 수 있고,

[0299] Y₅은 C(Z₂₇)(Z₂₈), Si(Z₂₇)(Z₂₈), O 또는 S일 수 있고,

[0300] d₂은 0 내지 3의 정수 중 하나일 수 있고,

[0301] T₃은 C(Z₃₁)(Z₃₂), Si(Z₃₁)(Z₃₂), O 또는 S일 수 있고,

[0302] d₃은 0 내지 3의 정수 중 하나일 수 있고,

[0303] d₁, d₂ 및 d₃의 합은 1 이상의 정수일 수 있고,

[0304] Z₁₁, Z₁₂, Z₂₁ 내지 Z₂₈, Z₃₁ 및 Z₃₂는 서로 독립적으로, 수소, 중수소 또는 -F; 또는

[0305] 적어도 하나의 -F로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;일 수 있고,

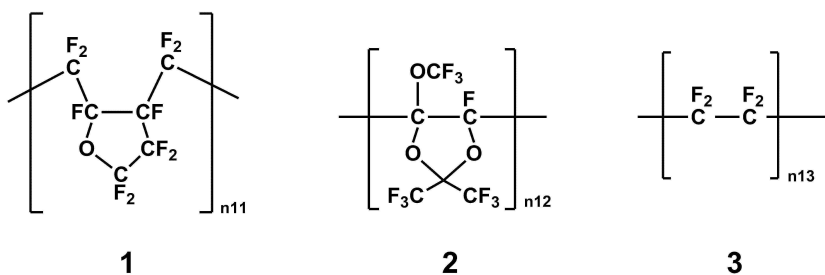
[0306] n₁은 10 내지 500의 정수 중 하나일 수 있다.

[0307] 일 구현예에 따르면, 화학식 1 중 Y₁은 C(Z₂₁)이고, Y₂은 C(Z₂₂)일 수 있다.

[0308] 일 구현예에 따르면, 화학식 1 중 Z₁₁, Z₁₂, Z₂₁ 내지 Z₂₈, Z₃₁ 및 Z₃₂는 서로 독립적으로, -F; 또는

[0309] 적어도 하나의 -F로 치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;일 수 있다.

[0310] 일 구현예에 따르면, 상기 저굴절률 화합물은 하기 화합물 1 내지 3 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되지 아니 한다:

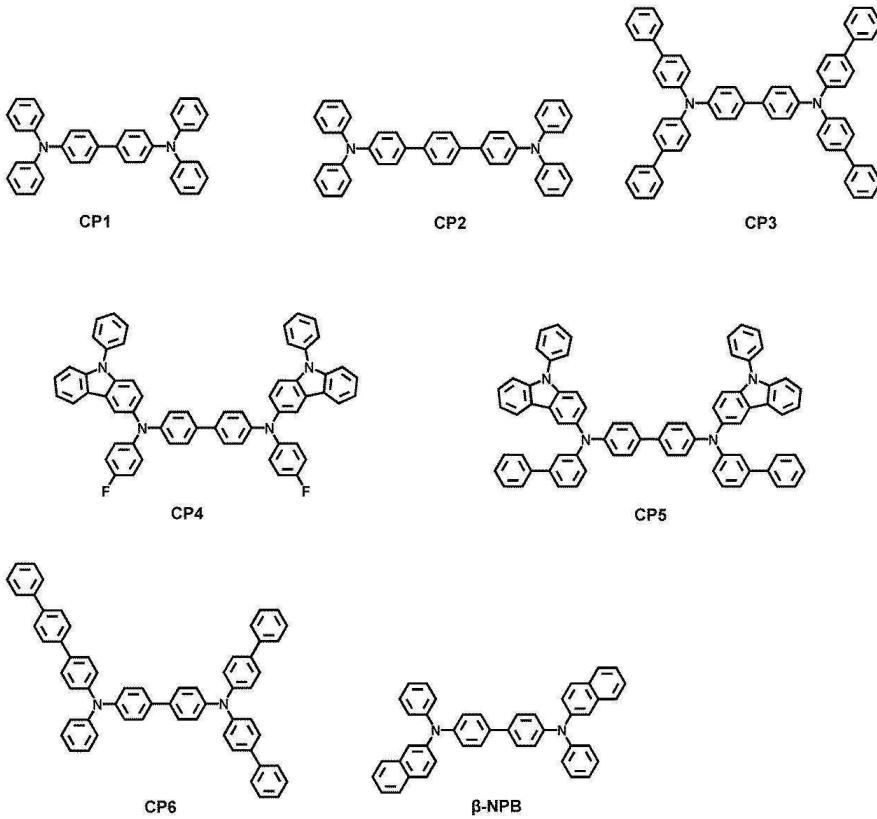


[0311]

[0312] 상기 화합물 1 내지 3 중, n₁₁ 내지 n₁₃은 서로 독립적으로, 10 내지 500의 정수 중 하나이다.

[0313] 일 구현예에 따르면, 상기 제3재료의 중량부는 상기 혼합물 총 100 중량부에 대하여 약 30 중량부 이상 및 약 50 중량부 이하일 수 있다.

- [0314] 일 구현예에 따르면, 상기 제1재료의 중량부는 상기 혼합물의 총 100 중량부에 대하여 약 20 중량부 이상 및 약 30 중량부 이하일 수 있다.
- [0315] 일 구현예에 따르면, 상기 제2재료의 중량부는 상기 혼합물의 총 100 중량부에 대하여 약 20 중량부 이상 및 약 30 중량부 이하일 수 있다.
- [0316] 일 구현예에 따르면, 상기 제1재료의 중량부는 상기 제1재료 및 상기 제2재료의 총 100 중량부에 대하여 약 40 중량부 이상 및 약 60 중량부 이하일 수 있다.
- [0317] 일 구현예에 따르면, 상기 제2재료의 중량부는 상기 제1재료 및 상기 제2재료의 총 100 중량부에 대하여 약 40 중량부 이상 및 약 60 중량부 이하일 수 있다.
- [0318] 일 구현예에 따르면, 상기 제1재료 및 상기 제2재료의 중량비는 1 : 2 내지 2 : 1일 수 있다.
- [0319] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 내 상기 제1재료가 균일하게 분산되어 있을 수 있다.
- [0320] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 내 상기 제2재료가 균일하게 분산되어 있을 수 있다.
- [0321] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 내 상기 제3재료가 균일하게 분산되어 있을 수 있다.
- [0322] 일 구현예에 따르면, 상기 전자 수송층 내 상기 제1재료, 제2재료 및 제3재료의 혼합물이 균일하게 존재할 수 있다.
- [0323] [캡핑층]
- [0324] 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)의 외측에는 제1캡핑층이 배치되거나, 및/또는 대향전극(150)의 외측에는 제2캡핑층이 배치될 수 있다.
- [0325] 발광 소자(1)의 중간층 중 발광층(131,132,133)에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113) 및 제1캡핑층을 지나 외부로 추출될 수 있고, 발광 소자(10)의 중간층(130) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 대향전극(150) 및 제2캡핑층을 지나 외부로 추출될 수 있다.
- [0326] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층은 보강 간섭의 원리에 의하여 외부 발광 효율을 향상시키는 역할을 할 수 있다. 이로써, 상기 발광 소자(1)의 광추출 효율이 증가되어, 상기 발광 소자(1)의 발광 효율이 향상될 수 있다.
- [0327] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 각각은, 1.6 이상의 굴절율(at 589nm)을 갖는 물질을 포함할 수 있다.
- [0328] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층은 서로 독립적으로, 유기물을 포함한 유기 캡핑층, 무기물을 포함한 무기 캡핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 유-무기 복합 캡핑층일 수 있다.
- [0329] 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민 그룹-함유 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민 그룹-함유 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br, I, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민 그룹-함유 화합물을 포함할 수 있다.
- [0330] 예를 들어, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시된 화합물, 상기 화학식 202로 표시된 화합물, 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0331] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캡핑층 및 제2캡핑층 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT28 내지 HT33 중 하나, 하기 화합물 CP1 내지 CP6 중 하나, TPD, β -NPB 또는 이의 임의의 화합물을 포함할 수 있다:



[0332]

[0333]

[0334]

[0335]

[0336]

[0337]

[0338]

[0339]

[0340]

[0341]

[0342]

[전자 장치]

상술한 바와 같은 발광 소자는 각종 전자 장치에 포함될 수 있다.

따라서, 다른 측면에 따르면, 소스 전극, 드레인 전극 및 활성층을 포함한 박막 트랜지스터; 및 상기 발광 소자를 포함하고, 상기 발광 소자(1)의 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)과 상기 소스 전극 또는 드레인 전극과 전기적으로 연결된, 전자 장치가 제공된다.

상기 전자 장치(예를 들면, 발광 장치)는, 상기 발광 소자 외에, i) 컬러 필터, ii) 색변환층, 또는 iii) 컬러 필터 및 색변환층을 더 포함할 수 있다. 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층은 발광 소자로부터 방출되는 광의 적어도 하나의 진행 방향 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 상기 발광 소자로부터 방출되는 광은 청색광 또는 백색광일 수 있다. 상기 발광 소자에 대한 설명은 상술한 바를 참조한다. 일 구현예에 따르면, 상기 색변환층은 양자점을 포함할 수 있다. 상기 양자점은 예를 들어, 본 명세서에 기재된 바와 같은 양자점일 수 있다.

상기 전자 장치는 제1기판을 포함할 수 있다. 상기 제1기판은 복수의 부화소 영역을 포함하고, 상기 컬러 필터는 상기 복수의 부화소 영역 각각에 대응하는 복수의 컬러 필터 영역을 포함하고, 상기 색변환층은 상기 복수의 부화소 영역 각각에 대응하는 복수의 색변환 영역을 포함할 수 있다.

상기 복수의 부화소 영역 사이에 화소 정의막이 배치되어 각각의 부화소 영역이 정의된다.

상기 컬러 필터는 복수의 컬러 필터 영역 및 복수의 컬러 필터 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있고, 상기 색변환층은 복수의 색변환 영역 및 복수의 색변환 영역 사이에 배치된 차광 패턴을 더 포함할 수 있다.

상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은, 제1색광을 방출하는 제1영역; 제2색광을 방출하는 제2영역; 및/또는 제3색광을 방출하는 제3영역을 포함하고, 상기 제1색광, 상기 제2색광 및/또는 상기 제3색광은 서로 상이한 최대 발광 파장을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1색광은 적색광이고, 상기 제2색광은 녹색광이고, 상기 제3색광은 청색광일 수 있다. 예를 들어, 상기 복수의 컬러 필터 영역(또는, 복수의 색변환 영역)은 양자점을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 제1영역은 적색 양자점을 포함하고, 상기 제2영역은 녹색 양자점을 포함하고, 상기 제3영역은 양자점을 포함하지 않을 수 있다. 양자점에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다. 상기 제1영역, 상기 제2영역 및/또는 상기 제3영역은 각각 산란체를 더 포함할 수 있다.

예를 들어, 상기 발광 소자는 제1광을 방출하고, 상기 제1영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제1-1색광을

방출하고, 상기 제2영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제2-1색광을 방출하고, 상기 제3영역은 상기 제1광을 흡수하여, 제3-1색광을 방출할 수 있다. 이 때, 상기 제1-1색광, 상기 제2-1색광 및 상기 제3-1색광은 서로 상이한 최대 발광 파장을 가질 수 있다. 구체적으로, 상기 제1광은 청색광일 수 있고, 상기 제1-1색광은 적색광일 수 있고, 상기 제2-1색광은 녹색광일 수 있고, 상기 제3-1색광은 청색광일 수 있다.

- [0343] 상기 전자 장치는, 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 박막 트랜지스터를 더 포함할 수 있다. 상기 박막 트랜지스터는 소스 전극, 드레인 전극 및 활성층을 포함할 수 있고, 상기 소스 전극 및 드레인 전극 중 어느 하나와 상기 발광 소자의 제1화소전극(111), 제2화소전극(112), 제3화소전극(113) 및 대향전극 중 어느 하나는 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0344] 상기 박막 트랜지스터는 게이트 전극, 게이트 절연막 등을 더 포함할 수 있다.
- [0345] 상기 활성층은 결정질 실리콘, 비정질 실리콘, 유기 반도체, 산화물 반도체 등을 포함할 수 있다.
- [0346] 상기 전자 장치는 발광 소자를 밀봉하는 밀봉부를 더 포함할 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층과 상기 발광 소자 사이에 배치될 수 있다. 상기 밀봉부는 상기 발광 소자로부터의 광이 외부로 취출될 수 있도록 하면서, 동시에 상기 발광 소자로 외기 및 수분이 침투하는 것을 차단한다. 상기 밀봉부는 투명한 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 포함하는 밀봉 기판일 수 있다. 상기 밀봉부는 유기층 및/또는 무기층을 1층 이상 포함하는 박막 봉지층일 수 있다. 상기 밀봉부가 박막 봉지층일 경우, 상기 전자 장치는 플렉시블할 수 있다.
- [0347] 상기 밀봉부 상에는, 상기 컬러 필터 및/또는 색변환층 외에, 상기 전자 장치의 용도에 따라 다양한 기능층이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기능층의 예는, 터치스크린층, 편광층, 등을 포함할 수 있다. 상기 터치스크린층은, 감압식 터치스크린층, 정전식 터치스크린층 또는 적외선식 터치스크린층일 수 있다. 상기 인증 장치는, 예를 들면, 생체(예를 들어, 손가락 끝, 눈동자 등)의 생체 정보를 이용하여 개인을 인증하는 생체 인증 장치일 수 있다.
- [0348] 상기 인증 장치는 상술한 바와 같은 발광 소자 외에 생체 정보 수집 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0349] 상기 전자 장치는 각종 디스플레이, 광원, 조명, 퍼스널 컴퓨터(예를 들면, 모바일형 퍼스널 컴퓨터), 휴대 전화, 디지털 사진기, 전자 수첩, 전자 사진, 전자 게임기, 의료 기기(예를 들면, 전자 체온계, 혈압계, 혈당계, 맥박 계측 장치, 맥파 계측 장치, 심전표시 장치, 초음파 진단 장치, 내시경용 표시 장치), 어군 탐지기, 각종 측정 기기, 계기류(예를 들면, 차량, 항공기, 선박의 계기류), 프로젝터 등으로 응용될 수 있다.
- [0350] [도 2 및 3에 대한 설명]
- [0351] 도 2는 본 발명의 일 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.
- [0352] 도 2의 발광 장치는 기판(100), 박막 트랜지스터(TFT), 발광 소자 및 발광 소자를 밀봉하는 봉지부(300)를 포함한다.
- [0353] 상기 기판(100)은 가요성 기판, 유리 기판, 또는 금속 기판일 수 있다. 상기 기판(100) 상에는 버퍼층(210)이 배치될 수 있다. 상기 버퍼층(210)은 기판(100)을 통한 불순물의 침투를 방지하며 기판(100) 상부에 평탄한 면을 제공하는 역할을 할 수 있다.
- [0354] 상기 버퍼층(210) 상에는 박막 트랜지스터(TFT)가 배치될 수 있다. 상기 박막 트랜지스터(TFT)는 활성층(220), 게이트 전극(240), 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)을 포함할 수 있다.
- [0355] 상기 활성층(220)은 실리콘 또는 폴리 실리콘과 같은 무기 반도체, 유기 반도체 또는 산화물 반도체를 포함할 수 있으며, 소스 영역, 드레인 영역 및 채널 영역을 포함한다.
- [0356] 상기 활성층(220)의 상부에는 활성층(220)과 게이트 전극(240)을 절연하기 위한 게이트 절연막(230)이 배치될 수 있고, 게이트 절연막(230) 상부에는 게이트 전극(240)이 배치될 수 있다.
- [0357] 상기 게이트 전극(240)의 상부에는 층간 절연막(250)이 배치될 수 있다. 상기 층간 절연막(250)은 게이트 전극(240)과 소스 전극(260) 사이 및 게이트 전극(240)과 드레인 전극(270) 사이에 배치되어 이들을 절연하는 역할을 한다.
- [0358] 상기 층간 절연막(250) 상에는 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다. 층간 절연막(250) 및 게이트 절연막(230)은 활성층(220)의 소스 영역 및 드레인 영역이 노출하도록 형성될 수 있고, 이러한 활성층

(220)의 노출된 소스 영역 및 드레인 영역과 접하도록 소스 전극(260) 및 드레인 전극(270)이 배치될 수 있다.

- [0359] 이와 같은 박막 트랜지스터(TFT)는 발광 소자에 전기적으로 연결되어 발광 소자를 구동시킬 수 있으며, 패시베이션층(280)으로 덮여 보호된다. 패시베이션층(280)은 무기 절연막, 유기 절연막, 또는 이의 조합을 포함할 수 있다. 패시베이션층(280) 상에는 발광 소자가 구비된다. 상기 발광 소자는 화소전극(110), 중간층(130) 및 대향전극(150)을 포함한다.
- [0360] 화소전극(110)은 도 1의 제1화소전극(111), 제2화소전극(112) 및 제3화소전극(113)에 대응되며, 상술한 도 1의 화소전극(111, 112, 113)의 설명을 참조한다.
- [0361] 상기 화소전극(110)은 패시베이션층(280) 상에 배치될 수 있다. 패시베이션층(280)은 드레인 전극(270)의 전체를 덮지 않고 소정의 영역을 노출하도록 배치될 수 있고, 노출된 드레인 전극(270)과 연결되도록 화소전극(110)이 배치될 수 있다.
- [0362] 상기 화소전극(110) 상에 절연물을 포함한 화소 정의막(290)이 배치될 수 있다. 화소 정의막(290)은 화소전극(110)의 소정 영역을 노출하며, 노출된 영역에 중간층(130)이 형성될 수 있다. 화소 정의막(290)은 폴리이미드 또는 폴리아크릴 계열의 유기막일 수 있다. 도 2에 미도시되어 있으나, 중간층(130) 중 일부 이상의 층은 화소 정의막(290) 상부에까지 연장되어 공통층의 형태로 배치될 수 있다.
- [0363] 상기 중간층(130) 상에는 대향전극(150)이 배치되고, 대향전극(150) 상에는 캡핑층(170)이 추가로 형성될 수 있다. 캡핑층(170)은 대향전극(150)을 덮도록 형성될 수 있다.
- [0364] 상기 캡핑층(170) 상에는 봉지부(300)가 배치될 수 있다. 봉지부(300)는 발광 소자 상에 배치되어 수분이나 산소로부터 발광 소자를 보호하는 역할을 할 수 있다. 봉지부(300)는 실리콘 질화물(SiNx), 실리콘 산화물(SiOx), 인듐주석산화물, 인듐아연산화물, 또는 이의 임의의 조합을 포함한 무기막, 폴리에틸렌테레프탈레이트, 폴리에틸렌나프탈레이트, 폴리카보네이트, 폴리이미드, 폴리에틸렌셀로폰에이트, 폴리옥시메틸렌, 폴리아릴레이트, 헥사메틸디실록산, 아크릴계 수지(예를 들면, 폴리메틸메타크릴레이트, 폴리아크릴산 등), 에폭시계 수지(예를 들면, AGE(aliphatic glycidyl ether) 등) 또는 이의 임의의 조합을 포함한 유기막, 또는 무기막과 유기막의 조합을 포함할 수 있다.
- [0365] 도 3은 본 발명의 다른 구현예를 따르는 발광 장치의 단면도이다.
- [0366] 도 3의 발광 장치는, 봉지부(300) 상부에 차광 패턴(500) 및 기능성 영역(400)이 추가로 배치되어 있다는 점을 제외하고는, 도 2의 발광 장치와 동일한 발광 장치이다. 상기 기능성 영역(400)은, i) 컬러 필터 영역, ii) 색변환 영역, 또는 iii) 컬러 필터 영역과 색변환 영역의 조합일 수 있다. 일 구현예에 따르면, 도 3의 발광 장치에 포함된 발광 소자는 탠덤 발광 소자일 수 있다.
- [0367] [도 4에 대한 설명]
- [0368] 도 4은 평가에 1에 따른 ETL A 내지 E에 대하여 파장에 따른 굴절률을 측정한 그래프이다.
- [0369] [도 5a 내지 5c에 대한 설명]
- [0370] 도 5a 내지 5c는 평가예 2에 따른 각각 적색 파장, 녹색 파장 및 청색 파장 영역에서의 ETL D 및 E를 포함하는 발광 소자의 발광 효율에 대한 시뮬레이션 값을 나타내는 그래프이다. 상기 도 5a 내지 5c를 통하여, 모두 파장 영역에서 ETL E이 ETL D에 비하여 높은 최대 발광 효율을 나타냄을 알 수 있다.
- [0371] [제조 방법]
- [0372] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.
- [0373] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500℃의 증착 온도, 약 10^{-8} 내지 약 10^{-3} torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0374] [용어의 정의]

- [0375] 본 명세서 중 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹은 고리-형성 원자로서 탄소로만 이루어진 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹은, 탄소 외에, 고리-형성 원자로서 헤테로 원자를 더 포함한 탄소수 1 내지 60의 시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 및 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹 각각은, 1개의 고리로 이루어진 모노시클릭 그룹 또는 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있는 폴리시클릭 그룹일 수 있다. 예를 들어, 상기 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹의 고리-형성 원자수는 3 내지 61개일 수 있다.
- [0376] 본 명세서 중 시클릭 그룹은 상기 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹 및 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹 모두를 포함한다.
- [0377] 본 명세서 중 π 전자-과잉 C_3 - C_{60} 시클릭 그룹(π electron-rich C_3 - C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 $*-N=*$ 를 비포함한 탄소수 3 내지 60의 시클릭 그룹을 의미하고, π 전자-결핍성 함질소 C_1 - C_{60} 시클릭 그룹(π electron-deficient nitrogen-containing C_1 - C_{60} cyclic group)은 고리 형성 모이어티로서 $*-N=*$ 를 포함한 탄소수 1 내지 60의 헤테로시클릭 그룹을 의미한다.
- [0378] 예를 들어,
- [0379] 상기 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹은, i) 그룹 T1 또는 ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 시클로펜타디엔 그룹, 아다만탄 그룹, 노르보르난 그룹, 벤젠 그룹, 펜탈렌 그룹, 나프탈렌 그룹, 아줄렌 그룹, 인다센 그룹, 아세나프틸렌 그룹, 페닐렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타켄 그룹, 헵탈렌 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 헥사센 그룹, 펜타센 그룹, 루비센 그룹, 코로넨 그룹, 오발렌 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 인데노페난트렌 그룹, 또는 인데노안트라센 그룹)일 수 있고,
- [0380] 상기 C_1 - C_{60} 헤테로시클릭 그룹은 i) 그룹 T2, ii) 2 이상의 그룹 T2가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 iii) 1 이상의 그룹 T2와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토피란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,
- [0381] 상기 π 전자-과잉 C_3 - C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T1, ii) 2 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 그룹 T3, iv) 2 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T3와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 상기 C_3 - C_{60} 카보시클릭 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란 그룹, 인돌 그룹, 벤조인돌 그룹, 나프토인돌 그룹, 이소인돌 그룹, 벤조이소인돌 그룹, 나프토이소인돌 그룹, 벤조실롤 그룹, 벤조티오펜 그룹, 벤조퓨란 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조실롤 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 인데노카바졸 그룹, 인돌로카바졸 그룹, 벤조퓨로카바졸 그룹, 벤조티에노카바졸 그룹, 벤조실롤로카바졸 그룹, 벤조인돌로카바졸 그룹, 벤조카바졸 그룹, 벤조나프토피란 그룹, 벤조나프토티오펜 그룹, 벤조나프토실롤 그룹, 벤조퓨로디벤조퓨란 그룹, 벤조퓨로디벤조티오펜 그룹, 벤조티에노디벤조티오펜 그룹 등)일 수 있고,
- [0382] 상기 π 전자-결핍성 함질소 C_1 - C_{60} 시클릭 그룹은 i) 그룹 T4, ii) 2 이상의 그룹 T4가 서로 축합된 축합환 그룹, iii) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T1이 서로 축합된 축합환 그룹, iv) 1 이상의 그룹 T4와 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 또는 v) 1 이상의 그룹 T4, 1 이상의 그룹 T1 및 1 이상의 그룹 T3가 서로 축합된 축합환 그룹 (예를 들면, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 트리아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹,

옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 벤조 옥사졸 그룹, 벤조이속사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조이소티아졸 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 벤조이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 벤조퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 벤조퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 시놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 이미다조트리아진 그룹, 이미다조피라진 그룹, 이미다조피리다진 그룹, 아자카바졸 그룹, 아자플루오렌 그룹, 아자디벤조실롤 그룹, 아자디벤조티오펜 그룹, 아자디벤조퓨란 그룹 등)일 수 있고,

[0383] 상기 그룹 T1은, 시클로프로판 그룹, 시클로부탄 그룹, 시클로펜탄 그룹, 시클로헥산 그룹, 시클로헥탄 그룹, 시클로옥탄 그룹, 시클로부텐 그룹, 시클로펜텐 그룹, 시클로펜타디엔 그룹, 시클로헥센 그룹, 시클로헥사디엔 그룹, 시클로헥텐 그룹, 아다만탄(adamantane) 그룹, 노르보르난(norbornane) (또는, 비시클로[2.2.1]헵탄(bicyclo[2.2.1]heptane)) 그룹, 노르보르넨(norbornene) 그룹, 비시클로[1.1.1]펜탄(bicyclo[1.1.1]pentane) 그룹, 비시클로[2.1.1]헥산(bicyclo[2.1.1]hexane) 그룹, 비시클로[2.2.2]옥탄 그룹, 또는 벤젠 그룹이고,

[0384] 상기 그룹 T2는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 보롤(borole) 그룹, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 테트라진 그룹, 피롤리딘 그룹, 이미다졸리딘 그룹, 디히드로피롤 그룹, 피페리딘 그룹, 테트라히드로피리딘 그룹, 디히드로피리딘 그룹, 헥사히드로피리미딘 그룹, 테트라히드로피리미딘 그룹, 디히드로피리미딘 그룹, 피페라진 그룹, 테트라히드로피라진 그룹, 디히드로피라진 그룹, 테트라히드로피리다진 그룹, 또는 디히드로피리다진 그룹이고,

[0385] 상기 그룹 T3는, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 1H-피롤 그룹, 실롤 그룹, 또는 보롤(borole) 그룹이고,

[0386] 상기 그룹 T4는, 2H-피롤 그룹, 3H-피롤 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 아자실롤 그룹, 아자보롤 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹 또는 테트라진 그룹일 수 있다.

[0387] 본 명세서 중 시클릭 그룹, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, π 전자-과잉 C₃-C₆₀ 시클릭 그룹 또는 π 전자-결핍성 합질소 C₁-C₆₀ 시클릭 그룹이란 용어는, 당해 용어가 사용된 화학식의 구조에 따라, 임의의 시클릭 그룹에 축합되어 있는 그룹, 1가 그룹 또는 다가 그룹(예를 들면, 2가 그룹, 3가 그룹, 4가 그룹 등)일 수 있다. 예를 들어, "벤젠 그룹"은 벤조 그룹, 페닐기, 페닐렌기 등일 수 있는데, 이는 "벤젠 그룹"이 포함된 화학식의 구조에 따라, 당업자가 용이하게 이해할 수 있는 것이다.

[0388] 예를 들어, 1가 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 1가 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹의 예는, C₃-C₁₀시클로알킬기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기, C₃-C₁₀시클로알케닐기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기, C₆-C₆₀아릴기, C₁-C₆₀헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있고, 2가 C₃-C₆₀카보시클릭 그룹 및 1가 C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹의 예는, C₃-C₁₀시클로알킬렌기, C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기, C₃-C₁₀시클로알케닐렌기, C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기, C₆-C₆₀아릴렌기, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기, 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹을 포함할 수 있다.

[0389] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, 이소부틸기, tert-부틸기, n-펜틸기, tert-펜틸기, 네오펜틸기, 이소펜틸기, sec-펜틸기, 3-펜틸기, sec-이소펜틸기, n-헥실기, 이소헥실기, sec-헥실기, tert-헥실기, n-헵틸기, 이소헵틸기, sec-헵틸기, tert-헵틸기, n-옥틸기, 이소옥틸기, sec-옥틸기, tert-옥틸기, n-노닐기, 이소노닐기, sec-노닐기, tert-노닐기, n-데실기, 이소데실기, sec-데실기, tert-데실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₆₀알킬렌기는 상기 C₁-C₆₀알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.

[0390] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알케닐기는, C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 이중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서

중 C₂-C₆₀알케닐렌기는 상기 C₂-C₆₀알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

- [0391] 본 명세서 중 C₂-C₆₀알킬닐기는, C₂-C₆₀알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소-탄소 삼중 결합을 포함한 1가 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 에틸닐기, 프로피닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₂-C₆₀알킬렌기는 상기 C₂-C₆₀알킬닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0392] 본 명세서 중 C₁-C₆₀알콕시기는, -OA₁₀₁(여기서, A₁₀₁은 상기 C₁-C₆₀알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.
- [0393] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로옥틸기, 아다만타닐기(adamantanyl), 노르보나닐기(norbornanyl)(또는, 비시클로[2.2.1]헵틸기(bicyclo[2.2.1]heptyl)), 비시클로[1.1.1]펜틸기(bicyclo[1.1.1]pentyl), 비시클로[2.1.1]헥실기(bicyclo[2.1.1]hexyl), 비시클로[2.2.2]옥틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알킬렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0394] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기는, 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리딘닐기(1,2,3,4-oxatriazolidinyl), 테트라히드로퓨라닐기(tetrahydrofuranyl), 테트라히드로티오펜닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0395] 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 탄소-탄소 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₃-C₁₀시클로알케닐렌기는 상기 C₃-C₁₀시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0396] 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸닐기, 2,3-디히드로퓨라닐기, 2,3-디히드로티오펜닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C₁-C₁₀헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0397] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C₆-C₆₀아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 C₆-C₆₀아릴기의 구체예에는, 페닐기, 펜탈레닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헵탈레닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기 등을 포함된다. 상기 C₆-C₆₀아릴기 및 C₆-C₆₀아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.
- [0398] 본 명세서 중 C₁-C₆₀헤테로아릴기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C₁-C₆₀헤테로아릴렌기는 탄소 원자 외에, 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 더 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트롤리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기 등이 포함된다. 상기 C₁-C₆₀헤테로아릴기 및 C₁-C₆₀헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

- [0399] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 인데닐기, 플루오레닐기, 스퀘아로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 인데노페난트레닐기, 인데노안트라세닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0400] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 원자 외에 적어도 하나의 헤테로 원자를 더 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 인돌일기, 벤조인돌일기, 나프토인돌일기, 이소인돌일기, 벤조이소인돌일기, 나프토이소인돌일기, 벤조실롤일기, 벤조티오펜일기, 벤조퓨라닐기, 카바졸일기, 디벤조실롤일기, 디벤조티오펜일기, 디벤조퓨라닐기, 아자카바졸일기, 아자플루오레닐기, 아자디벤조실롤일기, 아자디벤조티오펜일기, 아자디벤조퓨라닐기, 피라졸일기, 이미다졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사졸일기, 이소옥사졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사디아졸일기, 티아디아졸일기, 벤조피라졸일기, 벤조이미다졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조티아졸일기, 벤조옥사디아졸일기, 벤조티아디아졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 이미다조트리아지닐기, 이미다조피라지닐기, 이미다조피리다지닐기, 인데노카바졸일기, 인돌로카바졸일기, 벤조퓨로카바졸일기, 벤조티에노카바졸일기, 벤조실롤로카바졸일기, 벤조인돌로카바졸일기, 벤조카바졸일기, 벤조나프토피라닐기, 벤조나프토티오펜일기, 벤조나프토실롤일기, 벤조퓨로디벤조퓨라닐기, 벤조퓨로디벤조티오펜일기, 벤조티에노디벤조티오펜일기, 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0401] 본 명세서 중 C₆-C₆₀아릴옥시기는 -OA₁₀₂(여기서, A₁₀₂는 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리키고, 상기 C₆-C₆₀아릴티오기(arylthio)는 -SA₁₀₃(여기서, A₁₀₃은 상기 C₆-C₆₀아릴기임)를 가리킨다.
- [0402] 본 명세서 중 C₇-C₆₀아릴알킬기는 -A₁₀₄A₁₀₅(여기서, A₁₀₄는 C₁-C₅₄알킬렌기이고, A₁₀₅는 C₆-C₅₉아릴기임)를 가리키고, 본 명세서 중 C₂-C₆₀헤테로아릴알킬기는 -A₁₀₆A₁₀₇(여기서, A₁₀₆은 C₁-C₅₉알킬렌기이고, A₁₀₇은 C₁-C₅₉헤테로아릴기임)를 가리킨다.
- [0403] 본 명세서 중 "R_{10a}"는,
- [0404] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 또는 니트로기;
- [0405] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₇-C₆₀아릴알킬기, C₂-C₆₀헤테로아릴알킬기, -Si(Q₁₁)(Q₁₂)(Q₁₃), -N(Q₁₁)(Q₁₂), -B(Q₁₁)(Q₁₂), -C(=O)(Q₁₁), -S(=O)₂(Q₁₁), -P(=O)(Q₁₁)(Q₁₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, 또는 C₁-C₆₀알콕시기;
- [0406] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, C₁-C₆₀알킬기, C₂-C₆₀알케닐기, C₂-C₆₀알키닐기, C₁-C₆₀알콕시기, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₇-C₆₀아릴알킬기, C₂-C₆₀헤테로아릴알킬기, -Si(Q₂₁)(Q₂₂)(Q₂₃), -N(Q₂₁)(Q₂₂), -B(Q₂₁)(Q₂₂), -C(=O)(Q₂₁), -S(=O)₂(Q₂₁), -P(=O)(Q₂₁)(Q₂₂), 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는 비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹, C₆-C₆₀아릴옥시기, C₆-C₆₀아릴티오기, C₇-C₆₀아릴알킬기, 또는 C₂-C₆₀헤테로아릴알킬기,; 또는
- [0407] -Si(Q₃₁)(Q₃₂)(Q₃₃), -N(Q₃₁)(Q₃₂), -B(Q₃₁)(Q₃₂), -C(=O)(Q₃₁), -S(=O)₂(Q₃₁), 또는 -P(=O)(Q₃₁)(Q₃₂);
- [0408] 일 수 있다.
- [0409] 본 명세서 중 Q₁ 내지 Q₃, Q₁₁ 내지 Q₁₃, Q₂₁ 내지 Q₂₃ 및 Q₃₁ 내지 Q₃₃은 서로 독립적으로, 수소; 중수소; -F; -Cl; -Br; -I; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; C₁-C₆₀알킬기; C₂-C₆₀알케닐기; C₂-C₆₀알키닐기; C₁-C₆₀알콕시기; 또는 중수소, -F, 시아노기, C₁-C₆₀알킬기, C₁-C₆₀알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 또는 이의 임의의 조합으로 치환 또는

비치환된, C₃-C₆₀카보시클릭 그룹, C₁-C₆₀헤테로시클릭 그룹; C₇-C₆₀아릴알킬기; 또는 C₂-C₆₀헤테로아릴알킬기;일 수 있다.

[0410] 본 명세서 중 헤테로 원자는, 탄소 원자를 제외한 임의의 원자를 의미한다. 상기 헤테로 원자의 예는, O, S, N, P, Si, B, Ge, Se, 또는 이의 임의의 조합을 포함한다.

[0411] 본 명세서 중 제3열 전이 금속(third-row transition metal)은 하프늄(Hf), 탄탈럼(Ta), 텅스텐(W), 레늄(Re), 오스뮴(Os), 이리듐(Ir), 백금(Pt) 및 금(Au) 등을 포함한다.

[0412] 본 명세서 중 "Ph"은 페닐기를 의미하고, "Me"은 메틸기를 의미하고, "Et"은 에틸기를 의미하고, "ter-Bu" 또는 "Bu^t"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.

[0413] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

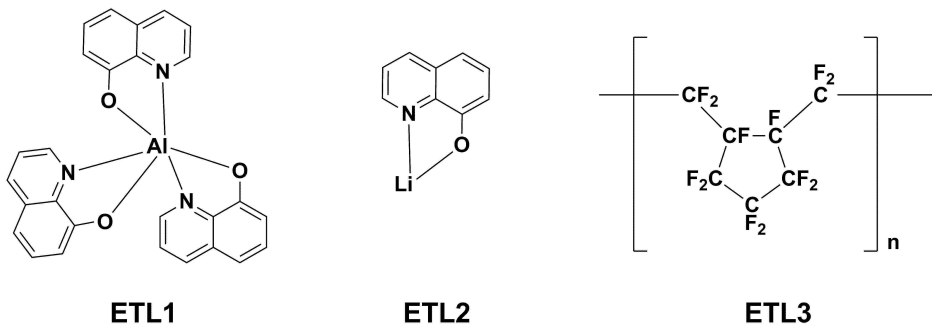
[0414] 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C₆-C₆₀아릴기로 치환된 C₆-C₆₀아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.

[0415] 본 명세서 중 * 및 *'은, 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 또는 모이어티 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.

[0416] 이하에서, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 화합물 및 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기 합성에 중 "A 대신 B를 사용하였다"란 표현 중 A의 몰당량과 B의 몰당량은 서로 동일하다.

[0417] [실시예]

[0418] 제조예: 전자 수송층의 제조



[0419] 상기 화합물 ETL1 내지 3은 Sigma-Aldrich에서 구입하였다.

[0420]

[0421] 제조예 1: ETL A의 제조

[0422] 화합물 ETL 1을 310Å 두께로 증착하여 ETL A를 형성하였다.

[0423] 제조예 2 내지 5: ETL B 내지 E의 제조

[0424] 화합물 ETL 1 대신 표 1의 화합물을 주어진 중량비로 증착한 것을 제외하고는 제조예 1과 동일한 방법으로 ETL B 내지 E를 형성하였다.

[0425] 평가예 1: 굴절률의 측정

[0426] 상기 제조예 1 내지 5를 통하여 제작된 ETL A 내지 E에 대하여, Elipsometer를 사용하여 파장에 따른 굴절률을 측정하였으며, 그 결과는 도 4에 나타내었고, 파장 440nm, 550nm 및 640nm에서의 굴절률을 각각 표 1에 나타내었다.

표 1

전자 수송층	구성	파장		
		440nm	550nm	640nm

ETL A	ETL 1	2.06	1.97	1.93
ETL B	ETL 2	1.70	1.67	1.65
ETL C	ETL 3	1.41	1.40	1.40
ETL D	ETL 1 + ETL 2 (5:5)	1.88	1.82	1.79
ETL E	ETL 1+ ETL 2+ ETL3(1:1:2)	1.64	1.61	1.59

[0428] **평가예 2: OLED 소자 광학 효율 시뮬레이션**

[0429] 상기 표 1의 ETL D 및 E의 550nm에서의 굴절률(각각 1.82, 1.61)을 기준으로 하여, Ellipsometer를 사용하여 광학 파장에 따른 굴절률을 측정하였으며, 그 결과는 도 5a 내지 5c에 나타내었고, 각 파장 범위에서의 최대 발광 효율 및 색좌표를 하기 표 2에 나타내었으며, 발광 효율은 ETL D의 최대 발광 효율 값을 100%를 기준으로 하여 계산하였다.

표 2

[0430]

전자 수송층	적색 영역		녹색 영역		청색 영역	
	R _x	발광 효율	G _x	발광 효율	B _x	발광 효율
ETL D (n=1.82)	0.686	100%	0.272	100%	0.038	100%
ETL E (n=1.61)	0.685	107%	0.255	108%	0.040	109%

[0431] 상기 표 2를 통하여, 제3재료를 포함하는 ETL E는 제1재료 및 제2재료만을 포함하는 ETL D에 비하여 적색 영역에서는 7%, 녹색 영역에서는 8%, 청색 영역에서는 9% 발광 효율이 증가함을 확인할 수 있다.

[0432] **평가예 3: 청색 OLED 소자에 대한 광학 효율 시뮬레이션**

[0433] 상기 평가예 1에 따른 ETL D 및 E의 550nm에서의 굴절률(각각 1.82, 1.61)을 기준으로 하여, setfos simulator를 사용하여 청색 소자에서의 광손실 정도를 시뮬레이션하여 그 결과를 하기 표 3에 나타내었다.

표 3

[0434]

전자 수송층	공기로 out-couple 되는 빛의 비율	Substrate-guide	Wave-guide	SPP
ETL D (n=1.82)	30%	0%	52%	8%
ETL E (n=1.61)	32%	0%	53%	4%

[0435] 상기 표 3을 통하여, 제3재료를 포함하는 ETL E를 적용한 발광 소자는 제1재료 및 제2재료만을 포함하는 ETL D을 적용한 발광 소자에 비하여 표면 플라즈몬 폴라리톤(Surface plasmon polartion, SPP)에 의한 광손실이 4%로 낮으며, 따라서, 공기로 out-couple 되는 빛의 총량이 32%로 증가함을 알 수 있다. 따라서, ETL E를 적용한 발광 소자는 ETL D을 적용한 발광 소자에 비하여 높은 발광 효율을 나타낼 수 있다.

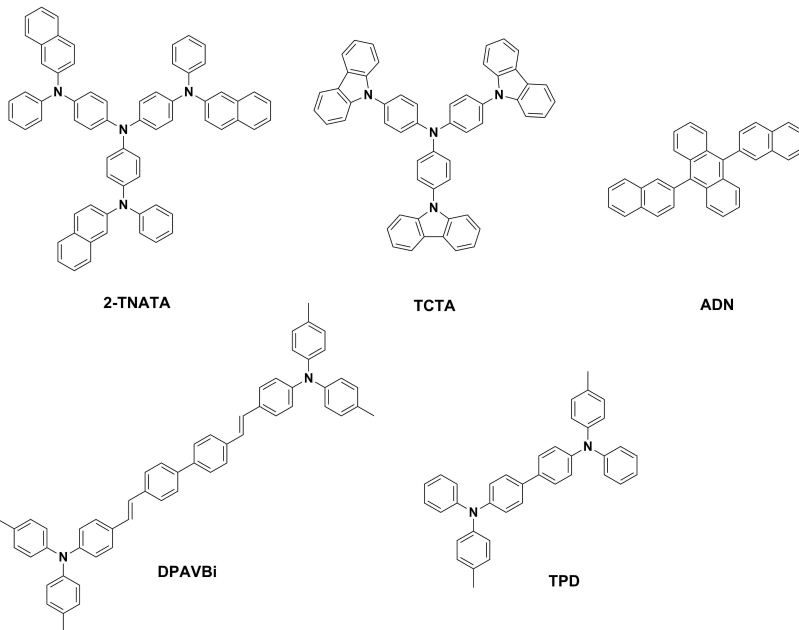
[0436] **실시예 1**

[0437] 유리 기판 상에 애노드 전극으로써 Ag/ITO를 150nm / 7nm 두께로 패터닝함으로써 화소전극을 형성하였다.

[0438] 상기 화소전극 상에 2-TNATA를 1200Å 두께로 증착하여 정공 수송층을 형성하였다.

[0439] 상기 정공 수송층 상부에 TCTA을 50Å 두께로 증착하여 발광 보조층을 형성하고, 상기 발광 보조층 상에 ADN 및 DPAVBi를 98:2의 중량비로 공증착하여 200Å 두께의 발광층을 형성하였다.

[0440] 상기 발광층 상부에 제1재료인 ETL 1, 제2재료인 ETL 2 및 제3재료인 ETL 3를 중량비 1:1:2로 310Å 두께로 공증착하여 전자 수송층을 형성하고, 상기 전자 수송층 상부에 AgMg을 130Å 두께로 증착하여 대향전극(캐소드)를 형성하고, 상기 대향전극 상부에 TPD를 640Å 두께로 증착하여 캡핑층을 형성함으로써 발광 소자를 제작하였다.



[0441]

[0442] **비교예 1**

[0443] 전자 수송층 형성시 ETL 1 및 ETL 2를 1:1의 중량비로 310Å 두께로 공증착한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 발광 소자를 제작하였다.

[0444] **비교예 2**

[0445] 전자 수송층 형성시 ETL 2 및 ETL 3를 1:1의 중량비로 310Å 두께로 공증착한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 발광 소자를 제작하였다.

[0446] **비교예 3**

[0447] 전자 수송층 형성시 ETL 1을 150Å 두께로 증착하고, 상기 층 상부에 ETL 2 및 ETL 3를 1:1의 중량비로 160Å 두께로 공증착한 것을 제외하고는 실시예 1과 동일한 방법으로 발광 소자를 제작하였다.

[0448] **평가예 4**

[0449] 상기 실시예 1 및 비교예 1 내지 3에서 제작된 발광 소자의 전류 밀도 10mA/cm²에서의 구동 전압 및 발광 효율을 측정하였다. 발광 소자의 구동 전압은 소스 미터(Keithley Instrument사, 2400 series)를 이용하여 측정하였으며, 발광 효율은 하마마츠 포토닉스 사의 발광 효율 측정 장치 C9920-2-12를 사용하여 측정하였다. 발광 효율 평가에 있어서 파장 감도의 교정을 한 휘도계를 이용하여 휘도/전류 밀도를 측정하였고, 발광 소자의 특성 평가 결과는 하기 표 4에 나타내었다.

표 4

[0450]

전자 수송층	구동 전압 (V)	발광 효율 (cd/A)	발광색
실시예 1	4.47	6.81	청색
비교예 1	4.45	6.15	청색
비교예 2	12.5	0.54	청색
비교예 3	8.25	1.58	청색

[0451]

상기 표 4를 참조하면, 실시예 1의 발광 소자는 비교예 1 내지 3의 발광 소자에 비하여 낮은 구동전압 및 높은 발광 효율을 가짐을 알 수 있다. 이와 같이 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

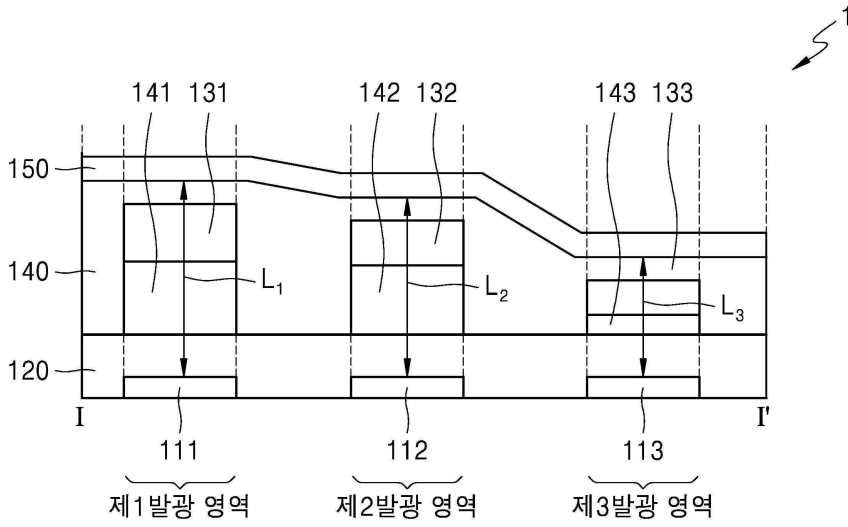
부호의 설명

[0452]

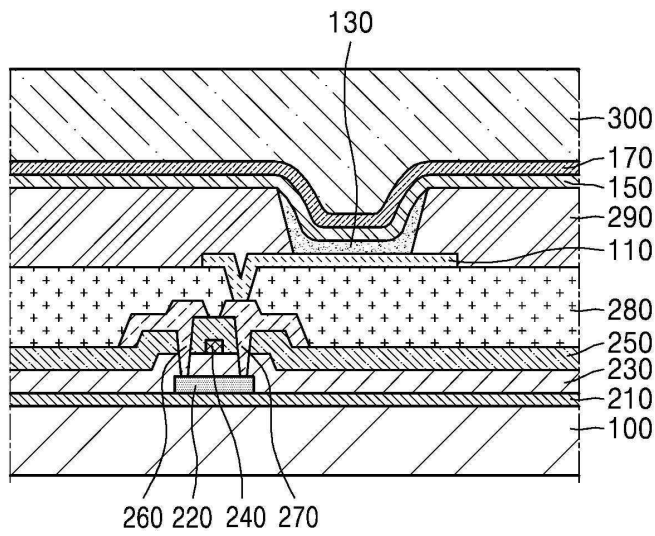
- 1: 발광 소자
- 100: 기관
- 110: 화소전극
- 111: 제1화소전극
- 112: 제2화소전극
- 113: 제3화소전극
- 120: 정공 수송 영역
- 130: 중간층
- 131, 132, 133: 발광층
- 141, 142, 143: 공진제어층
- 140: 전자 수송 영역
- 150: 대향전극
- 170: 캡핑층
- 210: 버퍼층
- 220: 활성층
- 230: 게이트 절연막
- 240: 게이트 전극
- 250: 층간 절연막
- 260: 소스 전극
- 270: 드레인 전극
- 280: 패시베이션층
- 290: 화소 정의막
- 300: 봉지부
- 400: 기능성 영역
- 500: 차광 패턴

도면

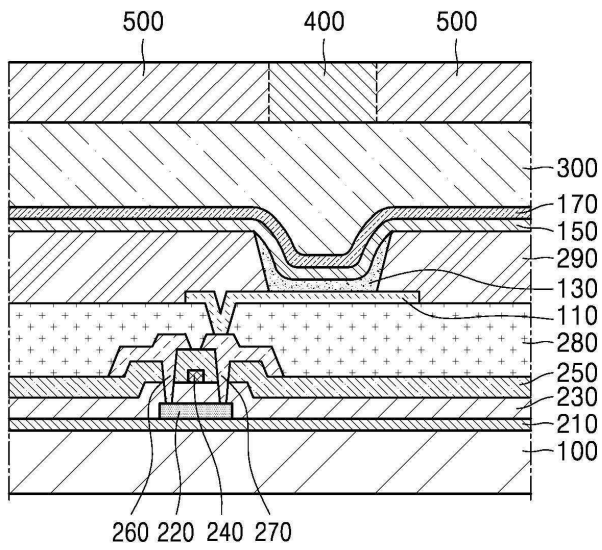
도면1



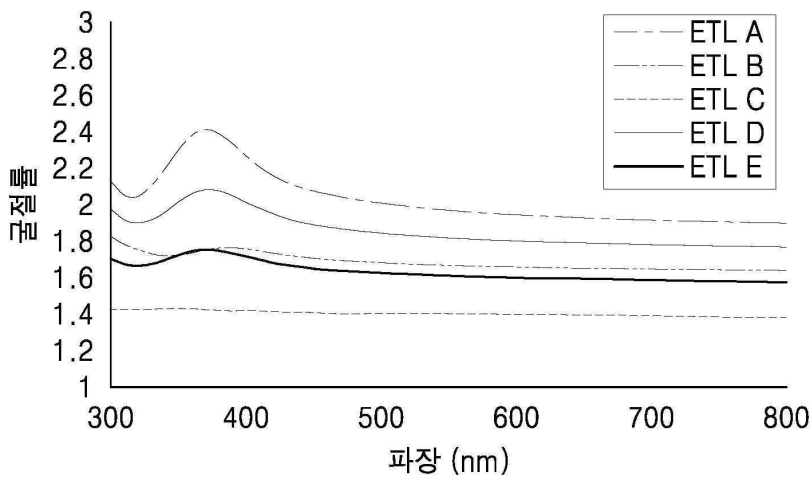
도면2



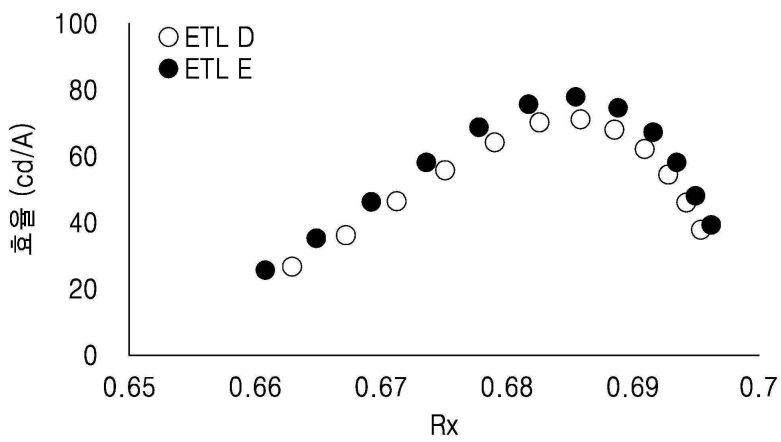
도면3



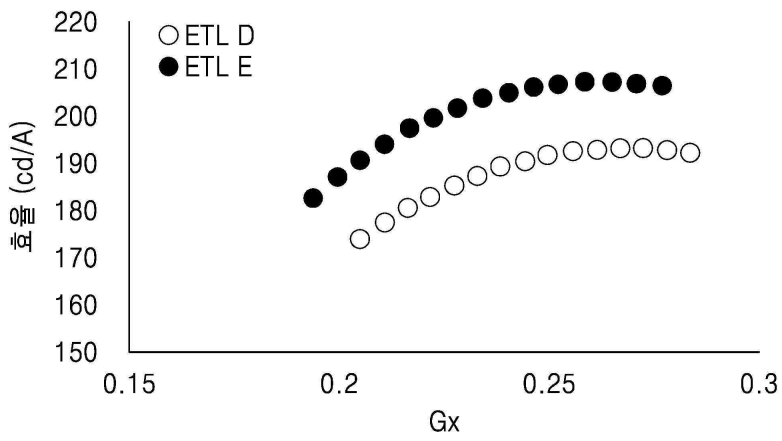
도면4



도면5a



도면5b



도면5c

