

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 990 221**

51 Int. Cl.:

C09K 11/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2019** **PCT/IB2019/061208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020** **WO20129018**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019** **E 19836589 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024** **EP 3898889**

54 Título: **Concentrador solar luminiscente que comprende compuestos de ditienilpiridintiadiazol**

30 Prioridad:

20.12.2018 IT 201800020419

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:

29.11.2024

73 Titular/es:

**ENI S.P.A. (100.0%)
Piazzale Enrico Mattei, 1
00144 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**ABBONDANZA, LUIGI;
PROTO, ANTONIO ALFONSO y
SCHIMPERNA, GIULIANA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 990 221 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

Concentrador solar luminiscente que comprende compuestos de ditienilpiridintiadiazol

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud de patente reivindica la prioridad de la solicitud de patente italiana no. 102018000020419 presentada el 20 de diciembre de 2018.

10 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol.

15 Más particularmente, la presente invención se refiere a un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general específica (I) o (II) que se informa a continuación.

20 La presente invención también se refiere al uso de al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general específica (I) o (II) que se informa a continuación en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC).

25 Dicho concentrador solar luminiscente (LSC) se puede utilizar ventajosamente en la construcción de dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) seleccionados, por ejemplo, de celdas fotovoltaicas (o celdas solares), módulos fotovoltaicos (o módulos solares), tanto en soporte rígido como en soporte flexible.

30 Por consiguiente, la presente invención también se refiere a un dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) que comprende al menos una celda fotovoltaica (o celda solar) y al menos un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general específica (I) o (II) que se informa a continuación.

35 Cabe señalar que algunos de los compuestos de ditienilpiridintiadiazol que tienen la fórmula general específica (I) o (II) son nuevos. En consecuencia, dichos compuestos de ditienilpiridintiadiazol que tienen la fórmula general específica (I) o (II) son un objeto adicional de la presente invención.

Antecedentes de la invención

40 En el estado de la técnica, uno de los principales límites para la explotación de la energía de la radiación solar está representado por la capacidad de los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) para absorber de manera óptima solo las radiaciones que tienen longitudes de onda que se encuentran dentro de un rango espectral estrecho.

45 Contra un rango espectral de radiación solar que se extiende desde longitudes de onda de alrededor de 300 nm hasta longitudes de onda de alrededor de 2500 nm, las celdas fotovoltaicas (o celdas solares) basadas en silicio cristalino, por ejemplo, tienen una zona de absorción óptima (espectro efectivo) en el rango de 900 nm - 1100 nm, mientras que las celdas fotovoltaicas poliméricas (o celdas solares) son susceptibles de dañarse si se exponen a radiación de longitudes de onda inferiores a aproximadamente 500 nm, debido a fenómenos de fotodegradación inducida que se vuelven significativos por debajo de este límite. Típicamente, la eficiencia de los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) del estado de la técnica es máxima en la región del espectro entre 570 nm y 50 680 nm (amarillo-naranja).

55 Los inconvenientes mencionados anteriormente implican una eficiencia cuántica externa (EQE) limitada de los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares), definida como la proporción entre el número de pares electrón-hueco generados en el material semiconductor de los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) y el número de fotones incidentes en dichos dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares).

60 Para mejorar la eficiencia cuántica externa (EQE) de los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) se han desarrollado herramientas que, interpuestas entre la fuente de radiación luminosa (el sol) y los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares), absorben selectivamente la radiación incidente que tiene longitudes de onda fuera del espectro efectivo de dichos dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares), emitiendo la energía absorbida en forma de fotones de longitud de onda incluidos en el espectro efectivo. Dichos instrumentos se denominan concentradores solares luminiscentes (LSC). Cuando la energía de los fotones emitidos por los concentradores solares luminiscentes (LSC) es mayor que la de los fotones incidentes, el proceso de fotoluminiscencia, incluida la absorción de la radiación solar y la posterior emisión de fotones a una longitud de 65 onda más corta, también se denomina proceso de conversión ascendente. Por el contrario, cuando la energía de

los fotones emitidos por los concentradores solares luminiscentes (LSC) es menor que la de los fotones incidentes, el proceso de fotoluminiscencia se denomina proceso de "conversión descendente" (o "cambio descendente").

Generalmente, dichos concentradores solares luminiscentes (LSC) consisten en grandes láminas de un material transparente a la radiación solar (por ejemplo, vidrios poliméricos o inorgánicos), dentro de las cuales se dispersan compuestos fluorescentes que actúan como convertidores de espectro, o se unen químicamente a dicho material. Debido al fenómeno óptico de reflexión total, la radiación emitida por los compuestos fluorescentes es "guiada" hacia los bordes delgados de la lámina donde se concentra en las celdas fotovoltaicas (o celdas solares) colocadas sobre la misma. De esta manera, se pueden utilizar grandes superficies de materiales de bajo costo (láminas fotoluminiscentes) para concentrar la luz en pequeñas superficies de materiales de alto costo [celdas fotovoltaicas (o celdas solares)].

Los compuestos fluorescentes se pueden depositar sobre el soporte de vidrio en forma de una película delgada o, como en el caso de los materiales poliméricos, se pueden dispersar dentro de la matriz polimérica. Alternativamente, la matriz polimérica se puede funcionalizar directamente con grupos cromóforos fluorescentes.

Idealmente, para ser utilizados en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC), los compuestos fluorescentes deben tener las siguientes características:

alta eficiencia cuántica de luminiscencia (Φ), dicha eficiencia cuántica de luminiscencia (Φ) se define de acuerdo con la ecuación (1) a continuación informada como la proporción entre el número de fotones emitidos y el número de fotones absorbidos por una molécula luminiscente por unidad de tiempo y tiene un valor máximo de 1:

$(\Phi) = \text{número de fotones emitidos} / \text{número de fotones absorbidos} (1);$

- banda de absorción ancha en la región espectral en la que el dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) es poco eficiente;
- alto coeficiente de absorción;
- banda de emisión estrecha en la región espectral en la que el dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) es más eficiente;
- bandas de absorción y emisión bien separadas para evitar o minimizar los fenómenos de autoabsorción.

Se sabe que algunos compuestos de benzotiadiazol, en particular 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB), son compuestos fluorescentes utilizables en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC). Los compuestos de este tipo se han descrito, por ejemplo, en la solicitud de patente internacional WO 2011/048458 a nombre del Solicitante.

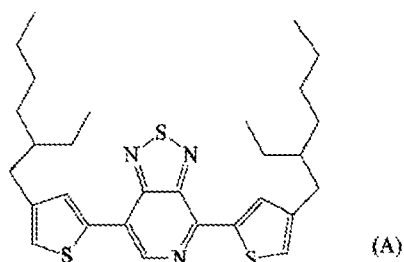
El 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) se caracteriza por una emisión centrada alrededor de 579 nm, cuyo valor corresponde a una energía muy por encima del umbral mínimo de funcionamiento de las celdas fotovoltaicas (o celdas solares), cuyo umbral, por ejemplo, corresponde a una longitud de onda de alrededor de 1100 nm para las celdas fotovoltaicas (o celdas solares) basadas en silicio más comunes. Además, su absorción de la radiación de luz es intensa y se extiende en un rango relativamente amplio de longitudes de onda, incluyendo indicativamente entre 550 nm (la longitud de onda de la radiación verde) y el ultravioleta. Finalmente, el 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) tiene un desplazamiento de Stokes, en solución de diclorometano, igual a 134 nm, mucho mayor que los de la mayoría de los productos comerciales propuestos hasta ahora para su uso en concentradores solares luminiscentes (LSC).

Por estas razones, el uso de 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) ha permitido crear concentradores solares luminiscentes (LSC) de excelente calidad.

Sin embargo, el 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB), aunque absorbe una parte significativa del espectro solar, muestra una modesta absorción en sus regiones de mayor longitud de onda, correspondiente a las radiaciones amarillas y rojas que, por lo tanto, no se pueden convertir en otras que son explotadas más eficazmente por la celda fotovoltaica (o celda solar).

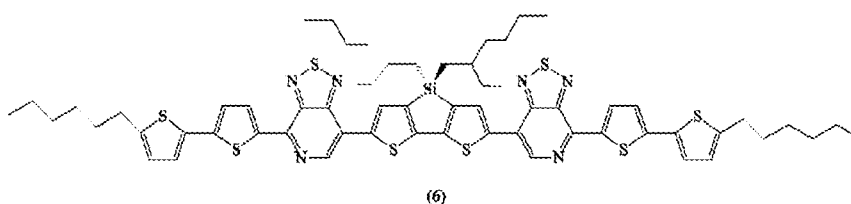
También se conocen compuestos de ditienilpiridintiadiazol.

Por ejemplo, Bathula C. y otros, en "Journal of Fluorescence" (2016), Vol. 26, Número 3, p. 1045-1052, informan 4,7-bis[(4-(2-etilhexil)-tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina que tiene la siguiente fórmula (A):



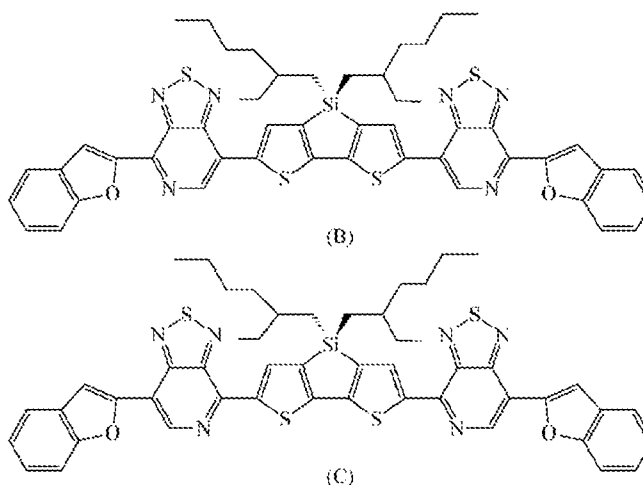
como comonómero para la síntesis de copolímeros a base de tiadiazol[3,4-c]piridina utilizables en el campo de la electrónica orgánica, por ejemplo, en transistores orgánicos de efecto de campo ("Diodos Emisores Orgánicos" - OLED).

Welch G. C. y otros, en "Journal of Materials Chemistry" (2011), Vol. 21, p. 12700-12709, informan moléculas orgánicas que comprenden tiadiazol[3,4-c]piridina, incluido el compuesto que tiene la fórmula (6):



y su uso como materiales donadores de electrones en celdas fotovoltaicas orgánicas que tienen una arquitectura conocida como heterounión a granel obtenida a través de procesos en solución. Dichas moléculas orgánicas que comprenden tiadiazol[3,4-c]piridina, incluido el compuesto que tiene la fórmula (6), así como su uso como materiales donantes de electrones en celdas fotovoltaicas orgánicas que tienen una arquitectura conocida como heterounión a granel obtenida por medio de procesos en solución, también se describen en la solicitud de patente estadounidense US 2014/0167002.

Bazan G. C. y otros en "Journal of the American Chemical Society" (2013), Vol. 135(6), p. 2298-2305, informan la síntesis de dos moléculas orgánicas que incluyen tiadiazol[3,4-c]piridina, es decir, el compuesto que tiene la fórmula (B) y el compuesto que tiene la fórmula (C):



utilizable en el campo de la electrónica orgánica.

Otros documentos describen compuestos de ditienilpiridintiadiazol que se integran directamente en celdas fotovoltaicas de base orgánica u otros dispositivos electrónicos orgánicos que llevan a cabo la conversión de fotón a corriente:

ARA C. et al., "Effects of alkyl side chain and electron-withdrawing group on benzo[1,2,5] thiadiazole-thiophene-based small molecules in organic photovoltaic cells", Journal Of Materials Science, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Vol. 51, No. 14 (18-04-2016), páginas 6770 - 6780; US2011028656;

MATEKER W. et al., "Molecular Packing and Arrangement Govern the Photo-Oxidative Stability of Organic

Photovoltaic Materials", Chemistry Of Materials, Vol. 27, No. 18 (02-09-2015), páginas 6345 - 6353;
 ADACHI Y. et al., "Synthesis of organic photosensitizers containing dithienogermole and thiadiazolo [3,4-c]pyridine units for dye-sensitized solar cells", Dalton Transactions, Vol. 45, No. 35 (01-01-2016), páginas 13817 - 13826;

CHINNA B. et al., "Microwave assisted synthesis of bithiophene based donor-acceptor-donor oligomers and their optoelectronic performances", Journal Of Molecular Structure, Elsevier, Amsterdam, NL, Vol. 1139 (08-03-2017), páginas 125 - 129;

TANG T. et al., "Regiospecific protonation of organic chromophores", Physical Chemistry Chemical Physics, Vol. 18, No. 28 (01-01-2016), páginas 18758 - 18766.

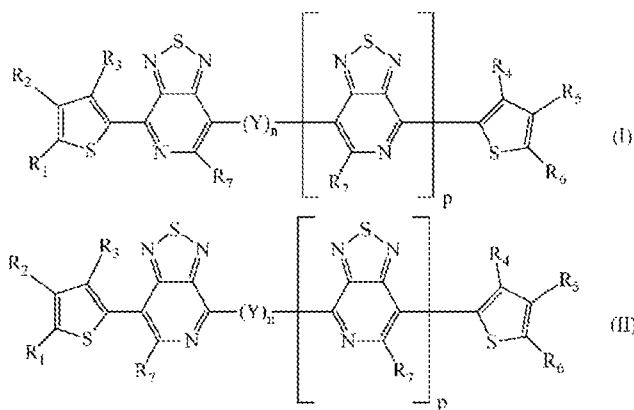
WO2017118464A describe mezclas que tienen propiedades líquido-cristalinas y se pueden usar en dispositivos que regulan la transmisión de luz a través de un elemento de área. En algunas realizaciones, las mezclas incluyen colorantes seleccionados de benzotiadiazoles específicos.

Por lo tanto, el solicitante ha planteado el problema de encontrar compuestos capaces de tener una buena absorción en las regiones del espectro solar con una longitud de onda más larga, correspondiente a las radiaciones amarilla y roja y, en consecuencia, dar rendimientos comparables o incluso más altos, en particular en términos de la energía generada por los dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares) en los que se utilizan, con respecto a los compuestos de benzotiadiazol conocidos, en particular en comparación con el 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB).

Descripción de la invención

El Solicitante ha encontrado ahora compuestos de ditienilpiridintiadiazol que tienen una fórmula general específica [es decir, que tienen la fórmula general (I) o (II) informada a continuación], que se pueden usar ventajosamente en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC). Dichos concentradores solares luminiscentes (LSC) pueden, a su vez, usarse ventajosamente juntos, por ejemplo, con celdas fotovoltaicas (o celdas solares), en la construcción de dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares). Dichos compuestos de ditienilpiridintiadiazol son capaces de dar un rendimiento comparable o incluso superior, en particular en términos de la potencia generada por los dispositivos fotovoltaicos en los que se utilizan, en comparación con los compuestos de benzotiadiazol conocidos, en particular con respecto a 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB).

Por lo tanto, un objeto de la presente invención es un concentrador solar luminiscente (LSC) como se reivindica en la reivindicación 1, que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II):



en donde:

- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ y R₆, idénticos o diferentes entre sí, representan un átomo de hidrógeno; o se seleccionan entre grupos alquilo C₁-C₂₀, preferiblemente C₁-C₈, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que contienen opcionalmente heteroátomos, grupos arilo opcionalmente sustituidos, grupos heteroarilo opcionalmente sustituidos;

- R₇, idénticos o diferentes entre sí, representan un átomo de hidrógeno; o se seleccionan entre grupos alquilo C₁-C₂₀, preferiblemente C₁-C₈, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que contienen opcionalmente heteroátomos, grupos arilo opcionalmente sustituidos, grupos heteroarilo opcionalmente sustituidos, grupos fenoxi opcionalmente sustituidos;

- o R₁ y R₂ o R₂ y R₃ y/o R₄ y R₅ o R₅ y R₆, pueden estar opcionalmente unidos entre sí para formar, junto con los átomos de carbono a los que están unidos, un ciclo o sistema policíclico saturado, insaturado o aromático que contiene de 3 a 14 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 6 átomos de carbono, que contiene opcionalmente uno o más heteroátomos tales como, por ejemplo, oxígeno, azufre, nitrógeno, silicio, fósforo, selenio;

- Y representa un ciclo divalente o grupo policíclico que contiene uno o más anillos aromáticos o heteroaromáticos, dichos anillos aromáticos o heteroaromáticos están opcionalmente sustituidos;
- n es 0 o 1;
- p es 0 o 1.

5

Como se indicó anteriormente, algunos de los compuestos de ditenilpiridintiadiazol que tienen la fórmula general específica (I) o (II) son nuevos.

10

Por lo tanto, es un objeto adicional de la presente invención, un compuesto de ditenilpiridintiadiazol reivindicado por la reivindicación 5.

Para los efectos de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, las definiciones de los intervalos numéricos incluyen siempre los valores extremos a menos que se especifique lo contrario.

15

A efectos de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "que comprende" también incluye los términos "el/la cual consiste esencialmente en" o "el/la cual consiste en".

20

A efectos de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "grupos alquilo de C₁-C₂₀" significa grupos alquilo que tienen de 1 a 20 átomos de carbono, lineales o ramificados, saturados o no saturados. Los ejemplos específicos de grupos alquilo C₁-C₂₀ son: metilo, etilo, n-propilo, iso-propilo, n-butilo, iso-butilo, *terc-butilo*, pentilo, 2-etil-hexilo, hexilo, heptilo, octilo, nonilo, decilo, dodecilo.

25

A efectos de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, el término "grupos alquilo C₁-C₂₀ que contienen opcionalmente heteroátomos" significa grupos alquilo que tienen de 1 a 20 átomos de carbono, lineales o ramificados, saturados o insaturados, en los que al menos uno de los átomos de hidrógeno está sustituido con un heteroátomo seleccionado entre: halógenos tales como, por ejemplo, flúor, cloro, preferiblemente flúor; nitrógeno; azufre; oxígeno. Ejemplos específicos de grupos alquilo C₁-C₂₀ que contienen opcionalmente heteroátomos son: fluorometilo, difluorometilo, trifluorometilo, triclorometilo, 2,2,2-trifluoroetilo, 2,2,2-tricloroetilo, 2,2,3,3-tetrafluoropropilo, 2,2,3,3,3-pentafluoropropilo, perfluoropentilo, perfluorooctilo, perfluorodecilo, oximetilo, oxietilo, oxibutiltioetilo, tioetilo, dimetilamino, propilamino, dioctilamino, metiltioéter, etiltioéter, butiltioéter.

30

35

A efectos de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "grupos arilo" significa grupos carbocíclicos aromáticos. Dichos grupos arilo pueden estar opcionalmente sustituidos con uno o más grupos, mutuamente idénticos o diferentes, seleccionados entre: átomos de halógeno tales como, por ejemplo, flúor, cloro, preferiblemente flúor; grupos hidroxilo; grupos alquilo C₁-C₂₀; grupos alcoxi C₁-C₂₀; grupos ciano; grupos amino; grupos nitro; grupos arilo; grupos fenoxi; grupos éster; grupos tioéter. Los ejemplos específicos de grupos arilo son: fenilo, metilfenilo, dimetilfenilo, trimetilfenilo, di-iso-propilfenilo, *terc-butilfenilo*, metoxifenilo, hidroxifenilo, feniloxifenilo, fluorofenilo, pentafluorofenilo, clorofenilo, nitrofenilo, difenilamino, dimetilaminofenilo, difenilaminofenilo, naftilo, fenilnaftilo, fenantreno, antraceno, feniltioéter, benciltioéter, 2-fenoxifenilo, 4-fenoxifenilo, 2,4-difenoxifenilo, 2,6-difenoxifenilo, 2,4,6-trifenoxifenilo.

40

45

Para el propósito de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "grupos heteroarilo" significa grupos heterocíclicos aromáticos, penta- o hexa-atómicos, también benzocondensados o heterobicíclicos, que contienen de 4 a 60 átomos de carbono y de 1 a 4 heteroátomos seleccionados de nitrógeno, oxígeno, azufre, silicio, selenio, fósforo. Dichos grupos heteroarilo pueden estar opcionalmente sustituidos con uno o más grupos, mutuamente idénticos o diferentes, seleccionados de: átomos de halógeno tales como, por ejemplo, flúor, cloro, bromo, preferentemente flúor; grupos hidroxilo; grupos alquilo C₁-C₁₂; grupos alcoxi C₁-C₁₂; grupos tioalcoxi C₁-C₁₂; grupos tri-alquilsililo C₃-C₂₄; grupos tri-alcoxisililo C₃-C₂₄; grupos polietilenoxi; grupos ciano; grupos amino; grupos mono- o di-alquilamina C₁-C₁₂; grupos nitro. Los ejemplos específicos de grupos heteroarilo son: piridina, metilpiridina, metoxipiridina, fenilpiridina, fluoropiridina, pirimidina, piridazina, pirazina, triazina, tetrazina, quinolina, quinoxalina, quinazolina, furano, tiofeno, hexiltiofeno, bromotiofeno, dibromotiofeno, pirrol, oxazol, tiazol, isotiazol, oxadiazol, tiadiazol, pirazol, imidazol, triazol, tetrazol, indol, benzofurano, benzotiofeno, benzooxazol, benzotiazol, benzooxadiazol, benzotiadiazol, benzopirazol, bencimidazol, benzotriazol, triazolpiridina, cumarina.

50

55

Para el propósito de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "grupos fenoxi opcionalmente sustituidos" significa grupos fenoxi C₆H₅O, opcionalmente sustituidos con uno o más grupos, mutuamente idénticos o diferentes, seleccionados de: átomos de halógeno tales como, por ejemplo, flúor, cloro, preferentemente flúor; grupos alquilo C₁-C₂₀; grupos alcoxi C₁-C₂₀; grupos ciano; grupos amino; grupos nitro. Los ejemplos específicos de grupos fenoxi C₆H₅O son: fenoxi, 4-nitro-fenoxi, 2,4-di-nitrofenoxi, 2-cloro-4-nitrofenoxi, 2-fluoro-4-nitrofenoxi, 3-fluoro-4-nitrofenoxi, 5-fluoro-2-nitrofenoxi, 2-aminofenoxi.

60

65

Para el propósito de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "ciclo o sistema policíclico" significa un sistema que contiene uno o más anillos que contienen de 3 a 14 átomos de carbono, saturados o insaturados, que contienen opcionalmente heteroátomos seleccionados de nitrógeno, oxígeno, azufre, silicio, selenio, fósforo. Ejemplos específicos de ciclo o sistema policíclico son: tieno[3,2-b]tiofeno, tiadiazol, benzotiofeno, quinoxalina, piridina.

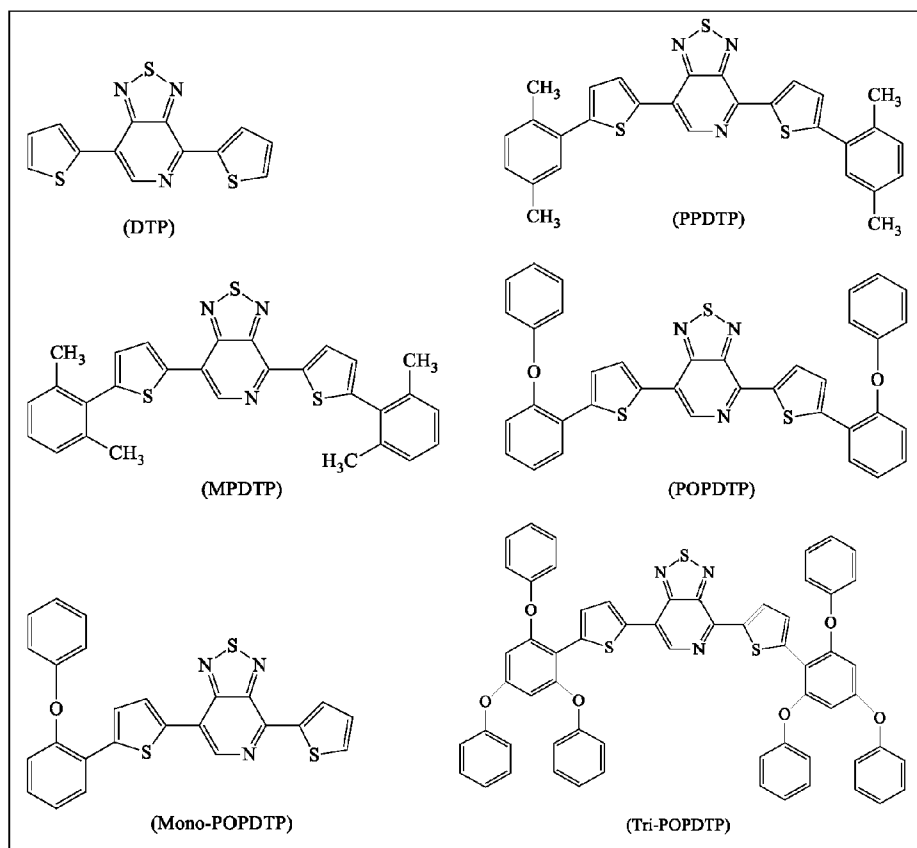
Para el propósito de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, el término "ciclo divalente o grupo policíclico que contiene uno o más anillos aromáticos o heteroaromáticos" significa grupos que contienen un anillo aromático opcionalmente sustituido o un anillo heteroaromático opcionalmente sustituido, o grupos que contienen más anillos aromáticos opcionalmente sustituidos o anillos heteroaromáticos más opcionalmente sustituidos, dichos anillos aromáticos o heteroaromáticos están condensados o unidos entre sí por enlaces simples o por grupos ligando. Ejemplos específicos de grupos cíclicos o policíclicos que contienen uno o más anillos aromáticos o heteroaromáticos son: tiofeno, pirrol, furano, fosfol, benzoditiofeno, espirofluoreno, espirotiofeno, bitofeno, tert-tiofeno, tienotiofeno, ditienotiofeno, benzotiofeno, iso-benzotiofeno, benzoditiofeno, ciclopentaditiofeno, silaciclopentadieno, silaciclopentadienobitiofeno, indol, benceno, naftaleno, antraceno, perileno, indeno, fluoreno, pireno, azuleno, piridina, oxazol, tiazol, tiazina, pirimidina, pirazina, imidazol, benzoxazol, benzooxadiazol, benzotiazol, bencimidazol, benzofurano, isobenzofurano, tiadiazol, ditienopirrol, ditioposfol, ditienotiofeno, tieno[3,2-b]tiofeno, carbazol-9,9-RR'-9H-fluoreno, 9-R-9H-carbazol, 3,3'-RR'-silileno-2,2'-bitiofeno, 3,3'-RR'-ciclopenta[2,1-b:3,4-b']-ditiofeno en el que R y R', mutuamente idénticos o diferentes, representan un grupo alquilo C₁-C₃₀ lineal o ramificado o un grupo arilo C₆-C₃₀.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, en dicha fórmula general (I):

- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2,5-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2,6-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ se selecciona de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferiblemente es un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferiblemente son un grupo 2,4,6-trifenoxifenilo; n y p son 0.

En la Tabla 1 se presentan ejemplos específicos de compuestos de ditienilpiridinatiadiazol que tienen la fórmula general (I) útiles para el propósito de la presente invención.

Tabla 1



El compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) se puede obtener de acuerdo con procesos conocidos en la técnica. Por ejemplo, dicho compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) se puede obtener operando como se describe, por ejemplo, por Leclerc M. y otros, en "Journal of the American Chemical Society" (2008), Vol. 130(2), p. 732-742; o por Jen A. K.-Y. en "Journal of Materials Chemistry" (2011), Vol. 21, p. 13247-13255; o por Welch G. C. y otros, en "Journal of the American Chemical Society" (2011), Vol. 133(12), p. 4632-4644; o en la solicitud de patente italiana MI201800000667 a nombre del Solicitante e incorporada a la presente mediante esta referencia. Se pueden encontrar detalles adicionales relacionados con los procesos para preparar dicho compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) en los siguientes ejemplos.

Un objeto adicional de la presente invención es el uso de al menos un compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC) como se reivindica en la reivindicación 3.

El compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) se puede usar en dicho concentrador solar luminiscente (LSC) en las siguientes formas: dispersado en el polímero o en el vidrio, unido químicamente al polímero o vidrio, en solución, en forma de un gel.

Por ejemplo, el concentrador solar luminiscente (LSC) puede contener una matriz transparente, donde el término matriz transparente significa cualquier material transparente utilizado en forma de un soporte, un aglutinante o un material en el que se dispersa o incorpora al menos un compuesto de ditenilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II). El material utilizado para la matriz es transparente, como tal, a las radiaciones de interés y, en particular, a las radiaciones que tienen una frecuencia comprendida en el espectro efectivo del dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) como, por ejemplo, la celda fotovoltaica (o celda solar) en la que se utiliza. Por lo tanto, los materiales adecuados para el propósito de la presente invención se pueden seleccionar de materiales transparentes al menos a radiaciones que tienen una longitud de onda que varía de 250 nm a 1100 nm.

La matriz transparente que se puede usar para el propósito de la presente invención se puede seleccionar, por ejemplo, de materiales poliméricos o materiales vítreos. Dicha matriz se caracteriza por una alta transparencia y una alta duración en relación con el calor y la luz. Los materiales poliméricos que se pueden usar ventajosamente para el propósito de la presente invención son, por ejemplo, polimetilmetacrilato (PMMA), resinas epoxi, resinas de silicona, tereftalatos de polialquileño, policarbonatos, poliestireno, polipropileno. Los materiales vítreos que

se pueden usar ventajosamente para el propósito de la presente invención son, por ejemplo, sílices.

En el caso en que la matriz sea del tipo polimérico, dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) puede dispersarse en el polímero de dicha matriz mediante, por ejemplo, dispersión en estado fundido y posterior formación de una lámina que comprende dicho polímero y dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II), operando, por ejemplo, de acuerdo con la llamada técnica de "colada". Alternativamente, dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) y el polímero de dicha matriz se pueden solubilizar en al menos un disolvente obteniendo una solución que se deposita sobre una lámina de dicho polímero, formando una película que comprende dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) y dicho polímero, operando, por ejemplo, mediante el uso de un aplicador de película "Doctor Blade": posteriormente, se permite que dicho disolvente se evapore.

En el caso en que la matriz sea del tipo vítreo, dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) se puede solubilizar en al menos un disolvente obteniendo una solución que se deposita sobre una lámina de dicha matriz del tipo vítreo, formando una película que comprende dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II), operando, por ejemplo, mediante el uso de un aplicador de película "Doctor Blade": posteriormente, dicho disolvente se deja evaporar.

Un objeto adicional de la presente invención es un dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) que comprende al menos una celda fotovoltaica (o celda solar), y al menos un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II), como se reivindica en la reivindicación 4.

Dicho dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) se puede obtener, por ejemplo, ensamblando el concentrador solar luminiscente mencionado anteriormente con al menos una celda fotovoltaica (o celda solar).

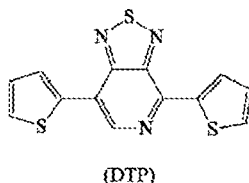
De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el concentrador solar mencionado anteriormente puede fabricarse en forma de una lámina transparente obtenida por solubilización de dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) y del polímero de la matriz del tipo polimérico en al menos un disolvente obteniendo una solución que se deposita sobre una lámina de dicho polímero, formando una película que comprende dicho al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) y dicho polímero, operando, por ejemplo, mediante el uso de un aplicador de película "Doctor Blade": posteriormente, se permite que dicho disolvente se evapore. En dichos dispositivos fotovoltaicos (o dispositivos solares), dichas láminas se pueden acoplar a una celda fotovoltaica (o celda solar).

El mejor modo de llevar a cabo la invención

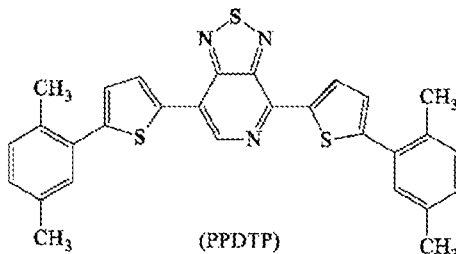
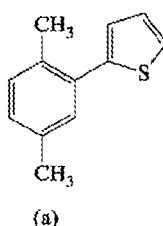
Para una mejor comprensión de la presente invención y su puesta en práctica, a continuación, se exponen algunos ejemplos ilustrativos y no limitativos de la misma.

EJEMPLO 1

Síntesis de 4,7-ditienil[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (DTP)



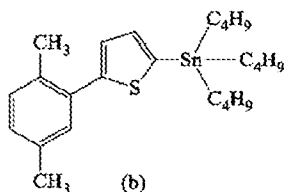
En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargan dibromopiridintiadiazol (Aldrich) (0,37 g; 1,25 mmoles), dimetilformamida (DMF) (Aldrich) (14 ml), 2-tributylestanniltofenol (Aldrich) (0,97 g; 825 µl; 2,6 mmoles) y tetrakis(trifenilfosfina)paladio(0) (Aldrich) (0,008 g; $6,9 \times 10^{-3}$ mmoles): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 30 segundos, a temperatura ambiente (25 °C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 120 °C en 2 minutos; 2 minutos a 120 °C; de 120 °C a 140 °C en 2 minutos, 2 minutos a 140 °C; de 140 °C a 170 °C en 2 minutos; 36 minutos a 170 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (40 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: mezcla de n-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) en una proporción de 9/1 (v/v)] obteniendo 0,21 g de 4,7-ditienil [1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (DTP) (rendimiento = 92 %).

EJEMPLO 2**Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,5-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (PPDTP)****(1) Síntesis de 2-(2,5-dimetilfenil)tiofeno (a)**

En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se añadieron ácido 2,5-dimetilfenilborónico (Aldrich) (1,1 g; 7,3 mmoles) y carbonato de potasio (Aldrich) (3,4 g; 24,6 mmoles) disueltos en agua destilada (10 ml) a una solución de 2-bromotiofeno (Aldrich) (1 g; 6,13 mmoles) en dioxano (Aldrich) (30 ml). Después de eliminar el aire presente mediante 3 ciclos de vacío/nitrógeno, se agregó tetrakis(trifenilfosfina)-paladio (0) (Aldrich) (0,14 g; 0,12 mmoles) obteniendo una mezcla de reacción que se sumergió en un baño precalentado a 85° C y se mantuvo, bajo agitación, a dicha temperatura, durante 16 horas. Posteriormente, la mezcla de reacción obtenida, después de la adición de una solución acuosa saturada de cloruro de sodio (Aldrich) (50 ml), se extrajo con éter etílico (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido se purificó mediante elución en una columna cromatográfica de gel de sílice [eluyente: n-heptano(Aldrich)] obteniendo 1 g de 2-(2,5-dimetilfenil)tiofeno (a) (rendimiento = 87 %).

(2) Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,5-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]-tiadiazol[3,4-c]piridina (PPDTP)

En un matraz de 100 ml equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó n-butilitio (Aldrich) [solución 1,6 M en hexano (Aldrich)] (2,5 ml; 4 mmoles) a una solución de 2-(2,5-dimetilfenil)tiofeno (a) obtenido como se describió anteriormente (0,67 g, 3,6 mmoles) en tetrahidrofurano anhidro (THF) (Aldrich) (15 ml), a -78° C, por goteo: la mezcla de reacción obtenida se mantuvo bajo agitación y la temperatura se llevó a -55° C en 3 horas. Posteriormente, después de colocar el matraz en un baño que contenía acetona (Aldrich) y hielo seco a -78 °C, se añadió cloruro de tributilestannilo (Aldrich) por goteo (1,4 g; 1,17 ml; 4,32 mmoles). Después de 15 minutos, el matraz se retiró del baño, se dejó que la temperatura aumentara a 20 °C y la mezcla de reacción se mantuvo, con agitación, a dicha temperatura, durante 12 horas. Posteriormente, después de la adición de una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (20 ml), la mezcla de reacción se extrajo con éter etílico (Aldrich) (2 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente residual mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido que comprende 2-(2,5-dimetilfenil) -5-tributilestanniltiofeno(b):



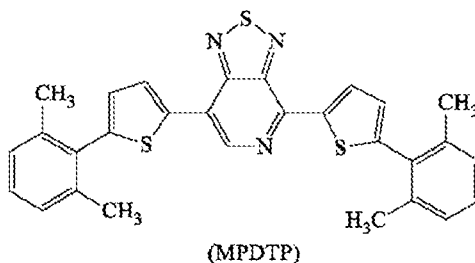
se utilizó de la siguiente manera.

En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargan dibromopiridintiadiazol (Aldrich) (0,42 g; 1,4

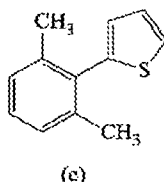
mmoles), dimetilformamida (DMF) (Aldrich) (15 ml), el residuo que comprende 2-(2,5-dimetilfenil)-5-tributylestanniltiofeno (b) obtenido como se describió anteriormente y tetrakis(trifenilfosfina)paladio (0) (Aldrich) (0,011 g; $9,5 \times 10^{-3}$ mmoles): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 30 segundos, a temperatura ambiente (25 °C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 120 °C en 2 minutos; 2 minutos a 120 °C; de 120 °C a 140 °C en 2 minutos; 2 minutos a 140 °C; de 140 °C a 170 °C en 2 minutos; 36 minutos a 170 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (40 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: mezcla de *n*-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) en una proporción de 9/1 (v/v)] obteniendo 0,6 g de 4,7-di(5-(1-(2,5-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-*c*]piridina (PPDTP) (rendimiento = 84 %).

EJEMPLO 3

Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,6-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-*c*]piridina (MPDTP)



(1) Síntesis de 2-(2,6-dimetilfenil)tiofeno (c)

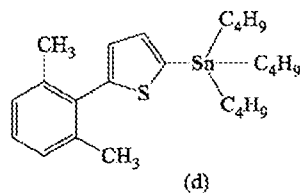


En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se añadieron ácido 2,6-dimetilfenilborónico (Aldrich) (1,1 g; 7,3 mmoles) y carbonato de potasio (Aldrich) (3,4 g; 24,6 mmoles) disueltos en agua destilada (10 ml) a una solución de 2-bromotiofeno (Aldrich) (1 g; 6,13 mmoles) en dioxano (Aldrich) (30 ml). Después de eliminar el aire presente mediante 3 ciclos de vacío/nitrógeno, se agregó tetrakis(trifenilfosfina)-paladio (0) (Aldrich) (0,14 g; 0,12 mmoles) obteniendo una mezcla de reacción que se sumergió en un baño precalentado a 85 °C y se mantuvo, bajo agitación, a dicha temperatura, durante 16 horas. Posteriormente, la mezcla de reacción obtenida, después de la adición de una solución acuosa saturada de cloruro de sodio (Aldrich) (50 ml), se extrajo con éter etílico (Aldrich) (3 × 50 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con agua neutra destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido se purificó mediante elución en una columna cromatográfica de gel de sílice [eluyente: *n*-heptano(Aldrich)] obteniendo 0,95 g de 2-(2,6-dimetilfenil)tiofeno (c) (rendimiento = 83 %).

(2) Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,6-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-*c*]piridina (MPDTP)

En un matraz de 100 ml equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó *n*-butilitio (Aldrich) [solución 1,6 M en hexano (Aldrich)] (2,5 ml; 4 mmoles) a una solución de 2-(2,6-dimetilfenil)tiofeno (c) obtenido como se describió anteriormente (0,67 g, 3,6 mmoles) en tetrahidrofurano anhidro (THF) (Aldrich) (15 ml), a -78 °C, por goteo: la mezcla de reacción obtenida se mantuvo bajo agitación y la temperatura se llevó a -55 °C en 3 horas. Posteriormente, después de colocar el matraz en un baño que contenía acetona (Aldrich) y hielo seco a -78 °C, se añadió cloruro de tributylestannilo (Aldrich) por goteo (1,4 g; 1,17 ml; 4,32 mmoles). Después de 15 minutos, el matraz se retiró del baño, se dejó que la temperatura aumentara a 20 °C y la mezcla de reacción se mantuvo, con agitación, a dicha temperatura, durante 12 horas. Posteriormente, después de la adición de una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (20 ml), la mezcla de reacción se extrajo con éter etílico (Aldrich) (2 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente residual mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido que comprende 2-(2,6-

dimetilfenil) -5-tributilestanniltiofeno(d):

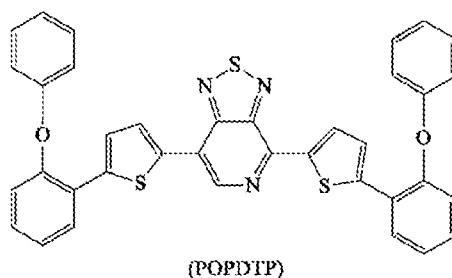


se utilizó de la siguiente manera.

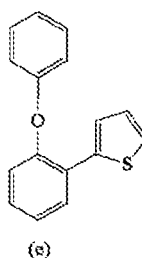
En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargan dibromopiridintiadiazol (Aldrich) (0,42 g; 1,4 mmoles), dimetilformamida (DMF) (Aldrich) (15 ml), el residuo que comprende 2-(2,6-dimetilfenil) -5-tributilestanniltiofeno (d) obtenido como se describió anteriormente y tetrakis (trifenilfosfina)paladio (0) (Aldrich) (0,011 g; $9,5 \times 10^{-3}$ mmoles): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 30 segundos, a temperatura ambiente (25 °C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 120 °C en 2 minutos; 2 minutos a 120 °C; de 120 °C a 140 °C en 2 minutos, 2 minutos a 140 °C; de 140 °C a 170 °C en 2 minutos; 36 minutos a 170 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (40 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con agua neutra (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: mezcla de n-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) en una proporción de 9/1 (v/v)] obteniendo 0,6 g de 4,7-di(5-(1-(2,6-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (MPDTP) (rendimiento = 95 %).

EJEMPLO 4

Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol [3,4-c]piridina (POPDP)



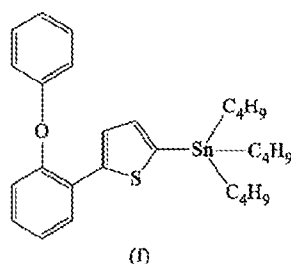
(1) Síntesis de 2-(2-fenoxifenil)tiofeno (e)



En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se añadieron ácido 2-fenoxifenilborónico (Aldrich) (1,6 g; 7,3 mmoles) y carbonato de potasio (Aldrich) (3,4 g; 24,6 mmoles) disueltos en agua destilada (10 ml) a una solución de 2-bromotiofeno (Aldrich) (1 g; 6,13 mmoles) en dioxano (Aldrich) (30 ml). Después de eliminar el aire presente mediante 3 ciclos de vacío/nitrógeno, se agregó tetrakis(trifenilfosfina)-paladio (0) (Aldrich) (0,14 g; 0,12 mmoles) obteniendo una mezcla de reacción que se sumergió en un baño precalentado a 85 °C y se mantuvo, bajo agitación, a dicha temperatura, durante 16 horas. Posteriormente, la mezcla de reacción obtenida, después de la adición de una solución acuosa saturada de cloruro de sodio (Aldrich) (50 ml), se extrajo con éter etílico (Aldrich) (3 × 25 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con agua neutra destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido se purificó mediante elución en una columna cromatográfica de gel de sílice [eluyente: n-heptano (Aldrich)] obteniendo 1,4 g de 2-(2-fenoxifenil)tiofeno (e) (rendimiento = 91 %).

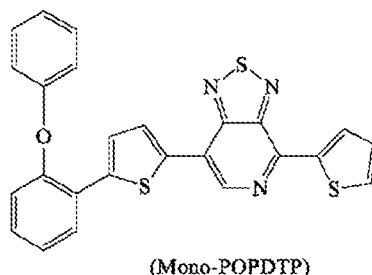
(2) Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP)

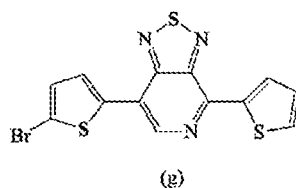
En un matraz de 100 ml equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó n-butilitio (Aldrich) [solución 1,6 M en hexano (Aldrich)] (1,3 ml; 2,1 mmoles) a una solución de 2-(2-fenoxifenil)tiofeno (e) obtenido como se describió anteriormente (0,48 g, 1,9 mmoles) en tetrahidrofurano anhidro (THF) (Aldrich) (15 ml), a -78° C, por goteo: la mezcla de reacción obtenida se mantuvo bajo agitación y la temperatura se llevó a -55° C en 3 horas. Posteriormente, después de colocar el matraz en un baño que contenía acetona (Aldrich) y hielo seco a -78 °C, se añadió cloruro de tributilestannilo (Aldrich) por goteo (0,74 g; 0,62 ml; 2,3 mmoles). Después de 15 minutos, el matraz se retiró del baño, se dejó que la temperatura aumentara a 20 °C y la mezcla de reacción se mantuvo, con agitación, a dicha temperatura, durante 12 horas. Posteriormente, después de la adición de una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (20 ml), la mezcla de reacción se extrajo con éter etílico (Aldrich) (2 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente residual mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido que comprende 2-(2-fenoxifenil)-5-tributilestanniltiofeno(f):



se utilizó de la siguiente manera.

En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargan dibromopiridintiadiazol (Aldrich) (0,225 g; 0,76 mmoles), dimetilformamida (DMF) (Aldrich) (10 ml), el residuo que comprende 2-(2-fenoxifenil)-5-tributilestanniltiofeno (f) obtenido como se describió anteriormente y tetrakis(trifenilfosfina)paladio (0) (Aldrich) (0,0061 g; $5,3 \times 10^{-3}$ mmoles): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 30 segundos, a temperatura ambiente (25 °C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 120 °C en 2 minutos; 2 minutos a 120 °C; de 120 °C a 140 °C en 2 minutos, 2 minutos a 140 °C; de 140 °C a 170 °C en 2 minutos; 36 minutos a 170 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (40 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: mezcla de n-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) en una relación de 9/1 (v/v)] obteniendo 0,2 g de 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP) (rendimiento = 46 %).

EJEMPLO 5**Síntesis de 4(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (MonoPOPDTP)****(1) Síntesis de 4(5-(1-(2-bromo)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (g)**



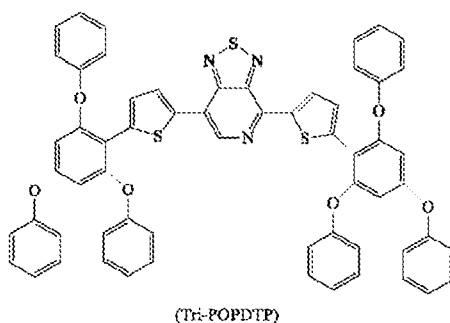
En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó N-bromosuccinimida (Aldrich) (0,694 g; 3,92 mmoles) a una solución de 4,7-ditienil [1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (DTP) obtenida como se describe en el Ejemplo 1 (0,53 g; 1,76 mmoles) en cloroformo (Aldrich) (13,2 ml): la mezcla obtenida se dejó, bajo agitación, a temperatura ambiente (25° C), en la oscuridad, durante 12 horas. Posteriormente, después de agregar 50 ml de agua destilada, se obtuvo un precipitado que se recuperó por filtración, se lavó con metanol (Aldrich) (200 ml) y se recristalizó a partir de una mezcla de *n*-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) [proporción 9/1 (v/v)] obteniendo 0,549 g de 4(5- (1-(2-bromo)fenil) tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (g) (rendimiento = 89 %).

(2) Síntesis de 4(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (MonoPOPDP)

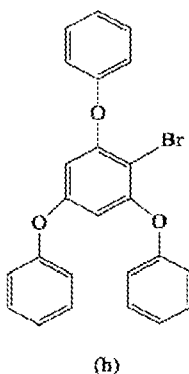
En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregaron ácido 2-fenoxifenilborónico (Aldrich) (0,749 g; 3,5 mmoles) y carbonato de potasio (Aldrich) (1,4 g; 10,3 mmoles) disueltos en agua destilada (5 ml) a una solución de 4(5-(1-(2-bromo)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (g) obtenida como se describió anteriormente (0,549 g; 1,56 mmoles) en dioxano (Aldrich) (30 ml). Después de eliminar el aire presente mediante 3 ciclos de vacío/nitrógeno, se agregó tetrakis(trifenilfosfina)paladio (0) (Aldrich) (0,072 g; 0,07 mmoles) obteniendo una mezcla de reacción que se sumergió en un baño precalentado a 85° C y se mantuvo, bajo agitación, a dicha temperatura, durante 16 horas. Posteriormente, la mezcla de reacción obtenida, después de la adición de una solución acuosa saturada de cloruro de sodio (Aldrich) (30 ml), se extrajo con éter etílico (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se purificó por elución en una columna cromatográfica de gel de sílice [eluyente: *n*-heptano (Aldrich)] obteniendo 0,5 g de 4(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (MonoPOPDP) (rendimiento = 83 %).

EJEMPLO 6

Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,4,6-trifenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (TriPOPDP)

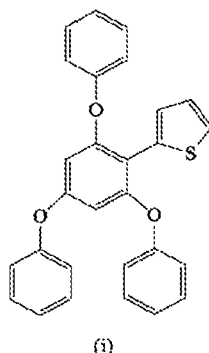


(1) Síntesis de 2,4,6-trifenoxi-1-bromobenceno (h)



En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargaron 2,4,6-trifluoro-1-bromobenceno (Aldrich) (1,6 g; 0,9 mmoles), fenol (Aldrich) (3,2 ml), carbonato de potasio (Aldrich) (5 g; 36,3 mmoles) y N-metil pirrolidona (Aldrich) (26 ml): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 60 segundos, a temperatura ambiente (25° C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 220 °C en 4 minutos; 3 horas a 220 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (50 ml) y se extrajo con éter etílico (Aldrich) (3 × 25 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: n-heptano (Aldrich)] obteniendo 2,3 g de 2,4,6-trifenoxi-1-bromobenceno (h) (rendimiento = 70 %).

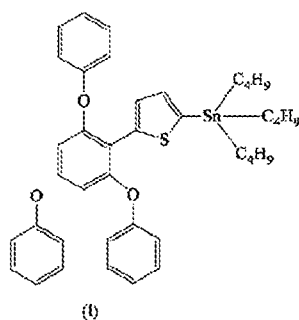
(2) Síntesis de 2,4,6-trifenoxi-1-(2-tienil)benceno (i)



En un matraz de 100 ml equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó 2-tributylestanniltiopheno (Aldrich) (1,5 g; 1,3 ml; 4,2 mmoles) a una solución 0,1 M de 2,4,6-trifenoxi-1-bromobenceno (h) obtenido como se describió anteriormente (1,5 g; 3,5 mmoles) en tolueno anhidro (Aldrich) (13,2 ml). Después de eliminar el aire presente mediante 3 ciclos de vacío/nitrógeno, se añadieron tris-dibencilidenacetona dipaladio (Aldrich) (0,048 g; 0,05 mmoles) y tris-o-tolilfosfina (Aldrich) obteniendo una mezcla de reacción que se sumergió en un baño precalentado a 110 °C y se mantuvo, bajo agitación, a dicha temperatura, durante 12 horas. Posteriormente, la mezcla de reacción se vertió en agua destilada (50 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 25 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 50 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: n-heptano (Aldrich)] obteniendo 1,1 g de 2,4,6-trifenoxi-1-(2-tienil)benceno (i) (rendimiento = 72 %).

(3) Síntesis de 4,7-di(5-(1-(2,4,6-trifenoxi)fenil)tiófen-2-il)-7-(tiófen-2-il)[1,2,tiadiazol[3,4-c]piridina (TriPODTP)

En un matraz de 100 ml, equipado con agitación magnética, termómetro y refrigerante, en una atmósfera inerte, se agregó n-butil-litio (Aldrich) [solución 1,6 M en hexano (Aldrich)] (0,8 ml; 1,3 mmoles) a una solución 0,1 M de 2,4,6-trifenoxi-1-(2-tienil)benceno (i) obtenido como se describió anteriormente (0,5 g; 1,15 mmoles) en tetrahidrofurano anhidro (THF) (Aldrich) (11 ml), a -78° C, por goteo: la mezcla de reacción obtenida se mantuvo bajo agitación y la temperatura se llevó a -55° C en 3 horas. Posteriormente, después de colocar el matraz en un baño que contenía acetona (Aldrich) y hielo seco a -78 °C, se añadió cloruro de tributilestannilo (Aldrich) por goteo (0,5 g; 0,4 ml; 1,4 mmoles). Después de 15 minutos, el matraz se retiró del baño, se dejó que la temperatura aumentara a 20 °C y la mezcla de reacción se mantuvo, con agitación, a dicha temperatura, durante 12 horas. Posteriormente, después de la adición de una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (30 ml), la mezcla de reacción se extrajo con éter etílico (Aldrich) (2 × 25 ml): la fase orgánica obtenida se lavó con una solución saturada de bicarbonato de sodio (Aldrich) (25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de eliminar el disolvente residual mediante destilación a presión reducida, el residuo obtenido que comprende 2,4,6-trifenoxi-1-[2'(5' -tributylestannil)tiénil]benceno (1):



se utilizó de la siguiente manera.

En un tubo de microondas de 50 ml, bajo flujo de argón, se cargan dibromopiridintiadiazol (Aldrich) (0,15 g; 0,5 mmoles), dimetilformamida (DMF) (Aldrich) (10 ml), el residuo que comprende 2,4,6-trifenoxi-1- [2'(5' -tributylestannil)tienil]benceno (1) obtenido como se describió anteriormente y tetrakis(trifenilfosfina)paladio (0) (Aldrich) (0,004 g; $3,4 \times 10^{-3}$ mmoles): el tubo se mantuvo, bajo flujo de argón, bajo agitación, durante 30 segundos, a temperatura ambiente (25 °C). Luego, el tubo se selló y se calentó, con agitación, en un microondas ajustando la rampa de temperatura de la siguiente manera: de temperatura ambiente (25 °C) a 120 °C en 2 minutos; 2 minutos a 120 °C; de 120 °C a 140 °C en 2 minutos, 2 minutos a 140 °C; de 140 °C a 170 °C en 2 minutos; 36 minutos a 170 °C. Posteriormente, el conjunto se vertió en agua destilada (30 ml) y se extrajo con diclorometano (Aldrich) (3 × 20 ml): la fase orgánica obtenida se lavó hasta neutralidad con agua destilada (3 × 25 ml) y posteriormente se secó sobre sulfato de sodio (Aldrich). Después de haber eliminado la mayor parte del disolvente residual por destilación a presión reducida, el residuo obtenido se agregó, por goteo, a 30 ml de metanol (Aldrich), obteniendo un precipitado que se recuperó por filtración y posteriormente se purificó por elución en columna de cromatografía de gel de sílice [eluyente: mezcla de n-heptano (Aldrich)/diclorometano (Aldrich) en una proporción de 9/1 (v/v)] obteniendo 0,35 g de 4,7-di(5- (1-(2,4,6-trifenoxi)-fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5] -tiadiazol- [3,4-c]piridina (TriPOPDTP) (rendimiento = 70 %).

Ejemplo 7 (comparativo)

Se disolvieron 6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 49,5 mg de 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB) obtenido como se describe en el Ejemplo 1 de la solicitud de patente internacional WO 2012/007834 a nombre del Solicitante, en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en una corriente ligera de aire, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 µm y 50 µm.

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm² a uno de los bordes de la lámina polimérica.

Por lo tanto, la cara principal de la lámina polimérica [que estaba recubierta con la película delgada que contenía 4,7-di-(tien-2'-il)-2,1,3-benzotiadiazol (DTB)] se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m²) y se midió la energía eléctrica generada por la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm × 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 5,69 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 8 (invención)

Se disolvieron 6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 55,3 mg de 4,7-ditienil

[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (DTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 1, en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en una corriente ligera de aire, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 µm y 50 µm.

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm² a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m²) [que se recubrió con la película delgada que contiene 4,7-ditienil[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (DTP)] y se midió la energía eléctrica generada debido a la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm × 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 6,47 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 9 (invención)

Se disolvieron 6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 89,6 mg de 4,7-di(5-(1-(2,6-dimetil)fenil) tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (MPDTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 3, en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en una corriente ligera de aire, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 µm y 50 µm.

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm² a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m²) [que se recubrió con la película delgada que contenía 4,7-di(5-(1-(2,6-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol [3,4-c]-piridina (MPDTP)] y se midió la energía eléctrica generada debido a la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm × 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 11,81 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 10 (invención)

Se disolvieron 6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 45 mg de 4,7-di(5-(1-(2,5-dimetil)fenil) tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol [3,4-c]piridina (PPDTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 2, en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, de manera uniforme, sobre

una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) utilizando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en un tiro de aire ligero, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 µm y 50 µm.

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm² a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m²) [que se recubrió con la película delgada que contenía 4,7-di(5-(1-(2,5-dimetil)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]-piridina (PPDTP)] y se midió la energía eléctrica generada debido a la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm × 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 8,85 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 11 (invención)

6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 85,4 mg de 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 4, se disolvieron en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en una corriente ligera de aire, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 µm y 50 µm.

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm² a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m²) [que se recubrió con la película delgada que contenía 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)-[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP)] y se midió la energía eléctrica generada por la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm × 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 7,57 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 12 (invención)

Se disolvieron 6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 60,1 mg de 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil) tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 4, en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm × 90 mm × 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 °C), en una corriente ligera de aire,

durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 μm y 50 μm .

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm^2 a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m^2) [que se recubrió con la película delgada que contenía 4,7-di(5-(1-(2-fenoxi)fenil)tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (POPDTP)] y se midió la energía eléctrica generada por la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm $\times$ 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 8,06 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

Ejemplo 13 (invención)

6 g de polimetilmetacrilato (PMMA) Altuglas VSUVT 100 (Arkema) y 168,3 mg de 4,7-di(5-(1-(2,4,6-trifenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (TriPOPDTP) obtenidos como se describe en el Ejemplo 6, se disolvieron en 30 ml de 1,2-diclorobenceno (Aldrich). La solución obtenida se depositó posteriormente, uniformemente, sobre una lámina de polimetilmetacrilato (PMMA) (dimensiones 300 mm $\times$ 90 mm $\times$ 6 mm) usando un aplicador de película "Doctor Blade" y el disolvente se dejó evaporar a temperatura ambiente (25 $^{\circ}\text{C}$), en una corriente ligera de aire, durante 24 horas. El resultado fue una lámina transparente de color naranja que le confirió la película cuyo espesor se encontró comprendido entre 100 μm y 50 μm .

Luego se aplicó una celda fotovoltaica IXYS-KXOB22-12 con una superficie de 1,2 cm^2 a uno de los bordes de la lámina polimérica.

La cara principal de la lámina polimérica se iluminó con una fuente de luz de potencia igual a 1 sol (1000 W/m^2) [que se recubrió con la película delgada que contenía 4,7-di(5-(1-(2,4,6-trifenoxi)fenil)tiofen-2-il)-7-(tiofen-2-il)[1,2,5]tiadiazol[3,4-c]piridina (TriPOPDTP)] y se midió la potencia eléctrica generada por la iluminación.

Las mediciones de potencia (P) se realizaron iluminando una porción de una lámina de dimensiones iguales a 100 mm $\times$ 90 mm, a una distancia (d) creciente desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica. Estas mediciones a una distancia variable de la celda fotovoltaica permiten cuantificar la contribución de los efectos de guía de ondas, borde, difusión y autoabsorción.

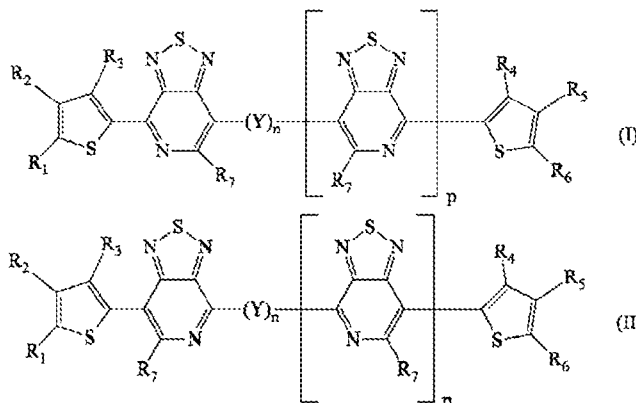
La Figura 1 muestra la curva relativa al valor de potencia generada (P) expresada en mW (reportada en la ordenada), de acuerdo con la distancia (d) desde el borde en el que se fijó la celda fotovoltaica, expresada en cm (reportada en la abscisa).

Se puede observar cómo, en ausencia de efectos del tablero, la potencia media generada es igual a 6,08 mW (Figura 1).

La Figura 2 muestra el valor de potencia generado (P) expresado en mW (informado en la ordenada) obtenido (el número del ejemplo se muestra en la abscisa).

REIVINDICACIONES

1. Concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II):



en donde:

- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅ y R₆, idénticos o diferentes entre sí, representan un átomo de hidrógeno; o se seleccionan entre grupos alquilo C₁-C₂₀, preferiblemente C₁-C₈, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que contienen opcionalmente heteroátomos, grupos arilo opcionalmente sustituidos, grupos heteroarilo opcionalmente sustituidos;
- R₇, idénticos o diferentes entre sí, representan un átomo de hidrógeno; o se seleccionan entre grupos alquilo C₁-C₂₀, preferiblemente C₁-C₈, lineales o ramificados, saturados o insaturados, que contienen opcionalmente heteroátomos, grupos arilo opcionalmente sustituidos, grupos heteroarilo opcionalmente sustituidos, grupos fenoxi opcionalmente sustituidos;
- o R₁ y R₂ o R₂ y R₃ y/o R₄ y R₅ o R₅ y R₆, pueden estar opcionalmente unidos entre sí para formar, junto con los átomos de carbono a los que están unidos, un ciclo o sistema policíclico saturado, insaturado o aromático que contiene de 3 a 14 átomos de carbono, preferentemente de 4 a 6 átomos de carbono, que contiene opcionalmente uno o más heteroátomos tales como oxígeno, azufre, nitrógeno, silicio, fósforo, selenio;
- Y representa un ciclo divalente o grupo policíclico que contiene uno o más anillos aromáticos o heteroaromáticos, dichos anillos aromáticos o heteroaromáticos están opcionalmente sustituidos;
- n es 0 o 1;
- p es 0 o 1.

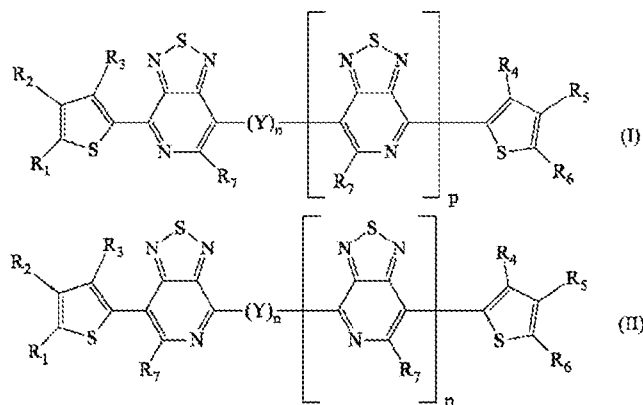
2. Concentrador solar luminiscente (LSC) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde en dicha fórmula general (I):

- R₁, R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2,5-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2,6-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ se selecciona de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente es un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, se seleccionan de grupos arilo opcionalmente sustituidos, preferentemente son un grupo 2,4,6-fenoxifenilo; n y p son 0.

3. Uso de al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la construcción de concentradores solares luminiscentes (LSC).

4. Dispositivo fotovoltaico (o dispositivo solar) que comprende al menos una celda fotovoltaica (o celda solar), y al menos un concentrador solar luminiscente (LSC) que comprende al menos un compuesto de ditienilpiridintiadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2.

5. Compuesto de ditenilpiridinadiazol que tiene la fórmula general (I) o (II):



en donde:

- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, son un grupo 2,5-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, son un grupo 2,6-dimetilfenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, mutuamente idénticos, son un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅, R₆ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ es un grupo 2-fenoxifenilo; n y p son 0; o
- R₂, R₃, R₄, R₅ y R₇, mutuamente idénticos, representan un átomo de hidrógeno; R₁ y R₆, son un grupo 2,4,6-fenoxifenilo; n y p son 0.

DIBUJOS

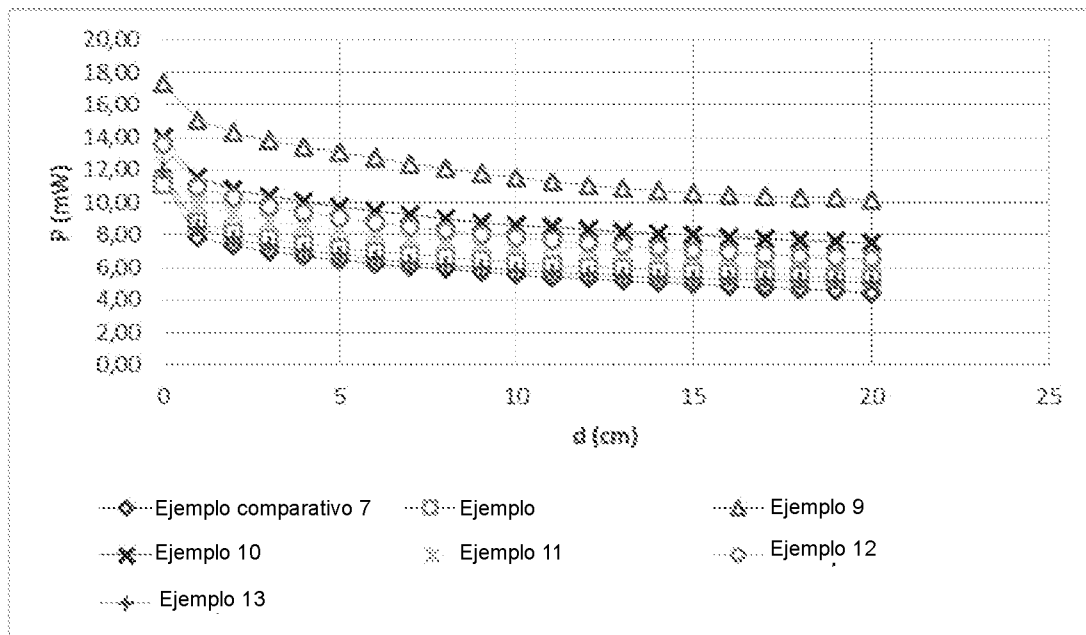


FIG. 1

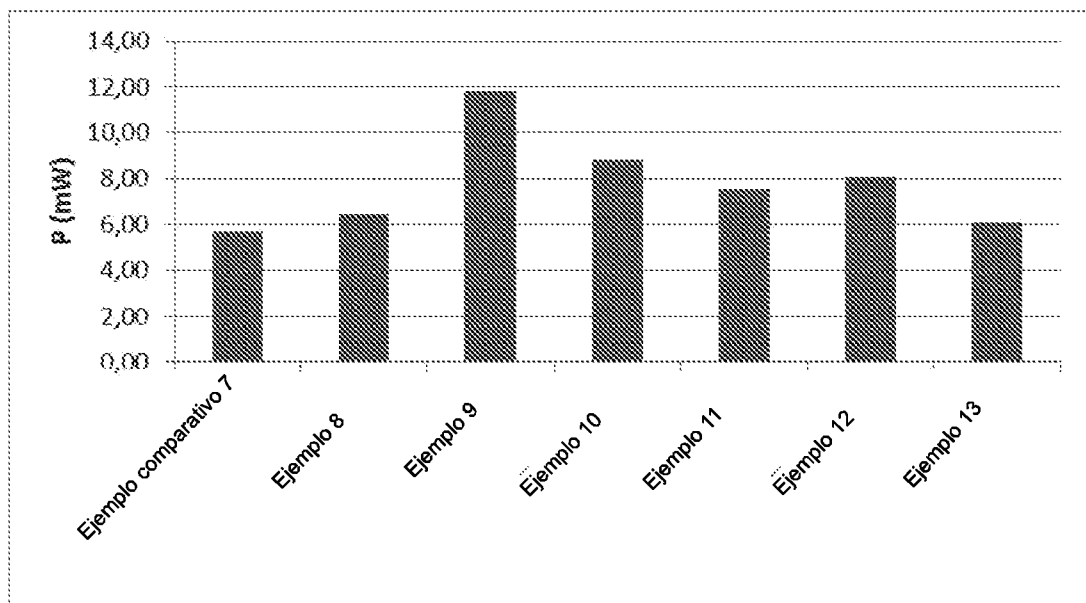


FIG. 2