



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년02월10일  
(11) 등록번호 10-1358784  
(24) 등록일자 2014년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 51/50 (2006.01) C09K 11/06 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2012-0014825  
(22) 출원일자 2012년02월14일  
심사청구일자 2012년02월14일  
(65) 공개번호 10-2013-0093327  
(43) 공개일자 2013년08월22일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2002175887 A\*  
KR1020090082778 A\*  
KR1020100108505 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성디스플레이 주식회사  
경기도 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)  
(72) 발명자  
조환희  
경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)  
이문재  
경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 28 항

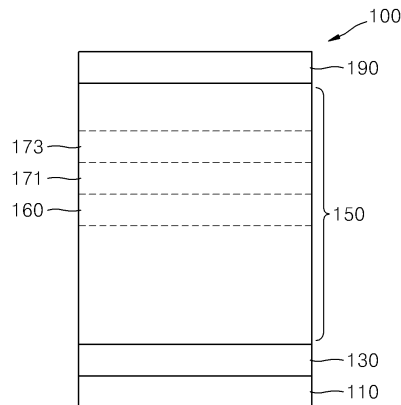
심사관 : 김효욱

(54) 발명의 명칭 개선된 효율 특성을 갖는 유기 발광 소자 및 이를 포함하는 유기 발광 표시 장치

(57) 요약

제1전극, 상기 제1전극과 대향된 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 인광 발광층, 상기 인광 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재된 전자 수송층, 및 상기 인광 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 개재된 전자 제어층을 포함하는 유기 발광 소자가 제공되며, 상기 유기 발광 소자를 포함하는 유기 발광 표시 장치가 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**서지현**

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

**곽재현**

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

**박영호**

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

**추창웅**

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

**이관희**

경기 용인시 기흥구 삼성2로 95 (농서동)

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1전극, 상기 제1전극과 대향된 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 인광 발광층, 상기 인광 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재된 전자 수송층, 및 상기 인광 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 개재된 전자 제어층을 포함하고;

상기 인광 발광층이 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함하고, 상기 전자 제어층이 전자 제어 물질을 포함하고;

상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도(HOMO) 에너지 준위( $E_{H_H}$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 에너지 준위( $E_{L_H}$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{H_C}$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{L_C}$ )가  $|E_{H_H} - E_{H_C}| \leq 0.3\text{eV}$  및  $|E_{L_H} - E_{L_C}| \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족하고;

상기 전자 제어층의 두께가 50Å 내지 450Å이고;

상기 호스트 재료가 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물을 포함하는 유기 발광 소자.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{H_H}$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{L_H}$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{H_C}$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{L_C}$ )가  $0 \leq E_{H_H} - E_{H_C} \leq 0.3\text{eV}$  및  $0 \leq E_{L_H} - E_{L_C} \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족하는 유기 발광 소자.

### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전자 제어 물질은 전자 이동도가 정공 이동도보다 크거나 같은 값을 가지는 유기 발광 소자.

### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{L_C}$ )가 -5.2eV 내지 -6.1eV인 유기 발광 소자.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $E_{L_C}$ )가 -2.5eV 내지 -3.2eV인 유기 발광 소자.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 함량은 상기 전자 제어층의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%인 유기 발광 소자.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 전자 수송층과 상기 전자 제어층의 두께비가 5:1 내지 5:10인 유기 발광 소자.

## 청구항 8

제1전극, 상기 제1전극과 대향된 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 인광 발광층, 상기 인광 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재된 전자 수송층, 상기 인광 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 개재된 전자 제어층, 및 상기 인광 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재된 전자 저지층을 포함하고;

상기 인광 발광층이 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함하고, 상기 전자 제어층이 전자 제어 물질을 포함하고, 상기 전자 저지층이 전자 저지 물질을 포함하고;

상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ), 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ ) 및 상기 전자 저지 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_B$ )가  $|EH_H - EH_C| \leq 0.3\text{eV}$ ,  $|EL_H - EL_C| \leq 0.5\text{eV}$ , 및  $EL_B > EL_H$ 인 관계를 만족하고;

상기 전자 제어층의 두께가 50Å 내지 450Å이고;

상기 호스트 재료가 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물을 포함하는 유기 발광 소자.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 전자 저지 물질은 트리페닐아민 유도체, 카바졸 유도체 및 스피로디플루오렌 유도체 중 적어도 1종을 포함하는 유기 발광 소자.

## 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 전자 저지층의 두께가 10Å 내지 1000Å인 유기 발광 소자.

## 청구항 11

제8항에 있어서,

상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가  $0 \leq EH_H - EH_C \leq 0.3\text{eV}$  및  $0 \leq EL_H - EL_C \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족하는 유기 발광 소자.

## 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질은 전자 이동도가 정공 이동도보다 크거나 같은 값을 가지는 유기 발광 소자.

## 청구항 13

제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )가 -5.2eV 내지 -6.1eV인 유기 발광 소자.

## 청구항 14

제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 -2.5eV 내지 -3.2eV인 유기 발광 소자.

## 청구항 15

제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질의 함량은 상기 전자 제어층의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%인 유기 발광 소자.

#### 청구항 16

제8항에 있어서,

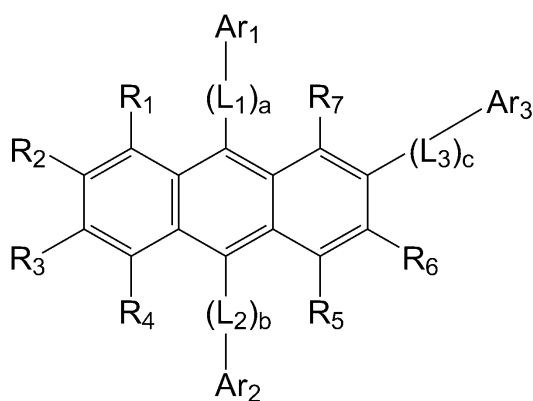
상기 전자 수송층과 상기 전자 제어층의 두께비가 5:1 내지 5:10인 유기 발광 소자.

#### 청구항 17

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질이 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 1>



상기 식 중,

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기 중 1종이고,

Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기, 및 -N(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)로 표시되는 그룹 중 1종이며, 단, 상기 Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub> 중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기이고,

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

L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> 및 L<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기 중 1종이고,

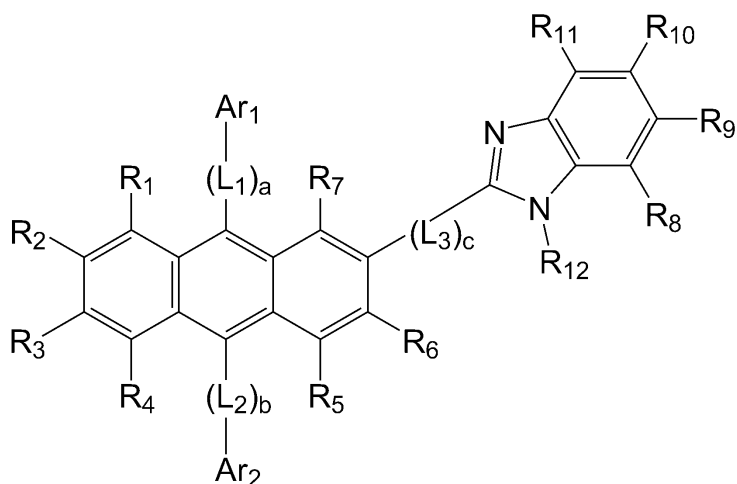
a, b 및 c는 서로 독립적으로 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

#### 청구항 18

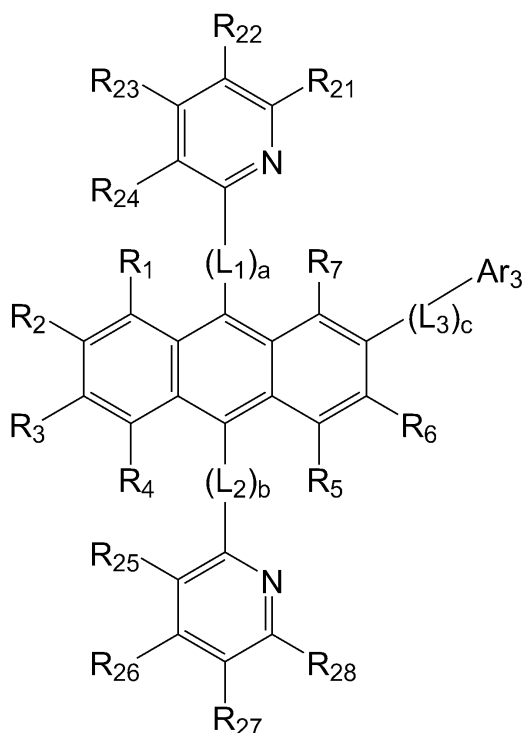
제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질이 하기 화학식 2 및 3으로 표시되는 화합물 중 적어도 1종을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 2>



<화학식 3>



상기 식들 중,

R<sub>1</sub> 내지 R<sub>12</sub> 및 R<sub>21</sub> 내지 R<sub>28</sub>은 서로 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 에틸기, 치환 또는 비치환된 프로필기, 치환 또는 비치환된 부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기 중 1종이고,

Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기(phenyl), 치환 또는 비치환된 펜타레닐기(pentalenyl), 치환 또는 비치환된 인데닐기(indenyl), 치환 또는 비치환된 나프틸기(naphtyl), 치환 또는 비치환된 아줄레닐기(azulenyl), 치환 또는 비치환된 헵타레닐기(heptalenyl), 치환 또는 비치환된 인다세닐기(indacenyl), 치환 또는 비치환된 아세나프틸기(acenaphtyl), 치환 또는 비치환된 플루오레닐기(fluorenyl), 치환 또는 비치환된 스피로-플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 페날레닐기(phenalenyl), 치환 또는 비치환된 페난트레닐기(phenanthrenyl), 치환 또는 비치환된 안트릴기(anthryl), 치환 또는 비치환된 플루오란테닐기

(fluoranthenyl), 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기(triphenylenyl), 치환 또는 비치환된 피레닐기(pyrenyl), 치환 또는 비치환된 크리세닐기(chrysenyl), 치환 또는 비치환된 나프타세닐기(naphthacenyl), 치환 또는 비치환된 피세닐기(picenyl), 치환 또는 비치환된 페틸레닐기(perylene), 치환 또는 비치환된 펜타페닐기(pentaphenyl), 치환 또는 비치환된 헥사세닐기(hexacenyl), 치환 또는 비치환된 피롤일기(pyrrolyl), 치환 또는 비치환된 이마다졸일기(imidazolyl), 치환 또는 비치환된 피라졸일기(pyrazolyl), 치환 또는 비치환된 피리디닐기(pyridinyl), 치환 또는 비치환된 비피리디닐기(bipyridinyl), 치환 또는 비치환된 피라지닐기(pyrazinyl), 치환 또는 비치환된 피리미디닐기(pyrimidinyl), 치환 또는 비치환된 피리다지닐기(pyridazinyl), 치환 또는 비치환된 이소인돌일기(isoindolyl), 치환 또는 비치환된 인돌일기(indolyl), 치환 또는 비치환된 인다졸일기(indazolyl), 치환 또는 비치환된 푸리닐기(purinyl), 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기(quinolinyl), 치환 또는 비치환된 벤조퀴놀리닐기(benzoquinolinyl), 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기(phthalazinyl), 치환 또는 비치환된 나프티리디닐기(naphthyridinyl), 치환 또는 비치환된 퀴녹살리닐기(quinoxaliny), 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐기(quinazolinyl), 치환 또는 비치환된 시놀리닐기(cinnolinyl), 치환 또는 비치환된 카바졸일기(carbazolyl), 치환 또는 비치환된 페난트리디닐기(phenanthridinyl), 치환 또는 비치환된 아크리디닐기(acridinyl), 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기(phenanthrolinyl), 치환 또는 비치환된 페나지닐기(phenazinyl), 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일기(benzoimidazolyl), 치환 또는 비치환된 푸라닐기(furanyl), 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐기(benzofuranyl), 치환 또는 비치환된 티오펜일기(thiophenyl), 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일기(benzothiophenyl), 치환 또는 비치환된 티아졸일기(thiazolyl), 치환 또는 비치환된 이소티아졸일기(isothiazolyl), 치환 또는 비치환된 벤조티아졸일기(benzothiazolyl), 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일기(isoxazolyl), 치환 또는 비치환된 옥사졸일기(oxazolyl), 치환 또는 비치환된 트리아졸일기, 치환 또는 비치환된 테트라졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일기(oxadiazolyl), 치환 또는 비치환된 트리아지닐기(triazinyl), 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐기(dibenzopuranyl), 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일기(dibenzothiophenyl), 및 치환 또는 비치환된 벤조카바졸일기 중 1종이고,

$L_1$ ,  $L_2$  및  $L_3$ 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기(pentalenylene), 치환 또는 비치환된 인데닐렌기(indenylene), 치환 또는 비치환된 나프틸렌기(naphthylene), 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기(azulenylene), 치환 또는 비치환된 헵탈레닐렌기(heptalenylene), 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기(indacenylene), 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기(acenaphthylene), 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기(fluorenylene), 치환 또는 비치환된 페나레닐렌기(phenalenylene), 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기(phenanthrenylene), 치환 또는 비치환된 안트릴렌기(anthrylene), 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기(fluoranthenylene), 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기(triphenylenylene), 치환 또는 비치환된 피레닐렌기(pyrenylene), 치환 또는 비치환된 크리세닐렌기(chrysenylene), 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기(naphthacenylene), 치환 또는 비치환된 피세닐렌기(picenylene), 치환 또는 비치환된 페틸레닐렌기(perylene), 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기(pentaphenylene), 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기(hexacenylene), 치환 또는 비치환된 피롤일렌기(pyrrolylene), 치환 또는 비치환된 피라졸일렌기(pyrazolylene), 치환 또는 비치환된 이마다졸일렌기(imidazolylene), 치환 또는 비치환된 이마다졸리닐렌기(imidazolinylene), 치환 또는 비치환된 이마다조피리디닐렌기(imidazopyridinylene), 치환 또는 비치환된 이마다조피리미디닐렌기(imidazopyrimidinylene), 치환 또는 비치환된 피리디닐렌기(pyridinylene), 치환 또는 비치환된 피라지닐렌기(pyrazinylene), 치환 또는 비치환된 피리미디닐렌기(pyrimidinylene), 치환 또는 비치환된 인돌일렌기(indolylene), 치환 또는 비치환된 푸리닐렌기(purinylene), 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐렌기(quinolinylene), 치환 또는 비치환된 프탈라지닐렌기(phthalazinylene), 치환 또는 비치환된 인돌리지닐렌기(indolizinylenylene), 치환 또는 비치환된 나프티리디닐렌기(naphthyridinylene), 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐렌기(quinazolinylene), 치환 또는 비치환된 시놀리닐렌기(cinnolinylene), 치환 또는 비치환된 인다졸일렌기(indazolylene), 치환 또는 비치환된 카바졸일렌기(carbazolylene), 치환 또는 비치환된 페나지닐렌기(phenazinylene), 치환 또는 비치환된 페난트리디닐렌기(phenanthridinylene), 치환 또는 비치환된 피라닐렌기(pyranylene), 치환 또는 비치환된 크로메닐렌기(chromenylene), 치환 또는 비치환된 푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐렌기(benzofuranylene), 치환 또는 비치환된 티오펜일렌기(thiophenylene), 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일렌기(benzothiophenylene), 치환 또는 비치환된 이소티아졸일렌기(isothiazolylene), 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일렌기(benzoimidazolylene), 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일렌기(isoxazolylene), 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일렌기(dibenzothiophenylene), 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐렌기

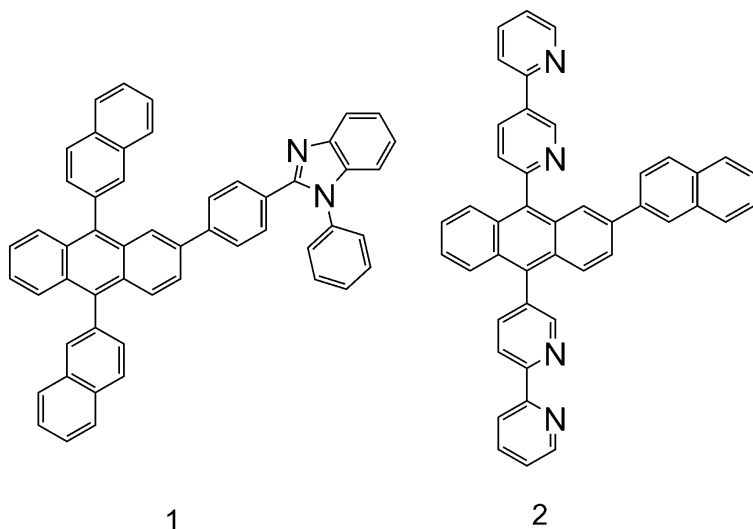
(dibenzopuranylene), 치환 또는 비치환된 트리아지닐렌기(triazinylene), 및 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일렌기(oxadiazolylene) 중 1종이고,

a, b 및 c는 서로 독립적으로 0 내지 1의 정수 중 하나인 유기 발광 소자.

#### 청구항 19

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 전자 제어 물질이 하기 화합물 1 및 2 중 적어도 1종을 포함하는 유기 발광 소자:



#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 호스트 재료가 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물을 더 포함하는 유기 발광 소자.

#### 청구항 22

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 인광 발광층이 적색광 또는 녹색광을 발광하는 유기 발광 소자.

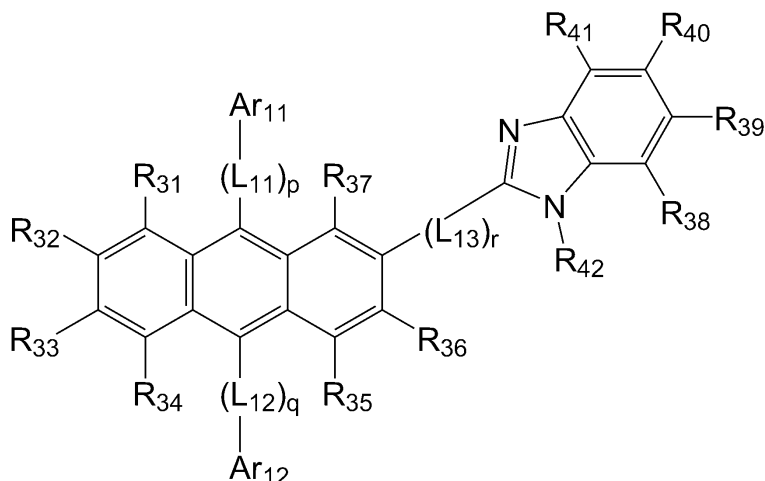
#### 청구항 23

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 전자 수송층이 하기 화학식 4로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:



<화학식 4>



상기 식 중,

R<sub>31</sub> 내지 R<sub>42</sub>는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 에틸기, 치환 또는 비치환된 프로필기, 치환 또는 비치환된 부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기 중 1종이고,

Ar<sub>11</sub> 및 Ar<sub>12</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐기, 치환 또는 비치환된 인데닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 아줄레닐기, 치환 또는 비치환된 헵타레닐기, 치환 또는 비치환된 인다세닐기, 치환 또는 비치환된 아세나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 스피로-플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 페날레닐기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 플루오란테닐기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기, 치환 또는 비치환된 크리스레닐기, 치환 또는 비치환된 나프타세닐기, 치환 또는 비치환된 피세닐기, 치환 또는 비치환된 페틸레닐기, 치환 또는 비치환된 펜타페닐기, 치환 또는 비치환된 헥사세닐기, 치환 또는 비치환된 피롤일기, 치환 또는 비치환된 이미다졸일기, 치환 또는 비치환된 피라졸일기, 치환 또는 비치환된 피리디닐기, 치환 또는 비치환된 비피리디닐기, 치환 또는 비치환된 피라지닐기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐기, 치환 또는 비치환된 피리다지닐기, 치환 또는 비치환된 이소인돌일기, 치환 또는 비치환된 인돌일기, 치환 또는 비치환된 인다졸일기, 치환 또는 비치환된 푸리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 벤조퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기, 치환 또는 비치환된 나프티리디닐기, 치환 또는 비치환된 퀴녹살리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐기, 치환 또는 비치환된 시놀리닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸일기, 치환 또는 비치환된 페난트리디닐기, 치환 또는 비치환된 아크리디닐기, 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기, 치환 또는 비치환된 페나지닐기, 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일기, 치환 또는 비치환된 푸라닐기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐기, 치환 또는 비치환된 티오펜일기, 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일기, 치환 또는 비치환된 티아졸일기, 치환 또는 비치환된 이소티아졸일기, 치환 또는 비치환된 벤조티아졸일기, 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 트리아졸일기, 치환 또는 비치환된 테트라졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐기, 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐기, 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일기, 및 치환 또는 비치환된 벤조카바졸일기 중 1종이고,

L<sub>11</sub>, L<sub>12</sub> 및 L<sub>13</sub>은 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인데닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기, 치환 또는 비치환된 헵타레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기, 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페날레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기, 치환 또는 비치환된 안트릴렌기, 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기, 치환 또는 비치환된 피레닐렌기, 치환 또는 비치환된 크리스레닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기, 치환 또는 비치환된 피세닐렌기, 치환 또는 비치환된 페틸레닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기, 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기

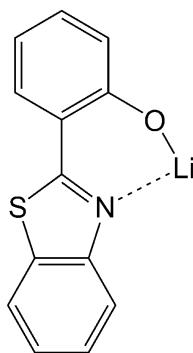
기, 치환 또는 비치환된 피롤일렌기, 치환 또는 비치환된 피라졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이미다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이미다졸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 이미다조피리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 이미다조피리미디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피라지닐렌기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐렌기, 치환 또는 비치환된 인돌일렌기, 치환 또는 비치환된 푸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐렌기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐렌기, 치환 또는 비치환된 인돌리지닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프티리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 시놀리닐렌기, 치환 또는 비치환된 인다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 카바졸일렌기, 치환 또는 비치환된 페나지닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피라닐렌기, 치환 또는 비치환된 크로메닐렌기, 치환 또는 비치환된 푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 이소티아졸일렌기, 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이속사졸일렌기, 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐렌기, 및 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일렌기 중 1종이고,

p, q 및 r은 서로 독립적으로 0 내지 1의 정수 중 하나이다.

#### 청구항 24

제23항에 있어서,

상기 전자 수송층이 리튬 퀴놀레이트(LiQ) 및 하기 화합물 101 중에서 선택된 적어도 1종의 금속 착체를 더 포함하는 유기 발광 소자:



101

#### 청구항 25

제23항에 있어서,

상기 전자 수송층이 1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐렌헥사카보니트릴(1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylene hexacarbonitrile), 테트라시아노퀴노디메탄(tetracyanoquinodimethane), 안트라퀴논(anthraquinone), 페릴렌 비스이미드(perylenebisimide) 및 테트라시아노안트라퀴노디메탄(tetracyanoanthraquinodimethane) 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함하는 유기 발광 소자.

#### 청구항 26

제23항에 있어서,

상기 전자 수송층이 Li, Cs, Na, K, Ca, Mg, Ba 및 Ra 중에서 선택된 적어도 1종의 금속; 금속 카보네이트(metal carbonate); 금속 아세테이트(metal acetate); 금속 벤조에이트(metal benzoate); 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate); 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate); 및 금속 스테아레이트(stearate); 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함하는 유기 발광 소자.

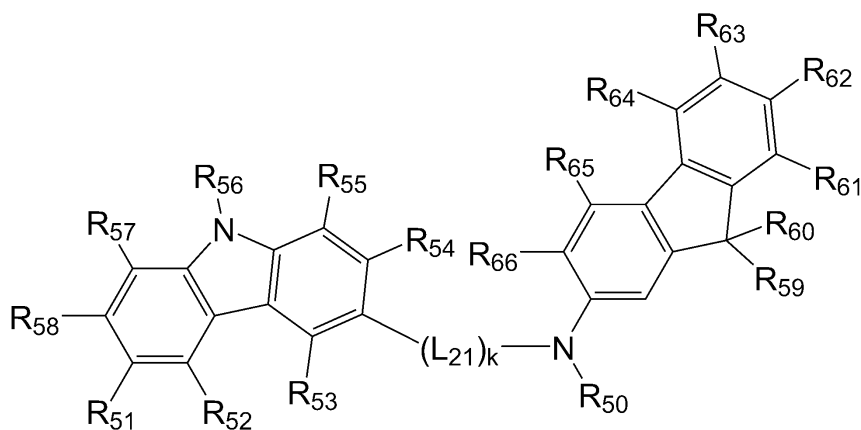
#### 청구항 27

제1항 또는 제8항에 있어서,

상기 인광 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재된 정공 수송층을 더 포함하고 상기 정공 수송층이 하기 화학식 5

로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 5>



상기 식 중,

R<sub>50</sub>은 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 및 치환 또는 비치환된 피리딜기 중 1종이고;

L<sub>21</sub>은 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐렌기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기 중 1종이고;

R<sub>51</sub> 내지 R<sub>66</sub>는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬티올기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기 및 -N(Q<sub>11</sub>)(Q<sub>12</sub>)으로 표시되는 그룹 중 1종이고, 상기 Q<sub>11</sub> 및 Q<sub>12</sub>는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 아미노기, 니트로기, 카르복실기, C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬티올기, C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기, 및 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기 중 1종이고;

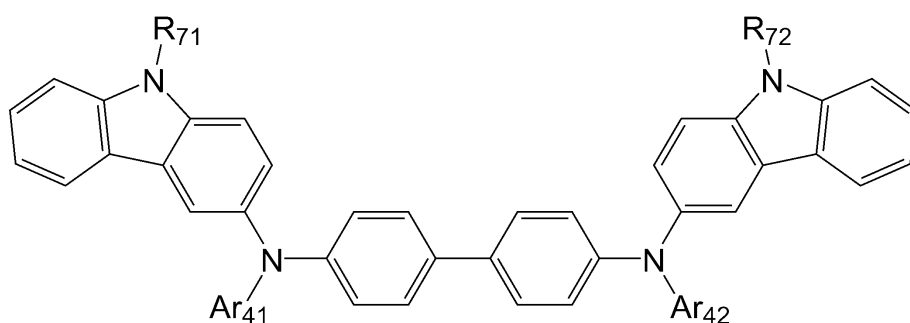
k는 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

## 청구항 28

제27항에 있어서,

상기 정공 수송층과 상기 제1전극 사이에 개재된 정공 주입층을 더 포함하고 상기 정공 주입층이 하기 화학식 6으로 표시되는 화합물을 포함하는 유기 발광 소자:

<화학식 6>



상기 식 중,

$Ar_{41}$  및  $Ar_{42}$ 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 헤테로아릴렌기 중 1종이고,

$R_{71}$  및  $R_{72}$ 는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_3-C_{30}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴옥시기, 및 치환 또는 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴티오기 중 1종이다.

## 청구항 29

소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 제1항 또는 제8항의 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된 유기 발광 표시 장치.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 개선된 효율 특성을 갖는 유기 발광 소자에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선된 유기 발광 소자에 관한 것이다. 또한, 이러한 유기 발광 소자를 포함하여 블랙 상태에서 발광 효율 특성이 개선된 유기 발광 표시 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

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

[0003] 일반적인 유기 발광 소자는 기판 상부에 애노드가 형성되어 있고, 애노드 상부에 정공 수송층, 발광층, 전자 수송층 및 캐소드가 순차적으로 형성되어 있는 구조를 가질 수 있다. 여기에서 정공 수송층, 발광층 및 전자 수송층은 주로 유기화합물로 이루어진다. 애노드 및 캐소드 간에 전압을 인가하면, 애노드로부터 주입된 정공은 정공 수송층을 경유하여 발광층으로 이동하고, 캐소드로부터 주입된 전자는 전자 수송층을 경유하여 발광층으로 이동한다. 캐리어들(정공 및 전자)은 발광층 영역에서 재결합하여 엑시톤(exciton)을 생성하고 이 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 변하면서 광이 생성된다.

[0004] 유기 발광 소자의 발광 효율을 결정하는 가장 중요한 요인은 발광 재료이다. 발광 재료로는 형광 재료가 널리 사용되고 있으며, 전기발광 메커니즘상 이론적으로 4배까지 발광 효율을 개선시킬 수 있는 인광 재료도 점차 널리 사용되고 있는 추세이다.

[0005] 인광 재료를 사용한 유기 발광 소자는 저휘도 영역에서 형광 재료를 사용한 유기 발광 소자 대비 매우 높은 효율을 나타낸다. 특히, 인광 재료를 사용한 유기 발광 소자는 낮은 전류가 흐르는 영역에서도 발광 효율이 높기 때문에 유기 발광 표시 장치가 블랙 상태를 나타내어야 하는 때에도 누설전류로 인한 발광이 이루어져 녹색 또는 적색이 약하게 발광되는 현상이 나타난다. 이를 개선하기 위하여 정공 수송층과 발광층 사이에 정공 수송을 늦추는 층을 도입한다거나, 전자 주입층에 순수한 금속을 적용하는 등의 방법을 사용해 왔다.

[0006] 그러나, 이러한 방법에 의하더라도 인광 재료를 사용한 유기 발광 소자의 저휘도 상태 효율 특성은 결코 만족할 만한 수준이 되지 못하여 이를 개선할 여지가 있다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 인광 재료를 포함한 유기 발광 소자로서 고휘도 영역에서 발광 효율이 우수하고 저휘도 영역에서는 발광 효율이

낮은 유기 발광 소자를 제공하고자 한다.

[0008] 상기 유기 발광 소자를 포함하여 블랙 상태에서 적색 및 녹색 발광이 억제된 유기 발광 표시 장치를 제공하고자 한다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 한 측면에 따라, 제1전극, 상기 제1전극과 대향된 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 인광 발광층, 상기 인광 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재된 전자 수송층, 및 상기 인광 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 개재된 전자 제어층을 포함하고; 상기 인광 발광층이 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함하고, 상기 전자 제어층이 전자 제어 물질을 포함하고; 상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도(HOMO) 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도(LUMO) 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가  $|EH_H - EH_C| \leq 0.3\text{eV}$  및  $|EL_H - EL_C| \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족하고; 상기 전자 제어층의 두께가 50Å 내지 450Å인 유기 발광 소자가 제공된다.

[0010] 상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는  $0 \leq EH_H - EH_C \leq 0.3\text{eV}$  및  $0 \leq EL_H - EL_C \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족할 수 있다.

[0011] 상기 전자 제어 물질은 전자 이동도가 정공 이동도보다 크거나 같은 값을 가질 수 있다.

[0012] 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 -5.2eV 내지 -6.1eV일 수 있다.

[0013] 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 -2.5eV 내지 -3.2eV일 수 있다.

[0014] 상기 전자 제어 물질의 함량은 상기 전자 제어층의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%일 수 있다.

[0015] 상기 전자 수송층과 상기 전자 제어층의 두께비는 5:1 내지 5:10일 수 있다.

[0016] 다른 한 측면에 따라, 제1전극, 상기 제1전극과 대향된 제2전극, 상기 제1전극과 상기 제2전극 사이에 개재된 인광 발광층, 상기 인광 발광층과 상기 제2전극 사이에 개재된 전자 수송층, 상기 인광 발광층과 상기 전자 수송층 사이에 개재된 전자 제어층, 및 상기 인광 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재된 전자 저지층을 포함하고; 상기 인광 발광층이 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함하고, 상기 전자 제어층이 전자 제어 물질을 포함하고, 상기 전자 저지층이 전자 저지 물질을 포함하고; 상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ), 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ ) 및 상기 전자 저지 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_B$ )가  $|EH_H - EH_C| \leq 0.3\text{eV}$ ,  $|EL_H - EL_C| \leq 0.5\text{eV}$ , 및  $EL_B > EL_H$ 인 관계를 만족하고; 상기 전자 제어층의 두께가 50Å 내지 450Å인 유기 발광 소자가 제공된다.

[0017] 상기 전자 저지 물질은 트리페닐아민 유도체, 카바졸 유도체 및 스피로디플루오렌 유도체 중 적어도 1종을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 전자 저지층의 두께는 10Å 내지 1000Å일 수 있다.

[0019] 상기 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 상기 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는  $0 \leq EH_H - EH_C \leq 0.3\text{eV}$  및  $0 \leq EL_H - EL_C \leq 0.5\text{eV}$ 인 관계를 만족할 수 있다.

[0020] 상기 전자 제어 물질은 전자 이동도가 정공 이동도보다 크거나 같은 값을 가질 수 있다.

[0021] 상기 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 -5.2eV 내지 -6.1eV일 수 있다.

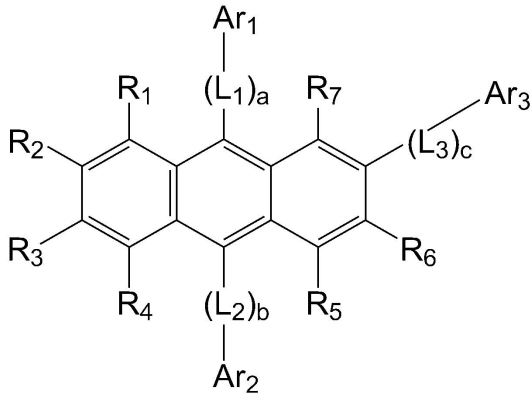
[0022] 상기 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 -2.5eV 내지 -3.2eV일 수 있다.

[0023] 상기 전자 제어 물질의 함량은 상기 전자 제어층의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%일 수 있다.

[0024] 상기 전자 수송층과 상기 전자 제어층의 두께비는 5:1 내지 5:10일 수 있다.

[0025] 상기 전자 제어 물질은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0026] <화학식 1>



[0027]

[0028] 상기 식 중,  $R_1$  내지  $R_8$ ,  $Ar_1$  내지  $Ar_3$ ,  $L_1$  내지  $L_3$ , a, b 및 c는 발명의 상세한 설명의 해당 부분을 참조한다.

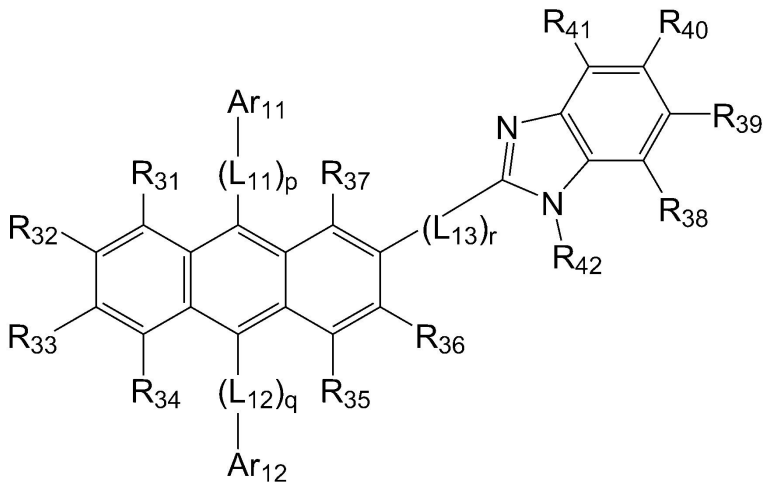
[0029] 상기 호스트 재료는 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물을 포함할 수 있다.

[0030] 상기 호스트 재료는 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물 및 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물의 혼합물을 포함할 수 있다.

[0031] 상기 인광 발광층은 적색광 또는 녹색광을 발광할 수 있다.

[0032] 상기 전자 수송층은 하기 화학식 4로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

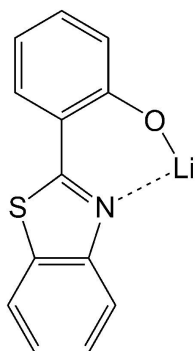
[0033] <화학식 4>



[0034]

[0035] 상기 식 중,  $R_{31}$  내지  $R_{42}$ ,  $Ar_{11}$ ,  $Ar_{12}$ ,  $L_{11}$  내지  $L_{13}$ , p, q 및 r은 발명의 상세한 설명의 해당 부분을 참조한다.

[0036] 상기 전자 수송층은 리튬 퀴놀레이트(LiQ) 및 하기 화합물 101 중에서 선택된 적어도 1종의 금속 착체를 더 포함할 수 있다:



101

[0037]

[0038]

상기 전자 수송층은 1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐렌헥사카보니트릴(1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylene hexacarbonitrile), 테트라시아노퀴노디메탄(tetracyanoquinodimethane), 안트라퀴논(anthraquinone), 페릴렌 비스이미드(perylenebisimide) 및 테트라시아노안트라퀴노디메탄(tetracyanoanthraquinodimethane) 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함할 수 있다.

[0039]

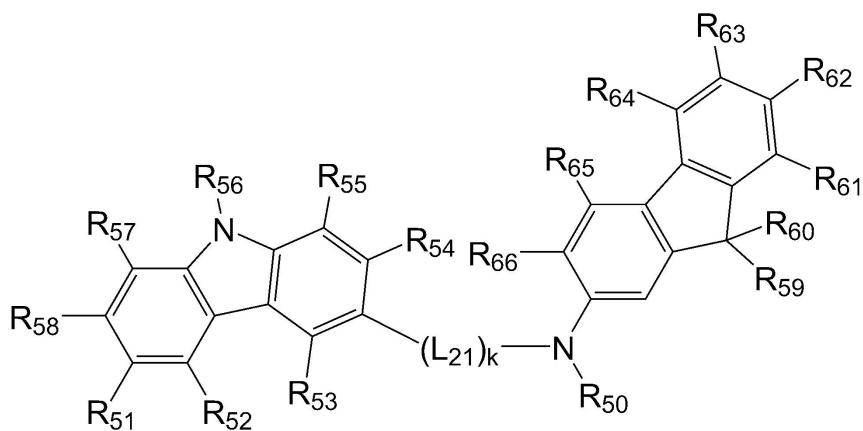
상기 전자 수송층은 Li, Cs, Na, K, Ca, Mg, Ba 및 Ra 중에서 선택된 적어도 1종의 금속; 금속 카보네이트(metal carbonate); 금속 아세테이트(metal acetate); 금속 벤조에이트(metal benzoate); 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate); 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate); 및 금속 스테아레이트(stearate); 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함할 수 있다.

[0040]

상기 유기 발광 소자는 상기 인광 발광층과 상기 제1전극 사이에 개재된 정공 수송층을 더 포함하고 상기 정공 수송층은 하기 화학식 5로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0041]

<화학식 5>



[0042]

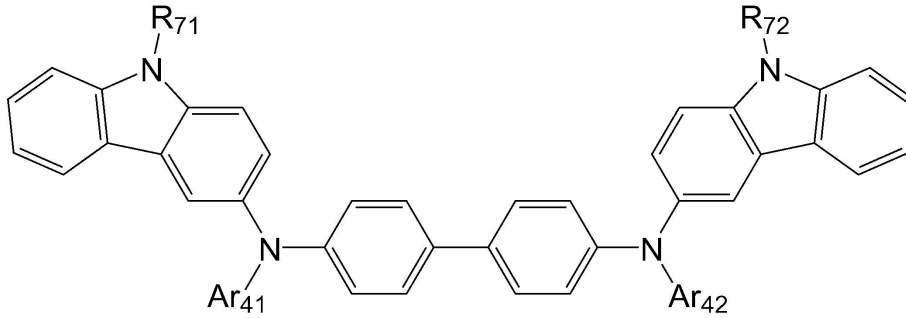
[0043]

상기 식 중, R<sub>50</sub> 내지 R<sub>66</sub>, L<sub>21</sub> 및 k는 발명의 상세한 설명의 해당 부분을 참조한다.

[0044]

상기 유기 발광 소자는 상기 정공 수송층과 상기 제1전극 사이에 개재된 정공 주입층을 더 포함하고 상기 정공 주입층은 하기 화학식 6으로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0045] <화학식 6>



[0046]

[0047] 상기 식 중, Ar<sub>41</sub>, Ar<sub>42</sub>, R<sub>71</sub> 및 R<sub>72</sub>는 발명의 상세한 설명의 해당 부분을 참조한다.

[0048] 또 다른 한 측면에 따라, 소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 상기 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된 유기 발광 표시 장치가 제공된다.

### 발명의 효과

[0049] 한 측면에 따른 유기 발광 소자는 전자 제어층을 구비하며 발광층으로 주입되는 전자의 흐름의 제어로 고휘도 영역에서 우수한 발광 효율을 가지고 저휘도 영역에서는 낮은 발광 효율을 가져 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선된다.

[0050] 다른 한 측면에 따른 유기 발광 소자는 전자 제어층 및 전자 저지층을 구비하며 발광층으로 주입되는 전자의 흐름의 제어로 고휘도 영역에서 우수한 발광 효율을 가지고 저휘도 영역에서는 낮은 발광 효율을 가져 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선된다.

[0051] 또 다른 한 측면에 따른 유기 발광 표시 장치는 상기 유기 발광 소자를 포함하며 블랙 상태에서 적색 및 녹색 발광이 억제되어 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선된다.

### 도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 다른 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 3은 일 구현예에 따라 기판 / 제1전극 / 정공 주입층 / 정공 수송층 / 발광층 / 전자 제어층 / 전자 수송층 / 전자 주입층 / 제2전극의 구조를 가진 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 4는 다른 일 구현예에 따라 기판 / 제1전극 / 정공 주입층 / 정공 수송층 / 전자 저지층 / 발광층 / 전자 제어층 / 전자 수송층 / 전자 주입층 / 제2전극의 구조를 가진 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 5는 도 3에 나타낸 유기 발광 소자의 각 층의 HOMO 및 LUMO 에너지 준위를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 6은 도 4에 나타낸 유기 발광 소자의 각 층의 HOMO 및 LUMO 에너지 준위를 개략적으로 나타낸 것이다.

도 7은 실시예 1 내지 6 및 비교예 1 내지 4에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.

도 8은 실시예 1 내지 6 및 비교예 1 내지 4에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 정규화된 효율을 나타낸 그래프이다.

도 9는 실시예 7 내지 10 및 비교예 5 내지 7에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.

도 10은 실시예 7 내지 10 및 비교예 5 내지 7에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 정규화된 효율을 나타낸 그래프이다.

도 11은 실시예 11 내지 14 및 비교예 8 내지 10에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 효율을 나타낸 그래프이다.



도 12은 실시예 11 내지 14 및 비교예 8 내지 10에 따른 유기 발광 소자의 휘도에 따른 정규화된 효율을 나타낸 그래프이다.

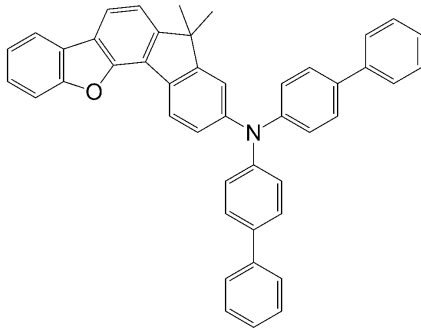
### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0053] 이하, 첨부된 도면을 참조로 본 발명에 대하여 보다 상세히 설명한다.
- [0054] 도 1은 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0055] 도 1을 참조하면, 일 구현예에 따른 유기 발광 소자(100)는 기판(110), 상기 기판(110) 상에 형성된 제1전극(130), 상기 제1전극(130)과 대향된 제2전극(190), 상기 제1전극(130)과 상기 제2전극(190) 사이에 개재된 유기층(150)을 구비한다.
- [0056] 유기층(150)은 정공 및 전자가 재결합하여 생성된 엑시톤이 여기 상태에서 기저 상태로 변하면서 발광하는 발광층(160), 발광층(160)과 제2전극(190) 사이에 개재된 전자 수송층(173), 및 발광층(160)과 상기 전자 수송층(173) 사이에 개재된 전자 제어층(171)을 포함한다.
- [0057] 발광층(160)은 인광성 호스트 재료와 도펀트 재료를 포함하는 인광 발광층이다. 전자 제어층(173)은 전자 제어 물질을 포함한다.
- [0058] 인광성 호스트 재료와 도펀트 재료는 3중항 여기 상태에서부터 열이 아닌 빛이 나오는 발광 메커니즘을 구현하므로, 인광성 호스트 재료와 도펀트 재료를 발광층에 사용한 유기 발광 소자는 1중항 여기 상태에서부터 발광하는 형광성 재료를 사용하는 경우에 비해 이론적으로 4배까지 발광 효율이 개선될 수 있다.
- [0059] 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 하기 2가지 관계를 모두 만족시킨다:
- [0060]  $|EH_H - EH_C| \leq 0.3\text{eV}$  및
- [0061]  $|EL_H - EL_C| \leq 0.5\text{eV}$
- [0062] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )와 유사한 값을 가진다. 양자의 절대값의 차이는 0.3eV 이하이다.
- [0063] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )와 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )의 절대값의 차이가 0.3eV 이하일 경우 저휘도 영역에서 발광층에서 전자 제어층으로의 정공 저지 메커니즘이 억제될 수 있다.
- [0064] 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )와 0.5eV 이하의 차이를 가진다.
- [0065] 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )와 상기 관계를 만족하는 경우 적절한 전자 수송 능력을 가지며 구동전압은 과도하게 상승하지 않을 수 있다.
- [0066] 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(171)의 두께는 50Å 내지 450Å이다.
- [0067] 전자 제어층(171)은 발광층(160)으로의 전자 주입을 제어하는 역할을 한다. 전자 제어층(171)의 두께가 50Å 이상이면 저휘도에서 발광 효율 저하 효과가 적절하게 발생하며 그 두께가 450Å 이하이면 구동전압의 과도한 상승이 억제된다.
- [0068] 이와 같은 구조를 가지는 유기 발광 소자(100)는 인광 발광층(160)을 가져 발광 효율이 크게 향상되며 고휘도 영역에서 정공과 전자의 주입 및 수송이 원활하여 우수한 발광 효율을 가진다. 그러나, 상기 유기 발광 소자(100)는 전자 제어층(171)의 존재로 인해 저휘도 영역에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되고 전자 수송층(173)에서 발광층(160) 방향으로의 전자의 주입 및 수송이 늦춰지게 된다. 그 결과 저휘도 영역에서 발광층(160) 내

에서 엑시톤을 형성하기 위한 전자와 정공의 균형이 깨지게 되어 소자의 발광 효율이 감소하게 된다.

- [0069] 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 하기 관계식을 만족시킬 수 있다:
- [0070]  $0 \leq EH_H - EH_C \leq 0.3\text{eV}$  및
- [0071]  $0 \leq EL_H - EL_C \leq 0.5\text{eV}$
- [0072] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )보다 낮으며 그 차이는 0.3eV 이하이다.
- [0073] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )가 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )보다 낮기 때문에 고휘도에서 정공 저지 메커니즘에 의해 발광 효율이 상승할 수 있으며, 다만 그 차이가 0.3eV 이하이어서 저휘도에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되어 발광 효율이 감소할 수 있다.
- [0074] 또한, 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )보다 낮아 원활한 전자 수송이 이루어질 수 있으며, 다만 그 차이가 0.5eV 이하이어서 과도한 구동 전압의 상승이 억제될 수 있다.
- [0075] 전자 제어 물질의 전자 이동도는 정공 이동도보다 크거나 같을 수 있다. 이렇게 함으로써 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(171)에서 전자의 흐름을 완화시킬 수 있다. 즉, 전자 수송층(173)에서 빠르게 이동하는 전자의 흐름은 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(171)을 거치면서 다소 늦춰져 저휘도 영역에서 소자의 발광 효율이 감소될 수 있다.
- [0076] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 예컨대 -5.2eV 내지 -6.1eV의 범위일 수 있으며, 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 예컨대 -2.5eV 내지 -3.2eV의 범위일 수 있다.
- [0077] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )와 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 상기 범위를 만족하는 경우 고휘도에서 정공 저지 메커니즘에 의해 발광 효율이 상승할 수 있고 저휘도에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되어 발광 효율이 감소할 수 있다.
- [0078] 전자 제어 물질의 함량은 전자 제어층(171)의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%일 수 있다.
- [0079] 전자 제어층(171)은 전자 제어 물질만으로 구성될 수 있으나 전자 제어 물질 이외의 다른 물질을 포함할 수도 있다. 다만, 전자 제어 물질에 의한 휘도에 따른 발광 효율 특성 개선 효과를 갖기 위해서는 전자 제어 물질의 함량은 충분한 것이 필요하고 전자 제어층(171)의 총중량 기준으로 적어도 30 중량% 이상일 수 있다.
- [0080] 전자 수송층(173)과 전자 제어층(171)의 두께비는 5:1 내지 5:10일 수 있다.
- [0081] 전자 수송층(173)과 전자 제어층(171)의 두께비는 전자 수송층(173)에 포함된 전자 수송층 형성용 물질과 전자 제어층(171)에 포함된 전자 제어 물질의 중량비 등에 관련될뿐만 아니라 전자 제어 물질의 영향을 어느 정도 받는지와도 관련된다. 전자 제어층(171)의 두께가 전자 수송층(173)의 두께 대비 상기 관계를 만족할 경우 전자 제어 물질에 의한 휘도에 따른 발광 효율 제어 효과가 적절하게 나타날 수 있다.
- [0082] 도 2는 다른 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0083] 도 2를 참조하면, 일 구현예에 따른 유기 발광 소자(200)는 기판(210), 상기 기판(210) 상에 형성된 제1전극(230), 상기 제1전극(230)과 대향된 제2전극(290), 상기 제1전극(230)과 상기 제2전극(290) 사이에 개재된 유기층(250)을 구비한다.
- [0084] 유기층(250)은 발광층(260), 발광층(260)과 제2전극(290) 사이에 개재된 전자 수송층(273), 발광층(260)과 전자 수송층(273) 사이에 개재된 전자 제어층(271), 및 발광층(260)과 제1전극(230) 사이에 개재된 전자 저지층(281)을 포함한다.

- [0085] 발광층(260)은 인광성 호스트 재료와 도펀트 재료를 포함하고, 전자 제어층(273)은 전자 제어 물질을 포함하며, 전자 저지층(281)은 전자 저지 물질을 포함한다.
- [0086] 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ), 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ ) 및 전자 저지 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_B$ )는 하기 3가지 관계를 모두 만족시킨다.
- [0087]  $|EH_H - EH_C| \leq 0.3\text{eV}$
- [0088]  $|EL_H - EL_C| \leq 0.5\text{eV}$  및
- [0089]  $EL_B > EL_H$
- [0090] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )와 유사한 값을 가지며, 양자의 절대값의 차이는  $0.3\text{eV}$  이하이다.
- [0091] 양자의 절대값의 차이가  $0.3\text{eV}$  이하일 경우 저휘도 영역에서 발광층에서 전자 제어층으로의 정공 저지 메커니즘이 억제될 수 있다.
- [0092] 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )와  $0.5\text{eV}$  이하의 차이를 가진다.
- [0093] 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )와 상기 관계를 만족하는 경우 적절한 전자 수송 능력을 가지며 구동전압은 과도하게 상승하지 않을 수 있다.
- [0094] 전자 저지 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_B$ )는 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )보다 높다.
- [0095] 전자 저지 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_B$ )가 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )보다 높은 경우 발광층(260)에서 제1전극(230) 방향으로 흐르는 전자의 이동이 저지될 수 있다.
- [0096] 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(271)의 두께는  $50\text{\AA}$  내지  $450\text{\AA}$ 이다.
- [0097] 전자 제어층(271)의 두께가  $50\text{\AA}$  이상이면 저휘도에서 발광 효율 저하 효과가 적절하게 발생하며 그 두께가  $450\text{\AA}$  이하이면 구동전압의 과도한 상승이 억제된다.
- [0098] 이와 같은 구조를 가지는 유기 발광 소자(200)는 고휘도 영역에서 정공과 전자의 주입 및 수송이 원활하며, 특히 전자 저지층(281)이 전자가 발광층(260)을 넘어 제1전극(230) 방향으로 이동하는 것을 저지하기 때문에 소자 발광 효율은 매우 우수하다.
- [0099] 그러나, 상기 유기 발광 소자(200)는 전자 제어층(271)의 존재로 인해 저휘도 영역에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되고 전자 수송층(273)에서 발광층(260) 방향으로의 전자의 주입 및 수송이 늦춰지게 된다. 그 결과 저휘도 영역에서 발광층(160) 내에서 엑시톤을 형성하기 위한 전자와 정공의 균형이 깨지게 되어 소자의 발광 효율이 감소하게 된다.
- [0100] 전자 저지 물질은 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위가 높은 물질로서 특별히 제한되지 않으며, 트리아릴아민 계열의 트리페닐아민 유도체, 카바졸 유도체 및 스피로디플루오렌 유도체 등을 사용할 수 있다. 전자 저지 물질로는 예컨대, TCTA, 스피로-TAD(2,2',7,7'-테트라키스(N,N-디페닐아미노)-9,9'-스피로비플루오렌) 및 하기 화합물 701 같은 물질을 사용할 수 있으며, 또한 Irppz, ppz2Ir(dpm) 같은 금속 착체를 사용할 수도 있다:



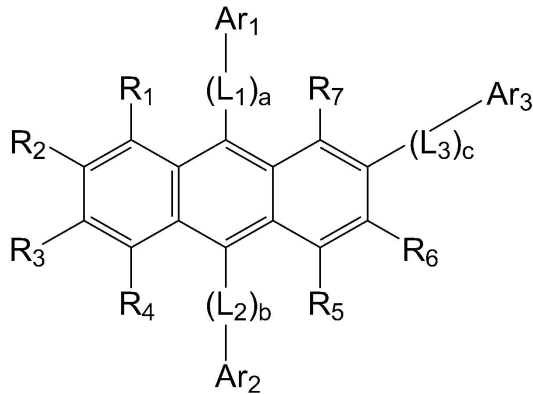
701

- [0101]
- [0102] 전자 저지층의 두께는 10Å 내지 1000Å일 수 있다. 전자 저지층의 두께가 10Å 이상이면 만족스러운 정도의 전자 저지 특성을 얻을 수 있고, 그 두께가 1000Å 이하이면 구동 전압의 과도한 상승이 억제된다. 예를 들면, 전자 저지층의 두께는 50Å 내지 800Å일 수 있다.
- [0103] 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ ), 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ ), 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ ) 및 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 하기 관계식을 만족시킬 수 있다:
- [0104]  $0 \leq EH_H - EH_C \leq 0.3\text{eV}$  및
- [0105]  $0 \leq EL_H - EL_C \leq 0.5\text{eV}$
- [0106] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )보다 낮으며 그 차이는 0.3eV 이하이다.
- [0107] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )가 호스트 재료의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_H$ )보다 낮기 때문에 고휘도에서 정공 저지 메커니즘에 의해 발광 효율이 상승할 수 있으며, 다만 그 차이가 0.3eV 이하이어서 저휘도에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되어 발광 효율이 감소할 수 있다.
- [0108] 또한, 전자 제어 물질의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 호스트 재료의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_H$ )보다 낮아 원활한 전자 수송이 이루어질 수 있으며, 다만 그 차이가 0.5eV 이하이어서 과도한 구동 전압의 상승이 억제될 수 있다.
- [0109] 전자 제어 물질의 전자 이동도는 정공 이동도보다 크거나 같을 수 있다. 이렇게 함으로써 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(271)에서 전자의 흐름을 완화시킬 수 있다. 즉, 전자 수송층(273)에서 빠르게 이동하는 전자의 흐름은 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(271)을 거치면서 다소 늦춰져 저휘도 영역에서 소자의 발광 효율이 감소될 수 있다.
- [0110] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )는 예컨대 -5.2eV 내지 -6.1eV의 범위일 수 있으며, 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )는 예컨대 -2.5eV 내지 -3.2eV의 범위일 수 있다.
- [0111] 전자 제어 물질의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위( $EH_C$ )와 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위( $EL_C$ )가 상기 범위를 만족하는 경우 고휘도에서 정공 저지 메커니즘에 의해 발광 효율이 상승할 수 있고 저휘도에서는 정공 저지 메커니즘이 억제되어 발광 효율이 감소할 수 있다.
- [0112] 전자 제어 물질의 함량은 전자 제어층(271)의 총중량 기준으로 30중량% 내지 100중량%일 수 있다.
- [0113] 전자 제어층(271)은 전자 제어 물질만으로 구성될 수 있으나 전자 제어 물질 이외의 다른 물질을 포함할 수도 있다. 다만, 전자 제어 물질에 의한 휘도에 따른 발광 효율 특성 개선 효과를 갖기 위해서는 전자 제어 물질의 함량은 충분할 것이 필요하고 전자 제어층(271)의 총중량 기준으로 적어도 30 중량% 이상일 수 있다.
- [0114] 전자 수송층(273)과 전자 제어층(271)의 두께비는 5:1 내지 5:10일 수 있다.

[0115] 전자 제어층(271)의 두께가 전자 수송층(273)의 두께 대비 상기 관계를 만족할 경우 전자 제어 물질에 의한 휘도에 따른 발광 효율 제어 효과가 적절하게 나타날 수 있다.

[0116] 전자 제어 물질은 전자 제어층(171, 271)의 총중량 대비 30 중량% 내지 100 중량%를 구성하고, 전자 제어층(171, 271)과 발광층(160, 260)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위 관계를 조절하여 고휘도 영역에서는 전자의 주입 및 수송을 빠르게 하고 저휘도 영역에서는 전자의 주입 및 수송을 늦춰주는 역할을 하는 물질이다. 이러한 전자 제어 물질은 하기 화학식 1로 표시되는 화합물을 포함할 수 있다:

[0117] <화학식 1>



[0118]

[0119] 상기 화학식 1 중, R<sub>1</sub> 내지 R<sub>7</sub>은 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기 중 1종이고, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기, 및 -N(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)로 표시되는 그룹 중 1종이고, 상기 L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> 및 L<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴렌기 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기 중 1종이고, a, b 및 c는 서로 독립적으로 0 내지 3의 정수 중 하나이다. 단, 상기 화학식 1 중, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub> 중 적어도 하나는 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기이다.

[0120] 상기 -N(Q<sub>1</sub>)(Q<sub>2</sub>)로 표시되는 그룹 중, Q<sub>1</sub> 및 Q<sub>2</sub>는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 아미노기, 니트로기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기 중 1종이다.

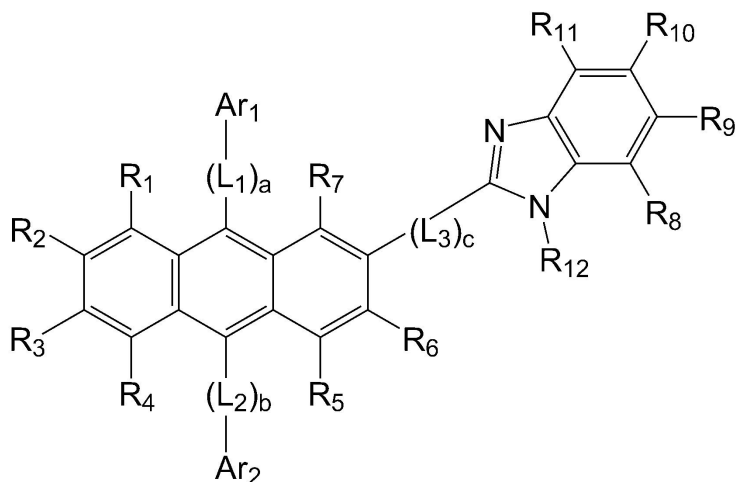
[0121] 상기 화학식 1 중, a가 0인 경우 -(L<sub>1</sub>)<sub>a</sub>-는 단일결합을 나타내며 a가 2 이상인 경우 복수개의 L<sub>1</sub>은 서로 동일하거나 상이할 수 있다. 마찬가지로, b가 0인 경우 -(L<sub>2</sub>)<sub>b</sub>-는 단일결합을 나타내며 b가 2 이상인 경우 복수개의 L<sub>2</sub>는 서로 동일하거나 상이할 수 있고, c가 0인 경우 -(L<sub>3</sub>)<sub>c</sub>-는 단일결합을 나타내며 c가 2 이상인 경우 복수개의 L<sub>3</sub>는 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0122] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 -5.2eV 내지 -6.1eV 범위의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위 및 -2.5eV 내지 -3.2eV 범위의 최저 비점유 분자 궤도 에너지를 가지고, 화합물의 분자 구조 중에 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기를 적어도 하나 포함하여 전자 이동성이 비교적 우수하다.

[0123] 상기 화학식 1로 표시되는 화합물은 전자 제어층(171, 271)에 포함되어 고휘도 영역에서는 전자의 주입 및 수송을 빠르게 하고 저휘도 영역에서는 전자의 주입 및 수송을 늦춰주는 역할을 할 수 있다.

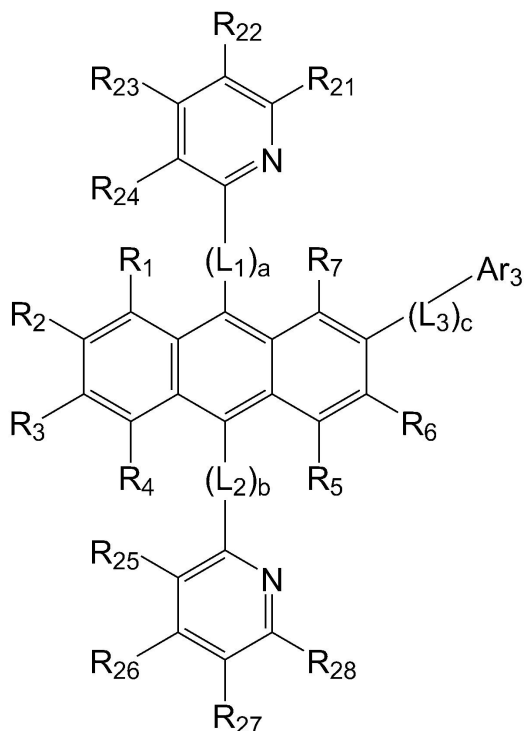
[0124] 전자 제어 물질은 하기 화학식 2 및 3으로 표시되는 화합물 중 적어도 1종을 포함할 수 있다.

[0125] <화학식 2>



[0126]

[0127] <화학식 3>



[0128]

[0129] 상기 화학식 2 및 3 중, R<sub>1</sub> 내지 R<sub>12</sub> 및 R<sub>21</sub> 내지 R<sub>28</sub>은 서로 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 에틸기, 치환 또는 비치환된 프로필기, 치환 또는 비치환된 부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기 중 1종이고, Ar<sub>1</sub>, Ar<sub>2</sub> 및 Ar<sub>3</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기(phenyl), 치환 또는 비치환된 펜타레닐기(pentalenyl), 치환 또는 비치환된 인데닐기(indenyl), 치환 또는 비치환된 나프틸기(naphtyl), 치환 또는 비치환된 아줄레닐기(azulenyl), 치환 또는 비치환된 헵타레닐기(heptalenyl), 치환 또는 비치환된 인다세닐기(indacenyl), 치환 또는 비치환된 아세나프틸기(acenaphtyl), 치환 또는 비치환된 플루오레닐기(fluorenyl), 치환 또는 비치환된 스피로-플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 페날레닐기(phenalenyl), 치환 또는 비치환된 페난트레닐기(phenanthrenyl), 치환 또는 비치환된 안트릴기(anthryl), 치환 또는 비치환된 플루오란테닐기(fluoranthenyl), 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기(triphenylenyl), 치환 또는 비치환된 피레닐기(pyrenyl), 치환 또는 비치환된 크리세닐기(chrysenyl), 치환 또는 비치환된 나프타세닐기(naphthacenyl), 치환 또는 비치환된 피세닐기(picenyl), 치환 또는 비치환된 페틸



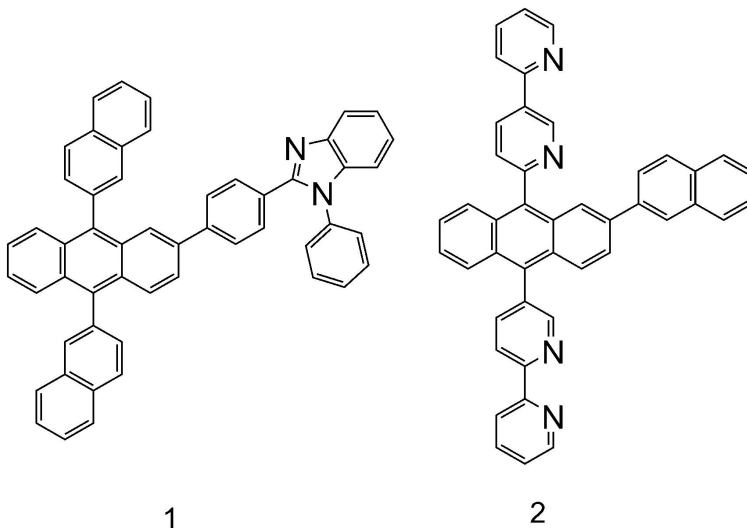
레닐기(perylenyl), 치환 또는 비치환된 펜타페닐기(pentaphenyl), 치환 또는 비치환된 헥사세닐기(hexacenyl), 치환 또는 비치환된 피롤일기(pyrrolyl), 치환 또는 비치환된 이미다졸일기(imidazolyl), 치환 또는 비치환된 피라졸일기(pyrazolyl), 치환 또는 비치환된 피리딘일기(pyridinyl), 치환 또는 비치환된 비피리딘일기(bipyridinyl), 치환 또는 비치환된 피라지닐기(pyrazinyl), 치환 또는 비치환된 피리미딘일기(pyrimidinyl), 치환 또는 비치환된 피리다지닐기(pyridazinyl), 치환 또는 비치환된 이소인돌일기(isoindolyl), 치환 또는 비치환된 인돌일기(indolyl), 치환 또는 비치환된 인다졸일기(indazolyl), 치환 또는 비치환된 푸리닐기(purinyl), 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기(quinolinyl), 치환 또는 비치환된 벤조퀴놀리닐기(benzoquinolinyl), 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기(phthalazinyl), 치환 또는 비치환된 나프티리딘일기(naphthyridinyl), 치환 또는 비치환된 퀴녹살리닐기(quinoxaliny), 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐기(quinazolinyl), 치환 또는 비치환된 시놀리닐기(cinnolinyl), 치환 또는 비치환된 카바졸일기(carbazolyl), 치환 또는 비치환된 페난트리딘일기(phenanthridinyl), 치환 또는 비치환된 아크리딘일기(acridinyl), 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기(phenanthrolinyl), 치환 또는 비치환된 페나지닐기(phenazinyl), 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일기(benzoimidazolyl), 치환 또는 비치환된 푸라닐기(furanyl), 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐기(benzofuranyl), 치환 또는 비치환된 티오펜일기(thiophenyl), 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일기(benzothiophenyl), 치환 또는 비치환된 티아졸일기(thiazolyl), 치환 또는 비치환된 이소티아졸일기(isothiazolyl), 치환 또는 비치환된 벤조티아졸일기(benzothiazolyl), 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일기(isoxazolyl), 치환 또는 비치환된 옥사졸일기(oxazolyl), 치환 또는 비치환된 트리아졸일기, 치환 또는 비치환된 테트라졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일기(oxadiazolyl), 치환 또는 비치환된 트리아지닐기(triazinyl), 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기(benzooxazolyl), 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐기(dibenzopuranyl), 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일기(dibenzothiophenyl), 및 치환 또는 비치환된 벤조카바졸일기 중 1종이고,  $L_1$ ,  $L_2$  및  $L_3$ 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기(pentalenylene), 치환 또는 비치환된 인데닐렌기(indenylene), 치환 또는 비치환된 나프틸렌기(naphthylene), 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기(azulenylene), 치환 또는 비치환된 헵탈레닐렌기(heptalenylene), 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기(indacenylene), 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기(acenaphthylene), 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기(fluorenylene), 치환 또는 비치환된 페나레닐렌기(phenalenylene), 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기(phenanthrenylene), 치환 또는 비치환된 안트릴렌기(anthrylene), 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기(fluoranthenylene), 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기(triphenylenylene), 치환 또는 비치환된 피레닐렌기(pyrenylene), 치환 또는 비치환된 크리세닐렌기(chrysenylene), 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기(naphthacenylene), 치환 또는 비치환된 피세닐렌기(picenylene), 치환 또는 비치환된 페릴레닐렌기(perylenylene), 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기(pentaphenylene), 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기(hexacenylene), 치환 또는 비치환된 피롤일렌기(pyrrolylene), 치환 또는 비치환된 피라졸일렌기(pyrazolylene), 치환 또는 비치환된 이미다졸일렌기(imidazolylene), 치환 또는 비치환된 이미다졸리닐렌기(imidazolinylene), 치환 또는 비치환된 이미다조피리미딘일렌기(imidazopyrimidinylene), 치환 또는 비치환된 이미다조피리미딘일렌기(imidazopyrimidinylene), 치환 또는 비치환된 피리딘일렌기(pyridinylene), 치환 또는 비치환된 피라지닐렌기(pyrazinylene), 치환 또는 비치환된 피리미딘일렌기(pyrimidinylene), 치환 또는 비치환된 인돌일렌기(indolylene), 치환 또는 비치환된 푸리닐렌기(purinylenylene), 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐렌기(quinolinylene), 치환 또는 비치환된 프탈라지닐렌기(phthalazinylene), 치환 또는 비치환된 인돌리지닐렌기(indolizinylenylene), 치환 또는 비치환된 나프티리딘일렌기(naphthyridinylene), 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐렌기(quinazolinylene), 치환 또는 비치환된 시놀리닐렌기(cinnolinylene), 치환 또는 비치환된 인다졸일렌기(indazolylene), 치환 또는 비치환된 카바졸일렌기(carbazolylene), 치환 또는 비치환된 페나지닐렌기(phenazinylene), 치환 또는 비치환된 페난트리딘일렌기(phenanthridinylene), 치환 또는 비치환된 피라닐렌기(pyranylene), 치환 또는 비치환된 크로메닐렌기(chromenylene), 치환 또는 비치환된 푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐렌기(benzofuranylenylene), 치환 또는 비치환된 티오펜일렌기(thiophenylene), 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일렌기(benzothiophenylene), 치환 또는 비치환된 이소티아졸일렌기(isothiazolylene), 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일렌기(benzoimidazolylene), 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일렌기(isoxazolylene), 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일렌기(dibenzothiophenylene), 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐렌기(dibenzopuranylenylene), 치환 또는 비치환된 트리아지닐렌기(triazinylene), 및 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일렌기(oxadiazolylene) 중 1종이고, a, b 및 c는 서로 독립적으로 0 내지 1의 정수 중 하나일 수 있다.

[0130]

상기 화학식 2 및 3 중, a가 0인 경우  $-(L_1)_a$ -는 단일결합을 나타내고, b가 0인 경우  $-(L_2)_b$ -는 단일결합을 나타

내고, c가 0인 경우  $-(L_3)_c$ -는 단일결합을 나타낸다.

- [0131] 상기 화학식 2 및 3으로 표시되는 화합물은 -5.2eV 내지 -6.1eV 범위의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위 및 -2.5eV 내지 -3.2eV 범위의 최저 비점유 분자 궤도 에너지를 가지며, 화학식 2의 경우에는 분자 구조 중에 벤조이미다졸기를 포함하고 화학식 3의 경우에는 분자 구조 중에 피리딘기를 포함하여 전자 이동성이 비교적 우수하다.
- [0132] 상기 화학식 2 및 3으로 표시되는 화합물을 적어도 하나 포함하는 전자 제어층(171, 271)은 고휘도 영역에서 전자의 주입 및 수송이 빨라지고 저휘도 영역에서는 전자의 주입 및 수송을 느려질 수 있다.
- [0133] 예를 들면, 전자 제어 물질은 하기 화합물 1 및 2 중 적어도 1종을 포함할 수 있다:



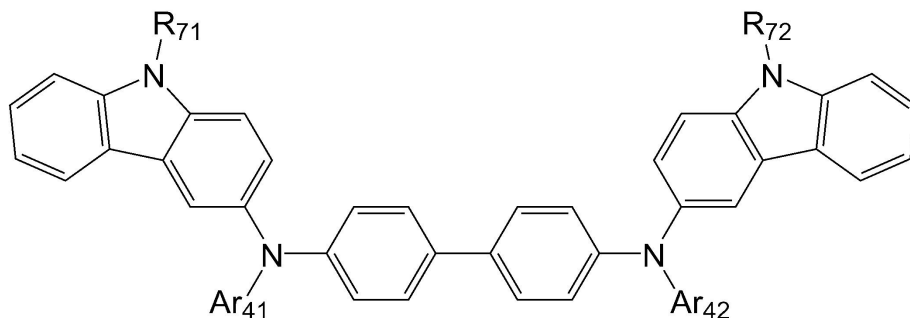
- [0134] 이 경우 전자 제어층(171, 271)은 상기 화합물 1, 상기 화합물 2, 또는 상기 화합물 1과 2의 혼합물을 전자 제어층의 총중량 기준으로 30 중량% 내지 100 중량% 포함할 수 있다.
- [0136] 도 3은 일 구현예에 따라 기관(310) / 제1전극(330) / 정공 주입층(383) / 정공 수송층(385) / 발광층(360) / 전자 제어층(371) / 전자 수송층(373) / 전자 주입층(375) / 제2전극(390)의 구조를 가진 유기 발광 소자(300)의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다. 이하, 도 3을 참조하여 일 구현예에 따른 유기 발광 소자의 구조 및 제조 방법을 상세히 설명한다.
- [0137] 기관(310)으로는, 통상적인 유기 발광 소자에 사용되는 기관을 사용할 수 있으며, 기계적 강도, 열적 안정성, 투명성, 표면 평활성, 취급용이성 및 방수성이 우수한 유리 기관 또는 투명 플라스틱 기관을 사용할 수 있다.
- [0138] 제1전극(330)은 기관 상부에 제1전극 형성용 물질을 증착법 또는 스퍼터링법 등을 이용하여 형성될 수 있다. 제1전극(330)이 애노드일 경우, 정공 주입이 용이하도록 제1전극 형성용 물질은 높은 일함수를 갖는 물질 중에서 선택될 수 있다. 제1전극(330)은 반사형 전극 또는 투과형 전극일 수 있다. 제1전극 형성용 물질로는 투명하고 전도성이 우수한 산화인듐주석(ITO), 산화인듐아연(IZO), 산화주석(SnO<sub>2</sub>) 또는 산화아연(ZnO) 등을 이용할 수 있다. 또는, 제1전극(330)은 마그네슘(Mg), 은(Ag), 알루미늄(Al), 알루미늄/리튬(Al/Li), 칼슘(Ca), 은/산화인듐주석(Ag/ITO), 마그네슘/인듐(Mg/In) 또는 마그네슘/은(Mg/Ag) 등을 이용하여 반사형 전극으로 형성할 수도 있다. 제1전극(330)은 단일층 또는 2 이상의 다층 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 제1전극(330)은 ITO/Ag/ITO의 3층 구조를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0139] 제1전극(330) 상부에는 유기층(350)이 구비되어 있다. 유기층(350)은 정공 주입층(383), 정공 수송층(385), 버퍼층(미도시), 발광층(360), 전자 제어층(371), 전자 수송층(373) 및 전자 주입층(375)을 포함할 수 있다.
- [0140] 정공 주입층(383)은 제1전극(330) 상부에 진공증착법, 스프인코팅법, 캐스트법 또는 LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 형성될 수 있다. 진공 증착법에 의하여 정공 주입층(383)을 형성하는 경우, 그 증착 조건은 정공 주입층 형성용 재료로 사용하는 화합물, 목적으로 하는 정공 주입층(383)의 구조 및 열적 특성 등에 따라 다르지만, 예를 들면 증착온도 약 100 내지 약 500℃, 진공도 약 10<sup>-8</sup> 내지 약 10<sup>-3</sup> torr, 증착 속도 약 0.01 내지 약



100Å/sec의 범위에서 선택할 수 있다. 스핀 코팅법에 의하여 정공 주입층(383)을 형성하는 경우, 그 코팅 조건은 정공 주입층 형성용 재료로 사용하는 화합물, 목적하는 하는 정공 주입층(383)의 구조 및 열적 특성에 따라 상이하지만, 약 2000rpm 내지 약 5000rpm의 코팅 속도, 코팅 후 용매 제거를 위한 열처리 온도는 약 80℃ 내지 200℃의 온도 범위에서 선택할 수 있다.

[0141] 정공 주입층 형성용 재료로는 하기 화학식 6으로 표시되는 화합물을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0142] <화학식 6>

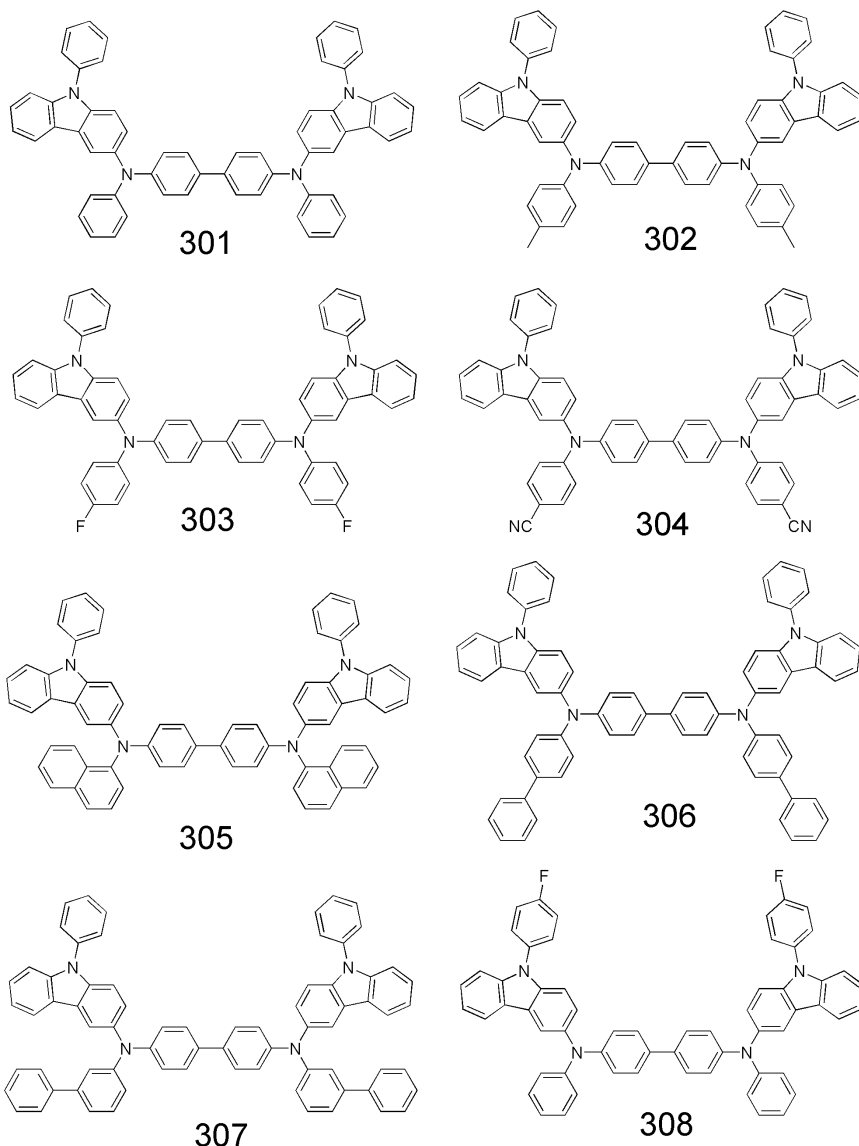


[0143]

[0144] 상기 화학식 6 중, Ar<sub>41</sub> 및 Ar<sub>42</sub>는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기 중 1종이고, R<sub>71</sub> 및 R<sub>72</sub>는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로젠, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 이의 염, 술폰산기나 이의 염, 인산이나 이의 염, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알케닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>알키닐기, 치환 또는 비치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알콕시기, 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>시클로알킬기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기, 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기, 및 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 중 1종이다.

[0145] 예를 들면, 정공 주입층 형성용 재료로는 상기 화학식 6으로 표시되는 화합물을 사용하거나 상기 화학식 6으로 표시되는 화합물과 공지된 정공 주입층 형성용 재료를 혼합하여 사용할 수 있다.

[0146] 상기 화학식 6으로 표시되는 화합물은 하기 화합물 301 내지 308 중 1종일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0147]

[0148]

공지된 정공 주입층 형성용 재료는 예를 들면 N,N'-디페닐-N,N'-비스-[4-(페닐-m-톨일-아미노)-페닐]-비페닐-4,4'-디아민(N,N'-diphenyl-N,N'-bis-[4-(phenyl-m-tolyl-amino)-phenyl]-biphenyl-4,4'-diamine: DNTPD), 구리프탈로시아닌 등의 프탈로시아닌 화합물, m-MTDATA [4,4',4''-tris (3-methylphenylphenylamino) triphenylamine], NPB(N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)), TDATA, 2-TNATA, Pani/DBSA (Polyaniline/Dodecylbenzenesulfonic acid:폴리아닐린/도데실벤젠설폰산), PEDOT/PSS(Poly(3,4-ethylenedioxythiophene)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리(3,4-에틸렌디옥시티오편)/폴리(4-스티렌설포네이트)), Pani/CSA (Polyaniline/Camphor sulfonic acid:폴리아닐린/캄페르설폰산) 또는 PANI/PSS (Polyaniline)/Poly(4-styrenesulfonate):폴리아닐린/폴리(4-스티렌설포네이트)) 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0149]

정공 주입층(383)의 두께는 약 100Å 내지 약 10000Å, 예를 들면, 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다. 정공 주입층(383)의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공 주입 특성을 얻을 수 있다.

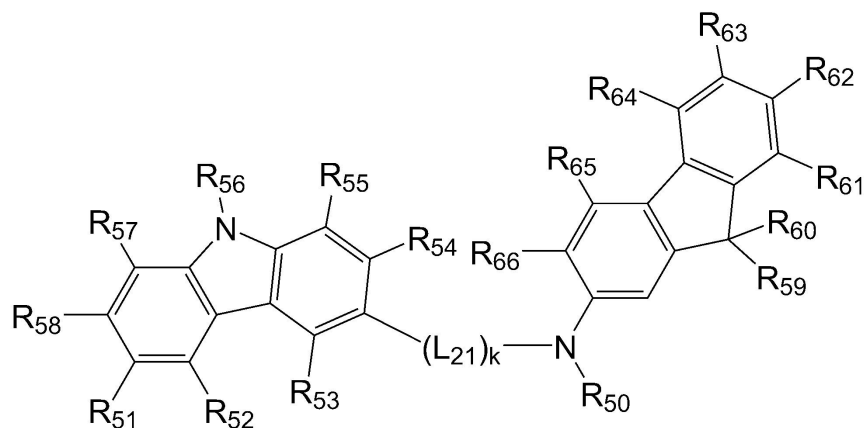
[0150]

다음으로 정공 주입층 상부에 진공증착법, 스핀코팅법, 캐스트법 또는 LB법 등과 같은 다양한 방법을 이용하여 정공 수송층(385)을 형성할 수 있다. 진공 증착법 및 스핀코팅법에 의하여 정공 수송층(385)을 형성하는 경우, 그 증착 조건 및 코팅조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층(383)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다.

[0151]

정공 수송층 형성용 재료로는 하기 화학식 5로 표시되는 화합물을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

[0152] <화학식 5>



[0153]

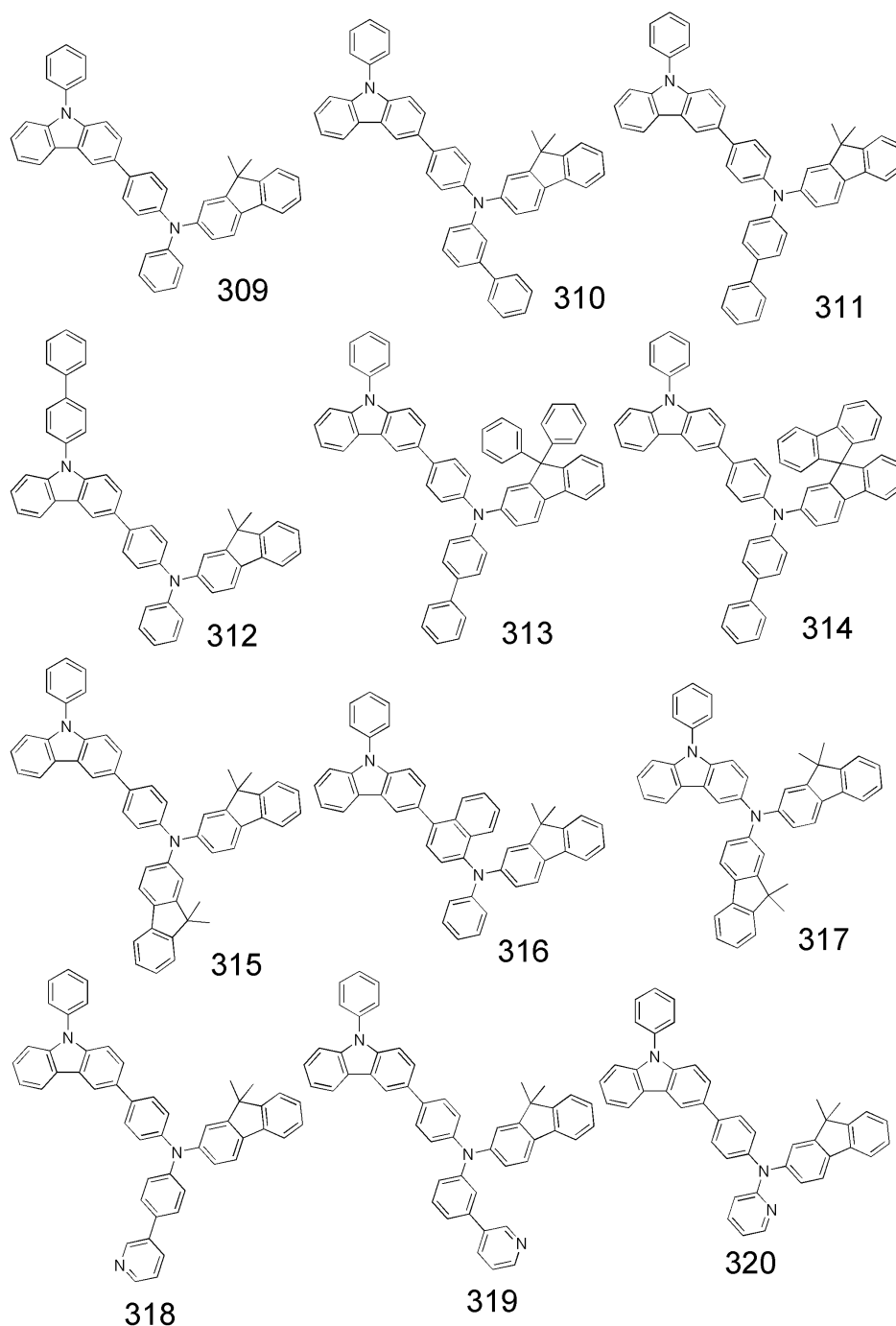
[0154] 상기 화학식 5 중,  $R_{50}$ 은 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 및 치환 또는 비치환된 피리딜기 중 1종이고;  $L_{21}$ 은 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬렌기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알케닐렌기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴렌기, 및 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 헤테로아릴렌기 중 1종이고;  $R_{51}$  내지  $R_{66}$ 는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 히드록실기, 시아노기, 니트로기, 카르복실기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 알키닐기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알콕시기, 치환 또는 비치환된  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬티올기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{30}$ 시클로알킬기, 치환 또는 비치환된  $C_3$ - $C_{30}$ 시클로알케닐기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴옥시기, 치환 또는 비치환된  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴티오기, 치환 또는 비치환된  $C_2$ - $C_{30}$ 헤테로아릴기 및  $-N(Q_{11})(Q_{12})$ 으로 표시되는 그룹 중 1종이고;  $k$ 는 0 내지 3의 정수 중 하나이다.

[0155] 상기  $-N(Q_{11})(Q_{12})$  중,  $Q_{11}$  및  $Q_{12}$ 는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 할로겐, 히드록실기, 시아노기, 아미노기, 니트로기, 카르복실기,  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬기,  $C_2$ - $C_{30}$ 알케닐기,  $C_2$ - $C_{30}$ 알키닐기,  $C_1$ - $C_{30}$ 알콕시기,  $C_1$ - $C_{30}$ 알킬티올기,  $C_3$ - $C_{30}$ 시클로알킬기,  $C_3$ - $C_{30}$ 시클로알케닐기,  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴기,  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴옥시기,  $C_6$ - $C_{30}$ 아릴티오기, 및  $C_2$ - $C_{30}$ 헤테로아릴기 중 1종이다.

[0156] 상기 화학식 5 중,  $k$ 가 0인 경우  $-(L_{21})_k$ -는 단일결합을 나타내며  $k$ 가 2 이상인 경우 복수개의  $L_{21}$ 은 서로 동일하거나 상이할 수 있다.

[0157] 예를 들면, 정공 수송층 형성용 재료로는 상기 화학식 5로 표시되는 화합물을 사용하거나 상기 화학식 5로 표시되는 화합물과 공지된 정공 수송층 형성용 재료를 혼합하여 사용할 수 있다:

[0158] 상기 화학식 5로 표시되는 화합물은 하기 화합물 309 내지 320 중 1종일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



[0159]

[0160]

공지된 정공 수송층 형성용 재료로는 예를 들면 N-페닐카바졸, 폴리비닐카바졸 등의 카바졸 유도체, N,N'-비스(3-메틸페닐)-N,N'-디페닐-[1,1'-비페닐]-4,4'-디아민(TPD), TCTA(4,4',4''-트리스(N-카바졸일)트리페닐아민(4,4',4''-tris(N-carbazolyl)triphenylamine)) 또는 NPB(N,N'-디(1-나프틸)-N,N'-디페닐벤지딘(N,N'-di(1-naphthyl)-N,N'-diphenylbenzidine)) 등을 들 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 정공 수송층(385)의 두께는 약 50Å 내지 약 2000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1500Å일 수 있다. 정공 수송층(385)의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 정공 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0161]

제1전극(330) 상부에는 정공 주입층(383) 및 정공 수송층(385) 중 어느 하나만이 형성되고 다른 하나는 생략되어 있거나 정공 주입층(383) 및 정공 수송층(385) 중 적어도 하나가 복수개 층의 형태로 형성되어 있을 수도 있다. 또는, 제1전극(330) 상부에 정공 주입층 및 정공 수송층 대신에 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층(미도시)이 구비될 수도 있다. 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층은 화학식 5로 표시되는 화합물, 화학식 5로 표시되는 화합물과 정공 수송층 형성용 재료의 혼합물, 화학식 6으로 표시되는 화합물, 및 화학식 6으로 표시되는 화합물과 정공 주입층 형성용 재료의 혼합물 중에서 적어도 1종을 사용하여 형성할 수 있으며, 그 두께는 약 500Å 내지 약 10000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 1000Å일 수 있다.

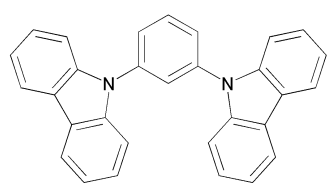
정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압의 상승없이 만족스러운 정도의 정공 주입 및 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0162] 정공 수송층(385), 또는 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층(미도시) 상부에 진공 증착법, 스핀 코팅법, 캐스트법 또는 LB법 등과 같은 방법을 이용하여 발광층(360)을 형성할 수 있다. 진공증착법 및 스핀코팅법에 의해 발광층(360)을 형성하는 경우, 그 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택할 수 있다.

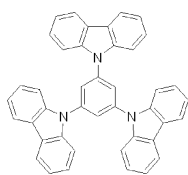
[0163] 발광층(360)의 호스트 재료로는 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물을 사용할 수 있다. 정공 수송 단위는 정공 수송 능력이 우수한 관능기를 포함하는 단위로서 예를 들면 플루오렌 유도체가 포함된 단위, 카바졸 유도체가 포함된 단위, 디벤조티오펜 유도체가 포함된 단위, 또는 디벤조푸란 유도체가 포함된 단위 등을 의미하고, 전자 수송 단위는 전자 수송 능력이 우수한 관능기를 포함하는 단위로서 예를 들면 피리딘 유도체가 포함된 단위, 피리미딘 유도체가 포함된 단위, 또는 트리아진 유도체가 포함된 단위 등을 의미한다. 호스트 재료로서 이러한 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물을 사용하는 경우 전자 제어층(371)에 의해 저휘도 영역에서 호스트 재료 내의 정공과 전자의 불균형이 생겨 발광 효율 저하가 잘 일어날 수 있다.

[0164] 또는, 발광층(360)의 호스트 재료로서 상기 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물 및 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물의 혼합물을 사용할 수 있다. 호스트 재료로서 상기 바이폴라 화합물 이외에 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물이 더 추가된 경우에는 호스트 재료의 정공 특성이 더 커짐으로써 저휘도 영역에서 호스트 재료 내의 정공과 전자의 불균형이 더 커져 발광 효율 저하가 보다 잘 일어날 수 있다. 바이폴라 화합물 및 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물의 혼합비는 1:1 내지 1:9일 수 있다. 바이폴라 화합물 및 적어도 정공 수송 단위를 가지는 화합물의 혼합비가 상기 범위를 만족할 경우, 호스트 재료 내의 정공과 전자의 불균형이 더욱 커질 수 있다.

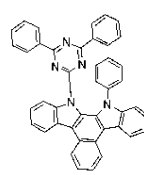
[0165] 예를 들면, 상기 호스트 재료는 하기 화합물 501 내지 509 중 1종일 수 있다:



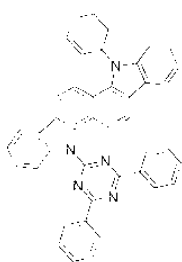
501



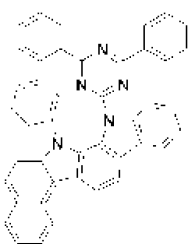
502



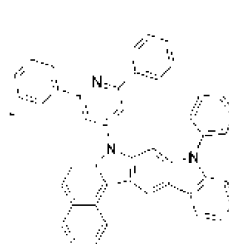
503



504

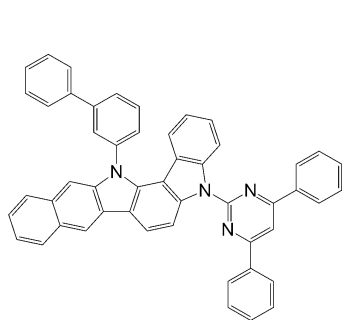


505

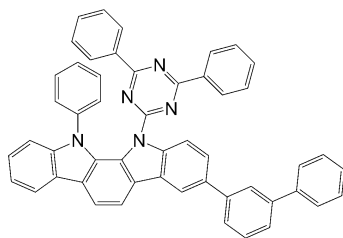


506

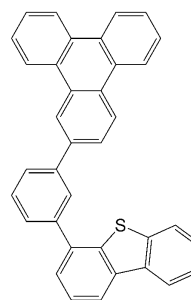
[0166]



507



508



509

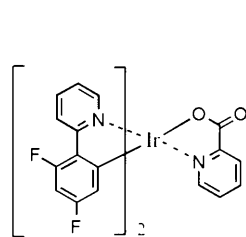
[0167]

[0168]

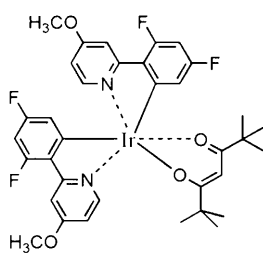
발광층(360)은 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층으로 패턴링될 수 있다. 적색 발광층, 녹색 발광층 및 청색 발광층 중 적어도 하나는 하기 도펀트를 포함할 수 있다(ppy = 페닐피리딘).

[0169]

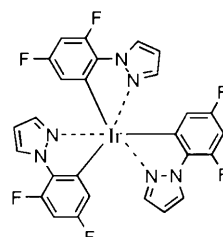
예를 들면, 청색 도펀트로서는 하기 화합물들을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



$F_2Irpic$

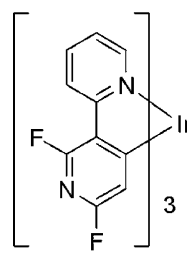
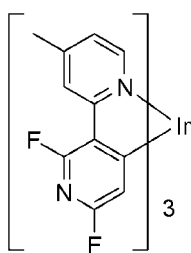
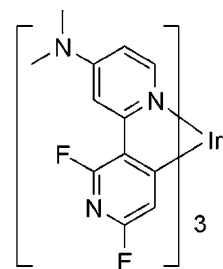


$(F_2ppy)_2Ir(tmd)$

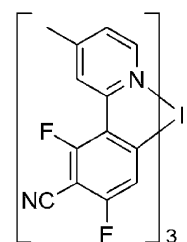
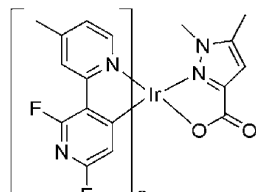
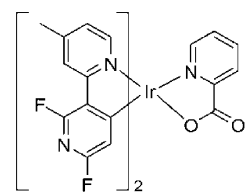


$Ir(dfppz)_3$

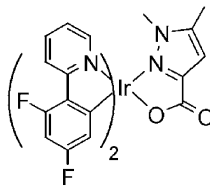
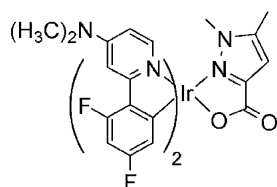
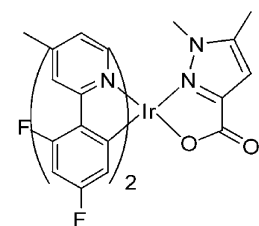
[0170]



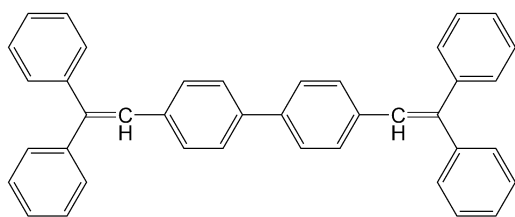
[0171]



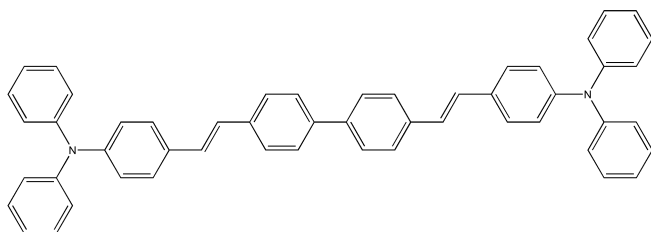
[0172]



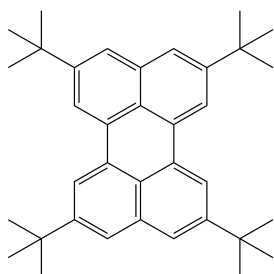
[0173]



DPVBi

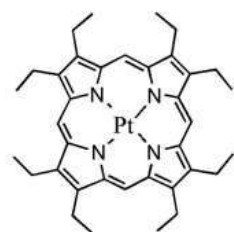


DPAVB

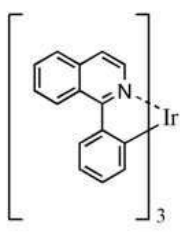


TBP

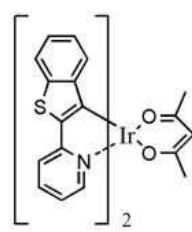
예를 들면, 적색 도펀트로서는 하기 화합물들 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



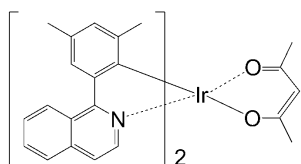
PtOEP



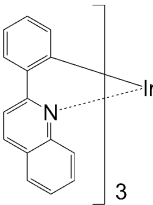
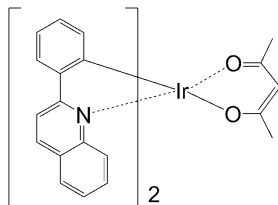
Ir(piq)<sub>3</sub>



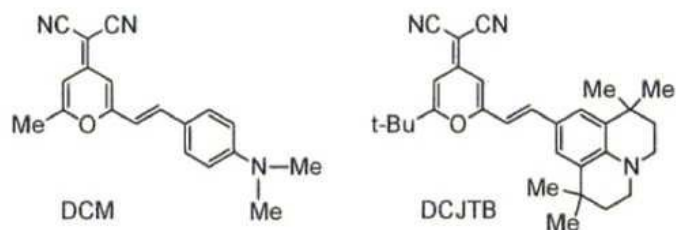
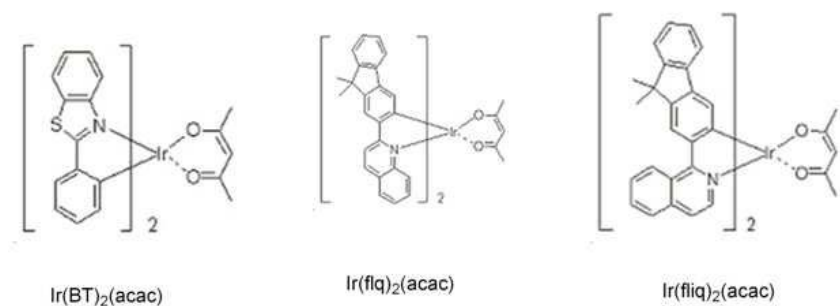
Btp<sub>2</sub>Ir(acac)



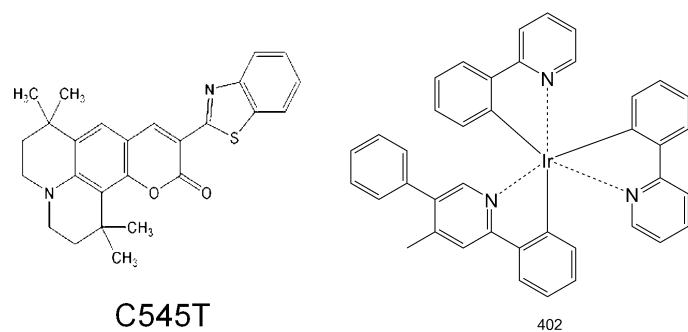
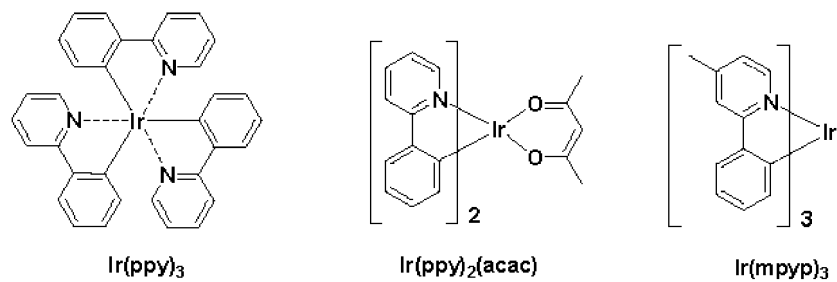
Ir(pq)<sub>2</sub>(acac)



Ir(2-phq)<sub>3</sub>

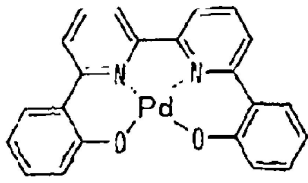


예를 들면, 녹색 도펀트로서는 하기 화합물들 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:

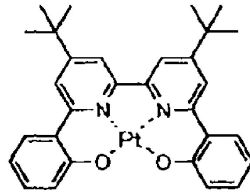




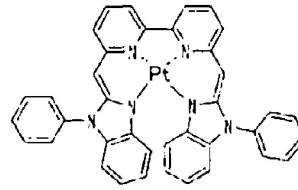
[0184] 발광층(360)에 포함될 수 있는 도펀트는 하기와 같은 Pt-착체일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다:



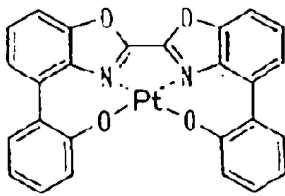
D1



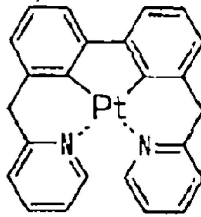
D2



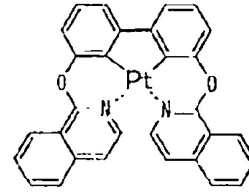
D3



D4

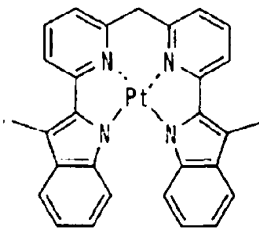


D5

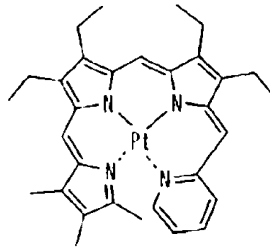


D6

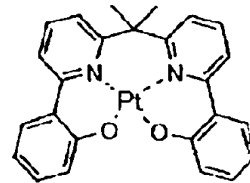
[0185]



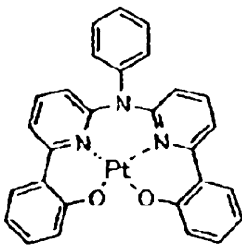
D13



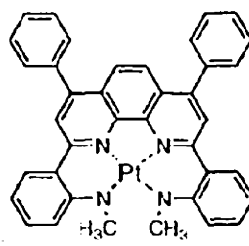
D14



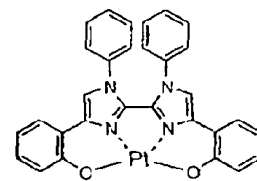
D15



D16

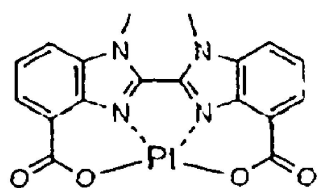


D17

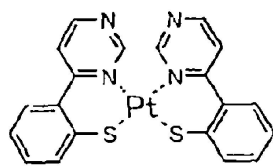


D18

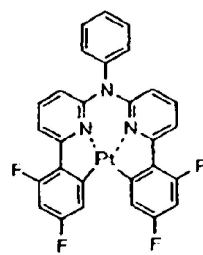
[0186]



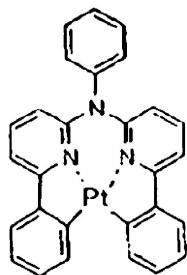
D19



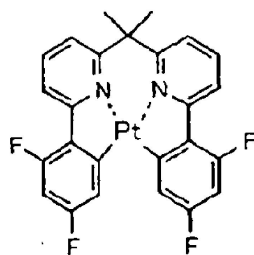
D20



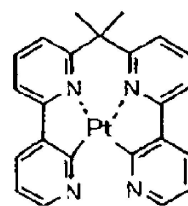
D21



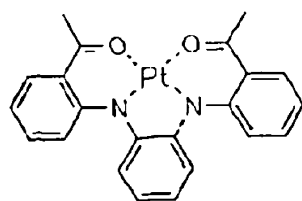
D22



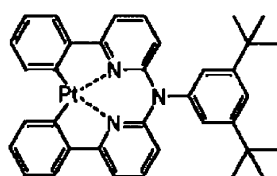
D23



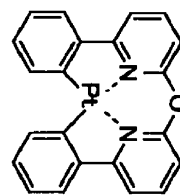
D24



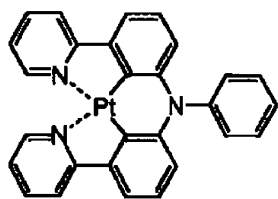
D25



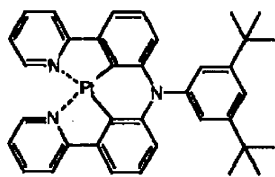
D26



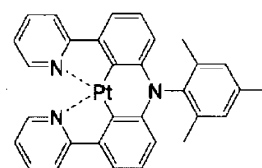
D27



D28



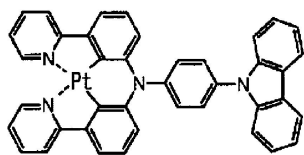
D29



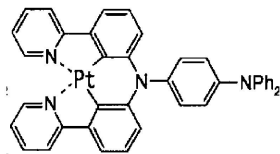
D30

[0187]

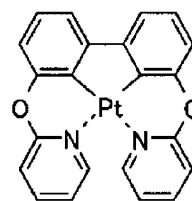
[0188]



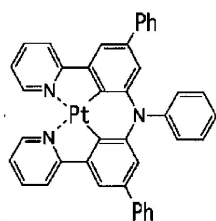
D31



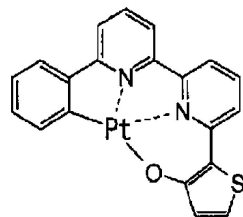
D32



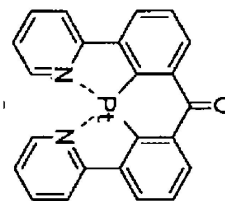
D33



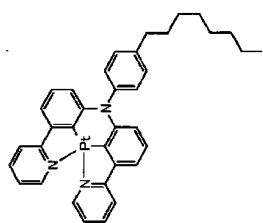
D34



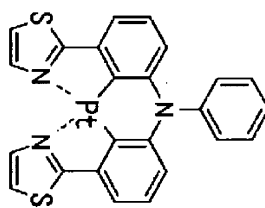
D35



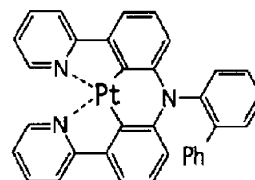
D36



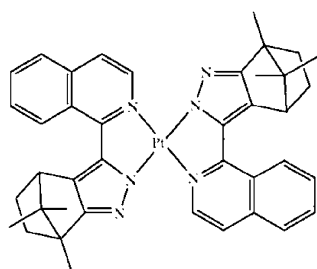
D37



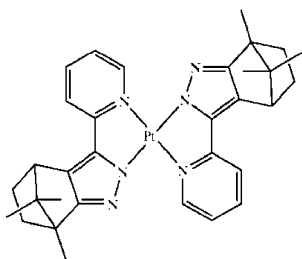
D38



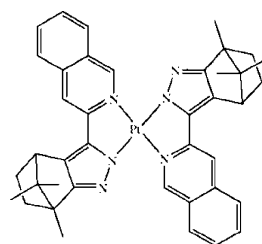
D39



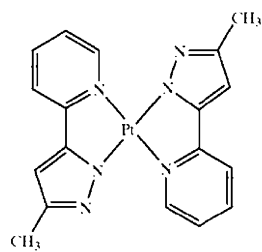
D40



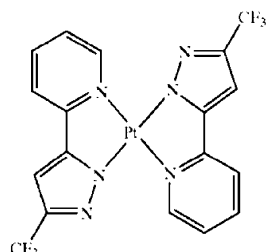
D41



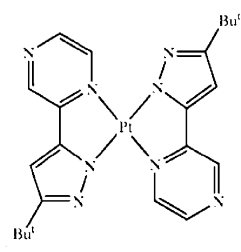
D42



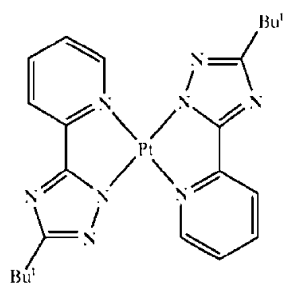
D43



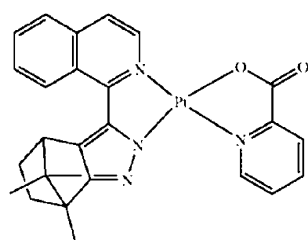
D44



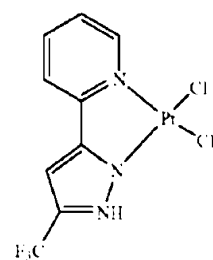
D45



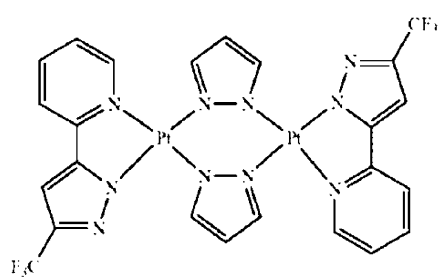
D46



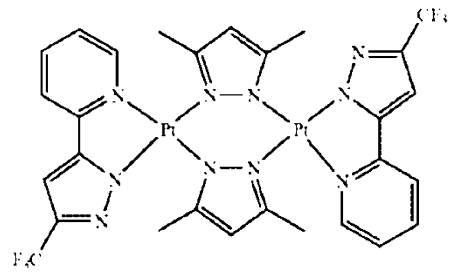
D47



D48



D49

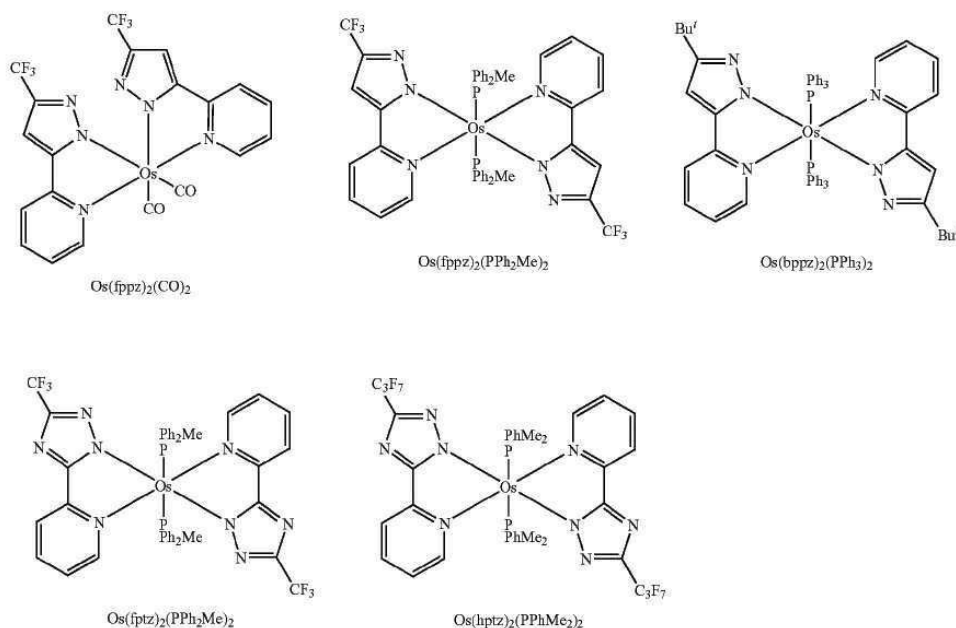


D50

[0191]

[0192]

[0193] 또한, 발광층(360)에 포함될 수 있는 도펀트는 하기와 같은 Os-착체일 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다:



[0194]

[0195] 발광층(360)이 호스트 재료 및 도펀트 재료를 포함할 경우, 도펀트 재료의 함량은 호스트 재료 약 100 중량부를 기준으로 하여 약 0.01 내지 약 25 중량부의 범위에서 선택될 수 있으며, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0196] 발광층(360)의 두께는 약 100Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 200Å 내지 약 600Å일 수 있다. 발광층(360)의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 우수한 발광 특성을 나타낼 수 있다.

[0197] 다음으로 발광층(360) 상부에 전자 제어층(371)을 진공증착법, 스퍼터링법, 또는 캐스트법 등의 다양한 방법을 이용하여 형성한다. 진공증착법 및 스퍼터링법에 의해 전자 제어층(371)을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층(383)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택할 수 있다. 전자 제어층(371) 형성용 재료로는 상기 설명한 분자 궤도 에너지 준위 관계를 만족하는 전자 제어 물질을 이용할 수 있다. 전자 제어층(371)의 두께는 50Å 내지 450Å일 수 있으며, 전자 수송층(373)과 전자 제어층(371)의 두께비가 5:1 내지 5:10이 되는 범위 내에서 선택할 수 있다.

[0198] 전자 제어층(371) 상부에 전자 수송층(373)을 진공증착법, 스퍼터링법, 또는 캐스트법 등의 다양한 방법을 이용하여 형성한다. 진공증착법 및 스퍼터링법에 의해 전자 수송층(373)을 형성하는 경우, 그 조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층(383)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택될 수 있다. 전자 수송층 형성용 재료로는 전자주입전극(cathode)로부터 주입된 전자를 안정하게 수송하는 기능을 하는 것으로서 하기 화학식 4로 표시되는 화합물을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



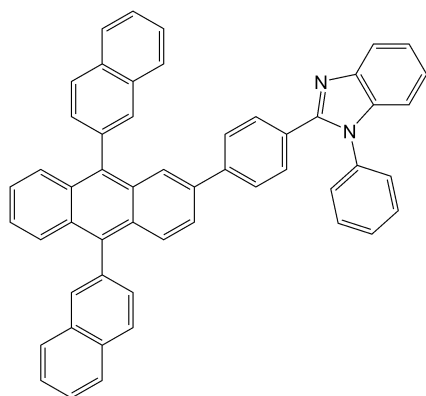
상기 화학식 4 중,  $R_{31}$  내지  $R_{42}$ 는 서로 독립적으로 수소, 중수소, 치환 또는 비치환된 메틸기, 치환 또는 비치환된 에틸기, 치환 또는 비치환된 프로필기, 치환 또는 비치환된 부틸기, 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 비페닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기 중 1종이고,  $Ar_{11}$  및  $Ar_{12}$ 는 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐기, 치환 또는 비치환된 인데닐기, 치환 또는 비치환된 나프틸기, 치환 또는 비치환된 아줄레닐기, 치환 또는 비치환된 헵타레닐기, 치환 또는 비치환된 인다세닐기, 치환 또는 비치환된 아세나프틸기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 스피로-플루오레닐기, 치환 또는 비치환된 페날레닐기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐기, 치환 또는 비치환된 안트릴기, 치환 또는 비치환된 플루오란테닐기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐기, 치환 또는 비치환된 피레닐기, 치환 또는 비치환된 크리스레닐기, 치환 또는 비치환된 나프타세닐기, 치환 또는 비치환된 피세닐기, 치환 또는 비치환된 페릴레닐기, 치환 또는 비치환된 펜타페닐기, 치환 또는 비치환된 헥사세닐기, 치환 또는 비치환된 피롤일기, 치환 또는 비치환된 이미다졸일기, 치환 또는 비치환된 피라졸일기, 치환 또는 비치환된 피리디닐기, 치환 또는 비치환된 비피리디닐기, 치환 또는 비치환된 피라지닐기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐기, 치환 또는 비치환된 피리다지닐기, 치환 또는 비치환된 이소인돌일기, 치환 또는 비치환된 인돌일기, 치환 또는 비치환된 인다졸일기, 치환 또는 비치환된 푸리닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 벤조퀴놀리닐기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐기, 치환 또는 비치환된 나프티리디닐기, 치환 또는 비치환된 퀴놀살리닐기, 치환 또는 비치환된 쿠나졸리닐기, 치환 또는 비치환된 시놀리닐기, 치환 또는 비치환된 카바졸일기, 치환 또는 비치환된 페난트리디닐기, 치환 또는 비치환된 아크리디닐기, 치환 또는 비치환된 페난트롤리닐기, 치환 또는 비치환된 페나지닐기, 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일기, 치환 또는 비치환된 푸라닐기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐기, 치환 또는 비치환된 티오펜일기, 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일기, 치환 또는 비치환된 티아졸일기, 치환 또는 비치환된 이소티아졸일기, 치환 또는 비치환된 벤조티아졸일기, 치환 또는 비치환된 이소옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 트리아졸일기, 치환 또는 비치환된 테트라졸일기, 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐기, 치환 또는 비치환된 벤조옥사졸일기, 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐기, 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일기, 및 치환 또는 비치환된 벤조카바졸일기 중 1종이고,  $L_{11}$ ,  $L_{12}$  및  $L_{13}$ 은 서로 독립적으로 치환 또는 비치환된 페닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인데닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 아줄레닐렌기, 치환 또는 비치환된 헵타레닐렌기, 치환 또는 비치환된 인다세닐렌기, 치환 또는 비치환된 아세나프틸렌기, 치환 또는 비치환된 플루오레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페나레닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트레닐렌기, 치환 또는 비치환된 안트릴렌기, 치환 또는 비치환된 플루오란테닐렌기, 치환 또는 비치환된 트리페닐레닐렌기, 치환 또는 비치환된 피레닐렌기, 치환 또는 비치환된 크리스레닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프타세닐렌기, 치환 또는 비치환된 피세닐렌기, 치환 또는 비치환된 페릴레닐렌기, 치환 또는 비치환된 펜타세닐렌기, 치환 또는 비치환된 헥사세닐렌기, 치환 또는 비치환된 피롤일렌기, 치환 또는 비치환된 피라졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이미다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이미다졸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 이미다조피리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 이미다조피리미디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피라지닐렌기, 치환 또는 비치환된 피리미디닐렌기, 치환 또는 비치환된 인돌일렌기, 치환 또는

비치환된 푸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 퀴놀리닐렌기, 치환 또는 비치환된 프탈라지닐렌기, 치환 또는 비치환된 인돌리지닐렌기, 치환 또는 비치환된 나프티리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 퀴나졸리닐렌기, 치환 또는 비치환된 시놀리닐렌기, 치환 또는 비치환된 인다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 카바졸일렌기, 치환 또는 비치환된 페나지닐렌기, 치환 또는 비치환된 페난트리디닐렌기, 치환 또는 비치환된 피라닐렌기, 치환 또는 비치환된 크로메닐렌기, 치환 또는 비치환된 푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 벤조푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 벤조티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 이소티아졸일렌기, 치환 또는 비치환된 벤조이미다졸일렌기, 치환 또는 비치환된 이속사졸일렌기, 치환 또는 비치환된 디벤조티오펜일렌기, 치환 또는 비치환된 디벤조푸라닐렌기, 치환 또는 비치환된 트리아지닐렌기, 및 치환 또는 비치환된 옥사디아졸일렌기 중 1종이고, p, q 및 r은 서로 독립적으로 0 내지 1의 정수 중 하나이다.

[0202] 상기 화학식 4 중, p, q 및 r이 서로 독립적으로 0인 경우  $-(L_{11})_p-$ ,  $-(L_{12})_q-$  및  $-(L_{13})_r-$ 은 서로 독립적으로 단일결합을 나타낸다.

[0203] 예를 들면, 전자 수송층 형성용 재료로는 상기 화학식 4로 표시되는 화합물을 사용하거나 상기 화학식 4로 표시되는 화합물과 공지된 전자 수송층 형성용 재료를 혼합하여 사용할 수 있다:

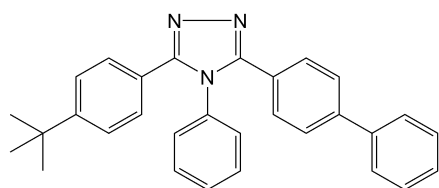
[0204] 상기 화학식 4로 표시되는 화합물은 하기 화합물 201일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다:



201

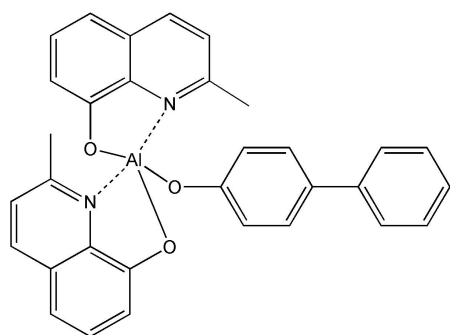
[0205]

[0206] 공지된 전자 수송층 형성용 재료의 예로는, 퀴놀린 유도체, 특히 트리스(8-퀴놀리노레이트)알루미늄( $Alq_3$ ), TAZ, Balq, 베릴륨 비스(벤조퀴놀리-10-노에이트)(beryllium bis(benzoquinolin-10-olate:  $Bebq_2$ ) 또는 ADN 등과 같은 재료를 사용할 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.



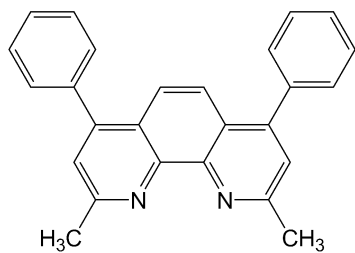
TAZ

[0207]



BALq

[0208]



BCP

[0209]

[0210]

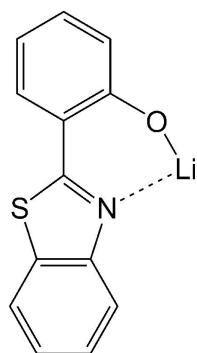
전자 수송층(373)의 두께는 약 50Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 100Å 내지 약 500Å일 수 있다. 전자 수송층(373)의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 수송 특성을 얻을 수 있다.

[0211]

전자 수송층(373)은 상기 화학식 4로 표시되는 화합물 이외에, 금속 함유 화합물을 더 포함할 수 있다.

[0212]

상기 금속 함유 화합물은 Li 착체일 수 있다. 상기 Li 착체는 예를 들면 리튬 퀴놀레이트(LiQ) 또는 하기 화합물 101 등을 들 수 있다:



101

[0213]

[0214]

전자 수송층(373)은 상기 화학식 4로 표시되는 화합물 이외에, 1,4,5,8,9,12-헥사아자트리페닐헥사카보니트릴(1,4,5,8,9,12-hexaazatriphenylene hexacarbonitrile), 테트라시아노퀴노디메탄(tetracyanoquinodimethane), 안트라퀴논(anthraquinone), 페릴렌비스이미드(perylenebisimide) 및 테트라시아노안트라퀴노디메탄(tetracyanoanthraquinodimethane) 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함할 수 있다.

[0215]

전자 수송층(373)은 상기 화학식 4로 표시되는 화합물 이외에, Li, Cs, Na, K, Ca, Mg, Ba 및 Ra 중에서 선택된 적어도 1종의 금속; 금속 카보네이트(metal carbonate); 금속 아세테이트(metal acetate); 금속 벤조에이트(metal benzoate); 금속 아세토아세테이트(metal acetoacetate); 금속 아세틸아세토네이트(metal acetylacetonate); 및 금속 스테아레이트(stearate); 중에서 선택된 적어도 1종을 더 포함할 수 있다.

[0216]

전자 수송층(373)이 상기 화학식 4로 표시되는 화합물 이외에 상기 설명한 물질을 더 포함하는 경우 전자 주입 및 수송 능력이 향상될 수 있다.

[0217]

전자 수송층(373) 상부에는 캐소드로부터 전자의 주입을 용이하게 하는 기능을 가지는 전자 주입층(375)이 적층될 수 있으며 이는 특별히 재료를 제한하지 않는다.

[0218]

전자 주입층 형성용 재료로는 LiF, NaCl, CsF, Li<sub>2</sub>O 또는 BaO 등과 같은 공지된 재료를 이용할 수 있다. 전자 주입층(375)의 증착조건은 사용하는 화합물에 따라 다르지만, 일반적으로 정공 주입층(383)의 형성과 거의 동일한 조건범위 중에서 선택할 수 있다.

[0219]

전자 주입층(375)의 두께는 약 1Å 내지 약 100Å, 예를 들면 약 3Å 내지 약 90Å일 수 있다. 전자 주입층(375)의 두께가 전술한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 주입 특성을 얻을 수 있다.

[0220]

유기층(350) 상부로는 제2전극(390)이 구비되어 있다. 제2전극(390)은 전자 주입 전극인 캐소드(cathode)일 수 있는데, 이 때 상기 제2전극 형성용 물질로는 낮은 일함수를 가지는 금속, 합금, 전기전도성 화합물 또는 이들



의 혼합물을 사용할 수 있다. 구체적인 예로서 리튬(Li), 마그네슘(Mg), 알루미늄(Al), 알루미늄:리튬(Al:Li), 칼슘(Ca), 마그네슘:인듐(Mg:In), 또는 마그네슘:은(Mg:Ag) 등을 박막으로 형성하여 투과형 전극을 얻을 수 있다. 한편, 전면 발광 소자를 얻기 위하여 ITO 또는 IZO를 이용한 투과형 전극을 형성할 수 있는 등 다양한 변형이 가능하다.

- [0221] 이러한 구성을 가진 유기 발광 소자(300)는 전자 제어층(371)의 영향으로 전자 수송층(373)으로부터 발광층(360)으로 주입되는 전자의 흐름이 제어되어 고휘도 영역에서 우수한 발광 효율을 가지고 저휘도 영역에서는 낮은 발광 효율을 가진다.
- [0222] 도 4는 일 구현예에 따라 기판(410) / 제1전극(430) / 정공 주입층(483) / 정공 수송층(485) / 전자 저지층(481) / 발광층(460) / 전자 제어층(471) / 전자 수송층(473) / 전자 주입층(475) / 제2전극(490)의 구조를 가진 유기 발광 소자(400)의 단면도를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0223] 기판(410), 제1전극(430), 정공 주입층(483), 정공 수송층(485), 발광층(460), 전자 제어층(471), 전자 수송층(473), 전자 주입층(475) 및 제2전극(490)에 관한 상세한 설명은 상기 도 3에 관한 설명을 참조한다.
- [0224] 전자 저지층(481)은 정공 주입층(483), 정공 수송층(485), 및 정공 주입 기능 및 정공 수송 기능을 동시에 갖는 기능층(미도시) 중 적어도 하나와 발광층(460)의 사이에 개재될 수 있다. 전자 저지층(481)은 발광층(460)에서 정공과 결합하지 못한 전자들이 제1전극(430) 방향으로 이동하는 것을 방지하는 역할을 할 수 있다. 전자 저지층(481)은 전자 저지 물질을 사용하여 형성되며 전자 저지 물질은 예를 들면 트리페닐아민 유도체, 카바졸 유도체 및 스피로디플루오렌 유도체 중 적어도 1종을 들 수 있다.
- [0225] 전자 저지층(481)의 두께는 약 10Å 내지 약 1000Å, 예를 들면 약 50Å 내지 약 800Å일 수 있다. 전자 저지층(481)의 두께가 적절한 범위를 만족할 경우, 실질적인 구동 전압 상승없이 만족스러운 정도의 전자 저지 특성을 얻을 수 있다.
- [0226] 이러한 구성을 가진 유기 발광 소자(400)는 전자 제어층(471) 및 전자 저지층(481)의 영향으로 전자 수송층(473)으로부터 발광층(460)으로 주입되어 정공 수송층(485)으로 이동하는 전자의 흐름이 제어되어 고휘도 영역에서 우수한 발광 효율을 가지고 저휘도 영역에서는 낮은 발광 효율을 가진다.
- [0227] 도 5는 도 3에 나타낸 유기 발광 소자(300)의 각 층의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위 및 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0228] 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(371)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위는 호스트 재료를 포함하는 발광층(360)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위보다 낮으며 그 차이는 약 0.3eV 이하이다. 또한, 전자 제어층(371)의 최저 비점유 분자 궤도 에너지는 발광층(360)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위보다 낮으며 그 차이는 약 0.5eV 이하이다.
- [0229] 이러한 관계에 의해, 전자 제어층(371)은 고휘도 영역에서 발광층(360)으로부터 전자 제어층(371)을 통과하려는 정공을 저지하여 소자의 휘도를 향상시켜주며, 저휘도 영역에서는 정공이 발광층(360)으로부터 전자 제어층(371)을 통과하여 전자 수송층(371)으로 이동하는 것을 원활하게 하여 소자의 휘도를 낮춰준다.
- [0230] 도 6은 도 4에 나타낸 유기 발광 소자의 각 층의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위 및 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위를 개략적으로 나타낸 것이다.
- [0231] 전자 제어 물질을 포함하는 전자 제어층(471)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위는 호스트 재료를 포함하는 발광층(460)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위보다 낮으며 그 차이는 약 0.3eV 이하이다. 또한, 전자 제어층(471)의 최저 비점유 분자 궤도 에너지는 발광층(460)의 최고 점유 분자 궤도 에너지 준위보다 낮으며 그 차이는 약 0.5eV 이하이다.
- [0232] 전자 저지 물질을 포함하는 전자 저지층(481)은 발광층(460)과 제1전극(430) 사이에 구비되며 이 경우에는 발광층(460)과 인접하여 있다. 전자 저지층(481)의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위는 발광층(460)의 최저 비점유 분자 궤도 에너지 준위보다 높다.

- [0233] 이러한 관계에 의해, 고휘도 영역에서 전자 제어층(471)은 발광층(460)으로부터 전자 제어층(471)을 통과하려는 정공을 저지하고 전자 저지층(481)은 발광층(460)에서 정공과 결합하지 못한 전자가 제1전극(430) 방향으로 이동하는 것을 저지하여 소자의 휘도를 향상시켜주며, 저휘도 영역에서는 전자 제어층(471)이 발광층(460)으로부터 전자 제어층(471)을 통과하여 전자 수송층(471)으로 이동하는 전자를 원활하게 흐르게 하여 소자의 휘도를 낮춰준다.
- [0234] 또 다른 일 구현예에 따른 유기 발광 표시 장치는 소스, 드레인, 게이트 및 활성층을 포함한 트랜지스터 및 상기 설명한 유기 발광 소자를 구비하고, 상기 유기 발광 소자의 제1전극이 상기 소스 및 드레인 중 하나와 전기적으로 연결된다.
- [0235] 상기 트랜지스터의 활성층은 비정질 실리콘층, 결정질 실리콘층, 유기 반도체층 또는 산화물 반도체층 등으로 다양한 변형이 가능하다.
- [0236] 이러한 유기 발광 표시 장치는 블랙 상태에서 적색 및 녹색 발광이 억제되어 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선된다.
- [0237] 본 명세서 중, “비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기”(또는 “ $C_1-C_{30}$ 알킬기”)의 구체적인 예로는 메틸, 에틸, 프로필, 이소부틸, sec-부틸, 펜틸, iso-아밀, 헥실 등과 같은 탄소수 1 내지 30의 선형 또는 분지형 알킬기를 들 수 있고, 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기는 상기 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 중 적어도 하나의 수소가 중수소, 할로젠, 히드록시기, 니트로기, 시아노기, 아미노기, 아미디노기, 히드라진, 히드라존, 카르복실기나 그의 염, 술폰산기나 그의 염, 인산이나 그의 염, 또는  $C_1-C_{30}$ 알킬기,  $C_2-C_{30}$ 알케닐기,  $C_2-C_{30}$ 알키닐기,  $C_6-C_{30}$ 아릴기,  $C_2-C_{30}$ 헤테로아릴기,  $-N(Q_{101})(Q_{102})$ , 및  $Si(Q_{103})(Q_{104})(Q_{105})(Q_{106})-$  (여기서,  $Q_{101}$  내지  $Q_{106}$ 은 서로 독립적으로 수소,  $C_1-C_{30}$ 알킬기,  $C_2-C_{30}$ 알케닐기,  $C_2-C_{30}$ 알키닐기,  $C_6-C_{30}$ 아릴기, 및  $C_2-C_{30}$ 헤테로아릴기로 이루어진 군으로부터 선택됨)로 치환된 것이다.
- [0238] 본 명세서 중, 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알콕시기(또는  $C_1-C_{30}$ 알콕시기)는  $-OA$  (단, A는 상술한 바와 같은 비치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기임)의 화학식을 가지며, 이의 구체적인 예로서, 메톡시, 에톡시 또는 이소프로필옥시 등이 있다. 치환된  $C_1-C_{30}$ 알콕시기는  $C_1-C_{30}$ 알콕시기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.
- [0239] 본 명세서 중 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐기(또는  $C_2-C_{30}$ 알케닐기)는 상기 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 이중결합을 함유하고 있는 것을 의미하며, 예로서는 에테닐, 프로페닐 또는 부테닐 등이 있다. 치환된  $C_2-C_{30}$ 알케닐기는  $C_2-C_{30}$ 알케닐기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.
- [0240] 본 명세서 중 비치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐기(또는  $C_2-C_{30}$ 알키닐기)는 상기 정의된 바와 같은  $C_2-C_{30}$ 알킬기의 중간이나 맨 끝단에 하나 이상의 탄소 삼중결합을 함유하고 있는 것을 의미하며, 예로서는 에티닐(ethynyl) 또는 프로피닐(propynyl) 등이 있다. 치환된  $C_2-C_{30}$ 알키닐기는  $C_2-C_{30}$ 알키닐기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.
- [0241] 본 명세서 중 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴기는 하나 이상의 방향족 고리를 포함하는 탄소 원자수 5 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 1가(monovalent) 그룹을 의미하며, 비치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴렌기는 하나 이상의 방향족 고리를 포함하는 탄소 원자수 5 내지 60개의 카보사이클릭 방향족 시스템을 갖는 2가(divalent) 그룹을 의미한다. 상기 아릴기 및 아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리들은 서로 융합될 수 있다. 치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴기는  $C_6-C_{30}$ 아릴기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이고, 치환된  $C_6-C_{30}$ 아릴렌기는  $C_6-C_{30}$ 아릴렌기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된  $C_1-C_{30}$ 알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.

[0242] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 포함하고 나머지 고리원자가 C인 하나 이상의 방향족 고리로 이루어진 시스템을 갖는 1가 그룹을 의미하고, 비치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기는 N, O, P 또는 S 중에서 선택된 1 개 이상의 헤테로원자를 포함하고 나머지 고리원자가 C인 하나 이상의 방향족 고리로 이루어진 시스템을 갖는 2가 그룹을 의미한다. 여기서, 헤테로아릴기 및 헤테로아릴렌기가 2 이상의 고리를 포함할 경우, 2 이상의 고리는 서로 융합될 수 있다. 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기는 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이고, 치환된 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기는 C<sub>2</sub>-C<sub>30</sub>헤테로아릴렌기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.

[0243] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기는 -OA<sub>2</sub>(여기서, A<sub>2</sub>는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴기임)를 가리키고, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기는 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴옥시기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.

[0244] 본 명세서 중 비치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기는 -SA<sub>3</sub>(여기서, A<sub>3</sub>는 상기 치환 또는 비치환된 C<sub>3</sub>-C<sub>30</sub>아릴기임)를 가리키고, 치환된 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기는 C<sub>6</sub>-C<sub>30</sub>아릴티오기 중 적어도 하나의 수소가 상술한 치환된 C<sub>1</sub>-C<sub>30</sub>알킬기 경우와 같은 치환기로 치환된 것이다.

[0245] 이하에서, 실시예를 들어 일 구현예에 따른 유기 발광 소자에 대하여 보다 구체적으로 설명한다. 그러나, 본 발명이 하기의 실시예로 한정되는 것은 아니다.

#### [0246] 실시예 1

[0247] 애노드로는 코닝(corning)사의 유리를 사용한 삼성모바일디스플레이(SMD)사의 ITO(7nm)/Ag(100nm)/ITO(7nm) 기판을 50mm×50mm×0.7mm 크기로 잘라서 순수를 이용하여 각가 30분간 초음파 세정 및 30분간 이소프로필알코올로 세정한 후 10분 동안 자외선 오존 세정을 한 다음, 진공 증착 장치에 장착하였다.

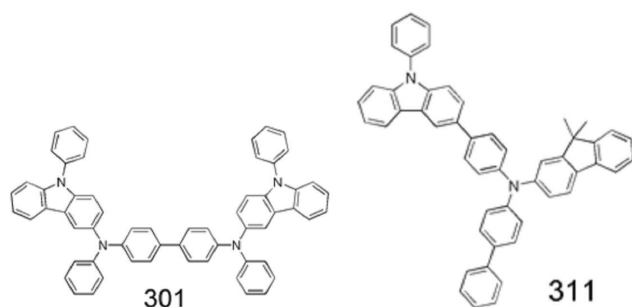
[0248] 상기 유리 기판 상부에 화합물 301을 진공 증착하여 750Å 두께의 정공 주입층을 형성한 다음, 상기 정공 주입층 상부에 화합물 311을 진공 증착하여 1300Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

[0249] 상기 정공 수송층 상부에 호스트로서 화합물 507와 인광 도펀트로서 화합물 401을 98:2의 중량비로 동시 증착함으로써 400Å 두께의 적색 발광층을 형성하였다.

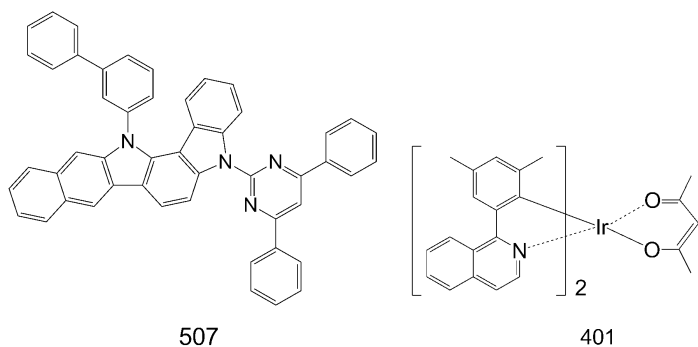
[0250] 이어서, 상기 발광층 상부에 화합물 1을 진공 증착하여 50Å 두께의 전자 제어층을 형성하였다.

[0251] 상기 전자 제어층 상부에 화합물 201(화합물 1과 동일)과 LiQ를 1:1의 중량비로 진공 공증착하여 100Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다.

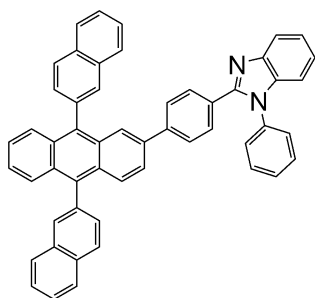
[0252] 상기 전자 수송층 상부에 LiQ를 진공 증착하여 5Å 두께의 전자 주입층을 형성한 다음, Mg:Ag를 10:1의 중량비로 진공 증착하여 130Å 두께의 캐소드를 형성함으로써 유기 발광 소자를 제조하였다.



[0253]



[0254]



[0255]

[0256]

## 실시예 2

[0257]

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 100Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0258]

## 실시예 3

[0259]

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 200Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0260]

## 실시예 4

[0261]

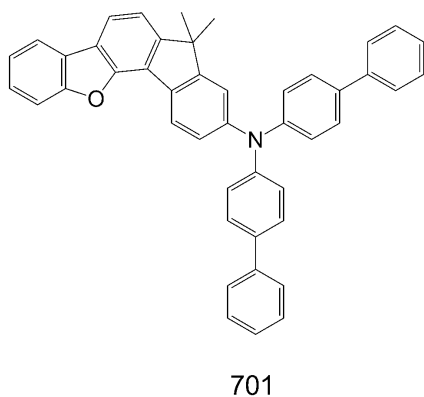
전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 450Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

[0262]

## 실시예 5

[0263]

정공 수송층과 발광층 사이에 하기 화합물 701을 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 저지층을 형성하고 전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 100Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.



[0264]

[0265]

## 실시예 6

[0266]

정공 수송층과 발광층 사이에 화합물 701을 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 저지층을 형성하고 전자 제어층

형성시 두께를 50 Å 대신 200 Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

**비교예 1**

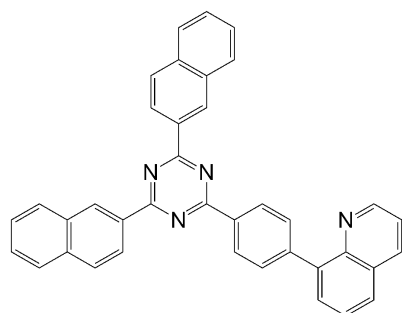
전자 제어층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

**비교예 2**

전자 제어층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 5와 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

**비교예 3**

화합물 1을 진공 증착하여 200 Å 두께의 전자 제어층을 형성하는 대신 하기 화합물 601을 사용하여 200 Å 두께의 층을 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 3과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.



601

**비교예 4**

화합물 1을 진공 증착하여 450 Å 두께의 전자 제어층을 형성하는 대신 화합물 601을 사용하여 450 Å 두께의 층을 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 4와 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

**실시예 7**

애노드로는 코닝(corning)사의 유리를 사용한 삼성모바일디스플레이(SMD)사의 ITO(7nm)/Ag(100nm)/ITO(7nm) 기판을 50mm×50mm×0.7mm 크기로 잘라서 순수를 이용하여 각각 30분간 초음파 세정 및 30분간 이소프로필알코올로 세정한 후 10분 동안 자외선 오존 세정을 한 다음, 진공 증착 장치에 장착하였다.

상기 유리 기판 상부에 화합물 301을 진공 증착하여 750 Å 두께의 정공 주입층을 형성한 다음, 상기 정공 주입층 상부에 화합물 311을 진공 증착하여 1300 Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

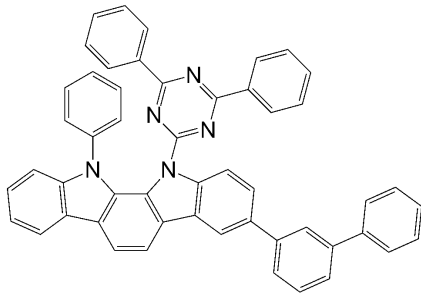
상기 정공 수송층 상부에 화합물 701을 진공 증착하여 300 Å 두께의 전자 저지층을 형성하였다.

상기 전자 저지층 상부에 호스트로서 화합물 508과 인광 도펀트로서 화합물 402를 95:5의 중량비로 동시 증착함으로써 400 Å 두께의 녹색 발광층을 형성하였다.

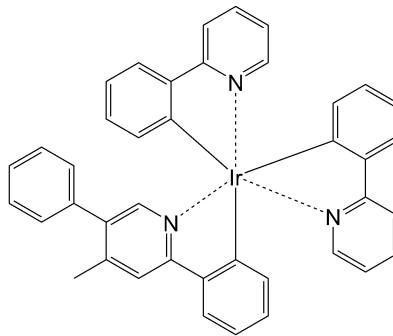
이어서, 상기 발광층 상부에 화합물 1을 진공 증착하여 50 Å 두께의 전자 제어층을 형성하였다.

상기 전자 제어층 상부에 화합물 201(화합물 1과 동일)과 LiQ를 1:1의 중량비로 진공 공증착하여 100 Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다.

상기 전자 수송층 상부에 LiQ를 진공 증착하여 5 Å 두께의 전자 주입층을 형성한 다음, Mg:Ag를 10:1의 중량비로 진공 증착하여 130 Å 두께의 캐소드를 형성함으로써 유기 발광 소자를 제조하였다.



508



402

### 실시예 8

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 100Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 7과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 실시예 9

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 200Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 7과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 실시예 10

전자 저지층을 형성하지 않고 전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 200Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 7과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 비교예 5

전자 저지층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 10과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 비교예 6

전자 저지층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 7과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 비교예 7

화합물 1을 진공 증착하여 200Å 두께의 전자 제어층을 형성하는 대신 화합물 601을 사용하여 200Å 두께의 층을 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 9와 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

### 실시예 11

애노드로는 코닝(corning)사의 유리를 사용한 삼성모바일디스플레이(SMD)사의 ITO(7nm)/Ag(100nm)/ITO(7nm) 기판을 50mm×50mm×0.7mm 크기로 잘라서 순수를 이용하여 각각 30분간 초음파 세정 및 30분간 이소프로필알코올로 세정한 후 10분 동안 자외선 오존 세정을 한 다음, 진공 증착 장치에 장착하였다.

상기 유리 기판 상부에 화합물 301을 진공 증착하여 750Å 두께의 정공 주입층을 형성한 다음, 상기 정공 주입층 상부에 화합물 311을 진공 증착하여 1300Å 두께의 정공 수송층을 형성하였다.

상기 정공 수송층 상부에 호스트로서 504 및 화합물 509의 2:8 중량비 혼합물과 인광 도펀트로서 화합물 402를 85:15의 중량비로 동시 증착함으로써 400Å 두께의 녹색 발광층을 형성하였다.

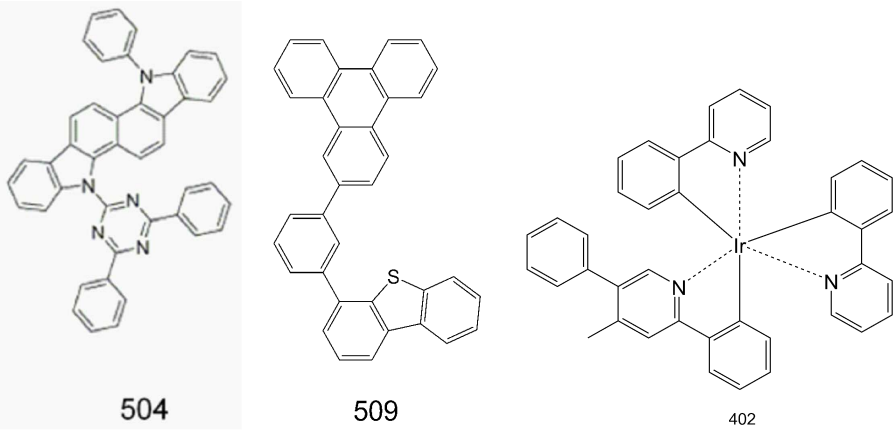
이어서, 상기 발광층 상부에 화합물 1을 진공 증착하여 50Å 두께의 전자 제어층을 형성하였다.

상기 전자 제어층 상부에 화합물 201(화합물 1과 동일)과 LiQ를 1:1의 중량비로 진공 공증착하여 100Å 두께의 전자 수송층을 형성하였다.

상기 전자 수송층 상부에 LiQ를 진공 증착하여 5Å 두께의 전자 주입층을 형성한 다음, Mg:Ag를 10:1의 중량비



로 진공 증착하여 130Å 두께의 캐소드를 형성함으로써 유기 발광 소자를 제조하였다.



실시예 12

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 100Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 11과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

실시예 13

전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 200Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 11과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

실시예 14

정공 수송층과 발광층 사이에 화합물 701을 진공 증착하여 300Å 두께의 전자 저지층을 형성하고 전자 제어층 형성시 두께를 50Å 대신 100Å으로 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 11과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

비교예 8

전자 제어층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 11과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

비교예 9

전자 제어층을 형성하지 않은 것을 제외하고는, 상기 실시예 14와 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

비교예 10

화합물 1을 진공 증착하여 200Å 두께의 전자 제어층을 형성하는 대신 화합물 601을 사용하여 200Å 두께의 층을 형성한 것을 제외하고는, 상기 실시예 13과 동일한 방법을 이용하여 유기 발광 소자를 제조하였다.

상기 실험 조건들을 정리하여 하기 표 1에 나타내었다.

표 1

구분	전자제어층				발광층			전자저지층	
	전자제어물질	HOMO (eV)	LUMO (eV)	두께 (Å)	호스트재료	HOMO (eV)	LUMO (eV)	전자저지물질	LUMO (eV)
실시예1	화합물1	-5.6	-2.8	50	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
실시예2	화합물1	-5.6	-2.8	100	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
실시예3	화합물1	-5.6	-2.8	200	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
실시예4	화합물1	-5.6	-2.8	450	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
실시예5	화합물1	-5.6	-2.8	100	화합물507	-5.6	-2.8	화합물701	-2.1
실시예6	화합물1	-5.6	-2.8	200	화합물507	-5.6	-2.8	화합물701	-2.1
비교예1	-	-	-	-	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
비교예2	-	-	-	-	화합물507	-5.6	-2.8	화합물701	-2.1

비교예3	화합물601	-6.3	-3.1	200	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
비교예4	화합물601	-6.3	-3.1	450	화합물507	-5.6	-2.8	-	-
실시예7	화합물1	-5.6	-2.8	50	화합물508	-5.7	-2.6	화합물701	-2.1
실시예8	화합물1	-5.6	-2.8	100	화합물508	-5.7	-2.6	화합물701	-2.1
실시예9	화합물1	-5.6	-2.8	200	화합물508	-5.7	-2.6	화합물701	-2.1
실시예10	화합물1	-5.6	-2.8	200	화합물508	-5.7	-2.6	-	-
비교예5	-	-	-	-	화합물508	-5.7	-2.6	-	-
비교예6	-	-	-	-	화합물508	-5.7	-2.6	화합물701	-2.1
비교예7	화합물601	-6.3	-3.1	200	화합물508	-5.7	-2.6	화합물701	-2.1
실시예11	화합물1	-5.6	-2.8	50	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
실시예12	화합물1	-5.6	-2.8	100	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
실시예13	화합물1	-5.6	-2.8	200	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
실시예14	화합물1	-5.6	-2.8	100	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	화합물701	-2.1
비교예8	-	-	-	-	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-
비교예9	-	-	-	-	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	화합물701	-2.1
비교예10	화합물601	-6.3	-3.1	200	화합물504 및 509	-5.9 -5.8	-2.9 -2.1	-	-

[0319] **평가예**

[0320] 실시예 1~6 및 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도를  $0.1\text{cd/m}^2 \sim 10,000\text{cd/m}^2$  범위로 변경하면서 적색 발광 효율을 측정하였고, 그 결과 도 7에 나타내고 이것을 정규화하여 도 8에 나타내었다.

[0321] 도 7을 참조하면, 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 저휘도에서 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자보다 전반적으로 발광 효율이 낮은 것이 나타난다.

[0322] 이 그래프를 정규화한 도 8을 참조하면, 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 약  $100\text{cd/m}^2$  이상의 고휘도 영역에서 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자와 유사한 수준의 발광 효율을 나타내는 것이 보인다. 그러나, 약  $1\text{cd/m}^2$  근처의 저휘도 영역에서 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자 대비 매우 낮은 수준의 발광 효율을 나타내었다. 발광 효율의 감소를 알아 보기 쉽도록 그래프 상에 화살표로 나타내었다.

[0323] 실시예 1~6 및 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도에 따른 발광 효율 특성의 개선 정도를 알아보기 위해 S-비(S-ratio)를 계산하여 표 2에 나타내었다.

**표 2**

[0324]

	실시예1	실시예2	실시예3	실시예4	실시예5	실시예6	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
효율@ $1\text{cd/m}^2$	32.2	21.8	18.6	13.6	19.8	17.5	38.7	42.8	34.4	25.9
효율@ $1,000\text{cd/m}^2$	32.8	33.0	31.7	22.0	35.5	33.1	33.1	38.9	34.4	23.7
S-비	1.02	1.51	1.70	1.62	1.79	1.90	0.85	0.91	1.00	0.91

[0325] S-비는  $1,000\text{cd/m}^2$ 에서의 전류 효율 값을  $1\text{cd/m}^2$ 에서의 전류 효율 값으로 나눈 비로 정의된다. S-비가 클수록, 휘도 대 효율 그래프의 모양이 S자 형태에 가까게 되고, 이것은 유기 발광 소자가 고휘도 영역에서 높은 발광 효율을 나타내고 저휘도 영역에서는 낮은 발광 효율을 나타내는 경향이 크다는 것을 의미한다.

[0326] 표 2를 참조하면, 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 전부 1을 넘고 실시예 6의 경우에는 거의 2에 근접한 반면, 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 1 이하인 것이 나타난다. 즉, 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 비교예 1~4에 따른 유기 발광 소자에 비해 휘도 대 효율 그래프 모양이 S자 형태에 더 가깝다는 것



을 알 수 있다.

- [0327] 이로부터 실시예 1~6에 따른 유기 발광 소자는 고휘도 영역에서는 높은 적색 발광 효율을 나타내고 저휘도 영역에서는 매우 낮은 적색 발광 효율을 나타내어, 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선됨을 알 수 있다.
- [0328] 실시예 7~10 및 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도를  $0.1\text{cd/m}^2 \sim 10,000\text{cd/m}^2$  범위로 변경하면서 녹색 발광 효율을 측정하였고, 그 결과 도 9에 나타내고 이것을 정규화하여 도 10에 나타내었다.
- [0329] 도 9을 참조하면, 실시예 8~10에 따른 유기 발광 소자는 저휘도에서 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자보다 전반적으로 발광 효율이 낮은 것이 나타난다. 실시예 7에 따른 유기 발광 소자는 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자와 유사한 수준의 발광 효율을 나타낸다.
- [0330] 이 그래프를 정규화한 도 10을 참조하면, 실시예 8~10에 따른 유기 발광 소자는 약  $100\text{cd/m}^2$  이상의 고휘도 영역에서 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자와 유사한 수준의 발광 효율을 나타내는 것이 보인다. 그러나, 약  $1\text{cd/m}^2$  근처의 저휘도 영역에서 실시예 8~10에 따른 유기 발광 소자는 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자 대비 낮은 수준의 발광 효율을 나타내었다. 발광 효율의 감소를 알아 보기 쉽도록 그래프 상에 화살표로 나타내었다.
- [0331] 실시예 7~10 및 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도에 따른 발광 효율 특성의 개선 정도를 알아 보기 위해 S-비를 계산하여 표 3에 나타내었다.

표 3

	실시예7	실시예8	실시예9	실시예10	비교예5	비교예6	비교예7
효율@ $1\text{cd/m}^2$	98.2	71.2	45.7	38.1	97.3	103.1	75.3
효율@ $1,000\text{cd/m}^2$	102.3	92.8	80.7	56.6	80.1	111.3	74.5
S-비	1.04	1.30	1.76	1.49	0.82	1.08	0.99

- [0333] 표 3을 참조하면, 실시예 7~10에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 전부 1을 넘고 실시예 9의 경우에는 1.7 이상인 반면, 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 1 부근이거나 그 이하인 것이 나타난다. 즉, 실시예 7~10에 따른 유기 발광 소자는 비교예 5~7에 따른 유기 발광 소자에 비해 휘도 대 효율 그래프 모양이 S자 형태에 더 가깝다는 것을 알 수 있다.
- [0334] 이로부터 실시예 7~10에 따른 유기 발광 소자는 고휘도 영역에서는 높은 녹색 발광 효율을 나타내고 저휘도 영역에서는 매우 낮은 녹색 발광 효율을 나타내어, 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선됨을 알 수 있다.
- [0335] 실시예 11~14 및 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도를  $0.1\text{cd/m}^2 \sim 10,000\text{cd/m}^2$  범위로 변경하면서 녹색 발광 효율을 측정하였고, 그 결과 도 11에 나타내고 이것을 정규화하여 도 12에 나타내었다.
- [0336] 도 11을 참조하면, 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 저휘도에서 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자보다 전반적으로 발광 효율이 낮은 것이 나타난다.
- [0337] 이 그래프를 정규화한 도 12를 참조하면, 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 약  $100\text{cd/m}^2$  이상의 고휘도 영역에서 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자와 유사한 수준의 발광 효율을 나타내는 것이 보인다. 그러나, 약  $1\text{cd/m}^2$  근처의 저휘도 영역에서 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자 대비 매우 낮은 수준의 발광 효율을 나타내었다. 발광 효율의 감소를 알아 보기 쉽도록 그래프 상에 화살표로 나타내었다.
- [0338] 실시예 11~14 및 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자에 대하여, 휘도에 따른 발광 효율 특성의 개선 정도를 알아 보기 위해 S-비를 계산하여 표 4에 나타내었다.

표 4

	실시예11	실시예12	실시예13	실시예14	비교예8	비교예9	비교예10
효율@ $1\text{cd/m}^2$	49.5	28.5	23.0	17.00	91.54	104.13	75.30
효율@ $1,000\text{cd/m}^2$	92.8	88.2	82.1	90.06	91.02	102.20	74.51
S-비	1.88	3.1	3.57	5.30	0.99	0.98	0.99

[0340] 표 4를 참조하면, 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 전부 1을 훨씬 넘고 실시예 12~13의 경우에는 3 이상이고 특히 실시예 14의 경우에는 5 이상인 것으로 나타난다. 그에 비해 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자는 S-비가 1 이하인 것으로 나타난다. 즉, 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 비교예 8~10에 따른 유기 발광 소자에 비해 휘도 대 효율 그래프 모양이 S자 형태에 더 가깝다는 것을 알 수 있다.

[0341] 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 다른 경우보다 S-비의 값이 월등히 높았는데 이것은 호스트 재료로서 정공 수송 단위와 전자 수송 단위를 동시에 가지는 바이폴라 화합물인 화합물 504와 정공 수송 단위를 가지는 화합물인 화합물 509의 혼합물을 사용한 것에서 기인한 것으로 생각된다.

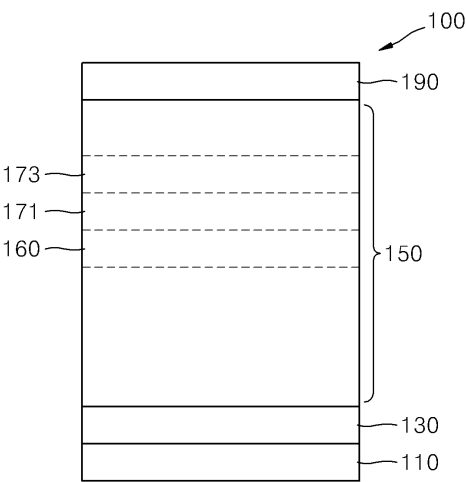
[0342] 이로부터 실시예 11~14에 따른 유기 발광 소자는 고휘도 영역에서는 높은 적색 발광 효율을 나타내고 저휘도 영역에서는 매우 낮은 적색 발광 효율을 나타내어, 휘도에 따른 발광 효율 특성이 개선됨을 알 수 있다. 상기 적색 발광 소자와 녹색 발광 소자 및 청색 발광 소자를 포함하는 풀컬러 유기 발광 표시 장치는 고휘도 영역에서는 높은 발광 효율을 나타내고 블랙 상태에서는 적색 및 녹색 발광이 억제되어 우수한 발광 효율 특성을 나타낸다.

### 부호의 설명

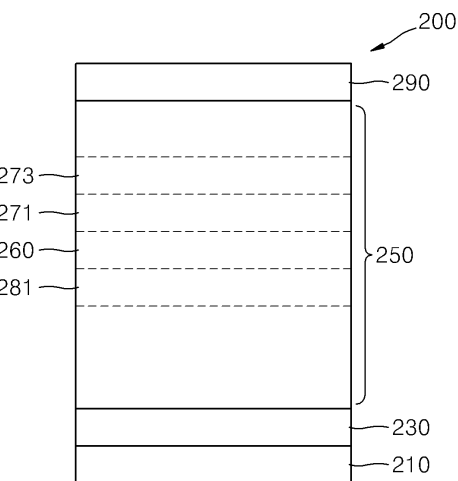
[0343] 100, 200, 300, 400: 유기 발광 소자  
 110, 210, 310, 410: 기판  
 130, 230, 330, 430: 제1전극  
 150, 250, 350, 450: 유기층  
 160, 260, 360, 460: 발광층  
 171, 271, 371, 471: 전자 제어층  
 173, 273, 373, 473: 전자 수송층  
 375, 475: 전자 주입층  
 281, 481: 전자 저지층  
 383, 483: 정공 주입층  
 385, 485: 정공 수송층  
 190, 290, 390, 490: 제2전극

도면

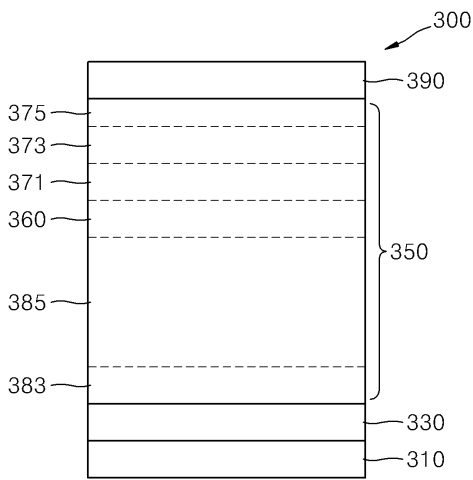
도면1



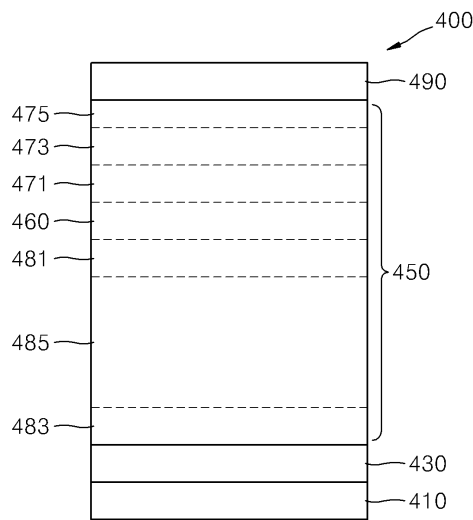
도면2



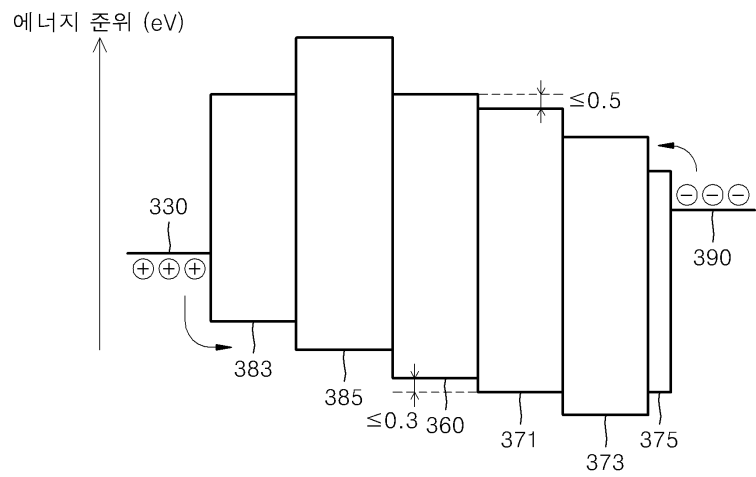
도면3



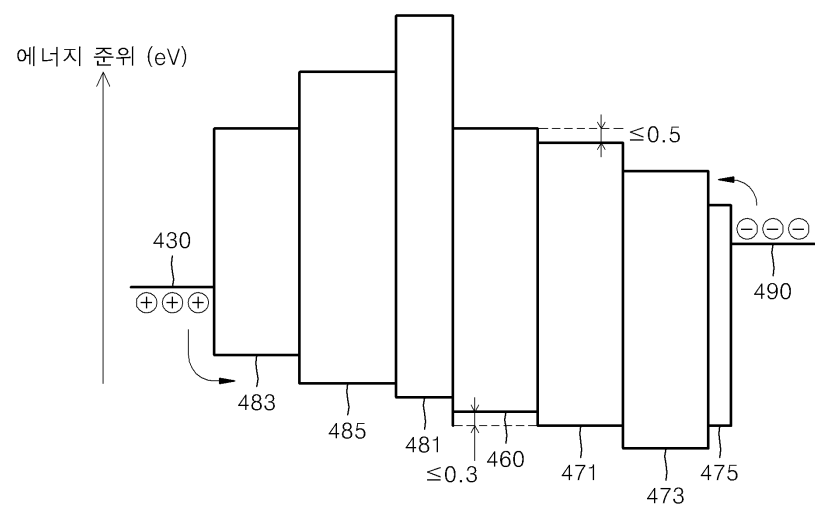
도면4



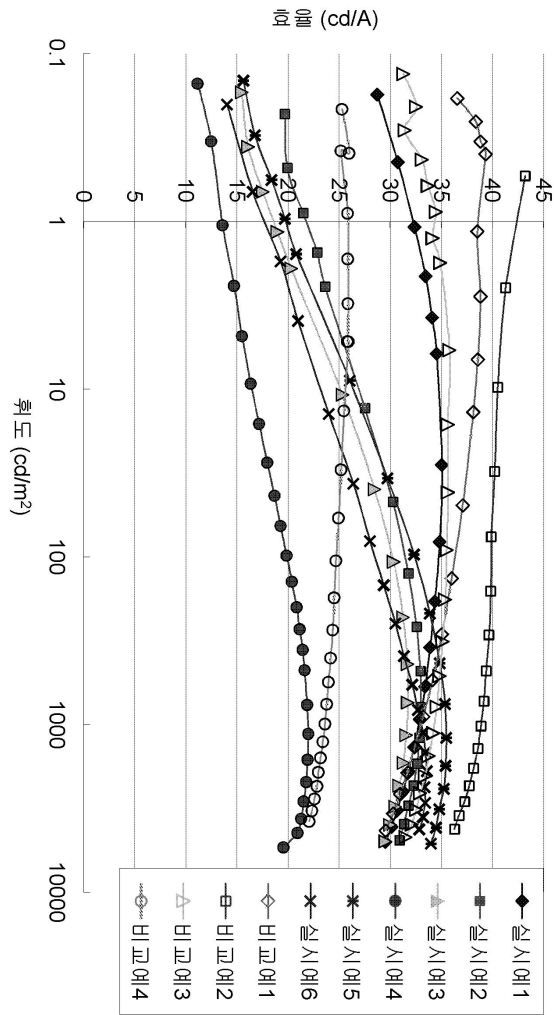
도면5



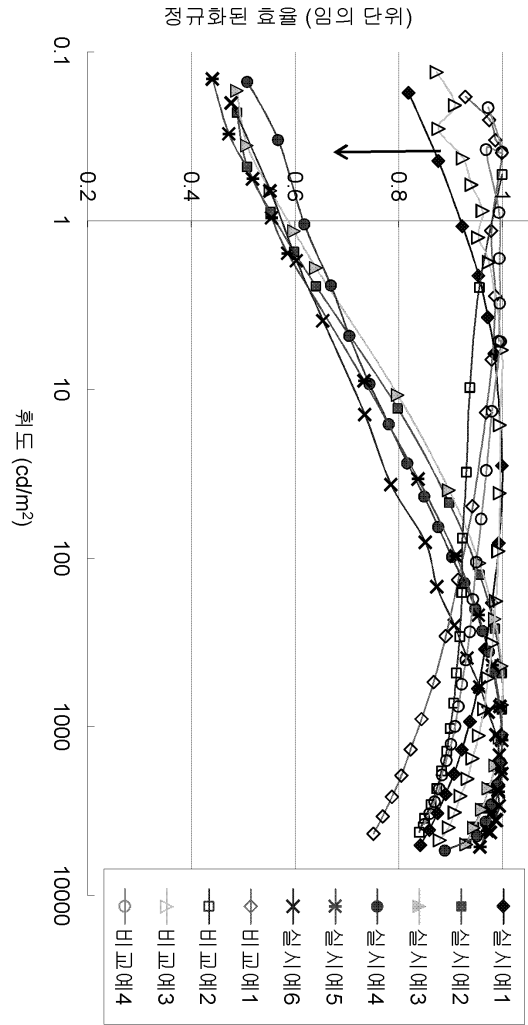
도면6



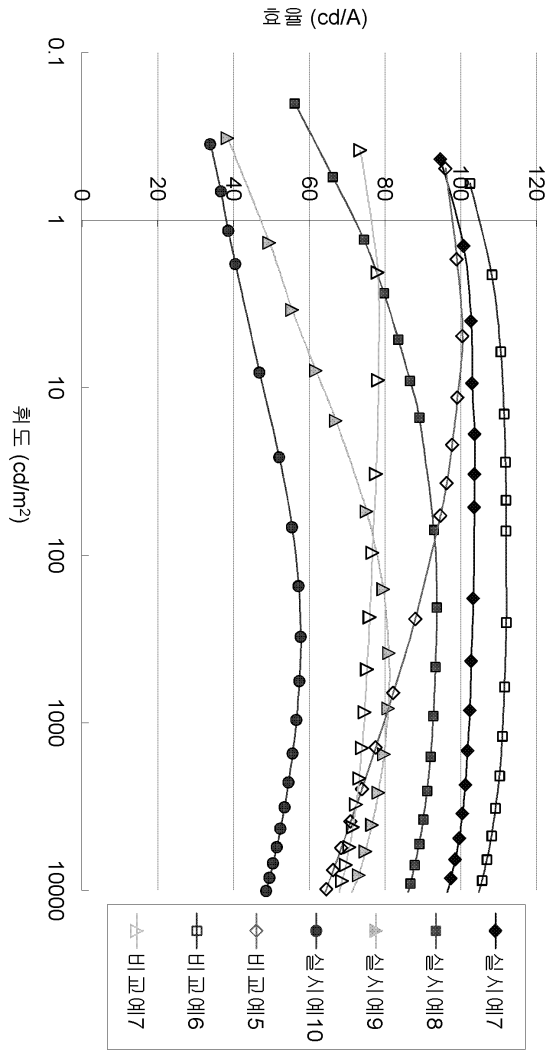
도면7



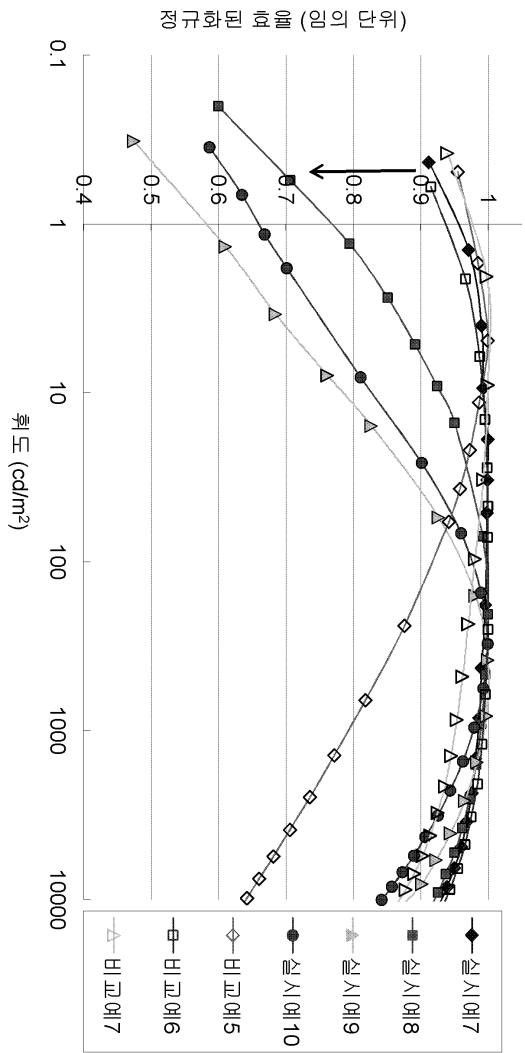
도면8



도면9

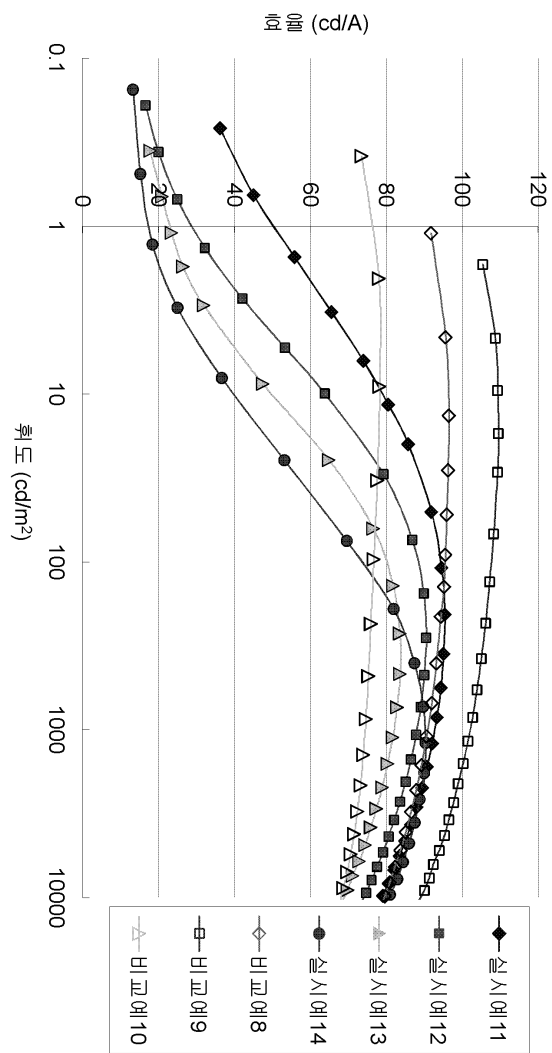


도면10

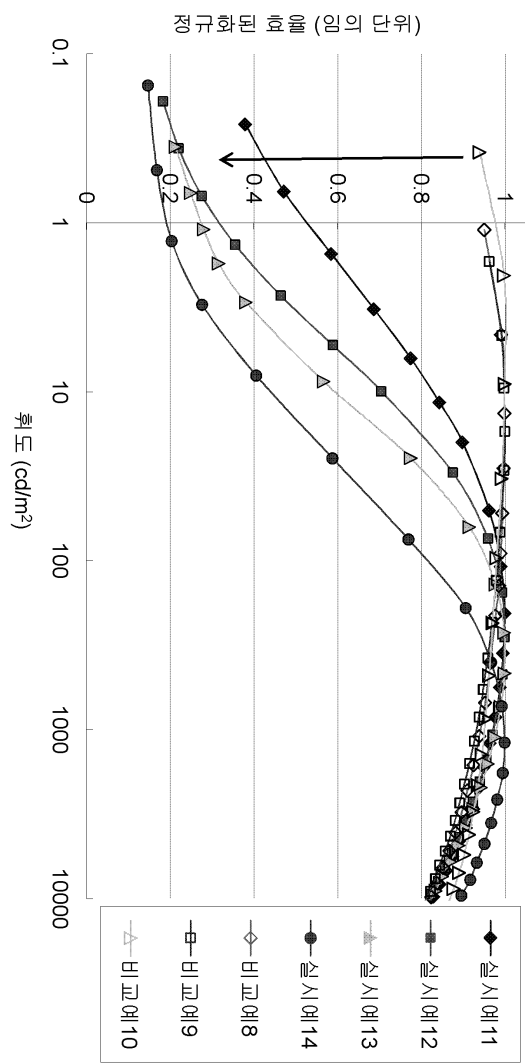




도면11



도면12



专利名称(译)	标题：具有改进的效率特性的有机发光装置和包含该有机发光装置的有机发光显示装置		
公开(公告)号	<a href="#">KR101358784B1</a>	公开(公告)日	2014-02-10
申请号	KR1020120014825	申请日	2012-02-14
[标]申请(专利权)人(译)	三星显示有限公司		
申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器有限公司		
[标]发明人	CHO HWAN HEE 조환희 LEE MOON JAE 이문재 SEO JI HYUN 서지현 KWAK JAE HYUN 박재현 PARK YOUNG HO 박영호 CHU CHANG WOONG 추창웅 LEE KWAN HEE 이관희		
发明人	조환희 이문재 서지현 박재현 박영호 추창웅 이관희		
IPC分类号	C09K11/06 C09K H01L H01L51/50		
CPC分类号	H01L51/50 H01L51/5004 H01L51/0059 H01L51/0061 H01L51/0085 H01L51/0072 H01L51/0067 H01L2251/5384 H01L51/0073 H01L51/5072 H01L51/5096 H01L51/5076 H01L51/0058 H01L51/5016 H01L2251/552		
其他公开文献	KR1020130093327A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

提供有机发光显示装置，所述有机发光装置包括与所述第一电极面对面的第二电极，所述第一电极，所述第一电极和所述第二电极之间允许的磷光发光层，以及所述电子 - 在磷光发光层和第二电极之间允许的传输层，提供在电子传输层之间允许的磷光发光层和电子控制层，并用于包括有机发光器件。

