

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 9월 3일 (03.09.2015)



(10) 국제공개번호
WO 2015/130080 A1

- (51) 국제특허분류:
C07F 15/00 (2006.01) H01L 51/50 (2006.01)
C09K 11/06 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/001826
- (22) 국제출원일: 2015년 2월 25일 (25.02.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2014-0021930 2014년 2월 25일 (25.02.2014) KR
- (71) 출원인: 부산대학교 산학협력단 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 609-735 부산시 금정구 부산대학로 63 번길 2, Busan (KR).
- (72) 발명자: 진성호 (JIN, Sung Ho); 612-781 부산시 해운대구 좌동순환로 217 번길 7, 102 동 902 호, Busan (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 플러스 (PLUS INTERNATIONAL IP LAW FIRM); 302-828 대전시 서구 한밭대로 809 10 층, Daejeon (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

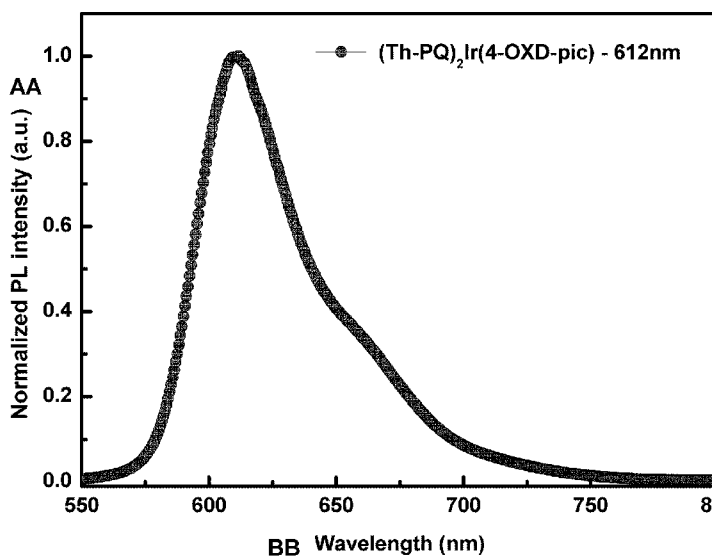
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: NOVEL IRIIDIUM (III) COMPLEX COMPOUND CAPABLE OF BEING SOLUTION-PROCESSED AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICE COMPRISING SAME

(54) 발명의 명칭 : 용액공정이 가능한 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자



AA ... Normalized PL intensity (a.u.)
BB ... Wavelength (nm)

(57) Abstract: The present invention relates to a novel iridium (III) complex compound capable of being solution-processed and an organic electroluminescent device comprising same, and more specifically, to a novel iridium (III) complex compound into which a piconolic acid derivative is introduced and an organic electroluminescent device comprising the iridium (III) complex compound, wherein in the iridium (III) complex compound, a quinolone- and a thiophene-derivative are introduced as main ligands, and a halogen derivative or an oxadiazole derivative exhibiting electron transport characteristics is introduced as a substituent on the para position of a nitrogen atom in picolinic acid, as ancillary ligands. The iridium (III) complex compound, according to the present invention, is a red light-emitting phosphorescent compound which has excellent electric stability, high light-emitting characteristics and luminance, is capable of achieving color purity, has improved solubility with respect to an organic solvent, and has excellent interfacial characteristics with an electrode due to improved heat resistance, and thus can be useful as a color-developing material.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/130080 A1



본 발명은 용액공정이 가능한 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입되어 있고 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입된 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 상기 이리듐(III) 착화합물을 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것이다. 본 발명에 따른 이리듐(III) 착화합물은 전기적 안정성이 우수하고, 높은 발광 특성과 휘도를 가지며 색순도 구현이 가능한 적색 인광 발광 화합물로, 유기용매에 대한 향상된 가용성과 내열성으로 전극과의 계면 특성이 우수해 유기전계발광소자의 발색재료로서 유용하다.

명세서

발명의 명칭: 용액공정이 가능한 신규한 이리듐(I I I) 착화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자

기술분야

- [1] 본 발명은 용액공정이 가능한 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입되어 있고 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입된 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 상기 이리듐(III) 착화합물을 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근에 디스플레이 장치의 대형화에 따라 액정표시장치(liquid crystal display, LCD), 플라즈마디스플레이패널(plasma display panel, PDP) 등의 평면표시장치의 요구가 증가하고 있다. 이들 평면표시장치는 CRT와 비교하여 응답속도가 느리고 시야각의 제한이 있어서, 다른 표시장치에 대한 연구가 진행되고 있는데, 그 중의 하나가 전계발광소자이다.
- [3] 종래 전계발광소자로는 ZnS, CaS 등의 p-n 접합으로 이루어진 무기물 반도체에 전계를 가했을 경우에 일어나는 발광상을 이용한 무기계 전계발광소자가 주로 사용되었으나, 무기계 전계발광소자의 경우 구동전압이 교류 220V 이상이 요구되고, 소자가 진공상태에서 제작되기 때문에 대형화가 어렵고, 특히 고효율의 청색을 얻기 곤란한 문제점이 있었다.
- [4] 이런 문제점으로 인하여 유기물질을 이용한 유기전계발광소자(Organic Light-Emitting Diode, OLED)에 대한 연구가 진행되고 있다. 유기전계발광소자는 스스로 발광하는 유기물질을 이용한 디스플레이로서, 유기물질에 전기장을 걸어주면 전자(electron) 및 정공(hole)이 각각 음극 및 양극에서 전달되어 유기물질 내에서 결합하고, 이때 생성되는 에너지가 빛으로 방출되는 유기물 전기발광을 이용한다. 유기전계발광소자는 LCD 등과 비교할 때 시야각이 양호하고 소비전력이 낮을 뿐만 아니라 응답속도가 크게 개선되어 고화질의 영상을 처리할 수 있기 때문에 차세대 디스플레이 소자로 각광을 받고 있다.
- [5] 이와 같은 유기전계발광소자에서 빛이 방출되는 현상은 크게 형광(fluorescence)과 인광(phosphorescence)으로 구분될 수 있는데, 형광이 유기 분자가 단일항(single) 여기상태로부터 바닥상태로 떨어질 때 빛을 방출하는 현상이라면 인광은 유기분자가 삼중항(triplet) 여기상태로부터 바닥상태로 떨어질 때 빛을 방출하는 현상이다.
- [6] 이와 같이 유기전계발광소자의 발광 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있는 인광용 유기전계발광소자(electrophosphorescence) 소자는 1999년 미국 프린스턴

대학의 S.R. Forrest 교수와 USC의 M.E. Thompson 교수팀에 의하여 개발되었는데, 특히 스핀-궤도 결합은 원자번호의 4제곱에 비례하므로 백금(Pt), 이리듐(Ir), 유로피움(Eu), 테븀(Tb) 등과 같은 무거운 원자의 착화합물이 인광 효율이 높은 것으로 알려져 있다. 백금 착화합물의 경우 가장 낮은 삼중항 엑시톤이 리간드에 중심을 두고 있는 ligand-centered 엑시톤(LC 엑시톤)이지만, 이리듐 착화합물은 가장 낮은 에너지를 갖는 삼중항 엑시톤이 중심금속-리간드 사이의 전하전달 상태(metal-ligand charge transfer, MLCT)이다. 따라서 이리듐 착화합물은 백금 착화합물과 비교하여 더 큰 스핀-궤도 결합을 형성하여 훨씬 짧은 삼중항 엑시톤 수명을 가지고 높은 인광 효율을 나타낸다.

- [7] 이와 관련하여 C. Adachi 등은 이리듐을 중심 금속으로 갖는 녹색 인광 색소인 bis(2-phenylpyridine)iridium(III) acetylacetonate [(ppy)₂Ir(acac)]를 3-phenyl-4-(1'-naphthyl)-5-phenyl-1,2,4-triazole(TAZ)에 도핑하여 최대 발광 효율 60 lm/W, 최대 내부 양자 효율이 87% 수준인 유기전계발광소자를 발표한 바 있다. 또한 미국 Universal Display Corp.(UDC)에서는 이와 같은 녹색 인광 색소를 발광층에 도핑하고, LG 화학에서 개발한 정공주입물질을 사용하여 82 lm/W의 높은 발광 효율을 달성하였다고 발표한 바 있다.

- [8] 이와 같이 청색, 녹색과 적색을 나타내는 인광용 유기전계발광소자는 개발되어 있으나 현재까지 발광 효율, 색좌표 및 수명이 모두 우수한 삼원색의 인광용 유기전계발광소자는 아직 개발되어 있지 않다. 미국 등록특허 제7,250,512호와 같이, 적색의 발광색을 구현하는 Ir(btp)₂(acac) (Iridium (III) bis(2-(2'-benzothienyl)pyridinato-N,C2)(acetylacetonate)이라는 물질이 공개되어 있다. 그러나, 아직까지 색순도, 효율 및 용해도 면에서 신규한 화합물이 여전히 요구 되고 있다.

발명의 상세한 설명

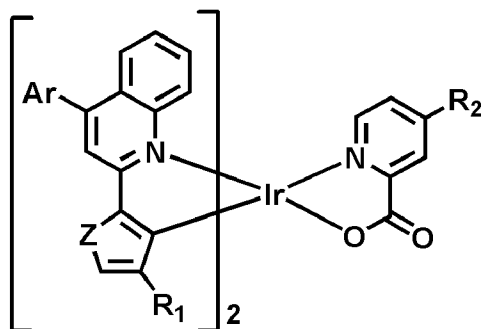
기술적 과제

- [9] 본 발명은 전기적 안정성이 우수하고, 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입되어 있고 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입된 높은 발광 특성과 휘도를 가지며 색순도 구현이 가능한 신규한 용액공정이 가능한 이리듐(III) 적색 인광 발광 화합물을 제공하는 것이다.
- [10] 또한 본 발명은 유기용매에 대한 향상된 가용성과 내열성으로 전극과의 계면 특성이 우수한 상기 이리듐(III) 착화합물을 발색재료로서 채용한 유기전계발광소자를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [11] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 이리듐(III) 착화합물을 제공한다:
- [12] [화학식 1]

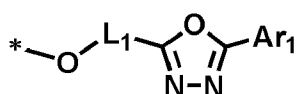
[13]



[14] 상기 화학식 1에서,

[15] Ar은 (C6-C20)아릴 또는 (C3-C20)헤테로아릴이며;

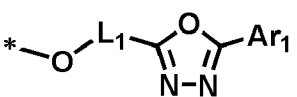
[16] Z는 O, S 또는 Se 이며;

[17] R₁은 수소, 할로젠, (C1-C20)알킬, (C1-C20)알콕시, 시아나이드 또는 니트로이며;[18] R₂는 할로젠 또는[19] L₁은 (C6-C20)아릴렌이고;[20] Ar₁는 (C6-C20)아릴이고;

[21] 상기 Ar의 아릴 및 헤테로아릴은 서로 독립적으로 할로젠, 하이드록시, (C1-C10)알킬, (C1-C10)알콕시, (C3-C20)시클로알킬 및 (C6-C20)아릴로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 더 치환될 수 있으며;

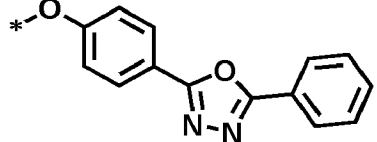
[22] 상기 헤테로아릴은 N, O 및 S로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함한다.

[23] 본 발명의 일실시예에 따른 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물에 있어서, 상기 Ar은 (C6-C20)아릴이며; Z는 S이며; R₁은 수소이며; R₂는 할로젠 또는



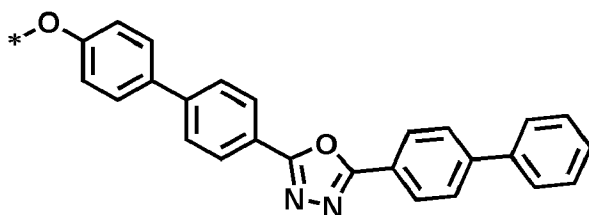
이고; L₁은 (C6-C20)아릴렌이고; Ar₁는 (C6-C20)아릴일 수 있다.

[24] 본 발명의 일실시예에 따른 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물에 있어서, 상기 R₂는 플루오로, 클로로, 브로모, 아이오도,



또는

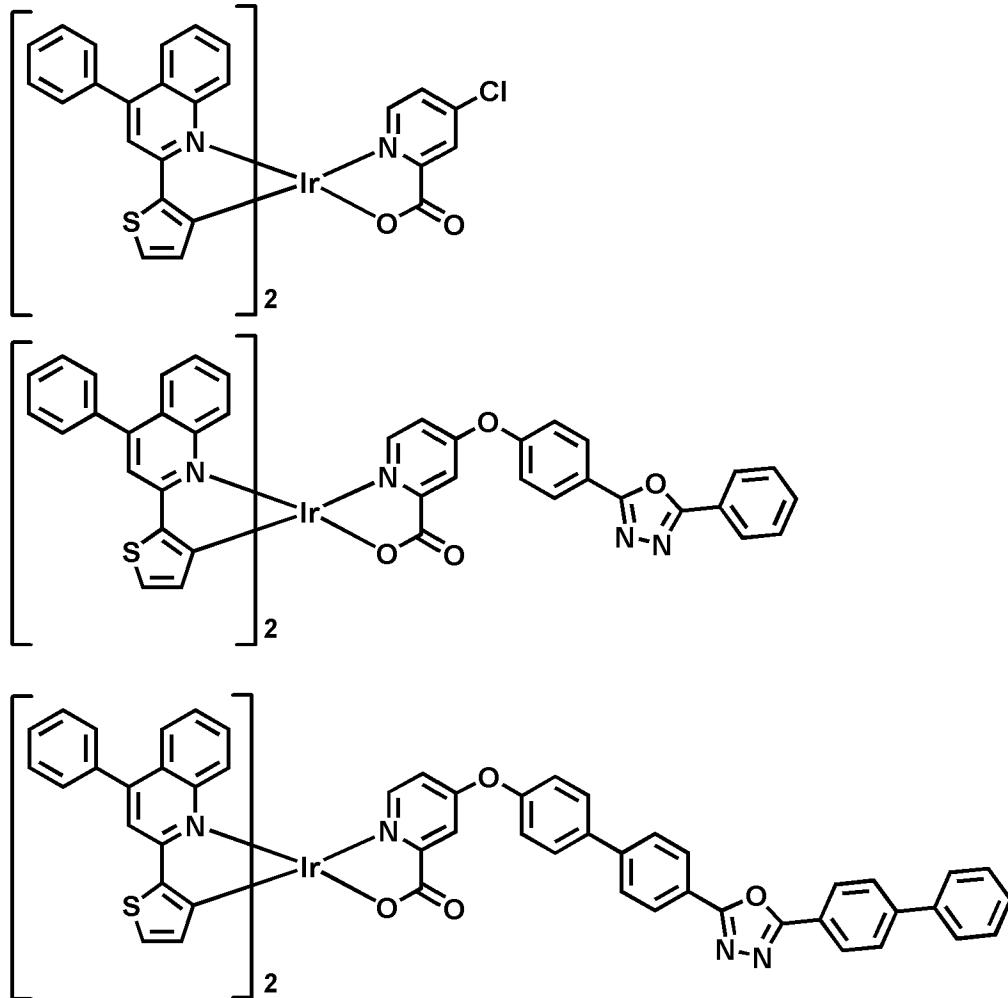
일 수 있다.



[25] 본 발명의 일실시예에 따른 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물에 있어서,

하기 구조로부터 선택되는 이리듐(III) 착화합물일 수 있다.

[26]



[27]

[28] 또한, 본 발명은 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물을 발광층에 포함하는 유기전계발광소자를 제공한다.

[29] 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광소자에서, 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과 대향적으로 형성된 제 2 전극을 포함하며, 상기 발광층은 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 적층되어 있을 수 있다.

[30] 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광소자에서, 상기 제 1 전극과 발광층 사이로 정공주입층 및 정공전달층을, 상기 발광층과 제 2 전극 사이로 전자전달층 및 전자전달층을 더욱 포함할 수 있다.

[31] 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광소자에서, 상기 이리듐(III) 착화합물을 발광층의 도판트로 포함될 수 있다.

[32] 본 발명의 일실시예에 따른 유기전계발광소자에서, 상기 이리듐(III) 착화합물은 발광층 총량을 기준으로 3 내지 20 중량%의 농도로 포함될 수 있다.

발명의 효과

[33] 본 발명에 따른 이리듐(III) 착화합물은 적색 인광 화합물로, 주리간드로서

퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입됨과 동시에 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입되어 있어 우수한 발광특성 및 휘도 특성을 갖을 뿐만 아니라 높은 색순도를 구현할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 이리듐(III) 착화합물은 유기용매에 대한 향상된 가용성과 내열성으로 전극과의 계면 특성이 우수하기 때문에 유기전계발광소자 제작시 용액공정이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [34] 도 1 - 본 발명에 따라 합성된 이리듐 착화합물이 적용된 단일층 형태의 유기전계발광소자를 도시한 단면도
- [35] 도 2 - 본 발명에 따라 합성된 이리듐 착화합물이 적용된 다층 형태의 유기전계발광소자를 개략적으로 도시한 단면도
- [36] 도 3 - 본 발명의 실시예 2에 따라 합성된 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂ Ir(4-OXD-pic)에 대한 UV-visible 흡수 스펙트럼 측정 결과를 도시한 그래프
- [37] 도 4 - 본 발명의 실시예 2에 따라 합성된 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂ Ir(4-OXD-pic)에 대한 PL 발광 스펙트럼 측정 결과를 도시한 그래프
- [38] 도 5 - 본 발명의 실시예 2에 따라 합성된 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂ Ir(4-OXD-pic)에 대한 EL 발광 스펙트럼 측정 결과를 도시한 그래프
- [39] 도 6 - 본 발명의 실시예 2에 따라 합성된 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂ Ir(4-OXD-pic) 및 비교 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂Ir(pic)에 대한 전압에 대한 전압-전류밀도-휘도 측정 결과를 도시한 그래프
- [40] 도 7 - 본 발명의 실시예 2에 따라 합성된 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂ Ir(4-OXD-pic) 및 비교 이리듐 착화합물 (Th-PQ)₂Ir(pic)에 대한 휘도에 대한 외부 양자효율 측정 결과를 도시한 그래프
- [41] 도 8은 본 발명의 비교예인 Ir(btp)₂(acac)에 대한 전류밀도에 대한 외부 양자효율 측정 결과를 도시한 그래프
- [42] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- [43] 1000, 2000 : 유기전계발광소자 1100, 2100 : 기판
- [44] 1110, 2110 : 제 1 전극 2120 : 정공주입층
- [45] 2130 : 정공전달층 1140, 2140 : 발광층
- [46] 2150 : 전자전달층 2160 : 전자주입층
- [47] 1170, 2170 : 제 2 전극

발명의 실시를 위한 형태

- [48] 본 발명은 용액공정이 가능한 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 이를 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입되어 있고 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸

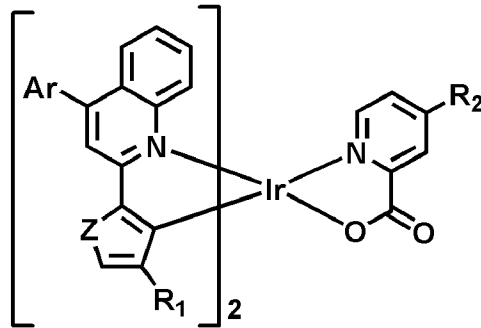
유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입된 신규한 이리듐(III) 착화합물 및 상기 이리듐(III) 착화합물을 포함하는 유기전계발광소자에 관한 것이다.

[49] 이하 본 발명을 상세히 설명한다.

[50] 본 발명은 하기 화학식 1로 표시되는 이리듐(III) 착화합물을 제공한다:

[51] [화학식 1]

[52]



[53] 상기 화학식 1에서,

[54] Ar은 (C6-C20)아릴 또는 (C3-C20)헤테로아릴이며;

[55] Z는 O, S 또는 Se 이며;

[56] R₁은 수소, 할로젠, (C1-C20)알킬, (C1-C20)알콕시, 시아나이드 또는 니트로이며;

[57] R₂는 할로젠 또는 이고;

[58] L₁은 (C6-C20)아릴렌이고;

[59] Ar₁는 (C6-C20)아릴이고;

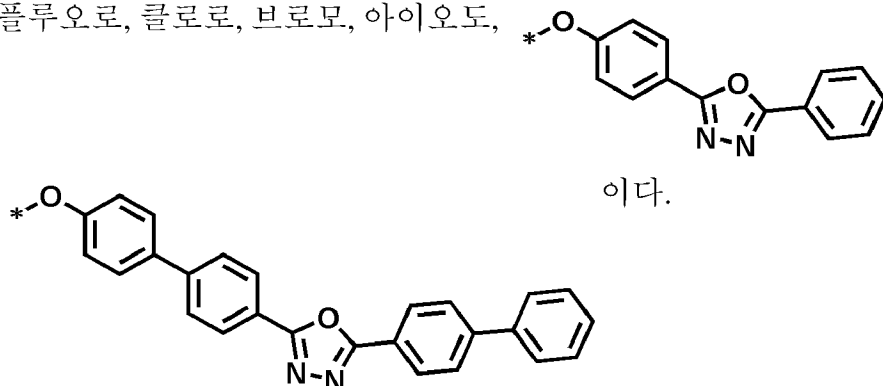
[60] 상기 Ar의 아릴 및 헤테로아릴은 서로 독립적으로 할로젠, 하이드록시, (C1-C10)알킬, (C1-C10)알콕시, (C3-C20)시클로알킬 및 (C6-C20)아릴로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 더 치환될 수 있으며;

[61] 상기 헤테로아릴은 N, O 및 S로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함한다.

[62]

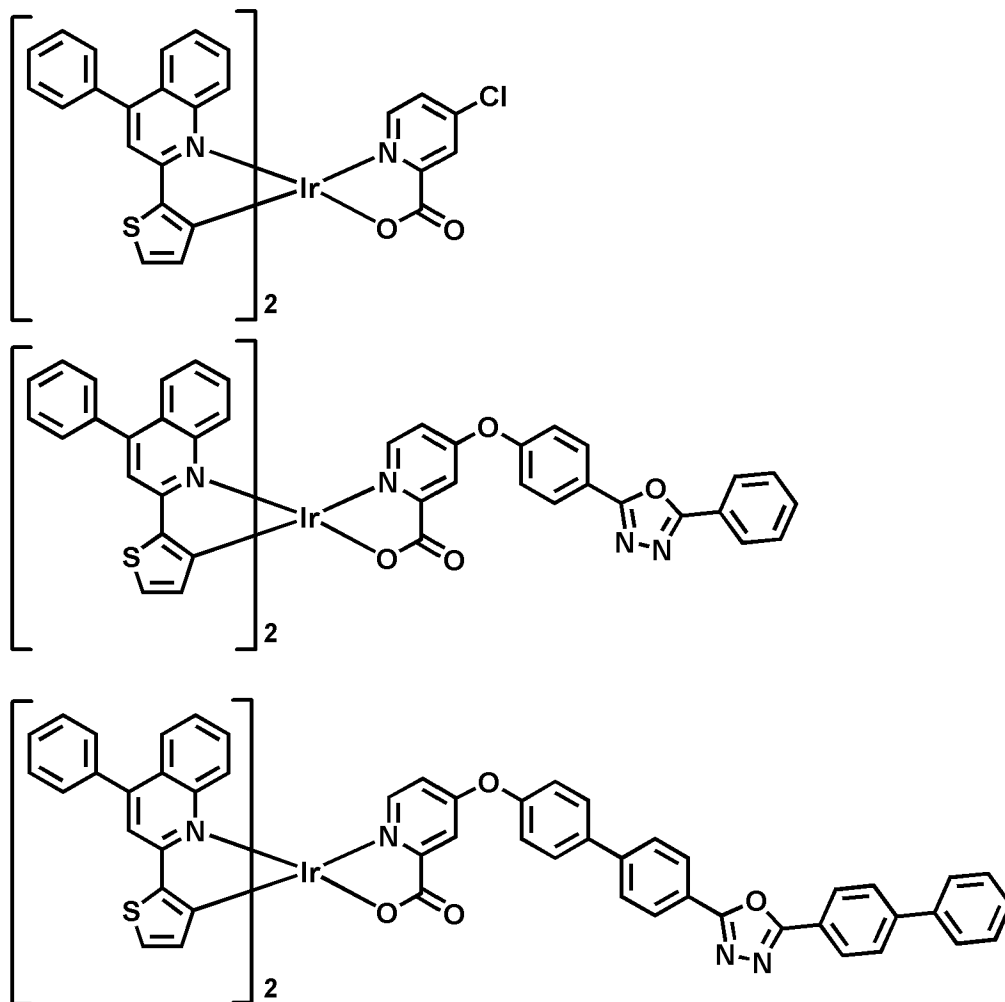
[63] 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물에서 바람직하게 상기 Ar은 (C6-C20)아릴이며; Z는 S이며; R₁은 수소이며; R₂는 할로젠 또는 이고; L₁은 (C6-C20)아릴렌이고; Ar₁는 (C6-C20)아릴이다.

[64] 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물에서 보다 바람직하게 상기 R₂는 플루오로, 클로로, 브로모, 아이오도, 또는



[65] 구체적으로 본 발명에 따른 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물은 다음 화합물로 나타낼 수 있으나 이에 한정이 있는 것은 아니다.

[66]



[67] 본 발명에 따른 화학식 1의 이리듐 착화합물은 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입됨과 동시에 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입되어 있어 발광색과 발광 효율이 크게 개선되었으며, 유기용매에 쉽게 용해될 수 있으므로 대면적의 발광 면적을 유지할 수 있을 뿐만 아니라 향상된 내열 특성과 더불어 전극과의 계면 특성이 매우 우수하며 박막 특성이 크게 우수한 발광 재료로 사용될 수 있다. 또한, 본 발명의 이리듐 착화합물은 순수한 적색 발광색을 구현할 수 있는 물질로서 이를 발광층의 도판트로 사용함으로써 적색의 용액공정이 가능한 인광용 유기전계발광소자를 제작할 수 있다.

[68]

[69] 또한, 본 발명은 상기 화학식 1의 이리듐(III) 착화합물을 발광층에 포함하는 유기전계발광소자를 제공한다.

[70] 보다 더 구체적으로, 상기 유기전계발광소자는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과

대향적으로 형성된 제 2 전극을 포함하며, 상기 발광층은 상기 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 적층되어 있는 유기전계발광소자일 수 있다.

[71] 또한, 본 발명의 유기전계발광소자는 상기 제 1 전극과 발광층 사이로 정공주입층 및 정공전달층을, 상기 발광층과 제 2 전극 사이로 전자전달층 및 전자전달층을 더 포함할 수 있다.

[72] 또한, 본 발명의 상기 이리듐(III) 착화합물은 발광층의 도판트로 포함될 수 있으며, 상기 이리듐(III) 착화합물은 발광층 총량을 기준으로 3 내지 20 중량%의 농도로 포함될 수 있다. 만약 3 내지 20 중량%의 농도를 초과하거나 부족하게 되면 발광층의 도판트의 응집(aggregation) 또는 희석(dilution) 효과에 의해서 효율이 매우 낮으며, 발광층의 상분리에 의해서 박막의 특성이 매우 나쁘게 되며, 그 결과 발광효율 등의 특성이 매우 떨어지게 된다.

[73] 이하, 본 발명에 따른 유기전계발광소자의 제조방법을 살펴보기로 한다.

[74] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 상술한 이리듐 착화합물이 적용될 수 있는 단층 형태의 유기전계발광소자(1000)를 개략적으로 도시한 것이다. 이와 같은 단층 형태의 유기전계발광소자(1000)는 기판(1100), 제 1 전극(1110), 발광층(1140) 및 제 2 전극(1170)이 순차적으로 적층된 구조를 갖는다. 상기 기판(1100)은 예를 들어 유리(glass) 또는 플라스틱과 같은 물질로 제조될 수 있다.

[75] 구체적으로, 상기 제 1 전극(1110)으로는 ITO(indium-tin oxide), FTO(Fluorine doped tin oxide), ZnO-Ga₂O₃, 또는 ZnO-Al₂O₃, SnO₂-Sb₂O₃ 등과 같은 혼합 금속산화물, 폴리아닐린(polyaniline), 폴리티오펜(polythiophene) 등의 전도성 고분자 등의 물질이 사용될 수 있으며, 바람직한 실시예에 따르면 ITO이다.

[76] 그리고, 제 2 전극(1170)은 음전하 캐리어(negative-charged carrier)인 전자(electron)를 주입하는데 효과적인 물질로서 금, 알루미늄, 구리, 은, 또는 이들의 합금; 칼슘/알루미늄 합금, 마그네슘/은 합금, 알루미늄/리튬 합금 등과 같이 알루미늄, 인듐, 칼슘, 바륨, 마그네슘 및 이들이 조합된 합금; 또는 경우에 따라서는 희토류, 란타늄족(lanthanide), 악티늄족(actinide)에 속하는 금속에서 선택될 수 있으며, 바람직하게는 알루미늄, 또는 알루미늄/칼슘 합금이다.

[77] 본 발명과 관련하여 사용될 수 있는 인광 특성을 갖는 호스트로는 아릴아민계(aryl amine), 카바졸계, 스파이로(spiro)계를 포함한다. 구체적으로는 4,4'-N,N-디카바졸-비페닐(4,4'-N,N-dicarbazole-biphenyl, CBP), N,N-디카바조일-3,5-벤젠(N,N-dicarbazoyl-3,5-benzene, mCP), 폴리비닐카바졸(poly(vinylcarbazole), PVK), 폴리플루오렌, 4,4'-비스[9-(3,6-비페닐카바졸일)]-1-1,1'-비페닐, 4,4'-비스[9-(3,6-비페닐카바졸일)]-1-1,1'-비페닐, 9,10-비스[(2',7'-t-부틸)-9',9'-스파이로비플루오레닐(spirobifluorenyl)]안트라센, 테트라플루오렌(tetrafluorene) 등의 물질을 포함할 수 있으며, 바람직하게는 CBP 및 mCP를 사용할 수 있다.

- [78] 본 발명의 발광층(1140)은 대략 5~200nm, 바람직하게는 50~100nm의 두께로 제 1 전극(1110)의 상부로 적층되는데, 본 발명에 따른 이리듐 착화합물은 도판트로써 발광층(1140)에 대하여 3 내지 20 중량%, 보다 더 구체적으로 5 내지 20중량%로 포함될 수 있다.
- [79] 한편, 본 발명에 따른 이리듐 착화합물은 상술한 단층 형태의 유기전계발광소자(1000)는 물론이고, 발광층과 전극 사이에 전자/정공 수송을 위한 별도의 층이 구비되어 있는 다층 형태의 유기전계발광소자에도 적용될 수 있는데, 도 2는 본 발명에 따라 합성된 이리듐 착화합물이 적용될 수 있는 다층 형태의 유기전계발광소자(2000)의 단면을 개략적으로 도시한 것이다. 도시된 것과 같이, 유기전계발광소자(2000)는 기판(2100), 제 1 전극(2110), 정공주입층(hole injection layer, HIL, 2120), 정공전달층(hole transporting layer, HTL, 2130), 발광층(2140), 전자전달층(electron transporting layer, ETL, 2150), 전자주입층(electron injection layer, EIL, 2160), 제 2 전극(2170)이 순차적으로 적층된 형태를 갖는다.
- [80] 이와 같이 구성되는 다층 형태의 유기전계발광소자(2000)에 있어서 제 1 전극(2110)과 발광층(2140) 사이에 적층되는 정공주입층(2120)은 제 1 전극(2100)으로 사용되는 ITO와 정공전달층(2130)으로 사용되는 유기물질 사이의 계면 특성을 개선할 뿐만 아니라 그 표면이 평탄하지 않은 ITO의 상부에 도포되어 ITO의 표면을 부드럽게 만들어주는 기능을 한다. 특히 정공주입층(2120)은 제 1 전극(2110)으로 사용될 수 있는 ITO의 일함수 수준과 정공전달층(2130)의 HOMO 수준의 차이를 조절하기 위하여 ITO의 일함수 수준과 정공전달층(2130)의 HOMO 수준의 중간값을 가지는 물질로서, 특히 적절한 전도성을 갖는 물질을 선택한다. 본 발명과 관련하여 정공주입층(2120)을 이루는 물질로는 copper phthalocyanine(CuPc), N,N'-dinaphthyl-N,N'-phenyl-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine, NPD), 4,4',4''-tris[methylphenyl(phenyl)amino] triphenyl amine(m-MTDATA), 4,4',4''-tris[1-naphthyl(phenyl)amino] triphenyl amine(1-TNATA), 4,4',4''-tris[2-naphthyl(phenyl)amino] triphenyl amine(2-TNATA), 1,3,5-tris[N-(4-diphenylaminophenyl)phenylamino] benzene(p-DPA-TDAB) 등과 같은 방향족 아민류, 전도성 고분자로서의 폴리티오펜 유도체인 poly(3,4-ethylenedioxythiophene)-poly(styrenesulfonate)(PEDOT)를 사용할 수 있는데, 본 발명의 실시예에서는 PEDOT를 사용하였다. 정공주입층(2120)은 20~200Å의 두께로 제 1 전극(2110)의 상부에 코팅될 수 있다.
- [81] 한편, 정공주입층(2120)의 상부에는 정공주입층(2120)을 통하여 들어온 정공을 안정적으로 발광층(2140)으로 공급할 수 있도록 정공전달층(2130)이 형성되는데, 정공이 원활하게 수송, 전달될 수 있도록 정공전달층(2130)의 HOMO 수준이 발광층(2140)의 HOMO 수준보다 높은 물질이 선택된다. 본 발명과 관련하여 정공전달층(2130)에 사용될 수 있는 물질로는

N,N'-bis(3-methylphenyl)-N,N'-diphenyl-[1,1'-diphenyl-4,4'-diamine(TPD), N,N'-bis(1-naphthyl)-N,N'-biphenyl-[1,1'-biphenyl]-4,4'-diamine(TPB), N, N'-di(naphthalene-1-yl)-N, N'-diphenyl-benzidine, NPB), 트리페닐아민(TPA), bis[4-(N,N-diethylamino)-2-methylphenyl](4-methylphenyl) methane(MPMP), N,N,N',N'-tetrakis(4-methylphenyl)-(1,1'-biphenyl)-4,4'-diamine(TTB), N,N'-bis(4-methylphenyl)-N,N'-bis(4-ethylphenyl)-[1,1'-(3,3'-dimethyl)biphenyl]-4,4'-diamine(ETPD) 등과 같은 저분자 정공 전달 물질과; 폴리비닐카바졸, 폴리아닐린, (페닐메닐)폴리실란 등의 고분자 정공 전달 물질이 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예 1과 2에 따르면 정공전달층(2130)으로 NPB를 사용하였으며, 정공주입층(2130)은 약 10~100 nm의 두께로 정공주입층(2120)의 상부로 증착될 수 있다.

[82] 본 발명에 따르면 발광층(2140)과 제 2 전극(2170) 사이로 정공주입층(2120) 및 정공전달층(2130)에 대응될 수 있는 전자주입층(2160) 및 전자전달층(2150)이 형성된다. 전자주입층(2160)은 원활한 전자 주입을 유도하기 위한 것으로, 다른 전하 이동층과 달리 LiF, BaF₂, CsF 등과 같이 알칼리 금속 또는 알칼리토류 금속 이온 형태가 사용되는데, 이들 금속 양이온에 의하여 전자전달층(2150)에 대한 도핑을 유도할 수 있도록 구성될 수 있다.

[83] 전자전달층(2150)은 주로 전자를 끌어당기는 화학 성분이 포함된 재료로 구성되는데, 이를 위해서는 높은 전자 이동도가 요구되며 원활한 전자 수송을 통하여 발광층(2140)으로 전자를 안정적으로 공급한다. 본 발명에 따라 사용될 수 있는 전자전달층으로는 Alq₃ 및 옥사디아졸(oxadizole) 성분을 포함한다. 구체적으로는 Tris(8-hydroxyquinolino)aluminum(Alq₃); 2,9-dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthroline(DDPA); 2-(4-biphenyl)-5-(4-tert-butyl)-1,3,4-oxadizole(PBD), 3-(4-biphenyl)-4-phenyl-5-(4-tert-butyl)-1,2,4-triazole(TAZ)과 같은 아졸 화합물; phenylquinoxaline; 3,3'-[5'-[3-(3-Pyridinyl)phenyl] [1,1':3',1''-terphenyl]-3,3''-diyl] bispyridine (TmPyPB) 등을 포함한다. 본 발명의 실시예에서는 TmPyPB를 전자전달층(2150)으로 사용하였으며, 전자전달층(2150)은 5~150 nm의 두께로 발광층(2140)의 상부에 적층될 수 있다.

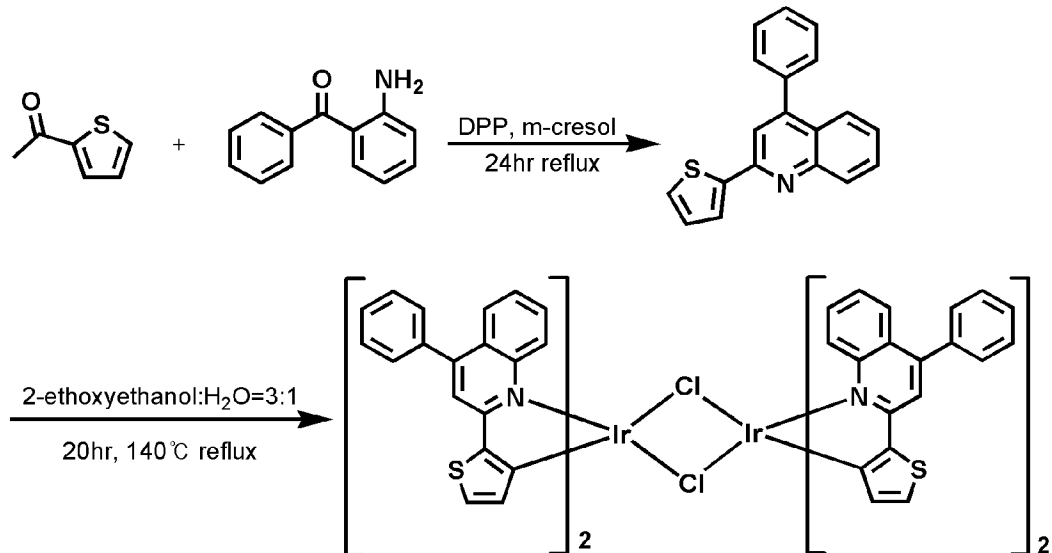
[84]

[85] 이하, 본 발명을 제조에 및 실시예에 의거하여 본 발명에 따른 신규한 이리듐(III) 착화합물, 이의 제조방법 및 소자의 발광특성을 예시하나, 하기의 실시예들은 본 발명에 대한 이해를 돕기 위한 것으로서, 본 발명의 범위가 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[86]

[87] [제조예 1] 염소-가교화 이합체(chloride-bridged dimer)의 제조

[88]

[89] 4-페닐-2-(티오펜-2-일)퀴놀린의 제조

[90] 삼구 플라스크에 1-(티오펜-2-일)에타논 (1.43 g, 11.3 mmol), 2-아미노벤조페논 (2-aminobenzophenone, 2.46 g, 12.5 mmol), 디페닐포스페이트 (diphenyl phosphate, 3.41 g, 13.6 mmol), 메타크레졸 (m-cresol, 8.0 mL)를 넣고 질소분위기에서 상온에서 20분 동안 교반 후 다시 12시간 동안 환류시켰다. 삼구 플라스크를 상온으로 냉각시킨 후 메틸렌 클로라이드 (methylene chloride, 60 mL)와 10% 수산화나트륨 (NaOH) 수용액을 첨가한 후 유기층을 분리하였다. 얻어진 유기층은 증류수로 여러번 세척 후 황산마그네슘을 이용하여 건조시킨 뒤 헥산과 에틸아세테이트를 이용하여 칼럼크로마토그래피 방법으로 분리하여 4-페닐-2-(티오펜-2-일)퀴놀린을 얻었다(2.5 g, 수율: 77 %).

[91] ¹H NMR (CDCl₃) δ (ppm): 7.41-7.47 (m, 2H), 7.08-7.19 (m, 3H), 6.83-6.95 (m, 2H), 3.89-3.84 (t, J=7.8Hz, 2H), 2.58 (s, 3H), 1.82 (m, 2H), 1.25 (m, 4H), 0.98 (t, J=6.6Hz, 3H); ¹³C NMR (CDCl₃) δ (ppm): 199.8, 144.9, 144.8, 136.1, 132.1, 132.0, 128.2, 122.7, 119.7, 118.9, 47.4, 31.5, 29.3, 27.5, 27.0, 22.7, 14.1

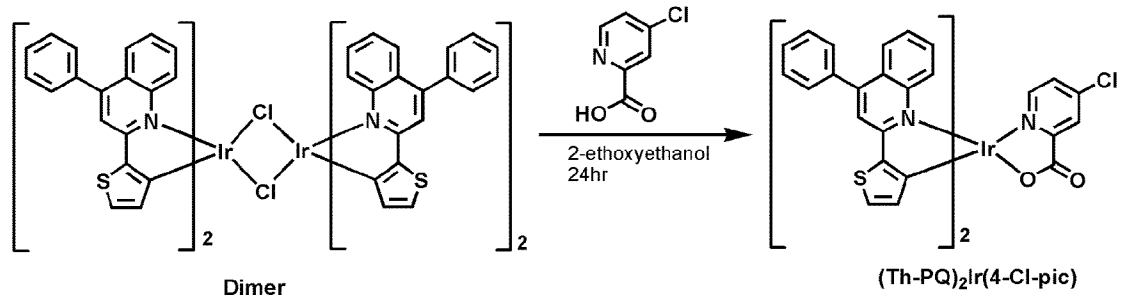
[92] 염소-가교화 이합체의 제조

[93] 질소 분위기하에서 4-페닐-2-(티오펜-2-일)퀴놀린 (5 g, 17.40 mmol)과 이리듐클로라이드수화물 (IrCl₃·3H₂O) (2.08 g, 6.96 mmol)을 2-에톡시에탄올과 증류수 (80 mL, 3:1 v/v)에 녹인 용액을 140°C에서 24시간동안 교반하였다. 이어서 교반된 용액을 상온으로 냉각시킨 후, 생성된 노란색 고체를 여과하고 물-에탄올(3:1)로 잘 세척하여 원하는 생성물인 염소-가교화 이합체를 얻었다(3.36 g, 수율: 60%).

[94]

[95] [실시에 1] 4-페닐-2-(티오펜-2-일)퀴놀린 주리간드와 4-클로로피콜리닉산의 보조리간드를 갖는 이리듐 착화합물{(Th-PQ)₂Ir(4-Cl-pic)}의 합성

[96]



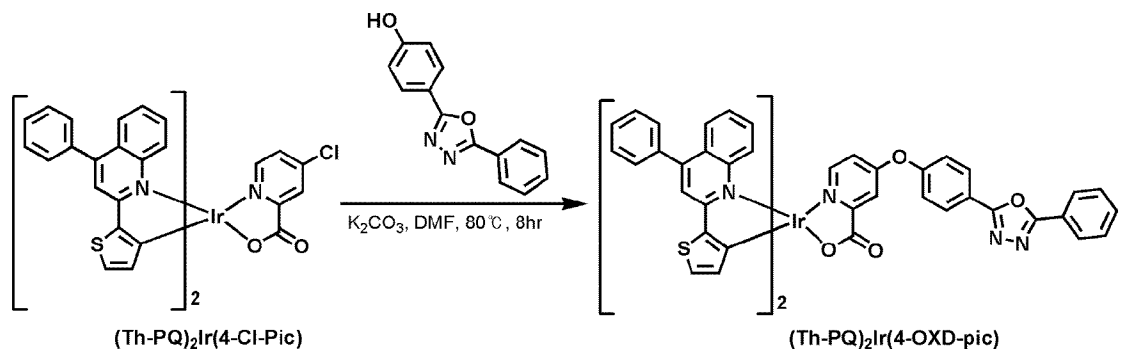
[97] 염소-가교화 이합체 (2.3 g, 1.44 mmol), 4-클로로피콜리닉산 (0.68 g, 4.31 mmol), K_2CO_3 (1.99 g, 14.4 mmol)에 2-에톡시에탄올 (20 mL)를 가하여 8시간 환류하였다. 환류시킨 용액을 상온으로 냉각시킨 뒤 생성된 고체를 여과하고 물-에탄올(3:1)로 잘 세척하여 보조리간드로 4-클로로피콜리닉산이 도입된 이리듐 착화합물을 얻었다(0.84g, 수율: 63%). 이하, 본 실시예를 통하여 얻어진 이리듐 착화합물은 "(Th-PQ)₂Ir(4-Cl-pic)"로 약칭한다. 본 실시예에 따라 얻어진 이리듐 착화합물의 NMR 결과가 하기에 표시되어 있다.

[98] 1H NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ (ppm) 8.73-8.70 (d, 1H), 7.96 (s, 1H), 7.85-7.83 (d, 1H), 7.75-7.72 (d, 2H), 7.67-7.63 (m, 3H), 7.61-7.55 (m, 10H), 7.39-7.33 (m, 3H), 7.22-7.15 (m, 3H), 6.96-6.95 (m, 1H), 6.66-6.64 (m, 1H), 6.19-6.17 (m, 1H); ^{13}C NMR (300 MHz, $CDCl_3$): δ (ppm) 171.8, 166.6, 165.2, 154.38, 152.91, 152.82, 151.57, 149.80, 148.96, 147.64, 146.51, 141.52, 139.29, 137.40, 137.36, 134.79, 133.5, 132.20, 130.99, 130.09, 130.01, 129.87, 129.27, 129.13, 128.98, 128.34, 128.27, 126.52, 126.36, 125.88, 125.68, 124.94, 124.79, 117.98, 116.9; Calcd for $C_{44}H_{27}ClIrN_3O_2S_2$: C, 57.35; H, 2.95; N, 4.56. Found: C, 57.24; H, 2.82; N, 4.52. HRESI-MS $[M+H]^+$: m/z found 921.4926, calcd for 921.49.

[99]

[100] [실시예 2] 4-페닐-2-(티오펜-2-일)퀴놀린 주리간드와 4-옥사디아졸피콜리닉산을 보조리간드를 갖는 이리듐 착화합물 $\{(Th-PQ)_2Ir(4-OKD-pic)\}$ 의 합성

[101]



[102] 실시예 1에서 합성되어진 이리듐 착화합물 $\{(Th-PQ)_2Ir(4-Cl-pic)\}$ (1g, 0.57 mmol)과 4-(5-페닐-1,3,4-옥사디아졸-2-일)페놀 (1g, 0.57 mmol), 그리고 K_2CO_3 (0.60 g, 5.7 mmol)을 DMF (10 mL)에 녹인 후 80°C에서 질소 분위기에서 12시간

환류시켰다. 반응이 종료된 후 반응혼합물을 냉각시킨 후 물에 넣은 후 메틸렌클로라이드로 추출을 하고 무수 MgSO_4 로 수분을 제거한 후 에틸아세테이트:메틸렌클로라이드:헥산 (3:5:5, v/v/v) 비율로 컬럼크로마토그래피로 분리를 하여 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 을 얻었다(0.36 g, 수율: 59%). 본 실시예에 따라 얻어진 이리듐 착화합물의 NMR 결과가 하기에 표시되어 있다.

- [103] ^1H NMR (300 MHz, CDCl_3): δ (ppm) 8.80-8.77 (d, 1H), 8.17-8.15 (m, 4H), 7.87-7.85 (d, 1H), 7.81-7.77 (m, 3H), 7.71 (s, 1H), 7.65-7.57 (m, 16H), 7.41-7.36 (m, 3H), 7.19-7.17 (m, 3H), 7.07-7.02 (m, 2H), 6.70-6.69 (d, 1H), 6.21-6.19 (d, 1H); ^{13}C NMR (300 MHz, CDCl_3): δ (ppm) 171.81, 166.86, 165.55, 155.96, 153.57, 151.40, 150.04, 149.05, 139.25, 137.49, 133.62, 132.11, 130.94, 129.88, 129.55, 129.36, 129.03, 128.98, 127.24, 126.63, 126.41, 125.76, 124.93, 124.02, 122.12, 121.69, 115.24; IR(NaCl cell, cm^{-1}): 3057, 2355, 1652, 1596, 1539, 1495, 1452, 1425, 1325, 1290, 1242, 1203, 885, 846, 767, 732, 702, 584; Calcd for $\text{C}_{58}\text{H}_{36}\text{IrN}_5\text{O}_4\text{S}_2$: C, 62.02; H, 3.23; N, 6.23. Found: C, 62.01; H, 3.21; N, 6.20. HRESI-MS $[\text{M}+\text{H}]^+$: m/z found 1123.2761, calcd for 1123.27.

[104]

[105] [실시예 3] 이리듐(III)착화합물의 흡수스펙트럼 측정

[106] 본 실시예에서는 상기 실시예 2의 과정을 통하여 각각 합성된 이리듐 착화합물인 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 의 발광재료를 클로로포름에 용해시킨 상태에서 Shimadzu UV-3100 spectrometer를 사용하여 UV-visible 흡수스펙트럼을 측정하였다.

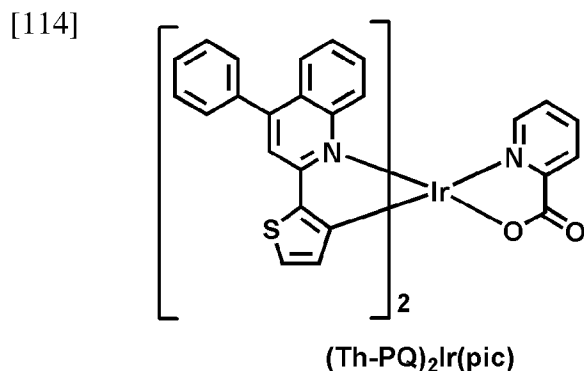
[107] 도 3은 상기 실시예 2에서 합성된 이리듐 착화합물인 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 발광재료에 대한 UV-visible 흡수 스펙트럼 측정 결과를 도시한 그래프이다. 본 발명에 따라 합성된 이리듐 착화합물의 UV 흡수 피크를 살펴보면, 약 400 nm 보다 단파장에서는 페닐퀴놀린과 티오펜 유도체의 전이현상이 일어나며, 보조리간드가 도입된 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 의 경우 장파장 약 492 nm에서 단일항과 삼중항의 중심금속-리간드간의 전하전달 상태가 일어남을 알 수 있다.

[108]

[109] [실시예 4] 이리듐 착화합물의 용액 상태에서의 photoluminescence (PL) 측정 및 OLED 소자 특성

[110] 본 실시예에서는 상기 실시예 2에서 합성된 발광재료인 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 을 클로로포름에 용해시킨 상태에서 Hitachi F-4500으로 PL을 측정하였다. 각각의 이리듐계 발광재료에서 측정된 UV 최대 흡수파장을 여기파장으로 하여 PL을 측정하였으며, 도 4는 상기 실시예 2에서 합성된 보조리간드가 도입된 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 의 경우 발광재료에 대한 PL 측정 결과를 612 nm에서 최대 발광 피크가 형성되며 순수한 적색의 발광색을 나타냄을 알 수 있다.

- [111] 상기 실시예 2에서 합성된 이리듐 착화합물인 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 을 이용하여 ITO/PEDOT:PSS/TCTA:TPBi:이리듐착화합물nm/PmPyPB/LiF/Al 형태의 OLED 소자를 제작하여 특성을 측정한 결과 도 5에서와 같이 EL 스펙트럼의 경우 625 nm에서 나타나고 있으며 색좌표는 (0.675, 0.323)로 매우 우수함을 알 수 있다.
- [112] 선행문헌의 $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$ 은 약 620 nm에서 최대 발광, 675 nm에서 발광피크를 나타내는 것에 비해 본 발명의 실시예 화합물들은 625 nm에서 최대의 발광피크가 형성되어 적색 발광특성 및 색순도에 있어서 더 향상되었다는 점을 확인 할 수 있었다.
- [113] 도 6 및 도 7은 각각 본 발명의 실시예 2에서 합성된 이리듐 착화합물인 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 및 하기 구조의 이리듐 착화합물 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(\text{pic})$ 의 전류밀도-전압-휘도 특성 및 휘도에 따른 외부 양자효율을 나타내는 도면으로, 이리듐 착화합물의 주리간드가 동일하고 보조리간드인 피콜리닉산의 4번 위치에 치환체체의 도입 유무에 따른 전류밀도-전압-휘도 특성 및 휘도에 따른 외부 양자효율을 각각 보여준다.



- [115] 도 6으로부터 본 발명의 실시예 2에서 합성된 이리듐 착화합물 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 의 구동전압은 약 6V 정도이며, 최대 휘도는 1350 cd/m^2 로, 동일한 구조의 이리듐 착화합물에서 보조리간드인 피콜리닉산의 4번 위치에 수소 이외의 치환체가 도입되는 경우 구동전압이 낮아지는 것을 알 수 있었다.
- [116] 도 7로부터 본 발명의 실시예 2에서 합성된 이리듐 착화합물 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(4\text{-OXD-pic})$ 의 최대 외부 양자효율이 20.59%인 반면, 보조리간드인 피콜리닉산의 4번 위치에 수소만 치환된 이리듐 착화합물 $(\text{Th-PQ})_2\text{Ir}(\text{pic})$ 의 최대 외부 양자효율은 5.92%로, 동일한 구조의 이리듐 착화합물에서 보조리간드인 피콜리닉산의 4번 위치에 수소 이외의 치환체가 도입되는 경우 최대 외부 양자효율 특성이 매우 우수함을 알 수 있었다.
- [117] 비교예인 $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$ 이 도입된 ITO/NPD/CBP: $\text{Ir}(\text{btp})_2(\text{acac})$ /BCP/Alq₃/MgAg/Ag 형태의 OLED 소자를 제작하여 특성을 측정한 결과 도 8에서와 같이 최대 외부 양자효율이 6%임을 알 수 있다.

산업상 이용가능성

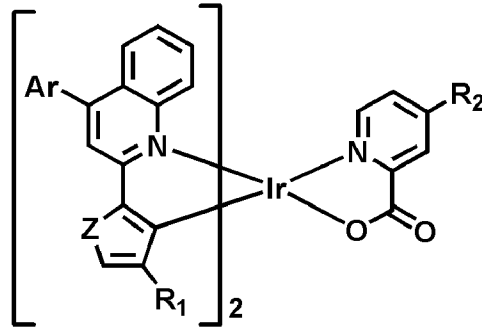
- [118] 본 발명에 따른 이리듐(III) 착화합물은 적색 인광 화합물로, 주리간드로서 퀴놀린 및 티오펜 유도체가 도입됨과 동시에 보조리간드로 피콜리닉산의 질소 원자에 대하여 파라 위치에 할로젠 유도체 또는 전자수송 특성을 나타내는 옥사디아졸 유도체가 치환된 피콜리닉산 유도체가 도입되어 있어 우수한 발광특성 및 휘도 특성을 갖을 뿐만 아니라 높은 색순도를 구현할 수 있다. 또한, 본 발명에 따른 이리듐(III) 착화합물은 유기용매에 대한 향상된 가용성과 내열성으로 전극과의 계면 특성이 우수하기 때문에 유기전계발광소자 제작시 용액공정이 가능하다.

청구범위

[청구항 1]

하기 화학식 1로 표시되는 이리듐(III) 착화합물.

[화학식 1]



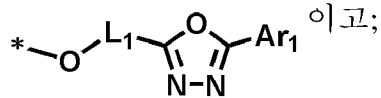
상기 화학식 1에서,

Ar은 (C6-C20)아릴 또는 (C3-C20)헤테로아릴이며;

Z는 O, S 또는 Se 이며;

R₁은 수소, 할로젠, (C1-C20)알킬, (C1-C20)알콕시, 시아나이드 또는 니트로이며;

R₂는 할로젠 또는



L₁은 (C6-C20)아릴렌이고;

Ar₁는 (C6-C20)아릴이고;

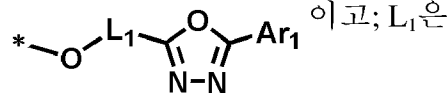
상기 Ar의 아릴 및 헤테로아릴은 서로 독립적으로 할로젠, 하이드록시, (C1-C10)알킬, (C1-C10)알콕시, (C3-C20)시클로알킬 및 (C6-C20)아릴로부터 선택되는 하나 이상의 치환기로 더 치환될 수 있으며;

상기 헤테로아릴은 N, O 및 S로부터 선택되는 하나 이상의 헤테로원자를 포함한다.

[청구항 2]

제 1항에 있어서,

상기 Ar은 (C6-C20)아릴이며; Z는 S이며; R₁은 수소이며; R₂는 할로젠 또는

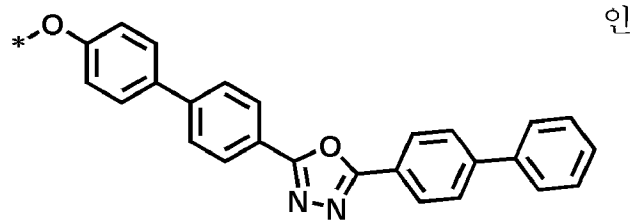


(C6-C20)아릴렌이고; Ar₁는 (C6-C20)아릴인 이리듐(III)착화합물.

[청구항 3]

제 2항에 있어서,

상기 R₂는 플루오로, 클로로, 브로모, 아이오도,



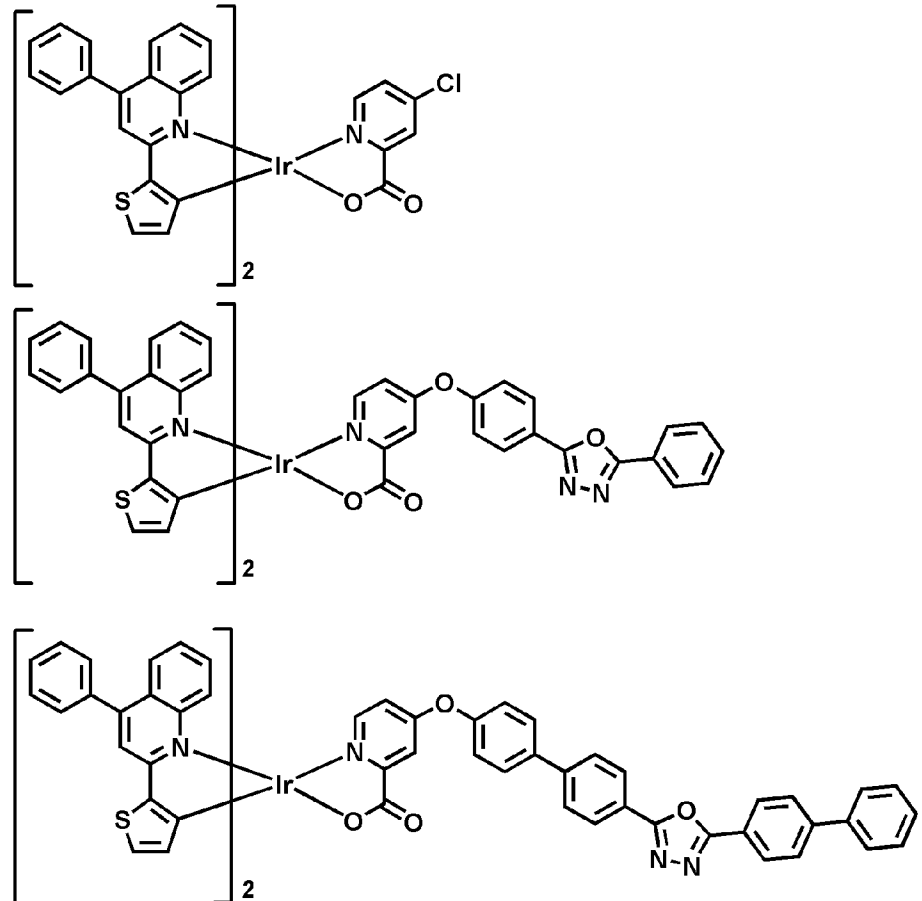
이리듐(III)착화합물.

[청구항 4]

제 1항에 있어서,

하기 화합물로부터 선택되는 것을 특징으로 하는

이리듐(III)착화합물.



[청구항 5]

제 1항 내지 제 4항에서 선택되는 어느 한 항에 따른 이리듐(III)

착화합물을 발광층에 포함하는 유기전계발광소자.

[청구항 6]

제 5항에 있어서,

상기 유기전계발광소자는 제 1 전극과, 상기 제 1 전극과

대향적으로 형성된 제 2 전극을 포함하며, 상기 발광층은 상기 제 1

전극과 제 2 전극 사이에 적층되어 있는 것을 특징으로 하는

유기전계발광소자.

[청구항 7]

제 6항에 있어서,

상기 제 1 전극과 발광층 사이로 정공주입층 및 정공전달층을,

상기 발광층과 제 2 전극 사이로 전자전달층 및 전자전달층을 더욱 포함하는 유기전계발광소자.

[청구항 8]

제 5항에 있어서,

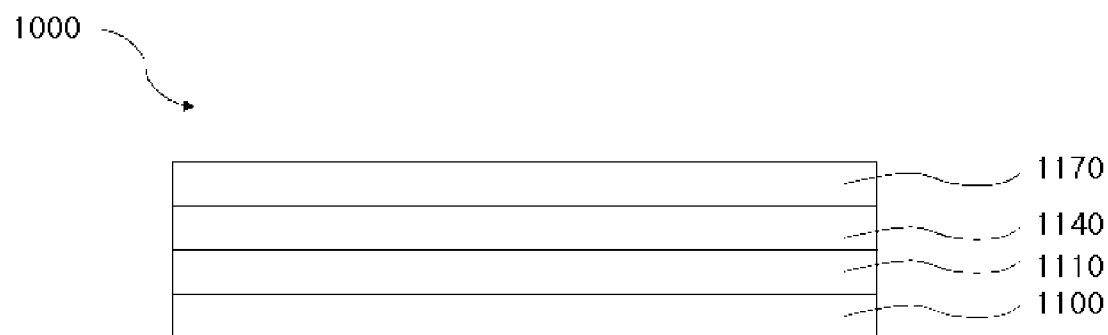
상기 이리듐(III)착화합물을 발광층의 도판트로 포함되는 것을 특징으로 하는 유기 전계발광소자.

[청구항 9]

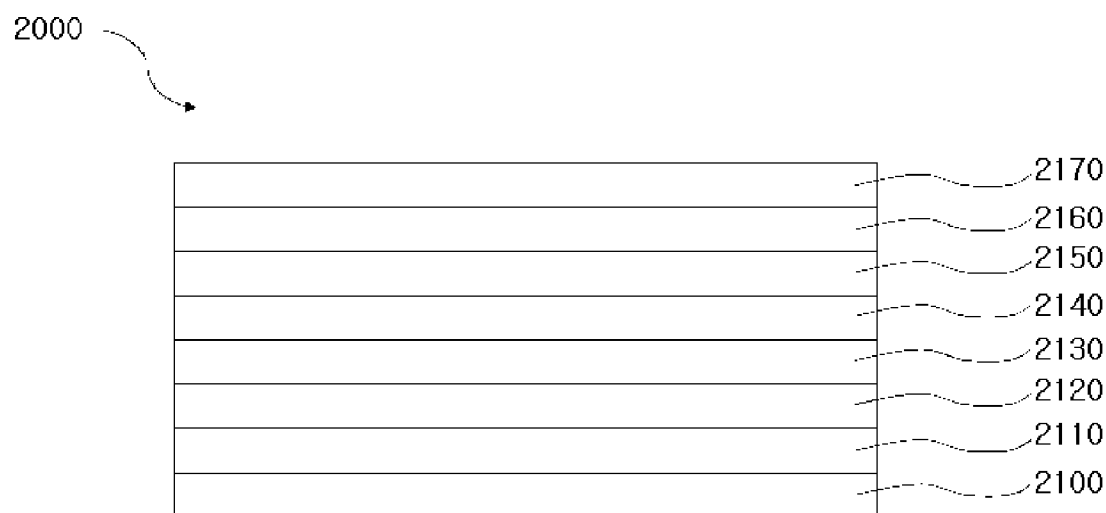
제 8항에 있어서,

상기 이리듐(III)착화합물은 발광층 총량을 기준으로 3~20 중량%의 농도로 포함되어 있는 것을 특징으로 하는 유기전계발광소자.

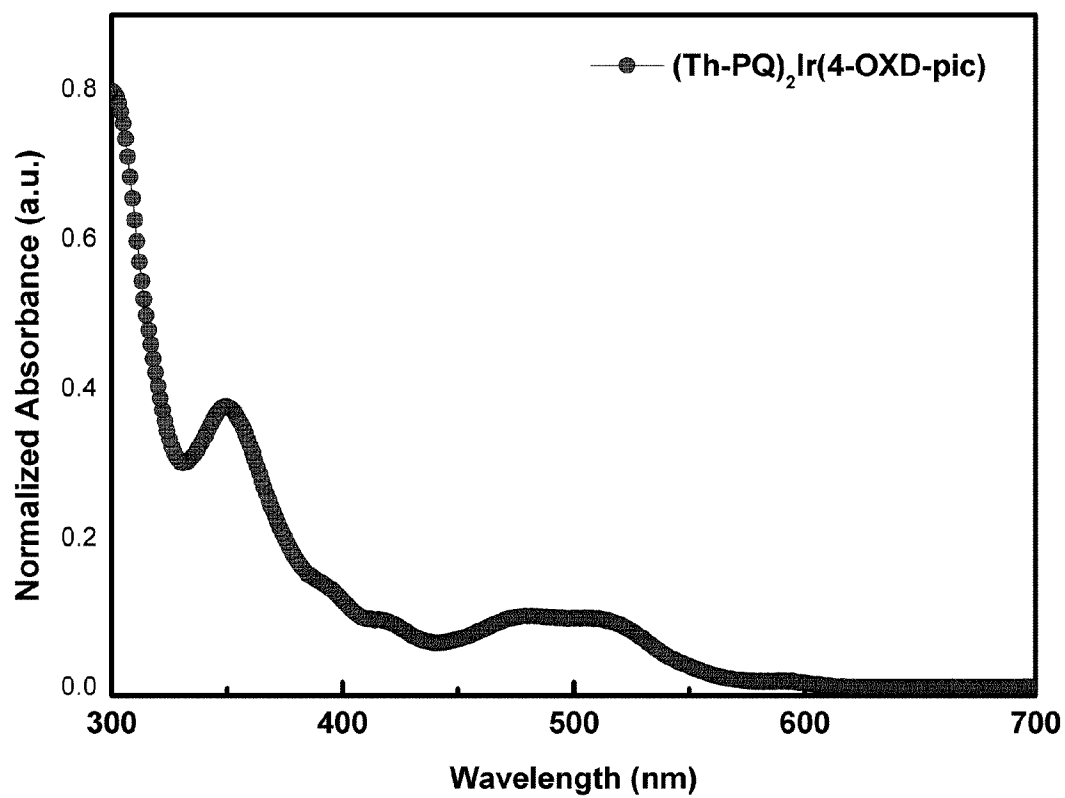
[Fig. 1]



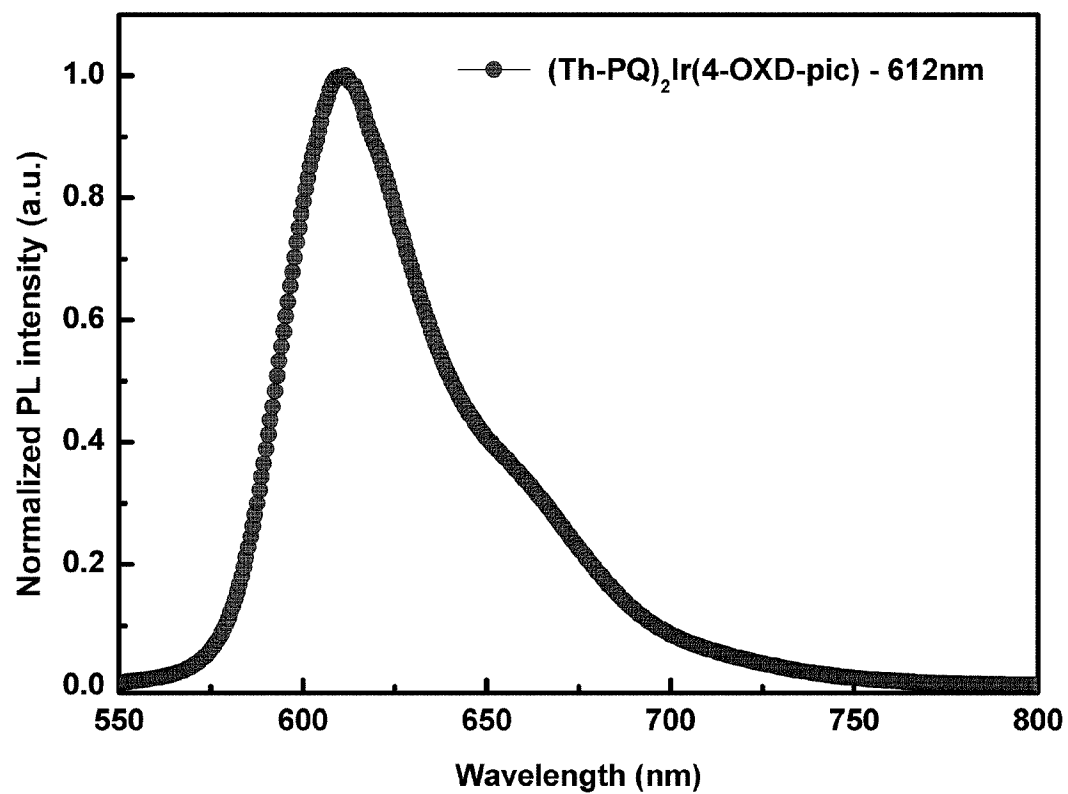
[Fig. 2]



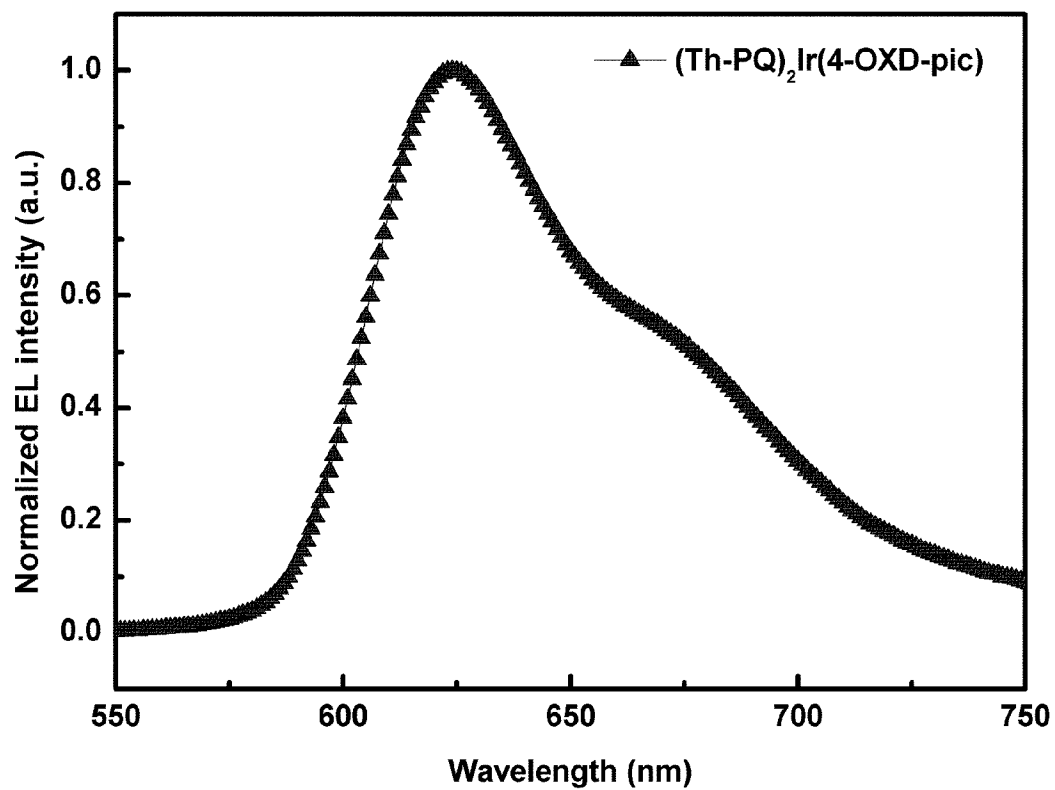
[Fig. 3]



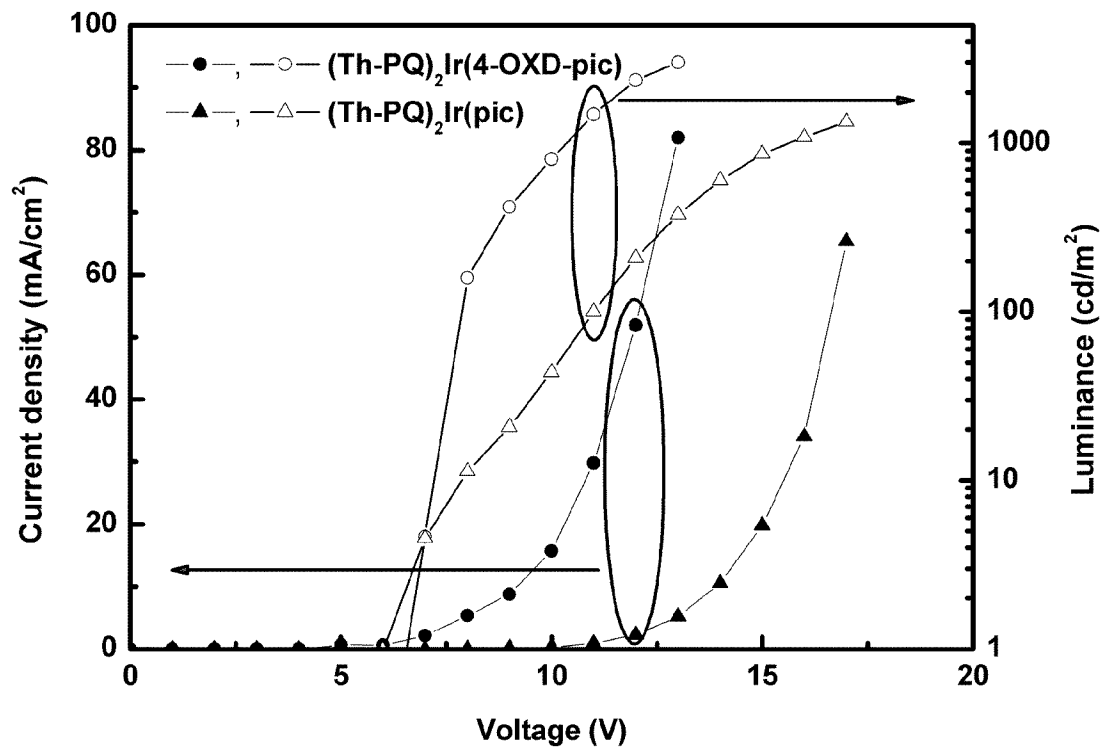
[Fig. 4]



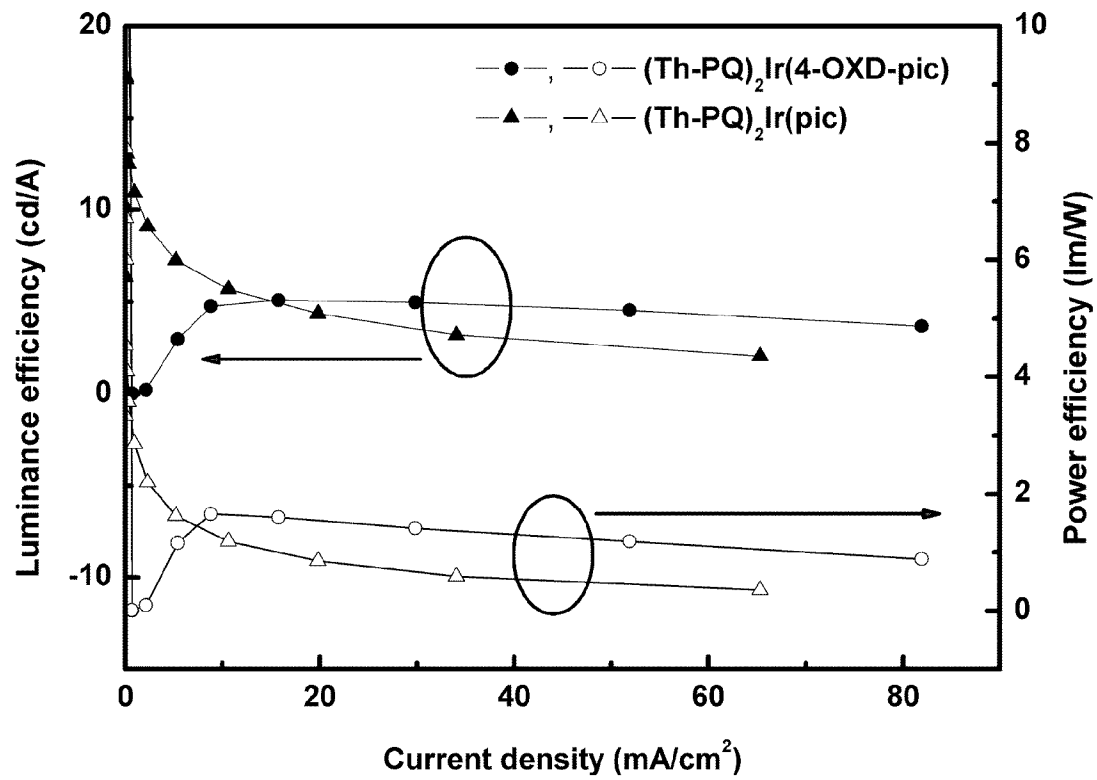
[Fig. 5]



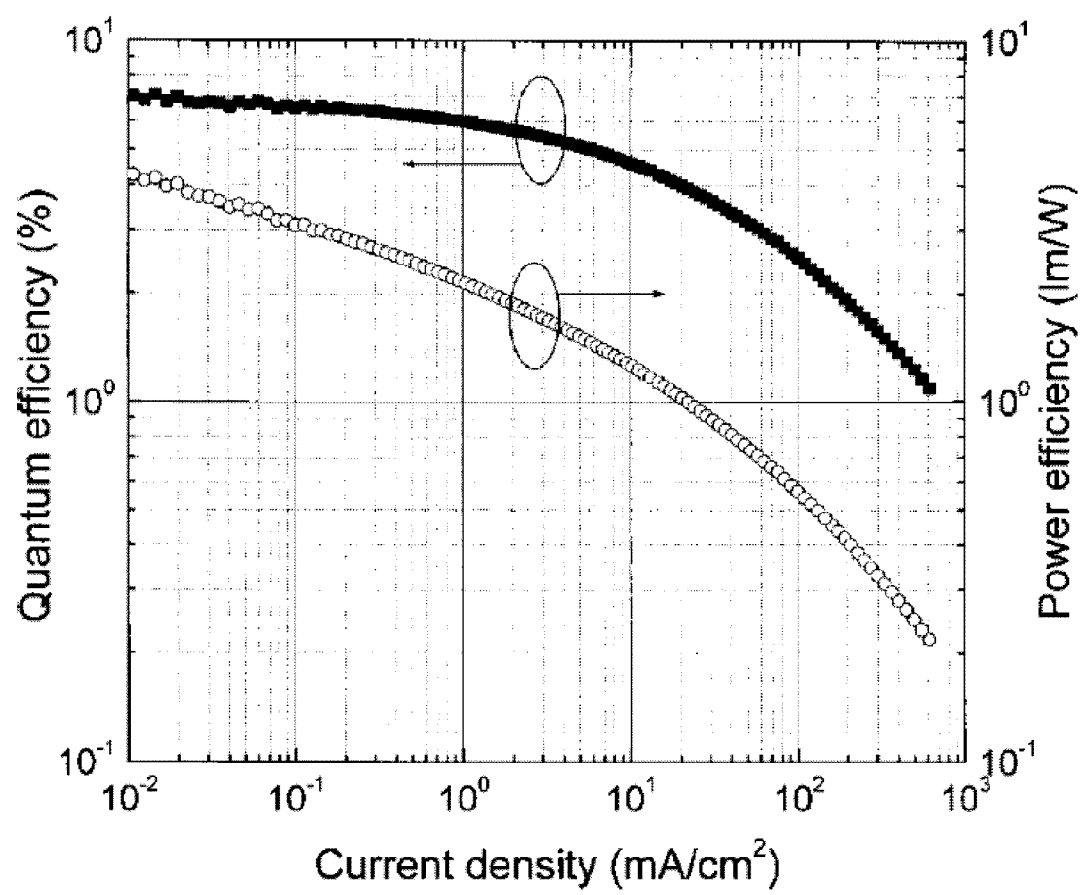
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/001826**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****C07F 15/00(2006.01)i, C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C07F 15/00; C07F 17/02; C09K 11/06; H01L 51/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: iridium complex, picolinic acid, oxadizole, organic light-emitting diode(OLED)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1065541 B1 (PUSAN NATIONAL UNIVERSITY TECHNOLOGY HOLDINGS CO., LTD) 19 September 2011 See abstract; the examples; figure 1; and the claims.	1-9
A	KR 10-2005-0014708 A (CHI MEI OPTOELECTRONICS CORPORATION) 07 February 2005 See abstract; page 12 compounds 8 and 9; and the claims.	1-9
A	KR 10-2002-0075356 A (JIN, Sung Ho) 04 October 2002 See abstract; figure 1; and the claims.	1-9
A	YAN TANG et al., "Rational design of an 'OFF-ON' phosphorescent chemodosimeter based on an iridium(III) complex and its application for time-resolved luminescent detection and bioimaging of cystein and homocystein", Chem. Eur. J., Vol. 19, pp. 1311-1319 (2013) See abstract; and scheme 2.	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 MAY 2015 (07.05.2015)

Date of mailing of the international search report

11 MAY 2015 (11.05.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/001826

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1065541 B1	19/09/2011	KR 10-2010-0110959 A	14/10/2010
KR 10-2005-0014708 A	07/02/2005	JP 04410631 B2	03/02/2010
		JP 2005-097549 A	14/04/2005
		US 2005-0025995 A1	03/02/2005
		US 7560176 B2	14/07/2009
KR 10-2002-0075356 A	04/10/2002	KR 10-0510094 B1	24/08/2005

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

C07F 15/00(2006.01)i, C09K 11/06(2006.01)i, H01L 51/50(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

C07F 15/00; C07F 17/02; C09K 11/06; H01L 51/50

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 이리듐 착체, 피콜리닉산, 옥사디아졸, 유기전계발광소자

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1065541 B1 (부산대학교기술지주주식회사) 2011.09.19 요약; 실시예; 도면1; 및 청구항 참조.	1-9
A	KR 10-2005-0014708 A (치 메이 오토일렉트로닉스 코퍼레이션) 2005.02.07 요약; 제12쪽 화합물 8 및 9; 및 청구항 참조.	1-9
A	KR 10-2002-0075356 A (진성호) 2002.10.04 요약; 도면1; 및 청구항 참조.	1-9
A	YAN TANG et al., "Rational design of an "OFF-ON" phosphorescent chemodosimeter based on an iridium(III) complex and its application for time-resolved luminescent detection and bioimaging of cysteine and homocysteine", Chem. Eur. J., Vol.19, pp.1311-1319 (2013) 초록; 및 Scheme 2 참조.	1-9

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 05월 07일 (07.05.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 05월 11일 (11.05.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,

4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

이연주

전화번호 +82-42-481-3477



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1065541 B1	2011/09/19	KR 10-2010-0110959 A	2010/10/14
KR 10-2005-0014708 A	2005/02/07	JP 04410631 B2	2010/02/03
		JP 2005-097549 A	2005/04/14
		US 2005-0025995 A1	2005/02/03
		US 7560176 B2	2009/07/14
KR 10-2002-0075356 A	2002/10/04	KR 10-0510094 B1	2005/08/24