



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0014443
(43) 공개일자 2022년02월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 51/00 (2006.01) C07F 7/08 (2006.01)
H01L 51/50 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 51/0094 (2013.01)
C07F 7/0816 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0093323
(22) 출원일자 2020년07월27일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성디스플레이 주식회사
경기도 용인시 기흥구 삼성로1 (농서동)
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
전미은
경기도 화성시 동탄공원로 21-12 (능동, 푸른마
을포스코더샵아파트) 901동702호
정혜인
경기도 수원시 권선구 권선로694번길 26 (권선동
, 권선SKVIEW) 105동 1203호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 고려

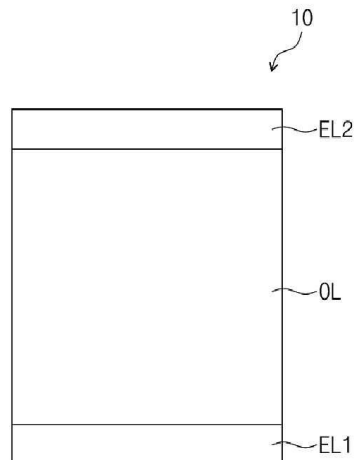
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자 및 유기 전계 발광 소자용 다환 화합물

(57) 요약

일 실시예의 유기 전계 발광 소자는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치된 유기층 및 유기층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고, 유기층은 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 포함하여 높은 발광 효율을 나타낼 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 51/5024 (2013.01)

H01L 51/5036 (2013.01)

H01L 51/5048 (2013.01)

(72) 발명자

권순기

경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 101동 1103
호 (가좌동, 가좌제일풍경채)

김윤희

경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 101동 1103
호 (가좌동, 가좌제일풍경채)

김유현

경남 창원시 마산회원구 구암북9길 27

명세서

청구범위

청구항 1

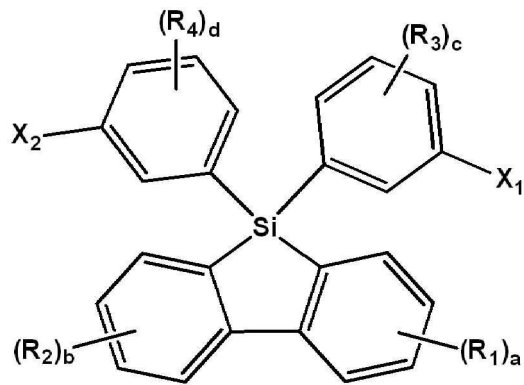
제1 전극;

상기 제1 전극 상에 배치된 유기층; 및

상기 유기층 상에 배치된 제2 전극; 을 포함하고,

상기 유기층은 하기 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아민기, 적어도 하나의 아민기를 치환기로 가지는 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 적어도 하나의 N을 포함하는 헤테로아릴기이고,

R_1 내지 R_4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

a 내지 d는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 유기층은

상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역;

상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층; 및

상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역을 포함하고,

상기 정공 수송 영역, 발광층 및 전자 수송 영역 중 적어도 어느 하나의 층에 상기 다환 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 3

제 2항에 있어서,
상기 발광층은 제1 화합물 및 제2 화합물을 포함하고,
상기 제1 화합물은 상기 다환 화합물인 유기 전계 발광 소자.

청구항 4

제 3항에 있어서,
상기 발광층은 청색 광을 방출하는 열활성 지연 형광 발광층인 유기 전계 발광 소자.

청구항 5

제 3항에 있어서,
상기 발광층은 청색 광을 방출하는 인광 발광층인 유기 전계 발광 소자.

청구항 6

제 2항에 있어서,
상기 전자 수송 영역은
상기 발광층 상에 배치된 전자 수송층 및
상기 전자 수송층 상에 배치된 전자 주입층을 포함하고,
상기 전자 수송층 또는 상기 전자 주입층은 상기 다환 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

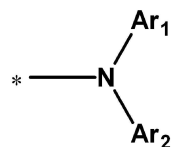
청구항 7

제 2항에 있어서,
상기 정공 수송 영역은
상기 제1 전극 상에 배치된 정공 주입층 및
상기 정공 주입층 상에 배치된 정공 수송층을 포함하고,
상기 정공 주입층 또는 상기 정공 수송층은 상기 다환 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자.

청구항 8

제 1항에 있어서,
상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

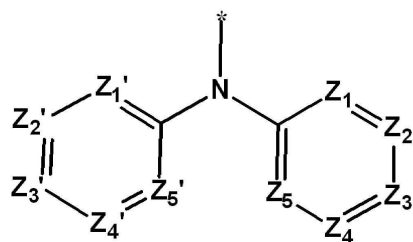
Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성한다.

청구항 9

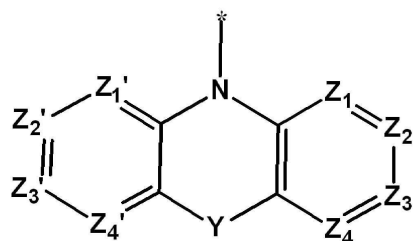
제 8항에 있어서,

상기 화학식 2는 하기 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로 표시되는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 2-1]



[화학식 2-2]



상기 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서,

Y는 직접 결합, $CR_{10}R_{11}$, O, S, $SiR_{12}R_{13}$, 또는 $GeR_{14}R_{15}$ 이고,

R_{10} 내지 R_{15} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

Z_1 내지 Z_5 및 Z_1' 내지 Z_5' 는 각각 독립적으로 N 또는 CR_8 이고,

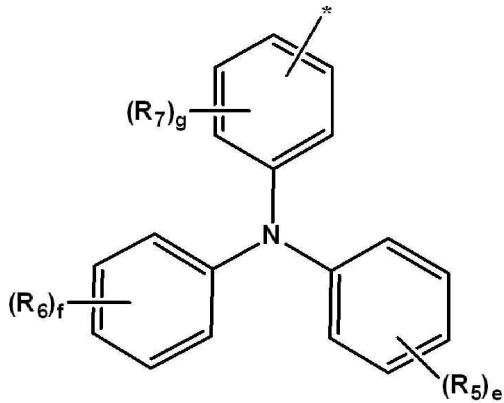
R_8 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3으로 표시되는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 3]



상기 화학식 3에서,

R_5 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성하고,

e 및 f 는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이며,

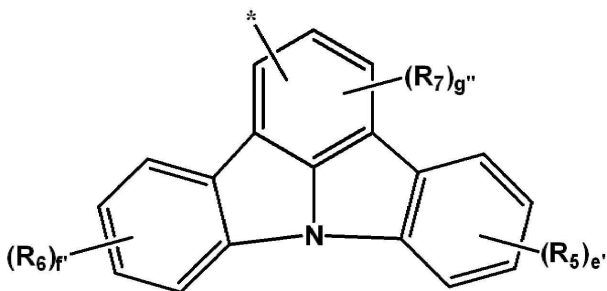
g 는 0 이상 4 이하의 정수이다.

청구항 11

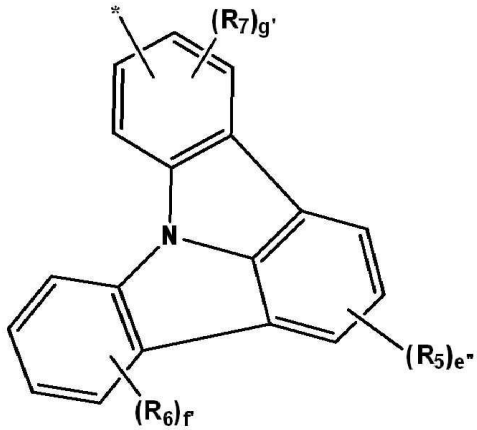
제 10항에 있어서,

상기 화학식 3은 하기 화학식 3-1 또는 화학식 3-2로 표시되는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 3-1]



[화학식 3-2]



상기 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서,

e' 및 f' 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고,

e'' , 및 g' 는 각각 독립적으로 0 이상 3 이하의 정수이고,

g'' 는 0 이상 2 이하의 정수이며,

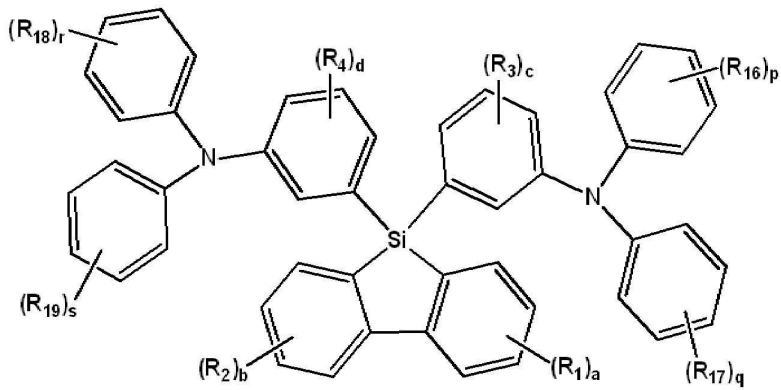
R_5 내지 R_7 은 화학식 3에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 12

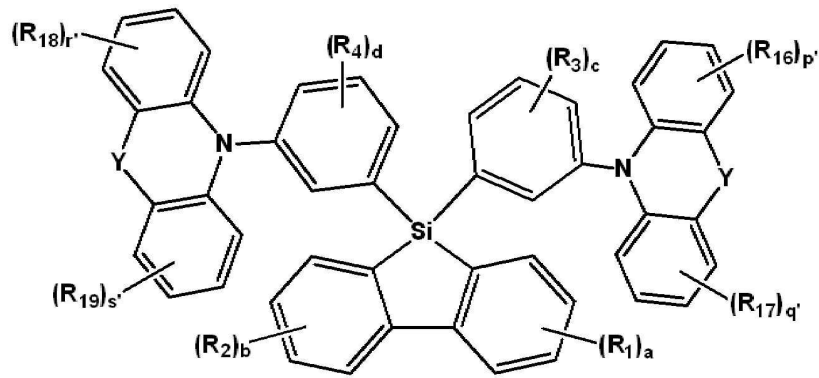
제 1항에 있어서,

상기 화학식 1은 하기 화학식 4-1 또는 화학식 4-2로 표시되는 유기 전계 발광 소자:

[화학식 4-1]



[화학식 4-2]



상기 화학식 4-1 및 화학식 4-2에서,

Y는 직접 결합, $CR_{10}R_{11}$, O, S, $SiR_{12}R_{13}$, 또는 $GeR_{14}R_{15}$ 이고,

R_{16} 내지 R_{19} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

p 내지 s는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고,

p' 내지 s'는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이며,

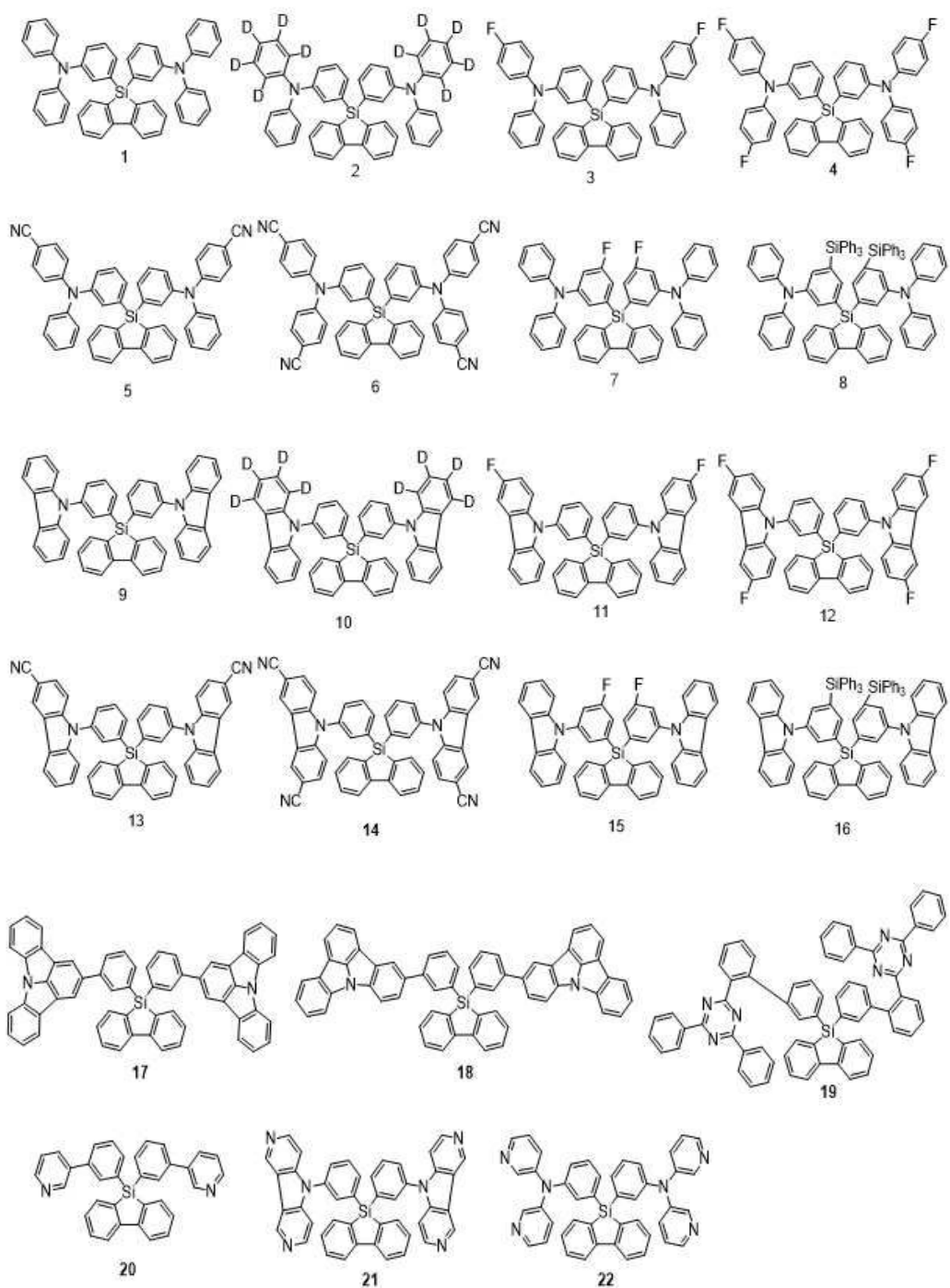
R_1 내지 R_4 및 a 내지 d는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 13

제 1항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 어느 하나인 유기 전계 발광 소자:

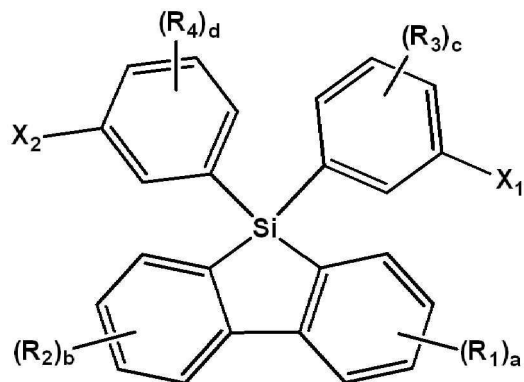
[화합물군 1]



청구항 14

하기 화학식 1로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 1]



상기 화학식 1에서,

X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아민기, 적어도 하나의 아민기를 치환기로 가지는 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 적어도 하나의 N을 포함하는 헤테로아릴기이고,

R_1 내지 R_4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

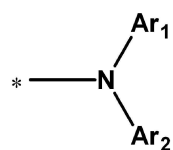
a 내지 d는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 2로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

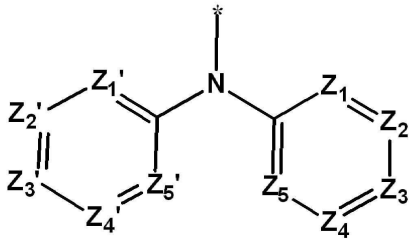
Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성한다.

청구항 16

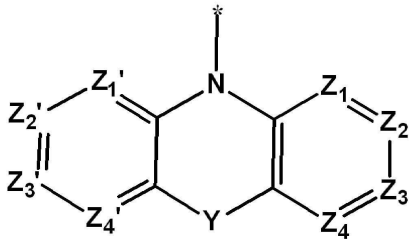
제 15항에 있어서,

상기 화학식 2는 하기 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 2-1]



[화학식 2-2]



상기 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서,

Y는 직접 결합, $CR_{10}R_{11}$, O, S, $SiR_{12}R_{13}$, 또는 $GeR_{14}R_{15}$ 이고,

R_{10} 내지 R_{15} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

Z_1 내지 Z_5 및 Z_1' 내지 Z_5' 는 각각 독립적으로 N 또는 CR_8 이고,

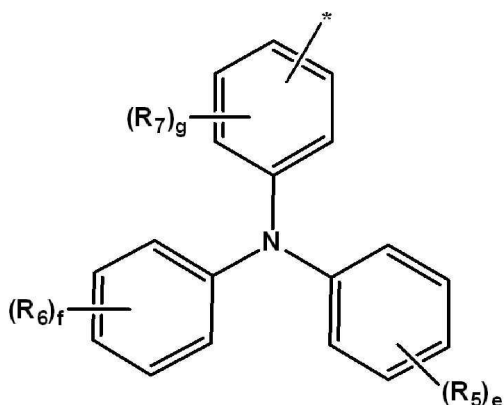
R_8 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다.

청구항 17

제 14항에 있어서,

상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3으로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 3]



상기 화학식 3에서,

R_5 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성하고,

e 및 f 는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이며,

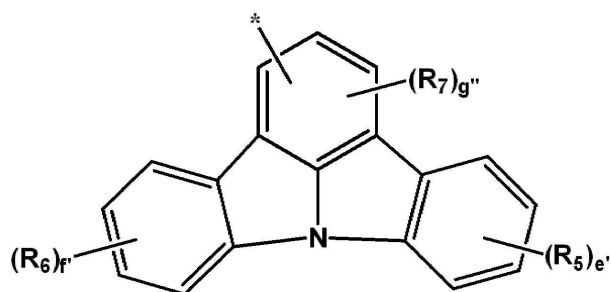
g 는 0 이상 4 이하의 정수이다.

청구항 18

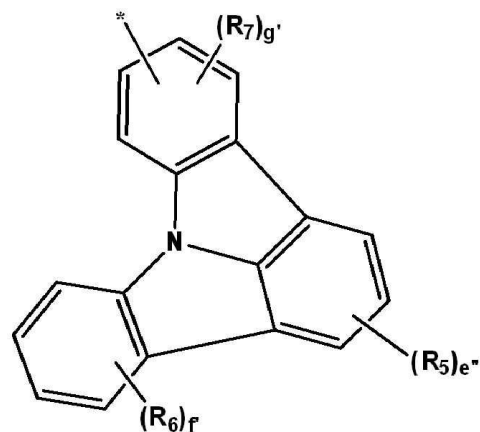
제 17항에 있어서,

상기 화학식 3은 하기 화학식 3-1 또는 화학식 3-2로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 3-1]



[화학식 3-2]



상기 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서,

e' 및 f' 는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고,

e'' , 및 g' 는 각각 독립적으로 0 이상 3 이하의 정수이고,

g'' 는 0 이상 2 이하의 정수이며,

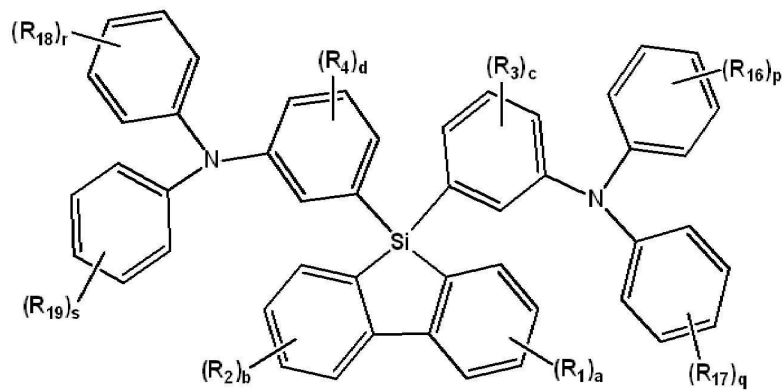
R_5 내지 R_7 은 화학식 3에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 19

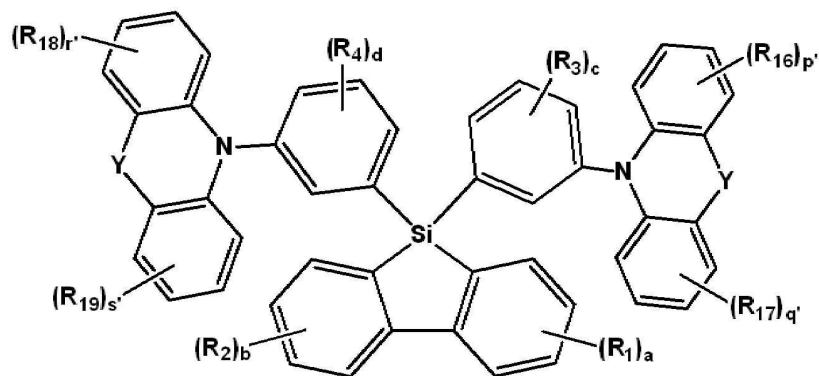
제 14항에 있어서,

상기 화학식 1은 하기 화학식 4-1 또는 화학식 4-2로 표시되는 다환 화합물:

[화학식 4-1]



[화학식 4-2]



상기 화학식 4-1 및 화학식 4-2에서,

Y는 직접 결합, CR₁₀R₁₁, O, S, SiR₁₂R₁₃, 또는 GeR₁₄R₁₅이고,

R₁₆ 내지 R₁₉는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며,

p 내지 s는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고,

p' 내지 s'는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이며,

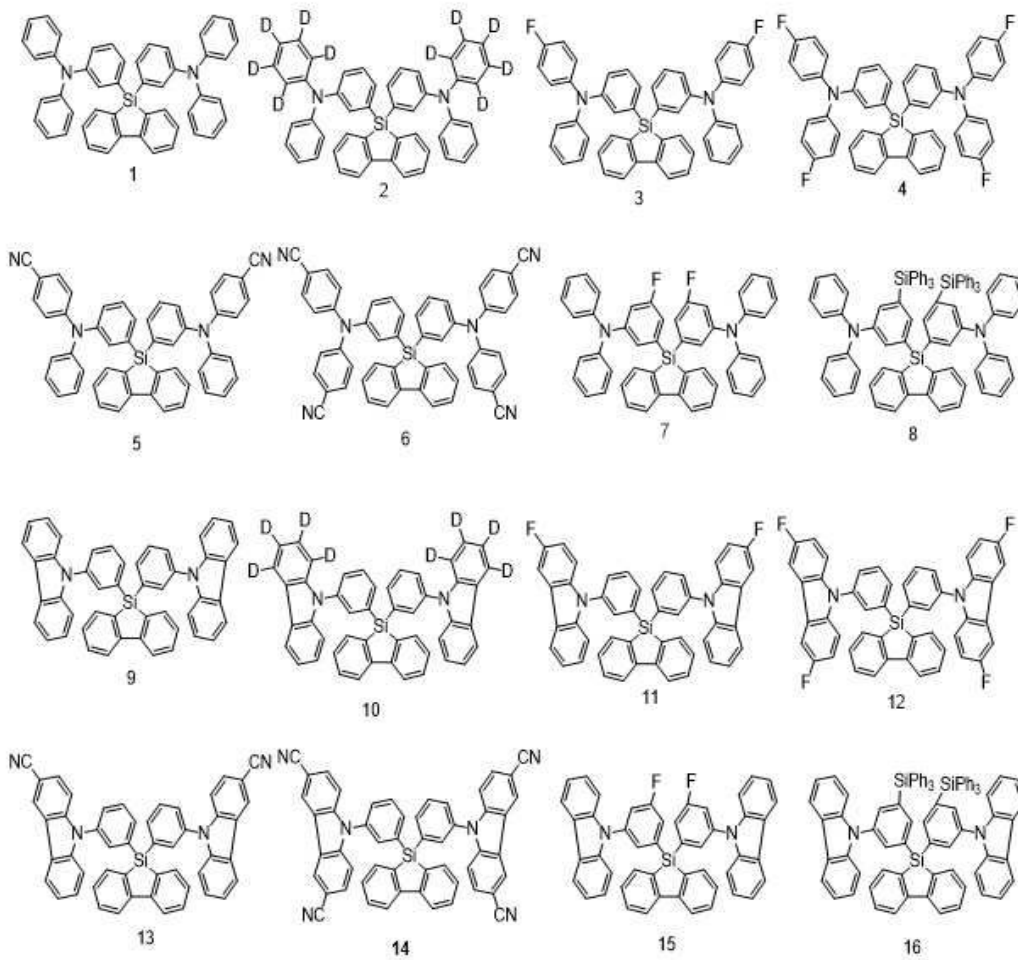
R₁ 내지 R₄ 및 a 내지 d는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

청구항 20

제 14항에 있어서,

상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 어느 하나인 다환 화합물:

[화합물군 1]



발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유기 전계 발광 소자 및 유기 전계 발광 소자용 다환 화합물에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근, 영상 표시 장치로서, 유기 전계 발광 표시 장치(Organic Electroluminescence Display)의 개발이 왕성하게 이루어져 왔다. 유기 전계 발광 표시 장치는 액정 표시 장치 등과 는 다르고, 제1 전극 및 제2 전극으로부터 주입된 정공 및 전자를 발광층에 있어서 재결합시킴으로써, 발광층에 있어서 유기 화합물을 포함하는 발광 재료를 발광시켜서 표시를 실현하는 소위 자발광형의 표시 장치이다.

[0004] 유기 전계 발광 소자를 표시 장치에 응용함에 있어서는, 유기 전계 발광 소자의 저 구동 전압화, 고 발광 효율화 및 장수명화가 요구되고 있으며, 이를 안정적으로 구현할 수 있는 유기 전계 발광 소자용 재료 개발이 지속적으로 요구되고 있다.

[0005] 특히, 최근에는 고효율 유기 전계 발광 소자를 구현하기 위해 삼중항 상태의 에너지를 이용하는 인광 발광이나, 삼중항 여기자의 충돌에 의해 일중항 여기자가 생성되는 현상(Triplet-triplet annihilation, TTA)를 이용한 지연 형광 발광에 대한 기술이 개발되고 있으며, 지연 형광 현상을 이용한 열 활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence, TADF) 재료에 대한 개발이 진행되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

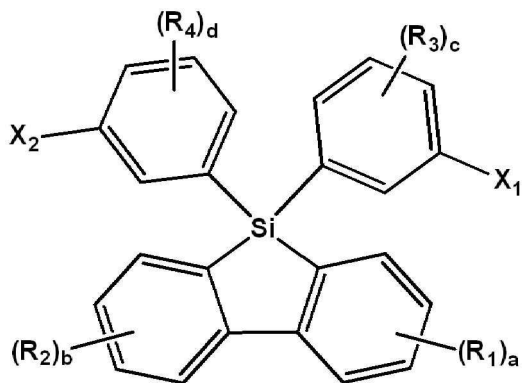
[0007] 본 발명의 목적은 장수명, 고효율의 유기 전계 발광 소자 및 이에 사용되는 다환 화합물을 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 다른 목적은 열활성 지연 형광 발광 재료를 포함하는 유기 전계 발광 소자 및 열활성 지연 형광 발광 재료로 사용되는 다환 화합물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 일 실시예에서, 하기 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 제공한다.

[0011] [화학식 1]

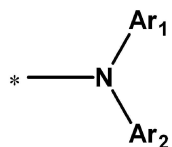


[0012]

[0013] 상기 화학식 1에서, X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아민기, 적어도 하나의 아민기를 치환기로 가지는 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 적어도 하나의 N을 포함하는 헤테로아릴기이고, R_1 내지 R_4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며, a 내지 d는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이다.

[0014] 상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0015] [화학식 2]

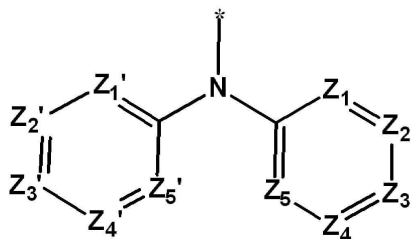


[0016]

[0017] 상기 화학식 2에서, Ar_1 및 Ar_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성한다.

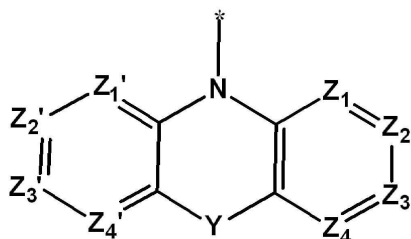
[0018] 상기 화학식 2는 하기 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로 표시될 수 있다.

[0019] [화학식 2-1]



[0020]

[0021] [화학식 2-2]

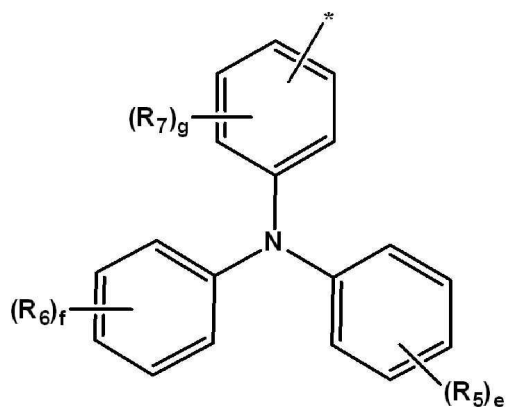


[0022]

[0023] 상기 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, Y는 직접 결합, $CR_{10}R_{11}$, O, S, $SiR_{12}R_{13}$, 또는 $GeR_{14}R_{15}$ 이고, R_{10} 내지 R_{15} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며, Z_1 내지 Z_5 및 Z_1' 내지 Z_5' 는 각각 독립적으로 N 또는 CR_8 이고, R_8 은 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다.

[0024] 상기 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0025] [화학식 3]

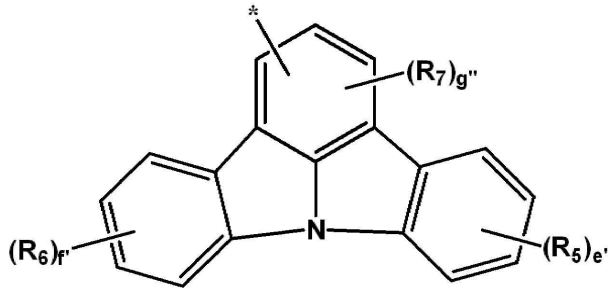


[0026]

[0027] 상기 화학식 3에서, R_5 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성하고, e 및 f는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이며, g는 0 이상 4 이하의 정수이다.

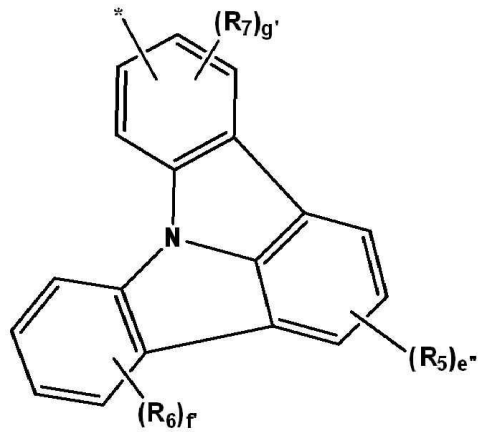
[0028] 상기 화학식 3은 하기 화학식 3-1 또는 화학식 3-2로 표시될 수 있다.

[0029] [화학식 3-1]



[0030]

[0031] [화학식 3-2]

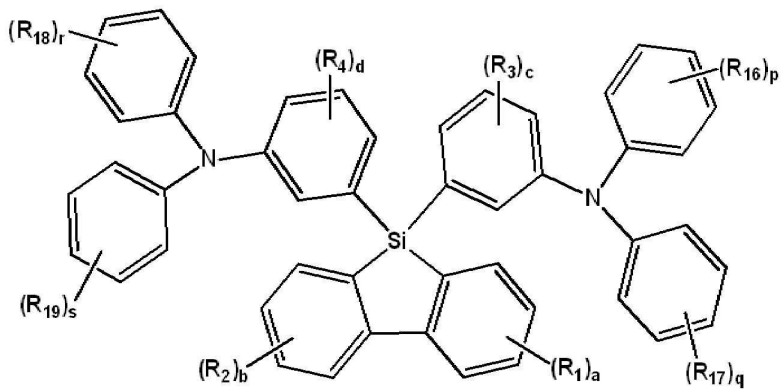


[0032]

[0033] 상기 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, e' 및 f'는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고, e'', 및 g'는 각각 독립적으로 0 이상 3 이하의 정수이고, g''는 0 이상 2 이하의 정수이며, R₅ 내지 R₇은 화학식 3에서 정의한 바와 동일하다.

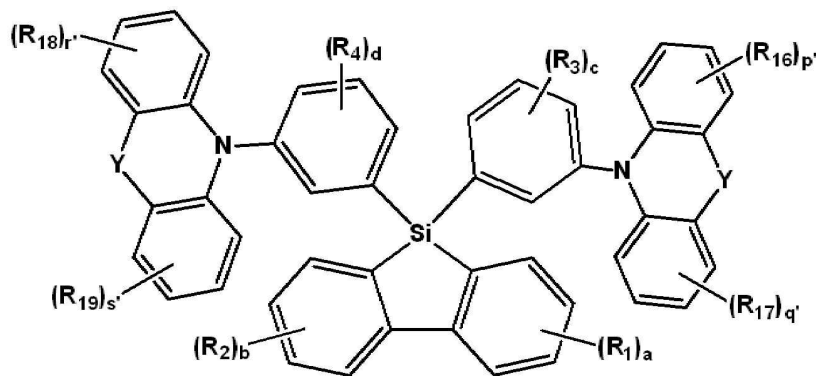
[0034] 상기 화학식 1은 하기 화학식 4-1 또는 화학식 4-2로 표시될 수 있다.

[0035] [화학식 4-1]



[0036]

[0037] [화학식 4-2]



[0038]

[0039] 상기 화학식 4-1 및 화학식 4-2에서, Y는 직접 결합, $CR_{10}R_{11}$, O, S, $SiR_{12}R_{13}$, 또는 $GeR_{14}R_{15}$ 이고, R_{16} 내지 R_{19} 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이며, p 내지 s는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, p' 내지 s'는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이며, R_1 내지 R_4 및 a 내지 d는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

[0040] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 하기 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 어느 하나일 수 있다.

[0041] 일 실시예에서, 제1 전극, 상기 제1 전극 상에 배치된 유기층 및 상기 유기층 상에 배치된 제2 전극; 을 포함하고, 상기 유기층은 하기 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 포함하는 유기 전계 발광 소자를 제공한다.

[0042] 상기 유기층은 상기 제1 전극 상에 배치된 정공 수송 영역, 상기 정공 수송 영역 상에 배치된 발광층 및 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송 영역을 포함하고, 상기 정공 수송 영역, 발광층 및 전자 수송 영역 중 적어도 어느 하나의 층에 상기 다환 화합물을 포함할 수 있다.

[0043] 상기 발광층은 제1 화합물 및 제2 화합물을 포함하고, 상기 제1 화합물은 상기 다환 화합물일 수 있다.

[0044] 상기 발광층은 청색 광을 방출하는 열활성 지연 형광 발광층일 수 있다.

[0045] 상기 발광층은 청색 광을 방출하는 인광 발광층일 수 있다.

[0046] 상기 전자 수송 영역은 상기 발광층 상에 배치된 전자 수송층 및 상기 전자 수송층 상에 배치된 전자 주입층을 포함하고, 상기 전자 수송층 또는 상기 전자 주입층은 상기 다환 화합물을 포함할 수 있다.

[0047] 상기 정공 수송 영역은 상기 제1 전극 상에 배치된 정공 주입층 및 상기 정공 주입층 상에 배치된 정공 수송층을 포함하고, 상기 정공 주입층 또는 상기 정공 수송층은 상기 다환 화합물을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0048] 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자는 고효율 및 장수명을 얻을 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물은 유기 전계 발광 소자의 수명과 효율을 개선할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0051] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0052] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0053] 본 명세서에서, 어떤 구성요소(또는 영역, 층, 부분 등)가 다른 구성요소 "상에 있다", "연결 된다", 또는 "결합된다"고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 배치/연결/결합될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 배치될 수도 있다는 것을 의미한다.
- [0054] 동일한 도면부호는 동일한 구성요소를 지칭한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께, 비율, 및 치수는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0055] "및/또는"은 연관된 구성들이 정의할 수 있는 하나 이상의 조합을 모두 포함한다.
- [0056] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0057] 또한, "아래에", "하측에", "위에", "상측에" 등의 용어는 도면에 도시된 구성들의 연관관계를 설명하기 위해 사용된다. 상기 용어들은 상대적인 개념으로, 도면에 표시된 방향을 기준으로 설명된다.
- [0058] 다르게 정의되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 모든 용어 (기술 용어 및 과학 용어 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에서 정의된 용어와 같은 용어는 관련 기술의 맥락에서 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하고, 이상적인 또는 지나치게 형식적인 의미로 해석되지 않는 한, 명시적으로 여기에서 정의된다.
- [0059] "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0060] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자 및 이에 포함된 일 실시예의 화합물에 대하여 설명한다.
- [0061] 도 1 내지 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자를 개략적으로 나타낸 단면도이다. 도 1 내지 도 5를 참조하면, 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)에서 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2)은 서로 마주하고 배치되며, 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2) 사이에는 유기층(OL)이 배치될 수 있다.
- [0062] 한편, 도 2 내지 도 5를 참조하면, 일 실시예의 유기층(OL)은 복수의 기능층들을 포함할 수 있다. 복수의 기능층들은 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML) 및 전자 수송 영역(ETR)을 포함할 수 있다. 즉, 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(10)는 순차적으로 적층된 제1 전극(EL1), 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML), 전자 수송 영역(ETR), 및 제2 전극(EL2)을 포함할 수 있다. 또한 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)는 제2 전극(EL2) 상에 배치된 캡핑층(CPL)을 포함할 수 있다.
- [0063] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)는 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2) 사이에 배치된 유기층(OL)에 후술하는 일 실시예의 다환 화합물을 포함한다. 유기층(OL)이 발광층(EML)을 포함하는 경우, 발광층(EML)은 일 실시예의 다환 화합물을 포함할 수 있다. 또 다른 일 실시예에서, 유기 전계 발광 소자(10)는 발광층(EML)이외에 제1 전극(EL1)과 제2 전극(EL2) 사이에 배치된 복수의 기능층들인 정공 수송 영역(HTR) 또는 전자 수송 영역(ETR)에 후술하는 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 또는 제2 전극(EL2) 상에 배치된 캡핑층(CPL)에 후술하는 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.
- [0064] 한편, 도 3은 도 2와 비교하여, 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층(HTL)을 포함하고, 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL) 및 전자 수송층(ETL)을 포함하는 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 단면도를 나타낸 것이다. 일 실시예에서, 정공 주입층(HIL) 및/또는 정공 수송층(HTL)은 후술하는 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 또 다른 일 실시예에서, 전자 주입층(EIL) 및/또는 전자 수송층(ETL)은 후술하는 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.
- [0065] 또한, 도 4는 도 2와 비교하여 정공 수송 영역(HTR)이 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 및 전자 저지층

(EBL)을 포함하고, 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL), 전자 수송층(ETL), 및 정공 저지층(HBL)을 포함하는 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 단면도를 나타낸 것이다. 도 5는 도 3과 비교하여 제2 전극(EL2) 상에 배치된 캡핑층(CPL)을 포함하는 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 단면도를 나타낸 것이다.

[0066] 제1 전극(EL1)은 도전성을 갖는다. 제1 전극(EL1)은 금속 합금 또는 도전성 화합물로 형성될 수 있다. 제1 전극(EL1)은 화소 전극 또는 양극일 수 있다. 제1 전극(EL1)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제1 전극(EL1)이 투과형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등을 포함할 수 있다. 제1 전극(EL1)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제1 전극(EL1)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들의 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(EL1)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 제1 전극(EL1)의 두께는 약 1000Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 3000Å일 수 있다.

[0067] 유기층(OL)은 제1 전극(EL1) 상에 배치된다. 유기층(OL)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 유기층(OL)은 발광층(EML)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML) 및 전자 수송 영역(ETR)으로 이루어진 다층의 구조를 가질 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0068] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 유기층(OL)은 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함한다. 유기층(OL)이 복수의 층을 갖는 다층 구조인 경우, 복수의 층 중 어느 하나의 층이 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기층(OL)이 제1 전극(EL1) 상에 배치된 정공 수송 영역(HTR), 정공 수송 영역(HTR) 상에 배치된 발광층(EML) 및 발광층(EML) 상에 배치된 전자 수송 영역(ETR)을 포함할 수 있고, 정공 수송 영역(HTR), 발광층(EML) 및 전자 수송 영역(ETR) 중 적어도 어느 하나의 층은 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.

[0069] 한편, 본 명세서에서 "치환 또는 비치환된"은 중수소 원자, 할로젠 원자, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 실릴기, 옥시기, 티오기, 설퍼닐기, 설폰닐기, 카보닐기, 붕소기, 포스핀 옥사이드기, 포스핀 설파이드기, 알킬기, 알케닐기, 알콕시기, 탄화수소 고리, 아릴기 및 헤테로고리기로 이루어진 군에서 선택되는 1개 이상의 치환기로 치환 또는 비치환된 것을 의미할 수 있다. 또한, 상기 예시된 치환기 각각은 치환 또는 비치환된 것일 수 있다. 예를 들어, 비페닐기는 아릴기로 해석될 수도 있고, 페닐기로 치환된 페닐기로 해석될 수도 있다.

[0070] 본 명세서에서, "인접하는 기와 서로 결합하여 고리를 형성"한다는 인접하는 기와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 탄화수소 고리, 또는 치환 또는 비치환된 헤테로고리를 형성하는 것을 의미할 수 있다. 탄화수소 고리는 지방족 탄화수소 고리 및 방향족 탄화수소 고리를 포함한다. 헤테로고리는 지방족 헤테로고리 및 방향족 헤테로고리를 포함한다. 인접하는 기와 서로 결합하여 형성된 고리는 단환 또는 다환일 수 있다. 또한, 서로 결합하여 형성된 고리는 다른 고리와 연결되어 스피로 구조를 형성하는 것일 수도 있다.

[0071] 본 명세서에서, "인접하는 기"는 해당 치환기가 치환된 원자와 직접 연결된 원자에 치환된 치환기, 해당 치환기가 치환된 원자에 치환된 다른 치환기 또는 해당 치환기와 입체구조적으로 가장 인접한 치환기를 의미할 수 있다. 예컨대, 1,2-디메틸벤젠(1,2-dimethylbenzene)에서 2개의 메틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있고, 1,1-디에틸시클로펜테인(1,1-diethylcyclopentane)에서 2개의 에틸기는 서로 "인접하는 기"로 해석될 수 있다.

[0072] 본 명세서에서, 할로젠 원자의 예로는 불소 원자, 염소 원자, 브롬 원자 또는 요오드 원자가 있다.

[0073] 본 명세서에서, 알킬기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리형일 수 있다. 알킬기의 탄소수는 1 이상 50 이하, 1 이상 30 이하, 1 이상 20 이하, 1 이상 10 이하 또는 1 이상 6 이하이다. 알킬기의 예로는 메틸기, 에틸기, n-프로필기, 이소프로필기, n-부틸기, s-부틸기, t-부틸기, i-부틸기, 2-에틸부틸기, 3, 3-디메틸부틸기, n-펜틸기, i-펜틸기, 네오펜틸기, t-펜틸기, 시클로펜틸기, 1-메틸펜틸기, 3-메틸펜틸기, 2-에틸펜틸기, 4-메틸-2-펜틸기, n-헥실기, 1-메틸헥실기, 2-에틸헥실기, 2-부틸헥실기, 시클로헥실기, 4-메틸시클로헥실기, 4-t-부틸시클로헥실기, n-헵틸기, 1-메틸헵틸기, 2,2-디메틸헵틸기, 2-에틸헵틸기, 2-부틸헵틸기, n-옥틸기, t-옥틸기, 2-에틸옥틸기, 2-부틸옥틸기, 2-헥실옥틸기, 3,7-디메틸옥틸기, 시클로옥틸기, n-노닐기, n-데실기, 아다만틸기, 2-에틸데실기, 2-부틸데실기, 2-헥실데실기, 2-옥틸데실기, n-운데실기, n-도데실기, 2-에틸도데실기, 2-부틸도데실기, 2-헥실도데실기, 2-옥틸도데실기, n-트리데실기, n-테트라데실기, n-펜타데실기, n-헥사데실기, 2-에틸

헥사데실기, 2-부틸헥사데실기, 2-헥실헥사데실기, 2-옥틸헥사데실기, n-헵타데실기, n-옥타데실기, n-노나데실기, n-이코실기, 2-에틸이코실기, 2-부틸이코실기, 2-헥실이코실기, 2-옥틸이코실기, n-헨이코실기, n-도코실기, n-트리코실기, n-테트라코실기, n-펜타코실기, n-헥사코실기, n-헵타코실기, n-옥타코실기, n-노나코실기, 및 n-트리아콘틸기 등을 들 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.

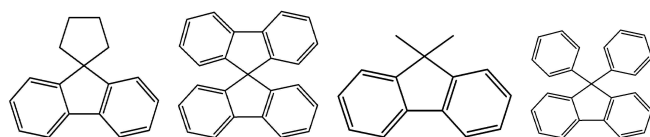
[0074] 본 명세서에서 알케닐기는, 탄소수 2이상의 알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미한다. 알케닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있다. 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하 또는 2 이상 10 이하이다. 알케닐기의 예로는 비닐기, 1-부테닐기, 1-펜테닐기, 1,3-부타디에닐 아릴기, 스티레닐기, 스티릴비닐기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0075] 본 명세서에서 알킬닐기는, 탄소수 2이상의 알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미한다. 알킬닐기는 직쇄 또는 분지쇄일 수 있다. 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하 또는 2 이상 10 이하이다. 알킬닐기의 구체적인 예에는, 에틸닐기, 프로피닐기, 등이 포함될 수 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0076] 본 명세서에서, 탄화수소 고리기는 지방족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기, 또는 방향족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기일 수 있다. 탄화수소 고리기의 고리 형성 탄소수 5 이상 60 이하, 5 이상 30 이하, 또는 5 이상 20이하일 수 있다.

[0077] 본 명세서에서, 아릴기는 방향족 탄화수소 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 아릴기는 단환식 아릴기 또는 다환식 아릴기일 수 있다. 아릴기의 고리 형성 탄소수는 6 이상 30 이하, 6 이상 20 이하, 또는 6 이상 15 이하일 수 있다. 아릴기의 예로는 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 안트라세닐기, 페난트릴기, 바이페닐기, 터페닐기, 쿼터페닐기, 퀸크페닐기, 섹시페닐기, 트리페닐에닐기, 피레닐기, 벤조 플루오란테닐기, 크리스에닐기 등을 예시할 수 있지만, 이들에 한정되지 않는다.

[0078] 본 명세서에서, 플루오레닐기는 치환될 수 있고, 치환기 2개가 서로 결합하여 스피로 구조를 형성할 수도 있다. 플루오레닐기가 치환되는 경우의 예시는 하기와 같다. 다만, 이에 의하여 한정되는 것은 아니다.



[0079]

[0080] 본 명세서에서, 헤테로고리기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 고리로부터 유도된 임의의 작용기 또는 치환기를 의미한다. 헤테로고리기가 헤테로 원자를 2개 이상 포함할 경우, 2개 이상의 헤테로 원자는 서로 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 헤테로고리기는 지방족 헤테로고리기 및 방향족 헤테로고리기를 포함한다. 방향족 헤테로고리기는 헤테로아릴기일 수 있다. 지방족 헤테로고리기 및 방향족 헤테로고리기는 단환 또는 다환일 수 있다.

[0081] 본 명세서에서, 지방족 헤테로고리기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 것일 수 있다. 지방족 헤테로고리기는 고리 형성 탄소수는 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하, 또는 2 이상 10 이하일 수 있다. 지방족 헤테로고리기의 예로는 옥시란기, 티이란기, 피롤리딘기, 피페리딘기, 테트라하이드로퓨란기, 테트라하이드로티오펜기, 티안기, 테트라하이드로피란기, 1,4-디옥산기, 등이 있으나 이들에 한정되지 않는다.

[0082] 본 명세서에서, 헤테로아릴기는 헤테로 원자로 B, O, N, P, Si 및 S 중 1개 이상을 포함하는 것일 수 있다. 헤테로아릴기가 헤테로 원자를 2개 이상 포함할 경우, 2개 이상의 헤테로 원자는 서로 동일할 수도 있고, 상이할 수도 있다. 헤테로아릴기는 단환식 헤테로고리기 또는 다환식 헤테로고리기일 수 있다. 헤테로아릴기의 고리 형성 탄소수는 2 이상 30 이하, 2 이상 20 이하, 또는 2 이상 10 이하일 수 있다. 헤테로아릴기의 예로는 티오펜기, 퓨란기, 피롤기, 이미다졸기, 트리아졸기, 피리딘기, 비피리딘기, 피리미딘기, 트리아진기, 트리아졸기, 아크리딜기, 피리다진기, 피라지닐기, 퀴놀린기, 퀴나졸린기, 퀴녹살린기, 페녹사진기, 프탈라진기, 피리도 피리미딘기, 피리도 피라진기, 피라지노 피라진기, 이소퀴놀린기, 인돌기, 카바졸기, N-아릴카바졸기, N-헤테로아릴 카바졸기, N-알킬카바졸기, 벤조옥사졸기, 벤조이미다졸기, 벤조티아졸기, 벤조카바졸기, 벤조티오펜기, 디벤조 티오펜기, 티에노티오펜기, 벤조퓨란기, 페난트롤린기, 티아졸기, 이소옥사졸기, 옥사졸기, 옥사디아졸기, 티아디아졸기, 페노티아진기, 디벤조실롤기 및 디벤조퓨란기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0083] 본 명세서에서, 아민기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 1 이상 30 이하일 수 있다. 아민기는 알킬 아민기,

아릴 아민기, 또는 헤테로아릴 아민기를 포함할 수 있다. 아민노기의 예로는 메틸아민기, 디메틸아민기, 페닐아민기, 디페닐아민기, 나프틸아민기, 9-메틸-안트라세닐아민기, 트리페닐아민기 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0084] 본 명세서에서, 티오키는 알킬 티오키 및 아릴 티오키를 포함할 수 있다. 티오키는 상기 정의된 알킬기 또는 아릴기에 황 원자가 결합된 것을 의미할 수 있다. 티오키의 예로는 메틸티오키, 에틸티오키, 프로필티오키, 펜틸티오키, 헥실티오키, 옥틸티오키, 도데실티오키, 시클로펜틸티오키, 시클로헥실티오키, 페닐티오키, 나프틸티오키 등이 있으나, 이들에 한정되지 않는다.

[0085] 본 명세서에서, 옥시기는 상기 정의된 알킬기 또는 아릴기에 산소 원자가 결합된 것을 의미할 수 있다. 옥시기는 알콕시기 및 아릴 옥시기를 포함할 수 있다. 알콕시기는 직쇄, 분지쇄 또는 고리쇄일 수 있다. 알콕시기의 탄소수는 특별히 한정되지 않으나, 예를 들어 1 이상 20 이하 또는 1 이상 10 이하인 것일 수 있다. 옥시기의 예로는 메톡시, 에톡시, n-프로폭시, 이소프로폭시, 부톡시, 펜틸옥시, 헥실옥시, 옥틸옥시, 노닐옥시, 데실옥시, 벤질옥시 등이 있으나, 이들에 한정되는 것은 아니다.

[0086] 본 명세서에서, 알킬티오키, 알킬설폭시기, 알킬아릴기, 알킬아미노기, 알킬 붕소기, 알킬 실릴기, 알킬 아민기 중 알킬기는 전술한 알킬기의 예시와 같다.

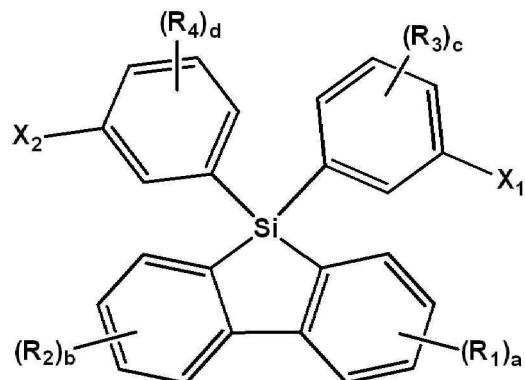
[0087] 본 명세서에서, 아릴옥시기, 아릴티오키, 아릴설폭시기, 아릴아미노기, 아릴 붕소기, 아릴 실릴기, 아릴 아민기 중의 아릴기는 전술한 아릴기의 예시와 같다

[0088] 본 명세서에서, 직접 결합(direct linkage)은 단일 결합을 의미하는 것일 수 있다.

[0089] 한편, 본 명세서에서 "—•—" 는 연결되는 위치를 의미한다.

[0090] 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다.

[0091] [화학식 1]



[0092]

[0093] 화학식 1에서, X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 아민기, 적어도 하나의 아민기를 치환기로 가지는 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 적어도 하나의 N을 포함하는 헤테로아릴기이다.

[0094] 화학식 1에서, R_1 내지 R_4 는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오키, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이다.

[0095] 화학식 1에서, a는 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, a가 2 이상인 경우, 복수의 R_1 은 서로 동일하거나 상이하다.

[0096] 화학식 1에서, b는 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, b가 2 이상인 경우, 복수의 R_2 은 서로 동일하거나 상이하다.

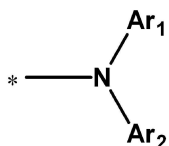
[0097] 화학식 1에서, c는 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, c가 2 이상인 경우, 복수의 R_3 은 서로 동일하거나 상이하

다.

[0098] 화학식 1에서, d는 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, d가 2 이상인 경우, 복수의 R₄는 서로 동일하거나 상이하

[0099] 일 실시예에서, 화학식 1의 X₁ 및 X₂는 각각 독립적으로 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.

[0100] [화학식 2]



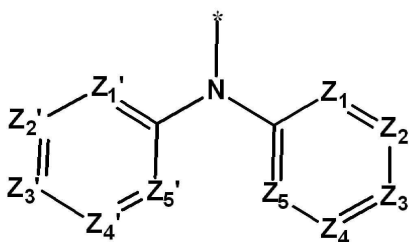
[0101]

[0102] 화학식 2에서, Ar₁ 및 Ar₂는 각각 독립적으로 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성한다.

[0103] 화학식 2에서, "—" * " 는 화학식 1과 연결되는 위치를 의미한다.

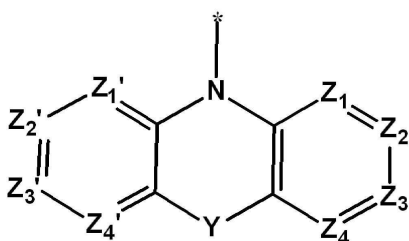
[0104] 일 실시예에서, 화학식 2는 각각 독립적으로 화학식 2-1 또는 화학식 2-2로 표시될 수 있다.

[0105] [화학식 2-1]



[0106]

[0107] [화학식 2-2]



[0108]

[0109] 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, Y는 직접 결합, CR₁₀R₁₁, O, S, SiR₁₂R₁₃, 또는 GeR₁₄R₁₅일 수 있다.

[0110] 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, R₁₀ 내지 R₁₅는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

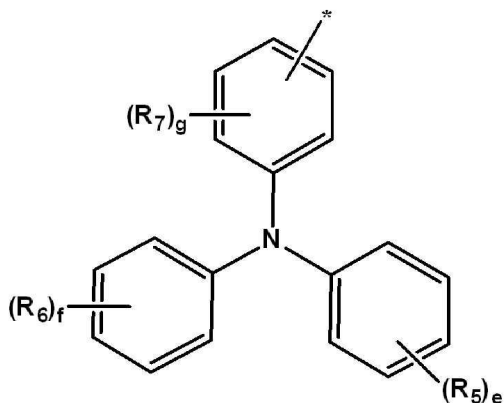
[0111] 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, Z₁ 내지 Z₅ 및 Z₁' 내지 Z₅'는 각각 독립적으로 N 또는 CR₈일 수 있다.

[0112] 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, R₈은 수소 원자, 중수소 원자, 할로젠 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0113] 화학식 2-1 및 화학식 2-2에서, "—" * " 는 화학식 1과 연결되는 위치를 의미한다.

[0114] 일 실시예에서, 화학식 1의 X_1 및 X_2 는 각각 독립적으로 하기 화학식 3으로 표시될 수 있다.

[0115] [화학식 3]



[0116]

[0117] 화학식 3에서, R_5 내지 R_7 은 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 할로겐 원자, 치환 또는 비치환된 티오기, 치환 또는 비치환된 옥시기, 치환 또는 비치환된 아민기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알케닐기, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알키닐기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기이거나, 또는 서로 결합하여 고리를 형성할 수 있다.

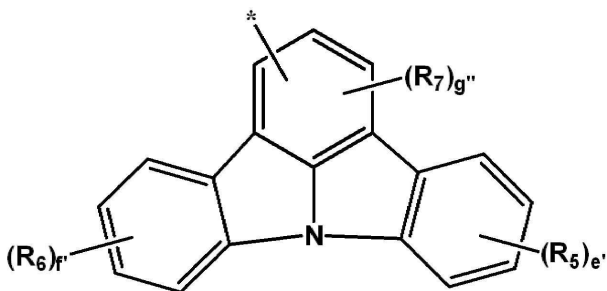
[0118] 화학식 3에서, e 및 f 는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이며, 한편, e 가 2 이상인 경우, 복수의 R_5 는 서로 동일하거나 상이하고, f 가 2 이상인 경우, 복수의 R_6 은 서로 동일하거나 상이하다.

[0119] 화학식 3에서, g 는 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, g 가 2 이상인 경우, 복수의 R_7 은 서로 동일하거나 상이하다.

[0120] 화학식 3에서, " $—*$ " 는 화학식 1과 연결되는 위치를 의미한다.

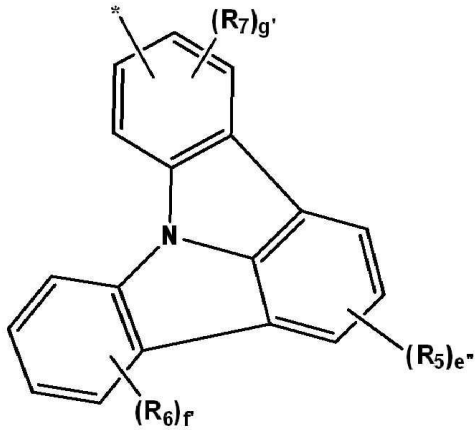
[0121] 일 실시예에서, 화학식 3은 하기 화학식 3-1 또는 화학식 3-2로 표시될 수 있다.

[0122] [화학식 3-1]



[0123]

[0124] [화학식 3-2]



[0125]

[0126] 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, e' 및 f'는 각각 독립적으로 0 이상 4 이하의 정수이고, 한편, e'가 2 이상인 경우, 복수의 R₅는 서로 동일하거나 상이하고, f'가 2 이상인 경우, 복수의 R₆는 서로 동일하거나 상이하다.

[0127] 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, e'', 및 g'는 각각 독립적으로 0 이상 3 이하의 정수이고, 한편, e''가 2 이상인 경우, 복수의 R₅는 서로 동일하거나 상이하고, g'가 2 이상인 경우, 복수의 R₇는 서로 동일하거나 상이하다.

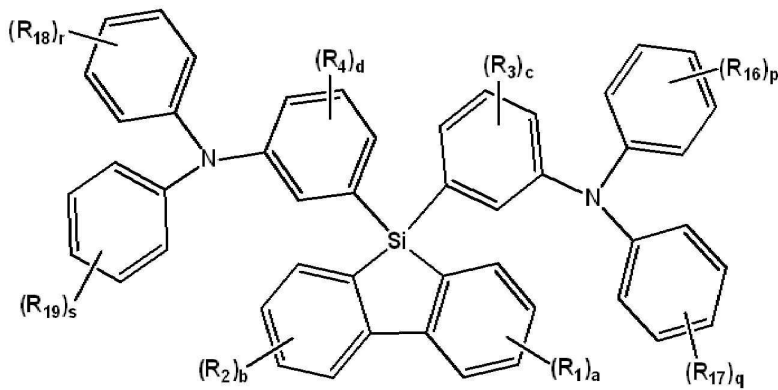
[0128] 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, g''는 0 이상 2 이하의 정수이며, 한편, g''가 2 인 경우, 복수의 R₇는 서로 동일하거나 상이하다.

[0129] 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, R₅ 내지 R₇은 화학식 3에서 정의한 바와 동일하다.

[0130] 화학식 3-1 및 화학식 3-2에서, "—" * " 는 화학식 1과 연결되는 위치를 의미한다.

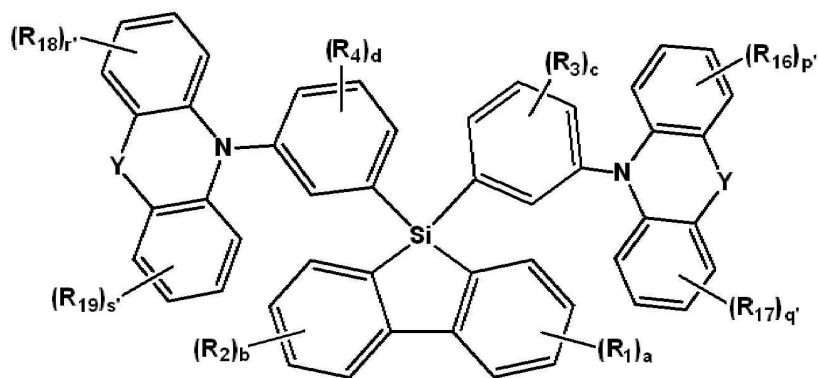
[0131] 일 실시예에서, 화학식 1은 하기 화학식 4-1 또는 화학식 4-2로 표시될 수 있다.

[0132] [화학식 4-1]



[0133]

[0134] [화학식 4-2]



[0135]

[0137] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, Y는 직접 결합, CR₁₀R₁₁, O, S, SiR₁₂R₁₃, 또는 GeR₁₄R₁₅일 수 있다.

[0138] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, R₁₆ 내지 R₁₉는 각각 독립적으로 수소 원자, 중수소 원자, 치환 또는 비치환된 탄소수 1 이상 20 이하의 알킬기, 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 6 이상 30 이하의 아릴기 또는 치환 또는 비치환된 고리 형성 탄소수 2 이상 30 이하의 헤테로아릴기일 수 있다.

[0139] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, p 및 q는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, 한편, p가 2 이상인 경우, 복수의 R₁₆은 서로 동일하거나 상이하고, q가 2 이상인 경우, 복수의 R₁₇은 서로 동일하거나 상이하다.

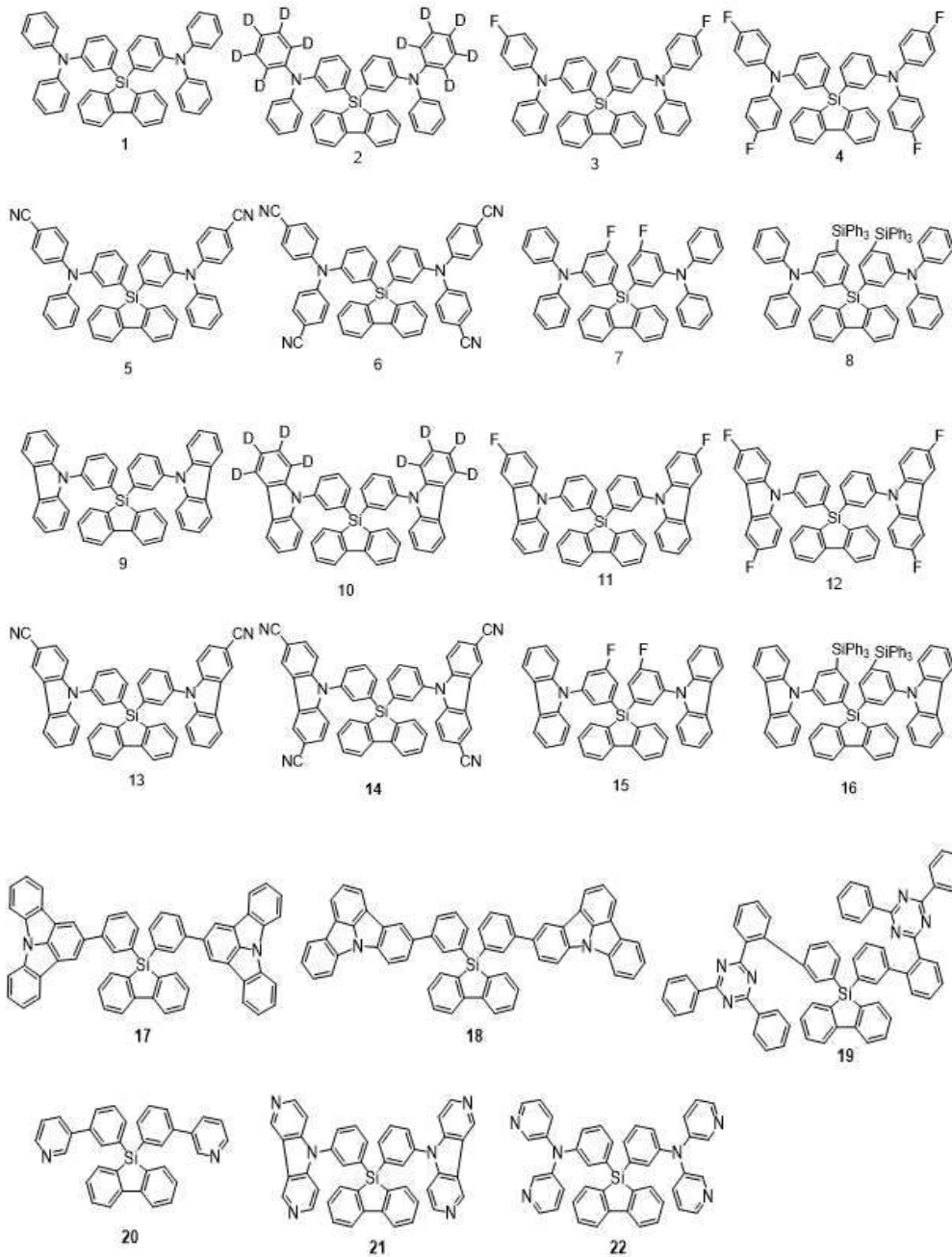
[0140] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, r 및 s는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, 한편, r이 2 이상인 경우, 복수의 R₁₈은 서로 동일하거나 상이하고, s가 2 이상인 경우, 복수의 R₁₉은 서로 동일하거나 상이하다.

[0141] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, r' 및 s'는 각각 독립적으로 0 이상 5 이하의 정수이고, 한편, r'이 2 이상인 경우, 복수의 R₁₈은 서로 동일하거나 상이하고, s'가 2 이상인 경우, 복수의 R₁₉은 서로 동일하거나 상이하다.

[0142] 화학식 5-1 및 화학식 5-2에서, R₁ 내지 R₄ 및 a 내지 d는 화학식 1에서 정의한 바와 동일하다.

[0143] 일 실시예에서, 화학식 1로 표시되는 다환 화합물은 하기 화합물군 1 에 표시된 화합물들 중 선택되는 어느 하나일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0144] [화합물군 1]



[0145]

[0146]

[0147] 상술한 다환 화합물은 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)에 사용되어 유기 전계 발광 소자의 효율 및 수명을 개선시킬 수 있다. 구체적으로, 상술한 다환 화합물은 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 유기층(OL)에 사용되어 유기 전계 발광 소자의 발광 효율, 전자 수송성 및 수명을 개선시킬 수 있다.

[0148] 유기층(OL)은 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 1종 또는 2종 이상 포함할 수 있다. 예를 들어, 유기층(OL)은 전술한 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0149] 다시 도 2 내지 5를 참조하면, 정공 수송 영역(HTR)은 제1 전극(EL1) 상에 배치된다. 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 정공 버퍼층(미도시), 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0150] 정공 수송 영역(HTR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0151] 예를 들어, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL) 또는 정공 수송층(HTL)의 단일층의 구조를 가질 수도

있고, 정공 주입 물질 및 정공 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 정공 수송 영역(HTR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 제1 전극(EL1)로부터 차례로 적층된 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL), 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL)/정공 버퍼층(미도시), 정공 주입층(HIL)/정공 버퍼층(미도시), 정공 수송층(HTL)/정공 버퍼층 또는 정공 주입층(HIL)/정공 수송층(HTL)/전자 저지층(EBL)의 구조를 가질 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0152] 정공 수송 영역(HTR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0153] 일 실시예에서, 정공 주입층(HIL) 및/또는 정공 수송층(HTL)은 본 발명에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층(HTL)은 공지의 재료를 더 포함할 수 있다.

[0154] 정공 주입층(HIL)은 예를 들어, 구리프탈로시아닌(copper phthalocyanine) 등의 프탈로시아닌(phthalocyanine) 화합물, DNTPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine), m-MTDATA(4,4',4''-[tris(3-methylphenyl)phenylamino] triphenylamine), TDATA(4,4'4''-Tris(N,N-diphenylamino)triphenylamine), 2-TNATA(4,4',4''-tris{N,-(2-naphthyl)-N-phenylamino}-triphenylamine), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate)), PANI/DBSA(Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid), PANI/CSA(Polyaniline/Camphor sulfonic acid), PANI/PSS(Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate)), NPD(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidine), 트리페닐아민을 포함하는 폴리에테르케톤(TPAPEK), 4-Isopropyl-4'-methyldiphenyliodonium [Tetrakis(pentafluorophenyl)borate], HAT-CN(dipyrazino[2,3-f: 2',3'-h] quinoxaline-2,3,6,7,10,11-hexacarbonitrile) 등을 더 포함할 수도 있다.

[0155] 정공 수송층(HTL)은 예를 들어, N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오렌(fluorene)계 유도체, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidine), TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis[N,N-bis(4-methylphenyl)benzenamine]), HMTDP(4,4'-Bis[N,N'-(3-tolyl)amino]-3,3'-dimethylbiphenyl), mCP(1,3-Bis(N-carbazolyl)benzene) 등을 더 포함할 수도 있다.

[0156] 전자 저지층(EBL)은 예를 들어, N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸계 유도체, 플루오렌(fluorene)계 유도체, TPD(N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1-biphenyl]-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine) 등과 같은 트리페닐아민계 유도체, NPB(N,N'-di(naphthalene-1-yl)-N,N'-diphenylbenzidine), TAPC(4,4'-Cyclohexylidene bis[N,N-bis(4-methylphenyl)benzenamine]), HMTDP(4,4'-Bis[N,N'-(3-tolyl)amino]-3,3'-dimethylbiphenyl), CzSi(9-(4-tert-Butylphenyl)-3,6-bis(triphenylsilyl)-9H-carbazole), CCP(9-phenyl-9H-3,9'-bicarbazole), mCP(1,3-Bis(N-carbazolyl)benzene), 또는 mDCP(1,3-bis(1,8-dimethyl-9H-carbazol-9-yl)benzene)등을 포함할 수 있다.

[0157] 정공 수송 영역(HTR)의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들어, 약 100Å 내지 약 5000Å일 수 있다. 정공 주입층(HIL)의 두께는, 예를 들어, 약 30Å 내지 약 1000Å이고, 정공 수송층(HTL)의 두께는 약 30Å 내지 약 1000Å 일 수 있다. 예를 들어, 전자 저지층(EBL)의 두께는 약 10Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 정공 수송 영역(HTR), 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL) 및 전자 저지층(EBL)의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0158] 정공 수송 영역(HTR)은 앞서 언급한 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하 생성 물질을 더 포함할 수 있다. 전하 생성 물질은 정공 수송 영역(HTR) 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다. 전하 생성 물질은 예를 들어, p-도펀트(dopant)일 수 있다. p-도펀트는 퀴논(quinone) 유도체, 금속 산화물 및 시아노(cyano)기 함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, p-도펀트의 비제한적인 예로는, TCNQ(Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ(2,3,5,6-tetrafluoro-7,7',8,8'-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체, 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0159] 전술한 바와 같이, 정공 수송 영역(HTR)은 정공 주입층(HIL) 및 정공 수송층(HTL) 외에, 정공 버퍼층(미도시) 및 전자 저지층(EBL) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 정공 버퍼층(미도시)은 발광층(EML)에서 방출되는

광의 파장에 따른 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시킬 수 있다. 정공 버퍼층(미도시)에 포함되는 물질로는 정공 수송 영역(HTR)에 포함될 수 있는 물질을 사용할 수 있다. 전자 저지층(EBL)은 전자 수송 영역(ETR)으로부터 정공 수송 영역(HTR)으로의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다.

- [0160] 발광층(EML)은 정공 수송 영역(HTR) 상에 배치된다. 발광층(EML)은 예를 들어 약 100Å 내지 약 1000Å 또는, 약 100Å 내지 약 300Å의 두께를 갖는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0161] 발광층(EML)은 적색광, 녹색광, 청색광, 백색광, 황색광, 시안광 중 하나를 발광하는 것일 수 있다. 발광층(EML)은 형광 발광 물질 또는 인광 발광 물질을 포함할 수 있다.
- [0162] 일 실시예에서, 발광층(EML)은 형광 발광층일 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)에서 방출된 광 중 일부는 열활성 지연 형광 발광(Thermally Activated Delayed Fluorescence, TADF)에 의한 것일 수 있다. 구체적으로, 발광층(EML)은 열활성 지연 형광 발광하는 발광 성분을 포함하는 것일 수 있으며, 일 실시예에서, 발광층(EML)은 청색광을 방출하는 열활성 지연 형광 발광하는 발광층일 수 있다.
- [0163] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 발광층(EML)은 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상술한 다환 화합물은 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 발광층(EML)에 사용되어 유기 전계 발광 소자의 발광 효율 및 수명을 개선시킬 수 있다.
- [0164] 발광층(EML)은 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 1종 또는 2종 이상 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)은 전술한 화합물군 1에 표시된 화합물들 중 선택되는 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0165] 일 실시예에서, 발광층(EML)은 제1 화합물 및 제2 화합물을 포함하는 발광층일 수 있고, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 다환 화합물은 발광층(EML)의 제1 화합물에 포함될 수 있다. 예를 들어, 제1 화합물은 호스트이고, 제2 화합물은 도펀트일 수 있다.
- [0166] 일 실시예에서, 호스트는 지연 형광 발광용 호스트이고, 도펀트는 지연 형광 발광용 도펀트일 수 있다. 한편, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 다환 화합물은 발광층(EML)의 TADF 호스트 재료로 포함될 수 있다. 예를 들어, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 다환 화합물은 TADF 호스트로 사용되는 것일 수 있다.
- [0167] 일 실시예에서, 호스트는 인광 발광용 호스트이고, 도펀트는 인광 발광용 도펀트일 수 있다. 한편, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 다환 화합물은 발광층(EML)의 인광 호스트 재료로 포함될 수 있다. 예를 들어, 화학식 1로 표시되는 일 실시예의 함질소 화합물은 인광 호스트로 사용되는 것일 수 있다.
- [0168] 한편, 도면에 도시되지는 않았으나 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)는 복수의 발광층들을 포함하는 것일 수 있다. 복수의 발광층들은 순차적으로 적층되어 제공되는 것일 수 있으며, 예를 들어 복수의 발광층들을 포함하는 유기 전계 발광 소자(10)는 백색광을 방출하는 것일 수 있다. 복수의 발광층들을 포함하는 유기 전계 발광 소자는 탠덤(Tandem) 구조의 유기 전계 발광 소자일 수 있다. 유기 전계 발광 소자(10)가 복수의 발광층들을 포함하는 경우 적어도 하나의 발광층(EML)은 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.
- [0169] 발광층(EML)은 도펀트를 더 포함할 수 있고, 도펀트는 공지의 재료를 사용할 수 있다. 예를 들어, 스티릴유도체(예를 들면, 1,4-bis[2-(3-N-ethylcarbazoyl)vinyl]benzene(BCzVB), 4-(di-p-tolylamino)-4'-[(di-p-tolylamino)styryl]stilbene(DPAVB), N-(4-((E)-2-(6-((E)-4-(diphenylamino)styryl)naphthalen-2-yl)vinyl)phenyl)-N-phenylbenzenamine(N-BDAVB)), 페릴렌 및 그 유도체(예를 들면, 2,5,8,11-tetra-t-butylperylene(TBP)), 피렌 및 그 유도체(예를 들면, 1,1-dipyrene, 1,4-dipyrenylbenzene, 1,4-Bis(N,N-Diphenylamino)pyrene, 1,6-Bis(N,N-Diphenylamino)pyrene), 2,5,8,11-Tetra-t-butylperylene(TBP), 및 TPBi(1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazole-2-yl)benzene) 중 적어도 어느 하나를 도펀트로 사용할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0170] 발광층(EML)은 호스트 물질로 당 기술분야에 알려진 일반적인 재료를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 발광층(EML)은 호스트 물질로 DPEPO(Bis[2-(diphenylphosphino)phenyl] ether oxide), CBP(4,4'-Bis(carbazol-9-yl)biphenyl), mCP(1,3-Bis(carbazol-9-yl)benzene), PPF (2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzo[b,d]furan), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine) 및 TPBi(1,3,5-tris(1-phenyl-1H-benzo[d]imidazole-2-yl)benzene) 중 적어도 하나를 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 의하여 한정되는 것은 아니며, 예를 들어, Alq₃(tris(8-hydroxyquinolino)aluminum), CBP(4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), PVK(poly(N-

vinylcarbazole), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), TCTA(4,4',4''-Tris(carbazol-9-yl)-triphenylamine), TPBi(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene), TBADN(2-tert-butyl-9,10-di(naphth-2-yl)anthracene), DSA(distyrylarylene), CDBP(4,4'-bis(9-carbazolyl)-2,2'-dimethylbiphenyl), MADN(2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), CP1(Hexaphenyl cyclotriphosphazene), UGH2 (1,4-Bis(triphenylsilyl)benzene), DPSiO₃ (Hexaphenylcyclotrisiloxane), DPSiO₄ (Octaphenylcyclotetra siloxane), PPF(2,8-Bis(diphenylphosphoryl)dibenzofuran) 등을 호스트 재료로 사용할 수 있다.

[0171] 일 실시예에서, 발광층(EML)은 공지의 인광 도펀트 물질을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 인광 도펀트는 이리듐(Ir), 백금(Pt), 오스뮴(Os), 금(Au), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 터븀(Tb) 또는 툴륨(Tm)을 포함하는 금속 착체가 사용될 수 있다. 구체적으로, FIrp(Ir(III) bis(4,6-difluorophenylpyridinato-N,C2')), Fir6(Bis(2,4-difluorophenylpyridinato)-tetrakis(1-pyrazolyl)borate iridium(III)), 또는 PtOEP(platinum octaethyl porphyrin)가 인광 도펀트로 사용될 수 있다. 하지만, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0172] 한편, 발광층(EML)은 공지의 인광 호스트 물질을 더 포함할 수 있으며, 예를 들어, BCPDS(bis(4-(9H-carbazol-9-yl)phenyl)diphenylsilane)를 더 포함할 수 있다.

[0173] 발광층(EML)이 청색광을 발광할 때, 발광층(EML)은 예를 들어, 스피로-DPVBi(spiro-DPVBi), 스피로-6P(spiro-6P), DSB(distyryl-benzene), DSA(distyryl-arylene), PFO(Polyfluorene)계 고분자 및 PPV(poly(p-phenylene vinylene)계 고분자로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나를 포함하는 형광 물질을 더 포함할 수 있다. 발광층(EML)이 청색을 발광할 때, 발광층(EML)에 포함되는 도펀트는 예를 들어, (4,6-F2ppy)2Irp(Ir)와 같은 금속 착화합물(metal complex) 또는 유기 금속 착체(organometallic complex), 페릴렌(perlene) 및 그 유도체에서 선택할 수 있다.

[0174] 전자 수송 영역(ETR)은 발광층(EML) 상에 배치된다. 전자 수송 영역(ETR)은, 정공 저지층(HBL), 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층(EIL) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 실시예가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0175] 전자 수송 영역(ETR)은 단일 물질로 이루어진 단일층, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층 또는 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0176] 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)은 전자 주입층(EIL) 또는 전자 수송층(ETL)의 단일층의 구조를 가질 수도 있고, 전자 주입 물질과 전자 수송 물질로 이루어진 단일층 구조를 가질 수도 있다. 또한, 전자 수송 영역(ETR)은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층의 구조를 갖거나, 발광층(EML)으로부터 차례로 적층된 전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL), 정공 저지층(HBL)/전자 수송층(ETL)/전자 주입층(EIL) 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 수송 영역(ETR)의 두께는 예를 들어, 약 1000Å 내지 약 1500Å인 것일 수 있다.

[0177] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)의 전자 수송 영역(ETR)은 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다. 또 다른 일 실시예에서, 전자 주입층(EIL) 또는 전자 수송층(ETL)은 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.

[0178] 전자 수송 영역(ETR)이 복수의 층을 갖는 다층 구조인 경우, 복수의 층 중 어느 하나의 층이 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 예를 들어, 전자 수송 영역(ETR)이 발광층(EML) 상에 배치된 전자 수송층(ETL) 및 전자 수송층(ETL) 상에 배치된 전자 주입층(EIL)을 포함하고, 전자 수송층(ETL) 또는 전자 주입층(EIL)이 본 발명의 일 실시예에 따른 다환 화합물을 포함할 수 있다.

[0179] 전자 수송 영역(ETR)은, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.

[0180] 전자 수송 영역(ETR)은 다환 화합물외의 공지의 물질을 더 포함할 수 있다. 전자 수송 영역(ETR)이 전자 수송층(ETL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 안트라센계 화합물을 포함하는 것일 수 있다. 다만, 이에 한정되는 것은 아니며, 전자 수송 영역은 예를 들어, Alq₃(Tris(8-hydroxyquinolinato)aluminum), 1,3,5-tri[(3-pyridyl)-phen-3-yl]benzene, 2,4,6-tris(3'-(pyridin-3-yl)biphenyl-3-yl)-1,3,5-triazine, 2-(4-(N-phenylbenzimidazol-1-yl)phenyl)-9,10-dinaphthylanthracene, TPBi(1,3,5-Tri(1-phenyl-1H-

benzo[d]imidazol-2-yl)benzene), BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), TAZ(3-(4-Biphenyl)-4-phenyl-5-tert-butylphenyl-1,2,4-triazole), NTAZ(4-(Naphthalen-1-yl)-3,5-diphenyl-4H-1,2,4-triazole), tBu-PBD(2-(4-Biphenyl)-5-(4-tert-butylphenyl)-1,3,4-oxadiazole), BALq(Bis(2-methyl-8-quinolinolato-N1,O8)-(1,1'-Biphenyl-4-olato)aluminum), Bebq₂(berylliumbis(benzoquinolin-10-olate)), ADN(9,10-di(naphthalene-2-yl)anthracene), BmPyPhB(1,3-Bis[3,5-di(pyridin-3-yl)phenyl]benzene) 또는 이들의 혼합물을 포함하는 것일 수 있다. 전자 수송층(ETL)들의 두께는 약 100 Å 내지 약 1000 Å, 예를 들어 약 150 Å 내지 약 500 Å 일 수 있다. 전자 수송층(ETL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0181] 전자 수송 영역(ETR)이 전자 주입층(EIL)을 포함할 경우, 전자 수송 영역(ETR)은 LiF, NaCl, CsF, RbCl, RbI, CuI와 같은 할로겐화 금속, Yb와 같은 란타넘족 금속, Li₂O, BaO 와 같은 금속 산화물, 또는 LiQ(8-hydroxyl-Lithium quinolate) 등이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다. 전자 주입층(EIL)은 또한 전자 수송 물질과 절연성의 유기 금속염(organo metal salt)이 혼합된 물질로 이루어질 수 있다. 유기 금속염은 에너지 밴드 갭(energy band gap)이 대략 4eV 이상의 물질이 될 수 있다. 구체적으로 예를 들어, 유기 금속염은 금속 아세테이트(metal acetate), 금속 벤조에이트(metal benzoate), 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate), 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate) 또는 금속 스테아레이트(stearate)를 포함할 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께는 약 1 Å 내지 약 100 Å, 약 3 Å 내지 약 90 Å 일 수 있다. 전자 주입층(EIL)들의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승 없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0182] 전자 수송 영역(ETR)은 앞서 언급한 바와 같이, 정공 저지층(HBL)을 포함할 수 있다. 정공 저지층(HBL)은 예를 들어, TSP01(diphenyl(4-(triphenylsilyl)phenyl)-phosphine oxide), BCP(2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), DPEPO(bis[2-(diphenylphosphino)phenyl]ether oxide) 및 Bphen(4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline) 중 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

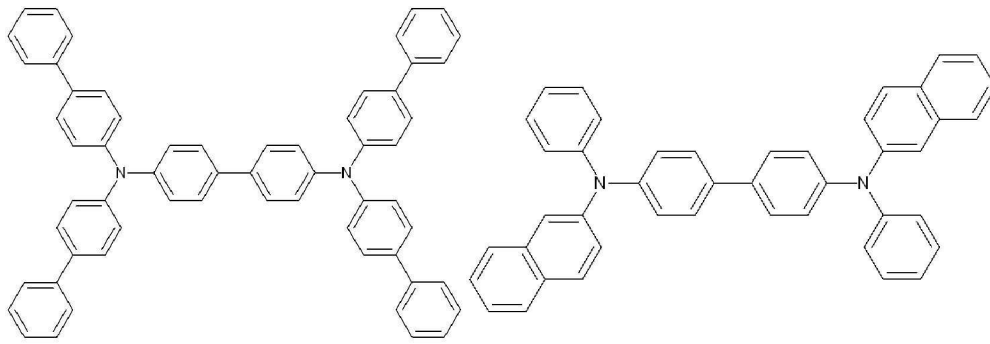
[0183] 제2 전극(EL2)은 전자 수송 영역(ETR) 상에 배치된다. 제2 전극(EL2)은 공통 전극 또는 음극일 수 있다. 제2 전극(EL2)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다. 제2 전극(EL2)이 투과형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 투명 금속 산화물, 예를 들어, ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 이루어질 수 있다.

[0184] 제2 전극(EL2)이 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 경우, 제2 전극(EL2)은 Ag, Mg, Cu, Al, Pt, Pd, Au, Ni, Nd, Ir, Cr, Li, Ca, LiF/Ca, LiF/Al, Mo, Ti 또는 이들을 포함하는 화합물이나 혼합물(예를 들어, Ag와 Mg의 혼합물)을 포함할 수 있다. 또는 상기 물질로 형성된 반사막이나 반투과막 및 ITO(indium tin oxide), IZO(indium zinc oxide), ZnO(zinc oxide), ITZO(indium tin zinc oxide) 등으로 형성된 투명 도전막을 포함하는 복수의 층 구조일 수 있다.

[0185] 도시하지는 않았으나, 제2 전극(EL2)은 보조 전극과 연결될 수 있다. 제2 전극(EL2)이 보조 전극과 연결되면, 제2 전극(EL2)의 저항을 감소시킬 수 있다.

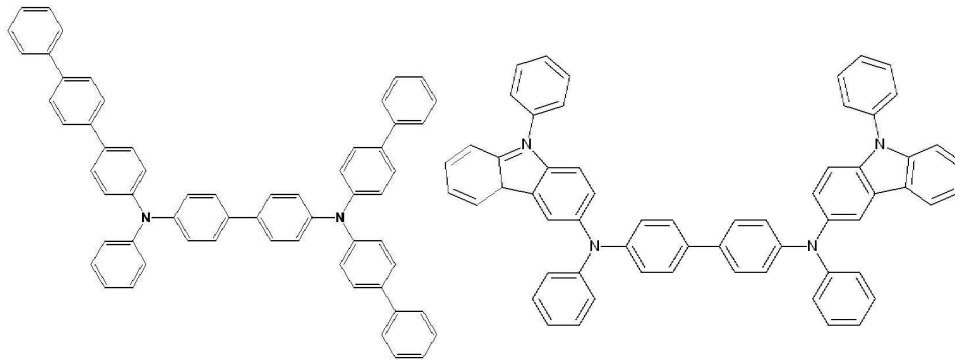
[0186] 한편, 도 4를 참조하면, 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)는 제2 전극(EL2) 상에는 캐핑층(CPL)을 더 포함할 수 있다. 캐핑층(CPL)은 다층 또는 단층을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 캐핑층(CPL)은 유기층 또는 무기층일 수 있다. 예를 들어, 캐핑층(CPL)이 무기물을 포함하는 경우, 무기물은 LiF 등의 알칼리금속 화합물, MgF₂ 등의 알칼리토금속 화합물, SiON, SiN_x, SiO_y 등을 포함하는 것일 수 있다.

[0187] 예를 들어, 캐핑층(CPL)이 유기물을 포함하는 경우, 유기물은 α-NPD, NPB, TPD, m-MTDATA, Alq₃, CuPc, TPD15(N4,N4',N4'',N4'''-tetra (biphenyl-4-yl) biphenyl-4,4'-diamine), TCTA(4,4',4''- Tris (carbazol sol-9-yl) triphenylamine) 등을 포함하거나, 예폭시 수지, 또는 메타크릴레이트와 같은 아크릴레이트를 포함할 수 있다. 다만, 실시예가 이에 제한되는 것은 아니며 이외에 하기와 같은 화합물 P1 내지 P5를 포함할 수 있다.



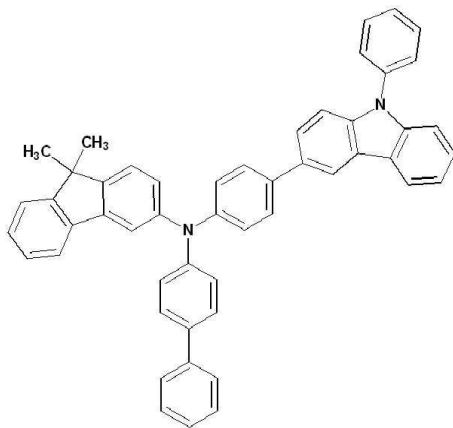
P1

P2



P3

P4



P5

발명의 일 실시예에 따른 유기 전계 발광 소자(10)는 상술한 바와 같이 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 포함하여 우수한 발광 효율 및 장수명 특성을 나타낼 수 있다. 또한, 일 실시예의 유기 전계 발광 소자(10)는 청색 파장 영역에서 고효율 장수명 특성을 나타낼 수 있다.

이하에서는, 실시예 및 비교예를 참조하면서, 본 발명의 일 실시 형태에 따른 화합물 및 일 실시예의 유기 전계 발광 소자에 대해서 구체적으로 설명한다. 또한, 이하에 나타내는 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위한 일 예시이며, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

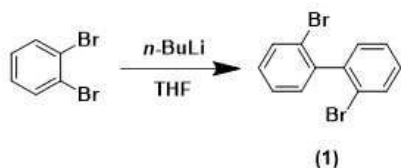
[실시예]

(다환 화합물의 합성)

이하에 설명하는 다환 화합물의 합성법은 일 실시예로서, 본 발명의 실시형태에 따른 다환 화합물의 합성법이 하기의 실시예에 한정되지 않는다.

1. 화합물 9의 합성

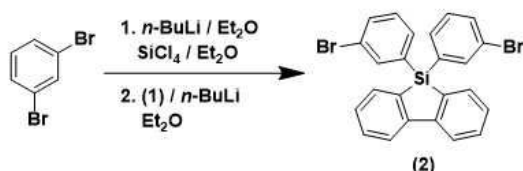
[0196] (2,2'-dibromo-1,1'-biphenyl 합성)



[0197]

[0198] 잘 건조시킨 1L 삼구 둥근 바닥 플라스크에 1,2-dibromobenzene (40.00 g, 169.556 mmol)을 넣고 dry tetrahydrofuran (500mL)로 녹인 후 교반 시켜준다. -78 oC 로 온도를 유지하면서 2.5M n-BuLi (33.9 mL, 84.778 mmol)을 천천히 적가한다. 적가 후 1시간동안 -78℃ 유지하면서 교반한 후 서서히 상온으로 올리면서 교반한다. 2N HCl (50mL)를 넣어준 후 30분간 교반한 다음 물과 dichloromethane으로 추출한 후 MgSO₄로 수분 제거한 다음 실리카로 도포한다. n-Hexane용매를 사용하여 컬럼 크로마토 그래피 를 통해 정제하여 고체 화합물 (1) 18.83 g 을 71.2 %의 수득율로 얻었다. (1H-NMR (300 MHz, CD₂C12) δ = 7.73-7.70 (m, 2H), 7.47-7.41 (m, 2H), 7.35-7.28 (m, 4H)).

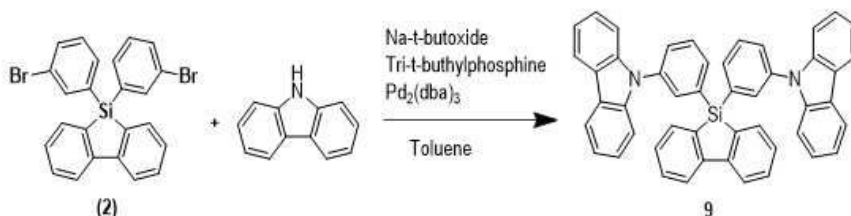
[0199] (5,5-bis(3-bromophenyl)-5H-dibenzo[b,d]silole 합성)



[0200]

[0201] 잘 건조시킨 500 mL 삼구 둥근 바닥 플라스크(1)에 1,3-dibromobenzene (14.58 g, 61.805 mmol)을 넣고 dry ethyl ether (170mL)로 녹인 후 -78℃ 에서 2.5M n-BuLi (24.72 mL, 61.805 mmol) 을 적가한다. -78℃에서 1시간 동안 교반시켜준다. 잘 건조시킨 500 mL 삼구 둥근 바닥 플라스크(2)에 SiCl₄ (5g, 29.431 mmol)을 넣고 dry ethyl ether (20mL)에 녹인 후 -78℃를 유지하면서 교반한다. 첫번째 반응물을 준비한 초자(2)에 적가한다. 서서히 상온으로 올리면서 교반한다. 반응 종료 후 생성된 고체를 가라앉힌 후 여액만 질소퍼지 된 초자(3)로 옮긴 후 교반시켜준다. 잘 건조시킨 250 mL 삼구 둥근 바닥 플라스크에 2,2' -dibromo-1,1' -biphenyl (9.19 g, 29.441 mmol)을 넣고 dry ethyl ether (80mL)로 녹인 후 -78℃에서 2.5M n-BuLi (27 mL, 67.715 mmol) 을 적가한다. -78℃에서 1시간 교반 후 ice bath를 제거하고 1시간동안 상온으로 올린 후 초자(3)에 적가한 후 교반한다. 반응 종료 후 ethyl ether와 물로 추출한 후 MgSO₄로 수분 제거한 다음 실리카로 도포한다. n-Hexane/dichloromethane (5/1)용매를 사용하여 컬럼 크로마토 그래피 를 통해 정제하여 고체 화합물 (2) 4.93 g 를 34 %의 수득율로 얻었다. (1H-NMR (300 MHz, CD₂C12) δ = 7.92 (d, J=7.8Hz, 2H), 7.79-7.76 (m, 2H), 7.72-7.71 (m, 2H), 7.59-7.51 (m, 6H), 7.39-7.34 (m, 2H) 7.28-7.23 (m, 2H)).

[0202] (화합물 9의 합성)



[0203]

[0204] 잘 건조시킨 500 mL 삼구 둥근 바닥 플라스크에 5,5-bis(3-bromophenyl)-5H-dibenzo[b,d]silole (4 g, 8.125 mmol), carbazole (2.99 g, 17.876 mmol), sodium tert-butoxide (2.343 g, 24.376 mmol), tri-tert-butylphosphine (0.16g, 0.813 mmol), Tris(dibenzylideneacetone)dipalladium(0) (0.37g, 0.406 mmol)을 넣고 Toluene (30 mL)에 녹인 후 90℃에서 교반 시켜준다. 반응 종료 후 ethyl acetate와 물로 추출한 후 MgSO₄로 수분 제거한 다음 실리카로 도포한다. n-Hexane/ethyl acetate (5/1)용매를 사용하여 컬럼 크로마토 그래피를 통해 정제하여 고체 화합물 9를 3.5 g (수득률 64.8 %) 얻었다. (1H-NMR (300 MHz, CD₂C12) δ = 8.03-8.00

(m, 4H), 7.84-7.77 (m, 6H), 7.71-7.68 (m, 2H), 7.55-7.53 (m, 4H), 7.45-7.40 (m, 2H) 7.29-7.12 (m, 14H)).

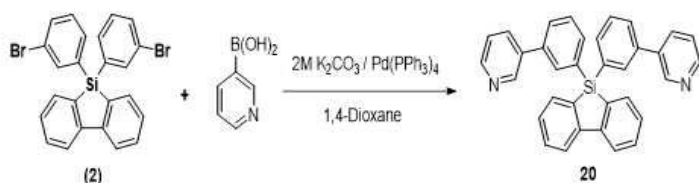
[0205] 2. 화합물 1의 합성

[0206] 화합물 1의 합성은 carbazole 대신 diphenylamine을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 9의 합성 과정과 동일한 방법으로 합성하였다.

[0207] 3. 화합물 5의 합성

[0208] 화합물 5의 합성은 carbazole 대신 4',4'''-azanediybis(((1,1'-biphenyl)-4-carbonitrile))을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 9의 합성 과정과 동일한 방법으로 합성하였다.

[0209] 4. 화합물 20의 합성



[0210]

[0211] 잘 건조시킨 250mL 삼구 둥근 바닥 플라스크에 5,5-bis(3-bromophenyl)-5H-dibenzo[b,d]silole (4.00 g, 8.125 mmol), pyridin-3-ylboronic acid (3 g, 24.376 mmol), 2M potassium carbonate (30 mL), Tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0) (0.47 g, 0.406 mmol) 을 넣고 1,4-dioxane (100 mL) 로 녹인 후 90℃ 에서 10 시간동안 Reflux 시켜준다. 상온으로 식힌 후 물 600 mL에 반응 용액을 부어준다. 이때 생성된 고체를 필터하고, chloroform과 물로 추출을 한 후 MgSO₄ 로 수분을 제거한 다음 실리카로 도포한다. n-Hexane/THF (2/1)용매를 사용하여 컬럼 크로마토 그래피 를 통해 정제하여 고체 화합물 3.76 g (72 %)의 수득율로 얻었다 (1H-NMR (300 MHz, CD₂Cl₂) δ = 8.83 (dd, J=0.7Hz, J=2.4Hz, 2H), 8.57 (dd, J=1.6Hz, J=4.8Hz, 2H), 8.15 (dd, J=0.6Hz, J=7.1Hz, 2H), 8.07 (d, J=7.8Hz, 2H), 8.02-7.98 (m, 4H), 7.83-7.76 (m, 4H), 7.59-7.54 (m, 4H), 7.50-7.39 (m, 4H)).

[0212] 5. 화합물 2의 합성

[0213] 화합물 2의 합성은 carbazole 대신 N-phenylbenzen-d₅-amine 을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 9의 합성 과정과 동일하게 진행하였다.

[0214] 6. 화합물 17의 합성

[0215] 화합물 17의 합성은 pyridin-3-ylboronic acid 대신 indolo[3,2,1-jk]carbazol-2-ylboronic acid 을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 20의 합성 과정과 동일하게 진행하였다.

[0216] 7. 화합물 19의 합성

[0217] 화합물 19의 합성은 pyridin-3-ylboronic acid 대신 (2-(4,6-diphenyl-1,3,5-triazin-2-yl)phenyl)boronic acid 을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 20의 합성 과정과 동일하게 진행하였다.

[0218] 8. 화합물 22의 합성

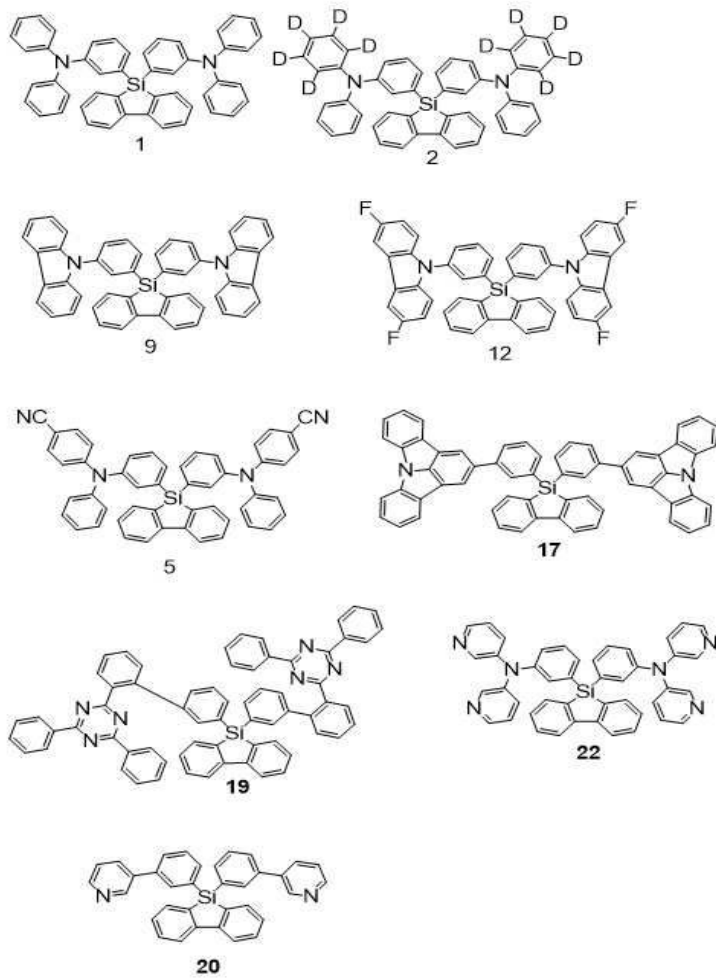
[0219] 화합물 22의 합성은 carbazole 대신 di(pyridin-3-yl)amine 을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 9의 합성 과정과 동일하게 진행하였다.

[0220] 9. 화합물 12의 합성

[0221] 화합물 12의 합성은 carbazole 대신 3,6-difluoro-9H-carbazole 을 사용하는 것을 제외하고는 화합물 9의 합성 과정과 동일하게 진행하였다.

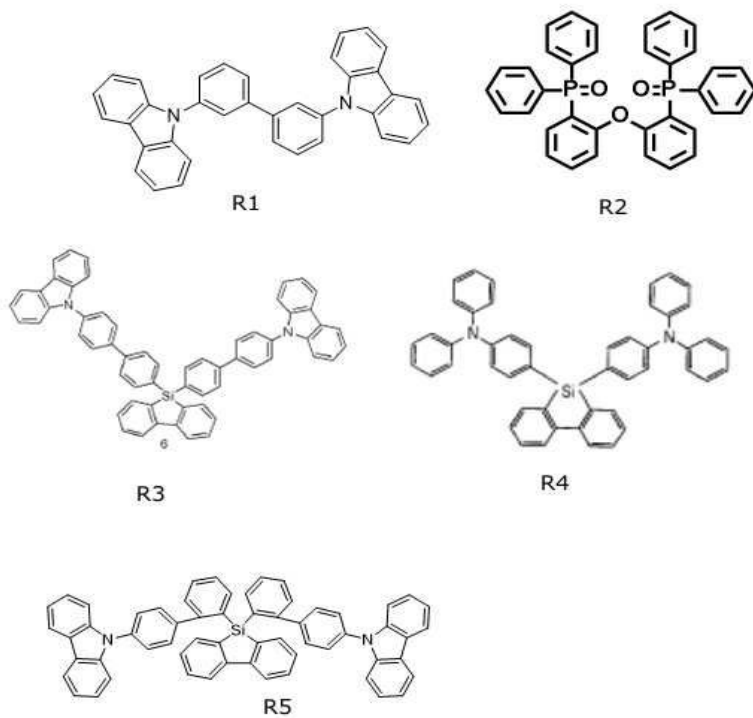
[0222] 하기 실시예 및 비교예 화합물들을 발광층 재료로 사용하여 유기 전계 발광 소자를 제작하였다.

[0223] [실시예 화합물]



[0224]

[0225] [비교예 화합물]



[0226]

[0227] 1. 실시예 1 내지 3 및 비교예 1의 유기 전계 발광 소자

[0228] 양극은 코닝(corning) 15 Ω/cm^2 (1200Å) ITO 유리 기판을 50 mm x 50 mm x 0.7 mm크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이 유리기판을 설치하였다. 상기 기판 상부에 우선 정공 주입층으로서 공지의 화합물 2-TNATA를 진공 증착하여 600Å 두께로 형성한 후, 이어서 정공수송성 화합물로서 NPB를 300Å의 두께로 진공 증착하여 정공 수송층을 형성하였다. 상기 정공수송층 상부에 청색 인광 발광층 중 Firpic을 도펀트 10% 비율로 BCPDS와 실시예 화합물 1, 2, 9 또는 비교예 화합물 R1을 중량비 1:1 혼합 호스트로 동시 증착하여 300Å의 두께의 발광층을 형성하였다. 이어서 TSP01를 50Å의 두께로 진공 증착하여 정공 저지층을 형성하였다. 이어서 전자수송층으로 Alq₃를 300Å의 두께로 증착 한 후, 이 전자수송층 상부에 할로겐화 알칼리금속인 LiF를 전자주입층으로 10Å의 두께로 증착 하고, Al를 3000Å(음극 전극)의 두께로 진공 증착 하여 LiF/Al 전극을 형성함으로써 유기 전계 발광 소자를 제조 하였다.

[0229] 2. 실시예 4 내지 5 및 비교예 2의 유기 전계 발광 소자

[0230] 양극은 코닝(corning) 15 Ω/cm^2 (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이 유리기판을 설치하였다. 상기 기판 상부에 우선 정공주입층으로서 공지의 화합물 NPD를 진공 증착하여 600Å 두께로 형성한 후, 이어서 정공수송성 화합물로서 mCP를 300Å의 두께로 진공 증착하여 정공 수송층을 형성하였다. 상기 정공 수송층 상부에 본 발명의 화합물 2, 5, 또는 비교예 화합물 R2를 공지의 화합물 ACRSA와 중량비 98 : 2로 동시 증착하여 300Å의 두께로 발광층을 형성하였다. 이어서 상기 발광층 상부에 TSP01를 50Å의 두께로 진공 증착하여 정공 저지층을 형성하였다. 이어서 전자 수송층으로 Alq₃를 300Å의 두께로 증착 한 후, 이 전자 수송층 상부에 할로겐화 알칼리금속인 LiF를 전자 주입층으로 10Å의 두께로 증착 하고, Al를 3000Å(음극 전극)의 두께로 진공 증착 하여 LiF/Al 전극을 형성함으로써 유기 전계 발광 소자를 제조 하였다.

[0231] 3. 실시예 6, 9 및 비교예 3 내지 5의 유기 전계 발광 소자

[0232] 양극은 코닝(corning) 15 Ω/cm^2 (1200Å) ITO 유리 기판을 50 mm x 50 mm x 0.7 mm크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이 유리기판을 설치하였다. 상기 기판 상부에 우선 정공주입층으로서 공지의 화합물 2-TNATA를 진공 증착하여 600Å 두께로 형성한 후, 이어서 정공수송성 화합물로서 NPB를 300Å의 두께로 진공 증착하여 정공 수송층을 형성하였다. 상기 정공 수송층 상부에 청색 인광 발광층 중 Firpic을 도펀트 10% 비율로 BCPDS와 실시예 화합물 17, 20 또는 비교예 화합물 R3, R4, 또는 R5을 중량비 1:1 혼합 호스트로 동시 증착하여 300Å의 두께의 발광층을 형성하였다. 이어서 TSP01를 50Å의 두께로 진공 증착하여 정공 저지층을 형성하였다. 이어서 전자 수송층으로 Alq₃를 300Å의 두께로 증착 한 후, 이 전자 수송층 상부에 할로겐화 알칼리금속인 LiF를 전자주입층으로 10Å의 두께로 증착 하고, Al를 3000Å(음극 전극)의 두께로 진공 증착 하여 LiF/Al 전극을 형성함으로써 유기 전계 발광 소자를 제조 하였다.

[0233] 4. 실시예 7 내지 8 및 비교예의 유기 전계 발광 소자

[0234] 애노드는 코닝(corning) 15 Ω/cm^2 (1200Å) ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이 유리기판을 설치하였다. 상기 기판 상부에 우선 정공 주입층으로서 공지의 화합물 NPD를 진공 증착하여 600Å 두께로 형성한 후, 이어서 정공 수송성 화합물로서 mCP를 300Å의 두께로 진공 증착하여 정공 수송층을 형성하였다. 상기 정공 수송층 상부에 본 발명의 화합물 19 또는 22과 ACRSA를 중량비 98 : 2로 동시 증착하여 300Å의 두께로 발광층을 형성하였다. 이어서 TSP01를 50Å의 두께로 진공 증착하여 정공 저지층을 형성하였다. 이어서 전자수송층으로 Alq₃를 300Å의 두께로 증착 한 후, 이 전자수송층 상부에 할로겐화 알칼리금속인 LiF를 전자주입층으로 10Å의 두께로 증착 하고, Al를 3000Å(음극 전극)의 두께로 진공 증착 하여 LiF/Al 전극을 형성함으로써 유기 전계 발광 소자를 제조 하였다.

[0235] (유기 전계 발광 소자의 특성 평가)

표 1

	발광층 호스트	구동전압 (V)	전류밀도 (mA/cm ²)	휘도 (cd/m ²)	효율 (cd/A)	발광색	반감수명 (hr @100mA/cm ²)
실시예 1	실시예 화합물 1	5.66	50	3356	6.712	청색	320
실시예 2	실시예 화합물 2	5.49	50	3591	7.182	청색	340
실시예 3	실시예 화합물 9	5.9	50	3493	6.986	청색	317
실시예 4	실시예 화합물 2	6.01	50	2975	5.95	청색	301
실시예 5	실시예 화합물 5	5.74	50	3870	7.74	청색	334
실시예 6	실시예 화합물 17	4.03	5.17	1000	19.4	청색	360
실시예 7	실시예 화합물 19	4.02	5.14	1000	19.5	청색	327
실시예 8	실시예 화합물 22	4.20	5.13	1000	19.5	청색	311
실시예 9	실시예 화합물 20	4.11	5.28	1000	19.6	청색	356
비교예 1	화합물 R1	6.99	50	2745	5.27	청색	266
비교예 2	화합물 R2	6.71	50	2499	5.17	청색	290
비교예 3	화합물 R3	5.67	10.6	1000	9.51	청색	210
비교예 4	화합물 R4	5.11	9.7	1000	10.5	청색	230
비교예 5	화합물 R5	5.49	10.1	1000	10.1	청색	90

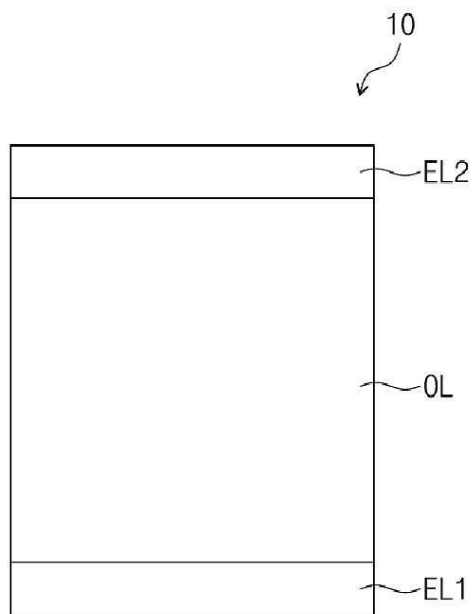
- [0237] 표 1의 결과를 참조하면, 일 실시예에 따른 다환 화합물을 발광층에 포함하는 경우, 비교예들에 비하여 구동 전압이 낮으며, 휘도, 효율 및 수명이 개선됨을 확인할 수 있다.
- [0238] 비교예 1 및 2는 공지의 호스트 재료인 R1 및 R2를 각각 사용한 소자로서, 비교예에 비해 구동전압이 높으며, 효율 및 수명이 모두 떨어졌다.
- [0239] 비교예 3 및 4의 화합물 R3 및 R4는 본 발명의 일 실시예에 따른 화합물에 비해 T1 에너지 준위가 12~17% 낮다. 따라서, 비교예 3 및 4는 소자 효율 감소가 크고, 그에 따른 구동 전압과 수명 특성에서도 열세하다.
- [0240] 비교예 5의 경우, 호스트로 사용된 화합물 R5의 T1 에너지 준위가 3.15 eV로 높아 고효율 특성을 보이나, 구조적 안정성 저하로 인한 수명 열세가 나타난다.
- [0241] 일 실시예의 유기 전계 발광 소자는 화학식 1로 표시되는 다환 화합물을 발광층 재료로 사용함으로써 청색광 파장 영역에서 높은 발광 효율 및 장수명을 구현할 수 있다.
- [0242] 일 실시예의 다환 화합물은 발광층 재료로 사용됨으로써 청색광 파장 영역에서 유기 전계 발광 소자의 높은 발광 효율 및 장수명을 구현할 수 있다.
- [0243] 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자 또는 해당 기술 분야에 통상의 지식을 갖는 자라면, 후술될 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 기술 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0244] 따라서, 본 발명의 기술적 범위는 명세서의 상세한 설명에 기재된 내용으로 한정되는 것이 아니라 특허청구범위에 의해 정하여져야만 할 것이다.

부호의 설명

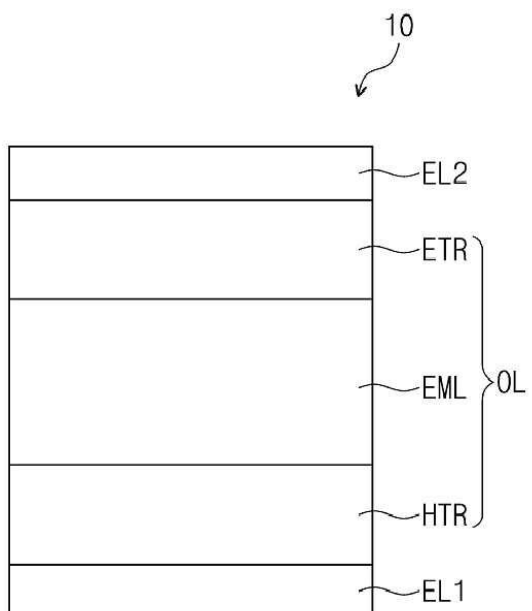
- [0246] 10 : 유기 전계 발광 소자 EL1 : 제1 전극
 EL2 : 제2 전극 OL: 유기층
 HTR : 정공 수송 영역 EML : 발광층
 ETR : 전자 수송 영역

도면

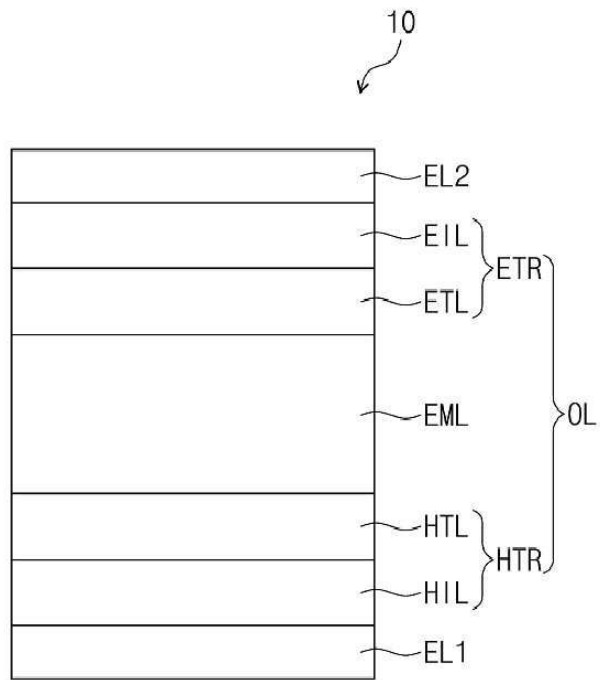
도면1



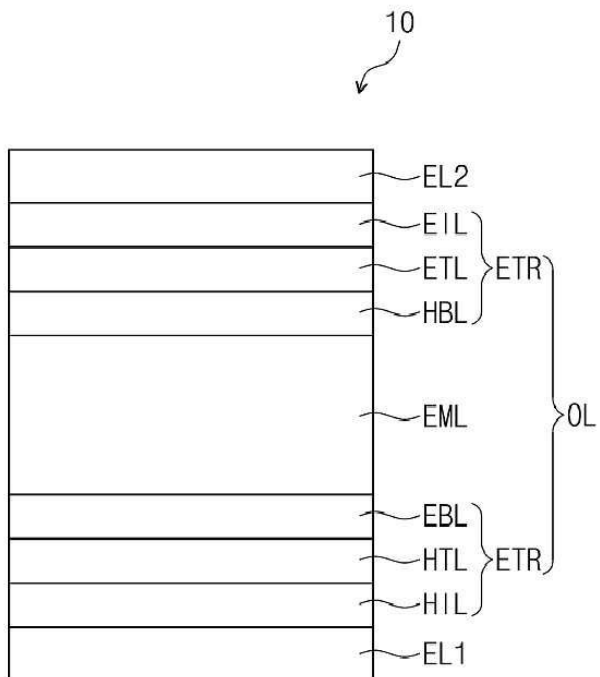
도면2



도면3



도면4



도면5

