



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년12월12일
 (11) 등록번호 10-1927943
 (24) 등록일자 2018년12월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) *C07D 209/82* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0128526
 (22) 출원일자 2011년12월02일
 심사청구일자 2016년11월09일
 (65) 공개번호 10-2013-0062103
 (43) 공개일자 2013년06월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020110101418 A*
 KR1020100045326 A*
 JP2002313583 A*
 JP2006135295 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성디스플레이 주식회사
 경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)
 (72) 발명자
고삼일
 경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
박미화
 경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

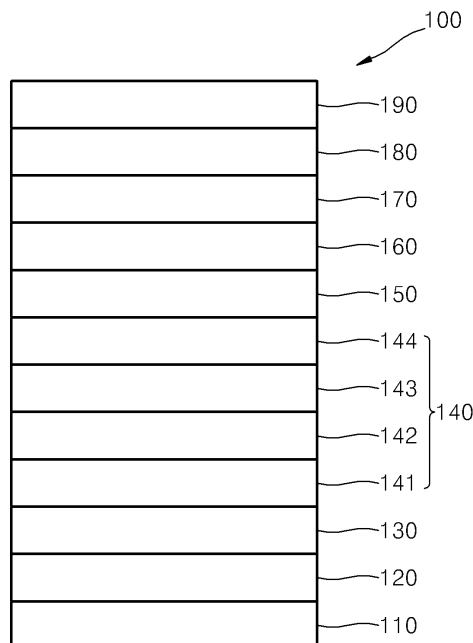
심사관 : 김효욱

(54) 발명의 명칭 **다층 구조의 정공수송층을 포함하는 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 평판 표시 장치**

(57) 요약

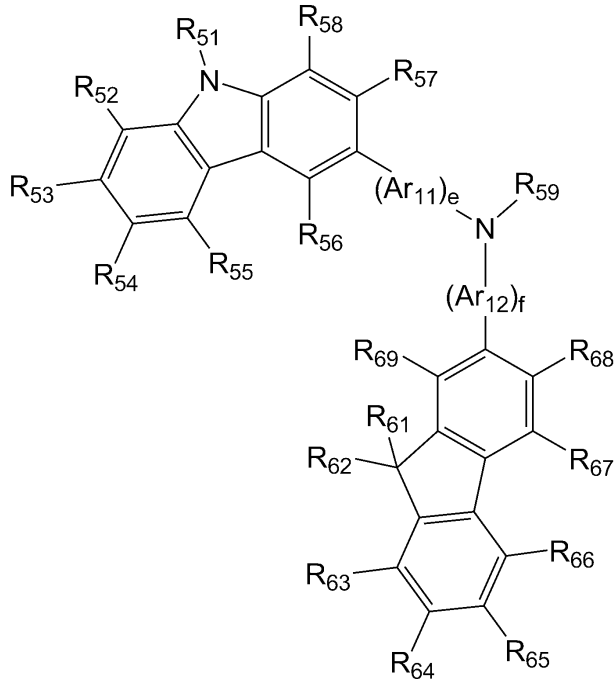
제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 발광층; 상기 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 제1화합물 및 제2화합물을 포함하는 제1혼합층; 상기 발광층과 상기 제1혼합층 사이에 개재되고 제3화합물 및 제4화합물을 포함하는 제2혼합층; 상기 제1혼합층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1

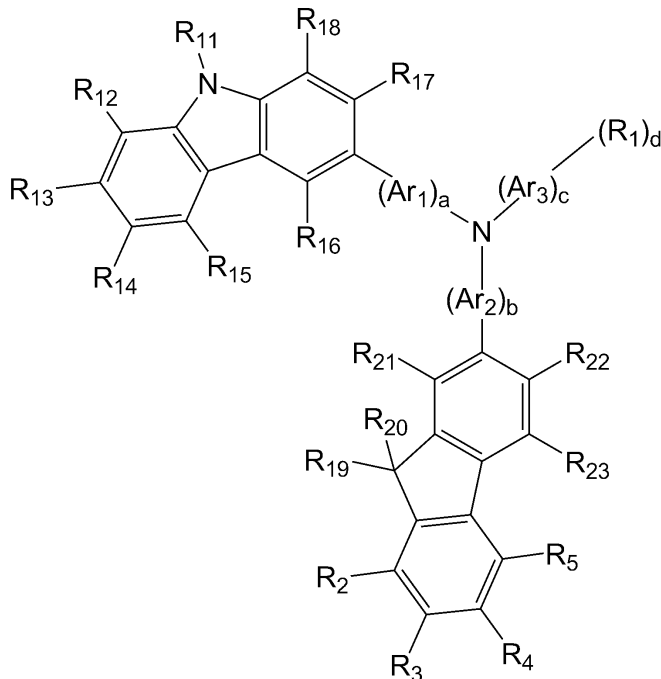


상기 제1화합물, 상기 제2화합물 및 제1전하생성물질을 포함하는 제1전하생성층; 상기 제1혼합층과 상기 제2혼합층 사이에 개재되고 상기 제3화합물, 상기 제4화합물 및 제2전하생성물질을 포함하는 제2전하생성층; 상기 발광층과 상기 제2혼합층 사이에 개재된 버퍼층;을 포함하고, 상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다:

<화학식 1>



<화학식 2>



상기 화학식 1 및 2 중, Ar₁ 내지 Ar₃, a 내지 d, R₁ 내지 R₅, R₁₁ 내지 R₂₃; Ar₁₁ 및 Ar₁₂, e 및 f, R₅₁ 내지 R₅₉, 및 R₆₁ 내지 R₆₉는 발명의 상세한 설명을 참조한다.

(72) 발명자

정혜인

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

곽윤현

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

신대엽

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

이관희

경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

명세서

청구범위

청구항 1

제1전극;

상기 제1전극에 대향된 제2전극;

상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 발광층;

상기 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 제1화합물 및 제2화합물을 포함하는 제1혼합층;

상기 발광층과 상기 제1혼합층 사이에 개재되고 제3화합물 및 제4화합물을 포함하는 제2혼합층;

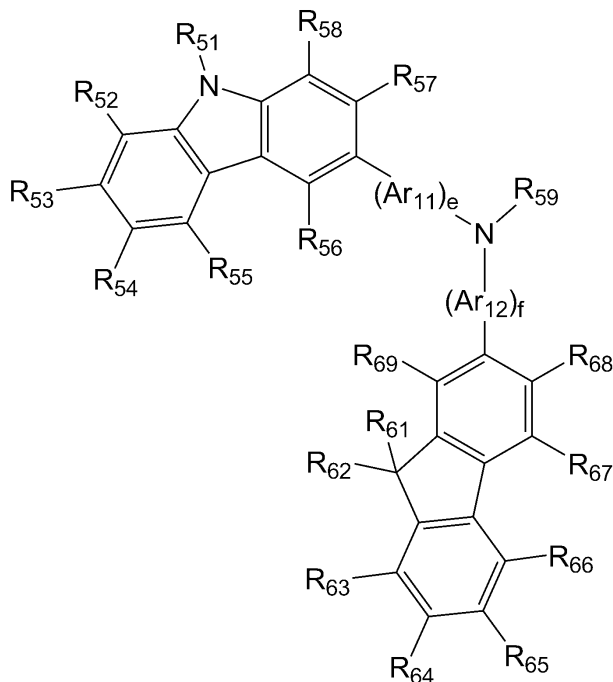
상기 제1혼합층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 상기 제1화합물, 상기 제2화합물 및 제1전하생성물질을 포함하는 제1전하생성층;

상기 제1혼합층과 상기 제2혼합층 사이에 개재되고 상기 제3화합물, 상기 제4화합물 및 제2전하생성물질을 포함하는 제2전하생성층;

상기 발광층과 상기 제2혼합층 사이에 개재된 버퍼층;을 포함하고,

상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하고, 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중,

Ar₁₁ 및 Ar₁₂는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이고;

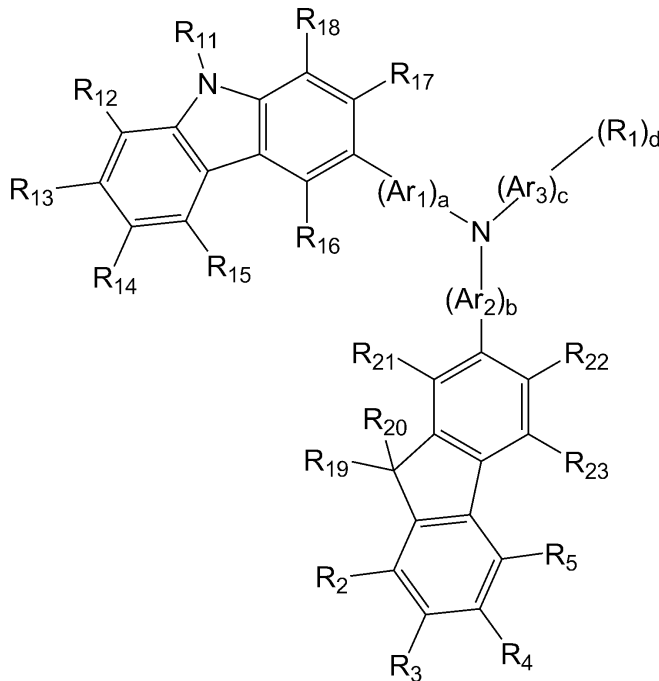
e 및 f는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이고;

R₅₁ 내지 R₅₈ 및 R₆₁ 내지 R₆₉는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키

닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 및 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기 중 1종이고,

R₅₉는 i) 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 비페닐기, 또는 피리딜기이거나, 또는 ii) 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알콕시기 중 적어도 1종으로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 비페닐기, 또는 피리딜기이고,

<화학식 2>



상기 화학식 2 중,

Ar₁ 내지 Ar₃는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이고;

a 및 b는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이고;

c는 1 내지 5의 정수 중 하나이고;

R₁ 내지 R₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₁)(R₃₂)(R₃₃), -N(R₃₄)(R₃₅), 및 질소원자 함유 그룹 중 1종이며, 상기 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종은 질소원자함유 그룹이고;

d는 0 내지 5의 정수 중 하나이고;

R₁₁ 내지 R₂₃은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₆)(R₃₇)(R₃₈), 및 -N(R₃₉)(R₄₀) 중 1종이고;

상기 R₃₁ 내지 R₄₀은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, 및 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기 중 적어도 1종이고;

상기 질소원자함유 그룹은 적어도 하나의 질소를 고리 원자(ring atom)로서 포함한 5원(5-membered) 방향족(aromatic) 고리 그룹, 6원(6-membered) 방향족 고리 그룹, 또는 5원 방향족 그룹과 6원 방향족 그룹이 융합된(fused) 9원(9-membered) 방향족 고리 그룹이다.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제2화합물의 최고 점유 분자 궤도(HOMO; highest occupied molecular orbital) 에너지 준위가 상기 제1화합물의 HOMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮고, 상기 제2화합물의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO; lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 준위는 상기 제1화합물의 LUMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮은 유기 발광 소자.

청구항 3

제1항에 있어서,

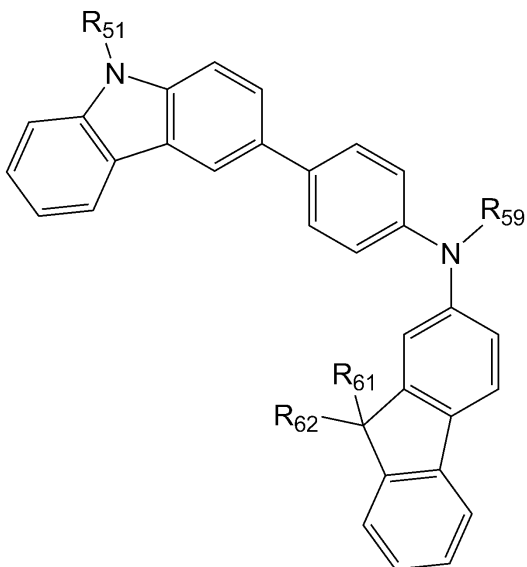
상기 제1화합물의 정공 이동도가 상기 제2화합물의 정공 이동도보다 높은 유기 발광 소자.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1화합물 및 상기 제3화합물이 서로 독립적으로 하기 화학식 1A로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 1A>



상기 화학식 1A 중,

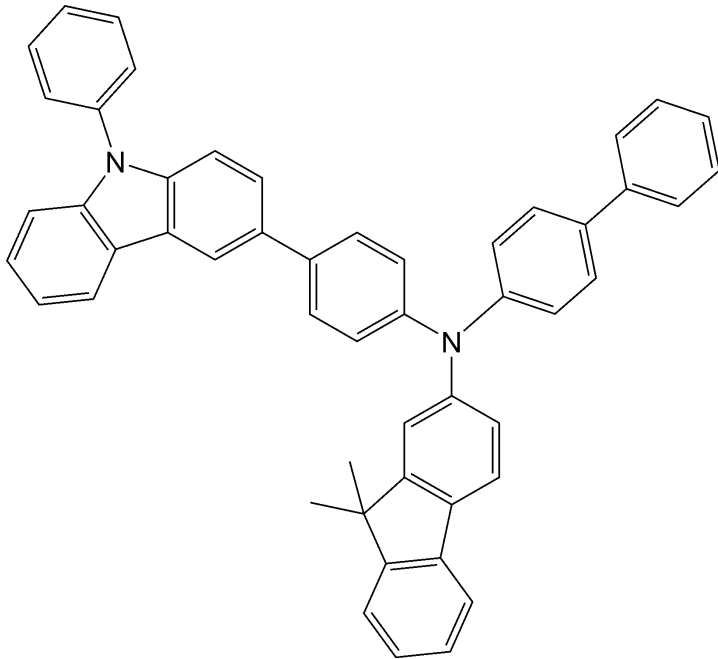
R₅₁, R₅₉, R₆₁ 및 R₆₂는 상기 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1화합물 및 상기 제3화합물이 서로 독립적으로 하기 화합물 301을 포함하는 유기 발광 소자:

<화합물 301>

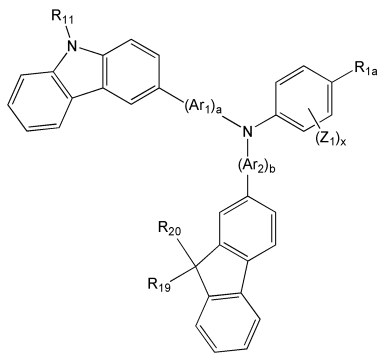


청구항 6

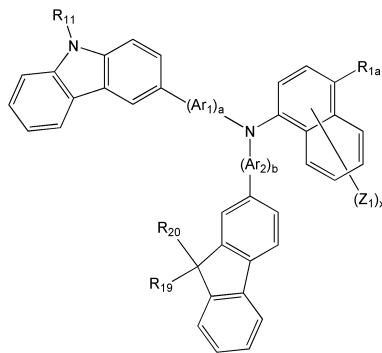
제1항에 있어서,

상기 제2화합물 및 상기 제4화합물이 서로 독립적으로 하기 화학식 2A 내지 2K로 표시되는 화합물 중 적어도 1 종을 포함하는 유기 발광 소자:

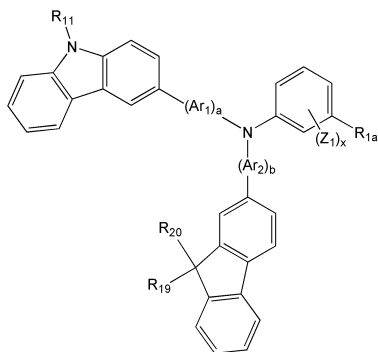
<화학식 2A>



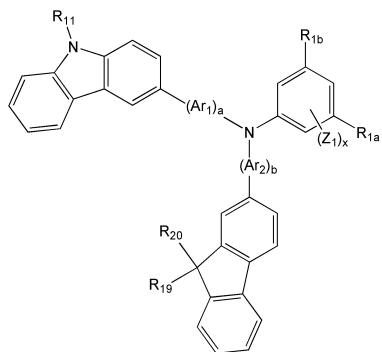
<화학식 2B>



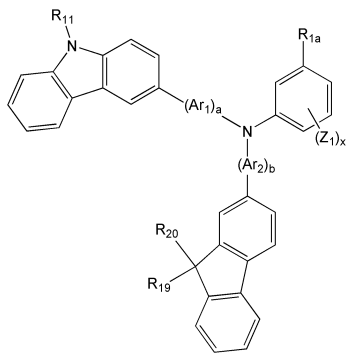
<화학식 2C>



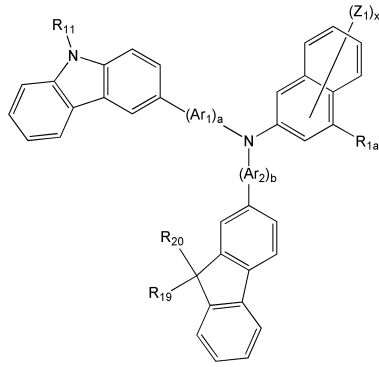
<화학식 2D>



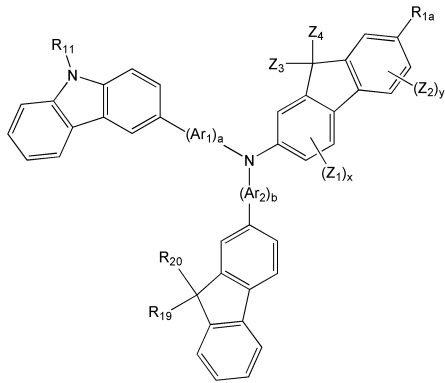
<화학식 2E>



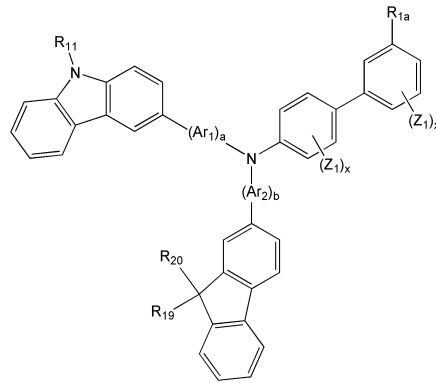
<화학식 2F>



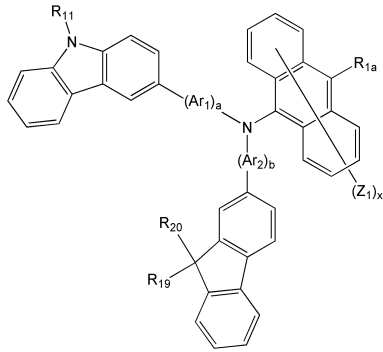
<화학식 2G>



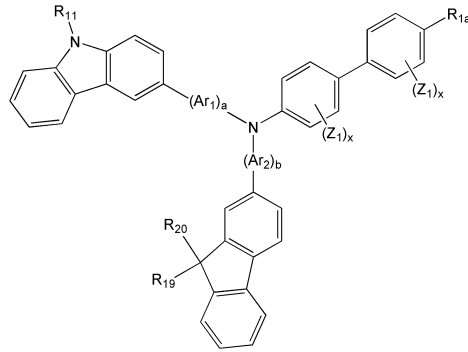
<화학식 2H>



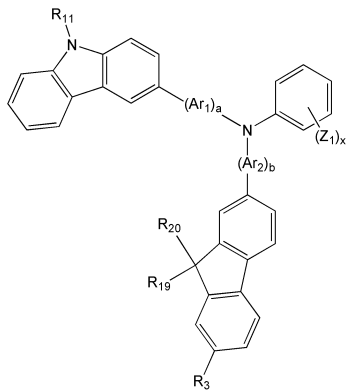
<화학식 2I>



<화학식 2J>



<화학식 2K>



상기 화학식 2A 내지 2K 중,

Ar_1 및 Ar_2 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴렌기이고;

a 및 b는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이고;

R_{1a} , R_{1b} 및 R_3 는 서로 독립적으로 질소원자함유 그룹이고;

R_{11} , R_{19} 및 R_{20} 은 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴기 중 1종 이고;

Z_1 내지 Z_4 는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴싸이오기, $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ 및 $-N(Q_4)(Q_5)$ 중 1종이며, x 또는 y가 2 이상인 경우 복수의 Z_1 또는 Z_2 는 각각 동일하거나 상이할 수 있고;

Q_1 내지 Q_5 는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알킬기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알케닐기, 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 알키닐기, 치환 또는 비치환된 C_1-C_{60} 알콕시기, 치환 또는 비치환된 C_3-C_{60} 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C_5-C_{60} 아릴싸이오기, 및 치환 또는 비치환된 C_2-C_{60} 헤테로아릴기 중 1종이고;

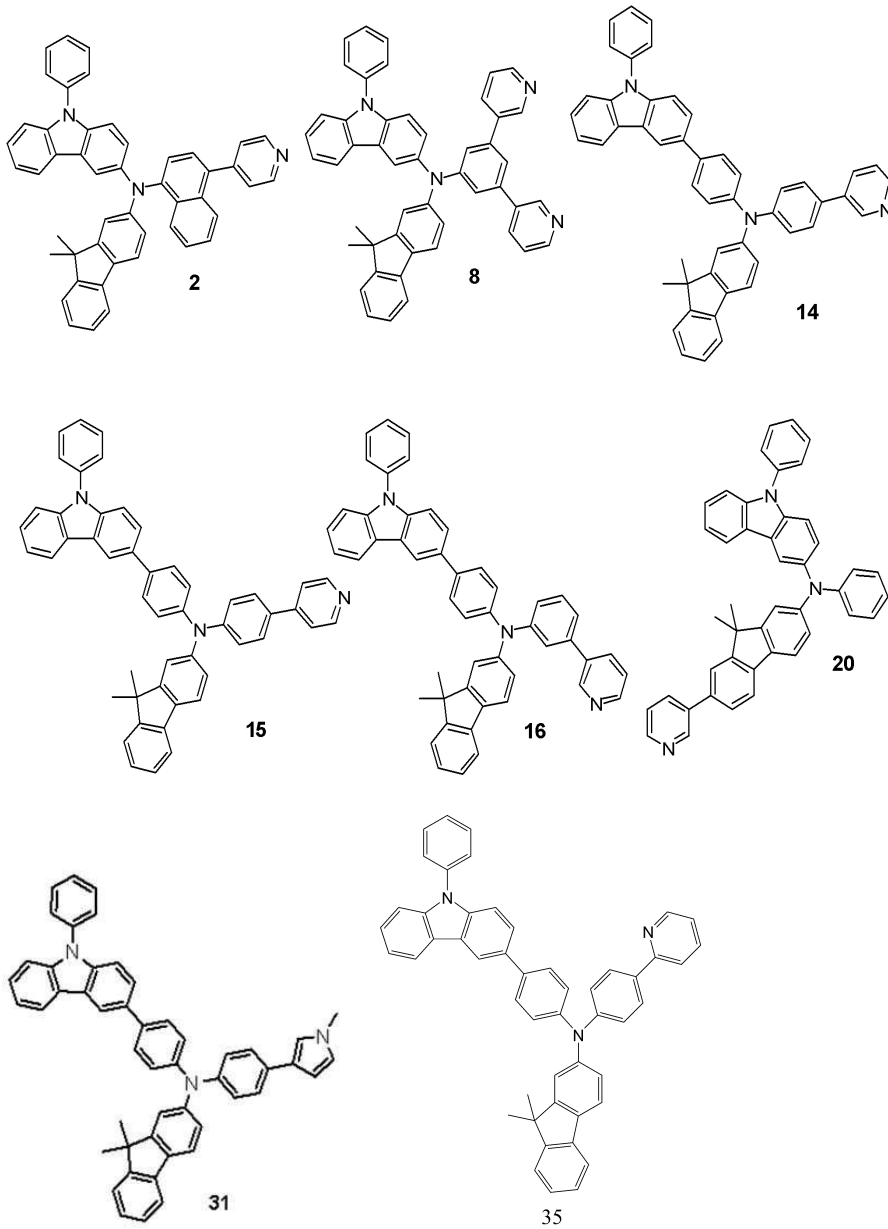
x는 1 내지 8의 정수 중 하나이고;

y는 1 내지 3의 정수 중 하나이다.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2화합물 및 상기 제4화합물이 서로 독립적으로 하기 화합물 2, 8, 14, 15, 16, 20, 31 및 35 중 적어도 1종을 포함하는 유기 발광 소자:



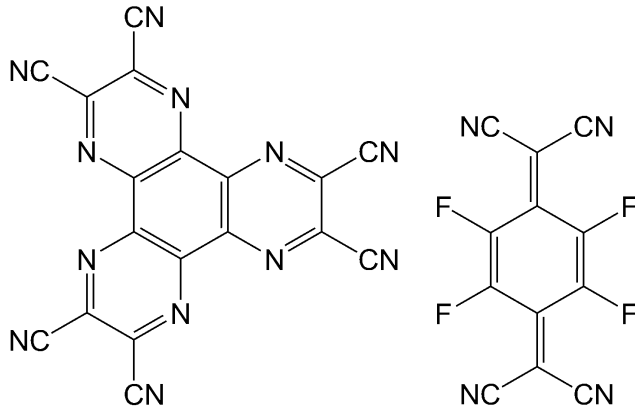
청구항 8

제1항에 있어서,

상기 제1전하생성물질 및 상기 제2전하생성물질이 서로 독립적으로 하기 화합물 501 및 502 중 적어도 1종을 포함하는 유기 발광 소자.

<화합물 501>

<화합물 502>



청구항 9

제1항에 있어서,
 상기 제1화합물과 상기 제2화합물의 혼합 중량비가 6:4 내지 8:2인 유기 발광 소자.

청구항 10

제1항에 있어서,
 상기 제3화합물과 상기 제4화합물의 혼합 중량비가 6:4 내지 8:2인 유기 발광 소자.

청구항 11

제1항에 있어서,
 상기 제1혼합층 및 상기 제2혼합층의 두께가 서로 독립적으로 40 내지 60nm인 유기 발광 소자.

청구항 12

제1항에 있어서,
 상기 제1전하생성물질의 함량이 상기 제1전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부인 유기 발광 소자.

청구항 13

제1항에 있어서,
 상기 제2전하생성물질의 함량이 상기 제2전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부인 유기 발광 소자.

청구항 14

제1항에 있어서,
 상기 제1전하생성층 및 상기 제2전하생성층의 두께가 서로 독립적으로 10 내지 20nm인 유기 발광 소자.

청구항 15

제1항에 있어서,
 상기 버퍼층이 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 16

제1항에 있어서,
 상기 버퍼층의 두께가 0.1 내지 30nm인 유기 발광 소자.

청구항 17

제1항에 있어서,

상기 제1혼합층과 상기 제1전하생성층이 서로 접촉하는 유기 발광 소자.

청구항 18

제1항에 있어서,

상기 제2혼합층과 상기 제2전하생성층이 서로 접촉하는 유기 발광 소자.

청구항 19

제1항에 있어서,

상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되는 정공 저지층, 전자수송층, 전자주입층, 및 전자수송 기능과 전자주입 기능을 동시에 갖는 기능층 중 적어도 1층을 포함하는 유기 발광 소자.

청구항 20

소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 제1항 내지 제19항 중 어느 한 항의 유기 발광 소자를 구비하고,

상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 다층 구조의 정공수송층을 포함하는 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 평판 표시 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 정공주입 특성, 전기적 안정성 및 전하 생성 특성 등이 서로 다른 물질들을 조합하여 포함한 다수 개의 정공수송층을 구비하는 유기 발광 소자, 및 상기 유기 발광 소자를 포함하는 평판 표시 장치에 관한 것이다. 상기 유기 발광 소자는 전하 밸런스가 향상되어 소자의 안정성이 우수하다.

배경 기술

[0002] 유기 발광 소자(organic light emitting diode)는 자발광형 소자로서 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다는 장점을 가지고 있어 널리 주목 받고 있다.

[0003] 일반적인 유기 발광 소자는 기판 상부에 애노드가 형성되어 있고, 애노드 상부에 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 캐소드가 순차적으로 형성되어 있는 구조를 가질 수 있다. 여기에서 정공수송층, 발광층 및 전자수송층은 유기화합물로 이루어진 유기 박막층들이다. 애노드 및 캐소드 간에 전압을 인가하면, 애노드로부터 주입된 정공은 정공수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exiton)을 생성하고 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

[0004] 정공수송층에 사용되는 정공수송 재료는 일반적으로 정공주입 기능 또는 정공수송 기능이 우수하여 소자의 구동 전압을 감소시켜 준다. 그러나, 정공수송층에 정공 이동도가 높은 정공수송 재료를 사용하면 소자의 구동 전압 감소는 크지만 전하가 과다하게 주입되어 소자의 효율과 수명은 저하되는 현상이 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 많은 시도가 있었다.

[0005] 대한민국 공개특허 제2010-0043994호에는 기판상에 형성되는 애노드 전극과 캐소드 전극을 포함하는 유기발광다이오드에 있어서 순차로 형성되는 P-type 도펀트가 도핑된 제1 정공수송층(P-HTL)과 제2 정공수송층(HTL); 상기 제2 정공수송층상에 형성되는 적어도 1이상의 발광층(EML); 상기 발광층(EML)상에 순차로 형성되는 제1 전자수송층(ETL)과 N-type 도펀트가 도핑된 제2 전자수송층(N-ETL)을 포함하여 이루어지되, 상기 발광층(EML)의 구조를 양자우물구조로 형성하는 유기발광다이오드가 개시되어 있다. 이 유기발광다이오드는 PIN 구조의 인광 유기 발광다이오드로서, P타입 및 N타입 도펀트가 주입된 유기박막층을 포함하는 유기물층과 발광층에서 발광층을 양자우물구조로 형성하여 에너지 장벽을 낮추어 재결합된 엑시톤을 발광층 안에 가두어 발광 특성을 향상시킨 것이다. 그러나, 이러한 PIN 구조의 인광 유기발광다이오드는 유기물의 열적 안정성이 상대적으로 감소되기 때문

에 유기발광다이오드의 수명이 반감될 수 있다. 또한 PIN 구조의 인광 유기발광다이오드는 일반적인 무기물 반도체처럼 결정성을 가지고 있지 않으므로 전류 제어의 재현성에 문제가 있을 수 있다.

[0006] 국제 공개특허 WO 2009/069434에는 양극과 음극 사이에, 정공주입층, 정공수송층, 발광층, 전자수송층, 전자주입층이 설치되어 있는 유기EL소자에 있어서 유기EL소자의 정공주입층은 전자 수용성 불순물이 정공주입층 재료에 도핑된 것이고 정공주입층의 정공주입층 재료의 이온화 포텐셜(Ip(HIL)), 정공수송층 재료의 이온화 포텐셜(Ip(HTL)), 발광층 재료의 이온화 포텐셜(Ip(EML))의 각각이 $I_p(EML) > I_p(HTL) \geq I_p(HIL) \geq I_p(EML) - 0.4eV$ 의 관계를 만족시키는 유기EL소자가 개시되어 있다. 이 유기EL소자는 정공주입층이 트리아릴아민 부분 구조, 카르바졸 부분 구조, 옥사디아졸 부분 구조를 가지는 재료 등에 전자수용성 도펀트를 첨가(p형 도핑)한 것이어서 발광층에 대한 정공주입성을 개선되고 유기EL소자의 발광 효율이 유지 또는 향상되면서 구동전압이 저하되는 효과를 가진다. 그러나, 이렇게 정공주입층에 p형 도펀트를 함유하는 유기EL소자는 과도한 정공의 주입으로 인하여 소자의 수명 및 효율이 감소될 수 있다.

[0007] 일본 공개특허 제2005-166641호에는 양극전극층; 상기 양극전극층에 대향되는 음극전극층; 및 상기 양극전극층과 상기 음극전극층 사이에 위치되는 유기화합물을 포함하는 발광층을 포함하며 상기 발광층에서의 유기화합물의 여기상태는 상기 양극전극층으로부터 홀을 주입하고 상기 음극전극층으로부터 전자를 주입시 발생되어 상기 유기전계발광소자에서 발광을 일으키며 전자수용성물질이 상기 양극전극층과 상기 음극전극층 사이에 위치되고 상기 양극전극층으로부터 주입된 홀들을 전송할 수 있는 적어도 하나의 홀전송층에 제공되고 상기 전자수용성물질은 상기 양극전극층에 인접하지 않는 부분에 위치되는 유기EL소자가 개시되어 있다. 이 유기EL소자는 양극전극층에 인접한 2이상의 층으로 구성된 홀전송층 및 홀전송층을 구성하는 홀전송성분자와 전자수용성물질층 및 전자수용성물질층을 구성하는 전자수용성물질들의 조합을 가지는 것을 특징으로 하며, 구체적으로 기관/양극전극층/제1홀전송층/제1홀전송성분자 및 전자수용성물질의 혼합층/제2홀전송성분자 및 전자수용성물질의 혼합층/제2홀전송층/발광층을 포함한 유기구조체/음극전극층의 구조를 가질 수 있다. 그러나, 이러한 제1홀전송층/p-도핑 제1홀전송층/p-도핑 제2홀전송층/제2홀전송층 구조를 가지는 유기EL소자는 발광층 내에 형성되는 전하의 밸런스를 조절하기가 쉽지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제2010-0043994호
- (특허문헌 0002) 국제 공개특허 WO 2009/069434
- (특허문헌 0003) 일본 공개특허 제2005-166641호

발명의 내용

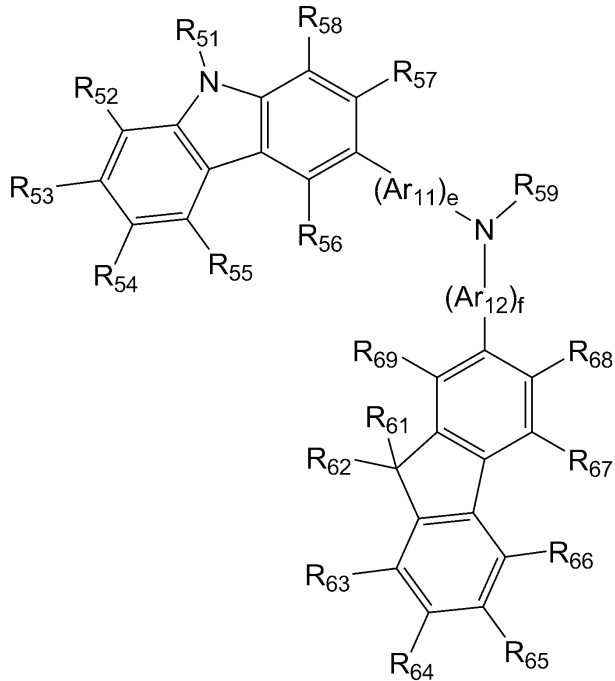
해결하려는 과제

[0009] 서로 다른 2종의 정공수송성 화합물을 사용하여 소자의 효율 및 수명이 향상된 다층 구조의 정공수송층을 구비한 유기 발광 소자를 제공한다. 또한, 상기 유기 발광 소자를 포함하는 평판 표시 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 측면에 따라, 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 발광층; 상기 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 제1화합물 및 제2화합물을 포함하는 제1혼합층; 상기 발광층과 상기 제1혼합층 사이에 개재되고 제3화합물 및 제4화합물을 포함하는 제2혼합층; 상기 제1혼합층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 상기 제1화합물, 상기 제2화합물 및 제1전하생성물질을 포함하는 제1전하생성층; 상기 제1혼합층과 상기 제2혼합층 사이에 개재되고 상기 제3화합물, 상기 제4화합물 및 제2전하생성물질을 포함하는 제2전하생성층; 상기 발광층과 상기 제2혼합층 사이에 개재된 버퍼층;을 포함하고, 상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 1로 표시되는 화합물이고, 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 화합물인 유기 발광 소자가 제공된다:

[0011] <화학식 1>

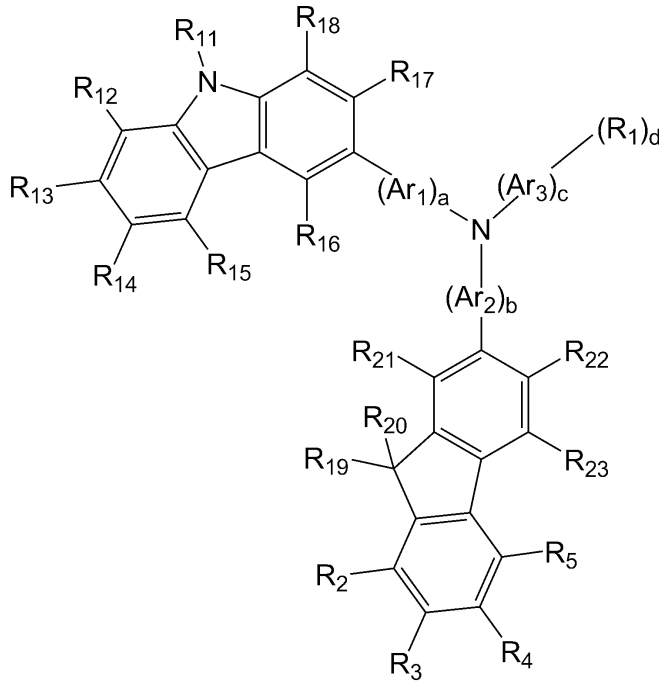


[0012]

[0013]

상기 화학식 1 중, Ar₁₁ 및 Ar₁₂는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이고; e 및 f는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이고; R₅₁ 내지 R₅₈ 및 R₆₁ 내지 R₆₉는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 및 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기 중 1종이고, R₆₉는 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 비페닐기; 피리딜기; 및 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알콕시기 중 적어도 1종으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 비페닐기 및 피리딜기 중 1종이고;

[0014] <화학식 2>



[0015]

[0016]

상기 화학식 2 중, Ar₁ 내지 Ar₃는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이고; a 및 b는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이고; c는 1 내지 5의 정수 중 하나이고; R₁ 내지 R₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₁)(R₃₂)(R₃₃), -N(R₃₄)(R₃₅), 및 질소원자함유 그룹 중 1종이며, 상기 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종은 질소원자함유 그룹이고; d는 0 내지 5의 정수 중 하나이고; R₁₁ 내지 R₂₃은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₆)(R₃₇)(R₃₈), 및 -N(R₃₉)(R₄₀) 중 1종이고; 상기 R₃₁ 내지 R₄₀은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, 및 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기 중 적어도 1종이고; 상기 질소원자함유 그룹은 적어도 하나의 질소를 고리 원자(ring atom)로서 포함한 5원(5-membered) 방향족(aromatic) 고리 그룹, 6원(6-membered) 방향족 고리 그룹, 또는 5원 방향족 그룹과 6원 방향족 그룹이 융합된(fused) 9원(9-membered) 방향족 고리 그룹이다.

[0017]

상기 제2화합물의 최고 점유 분자 궤도(HOMO; highest occupied molecular orbital) 에너지 준위는 상기 제2화합물의 HOMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮을 수 있고, 상기 제2화합물의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO; lowest unoccupied molecular orbital) 에너지 준위는 상기 제1화합물의 LUMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮을 수 있다.

- [0018] 상기 제1화합물의 정공 이동도는 상기 제2화합물의 정공 이동도보다 높을 수 있다.
- [0019] 상기 제1화합물과 상기 제2화합물의 혼합 중량비는 6:4 내지 8:2일 수 있다.
- [0020] 상기 제3화합물과 상기 제4화합물의 혼합 중량비는 6:4 내지 8:2일 수 있다.
- [0021] 상기 제1혼합층 및 상기 제2혼합층의 두께는 서로 독립적으로 40 내지 60nm일 수 있다.
- [0022] 상기 제1전하생성물질의 함량은 상기 제1전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부일 수 있다.
- [0023] 상기 제2전하생성물질의 함량은 상기 제2전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부일 수 있다.
- [0024] 상기 제1전하생성층 및 상기 제2전하생성층의 두께는 서로 독립적으로 10 내지 20nm일 수 있다.
- [0025] 상기 버퍼층은 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 버퍼층의 두께는 0.1 내지 30nm일 수 있다.
- [0027] 상기 제1혼합층과 상기 제1전하생성층은 서로 접촉할 수 있다.
- [0028] 상기 제2혼합층과 상기 제2전하생성층은 서로 접촉할 수 있다.
- [0029] 상기 유기 발광 소자는 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되는 정공 저지층, 전자수송층, 전자주입층, 및 전자수송 기능과 전자주입 기능을 동시에 갖는 기능층 중 적어도 1층을 포함할 수 있다.
- [0030] 다른 일 측면에 따라, 소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 상기 한 측면에 따른 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치가 제공된다.

발명의 효과

- [0031] 일 측면에 따른 유기 발광 소자는, 서로 다른 에너지 레벨을 가지는 2종의 정공수송성 화합물 및 전하생성물질의 조합으로 형성된 다층 구조의 정공수송층을 포함하여 전하 밸런스가 향상되고, 고효율, 장수명의 특성을 나타낸다.

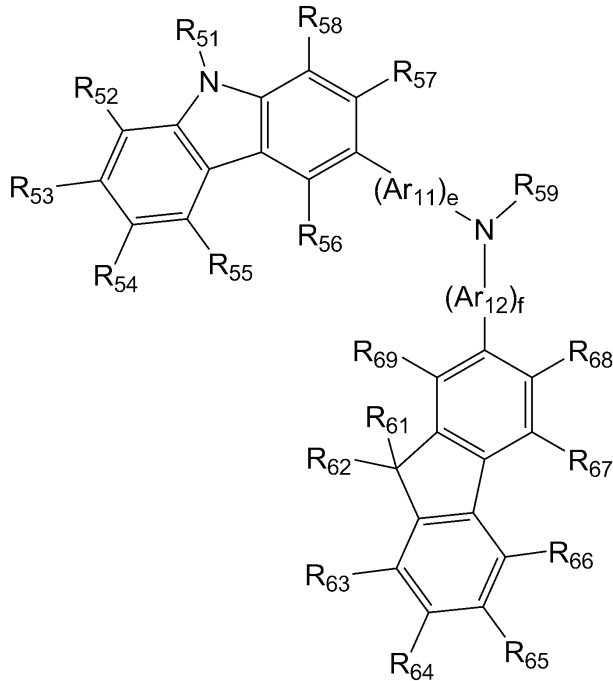
도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 것이다.
- 도 2는 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 에너지 레벨을 나타낸 것이다.
- 도 3은 실시예 1 내지 4에 따른 유기 발광 소자와 비교예 1 및 2에 따른 유기 발광 소자의 수명 특성을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 일 측면에 따라, 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 발광층; 상기 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 제1화합물 및 제2화합물을 포함하는 제1혼합층; 상기 발광층과 상기 제1혼합층 사이에 개재되고 제3화합물 및 제4화합물을 포함하는 제2혼합층; 상기 제1혼합층과 상기 제1전극 사이에 개재되고 상기 제1화합물, 상기 제2화합물 및 제1전하생성물질을 포함하는 제1전하생성층; 상기 제1혼합층과 상기 제2혼합층 사이에 개재되고 상기 제3화합물, 상기 제4화합물 및 제2전하생성물질을 포함하는 제2전하생성층; 상기 발광층과 상기 제2혼합층 사이에 개재된 버퍼층;을 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다.
- [0034] 상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 1로 표시되는 화합물이다:

[0035] <화학식 1>



[0036]

[0037] 상기 화학식 1 중, Ar₁₁ 및 Ar₁₂는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이다.

[0038] 예를 들면, 상기 Ar₁₁ 및 Ar₁₂는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기(pentalenylene), 치환 또는 비치환된 인데닐렌기(indenylene), 치환 또는 비치환된 나프틸렌기(naphthalenylene), 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기(azulenylene), 치환 또는 비치환된 헵탈레닐렌기(heptalenylene), 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기(indacenylene), 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기(acenaphthalenylene), 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기(fluorenylene), 치환 또는 비치환된 페나레닐렌기(phenalenylene), 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기(phenanthrenylene), 치환 또는 비치환된 안트릴렌기(anthrylene), 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기(fluoranthenylene), 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기(triphenylenylene), 치환 또는 비치환된 피레닐렌기(pyrenylene), 치환 또는 비치환된 크라이세닐렌기(chrysenylene), 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기(naphthacenylene), 치환 또는 비치환된 피세닐렌기(picenylene), 치환 또는 비치환된 페릴레닐렌기(perylene), 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기(pentaphenylene), 또는 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기(hexacenylene)일 수 있다.

[0039] 상기 화학식 1 중, e 및 f는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이다.

[0040] e 및/또는 f가 0일 경우, 화학식 1의 카바졸 고리 및/또는 플루오렌 고리는 화학식 1의 중앙에 위치한 질소에 직접(directly) 결합될 수 있다. 예를 들면, 상기 e 및 f는 0, 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. e가 2 이상일 경우, 2 이상의 Ar₁₁은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 또한 b가 2 이상일 경우 2 이상의 Ar₁₂는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

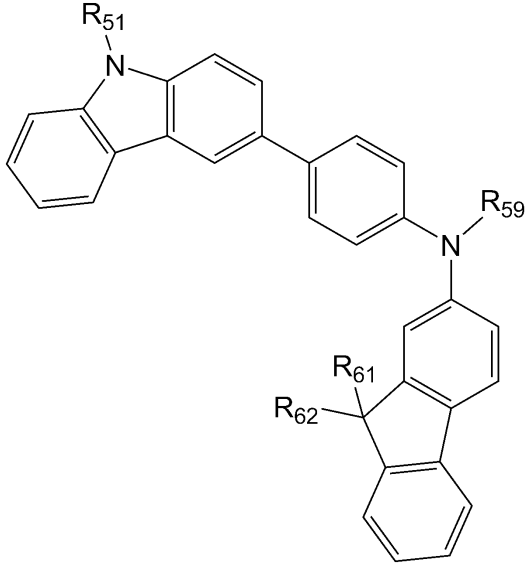
[0041] 상기 화학식 1 중, R₅₁ 내지 R₅₈ 및 R₆₁ 내지 R₆₉는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 및 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기 중 1 종이다.

[0042] 화학식 1 중, R₅₉는 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 비페닐기; 피리딜기; 및 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의

염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C₁-C₂₀알콕시기 중 적어도 1종으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 비페닐기 및 피리딜기 중 1종이다.

[0043] 일 구현예에 따라, 상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 1A로 표시되는 화합물일 수 있다:

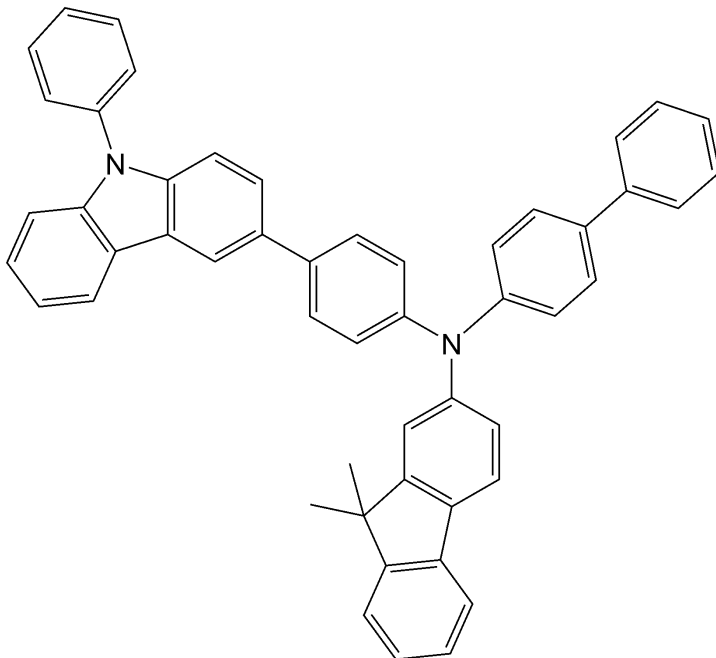
[0044] <화학식 1A>



[0045] 상기 화학식 1A 중, R₅₁, R₅₉, R₆₁ 및 R₆₂는 상기 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

[0047] 예를 들면, 상기 제1화합물 및 상기 제3화합물은 하기 화합물 301일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

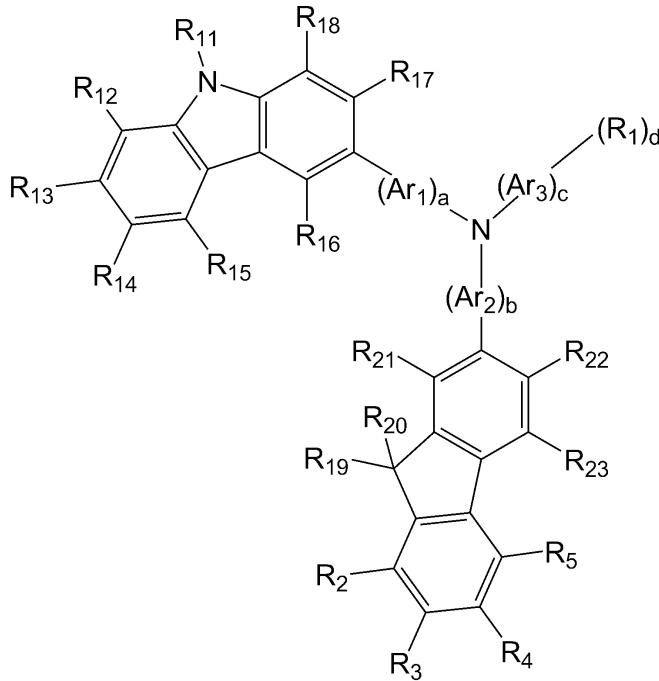
[0048] <화합물 301>



[0049]]

[0050] 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 화합물이다:

[0051] <화학식 2>



[0052]

[0053] 상기 화학식 2 중, Ar₁ 내지 Ar₃는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기이다.

[0054]

예를 들면, 상기 Ar₁ 내지 Ar₃는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인데닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기, 치환 또는 비치환된 헵탈레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기, 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페나레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기, 치환 또는 비치환된 안트릴렌기, 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기, 치환 또는 비치환된 피레닐렌기, 치환 또는 비치환된 크리세닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기, 치환 또는 비치환된 피세닐렌기, 치환 또는 비치환된 페릴레닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기, 또는 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기일 수 있다.

[0055]

상기 화학식 2 중, a 및 b는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수 중 하나이다. a 및/또는 b가 0일 경우, 화학식 1의 카바졸 고리 및/또는 플루오렌 고리는 화학식 1의 중앙에 위치한 질소에 직접(directly) 결합될 수 있다. 예를 들면, 상기 a 및 b는 0, 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. a가 2 이상일 경우, 2 이상의 Ar₁은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 또한 b가 2 이상일 경우 2 이상의 Ar₂는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0056]

상기 화학식 2 중, c는 1 내지 5의 정수 중 하나이다. c가 1 내지 5의 정수 중 하나이므로 화학식 1에서 Ar₃는 반드시 존재한다. 예를 들면, 상기 c는 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. c가 2 이상일 경우, 2 이상의 Ar₃는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0057]

상기 화학식 2 중, R₁ 내지 R₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미도노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₁)(R₃₂)(R₃₃), -N(R₃₄)(R₃₅), 및 질소원자함유 그룹 중 1종이며, 상기 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종은 질소원자함유 그룹이다(R₃₁ 내지 R₃₅는 후술하는 설명을 참조한다).

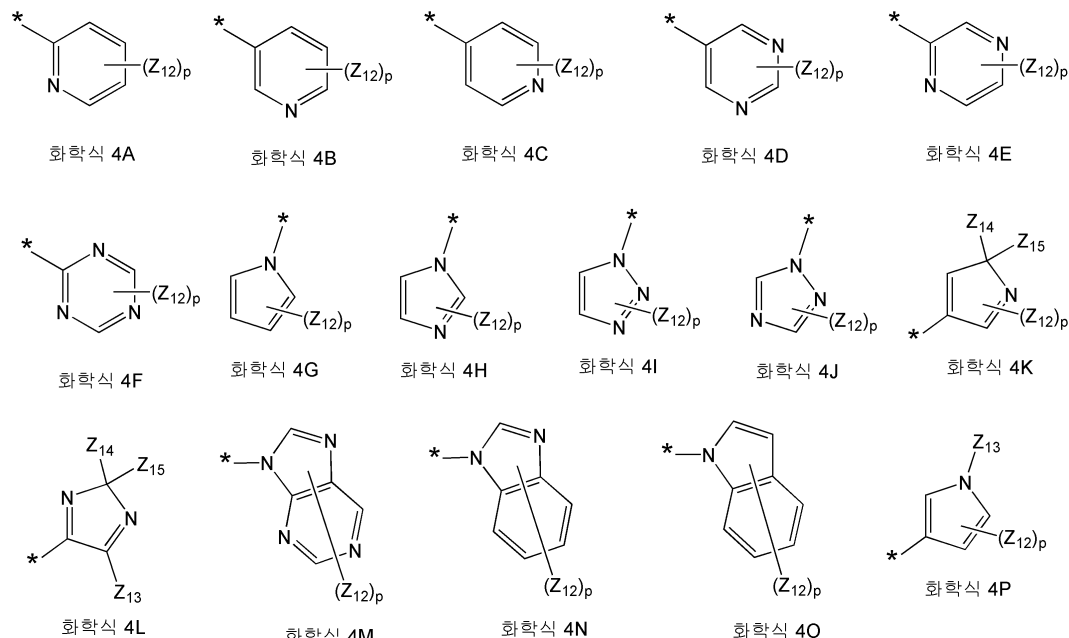
[0058]

예를 들면, 상기 R₁ 내지 R₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기,

니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₁₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₂₀아릴기, 또는 질소원자함유 그룹이며, 상기 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 하나는 질소원자함유 그룹일 수 있다.

[0059]

여기서, 질소원자함유 그룹이란 적어도 하나의 질소를 고리 원자로서 포함한 5원 방향족 고리 그룹, 6원 방향족 고리 그룹, 또는 5원 방향족 그룹과 6원 방향족 그룹이 융합된 9원 방향족 고리 그룹을 의미한다. 예를 들면 질소원자함유 그룹은 하기 화학식 4A 내지 4P 중 1종으로 표시될 수 있다:



[0060]

상기 화학식 4A 내지 4P 중, Z₁₂, Z₁₃, Z₁₄ 및 Z₁₅은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 또는 부틸기일 수 있다. 예를 들면, 상기 화학식 4A 내지 4P 중, Z₁₂, Z₁₃, Z₁₄ 및 Z₁₅는 모두 수소 원자일 수 있다. 상기 화학식 4A 내지 4P 중, p는 1 내지 6의 정수이다. p는 화학식 4A 내지 4P의 구조에 따라 상기 범위 내에서 적절히 선택될 수 있다. p가 2 이상일 경우, 2 이상의 Z₁₂는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0062]

상기 화학식 2 중, d는 0 내지 5의 정수 중 하나이다. 예를 들면, d는 0, 1 또는 2일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. d는 Ar₃의 구조에 따라 상기 범위 내에서 적절히 선택될 수 있다. d가 2 이상일 경우, 2 이상의 R₁은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0063]

상기 화학식 2 중, R₁₁ 내지 R₂₃은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알킬닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, -Si(R₃₆)(R₃₇)(R₃₈), 및 -N(R₃₉)(R₄₀) 중 1종이다.

[0064]

예를 들면, R₁₂ 내지 R₁₈ 및 R₂₁ 내지 R₂₃은 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 또는 인산이나 이의 염이고, R₁₁, R₁₉ 및 R₂₀은 서로 독립적으로 수소 원자, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 플루오레닐기 및 피레닐기 중 1종일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0065]

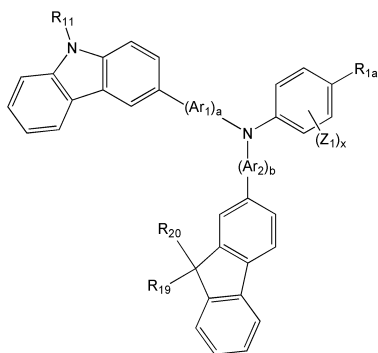
상기 -Si(R₃₁)(R₃₂)(R₃₃), -N(R₃₄)(R₃₅), -Si(R₃₆)(R₃₇)(R₃₈) 및 -N(R₃₉)(R₄₀)에서, R₃₁ 내지 R₄₀은 서로 독립적으로 수

소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기, 및 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기 중 적어도 1종을 나타낸다. 예를 들면, R₃₁ 내지 R₄₀은 서로 독립적으로 수소 원자; 중수소 원자; 할로겐 원자; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; 아미노기; 아미디노기; 히드라진; 히드라존; 카르복실기나 이의 염; 술폰산기나 이의 염; 인산이나 이의 염; C₁-C₁₀알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기 등); C₁-C₁₀알콕시기(예를 들면, 메톡시기, 에톡시기, 프로톡시기, 부톡시기, 펜톡시기 등); 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중 하나 이상으로 치환된 C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기; 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 플루오레닐기; 피레닐기; 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C₁-C₁₀알킬기 및 C₁-C₁₀알콕시기 중 하나 이상으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 플루오레닐기 및 피레닐기 중 1종일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

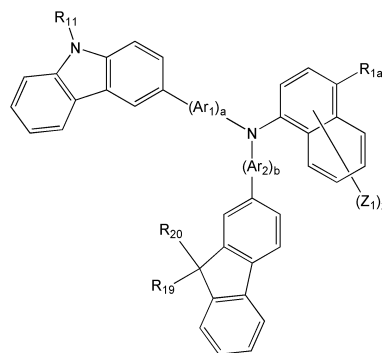
[0066] 상기 화학식 2 중, R₁은 질소원자함유 그룹이고, c 및 d는 서로 독립적으로 1 또는 2일 수 있다. 또는, 상기 화학식 2 중, R₂ 내지 R₅ 중 적어도 1종이 질소원자함유 그룹일 수 있다.

[0067] 일 구현예에 따라, 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화학식 2A 내지 2K 중 1종으로 표시되는 화합물일 수 있다:

[0068] <화학식 2A>

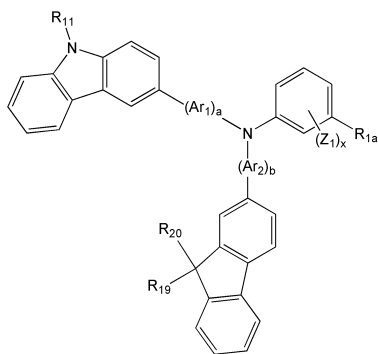


<화학식 2B>

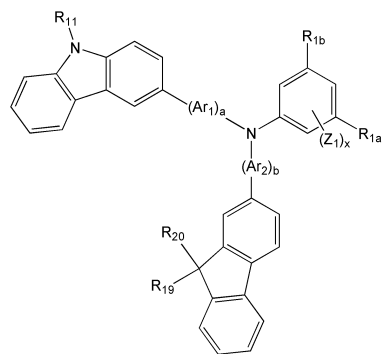


[0069]

[0070] <화학식 2C>



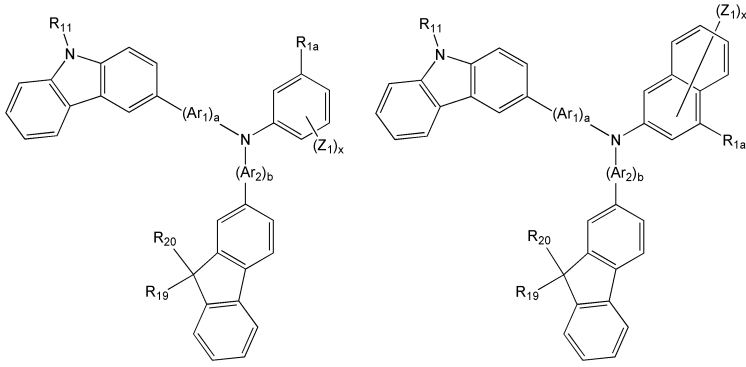
<화학식 2D>



[0071]

[0072] <화학식 2E>

<화학식 2F>

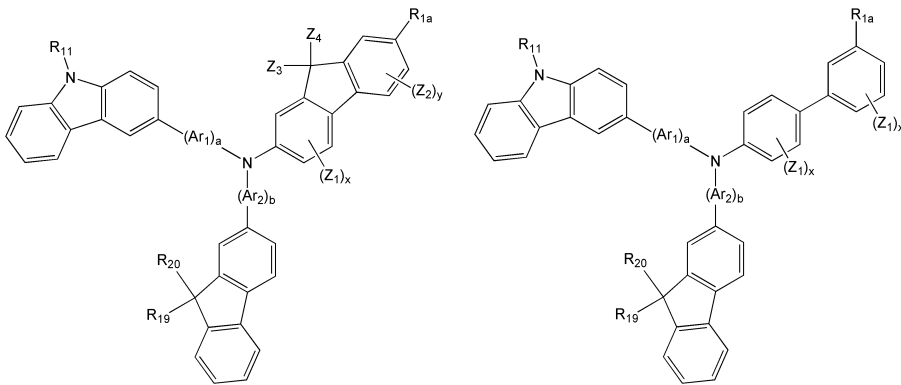


[0073]

[0074]

<화학식 2G>

<화학식 2H>

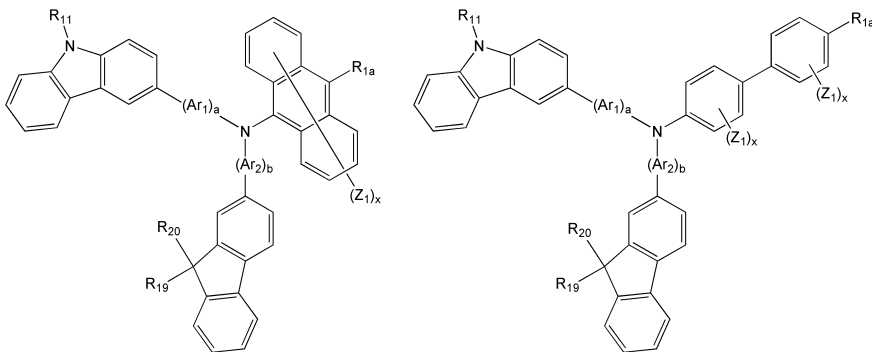


[0075]

[0076]

<화학식 2I>

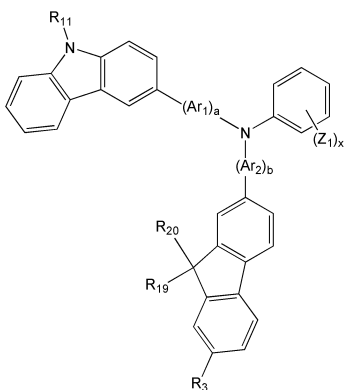
<화학식 2J>



[0077]

[0078]

<화학식 2K>



[0079]

[0080]

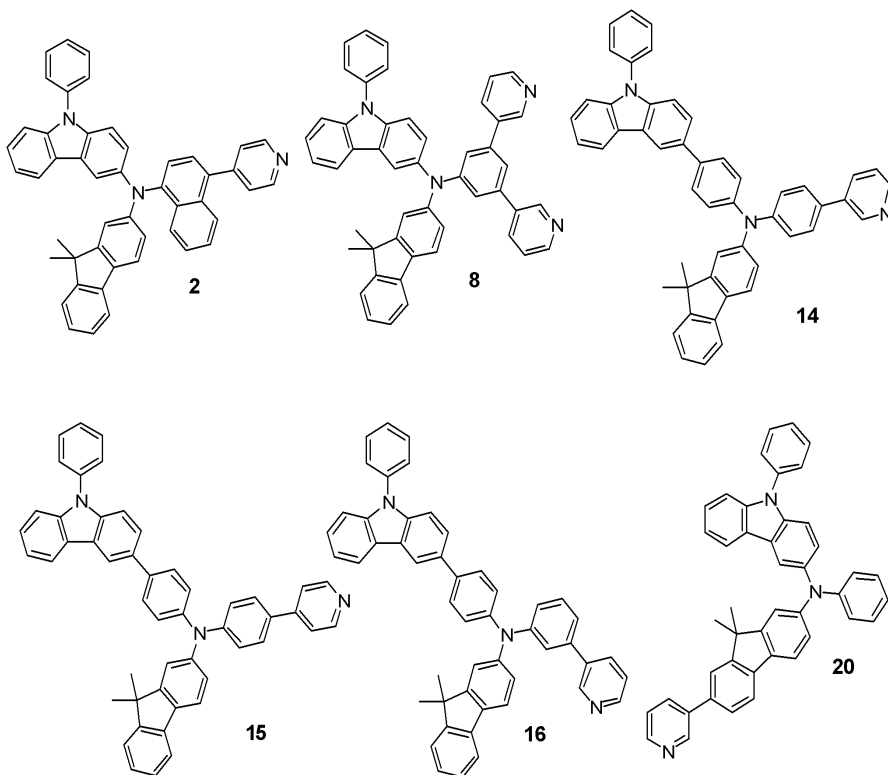
상기 화학식 2A 내지 2K 중, Ar₁, Ar₂, a 및 b는 상기 화학식 2에서 정의한 바와 동일하고, R_{1a}, R_{1b} 및 R₃는 서로 독립적으로 질소원자함유 그룹일 수 있다. 상기 질소원자함유 그룹에 대한 설명은 상술한 바를 참조한다.

[0081] 상기 화학식 2A 내지 2K 중, R₁₁, R₁₉ 및 R₂₀은 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기 중 1종일 수 있다.

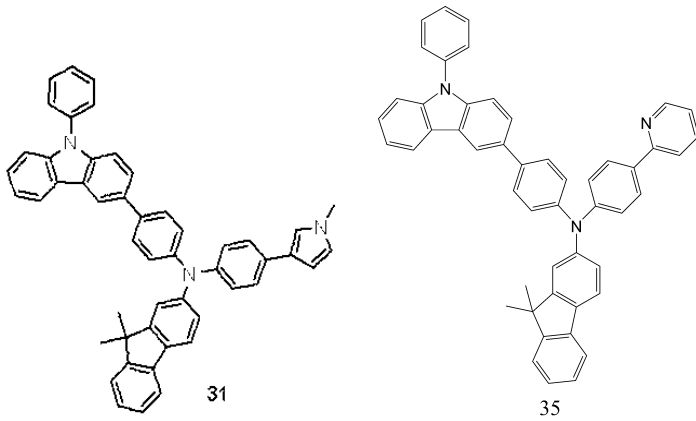
[0082] 상기 화학식 2A 내지 2K 중, Z₁ 내지 Z₄는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아마이드노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴싸이오기, -Si(Q₁)(Q₂)(Q₃) 및 -N(Q₄)(Q₅) 중 1종이며, x 또는 y가 2 이상인 경우 복수의 Z₁ 또는 Z₂는 각각 동일하거나 상이할 수 있다. 또한, x는 1 내지 8의 정수 중 하나이고, y는 1 내지 3의 정수 중 하나일 수 있다.

[0083] 여기서, Q₁ 내지 Q₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아마이드노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알킬기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알케닐기, 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀알키닐기, 치환 또는 비치환된 C₁-C₆₀알콕시기, 치환 또는 비치환된 C₃-C₆₀시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C₅-C₆₀아릴싸이오기, 및 치환 또는 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기 중 1종일 수 있다.

[0084] 예를 들면, 상기 제2화합물 및 상기 제4화합물은 서로 독립적으로 하기 화합물 2, 8, 14, 15, 16, 20, 31 및 35 중 1종일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0085]



[0086]

[0087]

[0088]

[0089]

[0090]

[0091]

[0092]

[0093]

[0094]

제1화합물은 정공 이동도가 높아 정공 수송을 원활하게 해 주는 물질이다. 제2화합물은 상기 제1화합물보다 전자 트랩 기능이 우수한 물질이다.

제1화합물에 상기 제1화합물보다 LUMO 에너지 준위가 0.1eV 내지 0.2eV 낮은 제2화합물이 일부 혼합되면 전자를 트랩할 수 있는 능력이 증가하여 엑시톤 쿨링을 완화시키고 소자의 수명이 향상된다.

예를 들면, 상기 제2화합물은 HOMO 에너지 준위는 상기 제1화합물의 HOMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮을 수 있고, 상기 제2화합물의 LUMO 에너지 준위 또한 상기 제1화합물의 LUMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 낮을 수 있다. 제1화합물과 제2화합물의 HOMO 에너지 준위와 LUMO 에너지 준위의 차가 상기 범위를 만족시킬 때, 구동 전압의 과도한 증가 없이 전자 트랩이 이루어져 주입된 전하의 이동 및 에너지 전이가 용이해지고 소자의 수명 특성 등이 향상될 수 있다.

상기 제2화합물은 제1화합물과 제2화합물의 총중량을 기준으로 20 내지 40 중량%를 사용할 수 있다. 제2화합물의 함량이 상기 범위 내에 있는 경우에 제2화합물의 첨가에 따른 전자 트랩 특성과 구동 전압 상승 방지 특성이 만족스러운 수준에 도달할 수 있다.

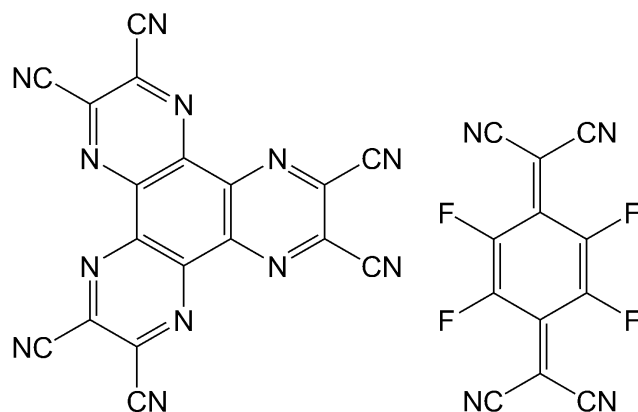
상기 제1화합물의 정공 이동도는 상기 제2화합물의 정공 이동도보다 높을 수 있다. 따라서, 제2화합물이 전자를 트랩하여 엑시톤 쿨링을 완화시키는 역할을 한다면 제1화합물은 정공 이동도를 향상시키는 역할을 한다.

제1전하생성물질 및 제2전하생성물질은 예를 들면 각각 화학물의 구조 내에 시아노기를 적어도 하나 이상 포함하는 화합물을 나타낸다. 제1전하생성물질 및 제2전하생성물질은 전하생성 물질 역할을 한다. 상기 제1전하생성물질 및 상기 제2전하생성물질의 비제한적인 예로는 테트라시아노퀴논디메탄(TCNQ) 및 2,3,5,6-테트라플루오로-테트라시아노-1,4-벤조퀴논디메탄(F4-TCNQ) 등과 같은 퀸 유도체 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

상기 제1전하생성물질 및 상기 제2전하생성물질은 서로 독립적으로 하기 화합물 501 및 502 중 적어도 1종을 포함할 수 있다.

<화합물 501>

<화합물 502>



[0095]

[0096]

본 명세서 중의 “치환 또는 비치환된 A(A는 임의의 치환기)” 라는 표현 중 “치환된 A” 란 용어는 “상기 A의

하나 이상의 수소 원자가 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 카르복실기, 실릴기 또는 이의 염 유도체, 술폰산기 또는 이의 염 유도체, 인산기 또는 이의 염 유도체, C₁-C₅₀알킬기, C₂-C₅₀알케닐기, C₂-C₅₀알키닐기, C₁-C₅₀알콕시기, C₃-C₅₀시클로알킬기, C₃-C₅₀시클로알케닐기, C₅-C₆₀아릴기, C₅-C₆₀아릴옥시기, C₅-C₆₀아릴티오기, C₂-C₆₀헤테로아릴기, C₂-C₆₀축합다환기, N(Q₁₀₁)(Q₁₀₂)로 표시되는 그룹 및 Si(Q₁₀₃)(Q₁₀₄)(Q₁₀₅)로 표시되는 그룹 중 1종으로 치환된 A” 를 의미한다. 여기서, Q₁₀₁ 내지 Q₁₀₅는 서로 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 아미노기, 니트로기, 니트릴기, 카르복실기, 실릴기, C₁-C₅₀알킬기, C₂-C₅₀알케닐기, C₂-C₅₀알키닐기, C₁-C₅₀알콕시기, C₃-C₅₀시클로알킬기, C₃-C₅₀시클로알케닐기, C₅-C₆₀아릴기, C₅-C₆₀아릴옥시기, C₅-C₆₀아릴티오기, C₅-C₆₀헤테로아릴기 및 C₂-C₆₀축합다환기 중 1종일 수 있다.

[0097] 예를 들면, 상기 “치환된 A” 란 “상기 A의 하나 이상의 수소 원자가 중수소 원자, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 니트릴기, 카르복실기, 실릴기, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 이소부틸기, 펜틸기, 페닐기, 비페닐기, 펜타레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵타레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트릴기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 피레닐기, 크리세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 피롤일기, 이미다졸일기, 벤조이미다졸일기, 페닐벤조이미다졸일기, 피라졸일기, 피리디닐기, 페닐피리디닐기, 페닐이미다조피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 페닐이미다조피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 푸라닐기, 벤조푸라닐기, 디벤조푸라닐기, 티오펜일기, 벤조[b]티오펜일기, 디벤조티오펜일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 벤조티아졸일기, 옥사졸일기, 이소옥사졸일기, 벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 페닐트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 페닐옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 페닐트리아지닐기, N(Q₁₀₁)(Q₁₀₂)로 표시되는 그룹 및 Si(Q₁₀₃)(Q₁₀₄)(Q₁₀₅)로 표시되는 그룹 중 1종 이상으로 치환된 A” 를 의미할 수 있다.

[0098] 본 명세서 중 비치환된 C₁-C₅₀알킬기는 알칸(alkane)에서 수소 원자 1 개가 결여된 선형 및 분지형 구조의 포화 탄화수소기를 의미한다. 비치환된 C₁-C₅₀알킬기의 구체적인 예로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소부틸, sec-부틸, 펜틸, iso-아밀, 헥실 등을 들 수 있다. 치환된 C₁-C₃₀알킬기의 치환기는 상기 “치환된 A” 에 대한 설명을 참조한다.

[0099] 본 명세서 중 비치환된 C₂-C₅₀알케닐기는 상기 비치환된 C₂-C₅₀알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 이중결합을 함유하고 있는 말단기를 의미한다. 비치환된 C₂-C₅₀알케닐기의 예로는 에테닐, 프로페닐, 부테닐, 펜테닐, 헥세닐, 헵테닐, 옥테닐, 프로파디에닐(propadienyl), 이소프레닐(isoprenyl), 알릴(allyl) 등을 들 수 있다. 치환된 C₂-C₅₀알케닐기의 치환기는 상기 “치환된 A” 에 대한 설명을 참조한다.

[0100] 본 명세서 중 비치환된 C₂-C₅₀알키닐기는 상기 비치환된 C₂-C₅₀알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 삼중결합을 함유하고 있는 말단기를 의미한다. 비치환된 C₂-C₅₀알키닐기의 예로는 아세틸레닐(acetylenyl) 등을 들 수 있다. 치환된 C₂-C₅₀알키닐기의 치환기는 상기 “치환된 A” 에 대한 설명을 참조한다.

[0101] 본 명세서 중 비치환된 C₁-C₅₀알콕시기는 -OY(단, Y는 상기 비치환된 C₁-C₅₀알킬기임)의 화학식을 가지며, 이의 구체적인 예로서 메톡시, 에톡시, 이소프로필옥시, 부톡시, 펜톡시 등을 들 수 있다. 치환된 C₁-C₅₀알콕시기의 치환기는 상기 “치환된 A” 에 대한 설명을 참조한다.

[0102] 본 명세서 중 비치환된 C₃-C₅₀시클로알킬기는 고리형 포화 탄화수소기를 가리키는 것으로서, 이의 구체예로는 시클로프로필, 시클로부틸, 시클로펜틸, 시클로헥실, 시클로옥틸 등을 들 수 있다. 치환된 C₃-C₅₀시클로알킬기의 치환기는 상기 “치환된 A” 에 대한 설명을 참조한다.

[0103] 본 명세서 중 비치환된 C₃-C₅₀시클로알케닐기는 하나 이상의 탄소 이중결합을 가지면서 방향족 고리가 아닌 고리형 불포화 탄화수소기를 의미한다. 비치환된 C₃-C₅₀시클로알케닐기의 예로는 시클로프로페닐(cyclopropenyl), 시

클로부테닐(cyclobutenyl), 시클로펜테닐, 시클로헥세닐, 시클로헵테닐, 1,3-시클로헥사디에닐기, 1,4-시클로헥사디에닐기, 2,4-시클로헵타디에닐기, 1,5-히클로옥타디에닐기 등을 들 수 있다. 치환된 C₃-C₅₀시클로알케닐기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0104] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아릴기는 탄소 원자수 5 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 (monovalent) 그룹을 의미하고 이것은 모노시클릭(monocyclic) 또는 폴리시클릭(polycyclic) 그룹 동일 수 있다. 폴리시클릭 그룹인 경우, 이에 포함된 2 이상의 고리는 서로 융합될(fused) 수 있다. 비치환된 C₅-C₆₀아릴기의 예로는 페닐(phenyl), 펜타레닐(pentalenyl), 인데닐(indenyl), 나프틸(naphtyl), 아줄레닐(azulenyl), 헵타레닐(heptalenyl), 인다세닐(indacenyl), 아세나프틸(acenaphtyl), 플루오레닐(fluorenyl), 스피로-플루오레닐, 페날레닐(phenalenyl), 페난트레닐(phenanthrenyl), 안트릴(anthryl), 플루오란테닐(fluoranthenyl), 트리페닐레닐(triphenylenyl), 피레닐(pyrenyl), 크리세닐(chrysenyl), 나프타세닐(naphthacenyl). 피세닐(picenyl), 페릴레닐(perylenyl), 펜타페닐(pentaphenyl), 헥사세닐(hexacenyl) 등을 들 수 있다. 치환된 C₅-C₃₀아릴기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0105] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기는 상기 C₅-C₆₀아릴기의 탄소 원자가 산소 연결기(-O-)를 통하여 부착된 1가 그룹을 의미한다. 치환된 C₅-C₆₀아릴옥시기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0106] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기는 상기 C₅-C₆₀아릴기의 탄소 원자가 황 연결기(-S-)를 통하여 부착된 1가 그룹을 의미한다. 비치환된 C₅-C₆₀아릴티오기의 예로는 페닐티오, 나프틸티오, 인다닐티오 및 인데닐티오 등을 들 수 있다. 치환된 C₅-C₆₀아릴티오기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0107] 본 명세서 중 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 포함한 고리를 하나 이상 포함하는 탄소 원자수 2 내지 60개의 1가 그룹을 의미하고 이것은 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹 동일 수 있다. 폴리시클릭 그룹일 경우, 이에 포함된 2 이상의 고리는 서로 융합될 수 있다. 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기의 구체예로는 피롤일(pyrrolyl), 이미다졸일(imidazolyl), 피라졸일(pyrazolyl), 피리디닐(pyridinyl), 피라지닐(pyrazinyl), 피리미디닐(pyrimidinyl), 피리다지닐(pyridazinyl), 이소인돌일(isoindolyl), 인돌일(indolyl), 인다졸일(indazolyl), 푸리닐(purinyl), 퀴놀리닐(quinolinyl), 벤조퀴놀리닐(benzoquinolinyl), 프탈라지닐(phthalazinyl), 나프티리디닐(naphthyridinyl), 퀴녹살리닐(quinoxaliny), 퀴나졸리닐(quinazoliny), 시놀리닐(cinnoliny), 카바졸일(carbazolyl), 페난트리닐(phenanthridinyl), 아크리디닐(acridinyl), 페난트롤리닐(phenanthrolinyl), 페나지닐(phenazinyl), 벤조옥사졸일(benzooxazolyl), 벤조이미다졸일(benzoimidazolyl), 푸라닐(furanyl), 벤조푸라닐(benzofuranyl), 티오펜(thiophenyl), 벤조티오펜(benzothiophenyl), 티아졸일(thiazolyl), 이소티아졸일(isothiazolyl), 벤조티아졸일(benzothiazolyl), 이소옥사졸일(isoxazolyl), 옥사졸일(oxazolyl), 트리아졸일, 테트라졸, 옥사디아졸일, 트리아지닐, 벤조옥사졸일(benzooxazolyl) 등을 들 수 있다. 치환된 C₂-C₆₀헤테로아릴기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0108] 본 명세서 중 비치환된 C₂-C₆₀축합다환기는 2 이상의 융합된 고리를 포함하는 탄소 원자수 2 내지 60개의 1가 그룹을 의미하고 이것은 폴리시클릭 그룹 동일 수 있다. 치환된 C₂-C₆₀축합다환기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0109] 본 명세서 중 비치환된 C₁-C₅₀알킬렌기는 알칸에서 수소 원자 2 개가 결여된 선형 및 분지형 구조의 2가 (divalent) 그룹을 의미한다. 비치환된 C₁-C₅₀알킬렌기의 예는 상기 비치환된 C₁-C₅₀알킬기의 예를 참조하여 이해될 수 있다. 치환된 C₁-C₅₀알킬렌기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

[0110] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기는 탄소 원자수 5 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미하고 이것은 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹일 수 있다. 비치환된 C₅-C₆₀아릴렌기의 구체예는 상기 비치환된 C₅-C₆₀아릴기의 예를 참조하여 이해될 수 있다. 치환된 C₅-C₆₀아릴렌기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.

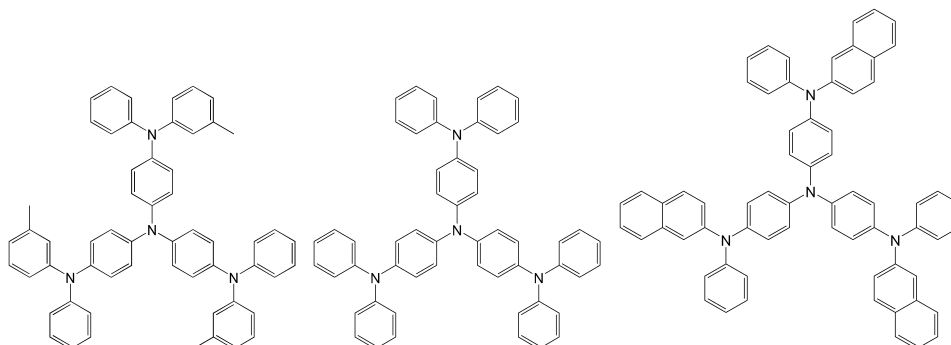
- [0111] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아틸렌옥시기는 상기 C₅-C₆₀아틸렌기의 탄소 원자가 산소 연결기(-O-)를 통하여 부착된 2가 그룹을 의미한다. 치환된 C₅-C₆₀아틸렌옥시기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.
- [0112] 본 명세서 중 비치환된 C₅-C₆₀아틸렌티오기는 상기 C₅-C₆₀아틸렌기의 탄소 원자가 황 연결기(-S-)를 통하여 부착된 2가 그룹을 의미한다. 치환된 C₅-C₆₀아틸렌티오기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.
- [0113] 본 명세서 중 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아틸렌기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 포함한 고리를 하나 이상 포함하는 탄소 원자수 2 내지 60개의 2가 그룹을 의미하고 이것은 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹 동일 수 있다. 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아틸렌기의 구체예는 상기 비치환된 C₂-C₆₀헤테로아틸렌기의 예를 참조하여 이해될 수 있다. 치환된 C₂-C₆₀헤테로아틸렌기의 치환기는 상기 “치환된 A”에 대한 설명을 참조한다.
- [0114] 상기 설명한 다층 구조의 정공수송층을 가지는 유기 발광 소자는, “서로 다른 에너지 레벨을 가지는 제1화합물과 제2화합물에 전하생성 능력을 가지는 제1전하생성물질이 도핑된 제1전하생성층 / 제1화합물과 제2화합물을 포함하는 제1혼합층 / 서로 다른 에너지 레벨을 가지는 제3화합물과 제4화합물에 전하생성 능력을 가지는 제2전하생성물질이 도핑된 제2전하생성층 / 제3화합물과 제4화합물을 포함하는 제2혼합층 / 버퍼층 / 발광층”을 구비할 수 있다.
- [0115] 여기서, 제1화합물(또는 제3화합물)과 제2화합물(또는 제4화합물)은 서로 독립적으로 트리아릴아민 구조, 카바졸 구조 및 플루오렌 구조를 가지므로 높은 유리 전이 온도 및/또는 용점을 가지면서 전자 주입에 대하여 안정하다. 따라서, 제1화합물(또는 제3화합물)과 제2화합물(또는 제4화합물)을 포함하는 정공 관련층이 유기 발광 소자의 한 쌍의 전극 사이에 개재될 경우, 유기 발광 소자의 구동시 한 쌍의 전극 사이의 유기층 중, 유기층들 사이, 또는 유기층과 전극 사이에 발생하는 줄 열에 대하여 높은 내열성을 가질 수 있다. 또한, 제1화합물(또는 제3화합물)과 제2화합물(또는 제4화합물)은 각각 플루오렌 고리를 본질적으로 포함하여 이를 포함하는 층은 높은 평탄화도를 가지고 이러한 층을 포함하는 유기 발광 소자는 우수한 전기적 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 제1화합물(또는 제3화합물)과 제2화합물(또는 제4화합물)의 혼합물이 발광층과 애노드 사이에 개재될 경우, 상기 구조를 가지는 유기 발광 소자는 발광층을 통과하여 전달될 수 있는 전자에 의하여 실질적으로 열화되지 않을 수 있다.
- [0116] 한편, 제2화합물(또는 제4화합물)은 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종이 본질적으로(essentially) 질소원자함유 그룹이고 상기 질소원자함유 그룹을 통하여 정공 이동도 조절이 용이하다. 따라서, 제2화합물(또는 제4화합물)을 포함하는 유기 발광 소자는 질소원자함유 그룹에 의해 전하(전자 및 정공) 균형(balance)이 극대화되어, 발광층에서의 발광 효율이 증가될 수 있다. 정공 이동 속도는 전자 이동 속도에 비하여 상대적으로 크므로 애노드로부터 주입된 정공이 전자에 비하여 발광층에 과다 주입될 수 있고, 이에 의해 발광층 중 엑시톤 형성 영역이 캐소드 쪽으로 치우치거나 과다 주입된 정공에 의하여 발광층 등의 유기층이 열화되어 유기 발광 소자의 수명이 감소될 수 있는데, 상기 제2화합물(또는 제4화합물)은 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종이 질소원자함유 그룹인 화합물이므로 이에 의해 정공 이동도가 제어됨으로써, 발광층에 도달하는 정공 및 전자의 균형이 극대화될 수 있고, 이로써 장수명 유기 발광 소자를 구현할 수 있다. 뿐만 아니라, 제2화합물(또는 제4화합물) 중의 질소원자함유 그룹에 의하여 발광층으로부터 확산(diffusion)된 전자가 안정화될 수 있다는 점에서 장수명 유기 발광 소자를 구현할 수 있다.
- [0117] 한편, 제2화합물(또는 제4화합물) 중의 질소원자함유 그룹은 상기 화학식 2의 중앙에 위치한 질소에 직접(directly) 결합되어 있는 것이 아니라, 플루오렌 고리 또는 Ar₃를 사이에 두고 화학식 2의 중앙에 위치한 질소와 결합되어 있는데, 이로써 R₁ 내지 R₅ 중 적어도 1종일 수 있는 질소원자함유 그룹이 질소와 직접 결합되지 않아 정공 이동 특성 같은 정공 관련 특성 변화를 방지할 수 있어, 유기 발광 소자의 효율이 향상될 수 있다.
- [0118] 따라서, 상기 제2화합물(또는 제4화합물)과 상기 제1화합물(또는 제3화합물)의 혼합물을 포함하는 제1혼합층(또는 제2혼합층)은 우수한 전기적 특성을 가지는 한편, 제2화합물(또는 제4화합물)에 의해 정공 이동도가 제어되고 발광층과의 계면에서 비발광 쿨링이 감소하여 유기 발광 소자의 효율 및 수명이 증가한다.
- [0119] 예를 들면 상기 유기 발광 소자는 제1전극 / 제1전하생성층 / 제1혼합층 / 제2전하생성층 / 제2혼합층 / 버퍼층 / 발광층 / 전자수송층 / 제2전극의 구조를 가질 수 있다.
- [0120] 상기 제1화합물의 최고 점유 분자 궤도(HOMO) 에너지 준위는 상기 제2화합물의 HOMO 에너지 준위보다 0.1eV 내

지 0.2eV 높고, 상기 제1화합물의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 에너지 준위는 상기 제2화합물의 LUMO 에너지 준위보다 0.1eV 내지 0.2eV 높을 수 있다. 제1화합물과 제2화합물의 HOMO 에너지 준위와 LUMO 에너지 준위의 차이가 상기 범위를 만족시킬 때, 구동 전압의 과도한 증가 없이 전자 트랩이 이루어져 주입된 전하의 이동 및 에너지 전이가 용이해지고 소자의 수명 특성 등이 향상될 수 있다.

- [0121] 예를 들면, 제1화합물의 HOMO 에너지 준위와 LUMO 에너지 준위는 각각 -4.7~-4.8eV, -0.9~-1.0eV이고, 제2화합물의 HOMO 에너지 준위와 LUMO 에너지 준위는 각각 -4.8~-4.9eV, -1.0~-1.1eV일 수 있다.
- [0122] 상기 제1화합물의 정공 이동도는 상기 제2화합물의 정공 이동도보다 높을 수 있다. 정공 이동도가 높은 제1화합물과 상대적으로 정공 이동도가 낮은 제2화합물이 혼합됨으로써, 정공 이동도가 제어되어 전하의 주입이 과다하게 되지 않음으로써 소자의 수명이 증가할 수 있다.
- [0123] 상기 제1화합물과 상기 제2화합물의 혼합 중량비는 6:4 내지 8:2일 수 있다. 제1화합물과 제2화합물의 혼합 중량비가 상기 범위를 만족시킬 경우, 정공 이동도가 제어되어 소자의 효율과 수명이 증가할 수 있다. 상기 제3화합물과 상기 제4화합물의 혼합 중량비는 6:4 내지 8:2일 수 있다. 제3화합물과 제2화합물의 혼합 중량비가 상기 범위를 만족시킬 경우, 정공 이동도가 제어되어 소자의 효율과 수명이 증가할 수 있다.
- [0124] 상기 제1혼합층과 상기 제2혼합층의 두께는 서로 독립적으로 40nm 내지 60nm일 수 있다. 제1혼합층과 제2혼합층의 두께가 상기 범위를 만족하는 경우 구동 전압이 크게 상승하지 않으면서 정공 이동도가 적절하게 제어될 수 있다.
- [0125] 상기 제1전하생성물질의 함량은 상기 제1전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부일 수 있다. 제1전하생성물질은 전하생성 물질로서 제1전하생성층에 균일하게(homogeneous) 분산되거나 또는 불균일하게 분포될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 제1전하생성물질의 함량이 상기 범위를 만족시키는 경우, 제1전하생성층에서 적절한 양의 전하가 생성된다.
- [0126] 상기 제2전하생성물질의 함량은 상기 제2전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부일 수 있다. 제2전하생성물질은 제2전하생성층에 균일하게 분산되거나 또는 불균일하게 분포될 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다. 제2전하생성물질의 함량이 상기 범위를 만족시키는 경우, 제2전하생성층에서 적절한 양의 전하가 생성된다.
- [0127] 상기 제1전하생성층 및 상기 제2전하생성층의 두께는 서로 독립적으로 10nm 내지 20nm일 수 있다. 제1전하생성층 및 제2전하생성층의 두께가 상기 범위를 만족하는 경우 구동 전압이 크게 상승하지 않으면서 적절한 양의 전하가 생성될 수 있다.
- [0128] 발광층과 제2혼합층 사이에는 버퍼층이 개재될 수 있다. 발광층과 제2혼합층이 서로 맞닿았을 경우 제2혼합층이 전자를 당길 수 있어 발광층의 수명이 감소할 수 있으므로, 버퍼층을 삽입하여 이러한 전자 당김을 방지하여 수명 향상에 기여할 수 있다. 또한 버퍼층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 효율을 증가시키는 역할을 할 수 있다.
- [0129] 상기 버퍼층은 정공 이동성이 우수한 상기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 버퍼층으로는 상기 제1화합물과 발광 호스트 재료를 혼합하여 제2혼합층의 HOMO 에너지 준위와 발광층 사이의 HOMO 에너지 준위 사이의 값을 가지게 하여 정공 수송을 어렵지 않게 할 수 있다.
- [0130] 상기 버퍼층의 두께는 0.1 내지 30nm일 수 있다. 버퍼층의 두께가 상기 범위를 만족할 경우, 구동 전압이 과도하게 증가하지 않고 발광층에서 방출된 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리의 보상에 의해 유기 발광 소자의 효율이 향상될 수 있다.
- [0131] 상기 제1혼합층과 상기 제1전하생성층은 서로 접촉할 수 있다. 상기 제1혼합층과 상기 제1전하생성층이 서로 접촉할 경우, 전하 밸런스가 향상될 수 있다.
- [0132] 상기 제2혼합층과 상기 제2전하생성층은 서로 접촉할 수 있다. 상기 제2혼합층과 상기 제2전하생성층이 서로 접촉할 경우, 전하 밸런스가 향상될 수 있다.
- [0133] 일 측면에 따른 유기 발광 소자는 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재되는 정공 저지층, 전자수송층, 전자주입층, 및 전자수송 기능과 전자주입 기능을 동시에 갖는 기능층 중 적어도 1층을 포함할 수 있다.
- [0134] 예를 들면, 상기 유기 발광 소자는, “제1전극 / 제1화합물과 제2화합물의 혼합물에 제1전하생성물질이 도핑된 제1전하생성층 / 제1화합물과 제2화합물을 사용한 제1혼합층 / 제3화합물과 제4화합물의 혼합물에 제2전하생성물질이 도핑된 제2전하생성층 / 제3화합물과 제4화합물을 사용한 제2혼합층 / 버퍼층 / 발광층 / 전자수송층 /

전자주입층 / 제2전극”의 구조를 가질 수 있다.

- [0135] 도 1은 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자(100)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자의 구조 및 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0136] 유기 발광 소자(100)는 기관(110), 제1전극(120), 정공주입층(130), 제1전하생성층(141), 제1혼합층(142), 제2전하생성층(143), 제2혼합층(144), 버퍼층(150), 발광층(160), 전자수송층(170), 전자주입층(180) 및 제2전극(190)을 차례로 구비한다.
- [0137] 상기 기관(110)으로는, 통상적인 유기 발광 소자에서 사용되는 기관을 사용할 수 있는데, 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리 기관 또는 투명 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0138] 상기 제1전극(120)은 기관 상부에 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(120)이 애노드일 경우, 정공주입이 용이하도록 제1전극용 물질은 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다. 상기 제1전극(120)은 반사형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 제1전극용 물질로는 투명하고 전도성이 우수한 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO₂), 산화아연(ZnO) 등을 이용할 수 있다. 또는, 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag)등을 이용하면, 상기 제1전극(12)을 반사형 전극으로 형성할 수도 있다. 상기 제1전극(120)은 서로 다른 2종의 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(120)을 서로 다른 2종의 물질을 포함한 2층 구조로 형성할 수 있는 등 다양한 변형예가 가능하다.
- [0139] 상기 제1전극(120) 상부로는 정공주입층(130)이 구비되어 있다. 원하는 목적에 따라, 상기 정공주입층(130)은 생략할 수도 있다.
- [0140] 정공주입층(130)은 상기 제1전극(130) 상부에 상술한 바와 같은 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0141] 진공 증착법에 의하여 정공주입층을 형성하는 경우, 그 증착 조건은 정공주입층의 재료로서 사용하는 화합물, 목적으로 하는 정공주입층의 구조 및 열적 특성 등에 따라 다르지만, 예를 들면, 증착온도 약 100℃ 내지 약 500℃, 진공도 약 10⁻⁸ 내지 약 10⁻³ torr, 증착 속도 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0142] 습식 공정으로서, 스핀 코팅법에 의하여 정공주입층을 형성하는 경우, 그 코팅 조건은 정공주입층의 재료로서 사용하는 화합물, 목적하는 하는 정공주입층의 구조 및 열적 특성에 따라 상이하지만, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도, 코팅 후 용매 제거를 위한 열처리 온도는 약 80℃ 내지 200℃의 온도 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0143] 정공주입층 물질로는 공지된 정공주입 재료를 사용할 수 있는데, 예를 들면, 구리프탈로시아닌 등과 같은 프탈로시아닌 화합물, m-MTDATA(하기 화학식 참조), TDATA(하기 화학식 참조), 2-TNATA(하기 화학식 참조), Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid: 폴리아닐린/도데실벤젠술포산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트)), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid: 폴리아닐린/캄페르술포산) 또는 Pani/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트))등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.



[0144]

- | [0145] | m-MTDATA | TDATA | 2-TNATA |
|--------|---|-------|---------|
| [0146] | 상기 정공주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 정공주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공주입 특성을 얻을 수 있다. | | |
| [0147] | 다음으로 상기 정공주입층(130) 상부에 정공수송층(140)을 형성할 수 있다. 정공수송층(140)은 제1전하생성층(141), 제1혼합층(142), 제2전하생성층(143) 및 제2혼합층(144)이 차례로 적층된 구조를 가진다. | | |
| [0148] | 먼저, 상기 정공주입층(130) 상부에 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등을 이용하여 제1전하생성층(141)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 텅법에 의하여 제1전하생성층(141)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. | | |
| [0149] | 제1전하생성층(141)의 재료로는 제1화합물과 제2화합물의 혼합물에 제1전하생성물질을 도핑하여 사용할 수 있다. 제1화합물과 제2화합물의 중량비는 6:4 내지 8:2로 사용하고, 제1전하생성물질의 함량은 제1전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부를 사용할 수 있다. | | |
| [0150] | 상기 제1전하생성층(141)의 두께는 10nm 내지 20nm일 수 있다. 상기 제1전하생성층(141)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공수송 특성과 적절한 양의 전하를 얻을 수 있다. | | |
| [0151] | 상기 제1전하생성층(141) 상부에 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등을 이용하여 제1혼합층(142)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 텅법에 의하여 제1혼합층(142)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. | | |
| [0152] | 제1혼합층(142)의 재료로는 제1화합물과 제2화합물의 혼합물을 사용할 수 있다. 제1화합물과 제2화합물의 중량비는 6:4 내지 8:2로 사용할 수 있다. | | |
| [0153] | 상기 제1혼합층(142)의 두께는 40nm 내지 60nm일 수 있다. 상기 제1혼합층(142)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공수송 특성과 정공 이동도를 얻을 수 있다. | | |
| [0154] | 상기 제1혼합층(142) 상부에 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등을 이용하여 제2전하생성층(143)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 텅법에 의하여 제2전하생성층(143)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. | | |
| [0155] | 제2전하생성층(143)의 재료로는 제3화합물과 제4화합물의 혼합물에 제2전하생성물질을 도핑하여 사용할 수 있다. 제3화합물과 제4화합물의 중량비는 6:4 내지 8:2로 사용하고, 제2전하생성물질의 함량은 제2전하생성층 100 중량부 기준으로 1 내지 3 중량부를 사용할 수 있다. | | |
| [0156] | 상기 제2전하생성층(143)의 두께는 10nm 내지 20nm일 수 있다. 상기 제2전하생성층(143)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공수송 특성과 적절한 양의 전하를 얻을 수 있다. | | |
| [0157] | 상기 제2전하생성층(143) 상부에 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등을 이용하여 제2혼합층(144)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 텅법에 의하여 제2혼합층(144)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. | | |
| [0158] | 제2혼합층(144)의 재료로는 제3화합물과 제4화합물의 혼합물을 사용할 수 있다. 제3화합물과 제4화합물의 중량비는 6:4 내지 8:2로 사용할 수 있다. | | |
| [0159] | 상기 제2혼합층(144)의 두께는 40nm 내지 80nm일 수 있다. 상기 제2혼합층(144)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공수송 특성과 정공 이동도를 얻을 수 있다. | | |

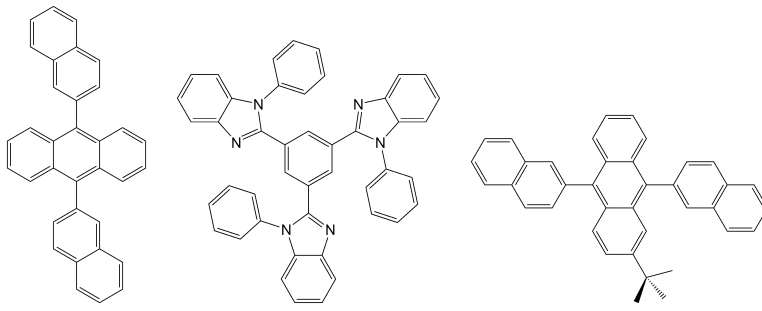
[0160] 상기 제2혼합층(144)의 상부에는 버퍼층(150)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 텅법에 의하여 버퍼층(150)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0161] 버퍼층(150)의 재료로는 상기 제1화합물을 사용할 수 있다. 또는, 전술한 대로 상기 제1화합물과 발광 호스트 재료를 혼합하여 사용할 수 있다.

[0162] 상기 버퍼층(150)의 두께는 0.1 내지 30nm일 수 있다. 상기 버퍼층(150)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 구동 전압이 과도하게 증가하지 않고 발광층(160)에서 방출된 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리의 보상에 의해 유기 발광 소자의 효율이 향상될 수 있다.

[0163] 상기 버퍼층(150)의 상부에는 발광층(160)을 형성할 수 있다. 진공증착법 및 스핀코팅법에 의해 발광층(160)을 형성하는 경우, 그 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0164] 상기 발광층(160)은 공지의 인광 호스트, 형광 호스트, 인광 도펀트 또는 형광 도펀트를 포함할 수 있다. 공지의 호스트로서는, 예를 들면 CBP(4,4'-N,N'-디카바졸-비페닐), ADN(9, 10-디-나프탈렌-2-일-안트라센, 하기 화학식 참조), TPBI(하기 화학식 참조), TBADN(하기 화학식 참조) E3(하기 화학식 참조), 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



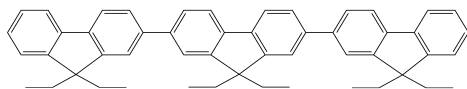
[0165]

ADN

TPBI

TBADN

[0166]

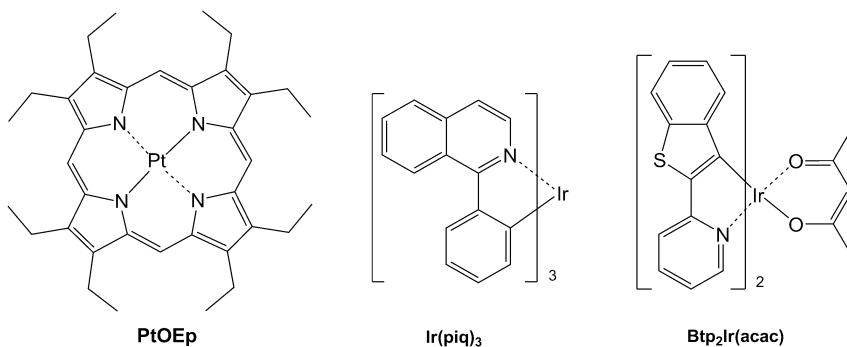


E3

[0167]

[0168]

[0169] 한편, 적색 도펀트로서 PtOEP(하기 화학식 참조), Ir(piq)₃(하기 화학식 참조) Btp₂Ir(acac)(하기 화학식 참조) 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



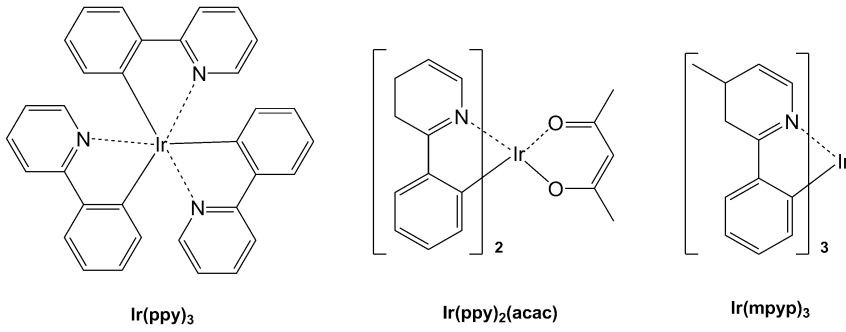
PtOEP

Ir(piq)₃

Btp₂Ir(acac)

[0170]

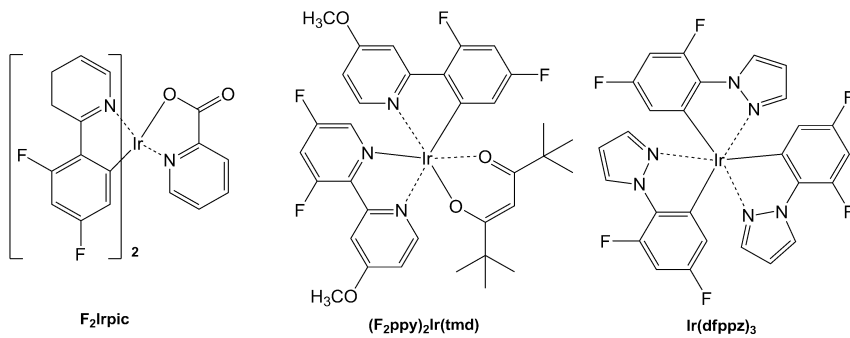
[0171] 또한, 녹색 도펀트로서, Ir(ppy)₃(ppy = 페닐피리딘, 하기 화학식 참조), Ir(ppy)₂(acac)(하기 화학식 참조), Ir(mppy)₃(하기 화학식 참조) 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



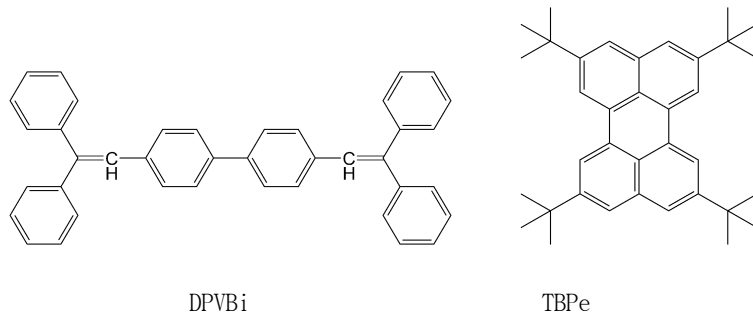
[0172]

[0173]

청색 도펀트로서, F₂Irpic(하기 화학식 참조), (F₂ppy)₂Ir(tmd)(하기 화학식 참조), Ir(dfppz)₃(하기 화학식 참조), DPVBi(하기 화학식 참조), DPAVBi(4,4'-비스(4-디페닐아미노스타릴) 비페닐, 하기 화학식 참조), 2,5,8,11-테트라-*tert*-부틸 페릴렌 (TBPe, 하기 화학식 참조) 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

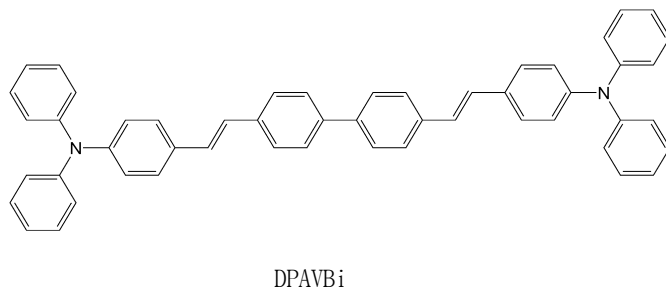


[0174]



[0175]

[0176]



[0177]

[0178]

[0179]

[0180]

[0181]

상기 발광층(160)이 호스트 및 도펀트를 포함할 경우, 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부를 기준으로 하여 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

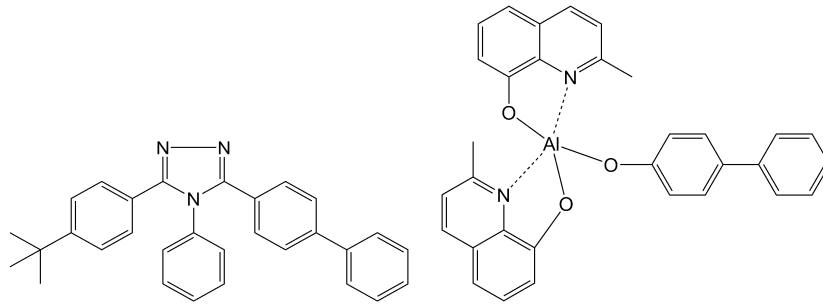
상기 발광층(160)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 상기 발광층(15)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

발광층(160)에 인광 도펀트가 포함될 경우에는 삼중항 여기자 또는 정공이 전자수송층(170)으로 확산되는 현상을 방지하기 위하여, 상기 정공수송층(170)과 발광층(160) 사이에 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등과 같은 방법을 이용하여 정공 저지층(HBL, 도 1에는 미도시함)을 형성할 수 있다. 진공증착법 및 스펀코팅법에 의해 정공 저지층을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의

형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 될 수 있다. 공지의 정공 저지 재료도 사용할 수 있는데, 이의 예로는, 옥사디아졸 유도체나 트리아졸 유도체, 페난트롤린 유도체 등을 들 수 있다.

[0182] 상기 정공 저지층의 두께는 약 50Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 300Å일 수 있다. 상기 정공 저지층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 정공 저지 특성을 얻을 수 있다.

[0183] 다음으로 진공증착법, 습식 공정, 레이저 전사법 등의 다양한 방법을 이용하여 전자수송층(170)을 형성한다. 전자수송층은 공지된 전자수송 재료를 사용할 수 있다. 공지된 전자수송 재료는 예를 들면 퀴놀린 유도체, 특히 트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄(Alq₃), TAZ(하기 화학식 참조), BAlq(하기 화학식 참조), 베릴륨 비스(벤조퀴놀리-10-노에이트)(beryllium bis(benzoquinolin-10-olate: Bebq₂) 등이 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



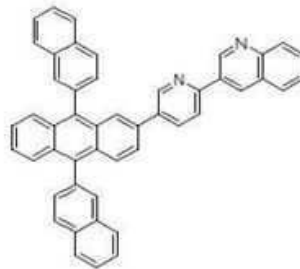
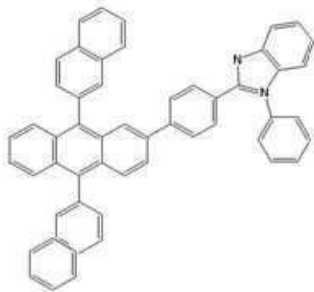
[0184] TAZ

BAlq

[0186] 상기 전자수송층(170)은 하기와 같은 전자수송성 유기 화합물을 포함할 수 있다. 전자수송성 유기 화합물의 비제한적인 예로는, ADN(9,10-디(나프탈렌-2-일)안트라센); 및 하기 화합물 601 및 602와 같은 안트라센계 화합물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0187] <화합물 601>

<화합물 602>



[0188] 전자수송층(170)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 전자수송층(170)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자수송 특성을 얻을 수 있다. 진공증착법 및 스펀코팅법에 의해 전자수송층(170)을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0190] 전자수송층(170) 상부에 음극으로부터 전자의 주입을 용이하게 하는 기능을 가지는 물질인 전자주입층(180)이 적층될 수 있다. 상기 전자주입층(180) 형성 재료로는 LiF, NaCl, CsF, Li₂O, BaO, LIQ 등과 같은 전자주입층 형성 재료로서 공지된 임의의 물질을 사용할 수 있다. 상기 전자주입층(180)의 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층(130)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0191] 상기 전자주입층(180)의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자주입층(180)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자주입 특성을 얻을 수 있다.

[0192] 상기 전자주입층(180) 상부로는 투과형 전극인 제2전극(190)이 구비되어 있다. 상기 제2전극(190)은 전자주입 전극인 캐소드(Cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극 형성용 금속으로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합

금, 전기전도성 화합물 및 이들의 혼합물을 사용할 수 있다. 구체적인 예로서는 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag)등을 박막으로 형성하여 투과형 전극을 얻을 수 있다. 한편, 전면 발광 소자를 얻기 위하여 ITO, IZO를 이용한 투과형 전극을 형성할 수 있는 등, 다양한 변형이 가능하다.

[0193] 이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1을 참조하여 설명하였으나, 상기 유기 발광 소자가 도 1에 한정되는 것은 아니다.

[0194] 도 2는 일 구현예에 따른 유기 발광 소자(200)의 에너지 레벨을 나타낸 것이다.

[0195] 상기 유기 발광 소자는 제1전하생성층(241), 제1혼합층(242), 제2전하생성층(243), 제2혼합층(244), 버퍼층(250), 발광층(260), 전자수송층(270) 및 전자주입층(280)을 포함한다. 제1전하생성층(241)은 제1화합물, 제2화합물 및 제1전하생성물질들을 포함하고, 제2전하생성층(243)은 제3화합물, 제4화합물 및 제2전하생성물질들을 포함하므로, 두 층은 서로 유사한 수준의 HOMO 에너지 준위 및 LUMO 에너지 준위를 가진다. 두 층에는 각각 제1전하생성물과 제2전하생성물질이 포함되어 있는데 이들의 HOMO 에너지 준위 및 LUMO 에너지 준위는 점선으로 표시되었다. 제1전하생성물과 제2전하생성물질의 HOMO 에너지 준위 및 LUMO 에너지 준위는 상대적으로 크게 낮아 제1전하생성층(241)과 제2전하생성층(243)에서 구동 전압을 감소시켜 줄 수 있다.

[0196] 제1혼합층(242)은 제1화합물 및 제2화합물을 포함하고, 제2혼합층(244)은 제3화합물 및 제4화합물을 포함하여 두 층은 서로 유사한 수준의 HOMO 에너지 준위 및 LUMO 에너지 준위를 가진다.

[0197] 상기 유기 발광 소자는 트랜지스터를 포함한 평판 표시 장치에 포함될 수 있다. 소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 상기 다층 구조의 정공수송층을 포함하는 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된 평판 표시 장치가 제공된다.

[0198] 상기 트랜지스터의 활성층은 비정질 실리콘층, 결정질 실리콘층, 유기 반도체층, 산화물 반도체층 등으로 다양한 변형이 가능하다.

[0199] 이하에서, 실시예를 들어 본 발명의 일 구현예를 따른 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 본 발명이 하기의 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0200] **실시예 1**

[0201] 애노드로는 코닝사(Corning)의 15Ω/cm(1200Å) ITO 유리 기판을 50mm×50mm×0.7mm 크기로 잘라 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각각 5분간 초음파 세정한 후 30분간 자외선을 조사하고, 오존에 노출시켜 세정한 후, 진공 증착 장치에 상기 ITO 유리 기판을 장착하였다.

[0202] 상기 ITO 유리 상부에 상기 화합물 301, 상기 화합물 35 및 상기 화합물 502를 60:40:1의 중량비로 진공 공증착하여 100Å 두께의 제1전하생성층을 형성한 다음, 상기 제1전하생성층 상부에 상기 화합물 301 및 상기 화합물 35를 60:40의 중량비로 진공 공증착하여 400Å 두께의 제1혼합층을 형성하고, 상기 제1혼합층 상부에 상기 화합물 301, 상기 화합물 35 및 상기 화합물 502를 60:40:1의 중량비로 진공 공증착하여 100Å 두께의 제2전하생성층을 형성하고, 상기 제2전하생성층 상부에 상기 화합물 301 및 상기 화합물 35를 60:40의 중량비로 진공 공증착하여 400Å 두께의 제2혼합층을 형성하였다.

[0203] 상기 제2혼합층 상부에 화합물 301을 진공 증착하여 230Å 두께의 버퍼층을 형성하였다.

[0204] 상기 버퍼층 상부에 ADN 및 DPVBi를 중량비 98:2의 중량비로 동시 증착함으로써 300Å 두께의 발광층을 형성하였다.

[0205] 이어서, 상기 발광층 상부에 Alq₃를 진공 증착하여 300Å 두께의 전자수송층을 형성하였다.

[0206] 상기 전자수송층 상부에 할로겐화 알칼리 금속인 LiF를 진공 증착하여 10Å 두께의 전자주입층을 형성한 다음 Al을 3000Å 음극 전극) 두께로 진공 증착하여 LiF/Al 전극을 형성함으로써, 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0207] **실시예 2**

[0208] 제1전하생성층 및 제2전하생성층 형성시, 상기 화합물 301, 상기 화합물 35 및 상기 화합물 502를 70:30:1의 중량비로 이용하였다는 것과 제1혼합층 및 제2혼합층 형성시, 상기 화합물 301 및 상기 화합물 35를 70:30의 중량비로 이용하였다는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0209] **실시예 3**

[0210] 제1전하생성층 및 제2전하생성층 형성시, 상기 화합물 301, 상기 화합물 35 및 상기 화합물 502를 70:30:3의 중량비로 이용하였다는 것과 제1혼합층 및 제2혼합층 형성시, 상기 화합물 301 및 상기 화합물 35를 70:30의 중량비로 이용하였다는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0211] **실시예 4**

[0212] 제1전하생성층 및 제2전하생성층 형성시, 상기 화합물 301, 상기 화합물 35 및 상기 화합물 502를 80:20:1의 중량비로 이용하였다는 것과 제1혼합층 및 제2혼합층 형성시, 상기 화합물 301 및 상기 화합물 35를 80:20의 중량비로 이용하였다는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0213] **비교예 1**

[0214] 버퍼층을 형성하지 않았다는 것을 제외하고는 상기 실시예 2와 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0215] **비교예 2**

[0216] 상기 ITO 유리 상부에, 제1전하생성층, 제1혼합층, 제2전하생성층, 및 제2혼합층을 형성하는 대신, 2-TNATA를 진공 증착하여 600Å 두께의 단일 정공주입층을 형성하였다는 것을 제외하고는 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0217] **평가예**

[0218] 상기 실시예 1~4 및 비교예 1~2의 유기 발광 소자에 대하여, PR650 (Spectroscan) Source Measurement Unit(PhotoResearch사 제품)을 이용하여 구동전압, CIE 색도의 y값, 발광효율, 수명을 평가하였고 그 결과를 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

구분	구동전압(V)	CIE _y	효율/y	반감수명 (hr@100mA/cm ²)
실시예 1	5.9	0.062	106.1	59.0
실시예 2	5.6	0.057	95.3	68.0
실시예 3	5.2	0.050	97.9	76.0
실시예 4	5.3	0.050	100.4	56.0
비교예 1	5.2	0.057	98.0	6.0
비교예 2	5.2	0.052	72.8	26.0

[0220] 상기 표 1을 참조하면, 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 경우(실시예 1~4)에는 버퍼층을 형성하지 않거나 다층 구조가 아닌 정공수송층을 구비한 유기 발광 소자의 경우(비교예 1~2)에 비해 유기 발광 소자의 수명이 향상됨을 알 수 있다.

[0221] 도 3은 실시예 1~4 및 비교예 1~2의 유기 발광 소자의 수명 특성을 나타낸 그래프이다. 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 유기 발광 소자의 경우(실시예 1~4)에는 버퍼층을 형성하지 않거나 다층 구조가 아닌 정공수송층을 구비한 유기 발광 소자의 경우(비교예 1~2)에 비해 수명이 약 3~12배 이상 증가하였다는 것을 알 수 있다.

[0222] 다시 표 1을 참조하면, 본 발명에 따른 유기 발광 소자(실시예 1~4)는 다층 구조가 아닌 정공수송층을 구비한 유기 발광 소자(비교예 2)에 비해 발광효율이 약 30% 증가함을 알 수 있다.

[0223] 본 발명에 대하여 상기 실시예를 참조하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명에 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사항에 의하여 정해져야 할 것이다.

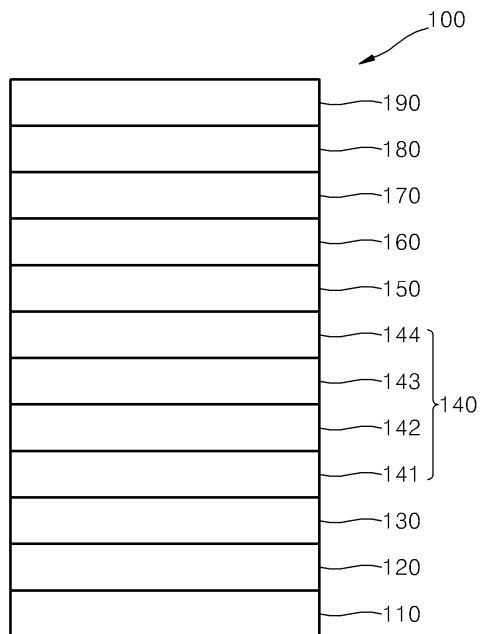
부호의 설명

[0224] 100, 200: 유기 발광 소자

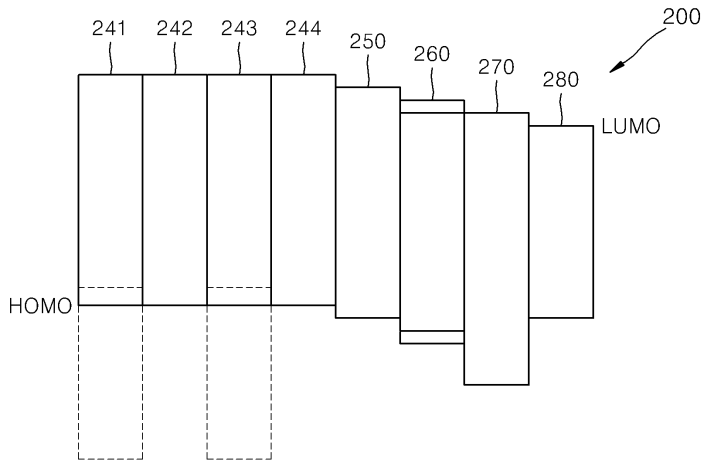
- 110: 기판
- 120: 제1전극
- 130, 230: 정공 주입층
- 140, 240: 정공 수송층
- 141, 241: 제1전하생성층
- 142, 242: 제1층
- 143, 243: 제2전하생성층
- 144, 244: 제2층
- 150, 250: 버퍼층
- 160, 260: 발광층
- 170, 270: 전자 수송층
- 180, 280: 전자 주입층
- 190: 제2전극

도면

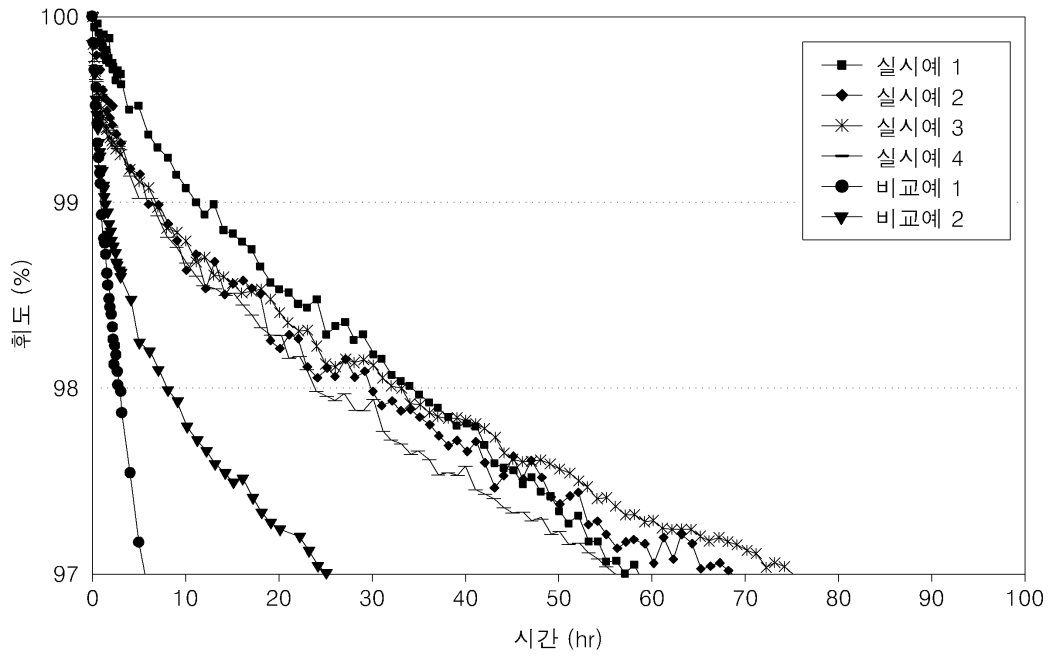
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	一种有机发光器件，包括具有多层结构的空穴传输层和包括该有机发光器件的平板显示装置		
公开(公告)号	KR101927943B1	公开(公告)日	2018-12-12
申请号	KR1020110128526	申请日	2011-12-02
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	KHO SAM IL 고삼일 PARK MIE HWA 박미화 JEONG HYE IN 정혜인 KWAK YOON HYUN 박윤현 SHIN DAE YUP 신대엽 LEE KWAN HEE 이관희		
发明人	고삼일 박미화 정혜인 박윤현 신대엽 이관희		
IPC分类号	H01L51/00 C07D209/82		
CPC分类号	H01L51/0072 H01L51/0059 H01L51/0061 H01L51/0067 H01L51/5064 C07D209/82 C07D209/86 C07D401/12 C07D401/14 C07D403/12 H01L51/006		
其他公开文献	KR1020130062103A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

第一电极;面向第一电极的第二电极;发光层介于第一电极和第二电极之间;第一混合层，介于发光层和第一电极之间，包括第一化合物和第二化合物;第二混合层，介于发光层和第一混合层之间，包括第三化合物和第四化合物;第一电荷产生层，介于第一混合层和第一电极之间，并包括第一化合物，第二化合物和第一电荷产生材料;第二电荷产生层，介于第一混合层和第二混合层之间，并包括第三化合物，第四化合物和第二电荷产生材料;并且，在发光层和第二混合层之间插入缓冲层，其中第一化合物和第三化合物彼此独立地包括由下式(1)表示的化合物，和第二化合物和第四化合物由下式(2)表示的化合物： $\text{Ar}1$ 至 $\text{Ar}3$ ， a 至 d ， $R1$ 至 $R5$ 和 $R11$ 至 $R23$ ； $\text{Ar}11$ 和 $\text{Ar}12$ ， e 和 f ， $R51$ 至 $R59$ 和 $R61$ 至 $R69$ 参考本发明的详细描述。

