



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 334**

51 Int. Cl.:

**C07F 15/00** (2006.01)

**C07F 19/00** (2006.01)

**H01L 51/50** (2006.01)

**H01L 27/32** (2006.01)

**H05B 33/14** (2006.01)

**C09K 11/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08760532 .5**

96 Fecha de presentación : **05.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2155764**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.02.2010**

54

Título: **Material emisor de luz.**

30

Prioridad: **08.06.2007 EP 07109875**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.07.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.07.2011**

73

Titular/es: **SOLVAY (Société Anonyme)**  
**rue du Prince Albert, 33**  
**1050 Bruxelles, BE**

72

Inventor/es: **Nazeeruddin, Mohammad Khaja;**  
**Evans, Nicholas y**  
**Graetzel, Michael**

74

Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

ES 2 362 334 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Material emisor de luz.

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere un material emisor de luz y al uso de dicho material. La presente invención se refiere, además, a un dispositivo emisor de luz capaz de convertir energía eléctrica en luz.

**Técnica de antecedentes**

Hoy en día están siendo activamente investigados y desarrollados diversos dispositivos de representación, particularmente los basados en la electroluminiscencia (EL) a partir de materiales orgánicos.

10 Contrariamente a la fotoluminiscencia (es decir, la emisión de luz procedente de un material activo debido a la absorción óptica y la relajación mediante desintegración radiactiva de un estado excitado), la electroluminiscencia (EL) se refiere a la generación no térmica de luz que resulta de aplicar un campo eléctrico a un sustrato. En este último caso, la excitación se consigue recombinando los portadores de carga de signos contrarios (electrones y huecos) se inyectan en un semiconductor orgánico en presencia de un circuito externo.

15 Un prototipo sencillo de un diodo orgánico de emisión de luz (OLED- acrónimo del inglés organic light emitting diode), es decir un OLED de una sola capa, está típicamente compuesto por una película delgada hecha de un material orgánico activo que está emparedado entre dos electrodos. Un electrodo necesita ser semitransparente con el fin de observar la emisión de luz procedente de la capa orgánica. Típicamente, en calidad de ánodo se utiliza un sustrato de vidrio revestido con óxido de indio y estaño (ITO- acrónimo de indium tin oxide).

20 Si se aplica un voltaje externo a los dos electrodos, entonces los portadores de carga (es decir, los huecos) en el ánodo y los electrones en el cátodo se inyectan en la capa orgánica por debajo de un voltaje umbral específico que depende del material orgánico empleado. En presencia de un campo eléctrico, los portadores de carga se mueven a través de la capa activa y se descargan de manera no radiactiva cuando alcanzan al electrodo de carga opuesta. Sin embargo, si un hueco y un electrón topan uno con otro al tiempo que atraviesan la capa orgánica, se forman entonces estados excitados de singletes (antisimétricos) y tripletes (simétricos) (los denominados excitones). Así, la luz es generada en el material orgánico a partir de la desintegración de estados moleculares excitados (o excitones). Por cada tres excitones tripletes que se forman mediante la excitación eléctrica en un OLED, solamente se crea un excitón de estado simétrico (singlete).

30 Muchos materiales orgánicos exhiben fluorescencia (es decir, luminiscencia procedente de un proceso de simetría permitida) a partir de excitones singletes que puede ser eficaz, dado que este proceso se produce entre estados de la misma simetría. Por el contrario, si la simetría de un excitón es distinta de la del estado base, entonces se anula la relajación radiactiva del excitón y la luminiscencia será lenta e ineficaz. Dado que el estado base es habitualmente antisimétrico, la desintegración a partir de un triplete rompe la simetría. Así, se anula este proceso y la eficacia de la EL es muy baja. Por lo tanto, la energía contenida en los estados triplete se desperdicia en su mayor parte.

35 La luminiscencia procedente de un proceso de simetría acumulada es conocida como fosforescencia. Típicamente, la fosforescencia puede durar hasta varios segundos después de la excitación debido a la baja probabilidad de la transición, que es diferente de la fluorescencia que procede de la desintegración rápida.

Sin embargo, se han identificado solamente unos pocos materiales orgánicos que muestran una fosforescencia eficaz a la temperatura ambiente a partir de tripletes.

40 Si los materiales fosforescentes se utilizan con éxito, entonces esto alberga enormes promesas y beneficios para dispositivos electroluminiscentes orgánicos. Por ejemplo, la ventaja de utilizar materiales fosforescentes es que todos los excitones (formados al combinar huecos y electrones en una EL) que son (en parte) dispositivos fosforescentes basados en tripletes, pueden participar en la transferencia de energía y en la luminiscencia. Esto se puede conseguir mediante la propia emisión de fosforescencia. Alternativamente, esto se puede lograr utilizando materiales fosforescentes para mejorar la eficacia del proceso de fluorescencia en forma de un hospedador fosforescente o un dopante en un huésped fluorescente, permitiendo la fosforescencia procedente de un estado de triplete del hospedante una transferencia de energía desde un estado de triplete del hospedante a un estado de singlete del huésped.

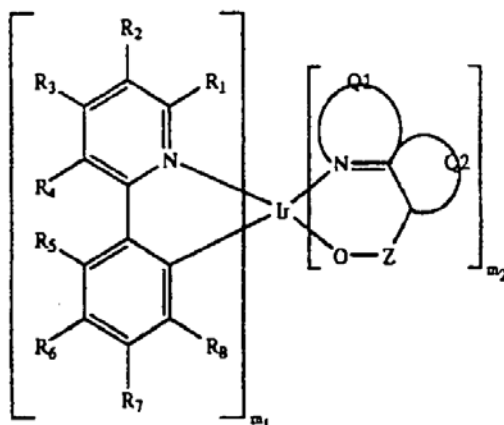
45 En cualquier caso, es importante que el material emisor de luz proporcione una emisión de electroluminiscencia en una banda relativamente estrecha, centrada próxima a las regiones espectrales seleccionadas, que corresponden a uno de los tres colores principales (rojo, verde y azul). Esto es así de modo que puedan utilizarse en forma de una capa coloreada en un OLED.

50 Como medios para mejorar las propiedades de dispositivos emisores de luz, se ha reseñado un dispositivo emisor de luz

verde que utiliza la emisión procedente de un complejo de iridio orto-metalado – (Ir (ppy)<sub>3</sub>): complejo tris-orto-metalado de iridio (III) con 2-fenilpiridina (ppy). *Appl. phys. lett.*, 1999, vol. 75, p. 4.

Así, el documento **US 2005287391** (SAMSUNG SDI CO LTD) 29.12.2005 describe complejos de iridio (III) que emiten luz en el intervalo desde una región azul a una región roja en un estado de transferencia de carga de metal a ligando de triplete (MLCT- por sus siglas en inglés) según se representa por las siguiente fórmula 1 y 2:

[Fórmula 1]

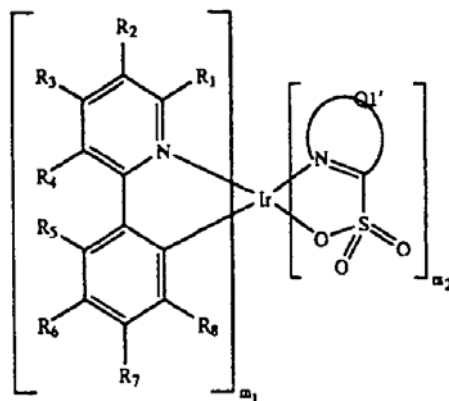


en donde Q1 es un anillo aromático con contenido en N y Q2 es un anillo aromático condensado a Q1;

1.0

Z es un grupo de enlace carbonilo (>C=), grupo alquileo, un grupo de enlace oxígeno (-O-), un grupo de enlace átomo de nitrógeno (-NH-), un grupo de enlace tiocarbonilo (>C=S), un grupo de enlace sulfóxido (>S=O), un grupo de enlace sulfonilo (-SO<sub>2</sub>-) o una combinación de los mismos.

[Fórmula 2]



en donde Q1' es un anillo aromático con contenido en N;

1.5

$m_1$  es un número de 0 a 2 y  $m_2$  es  $3-m_1$ ; y

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7$  y  $R_8$  son cada uno un hidrógeno o un sustituyente.

2.0

**TAQUI KHAN, M.M., et al.** Síntesis y caracterización de complejos de metales del grupo del platino de ácido difenilfosfinoacético. *Inorganica Chimica Acta*. 1988, vol. 143, págs. 177-184 describen que mientras que la interacción de POH (POH = ácido difenilfosfinoacético) con un complejo plano-cuadrado con Rh(I) e Ir (I)  $MCl(CO)(PPh_3)_2$  en una relación molar 2:1 da complejos del tipo *trans*- $M(PO)(POH)(CO)$ , la interacción de  $RhCl_3$  e  $IrCl_3$  con POH en una relación molar 3:1 resulta en la formación de complejos del tipo  $M(PO)_2(POH)Cl$  ( $M=Rh(III)$  e  $Ir(III)$ ).

**TAQUI KHAN, M. M., et al.** Síntesis y caracterización de complejos de Ru(III) y Ru (II) de ácido difenilfosfinoacético y su interacción con moléculas pequeñas. *Inorganica Chimica Acta*. 1988, vol. 147, págs. 33-43 describen también que el ligando POH (POH = ácido difenilfosfinoacético) reacciona con  $RuCl_2(PPh_3)_3$  en una relación molar 3:1 para

proporcionar un complejo de cinco coordenadas de la composición  $\text{Ru}(\text{PO})_2(\text{POH})$  con un desplazamiento completo de  $\text{PPh}_3$ , pero en una relación molar de 2:1 se forma el complejo  $\text{Ru}(\text{PO})_2(\text{PPh})_3$ .

**KUANG, Shan-Ming, et al.** Complejos derivados de las reacciones de ácido difenilfosfinoacético. Parte 4. Complejos mononucleares de Rh(I), Ir(I) e Ir(III) y alguna química relacionada que implica al ligando de difenil(2,6-dimetilfenil)-fosfina. *Inorganica Chimica Acta*. 2003, vol 343, págs. 275-280 describen el complejo de iridio (III)  $\text{IrHCl}(\text{CO})(\eta^2\text{-Ph}_2\text{PCH}_2\text{CO}_2)(\eta^1\text{-Ph}_2\text{PCH}_2\text{CO}_2\text{H})$  preparado al hacer reaccionar el complejo de iridio  $[\text{IrCl}(\text{COD})]_2$  con ácido difenilfosfinoacético en presencia de CO, que en el estado sólido existe en forma de un dímero unido a hidrógeno.

**JAROLIM, T., et al.** Comportamiento de coordinación del ácido difenilfosfinoacético. *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 1976, vol.38, págs 125-129 describen ácido difenilfosfinoacético en forma de un ligando versátil que existe en tres modos de coordinación de la unión a través del carbonilo solo; el ligando formador de quelatos coordinado a través tanto de fósforo como de carbonilo; y la unión a través de fósforo solo.

Sin embargo, dado que los materiales emisores de luz que anteceden de la técnica anterior no exhiben colores puros, es decir las bandas de emisión, generalmente limitadas al verde, no están centradas próximas a regiones espectrales seleccionadas, que corresponden a uno de los tres colores principales (rojo, verde y azul), es estrecho el margen dentro del cual se pueden aplicar en calidad de un compuesto activo como OLED. Así, se ha deseado desarrollar materiales emisores de luz capaces de emitir luz que tengan otros colores, en especial en la región del azul.

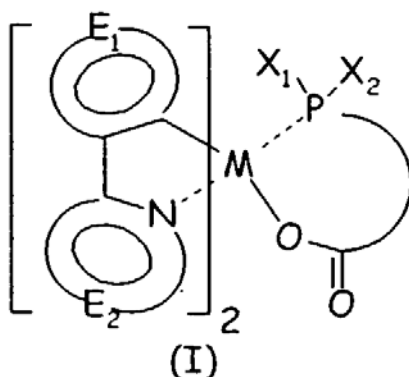
Emisores eficaces de luz azul de larga vida con unas buenas coordenadas de color son un déficit actual reconocido en el sector de los dispositivos electroluminiscentes orgánicos.

#### Descripción de la invención

Así, es un objeto de la presente invención proporcionar un material emisor de luz que comprenda un complejo ortometalado neutro con ligandos auxiliares, tal como se muestra más abajo.

Es otro objeto de la presente invención utilizar dicho material emisor de luz y un dispositivo emisor de luz orgánico que comprende dicho material emisor de luz.

El primer objeto de la presente invención consiste en proporcionar un material emisor de luz que comprende un complejo neutro de fórmula (I):



en donde:

-M representa un metal de transición de número atómico de al menos 40, preferiblemente de los grupos 8 a 12, más preferiblemente Ir o Pt, lo más preferiblemente Ir;

-E<sub>1</sub> representa un anillo aromático o heteroaromático, opcionalmente condensado con restos aromáticos adicionales o ciclos no aromáticos, teniendo dicho anillo opcionalmente uno o más sustituyentes, que forman opcionalmente una estructura condensada con el anillo que comprende E<sub>2</sub>, coordinándose dicho anillo al metal M a través de un carbono hibridado sp<sup>2</sup>;

-E<sub>2</sub> representa un anillo aromático con contenido en N, opcionalmente condensado con restos aromáticos o ciclos no aromáticos adicionales, teniendo dicho anillo opcionalmente uno o más sustituyentes, que forman opcionalmente una estructura condensada con el anillo que comprende E<sub>1</sub>, coordinando dicho anillo al metal M a través de un nitrógeno hibridado sp<sup>2</sup>; y

- X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se seleccionan, independientemente, entre alquilo, arilo, heteroarilo y alquilo, cada uno de los cuales puede estar sustituido con al menos un sustituyente.

Los dos ligandos monoaniónicos quelantes, unidos al metal a través de un átomo de carbono y un átomo de nitrógeno según se especifica en la fórmula (I), que comprenden restos  $E_1$  y  $E_2$ , se designan generalmente como ligandos ortometalados (ligandos  $C^{\wedge}N$ , en lo que sigue).

5 El ligando monoaniónico de fosfinocarboxilato bidentado quelante unido al metal a través de un átomo de oxígeno y de un átomo de fósforo se designa generalmente como ligando auxiliar (ligando  $P^{\wedge}O$ ).

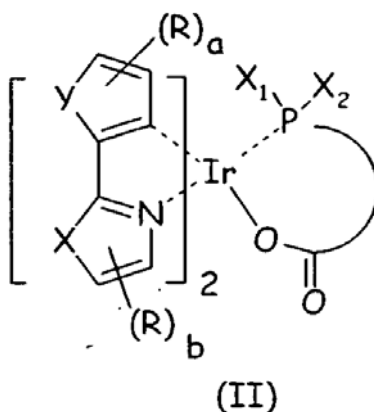
Sorprendentemente, se ha encontrado que cuando el metal se une a los dos ligandos ortometalados que comprenden restos  $E_1$  y  $E_2$  y un ligando auxiliar del tipo fosfinocarboxilato bidentado, dichos ligandos participan ventajosamente en el proceso de emisión, mejorando con ello significativamente la eficacia de emisión azul de complejos  $[C^{\wedge}N]_2M[P^{\wedge}O]$ .

10 Complejos neutros que cumplen con la fórmula (I) son también preferidos frente a complejos iónicos (catiónicos o aniónicos), dado que generalmente son menos sensibles a la humedad y pueden sublimarse ventajosamente a lo largo de la purificación.

El ligando monoiónico de fosfinocarboxilato bidentado quelante forma generalmente con el átomo de metal de transición central un metalaciclo de 5 miembros, 6 miembros o 7 miembros, es decir que el grupo fosfino y el resto carboxilato se pueden separar particularmente por uno, dos o tres átomos de carbono.

15 Ligandos  $P^{\wedge}O$  preferidos son aquellos en los que el grupo fosfino y el grupo carboxilato están unidos al mismo átomo de carbono: estos ligandos forman ventajosamente complejos que comprende un metalaciclo de 5 miembros, particularmente estable.

Preferiblemente, el material emisor de luz de la presente invención comprende un complejo neutro de la fórmula (II):



20 en donde:

-  $X_1$  y  $X_2$  tienen el mismo significado que el definido anteriormente;

-X se elige del grupo que consiste en  $-CH=CH-$ ,  $-CR=CH-$ ,  $-CR=CR-$ , N-H,  $N-R^1$ , O, S y Se; X se selecciona preferiblemente de  $-CH=CH-$ ,  $-CR=CH-$  y S; X es, lo más preferiblemente,  $-CH=CH-$ ;

25 -Y se elige del grupo que consiste en  $-CH=CH-$ ,  $-CR=CH-$ ,  $CR=CR-$ , N-H,  $N-R^1$ , O, S y Se; Y se selecciona preferiblemente de  $-CH=CH-$ ,  $-CR=CH-$  y S; Y es, lo más preferiblemente,  $-CH=CH-$ ;

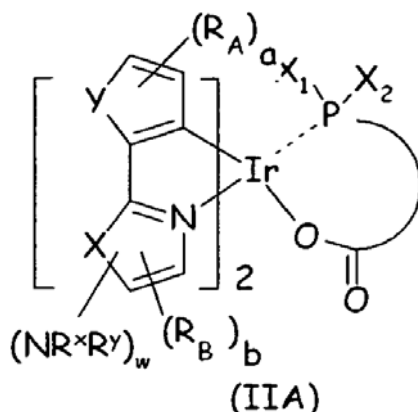
30 - R es igual o diferente cada vez que aparece y es  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-NO_2$ ,  $-CN$ ; un grupo alquilo o alcoxi de cadena lineal o ramificada o cíclico o un grupo dialquilamino que tiene 1 a 20 átomos de carbono, cada uno de cuyos uno o más grupos  $-CH_2$  no adyacentes puede estar reemplazados por F; un grupo arilo o heteroarilo que tiene 4 a 14 átomos de carbono que puede estar sustituido con uno o más radicales no aromáticos; y una pluralidad de sustituyentes R, ya sea en el mismo anillo o en los dos anillos diferentes, pueden a su vez formar juntos un sistema adicional de anillos monocíclicos o policíclicos, opcionalmente aromático;

- $R^1$  y  $R^2$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen, y cada H o un radical hidrocarbonado alifático o aromático tiene 1 a 20 átomos de carbono;

35 - a es un número entero de 0 a 4; y

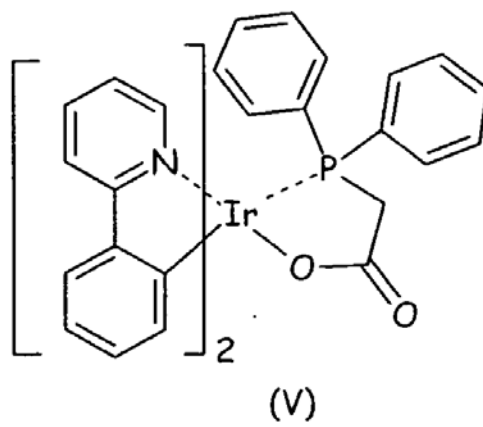
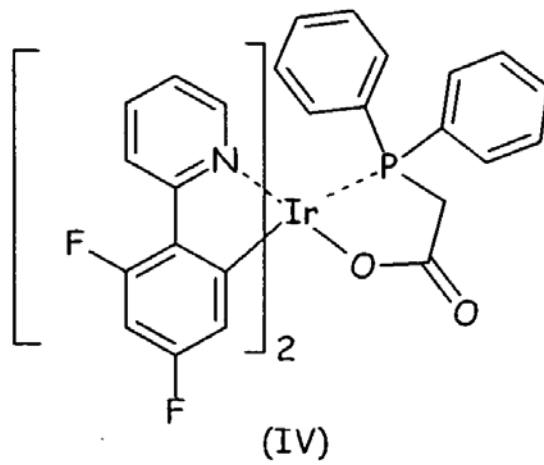
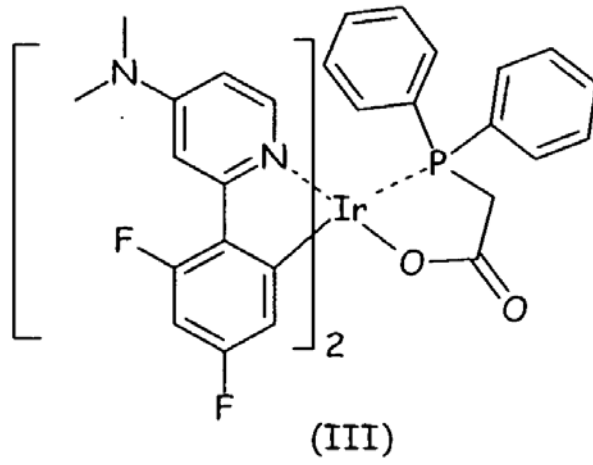
- b es un número entero de 0 a 4.

Más preferiblemente, el material emisor de luz de la presente invención comprende un complejo neutro de fórmula (IIA):



en donde:

- $X_1, X_2, Y, X$  y  $a$  tienen el mismo significado que el definido anteriormente;
  - 5 -  $R_A$  y  $R_B$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se seleccionan, independientemente, entre  $-F, -Cl, -Br, -NO_2, -CN$ ; un grupo alquilo o alcoxi de cadena lineal o ramificada o cíclico que tiene 1 a 20 átomos de carbono, cada uno de cuyos uno o más grupos  $-CH_2-$  no adyacentes puede estar reemplazado por  $-O-, -S-, -NR^1-$  o  $-CONR^2-$ , y cada uno de cuyos uno o más átomos de hidrógeno pueden estar reemplazados por F; un grupo arilo o heteroarilo con 4 a 14 átomos de carbono que puede estar sustituido con uno o más radicales no aromáticos; y una pluralidad de sustituyentes  $R_A$  y/o  $R_B$ , ya sea en el mismo anillo o en los dos anillos diferentes, pueden a su vez formar juntos un sistema adicional de anillos monocíclicos o policíclicos, opcionalmente aromático; preferiblemente  $R_A$  y/o  $R_B$  son grupos flúor ( $-F$ );
  - 10 -  $R^x$  y  $R^y$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se eligen independientemente entre alquilo  $C_1-C_6$ , grupos fluoro- o perfluoro-alquilo, p. ej.  $-CH_3, -nC_4H_9, -iC_3H_7, -CF_3, -C_2F_5, -C_3F_7$  o alquilo  $C_1-C_6$ , grupos fluoroalquilo o perfluoroalquilo con uno o más grupos éter; preferiblemente,  $R^x$  y  $R^y$  se eligen independientemente entre grupos alquilo  $C_1-C_6$ ; seleccionándose más preferiblemente  $R^x$  y  $R^y$  de grupos metilo, etilo, n-propilo, i-propilo, n-butilo,
  - 15 -  $R^1$  y  $R^2$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen, y cada uno de ellos es H o un radical hidrocarbonado alifático o aromático con 1 a 20 átomos de carbono;
  - $b$  es un número entero de 0 a 3; y
  - $w$  es un número entero de 1 a 4.
  - 20 Complejos de fórmula (IIA) particularmente preferidos son aquellos en donde al menos un grupo dialquilamino  $-NR^xR^y$  está situado en la posición para con respecto al átomo de nitrógeno.
- Entre los complejos de la presente invención, los preferidos son aquellos en donde  $X_1$  y  $X_2$  se seleccionan, cada uno independientemente, de grupos arilo no sustituidos o sustituidos.
- Más preferidos son aquellos en donde  $X_1$  y  $X_2$  son fenilo.
- 25 Resultados excelentes se obtuvieron con materiales emisores de luz que comprenden un complejo neutro de fórmulas (III) a (V):



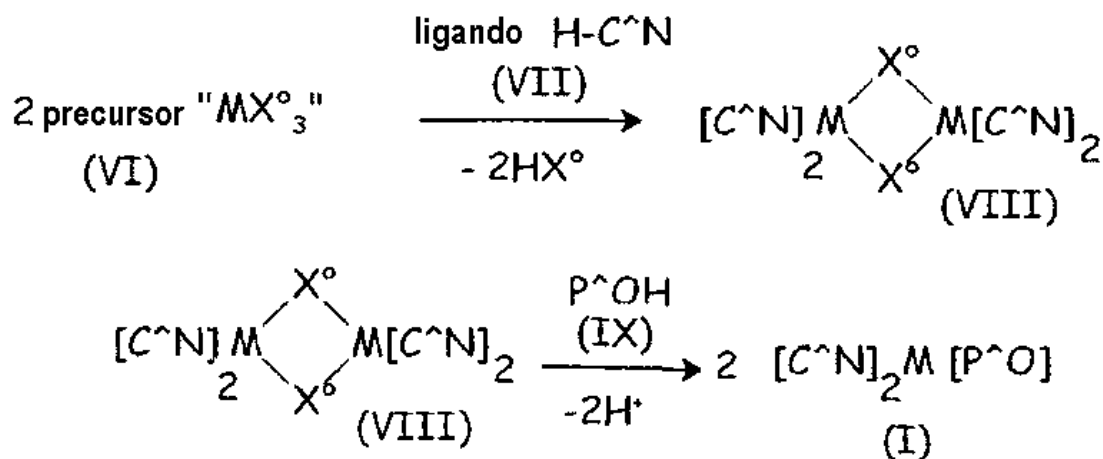
5 Complejos neutros de las fórmulas (III) a (V) que comprenden ligandos ortometalados y un resto difenilfosfino-acetato en calidad de ligando auxiliar son particularmente ventajosos para los fines de esta invención debido a su emisión en la región azul con una elevada pureza de color.

Los mejores resultados se han obtenido con el complejo (III), como se ha detallado antes, en donde un sustituyente dimetilamino está presente en la posición para con respecto al nitrógeno del ligando de fenilo-piridina.

5 La fracción difenilfosfino del ligando P<sup>^</sup>O bidentado actúa ventajosamente como un π-ácido óptimo que estabiliza orbitales Ir HOMO, mientras que el grupo carboxilato del ligando P<sup>^</sup>O contrarresta ventajosamente la carga positiva en el metal, dando como resultado un complejo neutro. Así, se ha encontrado, ventajosamente, que el ligando P<sup>^</sup>O mantiene un equilibrio preciso de la densidad de electrones tras la coordinación a metales del grupo del platino.

10 La síntesis de complejos de fórmula (I), es decir complejos metálicos que comprenden dos ligandos ortometalados (ligandos C<sup>^</sup>N) y un ligando fosfinoacetato bidentado (P<sup>^</sup>O) se puede conseguir por cualquier método conocido. Los detalles de métodos de síntesis adecuados para la preparación de complejos de fórmula (I) se describen en "Inorg. Chem.", n° 30, pág. 1685 (1991); "Inorg. Chem.", n° 27, pág. 3464 (1988); "Inorg. Chem.", n° 33, pág.545 (1994); "Inorg. Chem. Acta", n° 181, pág. 245 (1991), "J. Organomet. Chem.", n° 35, pág. 293 (1987), "J. Am. Chem. Soc.", n° 107, pág. 1431 (1985).

Generalmente, de acuerdo con la primera realización, los complejos que cumplen con la fórmula (I) se pueden preparar de acuerdo con el siguiente esquema de reacción



15

Las formas ácidas de los ligandos ortometalados (H-C<sup>^</sup>N) y los ligandos auxiliares (P<sup>^</sup>O-H) se pueden adquirir comercialmente o sintetizar fácilmente por vías de reacción de síntesis orgánicas bien conocidas.

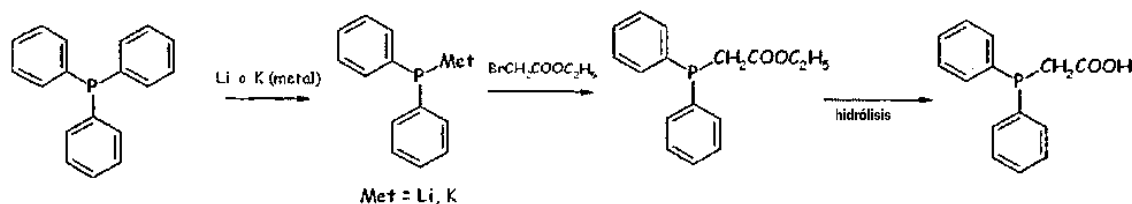
20 En particular, ligandos ortometalados (H-C<sup>^</sup>N) se pueden preparar con rendimientos de buenos a excelentes utilizando el acoplamiento de Suzuki del compuesto de piridina sustituido con correspondientes ácidos arilborónicos, según se describe en LOHSE, **Olivier, et al.** The Palladium Catalyzed Suzuki Coupling of 2 and 4-chloropyridines, *Syn. Lett.*, 1999, n° 1, págs. 15-18 y en el documento **US 6670645** (DUPONT DE NEMOURS) 30/12/2003.

Métodos de síntesis que están particularmente adaptados para la preparación de ligandos ortometalados fluorados (H-C<sup>^</sup>N) se describen el documento **JP 2003113164 A** (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 18/04/2003 y en el documento **JP 2003113163 A** (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 18/04/2003.

25 Si el metal de transición es iridio, como materiales de partida para sintetizar los complejos de fórmula (I) se pueden utilizar compuestos de iridio (III) trihalogenados tales como IrCl<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, compuestos de iridio (III) hexahalogenados tales como M<sup>0</sup><sub>3</sub>IrX<sup>0</sup><sub>6</sub>, en donde X<sup>0</sup> es un halógeno, preferiblemente Cl, y M<sup>0</sup> es un metal alcalino, preferiblemente K, y compuestos de iridio (IV) hexahalogenados tales como M<sup>0</sup><sub>2</sub>IrX<sup>0</sup><sub>6</sub>, en donde X<sup>0</sup> es un halógeno, preferiblemente Cl, y M<sup>0</sup> es un metal alcalino, preferiblemente K (precursores de Ir halogenados).

30 Además, el ligando fosfinoacetato (P<sup>^</sup>O-H) tal como ácido difenilfosfino-acético se puede sintetizar en tres etapas, que se describen en la bibliografía [K. Issleib y G. Thomas, *Ber.*, 93, 803, 1960; T. Jarolim y J. Podlahova, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, 38, 125, 1976] tal como se muestra en el siguiente esquema:





Complejos de  $[C^{\wedge}N]_2Ir(\mu-X^0)_2Ir[C^{\wedge}N]_2$  (compuesto VIII, en donde M = Ir), siendo  $X^0$  un halógeno, preferiblemente Cl (p. ej.  $[(2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina)_2IrCl]_2$ ,

$[(2-(2,4-difluorofenil)piridina)_2IrCl]_2$ ,  $[(2-(fenilpiridina)_2IrCl]_2$ , y

- 5  $[(2-(2,4-difluorofenil)-5-dimetilaminopiridina)_2IrCl]_2$ , se pueden preparar a partir de dichos precursores halogenados de Ir y el ligando ortometalado apropiado, recurriendo a procesos de la bibliografía ([King, K. A.; Watts, R. J. *J. Am. Chem. Soc.* **1987**, *109*, 1589-1590]).

La reacción se lleva a cabo ventajosamente utilizando un exceso de la forma neutra del ligando ortometalado (H-C<sup>^</sup>N). Se prefieren disolventes de alta temperatura de ebullición.

- 10 Para los fines de la presente invención, la expresión disolvente de alta temperatura de ebullición pretende indicar un disolvente que tiene un punto de ebullición de al menos 80°C, preferiblemente de al menos 85°C, más preferiblemente de al menos 90°C. Disolventes adecuados son, por ejemplo, metoxietanol, etoxietanol, glicerol, dimetilformamida (DMF), N-metilpirrolidona (NMP), dimetilsulfóxido (DMSO) y similares. Dichos disolventes se pueden utilizar como tales o en mezcla con agua.

- 15 Opcionalmente, la reacción se puede llevar a cabo en presencia de una base de Bronsted adecuada tal como carbonatos de metales, particularmente carbonato de potasio ( $K_2CO_3$ ), hidruros de metales, particularmente hidruro de sodio (NaH), etóxido de metales o metóxido de metales, particularmente  $NaOCH_3$ ,  $NaOC_2H_5$ , hidróxidos de alquilamonio, particularmente hidróxido de tetrametilamonio o hidróxidos de imidazolio.

- 20 Una sustitución nucleófila en el átomo del metal con un ligando adecuado (P<sup>^</sup>O) según se define antes para formar el correspondiente  $[C^{\wedge}N]_2Ir[P^{\wedge}O]$  (fórmula I, en donde Me = Ir aquí anteriormente), se lleva a cabo ventajosamente poniendo en contacto aproximadamente una cantidad estequiométrica de ligando de P<sup>^</sup>O-H con un intermedio puenteado (VIII) en un disolvente adecuado.

Para esta reacción se prefieren generalmente disolventes apróticos polares. Un disolvente que proporciona resultados particularmente buenos es dicloruro de metileno ( $CH_2Cl_2$ ).

- 25 La presente invención está dirigida también a utilizar el material emisor de luz, que se describe anteriormente, en la capa emisora de un dispositivo orgánico de emisión de luz (OLED).

Además, la presente invención está dirigida a utilizar el material emisor de luz, que se define anteriormente, como un dopante en una capa hospedadora, funcionando así como una capa emisora en un dispositivo orgánico de emisión de luz.

- 30 Si el material emisor de luz se utiliza como un dopante en una capa hospedadora, se utiliza generalmente en una cantidad de al menos 1% en peso, preferiblemente de al menos 3% en peso, más preferiblemente de al menos 5% en peso con respecto al peso total del hospedador y el dopante, y generalmente a lo sumo 25% en peso, preferiblemente a lo sumo 20% en peso, más preferiblemente a lo sumo 15% en peso.

- 35 La presente invención está dirigida a un dispositivo orgánico de emisión de luz (OLED) que comprende una capa emisiva (EML- por sus siglas en inglés). La capa emisiva comprende el material emisor de luz, que se describe anteriormente, opcionalmente con un material hospedador (en donde el material emisor de luz está particularmente presente en forma de un dopante). El material hospedador está preferiblemente adaptado a luminiscencia cuando se aplica una tensión a través de la estructura del dispositivo.

El OLED comprende generalmente:

- 40 un sustrato de vidrio;

un ánodo que es un ánodo generalmente transparente tal como un ánodo de óxido de indio y estaño (ITO);

una capa transportadora de huecos (HTL- por sus siglas en inglés);

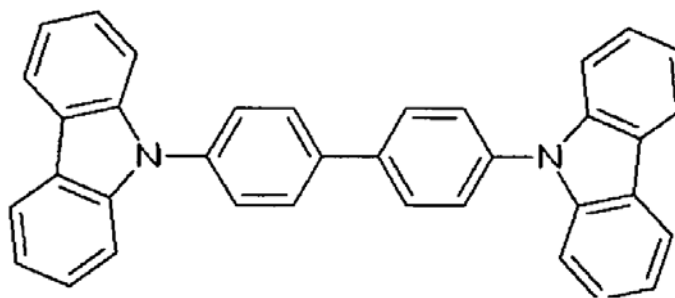
una capa emisiva (EML);

una capa transportadora de electrones (ETL- por sus siglas en inglés); y

un cátodo que es generalmente un cátodo metálico tal como una capa de Al.

- 5 En cuanto a una capa emisiva conductora de huecos, se puede tener una capa de bloqueo de excitones, particularmente una capa de bloqueo de huecos (HBL- por sus siglas en inglés) entre la capa emisiva y la capa transportadora de electrones. En cuanto a una capa emisiva conductora de electrones, se puede tener una capa de bloqueo de excitones, en particular una capa de bloqueo de electrones (EBL – por sus siglas en inglés) entre la capa emisiva y la capa transportadora de huecos. La capa emisiva puede ser igual a la capa transportadora de huecos (en cuyo caso la capa de bloqueo de excitones está próxima al o en el ánodo) o a la capa transportadora de electrones (en cuyo caso, la capa de bloqueo de excitones está próxima al o en el cátodo).

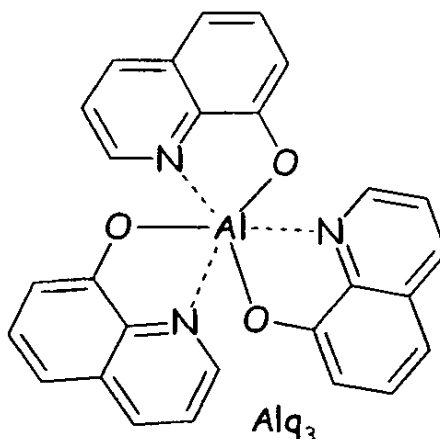
- 15 La capa emisiva se puede formar con un material hospedador en el que el material emisor de luz antes descrito reside en calidad de un huésped, o la capa emisiva puede consistir esencialmente en el material emisor de luz. En el primer caso, el material hospedador puede ser un material transportador de huecos seleccionado del grupo de tri-aril-aminas sustituidas. Preferiblemente, la capa emisiva se forma con un material hospedador en el que el material emisor de luz reside en calidad de un huésped. El material hospedador puede ser un material transportador de electrones, seleccionado del grupo que consiste en quinoxolatos de metales (p.ej. quinoxolato de aluminio ( $\text{Alq}_3$ ), quinoxolato de litio (Li<sub>q</sub>)), oxadiazoles y triazoles. Un ejemplo de un material hospedador es 4,4'-N,N'-dicarbazol-bifenilo ["CBP"] que tiene la siguiente fórmula



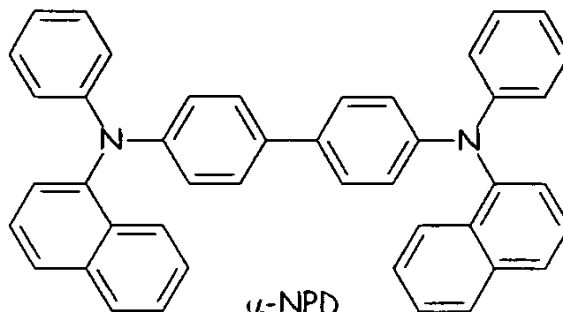
## 20 CBP

Opcionalmente, la capa emisiva también puede contener una molécula de polarización, que está presente en calidad de un dopante en dicho material hospedador y que tiene un momento dipolar que afecta generalmente a la longitud de onda de la luz emitida cuando dicho material emisor de luz utiliza luminiscencias en calidad de un dopante.

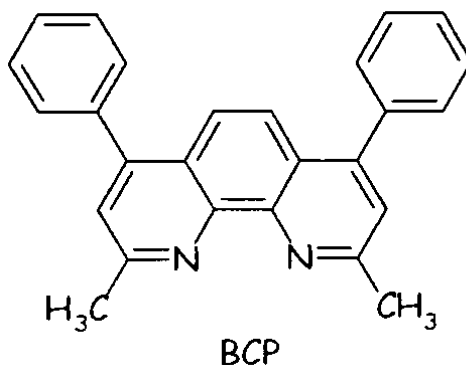
- 25 Una capa formada de un material transportador de electrones se utiliza ventajosamente para transportar electrones a la capa emisiva que comprende el material emisor de luz y el material hospedador (opcional). El material transportador de electrones puede ser una matriz transportadora de electrones, seleccionada del grupo que consiste en quinoxolatos de metales (p. ej.  $\text{Alq}_3$ , Li<sub>q</sub>), oxadiazoles y triazoles. Un ejemplo de un material transportador de electrones es tris-(8-hidroxiquinolina)aluminio de fórmula [" $\text{Alq}_3$ "]:



Una capa formada de un material transportador de huecos se utiliza ventajosamente para transportar huecos a la capa emisiva que comprende el material emisor de luz antes descrito y el material hospedador (opcional). Un ejemplo de un material transportador de huecos es 4,4'-bis[N-(1-naftil)-N-fenilamino]bifenilo [" $\alpha$ -NPD"].



- 5 Se prefiere grandemente el uso de una capa bloqueadora de excitones ("capa barrera") para encerrar excitones dentro de la capa luminiscente ("zona luminiscente"). En cuanto a un hospedador transportador de huecos, la capa bloqueadora puede colocarse entre la capa emisiva y la capa transportadora de electrones. Un ejemplo de un material que se utiliza en una capa barrera de este tipo es 2,9-dimetil-4,7-difenil-1,10-fenantrolina (también denominada batocuproina o "BCP") que tiene la siguiente fórmula:



10

El OLED tiene preferiblemente una estructura multicapa, según se representa en la Figura 1, en donde: **1** es un sustrato de vidrio; **2** es una capa ITO; **3** es una capa HTL que comprende  $\alpha$ -NPD; **4** es una EML que comprende CBP en calidad de material hospedador y el material emisor de luz en calidad de un dopante en una cantidad de aproximadamente 8% en peso con respecto al peso total del hospedador y el dopante; **5** es una HBL que comprende BCP; **6** es una ETL que comprende Alq<sub>3</sub>; y **7** es un cátodo de capa de Al.

15

Ejemplos

#### Síntesis de 2-yodo-4-dimetilaminopiridina

20

BF<sub>3</sub>.Et<sub>2</sub>O (8,4 g, 59 mmol) se añadió gota a gota a una disolución de 4-dimetilaminopiridina (6 g, 49 mmol) en THF seco (250 ml) a 0°C. La mezcla resultante se agitó durante 1 hora a 0°C bajo nitrógeno. La temperatura se redujo hasta -78°C y se añadió gota a gota BuLi (1,6 M en hexano, 46 ml, 74 mmol). La mezcla resultante se agitó durante 1 hora a -78°C y se añadió gota a gota una disolución de I<sub>2</sub> (18,7 g, 74 mmol) en THF seco (50 ml). La mezcla resultante se agitó a -78°C durante 2 horas y se dejó calentar hasta la temperatura ambiente (2 horas). Se evaporó THF, y se añadió una disolución saturada de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La suspensión resultante se extrajo con EtOAc (5 x 150 ml). Las fracciones orgánicas reunidas se lavaron sucesivamente con Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> saturado (50 ml), salmuera (50 ml), se secaron sobre MgSO<sub>4</sub>, filtraron y evaporaron hasta sequedad. El residuo resultante se purificó mediante cromatografía en columna (SiO<sub>2</sub>, EtOAc/éter de petróleo 1/1) para proporcionar 7 g (57%) del compuesto deseado en forma de un aceite incoloro que solidificaba tras el reposo.

25

<sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C-RMN concordaban con las reseñadas en la bibliografía (Cuperly, D.; Gros, P.; Fort, Y. *J. Org. Chem.* **2002**, 67, 238-241).

#### Síntesis de 2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina

30

Una mezcla de 2-yodo-4-dimetilaminopiridina (3 g, 12 mmol), ácido 2,4-difluorofenilborónico (2,3 g, 14,5 mmol) y K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

(6 g, 43,5 mmol) en tolueno (60 ml) y agua (10 ml) se desgasificaron con nitrógeno durante 15 minutos. Se añadió Pd(PPh<sub>3</sub>)<sub>4</sub> (800 mg, 0,66 mmol) y la mezcla resultante se calentó hasta 90°C durante 48 horas bajo nitrógeno. Después de ser enfriada hasta la temperatura ambiente, la fase acuosa se separó y se extrajo con EtOAc (3 x 100 ml). Las fracciones orgánicas reunidas se lavaron con salmuera, se secaron sobre MgSO<sub>4</sub>, filtraron y evaporaron. Para purificar adicionalmente el compuesto, el aceite, así obtenido, se disolvió en Et<sub>2</sub>O y se extrajo con disolución de HCl al 10% (3 x 50 ml). Las fracciones acuosas reunidas se lavaron con Et<sub>2</sub>O (2 x 100 ml) y se neutralizaron con disolución acuosa concentrada de NaOH. La mezcla resultante se extrajo con EtOAc (4 x 100 ml), las fracciones orgánicas reunidas se lavaron con salmuera (50 ml), se secaron sobre MgSO<sub>4</sub>, filtraron y evaporaron hasta sequedad. El compuesto bruto se purificó mediante cromatografía en columna (SiO<sub>2</sub>, CHCl<sub>3</sub>, luego CHCl<sub>3</sub>/MeOH, 97/3) para proporcionar 2,2 g (78%) del compuesto del título en forma de un aceite ligeramente amarillo que solidificaba tras el reposo.

<sup>1</sup>H-RMN (CDCl<sub>3</sub>, 298 K, 200 MHz, δ ppm) 3,05 (s, 6H), 6,49 (dd, J=2,5 y 6 Hz, 1H), 6,92 (m, 3H), 7,94 (m, 1H), 8,33 (d, J=6 Hz, 1H).

#### Síntesis de [(2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub>

2,5 equivalentes de 2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina y 1 equivalente de IrCl<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O se calentaron a 110°C en una mezcla de 2-etoxietanol y agua (3/1 v/v) durante 15 horas bajo nitrógeno. Después de enfriar hasta temperatura ambiente, el precipitado resultante se separó por filtración, se lavó sucesivamente con metanol y luego con Et<sub>2</sub>O y se secó para proporcionar el dímero deseado. Debido a la baja solubilidad de este compuesto, su <sup>1</sup>H-RMN se registró en DMSO-d<sup>6</sup> en forma de su derivado [C<sup>^</sup>N]<sub>2</sub>Ir(Cl)(DMSO).

<sup>1</sup>H-RMN (DMSO-d<sup>6</sup>, 298 K, 200 MHz, δ ppm) 3,16 (s, 6H), 3,19 (s, 6H), 5,35 (dd, J=2 y 8,7 Hz, 1H), 5,83 (dd, J=2 y 8,7 Hz, 1H), 6,70-7,00 (m, 4H), 7,37 (m, 2H), 8,86 (d, J=7 Hz, 1H), 9,21 (d, J=7 Hz, 1H).

[(2-(2,4-difluorofenil)piridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub>, [(2-(fenilpiridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub> y [(2-(2,4-difluorofenil)-5-dimetilaminopiridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub>, se prepararon de forma análoga a la descrita anteriormente.

#### Síntesis de [(2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina)<sub>2</sub>Ir(difenilfosfinoacetato)] [Complejo (III)]

[(2-(2,4-difluorofenil)-4-dimetilaminopiridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub>, (91 mg, 0,065 mmol), ácido difenilfosfinoacético (41 mg, 0,168 mmol) e hidróxido de tetrabutilamonio 30 hidrato (135 mg, 0,168 mmol) se sometieron a reflujo en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (100 ml) durante 6 horas bajo argón. Existía algo de precipitado negro insoluble que se filtró y el disolvente CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> se evaporó. La sustancia oleosa amarilla resultante se disolvió en 3 ml de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH y se cristalizó mediante difusión lenta de dietiléter. El precipitado amarillo claro se filtró, se lavó con Et<sub>2</sub>O y se secó al aire para proporcionar 45 mg (rendimiento, 50%).

La Figura 2 muestra los espectros de emisión registrados a partir de una disolución de complejo (III) en diclorometano a 298 K mediante excitación a 380 nm. Las abscisas representan la longitud de onda en nm y las ordenadas representan la intensidad de emisión (cps).

#### Síntesis de [(2-(2,4-difluorofenil)piridina)<sub>2</sub>Ir(difenilfosfinoacetato)] [Complejo (IV)]

[(2-(2,4-difluorofenil)piridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub> (63 mg, 0,051 mmol), ácido difenilfosfinoacético (32 mg, 0,131 mmol) e hidróxido de tetrabutilamonio 30 hidrato (105 mg, 0,131 mmol) se sometieron a reflujo en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (100 ml) durante 6 horas bajo argón. Después de la evaporación del disolvente, el sólido amarillo resultante se disolvió en 3 ml de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. La disolución obtenida se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas, dando como resultado un sólido cristalino bonito. Los cristales amarillos claros se filtraron, se lavaron con Et<sub>2</sub>O y se secaron al aire para proporcionar 40 mg del complejo deseado (rendimiento: 82%).

La Figura 3 muestra los espectros de emisión registrados a partir de una disolución de complejo (IV) en diclorometano a 298 K mediante excitación a 400 nm. Las abscisas representan la longitud de onda en nm y las ordenadas representan la intensidad de emisión (cps).

#### Síntesis de [(2-(fenilpiridina)<sub>2</sub>Ir(difenilfosfinoacetato)] [Complejo (V)]

[(2-(fenilpiridina)<sub>2</sub>IrCl]<sub>2</sub> (56 mg, 0,052 mmol), ácido difenilfosfinoacético (30 mg, 0,123 mmol) e hidróxido de tetrabutilamonio 30 hidrato (100 mg, 0,125 mmol) se sometieron a reflujo en CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (60 ml) durante 5 horas bajo argón. Después de la evaporación del disolvente, el sólido amarillo resultante se disolvió en 3 ml de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. La disolución obtenida se dejó a temperatura ambiente durante 24 horas, dando como resultado un sólido cristalino bonito. Los cristales amarillos claros se filtraron, se lavaron con Et<sub>2</sub>O y se secaron al aire para proporcionar 27 mg del complejo deseado (rendimiento: 77%).

La Figura 4 muestra los espectros de emisión registrados a partir de una disolución de complejo (V) en diclorometano a 298 K mediante excitación a 380 nm. Las abscisas representan la longitud de onda en nm y las ordenadas representan la intensidad de emisión (cps).

La Tabla 1 resume las propiedades de emisión de los complejos neutros de iridio (III), (IV) y (V).

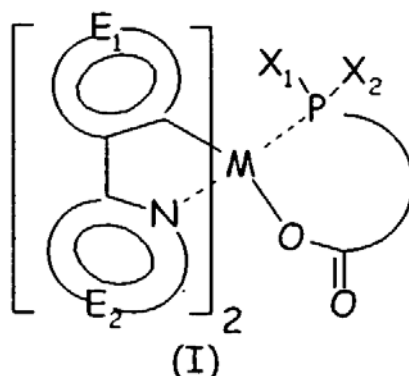
Tabla 1. Propiedades de emisión de los complejos (III), (IV) y (V) medida en diclorometano

**Tabla 1**

Complejo	Emisión ( $\lambda_{\text{máx}}$ )
(III)	451,478
(IV)	461,490
(V)	485,510

## REIVINDICACIONES

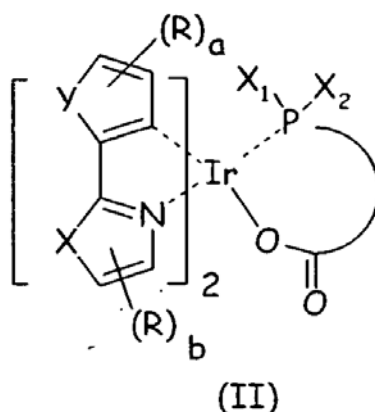
1.- Un complejo neutro de fórmula



en donde:

- 5 -M representa un metal de transición de número atómico de al menos 40, preferiblemente de los grupos 8 a 12, más preferiblemente Ir o Pt, lo más preferiblemente Ir;
- 10 -E<sub>1</sub> representa un anillo aromático o heteroaromático, opcionalmente condensado con restos aromáticos adicionales o ciclos no aromáticos, teniendo dicho anillo opcionalmente uno o más sustituyentes, que forman opcionalmente una estructura condensada con el anillo que comprende E<sub>2</sub>, coordinándose dicho anillo al metal M a través de un carbono hibridado sp<sup>2</sup>;
- E<sub>2</sub> representa un anillo aromático con contenido en N, opcionalmente condensado con restos aromáticos o ciclos no aromáticos adicionales, teniendo dicho anillo opcionalmente uno o más sustituyentes, que forman opcionalmente una estructura condensada con el anillo que comprende E<sub>1</sub>, coordinando dicho anillo al metal M a través de un nitrógeno hibridado sp<sup>2</sup>; y
- 15 - X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se seleccionan, independientemente, entre alquilo, arilo, heteroarilo y alquilo, cada uno de los cuales puede estar sustituido con al menos un sustituyente.

2.- El complejo neutro de la reivindicación 1, representado por la fórmula (II):



en donde:

- 20 - X<sub>1</sub> y X<sub>2</sub> tienen el mismo significado que el definido anteriormente;
- X se elige del grupo que consiste en -CH=CH-, -CR=CH-, -CR=CR-, N-H, N-R<sup>1</sup>, O, S y Se; X se selecciona preferiblemente de -CH=CH-, -CR=CH- y S; X es, lo más preferiblemente, -CH=CH-;
- Y se elige del grupo que consiste en -CH=CH-, -CR=CH-, CR=CR-, N-H, N-R<sup>1</sup>, O, S y Se; Y se selecciona preferiblemente de -CH=CH-, -CR=CH- y S; Y es, lo más preferiblemente, -CH=CH-;
- 25 - R es igual o diferente cada vez que aparece y es -F, -Cl, -Br, -NO<sub>2</sub>, -CN; un grupo alquilo o alcoxi de cadena lineal o

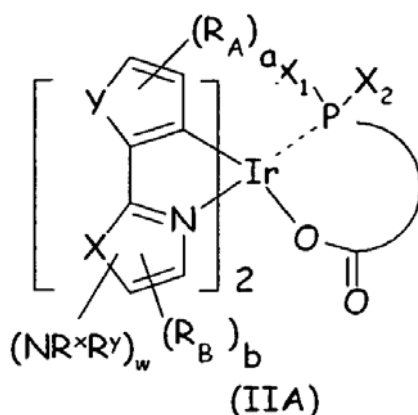
5 ramificada o cíclico o un grupo dialquilamino que tiene 1 a 20 átomos de carbono, cada uno de cuyos uno o más grupos  $-CH_2$  no adyacentes puede estar reemplazado por  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^1-$  o  $-CONR^2-$ , y cada uno de cuyos uno o más átomos de hidrógeno pueden estar reemplazados por F; un grupo arilo o heteroarilo que tiene 4 a 14 átomos de carbono que puede estar sustituido con uno o más radicales no aromáticos; y una pluralidad de sustituyentes R, ya sea en el mismo anillo o en los dos anillos diferentes, pueden a su vez formar juntos un sistema adicional de anillos monocíclicos o policíclicos, opcionalmente aromático;

$-R^1$  y  $R^2$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen, y cada H o un radical hidrocarbonado alifático o aromático tiene 1 a 20 átomos de carbono;

- a es un número entero de 0 a 4; y

10 - b es un número entero de 0 a 4.

3.- El complejo neutro de la reivindicación 2, representado por la fórmula (IIA):



en donde:

-  $X_1, X_2, Y, X$  y a tienen el mismo significado que el definido anteriormente;

15 -  $R_A$  y  $R_B$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se seleccionan, independientemente, entre  $-F$ ,  $-Cl$ ,  $-Br$ ,  $-NO_2$ ,  $-CN$ ; un grupo alquilo o alcoxi de cadena lineal o ramificada o cíclico que tiene 1 a 20 átomos de carbono, cada uno de cuyos uno o más grupos  $-CH_2-$  no adyacentes puede estar reemplazado por  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^1-$  o  $-CONR^2-$ , y cada uno de cuyos uno o más átomos de hidrógeno pueden estar reemplazados por F; un grupo arilo o heteroarilo con 4 a 14 átomos de carbono que puede estar sustituido con uno o más radicales no aromáticos; y una pluralidad de sustituyentes  $R_A$  y/o  $R_B$ , ya sea en el mismo anillo o en los dos anillos diferentes, pueden a su vez formar juntos un sistema adicional de anillos monocíclicos o policíclicos, opcionalmente aromático; preferiblemente  $R_A$  y/o  $R_B$  son grupos flúor ( $-F$ );

20 -  $R^x$  y  $R^y$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen y se eligen independientemente entre alquilo  $C_1-C_6$ , grupos fluoro- o perfluoro-alquilo, p. ej.  $-CH_3$ ,  $-nC_4H_9$ ,  $-iC_3H_7$ ,  $-CF_3$ ,  $-C_2F_5$ ,  $-C_3F_7$  o alquilo  $C_1-C_6$ , grupos fluoroalquilo o perfluoroalquilo con uno o más grupos éter; preferiblemente,  $R^x$  y  $R^y$  se eligen independientemente entre grupos alquilo  $C_1-C_6$ ; seleccionándose más preferiblemente  $R^x$  y  $R^y$  de grupos metilo, etilo, n-propilo, i-propilo, n-butilo,

25 -  $-R^1$  y  $R^2$  son iguales o diferentes cada vez que aparecen, y cada uno de ellos es H o un radical hidrocarbonado alifático o aromático con 1 a 20 átomos de carbono;

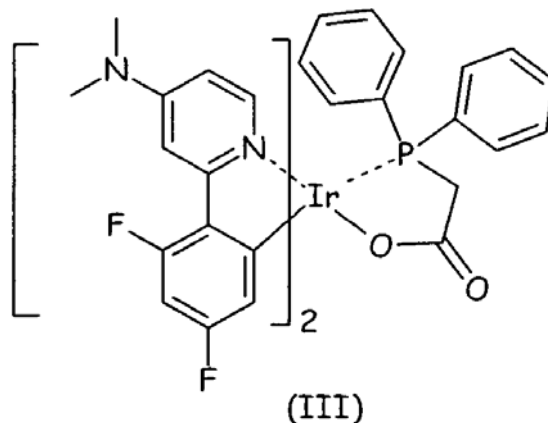
- b es un número entero de 0 a 3; y

- w es un número entero de 1 a 4.

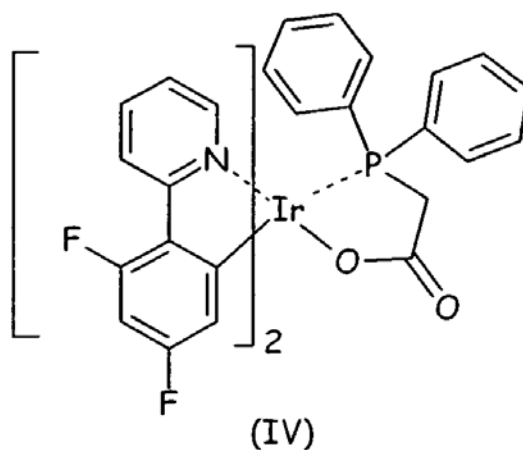
30 4.- El complejo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde  $X_1$  y  $X_2$  se seleccionan, cada uno independientemente, de grupos arilo no sustituidos o sustituidos.

5.- El complejo de acuerdo con la reivindicación 4, en donde tanto  $X_1$  como  $X_2$  son fenilo.

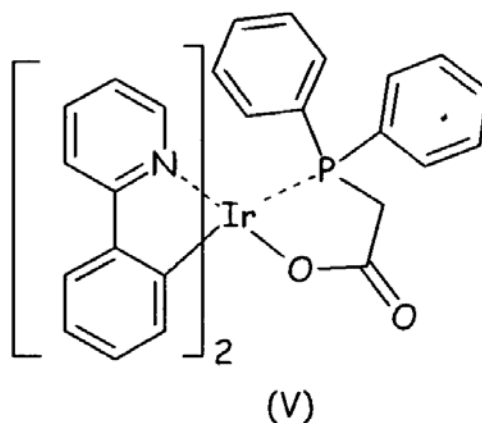
6.- El complejo de acuerdo con la reivindicación 3, representado por la fórmula (III):



7.- El complejo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, representado por la fórmula (IV):



8.- El complejo de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, representado por la fórmula (V):



5

9.- Un material emisor de luz que comprende el complejo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10.- Uso del material emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 9, en la capa emisiva de un dispositivo orgánico de emisión de luz.

10 11.- Uso del material emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 9, en calidad de un dopante en una capa hospedadora que actúa como una capa emisiva en un dispositivo orgánico de emisión de luz.

12.- Un dispositivo orgánico de emisión de luz (OLED) que comprende una capa emisiva (EML), caracterizado porque



dicha capa emisiva comprende el material emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 9 y, opcionalmente, un material hospedador.

13.- Un dispositivo de representación que comprende el dispositivo orgánico de emisión de luz de acuerdo con la reivindicación 12.

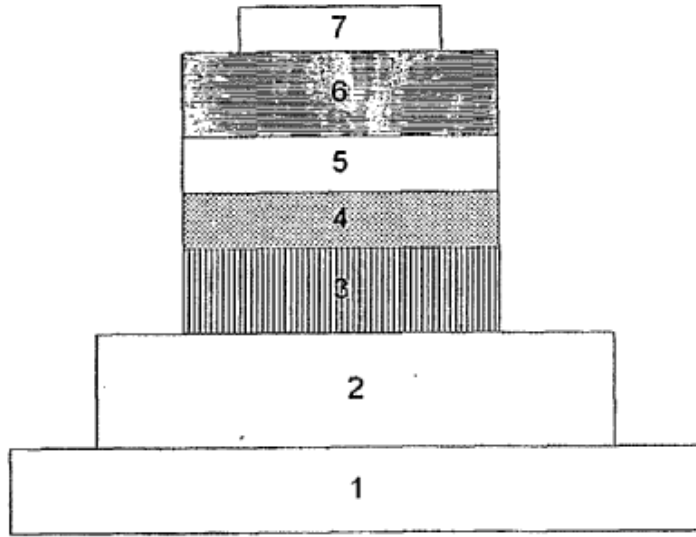


Fig. 1

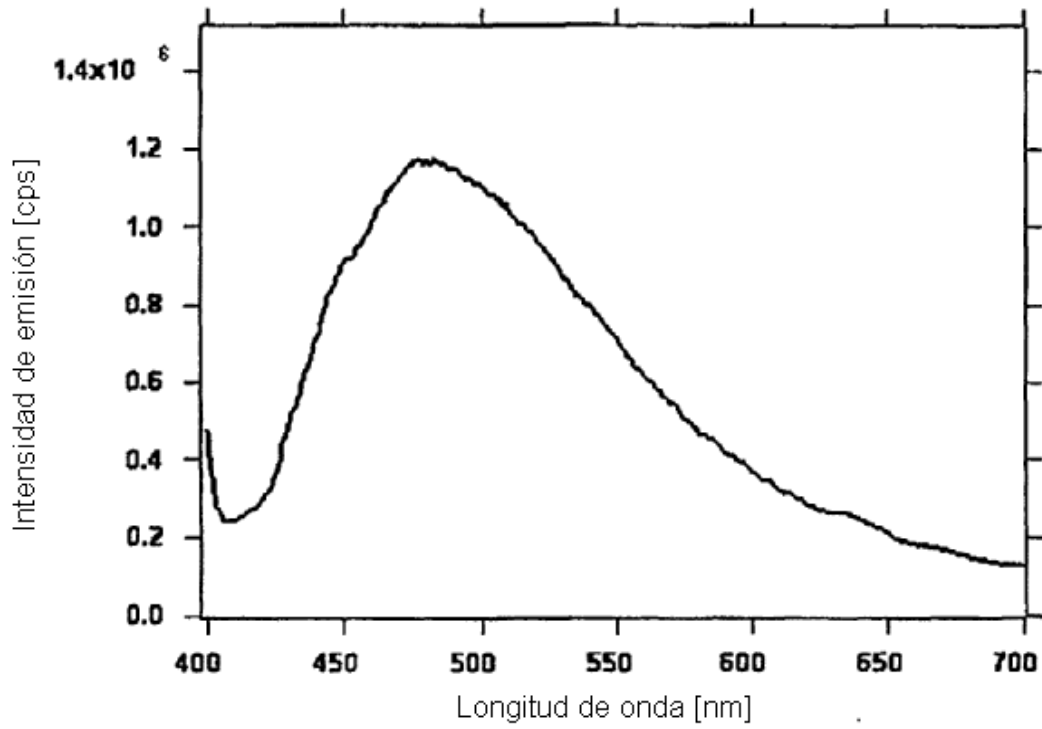


Fig. 2

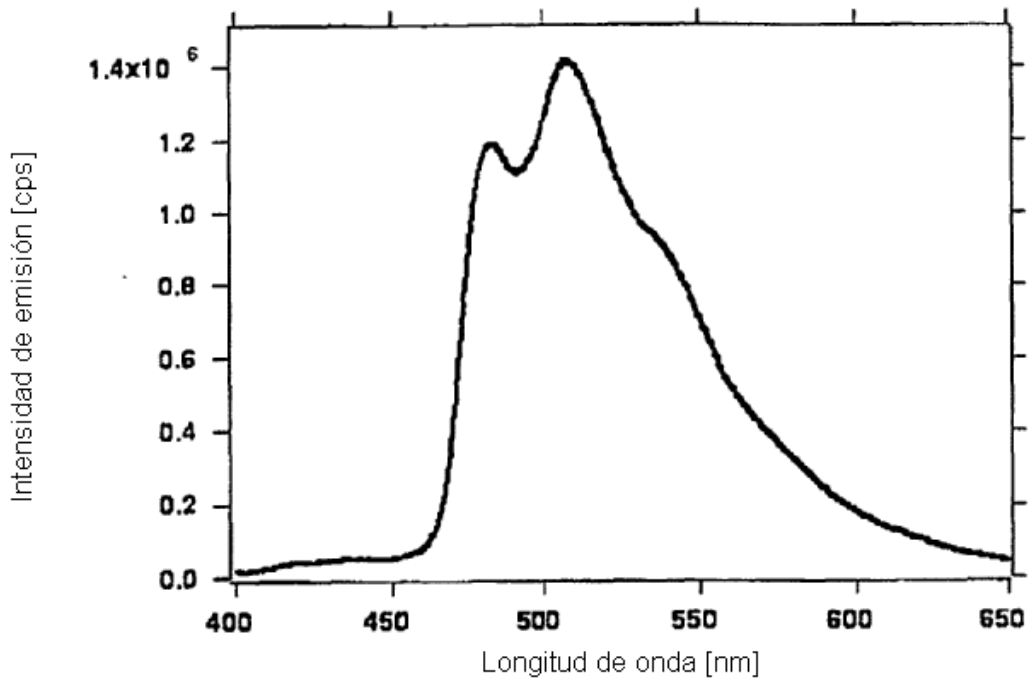


Fig. 3

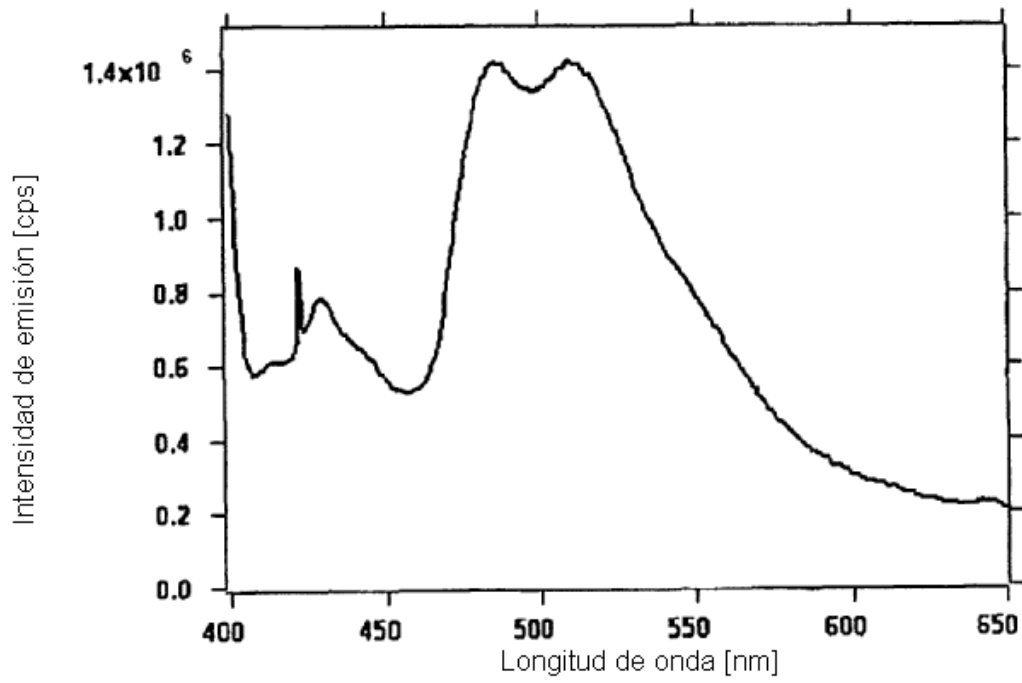


Fig. 4