



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0043946  
(43) 공개일자 2020년04월28일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/00 (2006.01) C07D 221/06 (2006.01)  
H01L 51/50 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 51/0072 (2013.01)  
C07D 221/06 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-0045155(분할)
- (22) 출원일자 2020년04월14일  
심사청구일자 2020년04월14일
- (62) 원출원 특허 10-2013-0104502  
원출원일자 2013년08월30일  
심사청구일자 2018년08월27일

- (71) 출원인  
삼성디스플레이 주식회사  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
성균관대학교산학협력단  
경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동, 성균관대학교내)
- (72) 발명자  
김성욱  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
김명숙  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
리엔목특허법인

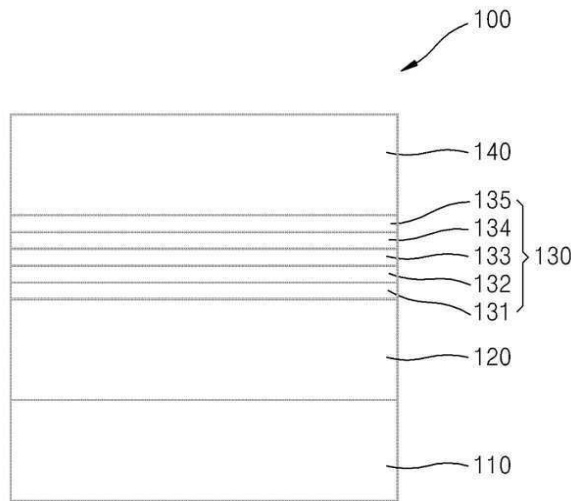
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 인데노피리딘계 화합물 및 이를 포함한 유기 발광 소자

(57) 요약

인데노피리딘계 화합물 및 이를 포함한 유기 발광 소자가 개시된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 51/0052* (2013.01)

*H01L 51/0054* (2013.01)

*H01L 51/0059* (2013.01)

*H01L 51/0073* (2013.01)

*H01L 51/5016* (2013.01)

*H01L 51/5024* (2013.01)

(72) 발명자

**김재홍**

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

**고삼일**

경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)

**윤승수**

경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교  
화학과 (천천동)

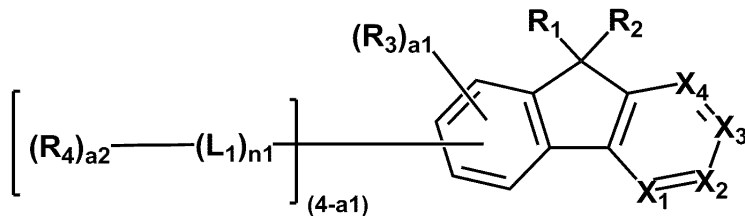
명세서

청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물:

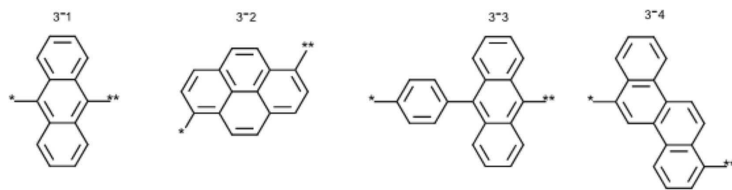
<화학식 1>



상기 화학식 1 중,

X<sub>1</sub>은 N 또는 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 N 또는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 N 또는 C(R<sub>13</sub>)이고; X<sub>4</sub>은 N 또는 C(R<sub>14</sub>)이되; 상기 X<sub>1</sub> 내지 X<sub>4</sub> 중 오직 하나만이 N이고;

(L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나이고;



상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

\*는 각각 R<sub>4</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되거나, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 연결되어 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>포화 고리 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>불포화 고리를 선택적으로 형성할 수 있고;

R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub> 및 R<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되고;

R<sub>4</sub>는 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되고;

a1은 0 내지 3의 정수이고;

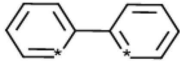
a2는 1 내지 3의 정수이다.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택된, 인데노피리딘계 화합물:

<화학식 5>



상기 화학식 5 중,

\*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이다.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub> 및 R<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택된, 인데노피리딘계 화합물.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

R<sub>4</sub>는 i) 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 및

ii) 수소, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, tert-부틸기, 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 중에서 선택된, 인데노피리딘계 화합물.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

R<sub>5</sub>는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택된, 인데노피리딘계 화합물.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

a2는 1의 정수인, 인데노피리딘계 화합물.

**청구항 7**

제1항에 있어서,

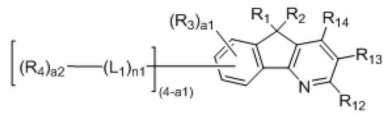
4-a1은 1의 정수인, 인데노피리딘계 화합물.

**청구항 8**

제1항에 있어서,

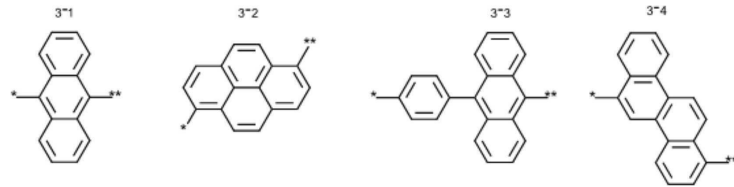
하기 화학식 1a로 표시되는, 인데노피리딘계 화합물:

<화학식 1a>



상기 화학식 1a 중,

(L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>으로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나이고;

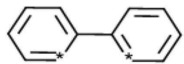


상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

\*는 R<sub>1</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택되고;

<화학식 5>



상기 화학식 5 중,

\*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

R<sub>3</sub> 및 R<sub>12</sub> 내지 R<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택되고;

R<sub>1</sub>는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택되고;

4-a1는 1의 정수이고;

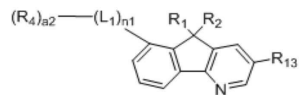
a2는 1의 정수이다.

### 청구항 9

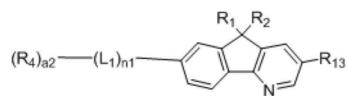
제1항에 있어서,

하기 화학식 1b 내지 1e 중에서 선택된 어느 하나로 표시되는, 인데노피리딘계 화합물:

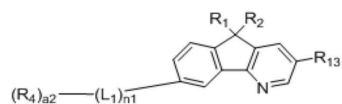
<화학식 1b>



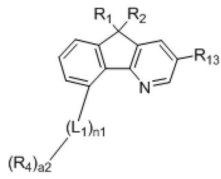
<화학식 1c>



<화학식 1d>

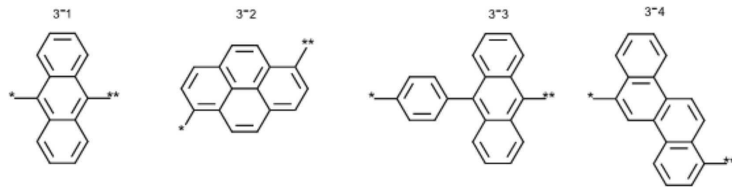


<화학식 1e>



상기 화학식 1b 내지 1e 중,

$(L_1)_{n1}$ 으로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나이고;

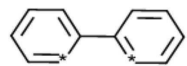


상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

$*$ 는  $R_4$ 와의 결합 사이트이고,  $**$ 는 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

$R_1$  및  $R_2$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택되고;

<화학식 5>



상기 화학식 5 중,

$*$ 는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

$R_{13}$ 는 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택되고;

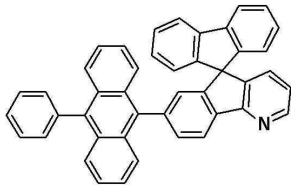
$R_4$ 는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택되고;

$a_2$ 는 1의 정수이다.

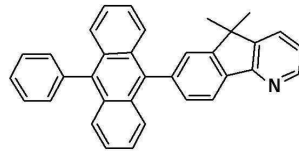
### 청구항 10

제1항에 있어서,

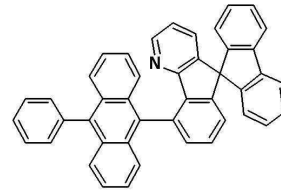
상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 하기 화합물 1 내지 25 중에서 선택된 어느 하나인, 인데노피리딘계 화합물:



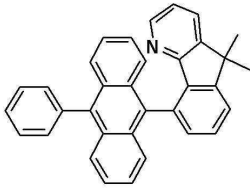
1



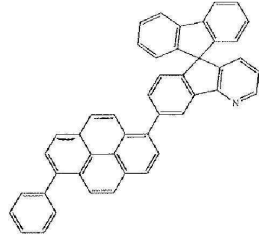
2



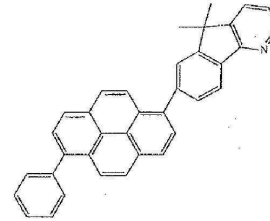
3



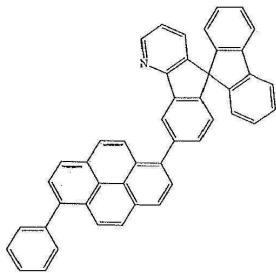
4



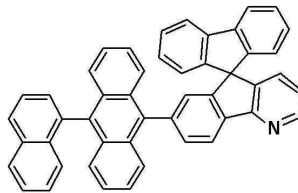
5



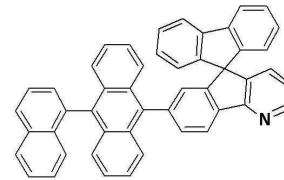
6



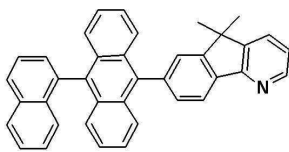
7



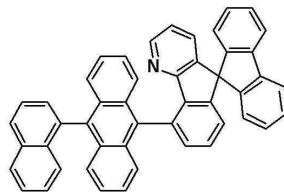
8



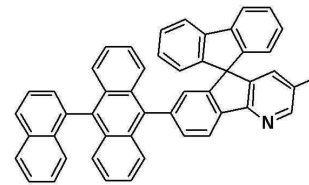
9



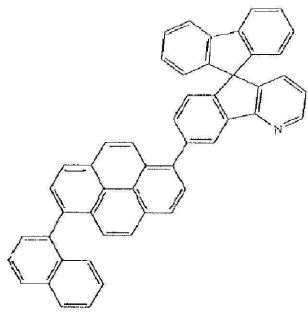
10



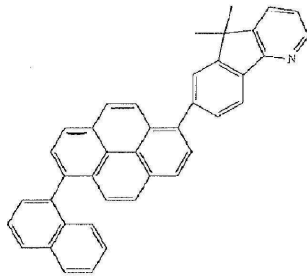
11



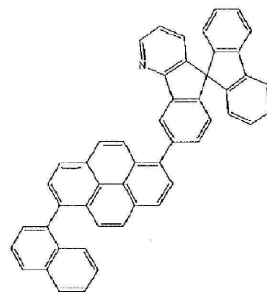
12



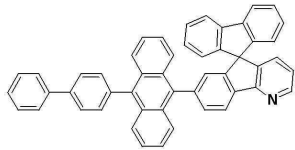
13



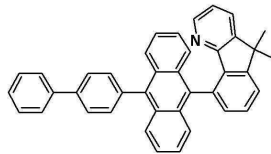
14



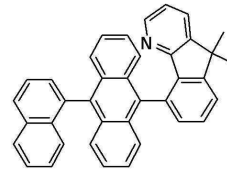
15



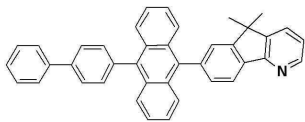
16



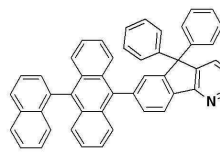
17



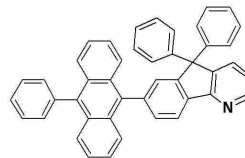
18



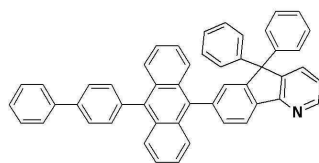
19



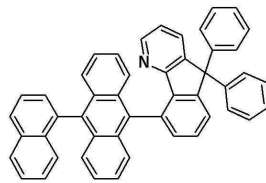
20



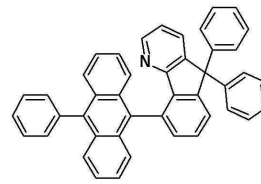
21



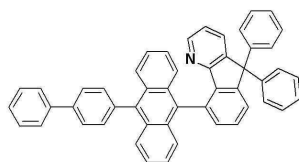
22



23



24



25

### 청구항 11

제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고 발광층을 포함한 유기층을 포함하고, 상기 유기층이 제1항 및 제6항 내지 제10항 중 어느 한 항의 인테노피리딘계 화합물 중 1종 이상을 포함하는 유기 발광 소자.

### 청구항 12

제11항에 있어서,

상기 유기층이, 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 정공 주입층, 정공 수송층, 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층, 버퍼층 및 전자 저지층; 중에서 선택된 적어도 하나를 더 포함한 정공 수송 영역을 포함하고, 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 정공 저지층, 전자 수송층 및 전자 주입층; 중에서 선택된 적어도 하나를 더 포함한 전자 수송 영역을 포함하는, 유기 발광 소자.

**청구항 13**

제11항에 있어서,

상기 인데노피리딘계 화합물이 상기 발광층에 존재하는, 유기 발광 소자.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

상기 발광층에 도펀트가 더 포함되어 있고, 상기 인데노피리딘계 화합물은 호스트의 역할을 하는, 유기 발광 소자.

**청구항 15**

제14항에 있어서,

상기 도펀트는 하기 화학식 100으로 표시되는 아민계 화합물인, 유기 발광 소자:

<화학식 100>



상기 화학식 100 중,

X는 안트라세닐렌기, 크라이세닐렌기, 피아레닐렌기 및 벤조피아레닐렌기; 중에서 선택되고;

Ar<sub>101</sub> 및 Ar<sub>102</sub>는 서로 독립적으로, i) 페닐기, 나프틸기 및 비페닐기; 및

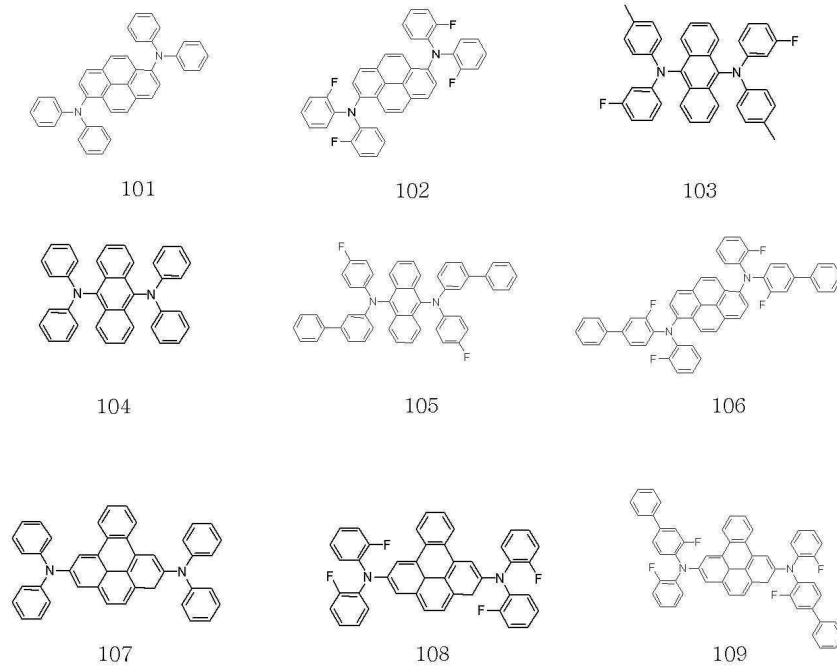
ii) 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기 및 페닐기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 페닐기, 나프틸기 및 비페닐기; 중에서 선택되고;

n은 2의 정수이다.

**청구항 16**

제14항에 있어서,

상기 도펀트는 하기 화합물 101 내지 109 중에서 선택된 어느 하나인, 유기 발광 소자:



### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 인데노피리딘계 화합물 및 이를 포함한 유기 발광 소자에 관한 것이다.

#### 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 있다.

[0003] 일반적인 유기 발광 소자는 기판 상부에 애노드가 형성되어 있고, 이 애노드 상부에 정공수송층, 발광층, 전자수송층 및 캐소드가 순차적으로 형성되어 있는 구조를 가질 수 있다. 여기에서 정공수송층, 발광층 및 전자수송층은 유기화합물로 이루어진 유기 박막들이다.

[0004] 상술한 바와 같은 구조를 갖는 유기 발광 소자의 구동 원리는 다음과 같다.

[0005] 상기 애노드 및 캐소드간에 전압을 인가하면, 애노드로부터 주입된 정공은 정공수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 상기 정공 및 전자와 같은 캐리어들은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exiton)을 생성한다. 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저상태로 변하면서 광이 생성된다.

### 발명의 내용

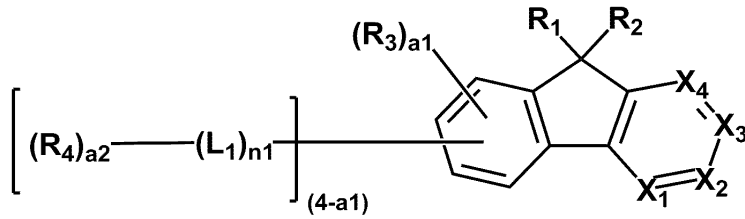
#### 해결하려는 과제

[0006] 고품위 유기 발광 소자를 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0007] 일 측면에 따르면, 하기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물이 제공된다:

[0008] <화학식 1>



[0009]

[0010]

[0011]

[0012]

[0013]

[0014]

[0015]

[0016]

[0017]

[0018]

[0019]

[0020]

[0021]

상기 화학식 1 중,

X<sub>1</sub>은 N 또는 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 N 또는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 N 또는 C(R<sub>13</sub>)이고;

X<sub>4</sub>은 N 또는 C(R<sub>14</sub>)이고;

L<sub>1</sub>은 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기; 중에서 선택되고;

n<sub>1</sub>은 0 내지 3의 정수이고;

R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되거나, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 연결되어 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>포화 고리 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>불포화 고리를 선택적으로 형성할 수 있고;

R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub>, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되고;

a<sub>1</sub> 및 a<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수이다.

다른 측면에 따르면, 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고 발광층을 포함한 유기층을 포함하고, 상기 유기층이 상기 인데노피리딘계 화합물 중 1종 이상을 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다.

### 발명의 효과

고품위의 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

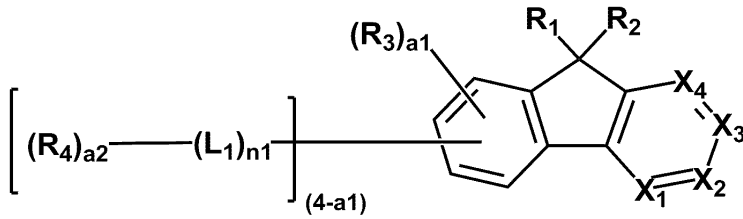
### 도면의 간단한 설명

도 1은 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

상기 인데노피리딘계 화합물은 하기 화학식 1로 표시된다:

[0022] <화학식 1>



[0023] 상기 화학식 1 중, X<sub>1</sub>은 N 또는 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 N 또는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 N 또는 C(R<sub>13</sub>)이고; X<sub>4</sub>은 N 또는 C(R<sub>14</sub>)이되; 상기 상기 X<sub>1</sub> 내지 X<sub>4</sub> 중 적어도 하나는 N일 수 있다.

[0025] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, X<sub>1</sub>은 N이고; X<sub>2</sub>는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 C(R<sub>13</sub>)이고; X<sub>4</sub>는 C(R<sub>14</sub>)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0026] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, X<sub>1</sub>은 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 N이고; X<sub>3</sub>는 C(R<sub>13</sub>)이고; X<sub>4</sub>는 C(R<sub>14</sub>)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0027] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, X<sub>1</sub>은 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 N이고; X<sub>4</sub>는 C(R<sub>14</sub>)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, X<sub>1</sub>은 C(R<sub>11</sub>)이고; X<sub>2</sub>는 C(R<sub>12</sub>)이고; X<sub>3</sub>는 C(R<sub>13</sub>)이고; X<sub>4</sub>는 N일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0029] 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기; 중에서 선택될 수 있다.

[0030] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은

[0031] i) C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기, 및 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기; 및

[0032] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0033] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0034] C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 및

[0035] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기, 및 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0036] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은

[0037] i) 페닐렌기(phenylene), 펜타레닐렌기(pentalenylene), 인데닐렌기(indenylene), 나프틸렌기(naphthylene), 아줄레닐렌기(azulenylene), 헵타레닐렌기(heptalenylene), 인다세닐렌기(indacenylene), 아세나프틸렌기(acenaphtylene), 플루오레닐렌기(fluorenylene), 스파이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기(phenalenylene), 페난트레닐렌기(phenanthrenylene), 안트라세닐렌기(anthracenylene), 플루오란테닐렌기(fluoranthenylene), 트

리페닐레닐렌기(triphenylenylene), 파이레닐렌기(pyrenylene), 크라이세닐렌기(chrysenylene), 나프타세닐렌기(naphthacenylenylene), 피세닐렌기(picenylenylene), 페릴레닐렌기(peryleneylene), 펜타페닐렌기(pentaphenylenylene), 헥사세닐렌기(hexacenylenylene), 피롤일렌기(pyrrolylene), 이미다졸일렌기(imidazolylene), 피라졸일렌기(pyrazolylene), 피리디닐렌기(pyridinylenylene), 피라지닐렌기(pyrazinylenylene), 피리미디닐렌기(pyrimidinylenylene), 피리다지닐렌기(pyridazinylenylene), 이소인돌일렌기(isoindolylenylene), 인돌일렌기(indolylenylene), 인다졸일렌기(indazolylene), 푸리닐렌기(purinylenylene), 퀴놀리닐렌기(quinolinylenylene), 벤조퀴놀리닐렌기(benzoquinolinylenylene), 프탈라지닐렌기(phthalazinylenylene), 나프티리디닐렌기(naphthyridinylenylene), 퀴녹살리닐렌기(quinoxalinylenylene), 퀴나졸리닐렌기(quinazolinylenylene), 시놀리닐렌기(cinnolinylenylene), 카바졸일렌기(carbazolylene), 페난트리디닐렌기(phenanthridinylenylene), 아크리디닐렌기(acridinylenylene), 페난트롤리닐렌기(phenanthrolinylenylene), 페나지닐렌기(phenazinylenylene), 벤조옥사졸일렌기(benzooxazolylene), 벤조이미다졸일렌기(benzoimidazolylene), 푸라닐렌기(furanylenylene), 벤조푸라닐렌기(benzofuranylenylene), 티오펜일렌기(thiophenylenylene), 벤조티오펜일렌기(benzothiophenylenylene), 티아졸일렌기(thiazolylene), 이소티아졸일렌기(isothiazolylene), 벤조티아졸일렌기(benzothiazolylene), 이소옥사졸일렌기(isoxazolylene), 옥사졸일렌기(oxazolylene), 트리아졸일렌기(triazolylene), 테트라졸일렌기(tetrazolylene), 옥사디아졸일렌기(oxadiazolylene), 트리아지닐렌기(triazinylenylene), 벤조옥사졸일렌기(benzooxazolylene), 디벤조푸라닐렌기(dibenzopuranylenylene), 디벤조티오펜일렌기(dibenzothiophenylenylene), 및 벤조카바졸일기(benzocarbazolylene); 및

[0038] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0039] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0040] C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 및

[0041] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 펜타레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵타레닐렌기, 인다세닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스퀘아이로-플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페릴레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 피롤일렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 피리디닐렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 이소인돌일렌기, 인돌일렌기, 인다졸일렌기, 푸리닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 카바졸일렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조옥사졸일렌기, 벤조이미다졸일렌기, 푸라닐렌기, 벤조푸라닐렌기, 티오펜일렌기, 벤조티오펜일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 벤조티아졸일렌기, 이소옥사졸일렌기, 옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 트리아지닐렌기, 벤조옥사졸일렌기, 디벤조푸라닐렌기, 디벤조티오펜일렌기 및 벤조카바졸일기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0042] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은

[0043] i) 페닐렌기, 나프틸렌기, 안트라세닐기, 크라이세닐렌기 및 파이레닐렌기; 및

[0044] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

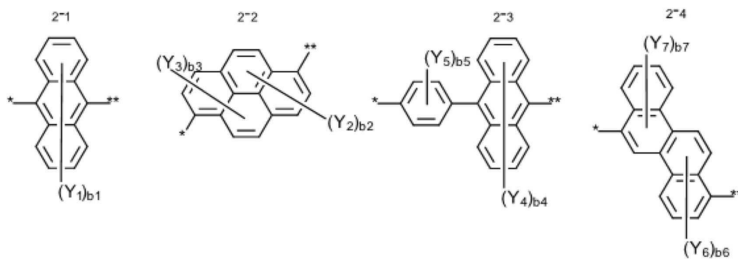
[0045] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0046] C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 및

[0047] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실

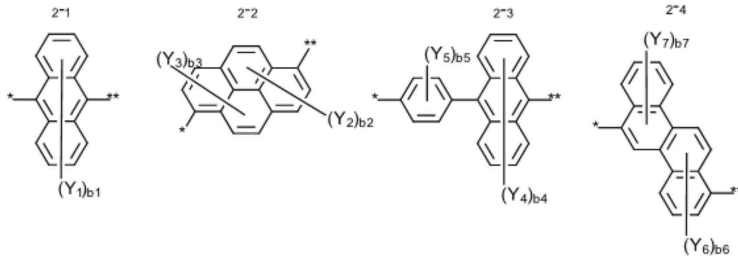
기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알킬닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 안트라세닐기, 크라이세닐렌기 및 파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0048] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은
- [0049] i) 페닐렌기, 안트라세닐기, 크라이세닐렌기 및 파이레닐렌기; 및
- [0050] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기;
- [0051] 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 및
- [0052] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기;
- [0053] 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 안트라세닐기, 크라이세닐렌기 및 파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0054] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, L<sub>1</sub>은 페닐렌기, 안트라세닐기, 크라이세닐렌기 및 파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0055] 상기 화학식 1 중, n<sub>1</sub>은 L<sub>1</sub>의 개수를 의미하며, n<sub>1</sub>은 0 내지 3의 정수이다. n<sub>1</sub>이 2 이상의 정수인 경우, 복수개의 L<sub>1</sub>은 서로 동일하거나, 상이할 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, n<sub>1</sub>은 1 또는 2의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0057] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, (L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 2-1 내지 2-4 중에서 선택된 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



- [0058]
- [0059] 상기 화학식 2-1 내지 2-4 중,
- [0060] Y<sub>i</sub> 내지 Y<sub>7</sub>는 서로 독립적으로,
- [0061] i) 수소, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기;
- [0062] ii) 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 및
- [0063] iii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기 및 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 중에서 선택되고;
- [0064] b<sub>1</sub> 내지 b<sub>7</sub>는 서로 독립적으로, 0 내지 4의 정수이고;
- [0065] \*\*는 각각 R<sub>4</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이다.
- [0066] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, (L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 2-1 내지 2-4 중에서 선택된 어느

하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0067]

상기 화학식 2-1 내지 2-4 중,

[0068]

Y<sub>1</sub> 내지 Y<sub>7</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, tert-부틸기, 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 중에서 선택되고;

[0069]

b<sub>1</sub> 내지 b<sub>7</sub>는 서로 독립적으로, 0 또는 1의 정수이고;

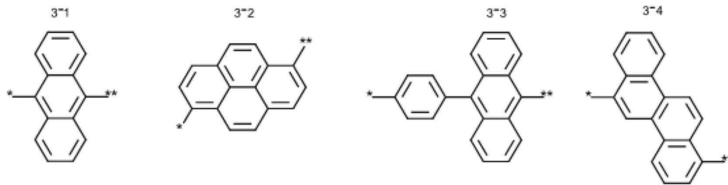
[0070]

\*는 각각 R<sub>1</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 각각 인데노피리딘 고리와 결합 사이트이다.

[0071]

또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, (L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0072]



[0073]

상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

[0074]

\*는 각각 R<sub>1</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 각각 인데노피리딘 고리와 결합 사이트이다.

[0075]

상기 화학식 1 중, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택되거나, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 연결되어 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>포화 고리 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>불포화 고리를 선택적으로 형성할 수 있다.

[0076]

예를 들어, 상기 화학식 1 중, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기; 중에서 선택되거나, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 연결되어 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>포화 고리 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>불포화 고리를 선택적으로 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0077]

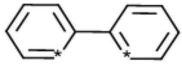
다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, tert-부틸기, 페닐기 및 나프틸기; 중에서 선택되거나, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 연결되어 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>포화 고리 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>불포화 고리를 선택적으로 형성할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0078]

또 다른 예로서, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0079]

[0080] <화학식 5>



[0081]

[0082] 상기 화학식 5 중, \*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이다.

[0083] 상기 화학식 1 중, R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub>, R<sub>3</sub> 및 R<sub>4</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중 선택될 수 있다.

[0084] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub> 및 R<sub>3</sub>는 서로 독립적으로,

[0085] i) 수소, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기;

[0086] ii) 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 및

[0087] iii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기 및 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기, 피리딜기 및 트리아지닐기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0088] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub> 및 R<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0089] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>11</sub> 내지 R<sub>14</sub> 및 R<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0090] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, R<sub>4</sub>는 치환 또는 비치환된 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>아릴기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>헤테로아릴기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0091] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>4</sub>는

[0092] i) C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>헤테로아릴기; 및

[0093] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0094] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;

[0095] C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 및

[0096] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>20</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0097] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>4</sub>는

[0098] i) 페닐기(phenyl), 펜타레닐기(pentalenyl), 나프틸기(naphtyl), 아줄레닐기(azulenyl), 헵타레닐기(heptalenyl), 인다세닐기(indacenyl), 아세나프틸기(acenaphtyl), 플루오레닐기(fluorenyl), 스파이로-플루오

레닐기, 페날레닐기(phenalenyl), 페난트레닐기(phenanthrenyl), 안트릴기(anthryl), 플루오란테닐기(fluoranthenyl), 트리페닐레닐기(triphenylenyl), 파이레닐기(pyrenyl), 크라이세닐기(chrysenyl), 나프타세닐기(naphthacenyl), 피세닐기(picenyl), 페틸레닐기(perylene), 펜타페닐기(pentaphenyl), 헥사세닐기(hexacenyl), 피롤일기(pyrrolyl), 이미다졸일기(imidazolyl), 피라졸일기(pyrazolyl), 피리딜기(pyridinyl), 피라지닐기(pyrazinyl), 피리미딜기(pyrimidinyl), 피리다지닐기(pyridazinyl), 이소인돌일기(isoindolyl), 인돌일기(indolyl), 인다졸일기(indazolyl), 푸리닐기(purinyl), 퀴놀리닐기(quinolinyl), 벤조퀴놀리닐기(benzoquinolinyl), 프탈라지닐기(phthalazinyl), 나프티리디닐기(naphthyridinyl), 퀴녹살리닐기(quinoxaliny), 쿠나졸리닐기(quinazoliny), 시놀리닐기(cinnolinyl), 카바졸일기(carbazolyl), 페난트리디닐기(phenanthridinyl), 아크리디닐기(acridinyl), 페난트롤리닐기(phenanthrolinyl), 페나지닐기(phenazinyl), 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 벤조이미다졸일기(benzoimidazolyl), 푸라닐기(furanyl), 벤조푸라닐기(benzofuranyl), 티오펜일기(thiophenyl), 벤조티오펜일기(benzothiophenyl), 티아졸일기(thiazolyl), 이소티아졸일기(isothiazolyl), 벤조티아졸일기(benzothiazolyl), 이소옥사졸일기(isoxazolyl), 옥사졸일기(oxazolyl), 트리아졸일기(triazolyl), 테트라졸일기(tetrazolyl), 옥사디아졸일기(oxadiazolyl), 트리아지닐기(triazinyl), 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 디벤조푸라닐기(dibenzopuranyl), 디벤조티오펜일기(dibenzothiophenyl) 및 카바졸일기(carbazolyl); 및

- [0099] ii) 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;
- [0100] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기;
- [0101] C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 및
- [0102] 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>6</sub>-C<sub>16</sub>아릴기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>16</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 펜타레닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵타레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트릴기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 피롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 피리딜기, 피라지닐기, 피리미딜기, 피리다지닐기, 이소인돌일기, 인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 쿠나졸리닐기, 시놀리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조옥사졸일기, 벤조이미다졸일기, 푸라닐기, 벤조푸라닐기, 티오펜일기, 벤조티오펜일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 벤조티아졸일기, 이소옥사졸일기, 옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 벤조옥사졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기 및 카바졸일기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0103] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>4</sub>는
- [0104] i) 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 및
- [0105] ii) 수소, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, tert-부틸기, 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0106] 또 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, R<sub>4</sub>는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0107] 상기 화학식 1 중, a<sub>1</sub>은 R<sub>3</sub>의 개수를 의미하며, 0 내지 3의 정수일 수 있다. a<sub>1</sub>이 2 이상의 정수인 경우, 복수개의 R<sub>3</sub>는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.
- [0108] 상기 화학식 1 중, a<sub>2</sub>는 R<sub>4</sub>의 개수를 의미하며, 0 내지 3의 정수일 수 있다. a<sub>2</sub>가 2 이상의 정수인 경우, 복수

개의 R<sub>4</sub>는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0109] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, a<sub>1</sub>은 0 또는 1의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0110] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, a<sub>3</sub>는 0 또는 1의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

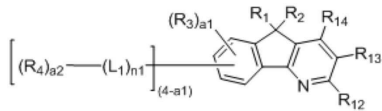
[0111] 상기 화학식 1 중,  $\left[ (R_4)_{a_2} - (L_1)_{n_1} \right]_{(4-a_1)}$  로 표시되는 모이어티의 개수는 4-a<sub>1</sub>으로 표시될 수 있다.

[0112] 예를 들어, 상기 화학식 1 중, 4-a<sub>1</sub>는 1 또는 2의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

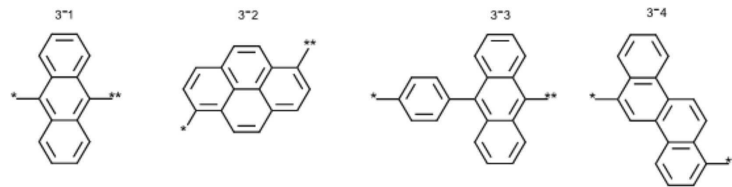
[0113] 다른 예로서, 상기 화학식 1 중, 4-a<sub>1</sub>는 1의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0114] 예를 들어, 상기 인데노피리딘계 화합물은 하기 화학식 1a로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0115] <화학식 1a>



[0117] 상기 화학식 1a 중, (L<sub>1</sub>)<sub>n<sub>1</sub></sub>으로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나이고;

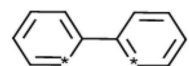


[0119] 상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

[0120] \*는 R<sub>1</sub>와의 결합 사이트이고, \*\*는 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

[0121] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택되고;

[0122] <화학식 5>



[0124] 상기 화학식 5 중,

[0125] \*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

[0126] R<sub>3</sub> 및 R<sub>12</sub> 내지 R<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택되고;

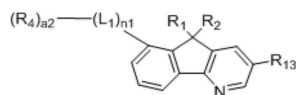
[0127] R<sub>1</sub>는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택되고;

[0128] 4-a<sub>1</sub>는 1의 정수이고;

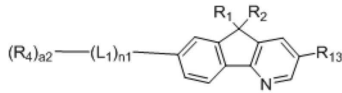
[0129] a<sub>2</sub>는 0 또는 1의 정수이다.

[0130] 다른 예로서, 상기 인데노피리딘계 화합물은 하기 화학식 1b 내지 1e 중에서 선택된 어느 하나로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0131] <화학식 1b>

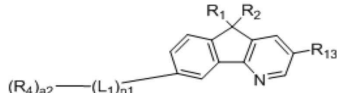


[0133] <화학식 1c>



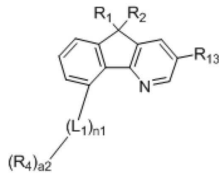
[0134]

[0135] <화학식 1d>



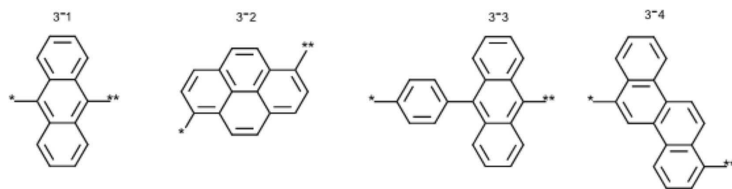
[0136]

[0137] <화학식 1e>



[0138]

[0139] 상기 화학식 1b 내지 1e 중, (L<sub>1</sub>)<sub>n1</sub>으로 표시되는 모이어티는 하기 화학식 3-1 내지 3-4 중에서 선택된 어느 하나이고;



[0140]

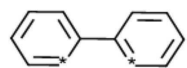
[0141] 상기 화학식 3-1 내지 3-4 중,

[0142] \*는 R<sub>1</sub>와의 결합 사이트이고,

[0143] \*\*는 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

[0144] R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 메틸기, 페닐기 및 하기 화학식 5 중에서 선택되고;

[0145] <화학식 5>



[0146]

[0147] 상기 화학식 5 중,

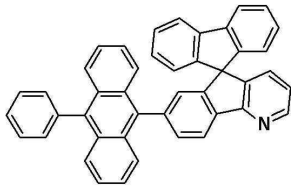
[0148] \*는 각각 인데노피리딘 고리와의 결합 사이트이고;

[0149] R<sub>13</sub>는 수소, 중수소, -F, 시아노기, 니트로기 및 메틸기; 중에서 선택되고;

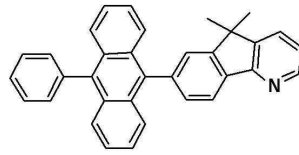
[0150] R<sub>1</sub>는 페닐기, 1-나프틸기 및 2-나프틸기; 중에서 선택되고;

[0151] a<sub>2</sub>는 0 또는 1의 정수이다.

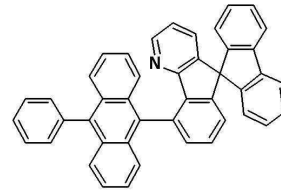
[0152] 예를 들어, 상기 인데노피리딘계 화합물은 하기 화합물 1 내지 25 중에서 선택된 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



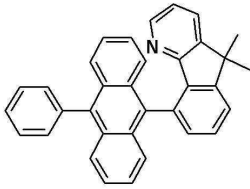
1



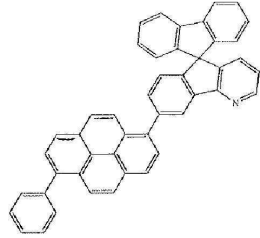
2



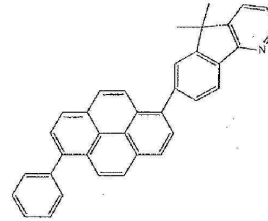
3



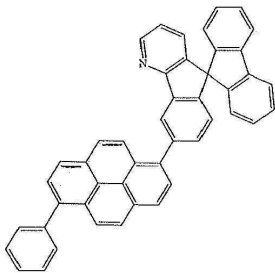
4



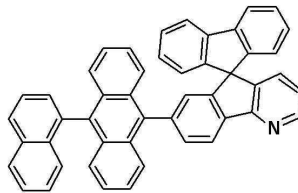
5



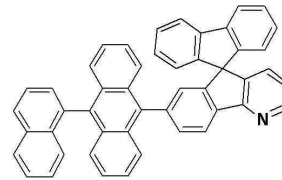
6



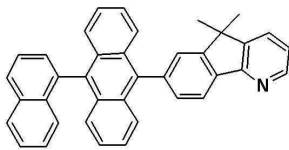
7



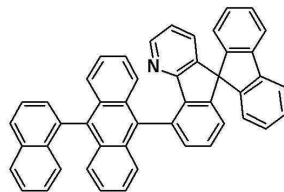
8



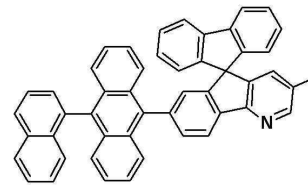
9



10

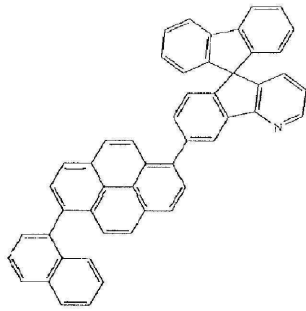


11

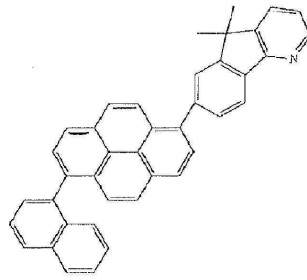


12

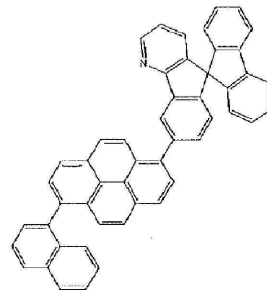
[0153]



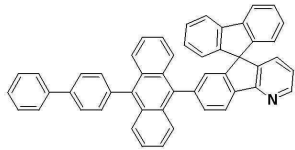
13



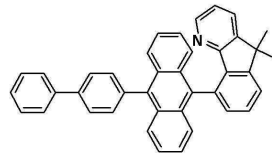
14



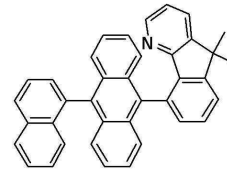
15



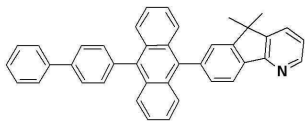
16



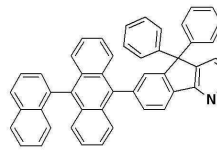
17



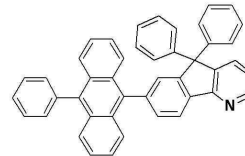
18



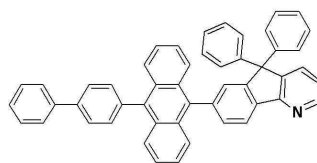
19



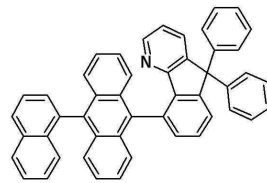
20



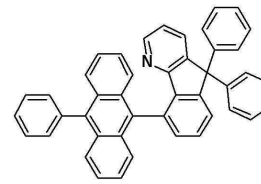
21



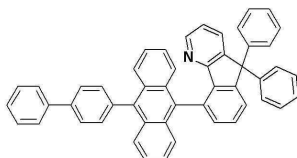
22



23



24



25

[0154]

[0155]

상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 유리전이 온도(Tg)가 높고, 열안정성이 뛰어나기 때문에, 박막 안정성이 높은 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

[0156]

상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 유기 발광 소자 내에서 정공과 전자의 트랩 비율을 높여, 엑시톤의 형성 비율을 높일 수 있고, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 상대적으로 전하에 대한 노출저항이 높기 때문에, 상기 인데노피리딘계 화합물을 포함하는 유기 발광 소자는 고효율과 장수명의 유기 발광소자를 구현할 수 있다.

[0157]

상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 카바졸계 화합물보다 에너지 밴드갭이 좁으므로, 형광 발광에 유리할 수 있다. 뿐만 아니라, 정공 수송성이 우수하여 발광층 내의 전하 균형을 조절하기 어려운 카바졸계 화합물에 비하여, 상기 인데노피리딘계 화합물은 높은 효율의 유기 발광 소자를 제공할 수 있다.

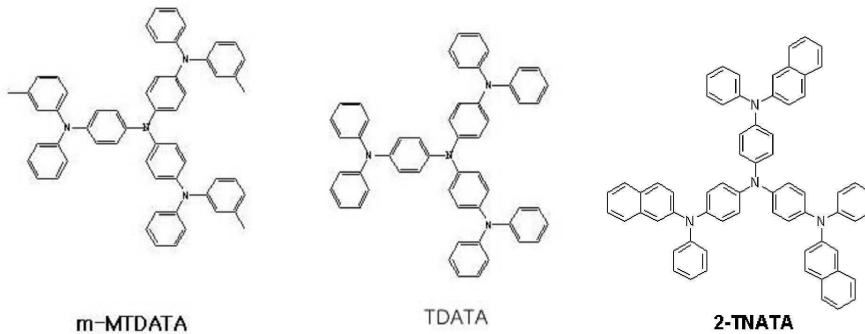
[0158]

또한, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 피리딘을 포함하는 화합물보다 무정형성(amorphous)이 높으므로 발광층 내에서 엑시톤을 더욱 효율적으로 생성할 수 있다. 따라서, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물을 포함하는 유기 발광 소자는 상대적으로 효율이 높을 수 있다.

- [0159] 또한, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 인데노피리딘 고리에 질소 원자(N)을 포함함으로써, 상기 인데노피리딘계 화합물 내에서 전하를 잘 트랩할 수 있다. 따라서, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물이 호스트로 사용되는 경우, 상기 호스트에서 트랩된 다량의 전하가 도펀트로 옮겨질 수 있기 때문에 유기 발광 소자의 효율이 높아질 수 있다.
- [0160] 상기 화학식 1을 갖는 인데노피리딘계 화합물은 공지의 유기 합성 방법을 이용하여 합성될 수 있다. 상기 인데노피리딘계 화합물의 합성 방법은 후술하는 실시예를 참조하여 당업자에게 용이하게 인식될 수 있다.
- [0161] 본 명세서 중 "유기층"은 유기 발광 소자 중 제1전극과 제2전극 사이에 개재된 단일 및/또는 복수의 층을 가리키는 용어이다.
- [0162] 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물 중 1종 이상은 유기 발광 소자의 한 쌍의 전극 사이에 위치한 유기층에 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물 중 1종 이상은 발광층에 사용될 수 있다. 구체적으로, 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물 중 1종 이상은 발광층의 호스트로 사용될 수 있다.
- [0163] 따라서, 제1전극; 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재되고 발광층을 포함한 유기층을 포함하고, 상기 유기층이 상술한 바와 같이 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물을 1종 이상 포함하는 유기 발광 소자가 제공된다.
- [0164] 본 명세서 중 "(유기층이) 상기 인데노피리딘계 화합물을 1종 이상 포함한다"란, "(유기층이) 상기 화학식 1의 범주에 속하는 1종의 인데노피리딘계 화합물 또는 상기 화학식 1의 범주에 속하는 서로 다른 2종 이상의 인데노피리딘계 화합물을 포함할 수 있다"로 해석될 수 있다.
- [0165] 예를 들어, 상기 유기층은 상기 인데노피리딘계 화합물로서, 상기 화합물 1만을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1은 상기 유기 발광 소자의 발광층에 존재할 수 있다. 또는, 상기 유기층은 상기 인데노피리딘계 화합물로서, 상기 화합물 1과 화합물 2를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1과 화합물 2는 동일하거나 상이한 층(예를 들면, 발광층 또는 제1발광층 및 제2발광층)에 존재할 수 있다.
- [0166] 도 1은 본 발명의 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.
- [0167] 상기 기판(110)으로는, 통상적인 유기 발광 소자에서 사용되는 기판을 사용할 수 있는데, 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리 기판 또는 투명 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.
- [0168] 상기 제1전극(120)은 기판 상부에 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(120)이 애노드일 경우, 정공 주입이 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(SnO<sub>2</sub>), 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(120)을 반사형 전극으로 형성할 수도 있다.
- [0169] 상기 제1전극(120)은 단일층 또는 2 이상의 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(120)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0170] 상기 제1전극(120) 상부로는 유기층(130)이 구비되어 있다.
- [0171] 상기 유기층(130)은 정공 주입층(131), 정공 수송층(132), H-기능층, 버퍼층, 발광층(133), 전자 수송층(134) 및 전자 주입층(135)을 포함할 수 있다.
- [0172] 정공 주입층(HIL)(131)은 상기 제1전극(120) 상부에 진공증착법, 스펀코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다.
- [0173] 진공 증착법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 그 증착 조건은 정공 주입층의 재료로서 사용하는 화합물, 목적으로 하는 정공 주입층의 구조 및 열적 특성 등에 따라 다르지만, 예를 들면, 증착온도 약 100 내지 약 500 °C, 진공도 약 10<sup>-8</sup> 내지 약 10<sup>-3</sup> torr, 증착 속도 약 0.01 내지 약 100 Å/sec의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0174] 스핀 코팅법에 의하여 정공 주입층을 형성하는 경우, 그 코팅 조건은 정공주입층의 재료로서 사용하는 화합물, 목적하는 하는 정공 주입층의 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.

[0175] 정공 주입 물질로는 공지된 정공 주입 물질을 사용할 수 있는데, 공지된 정공 주입 물질로는, 예를 들면, N,N'-디페닐-N,N'-비스-[4-(페닐-m-톨일-아미노)-페닐]-비페닐-4,4'-디아민(DNTPD, N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine)), 구리프탈로시아닌 등의 프탈로시아닌 화합물, 4,4',4''-트리스(3-메틸페닐페닐아미노) 트리페닐아민 (m-MTDATA, 4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino) triphenylamine), N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘 (NPB, N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)), 4,4',4''-트리스(N,N-디페닐아미노) 트리페닐아민 (TDATA, 4,4',4''-tris(N,N-diphenylamino) triphenylamine)), 4,4',4''-트리스[2-나프틸(페닐)아미노] 트리페닐아민 (2-TNATA, 4,4',4''-tris[2-naphthyl(phenyl)amino] triphenylamine)), PANI/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid: 폴리아닐린/도데실벤젠술폰산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트)), PANI/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid: 폴리아닐린/캄퍼술폰산) 또는 PANI/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate): 폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트))등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

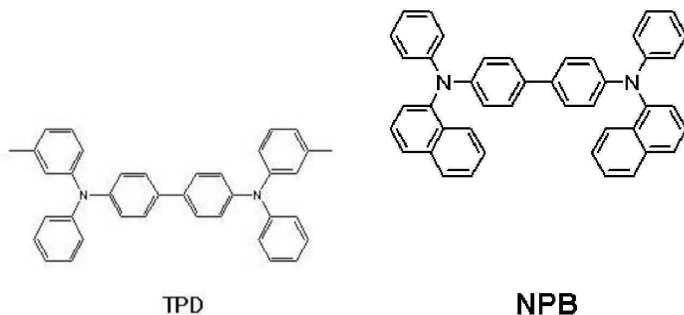


[0176] 상기 정공 주입층의 두께는 약 100 Å 내지 약 10000 Å, 예를 들면, 약 100 Å 내지 약 1000 Å일 수 있다. 상기 정공 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0177] 상기 정공 주입층의 두께는 약 100 Å 내지 약 10000 Å, 예를 들면, 약 100 Å 내지 약 1000 Å일 수 있다. 상기 정공 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0178] 다음으로 상기 정공 주입층 상부에 진공증착법, 스핀코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 정공 수송층(HTL)(132)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀 코팅법에 의하여 정공 수송층을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0179] 정공 수송 물질로는 공지된 정공 수송 재료로는, 예를 들어, N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸 유도체, TPD (N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민), TCTA (4,4',4''-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine)), NPB (N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘 (N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)) 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



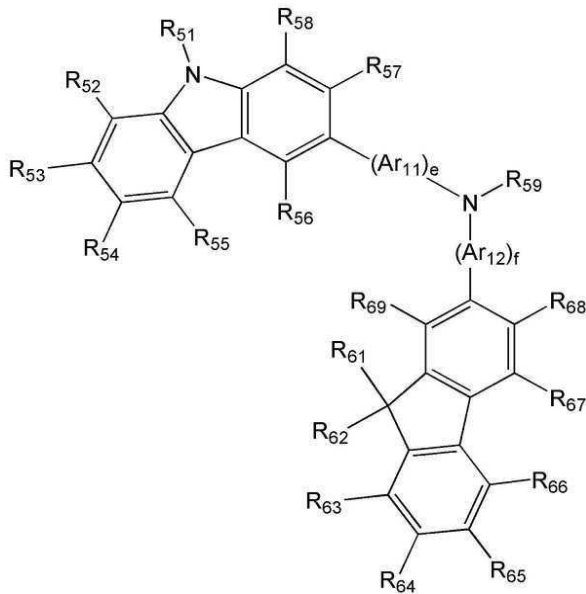
[0180]

[0181] 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0182] 상기 H-기능층(정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층)에는 상술한 바와 같은 정공 주입층 물질 및 정공 수송층 물질 중에서 1 이상의 물질이 포함될 수 있으며, 상기 H-기능층의 두께는 약 500Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 H-기능층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공 주입 및 수송 특성을 얻을 수 있다.

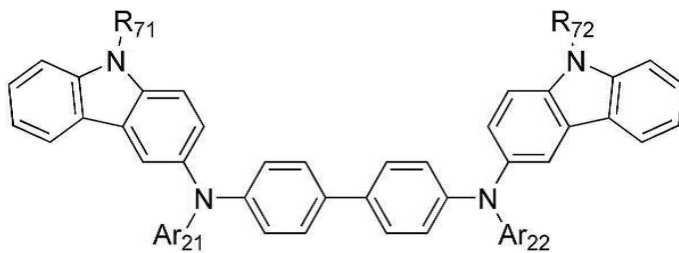
[0183] 한편, 상기 정공 주입층, 정공 수송층 및 H-기능층 중 적어도 한 층은 하기 화학식 300으로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 350으로 표시되는 화합물 중 하나 이상을 포함할 수 있다:

[0184] <화학식 300>



[0185]

[0186] <화학식 350>



[0187]

[0188] 상기 화학식 300 및 350 중, Ar<sub>11</sub>, Ar<sub>12</sub>, Ar<sub>21</sub> 및 Ar<sub>22</sub>는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기이다. 상기 Ar<sub>11</sub>, Ar<sub>12</sub>, Ar<sub>21</sub> 및 Ar<sub>22</sub>에 대한 설명은 상기 L<sub>1</sub>에 대한 상세한 설명을 참조한다.

[0189] 상기 화학식 300 중, 상기 e 및 f는 서로 독립적으로 0 내지 5의 정수, 또는 0, 1 또는 2일 수 있다. 예를 들어, 상기 e는 1이고, f는 0일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

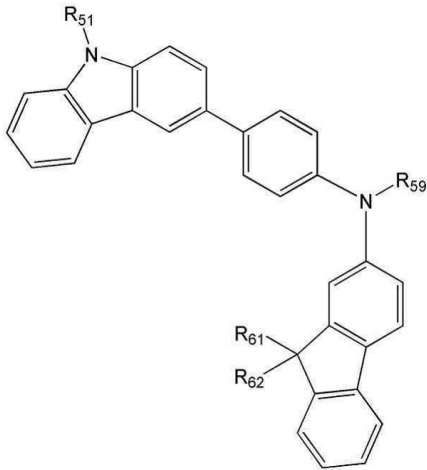
[0190] 상기 화학식 300 및 350 중, R<sub>51</sub> 내지 R<sub>58</sub>, R<sub>61</sub> 내지 R<sub>69</sub> 및 R<sub>71</sub> 및 R<sub>72</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, 할로겐 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>60</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>아릴싸이오기일 수 있다. 예를 들어, 상기 R<sub>51</sub> 내지 R<sub>58</sub>, R<sub>61</sub> 내지 R<sub>69</sub> 및 R<sub>71</sub> 및 R<sub>72</sub>는 서로 독립적으로, 수소; 중수소; 할로겐 원자; 히드록실기; 시아노기; 니트로기; 아미노기; 아미디노기; 히드라진; 히드라존; 카르복실기나 이의

염; 술폰산기나 이의 염; 인산이나 이의 염; C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 부틸기, 펜틸기, 헥실기 등); C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기(예를 들면, 메톡시기, 에톡시기, 프로톡시기, 부톡시기, 펜톡시기 등); 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중 하나 이상으로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기; 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 플루오레닐기; 파이레닐기; 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기 중 하나 이상으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 플루오레닐기 및 파이레닐기; 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0191] 상기 화학식 300 중, R<sub>59</sub>는, 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 바이페닐기; 피리딜기; 및 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기 중 하나 이상으로 치환된 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 바이페닐기 및 피리딜기; 중 하나일 수 있다.

[0192] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 300으로 표시되는 화합물은 하기 화학식 300A로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

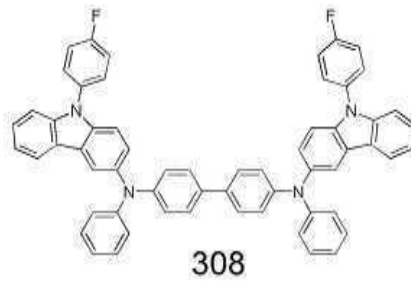
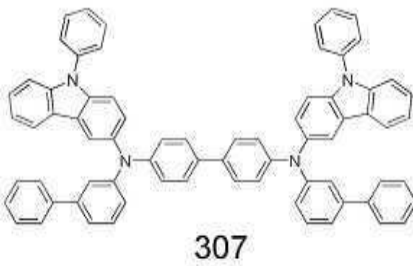
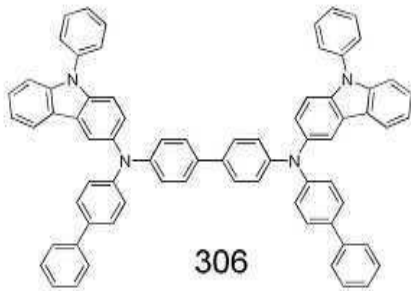
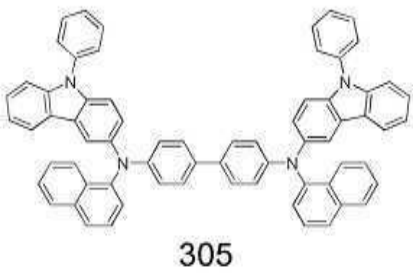
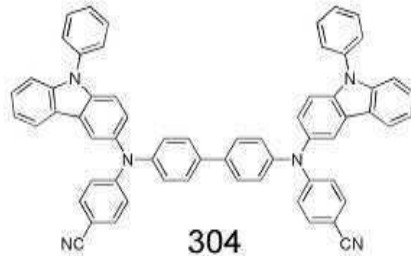
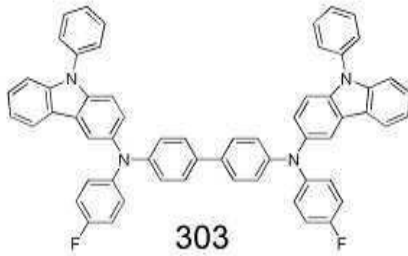
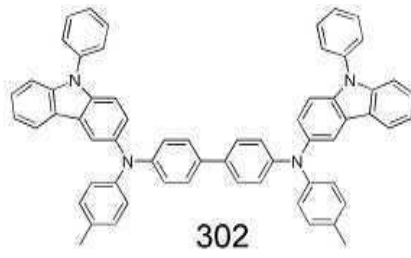
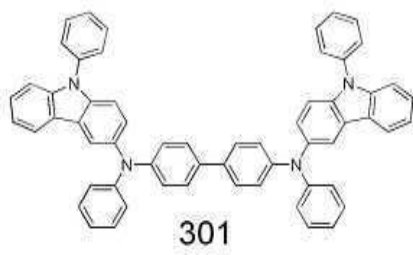
[0193] <화학식 300A>



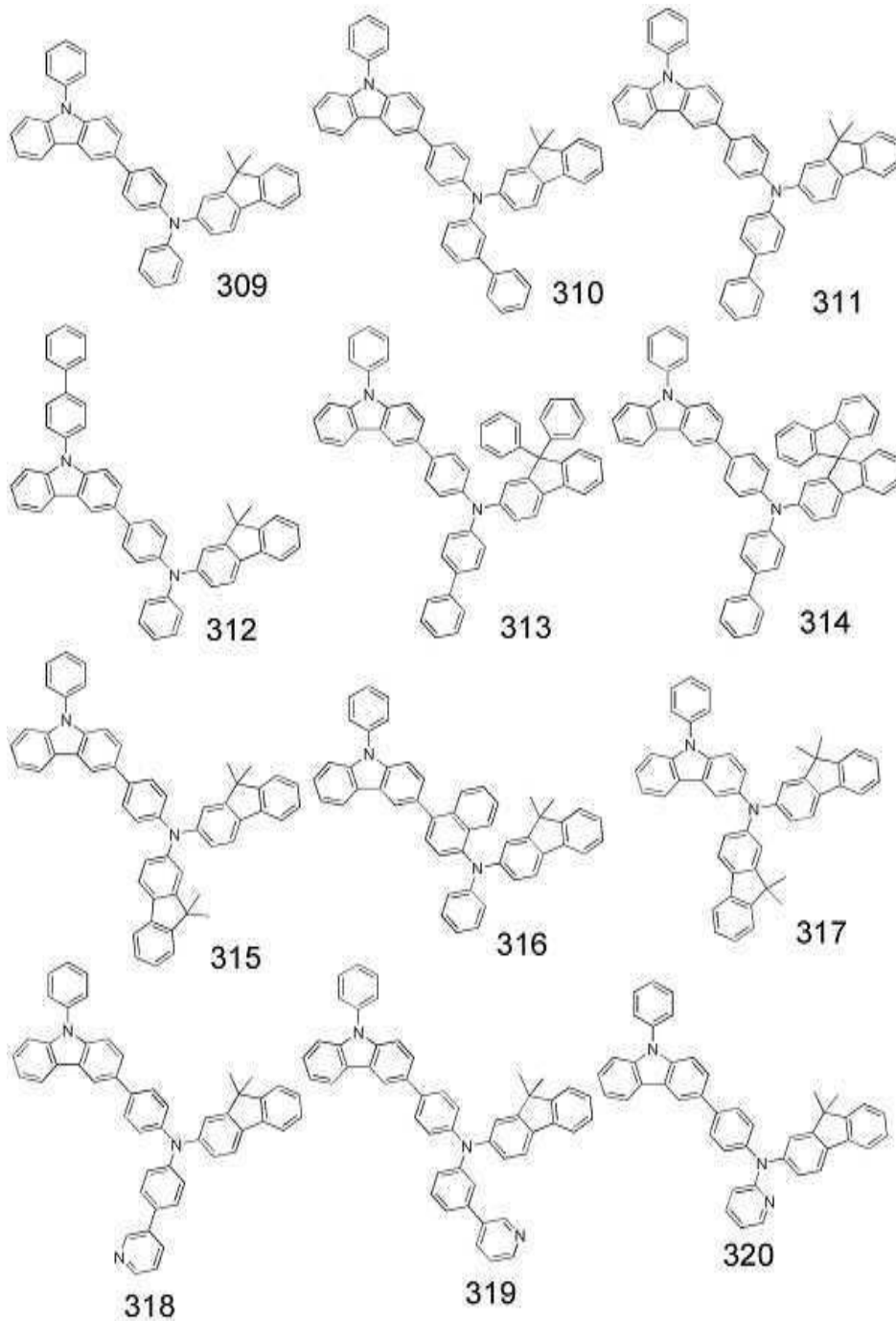
[0194]

[0195] 상기 화학식 300A 중, R<sub>51</sub>, R<sub>61</sub>, R<sub>62</sub> 및 R<sub>59</sub>에 대한 상세한 설명은 상술한 바를 참조한다.

[0196] 예를 들어, 상기 정공 주입층, 정공 수송층 및 H-기능층 중 적어도 한 층은 하기 화합물 301 내지 320 중 하나 이상을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0197]



[0198]

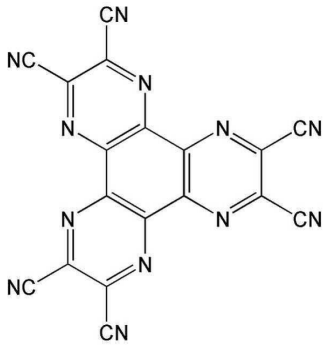
[0199]

상기 정공 주입층, 정공 수송층 및 H-기능층 중 적어도 하나는, 상술한 바와 같은 공지된 정공 주입 물질, 공지된 정공 수송 물질 및/또는 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 물질 외에, 막의 도전성 등을 향상시키기 위하여 전하-생성 물질을 더 포함할 수 있다.

[0200]

전하-생성 물질은 예를 들면, 퀴논 유도체, 금속 산화물 및 시아노기-함유 화합물 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 테트라시아노퀴논다이메테인 (TCNQ) 및 2,3,5,6-테트라플루오로-테트라시아노-1,4-벤조퀴논다이메테인 (F4-TCNQ) 등과 같은 퀴논 유도체; 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물; 및 하기 화합물 100 (HAT-CN) 등과 같은 시아노기-함유 화합물 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0201] <화합물 100>



[0202]

[0203] 상기 정공 주입층, 상기 정공 수송층 또는 상기 H-기능층이 상기 전하-생성 물질을 더 포함할 경우, 상기 전하-생성 물질은 정공 주입층, 상기 정공 수송층 또는 상기 H-기능층 중에 균일하게(homogeneous) 분산되거나, 또는 불균일하게 분포될 수 있는 등, 다양한 변형이 가능하다.

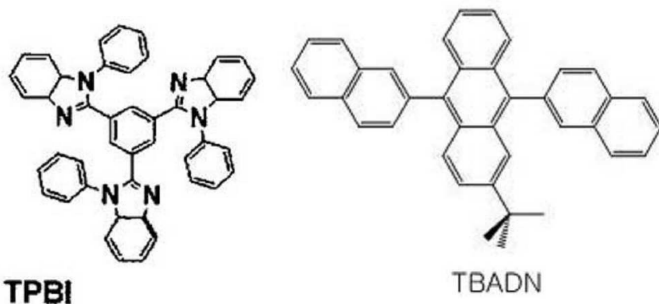
[0204] 상기 정공 주입층, 정공 수송층 및 H-기능층 중 적어도 하나와 상기 발광층 사이에는 버퍼층이 개재될 수 있다. 상기 버퍼층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 효율을 증가시키는 역할을 수 있다. 상기 버퍼층은 공지된 정공 주입 재료, 정공 수송 재료를 포함할 수 있다. 또는, 상기 버퍼층은 버퍼층 하부에 형성된 상기 정공 주입층, 정공 수송층 및 H-기능층에 포함된 물질 중 하나와 동일한 물질을 포함할 수 있다.

[0205] 이어서, 정공 수송층, H-기능층 또는 버퍼층 상부에 진공 증착법, 스펀 코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 방법을 이용하여 발광층(EML)(133)을 형성할 수 있다. 진공증착법 및 스펀코팅법에 의해 발광층을 형성하는 경우, 그 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

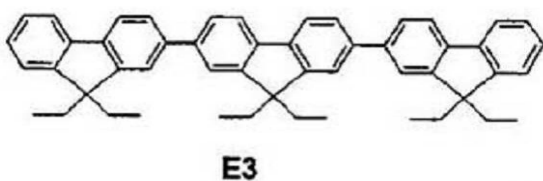
[0206] 상기 발광층은 공지의 발광 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 발광층은 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물을 포함할 수 있다. 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물은 호스트로 사용될 수 있다.

[0207] 또한, 상기 발광층은 공지의 호스트 및 도펀트를 더 포함할 수 있다.

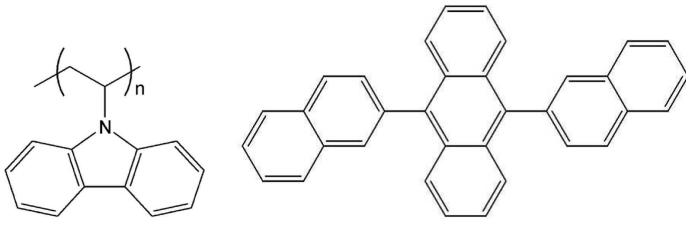
[0208] 공지의 호스트의 예로는, Alq<sub>3</sub>, CBP(4,4'-N,N'-디카바졸-비페닐), PVK(폴리(n-비닐카바졸)), 9,10-디(나프탈렌-2-일)안트라센(ADN), TCTA, TPBI(1,3,5-트리스(N-페닐벤즈이미다졸-2-일)벤젠(1,3,5-tris(N-phenylbenzimidazole-2-yl)benzene)), TBADN(3-tert-부틸-9,10-디(나프탈렌-2-일) 안트라센), E3, DSA(디스티릴 아릴렌), dmCBP(하기 화학식 참조), 하기 화합물 501 내지 509 등을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



[0209]



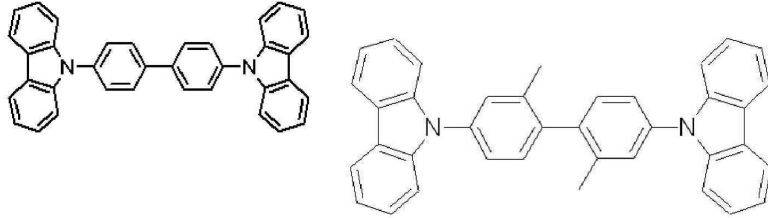
[0210]



[0211]

[0212]

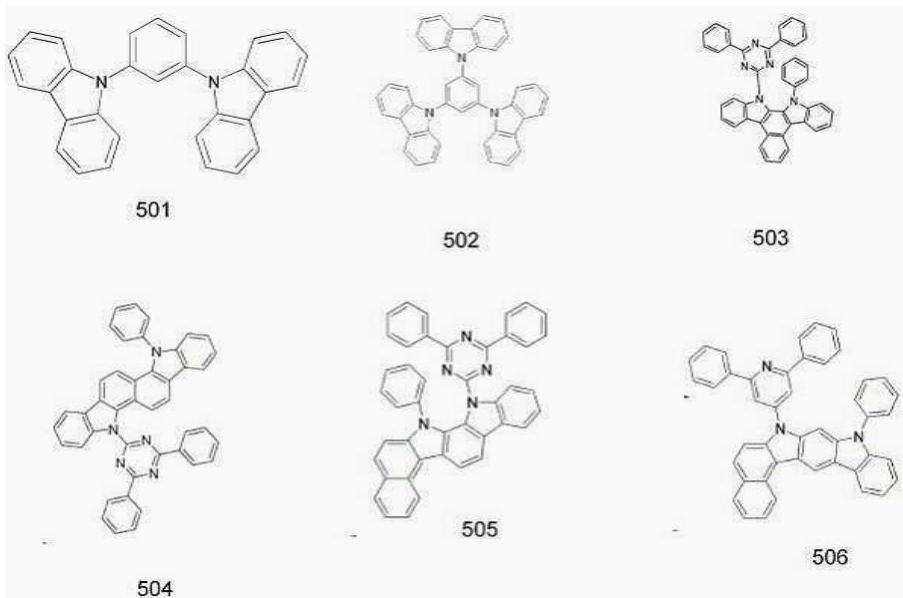
PVK ADN



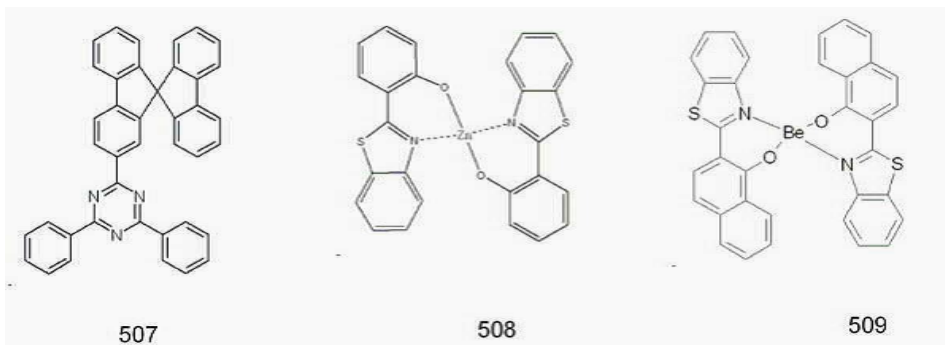
[0213]

CBP

dmCBP



[0214]



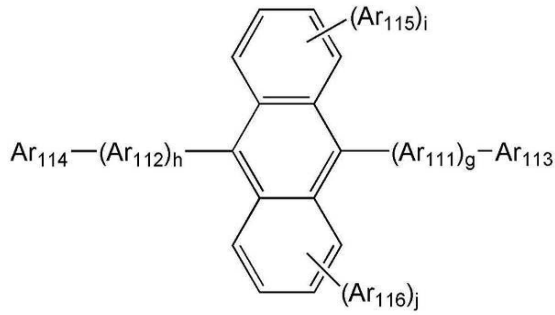
[0215]

[0216]

또는, 상기 공지의 호스트로서, 하기 화학식 400으로 표시되는 안트라센계 화합물을 사용할 수 있다:

[0217]

<화학식 400>



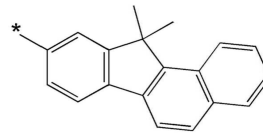
[0218]

[0219] 상기 화학식 400 중,  $Ar_{111}$  및  $Ar_{112}$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 아릴렌기이고; 상기  $Ar_{113}$  내지  $Ar_{116}$ 은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 알킬기 또는 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 아릴기이고;  $g$ ,  $h$ ,  $i$  및  $j$ 는 서로 독립적으로 0 내지 4의 정수일 수 있다.

[0220] 예를 들어, 상기 화학식 60 중,  $Ar_{111}$  및  $Ar_{112}$ 는 페닐렌기, 나프틸렌기, 페난트레닐렌기 또는 파이레닐렌기; 또는 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기 중 하나 이상으로 치환된 페닐렌기, 나프틸렌기, 페난트레닐렌기, 플루오레닐기, 또는 파이레닐렌기일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0221] 상기 화학식 60 중  $g$ ,  $h$ ,  $i$  및  $j$ 는 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있다.

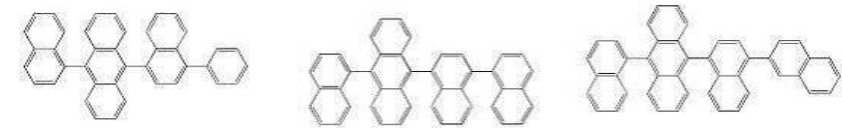
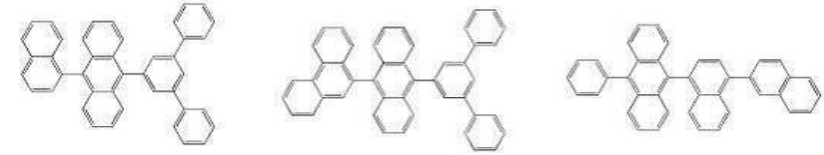
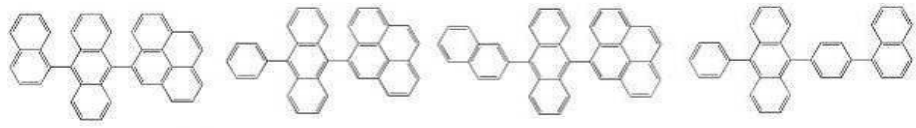
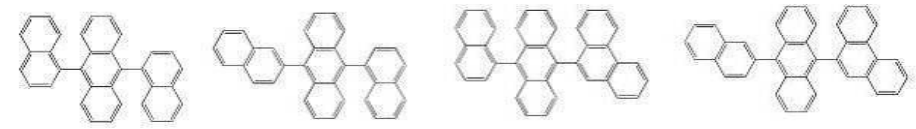
[0222] 상기 화학식 400 중,  $Ar_{113}$  내지  $Ar_{116}$ 은 서로 독립적으로, 페닐기, 나프틸기 및 안트릴기 중 하나 이상으로 치환된  $C_1-C_{10}$ 알킬기; 페닐기; 나프틸기; 안트릴기; 파이레닐기; 페난트레닐기; 플루오레닐기; 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염,  $C_1-C_{60}$ 알킬기,  $C_2-C_{60}$ 알케닐기,  $C_2-C_{60}$ 알키닐기,  $C_1-C_{60}$ 알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 파이레닐기, 페난트레닐기 및 플루오레닐기 중 하나 이상으로 치환된 페닐기, 나프틸기,



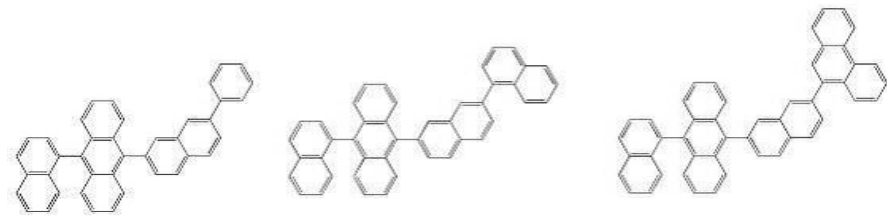
안트릴기, 파이레닐기, 페난트레닐기 및 플루오레닐기; 및 한정되는 것은 아니다.

중 하나일 수 있으나, 이에

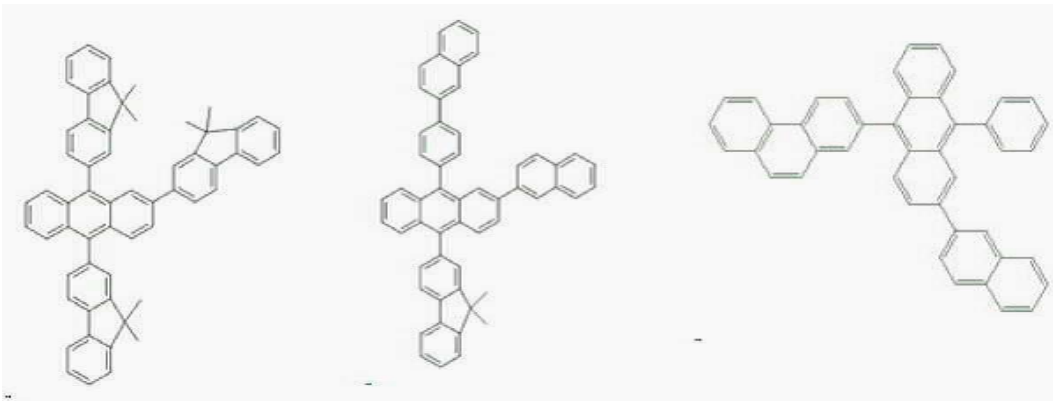
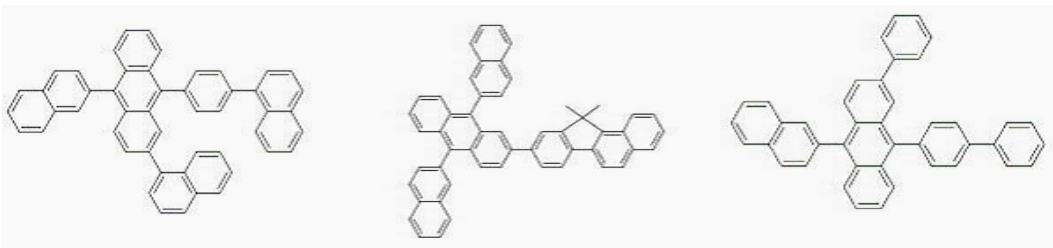
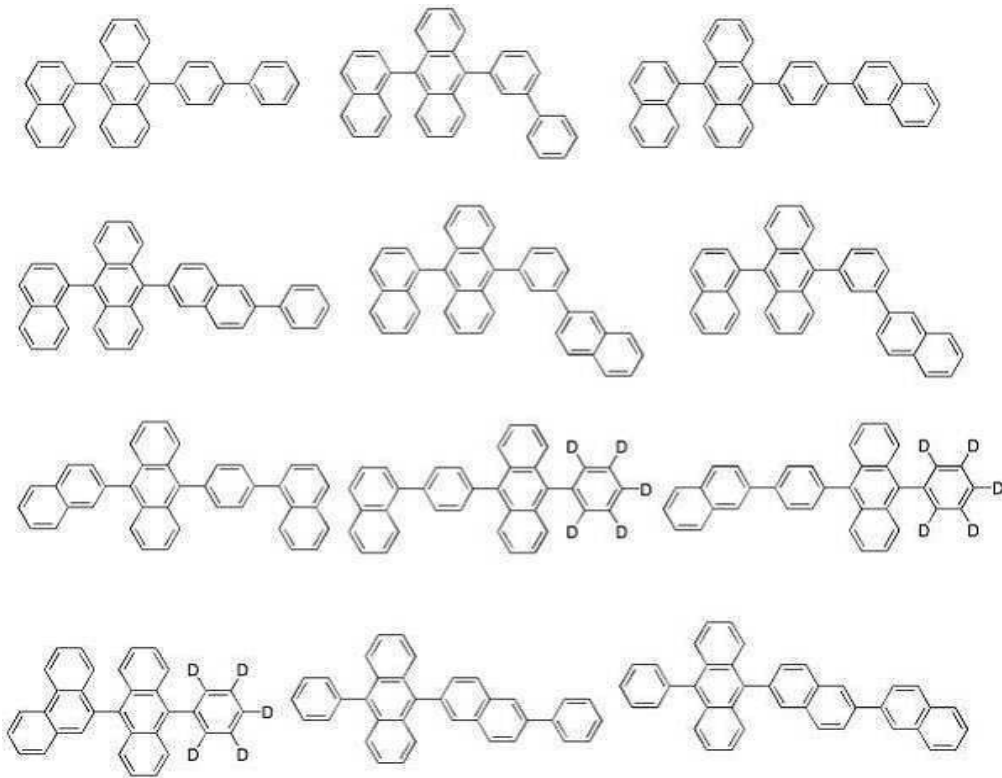
[0223] 예를 들어, 상기 화학식 400으로 표시된 안트라센계 화합물은 하기 화합물들 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0224]

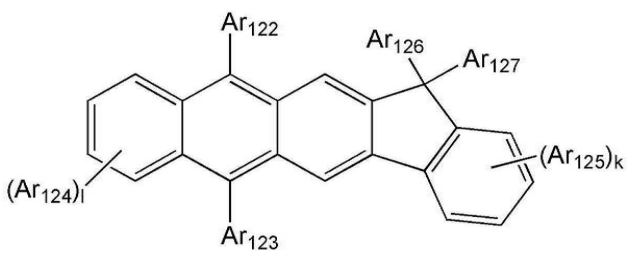


[0225]



[0229] 또는, 상기 공지의 호스트로서, 하기 화학식 401으로 표시되는 안트라센계 화합물을 사용할 수 있다:

[0230] <화학식 401>

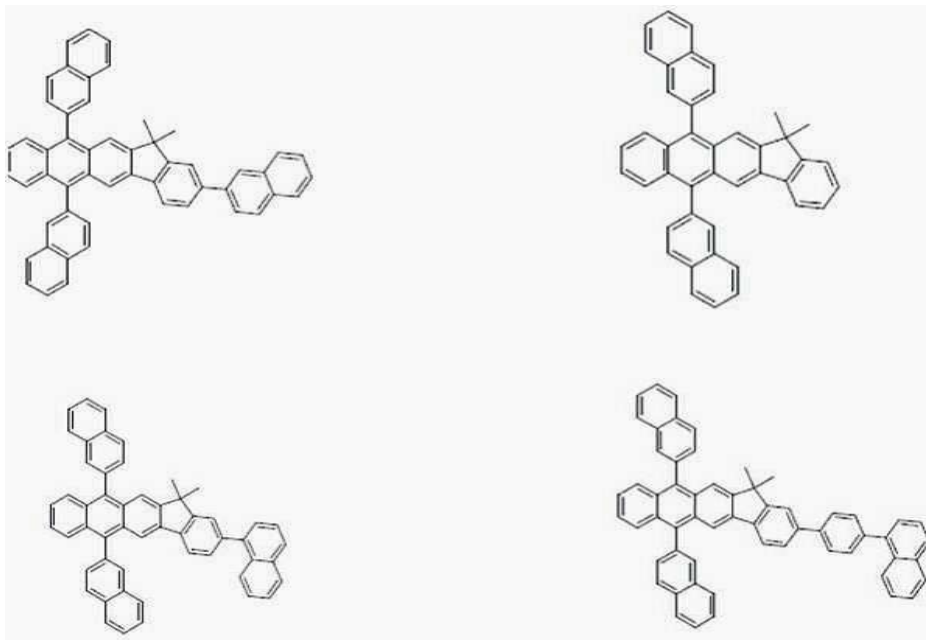


[0232] 상기 화학식 401 중 Ar<sub>122</sub> 내지 Ar<sub>125</sub>에 대한 상세한 설명은 상기 화학식 400의 Ar<sub>113</sub>에 대한 설명을 참조한다.

[0233] 상기 화학식 401 중 Ar<sub>126</sub> 및 Ar<sub>127</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기(예를 들면, 메틸기, 에틸기 또는 프로필기)일 수 있다.

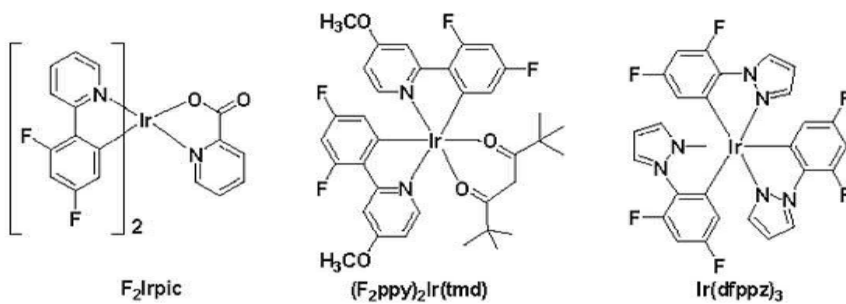
[0234] 상기 화학식 401 중 k 및 l은 서로 독립적으로 0 내지 4의 정수일 수 있다. 예를 들어, 상기 k 및 l은 0, 1 또는 2일 수 있다.

[0235] 예를 들어, 상기 화학식 401로 표시된 안트라센계 화합물은 하기 화합물들 중 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

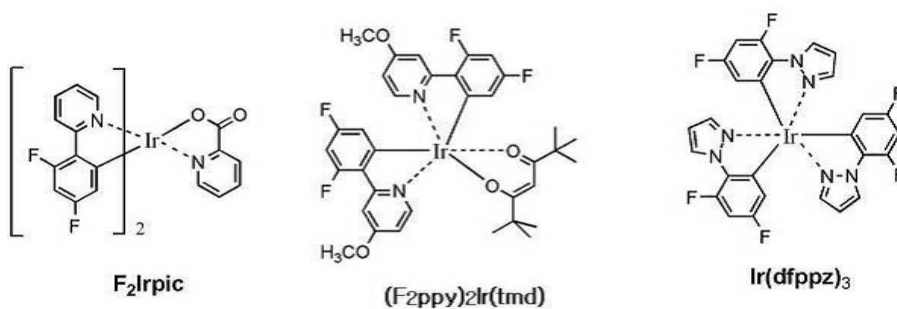


[0236]

[0237] 예를 들어, 상기 공지의 청색 도펀트는 ter-플루오렌(flourene) 및 하기 화학식으로 표시되는 화합물 등을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

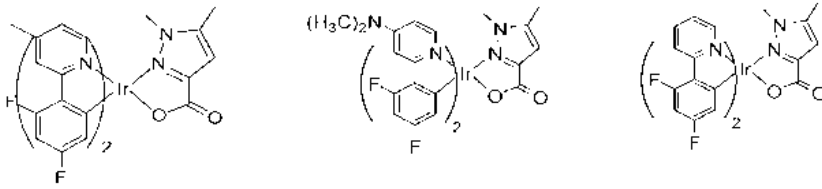


[0238]

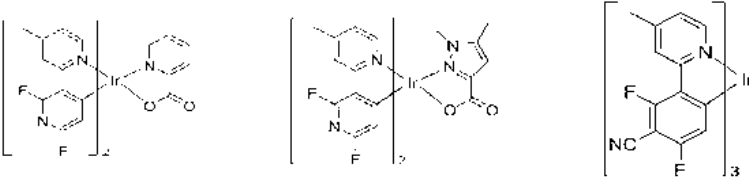


[0239]

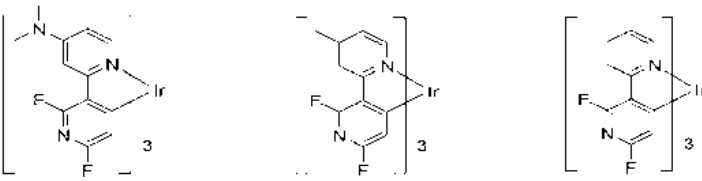
[0240]



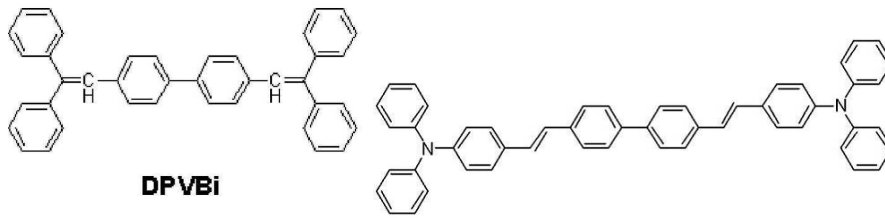
[0241]



[0242]



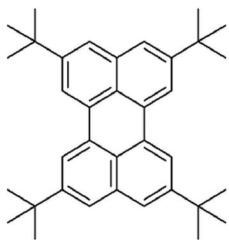
[0243]



[0244]

DPAVBi

[0245]



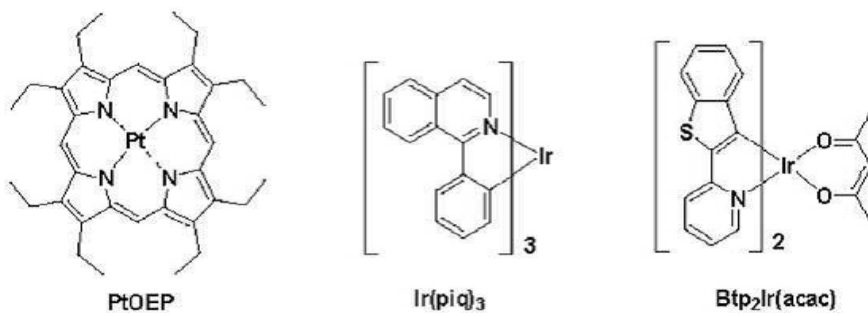
[0246]

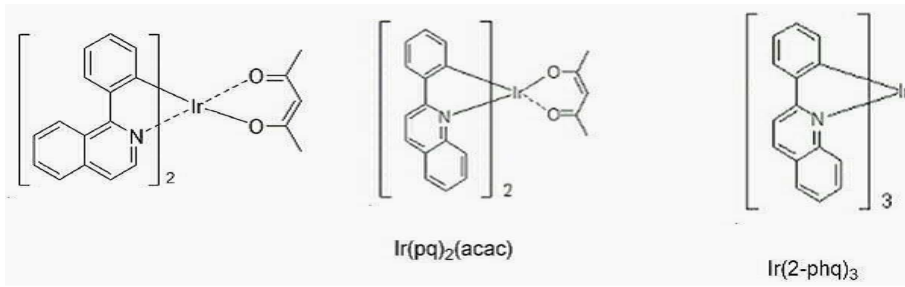
TBPe

[0247]

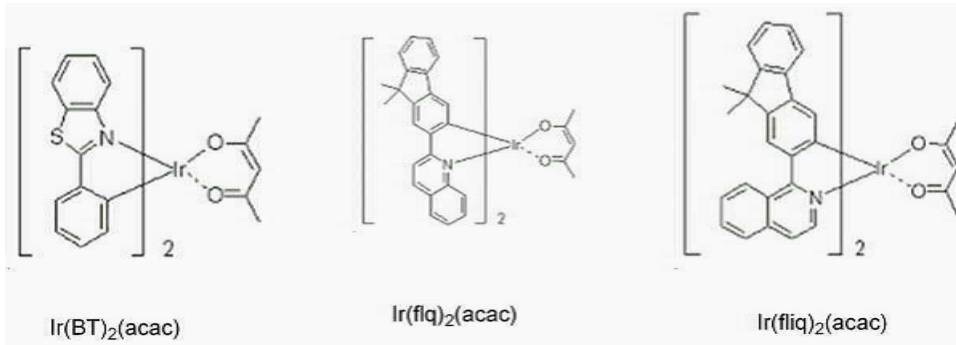
예를 들어, 공지의 적색 도펀트로서 하기 화합물들을 이용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0248]

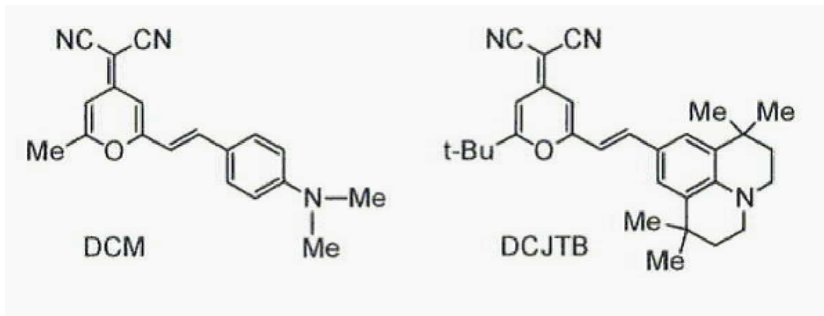




[0249]



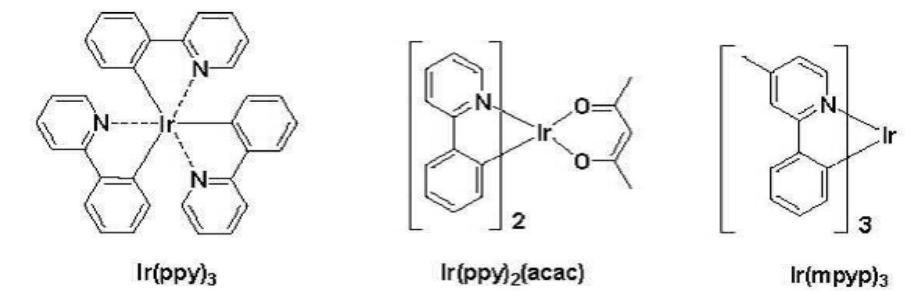
[0250]



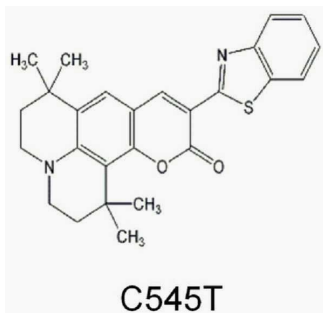
[0251]

[0252]

예를 들어, 공지의 녹색 도펀트로서, 화합물들 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



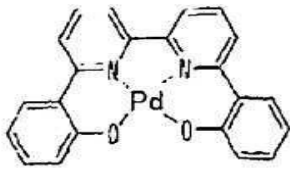
[0253]



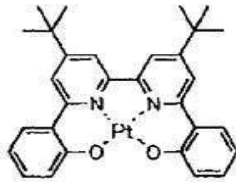
[0254]

[0255]

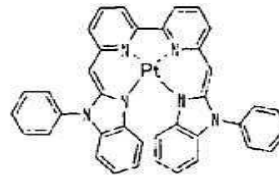
한편, 상기 발광층에 포함될 수 있는 공지의 도펀트는 후술하는 바와 같은 유기 금속 착체일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



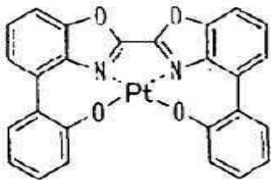
D1



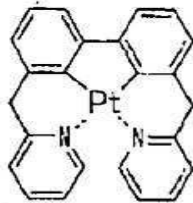
D2



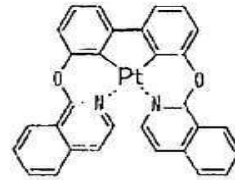
D3



D4

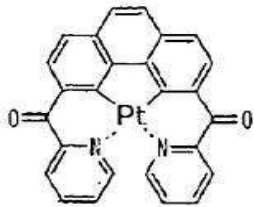


D5

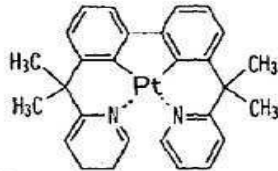


D6

[0256]



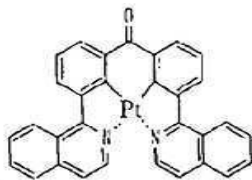
D7



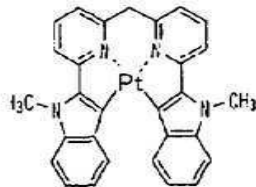
D8



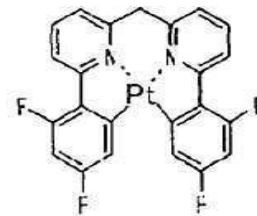
D9



D10

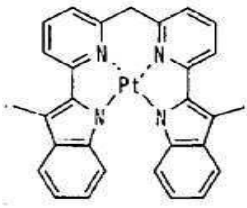


D11

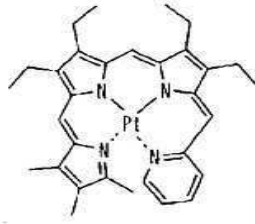


D12

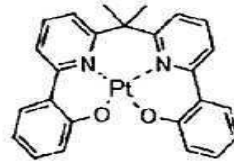
[0257]



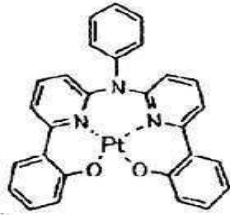
D13



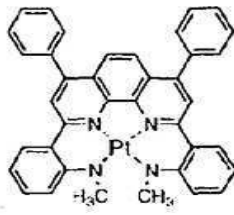
D14



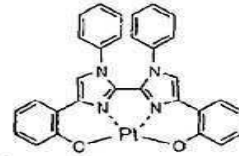
D15



D16

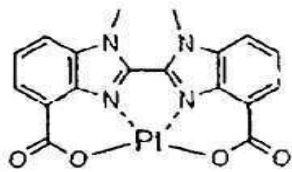


D17

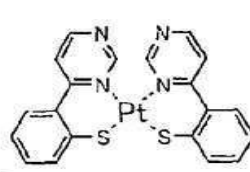


D18

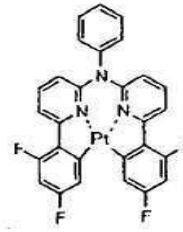
[0258]



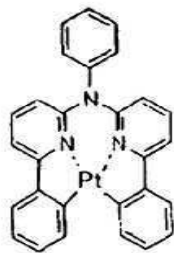
D19



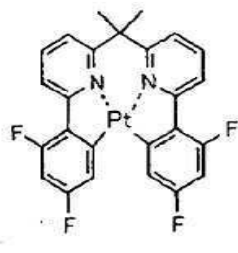
D20



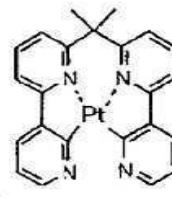
D21



D22

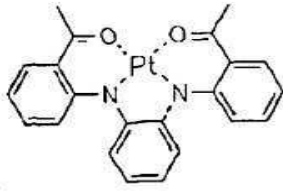


D23

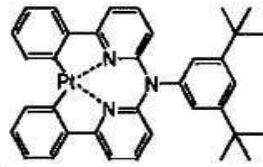


D24

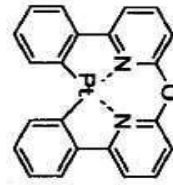
[0259]



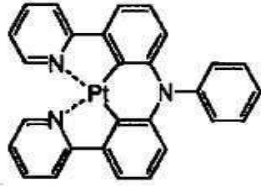
D25



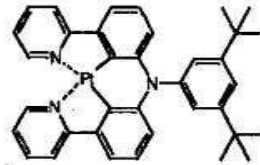
D26



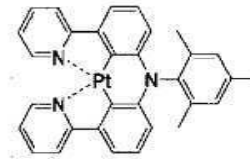
D27



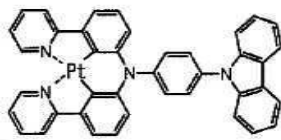
D28



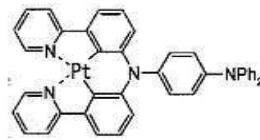
D29



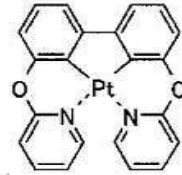
D30



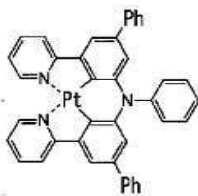
D31



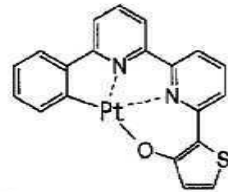
D32



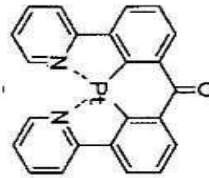
D33



D34



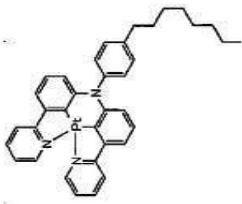
D35



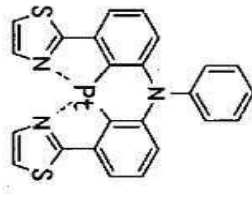
D36

[0260]

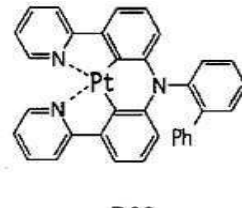
[0261]



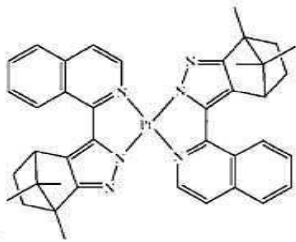
D37



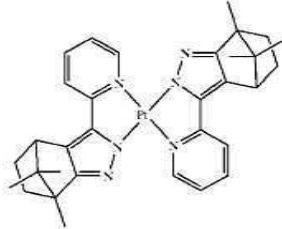
D38



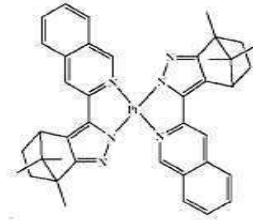
D39



D40

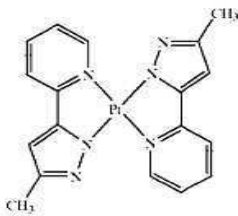


D41

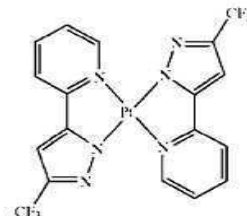


D42

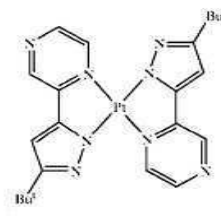
[0262]



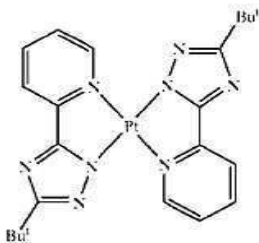
D43



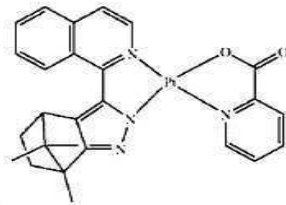
D44



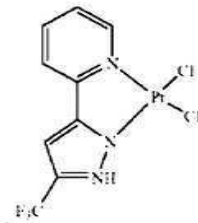
D45



D46

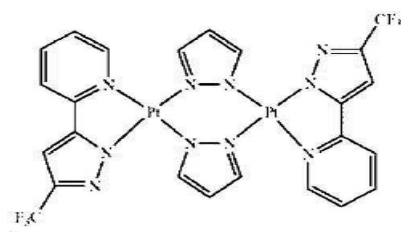


D47

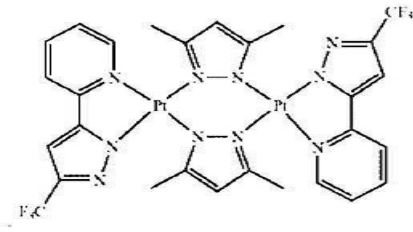


D48

[0263]

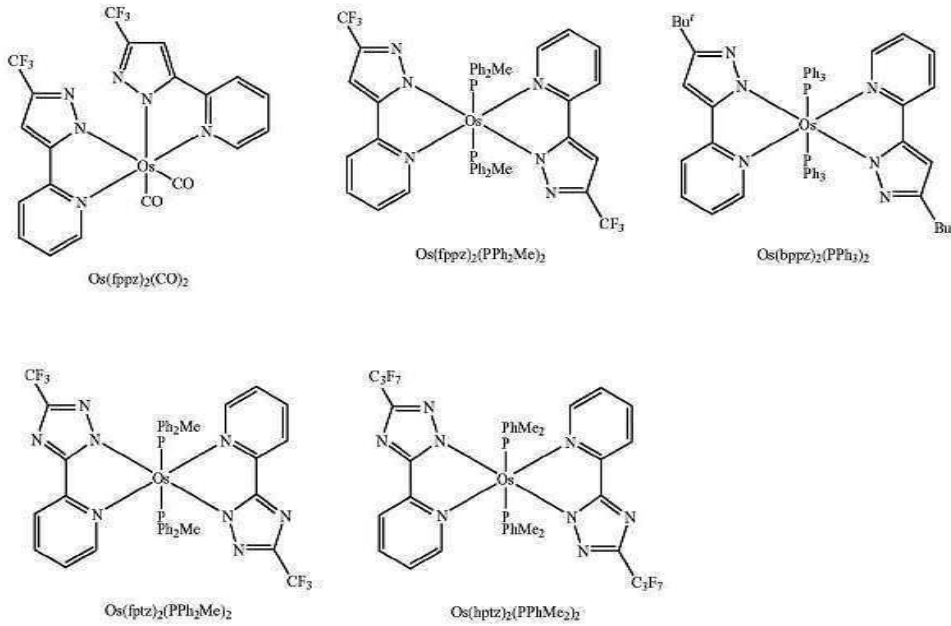


D49



D50

[0264]



[0265]

[0266] 한편, 상기 공지의 도펀트는 하기 화학식 100으로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0267] <화학식 100>



[0268]

[0269] 상기 화학식 100 중, X는 치환 또는 비치환된 C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>9</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>9</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기; 중에서 선택되고; Ar<sub>101</sub> 및 Ar<sub>102</sub>는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기; 중에서 선택되고; n은 2 내지 4의 정수이다.

[0270] 예를 들어, 상기 화학식 100 중, X는

[0271] i) 안트라세닐렌기, 크라이세닐렌기, 파이레닐렌기 및 벤조파이레닐렌기; 및

[0272] ii) 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기 및 tert-부틸기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 안트라세닐렌기, 크라이세닐렌기, 파이레닐렌기 및 벤조파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0273] 다른 예로서, 상기 화학식 100 중, X는 안트라세닐렌기, 크라이세닐렌기, 파이레닐렌기 및 벤조파이레닐렌기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0274] 또 다른 예로서, 상기 화학식 100 중, X는 파이레닐렌기일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0275] 예를 들어, 상기 화학식 100 중, Ar<sub>101</sub> 및 Ar<sub>102</sub>는 서로 독립적으로,

[0276] i) 페닐기, 나프틸기 및 비페닐기; 및

[0277] ii) 중수소, -F, 시아노기, 니트로기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기 및 페닐기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 페닐기, 나프틸기 및 비페닐기; 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0278] 다른 예로서, 상기 화학식 100 중, Ar<sub>101</sub> 및 Ar<sub>102</sub>는 서로 독립적으로,

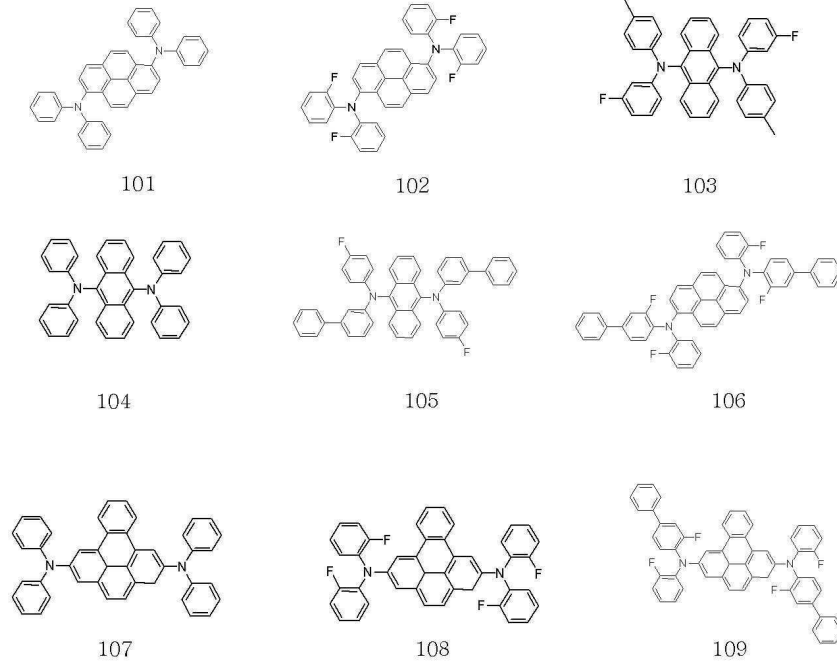
[0279] i) 페닐기 및 비페닐기; 및

[0280] ii) 𐀀, 메틸기 및 페닐기; 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기 및 비페닐기; 중에서 선택될 수 있으

나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0281] 예를 들어, 상기 화학식 100 중, n은 2의 정수일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0282] 예를 들어, 상기 화학식 100으로 표시되는 화합물은 하기 화합물 101 내지 109 중 선택된 어느 하나일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0283]

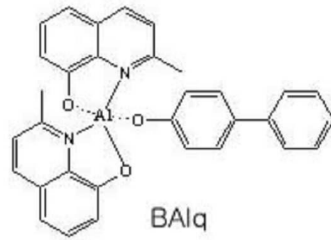
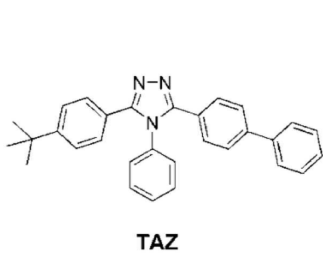
[0284] 상기 발광층이 호스트 및 도펀트를 포함할 경우, 도펀트의 함량은 통상적으로 발광층 100중량% 당 약 0.01 내지 약 15 중량%의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0285] 상기 발광층의 두께는 약 200Å 내지 약 700Å이다. 상기 발광층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

[0286] 한편, 유기 발광 소자(100)가 풀 컬러 유기 발광 소자일 경우, 발광층(133)은 적색 부화소, 녹색 부화소 및 청색 부화소에 따라 각각 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 패터닝될 수 있다. 이 때, 상기 청색 발광층에 상기 화학식 1로 표시되는 인데노피리딘계 화합물이 호스트로서 포함될 수 있다.

[0287] 한편, 발광층(133)은 백색광을 방출할 수 있도록 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층이 적층된 다층 구조를 갖거나, 적색 발광 물질, 녹색 발광 물질 및 청색 발광 물질을 함께 포함한 단일층 구조를 가질 수 있다. 이와 같은 발광층(133)을 구비한 유기 발광 소자(100)는 적색 컬러 필터, 녹색 컬러 필터 및 청색 컬러 필터를 추가로 구비함으로써, 풀 컬러를 방출할 수 있다.

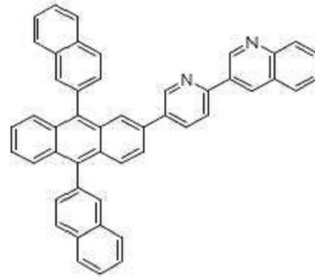
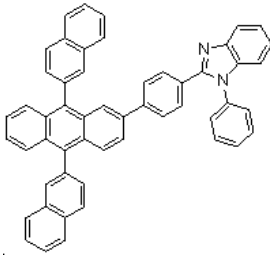
[0288] 다음으로 발광층 상부에 전자 수송층(ETL)(134)을 진공증착법, 또는 스펀코팅법, 캐스트법 등의 다양한 방법을 이용하여 형성한다. 진공증착법 및 스펀코팅법에 의해 전자 수송층을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. 상기 전자 수송층 재료로는 전자주입전극(Cathode)로부터 주입된 전자를 안정하게 수송하는 기능을 하는 것으로서 공지의 전자 수송 물질을 이용할 수 있다. 공지의 전자 수송 물질의 예로는, 퀴놀린 유도체, 특히 Alq<sub>3</sub> (트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄), TAZ (3-(비페닐-4-일)-5-(4-tert-부틸페닐)-4-페닐-4H-1,2,4-트리아졸), Balq (비스(2-메틸-8-퀴놀리놀라토-N1,O8)-(1,1'-비페닐)), Beq<sub>2</sub> (베릴륨 비스(벤조퀴놀리-10-노에이트)(beryllium bis(benzoquinolin-10-olate))), ADN (9,10-디(나프탈렌-2-일)안트라센), 화합물 301, 화합물 302, Bphen 등과 같은 재료를 사용할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



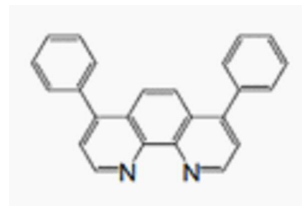
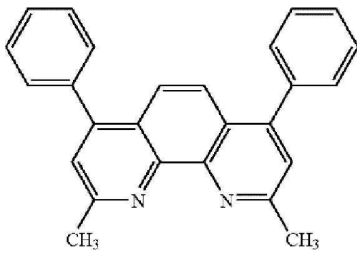
[0289]

[0290] <화합물 301>

<화합물 302>



[0291]



[0292]

BCP

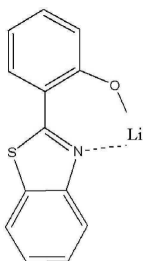
Bphen

[0293]

[0294] 상기 전자 수송층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 150Å 내지 약 500Å일 수 있다. 상기 전자 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0295] 또는, 상기 전자 수송층은 공지의 전자 수송성 유기 화합물 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다. 상기 금속-함유 화합물은 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체의 비제한적인 예로는, 리튬 퀴놀레이트(Liq) 또는 하기 화합물 203 등을 들 수 있다:

[0296] <화합물 203>



[0297]

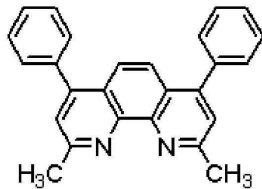
[0298] 또한 전자 수송층 상부에 음극으로부터 전자의 주입을 용이하게 하는 기능을 가지는 물질인 전자 주입층 (EIL)(135)이 적층될 수 있으며 이는 특별히 재료를 제한하지 않는다.

[0299] 상기 전자 주입층 형성 재료로는 LiF, NaCl, CsF, Li<sub>2</sub>O, BaO 등과 같은 전자주입층 형성 재료로서 공지된 임의의 물질을 이용할 수 있다. 상기 전자주입층의 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0300] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 예를 들어, 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 상기 전자 주입층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0301] 이와 같은 유기층(130) 상부로는 제2전극(140)이 구비되어 있다. 상기 제2전극은 전자 주입 전극인 캐소드(Cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극 형성용 금속으로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 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.

[0302] 또한, 발광층에 인광 도펀트를 사용할 경우에는 삼중항 여기자 또는 정공이 전자 수송층으로 확산되는 현상을 방지하기 위하여, 상기 전자 수송층과 발광층 사이에 진공증착법, 스펀코팅법, 캐스트법, LB법 등과 같은 방법을 이용하여 정공 저지층(HBL)을 형성할 수 있다. 진공증착법 및 스펀코팅법에 의해 정공 저지층을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 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. 예를 들면, 하기와 같은 BCP를 정공 저지층 재료로 사용할 수 있다.



**BCP**

[0303] 상기 정공 저지층의 두께는 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 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.

[0305] 이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1을 참조하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0306] 본 명세서 중, 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기(또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기)의 구체적인 예로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소부틸, sec-부틸, 펜틸, iso-아밀, 헥실 등과 같은 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 알킬기를 들 수 있고, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기는 상기 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기 중 하나 이상의 수소 원자가, 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기; 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염 및 인산이나 이의 염 중 적어도 하나로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기; C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴싸이오기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기; 중수소, 할로젠 원자, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 페닐기, 나프틸기, 안트릴기, 플루오레닐기, 디메틸플루오레닐기, 디페닐플루오레닐기, 카바졸일기, 페닐카바졸일기, 피리딜기, 피리미딜기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀일기, 및 이소퀴놀일기 중 적어도 하나로 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴싸이오기 및 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기; 및 -N(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>); 및 -Si(Q<sub>13</sub>)(Q<sub>14</sub>)(Q<sub>15</sub>) (여기서, 상기 Q<sub>11</sub> 및 Q<sub>12</sub>는 서로 독립적으로, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 또는 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기이고, Q<sub>13</sub> 내지 Q<sub>15</sub>는 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>

알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 또는 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기임); 중 하나로 치환된 것이다.

- [0307] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기(또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기)는 -OA(단, A는 상술한 바와 같은 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기임)의 화학식을 가지며, 이의 구체적인 예로서, 메톡시, 에톡시, 이소프로필옥시, 등이 있고, 상기 알콕시기 중 적어도 하나 이상의 수소원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0308] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기(또는 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기)는 상기 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 이중결합을 함유하고 있는 것을 의미한다. 예로서는 에테닐, 프로페닐, 부테닐 등이 있다. 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기 중 적어도 하나 이상의 수소원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0309] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기(또는 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기)는 상기 정의된 바와 같은 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 삼중결합을 함유하고 있는 것을 의미한다. 예로서는 에티닐(ethynyl), 프로피닐(propynyl), 등이 있다. 상기 알키닐기 중 적어도 하나 이상의 수소원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0310] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기는 탄소수 3 내지 60의 환형 포화 탄화수소 1가 그룹을 가리키는 것으로서, 이의 구체예로는 시클로프로필, 시클로부틸, 시클로펜틸, 시클로헥실, 시클로옥틸 등을 들 수 있다. 상기 시클로알킬기 중 적어도 하나 이상의 수소원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0311] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기는 하나 이상의 탄소 이중결합을 갖되, 방향족 고리는 아닌 고리형 불포화 탄화수소기를 가리키는 것으로서, 이의 구체예로는 시클로프로페닐(cyclopropenyl), 시클로부테닐(cyclobutenyl), 시클로펜테닐, 시클로헥세닐, 시클로헵테닐, 1,3-시클로헥사디에닐기, 1,4-시클로헥사디에닐기, 2,4-시클로헵타디에닐기, 1,5-히클로옥타디에닐기 등을 들 수 있다. 상기 시클로알케닐기의 중 적어도 하나 이상의 수소원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0312] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기는 하나 이상의 방향족 고리를 포함하는 탄소 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기는 하나 이상의 방향족 고리를 포함하는 탄소 원자수 6 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 아릴기 및 아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다. 상기 아릴기 및 아릴렌기 중 하나 이상의 수소 원자는 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환 가능하다.
- [0313] 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기의 예로는 페닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬페닐기(예를 들면, 에틸페닐기), C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬비페닐기(예를 들면, 에틸비페닐기), 할로페닐기(예를 들면, o-, m- 및 p-플루오로페닐기, 디클로로페닐기), 디시아노페닐기, 트리플루오로메톡시페닐기, o-, m-, 및 p-톨일기, o-, m- 및 p-쿠메닐기, 메시틸기, 페녹시페닐기, (σ, σ'-디메틸벤젠)페닐기, (N,N'-디메틸)아미노페닐기, (N,N'-디페닐)아미노페닐기, 펜타레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 할로나프틸기(예를 들면, 플루오로나프틸기), C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬나프틸기(예를 들면, 메틸나프틸기), C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시나프틸기(예를 들면, 메톡시나프틸기), 안트라세닐기, 아즈레닐기, 헵타레닐기, 아세나프틸레닐기, 페나레닐기, 플루오레닐기, 안트라퀴놀일기, 메틸안트릴기, 페난트릴기, 트리페닐레닐기, 피레닐기, 크리세닐기, 에틸-크리세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 클로로페릴레닐기, 펜타페닐기, 펜타세닐기, 테트라페닐레닐기, 헥사페닐기, 헥사세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 트리나프틸레닐기, 헵타페닐기, 헵타세닐기, 피란트레닐기, 오바레닐기 등을 들 수 있으며, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기의 예는 상술한 바와 같은 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기의 예와 상기 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 치환기를 참조하여 용이하게 인식할 수 있다. 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기의 예는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기의 예를 참조하여 용이하게 인식될 수 있다.
- [0314] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 환-형성

원자로서 포함하고 나머지 고리원자가 C인 하나 이상의 방향족 고리로 이루어진 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 포함하고 나머지 고리원자가 C인 하나 이상의 방향족 고리로 이루어진 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 여기서, 상기 헤테로아릴기 및 헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리는 서로 융합될 수 있다. 상기 헤테로아릴기 및 헤테로아릴렌기 중 하나 이상의 수소원자는 상술한 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 경우와 마찬가지로 치환가능하다.

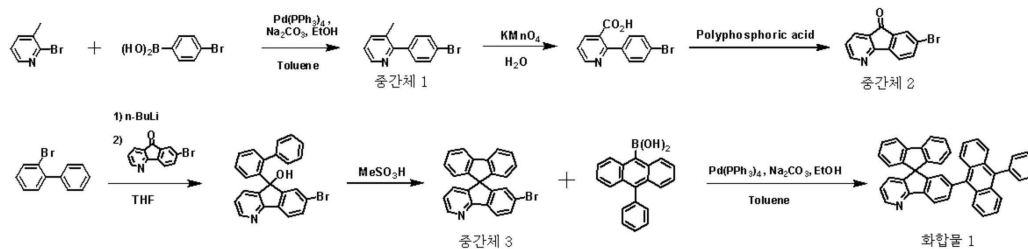
[0315] 상기 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기의 예에는, 피라졸일기, 이미다졸일기, 옥사졸일기, 티아졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 옥사디아졸일기, 피리디닐기, 피리다지닐기, 피리미디닐기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조이미다졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 등을 들 수 있다. 상기 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기의 예는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기의 예를 참조하여 용이하게 인식될 수 있다.

[0316] 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기는 -OA<sub>2</sub>(여기서, A<sub>2</sub>는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기임)를 가리키고, 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴싸이오기는 -SA<sub>3</sub>(여기서, A<sub>3</sub>는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기임)를 가리킨다.

[0317] \*이하에서, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명하나, 본 발명이 하기의 합성에 및 실시예로 한정되는 것은 아니다.

[0318] [실시예]

[0319] **합성예 1: 화합물 1의 합성**



[0320]

[0321] 중간체 1의 합성

[0322] 2-브로모-3-메틸피리딘 (2-bromo-3-methylpyridine) 5g(1eq, 29.06mmol)과 4-브로모페닐 보론산 (4-bromophenylboronic acid) 6.12g(1.05eq, 30.52mmol), Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) 1.34g(0.04eq, 1.16mmol)을 반응 플라스크에 넣고 진공 건조한 후 질소가스를 채웠다. 톨루엔 72ml를 상기 반응 플라스크에 넣어 상기 화합물들을 용해시킨 다음, 에탄올 36ml 및 2.0M 탄산 나트륨 수용액 36ml(2.5eq, 72.65mmol)를 첨가하고 120℃에서 3시간 동안 환류시키며 교반하였다. 반응 종료 후, 증류수로 상기 반응물을 세척하고, 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 무수 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카젤 컬럼크로마토그래피를 통하여 중간체 1 4.5g(수율=60%)을 얻었다. 상기 중간체 1은 NMR 및 APCI-MS로 확인하였다.

[0323] <sup>1</sup>H-NMR (δ ppm): 8.50(d, 1H), 7.60(d, 3H), 7.42(td, 2H), 7.19(d, 1H), 2.32(s, 3H).

[0324] APCI-MS (m/z) : 248[M<sup>+</sup>]

[0325] 중간체 2의 합성

[0326] 중간체 1을 KMnO<sub>4</sub> 수용액으로 반응시켜 정량적으로 얻은 2-(4-브로모페닐) 니코틴산 (2-(4-bromophenyl)nicotinic acid) 5.88g (1eq, 21.14mmol)을 반응 플라스크에 넣고 폴리인산 (polyphosphoric acid) (30g)을 넣어 반응시켰다. 반응 종료 후 수산화 나트륨 수용액(5N)이 있는 비커에 상기 반응액을 넣은 후 실온에서 교반시키고 필터하였다. 노란색 고체인 중간체 2 3.3g(수율=60%)을 얻었다. 상기 중간체 2는 NMR 및 APCI-MS로 확인하였다.

[0327]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm) : 7.92(d, 1H), 7.86(s, 1H), 7.74(d, 2H), 7.25(d, 1H).

[0328] APCI-MS ( $m/z$ ) : 260 $[\text{M}^+]$

[0329] 중간체 3의 합성

[0330] 2-브로모비페닐 (2-bromobiphenyl) 3.29g(1eq, 14.09mmol)을 반응 플라스크에 넣고 THF 150ml로 용해시켰다.  $-78^\circ\text{C}$ 에서 n-BuLi(1.6M) 4.67ml(14.09eq, 8.78mmol)을 상기 반응 플라스크에 적가하였다.  $-78^\circ\text{C}$ 에서 30분 동안 교반한 후, 중간체 2 3.3g(0.9eq, 12.69mmol)을 첨가한 다음, 실온에서 5시간 교반시켰다. 반응 종료 후 증류수로 세척하고, 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층에서 용매를 증발시켜 얻어진 잔류물을 플라스크에 넣고  $\text{MeSO}_3\text{H}$ 를 5ml 적가시킨 후 반응시켰다. 상기 반응 용액을 에틸 아세테이트로 추출한 다음, 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피를 통하여 중간체 3 3.4g(수율=70%) 얻었다. 상기 중간체 3은 NMR 및 APCI-MS로 확인하였다.

[0331]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm): 8.59(t, 1H), 8.00(d, 1H), 7.85(d, 2H), 7.57(dd, 1H), 7.41(t, 2H), 7.17(t, 2H), 7.06(d, 2H), 6.90(s, 1H), 6.74(d, 2H).

[0332] APCI-MS ( $m/z$ ) : 396 $[\text{M}^+]$

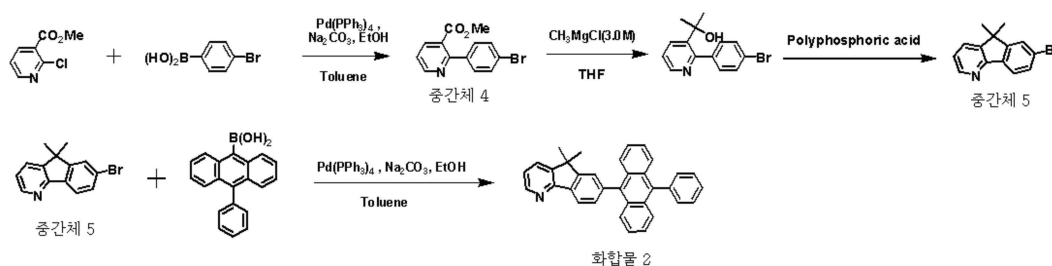
[0333] 화합물 1의 합성

[0334] 중간체 3 3.4g (1eq, 8.57mmol), 9-페닐안트라센-10-일 보론산 (9-phenylanthracen-10-ylboronic acid) 2.81g (1.03eq, 9.43mmol) 및  $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) 396mg(0.04eq, 0.343mmol)을 플라스크에 넣고, 진공 건조한 다음, 상기 플라스크를 질소가스로 채웠다. 톨루엔 40ml을 상기 플라스크에 첨가하여, 상기 반응물들을 용해시켰다. 그 다음, 에탄올 15ml와 2.0M 탄산 나트륨 수용액 15ml (2.5eq, 21.4mmol)를 첨가하고  $120^\circ\text{C}$ 에서 3시간 동안 환류하면서 교반하였다. 반응을 종료한 다음, 증류수로 세척하고, 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피를 사용하여 정제하였고, 화합물 1 (3.8g, 수율=78%)을 얻었다. 상기 화합물 1을  $^1\text{H-NMR}$ 과 APCI-MS로 확인하였다.

[0335]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm) : 8.68(d, 1H), 8.39(d, 1H), 7.75(d, 2H), 7.58(m, 10H), 7.47(d, 1H), 7.34(m, 4H), 7.24(d, 2H), 7.15(m, 4H), 6.87(m, 2H).

[0336] APCI-MS ( $m/z$ ) : 569 $[\text{M}^+]$

[0337] 합성예 2: 화합물 2의 합성



[0338]

[0339] 중간체 4의 합성

[0340] 메틸 2-클로로니코티네이트 (methyl 2-chloronicotinate) 2.83g(1eq, 29.06mmol)과 4-브로모페닐 보론산 (4-bromophenylboronic acid) 6.12g(1.05eq, 30.52mmol),  $\text{Pd}(\text{PPh}_3)_4$  (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) 1.34g(0.04eq, 1.16mmol)을 반응 플라스크에 넣고 진공 건조한 다음 질소가스를 채웠다. 톨루엔 72ml를 상기 반응 플라스크에 넣어 상기 화합물들을 녹인 다음, 에탄올 36ml와 2.0M 탄산 나트륨 수용액 36ml(2.5eq, 72.65mmol)를 첨가하고  $120^\circ\text{C}$ 에서 3시간 동안 환류시키며 교반시켰다. 반응 종료 후 증류수로 세척하고, 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그

네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피를 통하여 중간체 4 3.37g(수율=60%)을 얻었다. 상기 중간체 4를 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0341] <sup>1</sup>H-NMR (δ ppm): 8.78(dd, 1H), 8.12(dd, 1H), 7.58(d, 2H), 7.42(d, 2H), 7.34(d, 1H).

[0342] APCI-MS (m/z) : 292[M<sup>+</sup>]

[0343] 중간체 5의 합성

[0344] 중간체 4 3.37g(1eq, 11.54mmol)을 반응 플라스크에 넣고 진공 건조한 다음, 질소 가스를 채웠다. THF 100ml를 넣고 CH<sub>3</sub>MgCl (Methylmagnesium chloride)(3.0M) 9.6ml(2.5eq, 28.84mmol)을 천천히 적가하였다. 반응 종료 후, 상기 반응액을 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 플라스크에 넣고 폴리인산 (Polyphosphoric acid) 30g을 넣은 다음, 190℃에서 환류하며 교반시켰다. 반응 종료 후, 상기 반응액을 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피를 통하여 중간체 5 1.6g(수율=70%)을 얻었다. 상기 중간체 5를 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0345] \*<sup>1</sup>H-NMR (δ ppm): 8.56(d, 1H), 7.88(d, 1H), 7.72(d, 1H), 7.62(s, 1H), 7.56(dd, 1H), 7.22(dd, 1H), 1.50(s, 6H).

[0346] APCI-MS (m/z) : 274[M<sup>+</sup>]

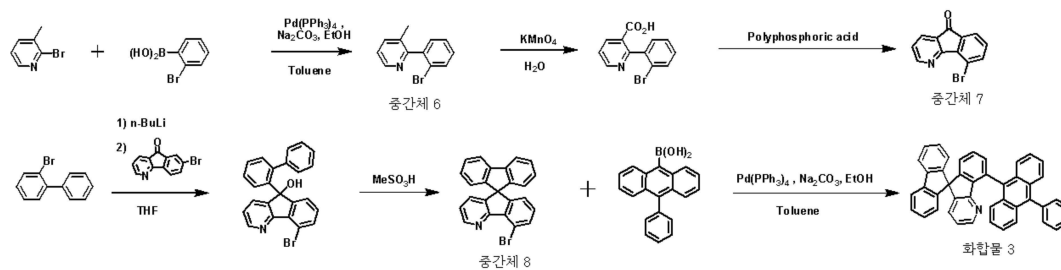
[0347] 화합물 2의 합성

[0348] 중간체 5 1.6g(1eq, 5.83mmol), 9-페닐안트라센-10-일 보론산 (9-phenylanthracen-10-ylboronic acid) 1.91g(1.1eq, 6.42mmol) 및 Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) 270mg(0.04eq, 0.23mmol)을 플라스크에 넣고, 진공 건조한 다음, 상기 플라스크를 질소가스로 채웠다. 톨루엔 20ml을 상기 플라스크에 첨가하여, 상기 반응물들을 용해시켰다. 그 다음, 에탄올 9ml와 2.0M 탄산 나트륨 수용액 9ml (3eq, 17.5mmol)를 첨가하고 120℃에서 3시간 동안 환류하면서 교반하였다. 반응을 종료 후, 상기 반응액을 증류수로 세척하고, 에틸 아세테이트로 추출하여 유기층을 모았다. 모아진 유기층을 무수 황산 마그네슘으로 건조한 다음, 감압 증류를 이용하여 용매를 제거하였다. 얻어진 잔류물을 실리카겔 컬럼크로마토그래피를 사용하여 정제하였고, 화합물 2 (1.7g, 수율=65%)을 얻었다. 상기 화합물 2를 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0349] <sup>1</sup>H-NMR (δ ppm): 8.64(dd, 1H), 8.27(d, 1H), 7.73(m, 5H), 7.55(m, 7H), 7.36(m, 4H), 7.27(t, 1H), 1.54(s, 6H)

[0350] APCI-MS (m/z) : 447[M<sup>+</sup>]

[0351] 합성예 3: 화합물 3의 합성



[0352]

[0353] 중간체 6의 합성

[0354] 4-브로모페닐 보론산 대신에 2-브로모페닐 보론산을 사용한 것을 제외하고는 상기 중간체 1의 합성과 동일한 방법을 이용하여 중간체 6을 얻었다. 상기 중간체 6 3.5g(수율=75%)을 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0355]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm) : 8.53(d, 1H), 7.67(d, 1H), 7.60(d, 1H), 7.40(t, 1H), 7.29(m, 2H), 7.22(m, 1H), 2.16(s, 3H).

[0356] APCI-MS ( $m/z$ ) : 248 $[\text{M}^+]$

[0357] 중간체 7의 합성

[0358] 중간체 1 대신에 중간체 6을 사용한 것을 제외하고는 상기 중간체 2의 합성과 동일한 방법을 이용하여 중간체 7 3g(수율=89%)을 얻었다. 상기 중간체 7을  $^1\text{H-NMR}$ 과 APCI-MS로 확인하였다.

[0359]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm): 8.80(dd, 1H), 7.94(d, 1H), 7.76(d, 1H), 7.72(d, 1H), 7.29(m, 2H).

[0360] APCI-MS ( $m/z$ ) : 260 $[\text{M}^+]$

[0361] 중간체 8의 합성

[0362] 중간체 2 대신에 중간체 7을 사용한 것을 제외하고는 상기 중간체 3의 합성과 동일한 방법을 이용하여 중간체 8 2.6g(수율=90%)을 얻었다. 상기 중간체 8을  $^1\text{H-NMR}$ 과 APCI-MS로 확인하였다.

[0363]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm): 8.76(d, 1H), 7.85(d, 2H), 7.60(d, 1H), 7.40(t, 2H), 7.15(t, 2H), 7.08(m, 3H), 6.70(t, 3H). APCI-MS ( $m/z$ ) : 396 $[\text{M}^+]$

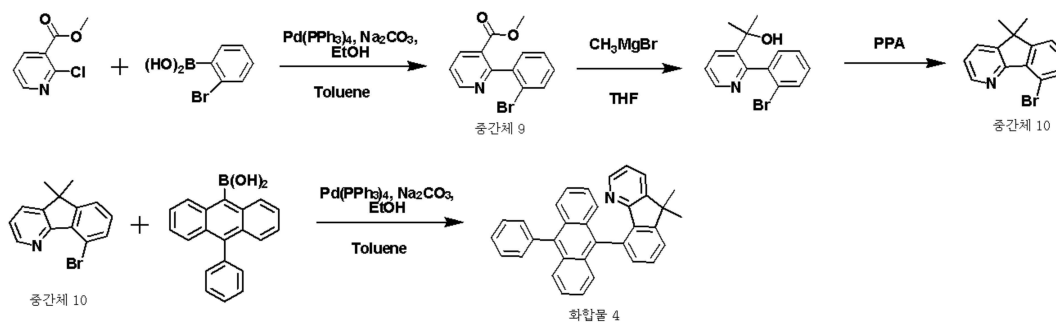
[0364] 화합물 3의 합성

[0365] 중간체 3 대신에 중간체 8을 사용한 것을 제외하고는 화합물 1의 합성과 동일한 방법을 사용하여 화합물 3 1.72g (수율=61%)을 얻었다. 상기 화합물 3을  $^1\text{H-NMR}$ 과 APCI-MS로 확인하였다.

[0366]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm): 7.90(d, 2H), 7.85(dd, 1H), 7.78(m, 4H), 7.64(m, 5H), 7.42(t, 2H), 7.38(m, 6H), 7.22(d, 2H), 6.94(m, 4H), 6.68(dd, 1H).

[0367] APCI-MS ( $m/z$ ) : 569 $[\text{M}^+]$

[0368] 합성예 4: 화합물 4의 합성



[0369]

[0370] 중간체 9의 합성

[0371] 4-브로모페닐 보론산 대신에 2-브로모페닐 보론산을 사용한 것을 제외하고는 중간체 4의 합성과 동일한 방법을 이용하여 중간체 9 3.25g(수율=47%)을 얻었다. 상기 중간체 9를  $^1\text{H-NMR}$ 과 APCI-MS로 확인하였다.

[0372]  $^1\text{H-NMR}$  ( $\delta$  ppm): 8.83(d, 1H), 8.35(d, 1H), 7.63(d, 1H), 7.45-7.38(m, 3H), 7.29(d, 1H), 3.71(s, 3H).

[0373] APCI-MS ( $m/z$ ) : 292 $[\text{M}^+]$

[0374] 중간체 10의 합성

[0375] 중간체 4 대신에 중간체 9를 사용하고,  $\text{CH}_3\text{MgCl}$  대신에  $\text{CH}_3\text{MgBr}$ 을 사용한 것을 제외하고는 중간체 5의 합성과 동

일한 방법을 이용하여 중간체 10 1.13g(수율=60%)을 얻었다. 상기 중간체 10을 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0376] <sup>1</sup>H-NMR (δ ppm): 8.73(dd, 1H), 7.74(dd, 1H), 7.60(dd, 1H), 7.45(dd, 1H), 7.29-7.23(m, 2H), 1.48(s, 6H).

[0377] APCI-MS (m/z) : 274[M<sup>+</sup>]

[0378] 화합물 4의 합성

[0379] 중간체 5 대신에 중간체 10을 사용한 것을 제외하고는 화합물 2의 합성과 동일한 방법을 사용하여 화합물 4 1.82g (수율=76%)을 얻었다. 상기 화합물 4를 <sup>1</sup>H-NMR과 APCI-MS로 확인하였다.

[0380] <sup>1</sup>H-NMR (δ ppm) : 7.82(dd, 1H), 7.74(d, 2H), 7.70-7.50(m, 10H), 7.34-7.16(m, 5H), 6.88(dd, 1H), 1.64(s, 6H)

[0381] APCI-MS (m/z) : 447[M<sup>+</sup>]

[0382] 실시예 1

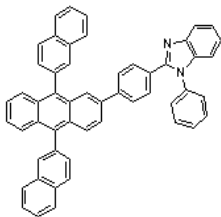
[0383] 애노드로서 코닝 15Ω/cm<sup>2</sup> (1200Å)ITO 유리 기판을 50mm x 50mm x 0.7mm 크기로 잘라서 이소프로필 알코올과 순수를 이용하여 각 5분 동안 초음파 세정한 후, 30분 동안 자외선을 조사하고 10분 동안 오존에 노출시켜 세정하고 진공증착장치에 이 유리기판을 설치하였다.

[0384] 상기 ITO층 상부에 2-TNATA (4,4',4''-트리스[2-나프틸(페닐)아미노] 트리페닐아민)를 진공 증착하여, 600Å 두께의 정공 주입층을 형성하였다. 상기 정공 주입층 상에 NPB (N,N'-비스(나프탈렌-1-일)-N,N'-비스(페닐)-벤지딘)을 진공 증착하여,300Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0385] 상기 정공 수송층 상부에 화합물 1(호스트) 및 화합물 102 (도펀트)를 95:5의 중량비로 공증착 하여, 200Å 두께의 발광층을 형성하였다.

[0386] 상기 발광층 상에 화합물 201을 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 수송층을 형성하고, 상기 전자 수송층 상부에 LiF를 진공 증착하여 10Å 두께의 전자 주입층을 형성하고, 상기 전자 주입층 상부에 Al을 진공 증착하여 3000 Å 두께의 캐소드를 형성함으로써 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0387] <화합물 201>



[0388]

[0389] 실시예 2

[0390] 발광층 형성시 화합물 1 대신 화합물 2를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0391] 실시예 3

[0392] 발광층 형성시 화합물 1 대신 화합물 3을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0393] 실시예 4

[0394] 발광층 형성시 화합물 1 대신 화합물 4를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0395] 비교예 1

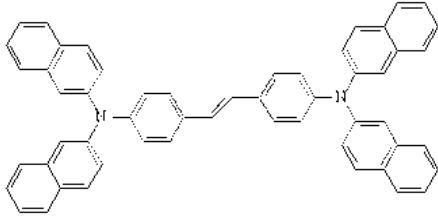
[0396] 발광층 형성시 화합물 1 대신 9,10-디(나프탈렌-2-일)안트라센 (ADN)을 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실

시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0397] **비교예 2**

[0398] 발광층 형성시 화합물 102 대신 화합물 X를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0399] <화합물 X>

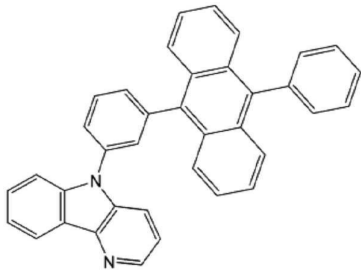


[0400]

[0401] **비교예 3**

[0402] 발광층 형성시 화합물 1 대신 화합물 A를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0403] <화합물 A>

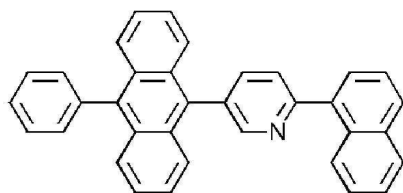


[0404]

[0405] **비교예 4**

[0406] 발광층 형성시 화합물 1 대신 화합물 B를 사용하였다는 점을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0407] <화합물 B>



[0408]

[0409] **평가예**

[0410] 상기 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 내지 4에서 제작된 유기 발광 소자의 구동 전압, 휘도, 효율을 전류 전압계 (Keithley SMU 236)에서 전원을 공급하여, 휘도계 PR650 Spectroscan Source Measurement Unit.(PhotoResearch 사 제품임)을 이용하여 평가하였다. 그 결과는 하기 표 1와 같다:

【표 1】

	호스트 재료	도펀트 재료	구동전압 (V)	휘도 (cd/m <sup>2</sup> )	효율 (cd/A)
실시예 1	화합물 1	화합물 102	3.8	456	4.56
실시예 2	화합물 2	화합물 102	3.6	438	4.38
실시예 3	화합물 3	화합물 102	3.5	432	4.32
실시예 4	화합물 4	화합물 102	3.7	428	4.28
비교예 1	ADN	화합물 102	4.4	328	3.28
비교예 2	화합물 1	화합물 X	4.3	346	3.46
비교예 3	화합물 A	화합물 102	4.5	352	3.52
비교예 4	화합물 B	화합물 102	4.2	363	3.63

[0411]

[0412]

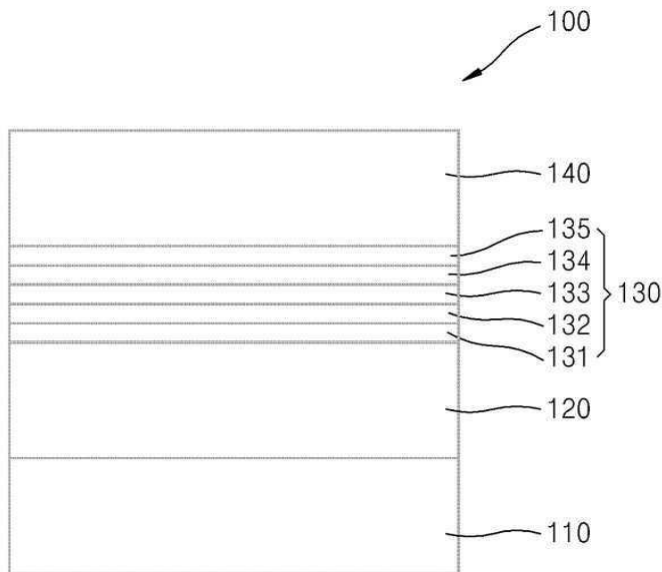
상기 표 1에 따르면, 실시예 1 내지 4의 유기 발광 소자는 비교예 1 내지 4의 유기 발광 소자보다 구동 전압, 휘도 및 효율 특성이 우수함을 알 수 있다.

[0413]

본 발명에 대해 상기 합성에 및 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형이 가능하다는 것을 이해할 것이다. 본 발명의 보호 범위는 특허청구범위에 기재된 내용에 따라 정해져야 할 것이다.

**도면**

**도면1**



专利名称(译)	茚并吡啶基化合物和包括它们的有机发光二极管		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020200043946A</a>	公开(公告)日	2020-04-28
申请号	KR1020200045155	申请日	2020-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司 成均馆大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司 韩国成均馆大学学术交流		
[标]发明人	김성욱 김명숙 김재홍 고삼일 윤승수		
发明人	김성욱 김명숙 김재홍 고삼일 윤승수		
IPC分类号	H01L51/00 C07D221/06 H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/0072 C07D221/06 H01L51/0052 H01L51/0054 H01L51/0059 H01L51/0073 H01L51/5016 H01L51/5024		
其他公开文献	KR102136791B1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

公开了基于茚并吡啶的化合物和包括该化合物的有机发光器件。

