



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0000878  
(43) 공개일자 2022년01월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) H01L 51/00 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 51/5072 (2013.01)  
H01L 51/0004 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-0187086(분할)  
(22) 출원일자 2021년12월24일  
심사청구일자 2021년12월24일  
(62) 원출원 특허 10-2021-0001626  
원출원일자 2021년01월06일  
심사청구일자 2021년01월06일

(71) 출원인  
솔루스첨단소재 주식회사  
전라북도 익산시 서동로 627 (팔봉동)  
(72) 발명자  
김태형  
경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)  
한송이  
경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)  
(74) 대리인  
특허법인위더피플  
(뒷면에 계속)

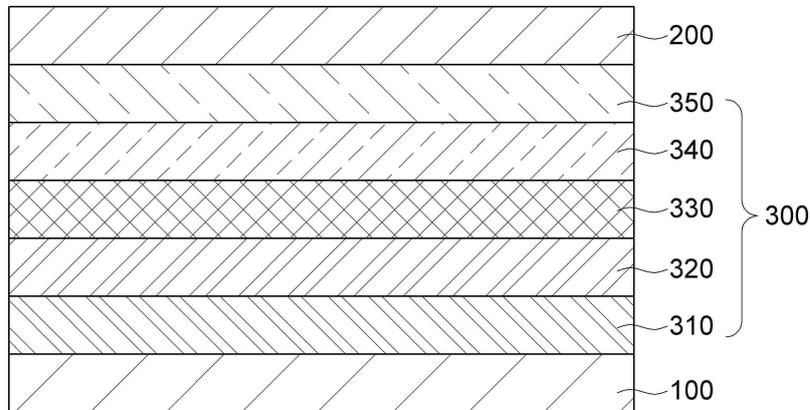
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 유기 전계 발광 소자

(57) 요약

본 발명은 양극; 음극; 및 상기 양극과 음극 사이에 개재(介在)되고, 발광층 및 전자수송층을 함유하는 1층 이상의 유기물층을 포함하고, 상기 전자수송층은 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물을 포함하되, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 하나는 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상인 것이 특징인 유기 전계 발광 소자에 대한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*H01L 51/0067* (2013.01)

*H01L 51/0072* (2013.01)

*H01L 51/0073* (2013.01)

*H01L 51/5024* (2013.01)

*H01L 2251/552* (2013.01)

(72) 발명자

**박호철**

경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)

**이창준**

경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)

**송효범**

경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)

**김영모**

경기도 용인시 수지구 수지로112번길 10 (성북동)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

양극;

음극; 및

상기 양극과 음극 사이에 개재(介在)되고, 전자수송층을 함유하는 1층 이상의 유기물층을 포함하고,

상기 전자수송층은 서로 상이한 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물을 포함하되,

상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물은 각각 전자 이동도가 상온에서  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  이상이며,

상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물은 9:91 내지 91:9 중량 비율로 혼합된 것이 특징인, 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 하나는 방향족환, 헤테로환, 합질소 헤테로방향족환 또는 다환방향족환을 포함하는 것이 특징인, 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물의 삼중항 에너지( $T_1$ )와 제2 전자수송성 유기화합물의 삼중항 에너지( $T_2$ )의 차이 ( $|T_1 - T_2|$ )는 1.0 eV 이하인 것이 특징인, 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유기물층은 발광층을 더 함유하고,

상기 발광층은 호스트를 포함하며,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 어느 하나의 HOMO 에너지 준위( $E_{\text{HTL}}$ )와 상기 호스트의 HOMO 에너지 준위( $E_{\text{host}}$ )의 차이( $E_{\text{HTL}} - E_{\text{host}}$ )는 1.5 eV 이하인 것이 특징인, 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 하나는 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상인, 유기 전계 발광 소자.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 하나는 N을 하나 이상 함유하는 화합

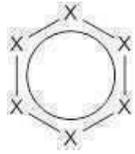
물인, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하고, 각각 독립적으로 하기 화학식 1로 표시되는 모이어티 내지 화학식 4로 표시되는 모이어티로 이루어진 군에서 선택된 1개 이상의 모이어티를 포함하는 것인, 유기 전계 발광 소자:

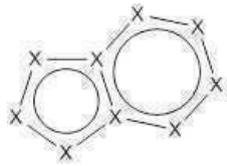
[화학식 1]



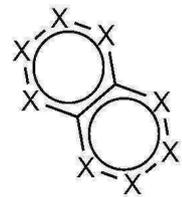
[화학식 2]



[화학식 3]



[화학식 4]



(상기 화학식 1 내지 4에서,

복수의 X는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 CR 또는 N이며, 다만 복수의 X 중 적어도 하나가 N이고,

이때 CR이 복수인 경우, 복수의 R은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소, 중수소(D), 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되거나, 또는 인접하는 다른 R과 축합 고리를 형성할 수 있으며,

상기 R의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기,

C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 비치환됨).

**청구항 8**

제7항에 있어서,

복수의 X 중 2 이상이 CR인 경우, 복수의 R은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소, 중수소(D), 시아노기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되거나, 또는 인접하는 다른 R과 축합 고리를 형성할 수 있으며,

상기 R의 아릴기, 헤테로아릴기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 비치환되는 것인, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 9**

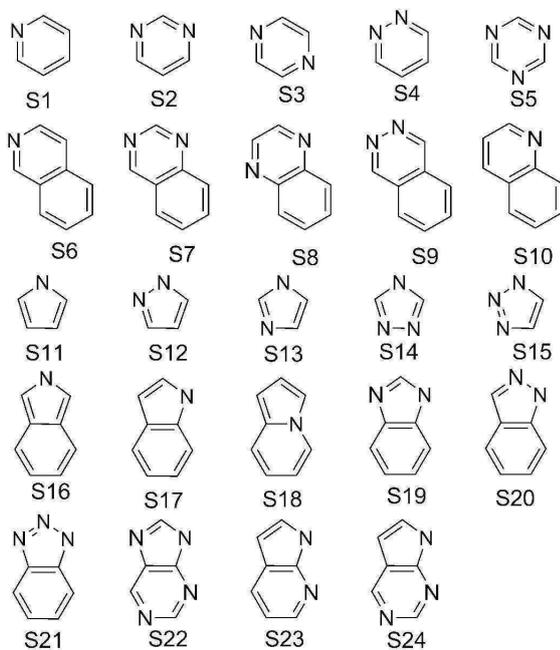
제7항에 있어서,

복수의 X 중 2 이상이 CR이고, 복수의 R 중 하나가 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기인 경우, 상기 아릴기는 각각 독립적으로, 중수소(D), 시아노기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, 및 C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 비치환되는 것인, 유기 전계 발광 소자.

**청구항 10**

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성은 각각 독립적으로 하기 S1의 모이어티 내지 S24의 모이어티로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 모이어티를 포함하는 것인, 유기 전계 발광 소자:



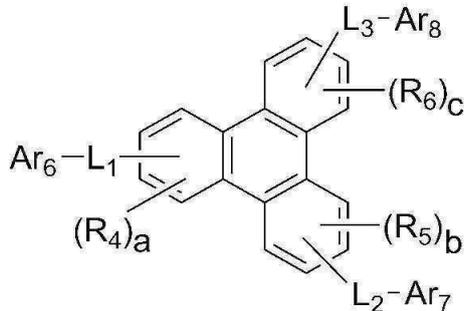
**청구항 11**

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하며, 각각 독립적으로 (i) 하기 화학식 5로 표시되는 화합물; (ii) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 7로 표시되는 모이어티가

축합하여 형성된 화합물; (iii) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 8로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물; (iv) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 9로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물; 및 (v) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 10으로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물로 이루어진 군에서 선택된 것인, 유기 전계 발광 소자:

[화학식 5]



(상기 화학식 5에서,

$L_1$  내지  $L_3$ 는 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 단일결합이거나, 또는  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴렌기 및 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴렌기로 이루어진 군에서 선택되고;

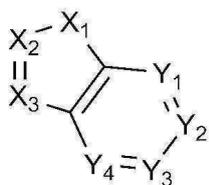
$Ar_6$  내지  $Ar_8$ 은 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 수소, 중수소,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고, 다만  $Ar_6$  내지  $Ar_8$ 가 모두 동일한 경우는 제외하며;

$R_4$  내지  $R_6$ 은 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기,  $C_3\sim C_{40}$ 의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴옥시기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬실릴기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴실릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬보론기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴보론기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀옥사이드기 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되고;

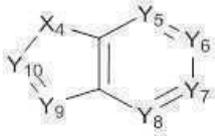
a 내지 c는 각각 독립적으로 0 내지 3의 정수이고,

상기  $L_1$  내지  $L_3$ 의 아릴렌기, 헤테로아릴렌기,  $Ar_6$  내지  $Ar_8$ 의 아릴기, 헤테로아릴기,  $R_4$  내지  $R_6$ 의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기,  $C_3\sim C_{40}$ 의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴옥시기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬실릴기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴실릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬보론기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴보론기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀옥사이드기 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 또는 비치환됨);

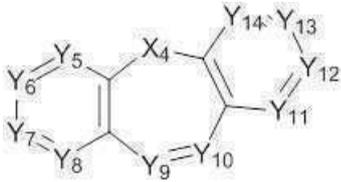
[화학식 6]



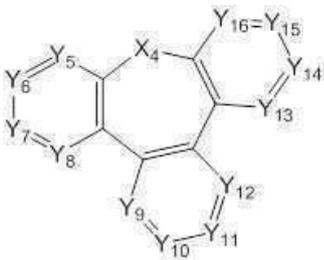
[화학식 7]



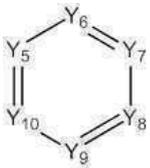
[화학식 8]



[화학식 9]



[화학식 10]



(상기 화학식 6 내지 10에서,

$X_1$ 은 O, S, Se,  $N(Ar_1)$ ,  $C(Ar_2)(Ar_3)$  및  $Si(Ar_4)(Ar_5)$ 로 이루어진 군에서 선택되고,

$X_2$  및  $X_3$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는  $C(R_2)$ 이고, 이때  $C(R_2)$ 이 복수인 경우, 복수의  $R_2$ 은 서로 동일하거나 상이하며,

$Y_1$  내지  $Y_4$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는  $C(R_1)$ 이고, 이때  $C(R_1)$ 이 복수인 경우, 복수의  $R_1$ 은 서로 동일하거나 상이하며,

다만,  $X_1$ 과  $X_2$ ,  $X_2$ 와  $X_3$ ,  $Y_1$ 과  $Y_2$ ,  $Y_2$ 와  $Y_3$ , 및  $Y_3$ 와  $Y_4$  중에서 어느 하나는 하기 화학식 7 내지 10 중 어느 하나로 표시되는 모이어티와 축합 결합하며;

$X_4$ 는 O, S, Se,  $N(Ar_1)$ ,  $C(Ar_2)(Ar_3)$  및  $Si(Ar_4)(Ar_5)$ 로 이루어진 군에서 선택되고,  $Y_5$  내지  $Y_{16}$ 은 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는  $C(R_3)$ 이고, 이때  $C(R_3)$ 이 복수인 경우, 복수의  $R_3$ 는 서로 동일하거나 상이하며,

다만,  $Y_5$ 와  $Y_6$ ,  $Y_6$ 과  $Y_7$ ,  $Y_7$ 과  $Y_8$ ,  $Y_8$ 과  $Y_9$ ,  $Y_9$ 와  $Y_{10}$ ,  $Y_{10}$ 과  $Y_{11}$ ,  $Y_{11}$ 과  $Y_{12}$ ,  $Y_{12}$ 와  $Y_{13}$ ,  $Y_{13}$ 과  $Y_{14}$ ,  $Y_{14}$ 와  $Y_{15}$ , 및  $Y_{15}$ 와  $Y_{16}$  중에서 어느 하나는 상기 화학식 6의 모이어티와 축합 결합하고,

상기 축합 결합하지 않은 복수의  $R_1$  내지  $R_3$  및  $Ar_1$  내지  $Ar_5$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알키

닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되고,

상기 R<sub>1</sub> 내지 R<sub>3</sub> 및 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>5</sub>의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 또는 비치환됨).

### 청구항 12

제11항에 있어서,

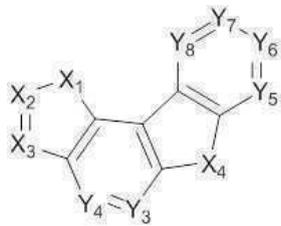
상기 (ii)의 화합물은 하기 화학식 a 내지 f로 표시되는 화합물로 이루어진 군에서 선택되고,

상기 (iii)의 화합물은 하기 화학식 g 내지 n으로 표시되는 화합물로 이루어진 군에서 선택되며,

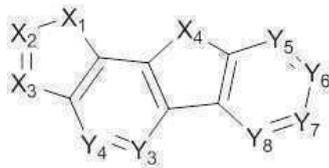
상기 (iv)의 화합물은 하기 화학식 o 또는 p로 표시되는 화합물로 이루어진 군에서 선택되고,

상기 (v)의 화합물은 하기 화학식 q로 표시되는 화합물로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 유기 전계 발광 소자:

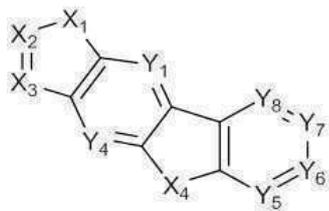
[화학식 a]



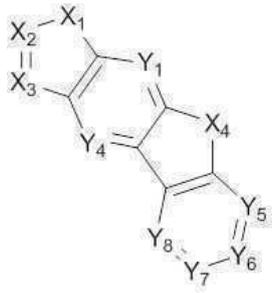
[화학식 b]



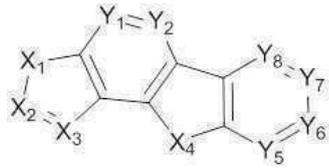
[화학식 c]



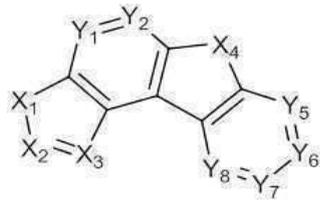
[화학식 d]



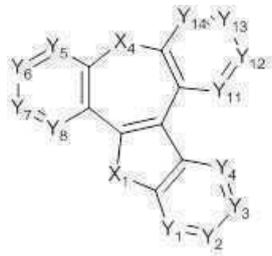
[화학식 e]



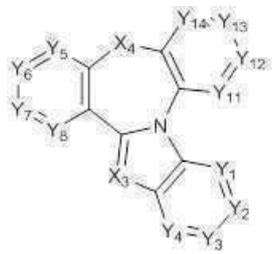
[화학식 f]



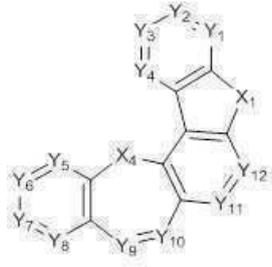
[화학식 g]



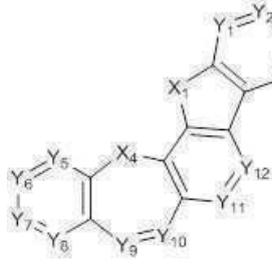
[화학식 h]



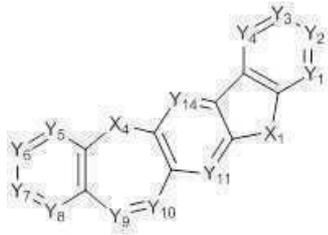
[화학식 i]



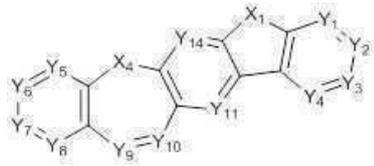
[화학식 j]



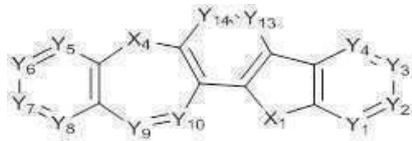
[화학식 k]



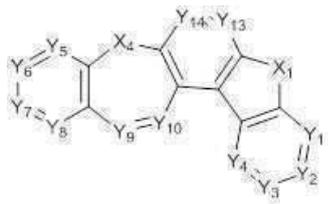
[화학식 l]



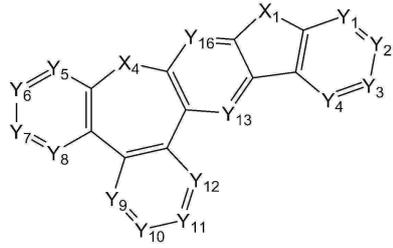
[화학식 m]



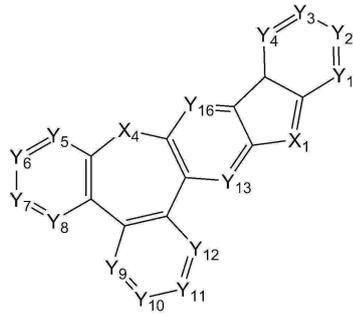
[화학식 n]



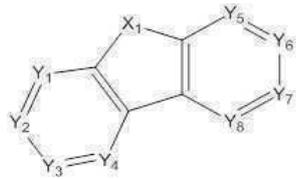
[화학식 o]



[화학식 p]



[화학식 q]



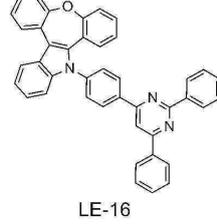
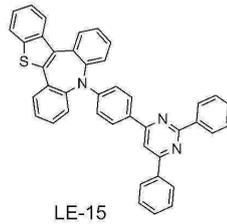
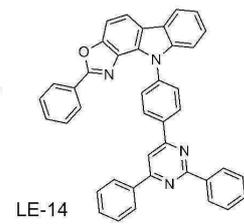
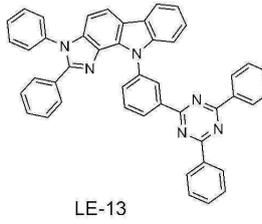
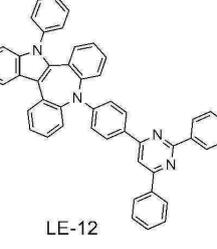
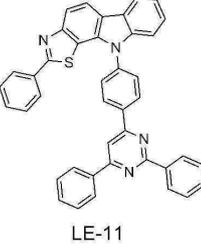
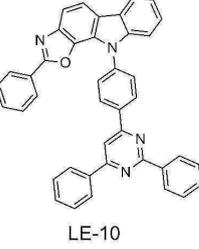
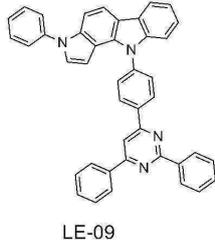
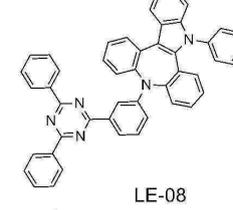
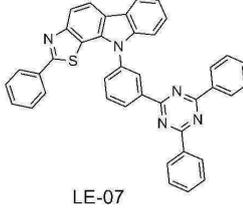
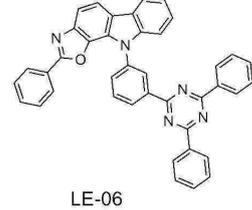
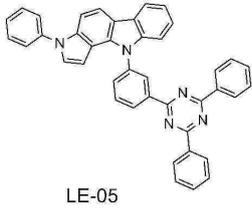
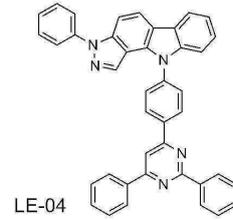
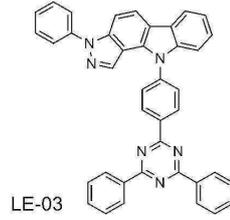
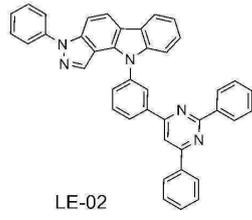
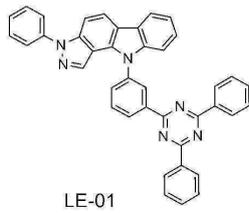
(상기 화학식 a 내지 q에서,

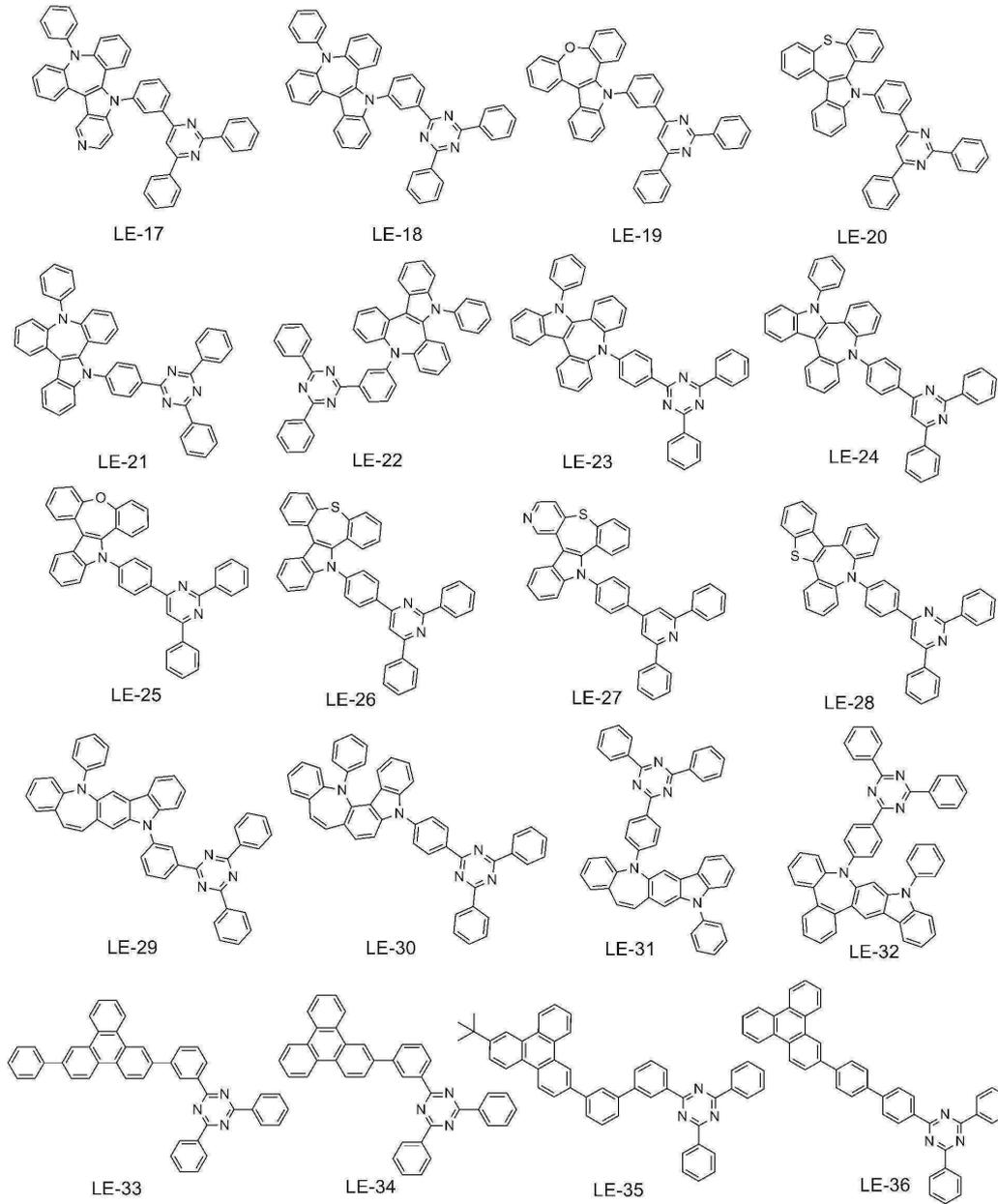
X<sub>1</sub> 내지 X<sub>4</sub> 및 Y<sub>1</sub> 내지 Y<sub>16</sub>는 각각 제11항에서 정의한 바와 같음).

### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하고, 각각 독립적으로 하기 화합물 LE-01 내지 LE-36으로 이루어진 군에서 선택되는 것인, 유기 전계 발광 소자:





**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 낮은 구동 전압, 높은 발광 효율 및 장수명을 발휘하는 유기 전계 발광 소자에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 유기 전계 발광 소자는 두 전극에 전류, 또는 전압을 인가해 주면 양극에서는 정공이 유기물층으로 주입되고, 음극에서는 전자가 유기물층으로 주입된다. 주입된 정공과 전자가 만났을 때 엑시톤(exciton)이 형성되며, 이 엑시톤이 바닥상태로 떨어져 빛을 내게 된다. 이때, 유기물층은 그 기능에 따라 발광층, 정공주입층, 정공수송층, 전자수송층, 전자주입층으로 분류될 수 있다.

[0003] 여기서, 상기 전자수송층은 음극이나 전자주입층으로부터 주입된 전자를 발광층으로 용이하게 이동시키는 것으로서, 전자 주입이 용이하고 전자 이동도가 큰 물질로 형성된다. 예를 들어, 8-히드록시퀴놀린의 Al 착물; 8-히드록시퀴놀린의 Li 착물; Alq<sub>3</sub>를 포함한 착물; 히드록시플라본-금속 착물 등이 있다. 그러나, 종래 전자수송층을 이루는 물질은 금속을 함유하고 있어 산소와의 반응성이 높고, 따라서 산화가 일어나기 쉽고, 이는 유기 전계 발광 소자의 수명을 저하시켰다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 낮은 구동 전압, 높은 발광 효율 및 장수명을 발휘하는 유기 전계 발광 소자를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0005] 본 발명은 양극; 음극; 및 상기 양극과 음극 사이에 개재(介在)되고, 발광층 및 전자수송층을 함유하는 1층 이상의 유기물층을 포함하고, 상기 전자수송층은 서로 상이한 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물을 포함하되, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 어느 하나는 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상인 것이 특징인 유기 전계 발광 소자를 제공한다.

**발명의 효과**

[0006] 본 발명은 서로 상이한 2종 이상의 전자수송성 유기화합물을 혼용하여 유기 전계 발광 소자의 전자수송층을 형성하되, 이들 중 적어도 어느 하나가 2.0 eV 이상의 삼중항 에너지 준위를 갖는 화합물을 포함함으로써, 삼중항 에너지 준위가 2.0 eV 이상인 전자수송성 유기화합물을 포함하지 않는 종래 유기 전계 발광 소자에 비해 구동전압, 발광효율 및 수명 등의 특성이 더 우수하다. 따라서, 본 발명의 유기 전계 발광 소자를 디스플레이 패널에 적용할 경우, 디스플레이 패널의 성능 및 수명을 향상시킬 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 따른 유기 전계 발광 소자를 나타낸 단면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0008] 이하, 본 발명에 대하여 설명한다.

[0009] 본 발명자들은 서로 상이한 2종 이상의 전자수송성 유기화합물을 전자수송층 재료로 사용할 경우, 금속 착체 등의 도펀트 없이도 유기 발광 소자의 수명을 향상시킬 수 있다는 것을 알았다. 게다가, 상기 전자수송성 유기화합물 중 적어도 어느 하나의 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상일 경우, 음극이나 전자주입층으로부터 주입되는 전자를 발광층으로 이동시키면서, 발광층에서 형성된 엑시톤이 전자수송층으로 확산되는 것을 방지할 수 있다는 것을 알았다.

[0010] 이에, 본 발명은 유기 전계 발광 소자의 전자수송층 재료로서 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물을 혼용하되, 상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물 중에서 적어도 어느 하나의 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상인 것을 특징으로 한다. 이로써, 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 종래 전자수송층 재료(예, Alq<sub>3</sub>)를 사용한 유기 전계 발광 소자에 비해 구동전압, 전류효율, 수명 특성 등이 모두 향상될 수 있다.

[0011] 이하, 도 1을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0012] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 양극(anode)(100), 1층 이상의 유기물층(300) 및 음극(cathode)(200)을 순차적으로 포함한다.

[0013] <양극>

[0014] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 양극(100)을 포함한다. 상기 양극은 기관 상에 형성된 것으로, 정공을 유기물층, 예컨대 정공주입층(310)에 주입한다.

[0015] 이러한 양극을 형성하는 물질은 특별히 한정되지 않으며, 당 업계에 알려진 통상적인 것을 사용할 수 있다. 예를 들어, 바나듐, 크롬, 구리, 아연, 금 등의 금속; 이들의 합금; 아연 산화물, 인듐 산화물, 인듐 주석 산화물(ITO), 인듐 아연 산화물(IZO) 등의 금속 산화물; ZnO:Al, SnO<sub>2</sub>:Sb 등의 금속과 산화물의 조합; 폴리티오펜, 폴리(3-메틸티오펜), 폴리[3,4-(에틸렌-1,2-디옥시)티오펜](PEDT), 폴리피롤, 폴리아닐린 등의 전도성 고분자; 및 카본블랙 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.

- [0016] 상기 양극을 제조하는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 당 업계에 알려진 통상적인 방법을 통해 제조될 수 있다. 예를 들어, 스퍼터링법, 이온 플레이팅법, 진공 증착법, 스핀 코팅법 등의 공지된 박막 형성방법을 통해 기판 위에 상기 양극 물질을 코팅하여 형성할 수 있다.
- [0017] 상기 기판은 유기 전계 발광 소자를 지지하는 판 형상의 부재로서, 예를 들어 실리콘 웨이퍼, 석영, 유리판, 금속판, 플라스틱 필름 및 시트 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.
- [0018] <음극>
- [0019] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 음극(cathode)을 포함한다. 상기 음극은 전자를 유기물층, 예컨대 전자 주입층에 주입한다.
- [0020] 이러한 음극을 형성하는 물질은 특별히 한정되지 않으며, 당 업계에 알려진 통상적인 것을 사용할 수 있다. 예컨대, 마그네슘, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 타이타늄, 인듐, 이트륨, 리튬, 가돌리늄, 알루미늄, 은, 주석, 납 등의 금속; 이들의 합금; 및 LiF/Al, LiO<sub>2</sub>/Al 등의 다층 구조 물질 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.
- [0021] 상기 음극을 제조하는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 양극과 마찬가지로, 당 업계에 알려진 통상적인 방법을 통해 제조될 수 있다. 예를 들어, 진술한 박막 형성방법을 통해 상기 음극 물질을 하기 1층 이상의 유기물층(300)(바람직하게, 전자주입층(350)) 위에 코팅하여 형성할 수 있다.
- [0022] <1층 이상의 유기물층>
- [0023] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 1층 이상의 유기물층(300)을 포함한다. 상기 1층 이상의 유기물층(300)은 발광층 및 전자수송층을 포함한다. 선택적으로, 본 발명은 정공주입층(310), 정공수송층(320) 및 전자주입층(350)으로 이루어진 군에서 선택된 것을 더 포함할 수 있다. 다만, 유기 전계 발광 소자의 특성을 고려할 때, 진술한 유기물층들을 모두 포함하는 것이 바람직하다.
- [0024] 일례에 따르면, 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 상기 양극(100) 위에 정공주입층(310), 정공수송층(320), 발광층(330), 전자수송층(340) 및 전자주입층(350)이 순차적으로 적층된 구조를 가질 수 있다.
- [0025] 이하, 각 유기물층에 대하여 설명한다.
- [0026] (1) 정공주입층 및 정공수송층
- [0027] 상기 정공주입층(310) 및 정공수송층(320)은 양극(100)에서 주입된 정공을 발광층(330)으로 이동시키는 역할을 한다. 이러한 정공주입층(310)과 정공수송층(320)을 이루는 물질은 정공 주입 장벽이 낮고, 정공 이동도가 큰 물질이라면 특별히 한정되지 않으며, 당 업계에서 통상적으로 사용되는 정공주입층/정공수송층 물질이라면 제한 없이 사용될 수 있다. 상기 정공 주입층 물질의 비제한적인 예로는 금속 포피린(porphyrine), 올리고티오펜, 아릴아민계 유도체, 헥사나트릴헥사아자트리페닐렌계 유도체, 퀴나크리돈계(quinacridone-based) 유도체, 페릴렌계(perylene-based) 유도체 등이나, 또는 안트라퀴논계 유도체, 폴리아닐린계 유도체, 폴리티오펜계 유도체 등의 전도성 고분자 등이 있다. 상기 정공 수송층 물질의 비제한적인 예로는 아릴아민계 유도체, 전도성 고분자, 공액 부분과 비공액 부분이 함께 있는 블록 공중합체 등이 있다.
- [0028] 일례에 따르면, 상기 정공주입층(310) 및 정공수송층(320) 물질은 각각 정공 이동도가 약  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$  이상인 물질일 수 있다. 이때, 양극에서 주입된 정공의 수와 음극에서 주입된 전자의 수의 차이로 인해 전자와 정공의 균형이 맞지 않으면, 재결합에 의해 엑시톤을 형성하지 못한 전자나 정공이 발광층에 쌓이고, 이러한 전자나 정공으로 인해서 발광층에서 산화와 환원이 원활히 일어나지 못할 수 있고, 또는 인접하는 층의 기능에 악영향을 미쳐 유기 전계 발광 소자의 수명을 감소시킬 수 있다. 따라서, 본 발명의 전자수송층은 전자수송성이 우수한 2종 이상의 유기화합물, 바람직하게 전자이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$  이상인 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물을 포함한다.
- [0029] (2) 발광층
- [0030] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 상기 정공수송층(320) 위에 발광층(330)을 포함한다.
- [0031] 상기 발광층(330)은 정공과 전자가 만나 엑시톤(exciton)이 형성되는 층으로, 발광층(330)을 이루는 물질에 따라 유기 전계 발광 소자가 내는 빛의 색이 달라질 수 있다.

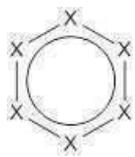
- [0032] 상기 발광층(330)은 호스트를 포함하고, 선택적으로 도펀트를 더 포함할 수 있다. 만약, 상기 발광층(330)이 호스트와 도펀트를 혼합 사용할 경우, 상기 호스트와 도펀트의 혼합 비율은 특별히 한정되지 않는다. 예를 들어, 상기 호스트의 함량은 약 70 내지 99.9 중량% 범위일 수 있고, 상기 도펀트의 함량은 약 0.1 내지 30 중량% 범위일 수 있다.
- [0033] 상기 호스트는 당 업계에 공지된 것이라면 특별히 한정되지 않으며, 이의 비제한적인 예로는, 알칼리 금속 착화합물; 알칼리토금속 착화합물; 또는 축합 방향족환 유도체 등이 있다. 구체적으로, 상기 호스트 재료로는 유기 전계 발광 소자의 발광효율 및 수명을 높일 수 있는 알루미늄 착화합물, 베릴륨 착화합물, 안트라센 유도체, 파이렌 유도체, 트리페닐렌 유도체, 카바졸 유도체, 디벤조피란 유도체, 디벤조사이오펜 유도체, 또는 이들의 1종 이상의 조합을 사용하는 것이 바람직하다.
- [0034] 상기 도펀트는 당업계에 공지된 것이라면 특별히 한정되지 않으며, 이의 비제한적인 예로는, 안트라센 유도체, 파이렌 유도체, 아틸아민 유도체, 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)을 포함하는 금속 착체체 화합물 등이 있다.
- [0035] 전술한 발광층(330)은 단일층이거나, 또는 2층 이상의 복수층으로 이루어질 수 있다. 상기 발광층(330)이 복수 층일 경우, 유기 전계 발광 소자는 다양한 색의 빛을 낼 수 있다. 또, 상기 발광층(330)이 복수 층일 경우, 소자의 구동전압은 커지는 반면, 유기 전계 발광 소자 내의 전류 값은 일정하게 되어 발광층의 수만큼 발광 효율이 향상된 유기 전계 발광 소자를 제공할 수 있다.
- [0036] (3) 전자수송층
- [0037] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 상기 발광층(330) 위에 적층된 전자수송층(340)을 포함한다. 상기 전자수송층(340)은 음극(200) 또는 전자주입층(350)으로부터 주입된 전자를 발광층(330)으로 이동시키는 역할을 한다.
- [0038] 이러한 전자수송층(340)은 전자 주입이 용이하고 전자 이동도가 큰 물질로 형성될 수 있다. 이에 본 발명에서는 전자수송성이 우수하되, 서로 상이한(바람직하게 전자 이동도가 서로 상이한) 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물을 혼용하여 전자수송층을 형성한다. 다만, 본 발명에서는 전술한 바와 같이, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 하나는 삼중항 에너지가 2.0 eV 이상인 화합물이다. 이로써, 본 발명은 음극이나 전자주입층으로부터 용이하게 전자가 주입되고 주입된 전자를 발광층으로 용이하게 이동시킬 뿐만 아니라, 유기 전계 발광 소자의 수명을 향상시키면서 발광층에서 형성된 엑시톤이 전자수송층으로 확산되는 것을 방지할 수 있다.
- [0039] 이때, 상기 제1 전자수송성 유기화합물의 삼중항 에너지( $T_1$ )와 제2 전자수송성 유기화합물의 삼중항 에너지( $T_2$ )의 차이( $|T_1 - T_2|$ )는 1.0 eV 이하일 수 있다. 이 경우, 엑시톤의 확산이 더 방지되어 유기 전계 발광 소자의 발광 효율이 더 향상될 수 있다.
- [0040] 또, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 HOMO 에너지 준위(EH)가 발광층 내 호스트보다 높다. 특히, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물 중 적어도 어느 하나의 HOMO 에너지 준위( $EH_{ETL}$ )와 상기 호스트의 HOMO 에너지 준위( $EH_{host}$ )의 차이( $EH_{ETL} - EH_{host}$ )가 1.5 eV 이하 범위일 경우, 정공이 전자수송층으로 확산되거나 이동하는 것을 방지할 수 있기 때문에, 발광층 내 전자와 정공의 재결합 확률을 높여 유기 발광 소자의 발광효율 및 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0041] 또, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 전술한 바와 같이 전자수송성이 우수한 화합물이다. 일례에 따르면, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 각각 전자기동도가 상온(약 20~25 °C)에서  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  이상으로 높다. 이러한 전자기동도를 갖는 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물을 혼용하여 전자수송층을 형성할 경우, 음극에서 주입되는 전자가 원활하게 발광층으로 주입될 수 있다. 이때, 상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물은 전자기동도가 서로 상이할 수 있다. 다만, 본 발명에서는 음극으로부터 주입되는 전자 수와의 균형을 맞추기 위해서 정공수송층이 정공이동도가  $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$  이상인 물질을 포함하는 것이 적절하다. 이로써, 전자와 정공이 서로 균형있게 발광층에 도달하여 엑시톤이 효율적으로 형성될 수 있기 때문에, 유기 전계 발광 소자의 수명이 증가될 수 있고, 발광효율 및 전류효율도 높아질 수 있다.
- [0042] 이와 같은 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물의 함량은 특별히 한정되지 않는다. 다만, 상기 제1 전자수송성 유기화합물과 제2 전자수송성 유기화합물의 혼합 비율을 9:91 내지 91:9 중량 비율, 바람

직하게 30:70 내지 70:30 중량비율일 경우, 혼합 비율에 따라 최적의 전자 이동도를 조절할 수 있어 재료의 수명을 향상시킬 수 있다.

[0043] 본 발명에서 사용 가능한 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하고, 각각 독립적으로 전자흡수성이 큰 전자끌개기(electron withdrawing group, EWG) 특성을 갖는 모이어티(이하, 'EWG 모이어티')를 1개 이상 포함할 수 있다. 이때, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 EWG 모이어티와 함께 전자공여성이 큰 전자주개기(electron donating group, EDG) 특성을 갖는 모이어티(이하, 'EDG 모이어티')를 포함하여 바이폴라(bipolar) 특성을 가질 수 있다. 이 경우, 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 정공과 전자의 재결합이 높기 때문에, 전자수송성뿐만 아니라 발광능도 향상되어 발광효율, 구동전압, 수명특성이 전반적으로 향상될 수 있다.

[0044] 본 발명에서 사용 가능한 EWG 모이어티의 예로는 하기 화학식 1로 표시되는 모이어티 내지 화학식 4로 표시되는 모이어티 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.

**화학식 1**



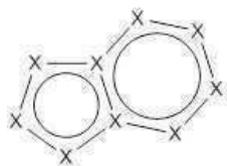
[0045]

**화학식 2**



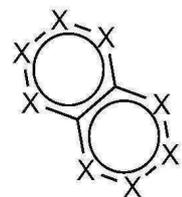
[0046]

**화학식 3**



[0047]

**화학식 4**



[0048]

[0049] (상기 화학식 1 내지 4에서,

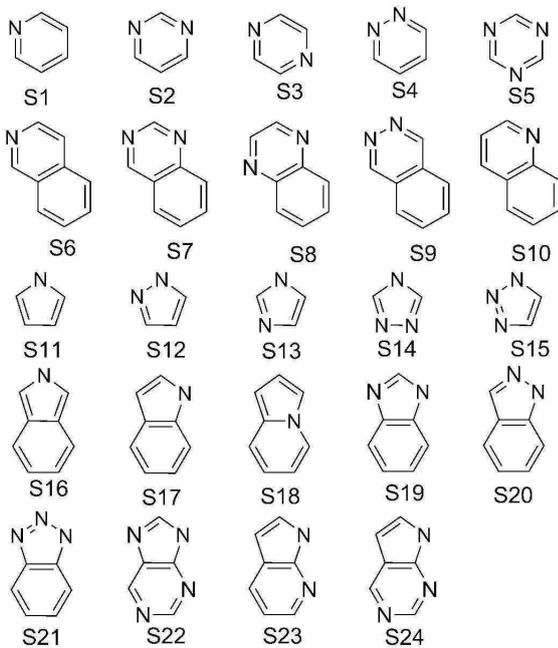
[0050] 복수의 X는 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 CR 또는 N이며, 다만 복수의 X 중 적어도 하나가 N이고,

[0051] 이때 CR이 복수인 경우, 복수의 R은 서로 동일하거나 상이하고, 각각 독립적으로 수소, 중수소(D), 할로젠기,

시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되거나, 또는 인접하는 다른 R과 축합 고리를 형성할 수 있으며,

[0052] 상기 R의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 비치환됨).

[0053] 구체적으로, 상기 EWG 모이어티의 비제한적인 예로는 하기 S1의 모이어티 내지 S24의 모이어티 등이 있고, 바람직하게 피리딘, 피리미딘, 트리아진, 피라진 등이 있다.



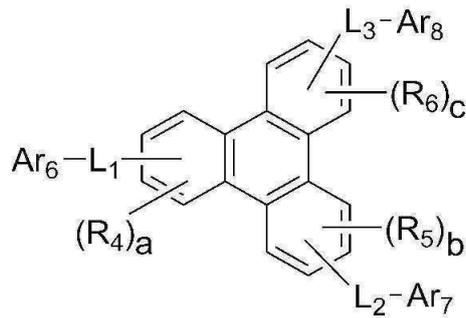
[0054]

[0055] 또, 본 발명에서 사용 가능한 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하며, 각각 독립적으로 EDG 모이어티를 1개 이상 포함할 수 있고, 바람직하게 EDG 모이어티와 함께 전술한 EWG 모이어티를 포함할 수 있다.

[0056] 본 발명에서 사용 가능한 EDG 모이어티의 예로는 인돌, 카바졸, 아제핀 등과 같은 축합함질소헤테로방향족환; 비페닐, 트리페닐렌 등과 같은 축합다환방향족환 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.

[0057] 본 발명에 따른 일례로, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하며, 각각 독립적으로 (i) 하기 화학식 5로 표시되는 화합물; (ii) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 7로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물; (iii) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 8로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물; (iv) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 9로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물; 및 (v) 하기 화학식 6으로 표시되는 모이어티와 하기 화학식 10으로 표시되는 모이어티가 축합하여 형성된 화합물;로 이루어진 군에서 선택될 수 있는데, 이에 한정되지 않는다. 여기서, 상기 화학식 5의 화합물과 상기 화학식 6의 모이어티가 EDG 특성을 나타낸다.

화학식 5



[0058]

[0059] (상기 화학식 5에서,

[0060] L<sub>1</sub> 내지 L<sub>3</sub>는 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 단일결합이거나, 또는 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴렌기 및 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴렌기로 이루어진 군에서 선택되고;

[0061] Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>은 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 수소, 중수소, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고, 다만 Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>가 모두 동일한 경우는 제외하며;

[0062] R<sub>4</sub> 내지 R<sub>6</sub>은 서로 동일하거나 상이하며, 각각 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되고;

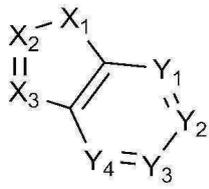
[0063] a 내지 c는 각각 독립적으로 0 내지 3의 정수이고,

[0064] 상기 L<sub>1</sub> 내지 L<sub>3</sub>의 아릴렌기, 헤테로아릴렌기, Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>의 아릴기, 헤테로아릴기, R<sub>4</sub> 내지 R<sub>6</sub>의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 또는 비치환됨).

[0065] 구체적으로, 상기 화학식 5에서, L<sub>1</sub> 내지 L<sub>3</sub>는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 단일결합이거나, 또는 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴렌기 및 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴렌기로 이루어진 군에서 선택되고, 바람직하게는 단일결합이거나, 또는 C<sub>6</sub>~C<sub>18</sub>의 아릴렌기 및 핵원자수 5 내지 18의 헤테로아릴렌기로 이루어진 군에서 선택될 수 있다. 일례로 L<sub>1</sub> 내지 L<sub>3</sub>는 각각 독립적으로 단일결합이거나, 또는 페닐렌, 비페닐렌 및 카바졸릴렌으로 이루어진 군에서 선택될 수 있다.

[0066] 또, Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>은 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고, 이때 Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>중 적어도 하나는 N, O, S 로 이루어진 군에서 선택되는 1 이상의 원소를 포함하는 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기에서 선택되는 것이 바람직하다. 다만, Ar<sub>6</sub> 내지 Ar<sub>8</sub>가 모두 동일한 경우는 제외된다.

화학식 6



[0067]

[0068]

(상기 화학식 6에서,

[0069]

$X_1$ 은 O, S, Se, N( $Ar_1$ ), C( $Ar_2$ )( $Ar_3$ ) 및 Si( $Ar_4$ )( $Ar_5$ )로 이루어진 군에서 선택되고;

[0070]

$X_2$  및  $X_3$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는 C( $R_2$ )이고, 이때 C( $R_2$ )이 복수인 경우, 복수의  $R_2$ 은 서로 동일하거나 상이하며;

[0071]

$Y_1$  내지  $Y_4$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는 C( $R_1$ )이고, 이때  $R_1$ 이 복수인 경우, 이들은 서로 동일하거나 상이하며,

[0072]

다만,  $X_1$ 과  $X_2$ ,  $X_2$ 와  $X_3$ ,  $Y_1$ 과  $Y_2$ ,  $Y_2$ 와  $Y_3$ , 및  $Y_3$ 와  $Y_4$  중에서 어느 하나는 하기 화학식 7 내지 10 중 어느 하나로 표시되는 모이어티와 축합(fused) 결합하며,

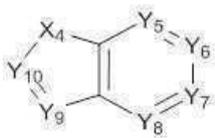
[0073]

상기 축합 결합하지 않은 복수의  $R_1$  및  $R_2$  및  $Ar_1$  내지  $Ar_5$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알키닐기,  $C_3$ ~ $C_{40}$ 의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬옥시기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴옥시기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬실릴기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴실릴기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬보론기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴보론기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 포스핀기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 포스핀옥사이드기 및  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되고,

[0074]

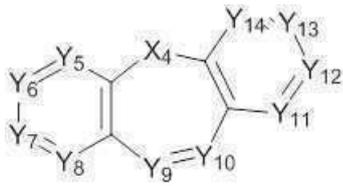
상기  $R_1$  내지  $R_2$  및  $Ar_1$  내지  $Ar_5$ 의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2$ ~ $C_{40}$ 의 알키닐기,  $C_3$ ~ $C_{40}$ 의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬옥시기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴옥시기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬실릴기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴실릴기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 알킬보론기,  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴보론기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 포스핀기,  $C_1$ ~ $C_{40}$ 의 포스핀옥사이드기 및  $C_6$ ~ $C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 치환기로 치환되거나 또는 비치환됨).

화학식 7



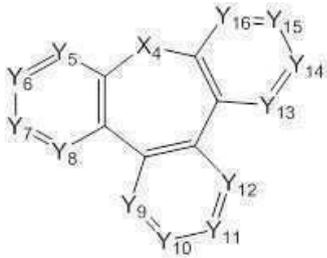
[0075]

화학식 8



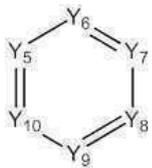
[0076]

화학식 9



[0077]

화학식 10



[0078]

[0079]

(상기 화학식 7 내지 10에서,

[0080]

X<sub>4</sub>는 O, S, Se, N(Ar<sub>1</sub>), C(Ar<sub>2</sub>)(Ar<sub>3</sub>) 및 Si(Ar<sub>4</sub>)(Ar<sub>5</sub>)로 이루어진 군에서 선택되고;

[0081]

Y<sub>5</sub> 내지 Y<sub>16</sub>은 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는 C(R<sub>3</sub>)이고, 이때 C(R<sub>3</sub>)이 복수인 경우, 복수의 R<sub>3</sub>는 서로 동일하거나 상이하며,

[0082]

다만, Y<sub>5</sub>와 Y<sub>6</sub>, Y<sub>6</sub>과 Y<sub>7</sub>, Y<sub>7</sub>과 Y<sub>8</sub>, Y<sub>8</sub>과 Y<sub>9</sub>, Y<sub>9</sub>와 Y<sub>10</sub>, Y<sub>10</sub>과 Y<sub>11</sub>, Y<sub>11</sub>과 Y<sub>12</sub>, Y<sub>12</sub>와 Y<sub>13</sub>, Y<sub>13</sub>과 Y<sub>14</sub>, Y<sub>14</sub>와 Y<sub>15</sub>, 및 Y<sub>15</sub>와 Y<sub>16</sub> 중에서 어느 하나는 상기 화학식 6의 모이어티와 축합 결합하고,

[0083]

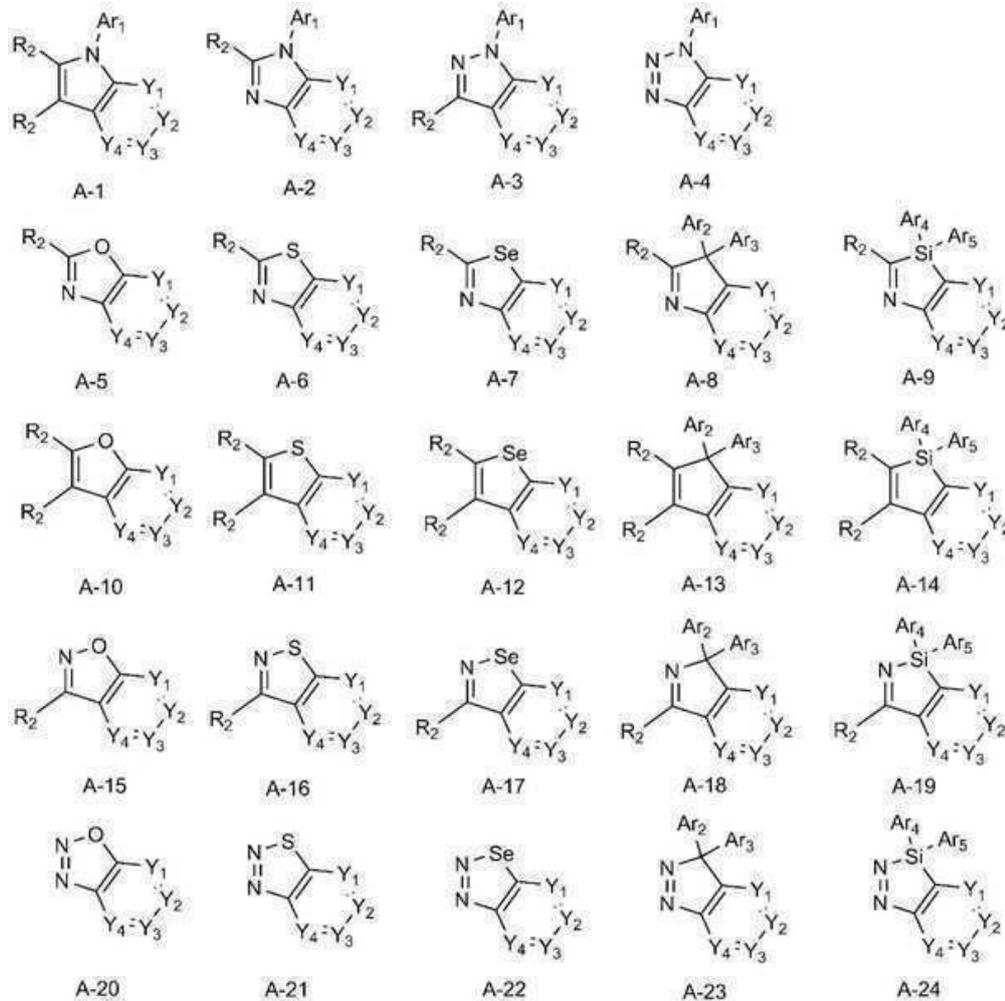
상기 축합 결합하지 않은 복수의 R<sub>3</sub>, 및 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>5</sub>는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로, 수소, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기, 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택되고,

[0084]

상기 R<sub>3</sub> 및 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>5</sub>의 알킬기, 알케닐기, 알키닐기, 시클로알킬기, 헤테로시클로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 알킬옥시기, 아릴옥시기, 알킬실릴기, 아릴실릴기, 알킬보론기, 아릴보론기, 포스핀기, 포스핀옥사이드기 및 아릴아민기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴

기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상으로 치환되거나 또는 비치환됨).

[0085] 본 발명에서, 상기 화학식 6으로 표시되는 모이어티는 하기 A-1 내지 A-24 중 어느 하나로 표시되는 모이어티로 구체화될 수 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다. 이때, 화합물의 물리적, 화학적 특성을 고려했을 때, 상기 화학식 6의 모이어티가 하기 A-1 내지 A-6으로 표시되는 모이어티 중 하나일 때가 바람직하다.



[0086]

(상기 A-1 내지 A-24에서,

[0087]

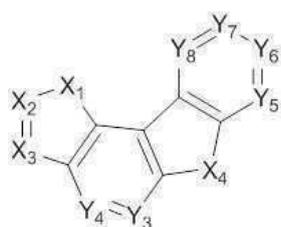
R<sub>2</sub>, Y<sub>1</sub> 내지 Y<sub>4</sub> 및 Ar<sub>1</sub> 내지 Ar<sub>5</sub>는 각각 전술한 화학식 6에서 정의한 바와 같음)

[0088]

[0089] 본 발명에서 상기 화학식 6의 모이어티와 화학식 7의 모이어티가 축합하여 형성된 화합물(ii)은 하기 화학식 a 내지 f로 표시되는 화합물 중 어느 하나일 수 있는데, 이에 한정되지 않는다.

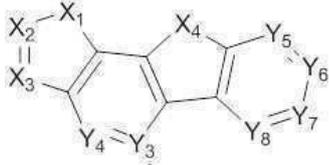
[0089]

[0090] [화학식 a]



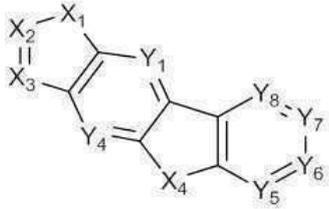
[0091]

[0092] [화학식 b]



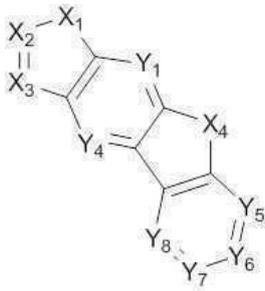
[0093]

[0094] [화학식 c]



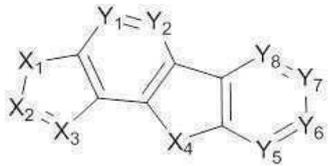
[0095]

[0096] [화학식 d]



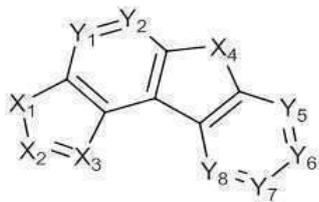
[0097]

[0098] [화학식 e]



[0099]

[0100] [화학식 f]

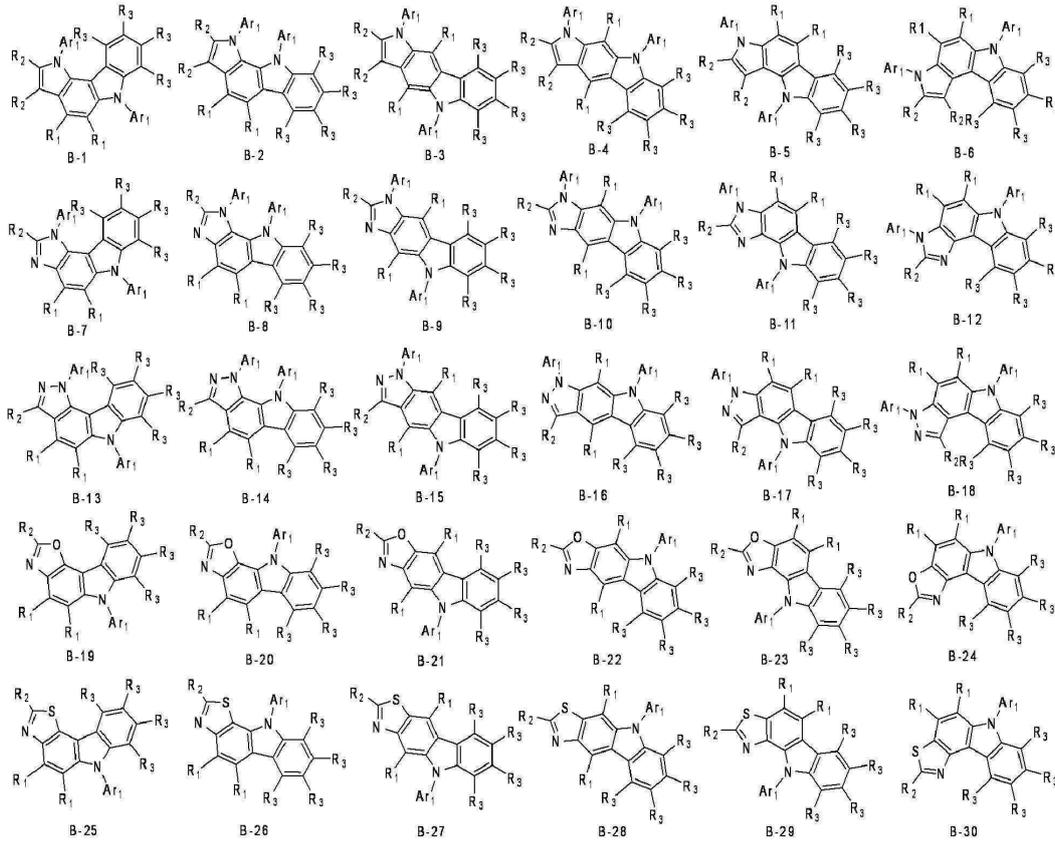


[0101]

[0102] (상기 화학식 a 내지 f에서,

[0103] X<sub>1</sub> 내지 X<sub>4</sub> 및 Y<sub>1</sub> 내지 Y<sub>8</sub>은 각각 전술한 화학식 6 및 7에서 정의한 바와 같음).

[0104] 상기 화학식 6의 모이어티와 화학식 7의 모이어티가 축합하여 형성된 화합물(ii)은 하기 화학식 B-1 내지 B-30 중 어느 하나로 구체화될 수 있는데, 이에 한정되는 않는다. 하기 화합물들은 1개 이상의 인돌을 포함하기 때문에, 전자 공여성이 강한 전자주게기(EDG) 특성을 갖는다.



[0105]

(상기 화학식 B-1 내지 B-30에서,

[0106]

Ar<sub>1</sub> 및 R<sub>1</sub> 내지 R<sub>3</sub>는 각각 화학식 6 및 7에서 정의한 것과 같으며,

[0107]

구체적으로, Ar<sub>1</sub>은 C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며,

[0108]

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>3</sub>은 각각 독립적으로 수소, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고,

[0109]

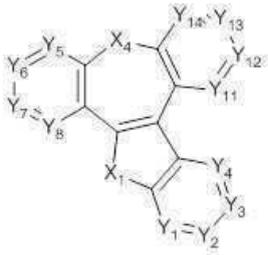
상기 Ar<sub>1</sub>의 아릴기, 헤테로아릴기 및 R<sub>1</sub> 내지 R<sub>3</sub>의 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알케닐기, C<sub>2</sub>~C<sub>40</sub>의 알키닐기, C<sub>3</sub>~C<sub>40</sub>의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기, C<sub>6</sub>~C<sub>40</sub>의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬옥시기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴옥시기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬실릴기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴실릴기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 알킬보론기, C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴보론기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀기, C<sub>1</sub>~C<sub>40</sub>의 포스핀옥사이드기 및 C<sub>6</sub>~C<sub>60</sub>의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상으로 치환되거나 또는 비치환됨).

[0110]

본 발명에서 상기 화학식 6의 모이어티와 화학식 8의 모이어티가 축합하여 형성된 화합물(iii)은 하기 화학식 g 내지 n으로 표시되는 화합물 중 어느 하나일 수 있고, 상기 화학식 6의 모이어티와 화학식 9의 모이어티가 축합하여 형성된 화합물(iv)은 하기 화학식 o 또는 p로 표시되는 화합물일 수 있으며, 상기 화학식 6의 모이어티와 화학식 10의 모이어티가 축합하여 형성된 화합물(v)은 하기 화학식 q로 표시되는 화합물일 수 있는데, 이에 한정되지 않는다. 하기 화학식 g~q의 화합물들은 1개 이상의 아제핀 모이어티를 포함하기 때문에, 전자 공여성이 강한 전자주게기(EDG)의 특성을 갖는다.

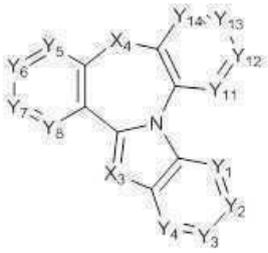
[0111]

[0112] [화학식 g]



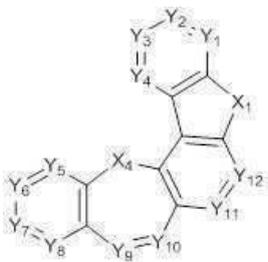
[0113]

[0114] [화학식 h]



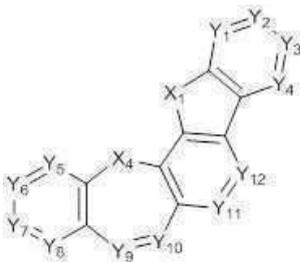
[0115]

[0116] [화학식 i]



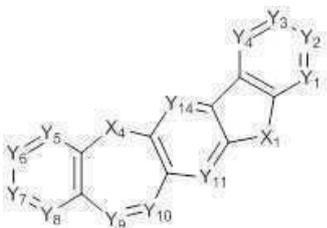
[0117]

[0118] [화학식 j]



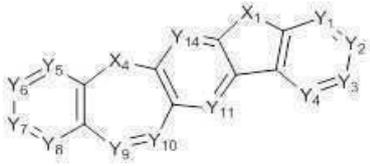
[0119]

[0120] [화학식 k]



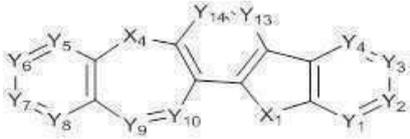
[0121]

[0122] [화학식 l]



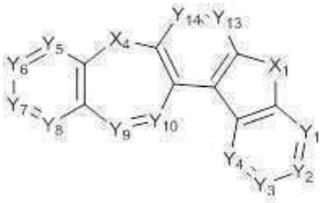
[0123]

[0124] [화학식 m]



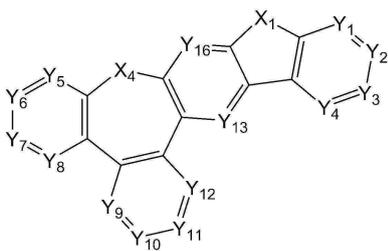
[0125]

[0126] [화학식 n]



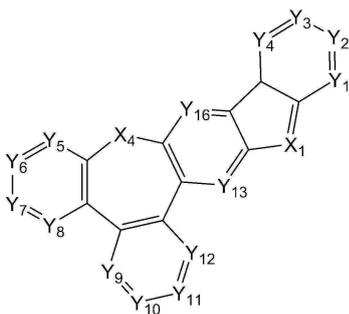
[0127]

[0128] [화학식 o]



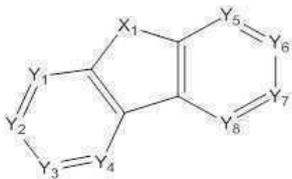
[0129]

[0130] [화학식 p]



[0131]

[0132] [화학식 q]

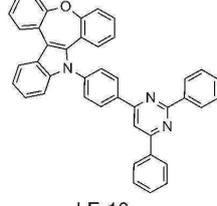
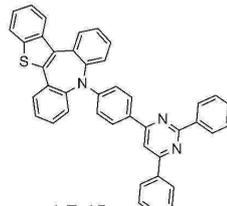
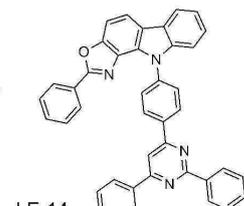
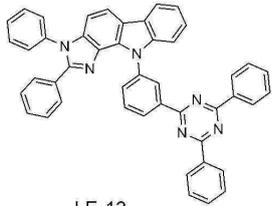
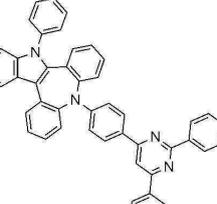
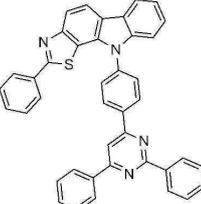
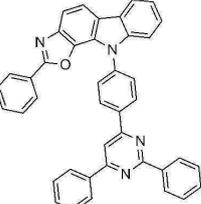
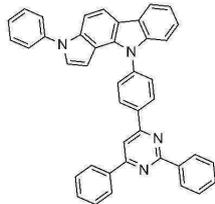
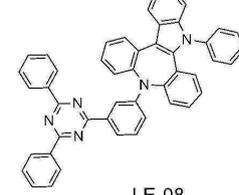
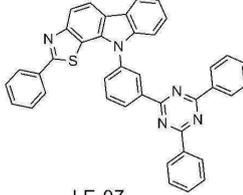
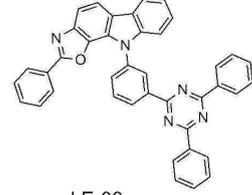
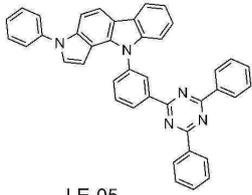
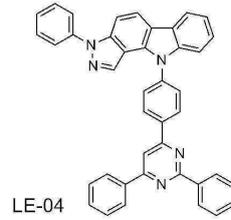
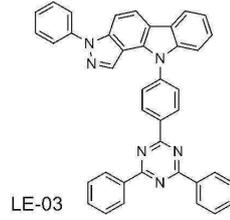
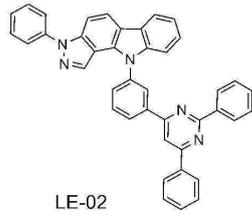
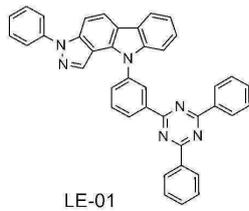


[0133]

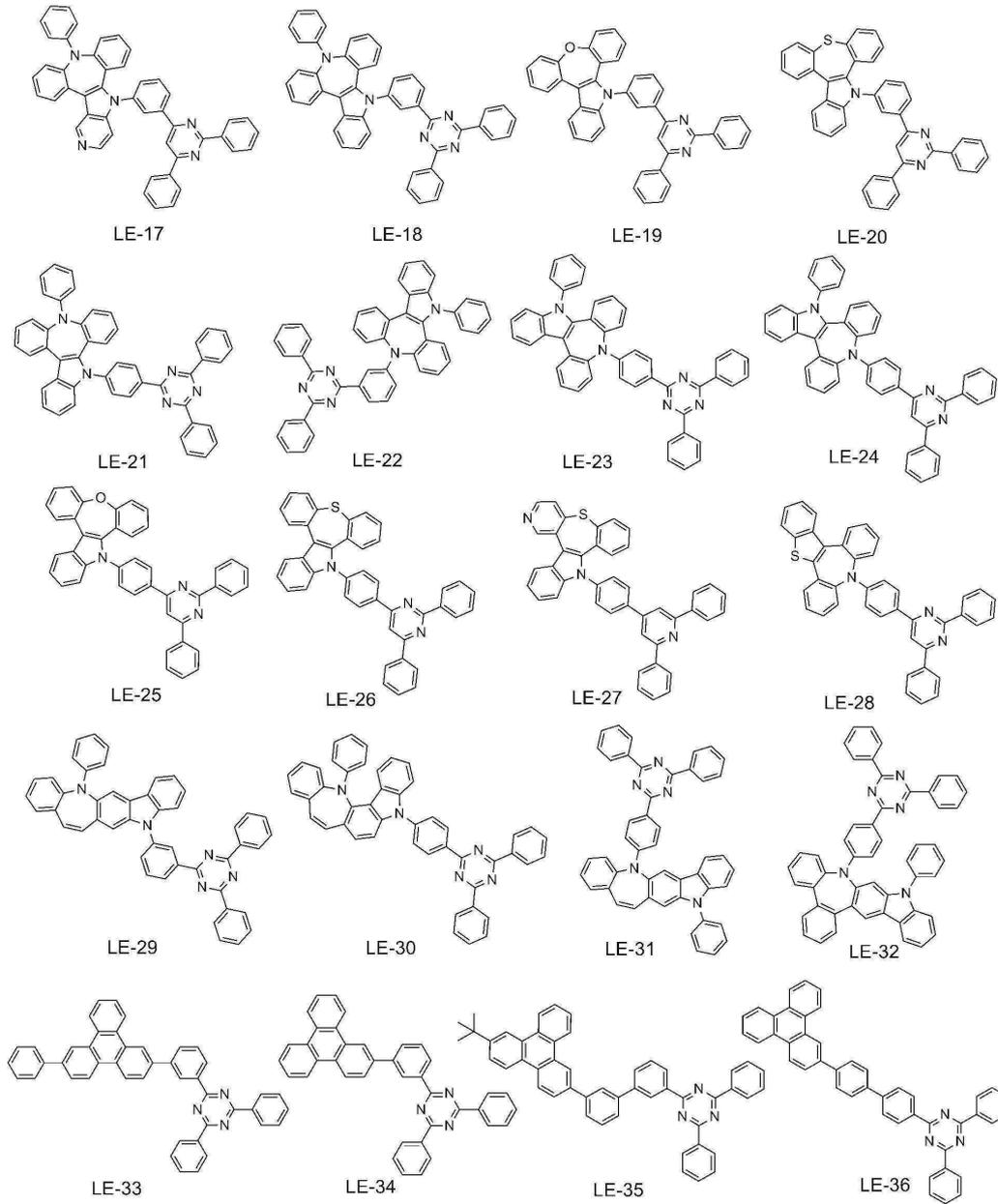
[0134] (상기 화학식 g 내지 q에서,

[0135]  $X_1, X_3$  내지  $X_4, Y_1$  내지  $Y_{16}$ 는 각각 상기 화학식 6 내지 10에서 정의한 바와 같고,

- [0136] 구체적으로,  $X_1$  및  $X_4$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 0, S 또는  $N(Ar_1)$ 인 것이 바람직하며, 모두  $N(Ar_1)$ 인 것이 더욱 바람직하며, 이때  $N(Ar_1)$ 이 복수인 경우, 복수의  $Ar_1$ 은 동일하거나 상이하고;
- [0137]  $Y_1$  내지  $Y_4$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는  $C(R_1)$ 이고, 이중  $Y_1$  내지  $Y_4$ 가 모두  $C(R_1)$ 인 것이 바람직하며, 이때  $C(R_1)$ 이 복수인 경우, 복수의  $R_1$ 은 동일하거나 상이하고;
- [0138]  $X_3$ 는 N 또는  $C(R_2)$ 이며;
- [0139]  $Y_5$  내지  $Y_{16}$ 은 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로 N 또는  $C(R_3)$ 이고, 이중  $Y_5$  내지  $Y_{16}$ 가 모두  $C(R_3)$ 인 것이 바람직하며, 이때  $C(R_3)$ 이 복수인 경우, 복수의  $R_3$ 은 동일하거나 상이하고;
- [0140]  $Ar_1$ 은  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되며,
- [0141]  $R_1$  내지  $R_3$ 은 각각 독립적으로 수소,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 및 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고,
- [0142] 상기  $Ar_1$ 의 아릴기, 헤테로아릴기 및  $R_1$  내지  $R_3$ 의 알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기는 각각 독립적으로, 중수소, 할로젠기, 시아노기, 니트로기, 아미노기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알케닐기,  $C_2\sim C_{40}$ 의 알키닐기,  $C_3\sim C_{40}$ 의 시클로알킬기, 핵원자수 3 내지 40의 헤테로시클로알킬기,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬옥시기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴옥시기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬실릴기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴실릴기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬보론기,  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴보론기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀기,  $C_1\sim C_{40}$ 의 포스핀옥사이드기 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상으로 치환되거나 또는 비치환됨).
- [0143] 본 발명의 일례에 따르면, 상기 화학식 a 내지 화학식 p에서,  $X_1$  및  $X_4$ 는 각각 독립적으로,  $N(Ar_1)$  또는 S인 것이 바람직하다. 즉,  $X_1$ 이  $N(Ar_1)$ 이고,  $X_4$ 가 S이거나; 또는  $X_1$ 이 S이고,  $X_4$ 가  $N(Ar_1)$ 이거나; 혹은  $X_1$  및  $X_4$ 가 모두  $N(Ar_1)$ 인 것이 바람직하다.
- [0144] 또한,  $Ar_1$ 은  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기, 및 핵원자수 5 내지 60의 헤테로아릴기로 이루어진 군에서 선택되고,  $Ar_1$ 의 아릴기, 헤테로아릴기는 각각 독립적으로,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상으로 치환되거나 또는 비치환되는 것이 바람직하다.
- [0145] 또,  $Ar_2$  내지  $Ar_5$ 는 서로 동일하거나 또는 상이하며, 각각 독립적으로  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기(예, 메틸기), 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴기(예, 페닐기)로 이루어진 군에서 선택되고,  $Ar_2$  내지  $Ar_5$ 의 아릴기, 헤테로아릴기는 각각 독립적으로,  $C_1\sim C_{40}$ 의 알킬기,  $C_6\sim C_{40}$ 의 아릴기, 핵원자수 5 내지 40의 헤테로아릴기 및  $C_6\sim C_{60}$ 의 아릴아민기로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상으로 치환되거나 또는 비치환되는 것이 바람직하다.
- [0146] 구체적으로, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하며, 각각 독립적으로 전술한 (i)의 화합물 내지 (v)의 화합물 중 어느 하나이되, 상기 화합물에 1개 이상의 EWG 모이어티가 도입될 수 있다. 이때, 상기 EWG 모이어티는 상기 화학식 1 내지 4 중 어느 하나일 수 있다. 이 경우, 상기 화합물은 양극성(bipolar) 화합물이기 때문에, 정공과 전자의 재결합이 높고, 따라서 전자수송성뿐만 아니라 발광능도 향상되어 유기 전계 발광 소자의 발광효율, 구동전압, 수명특성이 전반적으로 향상될 수 있다.
- [0147] 보다 구체적으로, 상기 제1 전자수송성 유기화합물 및 제2 전자수송성 유기화합물은 서로 상이하며, 각각 독립적으로 하기 화합물 LE-01~LE-36로 이루어진 군에서 선택될 수 있는데, 이에 한정되지 않는다.



[0148]



[0149]

[0150]

본 발명에서의 알킬은 탄소수 1 내지 40의 직쇄 또는 측쇄의 포화 탄화수소에서 유래되는 1가의 치환기이며, 이의 예로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소부틸, sec-부틸, 펜틸, iso-아밀, 헥실 등을 들 수 있다.

[0151]

본 발명에서의 알케닐(alkenyl)은 탄소-탄소 이중 결합을 1개 이상 가진 탄소수 2 내지 40의 직쇄 또는 측쇄의 불포화 탄화수소에서 유래되는 1가의 치환기이며, 이의 예로는 비닐(vinyl), 알릴(allyl), 이소프로펜일(isopropenyl), 2-부텐일(2-butenyl) 등을 들 수 있다.

[0152]

본 발명에서의 알키닐(alkynyl)은 탄소-탄소 삼중 결합을 1개 이상 가진 탄소수 2 내지 40의 직쇄 또는 측쇄의 불포화 탄화수소에서 유래되는 1가의 치환기이며, 이의 예로는 에티닐(ethynyl), 2-프로파닐(2-propynyl) 등을 들 수 있다.

[0153]

본 발명에서의 아릴은 단독 고리 또는 2이상의 고리가 조합된 탄소수 6 내지 60의 방향족 탄화수소로부터 유래된 1가의 치환기를 의미한다. 또한, 2 이상의 고리가 서로 단순 부착(pendant)되거나 축합된 형태도 포함될 수 있다. 이러한 아릴의 예로는 페닐, 나프틸, 페난트릴, 안트릴 등을 들 수 있다.

[0154]

본 발명에서의 헤테로아릴은 핵원자수 5 내지 40의 모노헤테로사이클릭 또는 폴리헤테로사이클릭 방향족 탄화수소로부터 유래된 1가의 치환기를 의미한다. 이때, 고리 중 하나 이상의 탄소, 바람직하게는 1 내지 3개의 탄소가 N, O, S 또는 Se와 같은 헤테로원자로 치환된다. 또한, 2 이상의 고리가 서로 단순 부착(pendant)되거나 축합된 형태도 포함될 수 있고, 아릴기와 축합된 형태도 포함할 수 있다. 이러한 헤테로아릴의 예로는 피리딜, 피

라지닐, 피리미디닐, 피리다지닐, 트리아지닐과 같은 6-원 모노사이클릭 고리, 페녹사티에닐(phenoxathieryl), 인돌리지닐(indoliziny), 인돌릴(indoly), 퓨리닐(puriny), 퀴놀릴(quinoly), 벤조티아졸(benzothiazole), 카바졸릴(carbazoly)과 같은 폴리사이클릭 고리, 2-푸라닐, N-이미다졸릴, 2-이속사졸릴, 2-피리디닐, 2-피리미디닐 등을 들 수 있다.

- [0155] 본 발명에서의 아릴옥시는 R<sup>0</sup>-로 표시되는 1가의 치환기로 상기 R은 탄소수 5 내지 60의 아릴을 의미한다. 이러한 아릴옥시의 예로는 페닐옥시, 나프틸옥시, 디페닐옥시 등을 들 수 있다.
- [0156] 본 발명에서의 알킬옥시는 R<sup>0</sup>-로 표시되는 1가의 치환기로 상기 R<sup>1</sup>는 1 내지 40개의 알킬을 의미하며, 직쇄(linear), 측쇄(branched) 또는 사이클릭(cyclic) 구조를 포함하는 것으로 해석한다. 이러한 알킬옥시의 예로는 메톡시, 에톡시, n-프로폭시, 1-프로폭시, t-부톡시, n-부톡시, 펜톡시 등을 들 수 있다.
- [0157] 본 발명에서의 아릴아민은 탄소수 6 내지 60의 아릴로 치환된 아민을 의미한다.
- [0158] 본 발명에서의 시클로알킬은 탄소수 3 내지 40의 모노사이클릭 또는 폴리사이클릭 비-방향족 탄화수소로부터 유래된 1가의 치환기를 의미한다. 이러한 사이클로알킬의 예로는 사이클로프로필, 사이클로펜틸, 사이클로헥실, 노르보닐(norbornyl), 아다만틴(adamantine) 등을 들 수 있다.
- [0159] 본 발명에서의 헤테로시클로알킬은 핵원자수 3 내지 40의 비-방향족 탄화수소로부터 유래된 1가의 치환기를 의미하며, 고리 중 하나 이상의 탄소, 바람직하게는 1 내지 3개의 탄소가 N, O, S 또는 Se와 같은 헤테로 원자로 치환된다. 이러한 헤테로시클로알킬의 예로는 모르폴린, 피페라진 등을 들 수 있다.
- [0160] 본 발명에서의 알킬실릴은 탄소수 1 내지 40의 알킬로 치환된 실릴이고, 아릴실릴은 탄소수 5 내지 40의 아릴로 치환된 실릴을 의미한다.
- [0161] 본 발명에서의 축합 고리는 축합 지방족 고리, 축합 방향족 고리, 축합 헤테로지방족 고리, 축합 헤테로방향족 고리 또는 이들의 조합된 형태를 의미한다.
- [0162] 전술한 전자수송층(340)을 제조하는 방법은 당 업계에 공지된 방법이라면 특별히 한정되지는 않으며, 예를 들어, 공중착법, 진공 증착법, 용액 도포법 등이 있다.
- [0163] 일례로, 제1 및 제2 전자수송성 화합물을 각각 제 1열원 및 제 2 열원에 위치시키고, 상기 물질들을 동시에 가열하여 공중착시켜 전자수송층(340)을 형성한다. 이때,  $1 \times 10^{-0.6}$  torr 이하의 진공도에서, 제1 열원과 제2 열원의 초당 증발속도를 조절하여 적정 비율로 공중착하는 것이 바람직하다. 또, 제1 열원과 제2 열원에 위치하는 각각의 전자수송성 화합물의 사용량은 특별히 한정되지 않는다.
- [0164] 다른 일례로, 제1 및 제2 전자수송성 화합물을 적정 비율로 혼합한 다음, 이들의 혼합물을 하나의 열원에 위치시킨 후 가열하여 공중착시켜 전자수송층(340)을 형성한다. 이때,  $1 \times 10^{-0.6}$  torr 이하의 진공도에서 수행하는 것이 바람직하다. 또, 상기 제1 및 제2 전자수송성 화합물의 사용량은 특별히 한정되지 않는다.
- [0165] (4) 전자주입층
- [0166] 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 상기 전자수송층(340) 위에 적층된 전자주입층(350)을 포함한다. 상기 전자주입층(350)은 음극(200)에서 주입된 전자를 전자수송층(340)으로 이동시키는 역할을 한다.
- [0167] 이러한 전자주입층(350)을 이루는 물질은 전자 주입이 용이하고 전자 이동도가 큰 물질이라면 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 알칼리금속, 알칼리토금속 및 이들의 할로겐화물, 산화물, 과산화물, 황화물 등이 있으며, 구체적으로 Ce, Li 등의 알칼리 금속, Ca, Sr, Ba, Ra 등의 알칼리토금속, 플루오르화리튬, 플루오르화마그네슘, 플루오르화칼슘, 플루오르화스트론튬, 플루오르화바륨 등의 플루오르화물, 산화리튬 등의 산화물 등이 있는데, 이에 제한되지 않는다. 일례로, 전자주입층(350)으로 LiF가 사용될 수 있다.
- [0168] 선택적으로, 본 발명은 전술한 유기물층 이외, 정공 수송층(320)과 발광층(330) 사이에 전자와 엑시톤의 이동을 블로킹하는 유기막층(미도시)을 더 포함할 수 있다.
- [0169] 이러한 유기막층은 높은 LUMO 값을 가져 전자가 정공수송층(320)으로 이동하는 것을 막고, 높은 삼중항 에너지를 가져 발광층(330)의 엑시톤이 정공 수송층(320)으로 확산되는 것을 방지한다. 이와 같은 유기막층을 이루는 물질은 특별히 한정되지 않으며, 이의 비제한적인 예로 카바졸 유도체, 아릴아민 유도체 등이 있다.
- [0170] 전술한 유기물층(300)을 제조하는 방법은 특별히 한정되지 않으며, 예를 들어 진공 증착법, 용액 도포법 등이

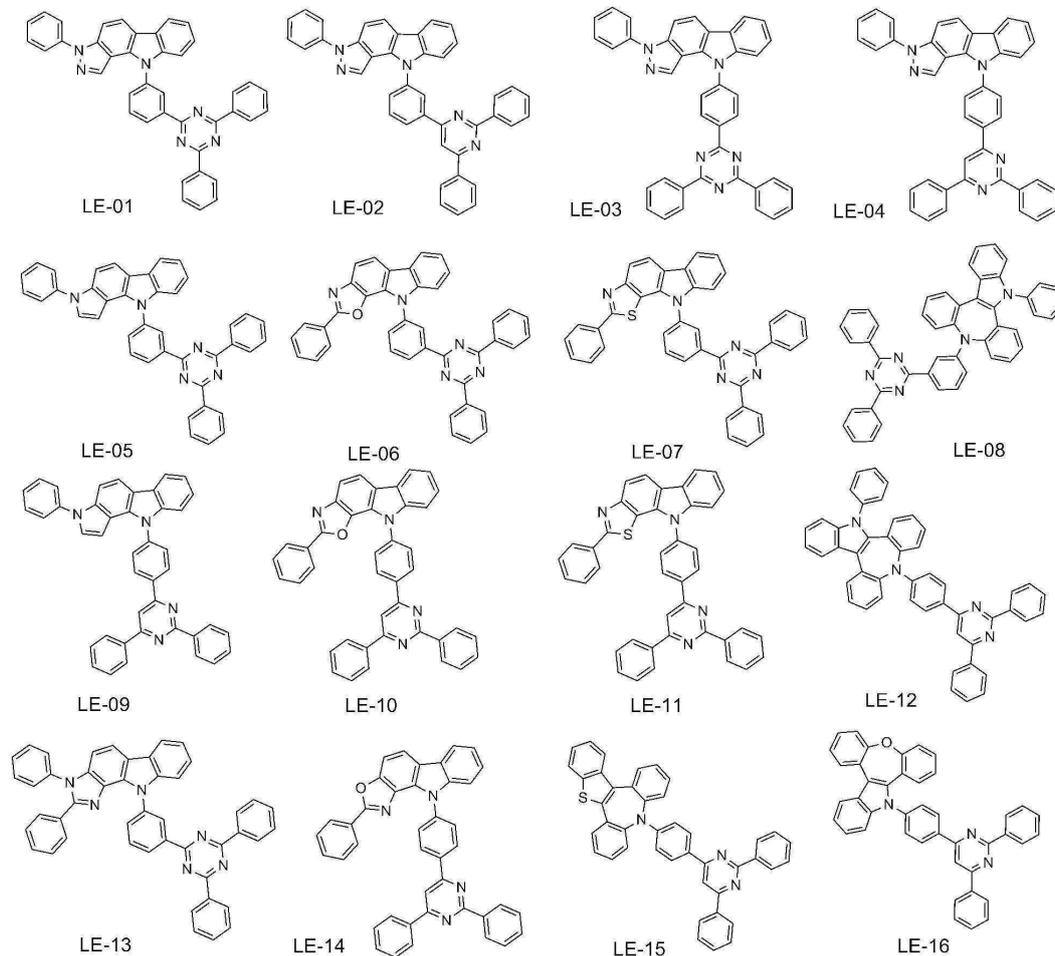
있다. 상기 용액 도포법의 예로는 스핀 코팅, 딥코팅, 닥터 블레이딩, 잉크젯 프린팅, 열 전사법 등이 있는데, 이에 한정되지 않는다.

[0171] 이상의 본 발명에 따른 유기 전계 발광 소자는 양극(100), 유기물층(300) 및 음극(200)이 순차적으로 적층된 구조를 갖는다. 경우에 따라, 상기 양극(100)과 유기물층(300) 사이, 또는 음극(200)과 유기물층(300) 사이에 절연층(미도시됨) 또는 접착층(미도시됨)을 더 포함할 수 있다. 이러한 본 발명의 유기 전계 발광 소자는 전압 및 전류 인가시 최대 발광효율을 유지하면서 초기 밝기의 반감시간(Life time)이 증가되기 때문에 수명 특성이 우수할 수 있다.

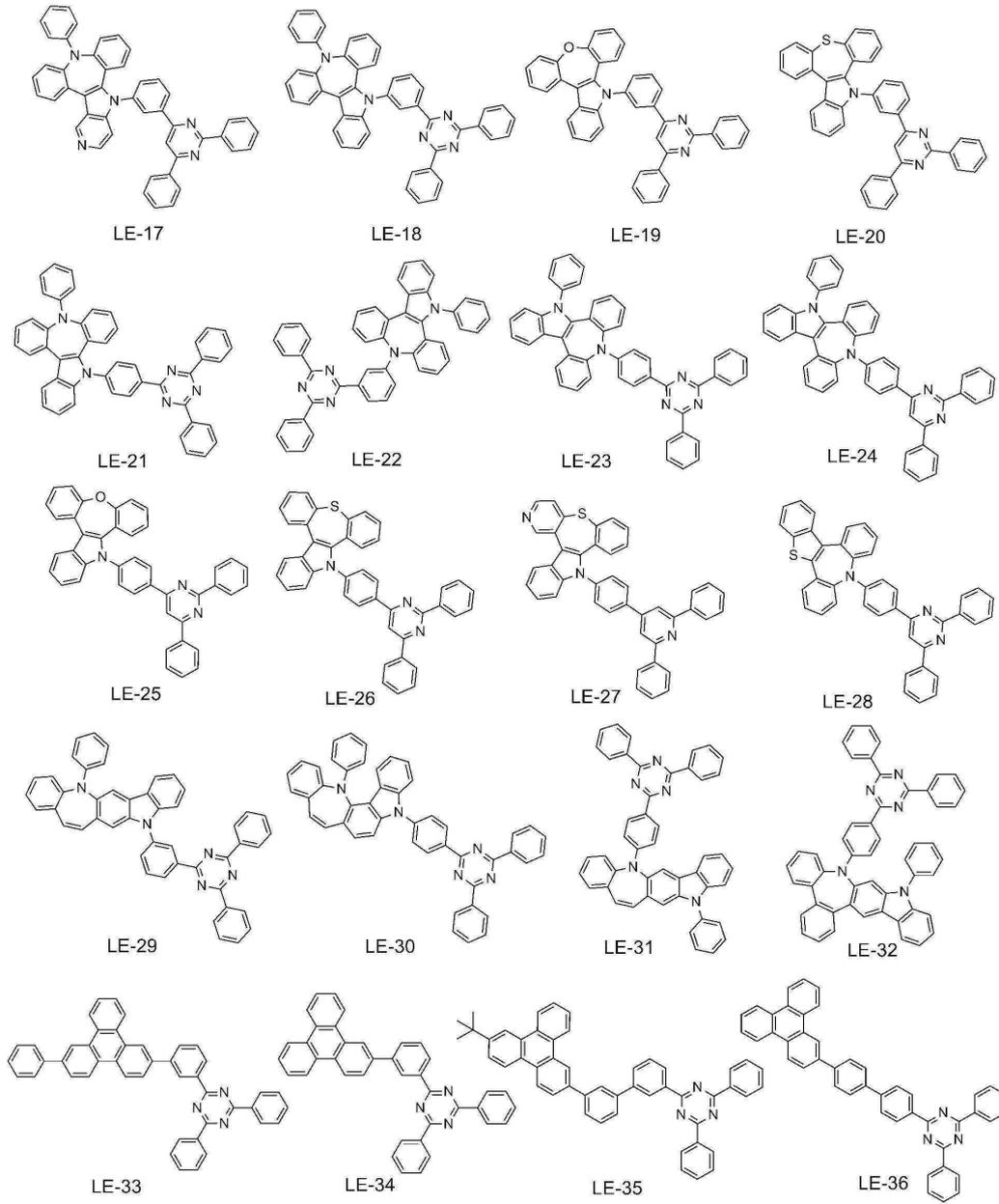
[0172] 이하, 본 발명을 실시예를 통하여 상세히 설명하나, 하기 실시예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명이 하기 실시예에 의해 한정되는 것은 아니다.

[0173] [준비예 1~36] - 화합물 LE-01 ~ LE-36의 준비

[0174] 하기 실시예 1~13에서 전자수송층 재료로 하기 화합물 LE-01 내지 LE-36을 준비하였고, 이들의 삼중항 에너지, HOMO 에너지 준위, 및 전하이동도를 당 업계에 공지된 방법으로 각각 측정하여 하기 표 1에 나타내었다. 여기서, 상기 전하이동도는 양극성 화합물을 1 μm 두께로 성막하여 캐리어의 이동시간(Transition time)을 측정한 것이다.



[0175]



[0176]

표 1

[0177]

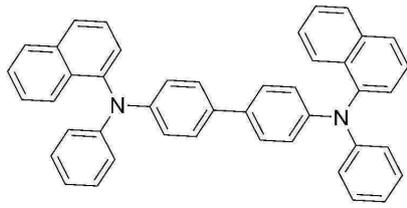
화합물	계산값(B3LYP/6-31G*)	실측값	
	삼중항에너지(eV)	HOMO 에너지 준위(eV)	전자이동도( $\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ )
LE-01	2.39	5.54	$8.9 \times 10^{-5}$
LE-02	2.45	5.50	$5.8 \times 10^{-6}$
LE-03	2.54	5.71	$8.8 \times 10^{-5}$
LE-04	2.53	5.60	$7.6 \times 10^{-5}$
LE-05	2.65	5.58	$7.5 \times 10^{-6}$
LE-06	2.50	5.64	$9.6 \times 10^{-6}$
LE-07	2.48	5.65	$9.2 \times 10^{-5}$
LE-08	2.74	6.01	$5.1 \times 10^{-5}$
LE-09	2.38	5.71	$9.9 \times 10^{-5}$

LE-10	2.35	5.69	$1.0 \times 10^{-5}$
LE-11	2.81	6.01	$1.3 \times 10^{-4}$
LE-12	2.78	6.05	$1.0 \times 10^{-4}$
LE-13	2.59	5.82	$1.1 \times 10^{-4}$
LE-14	2.51	5.51	$2.1 \times 10^{-5}$
LE-15	2.59	5.56	$7.5 \times 10^{-5}$
LE-16	2.54	5.51	$8.5 \times 10^{-6}$
LE-17	2.43	5.64	$7.8 \times 10^{-6}$
LE-18	2.50	5.68	$6.5 \times 10^{-4}$
LE-19	2.45	5.73	$7.5 \times 10^{-6}$
LE-20	2.56	5.70	$5.8 \times 10^{-5}$
LE-21	2.48	5.60	$6.4 \times 10^{-5}$
LE-22	2.57	5.70	$7.0 \times 10^{-5}$
LE-23	2.53	5.60	$7.0 \times 10^{-4}$
LE-24	2.47	5.70	$6.6 \times 10^{-6}$
LE-25	2.43	5.83	$8.1 \times 10^{-6}$
LE-26	2.39	5.69	$9.5 \times 10^{-6}$
LE-27	2.41	5.99	$3.7 \times 10^{-5}$
LE-28	2.35	5.82	$5.1 \times 10^{-5}$
LE-29	2.37	5.75	$3.9 \times 10^{-5}$
LE-30	2.45	6.01	$5.6 \times 10^{-6}$
LE-31	2.40	6.19	$6.4 \times 10^{-6}$
LE-32	2.34	6.09	$7.0 \times 10^{-5}$
LE-33	2.55	5.70	$7.5 \times 10^{-4}$
LE-34	2.47	5.68	$6.6 \times 10^{-5}$
LE-35	2.43	6.21	$8.1 \times 10^{-5}$
LE-36	2.39	6.15	$9.5 \times 10^{-6}$

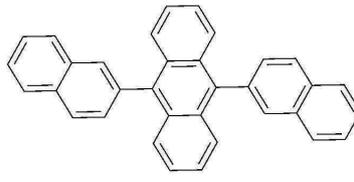
[0178] [실시예 1 내지 13] - 유기 전계 발광 소자의 제조

[0179] ITO(Indium tin oxide)가 1500 Å 두께로 박막 코팅된 유리 기판을 증류수로 초음파 세척하였다. 증류수 세척이 끝나면, 이소프로필 알코올, 아세톤, 메탄올 등의 용제로 초음파 세척을 하고 건조시킨 후 UV OZONE 세정기 (Power sonic 405, 화신테크)로 이송시킨 다음, UV를 이용하여 상기 기판을 5분간 세정하고 진공 증착기로 기판을 이송하였다.

[0180] 상기와 같이 준비된 ITO 투명 기판(전극) 위에, DS-205(두산社) (80 nm) / NPB (15 nm) / 95 중량%의 ADN + 5 중량%의 DS-405(두산社) (30 nm) / 하기 표 2의 화합물 (30 nm) / LiF(1 nm) / Al(200 nm) 순으로 적층하여 유기 전계 발광 소자를 제조하였다. 이때, 사용된 NPB, ADN은 하기와 같다.



NPB

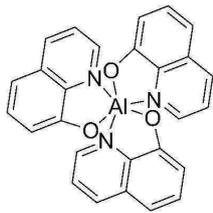


ADN

[0181]

[0182] **[비교예 1] - 유기 전계 발광 소자의 제조**

[0183] 실시예 1에서 전자수송층 재료로 사용된 화합물들(LE-01 + LE-18) 대신에 Alq<sub>3</sub>를 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 수행하여 유기 전계 발광 소자를 제조하였다. 이때, 사용된 Alq<sub>3</sub>는 하기와 같다.



Alq<sub>3</sub>

[0184]

[0185] **[비교예 2 내지 4] - 유기 전계 발광 소자의 제조**

[0186] 실시예 1에서 전자수송층 재료로 LE-05, LE-22, LE-36을 각각 사용하는 것을 제외하고는, 실시예 1과 동일하게 수행하여 유기 전계 발광 소자를 제조하였다.

[0187] **[실험예 1]**

[0188] 상기 실시예 1 내지 13, 및 비교예 1에서 각각 제조된 유기 전계 발광 소자에 대하여, 전류 밀도 10 mA/cm<sup>2</sup>에서 구동 전압, 전류 효율, 수명(T<sub>97</sub>)을 측정하였고, 그 결과를 하기 표 2에 나타내었다. 여기서, 수명(T<sub>97</sub>)은 수명 측정기를 통해 발광 휘도가 97% 되는 시간을 측정하였다.

**표 2**

[0189]

	전자수송층 재료(혼합비)	구동 전압(V)	전류 효율(cd/A)	수명(hr)
실시예 1	LE-01 + LE-18(50:50)	4.2	6.5	61
실시예 2	LE-03 + LE-19(50:50)	4.4	6.3	52
실시예 3	LE-05 + LE-21(50:50)	4.3	6.4	77
실시예 4	LE-08 + LE-23(50:50)	4.7	6.2	68
실시예 5	LE-09 + LE-26(50:50)	4.5	6.6	59
실시예 6	LE-11 + LE-28(50:50)	4.4	6.4	62
실시예 7	LE-13 + LE-29(50:50)	4.6	6.5	82
실시예 8	LE-14 + LE-32(50:50)	4.6	6.3	74
실시예 9	LE-15 + LE-34(50:50)	4.1	6.2	78
실시예 10	LE-02 + LE-06(30:70)	4.9	6.6	66
실시예 11	LE-10 + LE-12(40:60)	4.8	6.1	69
실시예 12	LE-17 + LE-20(60:40)	4.4	6.1	55
실시예 13	LE-22 + LE-36(70:30)	4.6	6.5	59
비교예 1	Alq <sub>3</sub>	5.2	5.6	30
비교예 2	LE-05	5.0	5.8	40
비교예 3	LE-22	5.1	5.9	45
비교예 4	LE-36	5.1	5.8	38

[0190] 상기 표 2를 살펴보면, 실시예 1 내지 13의 유기 전계 발광 소자는 비교예 1 내지 4의 유기 전계 발광 소자보다 구동 전압이 낮고, 전류효율이 높으며, 수명이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

**부호의 설명**

[0191]

- 100: 양극,    200: 음극,
- 300: 유기물층,    310: 정공주입층,
- 320: 정공수송층,    330: 발광층,
- 340: 전자수송층,    350: 전자주입층

**도면**

**도면1**

