



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월17일

(11) 등록번호 10-2123791

(24) 등록일자 2020년06월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*C09K 11/06* (2006.01) *H01L 51/00* (2006.01)  
*H01L 51/50* (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
*C09K 11/06* (2013.01)  
*H01L 51/0034* (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2018-0037396  
 (22) 출원일자 2018년03월30일  
 심사청구일자 2018년03월30일  
 (65) 공개번호 10-2019-0114534  
 (43) 공개일자 2019년10월10일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR1020150087323 A\*  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 연세대학교 산학협력단  
 서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
 (72) 발명자  
 김은경  
 서울특별시 용산구 독서당로 70, 1804호 (한남동)  
 카나지와 켄지  
 서울특별시 서대문구 연희로11길 28-8(연희동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 특허법인다나

전체 청구항 수 : 총 18 항

심사관 : 김효석

(54) 발명의 명칭 발광소자소재 및 이를 포함하는 전자장치

**(57) 요약**

본 발명은 발광소자에 사용되는 소재 및 이를 포함하는 전자장치에 관한 것으로, 상기 소재를 포함하는 발광소자는 제1 및 제2 전극 사이에 구비된 유기층에 적외선 또는 근적외선 파장을 갖는 광을 방출하는 발광물질로서 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 함께 포함하여 용액 공정이 가능하므로 제조 공정성이 뛰어나고, 발광되는 광의 색순도가 좋으며, 발광 양자효율이 우수하므로 높은 발광효율과 장시간 구동 안정성이 요구되는 디스플레이 기기, 조명 기기 등의 전자장치에 유용하게 사용할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H01L 51/0084 (2013.01)  
H01L 51/0085 (2013.01)  
H01L 51/0087 (2013.01)  
H01L 51/0089 (2013.01)  
H01L 51/5012 (2013.01)  
C09K 2211/185 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140144998 A\*  
KR1020080030636 A  
KR1020120048602 A  
KR1020090078288 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(72) 발명자

**황중운**

경기도 제천시 용두대로15길 38, 103동 1106호(하소동, 하소현대아파트)

**김병관**

경기도 용인시 수지구 신봉2로 26, 112동 602호(신봉동, 신봉마을엘지자이1차아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2015H1D3A1066519  
부처명 과학기술정보통신부  
연구관리전문기관 한국연구재단  
연구사업명 교육인력양성사업  
연구과제명 [KRF\_Kenji Kanazawa] 저전력 구동 금속 유기 착화합물 소재 합성 및 응용(2/5)  
기 여 율 1/3  
주관기관 연세대학교 산학협력단  
연구기간 2016.05.01 ~ 2017.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2016K1A1A2912753  
부처명 과학기술정보통신부  
연구관리전문기관 한국연구재단  
연구사업명 글로벌연구실  
연구과제명 저에너지 구동 전자 소자용 프로그램 가능한 공액 소재(1/3,1단계)  
기 여 율 1/3  
주관기관 연세대학교 산학협력단  
연구기간 2016.09.01 ~ 2017.06.30

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017086880  
부처명 과학기술정보통신부  
연구관리전문기관 한국연구재단  
연구사업명 원천기술개발사업  
연구과제명 [Ezbaro]인공 공감각 일렉트로닉스 소재 디스커버리  
기 여 율 1/3  
주관기관 연세대학교 산학협력단  
연구기간 2017.12.18 ~ 2018.03.17

# 명세서

## 청구범위

### 청구항 1

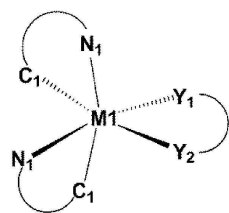
제1 전극;

상기 제1 전극에 대향된 제2 전극; 및

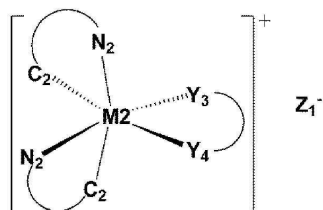
상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 개재된 유기층을 포함하고,

상기 유기층은 하기 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과; 하기 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 포함하는 유기전자소자:

[화학식 1]

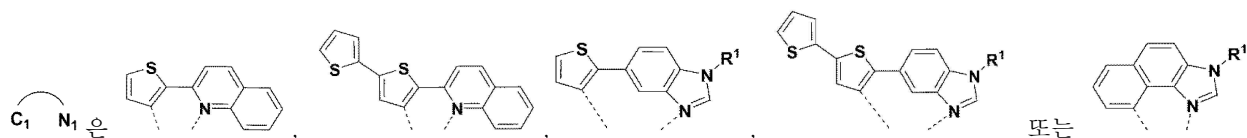


[화학식 2]

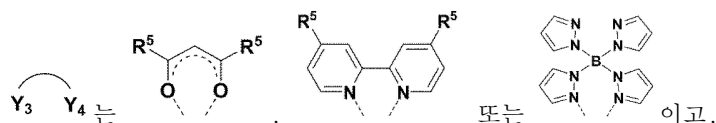
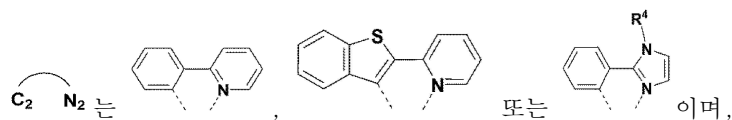
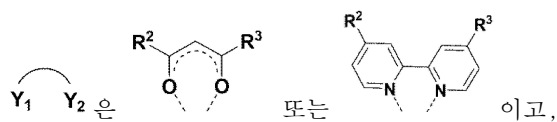


상기 화학식 1 내지 2에서,

M1 및 M2는 서로 독립적으로 전이금속 원소 및 란타늄 원소로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 금속 이온이고;



이며,



R<sup>1</sup> 및 R<sup>4</sup>는 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기이며,

$R^2$ ,  $R^3$  및  $R^5$ 는 서로 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기, 탄소수 5 내지 17의 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20의 헤테로아릴알킬렌기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기이고,

$C_1$   $N_1$ ,  $C_2$   $N_2$  및  $Y_1$   $Y_2$ 에 포함된 수소 중 어느 하나 이상은 서로 독립적으로 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기로 치환되거나 비치환되며; 및

$Z_1^-$ 는  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$ ,  $OTf^-$ ,  $TFSI^-$  또는  $ClO_4^-$ 다.

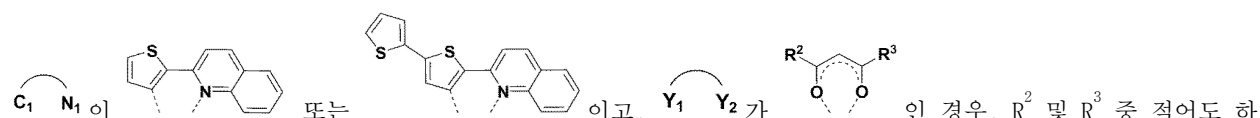
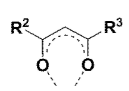
## 청구항 2

제1항에 있어서,

화학식 1의 정의 부분에서,

M1은 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 백금(Pt), 레늄(Re), 및 란타넘(La)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상이고,

$R^2$  및  $R^3$ 은 서로 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 4의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 탄소수 5 내지 13의 헤테로아릴기, 또는 탄소수 6 내지 20의 헤테로아릴알킬렌기이되,

 이고,  $Y_1$   $Y_2$ 가  인 경우,  $R^2$  및  $R^3$  중 적어도 하나는 할로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 또는 헤테로아릴알킬렌기인 유기전자소자.

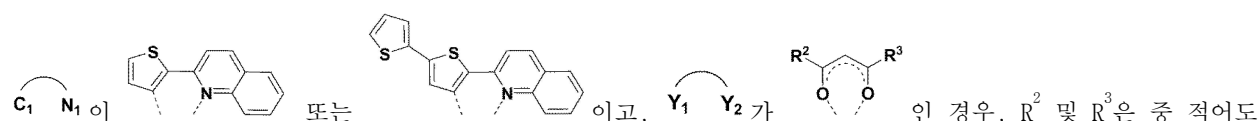
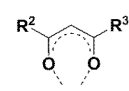
## 청구항 3

제1항에 있어서,

화학식 1의 정의 부분에서,

M1은 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)이고,

$R^2$  및  $R^3$ 은 서로 독립적으로 메틸기, 에틸기, n-프로필기, n-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 퍼플루오로메틸기, 퍼플루오로에틸기, 퍼플루오로프로필기, 페닐기, 티오펜기, 카바졸릴기, 또는 카바졸릴메틸렌기이되,

 이고,  $Y_1$   $Y_2$ 가  인 경우,  $R^2$  및  $R^3$ 은 중 적어도 하나는 퍼플루오로메틸기, 퍼플루오로에틸기, 퍼플루오로프로필기, 페닐기, 티오펜기, 카바졸릴기, 또는 카바졸릴메틸렌기이며,

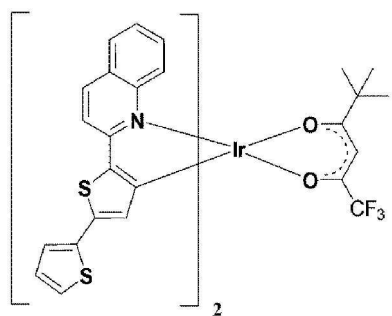
$C_1$   $N_1$ 에 포함된 수소 중 어느 하나 이상은 서로 독립적으로 수소, 메틸기, 에틸기, 또는 페닐기인 유기전자소자.

## 청구항 4

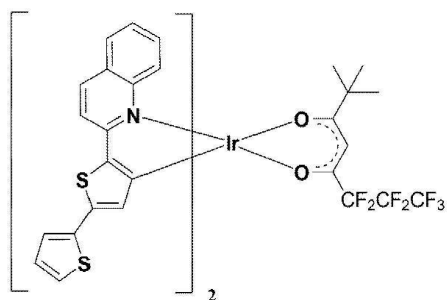
제1항에 있어서,

화학식 1로 나타내는 화합물은 하기 [구조식 1] 내지 [구조식 23]에서 선택되는 유기전자소자:

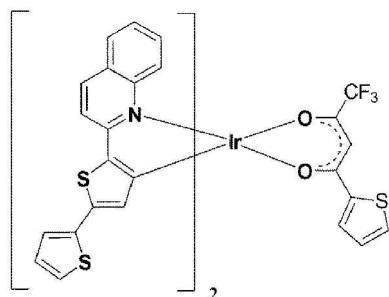
[구조식 1]



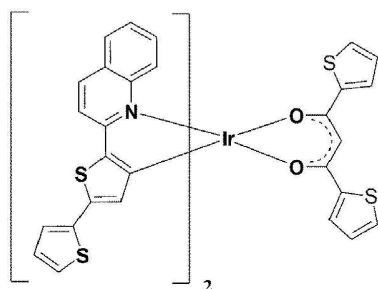
[구조식 2]



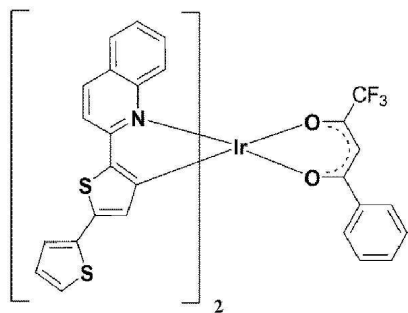
[구조식 3]



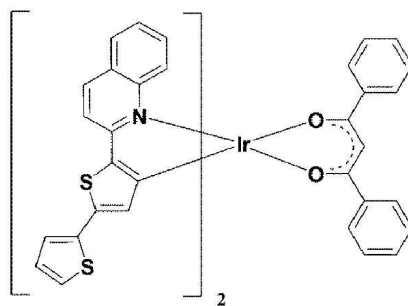
[구조식 4]



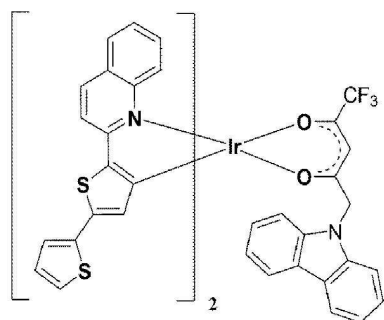
[구조식 5]



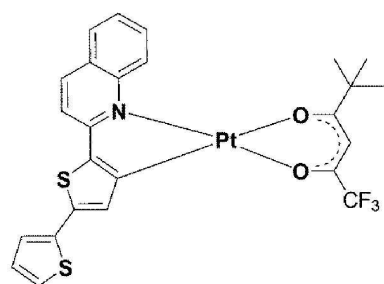
[구조식 6]



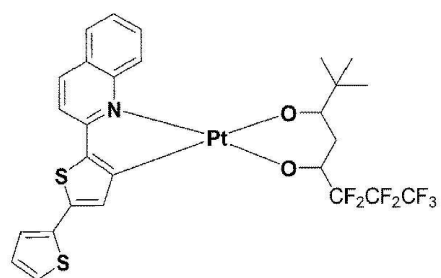
[구조식 7]



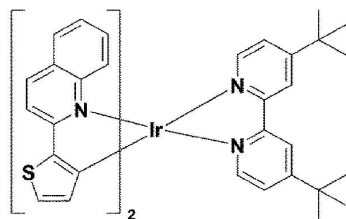
[구조식 8]



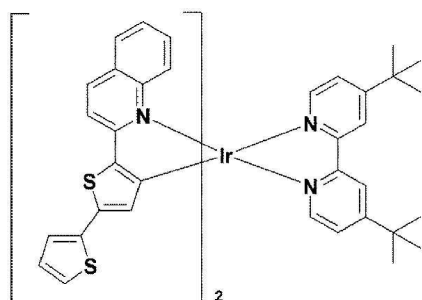
[구조식 9]



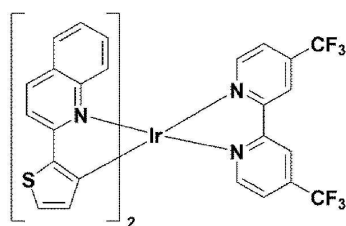
[구조식 10]



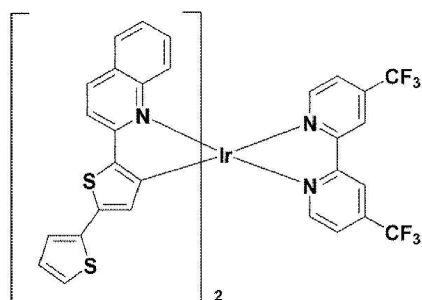
[구조식 11]



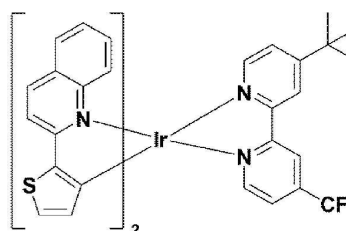
[구조식 12]



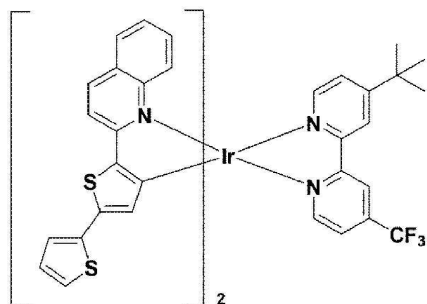
[구조식 13]



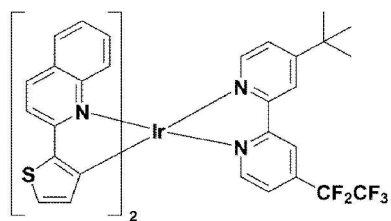
[구조식 14]



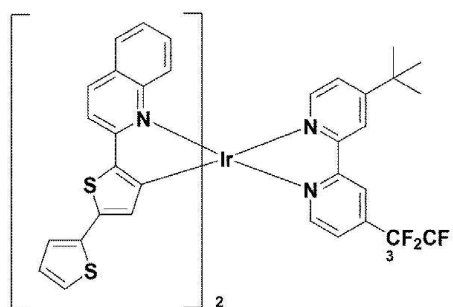
[구조식 15]



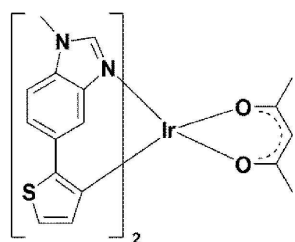
[구조식 16]



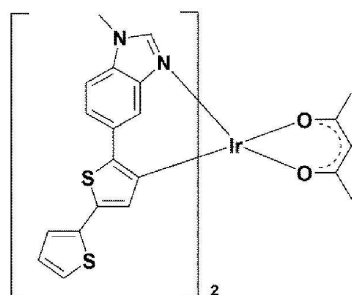
[구조식 17]



[구조식 18]

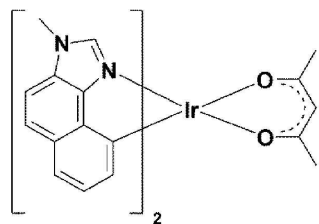


[구조식 19]

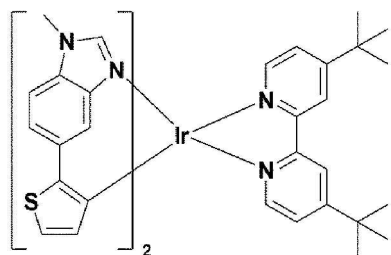




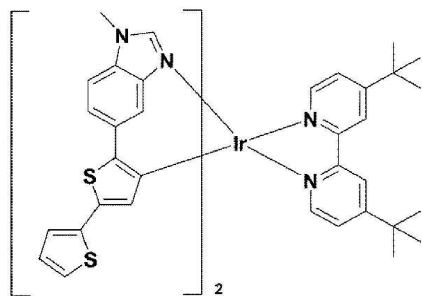
[구조식 20]



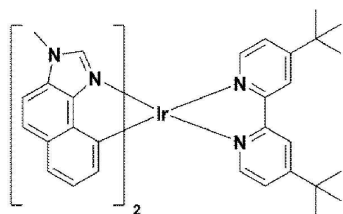
[구조식 21]



[구조식 22]



[구조식 23]

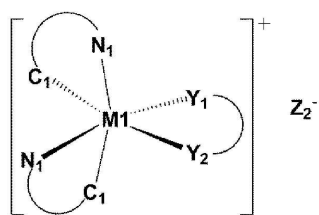


## 청구항 5

제1항에 있어서,

화학식 1로 나타내는 화합물의 이온성 화합물은 하기 화학식 4로 나타내는 화합물인 유기전자소자:

[화학식 4]



상기 화학식 4에서,

$C_1$   $N_1$  및  $Y_1$   $Y_2$  은 제1항에서 정의한 바와 같고,

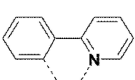
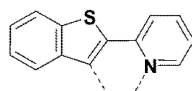
$Z_2^-$  는  $PF_6^-$  또는  $BF_4^-$  인 유기전자소자.

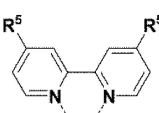
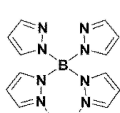
## 청구항 6

제1항에 있어서,

화학식 2의 정의 부분에서,

M2는 서로 독립적으로 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 백금(Pt), 레늄(Re), 및 란타넘(La)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상이고,

$C_2$   $N_2$  는  또는  이며,

$Y_3$   $Y_4$  는  또는  이고,

$R^5$  는 서로 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기, 또는 탄소수 6 내지 10의 아릴기이고; 및

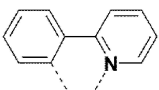
$Z_1^-$  는  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$  또는  $ClO_4^-$  인 유기전자소자.

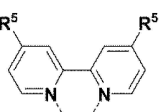
## 청구항 7

제1항에 있어서,

화학식 2의 정의 부분에서,

M2는 서로 독립적으로 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)이고;

$C_2$   $N_2$  는  이며,

$Y_3$   $Y_4$  는 또는  이되,

$R^5$  는 서로 독립적으로 수소, 메틸기, 에틸기, n-부틸기, tert-부틸기 또는 페닐기이고; 및

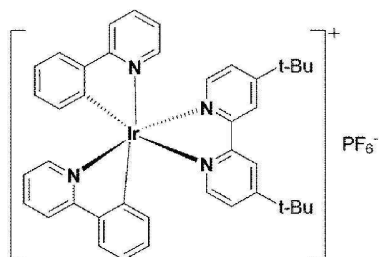
$Z_1^-$  는  $PF_6^-$  또는  $BF_4^-$  인 유기전자소자.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

이온성 유기금속 화합물은 하기 [구조식 24]인 유기전자소자:

[구조식 24]



## 청구항 9

제1항에 있어서,

이온성 유기금속 화합물의 함량은 화학식 1로 나타내는 화합물 1 몰부를 기준으로 0.1 내지 200 몰부인 유기전자소자.

## 청구항 10

제1항에 있어서,

유기층은 이미다졸륨(imidazolium), 암모늄(ammonium), 피롤리디늄(pyrrolidinium) 및 피페리디늄(piperidinium), 폴리(비닐-알킬이미다졸리움)로 이루어지는 군에서 선택된 1종의 양이온과; 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 헥사플루오로포스페이트, 테트라플루오로보레이트, 퍼클로레이트 및 트리플루오로메탄설포네이트로 이루어진 군에서 선택된 1종의 음이온을 포함하는 1종 이상의 이온성 화합물을 더 포함하는 유기전자소자.

## 청구항 11

제1항에 있어서,

유기층은 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 테트라-n-부틸암모늄 헥사플루오로포스페이트, 테트라-n-부틸암모늄 테트라플루오로보레이트, 테트라-n-부틸암모늄 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 테트라-n-부틸암모늄 퍼클로레이트, 테트라-n-부틸암모늄 트리플루오로메탄설포네이트, 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 퍼클로레이트), 및 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 이온성 화합물을 더 포함하는 유기전자소자.

## 청구항 12

제10항에 있어서,

이온성 화합물의 함량은 유기층에 포함된 화학식 1로 나타내는 화합물 및 이온성 유기금속 화합물의 전체 1 몰

부에 대하여 0.01 내지 1 몰부인 유기전자소자.

### 청구항 13

제1항에 있어서,

상기 유기층은 폴리(메틸 아크릴레이트), 폴리(에틸 아크릴레이트), 폴리(부틸 아크릴레이트), 폴리(메틸 메타크릴레이트), 폴리(에틸 메타크릴레이트), 폴리(부틸 메타크릴레이트), 폴리아크릴로니트릴), 폴리(비닐알코올), 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, 폴리비닐 클로라이드, 폴리(에틸렌 글리콜), 페놀 포름알데하이드 수지, 네오프렌, 폴라아마이드, 나일론 및 합성 고무로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 고분자 매트릭스에 화학식 1로 나타내는 화합물과 이온성 유기금속 화합물이 분산된 구조를 포함하는 유기전자소자.

### 청구항 14

제1항에 있어서,

상기 유기층은 발광층인 것을 특징으로 하는 유기전자소자.

### 청구항 15

제1항에 있어서,

제1 및 제2 전극과 유기층 사이에 정공 수송층 및 전자 수송층 중 어느 하나 이상을 더 포함하는 유기전자소자.

### 청구항 16

제1항에 있어서,

유기전자소자는 유기발광다이오드, 전기화학적 발광소자, 또는 유기발광 트랜지스터인 것을 특징으로 하는 유기전자소자.

### 청구항 17

제1항에 따른 유기전자소자를 포함하는 전자장치.

### 청구항 18

제17항에 있어서,

상기 전자장치는 디스플레이 장치 또는 조명 장치인 것을 특징으로 하는 전자장치.

## 발명의 설명

## 기술 분야

[0001] 본 발명은 발광소자에 사용되는 소재 및 이를 포함하는 전자장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

[0003] 최근, 디스플레이 기기나 조명 기기 등에 유기발광소자의 사용이 증가됨에 따라 발광소자의 저에너지 소비와 제조비용 절감에 관심이 집중되고 있으며, 이를 위해 기존 발광소자에 신규 소재를 도입하는 연구가 진행되고 있

다.

[0004] 그 예로서, 발광소자의 발광층에 유기금속 화합물과 이온전도 고분자를 발광물질로 적용한 기술이 개발된 바 있다. 상기 발광소자는 양이온 전이금속 화합물을 포함하여 별도의 이온 전도 금속이 필요하지 않고, 상기 화합물의 인광성으로 인해 발광효율이 높은 이점이 있다. 이러한 이유로 지난 십여 년 동안 다양한 인광 화합물이 개발되었으며, 특히 적외선이나 근적외선 파장의 광을 방출하는 발광물질은 근적외선 빛을 이용하는 센싱, 광섬유 통신 등의 다양한 분야에서 개발되었다.

[0005] 그러나, 현재까지 개발된 이러한 발광물질들은 발광 양자수율이 매우 낮고, 방출되는 빛의 색순도를 높이기 위해서는 공액 구조가 긴 형태의 공액 리간드가 요구되므로 디스플레이 기기나 조명 기기에 적용할 경우 제조 공정성이 낮고 발광효율이 낮으며 장시간 구동 시 안정성이 떨어지는 한계가 있다.

[0007] 따라서, 발광층에 유기금속 화합물과 이온전도 고분자를 포함하되 적외선 또는 근적외선 파장을 갖는 광을 방출하는 발광물질을 포함하고, 디스플레이 기기나 조명 기기에 적용할 경우 제조 공정성이 뛰어나고, 발광되는 광의 색순도가 좋으며, 발광효율과 장시간 구동 안정성이 우수한 유기전자소자의 개발이 절실히 요구되고 있다.

## 선행기술문헌

### 비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) J. Mater. Chem. C, 2013, issue 1, pp.6446~6454

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 발광층에 적외선 또는 근적외선 파장을 갖는 인광을 방출하는 유기금속 화합물과 이온전도 고분자를 포함하되, 디스플레이 기기나 조명 기기에 적용할 경우 제조 공정성이 뛰어나고, 발광되는 광의 색순도가 좋으며, 발광효율과 장시간 구동 안정성이 우수한 유기전자소자를 제공하는데 있다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 상기 유기전자소자를 포함하는 전자장치를 제공하는데 있다.

### 과제의 해결 수단

[0013] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 일실시예에서,

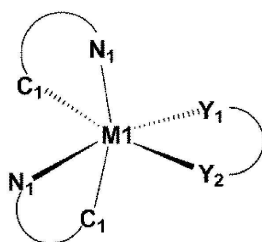
[0014] 제1 전극;

[0015] 상기 제1 전극에 대향된 제2 전극; 및

[0016] 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 개재된 유기층을 포함하고,

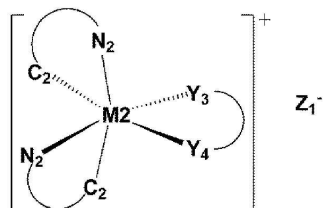
[0017] 상기 유기층은 하기 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과; 하기 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 포함하는 유기전자소자를 제공한다:

[0018] [화학식 1]



[0019]

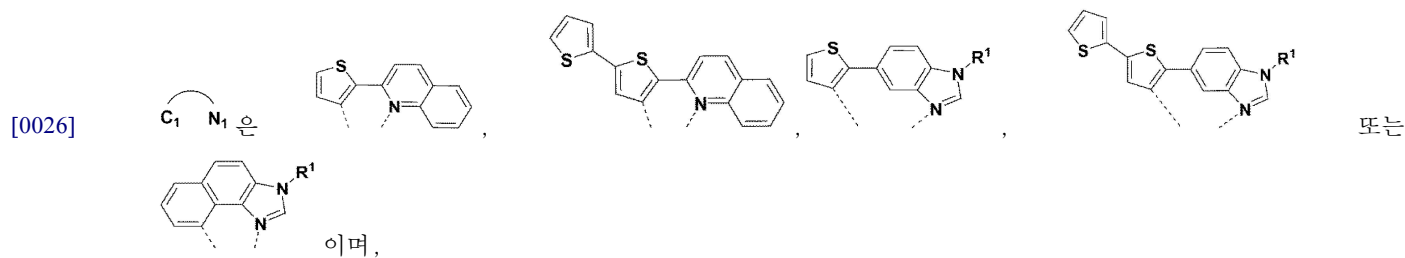
[0020] [화학식 2]



[0021]

[0024] 상기 화학식 1 내지 2에서,

[0025] M1 및 M2는 서로 독립적으로 전이금속 원소 및 란탄족 원소로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 금속 이온이고;



[0027]  $Y_1$   $Y_2$  은 또는 이고,

[0028]  $C_2$   $N_2$  는 , 또는 이며,

[0029]  $Y_3$   $Y_4$  는 , 또는 이고,

[0030]  $R^1$  및  $R^4$ 는 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기이며,

[0031]  $R^2$ ,  $R^3$  및  $R^5$ 는 서로 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기, 탄소수 5 내지 17의 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20의 헤테로아릴알킬렌기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기이고,

[0032]  $C_1$   $N_1$  ,  $C_2$   $N_2$  및  $Y_1$   $Y_2$  에 포함된 수소 중 어느 하나 이상은 서로 독립적으로 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기로 치환되거나 비치환되며;

[0034] 및

[0035]  $Z_1^-$ 는  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$ ,  $OTf^-$ ,  $TFSI^-$  또는  $ClO_4^-$ 다.

[0037] 또한, 본 발명은 일실시예에서, 상기 유기전자소자를 포함하는 전자장치를 제공한다.

### 발명의 효과

[0039] 본 발명에 따른 발광소자는 제1 및 제2 전극 사이에 구비된 유기층에 적외선 또는 근적외선 파장을 갖는 광을 방출하는 발광물질로서 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 함께 포함하여 용액 공정이 가능하므로 제조 공정성이 뛰어나고, 발광되는 광의 색순도가 좋으

며, 발광 양자효율이 우수하므로 높은 발광효율과 장시간 구동 안정성이 요구되는 디스플레이 기기, 조명 기기 등의 전자장치에 유용하게 사용할 수 있다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0041] 본 발명에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0042] 또한, 본 발명에서 첨부된 도면은 설명의 편의를 위하여 확대 또는 축소하여 도시된 것으로 이해되어야 한다.
- [0043] 이하, 본 발명에 대하여 도면을 참고하여 상세하게 설명하고, 도면 부호에 관계없이 동일하거나 대응하는 구성요소는 동일한 참조 번호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [0045] 본 발명에서, "알킬기"란 직쇄(linear) 또는 분지(branched) 형태의 포화 탄화수소로부터 유도된 작용기를 의미한다.
- [0046] 이때, 상기 "알킬기"로는 예를 들면, 메틸기(methyl group), 에틸기(ethyl group), n-프로필기(n-propyl group), 이소프로필기(iso-propyl group), n-부틸기(n-butyl group), sec-부틸기(sec-butyl group), t-부틸기(tert-butyl group), n-펜틸기(n-pentyl group), 1,1-디메틸프로필기(1,1-dimethylpropyl group), 1,2-디메틸프로필기(1,2-dimethylpropyl group), 2,2-디메틸프로필기(2,2-dimethylpropyl group), 1-에틸프로필기(1-ethylpropyl group), 2-에틸프로필기(2-ethylpropyl group), n-헥실기(n-hexyl group), 1-메틸-2-에틸프로필기(1-methyl-2-ethylpropyl group), 1-에틸-2-메틸프로필기(1-ethyl-2-methylpropyl group), 1,1,2-트리메틸프로필기(1,1,2-trimethylpropyl group), 1-프로필프로필기(1-propylpropyl group), 1-메틸부틸기(1-methylbutyl group), 2-메틸부틸기(2-methylbutyl group), 1,1-디메틸부틸기(1,1-dimethylbutyl group), 1,2-디메틸부틸기(1,2-dimethylbutyl group), 2,2-디메틸부틸기(2,2-dimethylbutyl group), 1,3-디메틸부틸기(1,3-dimethylbutyl group), 2,3-디메틸부틸기(2,3-dimethylbutyl group), 2-에틸부틸기(2-ethylbutyl group), 2-메틸펜틸기(2-methylpentyl group), 3-메틸펜틸기(3-methylpentyl group) 등을 들 수 있다.
- [0047] 또한, 상기 "알킬기"는 1 내지 20의 탄소수, 예를 들어 1 내지 12의 탄소수, 1 내지 6의 탄소수, 또는 1 내지 4의 탄소수를 가질 수 있다.
- [0048] 나아가, 본 발명에서, "알킬렌기"란 상술된 알킬기로부터 유도된 2가의 치환기를 의미할 수 있다.
- [0049] 이와 더불어, 본 발명에서, "할로알킬기"란 상술된 알킬기에 포함된 수소 원자 중 적어도 하나가 할로겐 원소, 예를 들어, 불소(F), 염소(Cl), 브로민(Br) 등의 원소로 치환된 1가의 치환기를 의미할 수 있다.
- [0051] 본 발명에서, "아릴기"란 방향족 탄화수소로부터 유도된 1가의 치환기를 의미한다.
- [0052] 이때, 상기 "아릴기"로는 예를 들면, 페닐기(phenyl group), 나프틸기(naphthyl group), 안트라세닐기(anthracenyl group), 페난트릴기(phenanthryl group) 나프타세닐기(naphthacenyl group), 피레닐기(pyrenyl group), 톨릴기(tolyl group), 바이페닐기(biphenyl group), 터페닐기(terphenyl group), 크리세닐기(chrycenyl group), 스파이로바이플루오레닐기(spirobifluorenyl group), 플루오란테닐기(fluoranthenyl group), 플루오레닐기(fluorenyl group), 페릴레닐기(perylene group), 인데닐기(indenyl group), 아줄레닐기(azulenyl group), 헵타레닐기(heptalenyl group), 페날레닐기(phenalenyl group), 페난트레닐기(phenanthrenyl group) 등을 들 수 있다.
- [0053] 또한, 상기 "아릴기"는 6 내지 30의 탄소수, 예를 들어, 6 내지 10의 탄소수, 6 내지 14의 탄소수, 6 내지 18의 탄소수, 또는 6 내지 12의 탄소수를 가질 수 있다.
- [0055] 본 발명에서, "헤테로아릴기"란 단환 또는 축합환으로부터 유도된 "방향족 복소환" 또는 "헤테로사이클릭"을 의미한다. 상기 "헤테로아릴기"는 헤테로원자로서 질소(N), 황(S), 산소(O), 인(P), 셀레늄(Se) 및 규소(Si) 중에서 적어도 하나, 예를 들어 1개, 2개, 3개 또는 4개를 포함할 수 있다.
- [0056] 이때, 상기 "헤테로아릴기"로는 예를 들면, 피롤릴기(pyrrolyl group), 피리딜기(pyridyl group), 피리미디닐기(pyrimidinyl group), 피라지닐기(pyrazinyl group), 트리아졸릴기(triazolyl group), 벤조트리아졸릴기(benzotriazolyl group), 피라졸릴기(pyrazolyl group), 이미다졸릴기(imidazolyl group), 벤즈이미다졸릴기(benzimidazolyl group), 인돌릴기(indolyl group), 인돌리지닐기(indoliziny group), 인다졸릴기(indazolyl

group), 퀴놀릴기(quinolyl group), 카바졸릴기(carbazolyl group), 카바졸리닐기(carbazolinyl group), 피리미디닐기(pyrimidinyl group) 등을 포함하는 함질소 헤테로아릴기; 티오펜릴기(thiophenyl group), 티에닐기(thienyl group), 벤조티에닐기(benzothienyl group), 디벤조티에닐기(dibenzothienyl group) 등을 포함하는 황 함유 헤테로아릴기; 퓨릴기(furyl group), 피라닐기(pyranyl group), 사이클로펜타피라닐기(cyclopentapyranyl group), 벤조퓨라닐기(benzofuranyl group), 디벤조퓨라닐기(dibenzofuranyl group) 등을 포함하는 함산소 헤테로아릴기 등을 들 수 있다.

[0057] 나아가, 상기 "헤테로아릴기"는 2 내지 20의 탄소수, 예를 들어 4 내지 19의 탄소수, 4 내지 15의 탄소수 또는 5 내지 11의 탄소수를 가질 수 있다. 예를 들어, 헤테로원자를 포함하면, 헤테로아릴기는 5 내지 21의 환원(ring member)을 가질 수 있다.

[0058] 이와 더불어, 본 발명에서 "헤테로아릴알킬렌기"는 상기에서 설명한 헤테로아릴기에 알킬렌기가 결합된 2가의 치환기를 의미할 수 있다.

[0060] 또한, 본 발명에서 "HOMO"란, 화합물 또는 착화합물이 갖는 분자 오비탈 에너지를 나타내는 용어로서 전자가 찬 오비탈 중에서 에너지 준위가 가장 높은 오비탈(Highest Occupied Molecular Orbital)을 의미하며, 이와 반대로, 전자가 차지 않은 오비탈 중 에너지 준위가 가장 낮은 오비탈(Lowest Unoccupied Molecular Orbital)을 "LUMO"라 한다.

[0062] 본 발명은 발광소자 및 이를 포함하는 전자장치에 관한 것이다.

[0063] 최근, 디스플레이 기기나 조명 기기 등에 유기발광소자의 사용이 증가됨에 따라 발광소자의 저에너지 소비와 제조비용 절감에 관심이 집중되고 있으며, 이를 위해 기존 발광소자에 신규 소재를 도입하는 연구가 진행되고 있다. 그 예로서, 발광소자의 발광층에 유기금속 화합물과 이온전도 고분자를 발광물질로 적용한 기술이 개발된 바 있다. 상기 발광소자는 양이온 전이금속 화합물을 포함하여 별도의 이온 전도 금속이 필요하지 않고, 상기 화합물의 인광성으로 인해 발광효율이 높은 이점이 있다. 이러한 이유로 지난 십여 년 동안 다양한 인광 화합물이 개발되었으며, 특히 적외선이나 근적외선 파장의 광을 방출하는 발광물질은 근적외선 빛을 이용하는 센싱, 광섬유 통신 등의 다양한 분야에서 개발되었다.

[0064] 그러나, 현재까지 개발된 이러한 발광물질들은 발광 양자 수율이 매우 낮아 디스플레이 기기나 조명 기기에 사용할 경우 발광효율이 낮고 장시간 구동 시 안정성이 떨어지는 한계가 있다.

[0065] 이에, 본 발명은 유기층에 화학식 1 및 2로 나타내는 화합물을 포함하는 발광소자 및 이를 포함하는 전자장치를 제공한다.

[0066] 본 발명에 따른 발광소자는 제1 및 제2 전극 사이에 구비된 유기층에 적외선 또는 근적외선 파장을 갖는 광을 방출하는 발광물질로서 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 함께 포함하여 용액 공정이 가능하므로 제조 공정성이 뛰어나고, 발광되는 광의 색순도가 좋으며, 발광 양자효율이 우수하므로 높은 발광효율과 장시간 구동 안정성이 요구되는 디스플레이 기기, 조명 기기 등의 전자장치에 유용하게 사용할 수 있다.

[0068] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0070] 본 발명은 일실시예에서,

[0071] 제1 전극;

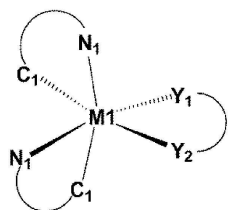
[0072] 상기 제1 전극에 대향된 제2 전극; 및

[0073] 상기 제1 전극과 제2 전극 사이에 개재된 유기층을 포함하고,

[0074] 상기 유기층은 하기 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과; 하기 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 포함하는 유기전자소자를 제공한다:

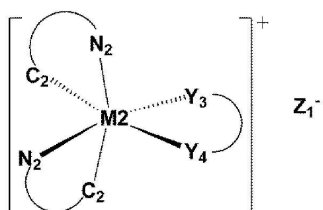


[0075] [화학식 1]



[0076]

[0077] [화학식 2]

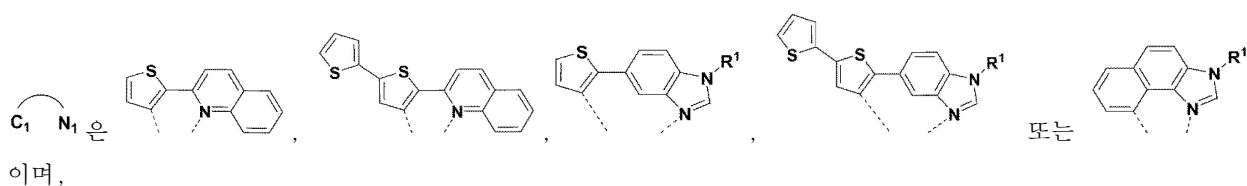


[0078]

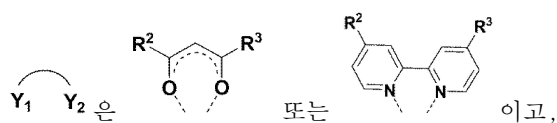
[0081] 상기 화학식 1 내지 2에서,

[0082] M1 및 M2은 서로 독립적으로 전이금속 원소 및 란탄족 원소로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상의 금속 이온이고;

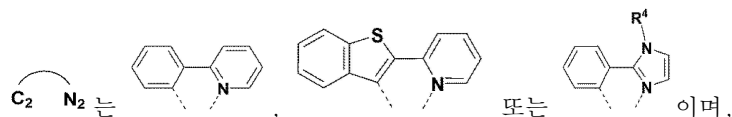
[0083]



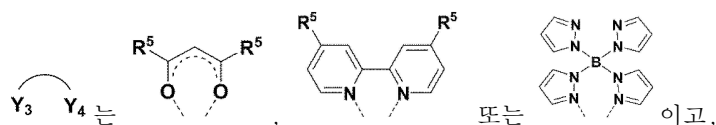
[0084]



[0085]



[0086]



[0087]  $R^1$  및  $R^4$ 는 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기이며,

[0088]  $R^2$ ,  $R^3$  및  $R^5$ 는 서로 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기, 탄소수 5 내지 17의 헤테로아릴기, 탄소수 6 내지 20의 헤테로아릴알킬렌기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기이고,

[0089]

$C_1$   $N_1$  ,  $C_2$   $N_2$  및  $Y_1$   $Y_2$  에 포함된 수소 중 어느 하나 이상은 서로 독립적으로 탄소수 1 내지 20의 알킬기, 탄소수 1 내지 30의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 18의 아릴기 또는 O, N 또는 P를 함유하는 치환기로 치환되거나 비치환되며;

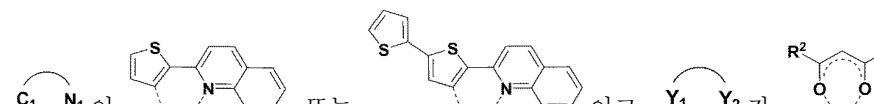
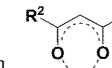
[0091] 및

[0092]  $Z_1^-$ 는  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$ ,  $OTf^-$ ,  $TFSI^-$  또는  $ClO_4^-$ 다.

[0094] 구체적으로, 상기 화학식 1로 나타내는 화합물에서,

[0095] M1은 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 백금(Pt), 레늄(Re), 및 란타넘(La)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상이고,

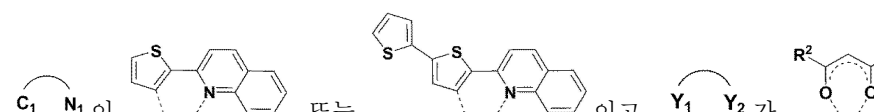
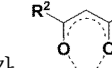
[0096]  $R^2$  및  $R^3$ 은 서로 독립적으로 탄소수 1 내지 6의 알킬기, 탄소수 1 내지 4의 할로알킬기, 탄소수 6 내지 14의 아릴기, 탄소수 5 내지 13의 헤테로아릴기, 또는 탄소수 6 내지 20의 헤테로아릴알킬렌기이되,

[0097]  이고,  $Y_1$   $Y_2$  가  인 경우,  $R^2$  및  $R^3$  중 적어도 하나는 할로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 또는 헤테로아릴알킬렌기일 수 있다.

[0099] 보다 구체적으로, 화학식 1로 나타내는 화합물에서,

[0100] M1은 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)이고,

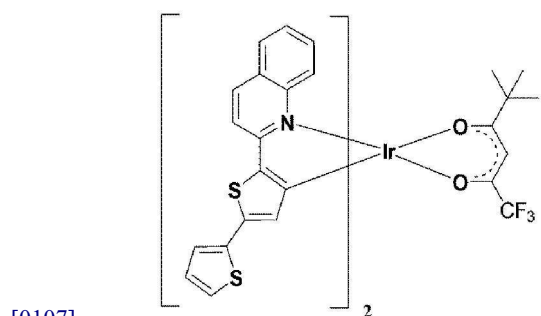
[0101]  $R^2$  및  $R^3$ 은 서로 독립적으로 메틸기, 에틸기, n-프로필기, n-부틸기, iso-부틸기, tert-부틸기, 퍼플루오로메틸기, 퍼플루오로에틸기, 퍼플루오로프로필기, 페닐기, 티오펜기, 카바졸릴기, 또는 카바졸릴메틸렌기이되,

[0102]  이고,  $Y_1$   $Y_2$  가  인 경우,  $R^2$  및  $R^3$ 은 중 적어도 하나는 퍼플루오로메틸기, 퍼플루오로에틸기, 퍼플루오로프로필기, 페닐기, 티오펜기, 카바졸릴기, 또는 카바졸릴메틸렌기이며,

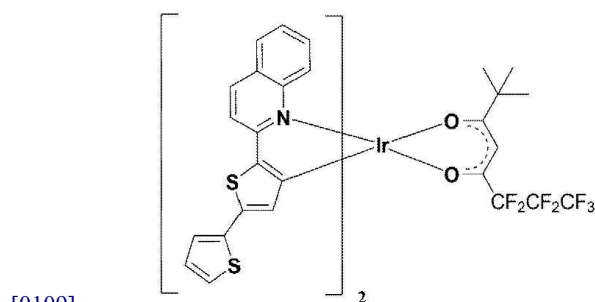
[0103]  $C_1$   $N_1$ 에 포함된 수소 중 어느 하나 이상은 서로 독립적으로 수소, 메틸기, 에틸기, 또는 페닐기일 수 있다.

[0105] 하나의 예로서, 본 발명에 따른 화학식 1로 나타내는 화합물은 하기 [구조식 1] 내지 [구조식 23] 중에서 선택될 수 있다:

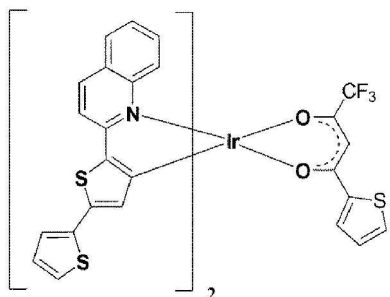
[0106] [구조식 1]



[0108] [구조식 2]

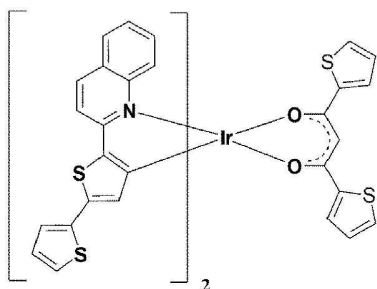


[0110] [구조식 3]



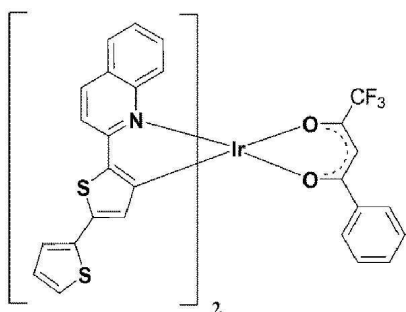
[0111]

[0112] [구조식 4]



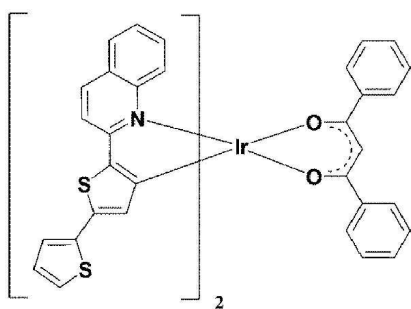
[0113]

[0114] [구조식 5]



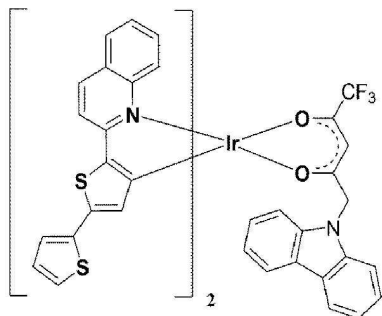
[0115]

[0116] [구조식 6]



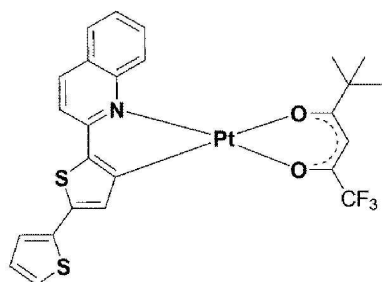
[0117]

[0118] [구조식 7]



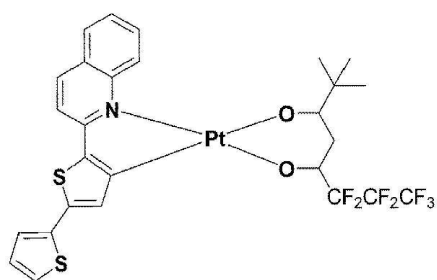
[0119]

[0120] [구조식 8]



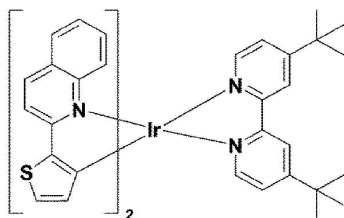
[0121]

[0122] [구조식 9]



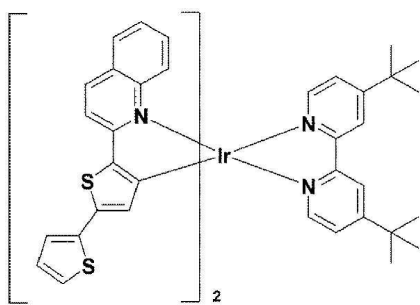
[0123]

[0124] [구조식 10]



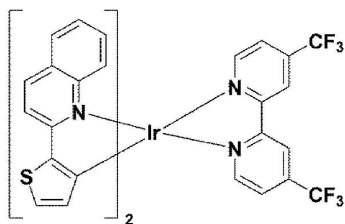
[0125]

[0126] [구조식 11]



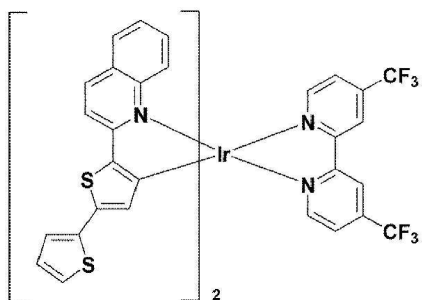
[0127]

[0128] [구조식 12]



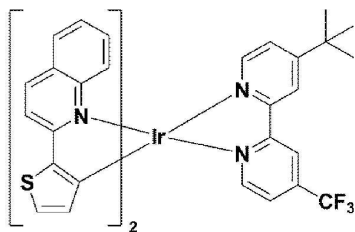
[0129]

[0130] [구조식 13]



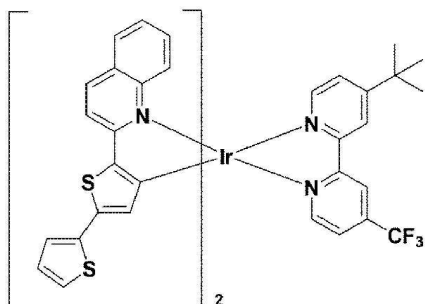
[0131]

[0132] [구조식 14]



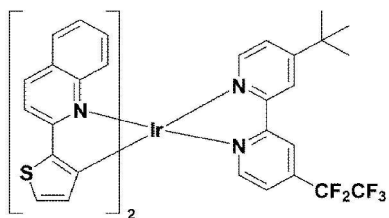
[0133]

[0134] [구조식 15]



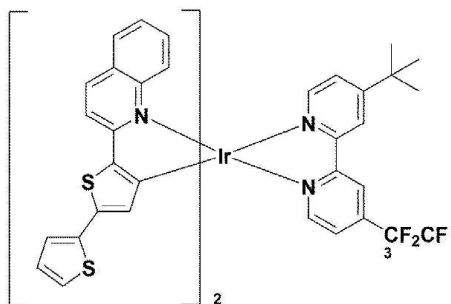
[0135]

[0136] [구조식 16]



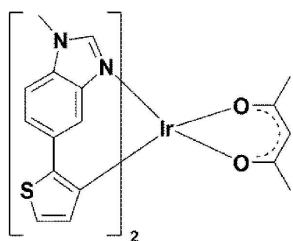
[0137]

[0138] [구조식 17]



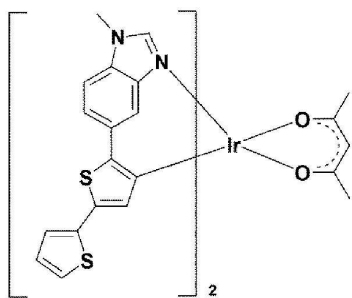
[0139]

[0140] [구조식 18]



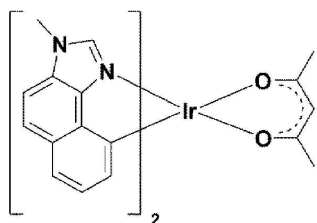
[0141]

[0142] [구조식 19]



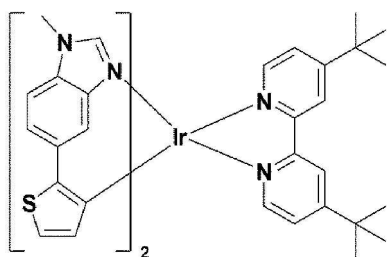
[0143]

[0144] [구조식 20]



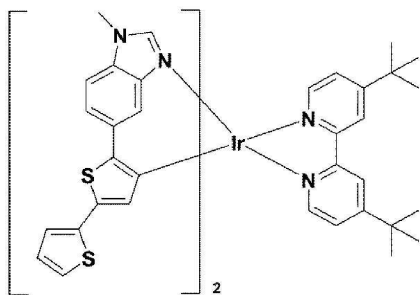
[0145]

[0146] [구조식 21]



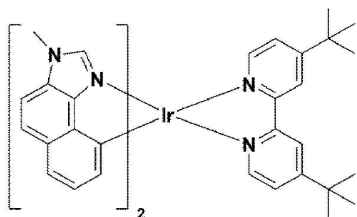
[0147]

[0148] [구조식 22]



[0149]

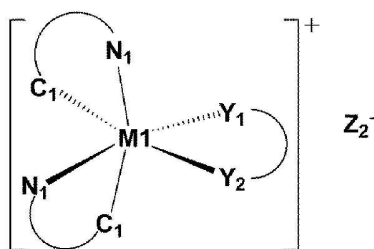
[0150] [구조식 23]



[0151]

[0153] 본 발명에 따른 화학식 1로 나타내는 화합물은 이온 형태를 갖는 이온성 화합물로 포함될 수도 있다. 구체적으로 유기층에 포함되는 화학식 1로 나타내는 화합물은 이온 형태를 갖는 화학식 4로 나타내는 화합물로 포함될 수 있다:

[0154] [화학식 4]



[0155]

[0156] 상기 화학식 4에서,

[0157]  $C_1-N_1$  및  $Y_1-Y_2$  은 상기에서 정의한 바와 같고,

[0158]  $Z_2^-$  는  $PF_6^-$  또는  $BF_4^-$  이다.

[0160] 또한, 화학식 2로 나타내는 화합물에서,

[0161] M2는 서로 독립적으로 이리듐(Ir), 루테튬(Ru), 오스뮴(Os), 백금(Pt), 레늄(Re), 및 란타넘(La)으로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상이고,

[0162]  $C_2-N_2$  는 또는 이며,

[0163]  $Y_3-Y_4$  는 또는 이고,

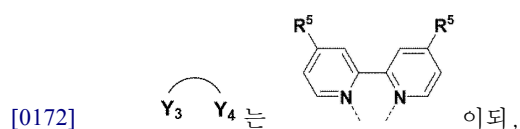
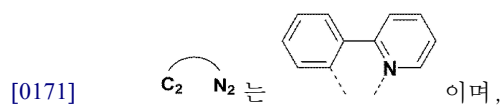
[0164]  $R^5$  는 서로 독립적으로 수소, 탄소수 1 내지 12의 알킬기, 또는 탄소수 6 내지 10의 아릴기이고;

[0166] 및

[0167]  $Z_1^-$ 는  $PF_6^-$ ,  $BF_4^-$  또는  $ClO_4^-$ 일 수 있다.

[0169] 구체적으로, 화학식 2로 나타내는 화합물에서,

[0170] M2는 서로 독립적으로 이리듐(Ir) 또는 백금(Pt)이고;



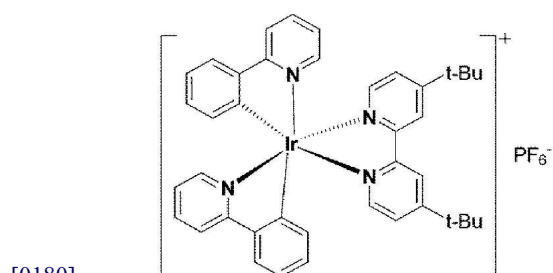
[0173]  $R^5$ 는 서로 독립적으로 수소, 메틸기, 에틸기, n-부틸기, tert-부틸기 또는 페닐기이고;

[0175] 및

[0176]  $Z_1^-$ 는  $PF_6^-$  또는  $BF_4^-$ 일 수 있다.

[0178] 하나의 예로서, 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물은 하기 [구조식 24]일 수 있다:

[0179] [구조식 24]



[0186] 본 발명에 따른 유기전자소자는 서로 대향하는 제1 및 제2 전극 사이에 발광층으로서 유기층을 구비하고, 상기 유기층은 발광 양자효율이 우수한 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 함께 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 함께 포함하여 소자의 발광효율과 장시간 구동 안정성이 뛰어나므로 유기발광 다이오드, 전기화학적 발광소자, 유기발광 트랜지스터 등으로 사용될 수 있다.

[0187] 구체적으로, 상기 유기층에 포함되는 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물은 전이금속 원소나 란타넘족 원소를 중심 금속으로 하고, 리간드인 바이티오펜릴 퀴놀린(bithiophenyl quinoline) 화합물과  $\beta$ -다이케토네이트( $\beta$ -diketonate) 화합물이 배위 결합된 고리 금속 착화합물(cyclometalated complex)이다. 상기 화합물은 중심 금속과 배위자가 금속-탄소 결합을 가지고 있다는 점에서 배위자로의 전하 이동(Metal to Ligand Charge Transfer, MLCT)이 용이하게 일어날 수 있다. 이에 따라, 금지 전이인 인광 발광이 발생하기 쉬워지고, 삼중항(triplet) 여기 수명도 짧아지므로, 화합물의 발광 효율을 향상시킬 수 있다.

[0188] 또한, 화학식 1로 나타내는 화합물은 680nm 내지 750nm 범위의 파장을 갖는 적색광을 방출하는 물질로서 중심금속에 배위되는 배위자의 종류/구조에 따라 방출되는 광의 파장이 조절 가능하다. 구체적으로, 배위자인  $\beta$ -다이케토네이트 화합물의  $R^2$  및  $R^3$ 에 알킬기만을 도입하는 경우 화학식 1로 나타내는 화합물은 방출되는 광의 파장 범위가 704nm 내지 709nm 범위로 조절되나  $R^2$  및  $R^3$  중 적어도 하나에 할로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기 또는 헤테로아릴알킬렌기 등을 도입할 경우 화합물이 방출하는 광의 파장 범위는 701nm 내지 716nm로 확장시킬 수 있다. 이는 리간드의 종류 및/또는 구조에 따라 화학식 1로 나타내는 화합물의 HOMO와 LUMO를 조절함으로써 화학식 1로 나타내는 화합물이 방출하는 적색광의 색상을 정밀하게 제어할 수 있음을 의미하는 것이다. 아울러,  $R^2$  및  $R^3$  중 적어도 하나에 전기음성도가 높은 할로알킬기를 도입하는 경우 디클로메탄, 클로로포름과 같은 할로젠 원소를 포함하는 용매에 대한 용해도가 높아지므로 유기층 형성 시 공정상이 향상되는 이점이 있으며, 결사슬을 갖는 측쇄형 알킬기를 도입하는 경우 상술된 할로알킬기와 마찬가지로 유기용매에 대한 용해도를 높일 뿐만 아



나라 화학식 1로 나타내는 화합물의 방출광을 10nm 이상 적색 이동(red-shift)시킬 수 있고, T1 에너지 상태와 들뜬 상태의 에너지 편차를 줄여 발광 효율을 증가시키는 이점이 있다.

[0189] 아울러, 상기 유기층에 포함된 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물은 적색에 해당하는 광을 방출하지는 못하나 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 혼합되어 화학식 1로 나타내는 화합물의 발광 양자효율과 발광효율을 향상시키는 기능을 수행한다. 이를 위하여 상기 이온성 유기금속 화합물은 화학식 1로 나타내는 화합물 1 몰부를 기준으로 0.1 내지 200 몰부로 포함될 수 있고, 구체적으로는 화학식 1로 나타내는 화합물 1 몰부를 기준으로 0.1 내지 180 몰부, 0.1 내지 160 몰부, 0.1 내지 140 몰부, 0.1 내지 120 몰부, 0.1 내지 100 몰부, 0.1 내지 80 몰부, 0.1 내지 60 몰부, 0.1 내지 40 몰부, 0.1 내지 20 몰부, 0.1 내지 10 몰부, 0.1 내지 5 몰부, 2 내지 5 몰부, 1 내지 10 몰부, 2 내지 10 몰부, 4 내지 12 몰부, 1 내지 20 몰부, 4 내지 20 몰부, 5 내지 20 몰부, 10 내지 20 몰부, 1 내지 30 몰부, 1 내지 40 몰부, 1 내지 60 몰부, 1 내지 80 몰부, 1 내지 100 몰부, 5 내지 35 몰부, 20 내지 100 몰부, 50 내지 150 몰부, 50 내지 100 몰부, 90 내지 110 몰부, 28 내지 32 몰부, 45 내지 55 몰부, 15 내지 25 몰부, 25 내지 50 몰부, 또는 3 내지 100 몰부로 포함될 수 있다.

[0191] 나아가, 상기 유기층은 화학식 1로 나타내는 화합물과 이온성 유기금속 화합물이 고분자 매트릭스에 분산된 구조를 갖고, 이때 상기 고분자 매트릭스는 경화 시 투명하여 상기 화합물이 방출하는 광의 성질이 변형되지 않는 것이라면 특별히 제한되지 않고 사용될 수 있다. 예를 들어, 상기 고분자 매트릭스로는 폴리(메틸 아크릴레이트)(poly(methyl acrylate)), 폴리(에틸 아크릴레이트)(poly(ethyl acrylate)), 폴리(부틸 아크릴레이트)(poly(butyl acrylate)), 폴리(메틸 메타크릴레이트)(poly(methyl methacrylate)), 폴리(에틸 메타크릴레이트)(poly(ethyl methacrylate)), 폴리(부틸 메타크릴레이트)(poly(butyl methacrylate)), 폴리아크릴로니트릴(polyacrylonitrile), 폴리(비닐알코올)(poly(vinyl alcohol)), 폴리에틸렌(polyethylene), 폴리프로필렌(polypropylene), 폴리스티렌(polystyrene), 폴리비닐 클로라이드(polyvinyl chloride), 폴리(에틸렌 글리콜)(poly(ethylene glycol)), 페놀 포름알데하이드 수지, 네오프렌, 폴라아마이드(polyamide), 나일론(nylon) 및 합성 고무로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 포함할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0192] 본 발명에 따른 유기전자소자는 화학식 1로 나타내는 화합물과 이온성 유기금속 화합물을 고분자 매트릭스에 분산된 형태로 유기층에 포함하는 고체형 소자로서 유기전자소자의 사용 시 누액이 발생하거나 소자가 뒤틀리거나 불균일해지는 현상을 개선하는 효과가 우수하다.

[0194] 또한, 상기 유기층은 인광을 방출하는 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물 이외에 유기 양이온과 유기 또는 무기 음이온으로 구성된 이온성 화합물을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 유기층은 이미다졸륨(imidazolium), 암모늄(ammonium), 피롤리디늄(pyrrolidinium) 및 피페리디늄(piperidinium), 폴리(비닐-알킬이미다졸리움)로 이루어지는 군에서 선택된 1종의 양이온과; 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드(bis(trifluoromethylsulfonyl)imide, TFSI<sup>-</sup>), 헥사플루오로포스페이트(hexafluorophosphate, PF<sub>6</sub><sup>-</sup>), 테트라플루오로보레이트(tetrafluoroborate, BF<sub>4</sub><sup>-</sup>), 퍼클로레이트(ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>) 및 트리플루오로메탄설포네이트(trifluoromethanesulfonate, OTf<sup>-</sup>)로 이루어진 군에서 선택된 1종의 음이온을 포함하는 1종 이상의 이온성 화합물을 더 포함할 수 있다.

[0195] 하나의 예로서, 상기 이온성 화합물로는 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-에틸-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 퍼클로레이트, 1-헥실-3-메틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트, 테트라-*n*-부틸암모늄 헥사플루오로포스페이트, 테트라-*n*-부틸암모늄 테트라플루오로보레이트, 테트라-*n*-부틸암모늄 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드, 테트라-*n*-부틸암모늄 퍼클로레이트, 테트라-*n*-부틸암모늄 트리플루오로메탄설포네이트, 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 테트라플루오로보레이트), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 비스(트리플루오로메틸설포닐)이미드), 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 퍼클로레이트), 및 폴리(비닐-에틸이미다졸리움 트리플루오로메탄설포네이트)로 이루어진 군으로부터 선택되는 1종 이상을 들 수

있다. 상기 이온성 화합물은 유기 양이온과 유·무기 음이온으로 구성되는 구조적 특징으로 인하여 전하 이동도가 높고, 화학적·열적 안정성이 뛰어나 뿐만 아니라, 약간의 배위결합이 가능한 이점이 있다.

- [0196] 여기서, 상기 유기층에 포함되는 이온성 화합물의 함량은 유기층에 포함되는 화학식 1로 나타내는 화합물과 이온성 유기금속 화합물의 전체 1 몰부에 대하여 0.01 내지 1 몰부일 수 있고, 구체적으로는 0.01 내지 0.8 몰부, 0.01 내지 0.5 몰부, 0.01 내지 0.2 몰부, 0.1 내지 0.2 몰부, 0.1 내지 0.3 몰부, 0.1 내지 0.5 몰부, 0.2 내지 0.4 몰부, 0.3 내지 0.6 몰부, 0.4 내지 0.7 몰부, 0.5 내지 0.8 몰부, 0.6 내지 0.9 몰부, 0.8 내지 1 몰부, 0.2 내지 0.3 몰부, 0.22 내지 0.28 몰부, 또는 0.24 내지 0.26 몰부일 수 있다.
- [0197] 또한, 상기 유기층의 평균 두께는 10nm 내지 500nm일 수 있고, 구체적으로는 10nm 내지 400nm, 10nm 내지 300nm, 50nm 내지 250nm, 100nm 내지 200nm, 50nm 내지 150nm, 또는 80nm 내지 120nm일 수 있다.
- [0199] 한편, 상기 발광소자에 포함된 제1 및 제2 전극은 전기 전도성이 우수한 물질로서 투명 전극 또는 불투명(반사) 전극을 사용할 수 있다. 예를 들어, 투명 전극인 경우, 양극 및 음극은 인듐 주석 옥사이드(indium tin oxide, ITO), 산화주석(SnO<sub>2</sub>) 등을 포함하는 할 수 있으며, 단층 또는 ITO/은(Ag)/ITO와 같은 2층 이상의 다층 구조를 가질 수 있다. 또한, 불투명(반사) 전극인 경우, 양극 및 음극은 니켈, 마그네슘, 칼슘, 은, 알루미늄, 인듐 등의 금속 또는 이들 중 2 이상의 금속을 포함하는 합금을 포함할 수 있다. 아울러, 상기 불투명 전극은 단층 구조 또는 2층 이상의 다층 구조를 가질 수 있다.
- [0201] 또한, 본 발명의 유기전자소자는 제1 및 제2 전극 사이에 유기층 이외에 정공 수송층 및 전자 수송층 중 어느 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0202] 일반적으로, 제1 및 제2 전극 사이에 발광층인 유기층을 단독으로 포함하는 단층형 소자보다는 전극과 유기층 사이에 정공 수송층 및/또는 전자 수송층 등의 전하 수송층이 조합된 다층형 소자가 우수한 소자 특성을 나타낸다. 이는 유기층에 포함된 발광 물질과 전하 수송층에 포함된 전하 수송 재료가 적절하게 조합됨으로써 전극으로부터 전하가 주입될 때 에너지 장벽이 감소되고, 전하 수송층이 전극으로부터 주입된 정공 또는 전자를 발광층 영역에 속박시킴으로써 주입된 정공과 전자의 수밀도가 균형을 이루도록 해주기 때문이다. 특히, 인광을 방출하는 유기전자소자의 경우에는 인광 화합물의 발광 지속 기간(emission duration)이 길기 때문에 외부 양자 효율(external quantum efficiency)과 전력 효율(power efficiency)을 증가시키기 위해서는 발광층에 정공을 가두어 오랫동안 정공이 발광층에 머물게 함으로써 안정적으로 인광 발광 특성을 구현할 수 있다.
- [0203] 이때, 상기 정공 수송층은 통상적인 정공 수송 물질, 예를 들면, 4,4-비스[N-(1-나프틸)-N-페닐-아민]비페닐( $\alpha$ -NPD), N,N-디페닐-N,N-비스(3-메틸페닐)-1,1-비페닐-4,4-디아민(TPD) 및 폴리-(N-비닐카바졸)(PVCz) 등의 유기 화합물이나 MoO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, WO<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, ZnO, MnO<sub>2</sub>, CoO<sub>2</sub>, ReO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, SbCl<sub>5</sub>, MgF 등의 무기 화합물을 단독 또는 2종 이상 혼합하여 포함할 수 있고, 필요에 따라 2층 이상이 적층된 다층 구조를 가질 수도 있다.
- [0204] 또한, 상기 전자 수송층은 예를 들면, 트리스(8-퀴놀리놀라토)알루미늄(Alq<sub>3</sub>), 4,7-디페닐-1,10-페난트롤린(Bphen) 또는 루브렌(rubrene) 등의 유기 화합물이나 MoO<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, WO<sub>3</sub>, SnO<sub>2</sub>, ZnO, MnO<sub>2</sub>, CoO<sub>2</sub>, ReO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, SbCl<sub>5</sub>, MgF 등의 무기 화합물을 단독 또는 2종 이상 혼합하여 포함할 수 있고, 필요에 따라 2층 이상이 적층된 다층 구조를 가질 수도 있다.
- [0205] 아울러, 상기 정공 수송층 및 전자 수송층의 평균 두께는 유기전자소자의 공진 길이에 따라 조절함으로써 발광 효율을 증가시킬 수 있으므로, 0.5nm 내지 100nm로 조절될 수 있고, 구체적으로는 0.5nm 내지 80nm, 0.5nm 내지 60nm, 0.5nm 내지 50nm, 0.5nm 내지 40nm, 1nm 내지 30nm, 5nm 내지 30nm, 5nm 내지 20nm, 5nm 내지 15nm, 10nm 내지 30nm, 5nm 내지 25nm, 8nm 내지 22nm, 8nm 내지 12nm 또는 18nm 내지 22nm일 수 있다.
- [0207] 또한, 본 발명은 일실시예에서, 상술된 본 발명에 따른 유기전자소자를 유기발광다이오드, 전기화학적 발광소자, 유기발광 트랜지스터 등으로서 포함하는 전자장치를 제공한다.
- [0208] 본 발명에 따른 전자장치는 본 발명의 유기전자소자를 포함하여 제조 공정성이 우수할 뿐만 아니라, 발광효율과 장시간 구동 안정성이 뛰어나다. 여기서, 상기 전자장치는 그 용도가 특별히 제한되는 것은 아니나 구체적으로는 디스플레이 장치 또는 조명장치일 수 있다.
- [0210] 이하, 본 발명을 실시예 및 실험예에 의해 보다 상세히 설명한다.
- [0211] 단, 하기 실시예 및 실험예는 본 발명을 예시하는 것일 뿐, 본 발명의 내용이 하기 실시예 및 실험예에 한정되

는 것은 아니다.

[0213] **합성예 1 및 2.**

[0214] 2-나이트로벤즈알데하이드 (2-nitrobenzaldehyde, 1.5g, 10 mmol)가 용해된 에탄올 용액(20mℓ)에 철 가루 (2.2g, 40 mmol)를 첨가하고, 0.1N의 염산 수용액 (5mℓ, 0. 5 mmol)을 넣은 다음, 95℃에서 1.5시간 교반하였다. 교반이 완료되면 반응액에 하기 표 1에 나타낸 바와 같이 2-아세틸티오펜 (1.08mℓ, 10 mmol) 또는 1-(2,2'-바이티오펜-5-일)에타논(2.08g, 10 mmol)과 수산화 칼륨(0.67g, 12 mmol)을 천천히 넣고 1.5시간 교반한 후 방냉하였다. 그런 다음 메틸렌클로라이드에 묶힌 다음 셀라이트층을 통과시켜 여과하고, 여과액을 증류수로 씻어낸 후, 무수 황산 마그네슘으로 건조시켰다. 건조된 여과액을 감압 하에서 용매를 증류 제거하고, 얻어진 농축물을 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하여 황색의 고상 리간드를 얻었다.

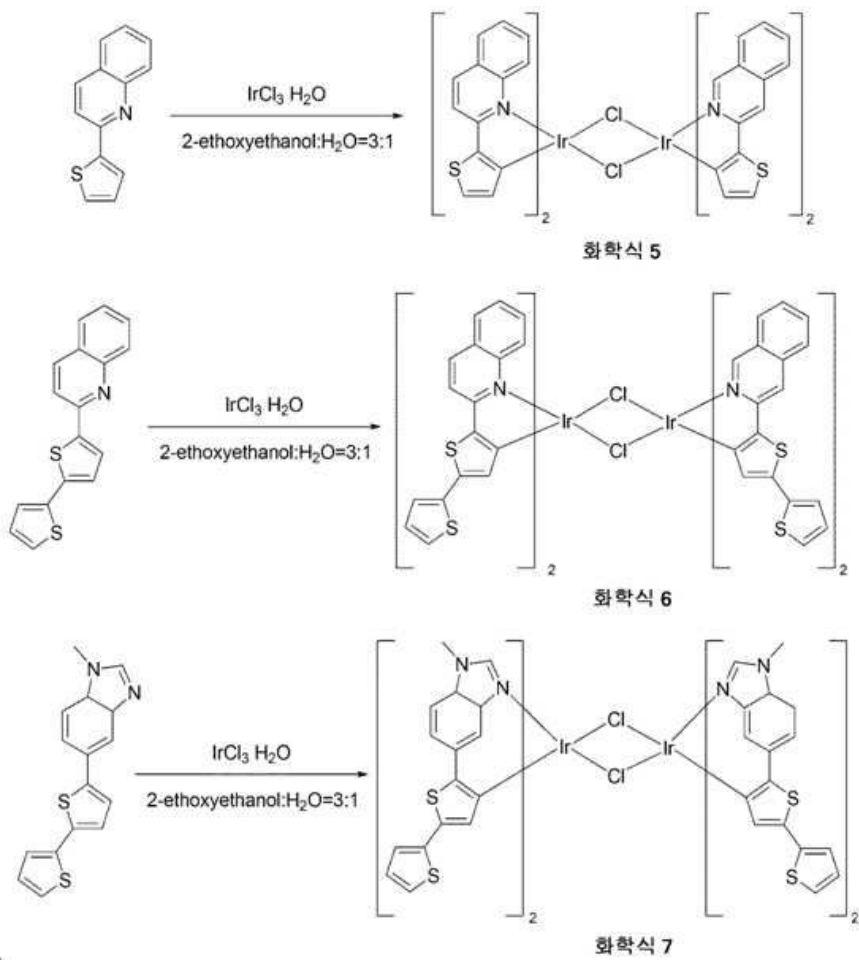
**표 1**

	출발물질	수득률
합성예 1	2-아세틸티오펜 (2-acetylthiophene)	72%
합성예 2	1-(2,2'-바이티오펜-5-일)에타논(1-(2,2'-bithiophen-5-yl)ethanone)	72%

[0217] **합성예 3~13**

[0218] 단계 1: 이리듐 다이머의 합성

[0219] 아르곤 분위기 하에서 2-에톡시에탄올과 물이 3:1 부피비율로 혼합된 용액(100mℓ)에 염화이리듐 수화물( $\text{IrCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 0.32g)과 상기 합성예 1 및 2에서 얻은 리간드(각각 0.35g 및 0.48g) 또는 5-(2,2'-바이티오펜-5-일)-1-메틸-3a, 7a-디하이드로-3H-벤조[d]이미다졸(0.33 g)을 첨가하고 140℃에서 24시간 동안 교반하였다. 그 후, 반응물을 방냉하고, 증류수를 투입한 후 종이 여과하고 얻어진 침전물을 60℃ 오븐에서 건조하여 화학식 5 내지 7로 나타내는 이리듐 다이머를 얻었다.

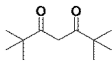
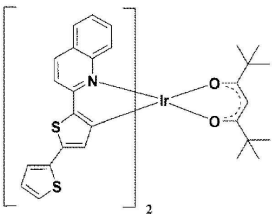
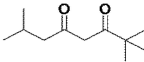
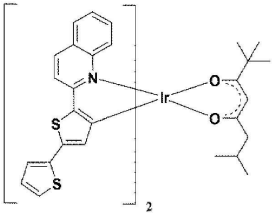
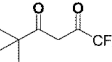
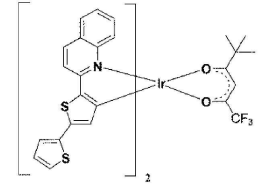
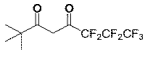
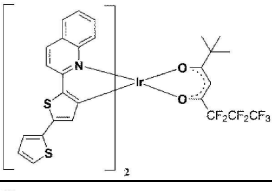
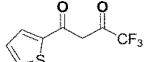
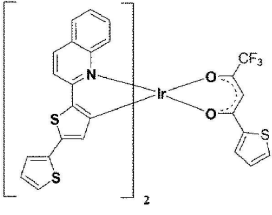
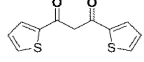
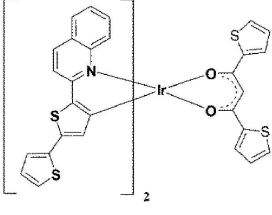
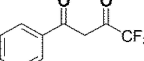
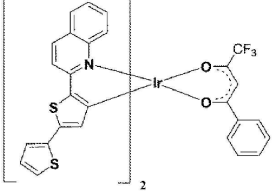
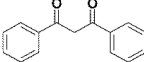
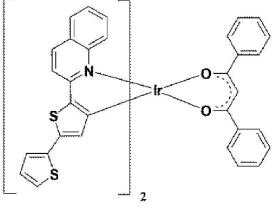


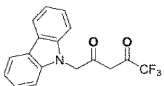
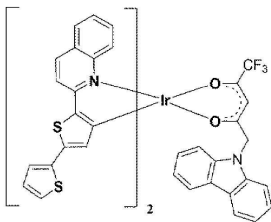

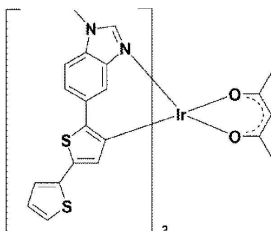
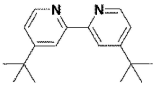
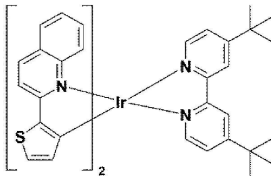
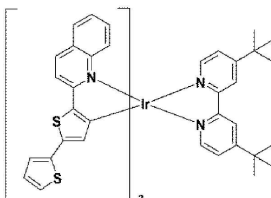
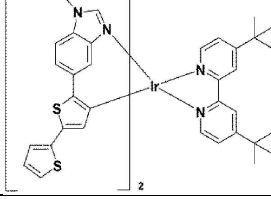
단계 2: 이리듐 화합물의 합성

2-에톡시에탄올에 상기 단계 1에서 얻은 이리듐 다이머를 용해시킨 용액에, 하기 표 2에 나타난 바와 같이 β-다이케토네이트 화합물(이리듐 다이머 기준 5 당량)을 첨가하였다. 그 후, 탄산나트륨을 이리듐 다이머에 대하여 10 당량이 되도록 투입하고 24시간 동안 환류한 후 냉각시켰다. 냉각된 적색 반응물을 여과하고 감압 농축한 후 실리카 겔 칼럼 크로마토그래피로 정제하고, 이를 다시 재결정하여 화학식 1로 나타내는 목적화합물을 얻었다.

표 2

	이리듐 다이머 구조	β-다이케토네이트 화합물	목적 화합물 구조	수득률 [%]	<sup>1</sup> H-NMR
합성예 3	화학식 5			81	(CDCl <sub>3</sub> , 400 MHz, [ppm]): 8.36 (d, 2H), 8.04 (d, 2H), 7.70-7.76 (m, 4H), 7.41-7.47 (m, 4H), 7.12 (d, 2H), 6.25 (d, 2H), 4.83 (s, 1H), 1.62 (s, 6H).
합성예 4	화학식 6			72	(dmsO-d <sup>6</sup> , 250MHz, [ppm]): 8.39(d, 2H), 8.19(d, 2H), 7.95(d, 2H), 7.85(d, 2H), 7.65-7.45(m, 4H), 7.40(d, 2H), 7.13(d, 2H), 6.96(d, 2H), 6.20(s, 1H), 4.88(s, 1H), 1.57(s, 6H).

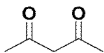
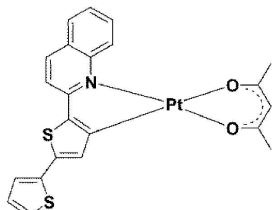
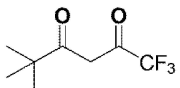
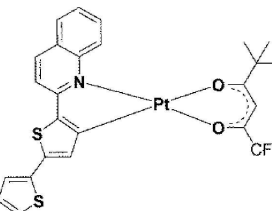
합성예 5			68	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.17(d, 2H), 8.02(d, 2H), 7.69–7.62(m, 4H), 7.45–7.30(m, 4H), 7.08(d, 2H), 6.91(d, 2H), 6.49(s, 2H), 5.03(s, 1H), 0.70(s, 18H).
합성예 6			70	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 0.74(s, 9H).
합성예 7			64	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68–7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.08(s, 4H), 6.91(s, 2H), 6.50(d, 2H), 4.88(s, 1H), 0.76(s, 9H).
합성예 8			61	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 5.35(s, 1H), 0.76(s, 9H).
합성예 9			73	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68–7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.08(s, 4H), 6.91–6.50(m, 11H), 4.90(s, 1H).
합성예 10			71	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68–7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.08(s, 4H), 6.91–6.50(m, 14H), 5.0(s, 1H).
합성예 11			68	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68–7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.20(m, 5H), 7.08(s, 4H), 6.91(s, 2H), 6.50(d, 2H), 4.90(s, 1H).
합성예 12			65	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68–7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.20(m, 10H), 7.08(s, 4H), 6.91(s, 2H), 6.50(d, 2H), 4.89(s, 1H).

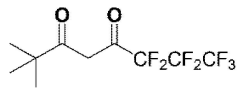
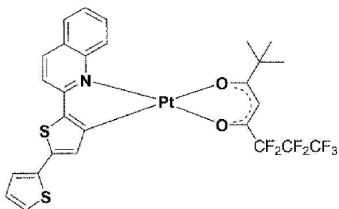
합성예 13				62	(CDCl <sub>3</sub> , 250MHz, [ppm]): 8.25(d, 2H), 8.04(d, 2H), 7.41(m, 4H), 7.68-7.66(m, 4H), 7.41(m, 4H), 7.38-7.10(m, 10H), 7.08(s, 4H), 6.91(s, 2H), 6.50(d, 2H), 4.88(s, 1H).
합성예 14	화학식 7			-	(dmsO-d <sup>6</sup> , 250MHz, [ppm]): 8.10(d, 2H), 7.65-7.45(m, 6H), 7.40(d, 2H), 7.13(d, 2H), 6.96(d, 2H), 6.20(s, 2H), 4.88(s, 2H), 3.61(s, 6H), 1.57(s, 6H).
합성예 15	화학식 5			-	(CDCl <sub>3</sub> , 400 MHz, [ppm]): 8.36 (d, 2H), 8.04 (d, 2H), 7.79-7.30 (m, 10H), 6.25 (d, 2H), 4.83 (s, 1H), 1.62 (s, 6H).
합성예 16	화학식 6			-	(CDCl <sub>3</sub> , 400 MHz, [ppm]): 8.36 (d, 2H), 8.04 (d, 2H), 7.80-7.30 (m, 16H), 6.25 (d, 2H), 4.83 (s, 1H), 1.62 (s, 6H).
합성예 17	화학식 7			-	(dmsO-d <sup>6</sup> , 250MHz, [ppm]): 8.10(d, 2H), 7.68-7.30(m, 10H), 7.13(d, 2H), 6.96(d, 2H), 6.20(s, 2H), 4.88(s, 2H), 3.61(s, 6H), 1.33(s, 18H).

[0226] 합성예 18~20.

[0227] 합성예 3과 동일한 방법으로 수행하되 염화이리듐 수화물(IrCl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O) 대신 염화백금 수화물(PtCl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O)을 합성예 2에서 얻은 리간드와 반응시키고, 이로부터 얻은 화합물을 하기 표 3과 같이 β-다이케토네이트 화합물을 첨가하여 화학식 1로 나타내는 목적화합물을 얻었다.

표 3

	β-다이케토네이트 화합물	목적 화합물 구조	수득물
합성예 18			60
합성예 19			53

합성예 20			52
--------	---	--	----

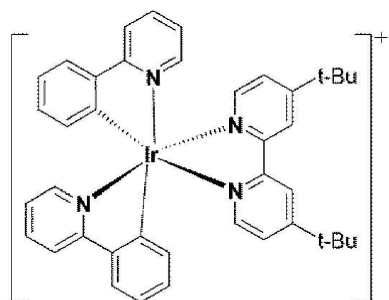
**실시예 1 내지 17.**

인듐 주석 산화물(indium tin oxide, ITO)가 패터닝되어 면저항이  $18 \pm 2 \text{ } \Omega/\square$ 인 유리기판(가로 2.5cm X 세로 2.5cm X 높이 0.1cm) 표면을 세척한 후 산소 플라즈마 처리를 하였다. 그 후 산화아연(ZnO)층을 스퍼코팅하고, 150℃에서 1시간 동안 구워  $20 \pm 2\text{nm}$ 의 층을 형성된 시편을 마련하였다.

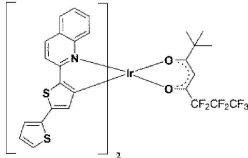
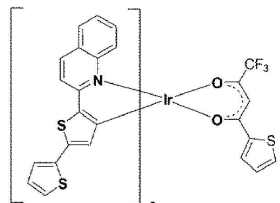
이와 별도로 클로로포름에 하기 표 4에 나타낸 합성예 화합물(10 mg/ml)을 용해시키고, 이온성 유기금속 화합물로서 하기 화학식 6으로 나타내는 화합물을 합성예 화합물의 1몰부를 기준으로 표 4에 나타낸 몰부만큼 혼합하였다. 그런 다음, 합성예 화합물과 화학식 6으로 나타내는 화합물의 전체 1 몰부를 기준으로 이온성 액체인 1-부틸-3-메틸이미다졸리움 헥사플루오로포스페이트([BMIM][PF6]) 0.25몰부를 혼합하고, 고분자 매트릭스로서 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA, 1 mg/ml)를 첨가하였다.

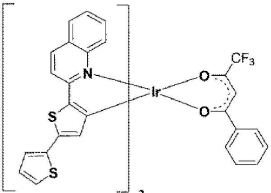
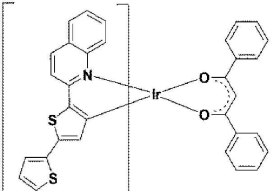
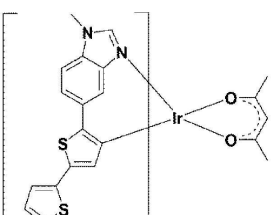
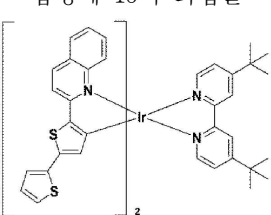
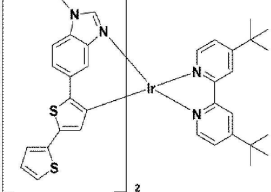
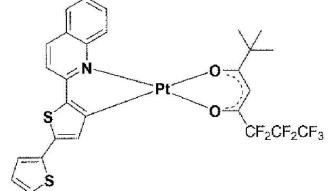
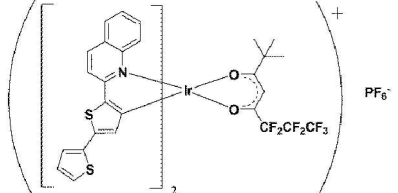
이렇게 제조된 용액을 이용하여 글러브 박스에서 앞서 준비된 시판 표면(ITO 코팅면)에 스퍼코팅하고, 70℃ 전열기로 건조시켜  $100 \pm 5\text{nm}$ 의 유기층을 형성하였다. 유기층이 형성된 시편을 증착기에 고정시키고, 산화 몰리브덴( $\text{MoO}_3$ )과 금(Au)을 순차적으로 적층시켰다. 이때, 산화 몰리브덴( $\text{MoO}_3$ )층과 금(Au)층은 평균 두께가 각각  $10 \pm 2\text{nm}$  및  $100 \pm 5\text{nm}$ 이었다. 금(Au)층을 유리기판으로 덮고, 상하부에 있는 유리기판 가장자리 틈을 UV 경화형 에폭시 수지로 메운 후 UV를  $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ 의 광량으로 10분간 조사하여 유기전자소자를 제조하였다.

[화학식 6]

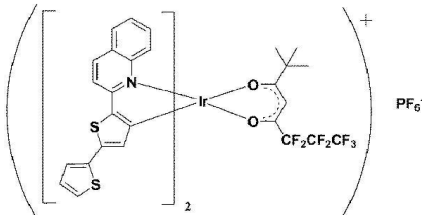
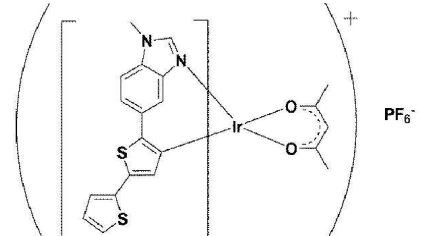
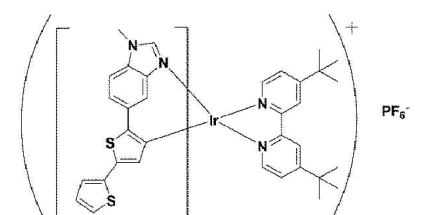


**표 4**

	화학식 1로 나타내는 화합물	화학식 1로 나타내는 화합물과 화학식 6으로 나타내는 화합물의 몰비율
실시예 1	합성예 8의 화합물	1:99
실시예 2		2:98
실시예 3		3:97
실시예 4		5:95
실시예 5		10:90
실시예 6		20:80
실시예 7	합성예 9의 화합물	5:95
		

실시예 8	<p>합성예 11의 화합물</p> 	5:95
실시예 9	<p>합성예 12의 화합물</p> 	5:95
실시예 10	<p>합성예 14의 화합물</p> 	5:95
실시예 11	<p>합성예 16의 화합물</p> 	5:95
실시예 12	<p>합성예 17의 화합물</p> 	5:95
실시예 13	<p>합성예 20의 화합물</p> 	5:95
실시예 14	<p>합성예 8의 화합물의 이온형 화합물</p> 	5:95



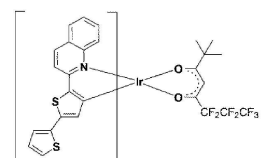
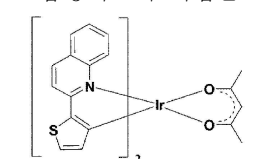
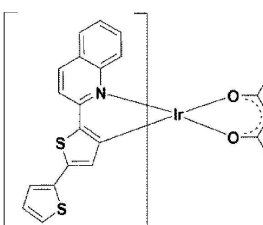
실시예 15	합성예 11의 화합물의 이온형 화합물 	5:95
실시예 16	합성예 14의 화합물의 이온형 화합물 	5:95
실시예 17	합성예 16의 화합물의 이온형 화합물 	5:95

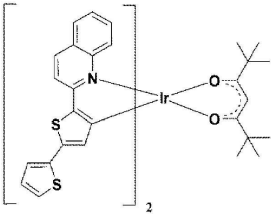
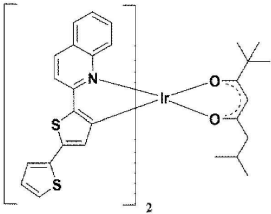
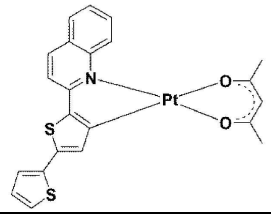
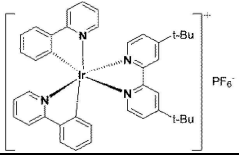
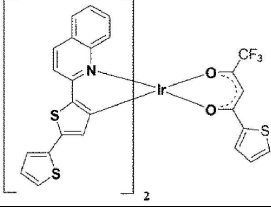
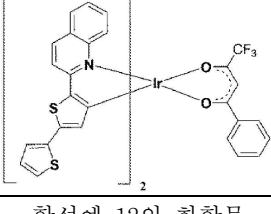
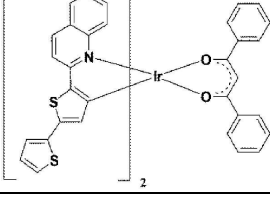
[0240] 비교예 1 내지 11.

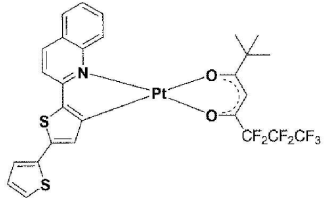
[0241] 유기층 형성 시 하기 표 5에 나타낸 바와 같이 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이온성 유기금속 화합물을 단독으로 사용하는 것을 제외하고, 실시예 1과 동일한 방법으로 수행하여 유기전자소자를 제조하였다.

표 5

[0242]

	화학식 1로 나타내는 화합물	이온성 유기금속 화합물
비교예 1	합성예 8의 화합물 	미포함
비교예 2	합성예 3의 화합물 	미포함
비교예 3	합성예 4의 화합물 	미포함

비교예 4	합성예 5의 화합물 	미포함
비교예 5	합성예 6의 화합물 	미포함
비교예 6	합성예 14의 화합물 	미포함
비교예 7	미포함	화학식 6의 화합물 
비교예 8	합성예 9의 화합물 	미포함
비교예 9	합성예 11의 화합물 	미포함
비교예 10	합성예 12의 화합물 	미포함

비교예 11	합성예 16의 화합물	미포함
		

#### [0244] 실험예 1.

[0245] 본 발명에 따른 유기전자소자의 성능을 평가하기 위하여 하기와 같은 실험을 수행하였으며, 그 결과는 하기 표 6에 나타내었다.

#### [0247] 1) 화학식 1로 나타내는 화합물의 발광 양자효율( $\Phi_{PL}$ )

[0248] 발광 분광기 (Model: LS55, 제조사: PerkinElmer)를 이용하여 합성예 3 내지 20에서 제조된 화합물의 흡광도와 발광도를 측정하고, 하기 수학식 1을 통하여 측정된 결과로부터 화합물의 발광 양자효율( $\Phi_{PL}$ )을 도출하였다. 이때, 합성예의 화합물은 메틸렌클로라이드( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ )에  $5.0 \times 10^{-5}$  M의 농도로 용해된 것을 사용하고, 기준물질로 [4,4'-비스(tert-부틸)-2,2'-바이피리딘]비스[2-(2-피리디닐)페닐]이리듐(III) ( $\Phi=0.235$ )을 사용하였다.

[0249] [수학식 1]

$$\Phi_{PL} = \Phi_r \left( \frac{\eta_s^2 A_r I_s}{\eta_r^2 A_s I_r} \right)$$

[0251] 상기 식에서,  $\Phi_r$ : 기준물질의 양자 효율,  $\eta$ : 용매의 굴절률, A: 여기 과정에서 흡광도, I: 발광 스펙트럼 아래 적분 면적, s, r: 시편과 기준치를 의미한다.  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 의  $\eta$  값은 1.424이다.

#### [0253] 2) 화학식 1로 나타내는 화합물의 밴드갭

[0254] CHI 전류전압계(voltammetric analyzer)를 이용하여 합성예 3 내지 20에서 제조된 화합물에 대한 사이클릭 볼타메트리(CV)를 수행하였다.

[0255] 이때, 전해액으로 0.1M로 테트라부틸암모늄 헥사플루오로포스페이트(TBAPF6)가 용해된 디메틸포름아마이드(DMF) 용액을 사용하고, 작업전극, 상대전극 및 기준전극으로 각각 백금 전극, 스테인리스 스틸(STS) 전극 및  $\text{Ag}/\text{Ag}^+$  전극을 사용하여 100~200 mV/s의 스캔속도로 산화환원 피크를 측정하였다. 또한,  $\text{Fc}/\text{Fc}^+$  산화환원쌍(redox couple)을 내부 기준치로 정하였다.

#### [0257] 3) 유기전자소자의 발광효율

[0258] 실시예 1~17과 비교예 1~11에서 제조된 유기전자소자를 대상으로 발광효율을 측정하였다. 구체적으로 반도체 계측기(Keithley 4200)와 발광 분광기(모델명: CS-2000, 제조사: Konica minolta)를 이용하여  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  및 1atm 조건에서 발광효율을 측정하였다. 이때, 휘도는  $100 \text{ cd}/\text{cm}^2$ 일 때의 값을 기준으로 측정하였으며, 측정값의 단위는  $\text{lm}/\text{W}$ 이다.

표 6

	HOMO [eV]	LUMO [eV]	밴드갭 [eV]	방출파장( $\lambda_{PL}$ ) [nm]	발광 양자효율( $\Phi_{PL}$ ) [%]	발광효율 [lm/W]
실시예 1	-5.12	-2.87	2.25	706	12	5
실시예 2	-5.12	-2.87	2.25	706	12	5
실시예 3	-5.11	-2.87	2.24	706	13	5.5
실시예 4	-5.10	-2.88	2.22	708	15	7
실시예 5	-5.11	-2.87	2.24	709	12	5
실시예 6	-5.10	-2.84	2.26	710	9	3.5

실시예 7	-5.37	-3.12	2.25	702	8	3
실시예 8	-5.23	-3.05	2.17	712	6	2.5
실시예 9	-5.12	-2.97	2.15	715	2	1
실시예 10	-5.13	-2.87	2.26	706	15	8
실시예 11	-5.21	-2.90	2.31	702	12	5
실시예 12	-5.10	-2.88	2.22	708	8	3
실시예 13	-5.07	-2.77	2.30	704	4	2
실시예 14	-5.11	-2.89	2.22	707	20	10
실시예 15	-5.08	-2.73	2.35	706	10	4
실시예 16	-5.07	-2.73	2.34	702	10	4
실시예 17	-5.10	-2.85	2.25	710	16	7
비교예 1	-5.12	-2.87	2.25	706	0.8	0.2
비교예 2	-5.12	-2.87	2.25	690	1	0.3
비교예 3	-5.14	-2.86	2.28	706	0.2	0.2
비교예 4	-5.11	-2.80	2.31	708	0.3	0.2
비교예 5	-5.10	-2.81	2.29	705	0.3	0.2
비교예 6	-5.11	-2.87	2.24	690	0.2	0.1
비교예 7	-5.30	-2.68	2.62	548	20	0.5
비교예 8	-5.37	-3.12	2.25	702	0.4	0.1
비교예 9	-5.23	-3.05	2.17	712	0.1	0.1
비교예 10	-5.12	-2.97	2.15	715	0.02	0.1
비교예 11	-5.07	-2.77	2.30	704	0.1	0.2

[0261] 상기 표 6에 나타난 바와 같이 본 발명에 따른 유기전자소자는 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물과, 화학식 2로 나타내는 이온성 유기금속 화합물을 유기층에 포함하여 근적외선 파장을 갖는 광을 방출하고 발광 양자효율이 우수하며 발광효율이 뛰어난 것을 알 수 있다.

[0262] 구체적으로, 실시예 및 비교예에 포함된 화학식 1로 나타내는 화합물 또는 이의 이온형 화합물은 할로알킬기, 아릴기, 헤테로아릴기, 및 헤테로아릴알킬렌기 중 적어도 하나의 작용기를 포함하는  $\beta$ -다이케토네이트( $\beta$ -diketonate) 리간드를 포함하여 방출되는 광의 파장이 700nm 내지 716nm의 적색광을 방출하는 것으로 나타났다. 또한, 실시예 1 내지 17에서 제조된 유기전자소자는 화학식 1로 나타내는 화합물과 함께 이온성 유기금속 화합물을 포함하여 발광 양자효율 및 발광효율이 각각 5 내지 20% 및 1 내지 10 lm/W인데 반해, 비교예 1 내지 6과 8 내지 11에서 제조된 유기전자소자는 이온성 유기금속 화합물을 포함하지 않아 발광 양자효율 및 발광효율이 각각 1% 미만 및 1 lm/W 미만인 것으로 확인되었다.

[0263] 이로부터 화학식 1로 나타내는 화합물과 함께 이온성 유기금속 화합물을 모두 포함하는 유기층은 적색에 해당하는 광을 우수한 발광 양자효율 및 발광효율로 방출하되 방출되는 색순도가 높고, 화학식 1로 나타내는 화합물의 리간드 구조에 따라 적색의 미세한 색상 조절이 가능함을 알 수 있다.