



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0115795  
(43) 공개일자 2020년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/00 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/0085 (2013.01)  
H01L 51/0071 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-0034492  
(22) 출원일자 2019년03월26일  
심사청구일자 없음

(71) 출원인  
삼성디스플레이 주식회사  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
(72) 발명자  
김세훈  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
유재진  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 (농서동)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **유기 발광 소자 및 전자 장치**

**(57) 요약**

유기 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치가 개시된다.

**대표도** - 도1

**10**

190
150
110

(52) CPC특허분류

*H01L 51/5016* (2013.01)

*H01L 51/5024* (2013.01)

*H01L 51/5048* (2013.01)

*H01L 51/52* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1전극;

상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및

상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치된, 발광층을 포함한 유기층;을 포함하고,

상기 발광층이 호스트 및 인광 도펀트를 포함하고,

상기 호스트가 하기 수식 1 및 수식 2를 만족하고,

상기 호스트 및 상기 인광 도펀트가 하기 수식 3을 만족하는, 유기 발광 소자:

<수식 1>

$$S1(H) - T1(H) \leq 0.3 \text{ eV}$$

<수식 2>

$$T1(H) \geq 2.7 \text{ eV}$$

<수식 3>

$$T1(D) \leq T1(H)$$

상기 수식 1 내지 3 중,

T1(H)는 상기 호스트의 삼중항 에너지이고,

S1(H)는 상기 호스트의 일중항 에너지이고,

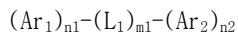
T1(D)는 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지이다.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화학식 1로 표시된 헤테로시클릭 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:

<화학식 1>



상기 화학식 1 중,

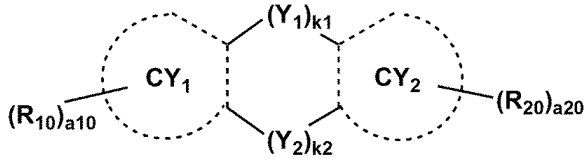
L<sub>1</sub>은 단일결합, C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이고,

n<sub>1</sub> 및 n<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 0 내지 3 중에서 선택된 정수이고, n<sub>1</sub> + n<sub>2</sub> ≥ 1을 만족하고,

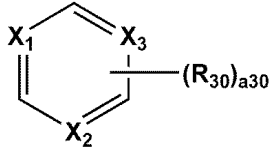
m<sub>1</sub>은 0 내지 5의 정수이고,

Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 1A 또는 1B로 표시되는 그룹이고,

<화학식 1A>



<화학식 1B>



상기 화학식 1A 및 1B 중,

$Y_1$  및  $Y_2$ 는 서로 독립적으로, 단일결합,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-C(R_1)(R_2)-$ ,  $-N(R_1)-$ ,  $-Si(R_1)(R_2)-$ ,  $-C(=O)-$ ,  $-S(=O)_2-$ ,  $-B(R_1)-$ ,  $-P(R_1)-$  및  $-P(=O)(R_1)(R_2)-$  중에서 선택되고,

$k_1$  및  $k_2$ 는 서로 독립적으로, 0 또는 1이고,  $k_1 + k_2 \geq 1$ 을 만족하고,

$CY_1$  및  $CY_2$ 는 서로 독립적으로,  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,

$X_1$  내지  $X_3$ 은 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

$X_1$  내지  $X_3$ 이 모두 C이면  $R_{30}$  중 적어도 하나가 시아노기이고,

$R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{20}$  및  $R_{30}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ , 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{60}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{60}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴티오기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹,  $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ ,  $-N(Q_1)(Q_2)$ ,  $-B(Q_1)(Q_2)$ ,  $-C(=O)(Q_1)$ ,  $-S(=O)_2(Q_1)$  및  $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$  중에서 선택되고,

$a_{10}$  및  $a_{20}$ 은 서로 독립적으로, 1 내지 10 중에서 선택된 정수이고,

$a_{30}$ 은 1 내지 6의 정수이고,

$R_1$  및  $R_2$ 는 선택적으로(optionally), 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,

$R_{10}$  및  $R_{20}$ 는 선택적으로,  $R_{10}$  및  $R_{20}$  중 적어도 하나와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,

$a_{30}$ 이 2 이상인 경우에, 2 이상의  $R_{30}$ 이 선택적으로, 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,

상기 화학식 1A에서  $R_{10}$  및  $R_{20}$  중 적어도 하나가  $L_1$  또는  $Ar_1$ 과의 결합 사이트이고,

상기 화학식 1B에서  $R_{30}$  중 적어도 하나가  $L_1$  또는  $Ar_1$ 과의 결합 사이트이고,

상기 치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>)(Q<sub>13</sub>), -N(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>), -B(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>), -C(=O)(Q<sub>11</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>11</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>) 중에서 선택된 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>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>)(Q<sub>23</sub>), -N(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -B(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -C(=O)(Q<sub>21</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>21</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

-Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>);

중에서 선택되고,

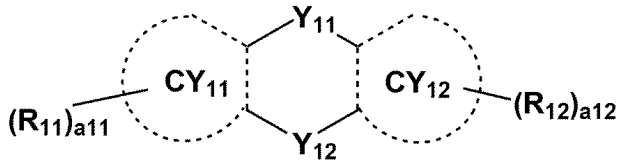
상기 Q<sub>1</sub> 내지 Q<sub>3</sub>, Q<sub>11</sub> 내지 Q<sub>13</sub>, Q<sub>21</sub> 내지 Q<sub>23</sub> 및 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택된다.

### 청구항 3

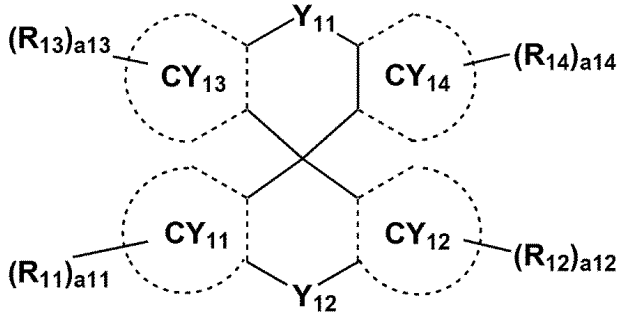
제2항에 있어서,

Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 1(1) 내지 1(4) 중 적어도 하나로 표시되는 그룹인, 유기 발광 소자:

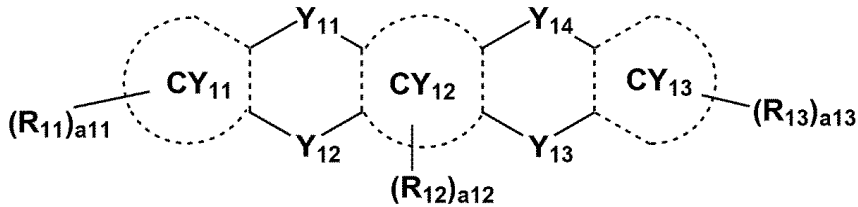
<화학식 1(1)>



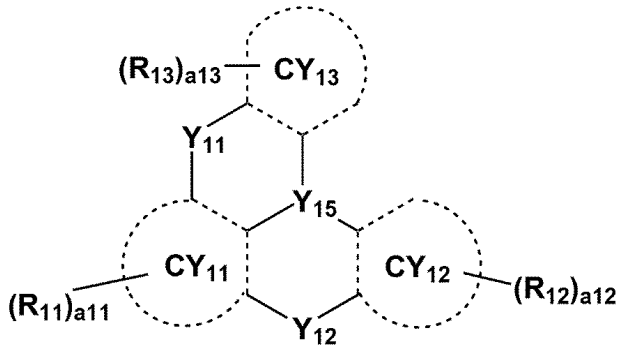
<화학식 1(2)>



<화학식 1(3)>



<화학식 1(4)>



상기 화학식 1(1) 내지 1(4) 중,

Y<sub>11</sub> 내지 Y<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 단일결합, -O-, -S-, -C(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)-, -N(R<sub>15</sub>)-, Si(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)-, -C(=O)-, -S(=O)<sub>2</sub>-, -B(R<sub>15</sub>)-, -P(R<sub>15</sub>)- 및 -P(=O)(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)- 중에서 선택되고,

Y<sub>15</sub>는 N, B 또는 P이고,

CY<sub>11</sub> 내지 CY<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 디벤조티오펜 그룹 및 디벤조실롤 그룹 중에서 선택되고,

R<sub>11</sub> 내지 R<sub>16</sub>은 서로 독립적으로, L<sub>1</sub> 또는 Ar<sub>1</sub>과의 결합 사이트, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>알킬닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐

기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)(Q<sub>3</sub>), -N(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>), -B(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>), -C(=O)(Q<sub>1</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>1</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>) 중에서 선택되고,

R<sub>11</sub> 내지 R<sub>16</sub> 중 적어도 하나가 L<sub>1</sub> 또는 Ar<sub>1</sub>과의 결합 사이트이고,

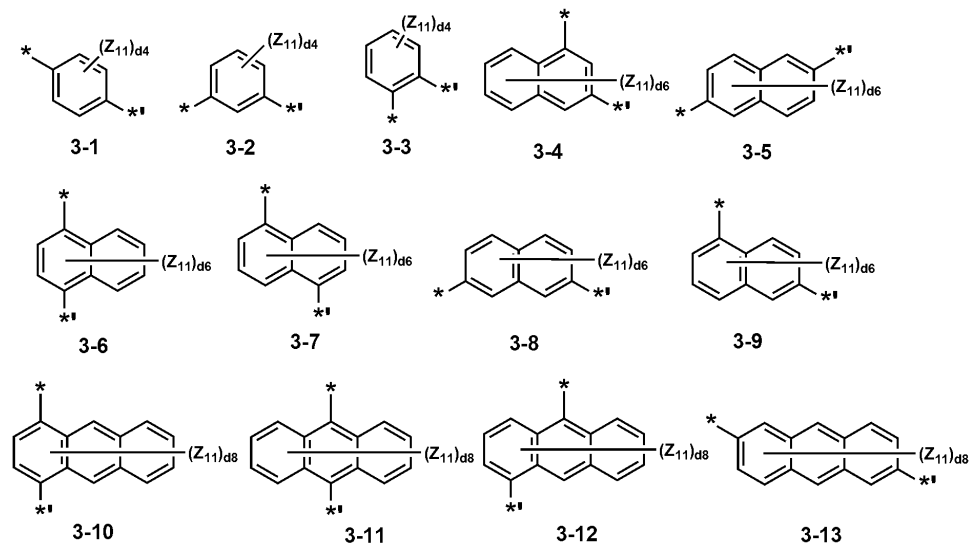
Q<sub>1</sub> 내지 Q<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 콰이레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 트리아지닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택되고;

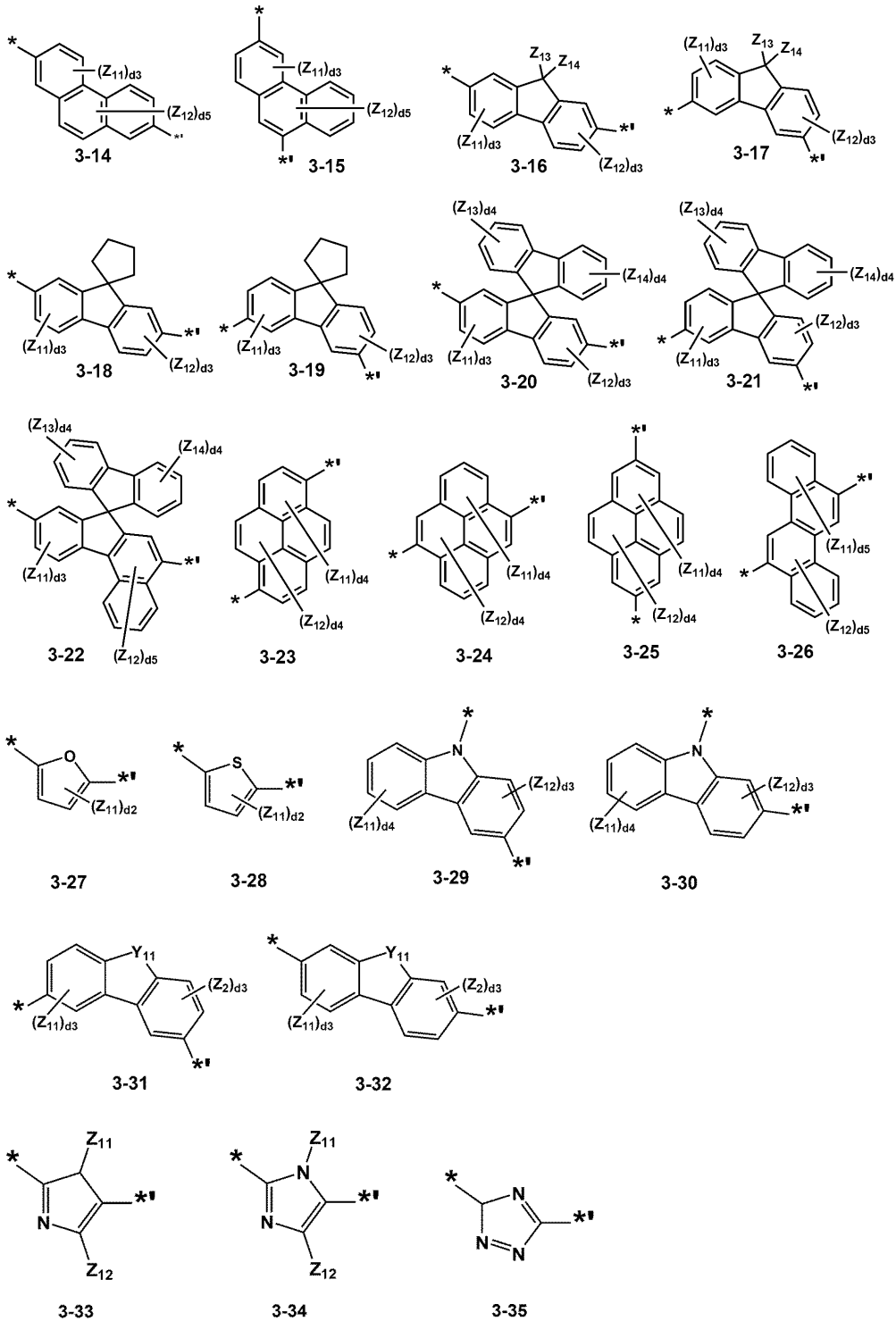
a<sub>11</sub> 내지 a<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 1 내지 6의 정수 중에서 선택된다.

**청구항 4**

제2항에 있어서,

L<sub>1</sub>은 단일결합 또는 하기 화학식 3-1 내지 3-35 중 어느 하나로 표시되는 그룹인, 유기 발광 소자:





상기 화학식 3-1 내지 3-35 중,

$Y_{11}$ 은  $*-O-*$ ,  $*-S-*$  또는  $*-N(Z_{15})-*$ 이고,

$Z_{11}$  내지  $Z_{15}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1-C_{20}$ 알킬기,  $C_1-C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 트리아지닐기, 벤조이미다졸일기, 페난트롤리닐기 및  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$  중에서 선택되고,



상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택되고,

d<sub>2</sub>는 0 내지 2 중에서 선택된 정수이고,

d<sub>3</sub>는 0 내지 3 중에서 선택된 정수이고,

d<sub>4</sub>는 0 내지 4 중에서 선택된 정수이고,

d<sub>5</sub>는 0 내지 5 중에서 선택된 정수이고,

d<sub>6</sub>는 0 내지 6 중에서 선택된 정수이고,

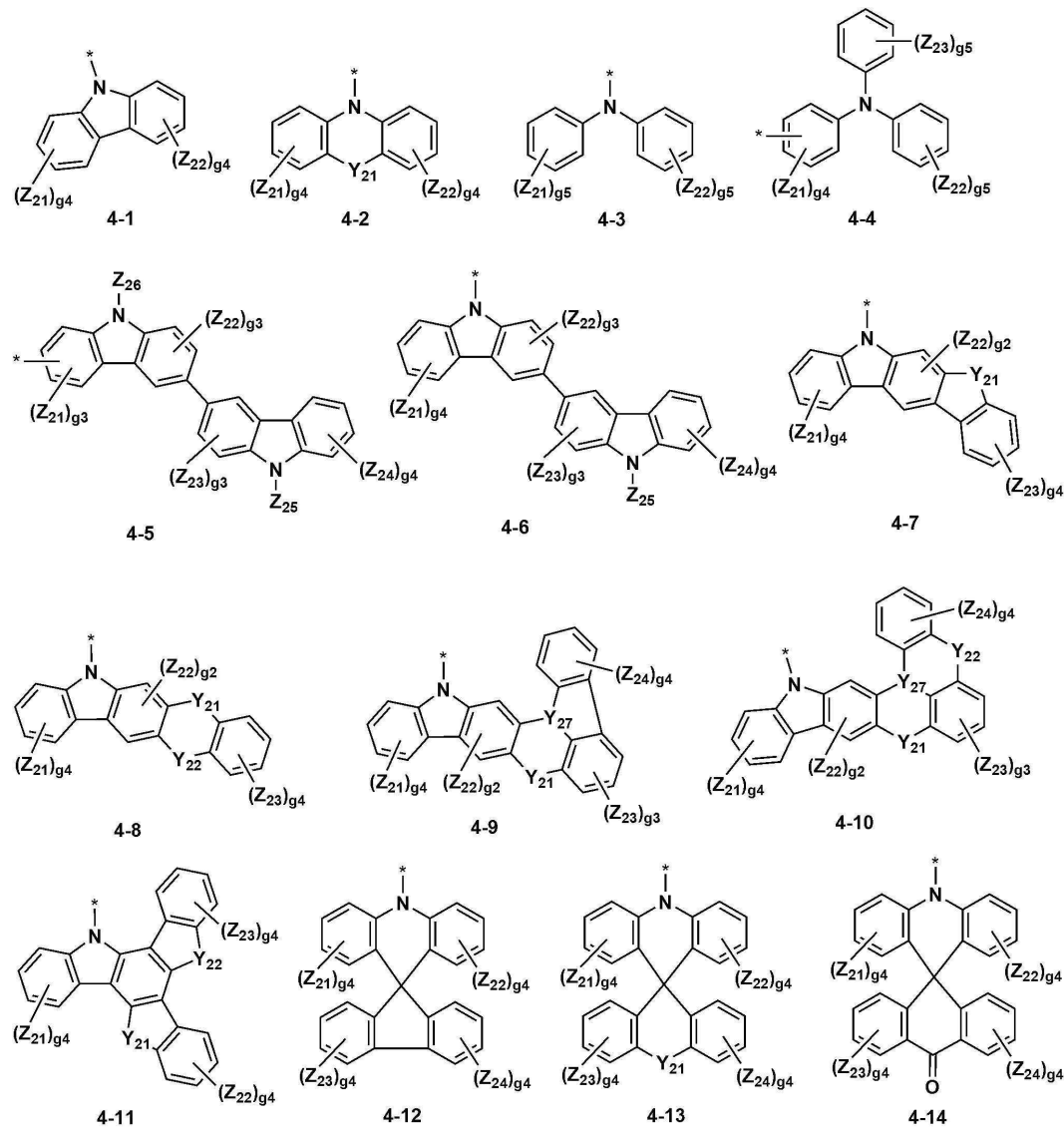
d<sub>8</sub>는 0 내지 8 중에서 선택된 정수이고,

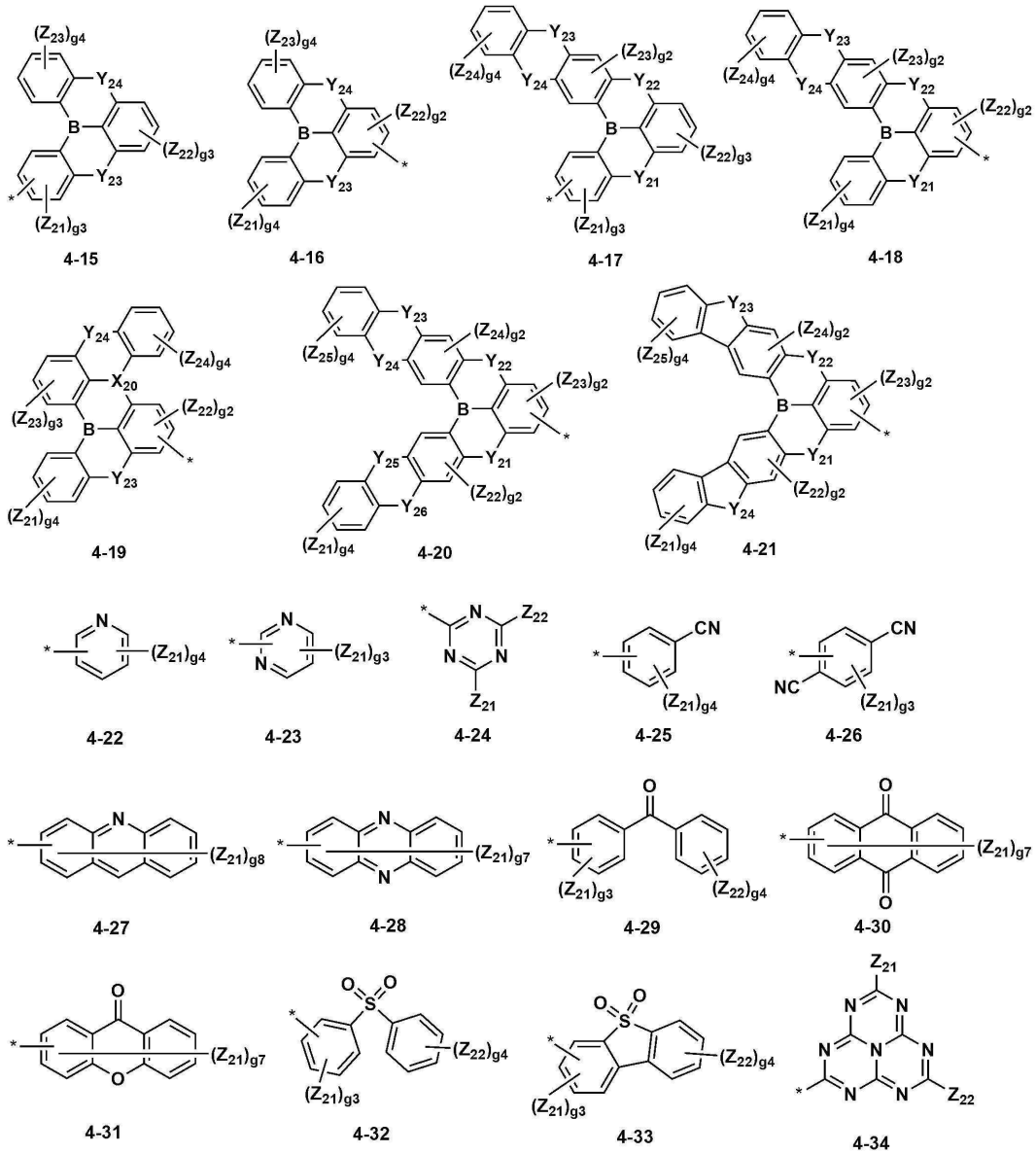
\* 및 \*'은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

**청구항 5**

제2항에 있어서,

Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub> 중 적어도 하나가, 하기 화학식 4-1 내지 4-34 중 어느 하나로 표시되는 그룹인, 유기 발광 소자:





상기 화학식 4-1 내지 4-34 중,

$X_{20}$ 은 N, B 또는 P이고,

$Y_{21}$  및  $Y_{22}$ 는 서로 독립적으로, O, S,  $C(Z_{26})(Z_{27})$ ,  $N(Z_{26})$  또는  $Si(Z_{26})(Z_{27})$ 이고,

$Y_{23}$  내지  $Y_{26}$ 은 서로 독립적으로, 단일결합, O, S,  $C(Z_{28})(Z_{29})$ ,  $N(Z_{28})$  또는  $Si(Z_{28})(Z_{29})$ 이고,

$Z_{21}$  내지  $Z_{29}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 트리아지닐기, 벤조이미다졸일기, 페난트롤리닐기 및  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$  중에서 선택되고,

상기  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택되고,

$g_2$ 는 1 또는 2이고,

g3는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,  
 g4는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,  
 g5는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,  
 g7은 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,  
 g8은 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,  
 \* 은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

**청구항 6**

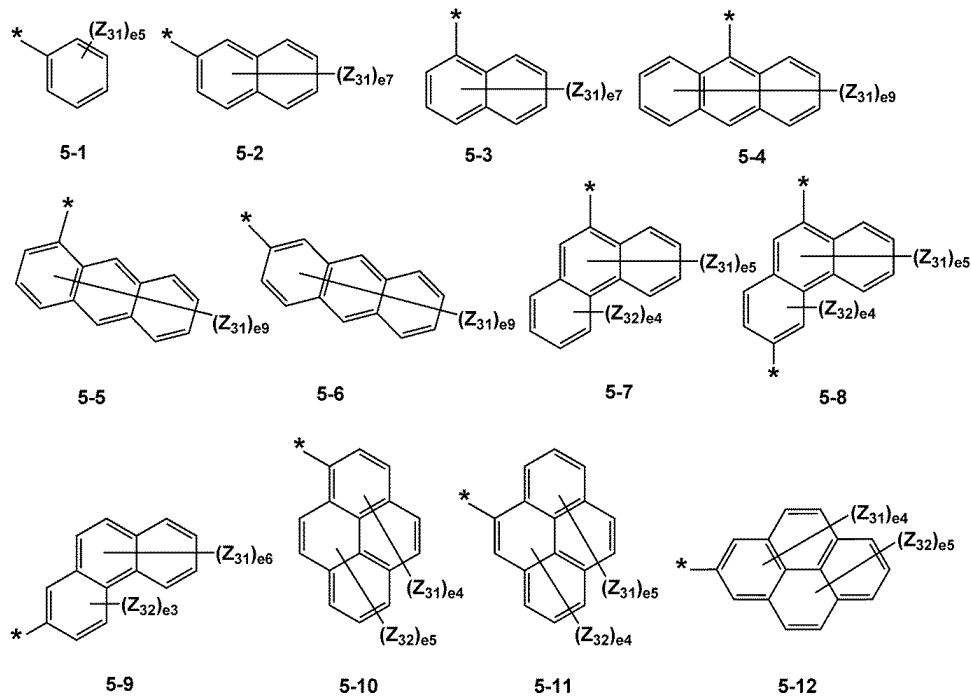
제2항에 있어서,

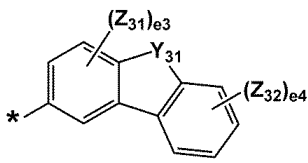
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>20</sub> 및 R<sub>30</sub>은 서로 독립적으로,

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기 및 tert-부톡시기; 및

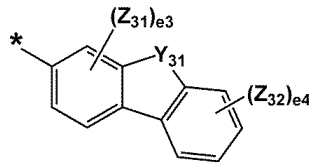
하기 화학식 5-1 내지 5-26 및 화학식 6-1 내지 6-55 중에서 선택된 어느 하나로 표시된 그룹;

중에서 선택된, 유기 발광 소자:

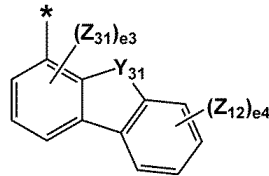




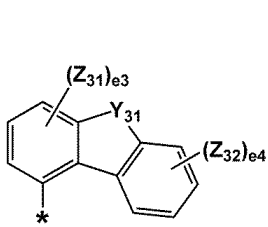
5-13



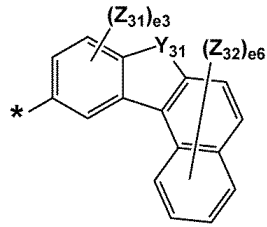
5-14



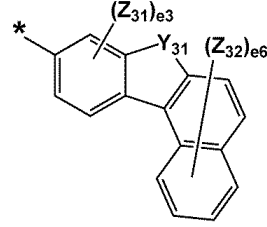
5-15



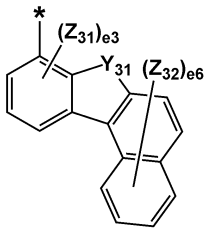
5-16



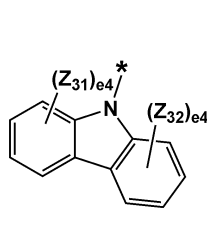
5-17



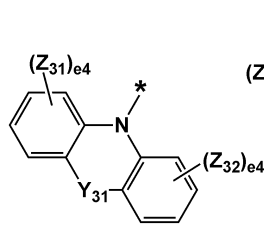
5-18



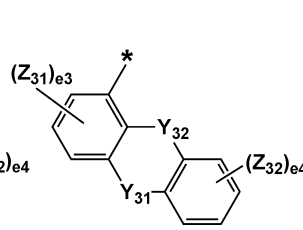
5-19



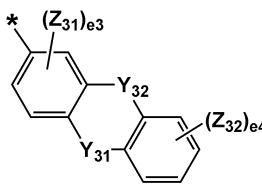
5-20



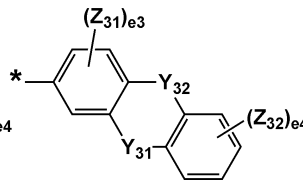
5-21



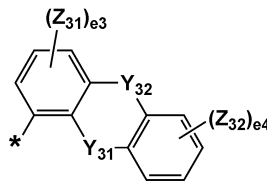
5-22



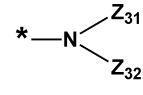
5-23



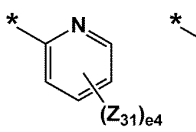
5-24



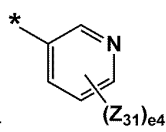
5-25



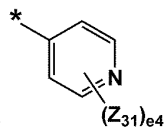
5-26



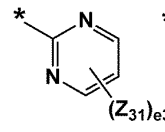
6-1



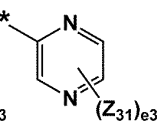
6-2



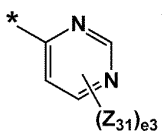
6-3



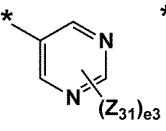
6-4



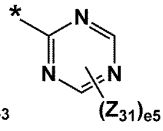
6-5



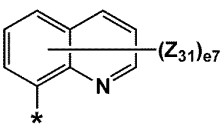
6-6



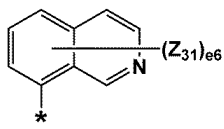
6-7



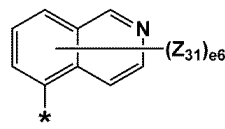
6-8



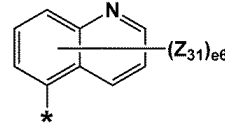
6-9



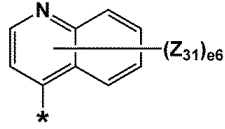
6-10



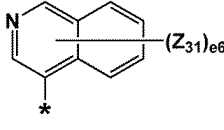
6-11



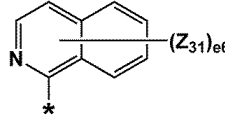
6-12



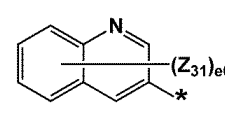
6-13



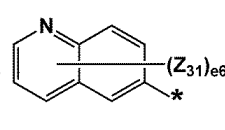
6-14



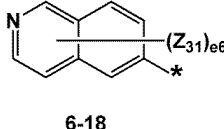
6-15



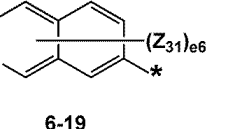
6-16



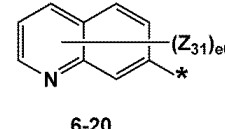
6-17



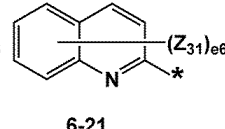
6-18



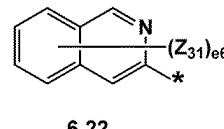
6-19



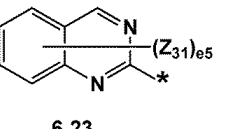
6-20



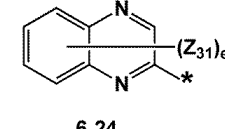
6-21



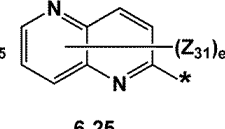
6-22



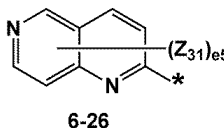
6-23



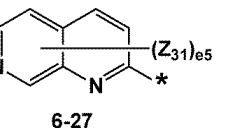
6-24



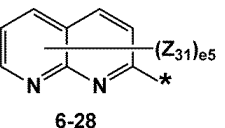
6-25



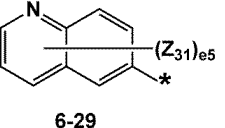
6-26



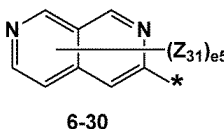
6-27



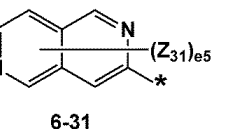
6-28



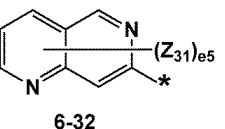
6-29



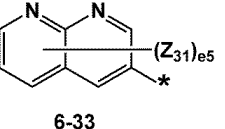
6-30



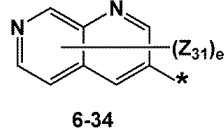
6-31



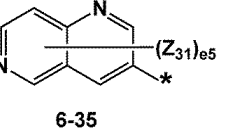
6-32



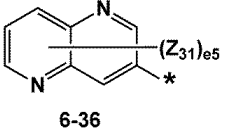
6-33



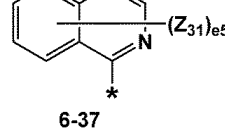
6-34



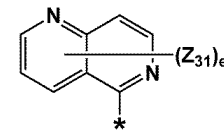
6-35



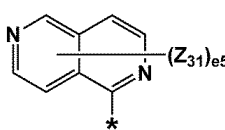
6-36



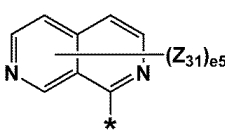
6-37



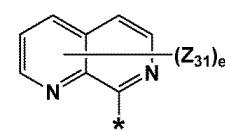
6-38



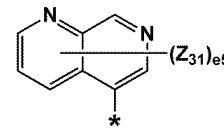
6-39



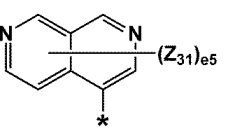
6-40



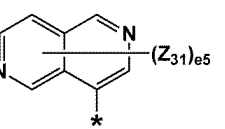
6-41



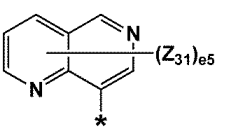
6-42



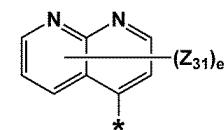
6-43



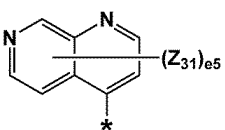
6-44



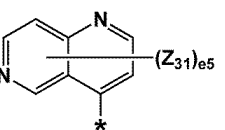
6-45



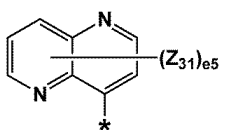
6-46



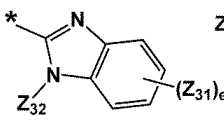
6-47



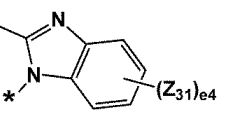
6-48



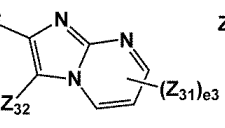
6-49



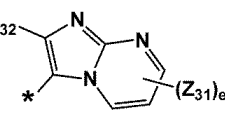
6-50



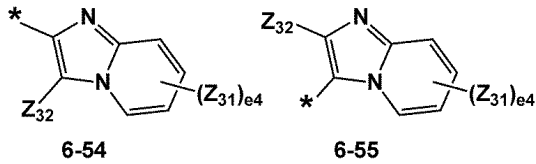
6-51



6-52



6-53



상기 화학식 5-1 내지 5-26 및 화학식 6-1 내지 6-55 중,

$Y_{31}$ 은 O, S, C( $Z_{34}$ )( $Z_{35}$ ), N( $Z_{34}$ ) 또는 Si( $Z_{34}$ )( $Z_{35}$ )이고,

$Z_{31}$  내지  $Z_{35}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 트리페틸레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 카바졸일기 및 트리아지닐기 중에서 선택되고,

$e_2$ 는 1 또는 2이고,

$e_3$ 는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

$e_4$ 는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

$e_5$ 는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

$e_6$ 은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

$e_7$ 은 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

$e_9$ 는 1 내지 9의 정수 중에서 선택되고,

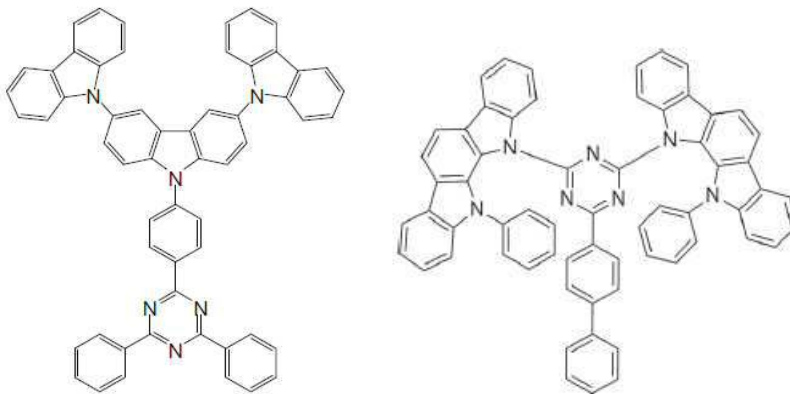
\* 은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

**청구항 7**

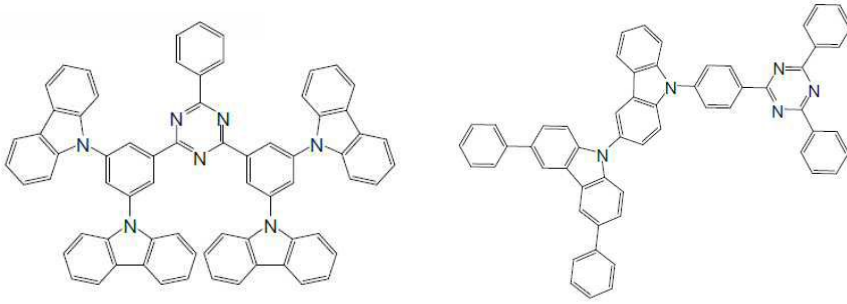
제1항에 있어서,

상기 호스트는 하기 화합물 1-1 내지 1-17 중에서 선택된 1종 이상을 포함한, 유기 발광 소자:

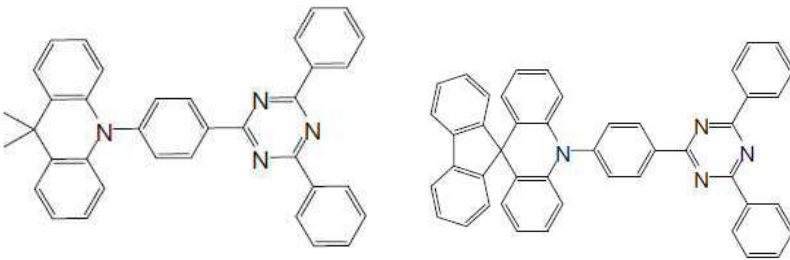
<화합물 1-1> <화합물 1-2>



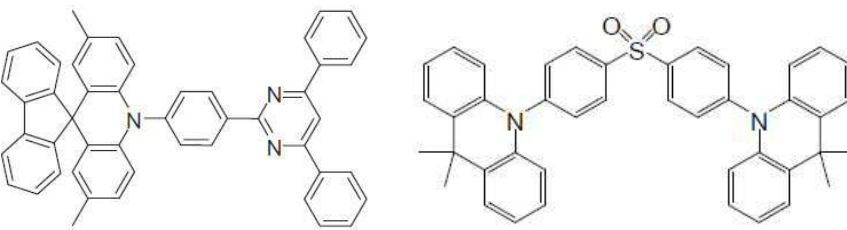
<화합물 1-3> <화합물 1-4>



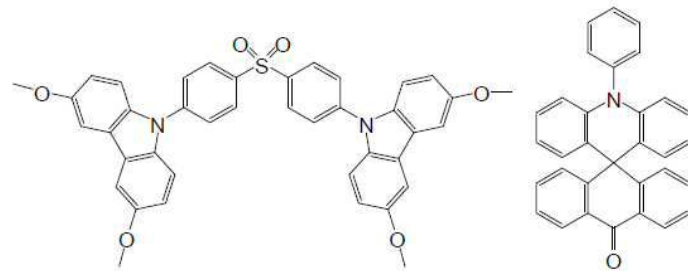
<화합물 1-5> <화합물 1-6>



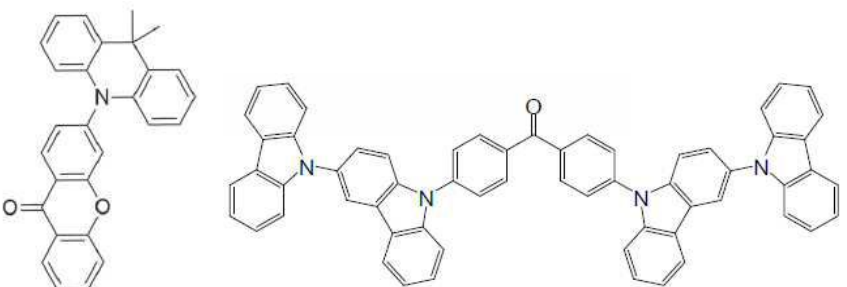
<화합물 1-7> <화합물 1-8>



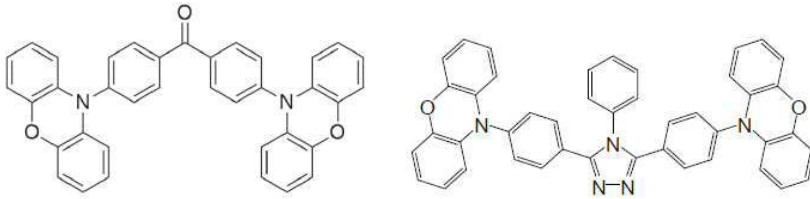
<화합물 1-9> <화합물 1-10>



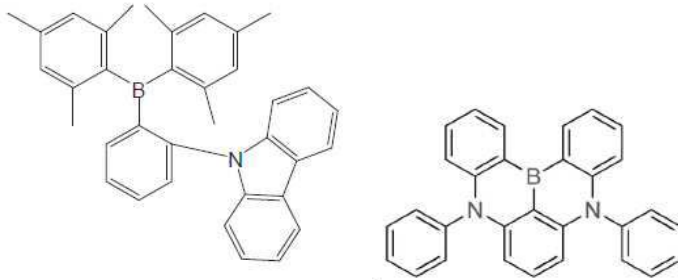
<화합물 1-11> <화합물 1-12>



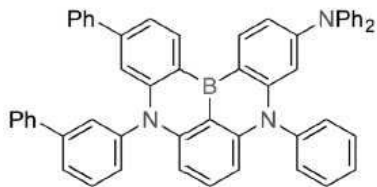
<화합물 1-13> <화합물 1-14>



<화합물 1-15> <화합물 1-16>



<화합물 1-17>



상기 화합물 1-1 내지 1-17 중, Ph는 페닐기를 의미한다.

#### 청구항 8

제2항에 있어서,

상기 호스트는 1종의 상기 헤테로시클릭 화합물로 이루어진, 유기 발광 소자.

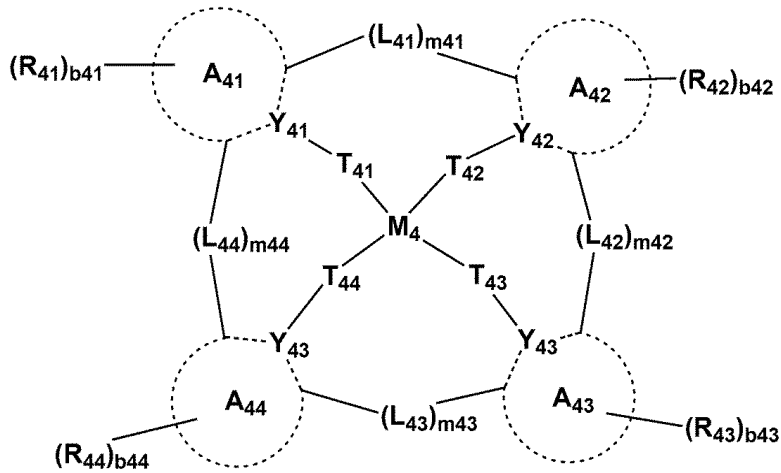
#### 청구항 9

제1항에 있어서,

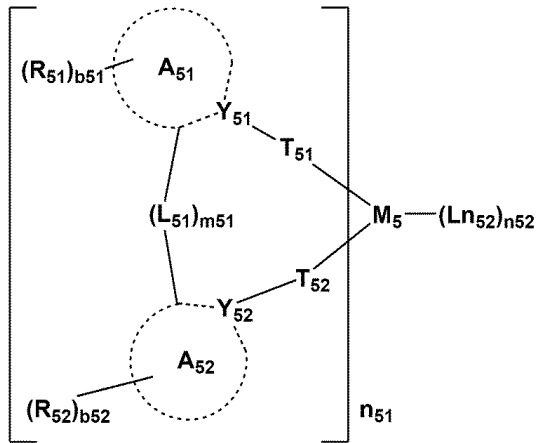
상기 인광 도펀트는 하기 화학식 4 및 5 중 어느 하나로 표시되는 유기금속 화합물을 포함한, 유기 발광 소자:



<화학식 4>



<화학식 5>



상기 화학식 4 및 5 중,

$M_4$  및  $M_5$ 는 서로 독립적으로, 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb) 및 툴륨(Tm) 중에서 선택되고;

$n_{51}$ 은 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

$Ln_{52}$ 는 유기 리간드이고,  $n_{52}$ 는 0 내지 2의 정수 중에서 선택되고,

$Y_{41}$  내지  $Y_{44}$ ,  $Y_{51}$  및  $Y_{52}$ 는 서로 독립적으로, N 또는 C이고;

$A_{41}$  내지  $A_{44}$ ,  $A_{51}$  및  $A_{52}$ 는 서로 독립적으로,  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 및  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고,

$T_{41}$  내지  $T_{44}$ ,  $T_{51}$  및  $T_{52}$ 는 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\* 및 \*-S-\* 중에서 선택되고;

$L_{41}$  내지  $L_{44}$  및  $L_{51}$ 은 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=\*, \*=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(=O)-\*, \*-C(=S)-\*, \*-C≡C-\*, \*-B(R<sub>45</sub>)-\*, \*-N(R<sub>45</sub>)-\*, \*-P(R<sub>45</sub>)-\*, \*-Si(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-P(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\* 및 \*-Ge(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\* 중에서 선택되고;

$m_{41}$  내지  $m_{44}$ ,  $m_{51}$  및  $m_{52}$ 는 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

$R_{41}$  내지  $R_{46}$ ,  $R_{51}$  및  $R_{52}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ -

C<sub>20</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>)(Q<sub>43</sub>), -N(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>), -B(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>), -C(=O)(Q<sub>41</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>41</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>) 중에서 선택되고,

R<sub>45</sub>와 R<sub>41</sub>; R<sub>45</sub>와 R<sub>42</sub>; R<sub>45</sub>와 R<sub>43</sub>; 또는 R<sub>45</sub>와 R<sub>44</sub>;는 선택적으로, 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

b<sub>41</sub>, b<sub>42</sub>, b<sub>43</sub> 및 b<sub>44</sub>은 서로 독립적으로, 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고;

\* 및 \*'은 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

상기 치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중에서 선택된 적어도 하나의 치환기는,

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>)(Q<sub>53</sub>), -N(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>), -B(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>), -C(=O)(Q<sub>51</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>51</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>) 중에서 선택된 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>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>)(Q<sub>63</sub>), -N(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>), -B(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>), -C(=O)(Q<sub>61</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>61</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

-Si(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>)(Q<sub>73</sub>), -N(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>), -B(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>), -C(=O)(Q<sub>71</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>71</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>);

중에서 선택되고,

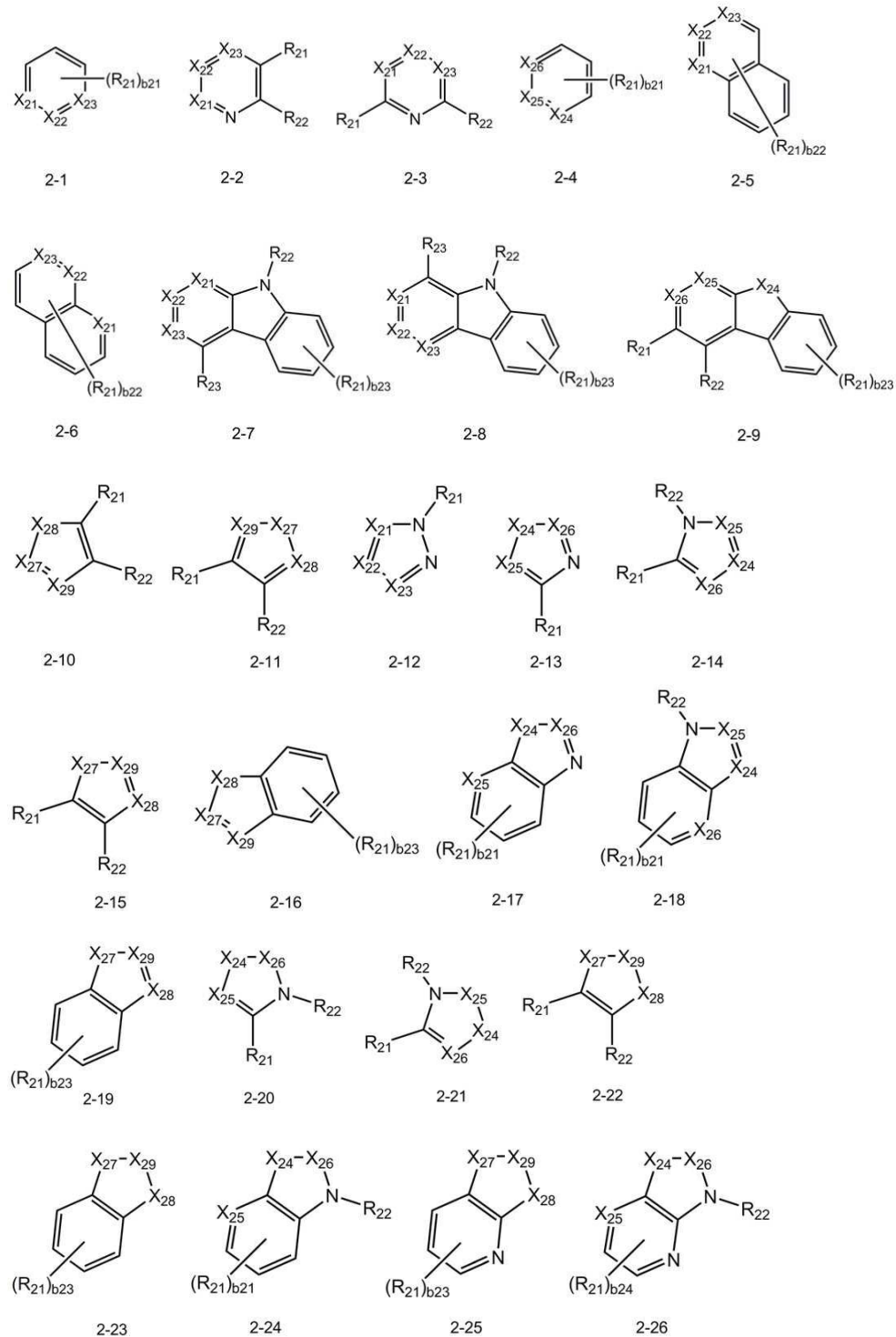
상기 Q<sub>41</sub> 내지 Q<sub>43</sub>, Q<sub>51</sub> 내지 Q<sub>53</sub>, Q<sub>61</sub> 내지 Q<sub>63</sub> 및 Q<sub>71</sub> 내지 Q<sub>73</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테

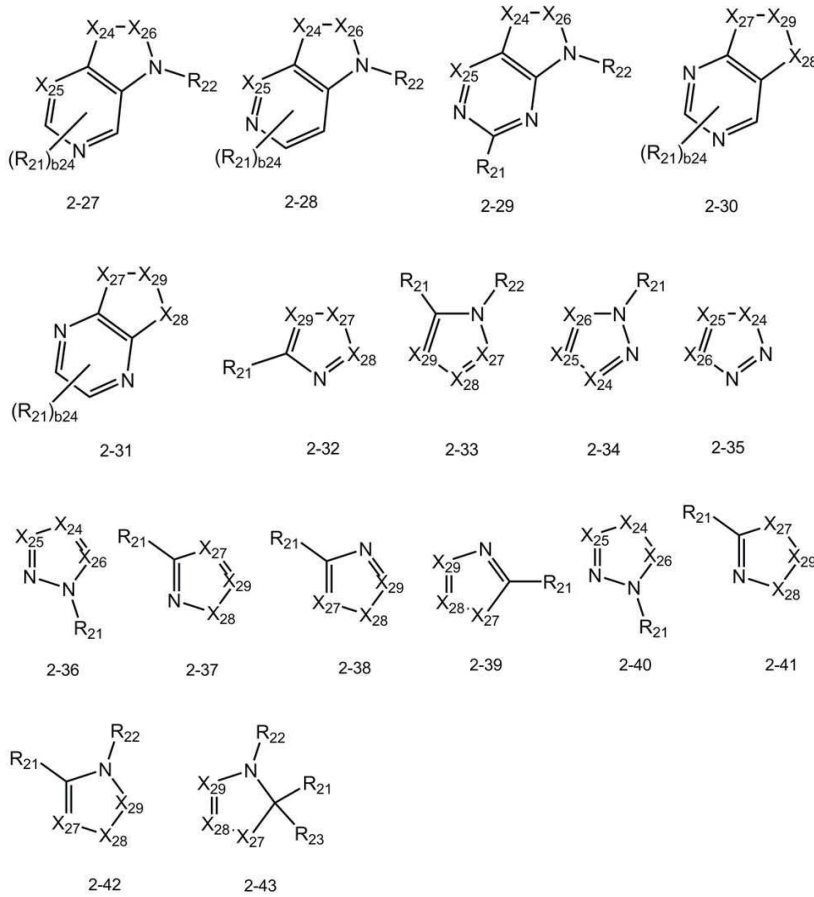
로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기; 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기; 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택된다.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

A<sub>41</sub> 내지 A<sub>44</sub>, A<sub>51</sub> 및 A<sub>52</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 2-1 내지 2-43 중 어느 하나로 표시되는 그룹에서 선택된, 유기 발광 소자:





상기 화학식 2-1 내지 2-43 중,

$X_{21}$  내지  $X_{23}$ 은 서로 독립적으로  $C(R_{24})$  및  $C-*$  중에서 선택되며,  $X_{21}$  내지  $X_{23}$  중 적어도 둘 이상은  $C-*$ 이고,

$X_{24}$ 는  $N-*$ 이고,  $X_{25}$  및  $X_{26}$ 은 서로 독립적으로,  $C(R_{24})$  및  $C-*$  중에서 선택되며,  $X_{25}$  및  $X_{26}$  중 적어도 하나는  $C-*$ 이고,

$X_{27}$  및  $X_{28}$ 은 서로 독립적으로  $N$ ,  $N(R_{25})$  및  $N-*$  중에서 선택되고,  $X_{29}$ 는  $C(R_{24})$  및  $C-*$  중에서 선택되며, i)  $X_{27}$  및  $X_{28}$  중 하나 이상은  $N-*$ 이고,  $X_{29}$ 는  $C-*$ 이거나, ii)  $X_{27}$  및  $X_{28}$ 은  $N-*$ 이고  $X_{29}$ 는  $C(R_{24})$ 이고,

$R_{21}$  내지  $R_{25}$ 는 서로 독립적으로, 본 명세서 중  $R_{10}$ 에 대한 설명을 참조하고,

$b_{21}$ 은 1, 2 및 3 중에서 선택되고,

$b_{22}$ 는 1, 2, 3, 4 및 5 중에서 선택되고,

$b_{23}$ 은 1, 2, 3 및 4 중에서 선택되고,

$b_{24}$ 는 1 및 2 중에서 선택되고,

\*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

### 청구항 11

제9항에 있어서,

$M_4$ 는 Pt이고,

$M_5$ 는 Ir이고,

$T_{41}$  내지  $T_{44}$ ,  $T_{51}$  및  $T_{52}$ 는 각각 단일결합이고,

L<sub>41</sub> 내지 L<sub>44</sub> 및 L<sub>51</sub>은 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=\*, \*=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(=O)-\* 및 \*-N(R<sub>45</sub>)-\* 중에서 선택된, 유기 발광 소자.

**청구항 12**

제9항에 있어서,

R<sub>41</sub> 내지 R<sub>46</sub>, R<sub>51</sub> 및 R<sub>52</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기;

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기; 및

페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기 및 디벤조실롤기; 및

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기 및 디벤조실롤기;

중에서 선택된, 유기 발광 소자.

**청구항 13**

제9항에 있어서,

(i) 상기 화학식 4 중,

Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>42</sub>가 각각 N이고, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>가 각각 C이고, m<sub>43</sub>이 0인 경우에,

A<sub>43</sub>은 6원(6-membered) 헤테로시클릭 그룹이고,

(ii) 상기 화학식 5 중,

A<sub>51</sub>이 피리딘 그룹이고, A<sub>52</sub>이 벤젠 그룹인 경우에,

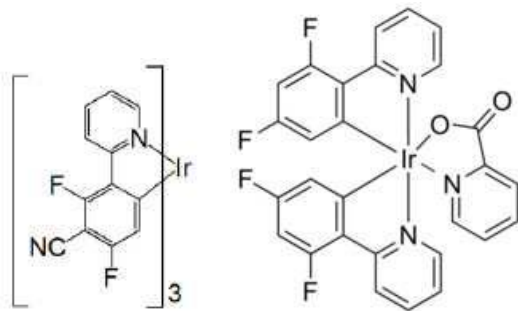
R<sub>51</sub> 및 R<sub>52</sub> 중 적어도 하나가 수소가 아닌, 유기 발광 소자.

**청구항 14**

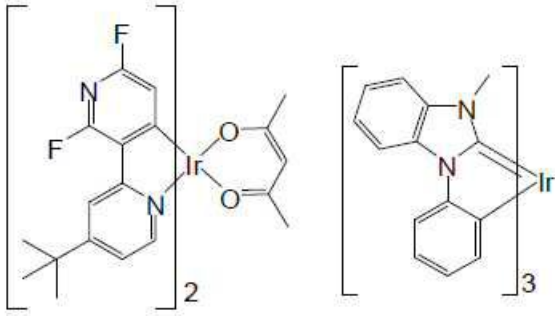
제1항에 있어서,

상기 인광 도펀트는 하기 화합물 2-1 내지 2-45 중에서 선택된 1종 이상을 포함한, 유기 발광 소자:

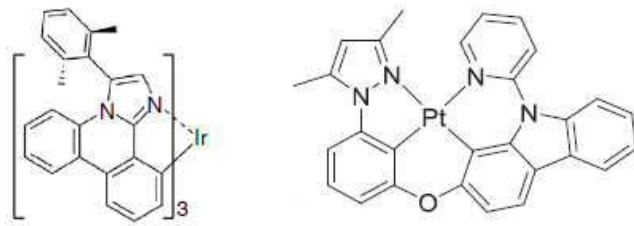
<화합물 2-1> <화합물 2-2>



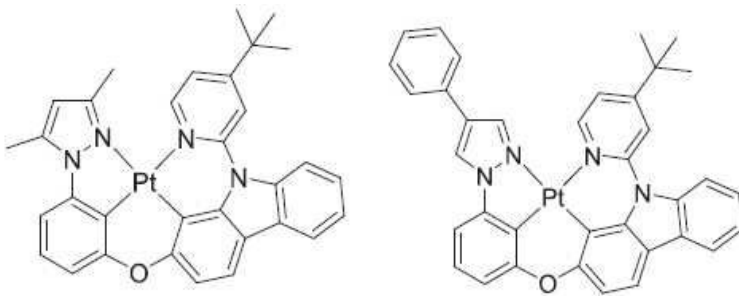
<화합물 2-3> <화합물 2-4>



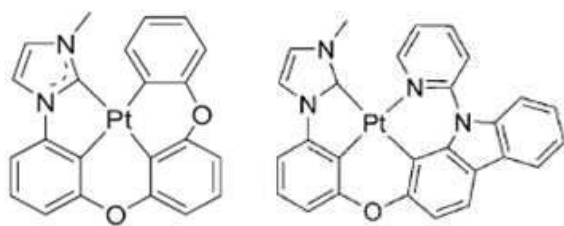
<화합물 2-5> <화합물 2-6>



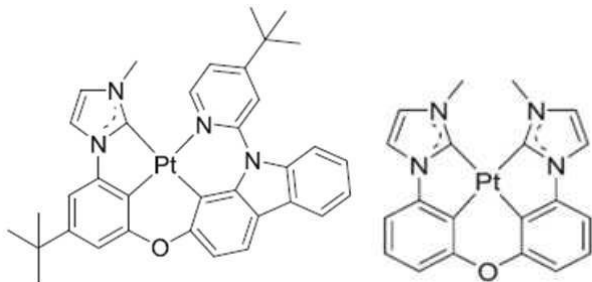
<화합물 2-7> <화합물 2-8>



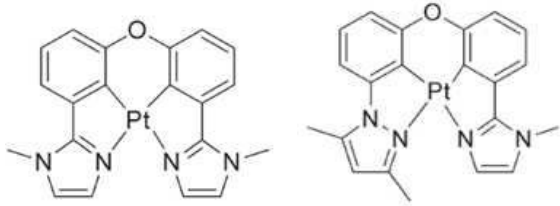
<화합물 2-9> <화합물 2-10>



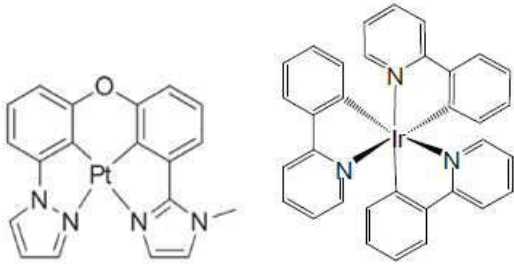
<화합물 2-11> <화합물 2-12>



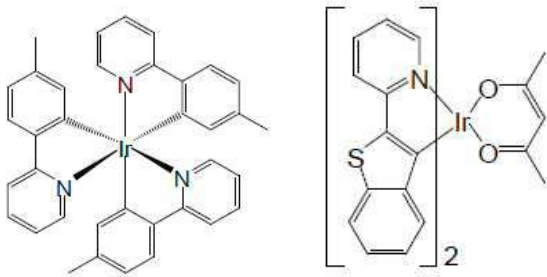
<화합물 2-13> <화합물 2-14>



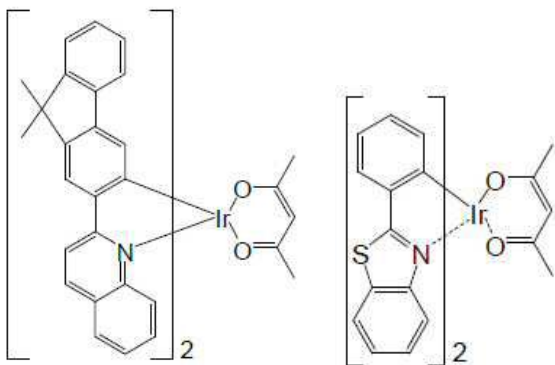
<화합물 2-15> <화합물 2-16>



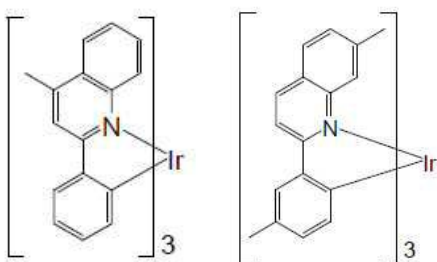
<화합물 2-17> <화합물 2-18>



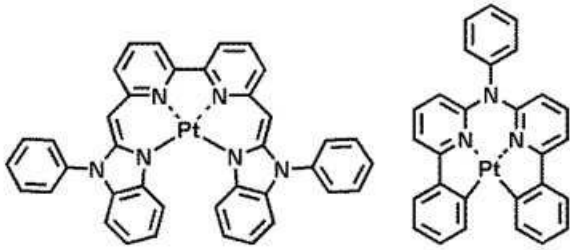
<화합물 2-19> <화합물 2-20>



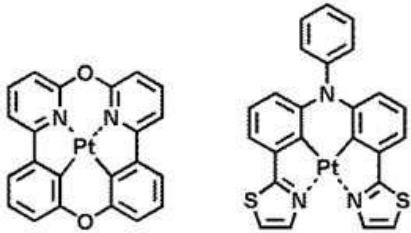
<화합물 2-21> <화합물 2-22>



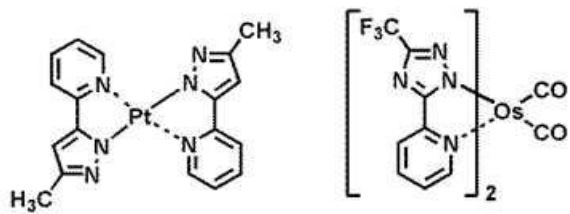
<화합물 2-23> <화합물 2-24>



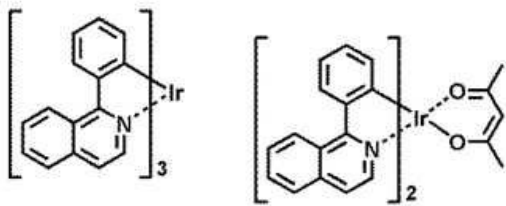
<화합물 2-25> <화합물 2-26>



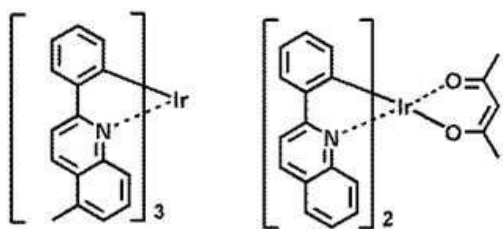
<화합물 2-27> <화합물 2-28>



<화합물 2-29> <화합물 2-30>

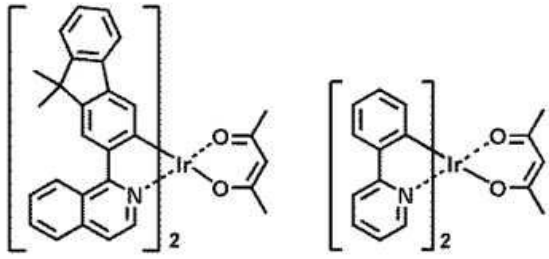


<화합물 2-31> <화합물 2-32>

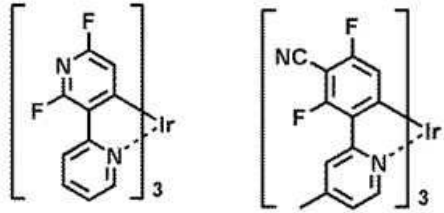


<화합물 2-33> <화합물 2-34>

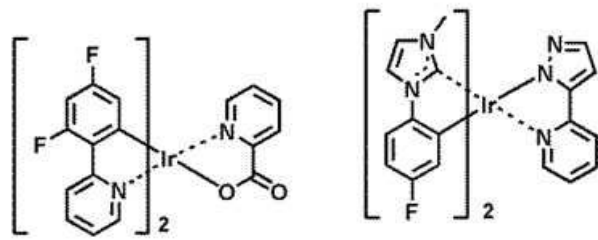




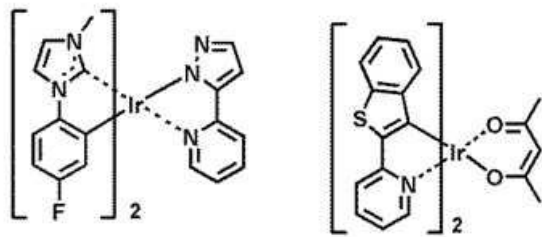
<화합물 2-35> <화합물 2-36>



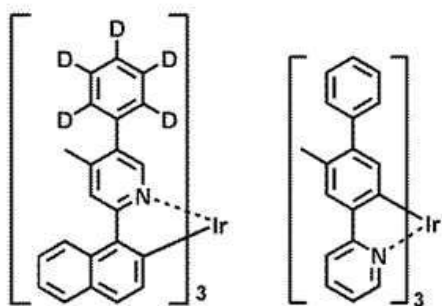
<화합물 2-37> <화합물 2-38>



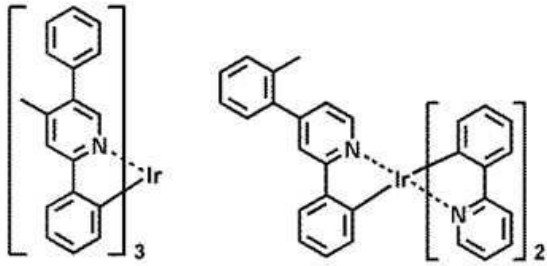
<화합물 2-39> <화합물 2-40>



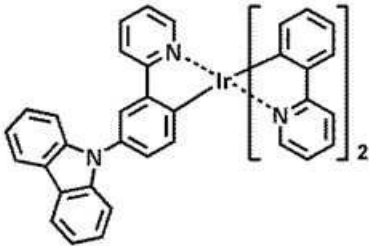
<화합물 2-41> <화합물 2-42>



<화합물 2-43> <화합물 2-44>



<화합물 2-45>



**청구항 15**

제1항에 있어서,

상기 발광층 중 상기 호스트의 함량이 상기 인광 도펀트의 함량보다 높은, 유기 발광 소자.

**청구항 16**

제1항에 있어서,

상기 발광층은 최대 발광 파장이 420nm 이상 475nm 이하인 청색광을 방출하는, 유기 발광 소자.

**청구항 17**

제1항에 있어서,

상기 제1전극이 애노드이고,

상기 제2전극이 캐소드이고,

상기 유기층은 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송 영역 및 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고,

상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층 또는 이의 임의의 조합을 포함하고,

상기 전자 수송 영역은, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층 또는 이의 임의의 조합을 포함하는, 유기 발광 소자.

**청구항 18**

제17항에 있어서,

상기 정공 수송 영역이 p-도펀트를 포함하고,

상기 p-도펀트의 LUMO는 -3.5eV 이하인, 유기 발광 소자.

**청구항 19**

제17항에 있어서,

상기 전자 수송 영역은 금속-함유 물질을 포함하는, 유기 발광 소자.

**청구항 20**

제1항 내지 제19항 중 어느 한 항의 유기 발광 소자 및 박막 트랜지스터를 포함하고,

상기 유기 발광 소자의 제1전극과 상기 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나가 전기적으로 접촉되어 있는, 전자 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 유기 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 유기 발광 소자(organic light emitting device)는 자발광형 소자로서, 종래의 소자에 비하여, 시야각이 넓고 콘트라스트가 우수할 뿐만 아니라, 응답시간이 빠르며, 휘도, 구동전압 및 응답속도 특성이 우수하고 다색화가 가능하다.

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

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 구동전압이 낮고, 외부 양자 효율이 우수한 유기 발광 소자 및 이를 포함한 전자 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 일 측면에 따르면, 제1전극;

[0006] 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및

[0007] 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치된, 발광층을 포함한 유기층;을 포함하고,

[0008] 상기 발광층이 호스트 및 인광 도펀트를 포함하고,

[0009] 상기 호스트가 하기 수식 1 및 수식 2를 만족하고,

[0010] 상기 호스트 및 상기 인광 도펀트가 하기 수식 3을 만족하는, 유기 발광 소자가 제공된다

[0011] <수식 1>

[0012]  $S1(H) - T1(H) \leq 0.3 \text{ eV}$

[0013] <수식 2>

[0014]  $T1(H) \geq 2.7 \text{ eV}$

[0015] <수식 3>

[0016]  $T1(D) \leq T1(H)$

[0017] 상기 수식 1 내지 3 중,

[0018] T1(H)는 상기 호스트의 삼중항 에너지이고,

- [0019] S1(H)는 상기 호스트의 일중항 에너지이고,
- [0020] T1(D)는 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지이다.
- [0021] 다른 측면에 따르면, 상기 유기 발광 소자 및 박막 트랜지스터를 포함하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극과 상기 박막 트랜지스터의 소스 전극 및 드레인 전극 중 하나가 전기적으로 접촉되어 있는, 전자 장치가 제공된다.

**발명의 효과**

- [0022] 상기 유기 발광 소자는 저구동 전압 및 높은 외부 양자 효율을 갖는다.

**도면의 간단한 설명**

- [0023] 도 1 내지 4는 각각 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자의 구조를 개략적으로 나타낸 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0024] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 구현예를 가질 수 있는 바, 특정 구현예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명의 효과 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 구현예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 구현예들에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있다.
- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 구현예들을 상세히 설명하기로 하며, 도면을 참조하여 설명할 때 동일하거나 대응하는 구성 요소는 동일한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0026] 이하의 구현예에서, 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0027] 이하의 구현예에서, 포함하다 또는 가지다 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 또는 구성요소가 존재함을 의미하는 것이고, 하나 이상의 다른 특징들 또는 구성요소가 부가될 가능성을 미리 배제하는 것은 아니다.
- [0028] 이하의 구현예에서, 막, 영역, 구성 요소 등의 부분이 다른 부분 위에 또는 상에 있다고 할 때, 다른 부분의 바로 위에 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 막, 영역, 구성 요소 등이 개재되어 있는 경우도 포함한다.
- [0029] 도면에서는 설명의 편의를 위하여 구성 요소들이 그 크기가 과장 또는 축소될 수 있다. 예컨대, 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 임의로 나타내었으므로, 본 발명이 반드시 도시된 바에 한정되지 않는다.
- [0030] 상기 유기 발광 소자는, 제1전극;
- [0031] 상기 제1전극에 대향된 제2전극; 및
- [0032] 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 배치된, 발광층을 포함한 유기층;을 포함하고,
- [0033] 상기 발광층이 호스트 및 인광 도펀트를 포함하고,
- [0034] 상기 호스트가 하기 수식 1 및 수식 2를 만족하고,
- [0035] 상기 호스트 및 상기 인광 도펀트가 하기 수식 3을 만족한다:
- [0036] <수식 1>
- [0037]  $S1(H) - T1(H) \leq 0.3 \text{ eV}$
- [0038] <수식 2>
- [0039]  $T1(H) \geq 2.7 \text{ eV}$
- [0040] <수식 3>
- [0041]  $T1(D) \leq T1(H)$
- [0042] 상기 수식 1 내지 3 중,
- [0043] T1(H)는 상기 호스트의 삼중항 에너지이고,

- [0044] S1(H)는 상기 호스트의 일중항 에너지이고,
- [0045] T1(D)는 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지이다.
- [0046] 달리 한정되지 않는 한, 상기 호스트의 삼중항 에너지 T1(H)는 상기 호스트의 최저 여기 삼중항 에너지를 의미한다. 또한, 달리 한정되지 않는 한, 상기 호스트의 일중항 에너지 S1(H)는 상기 호스트의 최저 여기 일중항 에너지를 의미한다. 또한, 달리 한정되지 않는 한, 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지 T1(D)는 상기 인광 도펀트의 최저 여기 삼중항 에너지를 의미한다.
- [0047] 상기 유기 발광 소자는 상기 호스트가 전술한 수식 1 및 2를 만족하므로, 상기 호스트의 삼중항 에너지가 높아 상기 호스트의 일중항 에너지와의 에너지 차이인  $\Delta E_{st}$ 가 매우 낮으며, 이로 인해 상온에서도 삼중항 여기(excited) 상태에서부터 열활성을 통한 일중항 여기 상태로의 역계간전이 가능하게 된다.
- [0048] 또한, 상기 유기 발광 소자는 상기 호스트 및 상기 인광 도펀트가 전술한 수식 3을 만족하므로, 상기 호스트의 삼중항 에너지가 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지와 같거나 더 크기 때문에, 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용될 수 있다. 따라서, 상기 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮아지고 발광 효율이 향상될 수 있으며, 높은 외부 양자 효율을 구현할 수 있다.
- [0049] 일 구현예를 따르면, 상기 호스트는 하기 화학식 1로 표시된 헤테로시클릭 화합물을 포함할 수 있다:
- [0050] <화학식 1>
- [0051]  $(Ar_1)_{n1}-(L_1)_{m1}-(Ar_2)_{n2}$
- [0052] 상기 화학식 1 중,
- [0053] L<sub>1</sub>은 단일결합, C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이고,
- [0054] n1 및 n2는 서로 독립적으로, 0 내지 3 중에서 선택된 정수이고, n1 + n2 ≥ 1을 만족하고,
- [0055] m1은 0 내지 5의 정수이고,
- [0056] Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 1A 또는 1B로 표시되는 그룹이고,
- [0057] <화학식 1A>
- 
- [0058]
- [0059] <화학식 1B>
- 
- [0060]
- [0061] 상기 화학식 1A 및 1B 중,
- [0062] Y<sub>1</sub> 및 Y<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(R<sub>1</sub>)(R<sub>2</sub>)-\*, \*-N(R<sub>1</sub>)-\*, \*-Si(R<sub>1</sub>)(R<sub>2</sub>)-\*, \*-C(=O)-\*, \*-S(=O)<sub>2</sub>-\*, \*-B(R<sub>1</sub>)-\*, \*-P(R<sub>1</sub>)-\* 및 \*-P(=O)(R<sub>1</sub>)(R<sub>2</sub>)-\* 중에서 선택되고,
- [0063] k1 및 k2는 서로 독립적으로, 0 또는 1이고, k1 + k2 ≥ 1을 만족하고,
- [0064] CY<sub>1</sub> 및 CY<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이고,
- [0065] X<sub>1</sub> 내지 X<sub>3</sub>은 서로 독립적으로, C 또는 N이고,

- [0066]  $X_1$  내지  $X_3$ 이 모두 C이면  $R_{30}$  중 적어도 하나가 시아노기이고,
- [0067]  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{20}$  및  $R_{30}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{60}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{60}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴티오기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹,  $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ ,  $-N(Q_1)(Q_2)$ ,  $-B(Q_1)(Q_2)$ ,  $-C(=O)(Q_1)$ ,  $-S(=O)_2(Q_1)$  및  $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$  중에서 선택되고,
- [0068]  $a_{10}$  및  $a_{20}$ 은 서로 독립적으로, 1 내지 10 중에서 선택된 정수이고,
- [0069]  $a_{30}$ 은 1 내지 6의 정수이고,
- [0070]  $R_1$  및  $R_2$ 는 선택적으로(optionally), 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,
- [0071]  $R_{10}$  및  $R_{20}$ 는 선택적으로,  $R_{10}$  및  $R_{20}$  중 적어도 하나와 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,
- [0072]  $a_{30}$ 이 2 이상인 경우에, 2 이상의  $R_{30}$ 이 선택적으로, 서로 결합하여 치환 또는 비치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹을 형성하고,
- [0073] 상기 화학식 1A에서  $R_{10}$  및  $R_{20}$  중 적어도 하나가  $L_1$  또는  $Ar_1$ 과의 결합 사이트이고,
- [0074] 상기 화학식 1B에서  $R_{30}$  중 적어도 하나가  $L_1$  또는  $Ar_1$ 과의 결합 사이트이고,
- [0075] 상기 치환된  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기, 치환된  $C_2$ - $C_{60}$ 알케닐기, 치환된  $C_2$ - $C_{60}$ 알키닐기, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 알콕시기, 치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기, 치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기, 치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기, 치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴옥시기, 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴티오기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,
- [0076] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알케닐기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알키닐기 및  $C_1$ - $C_{60}$ 알콕시기;
- [0077] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기,  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기,  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹,  $-Si(Q_{11})(Q_{12})(Q_{13})$ ,  $-N(Q_{11})(Q_{12})$ ,  $-B(Q_{11})(Q_{12})$ ,  $-C(=O)(Q_{11})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{11})$  및  $-P(=O)(Q_{11})(Q_{12})$  중에서 선택된 적어도 하나로 치환된,  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알케닐기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알키닐기 및  $C_1$ - $C_{60}$ 알콕시기;
- [0078]  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기,  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기,  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0079] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>)(Q<sub>23</sub>), -N(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -B(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -C(=O)(Q<sub>21</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>21</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0080] -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>);

[0081] 중에서 선택되고,

[0082] 상기 Q<sub>1</sub> 내지 Q<sub>3</sub>, Q<sub>11</sub> 내지 Q<sub>13</sub>, Q<sub>21</sub> 내지 Q<sub>23</sub> 및 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택된다.

[0083] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1A 중 k<sub>1</sub> 및 k<sub>2</sub>가 각각 1일 수 있다.

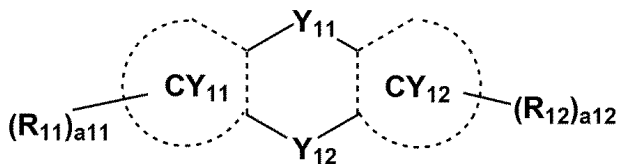
[0084] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1A 중 k<sub>1</sub>가 1이고, k<sub>2</sub>가 0일 수 있다.

[0085] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1A 중 k<sub>1</sub>가 0이고, k<sub>2</sub>가 1일 수 있다.

[0086] 상기 화학식 1A 중, k<sub>1</sub>이 0인 경우에 -(Y<sub>1</sub>)<sub>k<sub>1</sub></sub>-이 존재하지 않고, k<sub>2</sub>가 0인 경우에 -(Y<sub>2</sub>)<sub>k<sub>2</sub></sub>-가 존재하지 않는다.

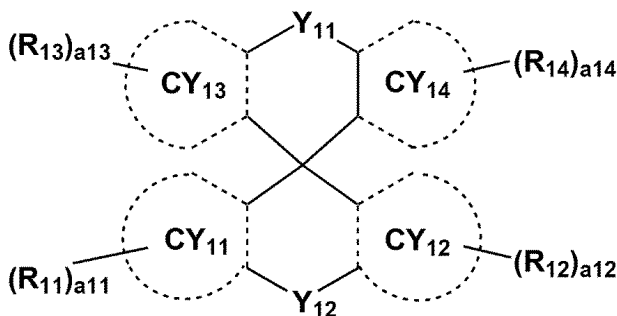
[0087] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1 중, Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 1(1) 내지 1(4) 중 적어도 하나로 표시되는 그룹일 수 있다:

[0088] <화학식 1(1)>



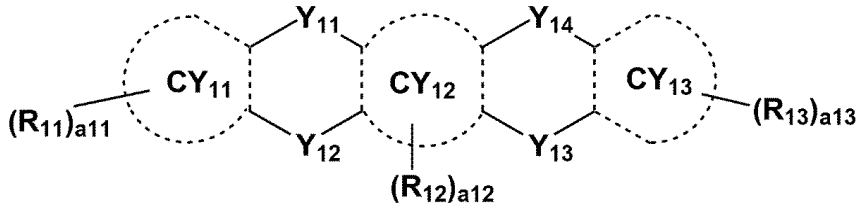
[0089]

[0090] <화학식 1(2)>



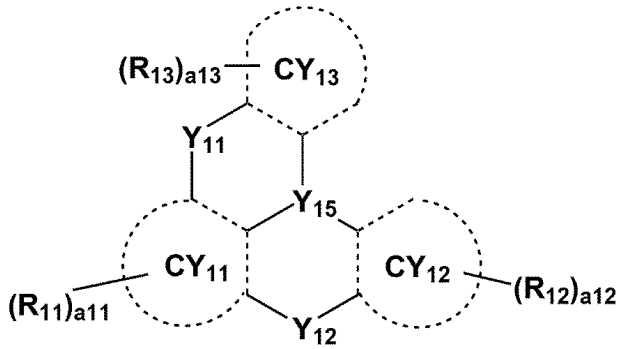
[0091]

[0092] <화학식 1(3)>



[0093]

[0094] <화학식 1(4)>



[0095]

[0096] 상기 화학식 1(1) 내지 1(4) 중,

[0097] Y<sub>11</sub> 내지 Y<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 단일결합, -O-, -S-, -C(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)-, -N(R<sub>15</sub>)-, Si(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)-, -C(=O)-, -S(=O)<sub>2</sub>-, -B(R<sub>15</sub>)-, -P(R<sub>15</sub>)- 및 -P(=O)(R<sub>15</sub>)(R<sub>16</sub>)- 중에서 선택되고,

[0098] Y<sub>15</sub>는 N, B 또는 P이고,

[0099] CY<sub>11</sub> 내지 CY<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 카바졸 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 디벤조티오펜 그룹 및 디벤조실롤 그룹 중에서 선택되고,

[0100] R<sub>11</sub> 내지 R<sub>16</sub>은 서로 독립적으로, L<sub>1</sub> 또는 Ar<sub>1</sub>과의 결합 사이트, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)(Q<sub>3</sub>), -N(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>), -B(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>), -C(=O)(Q<sub>1</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>1</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>) 중에서 선택되고,

[0101] R<sub>11</sub> 내지 R<sub>16</sub> 중 적어도 하나가 L<sub>1</sub> 또는 Ar<sub>1</sub>과의 결합 사이트이고,

[0102] Q<sub>1</sub> 내지 Q<sub>3</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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, 비페닐기, 터페닐기, 플루오레닐기, 스퀘아로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페달레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 트리아지닐기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜닐기, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택되고;

[0103] a<sub>11</sub> 내지 a<sub>14</sub>는 서로 독립적으로, 1 내지 6의 정수 중에서 선택될 수 있다.



[0104] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1 중  $L_1$ 은 단일결합, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.

[0105] 일 구현예를 따르면, 상기  $L_1$ 은

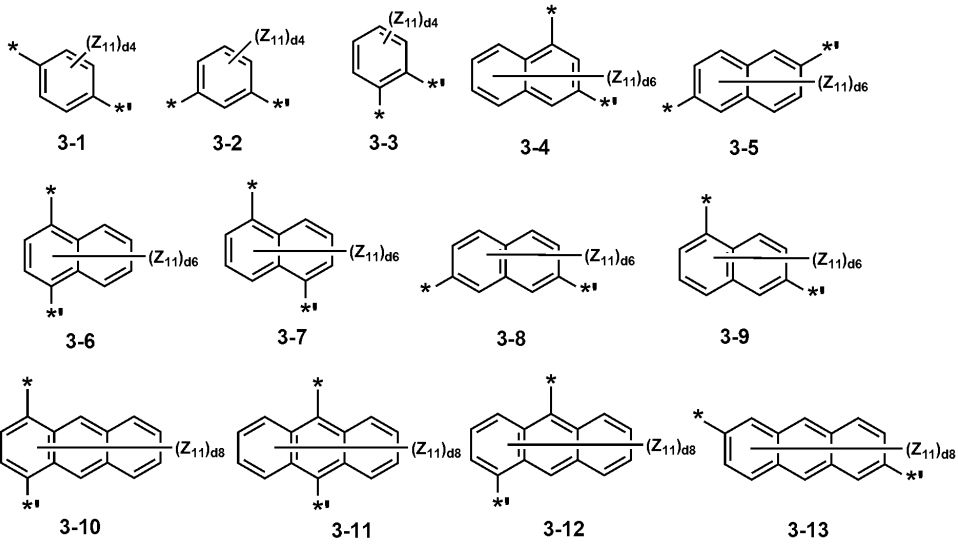
[0106] 단일결합, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오페닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오페닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오페닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸일렌기; 및

[0107] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1-C_{20}$ 알킬기,  $C_1-C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 아자카바졸일기,  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$ ,  $-N(Q_{31})(Q_{32})$ ,  $-B(Q_{31})(Q_{32})$ ,  $-C(=O)(Q_{31})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{31})$  및  $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$  중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오페닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오페닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오페닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸일렌기;

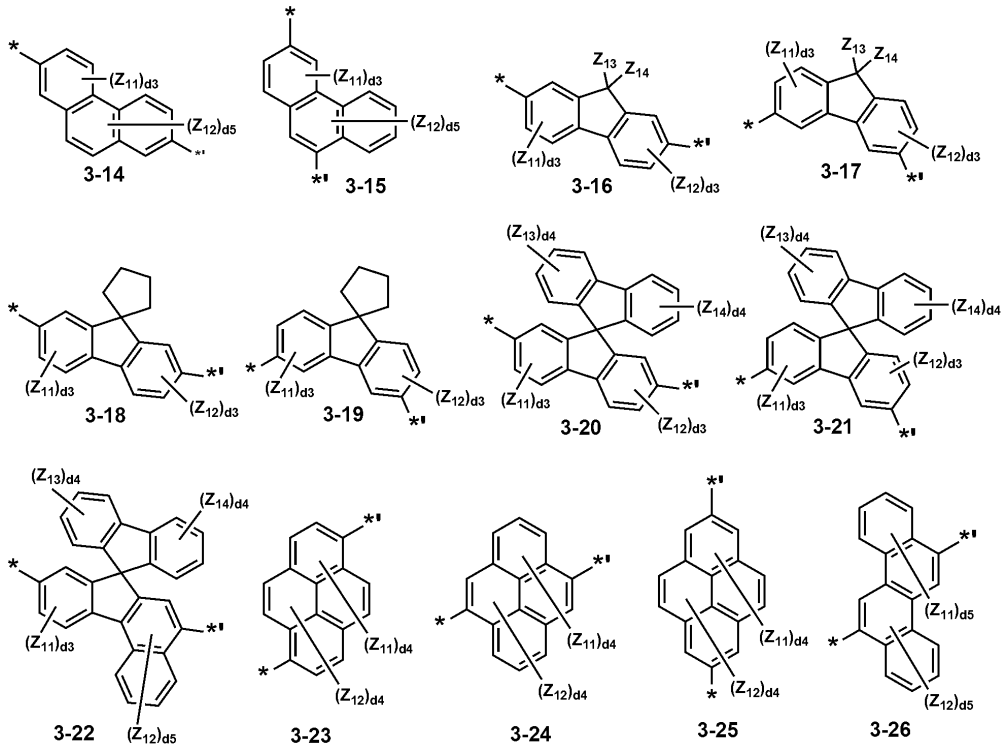
[0108] 중에서 선택되고,

[0109] 상기  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1-C_{10}$ 알킬기,  $C_1-C_{10}$ 알콕시기, 페닐기,  $C_1-C_{10}$ 알킬기로 치환된 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있다.

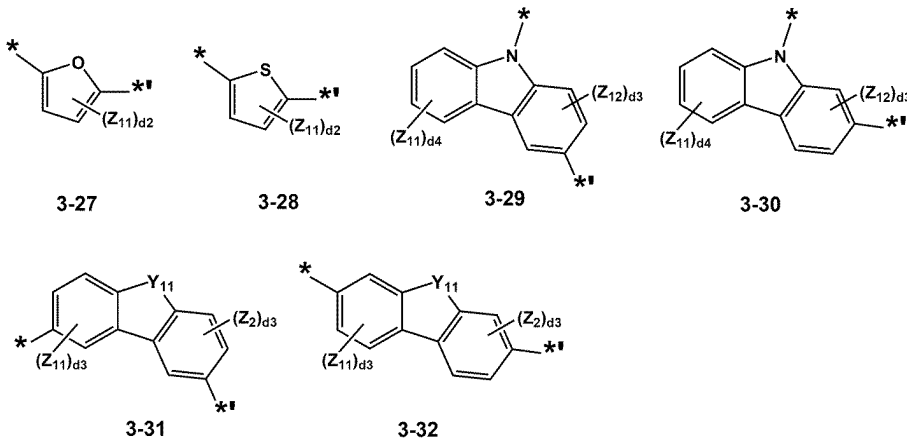
[0110] 일 구현예를 따르면, 상기  $L_1$ 은 단일결합 또는 하기 화학식 3-1 내지 3-35 중 어느 하나로 표시되는 그룹일 수 있다:



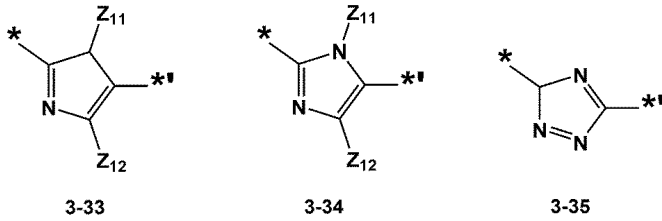
[0111]



[0112]



[0113]



[0114]

[0115]

[0116]

[0117]

[0118]

[0119]

[0120]

[0121]

[0122]

[0123]

[0124]

[0125]

[0126]

상기 화학식 3-1 내지 3-35 중,

$Y_{11}$ 은 \*-O-\*, \*-S-\*, 또는 \*-N( $Z_{15}$ )-\*이고,

$Z_{11}$  내지  $Z_{15}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜일기, 트리아지닐기, 벤조이미다졸일기, 페난트롤리닐기 및  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$  중에서 선택되고,

상기  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택되고,

$d_2$ 는 0 내지 2 중에서 선택된 정수이고,

$d_3$ 는 0 내지 3 중에서 선택된 정수이고,

$d_4$ 는 0 내지 4 중에서 선택된 정수이고,

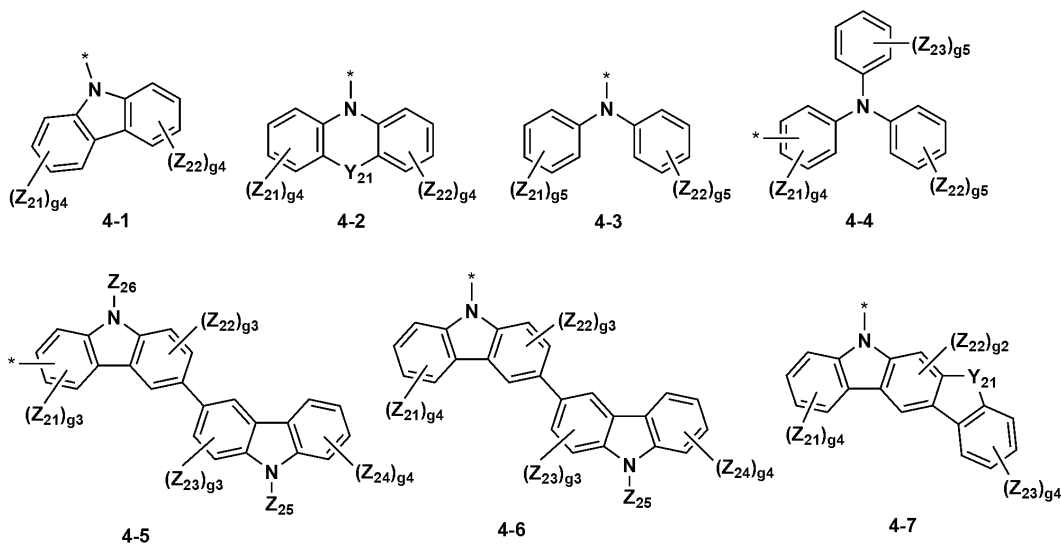
$d_5$ 는 0 내지 5 중에서 선택된 정수이고,

$d_6$ 은 0 내지 6 중에서 선택된 정수이고,

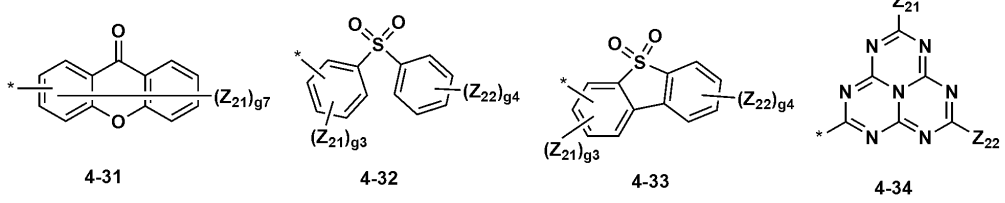
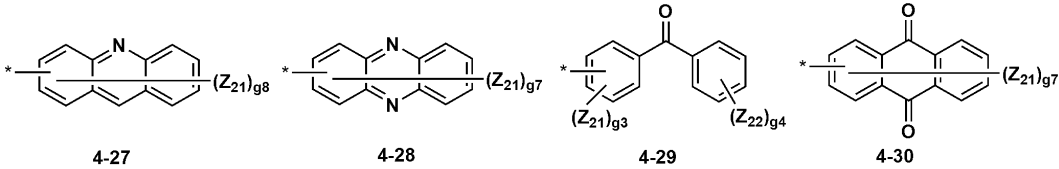
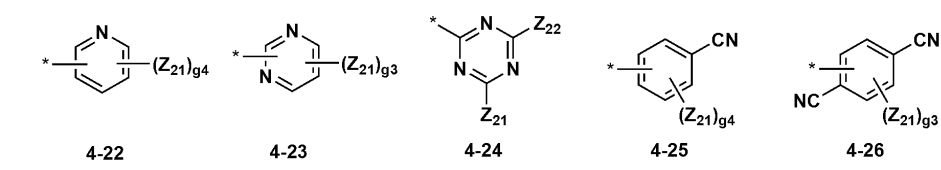
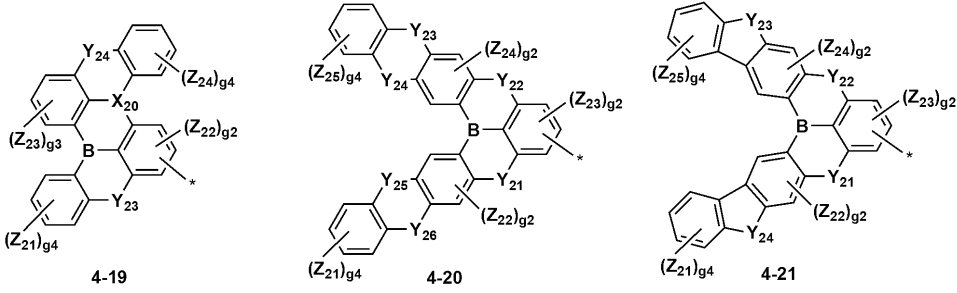
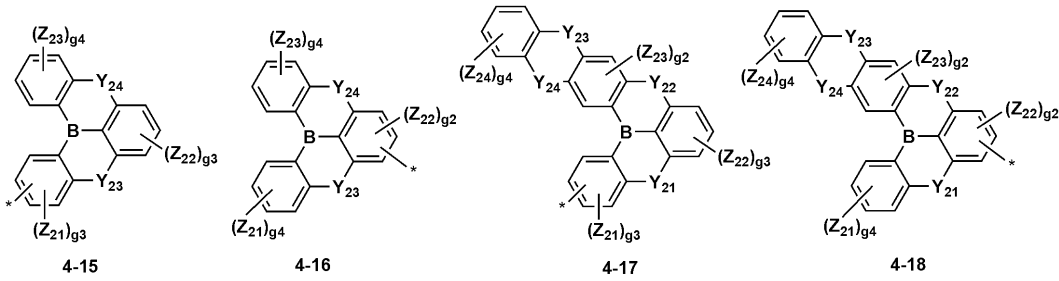
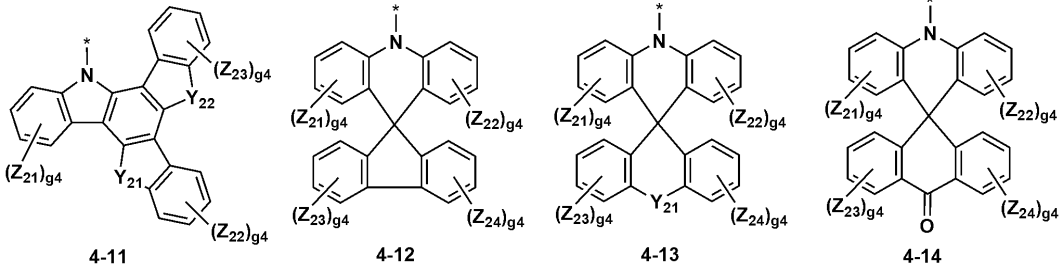
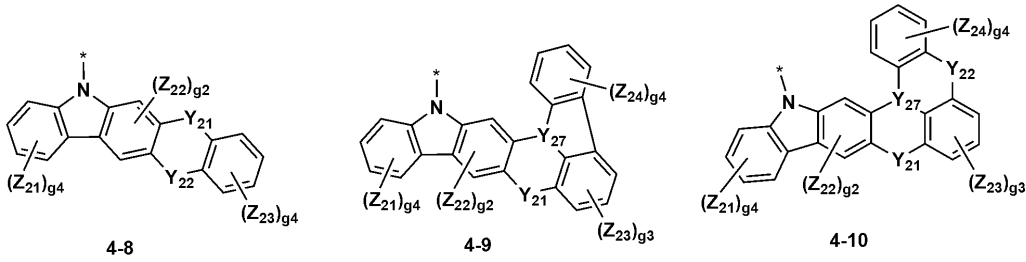
$d_8$ 은 0 내지 8 중에서 선택된 정수이고,

\* 및 \*'은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1 중,  $Ar_1$  및  $Ar_2$  중 적어도 하나가, 하기 화학식 4-1 내지 4-34 중 어느 하나로 표시되는 그룹일 수 있다:



[0127]



[0128]

[0129]

[0130]

[0131] 상기 화학식 4-1 내지 4-34 중,

[0132] X<sub>20</sub>은 N, B 또는 P이고,

[0133]  $Y_{21}$  및  $Y_{22}$ 는 서로 독립적으로, O, S, C( $Z_{26}$ )( $Z_{27}$ ), N( $Z_{26}$ ) 또는 Si( $Z_{26}$ )( $Z_{27}$ )이고,

[0134]  $Y_{23}$  내지  $Y_{26}$ 은 서로 독립적으로, 단일결합, O, S, C( $Z_{28}$ )( $Z_{29}$ ), N( $Z_{28}$ ) 또는 Si( $Z_{28}$ )( $Z_{29}$ )이고,

[0135]  $Z_{21}$  내지  $Z_{28}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스피로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오페닐기, 트리아지닐기, 벤조이미다졸일기, 페난트롤리닐기 및 -Si( $Q_{31}$ )( $Q_{32}$ )( $Q_{33}$ ) 중에서 선택되고,

[0136] 상기  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택되고,

[0137]  $g_2$ 는 1 또는 2이고,

[0138]  $g_3$ 는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0139]  $g_4$ 는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

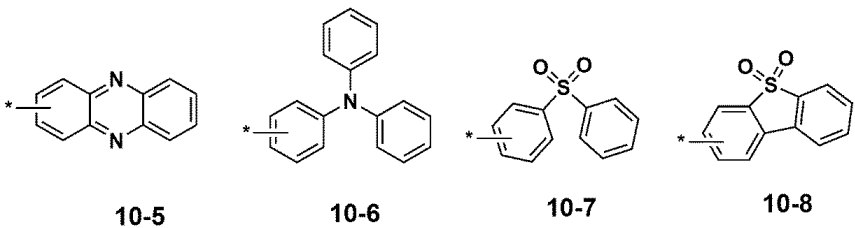
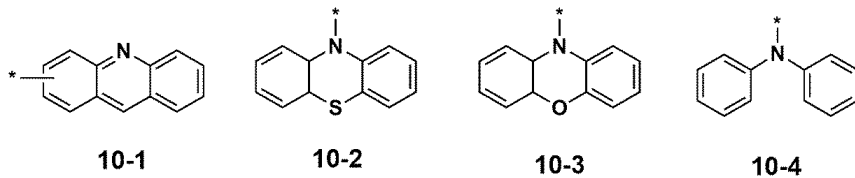
[0140]  $g_5$ 는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0141]  $g_7$ 은 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

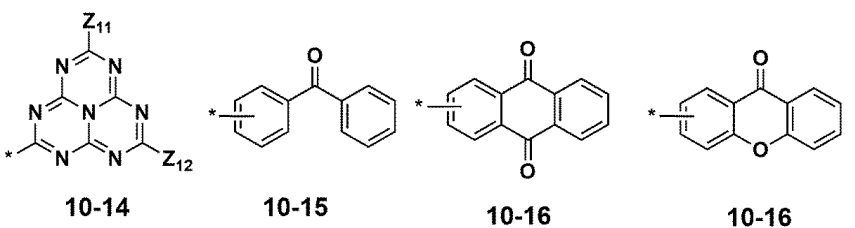
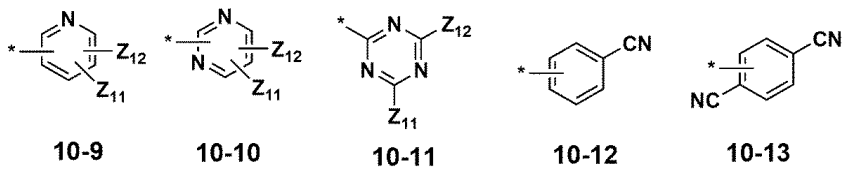
[0142]  $g_8$ 은 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고,

[0143] \* 은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

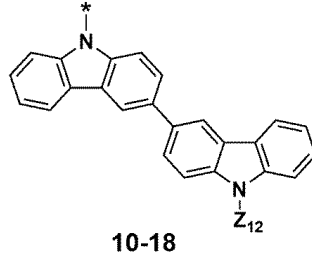
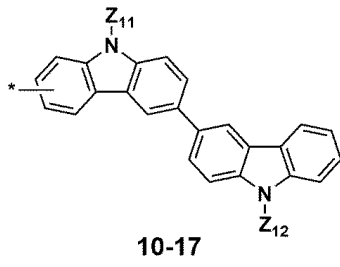
[0144] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 1 중, Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub> 중 적어도 하나가, 하기 화학식 10-1 내지 10-16 중 어느 하나로 표시되는 그룹일 수 있다:



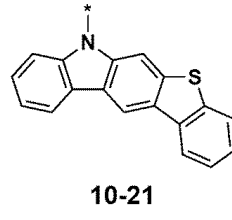
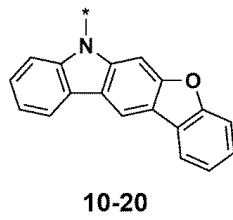
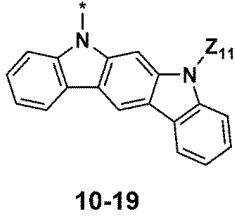
[0145]



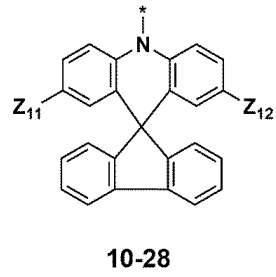
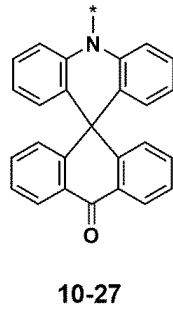
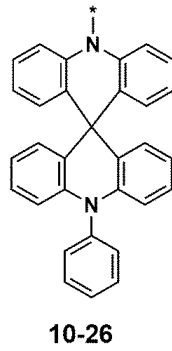
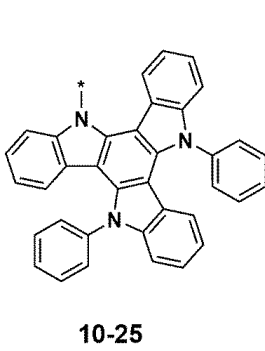
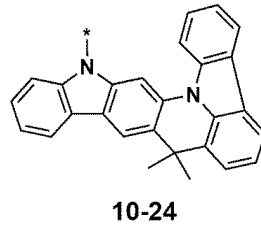
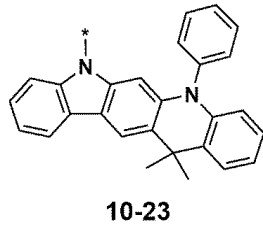
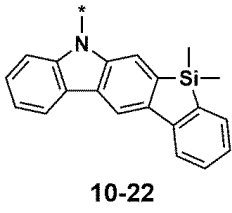
[0146]



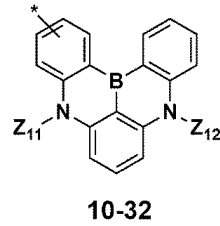
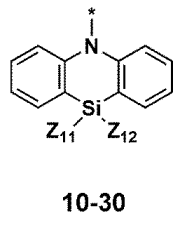
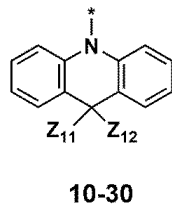
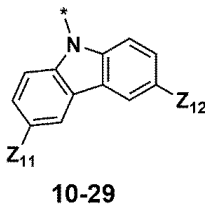
[0147]

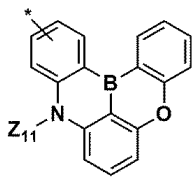


[0148]

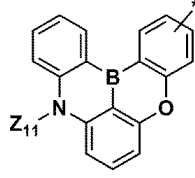


[0149]

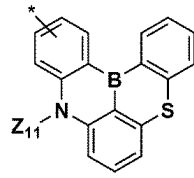




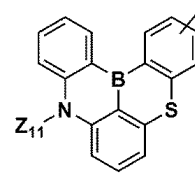
10-33



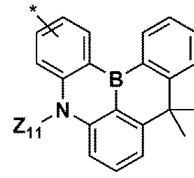
10-34



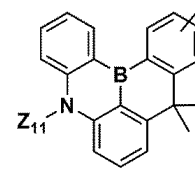
10-35



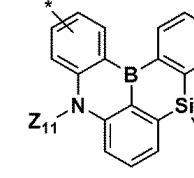
10-36



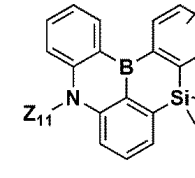
10-37



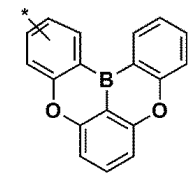
10-38



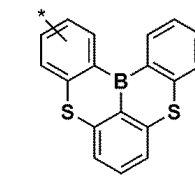
10-39



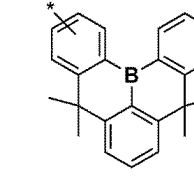
10-40



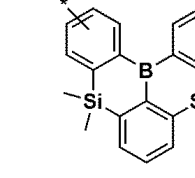
10-41



10-42



10-43



10-44

[0150]

상기 화학식 10-1 내지 10-44 중,

[0151]

[0152]

Z<sub>11</sub> 및 Z<sub>12</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜닐기, 트리아지닐기, 벤조이미다졸일기, 페난트롤리닐기 및 -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>) 중에서 선택되고,

[0153]

상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택되고,

[0154]

\*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

[0155]

일 구현예를 따르면, 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>20</sub> 및 R<sub>30</sub>은 서로 독립적으로,

[0156]

수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기, 및 tert-부톡시기;

[0157]

중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기 및 tert-부톡시기;

[0158]

시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오펜닐기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤

퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오페닐기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토포라닐기, 디나프토티오페닐기, 디나프토실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오페닐기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기 및 인돌로카바졸일기;

[0159] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기, tert-부톡시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로헵텐닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오페닐기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토포라닐기, 디나프토티오페닐기, 디나프토실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오페닐기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기, 인돌로카바졸일기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>), -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 및 -P(=S)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로헵텐닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오페닐기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토포라닐기, 디나프토티오페닐기, 디나프토실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오페닐기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기 및 인돌로카바졸일기;

[0160] -N(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>);

[0161] 중에서 선택될 수 있다.

[0162] 일 구현예를 따르면, 상기 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>10</sub>, R<sub>20</sub> 및 R<sub>30</sub>은 서로 독립적으로,

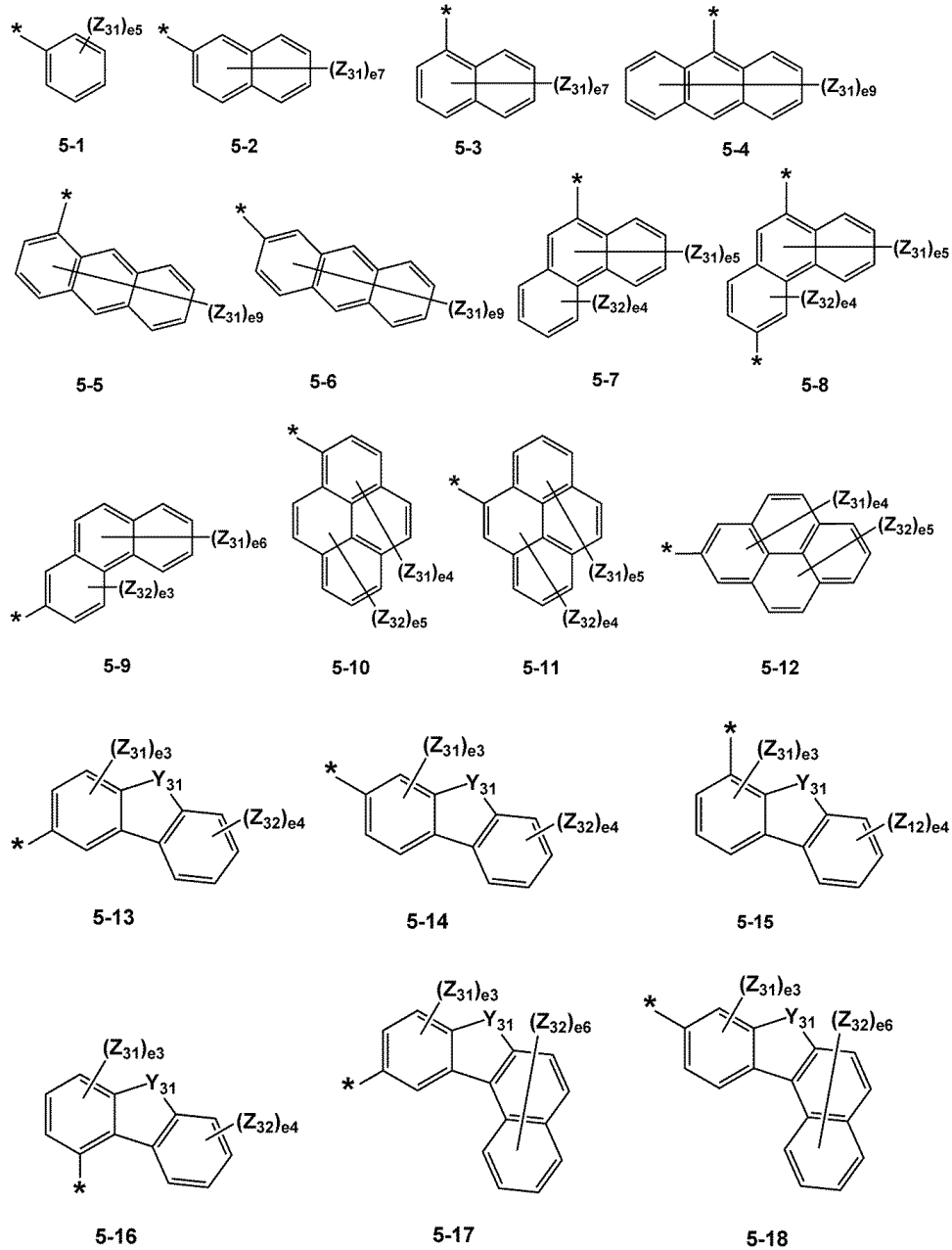
[0163] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부



틸기, tert-부틸기, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기 및 tert-부톡시기; 및

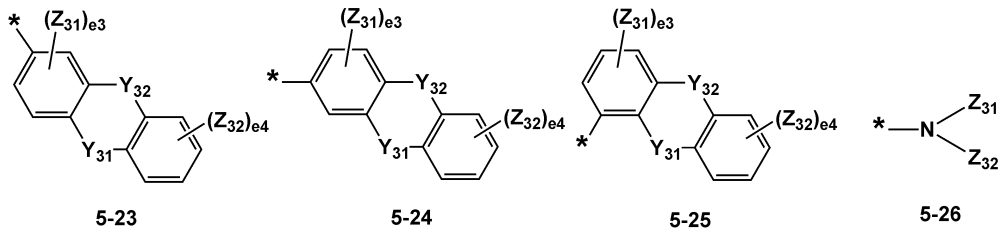
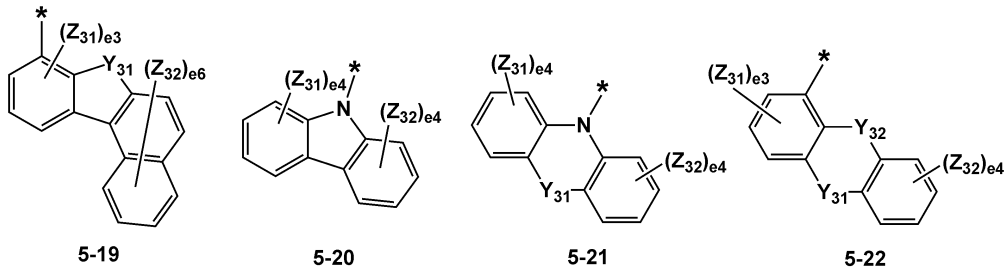
[0164] 하기 화학식 5-1 내지 5-26 및 화학식 6-1 내지 6-55 중에서 선택된 어느 하나로 표시된 그룹;

[0165] 중에서 선택될 수 있다:

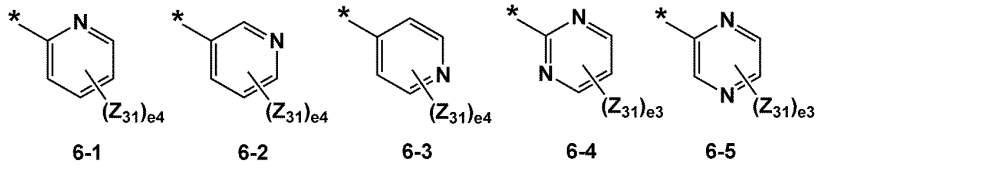


[0166]

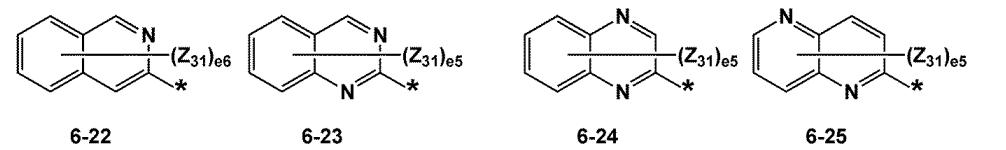
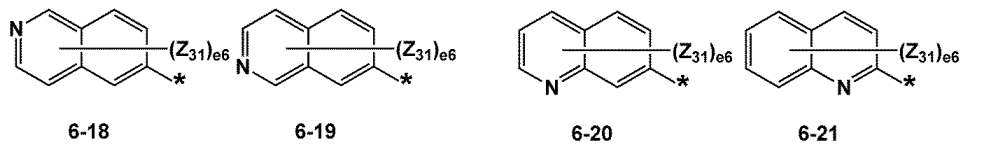
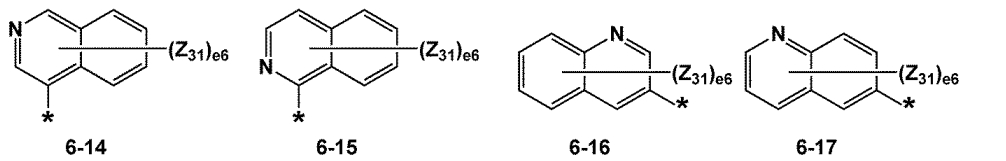
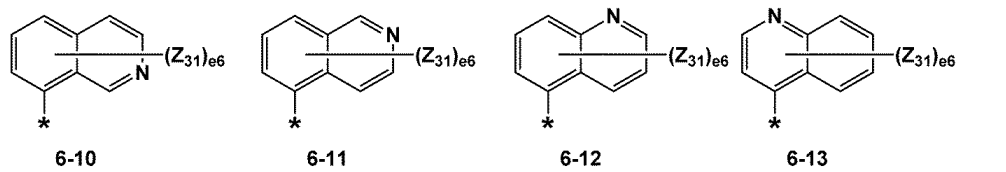
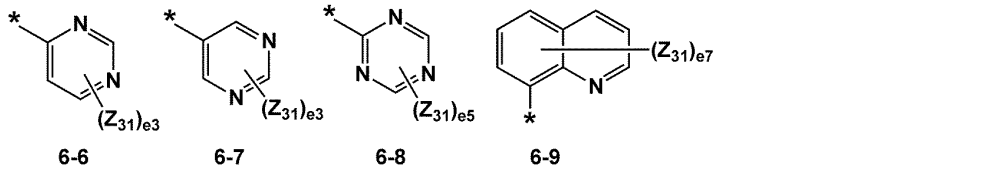
[0167]



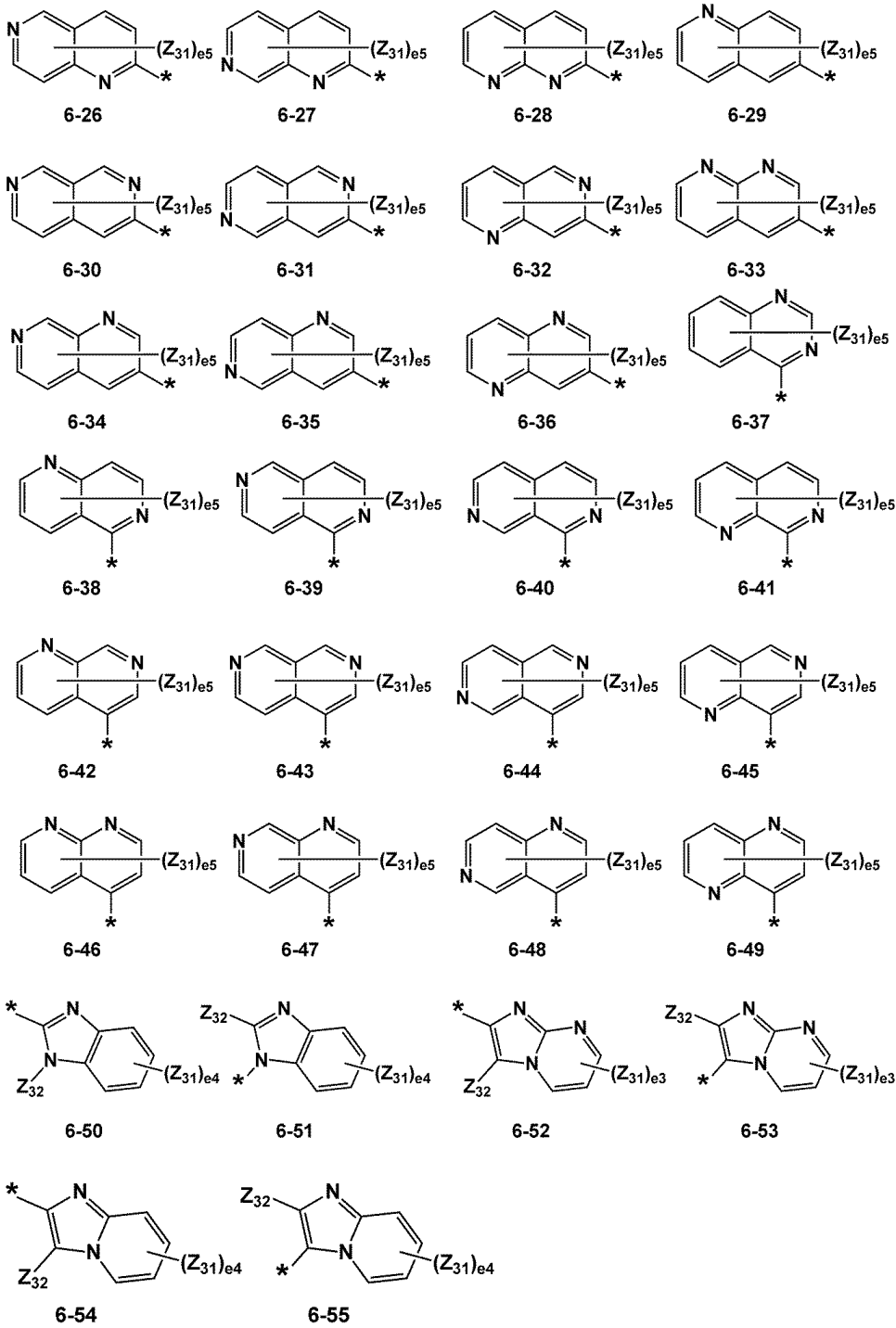
[0168]



[0169]



[0170]



[0171]

[0172]

[0173]

[0174]

[0175]

[0176]

[0177]

[0178]

[0179]

상기 화학식 5-1 내지 5-26 및 화학식 6-1 내지 6-55 중,

$Y_{31}$ 은 O, S,  $C(Z_{34})(Z_{35})$ ,  $N(Z_{34})$  또는  $Si(Z_{34})(Z_{35})$ 이고,

$Z_{31}$  내지  $Z_{35}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알케닐기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알키닐기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 트리페틸레닐기, 피리디닐기, 피리미디닐기, 카바졸일기 및 트리아지닐기 중에서 선택되고,

$e_2$ 는 1 또는 2이고,

$e_3$ 는 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

$e_4$ 는 1 내지 4의 정수 중에서 선택되고,

[0180] e5는 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,

[0181] e6은 1 내지 6의 정수 중에서 선택되고,

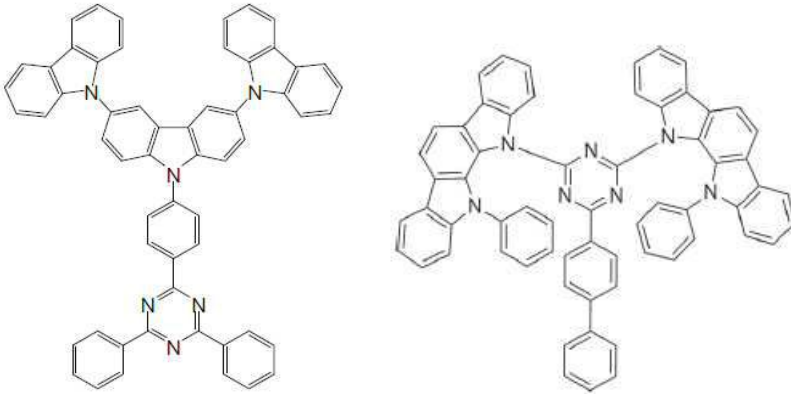
[0182] e7은 1 내지 7의 정수 중에서 선택되고,

[0183] e9는 1 내지 9의 정수 중에서 선택되고,

[0184] \* 은 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

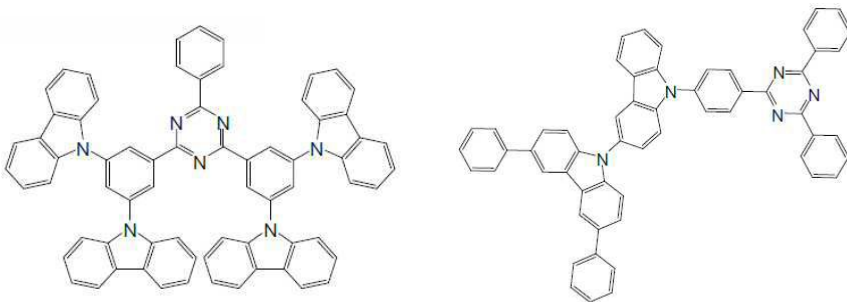
[0185] 일 구현예에 따르면, 상기 호스트는 하기 화합물 1-1 내지 1-17 중에서 선택된 1종 이상을 포함한, 유기 발광 소자:

[0186] <화합물 1-1> <화합물 1-2>



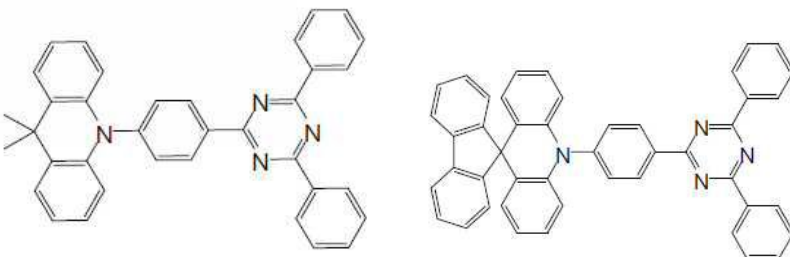
[0187]

[0188] <화합물 1-3> <화합물 1-4>



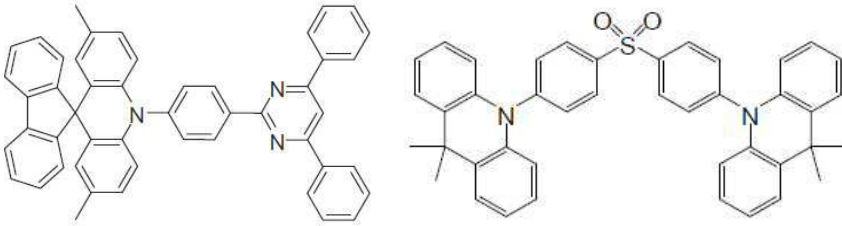
[0189]

[0190] <화합물 1-5> <화합물 1-6>



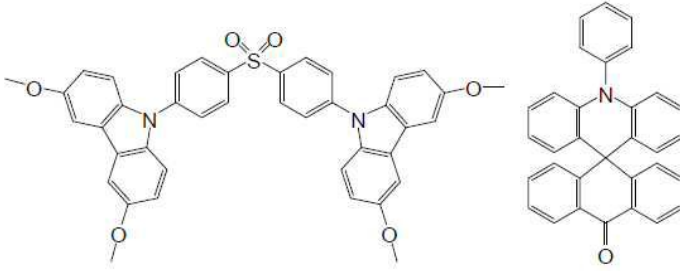
[0191]

[0192] <화합물 1-7> <화합물 1-8>



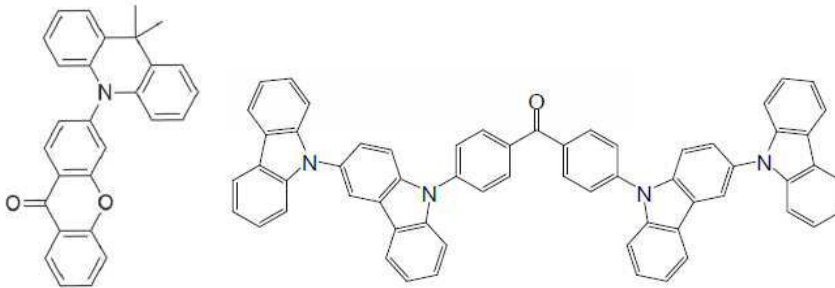
[0193]

[0194] <화합물 1-9> <화합물 1-10>



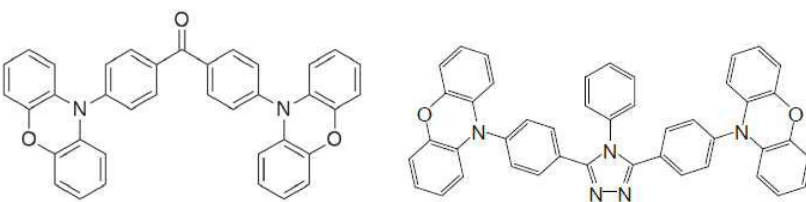
[0195]

[0196] <화합물 1-11> <화합물 1-12>



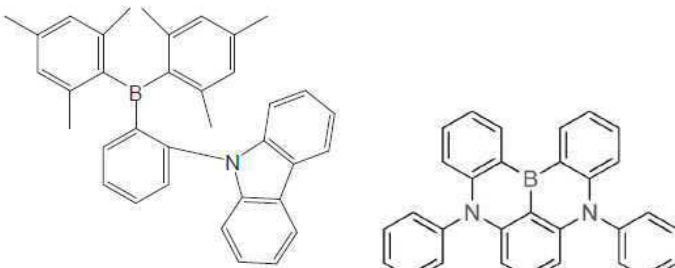
[0197]

[0198] <화합물 1-13> <화합물 1-14>



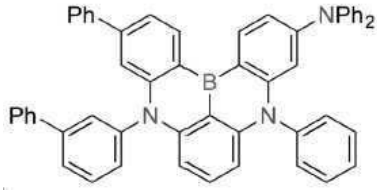
[0199]

[0200] <화합물 1-15> <화합물 1-16>



[0201]

[0202] <화합물 1-17>



[0203] ...  
 [0204] 상기 화합물 1-1 내지 1-17 중, Ph는 페닐기를 의미한다.

[0205] 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로시클릭 화합물은 Ar<sub>1</sub> 및 Ar<sub>2</sub>이 전술한 바와 같은 구조를 가짐으로써, 화합물 내에 각각 전자수용성 그룹(Electron Withdrawing Group: EWG)과 전자공여성 그룹(Electron Donating Group: EDG)의 성질을 가지는 치환기를 포함할 수 있다. 이러한 치환기들을 적절한 위치에 도입함으로써, 전체적인 화합물의 일중항 상태와 삼중항 상태의 에너지 차이를 적절히 조절할 수 있다. 이를 통해, 열활성화 지연형광(TADF)을 나타낼 수 있다.

[0206] 상기 헤테로시클릭 화합물의 일중항(singlet) 에너지(S1)와 삼중항(triplet) 에너지(T1) 사이에는 다음과 같은 식을 만족한다.

[0207]  $\Delta E_{st} = | T1 - S1 | \leq 0.3eV$

[0208] 즉, 상기 헤테로시클릭 화합물은 전자주개 모이어티와 전자받개 모이어티가 분리됨으로써 분자 내 궤도 겹침(orbital overlap)을 효과적으로 차단할 수 있으며, 이에 따라 분자의 일중항과 삼중항이 겹치지 않도록 하여 매우 낮은  $\Delta E_{st}$ 를 가질 수 있다. 따라서, 상온에서도 삼중항 여기(excited) 상태에서부터 열활성을 통한 일중항 여기 상태로의 역계간전이(Reverse Intersystem Crossing)가 가능하게 되어 열활성화 지연 형광(Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF)을 나타낼 수 있는 화합물이며, 이로써 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용되므로 발광 효율이 향상된다.

[0209] 나아가, 상기 헤테로시클릭 화합물은 상대적으로 높은 전하(정공 또는 전자) 수송 능력을 가지므로, 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로시클릭 화합물을 채용한 유기 발광 소자 중 발광층 내에서의 엑시톤 형성 비율이 향상될 수 있어, 상기 유기 발광 소자는 저구동 전압, 고효율, 장수명 및 높은 최대 양자 효율을 가질 수 있다.

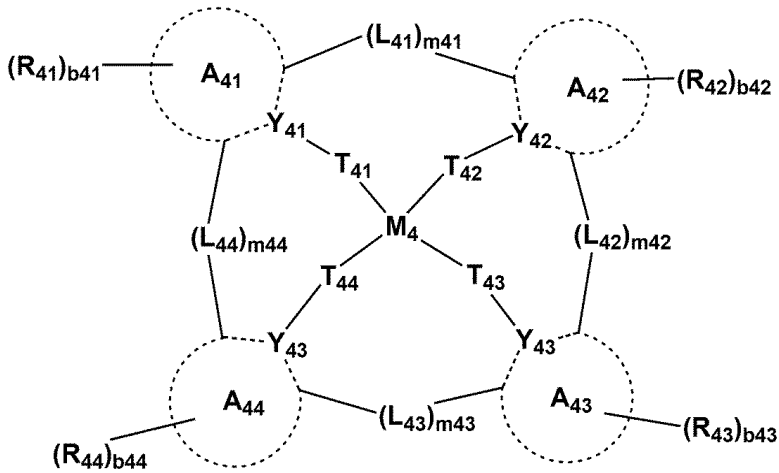
[0210] 상기 화학식 1로 표시되는 헤테로시클릭 화합물의 합성 방법은 당 기술분야에 알려진 지식으로부터 당업자가 용이하게 인식할 수 있다. 예를 들어, 상기 헤테로시클릭 화합물의 합성 방법에 대해서는, Nature Materials 14, 330-336 (2015), Adv. Mater. (2015), 27(15), 2515-2520, Chem. Sci., 2017, 8, 953-960, ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 24035-24042, 및 Adv. Mater. (2016), 28, 2777-2781 등의 문헌을 참조할 수 있다. 본 명세서 중 "(유기층)이 헤테로시클릭 화합물을 (1종 이상) 포함한다"란, "(유기층)이 상기 화학식 1의 범주에 속하는 1종의 헤테로시클릭 화합물 또는 상기 화학식 1의 범주에 속하는 서로 다른 2종 이상의 헤테로시클릭 화합물을 포함할 수 있다"로 해석될 수 있다.

[0211] 예를 들어, 상기 유기층은, 상기 헤테로시클릭 화합물로서, 상기 화합물 1-1만을 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1-1은 상기 유기 발광 소자의 발광층에 존재할 수 있다. 또는, 상기 유기층은 상기 헤테로시클릭 화합물로서, 상기 화합물 1-1과 화합물 1-2를 포함할 수 있다. 이 때, 상기 화합물 1-1과 화합물 1-2는 동일한 층에 존재(예를 들면, 상기 화합물 1-1과 화합물 1-2는 모두 발광층에 존재할 수 있음)하거나, 서로 다른 층에 존재(예를 들면, 상기 화합물 1-1은 발광층에 존재하고 상기 화합물 1-2는 전자 수송층에 존재할 수 있음)할 수 있다.

[0212] 일 구현예를 따르면, 상기 호스트는 1종의 상기 헤테로시클릭 화합물로 이루어질(consist of) 수 있다.

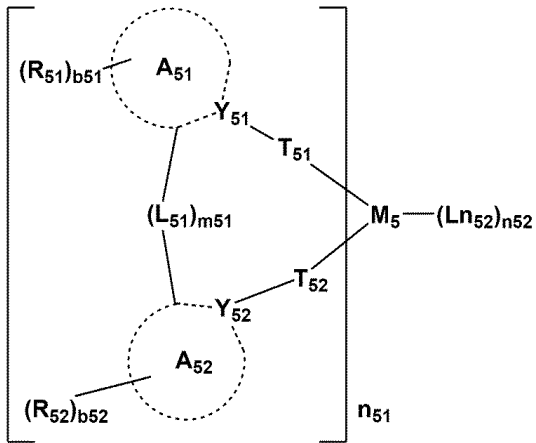
[0213] 일 구현예를 따르면, 상기 인광 도펀트는 하기 화학식 4 및 5 중 어느 하나로 표시되는 유기금속 화합물을 포함할 수 있다:

[0214] <화학식 4>



[0215]

[0216] <화학식 5>



[0217]

[0218] 상기 화학식 4 및 5 중,

[0219]  $M_4$  및  $M_5$ 는 서로 독립적으로, 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 로듐(Rh), 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb) 및 툴륨(Tm) 중에서 선택되고;

[0220]  $n_{51}$ 은 1 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0221]  $Ln_{52}$ 는 유기 리간드이고,  $n_{52}$ 는 0 내지 2의 정수 중에서 선택되고,

[0222]  $Y_{41}$  내지  $Y_{44}$ ,  $Y_{51}$  및  $Y_{52}$ 는 서로 독립적으로, N 또는 C이고;

[0223]  $A_{41}$  내지  $A_{44}$ ,  $A_{51}$  및  $A_{52}$ 는 서로 독립적으로,  $C_5$ - $C_{60}$ 카보시클릭 그룹 및  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹 중에서 선택되고,

[0224]  $T_{41}$  내지  $T_{44}$ ,  $T_{51}$  및  $T_{52}$ 는 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\* 및 \*-S-\* 중에서 선택되고;

[0225]  $L_{41}$  내지  $L_{44}$  및  $L_{51}$ 은 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=\*, \*=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(=O)-\*, \*-C(=S)-\*, \*-C≡C-\*, \*-B(R<sub>45</sub>)-\*, \*-N(R<sub>45</sub>)-\*, \*-P(R<sub>45</sub>)-\*, \*-Si(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-P(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\* 및 \*-Ge(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\* 중에서 선택되고;

[0226]  $m_{41}$  내지  $m_{44}$ ,  $m_{51}$  및  $m_{52}$ 는 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0227]  $R_{41}$  내지  $R_{46}$ ,  $R_{51}$  및  $R_{52}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ -

C<sub>20</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>)(Q<sub>43</sub>), -N(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>), -B(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>), -C(=O)(Q<sub>41</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>41</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>41</sub>)(Q<sub>42</sub>) 중에서 선택되고,

[0228] R<sub>45</sub>와 R<sub>41</sub>; R<sub>45</sub>와 R<sub>42</sub>; R<sub>45</sub>와 R<sub>43</sub>; 또는 R<sub>45</sub>와 R<sub>44</sub>;는 선택적으로, 서로 결합하여 치환 또는 비치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹을 형성할 수 있고,

[0229] b<sub>41</sub>, b<sub>42</sub>, b<sub>43</sub> 및 b<sub>44</sub>은 서로 독립적으로, 1 내지 8의 정수 중에서 선택되고;

[0230] \* 및 \*'은 이웃한 원자와의 결합 사이트이고,

[0231] 상기 치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중에서 선택된 적어도 하나의 치환기는,

[0232] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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;

[0233] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>)(Q<sub>53</sub>), -N(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>), -B(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>), -C(=O)(Q<sub>51</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>51</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>51</sub>)(Q<sub>52</sub>) 중에서 선택된 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;

[0234] C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;

[0235] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>)(Q<sub>63</sub>), -N(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>), -B(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>), -C(=O)(Q<sub>61</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>61</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>61</sub>)(Q<sub>62</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및

[0236] -Si(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>)(Q<sub>73</sub>), -N(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>), -B(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>), -C(=O)(Q<sub>71</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>71</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>71</sub>)(Q<sub>72</sub>);

[0237] 중에서 선택되고,

[0238] 상기 Q<sub>41</sub> 내지 Q<sub>43</sub>, Q<sub>51</sub> 내지 Q<sub>53</sub>, Q<sub>61</sub> 내지 Q<sub>63</sub> 및 Q<sub>71</sub> 내지 Q<sub>73</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테

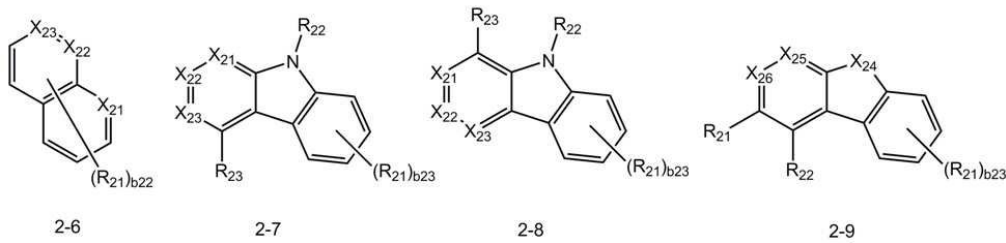
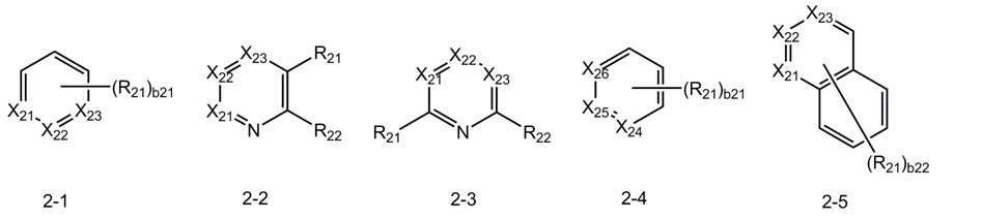


로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기; 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기; 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택된다.

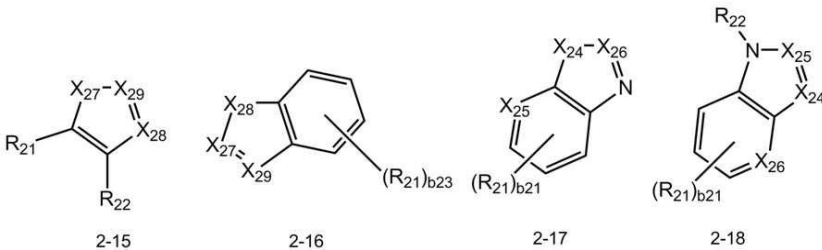
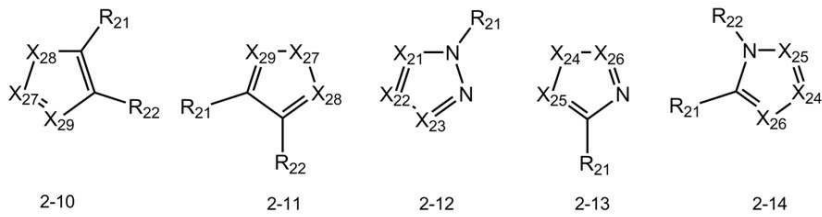
- [0239] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중, 상기 M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub>는 서로 독립적으로, Pt, Pd, Cu, Ag, Au, Ir 및 Os 중에서 선택될 수 있다.
- [0240] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중, 상기 M<sub>4</sub> 및 M<sub>5</sub>는 서로 독립적으로, Pt 또는 Ir일 수 있다.
- [0241] 일 구현예를 따르면, M<sub>4</sub>는 Pt이고, M<sub>5</sub>는 Ir일 수 있다.
- [0242] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 중,
- [0243] Y<sub>41</sub>, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>43</sub>은 각각 C이고, Y<sub>14</sub>는 N이거나;
- [0244] Y<sub>41</sub>, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C이고, Y<sub>13</sub>는 N이거나;
- [0245] Y<sub>41</sub>, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C이고, Y<sub>12</sub>는 N이거나;
- [0246] Y<sub>42</sub>, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C이고, Y<sub>41</sub>은 N이거나;
- [0247] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C이고, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>43</sub>은 각각 N이거나;
- [0248] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>41</sub>는 각각 N이고, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>43</sub>은 각각 C이거나;
- [0249] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>42</sub>은 각각 C이고, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 N이거나;
- [0250] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>42</sub>은 각각 N이고, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C이거나;
- [0251] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>43</sub>은 각각 C이고, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 N이거나; 또는
- [0252] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>43</sub>은 각각 N이고, Y<sub>42</sub> 및 Y<sub>44</sub>은 각각 C일 수 있다.
- [0253] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 5 중,
- [0254] Y<sub>51</sub> 및 Y<sub>52</sub>는 각각 C이거나,
- [0255] Y<sub>51</sub>은 N이고 Y<sub>52</sub>는 C이거나,
- [0256] Y<sub>51</sub>은 C이고 Y<sub>52</sub>는 N이거나,
- [0257] Y<sub>51</sub> 및 Y<sub>52</sub>는 각각 N일 수 있다.
- [0258] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중, A<sub>41</sub> 내지 A<sub>44</sub>, A<sub>51</sub> 및 A<sub>52</sub>는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 안트라센 그룹, 페난트렌 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 시클로헥타디엔 그룹, 1,2,3,4-테트라하이드로나프탈렌(1,2,3,4-tetrahydronaphthalene) 그룹, 퓨란 그룹, 티오펜 그룹, 실롤 그룹, 인덴 그룹, 플루오렌 그룹, 인돌 그룹, 카바졸 그룹, 벤조퓨란 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 벤조티오펜 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 벤조실롤 그룹, 디벤조실롤 그룹, 인데노피리딘 그룹, 인돌로피리딘 그룹, 벤조퓨로피리딘 그룹, 벤조티에노피리딘 그룹, 벤조실롤로피리딘 그룹, 인데노피리미딘 그룹, 인돌로피리미딘 그룹, 벤조퓨로피리미딘 그룹, 벤조티에노피리미딘 그룹, 벤조실롤로피리미딘 그룹, 디히드로피리딘 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹, 트리아진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 페난트롤린 그룹, 피롤 그룹, 피라졸 그룹, 이미다졸 그룹, 2,3-디하이드로이미다졸(2,3-dihydroimidazole) 그룹, 트리아졸 그룹, 2,3-디하이드로트리아졸(2,3-dihydrotriazole) 그룹, 옥사졸 그룹, 이소옥사졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 티아디아졸 그룹, 벤조피라졸 그룹, 벤즈이미다졸 그룹, 2,3-디하이드로벤즈이미다졸(2,3-dihydrobenzimidazole) 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 2,3-디하이드로이미다조피리딘

(2,3-dihydroimidazopyridine) 그룹, 이미다조피리미딘 그룹, 2,3-디하이드로이미다조피리미딘(2,3-dihydroimidazopyrimidine) 그룹, 이미다조피라진 그룹, 2,3-디하이드로이미다조피라진(2,3-dihydroimidazopyrazine) 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 벤조티아졸 그룹, 벤조옥사디아졸 그룹, 벤조티아디아졸 그룹, 5,6,7,8-테트라히드로이소퀴놀린(5,6,7,8-tetrahydroisoquinoline) 그룹 및 5,6,7,8-테트라히드로퀴놀린(5,6,7,8-tetrahydroquinoline) 중에서 선택될 수 있다.

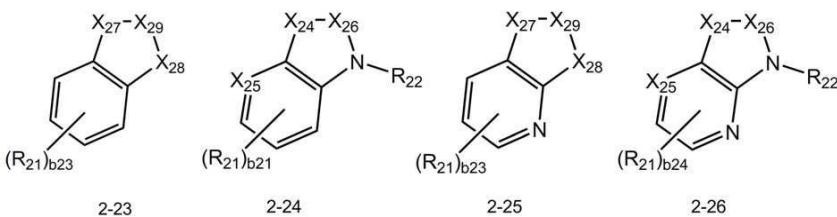
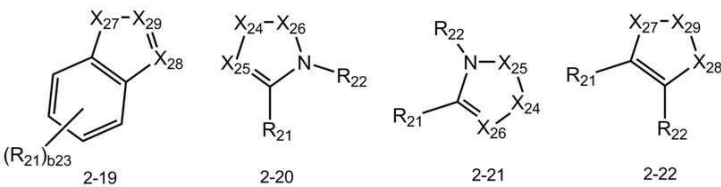
[0259] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중, A<sub>41</sub> 내지 A<sub>44</sub>, A<sub>51</sub> 및 A<sub>52</sub>는 서로 독립적으로, 하기 화학식 2-1 내지 2-43 중 어느 하나로 표시되는 그룹일 수 있다:



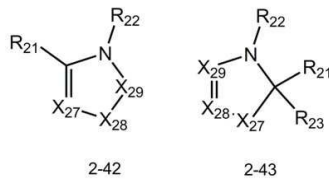
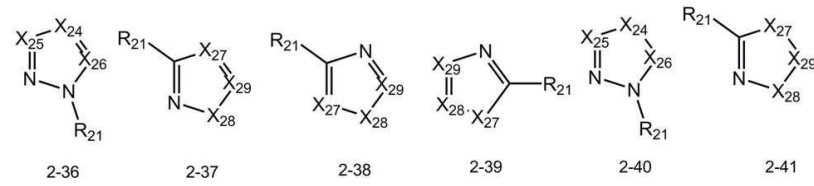
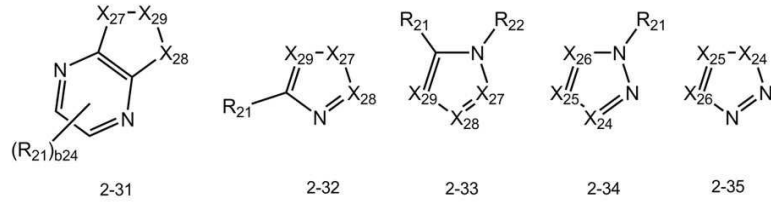
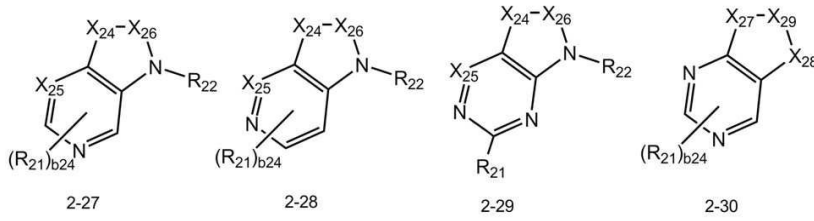
[0260]



[0261]



[0262]



[0263]

[0264]

[0265]

[0266]

[0267]

[0268]

[0269]

[0270]

[0271]

[0272]

[0273]

[0274]

[0275]

[0276]

[0277]

[0278]

[0279]

상기 화학식 2-1 내지 2-43 중,

X<sub>21</sub> 내지 X<sub>23</sub>은 서로 독립적으로 C(R<sub>24</sub>) 및 C-\* 중에서 선택되며, X<sub>21</sub> 내지 X<sub>23</sub> 중 적어도 둘 이상은 C-\*이고,

X<sub>24</sub>는 N-\*이고, X<sub>25</sub> 및 X<sub>26</sub>은 서로 독립적으로, C(R<sub>24</sub>) 및 C-\* 중에서 선택되며, X<sub>25</sub> 및 X<sub>26</sub> 중 적어도 하나는 C-\*이고,

X<sub>27</sub> 및 X<sub>28</sub>은 서로 독립적으로 N, N(R<sub>25</sub>) 및 N-\* 중에서 선택되며, X<sub>29</sub>는 C(R<sub>24</sub>) 및 C-\* 중에서 선택되며, i) X<sub>27</sub> 및 X<sub>28</sub> 중 하나 이상은 N-\*이고, X<sub>29</sub>는 C-\*이거나, ii) X<sub>27</sub> 및 X<sub>28</sub>은 N-\*이고 X<sub>29</sub>는 C(R<sub>24</sub>)이고,

R<sub>21</sub> 내지 R<sub>25</sub>는 서로 독립적으로, 본 명세서 중 R<sub>10</sub>에 대한 설명을 참조하고,

b<sub>21</sub>은 1, 2 및 3 중에서 선택되고,

b<sub>22</sub>는 1, 2, 3, 4 및 5 중에서 선택되고,

b<sub>23</sub>은 1, 2, 3 및 4 중에서 선택되고,

b<sub>24</sub>는 1 및 2 중에서 선택되고,

\*는 이웃한 원자와의 결합 사이트이다.

일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 중, T<sub>41</sub> 내지 T<sub>44</sub>가 모두 단일결합이거나;

T<sub>41</sub>은 0 및 S 중에서 선택되고, T<sub>42</sub> 내지 T<sub>44</sub>는 단일결합이거나;

T<sub>42</sub>은 0 및 S 중에서 선택되고, T<sub>41</sub>, T<sub>43</sub> 및 T<sub>44</sub>는 단일결합이거나;

T<sub>43</sub>은 0 및 S 중에서 선택되고, T<sub>41</sub>, T<sub>42</sub> 및 T<sub>44</sub>는 단일결합이거나; 또는

T<sub>44</sub>는 0 및 S 중에서 선택되고, T<sub>41</sub>, T<sub>42</sub> 및 T<sub>43</sub>는 단일결합일 수 있다.

- [0280] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 중, T<sub>41</sub> 내지 T<sub>44</sub>가 모두 단일결합일 수 있다.
- [0281] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 5 중 T<sub>51</sub> 및 T<sub>52</sub>가 모두 단일결합일 수 있다.
- [0282] 일 구현예를 따르면, Y<sub>41</sub>과 T<sub>41</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>41</sub>과 M<sub>4</sub> 사이의 결합이 공유 결합 또는 배위 결합이다.
- [0283] 일 구현예를 따르면, Y<sub>42</sub>과 T<sub>42</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>42</sub>과 M<sub>4</sub> 사이의 결합이 공유 결합 배위 결합이다.
- [0284] 일 구현예를 따르면, Y<sub>43</sub>과 T<sub>43</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>43</sub>과 M<sub>4</sub> 사이의 결합이 공유 결합 또는 배위 결합이다.
- [0285] 일 구현예를 따르면, Y<sub>44</sub>과 T<sub>44</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>44</sub>과 M<sub>4</sub> 사이의 결합이 공유 결합 또는 배위 결합이다.
- [0286] 일 구현예를 따르면, Y<sub>51</sub>과 T<sub>51</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>51</sub>과 M<sub>5</sub> 사이의 결합이 공유 결합 또는 배위 결합이다.
- [0287] 일 구현예를 따르면, Y<sub>52</sub>과 T<sub>52</sub> 사이의 결합 또는 Y<sub>52</sub>과 M<sub>5</sub> 사이의 결합이 공유 결합 또는 배위 결합이다.
- [0288] 일 구현예를 따르면, L<sub>41</sub> 내지 L<sub>44</sub> 및 L<sub>51</sub>은 서로 독립적으로, 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)(R<sub>46</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=\*, \*=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(R<sub>45</sub>)=C(R<sub>45</sub>)-\*, \*-C(=O)-\* 및 \*-N(R<sub>45</sub>)-\* 중에서 선택될 수 있다.
- [0289] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중, R<sub>41</sub> 내지 R<sub>46</sub>, R<sub>51</sub> 및 R<sub>52</sub>는 서로 독립적으로,
- [0290] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기;
- [0291] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기;
- [0292] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 벤조퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오펜일기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토포퓨라닐기, 디나프토포티오펜일기, 디나프토포실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오펜일기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기 및 인돌로카바졸일기;
- [0293] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴놀살리닐기, 벤조퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조

티오펜일기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오펜일기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토피라닐기, 디나프토티오펜일기, 디나프토실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오펜일기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기, 인돌로카바졸일기,  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$ ,  $-N(Q_{31})(Q_{32})$ ,  $-B(Q_{31})(Q_{32})$ ,  $-C(=O)(Q_{31})$ ,  $-S(=O)(Q_{31})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{31})$ ,  $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$  및  $-P(=S)(Q_{31})(Q_{32})$  중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 시클로헥틸기, 시클로헥실기, 시클로헥틸기, 시클로헥테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타세닐기, 피롤일기, 티오펜일기, 퓨라닐기, 실롤일기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 인돌일기, 이소인돌일기, 인다졸일기, 푸리닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 벤조퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 벤조퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트릴리닐기, 페나지닐기, 벤즈이미다졸일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜일기, 벤조실롤일기, 벤조티아졸일기, 벤조이소티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 벤조이소옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 트리아지닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기, 디벤조실롤일기, 벤조카바졸일기, 나프토벤조퓨라닐기, 나프토벤조티오펜일기, 나프토벤조실롤일기, 디벤조카바졸일기, 디나프토피라닐기, 디나프토티오펜일기, 디나프토실롤일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 옥사졸로피리디닐기, 티아졸로피리디닐기, 벤조나프티리디닐기, 아자플루오레닐기, 아자스파이로-바이플루오레닐기, 아자카바졸일기, 아자디벤조퓨라닐기, 아자디벤조티오펜일기, 아자디벤조실롤일기, 인데노피롤일기, 인돌로피롤일기, 인데노카바졸일기 및 인돌로카바졸일기; 및

[0294]  $-Si(Q_1)(Q_2)(Q_3)$ ,  $-B(Q_1)(Q_2)$ ,  $-N(Q_1)(Q_2)$ ,  $-P(Q_1)(Q_2)$ ,  $-C(=O)(Q_1)$ ,  $-S(=O)(Q_1)$ ,  $-S(=O)_2(Q_1)$ ,  $-P(=O)(Q_1)(Q_2)$  및  $-P(=S)(Q_1)(Q_2)$  중에서 선택되고;

[0295]  $Q_1$  내지  $Q_3$  및  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알케닐기,  $C_2$ - $C_{60}$ 알키닐기,  $C_1$ - $C_{60}$ 알콕시기,  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기,  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기,  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기,  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기,  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기,  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴옥시기,  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴티오기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 알킬기, 중수소, -F 및 시아노기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택될 수 있다.

[0296] 일 구현예를 따르면,  $R_{41}$  내지  $R_{46}$ ,  $R_{51}$  및  $R_{52}$ 는 서로 독립적으로,

[0297] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 메틸기, 에틸기, n-프로필기, iso-프로필기, n-부틸기, sec-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기, 메톡시기, 에톡시기, n-프로폭시기, iso-프로폭시기, n-부톡시기, sec-부톡시기, iso-부톡시기 및 tert-부톡시기; 및

[0298] 전술한 화학식 5-1 내지 5-26 및 화학식 6-1 내지 6-55 중에서 선택된 어느 하나로 표시된 그룹; 중에서 선택될 수 있다.

[0299] 일 구현예를 따르면, 상기 화학식 4 및 5 중,  $R_{41}$  내지  $R_{46}$ ,  $R_{51}$  및  $R_{52}$ 는 서로 독립적으로,

[0300] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기 및  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기;

[0301] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기 및  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기; 및

[0302] 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜일기 및 디벤조실롤기; 및

[0303] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 시아노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기 및 비페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-바이플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조푸라닐기, 디벤조티오펜기 및 디벤조실롤기;

[0304] 중에서 선택될 수 있다.

[0305] 일 구현예를 따르면, (i) 상기 화학식 4 중,

[0306] Y<sub>41</sub> 및 Y<sub>42</sub>가 각각 N이고, Y<sub>43</sub> 및 Y<sub>44</sub>가 각각 C이고, m<sub>43</sub>이 0인 경우에,

[0307] A<sub>43</sub>은 6원(6-membered) 헤테로시클릭 그룹일 수 있다.

[0308] 상기 6원 헤테로시클릭 그룹은 예를 들어, 벤젠 그룹, 피리딘 그룹, 피리미딘 그룹, 피라진 그룹, 피리다진 그룹 및 트리아진 그룹 중에서 선택될 수 있다.

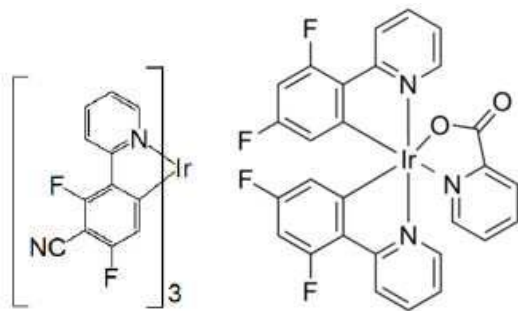
[0309] 일 구현예를 따르면, (ii) 상기 화학식 5 중,

[0310] A<sub>51</sub>이 피리딘 그룹이고, A<sub>52</sub>이 벤젠 그룹인 경우에,

[0311] R<sub>51</sub> 및 R<sub>52</sub>중 적어도 하나가 수소가 아닐 수 있다.

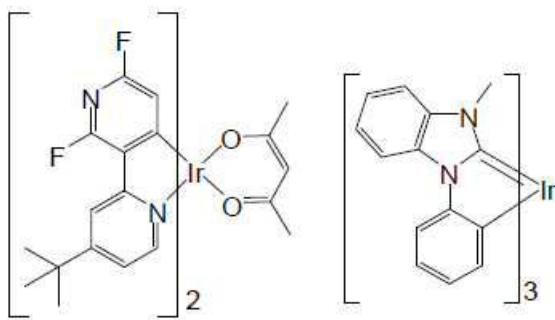
[0312] 일 구현예를 따르면, 상기 인광 도펀트는 하기 화합물 2-1 내지 2-45 중에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.

[0313] <화합물 2-1> <화합물 2-2>



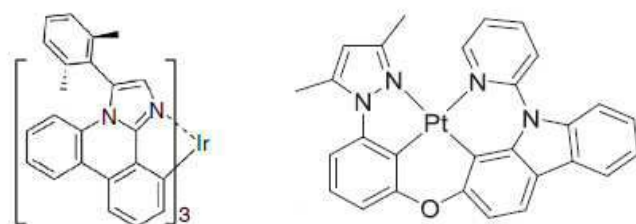
[0314]

[0315] <화합물 2-3> <화합물 2-4>



[0316]

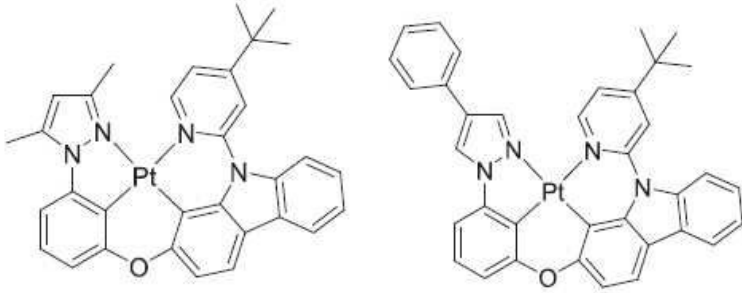
[0317] <화합물 2-5> <화합물 2-6>



[0318]

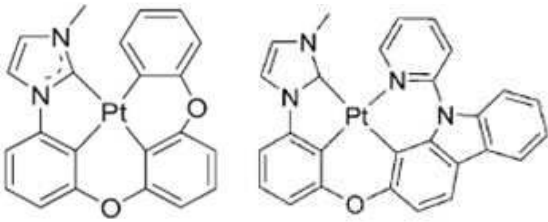


[0319] <화합물 2-7> <화합물 2-8>



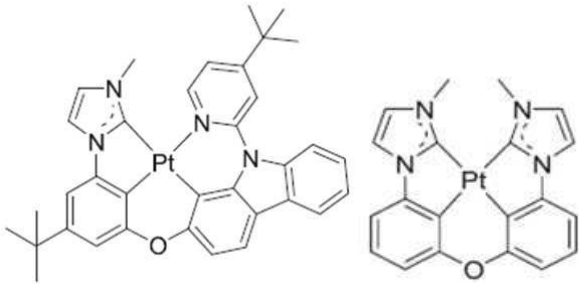
[0320]

[0321] <화합물 2-9> <화합물 2-10>



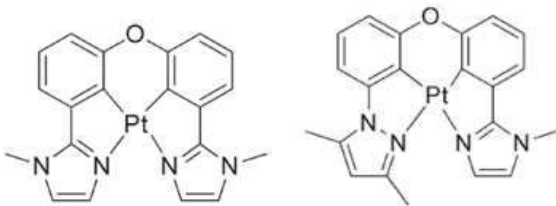
[0322]

[0323] <화합물 2-11> <화합물 2-12>



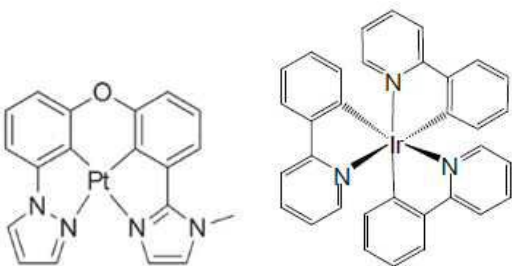
[0324]

[0325] <화합물 2-13> <화합물 2-14>



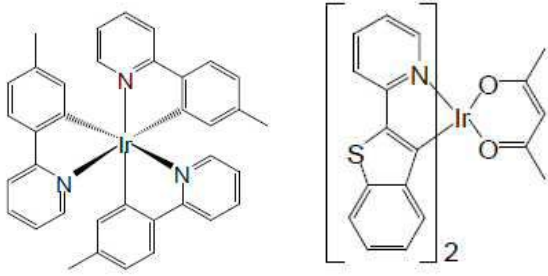
[0326]

[0327] <화합물 2-15> <화합물 2-16>



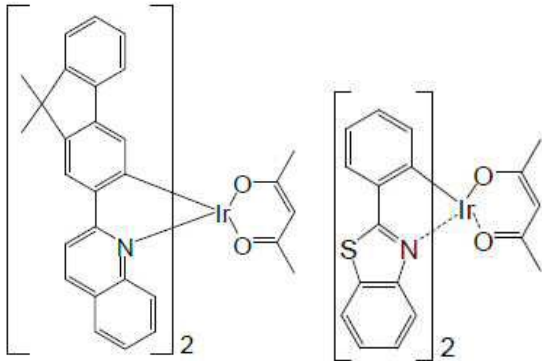
[0328]

[0329] <화합물 2-17> <화합물 2-18>



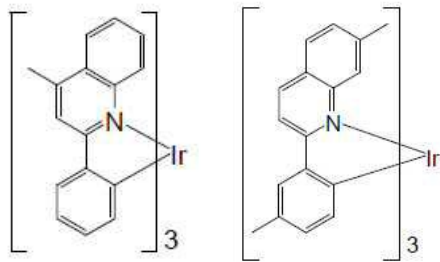
[0330]

[0331] <화합물 2-19> <화합물 2-20>



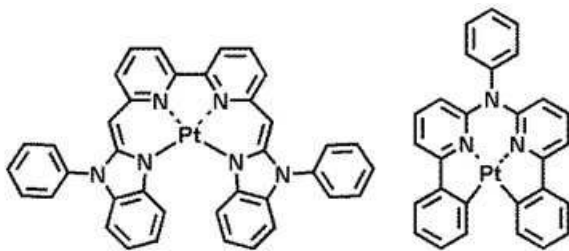
[0332]

[0333] <화합물 2-21> <화합물 2-22>



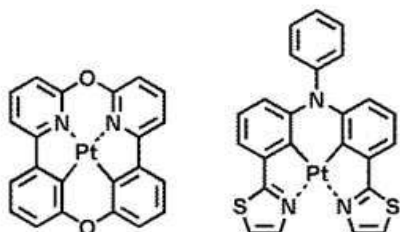
[0334]

[0335] <화합물 2-23> <화합물 2-24>



[0336]

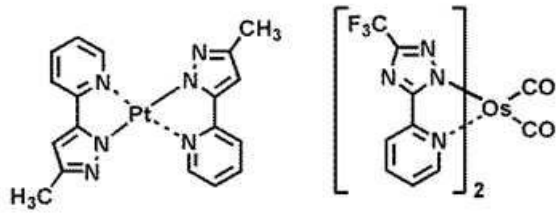
[0337] <화합물 2-25> <화합물 2-26>



[0338]

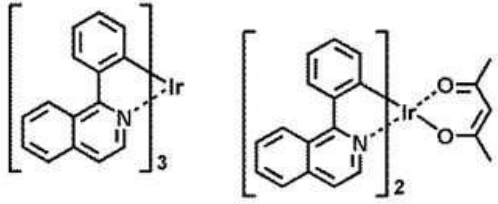


[0339] <화합물 2-27> <화합물 2-28>



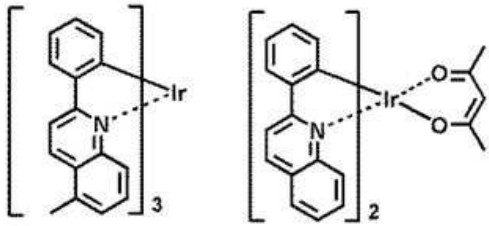
[0340]

[0341] <화합물 2-29> <화합물 2-30>



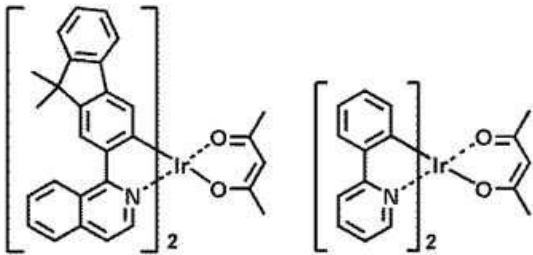
[0342]

[0343] <화합물 2-31> <화합물 2-32>



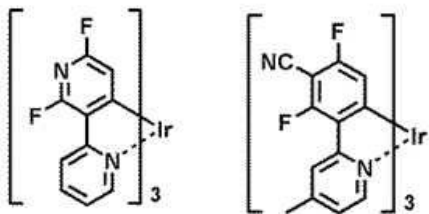
[0344]

[0345] <화합물 2-33> <화합물 2-34>



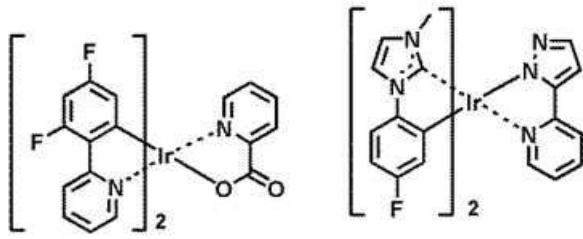
[0346]

[0347] <화합물 2-35> <화합물 2-36>



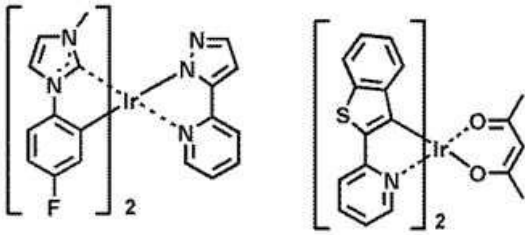
[0348]

[0349] <화합물 2-37> <화합물 2-38>



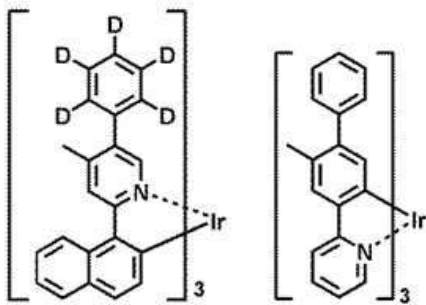
[0350]

[0351] <화합물 2-39> <화합물 2-40>



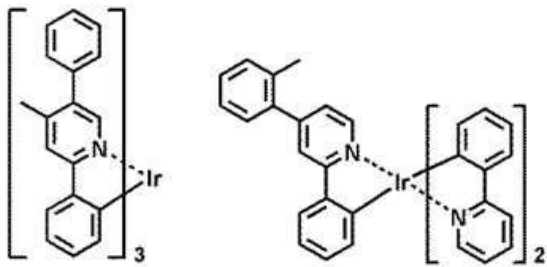
[0352]

[0353] <화합물 2-41> <화합물 2-42>



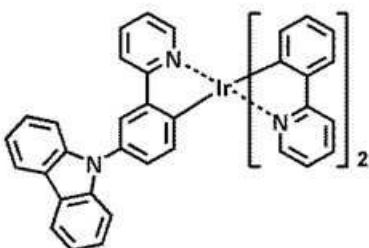
[0354]

[0355] <화합물 2-43> <화합물 2-44>



[0356]

[0357] <화합물 2-45>



[0358]

- [0359] 상기 유기 발광 소자는 상기 호스트 및 상기 인광 도펀트가 전술한 수식 3을 만족하므로, 상기 호스트의 삼중항 에너지가 상기 인광 도펀트의 삼중항 에너지와 같거나 더 크기 때문에, 삼중항 상태의 엑시톤이 발광에 이용될 수 있다. 따라서, 상기 유기 발광 소자의 구동 전압이 낮아지고 발광 효율이 향상될 수 있으며, 높은 외부 양자 효율을 구현할 수 있다.
- [0360] 일 구현예를 따르면, 상기 발광층 중 상기 호스트의 함량이 상기 인광 도펀트의 함량보다 높을 수 있다.
- [0361] 일 구현예를 따르면, 상기 발광층은 최대 발광 파장이 420nm 이상 475nm 이하인 청색광을 방출할 수 있다.
- [0362] 일 구현예에 따르면, 상기 제1전극이 애노드이고, 상기 제2전극이 캐소드이고, 상기 유기층은 상기 제1전극과 상기 발광층 사이에 배치된 정공 수송 영역 및 상기 발광층과 상기 제2전극 사이에 배치된 전자 수송 영역을 더 포함하고, 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층, 정공 수송층, 발광 보조층, 전자 저지층 또는 이의 임의의 조합을 포함하고,
- [0363] 상기 전자 수송 영역은, 정공 저지층, 전자 수송층, 전자 주입층 또는 이의 임의의 조합을 포함할 수 있다.
- [0364] 일 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자의 정공 수송 영역이 p-도펀트를 포함하고, 상기 p-도펀트의 LUMO는 -3.5eV 이하일 수 있다.
- [0365] 일 구현예를 따르면, 상기 정공 수송 영역이 전자 저지층을 포함하고, 상기 전자 저지층은 카바졸-함유 화합물을 포함할 수 있다. 일 구현예를 따르면, 상기 전자 저지층은 상기 발광층에 직접 접하는 것일 수 있다.
- [0366] 일 구현예에 따르면, 상기 유기 발광 소자의 전자 수송 영역이 금속-함유 물질, 예를 들어 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 희토류 금속 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체, 또는 이들 중 임의의 조합을 더 포함할 수 있다.
- [0367] 일 구현예를 따르면, 상기 전자 수송 영역이 정공 저지층을 포함하고, 상기 정공 저지층은 디벤조티오펜-함유 화합물을 포함할 수 있다. 일 구현예를 따르면, 상기 정공 저지층은 상기 발광층에 직접 접하는 것일 수 있다.
- [0368] 본 명세서 중 "유기층"은 상기 유기 발광 소자 중 제1전극과 제2전극 사이에 개재된 단일 및/또는 복수의 모든 층을 가리키는 용어이다. 상기 "유기층"의 층에 포함된 물질이 유기물로 한정되는 것은 아니다.
- [0369] [도 1에 대한 설명]
- [0370] 도 1은 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자(10)의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다. 상기 유기 발광 소자(10)는 제1전극(110), 유기층(150) 및 제2전극(190)을 포함한다.
- [0371] 이하, 도 1을 참조하여 본 발명의 일 구현예를 따르는 유기 발광 소자(10)의 구조 및 제조 방법을 설명하면 다음과 같다.
- [0372] [제1전극(110)]
- [0373] 도 1의 제1전극(110)의 하부 또는 제2전극(190)의 상부에는 기판이 추가로 배치될 수 있다. 상기 기판으로는, 기계적 강도, 열안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급 용이성 및 방수성이 우수한 유리 기판 또는 플라스틱 기판을 사용할 수 있다.
- [0374] 상기 제1전극(110)은, 예를 들면, 기판 상부에, 제1전극용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 제공함으로써 형성될 수 있다. 상기 제1전극(110)이 애노드일 경우, 정공 주입이 용이하도록, 제1전극용 물질은, 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다.
- [0375] 상기 제1전극(110)은 반사형 전극, 반투과형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 투과형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극용 물질은, 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO<sub>2</sub>), 산화아연(ZnO) 및 이의 임의의 조합 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또는, 반투과형 전극 또는 반사형 전극인 제1전극(110)을 형성하기 위하여, 제1전극용 물질은, 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag) 및 이의 임의의 조합 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0376] 상기 제1전극(110)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 제1전극(110)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0377] [유기층(150)]

[0378] 상기 제1전극(110) 상부에는 유기층(150)이 배치되어 있다. 상기 유기층(150)은 발광층을 포함한다.

[0379] 상기 유기층(150)은, 상기 제1전극(110)과 상기 발광층 사이에 개재된 정공 수송 영역(hole transport region) 및 상기 발광층과 상기 제2전극(190) 사이에 개재된 전자 수송 영역(electron transport region)을 더 포함할 수 있다.

[0380] [유기층(150) 중 정공 수송 영역]

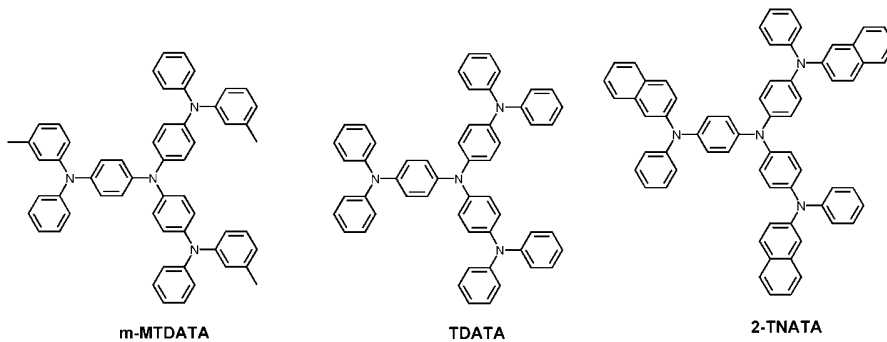
[0381] 상기 정공 수송 영역은, i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

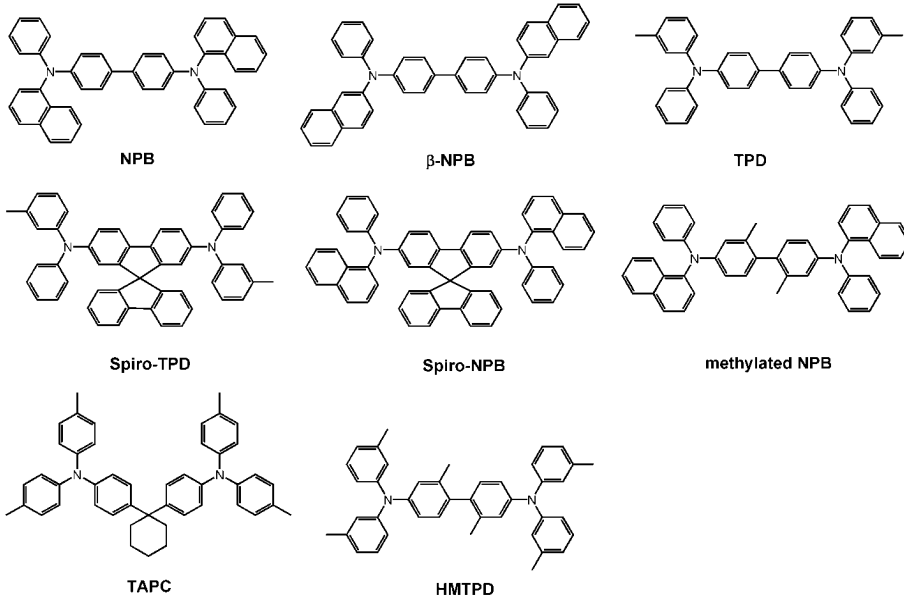
[0382] 상기 정공 수송 영역은, 정공 주입층(HIL), 정공 수송층(HTL), 발광 보조층 및 전자 저지층(EBL) 중에서 선택된 적어도 하나의 층을 포함할 수 있다.

[0383] 예를 들어, 상기 정공 수송 영역은, 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조를 갖거나, 제1전극(110)으로부터 차례로 적층된 정공 주입층/정공 수송층, 정공 주입층/정공 수송층/발광 보조층, 정공 주입층/발광 보조층, 정공 수송층/발광 보조층 또는 정공 주입층/정공 수송층/전자 저지층의 다층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0384] 상기 정공 수송 영역은, m-MTDATA, TDATA, 2-TNATA, NPB(NPD),  $\beta$ -NPB, TPD, Spiro-TPD, Spiro-NPB, 메틸화된-NPB, TAPC, HMTPD, TCTA(4,4',4"-tris(N-carbazolyl)triphenylamine (4,4',4"-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민)), PANI/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid (폴리아닐린/도데실벤젠술포산)), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리(3,4-에틸렌디옥시티오펜)/폴리(4-스티렌술포네이트))), PANI/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid (폴리아닐린/캄페르술포산)), PANI/PSS (Polyaniline/Poly(4-styrenesulfonate) (폴리아닐린/폴리(4-스티렌술포네이트))), 하기 화학식 201로 표시되는 화합물 및 하기 화학식 202로 표시되는 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다:

[0385]

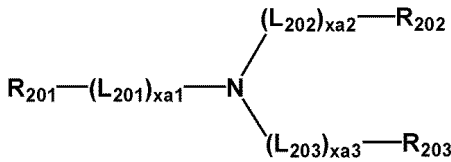




[0386]

[0387]

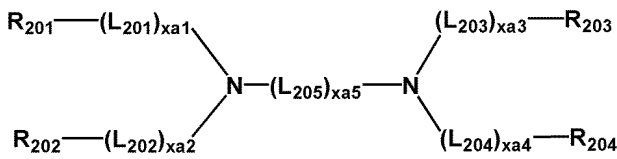
<화학식 201>



[0388]

[0389]

<화학식 202>



[0390]

[0391]

상기 화학식 201 및 202 중,

[0392]

$L_{201}$  내지  $L_{204}$ 는 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0393]

$L_{205}$ 은,  $*-O-*$ ,  $*-S-*$ ,  $*-N(Q_{201})-*$ , 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{20}$ 알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,

[0394]

$xa1$  내지  $xa4$ 는 서로 독립적으로, 0 내지 3의 정수 중에서 선택되고,

[0395]

$xa5$ 는 1 내지 10의 정수 중에서 선택되고,

[0396]

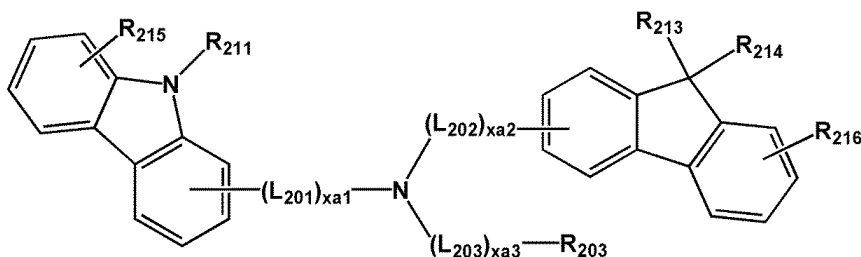
$R_{201}$  내지  $R_{204}$  및  $Q_{201}$ 은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{60}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환

된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택될 수 있다.

- [0397] 예를 들어, 상기 화학식 202 중  $R_{201}$ 과  $R_{202}$ 는, 선택적으로(optionally), 단일결합, 디메틸-메틸렌기 또는 디페닐-메틸렌기를 통하여 서로 연결될 수 있고,  $R_{203}$ 과  $R_{204}$ 는, 선택적으로, 단일결합, 디메틸-메틸렌기 또는 디페닐-메틸렌기를 통하여 서로 연결될 수 있다.
- [0398] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 및 202 중,
- [0399]  $L_{201}$  내지  $L_{205}$ 는 서로 독립적으로,
- [0400] 페닐렌기, 펜탈레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 인다세닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스퀴어로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페릴레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 루비세닐렌기, 코로네닐렌기, 오발레닐렌기, 티오페닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오페닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오페닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기 및 피리디닐렌기; 및
- [0401] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기로 치환된 페닐기, -F로 치환된 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, -Si( $Q_{31}$ )( $Q_{32}$ )( $Q_{33}$ ) 및 -N( $Q_{31}$ )( $Q_{32}$ ) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 펜탈레닐렌기, 인데닐렌기, 나프틸렌기, 아줄레닐렌기, 헵탈레닐렌기, 인다세닐렌기, 아세나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스퀴어로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페날레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 나프타세닐렌기, 피세닐렌기, 페릴레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 루비세닐렌기, 코로네닐렌기, 오발레닐렌기, 티오페닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오페닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오페닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기 및 피리디닐렌기;
- [0402] 중에서 선택되고,
- [0403] 상기  $Q_{31}$  내지  $Q_{33}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있다.
- [0404] 다른 구현예에 따르면,  $xa_1$  내지  $xa_4$ 는 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있다.
- [0405] 또 다른 구현예에 따르면,  $xa_5$ 는 1, 2, 3 또는 4일 수 있다.
- [0406] 또 다른 구현예에 따르면,  $R_{201}$  내지  $R_{204}$  및  $Q_{201}$ 은 서로 독립적으로, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스퀴어로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기 및 피리디닐기; 및
- [0407] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기로 치환된 페닐기, -F로 치환된 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기,

아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>) 및 -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 헵탈레닐기, 인테닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기 및 피리디닐기;

- [0408]       중에서 선택될 수 있고,
- [0409]       상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.
- [0410]       또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 201 중 R<sub>201</sub> 내지 R<sub>203</sub> 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로,
- [0411]       플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기; 및
- [0412]       중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기로 치환된 페닐기, -F로 치환된 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기;
- [0413]       중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0414]       또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 202 중 i) R<sub>201</sub>과 R<sub>202</sub>은 단일결합을 통하여 서로 연결될 수 있거나, 및/또는 ii) R<sub>203</sub>과 R<sub>204</sub>은 단일결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.
- [0415]       또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 202 중 R<sub>201</sub> 내지 R<sub>204</sub> 중 적어도 하나는,
- [0416]       카바졸일기; 및
- [0417]       중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기로 치환된 페닐기, -F로 치환된 페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오페닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된 카바졸일기;
- [0418]       중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0419]       상기 화학식 201로 표시되는 화합물은 하기 화학식 201A로 표시될 수 있다:
- [0420]       <화학식 201A>

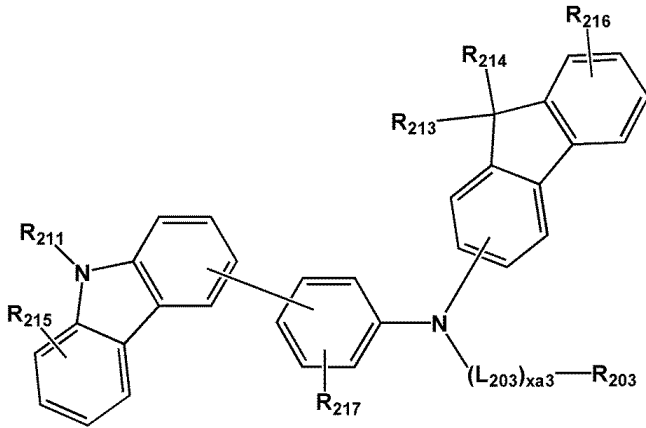


[0421]



[0422] 예를 들어, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물은 하기 화학식 201A(1)로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

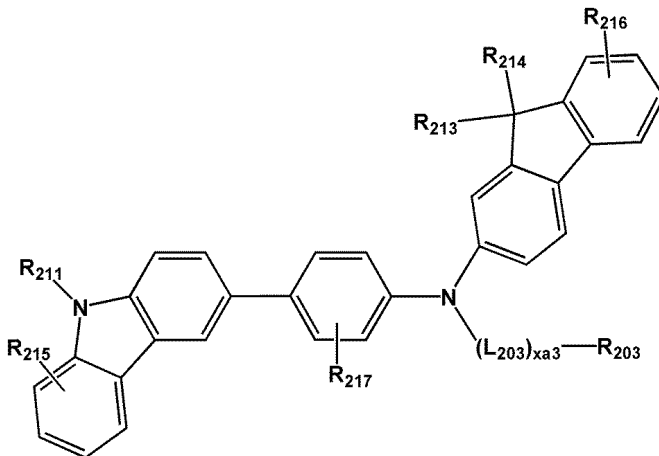
[0423] <화학식 201A(1)>



[0424]

[0425] 또 다른 예로서, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물은 하기 화학식 201A-1로 표시될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

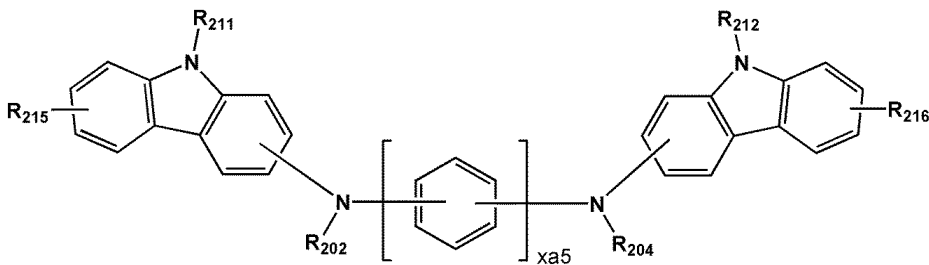
[0426] <화학식 201A-1>



[0427]

[0428] 한편, 상기 화학식 202로 표시되는 화합물은 하기 화학식 202A로 표시될 수 있다:

[0429] <화학식 202A>

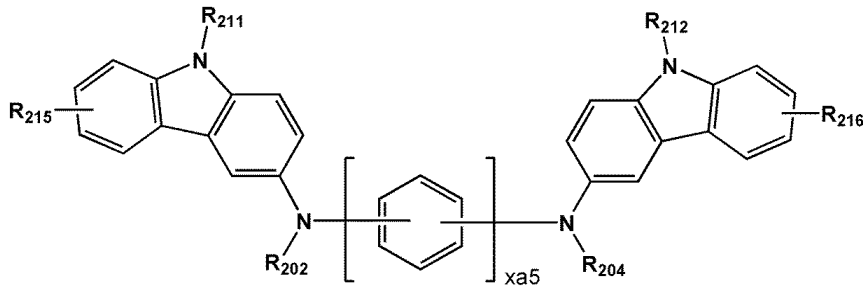


[0430]

[0431] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 202로 표시되는 화합물은 하기 화학식 202A-1로 표시될 수 있다:

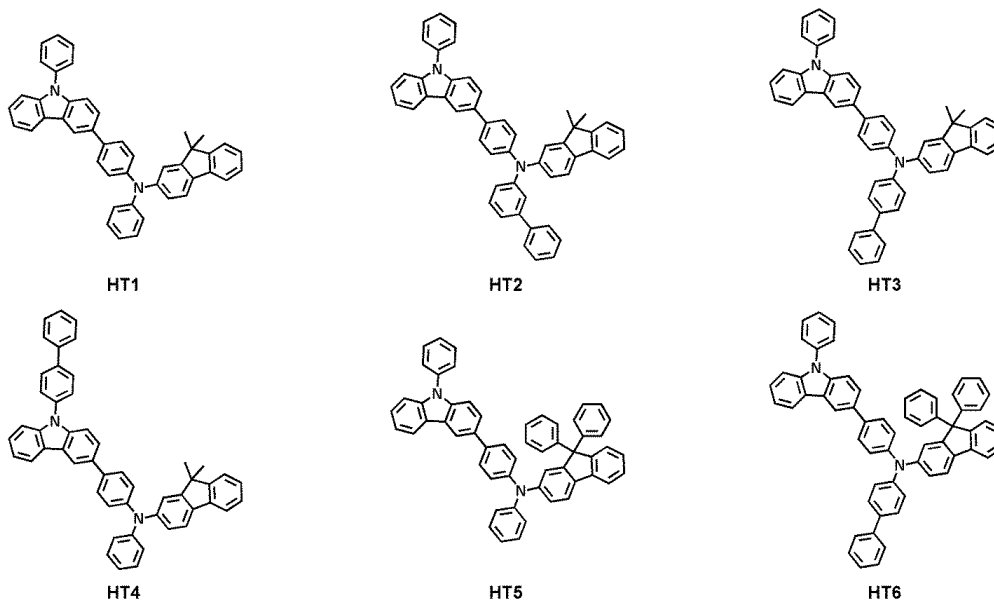


[0432] <화학식 202A-1>

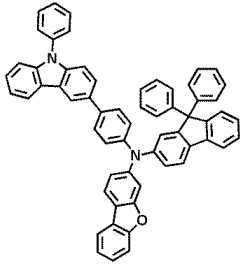


[0433] 상기 화학식 201A, 201A(1), 201A-1, 202A 및 202A-1 중,  
 [0434] L<sub>201</sub> 내지 L<sub>203</sub>, xa1 내지 xa3, xa5 및 R<sub>202</sub> 내지 R<sub>204</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,  
 [0435] R<sub>211</sub> 및 R<sub>212</sub>에 대한 설명은 본 명세서 중 R<sub>203</sub>에 대한 설명을 참조하고,  
 [0436] R<sub>213</sub> 내지 R<sub>217</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기, 시클로헵텐닐기, 시클로헥세닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기로 치환된 페닐기, -F로 치환된 페닐기, 펜탈레닐기, 인데닐기, 나프틸기, 아줄레닐기, 헵탈레닐기, 인다세닐기, 아세나프틸기, 플루오레닐기, 스페이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페날레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 나프타세닐기, 피세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 루비세닐기, 코로네닐기, 오발레닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기 및 피리디닐기 중에서 선택될 수 있다.

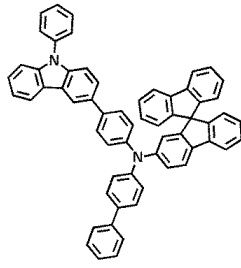
[0437] 상기 정공 수송 영역은 하기 화합물 HT1 내지 HT39 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



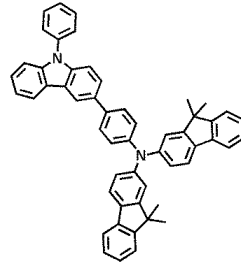
[0439]



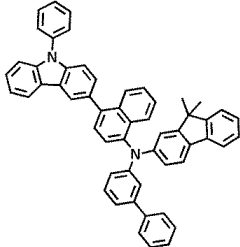
HT7



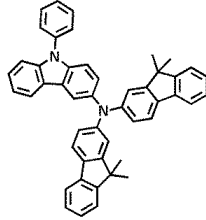
HT8



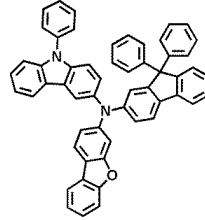
HT9



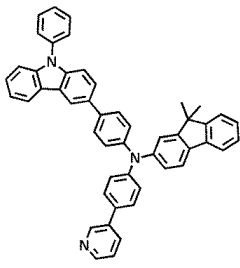
HT10



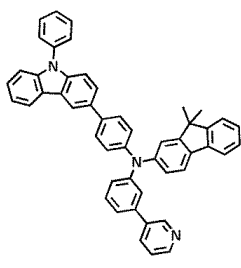
HT11



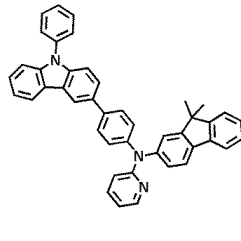
HT12



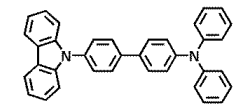
HT13



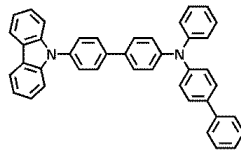
HT14



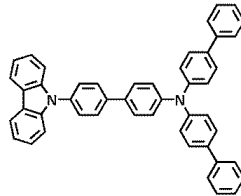
HT15



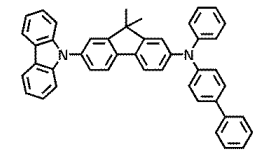
HT16



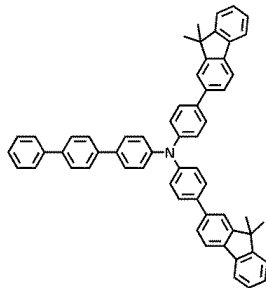
HT17



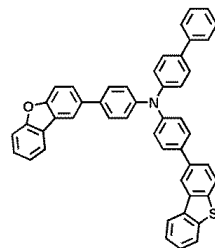
HT18



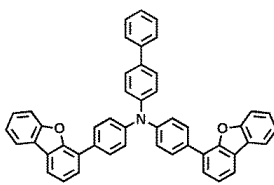
HT19



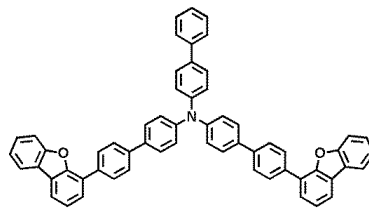
HT20



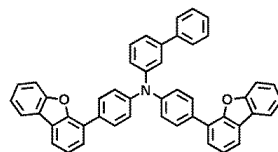
HT21



HT22



HT23

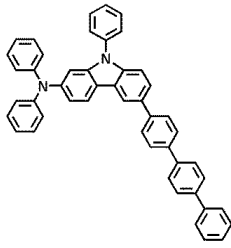


HT24

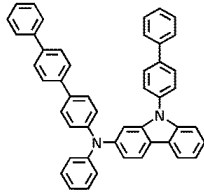
[0440]

[0441]

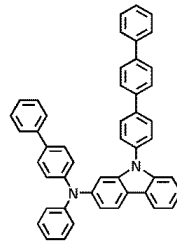
[0442]



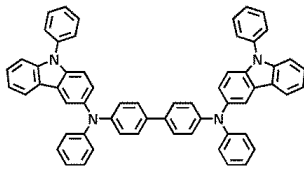
HT25



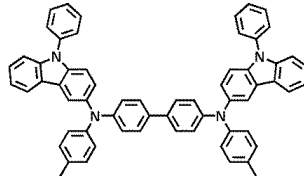
HT26



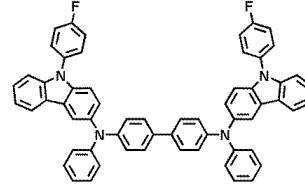
HT27



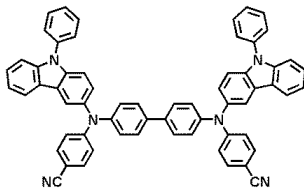
HT28



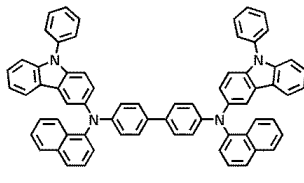
HT29



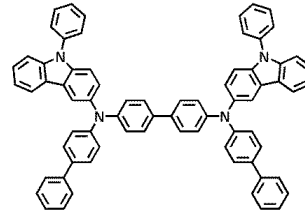
HT30



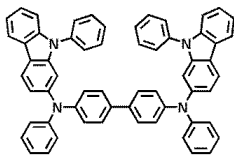
HT31



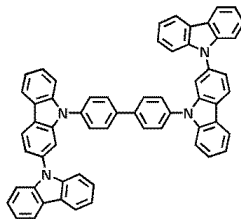
HT32



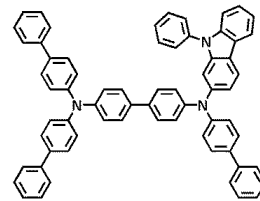
HT33



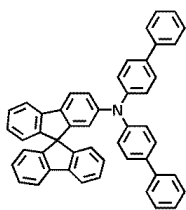
HT34



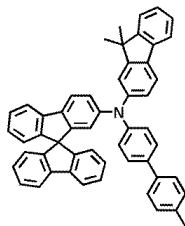
HT35



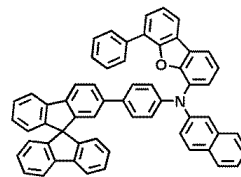
HT36



HT37



HT38



HT39

[0443]

[0444]

[0445]

[0446]

[0447]

상기 정공 수송 영역의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역이 정공 주입층 및 정공 수송층 중 적어도 하나를 포함한다면, 상기 정공 주입층의 두께는 약 100Å 내지 약 9000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å이고, 상기 정공 수송층의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 상기 정공 수송 영역, 정공 주입층 및 정공 수송층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

상기 발광 보조층은 발광층에서 방출되는 광의 파장에 따른 광학적 공진 거리를 보상하여 광 방출 효율을 증가시키는 역할을 하는 층이고, 상기 전자 저지층은 전자 수송 영역으로부터의 전자 주입을 방지하는 역할을 하는 층이다. 상기 발광 보조층 및 전자 저지층에는 상술한 바와 같은 물질이 포함될 수 있다.

[0448] [p-도펀트]

[0449] 상기 정공 수송 영역은 상술한 바와 같은 물질 외에, 도전성 향상을 위하여 전하-생성 물질을 더 포함할 수 있다. 상기 전하-생성 물질은 상기 정공 수송 영역 내에 균일하게 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.

[0450] 상기 전하-생성 물질은 예를 들면, p-도펀트일 수 있다.

[0451] 일 구현예에 따르면, 상기 p-도펀트의 LUMO는 -3.5eV 이하일 수 있다.

[0452] 상기 p-도펀트는, 퀴논 유도체, 금속 산화물 및 시아노기-함유 화합물 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0453] 예를 들어, 상기 p-도펀트는,

[0454] TCNQ (Tetracyanoquinodimethane) 및 F4-TCNQ (2,3,5,6-Tetrafluoro-7,7,8,8-tetracyanoquinodimethane) 등과 같은 퀴논 유도체;

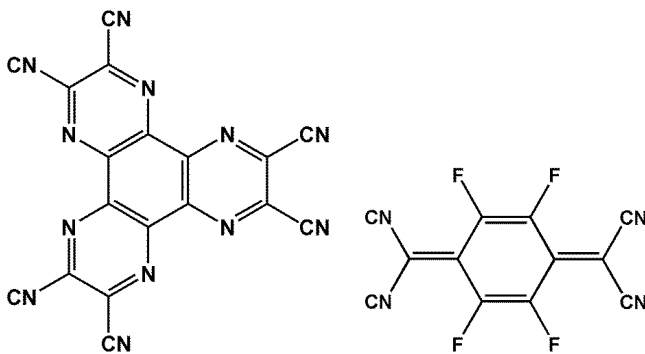
[0455] 텅스텐 산화물 및 몰리브덴 산화물 등과 같은 금속 산화물;

[0456] HAT-CN (1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile); 및

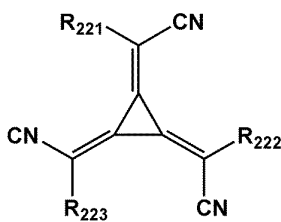
[0457] 하기 화학식 221로 표시되는 화합물;

[0458] 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0459] <HAT-CN> <F4-TCNQ>



[0460] <화학식 221>



[0462] [0463] 상기 화학식 221 중,

[0464] R<sub>221</sub> 내지 R<sub>223</sub>은 서로 독립적으로, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되며, 상기 R<sub>221</sub> 내지 R<sub>223</sub> 중 적어도 하나는 시아노기, -F, -Cl, -Br, -I, -F로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, -Cl로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, -Br로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 및 -I로 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기 중에서 선택된 적어도 하나의 치환기를 갖는다.

[0465] [유기층(150) 중 발광층]

[0466] 상기 유기 발광 소자(10)가 풀 컬러 유기 발광 소자일 경우, 발광층은, 개별 부화소별로, 적색 발광층, 녹색 발

광층 및 청색 발광층으로 패터닝될 수 있다. 또는, 상기 발광층은, 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층 중에서 선택된 2 이상의 층이 접촉 또는 이격되어 적층된 구조를 갖거나, 적색광 방출 물질, 녹색광 방출 물질 및 청색광 방출 물질 중에서 선택된 2 이상의 물질이 층구분없이 혼합된 구조를 가져, 백색광을 방출할 수 있다.

- [0467] 상기 발광층은 호스트 및 인광 도펀트를 포함할 수 있다.
- [0468] 상기 발광층 중 도펀트의 함량은 통상적으로 호스트 약 100 중량부에 대하여, 약 0.01 내지 약 40 중량부, 예를 들어 약 0.01 내지 약 15 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0469] 상기 발광층의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 상기 발광층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.
- [0470] [발광층 중 호스트]
- [0471] 상기 호스트는 전술한 헤테로시클릭 화합물을 포함할 수 있다.
- [0472] 일 구현예를 따르면, 상기 호스트는 하기 화학식 301로 표시되는 화합물을 더 포함할 수 있다.
- [0473] <화학식 301>
- [0474]  $[Ar_{301}]_{xb11}-[(L_{301})_{xb1}-R_{301}]_{xb21}$
- [0475] 상기 화학식 301 중,
- [0476]  $Ar_{301}$ 은 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0477]  $xb11$ 은 1, 2 또는 3이고,
- [0478]  $L_{301}$ 은, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,
- [0479]  $xb1$ 은 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,
- [0480]  $R_{301}$ 은, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{60}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{60}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹,  $-Si(Q_{301})(Q_{302})(Q_{303})$ ,  $-N(Q_{301})(Q_{302})$ ,  $-B(Q_{301})(Q_{302})$ ,  $-C(=O)(Q_{301})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{301})$  및  $-P(=O)(Q_{301})(Q_{302})$  중에서 선택되고,
- [0481]  $xb21$ 은 1 내지 5의 정수 중에서 선택되고,
- [0482]  $Q_{301}$  내지  $Q_{303}$ 는 서로 독립적으로,  $C_1-C_{10}$ 알킬기,  $C_1-C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0483] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 301 중  $Ar_{301}$ 은,
- [0484] 나프탈렌 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 디벤조플루오렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타렌 그룹, 인데노안트라센 그룹, 디벤조퓨란 그룹 및 디벤조티오펜 그룹; 및

[0485] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 나프탈렌 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 디벤조플루오렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 인데노안트라센 그룹, 디벤조퓨란 그룹 및 디벤조티오펜 그룹;

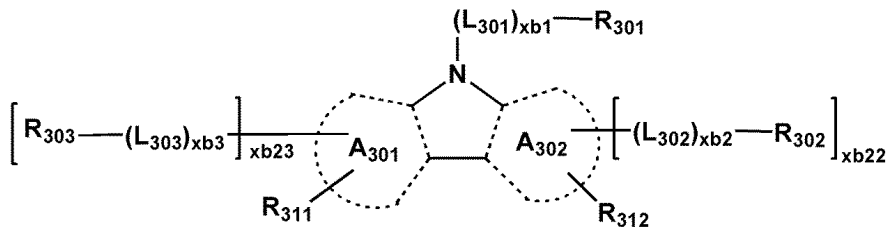
[0486] 중에서 선택되고,

[0487] Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0488] 상기 화학식 301 중 xb1이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar<sub>301</sub>은 단일결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.

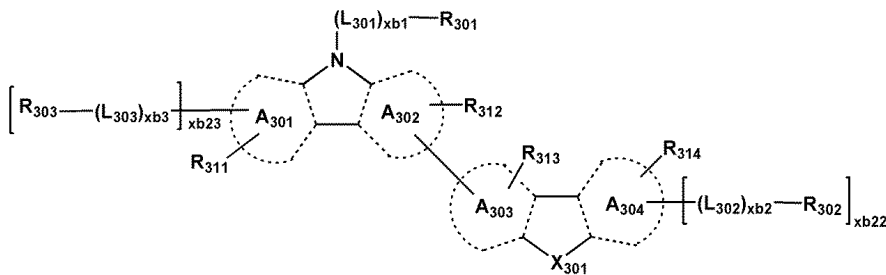
[0489] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 301로 표시되는 화합물은 하기 화학식 301-1 또는 301-2로 표시될 수 있다:

[0490] <화학식 301-1>



[0491]

[0492] <화학식 301-2>



[0493]

[0494] 상기 화학식 301-1 내지 301-2 중

[0495] A<sub>301</sub> 내지 A<sub>304</sub>는 서로 독립적으로, 벤젠, 나프탈렌, 페난트렌, 플루오란텐, 트리페닐렌, 파이렌, 크라이센, 피리딘, 피리미딘, 인덴, 플루오렌, 스파이로-비플루오렌, 벤조플루오렌, 디벤조플루오렌, 인돌, 카바졸, 벤조카바졸, 디벤조카바졸, 퓨란, 벤조퓨란, 디벤조퓨란, 나프토피란, 벤조나프토피란, 디나프토피란, 티오펜, 벤조티오펜, 디벤조티오펜, 나프토티오펜, 벤조나프토티오펜 및 디나프토티오펜 중에서 선택되고,

[0496] X<sub>301</sub>은 O, S 또는 N-[(L<sub>304</sub>)xb4-R<sub>304</sub>]이고,

[0497] R<sub>311</sub> 내지 R<sub>314</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택되고,

[0498] xb22 및 xb23은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2이고,

[0499] L<sub>301</sub>, xb1, R<sub>301</sub> 및 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조하고,

[0500] L<sub>302</sub> 내지 L<sub>304</sub>에 대한 설명은 서로 독립적으로, 상기 L<sub>301</sub>에 대한 설명을 참조하고,

[0501] Xb2 내지 xb4에 대한 설명은 서로 독립적으로, 상기 xb1에 대한 설명을 참조하고,

- [0502] R<sub>302</sub> 내지 R<sub>304</sub>에 대한 설명은 서로 독립적으로, 상기 R<sub>301</sub>에 대한 설명을 참조한다.
- [0503] 예를 들어, 상기 화학식 301, 301-1 및 301-2 중 L<sub>301</sub> 내지 L<sub>304</sub>는 서로 독립적으로,
- [0504] 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오펜렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오펜렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오펜렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸일렌기; 및
- [0505] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오펜기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 아자카바졸일기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오펜렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오펜렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오펜렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸일렌기;
- [0506] 중에서 선택되고,
- [0507] 상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조할 수 있다.
- [0508] 다른 예로서, 상기 화학식 301, 301-1 및 301-2 중 R<sub>301</sub> 내지 R<sub>304</sub>는 서로 독립적으로,
- [0509] 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오펜기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사



졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기; 및

[0510] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오펜기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기, 아자카바졸일기, -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오펜기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기;

[0511] 중에서 선택되고,

[0512] 상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조할 수 있다.

[0513] 또 다른 예로서, 상기 호스트는 알칼리토 금속 착체를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 호스트는 Be 착체 (예를 들면, 하기 화합물 H55), Mg 착체 및 Zn 착체 중에서 선택될 수 있다.

[0514] 상기 호스트는 ADN (9,10-Di(2-naphthyl)anthracene), MADN (2-Methyl-9,10-bis(naphthalen-2-yl)anthracene), TBADN (9,10-di-(2-naphthyl)-2-t-butyl-anthracene), CBP (4,4'-bis(N-carbazolyl)-1,1'-biphenyl), mCP (1,3-di-9-carbazolylbenzene) 및 TCP (1,3,5-tri(carbazol-9-yl)benzene) 중에서 선택된 적어도 하나를 더 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0515] [유기층(150) 중 발광층에 포함된 인광 도펀트]

[0516] 상기 인광 도펀트는 전술한 유기금속 화합물을 포함할 수 있다.

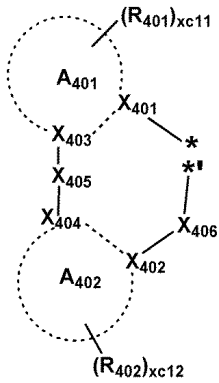
[0517] 일 구현예를 따르면, 상기 인광 도펀트는 하기 화학식 401로 표시되는 화합물을 더 포함할 수 있다.

[0518] <화학식 401>

[0519] M(L<sub>401</sub>)<sub>xc1</sub>(L<sub>402</sub>)<sub>xc2</sub>



[0520] <화학식 402>



[0521]

[0522]

[0523]

[0524]

[0525]

[0526]

[0527]

[0528]

[0529]

[0530]

[0531]

[0532]

[0533]

[0534]

상기 화학식 401 및 402 중,

M은 이리듐(Ir), 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 오스뮴(Os), 티탄(Ti), 지르코늄(Zr), 하프늄(Hf), 유로퓸(Eu), 테르븀(Tb), 로듐(Rh) 및 틀륨(Tm) 중에서 선택되고,

L<sub>401</sub>은 상기 화학식 402로 표시되는 리간드 중에서 선택되고, xc1은 1, 2 또는 3이고, xc1이 2 이상일 경우 2 이상의 L<sub>401</sub>은 서로 동일하거나 상이하고,

L<sub>402</sub>는 유기 리간드이고, xc2는 0 내지 4의 정수 중에서 선택되고, xc2가 2 이상일 경우 2 이상의 L<sub>402</sub>는 서로 동일하거나 상이하고,

X<sub>401</sub> 내지 X<sub>404</sub>는 서로 독립적으로, 질소 또는 탄소이고,

X<sub>401</sub>과 X<sub>403</sub>은 단일결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되고, X<sub>402</sub>와 X<sub>404</sub>는 단일결합 또는 이중 결합을 통하여 연결되고,

A<sub>401</sub> 및 A<sub>402</sub>는 서로 독립적으로, C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹 또는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이고,

X<sub>405</sub>는 단일결합, \*-O-\*, \*-S-\*, \*-C(=O)-\*, \*-N(Q<sub>411</sub>)-\*, \*-C(Q<sub>411</sub>)(Q<sub>412</sub>)-\*, \*-C(Q<sub>411</sub>)=C(Q<sub>412</sub>)-\*, \*-C(Q<sub>411</sub>)=\* 또는 \*=C(Q<sub>411</sub>)\*이고, 상기 Q<sub>411</sub> 및 Q<sub>412</sub>는, 수소, 중수소, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 또는 나프틸기이고,

X<sub>406</sub>은 단일결합, O 또는 S이고,

R<sub>401</sub> 및 R<sub>402</sub>는 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>401</sub>)(Q<sub>402</sub>)(Q<sub>403</sub>), -N(Q<sub>401</sub>)(Q<sub>402</sub>), -B(Q<sub>401</sub>)(Q<sub>402</sub>), -C(=O)(Q<sub>401</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>401</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>401</sub>)(Q<sub>402</sub>) 중에서 선택되고, 상기 Q<sub>401</sub> 내지 Q<sub>403</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, C<sub>6</sub>-C<sub>20</sub>아릴기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>헤테로아릴기 중에서 선택되고,

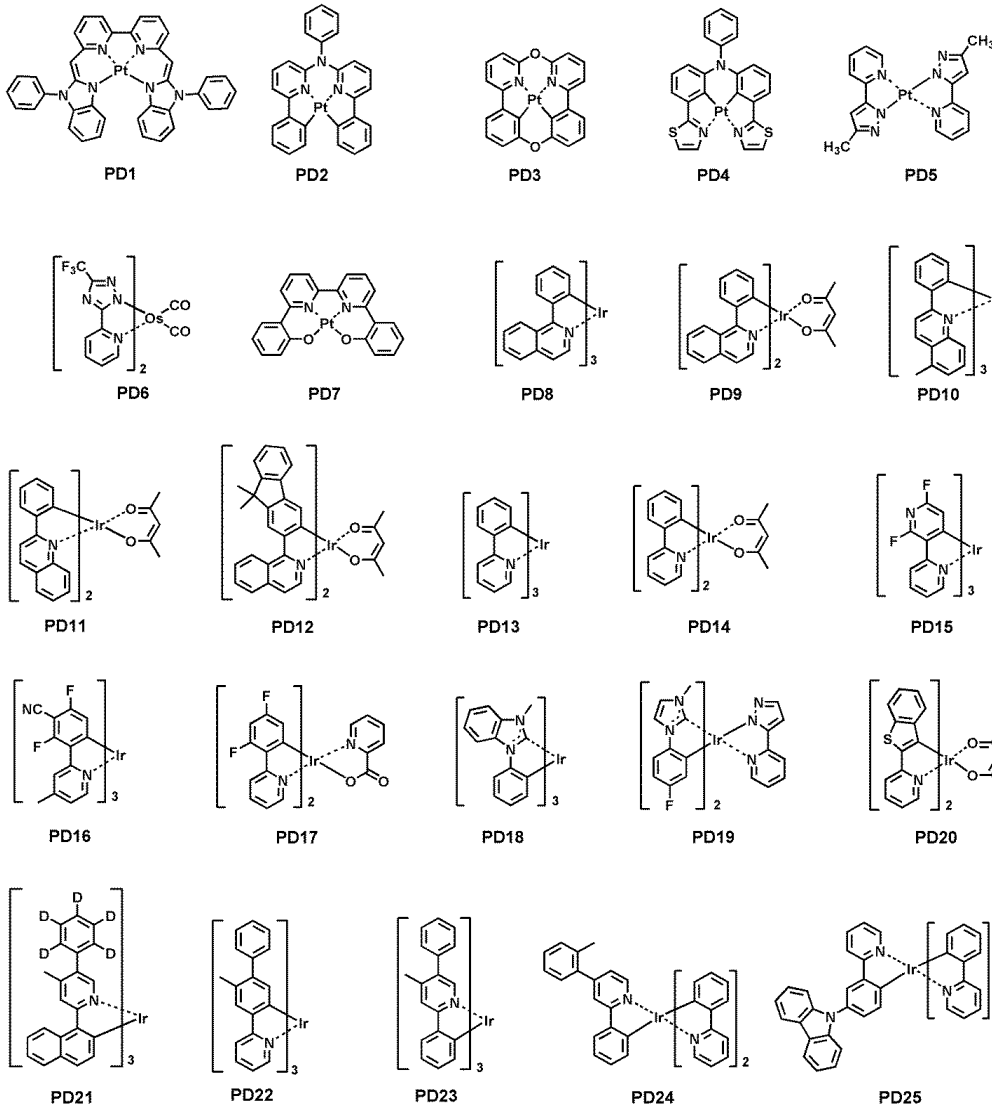
xc11 및 xc12는 서로 독립적으로, 0 내지 10의 정수 중에서 선택되고,

상기 화학식 402 중 \* 및 \*'은 상기 화학식 401 중 M과의 결합 사이트이다.

일 구현예에 따르면, 상기 화학식 402 중 A<sub>401</sub> 및 A<sub>402</sub>는 서로 독립적으로, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-바이플루오렌 그룹, 인덴 그룹, 피롤 그룹, 티오펜 그룹, 퓨란(furan) 그룹, 이미다졸 그룹, 피

라졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸(isoxazole) 그룹, 피리딘 그룹, 피라진 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 퀴놀살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 카바졸 그룹, 벤조이미다졸 그룹, 벤조퓨란(benzofuran) 그룹, 벤조티오펜 그룹, 이소벤조티오펜 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 이소벤조옥사졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 트리아진 그룹, 디벤조퓨란(dibenzofuran) 그룹 및 디벤조티오펜 그룹 중에서 선택될 수 있다.

- [0535] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 402 중 i)  $X_{401}$ 은 질소이고,  $X_{402}$ 는 탄소이거나, 또는 ii)  $X_{401}$ 과  $X_{402}$ 가 모두 질소일 수 있다.
- [0536] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 402 중  $R_{401}$  및  $R_{402}$ 는 서로 독립적으로,
- [0537] 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기 및  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기;
- [0538] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 페닐기, 나프틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만틸기, 노르보나닐기 및 노르보네닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기 및  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기;
- [0539] 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만틸기, 노르보나닐기, 노르보네닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오펜닐기;
- [0540] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만틸기, 노르보나닐기, 노르보네닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오펜닐기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 아다만틸기, 노르보나닐기, 노르보네닐기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 피리디닐기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 퀴놀살리닐기, 퀴나졸리닐기, 카바졸일기, 디벤조퓨라닐기 및 디벤조티오펜닐기; 및
- [0541]  $-Si(Q_{401})(Q_{402})(Q_{403})$ ,  $-N(Q_{401})(Q_{402})$ ,  $-B(Q_{401})(Q_{402})$ ,  $-C(=O)(Q_{401})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{401})$  및  $-P(=O)(Q_{401})(Q_{402})$ ;
- [0542] 중에서 선택되고,
- [0543] 상기  $Q_{401}$  내지  $Q_{403}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1$ - $C_{10}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0544] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 401 중  $x_{c1}$ 이 2 이상일 경우, 2 이상의  $L_{401}$  중 2개의  $A_{401}$ 은 선택적으로 (optionally), 연결기인  $X_{407}$ 을 통하여 서로 연결되거나, 2개의  $A_{402}$ 는 선택적으로, 연결기인  $X_{408}$ 을 통하여 서로 연결될 수 있다 (하기 화합물 PD1 내지 PD4 및 PD7 참조). 상기  $X_{407}$  및  $X_{408}$ 은 서로 독립적으로, 단일결합,  $*-O-*$ ,  $*-S-*$ ,  $*-C(=O)-*$ ,  $*-N(Q_{413})-*$ ,  $*-C(Q_{413})(Q_{414})-*$  또는  $*-C(Q_{413})=C(Q_{414})-*$  (여기서,  $Q_{413}$  및  $Q_{414}$ 는 서로 독립적으로, 수소, 중수소,  $C_1$ - $C_{20}$ 알킬기,  $C_1$ - $C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 또는 나프틸기임)일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0545] 상기 화학식 401 중  $L_{402}$ 는 임의의 1가, 2가 또는 3가의 유기 리간드일 수 있다. 예를 들어, 상기  $L_{402}$ 는 할로겐, 디케톤 (예를 들면, 아세틸아세토네이트), 카르복실산(예를 들면, 피콜리네이트),  $-C(=O)$ , 이소니트릴,  $-CN$  및 포스포러스 (예를 들면, 포스핀(phosphine), 포스파이트(phosphite)) 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0546] 또는, 상기 인광 도펀트는 예를 들어, 하기 화합물 PD1 내지 PD25 중에서 선택된 어느 하나를 더 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0547]

[0548]

[0549]

[0550]

[0551]

[0552]

[0553]

[0554]

[0555]

[0556]

[유기층(150) 중 전자 수송 영역]

상기 전자 수송 영역은 i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

상기 전자 수송 영역은, 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층, 전자 수송층(ETL) 및 전자 주입층 중에서 선택된 적어도 하나의 층을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

예를 들어, 상기 전자 수송 영역은, 발광층으로부터 차례로 적층된 전자 수송층/전자 주입층, 정공 저지층/전자 수송층/전자 주입층, 전자 조절층/전자 수송층/전자 주입층, 또는 버퍼층/전자 수송층/전자 주입층 등의 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 버퍼층, 정공 저지층, 전자 조절층 또는 전자 수송층)은,  $\pi$  전자 결핍성 합질소 고리를 적어도 하나 포함한 금속-비함유 화합물을 포함할 수 있다.

상기 " $\pi$  전자 결핍성 합질소 고리"는, 고리-형성 모이어티로서, 적어도 하나의 \*-N=\* 모이어티를 갖는 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹을 의미한다.

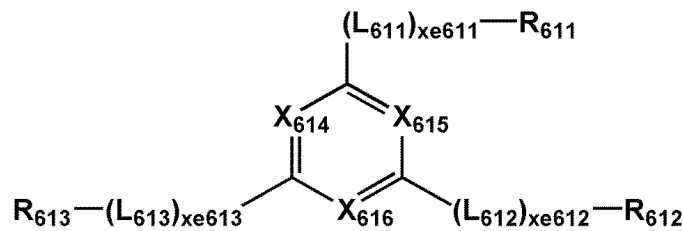
예를 들어, 상기 " $\pi$  전자 결핍성 합질소 고리"는, i) 적어도 하나의 \*-N=\* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹이거나, ii) 적어도 하나의 \*-N=\* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹 중 2 이상이 서로 축합되어 있는 헤테로폴리시클릭 그룹이거나, 또는 iii) 적어도 하나의 \*-N=\* 모이어티를 갖는 5원 내지 7원 헤테로모노시클릭 그룹 중 적어도 하나와, 적어도 하나의 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹이 서로 축합되

어 있는 헤테로폴리시클릭 그룹일 수 있다.

- [0557] 상기  $\pi$  전자 결핍성 함질소 고리의 구체예로는, 이미다졸, 피라졸, 티아졸, 이소티아졸, 옥사졸, 이속사졸, 피리딘, 피라진, 피리미딘, 피리다진, 인다졸, 푸린(purine), 퀴놀린, 이소퀴놀린, 벤조퀴놀린, 프탈라진, 나프티리딘, 퀴녹살린, 퀴나졸린, 시놀린, 페난트리딘, 아크리딘, 페난트롤린, 페나진, 벤조이미다졸, 이소벤조티아졸, 벤조옥사졸, 이소벤조옥사졸, 트리아졸, 테트라졸, 옥사디아졸, 트리아진, 티아디아졸, 이미다조피리딘, 이미다조피리미딘, 아자카바졸 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0558] 예를 들어, 상기 전자 수송 영역은 하기 화학식 601로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0559] <화학식 601>
- [0560]  $[Ar_{601}]_{xe11}-[(L_{601})_{xe1}-R_{601}]_{xe21}$
- [0561] 상기 화학식 601 중,
- [0562]  $Ar_{601}$ 은 치환 또는 비치환된  $C_5-C_{60}$ 카보시클릭 그룹 또는 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로시클릭 그룹이고,
- [0563]  $xe11$ 은 1, 2 또는 3이고,
- [0564]  $L_{601}$ 은, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴렌기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴렌기, 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹 및 치환 또는 비치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹 중에서 선택되고,
- [0565]  $xe1$ 은 0 내지 5의 정수 중에서 선택되고,
- [0566]  $R_{601}$ 은, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{10}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{10}$ 헤테로시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{60}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{60}$ 헤테로아릴기, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환 또는 비치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹,  $-Si(Q_{601})(Q_{602})(Q_{603})$ ,  $-C(=O)(Q_{601})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{601})$  및  $-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$  중에서 선택되고,
- [0567] 상기  $Q_{601}$  내지  $Q_{603}$ 은 서로 독립적으로,  $C_1-C_{10}$ 알킬기,  $C_1-C_{10}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 또는 나프틸기이고,
- [0568]  $xe21$ 은 1 내지 5의 정수 중에서 선택된다.
- [0569] 일 구현예에 따르면, 상기  $xe11$ 개의  $Ar_{601}$  및  $xe21$ 개의  $R_{601}$  중 적어도 하나는, 상술한 바와 같은  $\pi$  전자 결핍성 함질소 고리를 포함할 수 있다.
- [0570] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 601 중 고리  $Ar_{601}$ 은,
- [0571] 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 디벤조플루오렌 그룹, 페달렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 페릴렌 그룹, 펜타펜 그룹, 인데노안트라센 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 카바졸 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 피리딘 그룹, 피라진 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 인다졸 그룹, 푸린 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 시놀린 그룹, 페난트리딘 그룹, 아크리딘 그룹, 페난트롤린 그룹, 페나진 그룹, 벤조이미다졸 그룹, 이소벤조티아졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 이소벤조옥사졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 트리아진 그룹, 티아디아졸 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹 및 아자카바졸 그룹; 및
- [0572] 중수소,  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-I$ , 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기,  $C_1-C_{20}$ 알킬기,  $C_1-C_{20}$ 알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기,  $-Si(Q_{31})(Q_{32})(Q_{33})$ ,  $-S(=O)_2(Q_{31})$  및  $-P(=O)(Q_{31})(Q_{32})$  중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 벤젠 그룹, 나프탈렌 그룹, 플루오렌 그룹, 스파이로-비

플루오렌 그룹, 벤조플루오렌 그룹, 디벤조플루오렌 그룹, 페날렌 그룹, 페난트렌 그룹, 안트라센 그룹, 플루오란텐 그룹, 트리페닐렌 그룹, 파이렌 그룹, 크라이센 그룹, 나프타센 그룹, 피센 그룹, 페틸렌 그룹, 펜타켄 그룹, 인데노안트라센 그룹, 디벤조퓨란 그룹, 디벤조티오펜 그룹, 카바졸 그룹, 이미다졸 그룹, 피라졸 그룹, 티아졸 그룹, 이소티아졸 그룹, 옥사졸 그룹, 이속사졸 그룹, 피리딘 그룹, 피라진 그룹, 피리미딘 그룹, 피리다진 그룹, 인다졸 그룹, 푸린 그룹, 퀴놀린 그룹, 이소퀴놀린 그룹, 벤조퀴놀린 그룹, 프탈라진 그룹, 나프티리딘 그룹, 퀴녹살린 그룹, 퀴나졸린 그룹, 시놀린 그룹, 페난트리딘 그룹, 아크리딘 그룹, 페난트롤린 그룹, 페나진 그룹, 벤조이미다졸 그룹, 이소벤조티아졸 그룹, 벤조옥사졸 그룹, 이소벤조옥사졸 그룹, 트리아졸 그룹, 테트라졸 그룹, 옥사디아졸 그룹, 트리아진 그룹, 티아디아졸 그룹, 이미다조피리딘 그룹, 이미다조피리미딘 그룹 및 아자카바졸 그룹;

- [0573] 중에서 선택될 수 있고,
- [0574] 상기 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있다.
- [0575] 상기 화학식 601 중 xe<sub>11</sub>이 2 이상일 경우 2 이상의 Ar<sub>601</sub>은 단일결합을 통하여 서로 연결될 수 있다.
- [0576] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 601 중 Ar<sub>601</sub>은 안트라센 그룹일 수 있다.
- [0577] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 601로 표시되는 화합물은 하기 화학식 601-1로 표시될 수 있다:
- [0578] <화학식 601-1>



- [0579]
- [0580] 상기 화학식 601-1 중,
- [0581] X<sub>614</sub>는 N 또는 C(R<sub>614</sub>)이고, X<sub>615</sub>는 N 또는 C(R<sub>615</sub>)이고, X<sub>616</sub>은 N 또는 C(R<sub>616</sub>)이고, X<sub>614</sub> 내지 X<sub>616</sub> 중 적어도 하나는 N이고,
- [0582] L<sub>611</sub> 내지 L<sub>613</sub>은 서로 독립적으로, 상기 L<sub>601</sub>에 대한 설명을 참조하고,
- [0583] xe<sub>611</sub> 내지 xe<sub>613</sub>은 서로 독립적으로, 상기 xe<sub>1</sub>에 대한 설명을 참조하고,
- [0584] R<sub>611</sub> 내지 R<sub>613</sub>은 서로 독립적으로, 상기 R<sub>601</sub>에 대한 설명을 참조하고,
- [0585] R<sub>614</sub> 내지 R<sub>616</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기 및 나프틸기 중에서 선택될 수 있다.
- [0586] 일 구현예에 따르면, 상기 화학식 601 및 601-1 중 L<sub>601</sub> 및 L<sub>611</sub> 내지 L<sub>613</sub>은 서로 독립적으로,
- [0587] 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오펜레닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오펜레닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오펜레닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸

일렌기; 및

[0588] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐렌기, 나프틸렌기, 플루오레닐렌기, 스파이로-비플루오레닐렌기, 벤조플루오레닐렌기, 디벤조플루오레닐렌기, 페난트레닐렌기, 안트라세닐렌기, 플루오란테닐렌기, 트리페닐레닐렌기, 파이레닐렌기, 크라이세닐렌기, 페틸레닐렌기, 펜타페닐렌기, 헥사세닐렌기, 펜타세닐렌기, 티오페닐렌기, 퓨라닐렌기, 카바졸일렌기, 인돌일렌기, 이소인돌일렌기, 벤조퓨라닐렌기, 벤조티오페닐렌기, 디벤조퓨라닐렌기, 디벤조티오페닐렌기, 벤조카바졸일렌기, 디벤조카바졸일렌기, 디벤조실롤일렌기, 피리디닐렌기, 이미다졸일렌기, 피라졸일렌기, 티아졸일렌기, 이소티아졸일렌기, 옥사졸일렌기, 이속사졸일렌기, 티아디아졸일렌기, 옥사디아졸일렌기, 피라지닐렌기, 피리미디닐렌기, 피리다지닐렌기, 트리아지닐렌기, 퀴놀리닐렌기, 이소퀴놀리닐렌기, 벤조퀴놀리닐렌기, 프탈라지닐렌기, 나프티리디닐렌기, 퀴녹살리닐렌기, 퀴나졸리닐렌기, 시놀리닐렌기, 페난트리디닐렌기, 아크리디닐렌기, 페난트롤리닐렌기, 페나지닐렌기, 벤조이미다졸일렌기, 이소벤조티아졸일렌기, 벤조옥사졸일렌기, 이소벤조옥사졸일렌기, 트리아졸일렌기, 테트라졸일렌기, 이미다조피리디닐렌기, 이미다조피리미디닐렌기 및 아자카바졸일렌기;

[0589] 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0590] 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 601 및 601-1 중 xe1 및 xe611 내지 xe613은 서로 독립적으로, 0, 1 또는 2일 수 있다.

[0591] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 화학식 601 및 601-1 중 R<sub>601</sub> 및 R<sub>611</sub> 내지 R<sub>613</sub>은 서로 독립적으로,

[0592] 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기;

[0593] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>알콕시기, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기, 나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페틸레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오페닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오페닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오페닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, 페닐기, 비페닐기, 터페닐기,



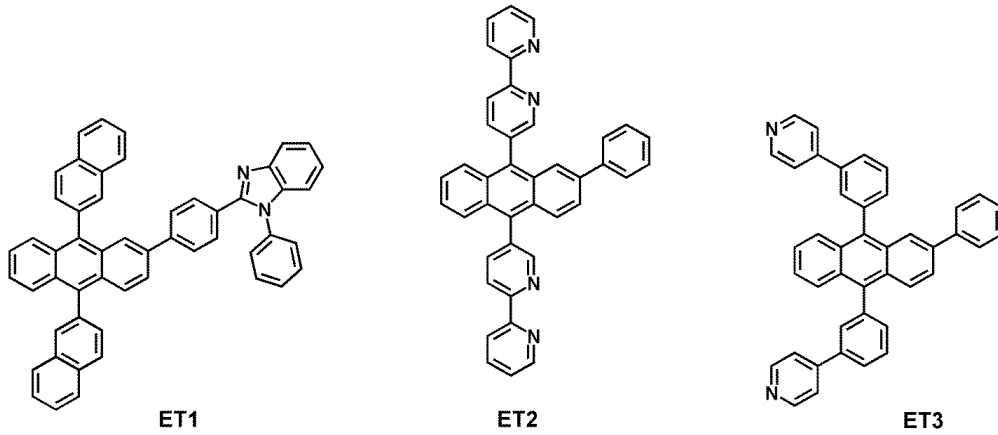
나프틸기, 플루오레닐기, 스파이로-비플루오레닐기, 벤조플루오레닐기, 디벤조플루오레닐기, 페난트레닐기, 안트라세닐기, 플루오란테닐기, 트리페닐레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기, 페릴레닐기, 펜타페닐기, 헥사세닐기, 펜타세닐기, 티오펜닐기, 퓨라닐기, 카바졸일기, 인돌일기, 이소인돌일기, 벤조퓨라닐기, 벤조티오펜닐기, 디벤조퓨라닐기, 디벤조티오펜닐기, 벤조카바졸일기, 디벤조카바졸일기, 디벤조실롤일기, 피리디닐기, 이미다졸일기, 피라졸일기, 티아졸일기, 이소티아졸일기, 옥사졸일기, 이속사졸일기, 티아디아졸일기, 옥사디아졸일기, 피라지닐기, 피리미디닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기, 벤조퀴놀리닐기, 프탈라지닐기, 나프티리디닐기, 퀴녹살리닐기, 퀴나졸리닐기, 시놀리닐기, 페난트리디닐기, 아크리디닐기, 페난트롤리닐기, 페나지닐기, 벤조이미다졸일기, 이소벤조티아졸일기, 벤조옥사졸일기, 이소벤조옥사졸일기, 트리아졸일기, 테트라졸일기, 이미다조피리디닐기, 이미다조피리미디닐기 및 아자카바졸일기; 및

[0594]  $-S(=O)_2(Q_{601})$  및  $-P(=O)(Q_{601})(Q_{602})$ ;

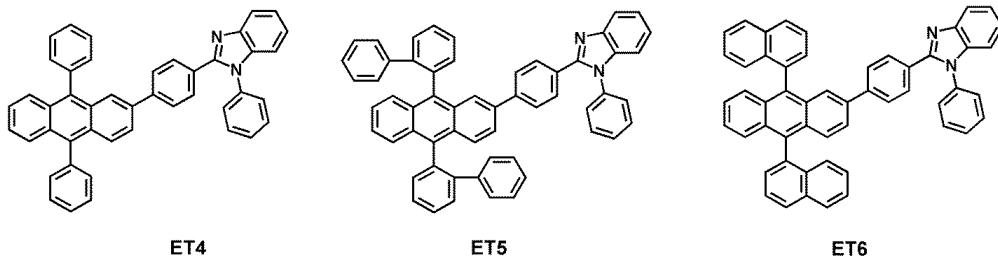
[0595] 중에서 선택되고,

[0596] 상기  $Q_{601}$  및  $Q_{602}$ 에 대한 설명은 본 명세서에 기재된 바를 참조한다.

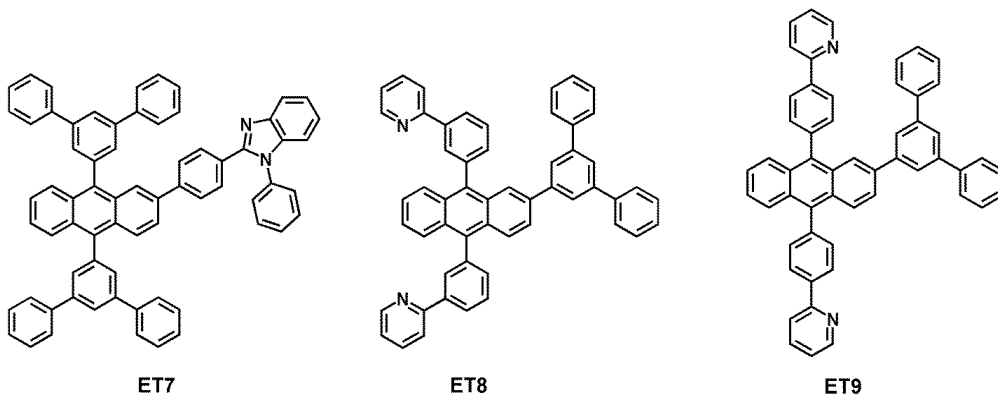
[0597] 상기 전자 수송 영역은 하기 화합물 ET1 내지 ET36 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



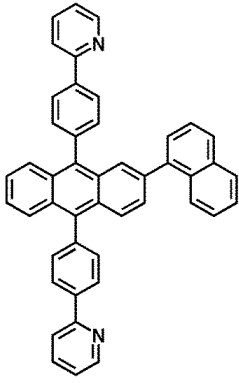
[0598]



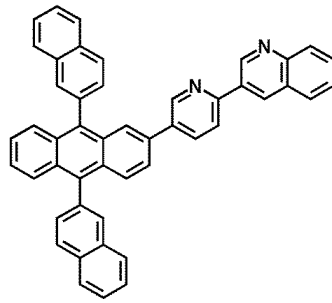
[0599]



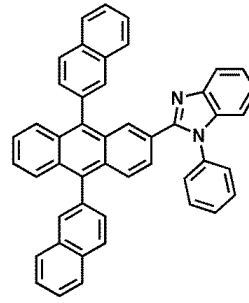
[0600]



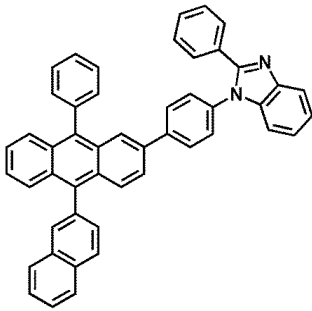
ET10



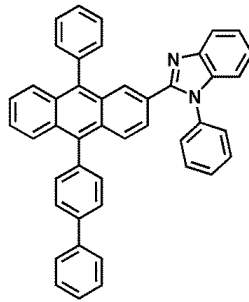
ET11



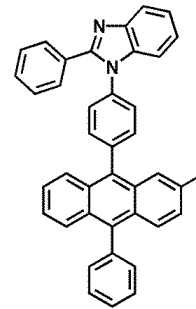
ET12



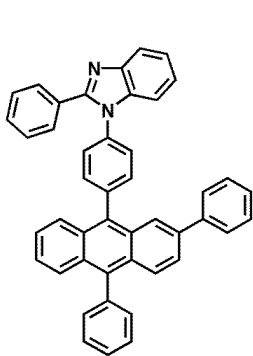
ET13



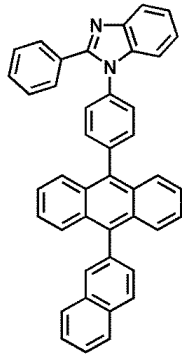
ET14



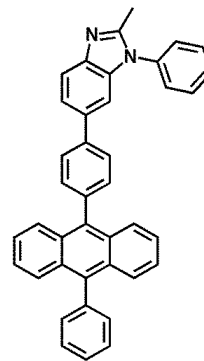
ET15



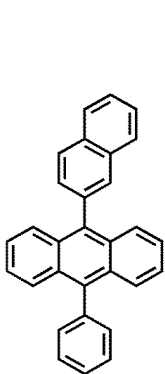
ET16



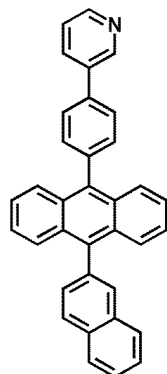
ET17



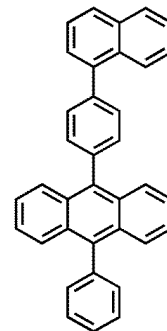
ET18



ET19



ET20



ET21

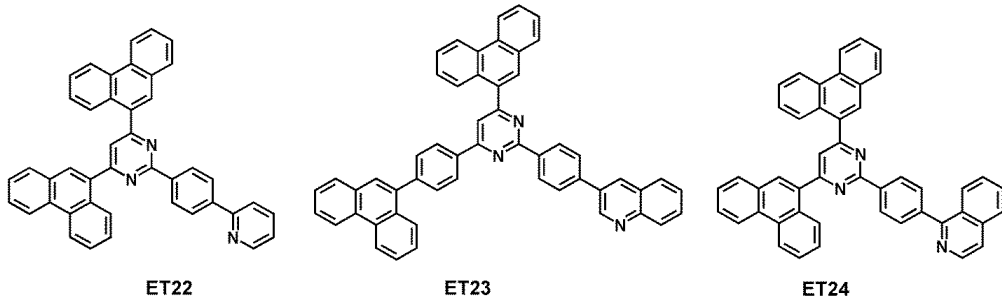
[0601]

[0602]

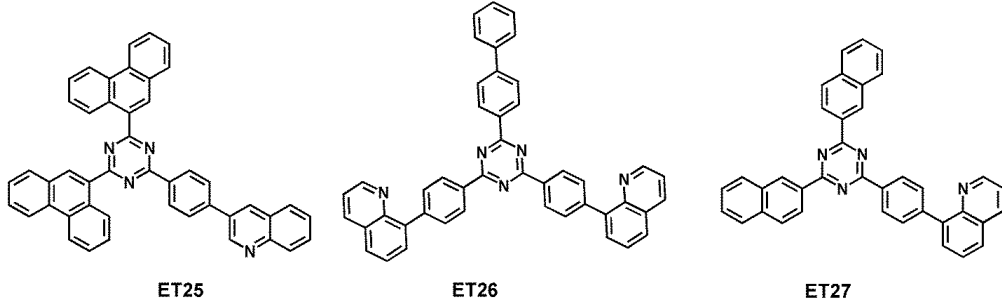
[0603]

[0604]

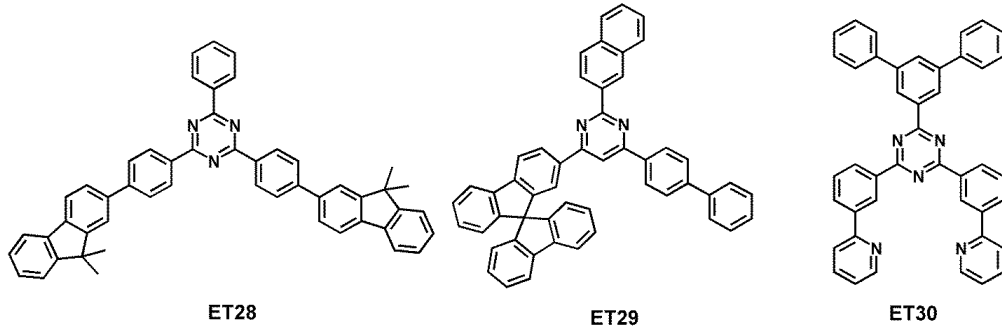




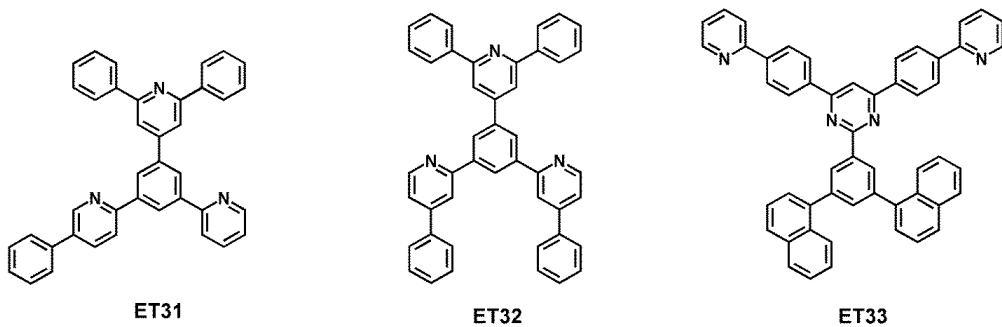
[0605]



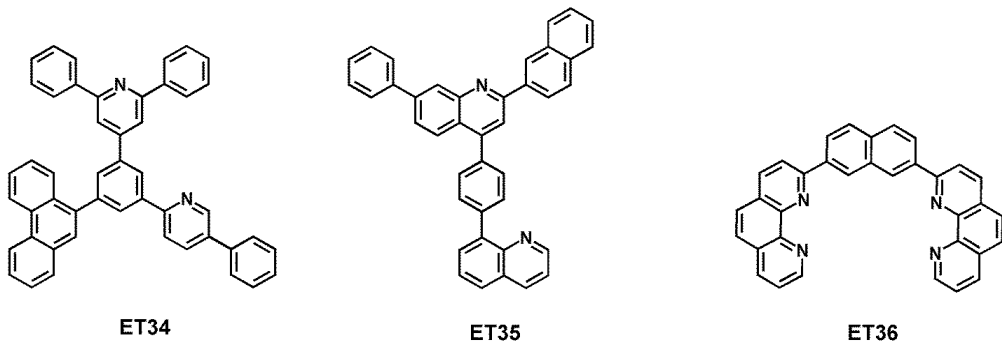
[0606]



[0607]

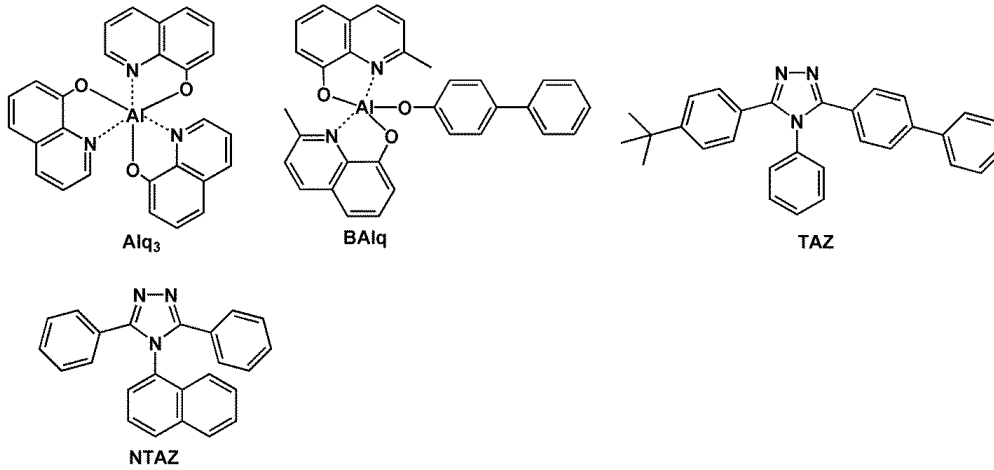


[0608]



[0609]

[0610] 또는, 상기 전자 수송 영역은 BCP(2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline), Bphen(4,7-Diphenyl-1,10-phenanthroline), Alq<sub>3</sub>, BA1q, TAZ(3-(Biphenyl-4-yl)-5-(4-*tert*-butylphenyl)-4-phenyl-4*H*-1,2,4-triazole) 및 NTAZ 중에서 선택된 적어도 하나의 화합물을 포함할 수 있다.



[0611]

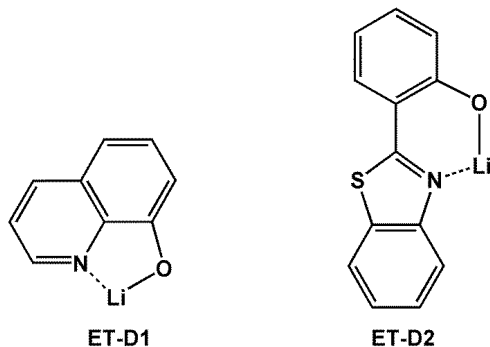
[0612] 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께는 서로 독립적으로, 약 20Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 30Å 내지 약 300Å일 수 있다. 상기 버퍼층, 정공 저지층 또는 전자 조절층의 두께가 전술한 바와 같은 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 정공 저지 특성 또는 전자 조절 특성을 얻을 수 있다.

[0613] 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.

[0614] 상기 전자 수송 영역(예를 들면, 상기 전자 수송 영역 중 전자 수송층)은 상술한 바와 같은 물질 외에, 금속-함유 물질을 더 포함할 수 있다.

[0615] 상기 금속-함유 물질은 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체의 금속 이온은, Li 이온, Na 이온, K 이온, Rb 이온 및 Cs 이온 중에서 선택될 수 있고, 상기 알칼리 토금속 착체의 금속 이온은 Be 이온, Mg 이온, Ca 이온, Sr 이온 및 Ba 이온 중에서 선택될 수 있다. 상기 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체의 금속 이온에 배위된 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히드록시디페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린 및 시클로펜타다이엔 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0616] 예를 들면, 상기 금속-함유 물질은 Li 착체를 포함할 수 있다. 상기 Li 착체는, 예를 들면, 하기 화합물 ET-D1(리튬 퀴놀레이트, LiQ) 또는 ET-D2를 포함할 수 있다.



[0617]

[0618] 상기 전자 수송 영역은, 제2전극(190)으로부터의 전자 주입을 용이하게 하는 전자 주입층을 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층은 상기 제2전극(190)과 직접(directly) 접촉할 수 있다.

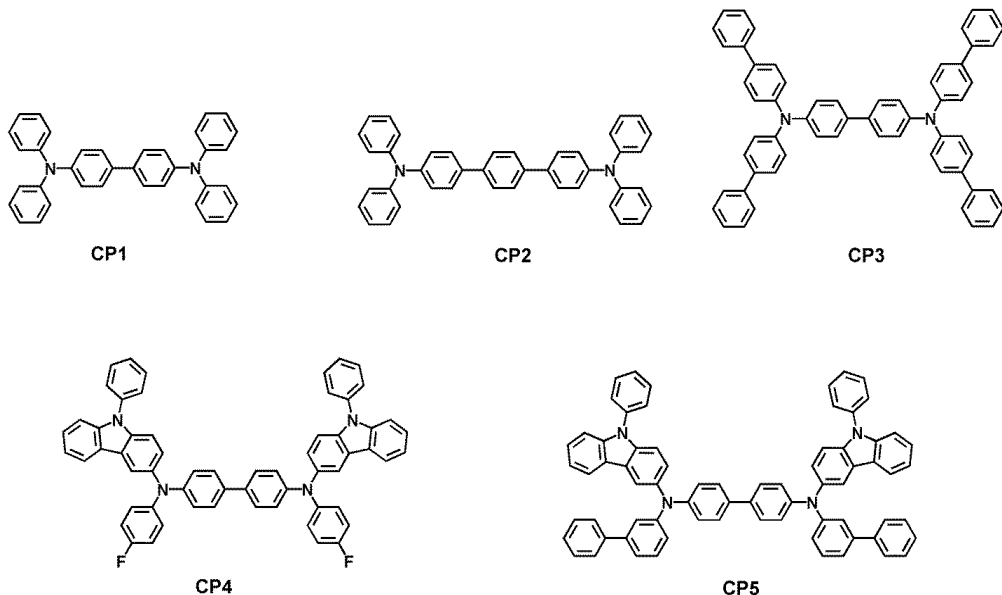
[0619] 상기 전자 주입층은 i) 단일 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조, ii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 단일층으로 이루어진 단층 구조 또는 iii) 복수의 서로 다른 물질로 이루어진 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.

[0620] 상기 전자 주입층은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 희

토류 금속 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체 또는 이들 중 임의의 조합을 포함할 수 있다.

- [0621] 상기 알칼리 금속은, Li, Na, K, Rb 및 Cs 중에서 선택될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 알칼리 금속은 Li, Na 또는 Cs일 수 있다. 다른 구현예에 따르면, 상기 알칼리 금속은 Li 또는 Cs일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0622] 상기 알칼리 토금속은, Mg, Ca, Sr, 및 Ba 중에서 선택될 수 있다.
- [0623] 상기 희토류 금속은 Sc, Y, Ce, Tb, Yb 및 Gd 중에서 선택될 수 있다.
- [0624] 상기 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물 및 상기 희토류 금속 화합물은, 상기 알칼리 금속, 상기 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 산화물 및 할로젠화물(예를 들면, 불화물, 염화물, 브롬화물, 요오드화물 등) 중에서 선택될 수 있다.
- [0625] 상기 알칼리 금속 화합물은,  $Li_2O$ ,  $Cs_2O$ ,  $K_2O$  등과 같은 알칼리 금속 산화물 및 LiF, NaF, CsF, KF, LiI, NaI, CsI, KI 등과 같은 알칼리 금속 할로젠화물 중에서 선택될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 알칼리 금속 화합물은, LiF,  $Li_2O$ , NaF, LiI, NaI, CsI, KI 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0626] 상기 알칼리 토금속 화합물은, BaO, SrO, CaO,  $Ba_xSr_{1-x}O(0<x<1)$ ,  $Ba_xCa_{1-x}O(0<x<1)$  등과 같은 알칼리 토금속 화합물 중에서 선택될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 알칼리 토금속 화합물은, BaO, SrO 및 CaO 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0627] 상기 희토류 금속 화합물은,  $YbF_3$ ,  $ScF_3$ ,  $ScO_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $Ce_2O_3$ ,  $GdF_3$ , 및  $TbF_3$  중에서 선택될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 희토류 금속 화합물은  $YbF_3$ ,  $ScF_3$ ,  $TbF_3$ ,  $YbI_3$ ,  $ScI_3$ ,  $TbI_3$  중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0628] 상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체는, 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속 및 희토류 금속의 이온을 포함하고, 상기 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체 및 희토류 금속 착체의 금속 이온에 배워진 리간드는, 서로 독립적으로, 히드록시퀴놀린, 히드록시이소퀴놀린, 히드록시벤조퀴놀린, 히드록시아크리딘, 히드록시페난트리딘, 히드록시페닐옥사졸, 히드록시페닐티아졸, 히드록시디페닐옥사디아졸, 히드록시디페닐티아디아졸, 히드록시페닐피리딘, 히드록시페닐벤조이미다졸, 히드록시페닐벤조티아졸, 비피리딘, 페난트롤린 및 시클로펜타다이엔 중에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0629] 상기 전자 주입층은 상술한 바와 같은 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 희토류 금속 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체 또는 이들 중 임의의 조합만으로 이루어져 있거나, 상기 유기물을 더 포함할 수 있다. 상기 전자 주입층이 유기물을 더 포함할 경우, 상기 알칼리 금속, 알칼리 토금속, 희토류 금속, 알칼리 금속 화합물, 알칼리 토금속 화합물, 희토류 금속 화합물, 알칼리 금속 착체, 알칼리 토금속 착체, 희토류 금속 착체 또는 이들 중 임의의 조합은 상기 유기물로 이루어진 매트릭스에 균일 또는 불균일하게 분산되어 있을 수 있다.
- [0630] 상기 전자 주입층의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 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.
- [0631] [제2전극(190)]
- [0632] 상술한 바와 같은 유기층(150) 상부에는 제2전극(190)이 배치되어 있다. 상기 제2전극(190)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때, 상기 제2전극(190)용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물 및 이들의 조합(combination)을 사용할 수 있다.
- [0633] 상기 제2전극(190)은, 리튬(Li), 은(Ag), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄-리튬(Al-Li), 칼슘(Ca), 마그네슘-인듐(Mg-In), 마그네슘-은(Mg-Ag), ITO 및 IZO 중에서 선택된 적어도 하나를 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 상기 제2전극(190)은 투과형 전극, 반투과형 전극 또는 반사형 전극일 수 있다.
- [0634] 상기 제2전극(190)은 단일층인 단층 구조 또는 복수의 층을 갖는 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0635] [도 2 내지 4에 대한 설명]

- [0636] 한편, 도 2의 유기 발광 소자(20)는 제1캐핑층(210), 제1전극(110), 유기층(150) 및 제2전극(190)이 차례로 적층된 구조를 갖고, 도 3의 유기 발광 소자(30)는 제1전극(110), 유기층(150), 제2전극(190) 및 제2캐핑층(220)이 차례로 적층된 구조를 갖고, 도 4의 유기 발광 소자(40)는 제1캐핑층(210), 제1전극(110), 유기층(150), 제2전극(190) 및 제2캐핑층(220)이 차례로 적층된 구조를 갖는다.
- [0637] 도 2 내지 4 중 제1전극(110), 유기층(150) 및 제2전극(190)에 대한 설명은 도 1에 대한 설명을 참조한다.
- [0638] 유기 발광 소자(20, 40)의 유기층(150) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제1전극(110) 및 제1캐핑층(210)을 지나 외부로 추출될 수 있고, 유기 발광 소자(30, 40)의 유기층(150) 중 발광층에서 생성된 광은 반투과형 전극 또는 투과형 전극인 제2전극(190) 및 제2캐핑층(220)을 지나 외부로 추출될 수 있다.
- [0639] 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220)은 보강 간섭의 원리에 의하여 외부 발광 효율을 향상시키는 역할을 할 수 있다.
- [0640] 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220)은 서로 독립적으로, 유기물로 이루어진 유기 캐핑층, 무기물로 이루어진 무기 캐핑층, 또는 유기물 및 무기물을 포함한 복합 캐핑층일 수 있다.
- [0641] 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물, 아민계 화합물, 포르핀 유도체 (porphine derivatives), 프탈로시아닌 유도체 (phthalocyanine derivatives), 나프탈로시아닌 유도체 (naphthalocyanine derivatives), 알칼리 금속 착체 및 알칼리 토금속 착체 중에서 선택된 적어도 하나의 물질을 포함할 수 있다. 상기 카보시클릭 화합물, 헤테로시클릭 화합물 및 아민계 화합물은, 선택적으로, O, N, S, Se, Si, F, Cl, Br 및 I 중에서 선택된 적어도 하나의 원소를 포함한 치환기로 치환될 수 있다. 일 구현예에 따르면, 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 아민계 화합물을 포함할 수 있다.
- [0642] 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화학식 201로 표시되는 화합물 또는 상기 화학식 202로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다.
- [0643] 또 다른 구현예에 따르면, 상기 제1캐핑층(210) 및 제2캐핑층(220) 중 적어도 하나는, 서로 독립적으로, 상기 화합물 HT28 내지 HT33 및 하기 화합물 CP1 내지 CP5 중에서 선택된 화합물을 포함할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



- [0644]
- [0646] 이상, 상기 유기 발광 소자를 도 1 내지 4를 참조하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0647] 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층은 각각, 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법, LB법(Langmuir-Blodgett), 잉크젯 프린팅법, 레이저 프린팅법, 레이저 열전사법(Laser Induced Thermal Imaging, LITI) 등과 같은 다양한 방법을 이용하여, 소정 영역에 형성될 수 있다.

- [0648] 진공 증착법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 증착 조건은, 예를 들면, 약 100 내지 약 500℃의 증착 온도, 약  $10^{-8}$  내지 약  $10^{-3}$  torr의 진공도 및 약 0.01 내지 약 100Å/sec의 증착 속도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0649] 스핀 코팅법에 의하여 상기 정공 수송 영역에 포함된 각 층, 발광층 및 전자 수송 영역에 포함된 각 층을 각각 형성할 경우, 코팅 조건은, 예를 들면, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도 및 약 80℃ 내지 200℃의 열처리 온도 범위 내에서, 형성하고자 하는 층에 포함될 재료 및 형성하고자 하는 층의 구조를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0650] [치환기의 일반적인 정의]
- [0651] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기는, 탄소수 1 내지 60의 선형 또는 분지형 지방족 탄화수소 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 구체적인 예에는, 메틸기, 에틸기, 프로필기, 이소부틸기, sec-부틸기, ter-부틸기, 펜틸기, iso-아틸기, 헥실기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬렌기는 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다.
- [0652] 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기는, 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 이중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에테닐기, 프로페닐기, 부테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐렌기는 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0653] 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기는, 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알킬기의 중간 또는 말단에 하나 이상의 탄소 삼중 결합을 포함한 탄화수소 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 에티닐기, 프로피닐기, 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐렌기는 상기 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0654] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기는, -OA<sub>101</sub>(여기서, A<sub>101</sub>은 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기임)의 화학식을 갖는 1가 그룹을 의미하며, 이의 구체적인 예에는, 메톡시기, 에톡시기, 이소프로필옥시기 등이 포함된다.
- [0655] 본 명세서 중 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기는, 탄소수 3 내지 10의 1가 포화 탄화수소 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로프로필기, 시클로부틸기, 시클로펜틸기, 시클로헥실기, 시클로헵틸기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기는 상기 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0656] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기는, N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 1,2,3,4-옥사트리아졸리딘닐기(1,2,3,4-oxatriazolidinyl), 테트라히드로푸라닐기(tetrahydrofuranlyl), 테트라히드로티오펜닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기는 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0657] 본 명세서 중 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기는 탄소수 3 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 가지나, 방향족성(aromaticity)을 갖지 않는 그룹을 의미하며, 이의 구체예에는 시클로펜테닐기, 시클로헥세닐기, 시클로헵테닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기는 상기 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0658] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함한 탄소수 1 내지 10의 1가 모노시클릭 그룹으로서, 고리 내에 적어도 하나의 이중 결합을 갖는다. 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기의 구체예에는, 4,5-디히드로-1,2,3,4-옥사트리아졸닐기, 2,3-디히드로푸라닐기, 2,3-디히드로티오펜닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기는 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기와 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.
- [0659] 본 명세서 중 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기는 탄소수 6 내지 60개의 카보시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미

한다. 상기 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기의 구체예에는, 페닐기, 나프틸기, 안트라세닐기, 페난트레닐기, 파이레닐기, 크라이세닐기 등을 포함된다. 상기 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기 및 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 상기 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0660] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기는 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 고리-형성 원자로서 포함하고 탄소수 1 내지 60개의 헤테로시클릭 방향족 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기의 구체예에는, 피리디닐기, 피리미디닐기, 피라지닐기, 피리다지닐기, 트리아지닐기, 퀴놀리닐기, 이소퀴놀리닐기 등이 포함된다. 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기 및 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 축합될 수 있다.

[0661] 본 명세서 중 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기는 -OA<sub>102</sub>(여기서, A<sub>102</sub>는 상기 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기임)를 가리키고, 상기 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기(arylthio)는 -SA<sub>103</sub>(여기서, A<sub>103</sub>은 상기 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기임)를 가리킨다.

[0662] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기(heteroaryloxy)는 -OA<sub>104</sub>(여기서, A<sub>104</sub>는 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기임)를 가리키고, 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기(heteroarylthio)는 -SA<sub>105</sub>(여기서, A<sub>105</sub>는 상기 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기임)를 가리킨다.

[0663] 본 명세서 중 1가 비-방향족 축합다환 그룹(non-aromatic condensed polycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소만을 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성(non-aromaticity)을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 8 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹의 구체예에는, 플루오레닐기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0664] 본 명세서 중 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹(non-aromatic condensed heteropolycyclic group)은 2 이상의 고리가 서로 축합되어 있고, 고리 형성 원자로서 탄소 외에 N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함하고, 분자 전체가 비-방향족성을 갖는 1가 그룹(예를 들면, 탄소수 1 내지 60을 가짐)을 의미한다. 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 구체예에는, 카바졸일기 등이 포함된다. 본 명세서 중 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹은 상기 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹과 동일한 구조를 갖는 2가 그룹을 의미한다.

[0665] 본 명세서 중 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹이란, 고리-형성 원자로서 탄소만을 포함한 탄소수 5 내지 60의 모노시클릭 또는 폴리시클릭 그룹을 의미한다. 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 방향족 카보시클릭 그룹 또는 비-방향족 카보시클릭 그룹일 수 있다. 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 벤젠과 같은 고리, 페닐기와 같은 1가 그룹 또는 페닐렌기와 같은 2가 그룹일 수 있다. 또는, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹에 연결된 치환기에 개수에 따라, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹은 3가 그룹 또는 4가 그룹일 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

[0666] 본 명세서 중 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹이란, 상기 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹과 동일한 구조를 갖되, 고리-형성 원자로서, 탄소(탄소수는 1 내지 60일 수 있음) 외에, N, O, Si, P 및 S 중에서 선택된 적어도 하나의 헤테로 원자를 포함한 그룹을 의미한다.

[0667] 본 명세서 중, 상기 치환된 C<sub>5</sub>-C<sub>60</sub>카보시클릭 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로시클릭 그룹, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬렌기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬렌기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐렌기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐렌기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴렌기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴렌기, 치환된 2가 비-방향족 축합다환 그룹, 치환된 2가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알킬기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알케닐기, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>60</sub>알키닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>알콕시기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, 치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴옥시기, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴티오기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴옥시기, 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴티오기, 치환된 1가 비-방향족 축합다환 그



룹 및 치환된 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹의 치환기 중 적어도 하나는,

- [0668] 중수소(-D), -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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;
- [0669] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>)(Q<sub>13</sub>), -N(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>), -B(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>), -C(=O)(Q<sub>11</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>11</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>) 중에서 선택된 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;
- [0670] C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹;
- [0671] 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, -Si(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>)(Q<sub>23</sub>), -N(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -B(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>), -C(=O)(Q<sub>21</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>21</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>21</sub>)(Q<sub>22</sub>) 중에서 선택된 적어도 하나로 치환된, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</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>아릴티오기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹 및 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹; 및
- [0672] -Si(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>)(Q<sub>33</sub>), -N(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -B(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>), -C(=O)(Q<sub>31</sub>), -S(=O)<sub>2</sub>(Q<sub>31</sub>) 및 -P(=O)(Q<sub>31</sub>)(Q<sub>32</sub>);
- [0673] 중에서 선택되고,
- [0674] 상기 Q<sub>11</sub> 내지 Q<sub>13</sub>, Q<sub>21</sub> 내지 Q<sub>23</sub> 및 Q<sub>31</sub> 내지 Q<sub>33</sub>은 서로 독립적으로, 수소, 중수소, -F, -Cl, -Br, -I, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미디노기, 히드라지노기, 히드라조노기, 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>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알킬기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>10</sub>시클로알케닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>헤테로시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기, C<sub>1</sub>-C<sub>60</sub>헤테로아릴기, 1가 비-방향족 축합다환 그룹, 1가 비-방향족 헤테로축합다환 그룹, 비페닐기 및 터페닐기 중에서 선택될 수 있다.
- [0675] 본 명세서 중 "Ph"은 페닐기를 의미하고, "Me"은 메틸기를 의미하고, "Et"은 에틸기를 의미하고, "ter-Bu" 또는 "Bu<sup>t</sup>"은 tert-부틸기를 의미하고, "OMe"는 메톡시기를 의미한다.
- [0676] 본 명세서 중 "비페닐기"는 "페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "비페닐기"는, 치환기가 "C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.
- [0677] 본 명세서 중 "터페닐기"는 "비페닐기로 치환된 페닐기"를 의미한다. 상기 "터페닐기"는, 치환기가 "C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기로 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>60</sub>아릴기"인 "치환된 페닐기"에 속한다.
- [0678] 본 명세서 중 \* 및 \*'은, 다른 정의가 없는 한, 해당 화학식 중 이웃한 원자와의 결합 사이트를 의미한다.
- [0679] 이하에서, 합성에 및 실시예를 들어, 본 발명의 일 구현예를 따르는 화합물 및 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 하기 합성에 중 "A 대신 B를 사용하였다"란 표현 중 A의 몰당량과 B의 몰당량은 서로 동일하다.
- [0680] **[실시예]**
- [0681] **평가예 1: 에너지 레벨 측정**

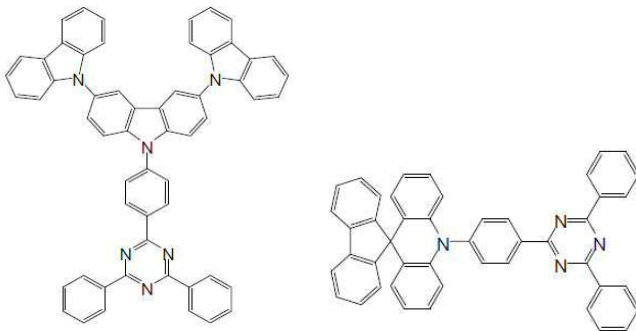
[0682] 상기 호스트 화합물 1-1 및 1-6과 비교 화합물 A 내지 C, CBP, mCP 및 ADN에 대하여, 톨루엔과 각 화합물의 혼합물(톨루엔 3 mL에 각 화합물 1 mg을 녹임)을 석영 셀에 넣은 후 액체 질소(77 K)에 넣고 포토루미네센스 측정 기기를 이용하여 포토루미네센스 스펙트럼을 측정하고 이를 일반 상온 포토루미네센스 스펙트럼과 비교하여 저온에서만 관측되는 피크만을 분석하여 이로부터 일중항(S1) 에너지 레벨, 삼중항(T1) 에너지 레벨 및  $\Delta E_{st}$  값을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

[0683] 또한, 같은 방법으로 상기 인광 도펀트 화합물 2-5, 2-7, 2-10, 2-11 및 2-12의 삼중항(T1) 에너지 레벨을 측정하여 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

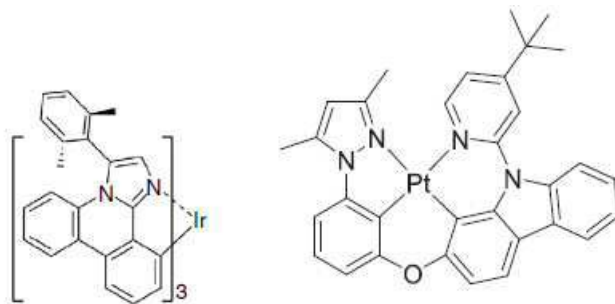
화합물	S1 (eV)	T1 (eV)	$\Delta E_{st}$ (eV)
화합물 1-1	3.02	2.85	0.17
화합물 1-6	3.00	2.75	0.25
화합물 A	2.96	2.65	0.31
화합물 B	2.91	2.54	0.37
화합물 C	2.93	2.58	0.35
CBP	3.10	2.58	0.52
mCP	3.50	2.90	0.60
ADN	3.00	1.80	1.20
화합물 2-5	-	2.80	-
화합물 2-7	-	2.85	-
화합물 2-10	-	2.78	-
화합물 2-11	-	2.78	-
화합물 2-12	-	2.70	-

[0685] <화합물 1-1> <화합물 1-6>



[0686]

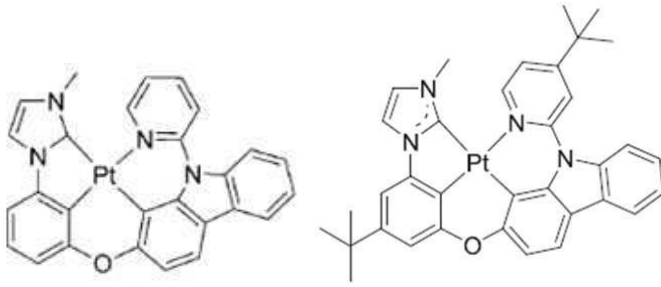
[0687] <화합물 2-5> <화합물 2-7>



[0688]

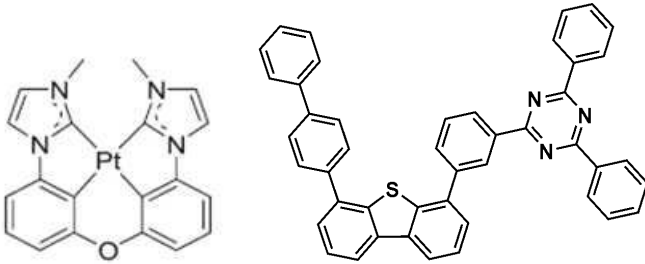


[0689] <화합물 2-10> <화합물 2-11>



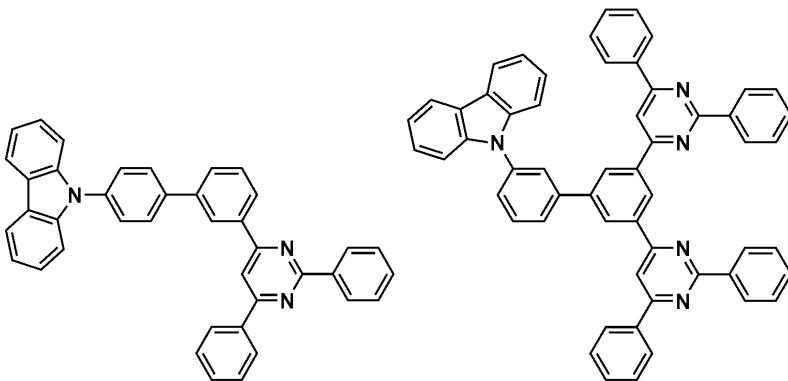
[0690]

[0691] <화합물 2-12> <화합물 A>



[0692]

[0693] <화합물 B> <화합물 C>



[0694]

[0695] **실시예 1**

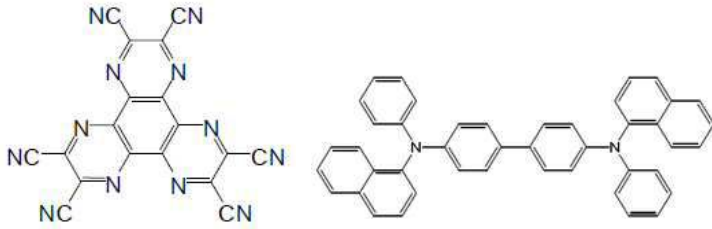
[0696] OLED용 글라스(삼성-코닝사 제품) 기판인 ITO 유리 기판(25 ㎍ 25 mm, 15 Ω/□)을, 증류수 및 이소프로판올을 사용하여 초음파 세척을 순차적으로 실시한 후, UV 오존 세정을 30분간 실시하였다. 세정 후의 투명 전극 라인 부착 유리 기판을 진공 증착 장치의 기판 홀더에 장착하고, ITO 전극(애노드) 상에 HATCN (1,4,5,8,9,11-hexaazatriphenylene-hexacarbonitrile)을 증착하여 10nm 두께의 정공 주입층을 형성하였다. 형성하고, 상기 정공 주입층 상에 NPB (N,N'-bis(naphthalen-1-yl)-N,N'-bis(phenyl)benzidine)를 증착하여 40nm 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0697] 상기 정공수송층 상부에 TrisPCz (9,9',9''-triphenyl-9H,9'H,9''H-3,3':6'3''-tercarbazole)를 증착하여 10nm 두께의 전자 저지층을 형성하고, 상기 전자 저지층 상에 화합물 1-1 및 화합물 2-5를 중량비 9:1로 공증착하여 25nm 두께의 발광층을 형성하였다.

[0698] 상기 발광층 상에 mCBT (9,9'-(2,8-dibenzothiophenediyl)bis-9H-carbazole)를 증착하여 10nm 두께의 정공 저지층을 형성하고, 상기 정공 저지층 상에 BByTP (2,7-di(2,2'-bipyridin-5-yl)triphenylene)를 증착하여 40nm 두께의 전자 수송층을 형성하였다.

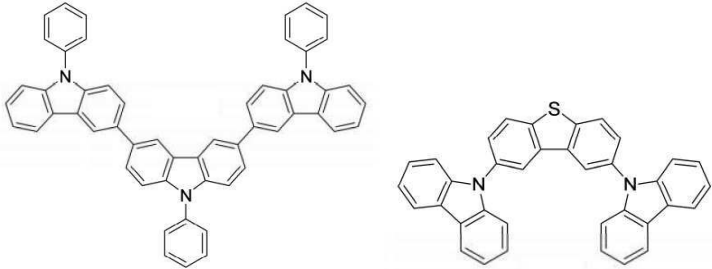
[0699] 전자 수송층 상부에 LiF를 증착하여 1nm 두께의 전자 주입층을 형성한 다음, 상기 전자 주입층 상에 Al을 증착하여 100nm 두께의 캐소드를 형성함으로써, 유기 발광 소자를 제작하였다. 증착에 사용한 장비는 선익시스템사의 Suicel plus 200 증착기를 사용하였다.

[0700] <HAT-CN> <NPB>



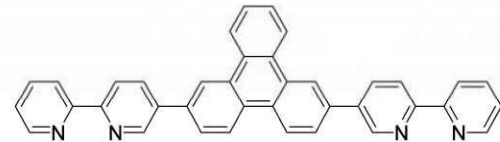
[0701]

[0702] <TriPCz> <mCBT>



[0703]

[0704] <BByTP>



[0705]

[0706] **실시예 2 내지 6 및 비교예 1 내지 6**

[0707] 발광층 형성시 상기 화합물 7 대신 표 2에 기재된 화합물을 각각 사용한 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 하여 유기 발광 소자를 제작하였다.

[0708] **평가예 2**

[0709] 상기 실시예 1 내지 7 및 비교예 1 내지 3에서 제작한 유기 발광 소자에 대하여 전류밀도 10 mA/cm<sup>2</sup>에서의 구동 전압, 효율, 색순도를 하기 방법을 이용하여 측정하여 그 결과를 표 2에 나타내었다:

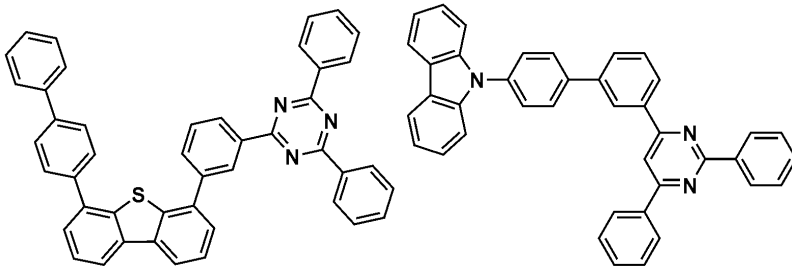
- [0710] - 색좌표: 전류-전압계(Kethley SMU 236)에서 전원을 공급하고, 휘도계 PR650을 이용하여 측정하였다.
- [0711] - 휘도: 전류-전압계(Kethley SMU 236)에서 전원을 공급하고, 휘도계 PR650을 이용하여 측정하였다.
- [0712] - 효율: 전류-전압계(Kethley SMU 236)에서 전원을 공급하고, 휘도계 PR650을 이용하여 측정하였다.

**표 2**

[0713]	발광층		구동전압 (V)	외부 양자효율(%)	색좌표	
	호스트	도펀트			CIEx	CIEy
실시예 1	화합물 1-1	화합물 2-5	4.2	20.1	0.15	0.18
실시예 2	화합물 1-1	화합물 2-7	4.3	17.5	0.16	0.12
실시예 3	화합물 1-1	화합물 2-10	4.1	17.8	0.14	0.23
실시예 4	화합물 1-1	화합물 2-11	4.2	20.5	0.15	0.12
실시예 5	화합물 1-1	화합물 2-12	4.4	18.8	0.18	0.31
실시예 6	화합물 1-6	화합물 2-12	4.2	19.4	0.18	0.28
비교예 1	화합물 A	화합물 2-5	4.2	12.8	0.15	0.24
비교예 2	화합물 B	화합물 2-5	4.5	11.2	0.15	0.22
비교예 3	화합물 C	화합물 2-5	4.4	11.5	0.16	0.24
비교예 4	CBP	화합물 2-5	5.2	15.4	0.17	0.20
비교예 5	mCP	화합물 2-5	5.4	18.7	0.16	0.18

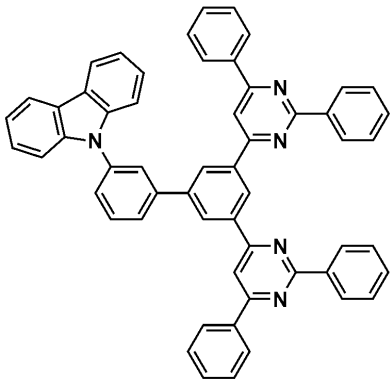
비교예 6	ADN	화합물 2-5	6.8	2.5	0.22	0.25
-------	-----	---------	-----	-----	------	------

[0714] <화합물 A> <화합물 B>



[0715]

[0716] <화합물 C>



[0717]

[0718] 표 1 및 2를 참조하여, 본 발명의 일 구현예에 따른 유기 발광 소자는 전술한 수식 1 내지 3을 만족하며, 상기 수식 1 내지 3을 만족하지 않는 화합물 A 내지 C를 이용한 경우에 비하여 구동 전압이 낮고, 외부 양자 효율이 우수한 것을 확인하였다.

[0719] 또한, 본 발명의 유기 발광 소자는 청색 발광을 나타내는 것을 확인하였다.

[0720] 즉, 본 발명의 일 구현예에 따른 유기 발광 소자는 구동 전압이 낮고, 외부 양자 효율이 우수하며 청색 발광에 적합함을 알 수 있다.

[0721] 본 발명에 대해 상기 합성에 및 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 발명에 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

[0722] 10, 20, 30, 40: 유기 발광 소자

110: 제1전극

150: 유기층

190: 제2전극

210: 제1캐핑층

220: 제2캐핑층

도면

도면1

10

190
150
110

도면2

20

190
150
110
210

도면3

30

220
190
150
110

도면4

40

220
190
150
110
210