(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 671 232**

(51) Int. Cl.:

C09K 11/06 (2006.01)
H01L 31/055 (2014.01)
H01L 33/50 (2010.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2012** **PCT/EP2012/060844**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.12.2012** **WO12168395**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2012** **E 12726790 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.02.2018** **EP 2718395**

(54) Título: **Nuevo dispositivo de iluminación que comprende un convertidor de color**

(30) Prioridad:

10.06.2011 EP 11169614
10.06.2011 US 201161495420 P
15.11.2011 EP 11189213
23.02.2012 EP 12156727

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.06.2018

(73) Titular/es:

BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE

(72) Inventor/es:

KÖNEMANN, MARTIN;
WAGENBLAST, GERHARD;
SEND, ROBERT;
IVANOVICI, SORIN y
DE KEYZER, GERARDUS

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

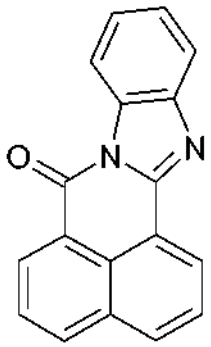
ES 2 671 232 T3

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

Nuevo dispositivo de iluminación que comprende un convertidor de color

La presente invención proporciona dispositivos de iluminación que comprenden al menos un LED y al menos un convertidor de color que comprende al menos un polímero como material matriz y al menos un colorante fluorescente orgánico que comprende al menos una unidad estructural de fórmula (I)



(I)

donde la unidad estructural puede estar mono o polisustituida con sustituyentes idénticos o diferentes y donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno.

La invención también proporciona mezclas de polímeros que comprenden colorantes fluorescentes adecuados.

La invención también proporciona nuevos colorantes fluorescentes orgánicos.

Un 20 % del consumo global de energía eléctrica se requiere para fines de iluminación.

El equipo de iluminación es objeto de desarrollo técnico adicional con respecto a la eficacia energética, reproducción de color, vida de servicio, costes de fabricación y utilizabilidad del mismo.

Las lámparas incandescentes y las lámparas halógenas, que son radiadores térmicos, producen luz con muy buena reproducción de color dado que se emite un amplio espectro con características de radiación que se aproximan a la ley de Plank de radiación del cuerpo negro y se parece mucho a la luz solar. Una desventaja de las lámparas incandescentes es el alto consumo de energía de las mismas, dado que una cantidad muy elevada de energía eléctrica se convierte en calor.

Los tubos fluorescentes compactos poseen una mayor eficacia, que producen un espectro de emisión lineal de mercurio por descarga de vapor de mercurio eléctricamente excitado. En el interior de estos tubos fluorescentes compactos se encuentran sustancias fosforescentes que comprenden tierras raras, que absorben parte del espectro de emisión del mercurio y lo emiten como luz verde y roja. El espectro de emisión de un tubo fluorescente compacto está compuesto por diferentes líneas, lo que da como resultado una reproducción de color mucho peor. Muchas personas encuentran que la luz de un tubo fluorescente compacto es menos natural y menos agradable que la luz solar o la luz de las lámparas incandescentes.

La mayoría de los diodos emisores de luz (LED) exhiben una duración más prolongada y una eficacia energética muy buena. La emisión de luz se basa en la recombinación de pares electrón-hueco (excitones) en el área de unión de una unión PN de polarización directa de un semiconductor. El tamaño de la banda prohibida de este semiconductor determina la longitud de onda aproximada. Los LED se pueden producir en diferentes colores.

Los LED azules estables y energéticamente eficientes pueden producir luz de color blanco por conversión de color. De acuerdo con un método conocido para este fin, se aplica un material polimérico que comprende una sustancia fosforescente de conversión de radiación directamente a la superficie de iluminación del LED (chip del LED). Con frecuencia, el material polimérico se aplica al chip del LED aproximadamente en forma de gota o forma hemisférica, como consecuencia de lo cual los efectos ópticos particulares contribuyen a la emisión de luz. Tales estructuras en las que la sustancia fosforescente de conversión de radiación en una matriz polimérica se aplica directamente y sin espacio intermedio a un chip de LED también se denominan "sustancia fosforescente en el chip". En los LED de sustancia fosforescente en el chip, las sustancias fosforescentes de conversión de radiación usadas son generalmente materiales inorgánicos. Las sustancias fosforescentes de conversión de radiación, que pueden

consistir, por ejemplo, en granate de aluminio itrio dopado con cerio, absorben cierta proporción de la luz azul y emiten una longitud de onda mayor con una banda de emisión amplia, de un modo tal que la mezcla de la luz azul transmitida y la luz emitida da lugar a luz blanca.

En los LED de sustancia fosforescente en el chip, el material polimérico y la sustancia fosforescente de conversión de radiación (también denominada colorante fluorescente o tinte fluorescente) se someten a un estrés térmico y radiativo relativamente elevado. Por esta razón, hasta la fecha, las sustancias fosforescentes de conversión de radiación orgánicas no han sido adecuadas para su uso en LED de sustancia fosforescente en el chip.

Con el fin de producir luz blanca a partir de luz azul por conversión de color, existe un concepto adicional en el que el convertidor de color (también denominado "convertidor" o "convertidor de luz"), que generalmente comprende un portador y una capa de polímero, está a cierta distancia del chip del LED. Tal estructura se denomina "sustancia fosforescente remota".

La distancia espacial entre la fuente primaria de luz, el LED, y el convertidor de color reduce el estrés resultante del calor y la radiación hasta tal extremo que los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados pueden conseguir los requisitos de estabilidad. Además, los LED de acuerdo con el concepto de "sustancia fosforescente remota" son incluso más energéticamente eficientes que los que están de acuerdo con el concepto de "sustancia fosforescente en el chip". El uso de colorantes fluorescentes orgánicos en estos convertidores ofrece diversas ventajas. Permiten una buena reproducción de color y son capaces de producir una luz agradable. Además, no requieren ningún material que comprenda tierras raras, que se han de extraer y proporcionar de forma costosa e inconveniente y solo están disponibles en grado limitado. Por lo tanto, es deseable proporcionar convertidores de color para LED que comprendan colorantes fluorescentes orgánicos adecuados.

El número de colorantes que absorben luz azul es prácticamente ilimitado. El número de clases de colorantes que absorben luz azul y exhiben fluorescencia también es inmenso.

Sin embargo, para que los colorantes fluorescentes orgánicos sean adecuados para su uso en convertidores de color, deben tener además en particular un rendimiento cuántico de fluorescencia elevado.

Appl. Phys. Letters 92, 143309 (2008) describe la producción de luz blanca a partir de luz LED azul de acuerdo con estructuras de sustancia fosforescente remota y sustancia fosforescente en el chip usando colorantes de perileno particulares.

El documento de Patente DE 10 2008 057 720 A1 describe el concepto de los LED de sustancia fosforescente remota y desvela, además de una capa de conversión que comprende sustancias fosforescentes de conversión de radiación inorgánicas, el uso de sustancias fosforescentes de conversión de radiación orgánicas incorporadas a una matriz polimérica.

Los documentos de Patente WO 03/038915 A, US 20080252198 describen el uso de colorantes de perileno como sustancias fosforescentes de conversión de radiación para LED de sustancia fosforescente en el chip.

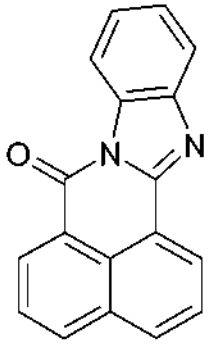
El documento de Patente JP 2001-240733 A desvela el uso de naftalenobenzoimidazoles sustituidos para colorear tereftalato de polibutileno con el fin de obtener un tono de negrura máxima.

El documento de Patente RU 2288102 C1 desvela la fabricación de plexiglás de lámina de doble capa empleada para filtros de color. Uno de los colorantes fluorescentes empleados en el mismo es Luminor amarillo-verde 490 rt, el nombre comercial de 1,8-naftoilen-1,2-benzoimidazol. El documento sugiere que se pueden usar filtros de color semejantes en instrumentos ópticos para fines especiales.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar convertidores de color, dispositivos de iluminación, mezclas de polímeros y colorantes fluorescentes orgánicos que no tengan las desventajas de la técnica anterior y que tengan, especialmente, un rendimiento cuántico de fluorescencia elevado. Además, tendrían una alta estabilidad y una larga duración.

El objetivo se consiguió mediante los convertidores de color, dispositivos de iluminación, mezclas de polímero y colorantes fluorescentes orgánicos que se especifican al principio.

Un objeto de la presente invención es un dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color que comprende al menos un polímero y al menos un colorante fluorescente orgánico que comprende al menos una unidad estructural de fórmula (I)



(I)

donde la unidad estructural puede estar mono o polisustituida con sustituyentes idénticos o diferentes y donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno.

Un objeto adicional de la invención es el uso de los convertidores de color que se definen en el presente documento para la conversión de la luz producida por los LED. Un objeto adicional de la invención son los nuevos colorantes fluorescentes que se definen en el presente documento. Un objeto adicional de la invención son las nuevas mezclas de polímeros que comprenden al menos un polímero y al menos un nuevo colorante fluorescente orgánico que se definen en el presente documento.

Se entiende que convertidores de color, en el contexto de la presente invención, significa todos los dispositivos físicos que son capaces de absorber luz de longitudes de onda particulares y convertirla en luz de otras longitudes de onda. Los convertidores de color son parte, por ejemplo, de dispositivos de iluminación, especialmente los dispositivos de iluminación que utilizan LED u OLED como fuente de luz, o de células solares de conversión de fluorescencia.

Como se usa en el presente documento, la expresión "colorante fluorescente orgánico que comprende al menos una unidad estructural de fórmula (I)" se refiere a un colorante fluorescente orgánico que consiste en una unidad estructural de fórmula (I) o comprende una o más, por ejemplo 2, 3, 4 o más de 4 unidades estructurales de fórmula I. Si el colorante fluorescente orgánico consiste en una unidad estructural de fórmula (I), el colorante fluorescente orgánico es sinónimo de la unidad estructural de fórmula (I).

Los restos orgánicos que se mencionan en las definiciones anteriores de las variables son - como el término halógeno - términos colectivos para listados individuales de los miembros del grupo individuales. El sufijo C_n-C_m indica en cada caso el número de átomos de carbono posible en el grupo.

El término halógeno representa en cada caso flúor, bromo, cloro o yodo.

La expresión "radical alifático" se refiere a un radical hidrocarburo acíclico, saturado o insaturado, de cadena lineal o ramificado. Habitualmente, el radical alifático tiene de 1 a 100 átomos de carbono. Algunos ejemplos del radical alifático son alquilo, alquenilo y alquinilo.

La expresión "radical cicloalifático" se refiere a un radical hidrocarburo cíclico, no aromático, saturado o insaturado, que tiene habitualmente de 3 a 20 átomos de carbono de anillo. Algunos ejemplos son cicloalcanos, cicloalquenos, y cicloalquinos. El radical cicloalifático también puede tener heteroátomos o grupos de heteroátomos.

El término "alquilo" como se usa en el presente documento y en los restos alquilo de alcoxi, alquiltio, alquilsulfinilo, alquilsulfonilo, alquilcarbonilo, alcoxicarbonilo y similares se refiere a radicales hidrocarburo saturados, de cadena lineal o ramificados, que tienen de 1 a 100 ("alquilo C_1-C_{100}"), 1 a 30 ("alquilo C_1-C_{30}"), 1 a 18 ("alquilo C_1-C_{18}"), 1 a 12 ("alquilo C_1-C_{12}"), 1 a 8 ("alquilo C_1-C_8") o 1 a 16 ("alquilo C_1-C_6") átomos de carbono.

El término "alquenilo" como se usa en el presente documento (también denominado alquilo cuya cadena de carbono puede comprender uno o más dobles enlaces) se refiere a grupos hidrocarburo de cadena lineal o ramificados que tienen de 2 a 100 ("alquenilo C_2-C_{100}"), 2 a 18 ("alquenilo C_2-C_{18}"), 2 a 10 ("alquenilo C_2-C_{10}"), 2 a 8 ("alquenilo C_2-C_8"), o 2 a 6 ("alquenilo C_2-C_6") átomos de carbono y uno o más, por ejemplo 2 o 3, dobles enlaces en cualquier posición.

El término "alquinilo" como se usa en el presente documento (también denominado alquilo cuya cadena de carbono puede comprender uno o más triples enlaces) se refiere a grupos hidrocarburo de cadena lineal o ramificados que tienen de 2 a 100 ("alquinilo C_2-C_{100}"), 2 a 18 ("alquinilo C_2-C_{18}"), 2 a 10 ("alquinilo C_2-C_{10}"), 2 a 8 ("alquinilo C_2-C_8"),

o 2 a 6 ("alquinilo C_2-C_6") átomos de carbono y uno o más, por ejemplo 2 o 3, triples enlaces en cualquier posición.

El término "cicloalquilo" como se usa en el presente documento se refiere a radicales hidrocarburo mono o bi o policíclicos saturados que tienen de 3 a 20 ("cicloalquilo C_3-C_{20}") átomos, preferentemente de 3 a 8 ("cicloalquilo C_3-C_8") o de 3 a 6 átomos de carbono ("cicloalquilo C_3-C_6"). Algunos ejemplos de radicales monocíclicos que tienen de 3 a 6 átomos de carbono comprenden ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo y ciclohexilo. Algunos ejemplos de radicales monocíclicos que tienen de 3 a 8 átomos de carbono comprenden ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, ciclohexilo, cicloheptilo y ciclooctilo. Algunos ejemplos de radicales bicíclicos que tienen 7 o 8 átomos de carbono comprenden biciclo[2.2.1]heptilo, biciclo[3.1.1]heptilo, biciclo[2.2.2]octilo y biciclo[3.2.1]octilo.

Un anillo de cicloalquilo en el que el anillo de cicloalquilo puede contener heteroátomos o grupos de heteroátomos también se denomina anillo heterocíclico. El anillo heterocíclico contiene habitualmente, además de átomos de carbono como miembros de anillo, 1, 2, 3 o 4 heteroátomos seleccionados entre O, S y N como miembros de anillo.

El término "arilo" como se usa en el presente documento se refiere a radicales hidrocarburo aromáticos mono, o policíclicos, por ejemplo bi, tri, tetra o pentacíclicos, que tienen de 6 a 22, preferentemente de 6 a 10, 6 a 13, 6 a 14, 6 a 16, 6 a 18, 6 a 20 o 6 a 22 átomos de carbono como miembros de anillo. Algunos ejemplos son fenilo, naftilo, fluorenilo, antranilo, tetracenilo, pentacenilo, pirenilo o benzopirenilo.

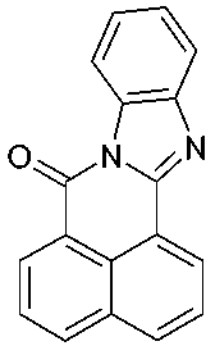
El término "alqarilo" se refiere a un arilo como se ha definido anteriormente sustituido con al menos un grupo alquilo como se ha definido anteriormente. Los grupos alqarilo pueden tener, dependiendo del tamaño del sistema anular aromático, uno o más (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o más de 9) sustituyentes alquilo.

El término "aralquilo" se refiere a un alquilo como se ha definido anteriormente sustituido con al menos un grupo arilo como se ha definido anteriormente. Los grupos aralquilo pueden tener, dependiendo del tamaño del sistema anular aromático, uno o más (por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o más de 9) sustituyentes arilo.

El término "het(ero)arilo" como se usa en el presente documento se refiere a un radical hidrocarburo heteroaromático mono, o policíclico, por ejemplo bi, o tricíclico, preferentemente un radical heteroaromático monocíclico o bicíclico. Hetarilo es habitualmente un radical cíclico de 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 o 15 miembros que tiene, además de átomos de carbono como miembros de anillo, 1, 2, 3 o 4 heteroátomos seleccionados entre O, S y N como miembros de anillo.

La expresión "arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuyas cadenas de carbono pueden comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-" se refiere a un arilo o hetarilo que puede estar contiguo en dos posiciones consecutivas a los anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros de un modo tal que ambos anillos compartan los átomos de anillo en dichas dos posiciones.

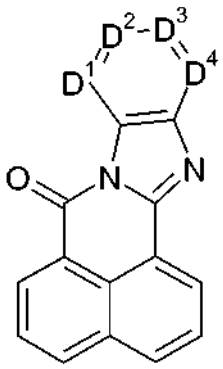
Los convertidores de color comprenden al menos un polímero y al menos un colorante fluorescente orgánico que comprende al menos una unidad estructural de fórmula (I)



(I)

donde la unidad estructural puede estar mono o polisustituida con sustituyentes idénticos o diferentes y.

Algunos ejemplos de unidades estructurales de fórmula (I) donde uno o más grupos CH de los anillos de seis miembros de la estructura de benzoimidazol están reemplazados con nitrógeno son las unidades estructurales de fórmula (I'),



(I')

en la que al menos una de las variables D^1 a D^4 es N y las otras variables D^1 a D^4 son CH.

En principio, los polímeros adecuados son todos los polímeros que sean capaces de disolver o de distribuir homogéneamente el al menos un colorante fluorescente orgánico en una cantidad suficiente.

Los polímeros adecuados pueden ser polímeros inorgánicos o polímeros orgánicos.

Los polímeros inorgánicos adecuados son, por ejemplo, silicatos o dióxido de silicio. Un prerrequisito para el uso de polímeros inorgánicos es que el al menos un colorante fluorescente orgánico se pueda disolver o distribuir homogéneamente en los mismos sin descomposición. En el caso de silicatos o dióxido de silicio, esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante la deposición del polímero desde una solución de silicato sódico.

Los polímeros orgánicos adecuados son, por ejemplo, poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo, polivinilpirrolidona, polimetacrilato, acetato de polivinilo, cloruro de polivinilo, polibuteno, polietilenglicol, silicona, poliacrilato, resina epoxi, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilideno (PVDC), poliestireno-acrilonitrilo (SAN), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polietileno (PET), butirato de polivinilo (PVB), cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas, polioximetilenos, poliimidas, poliéter imida o las mezclas de los mismos .

De acuerdo con una realización preferente, el al menos un polímero orgánico consiste básicamente en poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo, polivinilpirrolidona, polimetacrilato, acetato de polivinilo, cloruro de polivinilo, polibuteno, polietilenglicol, silicona, poliacrilato, resina epoxi, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilideno (PVDC), poliestireno-acrilonitrilo (SAN), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polietileno (PET), butirato de polivinilo (PVB), cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas, polioximetilenos, poliimidas, poliéter imida o las mezclas de los mismos.

Preferentemente, el al menos un polímero consiste básicamente en poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo o las mezclas de los mismos.

Lo más preferentemente, el al menos un polímero consiste básicamente en poliestireno o policarbonato.

En el presente documento, se entiende que poliestireno incluye todos los homo o copolímeros que resultan de la polimerización de estireno y/o derivados de estireno. Algunos derivados de estireno son, por ejemplo, alquilestirenos tales como alfa-metilestireno, orto-, meta-, para-metilestireno, para-butilestireno, especialmente para-terc-butilestireno, alcoxiestireno tal como para-metoxiestireno, para-butoxiestireno, para-terc-butoxiestireno.

En general, los poliestirenos adecuados tienen una masa molar media M_n de 10.000 a 1.000.000 g/mol (determinada por GPC), preferentemente de 20.000 a 750.000 g/mol, más preferentemente de 30.000 a 500.000 g/mol.

En una realización preferente, la matriz del convertidor de color consiste básicamente o completamente en un homopolímero de estireno o derivados de estireno.

En una realización preferente adicional de la invención, la matriz consiste básicamente o completamente en un copolímero de estireno que asimismo se considera que es un poliestireno en el contexto de la presente solicitud. Los copolímeros de estireno pueden comprender, como constituyentes adicionales, por ejemplo, butadieno, acrilonitrilo, anhídrido maleico, vinilcarbazol, o ésteres de ácido acrílico, ácido metacrílico o ácido itacónico, como monómeros. Los copolímeros de estireno adecuados comprenden generalmente al menos un 20 % en peso de estireno, preferentemente al menos un 40 % y más preferentemente al menos un 60 % en peso de estireno. En otra realización, pueden comprender al menos un 90 % en peso de estireno. Los copolímeros de estireno preferentes son

copolímeros de estireno-acrilonitrilo (SAN) y copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), copolímeros de estireno-1,1'-difenileteno, copolímeros de éster acrílico-estireno-acrilonitrilo (ASA), copolímeros de metacrilato de metilo-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS). Un polímero preferente adicional es copolímero de alfa-metilestireno-acrilonitrilo (AMSAN).

Los homo o copolímeros de estireno se pueden preparar, por ejemplo, mediante polimerización por radicales libres, polimerización catiónica, polimerización aniónica, o bajo la influencia de catalizadores organometálicos (por ejemplo, catalizadores de Ziegler-Natta). Esto puede conducir a poliestireno o copolímeros isotácticos, sindiotácticos, atácticos. Se preparan preferentemente mediante polimerización por radicales libres. La polimerización se puede llevar a cabo como polimerización en suspensión, polimerización en emulsión, polimerización en solución o polimerización en masa.

La preparación de poliestirenos adecuados se describe, por ejemplo, en Oscar Nuyken, Polystyrenes and Other Aromatic Polyvinyl Compounds, en Kricheldorf, Nuyken, Swift, Nueva York 2005, pág. 73-150 y la bibliografía citada en el mismo; y en Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, pág. 269-275.

Los policarbonatos son poliésteres de ácido carbónico con compuestos de dihidroxilo aromáticos o alifáticos. Los compuestos de dihidroxilo preferentes son, por ejemplo, compuestos de metilendifenildihidroxilo, por ejemplo bisfenol A.

Un medio para preparar policarbonatos es la reacción de compuestos de dihidroxilo adecuados con fosgeno en una polimerización interfacial. Otro medio es la reacción con diésteres de ácido carbónico, tales como carbonato de difenilo, en una polimerización por condensación.

La preparación de policarbonatos adecuados se describe, por ejemplo, en Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, pág. 343-347.

En una realización preferente, se usan polímeros que se han polimerizado con exclusión de oxígeno. Los monómeros comprendían preferentemente, durante la polimerización, un total de como máximo 1000 ppm de oxígeno, más preferentemente como máximo 100 ppm y de forma especialmente preferente como máximo 10 ppm.

Los polímeros adecuados pueden comprender, como constituyentes adicionales, aditivos tales como retardantes de llama, antioxidantes, estabilizantes de luz, absorbentes de UV, secuestradores de radicales libres, antiestáticos. Los expertos en la materia conocen tales estabilizantes.

Los antioxidantes o secuestradores de radicales libres adecuados son, por ejemplo, fenoles, especialmente fenoles impedidos estéricamente tales como butilhidroxianisol (BHA) o butilhidroxitolueno (BHT), o aminas impedidas estéricamente (HALS). Tales estabilizantes se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Irganox®. En algunos casos, los antioxidantes y secuestradores de radicales libres se pueden complementar con estabilizantes secundarios tales como fosfitos o fosfonatos, que se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Irgafos®.

Los absorbentes de UV adecuados son, por ejemplo, benzotriazoles tales como 2-(2-hidroxifenil)-2H-benzotriazoles (BTZ), triazinas tales como (2-hidroxifenil)-s-triazinas (HPT), hidroxibenzofenonas (BP) u oxalanilidas. Tales absorbentes de UV se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Uvinul®.

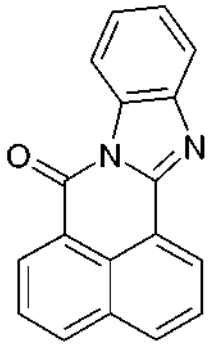
En una realización preferente de la invención, los polímeros adecuados no comprenden ningún antioxidante ni secuestrador de radicales libres.

En una realización de la invención, los polímeros adecuados son polímeros transparentes.

En otra realización, los polímeros adecuados son polímeros opacos.

Los polímeros mencionados sirven como material matriz para colorantes fluorescentes orgánicos adecuados.

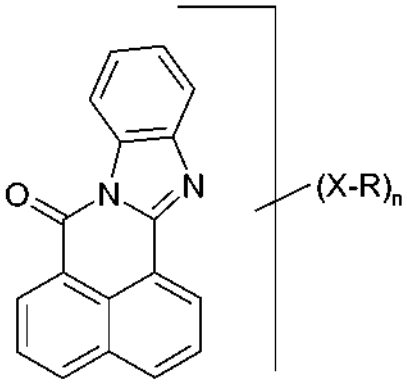
Sorprendentemente, los presentes inventores han descubierto que, particularmente, los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados para su uso en convertidores de color son los que comprenden al menos una unidad estructural de fórmula (I)



(I)

donde la unidad estructural puede estar mono o polisustituida con sustituyentes idénticos o diferentes y donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno.

Preferentemente, los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados comprenden al menos una unidad estructural (II)



(II)

donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno y donde los símbolos son cada uno como se definen a continuación:

n es un número de 0 a (10 - p) para cada unidad estructural de fórmula (II); donde p es el número de unidades CH que se han reemplazado con nitrógeno en el anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada; X es un enlace químico, O, S, SO, SO_2, NR^1;

R es un radical alifático, un radical cicloalifático, arilo, hetarilo, cada uno de los cuales puede portar cualquier sustituyente deseado,
un anillo o sistema anular aromático o heteroaromático, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmula (II),
es F, Cl, Br, CN, H cuando X no es un enlace químico;

donde dos radicales R pueden estar unidos para dar un radical cíclico y
donde X y R, cuando n > uno, pueden ser iguales o diferentes;

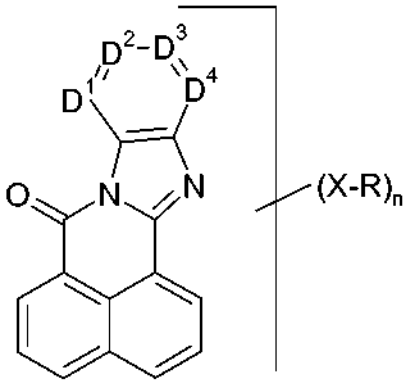
R^1 es cada uno independientemente hidrógeno, alquilo C_1-C_{18} o cicloalquilo, la cadena de carbono de los cuales puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida; arilo o hetarilo que puede estar mono o polisustituido.

El bromo es menos preferente como radical R dado que debilita la fluorescencia.

Cuando se unen dos o más radicales R para dar un radical cíclico, los dos radicales R junto con los átomos a los que están unidos pueden formar un sistema anular condensado que tiene uno o más, por ejemplo 1, 2, 3, 4 o más de 4, anillos. El sistema anular condensado puede estar saturado o parcialmente insaturado. Además, el sistema anular condensado puede comprender, además de átomos de carbono como miembros de anillo, uno o más heteroátomos

o grupos heteroatómicos seleccionados entre CO, SO, O, S y N como miembros de anillo.

Algunos ejemplos de unidades estructurales de fórmula (II) donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol están reemplazados con nitrógeno son las unidades estructurales de fórmula (II'),



(II')

en la que al menos una de las variables D^1 a D^4 es N y las otras variables D^1 a D^4 son CH.

En una realización, hasta dos grupos CH del anillo de seis miembros del grupo benzoimidazol ("del anillo de benzoimidazol") de la unidad estructural (II) están reemplazados con átomos de nitrógeno. En esta realización, dos variables D^1 a D^4 son N y las otras variables D^1 a D^4 son CH. En este caso, el valor máximo de n se reduce con el número de átomos de nitrógeno que reemplazan un grupo CH. En el caso de dos átomos de nitrógeno adicionales, el número máximo posible de radicales (X-R) de la unidad estructural (II) ya no es 10, sino que es ocho. Los valores preferentes de n permanecen sin afectar por el número de átomos de nitrógeno de la unidad estructural (II), con la condición de que el límite superior preferente no sea mayor que el número máximo posible de radicales (X-R). De acuerdo con una realización adicional, una variable D^1 a D^4 es N y las otras variables D^1 a D^4 son CH. Más preferentemente, el número de átomos de nitrógeno p en el anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada en la fórmula (II) es 0 o 1.

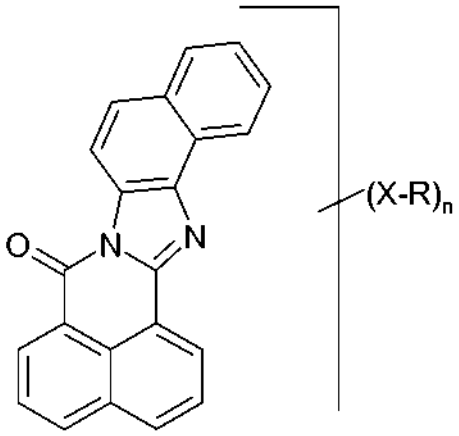
Preferentemente, la unidad estructural (I) o (II) está sustituida con al menos un sustituyente. Preferentemente porta de 1 a 8, por ejemplo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 8, sustituyentes (X-R), más preferentemente 2, 3, 4, 5 o 6. En una realización, porta 3, 4 o 5 sustituyentes. En una realización preferente, n es 1 a 4, por ejemplo 1, 2, 3, 4.

En una realización, los radicales X-R se seleccionan de un modo tal que aumenten la densidad electrónica en el sistema aromático al que están unidos directamente.

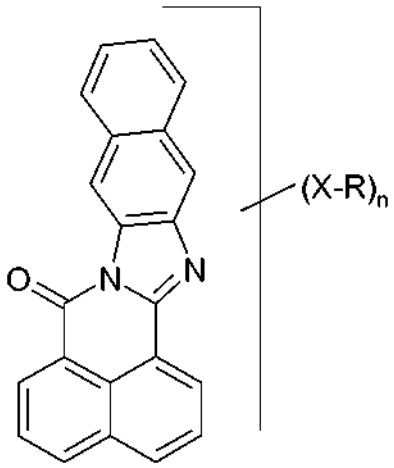
En otra realización menos preferente, los radicales X-R se seleccionan de un modo tal que reduzcan la densidad electrónica en el sistema aromático al que están unidos directamente.

En otra realización, se seleccionan uno o más radicales X-R de un modo tal que reduzcan la densidad electrónica en el sistema aromático al que están unidos directamente, y se seleccionan uno o más radicales X-R de un modo tal que aumenten la densidad electrónica en el sistema aromático al que están unidos directamente.

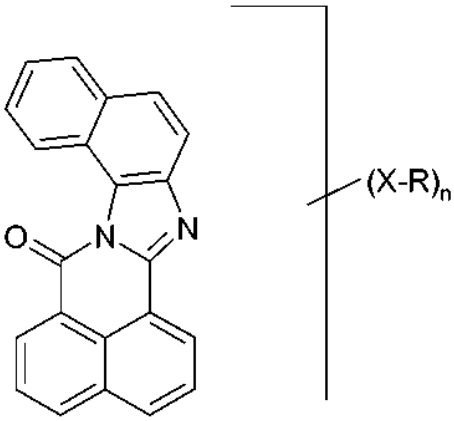
En una realización de la invención, el al menos un colorante fluorescente orgánico comprende al menos una unidad estructural de fórmulas (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI) :



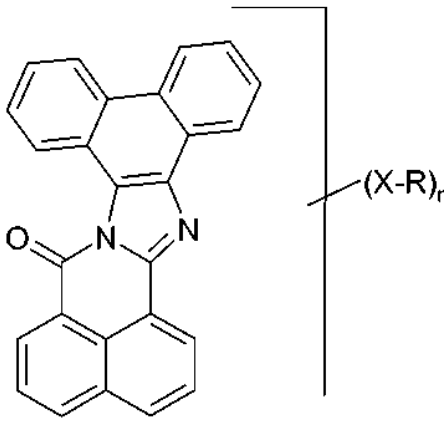
(III)



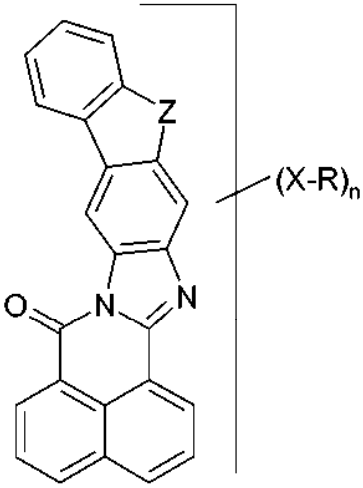
(IV)



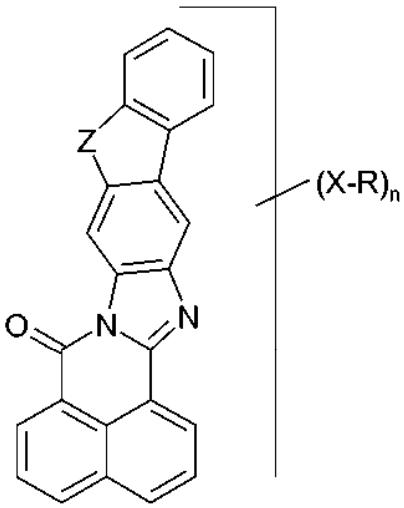
(V) ,



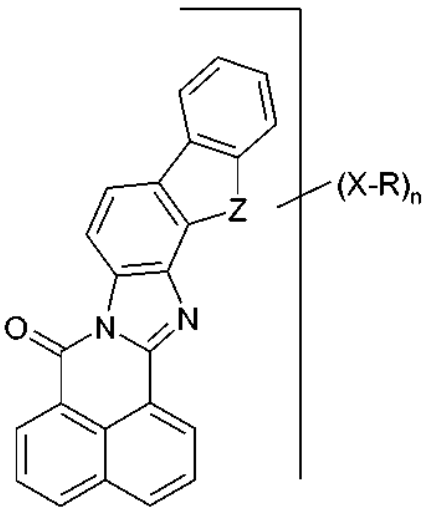
(VI)



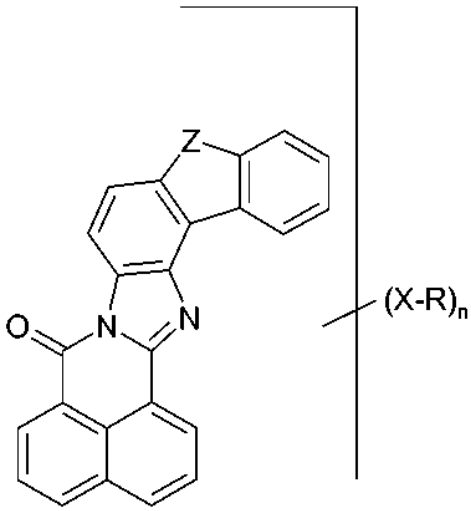
(VII) ,



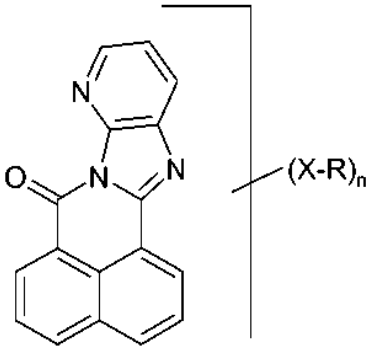
(VIII) ,



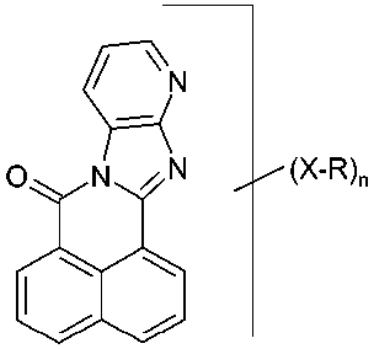
(IX) ,



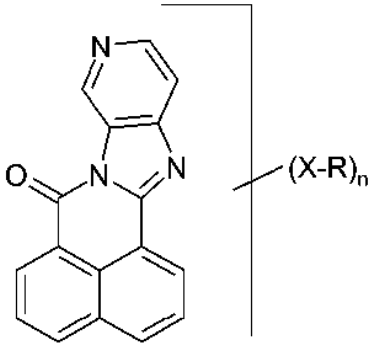
(X) ,



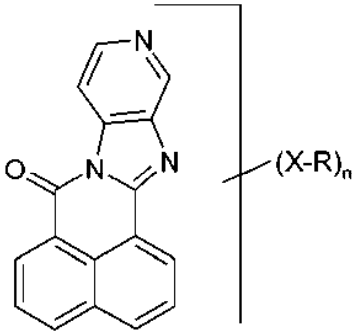
(XX)



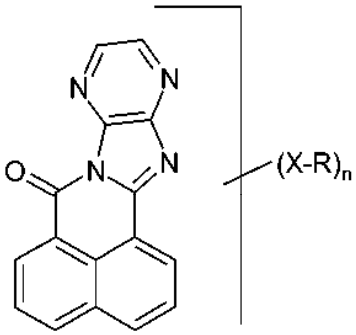
(XXI)



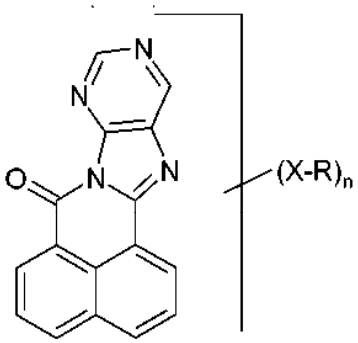
(XXII)



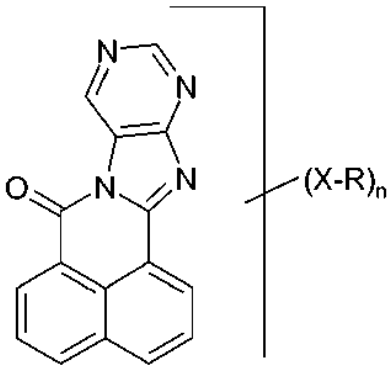
(XXIII)



(XXIV)



(XXV)



(XXVI)

donde Z es CR^1R^2, NR^1 u O.

Más preferentemente, los símbolos de las fórmulas (II) a (X) y (XX) a (XXVI) son cada uno como sigue a continuación:

X es un enlace químico, O, S, SO, SO_2 o NR^1;

R es un radical alifático o cicloalifático seleccionado entre alquilo o cicloalquilo C_1 a C_{100}, más preferentemente C_2 a C_{30}, cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, -C≡C-, $-CR^1=CR^1-$, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$, puede tener uno o más dobles o triples enlaces y puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio

C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=CR^1_2, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$, -SO_3R^2, arilo y/o cicloalquilo C_4-C_7 saturado o insaturado cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde los radicales arilo y cicloalquilo pueden estar cada uno mono o polisustituidos con alquilo C_1-C_{18} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5, 6 o 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular arilo o hetarilo entero puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v):

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N =CR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=CR^1_2, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$, -SO_3R_2, arilo y/o cicloalquilo C_4-C_7 saturado o insaturado, cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1CR^1-, -CO, -SO- y/o -SO_2-, donde los radicales arilo y cicloalquilo pueden estar cada uno mono o polisustituidos con alquilo C_1-C_{18} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y al que pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=CR^1_2, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=CR^1_2, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$,-SO_3R^2, arilo y/o hetarilo, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=CR^1_2, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2; un anillo o sistema anular aromático o heteroaromático, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmulas (II) a (X) o (XX) a (XXVI), y a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5, 6 o 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v);
F, Cl, Br, CN, H cuando X no es un enlace químico;
donde dos radicales R pueden estar unidos para formar un radical cíclico,
donde X y R, cuando n > 1, pueden ser iguales o diferentes;

R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;

alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$; arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

De forma especialmente preferente,

X es un enlace químico, O, S, NR^1 y

R es un radical alifático o cicloalifático seleccionado entre
alquilo o cicloalquilo C_1 a C_{100}; arilo C_6 a C_{22} o hetarilo C_6 a C_{15}, donde el sistema anular de los mismos puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v):

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-C≡C-, -CR^1=CR^1-, y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, halógeno,

ciano, nitro, $-NR^2R^3$;

(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, $-NR^1-$, $-CR^1=CR^1-$ y que puede estar mono o polisustituida con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12};

(iii) arilo o hetarilo, donde el sistema anular puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12};

(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, $-NR^1-$, -CO-, -SO- o $-SO_2-$;

(v) alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano, nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$ o $-SO_3R_2$;

un anillo o sistema anular aromático C_6 a C_{22} o heteroaromático C_6 a C_{15}, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmulas (II) a (X) o (XX) a (XXVI), donde el anillo aromático o el sistema anular aromático puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v);

H cuando X no es un enlace químico;

R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno; alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$ y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o $-COOR^1$;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o $-SO_2-$, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

En una realización, R comprende compuestos con la que se denomina sustitución de cola de golondrina, como se especifica en el documento de Patente WO 2009/037283 A1 de la página 16 línea 19 a la página 25 línea 8. Por lo tanto, R se puede seleccionar, por ejemplo, entre:

1-etilpropilo, 1-metilpropilo, 1-propilbutilo, 1-etilbutilo, 1-metilbutilo, 1-butilpentilo, 1-propilpentilo, 1-etilpentilo, 1-metilpentilo, 1-pentilhexilo, 1-butilhexilo, 1-propilhexilo, 1-etilhexilo, 1-metilhexilo, 1-hexilheptilo, 1-pentilheptilo, 1-butilheptilo, 1-propilheptilo, 1-etilheptilo, 1-metilheptilo, 1-heptiloctilo, 1-hexiloctilo, 1-pentiloctilo, 1-butiloctilo, 1-propiloctilo, 1-etiloctilo, 1-metiloctilo, 1-octilnonilo, 1-heptilnonilo, 1-hexilnonilo, 1-pentilnonilo, 1-butilnonilo, 1-propilnonilo, 1-etilnonilo, 1-metilnonilo, 1-nonildecilo, 1-octildecilo, 1-heptildecilo, 1-hexildecilo, 1-pentildecilo, 1-butildecilo, 1-propildecilo, 1-etildecilo, 1-metildecilo, 1-decilundecilo, 1-nonilundecilo, 1-octilundecilo, 1-heptilundecilo, 1-hexilundecilo, 1-pentilundecilo, 1-butilundecilo, 1-propilundecilo, 1-etilundecilo, 1-metilundecilo, 1-undecildodecilo, 1-decildodecilo, 1-nonildodecilo, 1-octildodecilo, 1-heptildodecilo, 1-hexildodecilo, 1-pentildodecilo, 1-butildodecilo, 1-propildodecilo, 1-etildodecilo, 1-metildodecilo, 1-dodeciltridecilo, 1-undeciltridecilo, 1-deciltridecilo, 1-noniltridecilo, 1-octiltridecilo, 1-heptiltridecilo, 1-hexiltridecilo, 1-pentiltridecilo, 1-butiltridecilo, 1-propiltridecilo, 1-etiltridecilo, 1-metiltridecilo, 1-trideciltetradecilo, 1-undeciltetradecilo, 1-deciltetradecilo, 1-noniltetradecilo, 1-octiltetradecilo, 1-heptiltetradecilo, 1-hexiltetradecilo, 1-pentitetradecilo, 1-butiltetradecilo, 1-propiltetradecilo, 1-etiltetradecilo, 1-metiltetradecilo, 1-pentadecilhexadecilo, 1-tetradecilhexadecilo, 1-tridecilhexadecilo, 1-dodecilhexadecilo, 1-undecilhexadecilo, 1-decilhexadecilo, 1-nonilhexadecilo, 1-octilhexadecilo, 1-heptilhexadecilo, 1-hexilhexadecilo, 1-pentilhexadecilo, 1-butilhexadecilo, 1-propilhexadecilo, 1-etilhexadecilo, 1-metilhexadecilo, 1-hexadeciloctadecilo, 1-pentadeciloctadecilo, 1-tetradeciloctadecilo, 1-trideciloctadecilo, 1-dodeciloctadecilo, 1-undeciloctadecilo, 1-deciloctadecilo, 1-noniloctadecilo, 1-octilocatedecilo, 1-heptiloctadecilo, 1-hexiloctadecilo, 1-pentiloctadecilo, 1-butiloctadecilo, 1-propiloctadecilo, 1-etiloctadecilo, 1-metiloctadecil 1-nonadecileicosanilo, 1-octadecileicosanilo, 1-heptadecileicosanilo, 1-hexadecileicosanilo, 1-pentadecileicosanilo, 1-tetradecileicosanilo, 1-tridecileicosanilo, 1-dodecileicosanilo, 1-undecileicosanilo, 1-decileicosanilo, 1-nonileicosanilo, 1-octileicosanilo, 1-heptileicosanilo, 1-hexileicosanilo, 1-pentileicosanilo, 1-butileicosanilo, 1-propileicosanilo, 1-etileicosanilo, 1-metileicosanilo, 1-eicosanildocosanilo, 1-nonadecildocosanilo, 1-octadecildocosanilo, 1-heptadecildocosanilo, 1-hexadecildocosanilo, 1-pentadecildocosanilo, 1-tetradecildocosanilo, 1-tridecildocosanilo, 1-undecildocosanilo, 1-decildocosanilo, 1-nonildocosanilo, 1-octildocosanilo, 1-heptildocosanilo, 1-hexildocosanilo, 1-pentildocosanilo, 1-butildocosanilo, 1-propildocosanilo, 1-etildocosanilo, 1-metildocosanilo, 1-tricosaniltetracosanilo, 1-docosaniltetracosanilo, 1-nonadeciltetracosanilo, 1-octadeciltetracosanilo, 1-heptadeciltetracosanilo, 1-hexadeciltetracosanilo, 1-pentadeciltetracosanilo, 1-pentadeciltetracosanilo, 1-tetradeciltetracosanilo, 1-trideciltetracosanilo, 1-dodeciltetracosanilo, 1-undeciltetracosanilo, 1-deciltetracosanilo, 1-noniltetracosanilo, 1-octiltetracosanilo, 1-heptiltetracosanilo, 1-hexiltetracosanilo, 1-pentiltetracosanilo, 1-butiltetracosanilo, 1-propiltetracosanilo, 1-etiltetracosanilo, 1-metiltetracosanilo, 1-heptacosaniloctacosanilo, 1-

hexacosaniloctacosanilo, 1-pentacosaniloctacosanilo, 1-tetracosaniloctacosanilo, 1-tricosaniloctacosanilo, 1-docosaniloctacosanilo, 1-nonadeciloctacosanilo, 1-octadeciloctacosanilo, 1-heptadeciloctacosanilo, 1-hexadeciloctacosanilo, 1-hexadeciloctacosanilo, 1-pentadeciloctacosanilo, 1-tetradeciloctacosanilo, 1-trideciloctacosanilo, 1-dodeciloctacosanilo, 1-undeciloctacosanilo, 1-deciloctacosanilo, 1-noniloctacosanilo, 1-octiloctacosanilo, 1-heptiloctacosanilo, 1-hexiloctacosanilo, 1-pentiloctacosanilo, 1-butiloctacosanilo, 1-propiloctacosanilo, 1-etiloctacosanilo, 1-metiloctacosanilo y los homólogos de los mismos.

Los ejemplos particularmente preferentes para el radical R especificados en los compuestos de fórmula (II) son radicales alquilo 1,2,2'-trirramificados. Estos son específicamente:

1-(1-metiletil)-2-metilpropilo, 1-(1-metiletil)-2-metilbutilo, 1-(1-metilpropil)-2-metilbutilo, 1-(1-etilpropil)-2-metilbutilo, 1-(1-metilpropil)-2-etilbutilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilbutilo, 1-(1-metiletil)-2-metilpentilo, 1-(1-metilpropil)-2-metilpentilo, 1-(1-etilpropil)-2-metilpentilo, 1-(1-metilpropil)-2-etilpentilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilpentilo, 1-(1-metilbutil)-2-metilpentilo, 1-(1-etilbutil)-2-metilpentilo, 1-(1-propilbutil)-2-metilpentilo, 1-(1-metilbutil)-2-etilpentilo, 1-(1-etilbutil)-2-etilpentilo, 1-(1-propilbutil)-2-etilpentilo, 1-(1-metilbutil)-2-propilpentilo, 1-(1-etilbutil)-2-propilpentilo, 1-(1-propilbutil)-2-propilpentilo, 1-(1-metiletil)-2-metilhexilo, 1-(1-metilpropil)-2-metilhexilo, 1-(1-etilpropil)-2-metilhexilo, 1-(1-metilpropil)-2-etilhexilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilhexilo, 1-(1-metilbutil)-2-metilhexilo, 1-(1-etilbutil)-2-metilhexilo, 1-(1-propilbutil)-2-metilhexilo, 1-(1-metilbutil)-2-etilhexilo, 1-(1-etilbutil)-2-etilhexilo, 1-(1-propilbutil)-2-etilhexilo, 1-(1-metilbutil)-2-propilhexilo, 1-(1-etilbutil)-2-propilhexilo, 1-(1-propilbutil)-2-propilhexilo, 1-(1-metilpentil)-2-metilhexilo, 1-(1-etilpentil)-2-metilhexilo, 1-(1-propilpentil)-2-metilhexilo, 1-(1-butilpentil)-2-metilhexilo, 1-(1-metilpentil)-2-etilhexilo, 1-(1-etilpentil)-2-etilhexilo, 1-(1-propilpentil)-2-etilhexilo, 1-(1-butilpentil)-2-etilhexilo, 1-(1-metilpentil)-2-propilhexilo, 1-(1-etilpentil)-2-propilhexilo, 1-(1-propilpentil)-2-propilhexilo, 1-(1-butilpentil)-2-propilhexilo, 1-(1-metilpentil)-2-butilhexilo, 1-(1-etilpentil)-2-butilhexilo, 1-(1-propilpentil)-2-butilhexilo, 1-(1-butilpentil)-2-butilhexilo, 1-(1-metiletil)-2-metilheptilo, 1-(1-metilpropil)-2-metilheptilo, 1-(1-etilpropil)-2-metilheptilo, 1-(1-metilpropil)-2-etilheptilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilheptilo, 1-(1-metilbutil)-2-metilheptilo, 1-(1-etilbutil)-2-metilheptilo, 1-(1-propilbutil)-2-metilheptilo, 1-(1-metilbutil)-2-etilheptilo, 1-(1-etilbutil)-2-etilheptilo, 1-(1-propilbutil)-2-etilheptilo, 1-(1-metilbutil)-2-propilheptilo, 1-(1-etilbutil)-2-propilheptilo, 1-(1-propilbutil)-2-propilheptilo, 1-(1-metilpentil)-2-metilheptilo, 1-(1-etilpentil)-2-metilheptilo, 1-(1-propilpentil)-2-metilheptilo, 1-(1-butilpentil)-2-metilheptilo, 1-(1-metilpentil)-2-etilheptilo, 1-(1-etilpentil)-2-etilheptilo, 1-(1-propilpentil)-2-etilheptilo, 1-(1-butilpentil)-2-etilheptilo, 1-(1-metilpentil)-2-propilheptilo, 1-(1-etilpentil)-2-propilheptilo, 1-(1-propilpentil)-2-propilheptilo, 1-(1-butilpentil)-2-propilheptilo, 1-(1-metilpentil)-2-butilheptilo, 1-(1-etilpentil)-2-butilheptilo, 1-(1-propilpentil)-2-butilheptilo, 1-(1-butilpentil)-2-butilheptilo, 1-(1-metilhexil)-2-metilheptilo, 1-(1-etilhexil)-2-metilheptilo, 1-(1-propilhexil)-2-metilheptilo, 1-(1-butilhexil)-2-metilheptilo, 1-(1-pentilhexil)-2-metilheptilo, 1-(1-metilhexil)-2-etilheptilo, 1-(1-etilhexil)-2-etilheptilo, 1-(1-propilhexil)-2-etilheptilo, 1-(1-butilhexil)-2-etilheptilo, 1-(1-pentilhexil)-2-etilheptilo, 1-(1-metilhexil)-2-propilheptilo, 1-(1-etilhexil)-2-propilheptilo, 1-(1-propilhexil)-2-propilheptilo, 1-(1-butilhexil)-2-propilheptilo, 1-(1-pentilhexil)-2-propilheptilo, 1-(1-metilhexil)-2-butilheptilo, 1-(1-etilhexil)-2-butilheptilo, 1-(1-propilhexil)-2-butilheptilo, 1-(1-butilhexil)-2-butilheptilo, 1-(1-pentilhexil)-2-butilheptilo, 1-(1-metilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-etilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-propilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-butilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-pentilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-metiletil)-2-metioctilo, 1-(1-metilpropil)-2-metioctilo, 1-(1-etilpropil)-2-metioctilo, 1-(1-metilpropil)-2-etioctilo, 1-(1-etilpropil)-2-etioctilo, 1-(1-metilbutil)-2-metioctilo, 1-(1-etilbutil)-2-metioctilo, 1-(1-propilbutil)-2-metioctilo, 1-(1-metilbutil)-2-etioctilo, 1-(1-etilbutil)-2-etioctilo, 1-(1-propilbutil)-2-etioctilo, 1-(1-metilbutil)-2-propioctilo, 1-(1-etilbutil)-2-propioctilo, 1-(1-propilbutil)-2-propioctilo, 1-(1-metilpentil)-2-metioctilo, 1-(1-etilpentil)-2-metioctilo, 1-(1-propilpentil)-2-metioctilo, 1-(1-butilpentil)-2-metioctilo, 1-(1-metilpentil)-2-etioctilo, 1-(1-etilpentil)-2-etioctilo, 1-(1-propilpentil)-2-etioctilo, 1-(1-butilpentil)-2-etioctilo, 1-(1-metilpentil)-2-propioctilo, 1-(1-etilpentil)-2-propioctilo, 1-(1-propilpentil)-2-propioctilo, 1-(1-butilpentil)-2-propioctilo, 1-(1-metilpentil)-2-butioctilo, 1-(1-etilpentil)-2-butioctilo, 1-(1-propilpentil)-2-butioctilo, 1-(1-butilpentil)-2-butioctilo, 1-(1-metilhexil)-2-metioctilo, 1-(1-etilhexil)-2-metioctilo, 1-(1-propilhexil)-2-metioctilo, 1-(1-butilhexil)-2-metioctilo, 1-(1-pentilhexil)-2-metioctilo, 1-(1-metilhexil)-2-etioctilo, 1-(1-etilhexil)-2-etioctilo, 1-(1-propilhexil)-2-etioctilo, 1-(1-butilhexil)-2-etioctilo, 1-(1-pentilhexil)-2-etioctilo, 1-(1-metilhexil)-2-propioctilo, 1-(1-etilhexil)-2-propioctilo, 1-(1-propilhexil)-2-propioctilo, 1-(1-butilhexil)-2-propioctilo, 1-(1-pentilhexil)-2-propioctilo, 1-(1-metilhexil)-2-butioctilo, 1-(1-etilhexil)-2-butioctilo, 1-(1-propilhexil)-2-butioctilo, 1-(1-butilhexil)-2-butioctilo, 1-(1-pentilhexil)-2-butioctilo, 1-(1-metilhexil)-2-pentioctilo, 1-(1-etilhexil)-2-pentioctilo, 1-(1-propilhexil)-2-pentioctilo, 1-(1-butilhexil)-2-pentioctilo, 1-(1-pentilhexil)-2-pentioctilo, 1-(1-metilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-metioctilo, 1-(1-metilheptil)-2-etioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-etioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-etioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-etioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-etioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-etil-octilo, 1-(1-metilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-propioctilo, 1-(1-metilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-butioctilo, 1-(1-metilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-pentioctilo, 1-(1-metilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-etilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-propilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-butilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-pentilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-hexilheptil)-2-hexioctilo, 1-(1-metiletil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilpropil)-2-metilnonilo, 1-(1-etilpropil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilpropil)-2-etilnonilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilnonilo, 1-(1-metilbutil)-2-metilnonilo, 1-(1-etilbutil)-2-metilnonilo, 1-(1-propilbutil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilbutil)-2-etilnonilo, 1-(1-etilbutil)-2-etilnonilo, 1-(1-propilbutil)-2-etilnonilo, 1-(1-

metilbutil)-2-propilnonilo, 1-(1-etilbutil)-2-propilnonilo, 1-(1-propilbutil)-2-propilnonilo, 1-(1-metilpentil)-2-metilnonilo, 1-(1-etilpentil)-2-metilnonilo, 1-(1-propilpentil)-2-metilnonilo, 1-(1-butilpentil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilpentil)-2-etilnonilo, 1-(1-etilpentil)-2-etilnonilo, 1-(1-propilpentil)-2-etilnonilo, 1-(1-butilpentil)-2-etilnonilo, 1-(1-metilpentil)-2-propilnonilo, 1-(1-etilpentil)-2-propilnonilo, 1-(1-propilpentil)-2-propilnonilo, 1-(1-butilpentil)-2-propilnonilo, 1-(1-metilpentil)-2-butilnonilo, 1-(1-etilpentil)-2-butilnonilo, 1-(1-propilpentil)-2-butilnonilo, 1-(1-butilpentil)-2-butilnonilo, 1-(1-metilhexil)-2-metilnonilo, 1-(1-etilhexil)-2-metilnonilo, 1-(1-propilhexil)-2-metilnonilo, 1-(1-butilhexil)-2-metilnonilo, 1-(1-pentilhexil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilhexil)-2-etilnonilo, 1-(1-etilhexil)-2-etilnonilo, 1-(1-propilhexil)-2-etilnonilo, 1-(1-butilhexil)-2-etilnonilo, 1-(1-pentilhexil)-2-etilnonilo, 1-(1-metilhexil)-2-propilnonilo, 1-(1-etilhexil)-2-propilnonilo, 1-(1-propilhexil)-2-propilnonilo, 1-(1-butilhexil)-2-propilnonilo, 1-(1-pentilhexil)-2-propilnonilo, 1-(1-metilhexil)-2-butilnonilo, 1-(1-etilhexil)-2-butilnonilo, 1-(1-propilhexil)-2-butilnonilo, 1-(1-butilhexil)-2-butilnonilo, 1-(1-pentilhexil)-2-butilnonilo, 1-(1-metilhexil)-2-pentilnonilo, 1-(1-etilhexil)-2-pentilnonilo, 1-(1-propilhexil)-2-pentilnonilo, 1-(1-butilhexil)-2-pentilnonilo, 1-(1-pentilhexil)-2-pentilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-metilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-etilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-propilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-butilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-pentilnonilo, 1-(1-metilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-etilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-propilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-butilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-pentilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-hexilheptil)-2-hexilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-metilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-etilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-propilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-butilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-pentilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-hexilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-metiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-etiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-propiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-butiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-pentiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-hexiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-heptiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-metiletil)-2-metildecilo, 1-(1-metilpropil)-2-metildecilo, 1-(1-etilpropil)-2-metildecilo, 1-(1-metilpropil)-2-etildecilo, 1-(1-etilpropil)-2-etildecilo, 1-(1-metilbutil)-2-metildecilo, 1-(1-etilbutil)-2-metildecilo, 1-(1-propilbutil)-2-metildecilo, 1-(1-metilbutil)-2-etildecilo, 1-(1-etilbutil)-2-etildecilo, 1-(1-propilbutil)-2-etildecilo, 1-(1-metilbutil)-2-propildecilo, 1-(1-etilbutil)-2-propildecilo, 1-(1-propilbutil)-2-propildecilo, 1-(1-metilpentil)-2-metildecilo, 1-(1-etilpentil)-2-metildecilo, 1-(1-propilpentil)-2-metildecilo, 1-(1-butilpentil)-2-metildecilo, 1-(1-metilpentil)-2-etildecilo, 1-(1-etilpentil)-2-etildecilo, 1-(1-propilpentil)-2-etildecilo, 1-(1-butilpentil)-2-etildecilo, 1-(1-metilpentil)-2-propildecilo, 1-(1-etilpentil)-2-propildecilo, 1-(1-propilpentil)-2-propildecilo, 1-(1-butilpentil)-2-propildecilo, 1-(1-metilpentil)-2-butildecilo, 1-(1-etilpentil)-2-butildecilo, 1-(1-propilpentil)-2-butildecilo, 1-(1-butilpentil)-2-butildecilo, 1-(1-metilhexil)-2-metildecilo, 1-(1-etilhexil)-2-metildecilo, 1-(1-propilhexil)-2-metildecilo, 1-(1-butilhexil)-2-metildecilo, 1-(1-pentilhexil)-2-metildecilo, 1-(1-metilhexil)-2-etildecilo, 1-(1-etilhexil)-2-etildecilo, 1-(1-propilhexil)-2-etildecilo, 1-(1-butilhexil)-2-etildecilo, 1-(1-pentilhexil)-2-etildecilo, 1-(1-metilhexil)-2-propildecilo, 1-(1-etilhexil)-2-propildecilo, 1-(1-propilhexil)-2-propildecilo, 1-(1-butilhexil)-2-propildecilo, 1-(1-pentilhexil)-2-propildecilo, 1-(1-metilhexil)-2-butildecilo, 1-(1-etilhexil)-2-butildecilo, 1-(1-propilhexil)-2-butildecilo, 1-(1-butilhexil)-2-butildecilo, 1-(1-pentilhexil)-2-butildecilo, 1-(1-metilhexil)-2-pentildecilo, 1-(1-etilhexil)-2-pentildecilo, 1-(1-propilhexil)-2-pentildecilo, 1-(1-butilhexil)-2-pentildecilo, 1-(1-pentilhexil)-2-pentildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-metildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-etildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-propildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-butildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-pentildecilo, 1-(1-metilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-etilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-propilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-butilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-pentilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-hexilheptil)-2-hexildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-metildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-etildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-propildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-

butildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-butildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-pentildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-hexildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-metiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-etiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-propiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-butiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-pentiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-hexiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-heptiloctil)-2-heptildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-metildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-etildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-propildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-butildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-pentildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-hexildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-heptildecilo, 1-(1-metilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-etilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-propilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-butilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-pentilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-hexilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-heptilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-octilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-nonildecil)-2-nonilundecilo, 1-(1-decilundecil)-2-decildodecilo, 1-(1-undecildodecil)-2-undeciltridecilo, 1-(1-dodeciltridecil)-2-dodeciltetradecilo y los homólogos de los mismos.

Los radicales R muy particularmente preferentes son 1-(1-metiletil)-2-metilpropilo, 1-(1-etilpropil)-2-etilbutilo, 1-(1-propilbutil)-2-propilpentilo, 1-(1-butilpentil)-2-butilhexilo, 1-(1-pentilhexil)-2-pentilheptilo, 1-(1-hexilheptil)-2-hexiloctilo, 1-(1-heptiloctil)-2-heptilnonilo, 1-(1-octilnonil)-2-octildecilo, 1-(1-nonildecil)-2-nonilundecilo, 1-(1-decilundecil)-2-decildodecilo, 1-(1-undecildodecil)-2-undeciltridecilo y 1-(1-dodeciltridecil)-2-dodeciltetradecilo.

En una realización preferente, R es un 1-alquilalquilo, por ejemplo 1-etilpropilo, 1-propilbutilo, 1-butilpentilo, 1-pentilhexilo o 1-hexilheptilo.

Algunos ejemplos adicionales de radicales (X-R) preferentes son:

metilo, etilo, propilo, isopropilo, butilo, isobutilo, terc-butilo, pentilo, isopentilo, neopentilo, terc-pentilo, hexilo, 2-metilpentilo, heptilo, 1-etilpentilo, octilo, 2-etilhexilo, isooctilo, nonilo, isononilo, decilo, isodecilo, undecilo, dodecilo, tridecilo, isotridecilo, tetradecilo, pentadecilo, hexadecilo, heptadecilo, octadecilo, nonadecilo y eicosilo (los términos anteriores isooctilo, isononilo, isodecilo e isotridecilo son términos triviales y provienen de los alcoholes obtenidos mediante el proceso oxo);

2-metoxietilo, 2-etoxietilo, 2-propoxietilo, 2-isopropoxietilo, 2-butoxietilo, 2- y 3-metoxipropilo, 2- y 3-etoxipropilo, 2- y 3-propoxipropilo, 2- y 3-butoxipropilo, 2- y 4-metoxibutilo, 2- y 4-etoxibutilo, 2- y 4-propoxibutilo, 3,6-dioxaheptilo, 3,6-dioxaoctilo, 4,8-dioxanonilo, 3,7-dioxaoctilo, 3,7-dioxanonilo, 4,7-dioxaoctilo, 4,7-dioxanonilo, 2- y 4-butoxibutilo, 4,8-dioxadecilo, 3,6,9-trioxadecilo, 3,6,9-trioxaundecilo, 3,6,9-trioxadodecilo, 3,6,9,12-tetraoxatridecilo y 3,6,9,12-tetraoxatetradecilo;

2-metiltioetilo, 2-etiltioetilo, 2-propiltioetilo, 2-isopropiltioetilo, 2-butiltioetilo, 2- y 3-metiltiopropilo, 2- y 3-etiltiopropilo, 2- y 3-propiltiopropilo, 2- y 3-butiltiopropilo, 2- y 4-metiltiobutilo, 2- y 4-etiltiobutilo, 2- y 4-propiltiobutilo, 3,6-ditiaheptilo, 3,6-ditiaoctilo, 4,8-ditianonilo, 3,7-ditiaoctilo, 3,7-ditianonilo, 2- y 4-butiltiobutilo, 4,8-ditiadecilo, 3,6,9-tritiadecilo, 3,6,9-tritiaundecilo, 3,6,9-tritiadodecilo, 3,6,9,12-tetratiatridecilo y 3,6,9,12-tetratiatetradecilo;

2-monometil- y 2-monoetilaminoetilo, 2-dimetilaminoetilo, 2- y 3-dimetilaminopropilo, 3-monoisopropilaminopropilo, 2- y 4-monopropilaminobutilo, 2- y 4-dimetilaminobutilo, 6-metil-3,6-diazaheptilo, 3,6-dimetil-3,6-diazaheptilo, 3,6-diazaoctilo, 3,6-dimetil-3,6-diazaoctilo, 9-metil-3,6,9-triazadecilo, 3,6,9-trimetil-3,6,9-triazadecilo, 3,6,9-triazaundecilo, 3,6,9-trimetil-3,6,9-triazaundecilo, 12-metil-3,6,9,12-tetraazatridecilo y 3,6,9,12-tetrametil-3,6,9,12-tetraazatridecilo;

(1-etiletiliden)aminoetileno, (1-etiletiliden)aminopropileno, (1-etiletiliden)-aminobutileno, (1-etiletiliden)aminodecileno y (1-etiletiliden)aminododecileno;
propan-2-on-1-ilo, butan-3-on-1-ilo, butan-3-on-2-ilo y 2-etilpentan-3-on-1-ilo;
2-metilsulfoxidoetilo, 2-etilsulfoxidoetilo, 2-propilsulfoxidoetilo, 2-isopropilsulfoxidoetilo, 2-butilsulfoxidoetilo, 2- y 3-metilsulfoxidopropilo, 2- y 3-etilsulfoxidopropilo, 2- y 3-propilsulfoxidopropilo, 2- y 3-butilsulfoxidopropilo, 2- y 4-

metilsulfoxidobutilo, 2- y 4-etilsulfoxidobutilo, 2- y 4-propilsulfoxidobutilo y 4-butilsulfoxidobutilo;
2-metilsulfoniletilo, 2-etilsulfoniletilo, 2-propilsulfoniletilo, 2-isopropilsulfoniletilo, 2-butilsulfoniletilo, 2- y 3-metilsulfonilpropilo, 2- y 3-etilsulfonilpropilo, 2- y 3-propilsulfonilpropilo, 2- y 3-butilsulfonilpropilo, 2- y 4-metilsulfonilbutilo, 2- y 4-etilsulfonilbutilo, 2- y 4-propilsulfonilbutilo y 4-butilsulfonilbutilo;
carboximetilo, 2-carboxietilo, 3-carboxipropilo, 4-carboxibutilo, 5-carboxipentilo, 6-carboxihexilo, 8-carboxioctilo, 10-carboxidecilo, 12-carboxidodecilo y 14-carboxitetradecilo;
sulfometilo, 2-sulfoetilo, 3-sulfopropilo, 4-sulfobutilo, 5-sulfopentilo, 6-sulfohexilo, 8-sulfooctilo, 10-sulfodecilo, 12-sulfododecilo y 14-sulfotetradecilo;
2-hidroxietilo, 2- y 3-hidroxipropilo, 1-hidroxiprop-2-ilo, 3- y 4-hidroxibutilo, 1-hidroxibut-2-ilo y 8-hidroxi-4-oxaoctilo;
2-cianoetilo, 3-cianopropilo, 3- y 4-cianobutilo, 2-metil-3-etil-3-cianopropilo, 7-ciano-7-etilheptilo y 4,7-dimetil-7-cianoheptilo;
2-cloroetilo, 2- y 3-cloropropilo, 2-, 3- y 4-clorobutilo, 2-bromoetilo, 2- y 3-bromopropilo y 2-, 3- y 4-bromobutilo;
2-nitroetilo, 2- y 3-nitropropilo y 2-, 3- y 4-nitrobutilo;
metoxi, etoxi, propoxi, isopropoxi, butoxi, isobutoxi, sec-butoxi, terc-butoxi, pentoxi, isopentoxi, neopentoxi, terc-pentoxi y hexoxi;
metiltio, etiltio, propiltio, isopropiltio, butiltio, isobutiltio, sec-butiltio, terc-butiltio, pentiltio, isopentiltio, neopentiltio, terc-pentiltio y hexiltio;
etinilo, 1- y 2-propinilo, 1-, 2- y 3-butinilo, 1-, 2-, 3- y 4-pentinilo, 1-, 2-, 3-, 4- y 5-hexinilo, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- y 9-decinilo, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10- y 11-dodecinilo y 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16- y 17-octadecinilo;
etenilo, 1- y 2-propenilo, 1-, 2- y 3-butenilo, 1-, 2-, 3- y 4-pentenilo, 1-, 2-, 3-, 4- y 5-hexenilo, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8- y 9-decenilo, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10- y 11-dodecenilo y 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7-, 8-, 9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16- y 17-octadecenilo;
metilamino, etilamino, propilamino, isopropilamino, butilamino, isobutilamino, pentilamino, hexilamino, dimetilamino, metiletilamino, dietilamino, dipropilamino, diisopropilamino, dibutilamino, diisobutilamino, dipentilamino, dihexilamino, diciclopentilamino, diciclohexilamino, diciclohepilamino, difenilamino y dibencilamino; formilamino, acetilamino, propionilamino y benzoilamino;
carbamoílo, metilaminocarbonilo, etilaminocarbonilo, propilaminocarbonilo, butilaminocarbonilo, pentilaminocarbonilo, hexilaminocarbonilo, heptilaminocarbonilo, octilaminocarbonilo, nonilaminocarbonilo, decilaminocarbonilo y fenilaminocarbonilo;
aminosulfonilo, N,N-dimetilaminosulfonilo, N,N-dietilaminosulfonilo, N-metil-N-etilaminosulfonilo, N-metil-N-dodecilaminosulfonilo, N-dodecilaminosulfonilo, (N,N-dimetilamino)etilaminosulfonilo, N,N-(propoxietil)dodecilaminosulfonilo, N,N-difenilaminosulfonilo, N,N-(4-terc-butilfenil)octadecilaminosulfonilo y N,N-bis(4-clorofenil)-aminosulfonilo;
metoxicarbonilo, etoxicarbonilo, propoxicarbonilo, isopropoxicarbonilo, hexoxicarbonilo, dodeciloxicarbonilo, octadeciloxicarbonilo, fenoxicarbonilo, (4-terc-butil-fenoxi)carbonilo y (4-clorofenoxi)carbonilo; metoxisulfonilo, etoxisulfonilo, propoxisulfonilo, isopropoxisulfonilo, butoxisulfonilo, isobutoxisulfonilo, terc-butoxisulfonilo, hexoxisulfonilo, dodeciloxisulfonilo, octadeciloxisulfonilo, fenoxisulfonilo, 1- y 2-naftiloxisulfonilo, (4-terc-butilfenoxi)sulfonilo y (4-clorofenoxi)sulfonilo; difenilfosfino, di(o-tolil)fosfino y difenilfosfinoxido;
cloro, bromo;
fenilazo, 2-naftilazo, 2-piridilazo y 2-pirimidilazo;
ciclopropilo, ciclobutilo, ciclopentilo, 2- y 3-metilciclopentilo, 2- y 3-etilciclopentilo, ciclohexilo, 2-, 3- y 4-metilciclohexilo, 2-, 3- y 4-etilciclohexilo, 3- y 4-propilciclohexilo, 3- y 4-isopropilciclohexilo, 3- y 4-butilciclohexilo, 3- y 4-sec-butilciclohexilo, 3- y 4-terc-butilciclohexilo, cicloheptilo, 2-, 3- y 4-metilcicloheptilo, 2-, 3- y 4-etilcicloheptilo, 3- y 4-propilcicloheptilo, 3- y 4-isopropilcicloheptilo, 3- y 4-butilcicloheptilo, 3- y 4-sec-butilcicloheptilo, 3- y 4-terc-butilcicloheptilo, ciclooctilo, 2-, 3-, 4- y 5-metilciclooctilo, 2-, 3-, 4- y 5-etilciclooctilo y 3-, 4- y 5-propilciclooctilo; 3- y 4-hidroxiciclohexilo, 3- y 4-nitrociclohexilo y 3- y 4-clorociclohexilo;
1-, 2- y 3-ciclopentenilo, 1-, 2-, 3- y 4-ciclohexenilo, 1-, 2- y 3-cicloheptenilo y 1-, 2-, 3- y 4-ciclooctenilo;
2-dioxanilo, 1-morfolinilo, 1-tiomorfolinilo, 2- y 3-tetrahidrofurilo, 1-, 2- y 3-pirrolidinilo, 1-piperazilo, 1-dicetopiperazilo y 1-, 2-, 3- y 4-piperidilo;
fenilo, 2-naftilo, 2- y 3-pirrilo, 2-, 3- y 4-piridilo, 2-, 4- y 5-pirimidilo, 3-, 4- y 5-pirazolilo, 2-, 4- y 5-imidazolilo, 2-, 4- y 5-tiazolilo, 3-(1,2,4-triazilo), 2-(1,3,5-triazilo), 6-quinaldilo, 3-, 5-, 6- y 8-quinolinilo, 2-benzoxazolilo, 2-benzotiazolilo, 5-benzotiadiazolilo, 2- y 5-benzoimidazolilo y 1- y 5-isoquinolilo;
1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- y 7-indolilo, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6- y 7-isoindolilo, 5-(4-metilisoindolilo), 5-(4-fenilisoindolilo), 1-, 2-, 4-, 6-, 7- y 8-(1,2,3,4-tetrahidroisoquinolinilo), 3-(5-fenil)-(1,2,3,4-tetrahidroisoquinolinilo), 5-(3-dodecil-(1,2,3,4-tetrahidroisoquinolinilo), 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- y 8-(1,2,3,4-tetrahidroquinolinilo) y 2-, 3-, 4-, 5-, 6-, 7- y 8-cromanilo, 2-, 4- y 7-quinolinilo, 2-(4-fenilquinolinilo) y 2-(5-etilquinolinilo);
2-, 3- y 4-metilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dimetilfenilo, 2,4,6-trimetilfenilo, 2-, 3- y 4-etilfenilo, 2,4-, 3,5-y 2,6-dietilfenilo, 2,4,6-trietilfenilo, 2-, 3- y 4-propilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dipropilfenilo, 2,4,6-tripropilfenilo, 2-, 3- y 4-isopropilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-diisopropilfenilo, 2,4,6-triisopropilfenilo, 2-, 3- y 4-butilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dibutilfenilo, 2,4,6-tributilfenilo, 2-, 3- y 4-isobutilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-diisobutilfenilo, 2,4,6-triisobutilfenilo, 2-, 3- y 4-sec-butilfenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-di-sec-butilfenilo y 2,4,6-tri-sec-butilfenilo; 2-, 3- y 4-metoxifenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dimetoxifenilo, 2,4,6-trimetoxifenilo, 2-, 3- y 4-etoxifenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dietoxifenilo, 2,4,6-trietoxifenilo, 2-, 3- y 4-propoxifenilo, 2,4-, 3,5- y 2,6-dipropoxifenilo, 2-, 3- y 4-isopropoxifenilo, 2,4- y 2,6-diisopropoxifenilo y 2-, 3- y 4-butoxifenilo; 2-, 3- y 4-clorofenilo y 2,4-, 3,5- y 2,6-diclorofenilo; 2-, 3- y 4-hidroxifenilo y 2,4-, 3,5- y 2,6-dihidroxifenilo; 2-, 3- y 4-cianofenilo; 3- y 4-carboxifenilo; 3- y 4-carboxamidofenilo, 3- y 4-N-metilcarboxamidofenilo y 3- y 4-N-etilcarboxamidofenilo; 3- y 4-

acetilaminofenilo, 3- y 4-propionilaminofenilo y 3- y 4-butirilaminofenilo; 3- y 4-N-fenilaminofenilo, 3- y 4-N-(o-tolil)aminofenilo, 3- y 4-N-(m-tolil)aminofenilo y 3- y 4-(p-tolil)aminofenilo; 3- y 4-(2-piridil)aminofenilo, 3- y 4-(3-piridil)aminofenilo, 3- y 4-(4-piridil)aminofenilo, 3- y 4-(2-pirimidil)aminofenilo y 4-(4-pirimidil)aminofenilo; 4-fenilazofenilo, 4-(1-naftilazo)fenilo, 4-(2-naftilazo)fenilo, 4-(4-naftilazo)-fenilo, 4-(2-piridilazo)fenilo, 4-(3-piridilazo)fenilo, 4-(4-piridilazo)fenilo, 4-(2-pirimidilazo)fenilo, 4-(4-pirimidilazo)fenilo y 4-(5-pirimidilazo)fenilo; fenoxi, feniltio, 2-naftoxi, 2-naftiltio, 2-, 3- y 4-piridiloxi, 2-, 3- y 4-piridiltio, 2-, 4- y 5-pirimidiloxi y 2-, 4- y 5-pirimidiltio, 2,6-dimetilfenoxi, 2,6-dietilfenoxi, 2,6-diisopropilfenoxi, 2,6-di(2-butil)fenoxi, 2,6-di(n-butil)fenoxi, 2,6-di(2-hexil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-fenoxi, 2,6-diciclohexilfenoxi, 2,6-difenilfenoxi, 2,6-dimetil-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-dietil-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-butil)-fenoxi, 2,4,6-tri(n-butil)fenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-difenil-4-(n-butil)fenoxi, 2,6-dimetil-4-(n-nonil)-fenoxi, 2,6-dietil-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-difenil-4-(n-nonil)fenoxi, 2,6-dimetil-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-dietil-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-octadecil)-fenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-octadecil)fenoxi, 2,6-dimetil-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-dietil-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-diisopropil-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di-(n-butil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(terc-butil)fenoxi, 2,6-difenil-4-(n-terc-butil)fenoxi, 2,6-dimetil-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-dietil-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-diisopropil-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(n-butil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(terc-octil)fenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(terc-octil)fenoxi y 2,6-difenil-4-(terc-octil) fenoxi; 2,6-dimetiltiofenoxi, 2,6-dietiltiofenoxi, 2,6-diisopropiltiofenoxi, 2,6-di(2-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)tiofenoxi, 2,6-diciclohexiltiofenoxi, 2,6-difeniltiofenoxi, 2,6-dimetil-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-dietil-4-(n-butil)-tiofenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,4,6-tri(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-butil)tiofenoxi, 2,6-difenil-4-(n-butil)-tiofenoxi, 2,6-dimetil-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-dietil-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-nonil)-tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-nonil)-tiofenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-difenil-4-(n-nonil)tiofenoxi, 2,6-(dimetil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-(dietil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-diisopropil-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(n-octadecil)tiofenoxi, 2,6-dimetil-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-dietil-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-diisopropil-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-butil)-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(terc-butil)-tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(terc-butil)-tiofenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-difenil-4-(terc-butil)tiofenoxi, 2,6-dimetil-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-dietil-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-diisopropil-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-di(2-butil)-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-di(n-butil)-4-(terc-octil)-tiofenoxi, 2,6-di(2-hexil)-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-di(n-hexil)-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-di(2-dodecil)-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-di(n-dodecil)-4-(terc-octil)tiofenoxi, 2,6-diciclohexil-4-(terc-octil)tiofenoxi y 2,6-difenil-4-(terc-octil)tiofenoxi.

En una realización preferente de la presente invención, X es un enlace sencillo.

En una realización muy particularmente preferente de la invención,

(X-R) es fenilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, alcoxifenilo C_1-C_{12}, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v) idénticos o diferentes:

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano y/o arilo que puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{18} y/o alcoxi C_1-C_6;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12} y/o alquiltio C_1-C_6;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar además condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, -C=CR^1-, -CR^1=CR^1-, hidroxilo, halógeno, ciano, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente

como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -SO_3R_2;

R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$; arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

Lo más preferentemente,

(X-R) es fenilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, alcoxifenilo C_1-C_{12}, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v) idénticos o diferentes:

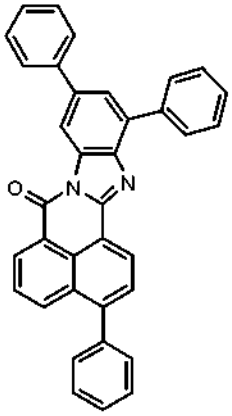
(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano y/o arilo que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18} y/o alcoxi C_1-C_6;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12} y/o alquiltio C_1-C_6;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar además condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, -C=CR^1-, -CR^1=CR^1-, hidroxilo, halógeno, ciano, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -SO_3R_2;

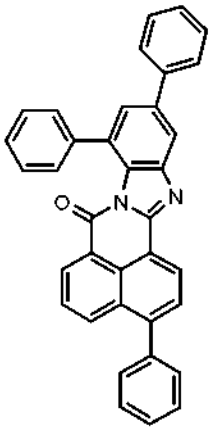
R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

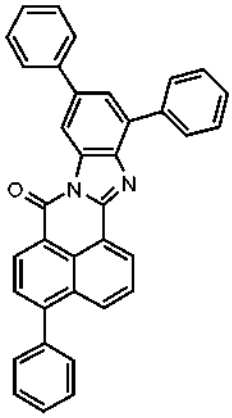
En una realización especialmente preferente

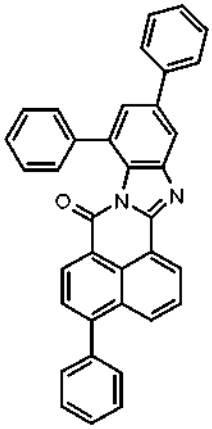
(X-R) es fenilo, tolilo, etilfenilo, orto-xililo, meta-xililo, para xililo, mesitilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, 4-etoxifenilo.

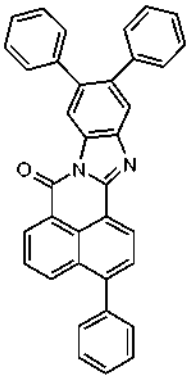
En una realización preferente de la invención, el al menos un colorante fluorescente orgánico consiste en al menos una unidad estructural de fórmulas (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI). En esta realización, el colorante fluorescente orgánico tiene una estructura que es idéntica a la unidad estructural de fórmulas (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI). Más preferentemente, el colorante fluorescente orgánico tiene una estructura de fórmula (II), donde ninguno de los grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol está reemplazado con nitrógeno. De acuerdo con este aspecto específico, n es 2, 3, 4 o 5, preferentemente 3 o 4. De acuerdo con este aspecto específico, X-R es fenilo. De acuerdo con un aspecto más específico, el colorante orgánico se selecciona entre

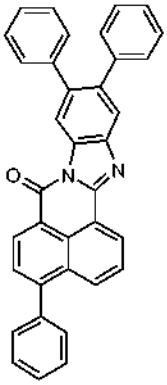


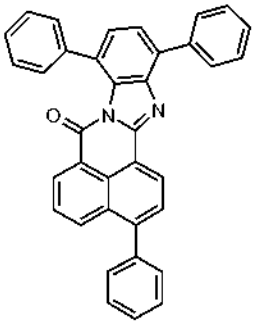


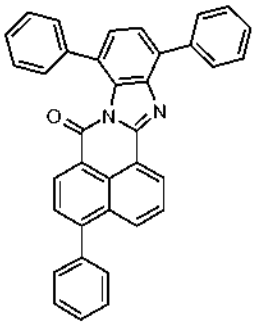


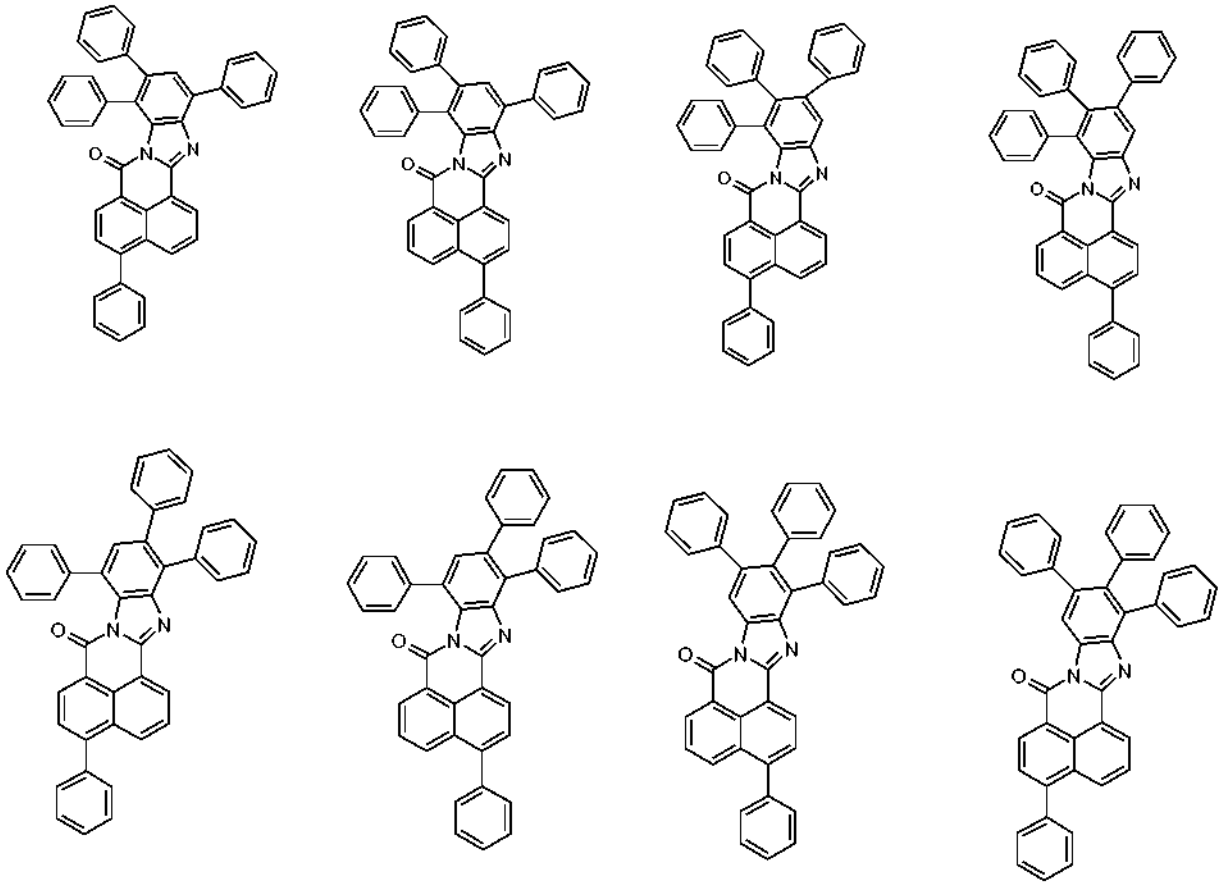












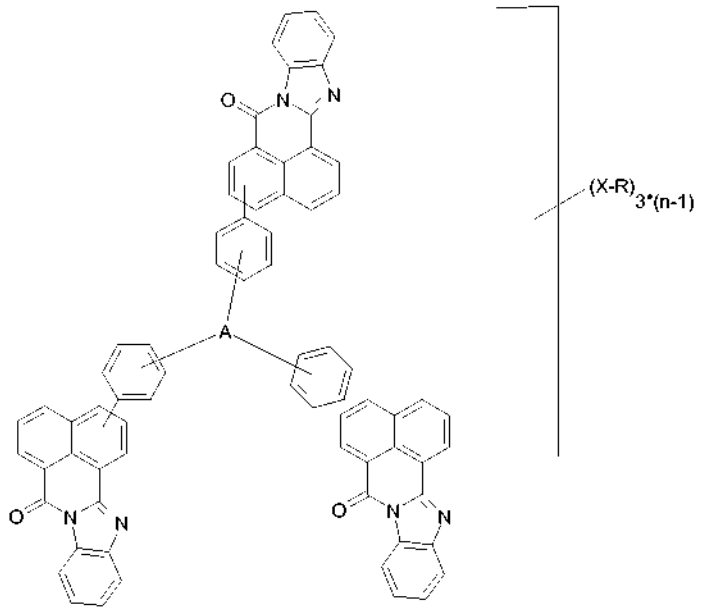
y las mezclas de los mismos.

En una realización adicional de la invención, el al menos un colorante fluorescente orgánico tiene una estructura como se muestra en la fórmula (XV)

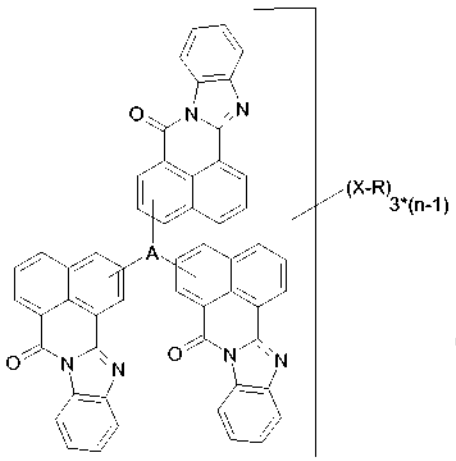
$$A\text{-}F_m \qquad (XV)$$

donde m es un número con un valor de al menos 2,
F representa unidades estructurales (I) a (X) o (XX) a (XXVI) idénticas o diferentes como se han definido anteriormente, y A es cualquier radical orgánico al que F esté químicamente unido.

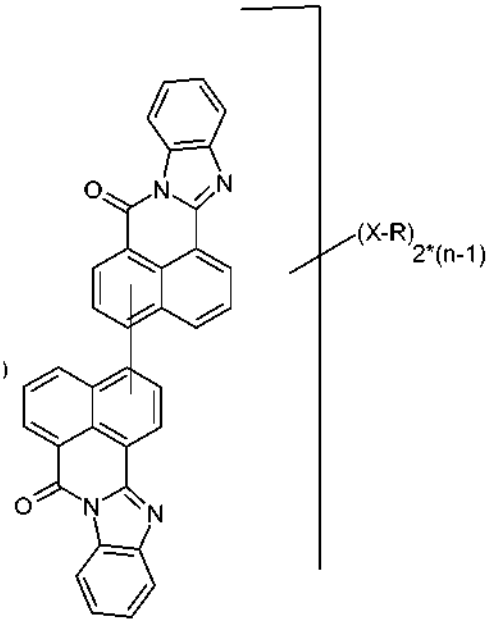
Cuando m = 2 y 3, esto se muestra a modo de ejemplo en las siguientes fórmulas (X) a (XII).



(X)



(XI)



(XII)

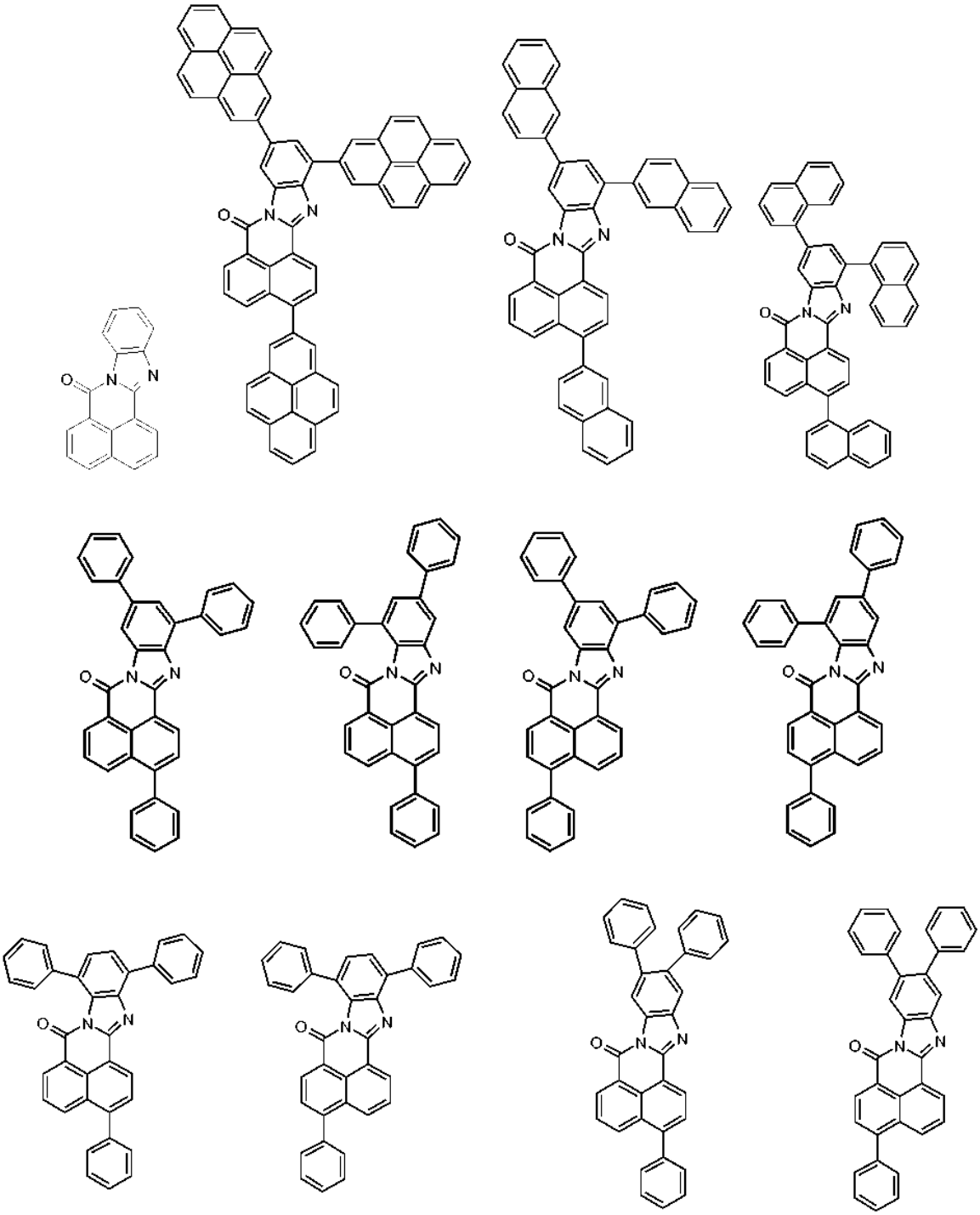
Preferentemente, A se selecciona entre un polímero P, un sistema anular aromático, una molécula con una pluralidad de sistemas anulares aromáticos, un alcohol polihídrico, una amina polifuncional.

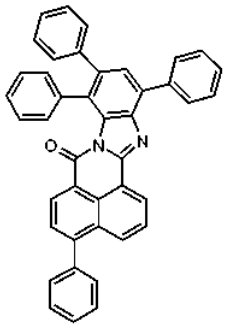
Algunos ejemplos de alcoholes polihídricos son azúcares, glicerol, trimetilolpropano, pentaeritritol o alcoxilatos de los mismos.

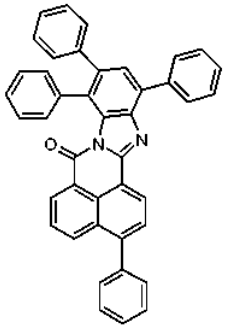
El polímero P puede ser el polímero que está presente de acuerdo con la invención en los convertidores de color, al que está unido químicamente el colorante fluorescente orgánico en este caso. Sin embargo, también puede ser otra sustancia que consista en al menos 10 unidades monoméricas y comprenda al menos dos grupos a los que pueda estar unido químicamente el colorante fluorescente orgánico. Algunos ejemplos de polímeros son, por ejemplo, polieteroles, poliesteroles, policarbonatos. En una realización particular, los polímeros P son polímeros dendríticos o

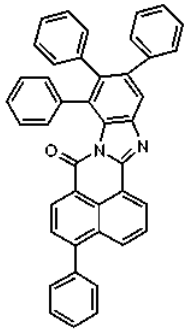
hiperramificados.

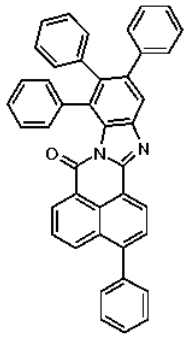
De forma especialmente preferente, los colorantes fluorescentes orgánicos se seleccionan entre

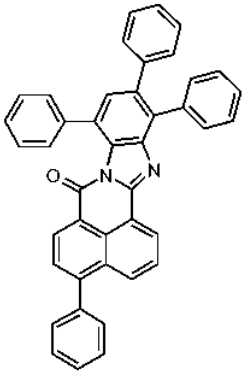


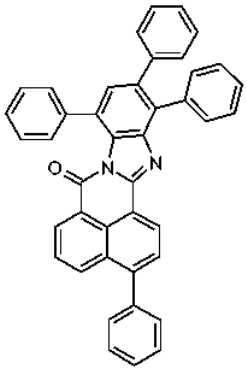


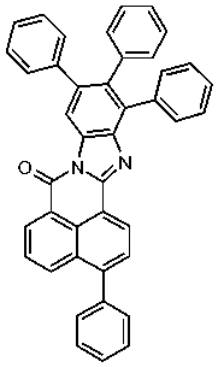


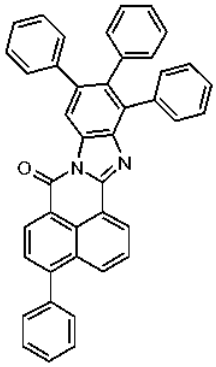


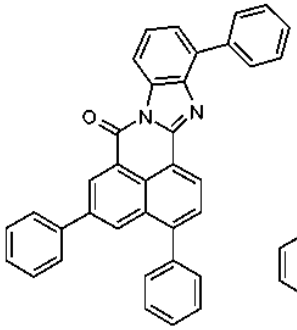


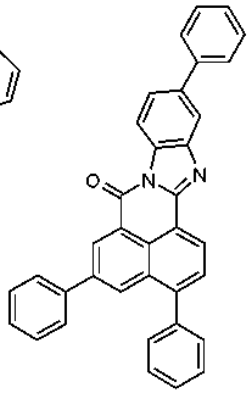


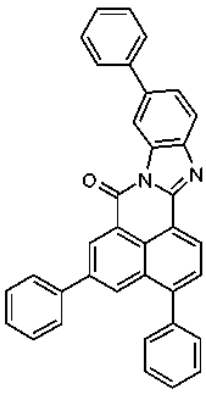


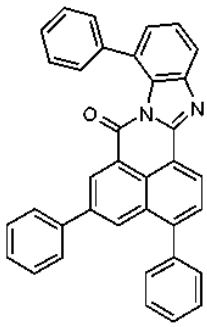


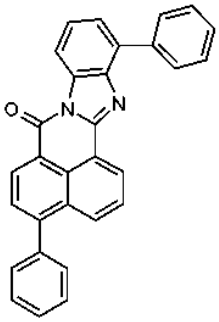


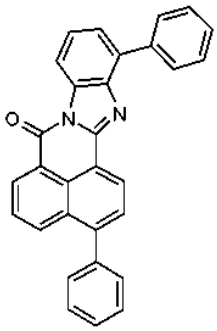


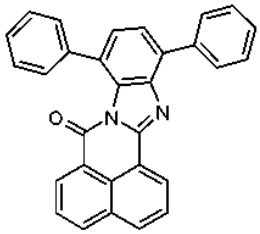


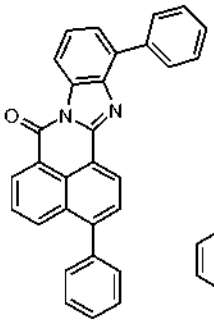
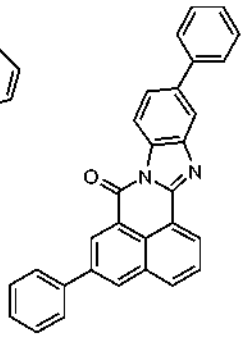
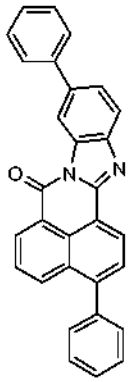
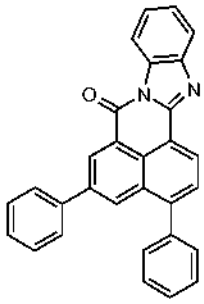
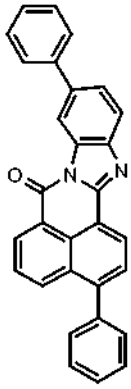
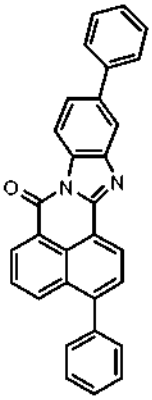
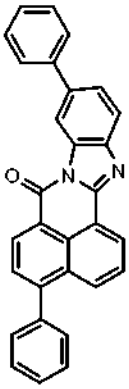
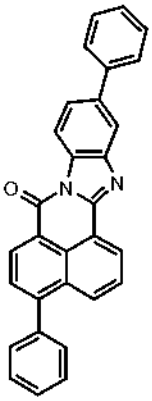
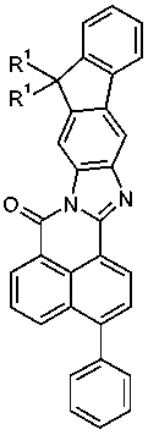
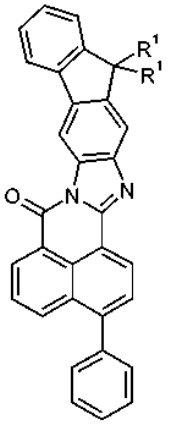
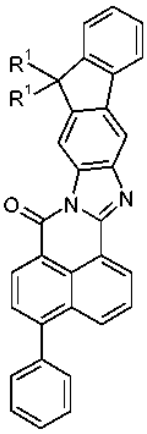
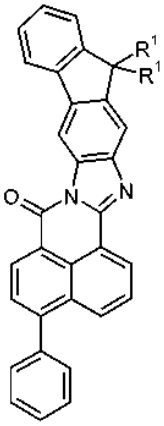
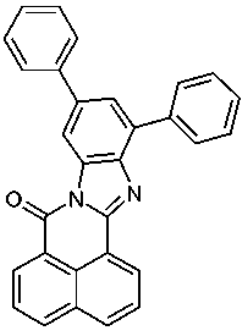
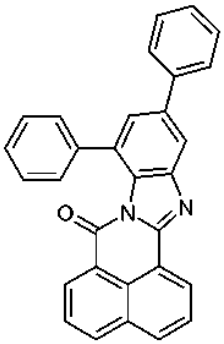
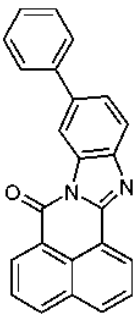
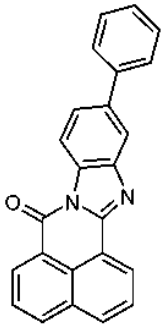


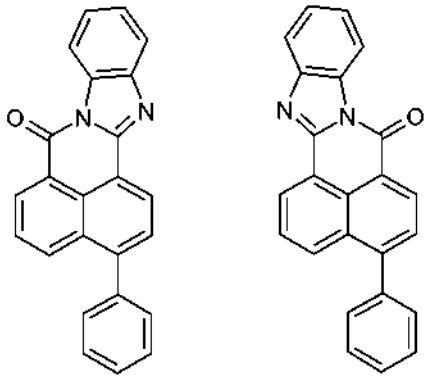


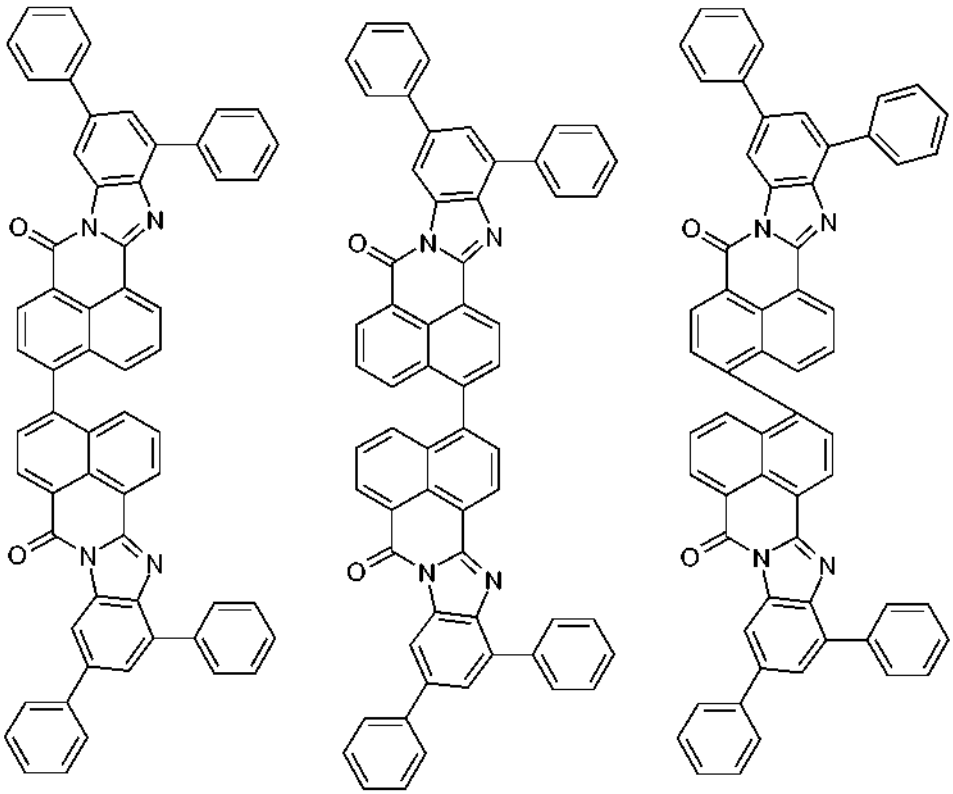


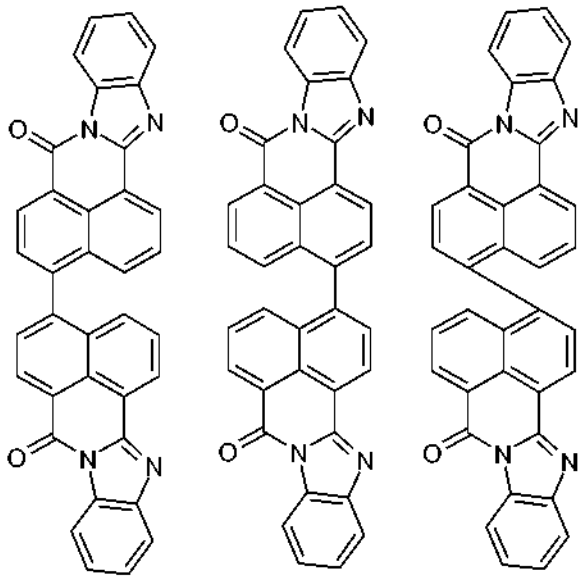


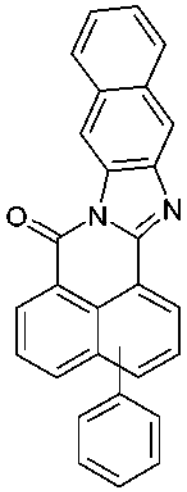


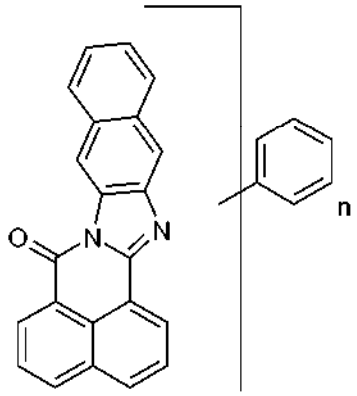

















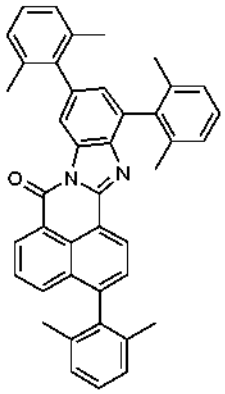


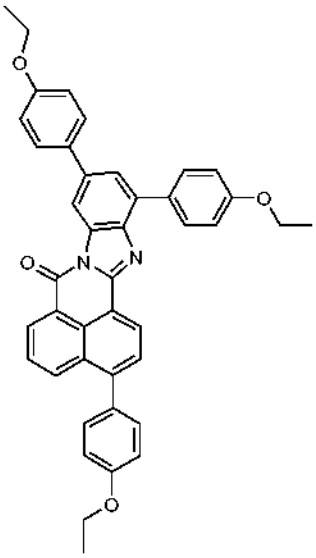












o las mezclas de los mismos,

donde n es un número de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10;

R^1 es independientemente hidrógeno, alquilo C_1-C_{18} o cicloalquilo, la cadena de carbono de los cuales puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$ y que puede estar mono o polisustituida;
arilo o hetarilo que puede estar mono o polisustituido.

Los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados pueden estar presentes disueltos en el polímero o en forma de una mezcla distribuida homogéneamente. Los colorantes fluorescentes orgánicos están presentes preferentemente disueltos en el polímero.

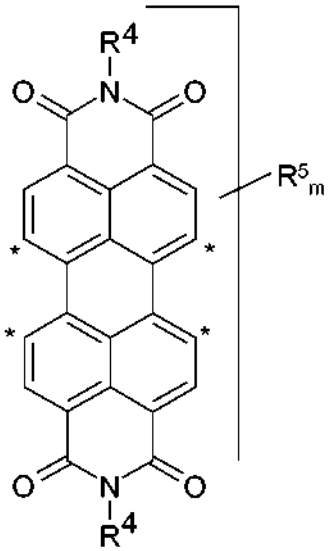
El colorante fluorescente orgánico se puede preparar de acuerdo con métodos convencionales o como se describe en la parte experimental de la presente solicitud.

En una realización preferente, los convertidores de color comprenden, además del al menos un colorante fluorescente orgánico, también colorantes fluorescentes adicionales. Por ejemplo, el al menos un colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención se puede combinar con un colorante fluorescente de fluorescencia roja. En muchos casos, se combinan colorantes fluorescentes entre sí de un modo tal que se obtengan convertidores de color que puedan convertir luz azul en blanca con una buena reproducción de color.

Algunos colorantes fluorescentes adicionales adecuados son, por ejemplo, los que se especifican en "Luminescence - from Theory to Applications" Cees Ronda [eds.], Wiley-VCH, 2008, capítulo 7, "Luminescent Materials for Phosphor-Converted LEDs", Th. Jüstel, páginas 179-190.

Algunos colorantes fluorescentes adicionales especialmente adecuados son, por ejemplo, colorantes fluorescentes inorgánicos basados en granate de aluminio itrio dopado con cerio (Ce-YAG), o colorantes fluorescentes que comprenden Eu^{3+}, Eu^{2+} o Tb^{3+}. Además, todos los colorantes fluorescentes orgánicos rojos o rosas son particularmente adecuados. En otra realización, los colorantes fluorescentes adicionales comprenden además colorantes fluorescentes de fluorescencia naranja o amarilla.

Los colorantes fluorescentes rojos adecuados tienen, por ejemplo, la fórmula general



(XXX)

donde los símbolos son cada uno como se definen a continuación:

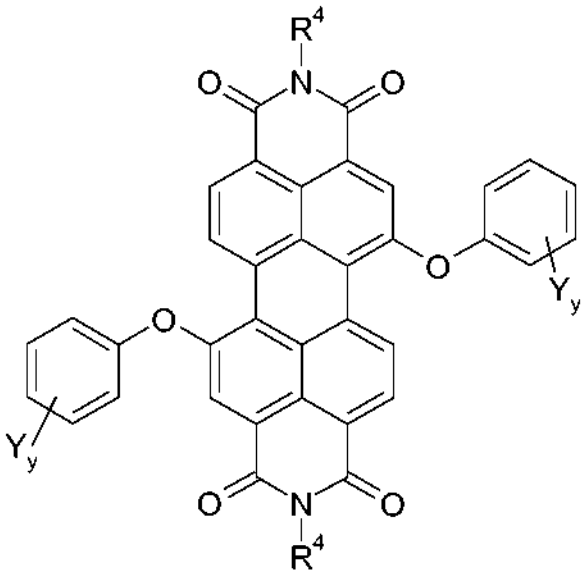
m = 1 a 4, por ejemplo 1, 2, 3 o 4;
R^4 = alquilo o cicloalquilo C_1 a C_{30}, arilo, hetarilo, alqarilo, aralquilo,
R^5 = ariloxi, ariloxi sustituido con alquilo C_1 a C_{10}, alcoxi C_1 a C_{30},
donde los radicales R^5 están en una o más posiciones identificadas por *.

Preferentemente, R^4 es alquilo C_1 a C_{10}, 2,6-dialquilarilo, 2,4-dialquilarilo. Más preferentemente, R^4 es 2,6-diisopropilfenilo, 2,4-di-terc-butilfenilo.

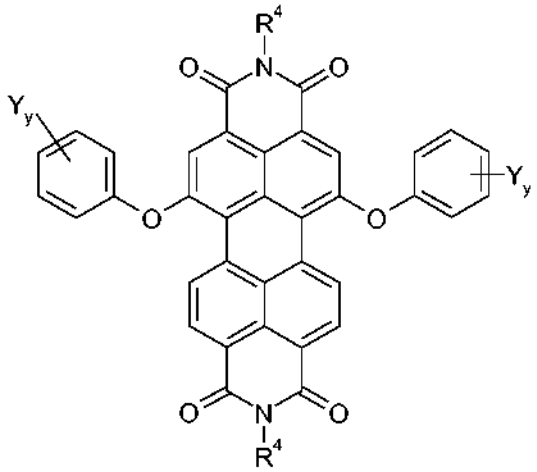
R^5 es preferentemente fenoxi, o alquilfenoxi C_1 a C_{10}, más preferentemente 2,6-dialquilfenoxi, 2,4-dialquilfenoxi. De

forma especialmente preferente, R^5 es fenoxi, 2,6-diisopropilfenoxi, 2,4-di-terc-butilfenoxi.

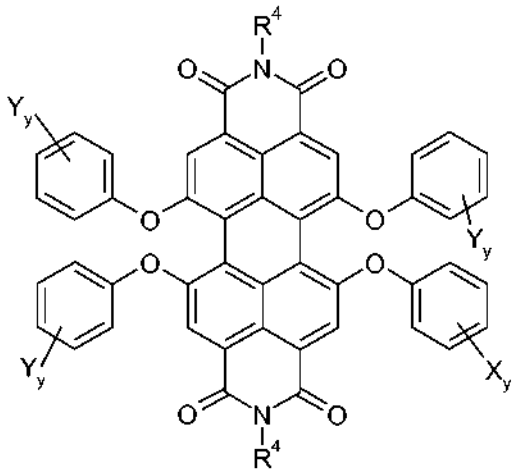
En una realización más preferente, los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados son derivados de perileno seleccionados entre las fórmulas XXX-1, XXX-2 y XXX-3,



XXX-1



XXX-2



XXX-3

donde

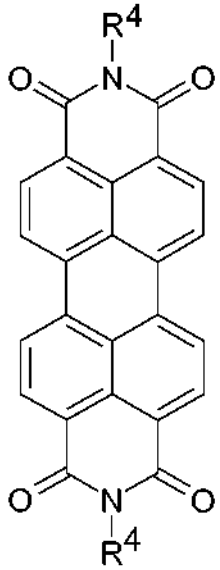
R^4 es como se ha definido anteriormente y tiene preferentemente uno de los significados preferentes,
Y es alquilo C_1 a C_{10} lineal o ramificado; e
y es 0, 1, 2 o 3.

Algunos ejemplos adicionales de colorantes fluorescentes orgánicos adicionales adecuados son los derivados de perileno que se especifican en el documento de Patente WO2007/006717 en la página 1 línea 5 a la página 22 línea 6.

Algunos colorantes fluorescentes orgánicos adicionales particularmente adecuados son N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida o N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida. El colorante fluorescente orgánico adicional se selecciona

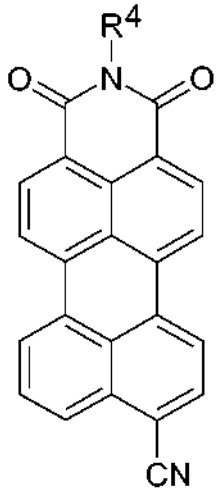
preferentemente entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y las mezclas de los mismos.

En una realización adicional, los convertidores de color comprenden además al menos un colorante fluorescente orgánico adicional de fórmula



(XXXI)

o



(XXXII)

donde R^4 es como se ha definido anteriormente.

En una realización de la invención, los convertidores de color tienen una estructura de capas. Pueden tener una estructura de capa individual o una estructura de múltiples capas, compuesta generalmente por varias capas de polímero que comprenden uno o más colorantes fluorescentes y/o cuerpos de dispersión.

En una realización, los convertidores de color consisten en varias capas de polímero que se han laminado conjuntamente para formar un material compuesto, y en los que los diferentes colorantes fluorescentes y/o cuerpos de dispersión pueden estar presentes en diferentes capas de polímero.

Cuando los convertidores de color comprenden más de un colorante fluorescente, es posible, en una realización de la invención, que estén presentes varios colorantes fluorescentes unos junto a otros en una capa.

En otra realización, los diferentes colorantes fluorescentes están presentes en diferentes capas.

En una realización preferente, los convertidores de color comprenden, además del al menos un colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, al menos un colorante fluorescente orgánico adicional de acuerdo con la fórmula (XXX), cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno o policarbonato.

En una realización preferente adicional, los convertidores de color comprenden, además del al menos un colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, al menos un colorante fluorescente orgánico adicional de acuerdo con la fórmula (XXX) y al menos un colorante fluorescente orgánico adicional de acuerdo con la fórmula (XXXI) o (XXXII), cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno o policarbonato.

En una realización particularmente preferente, los convertidores de color comprenden, además del al menos un colorante fluorescente orgánico de acuerdo con la invención, al menos un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida o N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida o N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, y al menos un colorante fluorescente orgánico adicional seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida o N'-(2,6-diisopropilfenil)perileno-

9-ciano-3,4-dicarboximida, un cuerpo de dispersión basado en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno o policarbonato.

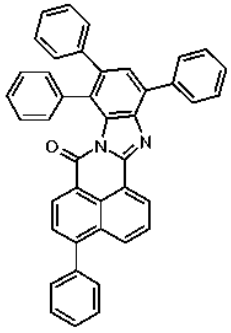
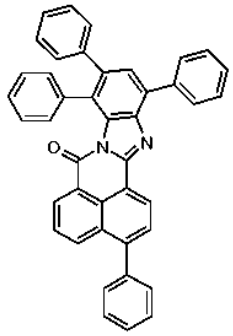
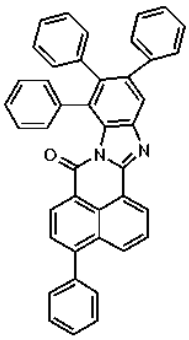
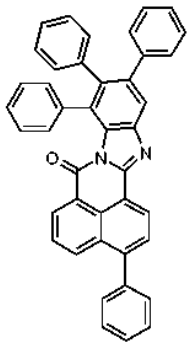
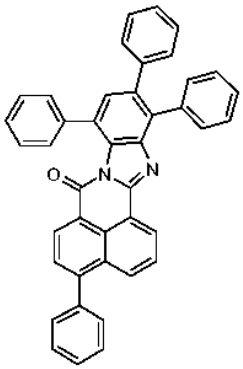
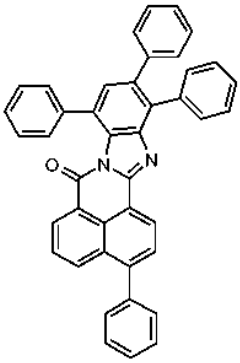
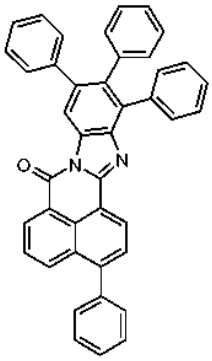
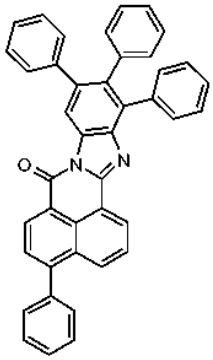
Por lo general, la concentración de los colorantes fluorescentes orgánicos presentes de acuerdo con la invención es de un 0,0001 a un 0,5 % en peso, preferentemente de un 0,002 a un 0,1 % en peso, lo más preferentemente de un 0,005 a un 0,05 % en peso, basado en cada caso en la cantidad del polímero usado. La concentración del colorante fluorescente orgánico rojo es por lo general de un 0,001 a un 0,5 % en peso, preferentemente de un 0,002 a un 0,1 % en peso, lo más preferentemente de un 0,005 a un 0,5 % en peso, basado en la cantidad del polímero usado.

La proporción del al menos un colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención con respecto a al menos un colorante fluorescente orgánico rojo adicional está por lo general en el intervalo de 4:1 a 12:1, preferentemente de 5:1 a 10:1, especialmente de 6:1 a 8:1.

En una realización muy particularmente preferente, los convertidores de color comprenden 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno. En una realización muy particularmente preferente adicional, los convertidores de color comprenden 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno.

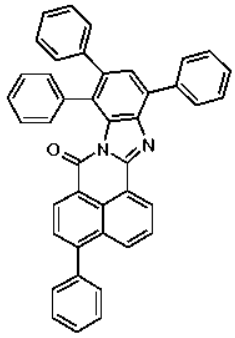
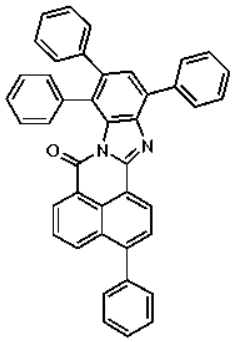
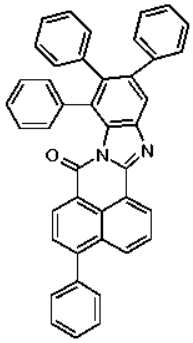
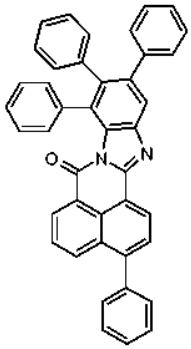
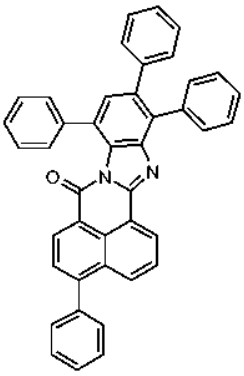
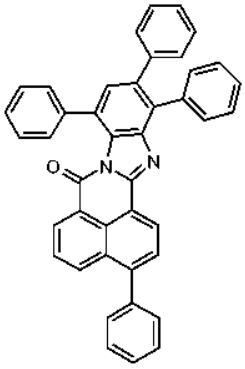
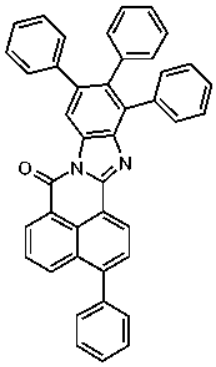
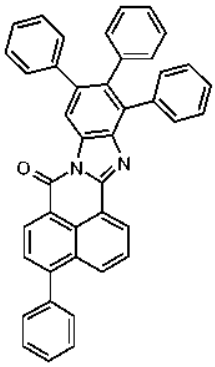
En una realización muy particularmente preferente, los convertidores de color comprenden 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en policarbonato. En una realización muy particularmente preferente adicional, los convertidores de color comprenden 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste en policarbonato.

En una realización muy particularmente preferente, los convertidores de color comprenden al menos un compuesto seleccionado entre

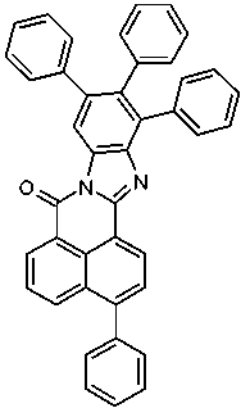
como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno. De acuerdo con un aspecto específico de la presente realización, el convertidor de color comprende además N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo. De acuerdo con un aspecto específico adicional de la presente realización, el convertidor de color comprende además un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida.

En una realización muy particularmente preferente, los convertidores de color comprenden al menos un compuesto seleccionado entre

como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en policarbonato. De acuerdo con un aspecto específico de la presente realización, el convertidor de color comprende además N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo. De acuerdo con un aspecto específico adicional de la presente realización, el convertidor de color comprende además un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida.

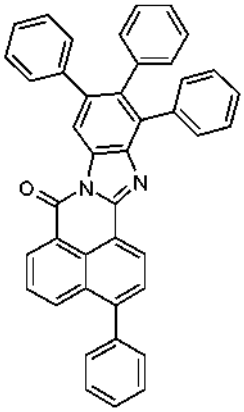
En una realización especial, los convertidores de color comprenden



como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en policarbonato. De acuerdo con un aspecto específico de la presente realización, el convertidor de color comprende además N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-

tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo. De acuerdo con un aspecto específico adicional de la presente realización, el convertidor de color comprende además un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida.

En una realización especial adicional, los convertidores de color comprenden



como el colorante fluorescente orgánico presente de acuerdo con la invención, cuerpos de dispersión basados en TiO_2 y al menos un polímero que consiste básicamente en poliestireno. De acuerdo con un aspecto específico de la presente realización, el convertidor de color comprende además N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida como el colorante fluorescente orgánico rojo. De acuerdo con un aspecto específico adicional de la presente realización, el convertidor de color comprende además un colorante fluorescente orgánico rojo seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida y N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida.

Si el convertidor de color tiene una estructura de múltiples capas, en una realización, una capa comprende al menos un colorante fluorescente rojo y otra capa al menos un colorante fluorescente incluido en la invención.

En una realización, el al menos un colorante fluorescente orgánico está presente en la capa del convertidor de color que está enfrente del LED.

En una realización preferente, el convertidor de color tiene una estructura de dos capas comprendiendo una capa de fluorescencia roja y una capa de fluorescencia verde-amarilla al menos un colorante fluorescente presente de acuerdo con la invención, estando la capa roja enfrente de la fuente de luz azul. En la presente realización, ambas capas comprenden TiO_2 como cuerpo de dispersión.

Una realización preferente adicional para los convertidores de color tiene una estructura de una capa, que comprende al menos un colorante fluorescente amarillo presente de acuerdo con la invención y al menos un colorante fluorescente rojo de fórmula (XXX) y cuerpos de dispersión en una capa. En la presente realización, el polímero consiste preferentemente en poliestireno o policarbonato.

En una realización, al menos una capa de polímero del convertidor de color se ha reforzado mecánicamente con fibras de vidrio.

Los convertidores de color pueden estar presentes en cualquier disposición geométrica. Los convertidores de color pueden estar presentes, por ejemplo, en forma de películas, láminas o placas. Del mismo modo, es posible que la matriz que comprende los colorantes fluorescentes orgánicos esté presente en forma de gota o en forma hemisférica, o en forma de lentes con superficies convexa y/o cóncava, plana o esférica.

Moldeado se refiere a la realización donde los LED o los componentes que comprenden los LED se moldean o envuelven completamente con el polímero que comprende un colorante fluorescente orgánico.

En una realización de la invención, las capas de polímero (matrices) que comprenden el colorante fluorescente orgánico son de 25 a 200 micrómetros de espesor, preferentemente de 35 a 150 µm y más preferentemente de 50 a 100 µm.

En otra realización, las capas de polímero que comprenden el colorante fluorescente orgánico son de 0,2 a 5 milímetros de espesor, preferentemente de 0,3 a 3 mm, más preferentemente de 0,4 a 1 mm.

Cuando los convertidores de color consisten en una capa o tienen una estructura de capas, las capas individuales, en una realización preferente, son continuas y no tienen ningún agujero ni interrupción.

La concentración de los colorantes fluorescentes orgánicos en el polímero depende de factores que incluyen el espesor del convertidor de color y de la capa de polímero. Si se usa una capa de polímero delgada, la concentración del colorante fluorescente orgánico es generalmente mayor que en el caso de una capa de polímero gruesa.

Por lo general, la concentración de los colorantes fluorescentes orgánicos es de un 0,001 a un 0,5 % en peso, preferentemente de un 0,002 a un 0,1 % en peso, lo más preferentemente de un 0,005 a un 0,05 % en peso, basado en cada caso en la cantidad del polímero. Por lo general, la concentración del colorante fluorescente orgánico rojo es de un 0,001 a un 0,5 % en peso, preferentemente de un 0,002 a un 0,1 % en peso, lo más preferentemente de un 0,005 a un 0,05 % en peso, basado en la cantidad de polímero usado.

En una realización preferente, al menos una de las capas o matrices que comprenden el colorante fluorescente comprende cuerpos de dispersión para la luz.

En una realización preferente adicional de la estructura de múltiples capas, están presentes varias capas que comprenden colorante fluorescente y una o más capas que comprenden dispersores sin colorante fluorescente.

Los cuerpos de dispersión adecuados son pigmentos inorgánicos de color blanco, por ejemplo dióxido de titanio, sulfato de bario, litopón, óxido de cinc, sulfuro de cinc, carbonato de calcio con un tamaño medio de partícula de acuerdo con la norma DIN 13320 de 0,01 a 10 µm, preferentemente de 0,1 a 1 µm, más preferentemente de 0,15 a 0,4 µm.

Por lo general, los cuerpos de dispersión se incluyen en una cantidad de un 0,01 a un 2,0 % en peso, preferentemente de un 0,05 a un 0,5 % en peso, más preferentemente de un 0,1 a un 0,4 % en peso, basado en cada caso en el polímero de la capa que comprende los cuerpos de dispersión.

Los convertidores de color pueden comprender opcionalmente constituyentes adicionales, tales como una capa portadora.

Las capas portadoras sirven para impartir estabilidad mecánica al convertidor de color. El tipo de material de las capas portadoras no es crucial, con la condición de que sea transparente y tenga la resistencia mecánica deseada. Los materiales adecuados para capas portadoras son, por ejemplo, vidrio o polímero orgánico rígido transparente, tal como policarbonato, poliestireno o polimetacrilatos o metacrilatos de polimetilo.

Las capas portadoras tienen generalmente un espesor de 0,1 mm a 10 mm, preferentemente de 0,3 mm a 5 mm, más preferentemente de 0,5 mm a 2 mm.

En una realización de la invención, los convertidores de color tienen al menos una capa de barrera frente al oxígeno y/o agua, como se desvela en el documento de solicitud EP 11003839.5 (en la actualidad PCT/EP2012/058503), que aún no se había publicado en la fecha de prioridad de la presente solicitud. Algunos ejemplos de materiales de barrera adecuados para las capas de barrera son, por ejemplo, vidrio, cuarzo, óxidos metálicos, SiO_2, un sistema de múltiples capas compuesto por capas alternantes de capas de Al_2O_3 y SiO_2, nitruro de titanio, materiales de múltiples capas de SiO_2/óxido metálico, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilideno (PVDC), polímeros cristalinos líquidos (LCP), poliestireno-acrilonitrilo (SAN), tereftalato de polibutileno (PBT), naftalato de polibutileno (PBN), tereftalato de polietileno (PET), naftalato de polietileno (PEN), butirato de polivinilo (PVT), cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas, polioximetilenos, poliimidas, poliéter imidas, resinas epoxi, polímeros obtenidos a partir de etileno acetato de vinilo (EVA) y polímeros obtenidos a partir de etileno alcohol vinílico (EVOH).

Un material preferente para las capas de barrera es vidrio o un sistema de múltiples capas compuesto por capas alternantes de capas de Al_2O_3 y SiO_2.

Preferentemente, las capas de barrera adecuadas tienen una baja permeabilidad al oxígeno.

Más preferentemente, las capas de barrera adecuadas tienen una baja permeabilidad al oxígeno y al agua.

Los convertidores de color son especialmente adecuados para la conversión de luz azul en luz verde-amarilla.

Son especialmente adecuados para la conversión de luz emitida por LED azules. Los LED adecuados son, por

ejemplo, los que se basan en nitruro de galio (GaN). Del mismo modo, es posible usarlos para la conversión de la luz producida por lámparas de mercurio, mediante diodos emisores de luz orgánicos (OLED) o mediante UV-LED.

Además, son adecuados para aplicaciones como sistema de recogida de luz (colector fluorescente) en componentes fotovoltaicos y en celdas solares de conversión de fluorescencia.

En una realización adicional, los convertidores de color se usan para la conversión de luz azul en luz blanca.

Los convertidores de color exhiben un alto rendimiento cuántico de irradiación con luz, especialmente con luz de LED azul. Además, tienen una larga duración y espacialmente una elevada fotoestabilidad en iluminación con luz azul. Emiten una luz agradable con una buena reproducción de color.

Los convertidores de color se pueden producir mediante diferentes procesos.

En una realización, el proceso para producir convertidores de color comprende la disolución del al menos un polímero y el al menos un colorante fluorescente orgánico en un disolvente y la retirada posterior del disolvente.

En otra realización, el proceso para la producción de convertidores de color comprende la extrusión del al menos un colorante fluorescente orgánico con el al menos un polímero.

La invención también proporciona dispositivos de iluminación que comprenden al menos un LED y al menos un convertidor de color. El al menos un LED es preferentemente azul y emite luz preferentemente en un intervalo de longitud de onda de 400 a 500 nm, preferentemente de 420 a 480 nm, más preferentemente de 440 a 470 nm, lo más preferentemente de 445 a 460 nm.

En una realización, los dispositivos de iluminación de la invención comprenden exactamente un LED. En otra realización, los dispositivos de iluminación comprenden varios LED.

En una realización, los dispositivos de iluminación de la invención comprenden varios LED, todos los cuales son azules. En otra realización, los dispositivos de iluminación de la invención comprenden varios LED, siendo azul al menos un LED y no siendo azul al menos un LED, sino que en su lugar emite luz en otro color, por ejemplo rojo.

Además, el tipo de LED que se usa no es crucial para los dispositivos de iluminación de la invención. En una realización preferente, la densidad de energía del LED usado es menos de 20 mW/cm^2, preferentemente menos de 15 mW/cm^2. Del mismo modo, es posible el uso de LED de densidades de energía mayores tales como 25 o 30 mW/cm^2. Sin embargo, una mayor densidad de energía del LED puede reducir la duración de los colorantes fluorescentes y de los convertidores de color.

Los convertidores de color se pueden usar en combinación con LED en prácticamente cualquier forma geométrica e independientemente de la estructura del dispositivo de iluminación.

En una realización, el convertidor de color y el LED están presentes en una disposición de sustancia fosforescente en el chip.

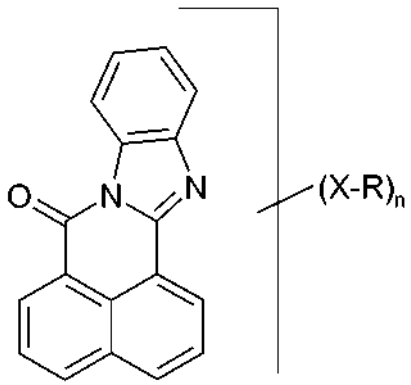
Preferentemente, los convertidores de color se usan en una estructura de sustancia fosforescente remota. En este caso, el convertidor de color está separado espacialmente del LED. En general, la distancia entre el LED y el convertidor de color es de de 0,1 cm a 50 cm, preferentemente de 0,2 a 10 cm y lo más preferentemente de 0,5 a 2 cm. Entre el convertidor de color y el LED puede haber diferentes medios, tales como aire, gases nobles, nitrógeno u otros gases, o las mezclas de los mismos.

El convertidor de color se puede disponer, por ejemplo, concéntricamente alrededor del LED o tener una geometría plana. Puede estar presente, por ejemplo, en forma de una placa, lámina, película, en forma de gota o en forma de un moldeado.

Los dispositivos de iluminación de la invención son adecuados para la iluminación de interiores, exteriores, de oficinas, de vehículos, en linternas, consolas de juegos, alumbrado público, señales de tráfico iluminadas.

Los dispositivos de iluminación de la invención exhiben un elevado rendimiento cuántico. Además, tienen una larga duración, especialmente una elevada fotoestabilidad en iluminación con luz azul. Emiten una luz agradable con una buena reproducción de color.

La presente invención también proporciona nuevas mezclas de polímeros que comprenden al menos un polímero y al menos un colorante fluorescente orgánico, comprendiendo al menos una unidad estructural de fórmula (II)



(II)

donde los símbolos son cada uno como se definen a continuación:
n es un número de 0 a (10 - p) para cada unidad estructural de fórmula (II), preferentemente un número de 1, 2, 3, 4 o a 5 para cada unidad estructural de fórmula (II),

(X-R) es fenilo, tolilo, etilfenilo, orto/meta/para-xililo, mesitilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, 4-etoxifenilo,

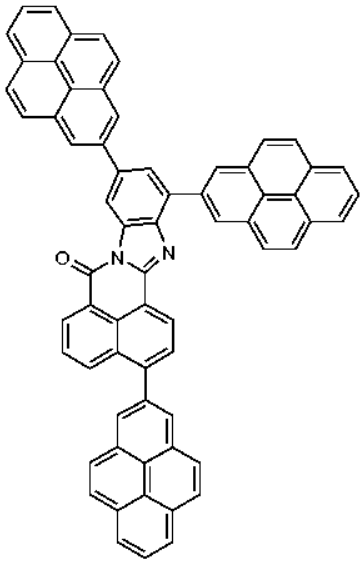
cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v) idénticos o diferentes:

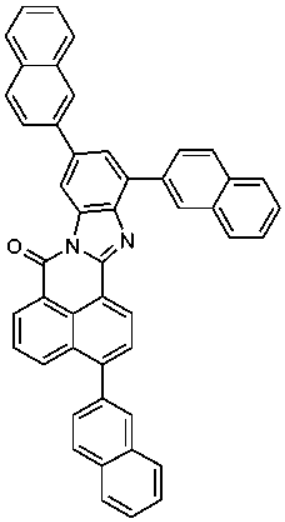
(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano y/o arilo que puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{18} y/o alcoxi C_1-C_6;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12} y/o alquiltio C_1-C_6;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar además condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, -C=CR^1-, -CR^1=CR^1-, hidroxilo, halógeno, ciano, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -SO_3R^2;

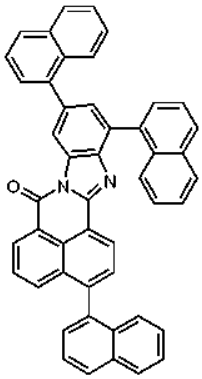
donde

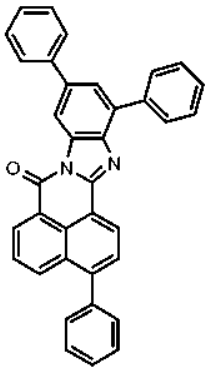
R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$; arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

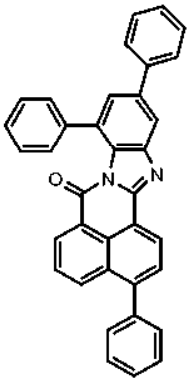
Las mezclas de polímeros de acuerdo con la invención comprenden colorantes fluorescentes orgánicos seleccionados entre

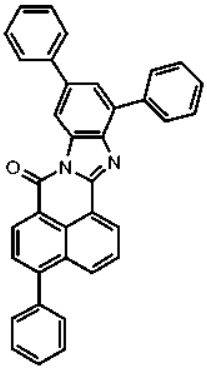


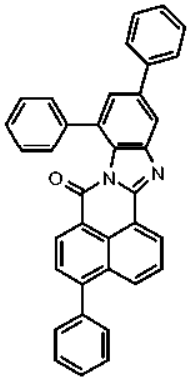


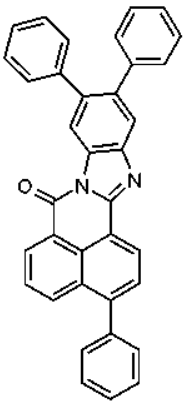


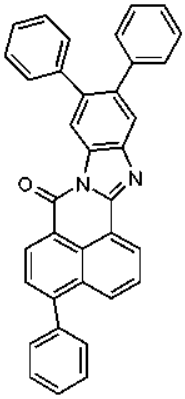


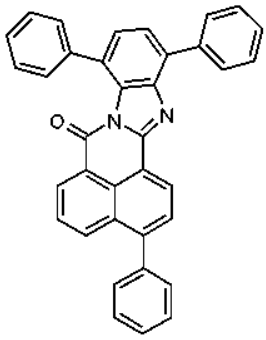


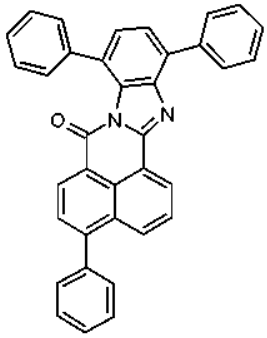


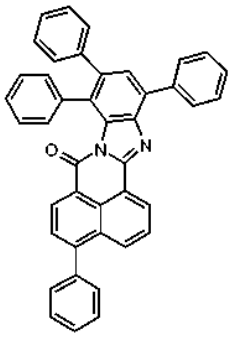


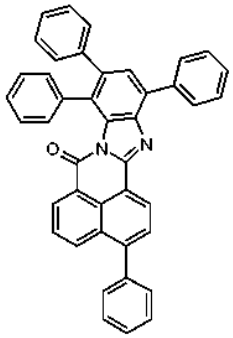


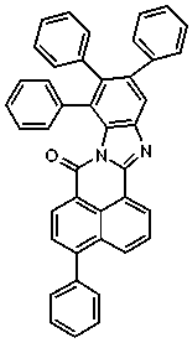


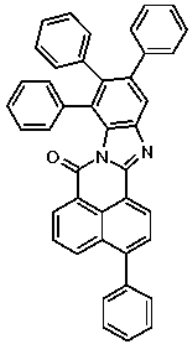


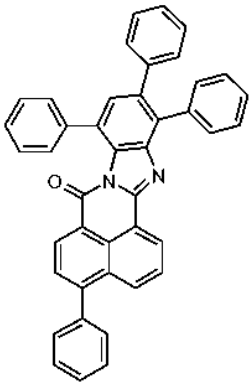


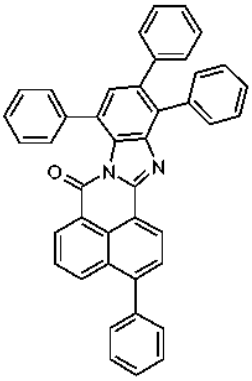


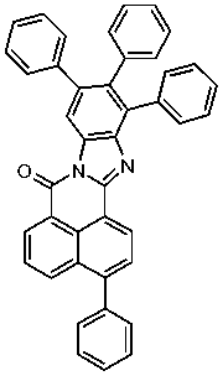


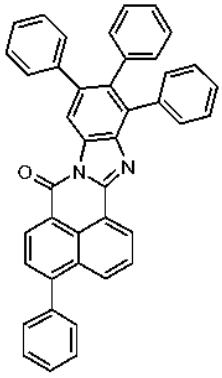


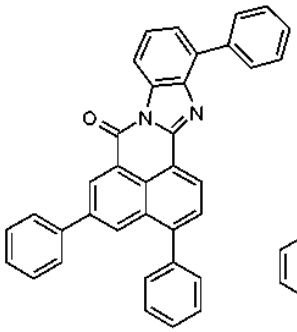


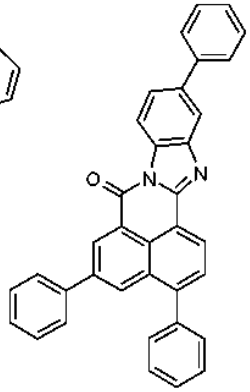


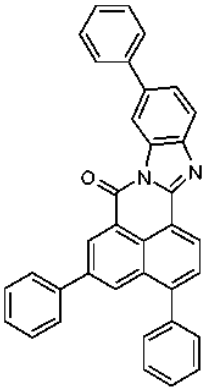


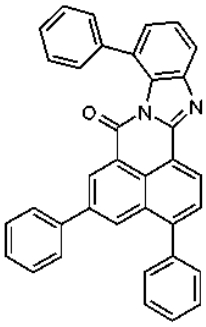


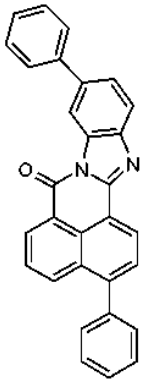


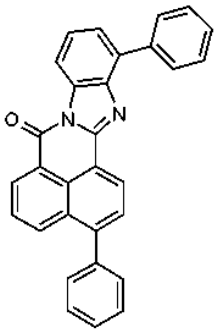


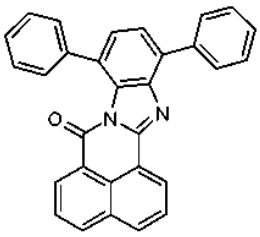


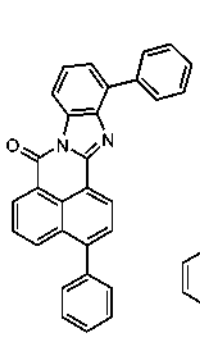
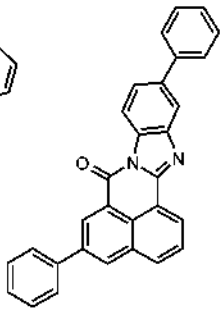
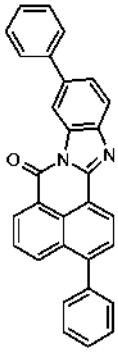
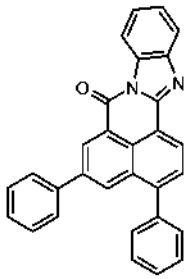
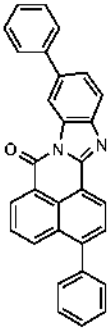
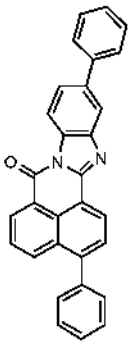
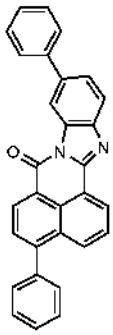
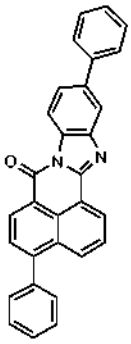
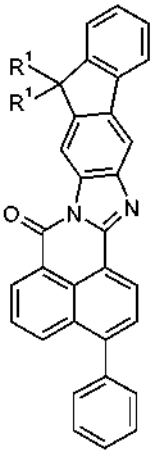
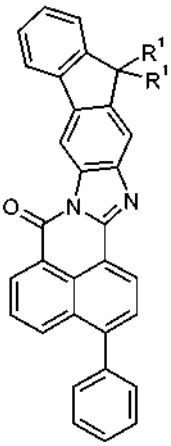
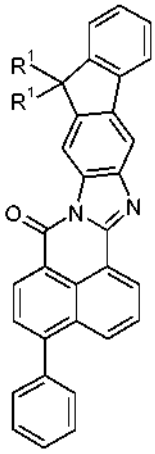
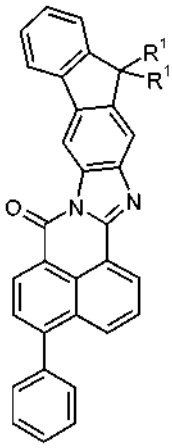
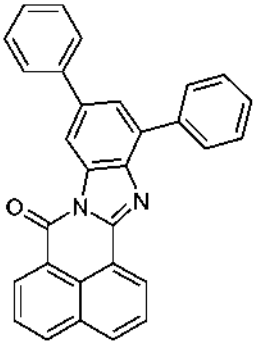
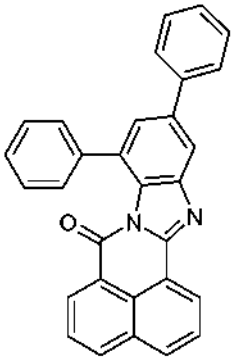
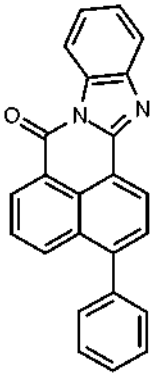


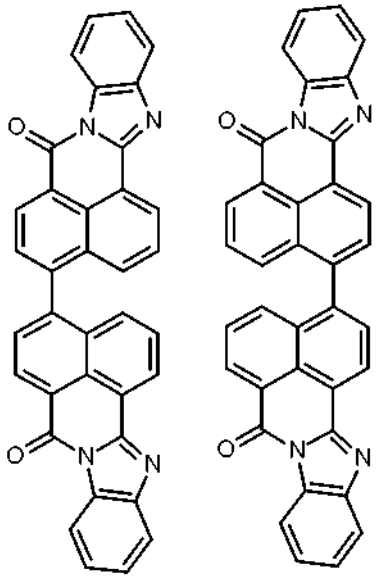


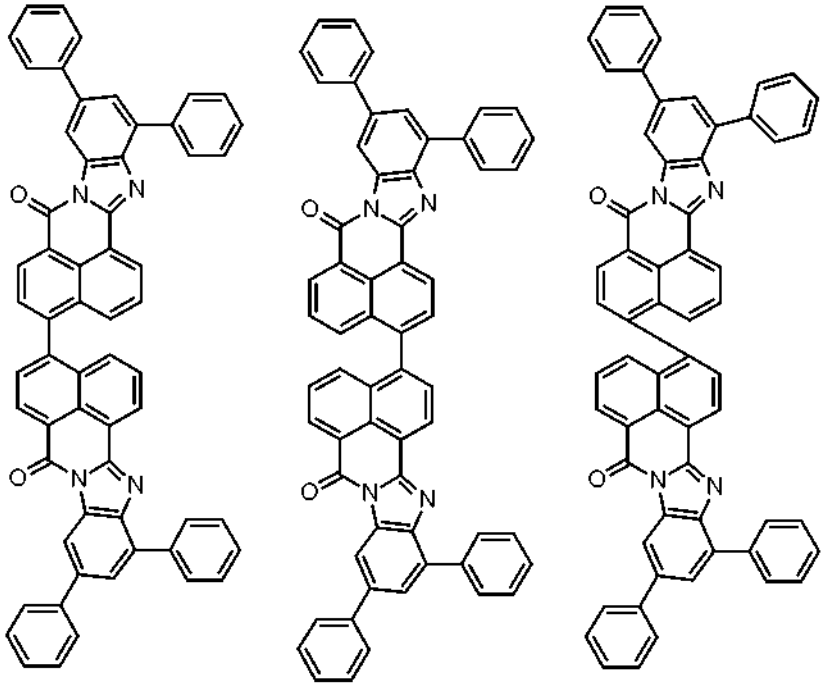


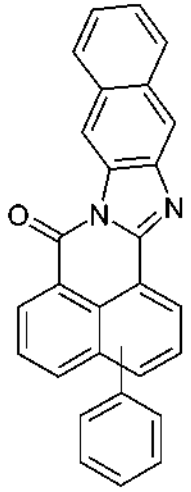


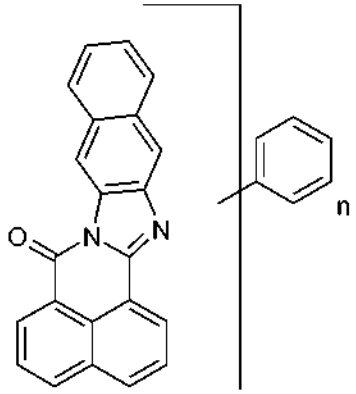


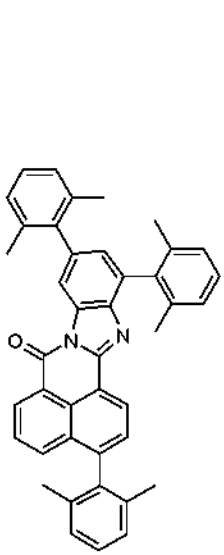
















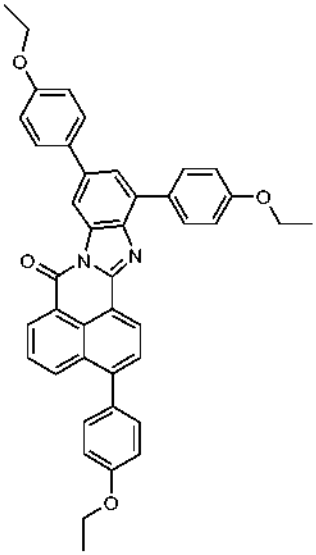












o las mezclas de los mismos,
donde n es un número de 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10;

R^1 es independientemente hidrógeno, alquilo C_1-C_{18} o cicloalquilo, la cadena de carbono de los cuales puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida; arilo o hetarilo que puede estar mono o polisustituido.

Se entiende que una mezcla de polímeros significa, en el contexto de la presente invención, la mezcla de al menos un polímero adecuado con al menos un colorante fluorescente orgánico descrito anteriormente.

Los polímeros adecuados para las mezclas de polímeros de la invención son en principio todos los polímeros que sean capaces de disolver o de distribuir homogéneamente el al menos un colorante fluorescente orgánico en una cantidad suficiente.

Los polímeros adecuados pueden ser polímeros inorgánicos o polímeros orgánicos.

Los polímeros inorgánicos adecuados son, por ejemplo, silicatos o dióxido de silicio. Un prerrequisito para el uso de polímeros inorgánicos es que el al menos un colorante fluorescente orgánico se pueda disolver o distribuir homogéneamente en los mismos sin descomposición. En el caso de silicatos o dióxido de silicio, esto se puede conseguir, por ejemplo, por deposición del polímero desde una solución de silicato sódico.

Los polímeros orgánicos adecuados son, por ejemplo, poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo, polivinilpirrolidona, polimetacrilato, acetato de polivinilo, cloruro de polivinilo, polibuteno, polietilenglicol, silicona,

poliacrilato, resina epoxi, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilideno (PVDC), poliestireno-acrilonitrilo (SAN), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polietileno (PET), butirato de polivinilo (PVB), cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas, polioximetilenos, poliimidas, poliéter imida o las mezclas de los mismos.

Preferentemente, el al menos un polímero consiste básicamente en poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo, o las mezclas de los mismos.

Lo más preferentemente, el al menos un polímero consiste básicamente en poliestireno o policarbonato.

En el presente documento, se entiende que poliestireno incluye todos los homo o copolímeros que resultan de la polimerización de estireno y/o derivados de estireno. Algunos derivados de estireno son, por ejemplo, alquilestirenos tales como alfa-metilestireno, orto-, meta-, para-metilestireno, para-butilestireno, especialmente para-terc-butilestireno, alcoxiestireno tal como para-metoxiestireno, para-butoxiestireno, para-terc-butoxiestireno.

En general, los poliestirenos adecuados tienen una masa molar media M_n de 10.000 a 1.000.000 g/mol (determinada mediante GPC), preferentemente de 20.000 a 750.000 g/mol, más preferentemente de 30.000 a 500.000 g/mol.

En una realización preferente, la matriz del convertidor de color consiste básicamente o completamente en un homopolímero de estireno o derivados de estireno.

En realizaciones preferentes adicionales de la invención, la matriz consiste básicamente o completamente en un copolímero de estireno que asimismo se considera que es un poliestireno en el contexto de la presente solicitud. Los copolímeros de estireno pueden comprender, como constituyentes adicionales, por ejemplo, butadieno, acrilonitrilo, anhídrido maleico, vinilcarbazol, o ésteres de ácido acrílico, ácido metacrílico o ácido itacónico, como monómeros. Los copolímeros de estireno adecuados comprenden generalmente al menos un 20 % en peso de estireno, preferentemente al menos un 40 % y más preferentemente al menos un 60 % en peso de estireno. En otra realización, comprenden al menos un 90 % en peso de estireno. Los copolímeros de estireno preferentes son copolímeros de estireno-acrilonitrilo (SAN) y copolímeros de acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), copolímeros de estireno-1,1'-difenileteno, copolímeros de éster acrílico-estireno-acrilonitrilo (ASA), copolímeros de metacrilato de metilo-acrilonitrilo-butadieno-estireno (MABS). Un polímero preferente adicional es copolímero de alfa-metilestireno-acrilonitrilo (AMSAN).

Los homo o copolímeros de estireno se pueden preparar, por ejemplo, mediante polimerización por radicales libres, polimerización catiónica, polimerización aniónica, o bajo la influencia de catalizadores organometálicos (por ejemplo, catalizadores de Ziegler-Natta). Esto puede conducir a poliestireno o copolímeros isotácticos, sindiotácticos, atácticos. Se preparan preferentemente mediante polimerización por radicales libres. La polimerización se puede llevar a cabo como polimerización en suspensión, polimerización en emulsión, polimerización en solución o polimerización en masa.

La preparación de poliestirenos adecuados se describe, por ejemplo, en Oscar Nuyken, Polystyrenes and Other Aromatic Polyvinyl Compounds, en Kricheldorf, Nuyken, Swift, Nueva York 2005, pág. 73-150 y la bibliografía citada en el mismo; y en Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, pág. 269-275.

Los policarbonatos son poliésteres de ácido carbónico con compuestos de dihidroxilo aromáticos o alifáticos. Los compuestos de dihidroxilo preferentes son, por ejemplo, compuestos de metilendifenildihidroxilo, por ejemplo bisfenol A.

Un medio para preparar policarbonatos es la reacción de compuestos de dihidroxilo adecuados con fosgeno en una polimerización interfacial. Otro medio es la reacción con diésteres de ácido carbónico, tales como carbonato de difenilo, en una polimerización por condensación.

La preparación de policarbonatos adecuados se describe, por ejemplo, en Elias, Macromolecules, Weinheim 2007, pág. 343-347.

En una realización preferente, se usan polímeros que se han polimerizado con exclusión de oxígeno. Los monómeros comprendían preferentemente, durante la polimerización, un total de como máximo 1000 ppm de oxígeno, más preferentemente como máximo 100 ppm y de forma especialmente preferente como máximo 10 ppm.

Los polímeros adecuados pueden comprender, como constituyentes adicionales, aditivos tales como retardantes de llama, antioxidantes, estabilizantes de luz, absorbentes de UV, secuestradores de radicales libres, antiestáticos. Los expertos en la materia conocen tales estabilizantes.

Los antioxidantes o secuestradores de radicales libres adecuados son, por ejemplo, fenoles, especialmente fenoles impedidos estéricamente tales como butilhidroxianisol (BHA) o butilhidroxitolueno (BHT), o aminas impedidas

estéricamente (HALS). Tales estabilizantes se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Irganox®. En algunos casos, los antioxidantes y secuestradores de radicales libres se pueden complementar con estabilizantes secundarios tales como fosfitos o fosfonatos, que se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Irgafos®.

Los absorbentes de UV adecuados son, por ejemplo, benzotriazoles tales como 2-(2-hidroxifenil)-2H-benzotriazoles (BTZ), triazinas tales como (2-hidroxifenil)-s-triazinas (HPT), hidroxibenzofenonas (BP) u oxalanilidas. Tales absorbentes de UV se comercializan, por ejemplo, por BASF con el nombre comercial Uvinul®.

En una realización preferente de la invención, los polímeros adecuados no comprenden ningún antioxidante ni secuestrador de radicales libres.

En una realización de la invención, los polímeros adecuados son polímeros transparentes.

En otra realización, los polímeros adecuados son polímeros opacos.

Los polímeros mencionados sirven como material matriz para el al menos un colorante fluorescente orgánico.

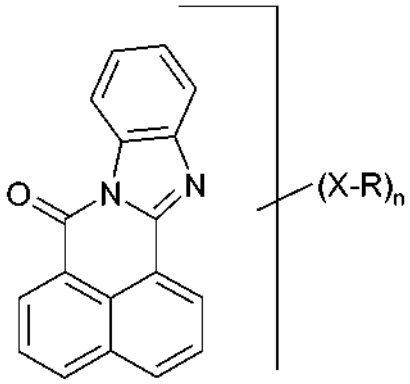
El al menos un colorante fluorescente orgánico puede estar presente disuelto en el polímero o en forma de una mezcla distribuida homogéneamente. Preferentemente, el al menos un colorante orgánico está presente disuelto en el polímero. El al menos un colorante fluorescente orgánico está presente del mismo modo en el polímero en forma de una mezcla distribuida homogéneamente.

Los polímeros de la invención pueden estar presentes, por ejemplo, en forma de polvos o gránulos. Del mismo modo, pueden estar en forma de placas, láminas, películas.

Las mezclas de polímeros de la invención exhiben un elevado rendimiento cuántico de fluorescencia en irradiación con luz, especialmente con luz de LED azul. Además, tienen una larga duración, especialmente una elevada fotoestabilidad en iluminación con luz azul. Emiten una luz agradable con una buena reproducción de color.

La presente divulgación también proporciona nuevos colorantes fluorescentes.

Estos tienen la fórmula general (II)



(II)

donde

n es un número de 1 a 5, por ejemplo 1, 2, 3, 4 o 5 para cada unidad estructural de fórmula (II),

(X-R) es fenilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, alcoxifenilo C_1-C_{12}, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v) idénticos o diferentes:

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano y/o arilo que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18} y/o alcoxi C_1-C_6;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12} y/o alquiltio

C_1-C_6;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar además condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, -C=CR^1-, -CR^1=CR^1-, hidroxilo, halógeno, ciano, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o-SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -SO_3R^2;

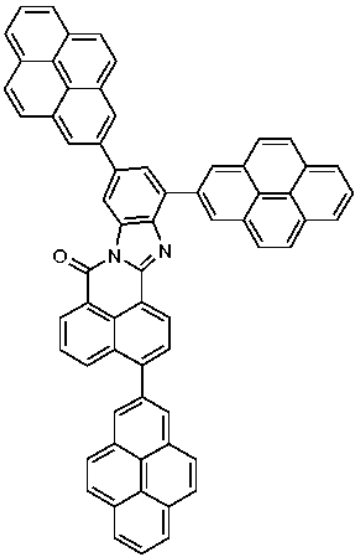
R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$; arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

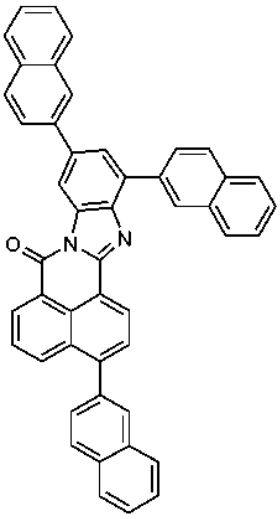
Preferentemente, los colorantes fluorescentes tienen una estructura en la que los símbolos de la fórmula (II) son cada uno como se definen a continuación:

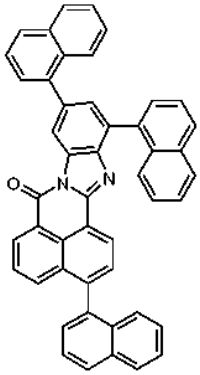
n es un número de 1 a 5, por ejemplo 1, 2, 3, 4 o 5 para cada unidad estructural de fórmula (II),

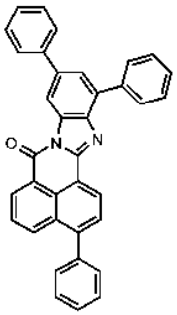
(X-R) es fenilo, tolilo, etilfenilo, orto/meta/para-xililo, mesitilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, 4-etoxifenilo.

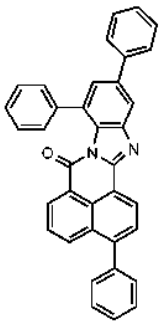
De acuerdo con la invención, los colorantes fluorescentes se seleccionan entre:

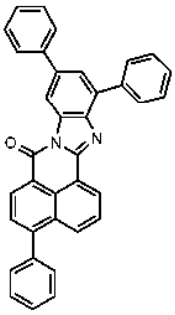


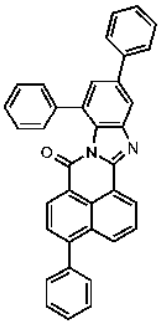


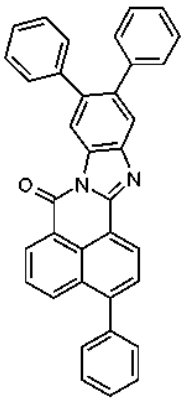


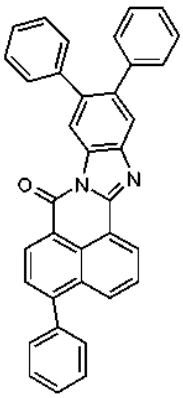


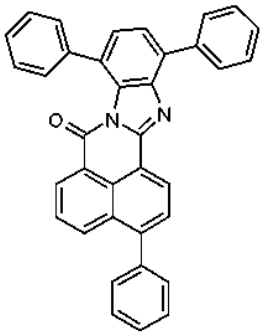


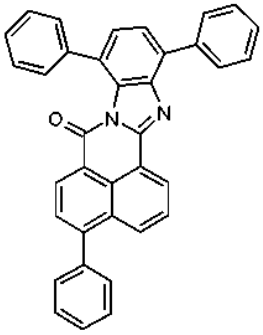


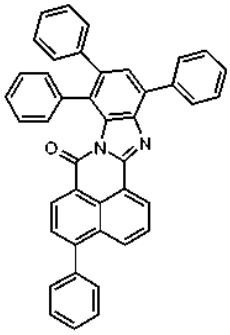


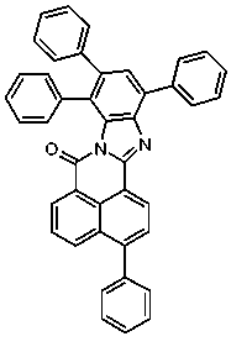


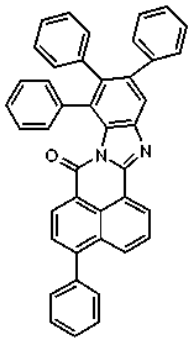


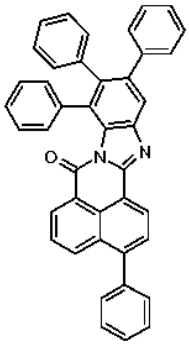


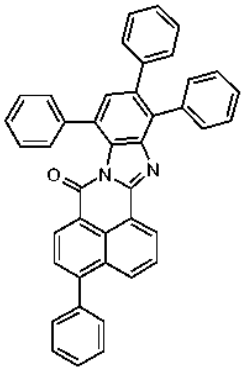


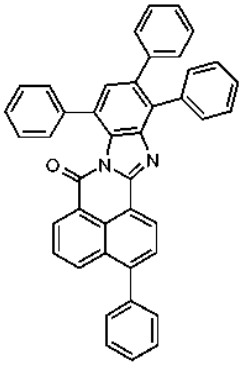


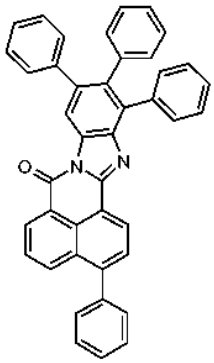


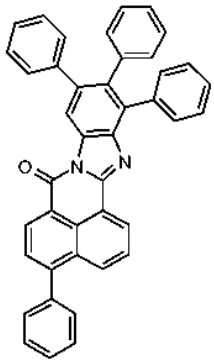


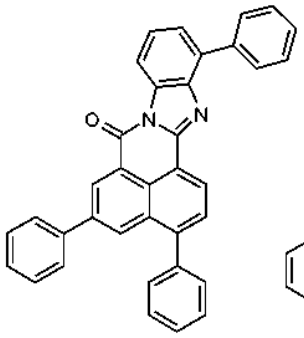


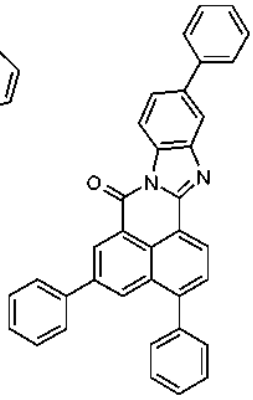


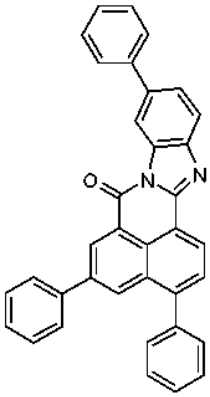


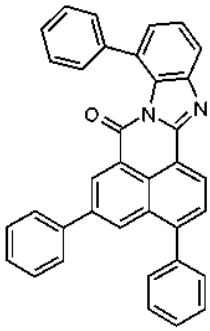


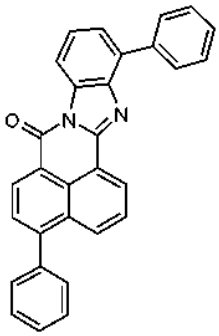


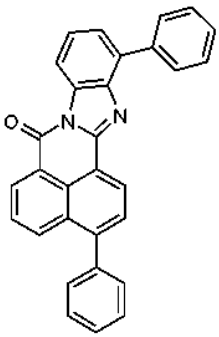


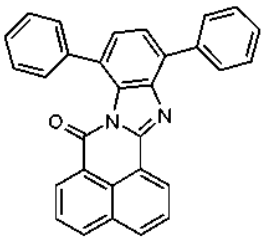


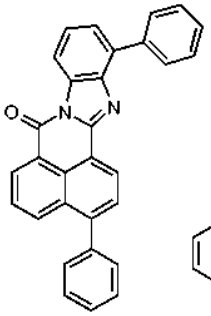
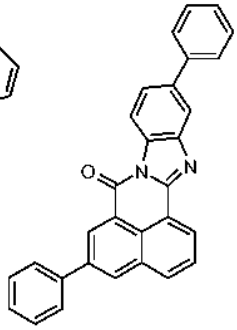
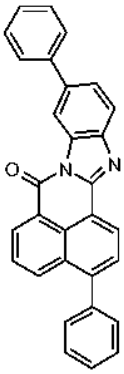
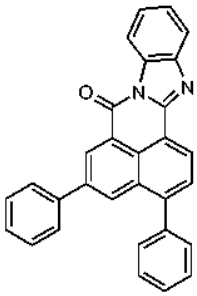
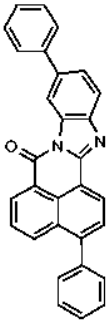
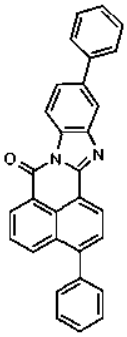
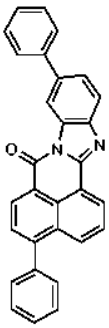
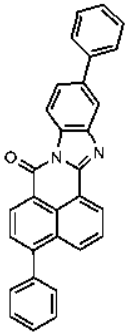
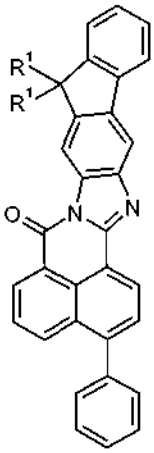
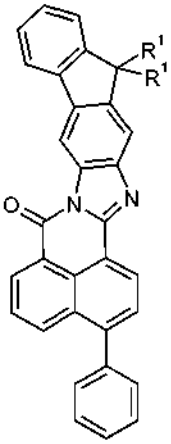
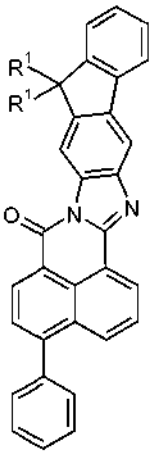
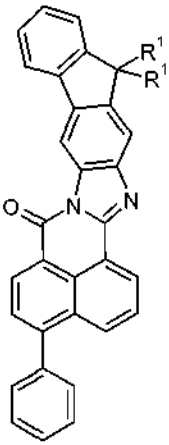
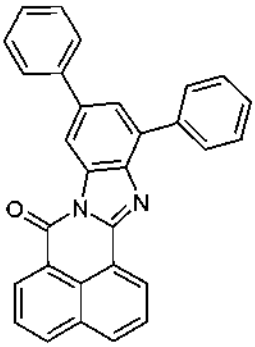
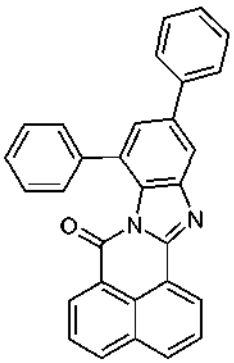


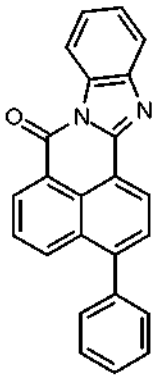


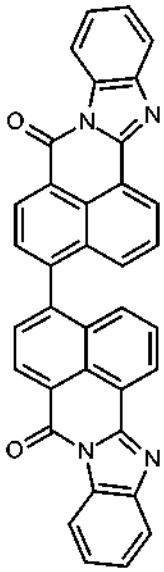


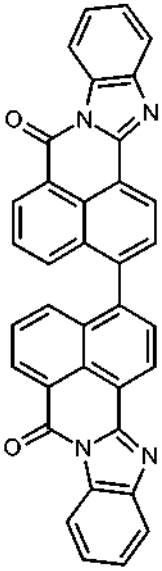


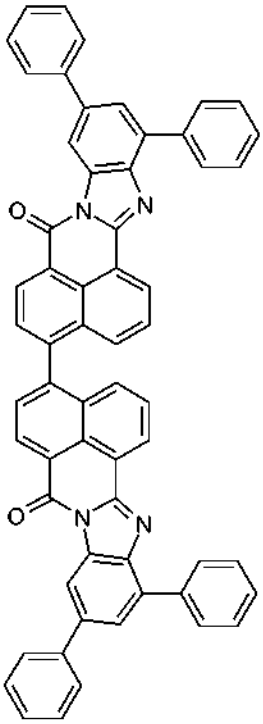


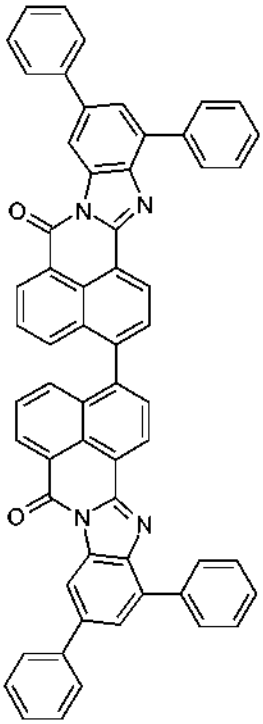















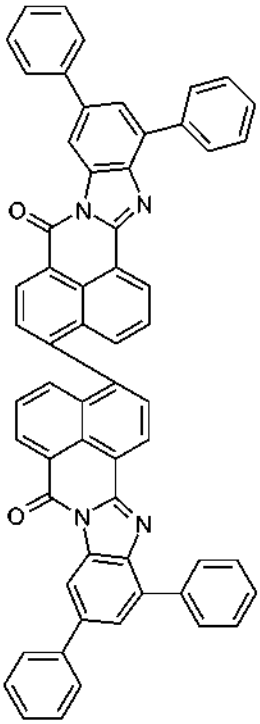


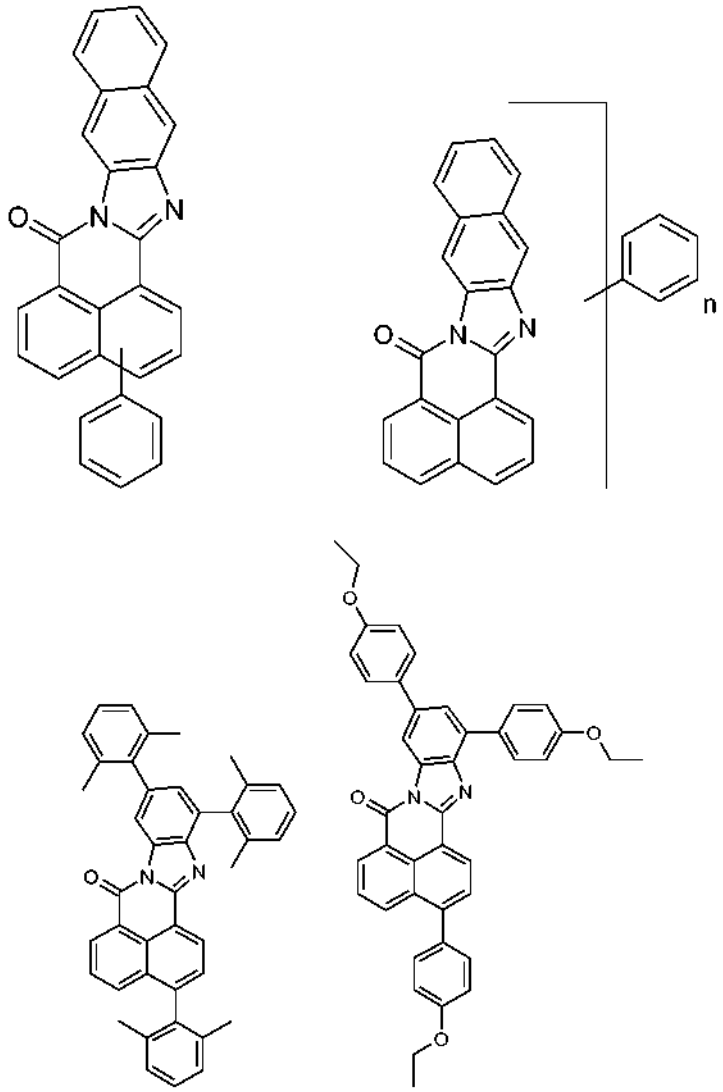












o las mezclas de los mismos,
donde n es un número de 0 a 10, por ejemplo 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 f;

R^1 es independientemente hidrógeno, alquilo C_1-C_{18} o cicloalquilo, la cadena de carbono de los cuales puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida; arilo o hetarilo que puede estar mono o polisustituido.

Los colorantes fluorescentes orgánicos de la invención exhiben un elevado rendimiento cuántico en la irradiación con luz, especialmente con luz de LED azul. Además, tienen una larga duración, especialmente una elevada fotoestabilidad en iluminación con luz azul. Emiten una luz agradable con una buena reproducción de color.

Los colorantes fluorescentes orgánicos adecuados y especialmente los colorantes fluorescentes orgánicos de la invención se pueden producir mediante diferentes procesos.

Un proceso comprende la condensación de anhídrido naftilénico con un compuesto aromático o heteroaromático 1,2-diamino-sustituido, la bromación del producto de condensación y la posterior sustitución de los átomos de bromo con los sustituyentes deseados, por ejemplo fenilo.

En otro proceso, se usan anhídridos naftilénicos con un compuesto aromático o heteroaromático 1,2-diamino-sustituido que ya porta los sustituyentes deseados del producto final.

Los productos se pueden purificar, por ejemplo, por cromatografía en columna o por cristalización.

Ejemplos

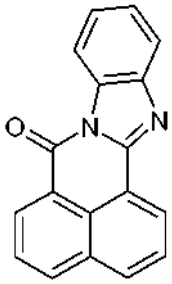
Se sintetizaron diversos colorantes fluorescentes. Los colorantes fluorescentes producidos de acuerdo con los ejemplos se usaron para producir convertidores de color. Para este fin, se incorporaron a una matriz de un polímero, como se describe en lo sucesivo en el presente documento. El polímero usado fue PMMA, un homopolímero transparente de metacrilato de metilo con una temperatura de ablandamiento de Vicat de 96 ºC de acuerdo con la norma DIN EN ISO 306 (Plexiglas® 6N de Evonik).

Producción de convertidores de color para ensayo de los colorantes:

Se disolvieron 2,5 g de polímero y un 0,02 % en peso de colorante en aproximadamente 5 ml de cloruro de metileno, y se dispersó un 0,5 % en peso de TiO_2 en lo mismo, basado en cada caso en la cantidad de polímero usado. La solución/dispersión resultante se revistió sobre una superficie de vidrio con una varilla de revestimiento de tipo caja (espesor de película húmeda de 400 µm). Después de que retirara el disolvente por secado, la película se desprendió del vidrio y se secó a 50 ºC en una campana de secado al vacío durante una noche. Se perforaron dos piezas de película circulares con un diámetro de 15 mm de esta película de 80-85 µm de espesor, y a continuación se sirvieron como muestras de ensayo.

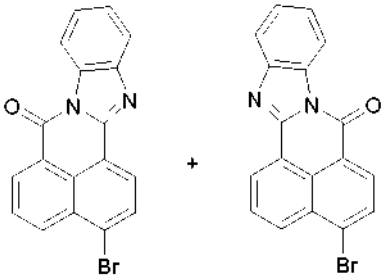
Para determinar el rendimiento cuántico de fluorescencia (FQY), se analizaron en el sistema de medición de rendimiento cuántico modelo C9920-02 (de Hamamatsu). Esto implicó iluminar cada una de las muestras con luz de 450-455 nm en una esfera de integración (esfera de Ulbricht). Por comparación con la medición de referencia en la esfera de Ulbricht sin muestra, la parte sin absorber de la luz de excitación y la luz de fluorescencia emitida por la muestra se determinan por medio de un espectrómetro CCD. La integración de las intensidades sobre el espectro de la luz de excitación sin absorber y sobre el de la luz de fluorescencia emitida da, en cada caso, el grado de absorción o la intensidad de fluorescencia o el rendimiento cuántico de fluorescencia de la muestra.

Ejemplo 1: Preparación de



En atmósfera de argón, se introdujeron 15,0 g (75,7 mmol) de anhídrido 1,8-naftálico, 9,82 g (90,8 mmol) de 1,2-fenilendiamina y 13,9 g (75,7 mmol) de acetato de cinc en 150 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agitó a 160 ºC durante 5 horas. La suspensión caliente se agitó en 1000 ml de ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retiró por filtración con succión después de 30 minutos. El residuo se lavó con 1000 ml de agua desmineralizada caliente, a continuación dos veces con 100 ml de metanol cada vez, y se secó con succión. El residuo amarillo se secó a 70 ºC a presión reducida durante una noche. Rendimiento: 92 %. Rendimiento cuántico de fluorescencia (FQY) en PMMA = 77 %.

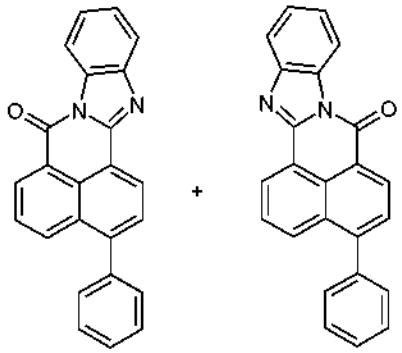
Ejemplo 2: Preparación de una mezcla de



En atmósfera de argón, se introdujeron 15,0 g (54 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico y 7,03 g (65 mmol) de 1,2-fenilendiamina y 9,93 g (54 mmol) de acetato de cinc en 150 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agitó a 145 ºC en atmósfera de argón durante 4 horas. La suspensión de color amarillo se agitó en 1000 ml de

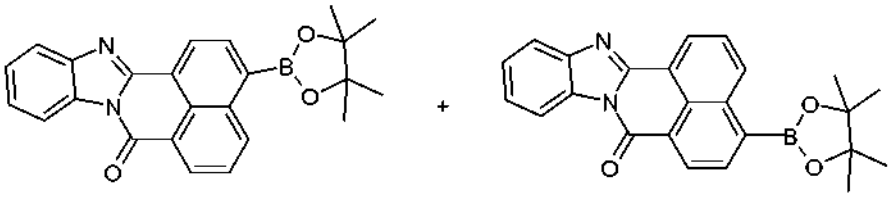
ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retiró por filtración con succión después de 1 hora. El residuo se suspendió dos veces más en 500 ml cada vez de ácido clorhídrico 1 molar y se retiró por filtración con succión, y el residuo se lavó con 2,5 l de agua desmineralizada caliente, a continuación se lavó dos veces con 50 ml de metanol cada vez. El residuo se recristalizó en 500 ml de tolueno, y se lavó con tolueno, y el producto de color amarillo pálido se secó a 60 ºC a presión reducida durante una noche. Rendimiento: 56 %.

Ejemplo 3: Preparación de una mezcla de



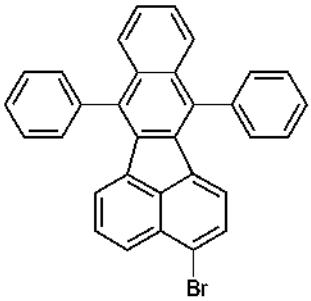
Se introdujeron 1,0 g (2,86 mmol) del producto del Ejemplo 2 y 0,72 g (5,73 mmol) de ácido fenilborónico en 60 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno. Se añadió a ello una solución de 1,19 g (8,59 mmol) de carbonato potásico en 5 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añadieron a ello 33 mg (0,0286 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio(0), y la mezcla se agitó a 90 ºC en atmósfera de argón durante 4 horas. La solución de color amarillo-verde se agitó a temperatura ambiente durante una noche y el residuo de color amarillo se retiró por filtración con succión. El residuo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, diclorometano/isopropanol 20/1).
Rendimiento: 42,4 %, f_R (tolueno/metanol 85/15): 0,79.
FQY (PMMA) = 89 %.

Ejemplo 4: Preparación de una mezcla de



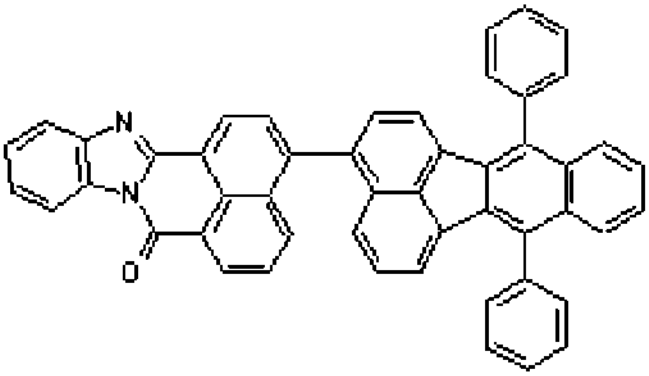
Una mezcla de 5,0 g (14,3 mmol) del producto del Ejemplo 1, 10,9 g (43 mmol) de bis(pinacolato)diboro, 1,05 g (1,43 mmol) de 1,1'-bis(difenilfosfino)ferrocenodicloro-paladio, 4,22 g de acetato potásico (43 mmol) y 180 ml de tolueno se agitó a 70 ºC en atmósfera de nitrógeno durante 20 horas. El disolvente se retiró por destilación a presión reducida. Después de que se hubiera enfriado la mezcla a temperatura ambiente, el producto se purificó por cromatografía en columna usando gel de sílice con diclorometano como eluyente. Posteriormente, el producto se recristalizó en tolueno/éter de petróleo 1:1. Esto dio 4,8 g (85 %) de producto de color amarillo. f_R (diclorometano) = 0,35.

Ejemplo 4a: Preparación de 3-bromo-7,14-difenilbenzofluoranteno



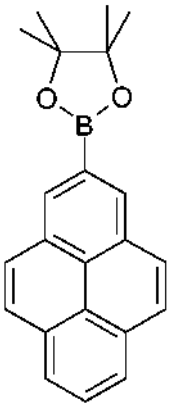
Una mezcla de 50 ml de N-metilpirrolidona (NMP), 500 ml de diclorometano, 10,0 g (25 mmol) de 7,14-difenilbenzofluoranteno (preparado como se describe en el documento de Patente WO 2010/031833) y 6,45 g (36 mmol) de N-bromosuccinimida se agitó a temperatura ambiente durante 20 horas. Posteriormente, el diclorometano se retiró por destilación y el producto se precipitó por adición de agua. El producto se filtró y se secó. Esto dio 12,1 g del producto en forma de un sólido de color beige. Rendimiento: cuantitativo.
f_R (éter de petróleo:tolueno 2:1) = 0,9.

Ejemplo 4b: Preparación de



Una mezcla de 160 ml de tolueno, 1,76 g (3,64 mmol) del producto del Ejemplo 4a, 1,60 g (4,00 mmol) del compuesto de boro de 4, 13,1 g de carbonato potásico, 80 ml de agua, 32 ml de etanol y 2,1 g (1,82 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio se calentó a 65 ºC durante 16 horas. La fase orgánica se retiró, se secó sobre sulfato de magnesio y se purificó por cromatografía en columna usando gel de sílice con tolueno como eluyente. Esto dio 2,0 g (82 %) de producto de color amarillo.
f_R (diclorometano) = 0,30.
FQY (PMMA) = 80 %.

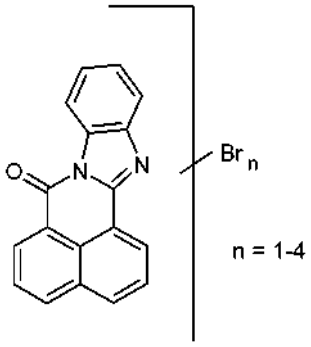
Ejemplo 5: Preparación de



Se sacó del horno un matraz y se enfrió en atmósfera de nitrógeno.

Se introdujeron 4,13 g (20 mmol) de pireno y 5,08 g (20 mmol) de bis(pinacolato)diborano con 0,663 g (1 mmol) de dímero de metoxi(ciclooctadieno)iridio(I) y 0,548 g (2 mmol) de 4,4'-di-terc-butil-2,2'-dipiridilo en 125 ml de ciclohexano (anhidro). En atmósfera de nitrógeno, la mezcla se agitó a 80 ºC durante 7 horas. La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión de color pardo se retiró por filtración con succión. El filtrado se concentró en un rotavapor a 40 ºC. El producto se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice, tolueno/ciclohexano 2/1). Esto dio un sólido incoloro 1 (4,4,5,5-tetrametil-2-(2-pirenil)-1,3,2-dioxaborolano).
Rendimiento: 14 %;
f_R (tolueno) - componente principal: 0,51.

Ejemplo 6: Preparación de



En atmósfera de nitrógeno, se introdujeron 10,0 g (37 mmol) del compuesto del Ejemplo 1 en 150 ml de clorobenceno y 100 ml de agua desmineralizada. Se alimentaron 56 ml de bromo (1110 mmol) a temperatura ambiente. La mezcla se calentó a reflujo (80-85 ºC) y se agitó a reflujo durante un periodo adicional de 4,5 horas. La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante una noche. A 80-85 ºC, se retiró el exceso de bromo por arrastre con nitrógeno en 1 hora. La suspensión se agitó en 1000 ml de ácido clorhídrico 1 molar a temperatura ambiente. El residuo se retiró por filtración con succión. El residuo se lavó con agua caliente. Esto dio un sólido de color amarillo. La pasta se secó a 70 ºC a presión reducida durante una noche. Esto dio una mezcla de compuestos mono, di, tri y tetrabromados.
Rendimiento: 88 %.
f_R (tolueno/acetato de etilo 10/1) = 0,69; 0,55 y otros.

Ejemplo 7:

Se introdujeron 0,398 g (0,785 mmol) del producto del Ejemplo 6 en atmósfera de nitrógeno con 0,850 g (2,59 mmol) de 4,4,5,5-tetrametil-2-(2-pirenil)-1,3,2-dioxaborolano a temperatura ambiente en 40 ml de tolueno. Se añadió a ello una solución de 2,82 g (20,4 mmol) de carbonato potásico en 18 ml de agua desmineralizada y 7 ml de etanol. Se añadieron 453 mg (0,392 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) a la suspensión de color amarillo. La mezcla se calentó a 65 ºC en atmósfera de nitrógeno y se agitó a esta temperatura durante un periodo adicional de 22 horas. La suspensión de color pardo se mezcló con 100 ml de tolueno a temperatura ambiente, y se extrajo por agitación con diclorometano y agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentraron por evaporación rotatoria. El residuo de color pardo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, diclorometano). El sólido de color naranja se purificó con una etapa adicional de cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno/ciclohexano 1/1). Esto dio un sólido de color naranja que, de acuerdo con el análisis de espectroscopia de masas, correspondió a una mezcla de compuestos básicamente di a tetrasustituidos con pirenilo.
f_R (tolueno/ciclohexano 1/1) - componente principal: 0,71; componente secundario: 0,62.
FQY (PMMA) = 77 %

Ejemplo 8:

Se introdujeron 1,0 g (2,0 mmol) de la mezcla de compuestos bromados del Ejemplo 6 y 1,28 g (7,2 mmol) de ácido 2-naftilborónico en 60 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno. Se añadió a ello una solución de 2,5 g (18 mmol) de carbonato potásico en 10 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añadieron a ello 69,4 mg (0,06 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)-paladio (0). La mezcla se calentó a 65 ºC en atmósfera de nitrógeno y se agitó a esta temperatura durante un periodo adicional de 27 horas. A temperatura ambiente, la suspensión de color naranja se disolvió con 300 ml de diclorometano y se extrajo por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentraron por evaporación rotatoria. El residuo de color pardo-rojo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno/ciclohexano 5/1). El resultado fue un sólido de color naranja que, de acuerdo con el análisis de espectroscopia de masas, era una mezcla de compuestos di, tri y tetrasustituidos.

f_R (tolueno): 0,52.
FQY (PMMA) = 75 %.

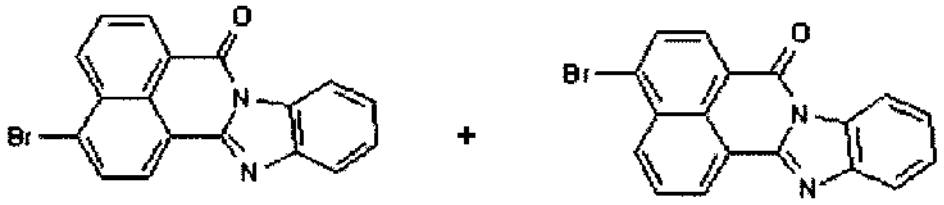
Ejemplo 9

Se introdujeron 1,0 g (2,0 mmol) de la mezcla de compuestos bromados del Ejemplo 6 y 1,28 g (7,2 mmol) de ácido 1-naftilborónico en 60 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno. Se añadió a ello una solución de 2,5 g (18 mmol) de carbonato potásico en 10 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añadieron a ello 69,4 mg (0,06 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)-paladio (0). La mezcla se calentó a 65 ºC en atmósfera de nitrógeno y se agitó a esta temperatura durante un periodo adicional de 28 horas. A temperatura ambiente, la solución de color pardo se mezcló con 150 ml de diclorometano y se extrajo por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentraron por evaporación rotatoria. El residuo de color pardo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno/ciclohexano 6/1). El resultado fue un sólido de color naranja que, de acuerdo con el análisis de espectroscopía de masas, era una mezcla de compuestos di, tri y tetrasustituidos.
Rendimiento: 43,1 %; f_R (tolueno) - componente principal: 0,44; componente secundario: 0,52.
FQY (PMMA) = 75 %.

Ejemplo 10:

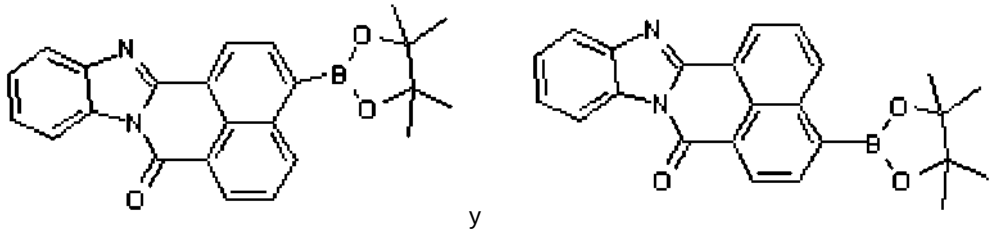
Se introdujeron 5,07 g (10 mmol) de la mezcla de compuestos bromados del Ejemplo 6 y 7,47 g (60 mmol) de ácido fenilborónico en 300 ml de tolueno en atmósfera de nitrógeno a temperatura ambiente. A esto se añadió una solución de 12,44 g (90 mmol) de carbonato potásico en 50 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añadieron a ello 346 mg (0,3 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)-paladio (0). La mezcla se agitó a 90 ºC durante un periodo adicional de 4 horas. La mezcla se agitó a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión se retiró por filtración con succión y residuo de color naranja se agitó en tolueno. El residuo se retiró por filtración con succión y se secó con succión con n-pentano. El producto se purificó por cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno).
Rendimiento: 31 %; f_R (tolueno) - componente principal: 0,43.
FQY (PMMA) 83 %.
Es posible aislar además los isómeros di y trisustituidos de mayor polaridad en forma de una mezcla de igual FQY en PMMA.

Ejemplo 11: Preparación de una mezcla de



Una mezcla de 10,0 g (36 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico, 4,68 g (43,3 mmol) de 1,2-fenilendiamina, 6,62 g de acetato de cinc(II) (36 mmol) y 100 ml de quinolina se mantuvo a reflujo a 145 ºC durante 5 horas. La mezcla de reacción se añadió a 500 ml de ácido clorhídrico 1 M. El precipitado resultante se retiró por filtración con succión, se lavó con agua caliente y se recristalizó en tolueno. Se obtuvieron 10,6 g (84 %) del producto de color amarillo.
f_R (ciclohexano:acetato de etilo 2:1) = 0,29

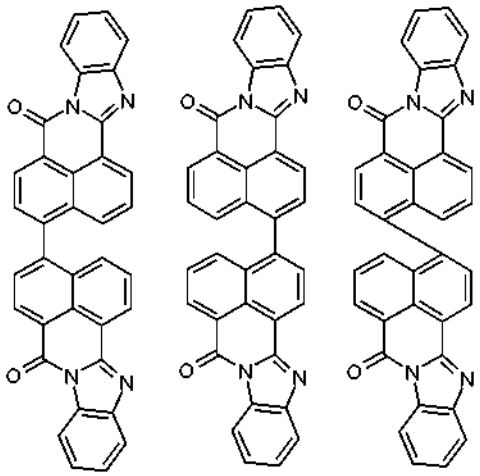
Ejemplo 12: Preparación de una mezcla de



y

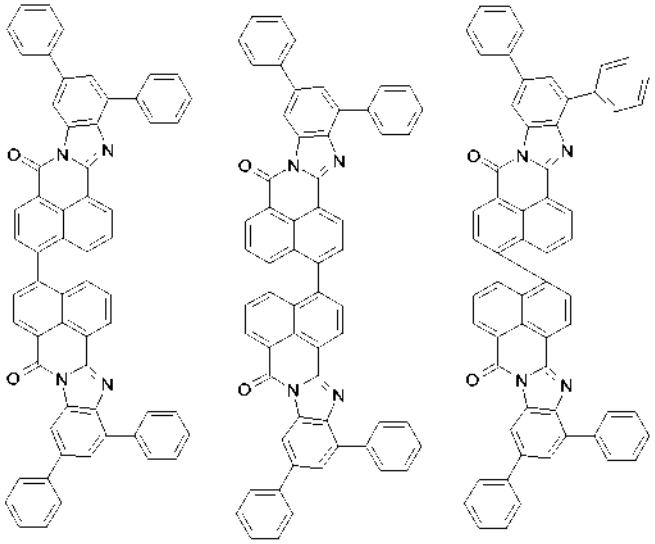
Una mezcla de 5,0 g (14,3 mmol) del producto del Ejemplo 9, 10,9 g (43 mmol) de bis(pinacolato)diboro, 1,05 g (1,43 mmol) de 1,1'-bis(difenilfosfino)ferrocenodicloro-paladio, 4,22 g de acetato potásico (43 mmol) y 180 ml de tolueno se agitó a 70 ºC en atmósfera de nitrógeno durante 20 horas. El disolvente se retiró por destilación a presión reducida. El producto se dejó enfriar a temperatura ambiente y se purificó por cromatografía en columna usando gel de sílice con diclorometano, y a continuación se recristalizó en tolueno/éter de petróleo. Esto dio 4,8 g (85 %) del producto de color amarillo.
f_R (diclorometano) =0,35

Ejemplo 13: Preparación de una mezcla de



Una mezcla de 1,58 g (4 mmol) del compuesto borado del Ejemplo 10 y 1,27 g (36,4 mmol) del compuesto bromado del Ejemplo 9 se calentó a 40 ºC en 160 ml de tolueno, y se añadieron una solución de 80 ml de agua, 13,1 g de carbonato potásico y 32 ml de etanol, 2,1 g (1,8 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0), y la mezcla se calentó a 65 ºC durante 12 horas. Después de enfriar a temperatura ambiente, se añadieron 200 ml de tolueno y la mezcla se extrajo por agitación con agua y cloruro de metileno, y las fases orgánicas se concentraron sin y con evaporación rotatoria, y se purificaron por cromatografía sobre gel de sílice con mezclas de tolueno/acetato de etilo. Esto dio 1,22 g (62 %) de un compuesto de color amarillo.
f_R (tolueno/acetato de etilo 10:1) = 0,1.
FQY (PMMA)= 82 %.

Ejemplo 13b: Preparación de una mezcla de



Una mezcla de 0,54 g (1 mmol) del compuesto preparado en el Ejemplo 11, 10 ml de clorobenceno, 6 ml de agua y

3,2 g de bromo se calentó a 70 ºC durante 3 horas. El exceso de bromo se retiró por arrastre con nitrógeno, y el producto se filtró y se lavó con agua. Esto dio 0,76 g (89 %) de un producto de color amarillo que, de acuerdo con el análisis de espectroscopía de masas, era una mezcla de compuestos mono y polibromados.

Una mezcla de 0,3 g (0,35 mmol) de la mezcla de compuestos bromados descrita anteriormente, 0,34 g (2,8 mmol) de ácido fenilborónico, 0,8 g (5,6 mmol) de carbonato potásico disuelto en agua, 0,04 g (0,035 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) se calentó a 90 ºC durante 12 horas. La mezcla de reacción se enfrió a temperatura ambiente y se extrajo por agitación con agua y cloruro de metileno, y las fases orgánicas se concentraron sin y con evaporación rotatoria, y se purificaron por cromatografía sobre gel de sílice con mezclas de tolueno/acetato de etilo. Esto dio 0,1 g de un compuesto de color amarillo, f_R (tolueno/acetato de etilo 10:1) = 0,5 (FQY (PMMA) = 77 %), y 0,085 g de un producto de color amarillo, f_R = 0,31 (FQY (PMMA)= 79 %).

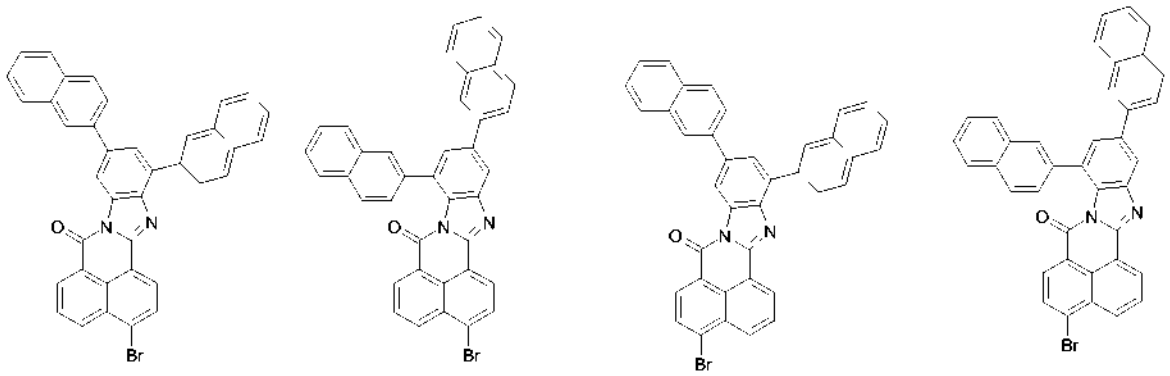
Ejemplo 14: Preparación de 2,4-di(2-naftil)-5-nitroanilina

A una suspensión de 2,4-dibromo-6-nitroanilina (50 g, 0,168 mol) en tolueno (1000 ml) y 200 ml de etanol se añaden 52,6 g (0,371 mol) de ácido 2-naftilborónico y 139 g (1 mol) de carbonato potásico y 1,1 g de tetraquis(trifenilfosfina)paladio, y la mezcla se calienta a reflujo durante 4 horas. La reacción se detiene por adición de agua, y se filtra, y el residuo se lava con acetato de etilo. El producto en bruto se purifica por cromatografía en columna con acetato de etilo/heptano. Esto da 37,8 g (60 %).

Ejemplo 15: Preparación de 1,2-diamino-3,5-di(2-naftil)benceno

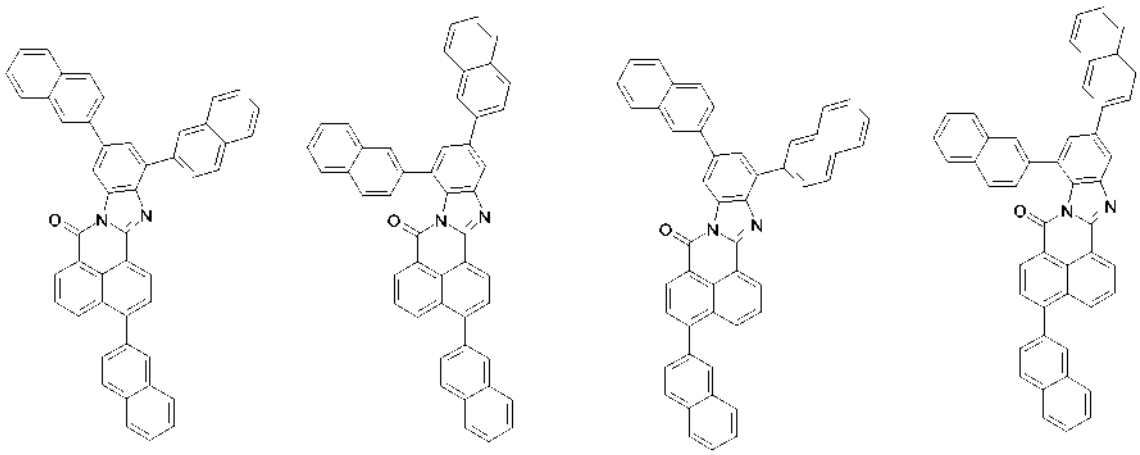
A una suspensión de 1,2 g (3,1 mmol) del producto del Ejemplo 14 (2,4-di(2-naftil)-5-nitroanilina) en 10 ml de metanol se añaden lentamente 0,9 g de Pd/C y 0,23 g (6,2 mmol) de $NaBH_4$. Después de que finalizara la adición, la reacción ya había finalizado de acuerdo con la monitorización por TLC. La mezcla de reacción se filtra a través de caliza de concha y se lava con metanol. El metanol se retira a presión reducida, el residuo se recoge en acetato de etilo, se lava con agua y se seca, y el disolvente se retira a presión reducida. Esto da 0,77 g (60 %) de un producto sólido.

Ejemplo 16: Preparación de una mezcla de



En atmósfera de argón, se introducen 2,91 g (10 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico y 4,32 g (12 mmol) de 1,2-diamino-3,5-di(2-naftil)benceno con 1,84 g (10 mmol) de acetato de cinc a temperatura ambiente en 30 ml de quinolina. La mezcla se agita a 145 ºC en atmósfera de argón durante 4 horas. La solución de color amarillo se agita a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión de color rojo-pardo se agita en 250 ml de ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retira por filtración con succión después de 1 hora, y el residuo se suspende dos veces más en 100 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retira por filtración con succión, se lava con 500 ml de agua desmineralizada caliente, a continuación se lava dos veces con 10 ml de metanol cada vez. El residuo de color naranja se secó con succión con n-pentano.
Rendimiento: 6,0 g (cuant.)

Ejemplo 17: Preparación de una mezcla de



Se introducen 1,2 g (2 mmol) del producto del Ejemplo 16 y 0,5 g (4 mmol) de ácido 2-naftilborónico en 60 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno, se añade a ello una solución de 0,83 g (6 mmol) de carbonato potásico en 5 ml de agua desmineralizada, y se añaden 23 mg (0,02 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) en atmósfera de argón, y la mezcla se agita a 90 ºC durante un periodo adicional de 5 horas. La solución de color amarillo-verde se agita a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión de color naranja se mezcla con 700 ml de diclorometano y se extrae por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentran por evaporación rotatoria, y el residuo de color pardo se purifica por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno/ciclohexano 10:1).
Rendimiento: 0,58 g (45 %).

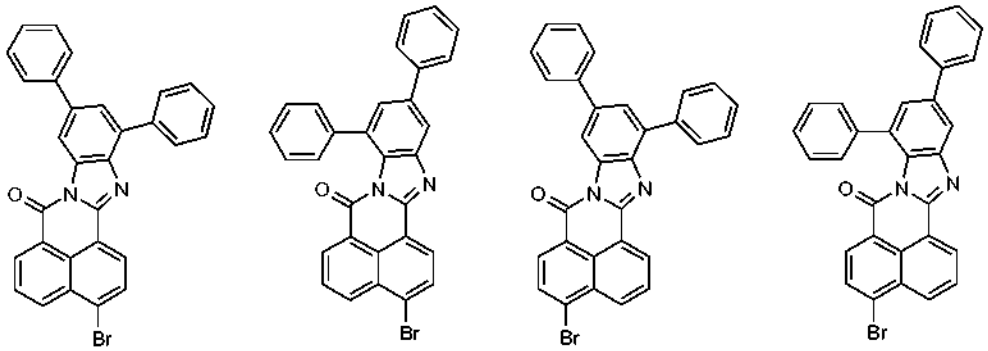
Ejemplo 18: Preparación de 2,4-difenil-5-nitroanilina

A una suspensión de 2,4-dibromo-6-nitroanilina (50 g, 0,168 mol) en tolueno (1000 ml) y 200 ml de etanol se añadieron 4,5 g (0,371 mol) de ácido fenilborónico y 139 g (1 mol) de carbonato potásico y 1,1 g de tetraquis(trifenilfosfina)paladio, y la mezcla se calentó a reflujo durante 4 horas. La reacción se detuvo por adición de agua, y se filtró, y el residuo se lavó con acetato de etilo. El producto en bruto se purificó por cromatografía en columna con acetato de etilo/heptano. Esto dio 25,3 g (49 %).

Ejemplo 19: Preparación de 1,2-diamino-3,5-difenilbenceno

A una suspensión de 0,9 g (3,1 mmol) del compuesto preparado anteriormente en 10 ml de metanol se añadieron lentamente 0,9 g de Pd/C y 0,23 g (6,2 mmol) de $NaBH_4$. Después de que finalizara la adición, la reacción ya había finalizado de acuerdo con la monitorización por TLC. La mezcla de reacción se filtró a través de caliza de conchas, y se lavó con metanol. El metanol se retiró a presión reducida, el residuo se recogió en acetato de etilo, se lavó con agua y se secó, y el disolvente se retiró a presión reducida. Esto dio 0,4 g (50 %) de un producto sólido.

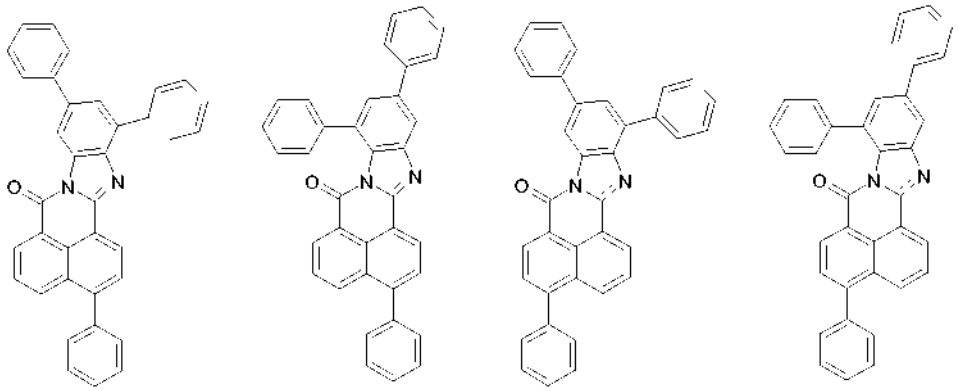
Ejemplo 20: Preparación de una mezcla de



En atmósfera de argón, se introdujeron 2,91 g (10 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico y 3,18 g (12 mmol) de 1,2-diamino-3,5-difenilbenceno (producto del Ejemplo 19) con 1,84 g (10 mmol) de acetato de cinc a temperatura

ambiente en 30 ml de quinolina. La mezcla se agitó en atmósfera de argón a 145 ºC durante 4 horas. La solución de color amarillo se agitó a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión de color rojo-pardo se agitó en 250 ml de ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retiró por filtración con succión después de 1 hora, el residuo se suspendió dos veces más en 100 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retiró por filtración con succión, se lavó con 500 ml de agua desmineralizada caliente, a continuación se lavó dos veces con 10 ml de metanol cada vez, y el residuo de color naranja se secó con succión con n-pentano.
Rendimiento: >99 %, f_R (diclorometano): 0,77.

Ejemplo 21: Preparación de una mezcla de



Se introdujeron 1,0 g (2 mmol) del compuesto mencionado anteriormente y 0,5 g (4 mmol) de ácido fenilborónico en 60 ml de tolueno en atmósfera de nitrógeno a temperatura ambiente, se añadió a ello una solución de 0,83 g (6 mmol) de carbonato potásico en 5 ml de agua desmineralizada, y se añadieron 23 mg (0,02 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) en atmósfera de argón, y la mezcla se agitó a 90 ºC durante 5 horas. La solución de color amarillo-verde se agitó a temperatura ambiente durante una noche. La suspensión de color naranja se mezcló con 700 ml de diclorometano y se extrajo por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentraron por evaporación rotatoria. El residuo de color pardo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, tolueno/ciclohexano 10/1).
Rendimiento: 38,8 %; f_R (tolueno/ciclohexano 10/1): 0,28.
FQY (PMMA) = 82 %.

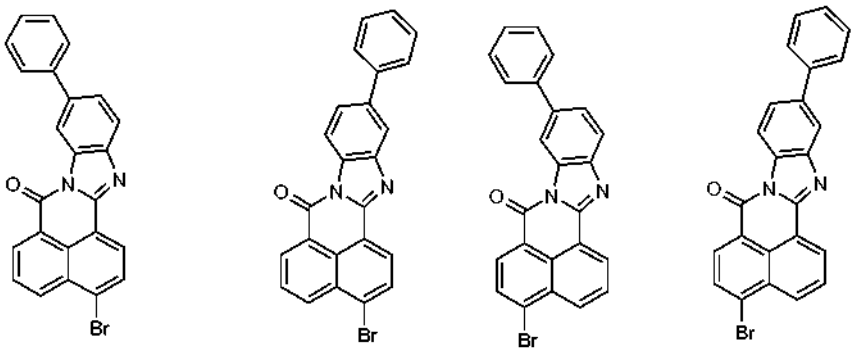
Ejemplo 22: Preparación de 2-nitro-4-fenilanilina

Una suspensión de 2-nitro-4-bromoanilina (5 g, 23 mmol) en tolueno se mezcló con 2,8 g (23 mmol) de ácido fenilborónico, 9,5 g (0,069 mol) de carbonato potásico y 1,3 g de tetraquis(trifenilfosfina)paladio. La mezcla se calentó a reflujo durante 4 horas y la reacción se detuvo por adición de 100 ml de agua. La mezcla se extrajo con acetato de etilo y se secó sobre sulfato sódico, y el disolvente se retiró a presión reducida. La purificación por cromatografía en columna dio 3,6 g (73 % de rendimiento).

Ejemplo 23: Preparación de 4-fenil-1,2-diaminobenceno

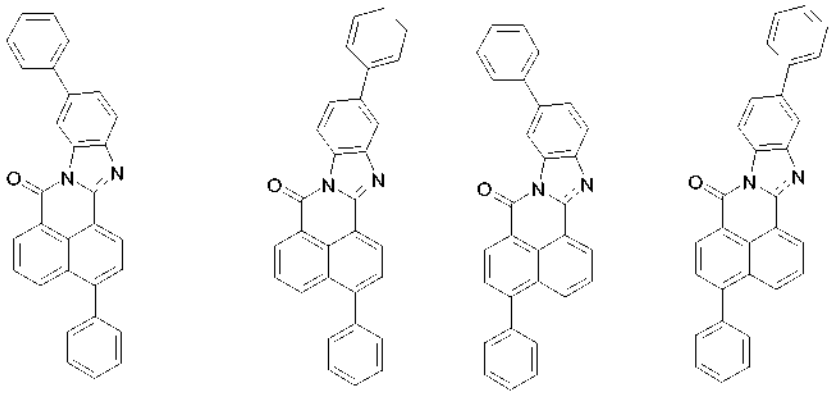
A una suspensión de 2 g (9,3 mmol) del producto obtenido en el Ejemplo 22 en 20 ml de metanol se añadieron lentamente 0,2 g de paladio sobre carbono y 0,7 g de $NaBH_4$. Después de que finalizara la adición de $NaBH_4$, la reacción ya se había completado. La mezcla de reacción se filtró a través de caliza de conchas y se lavó con acetato de etilo, y el disolvente se retiró a presión reducida. Esto dio 1,3 g (77 %).

Ejemplo 24: Preparación de una mezcla de



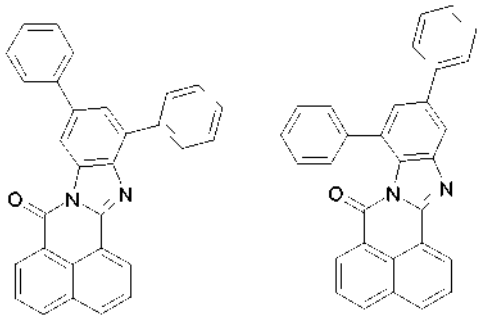
En atmósfera de argón, se introdujeron 2,91 g (10 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico y 2,26 g (12 mmol) de 1,2-diamino-4-fenilbenceno (producto del Ejemplo 23) y 1,84 g (10 mmol) de acetato de cinc en 30 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agitó en atmósfera de argón a 145 ºC durante 4 horas. La suspensión de color pardo se agitó en 250 ml de ácido clorhídrico 1 molar y el sólido precipitado se retiró por filtración con succión. El residuo se suspendió dos veces más en 100 ml cada vez de ácido clorhídrico 1 molar y se retiró por filtración con succión, y se lavó con 500 ml de agua desmineralizada caliente y 20 ml de metanol.
Rendimiento: 53 %; f_R (tolueno/metanol 85/15): 0,90.

Ejemplo 25: Preparación de una mezcla de



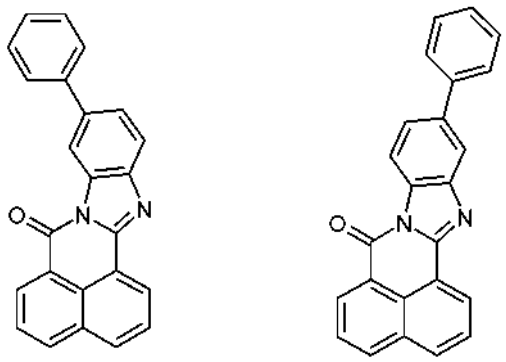
2,0 g (4,5 mmol) del producto obtenido en el Ejemplo 24 y 1,12 g (9 mmol) de ácido fenilborónico se introdujeron en 135 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno, y se añadió a ello una solución de 1,87 g (13,5 mmol) de carbonato potásico en 8 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añadieron a ello 52 mg (0,045 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) y la mezcla se agitó en atmósfera de argón a 90 ºC durante 4,5 horas. La solución se mezcló con 150 ml de diclorometano y se extrajo por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentraron por evaporación rotatoria. El residuo se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, diclorometano).
Rendimiento: 22,5 %;
f_R (diclorometano) - componente 1: 0,27; componente 2: 0,15.
FQY (PMMA)= 85 %.

Ejemplo 26: Preparación de una mezcla de



En atmósfera de argón, se introdujeron 0,61 g (3 mmol) de anhídrido 1,8-naftálico y 0,96 g (3,6 mmol) de 1,2-diamino-3,5-difenilbenceno y 0,55 g (3 mmol) de acetato de cinc en 9 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agitó en atmósfera de argón a 145 ºC durante 3,5 horas, la suspensión de color pardo se agitó en 80 ml de ácido clorhídrico 1 molar y el sólido precipitado se retiró por filtración con succión. El residuo se suspendió dos veces más con 35 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retiró por filtración con succión, y se lavó con agua desmineralizada caliente y metanol. El residuo de color naranja se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60; tolueno/diclorometano 2/1).
Rendimiento: 57,1 %, f_R (diclorometano): 0,68.
FQY (PMMA) = 79 %.

Ejemplo 27: Preparación de una mezcla de



En atmósfera de argón, se introdujeron 0,61 g (3 mmol) de anhídrido 1,8-naftálico y 0,68 g (3,6 mmol) de 1,2-diamino-4-fenilbenceno y 0,55 g (3 mmol) de acetato de cinc en 9 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agitó en atmósfera de argón a 145 ºC durante 3,5 horas, se agitó a temperatura ambiente durante una noche y se agitó en 80 ml de ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retiró por filtración con succión, se suspendió dos veces con 35 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retiró por filtración con succión, y se lavó con agua y metanol. El residuo de color amarillo-verde se purificó por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60; tolueno/metanol 100/1). Rendimiento: 69,9 %; f_R (tolueno/metanol 85/15) - componente 1: 0,71; componente 2: 0,67.
FQY (PMMA) = 78 %.

Ejemplo 28: Preparación de 2-nitro-4-(2-naftil)anilina

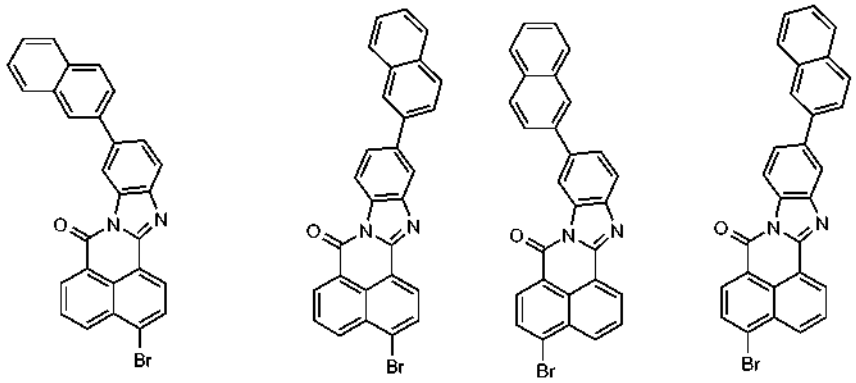
Una suspensión de 2-nitro-4-bromoanilina (5 g, 23 mmol) en tolueno se mezcla con 3,27 g (23 mmol) de ácido 2-naftilborónico, 9,5 g (0,069 mol) de carbonato potásico y 1,3 g de tetraquis(trifenilfosfina)paladio. La mezcla se calienta a reflujo durante 4 horas y la reacción se detiene por adición de 100 ml de agua. La mezcla se extrae con acetato de etilo y se seca sobre sulfato sódico, y el disolvente se retira a presión reducida. La purificación por cromatografía en columna da 4,1 g (68 % de rendimiento).

Ejemplo 29: Preparación de 4-fenil-1,2-diaminobenceno

A una suspensión de 2 g (9,3 mmol) del producto obtenido en el Ejemplo 28 en 20 ml de metanol se añaden lentamente 0,2 g de paladio sobre carbono y 0,7 g de $NaBH_4$. Después de que finalizara la adición de $NaBH_4$, la reacción ya se había completado. La mezcla de reacción se filtra a través de caliza de conchas y se lava con acetato

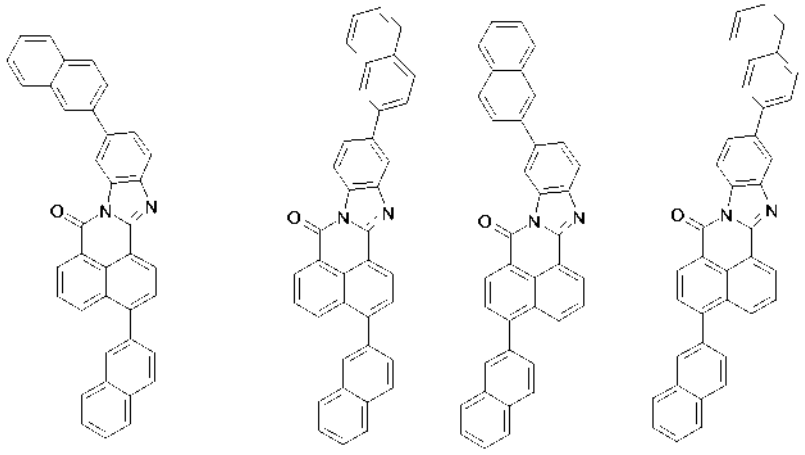
de etilo, y los disolventes se retiran a presión reducida. Esto da 1,52 g (70 %).

Ejemplo 30: Preparación de una mezcla de



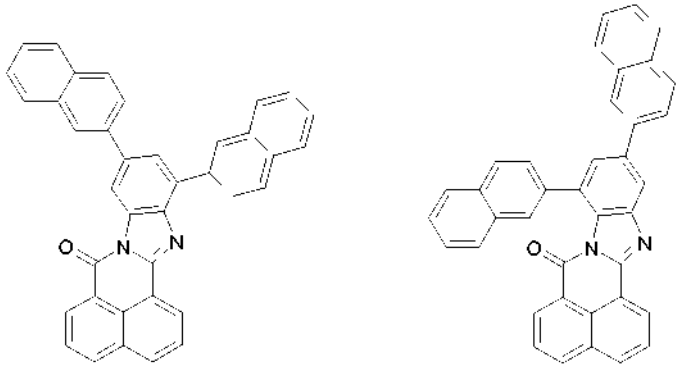
En atmósfera de argón, se introducen 2,91 g (10 mmol) de anhídrido 4-bromo-1,8-naftálico y 2,81 g (12 mmol) de 1,2-diamino-4-(2-naftil)benceno y 1,84 g (10 mmol) de acetato de cinc en 30 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agita en atmósfera de argón a 145 ºC durante 4 horas. La suspensión de color pardo se agita en 250 ml de ácido clorhídrico 1 molar y el sólido precipitado se retira por filtración con succión. El residuo se suspende dos veces más en 100 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retira por filtración con succión, y se lava con 500 ml de agua desmineralizada caliente y 20 ml de metanol.
Rendimiento: 1,9 g (40 %)

Ejemplo 31: Preparación de una mezcla de



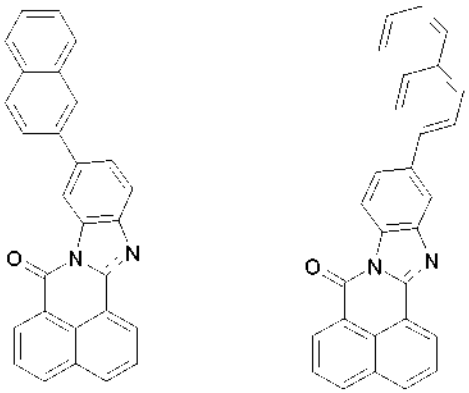
Se introducen 2,1 g (4,5 mmol) del producto obtenido en el Ejemplo 30 y 1,3 g (9 mmol) de ácido 2-naftilborónico en 135 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno, y se añade a ello una solución de 1,87 g (13,5 mmol) de carbonato potásico en 8 ml de agua desmineralizada. En atmósfera de argón, se añaden a ello 52 mg (0,045 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0) y la mezcla se agita en atmósfera de argón a 90 ºC durante 4,5 horas. La solución se mezcla con 150 ml de diclorometano y se extrae por agitación con agua desmineralizada. Las fases orgánicas se concentran por evaporación rotatoria. El residuo se purifica por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60, diclorometano). Rendimiento: 0,7 g (30 %).

Ejemplo 32: Preparación de una mezcla de



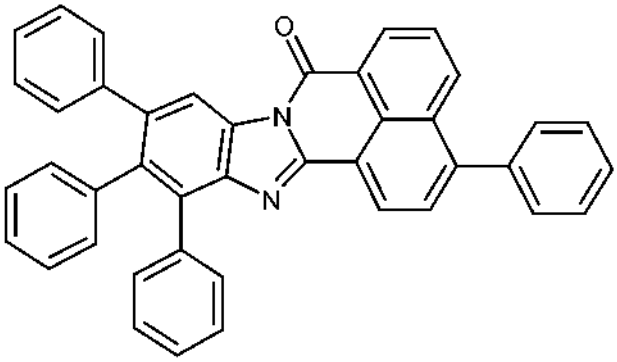
En atmósfera de argón, se introducen 0,61 g (3 mmol) de anhídrido 1,8-naftálico y 1,3 g (3,6 mmol) de 1,2-diamino-3,5-di(2-naftil)benceno y 0,55 g (3 mmol) de acetato de cinc en 9 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agita en atmósfera de argón a 145 ºC durante 3,5 horas, la suspensión de color pardo se agita en 80 ml de ácido clorhídrico 1 molar y el sólido precipitado se retira por filtración con succión. El residuo se suspende dos veces más con 35 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retira por filtración con succión, y se lava con agua desmineralizada caliente y metanol. El residuo de color naranja se purifica por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60; tolueno/diclorometano 2/1).
Rendimiento: 0,47 g (30 %).

Ejemplo 33: Preparación de una mezcla de

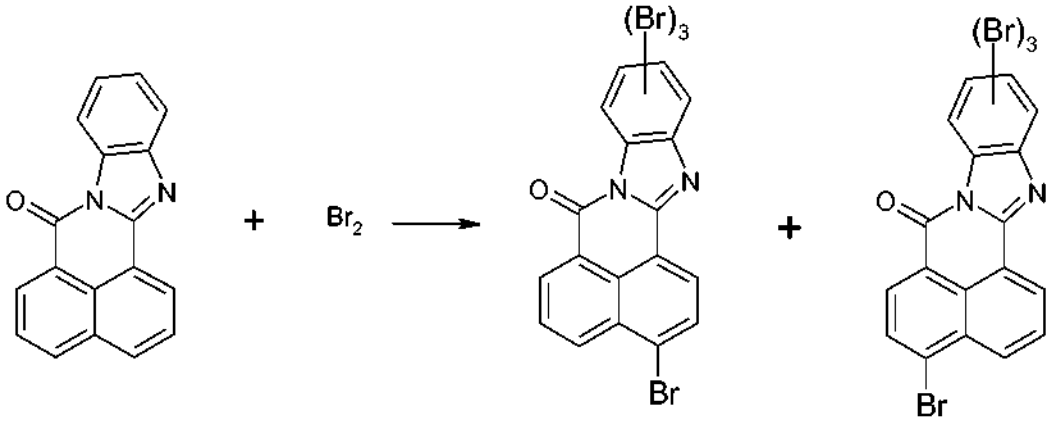


En atmósfera de argón, se introducen 0,61 g (3 mmol) de anhídrido 1,8-naftálico y 0,84 g (3,6 mmol) de 1,2-diamino-4-(2-naftil)benceno y 0,55 g (3 mmol) de acetato de cinc en 9 ml de quinolina a temperatura ambiente. La mezcla se agita en atmósfera de argón a 145 ºC durante 3,5 horas, se agita a temperatura ambiente durante una noche y se agita en 80 ml de ácido clorhídrico 1 molar. El sólido precipitado se retira por filtración con succión, se suspende dos veces con 35 ml de ácido clorhídrico 1 molar cada vez y se retira por filtración con succión, y se lava con agua y metanol. El residuo de color amarillo-verde se purifica por medio de cromatografía en columna (gel de sílice 60; tolueno/metanol 100/1). Rendimiento: 0,71 g (60 %).

Ejemplo 34: Preparación de

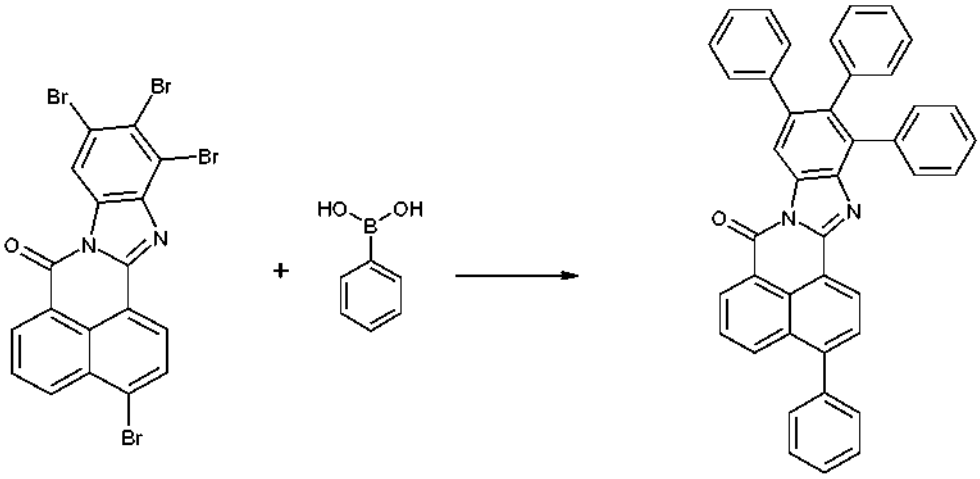


34.1



En atmósfera de nitrógeno, se cargó un matraz con 2,0 g (7,4 mmol) del compuesto del Ejemplo 1, 50 ml de agua desmineralizada y 17,74 g de bromo (111 mmol). La mezcla se agitó durante una noche a temperatura ambiente. A 50 ºC, la mañana siguiente, se retiró el exceso de bromo por arrastre con nitrógeno. La suspensión de color amarillo se retiró por filtración con succión. El residuo se lavó con agua caliente y se secó a 70 ºC a presión reducida durante una noche. Esto dio los compuestos del título. Los compuestos del título se pueden separar en isómeros individuales por cromatografía.
Rendimiento: 75 %.

34.2



Se introdujeron 2,03 g (4 mmol) del compuesto tetrabromado del Ejemplo 34,1 y 2,99 g (24 mmol) de ácido fenilborónico en 100 ml de tolueno a temperatura ambiente en atmósfera de nitrógeno. Se añadió a ello solución de 4,98 g (36 mmol) de carbonato potásico en 20 ml de agua desmineralizada. Se añadieron 139 mg (0,12 mmol) de tetraquis(trifenilfosfina)paladio (0). La mezcla se calentó a 90 ºC durante 3 h en atmósfera de nitrógeno y se agitó a temperatura ambiente durante una noche. A temperatura ambiente, la mezcla de reacción se retiró por succión y el residuo se lavó con pentano. El residuo se disolvió en diclorometano, se secó sobre sulfato sódico, se filtró. El residuo se disolvió en tolueno, se añadió carbón activado y la mezcla se agitó durante una hora. Después de la filtración, la solución se concentró. El resultado fue un sólido que, de acuerdo con el análisis por ^{13}C, era el compuesto del título.

UV (diclorometano): lambda-max = 417 nm; coeficiente de extinción de masa: 44,1 kg x $g^{-1}cm^{-1}$; fluorescencia: lambda max (0,03 % en poliestireno): 522,6 nm; FQY (poliestireno) = 90 %; fotoestabilidad: 0,03 % en poliestireno, irradiación con luz (80 mW/cm^2): semivida: 37 días.

Ejemplos de aplicación de dispositivos convertidores de color

Producción de mezclas maestras:

Se produjeron 3 mezclas maestras de polímero, que comprendían un 2 % en peso de TiO_2, basado en la cantidad de polímero usado, o un 0,2 % en peso del colorante fluorescente de la invención, basado en la cantidad de polímero usado, o un 0,2 % en peso de un colorante fluorescente que no era de la invención (N,N'-(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida), basado en la cantidad de polímero usado.

La producción se efectuó, en una primera realización, mediante procesamiento en solución. El polímero se disolvió en cloruro de metileno y a continuación se añadió TiO_2 o el colorante fluorescente respectivo. La mezcla se agitó durante una noche a continuación se extendió sobre una lámina metálica para evaporar el disolvente. La película obtenida se desprendió, se troceó, se secó a 50 ºC en una cámara de secado al vacío durante una noche, y a continuación se molió en un polvo fino en un molino de laboratorio.

La mezcla maestra se produjo, en una segunda realización, por mezcla íntima de los componentes en una amasadora IKA a una temperatura de 200 ºC y troceado de la mezcla, por ejemplo por medio de una cortadora en caliente del extrudato y posterior refrigeración.

Producción del material convertidor:

Para producir el material convertidor, de acuerdo con las concentraciones deseadas (véase la Tabla 1), los polvos de las mezclas maestras descritas anteriormente se combinaron con polímero sin dopar y se mezclaron. Esta mezcla se procesó a continuación en un material de mezcla en una operación en solución o se fundió y se mezcló en una miniextrusora a una temperatura de 200 ºC.

Los materiales de la mezcla se enfriaron, y a continuación se trocearon y se molieron.

Producción de las placas convertidoras de color:

El material pulverulento del convertidor se usó para producir, mediante prensado en caliente en una prensa de vacío calentada Collin P 200 PV:

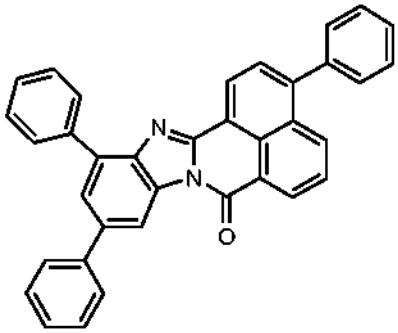
Se pusieron aproximadamente 3 g del material en polvo en un marco de prensado (espesor de aproximadamente 0,8 mm) con un corte circular de 61 mm de diámetro. A continuación, la placa opuesta se puso sobre la misma. Después de eso, esta disposición se empujó a una prensa calentada a 200 ºC. El prensado se efectuó con un vacío de 3 bar durante 3 min, a continuación a 5 bar durante 3 min y finalmente a 100 bar durante 5 min. Después de enfriar, se obtuvieron placas de polímero circular con un diámetro de 61 mm y un espesor medio de aproximadamente 0,83-0,84 mm.

Tabla 1:

Ejemplo	Polímero	% de colorante fluorescente amarillo* [% en peso]	% de colorante fluorescente rojo** [%en peso]	TiO_2*** [% en peso]	Espesor de la película [mm]
A1	PS	0,0069	0,00100	0,25	0,83-0,84
A2	PS	0,0085	0,00125	0,25	0,83-0,84
A3	PS	0,0094	0,00171	0,25	0,83-0,84

Ejemplo	Polímero	% de colorante fluorescente amarillo* [% en peso]	% de colorante fluorescente rojo** [%en peso]	TiO_2*** [% en peso]	Espesor de la película [mm]
A4	PS	0,0102	0,00171	0,25	0,83-0,84
A5	PS	0,0100	0,00171	0,25	0,83-0,84

PS Poliestireno
* Producto del Ejemplo 10, el componente principal es



3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona; las cifras del % en peso se basan cada una en la cantidad total del producto del Ejemplo 10 basado en la cantidad de polímero usado.
** N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida, 5 en peso basado en la cantidad de polímero usado.
*** % en peso basado en la cantidad de polímero usado.

Exposición de las muestras:

La base usada para esta medición fue un aparato que consistió en una disposición de 16 LED azules en una matriz (longitud de onda de pico de 450-452 nm). La placa convertidora de color se puso sobre esta disposición. A continuación, se midió la luz emitida a través de la placa y por la placa mediante una medición integral con una esfera de Ulbricht grande, ISP 500-100, y un detector CCD CAS 140CT-156 (de Instrument Systems, Munich). Los espectros se usaron para terminar los parámetros de análisis de luz pertinentes de la luz emitida, tales como las coordenadas CIELAB x, y y la CCT (= temperatura de color correlacionada), distancia desde la curva Planck d_{uv}, el índice de representación de color CRI, etc.

Las coordenadas x e y se convirtieron a CCT (temperatura de color correlacionada). CCT describió la temperatura de color relativa de una fuente de luz blanca en kelvin. El área de color para la CCT está dentro del espacio CIE a ambos lados de la curva de Plank. El índice de representación de color (CRI) describe la calidad de la representación de color por las fuentes luminosas de la misma temperatura de color correlacionada. Indica cómo se reproducen los colores de forma natural. Un CRI de 90-100 corresponde a una representación de color muy buena.

Ejemplo	Coordenada de color x	Coordenada de color y	CCT [K]	Distancia de Plank [d_{uv}]	Índice de representación de color CRI
A1	0,3560	0,3586	4636	-0,0007	94,22
A2	0,3743	0,3753	4163	0,00119	95,10
A3	0,4146	0,3951	3341	-2E-05	93,00
A4	0,4093	0,3872	3384	-0,0024	91,90
A5	0,4257	0,4101	3247	0,00415	94,12

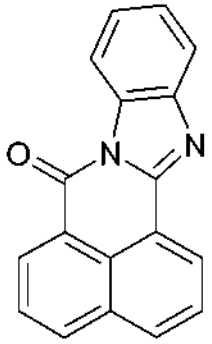
Los resultados se muestran en forma gráfica en la Figura 1.

La Figura 1 muestra los espectros de emisión de las placas convertidoras de color bajo iluminación con LED de 450 nm. Las placas convertidoras de color comprenden un colorante fluorescente amarillo de la invención, 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona, y un colorante fluorescente que no es de la invención, N,N'-(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida. La combinación de los colorantes

fluorescentes amarillo y rojo en las placas convertidoras de color bajo irradiación con LED que tienen una longitud de onda de pico de 450-452 nm da una luz blanca de temperatura de color variable.

REIVINDICACIONES

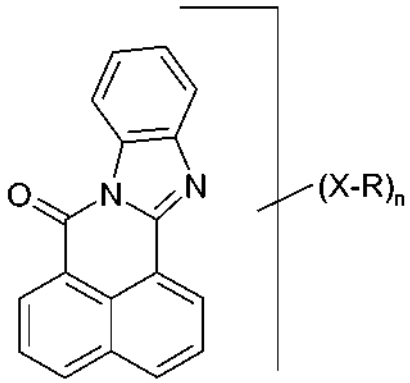
1. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color que comprende al menos un polímero y al menos un colorante fluorescente orgánico que comprende al menos una unidad estructural de fórmula (I)



(I)

donde la unidad estructural puede estar mono o polisustituida con sustituyentes idénticos o diferentes y donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno.

2. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un colorante fluorescente orgánico comprende al menos una unidad estructural de fórmula (II)



(II)

donde uno o más grupos CH del anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada pueden estar reemplazados con nitrógeno y donde los símbolos son cada uno como se definen a continuación:

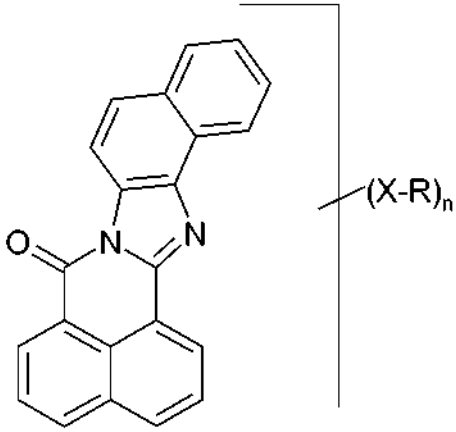
n es un número de 0 a (10 - p) para cada unidad estructural de fórmula (II); donde p es el número de unidades CH que se han reemplazado con nitrógeno en el anillo de seis miembros de la estructura de benzoimidazol mostrada;
X es un enlace químico, O, S, SO, SO_2, NR^1; y
R es un radical alifático, radical cicloalifático, arilo, hetarilo, cada uno de los cuales puede portar cualquier sustituyente deseado,
un anillo o sistema anular aromático o heteroaromático, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmula (II),
es F, Cl, Br, CN, H cuando X no es un enlace químico;

donde dos radicales R pueden estar unidos para dar un radical cíclico y donde X y R, cuando n > uno, pueden ser iguales o diferentes;

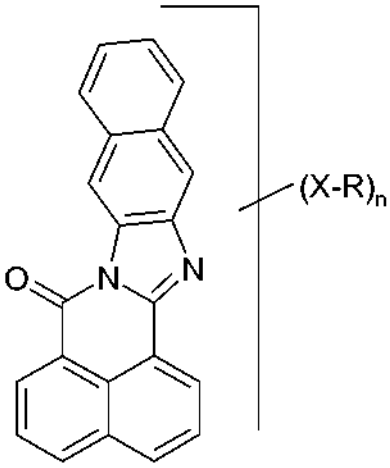
R^1 es cada uno independientemente hidrógeno, alquilo C_1-C_{18} o cicloalquilo, la cadena de carbono de los cuales puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida;

arilo o hetarilo que puede estar mono o polisustituido.

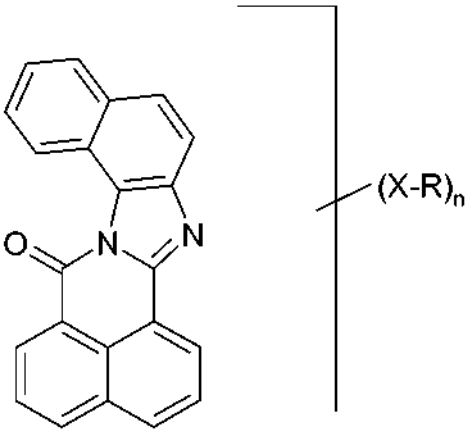
3. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el al menos un colorante fluorescente orgánico comprende al menos una unidad estructural de fórmulas (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI):



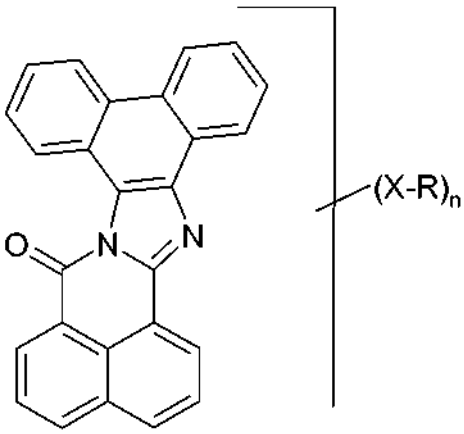
(III)



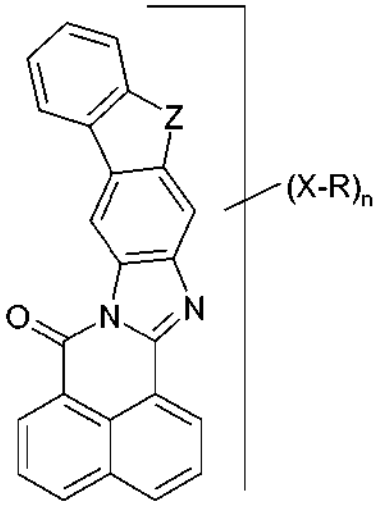
(IV)



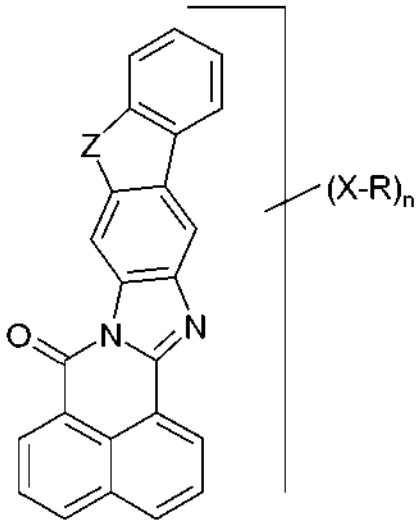
(V)



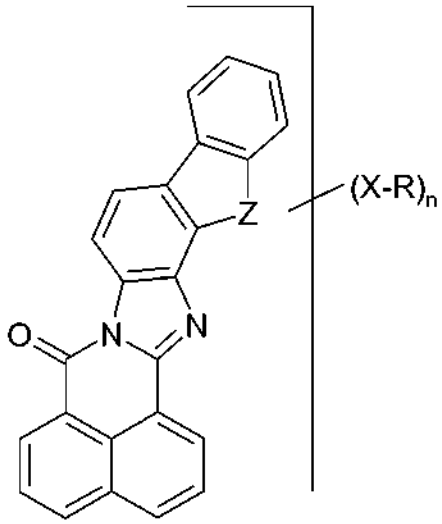
(VI)



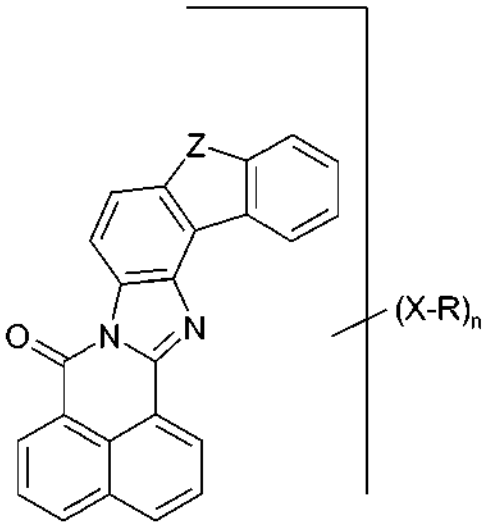
(VII)



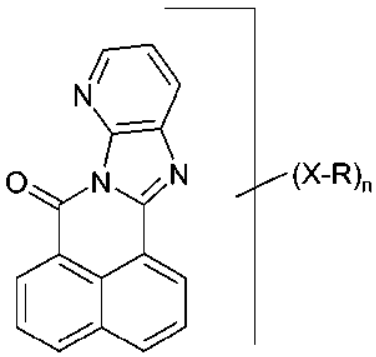
(VIII)



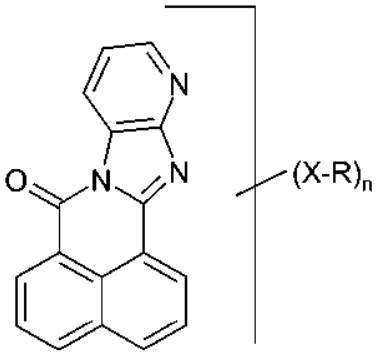
(IX)



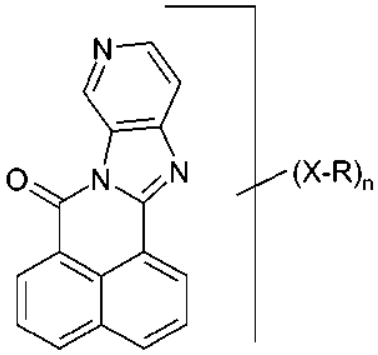
(X)



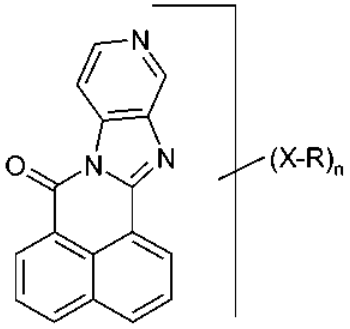
(XX)



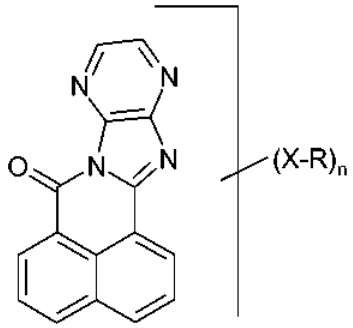
(XXI)



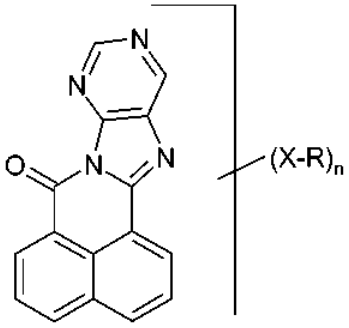
(XXII)



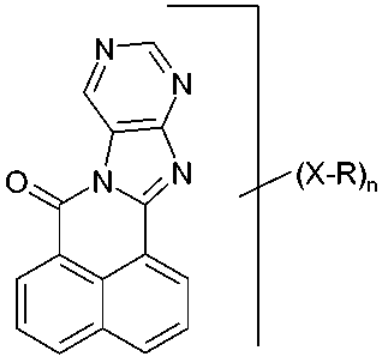
(XXIII)



(XXIV)



(XXV)



(XXVI)

donde

R y X son como se definen en la reivindicación 2;
n es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 para cada unidad estructural de fórmulas (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), o
n es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 9 para cada unidad estructural de fórmulas (XX), (XXI), (XXII) o (XXIII); o
n es 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o 8 para cada unidad estructural de fórmulas (XXIV), (XXV) o (XXVI);
Z es CR^1R^2, NR^1 u O,
R^1 es como se define en la reivindicación 2; y
R^2 tiene uno de los significados dados para R^1.

4. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que los símbolos en la unidad estructural de fórmulas (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI) son cada uno como se definen a continuación:

X es un enlace químico, O, S, SO, SO_2, NR^1;
R es un radical alifático o cicloalifático seleccionado entre
alquilo o cicloalquilo C_1 a C_{100}, cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, $-C\equiv C-$, $-CR^1=CR^1-$, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$, puede tener uno o más dobles o triples enlaces y puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, $-C\equiv CR^1$, $-CR^1=CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, $-NR^2R^3$, $-NR^2COR^3$, $-CONR^2R^3$, $-SO_2NR^2R^3$, $-COOR^2$, $-SO_3R^2$, arilo y/o cicloalquilo C_4-C_7 saturado o insaturado cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, $-CR^1=CR^1-$, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$, donde los radicales arilo y cicloalquilo pueden estar cada uno mono o polisustituidos con alquilo C_1-C_{18} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, $-NR^1-$, $-N=CR^1-$, -CO-, -SO- y/o $-SO_2-$, donde el sistema anular arilo o hetarilo entero puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v):

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$,-$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$, -SO_3R^2, arilo y/o cicloalquilo C_4-C_7 saturado o insaturado, cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO, -SO- y/o -SO_2-, donde los radicales arilo y cicloalquilo pueden estar cada uno mono o polisustituidos con alquilo C_1-C_{18} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y al que pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$,-SO_3R^2, arilo y/o hetarilo, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;

un anillo o sistema anular aromático o heteroaromático, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmulas (II) a (X) o (XX) a (XXVI), y a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v);
F, Cl, Br, CN, H cuando X no es un enlace químico;
donde dos radicales R pueden estar unidos para formar un radical cíclico, donde X y R, cuando n > 1, pueden ser iguales o diferentes;

R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

5. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que los símbolos en las unidades estructurales de fórmulas (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI) son cada uno como se definen a continuación:

n es un número de 1 a 6,
X es un enlace químico, O, S o NR^1;
R es un radical alifático o cicloalifático seleccionado entre
alquilo o cicloalquilo C_1 a C_{100};
arilo C_6 a C_{22} o hetarilo C_6 a C_{15} , donde el sistema anular de los mismos puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v):

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-C≡C-, -CR^1=CR^1, y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y que puede estar mono o polisustituida con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12};
(iii) arilo o hetarilo, donde el sistema anular puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12};
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -

SO_3R^2;

un anillo o sistema anular aromático C_6 a C_{22} o heteroaromático C_6 a C_{15}, cada uno de los cuales está condensado con otros anillos aromáticos de la unidad estructural de fórmulas (II) a (X) o (XX) a (XXVI), donde el anillo aromático o el sistema anular aromático puede estar mono o polisustituido con los radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v);
H cuando X no es un enlace químico;

R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno; alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$;
arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

6. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que los símbolos de la unidad estructural de fórmulas (II), (III), (IV), (V), (VI), (VII), (VIII), (IX), (X), (XX), (XXI), (XXII), (XXIII), (XIV), (XXV) o (XXVI) son cada uno como se definen a continuación:

n es un número de 1 a 5,
(X-R) es fenilo, naftilo, antranilo, fenantrenilo, pirenilo, benzopirenilo, fluorenilo, indanilo, indenilo, tetralinilo, fenoxi, tiofenoxi, alcoxifenilo C_1-C_{12}, cada uno de los cuales puede estar mono o polisustituido con radicales (i), (ii), (iii), (iv) y/o (v) idénticos o diferentes:

(i) alquilo C_1-C_{30} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -C≡C-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con: alcoxi C_1-C_{12}, hidroxilo, halógeno, ciano y/o arilo que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18} y/o alcoxi C_1-C_6;
(ii) cicloalquilo C_3-C_8 cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -CR^1=CR^1- y/o -CO- y que puede estar mono o polisustituida con alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12} y/o alquiltio C_1-C_6;
(iii) arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -NR^1-, -N=CR^1-, -CR^1=CR^1-, -CO-, -SO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con: alquilo C_1-C_{18}, alcoxi C_1-C_{12}, -C=CR^1-, -CR^1=CR^1-, hidroxilo, halógeno, ciano, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ y/o -SO_3R^2;
(iv) un radical -U-arilo que puede estar mono o polisustituido con los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para los radicales arilo (iii), donde U es un resto -O-, -S-, -NR^1-, -CO-, -SO- o -SO_2-;
(v) alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, -C≡CR^1, -CR^1=$CR^1{}_2$, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro, -NR^2R^3, -NR^2COR^3, -$CONR^2R^3$, -$SO_2NR^2R^3$, -$COOR^2$ o -SO_3R^2;

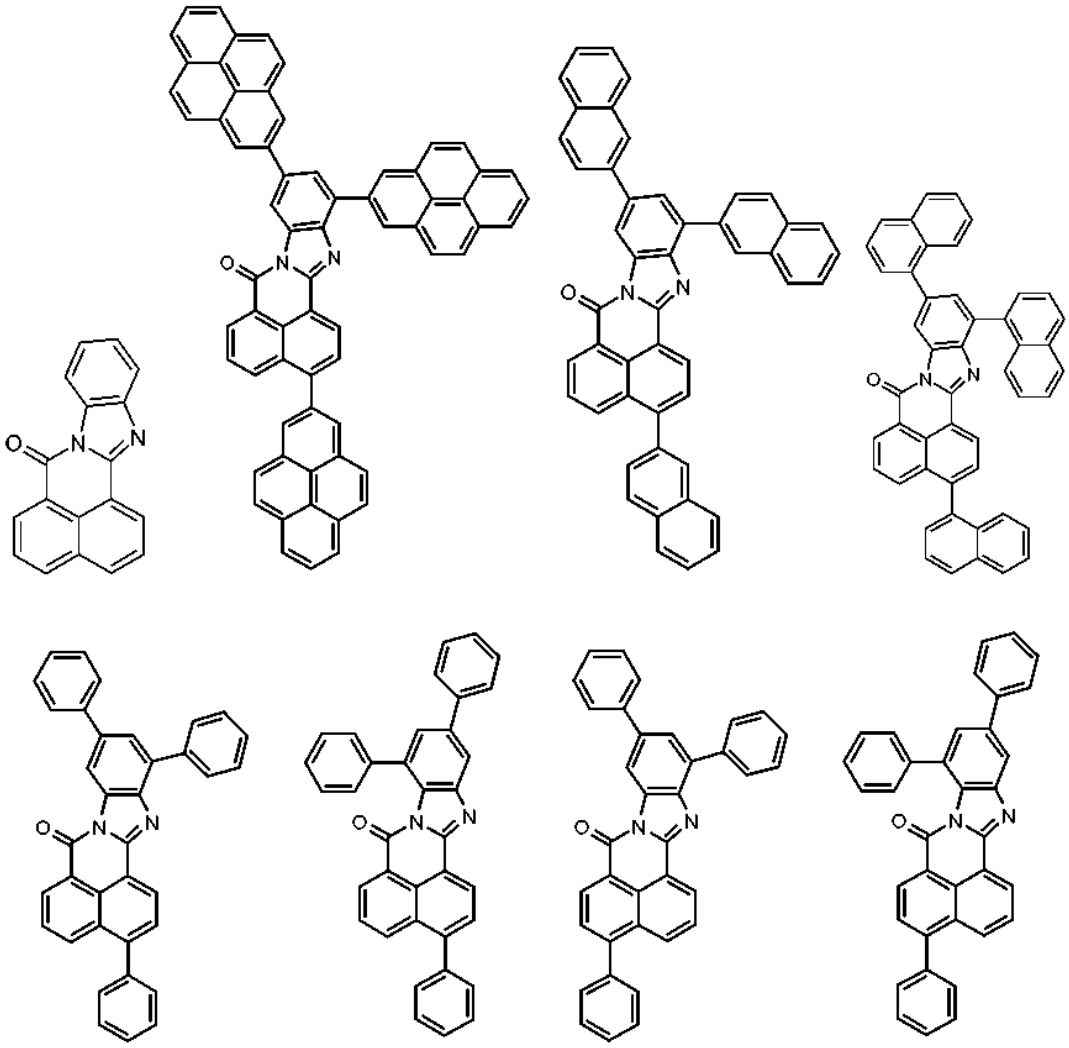
R^1, R^2, R^3 son cada uno independientemente hidrógeno;
alquilo C_1-C_{18} cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO-, -SO- y/o -SO_2- y que puede estar mono o polisustituida con alcoxi C_1-C_{12}, alquiltio C_1-C_6, hidroxilo, mercapto, halógeno, ciano, nitro y/o -$COOR^1$; arilo o hetarilo, a cada uno de los cuales pueden estar condensados anillos saturados o insaturados de 5 a 7 miembros adicionales cuya cadena de carbono puede comprender uno o más restos -O-, -S-, -CO- y/o -SO_2-, donde el sistema anular en su conjunto puede estar mono o polisustituido con alquilo C_1-C_{12} y/o los radicales mencionados anteriormente como sustituyentes para alquilo.

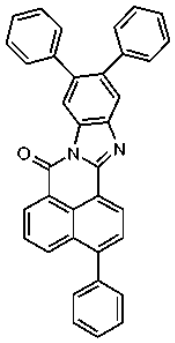
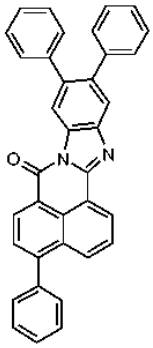
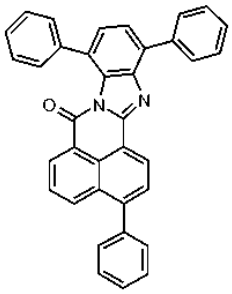
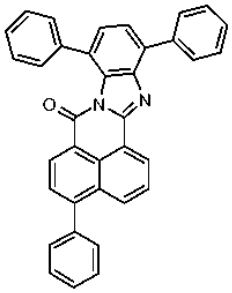
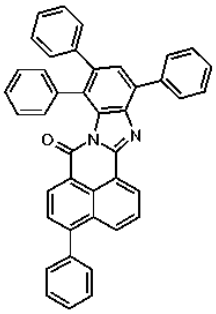
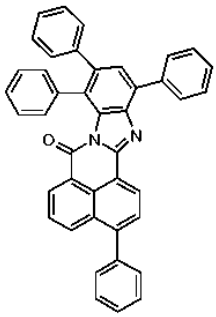
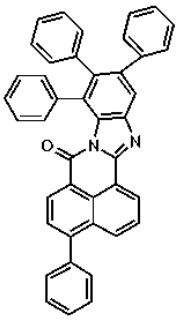
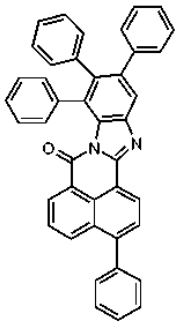
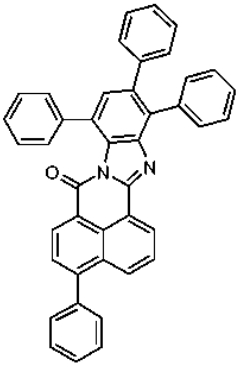
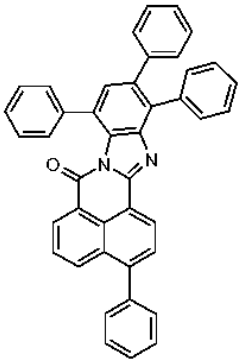
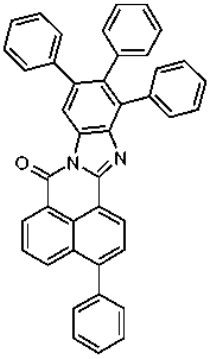
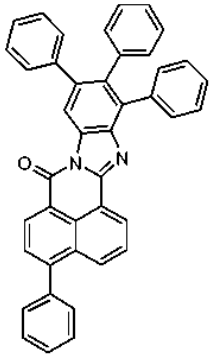
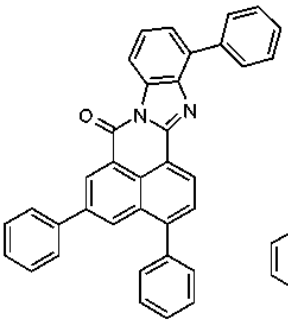
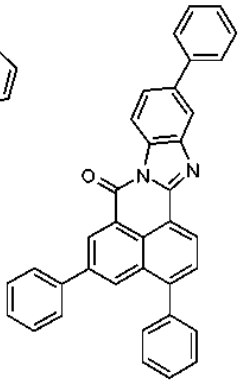
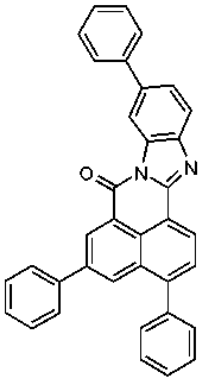
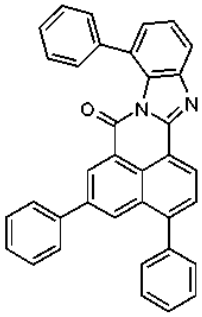
7. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un colorante fluorescente orgánico tiene una estructura como se muestra en la fórmula (XV):

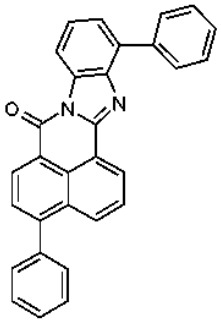
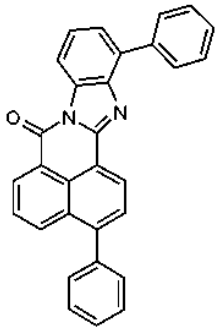
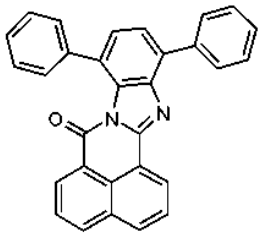
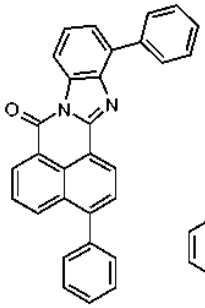
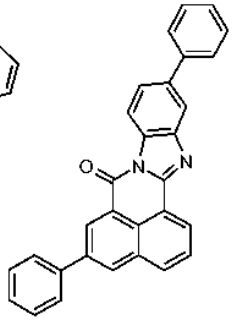
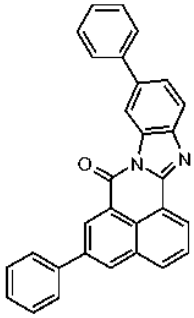
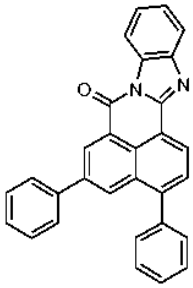
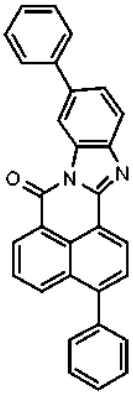
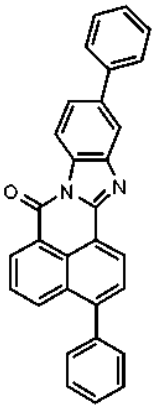
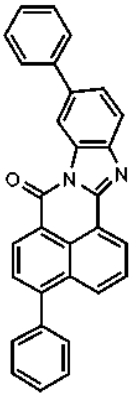
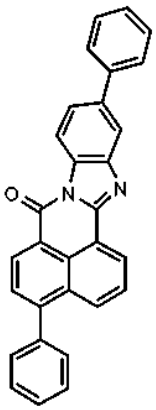
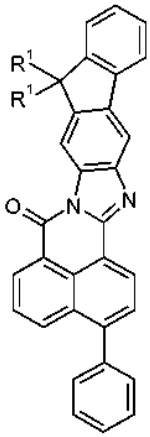
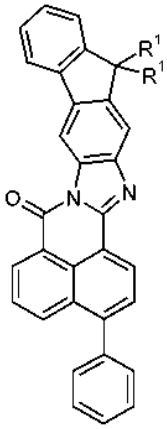
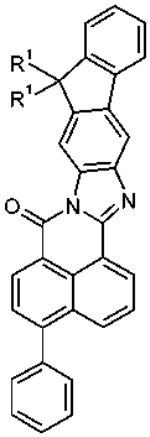
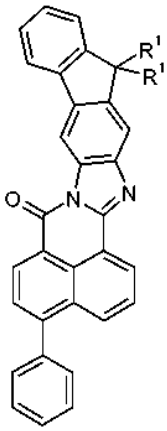
$$A\text{-}F_m \qquad (XV)$$

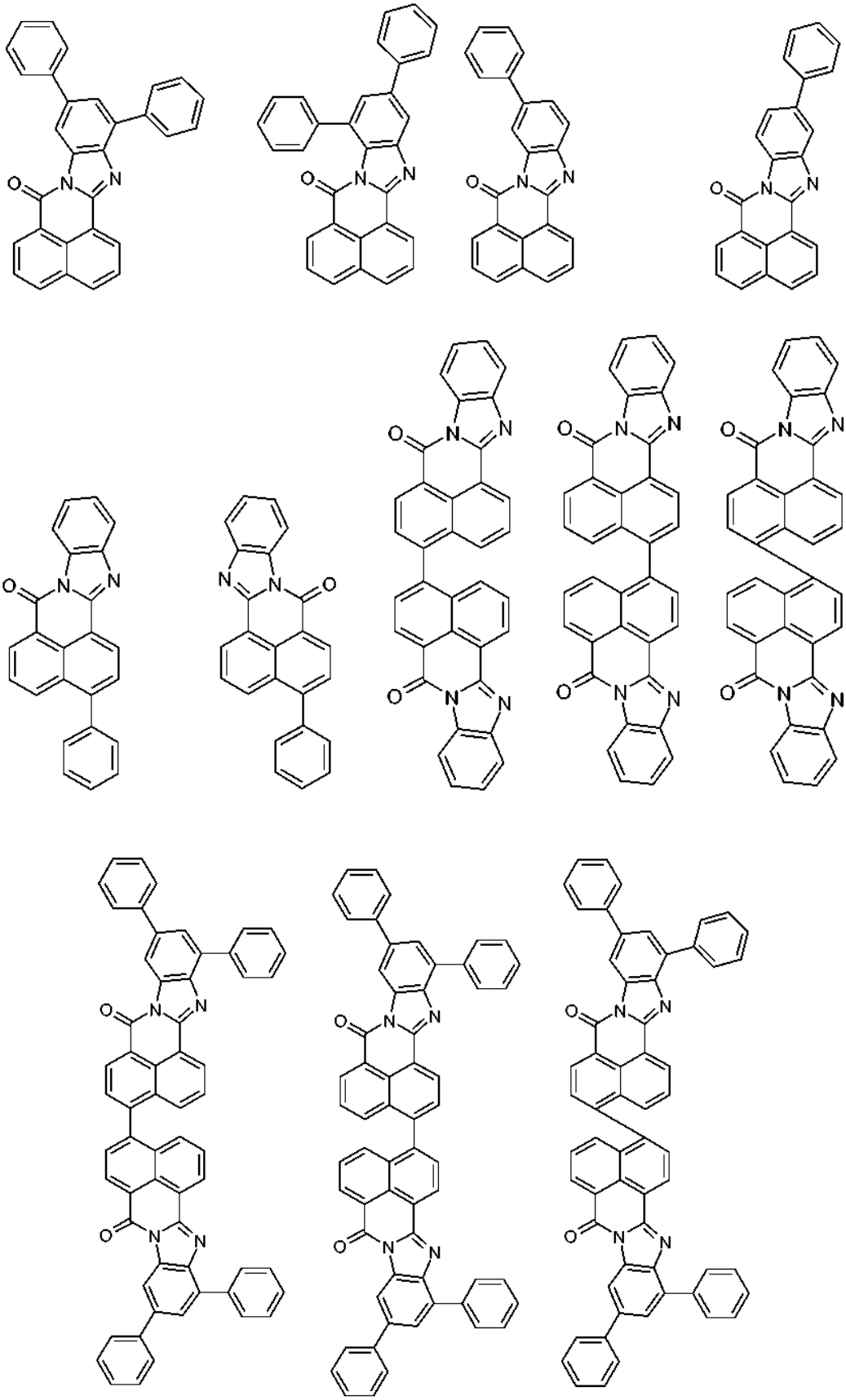
donde m es un número con un valor de al menos 2,
F representa unidades estructurales (I) a (X) o (XX) a (XXVI) idénticas o diferentes de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y A es cualquier radical orgánico al que se una químicamente F, en la que A se selecciona entre un polímero P, un sistema anular aromático, una molécula con una pluralidad de sistemas anulares aromáticos, un alcohol polihídrico, una amina polifuncional.

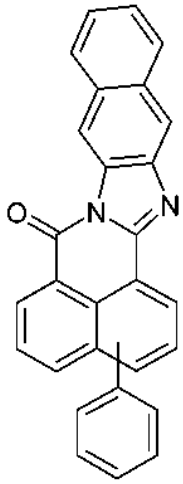
8. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un colorante fluorescente orgánico se selecciona entre los siguientes colorantes:

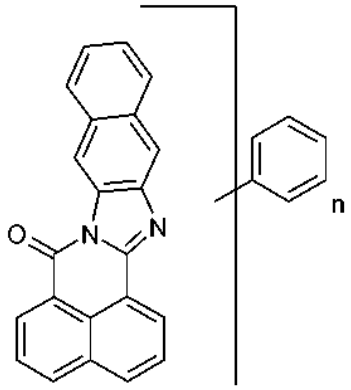


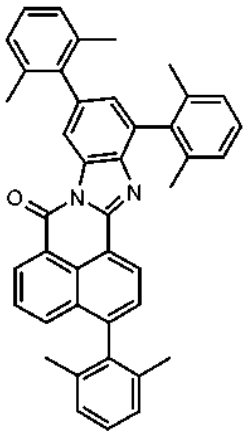

















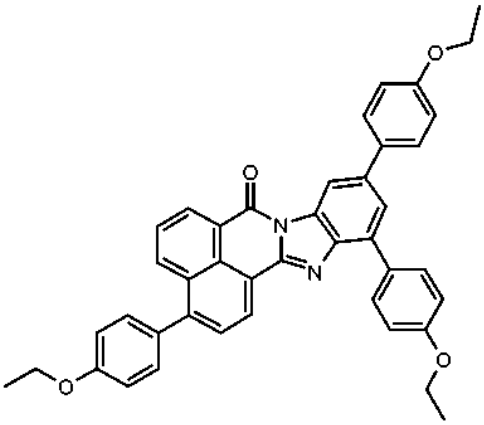




















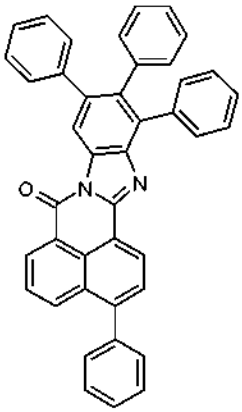






o las mezclas de los mismos,
donde R^1 y n son cada uno como se definen en la reivindicación 2.

9. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 8, en el que el colorante fluorescente orgánico, se selecciona entre 3,10,12-trifenilbenzo[de]benzo[4,5]imidazo[2,1-a]isoquinolin-7-ona y



10. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un polímero consiste básicamente en

poliestireno, policarbonato, metacrilato de polimetilo, polivinilpirrolidona, polimetacrilato, acetato de polivinilo, cloruro de polivinilo, polibuteno, polietilenglicol, silicona, poliacrilato, resina epoxi, alcohol polivinílico, poliacrilonitrilo, cloruro de polivinilideno (PVDC), poliestireno-acrilonitrilo (SAN), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polietileno (PET), butirato de polivinilo (PVB), cloruro de polivinilo (PVC), poliamidas, polioximetilenos, poliimidas, poliéter imida o las mezclas de los mismos.

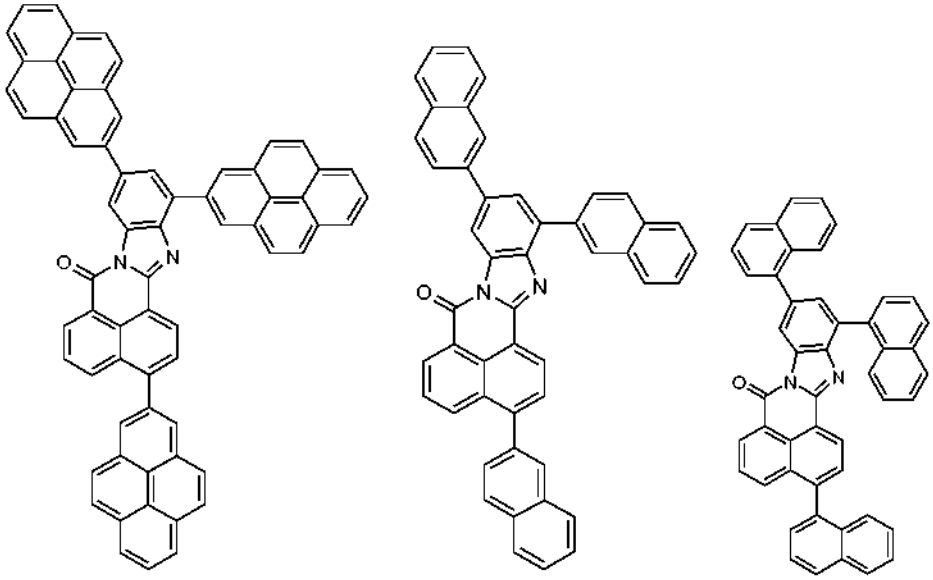
11. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes, en el que el convertidor de color comprende además al menos un pigmento blanco inorgánico como cuerpo de dispersión.

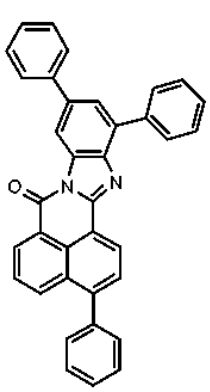
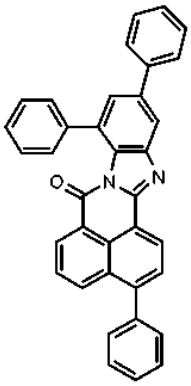
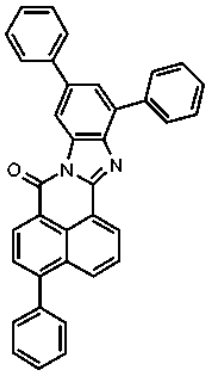
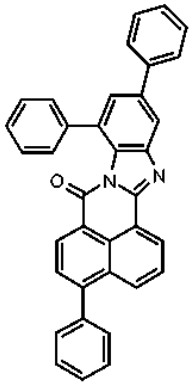
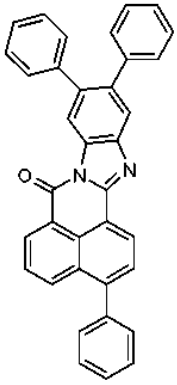
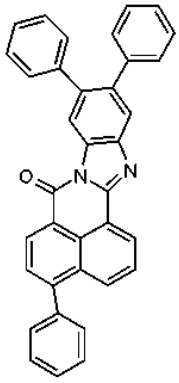
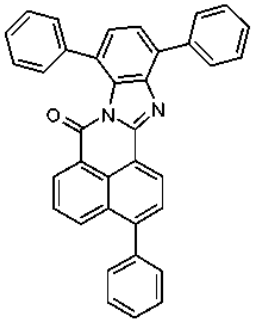
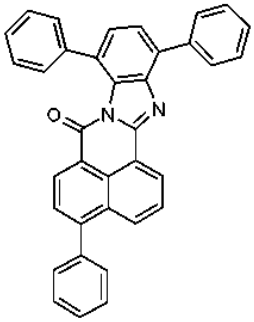
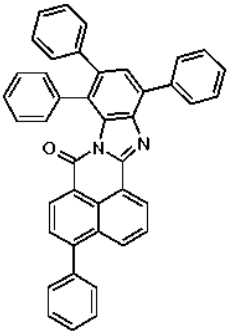
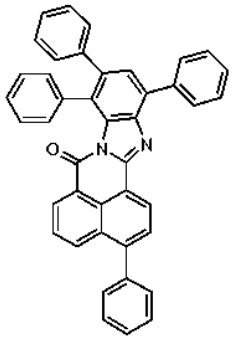
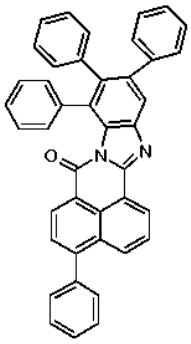
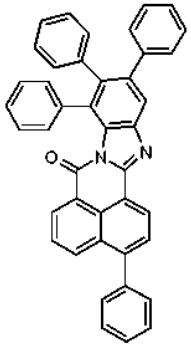
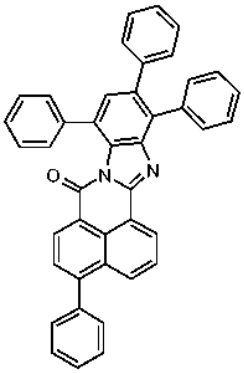
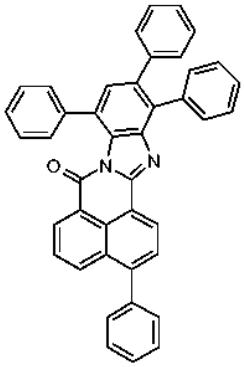
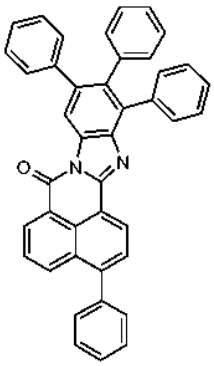
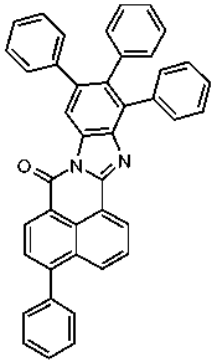
12. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un colorante fluorescente orgánico adicional seleccionado entre N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6,7,12-tetrafenoxiperileno-3,4;9,10-tetracarboximida, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida o las mezclas de los mismos, preferentemente N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,7-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida, N,N'-bis(2,6-diisopropilfenil)-1,6-di(2,6-diisopropilfenoxi)perileno-3,4;9,10-tetracarboximida o las mezclas de los mismos.

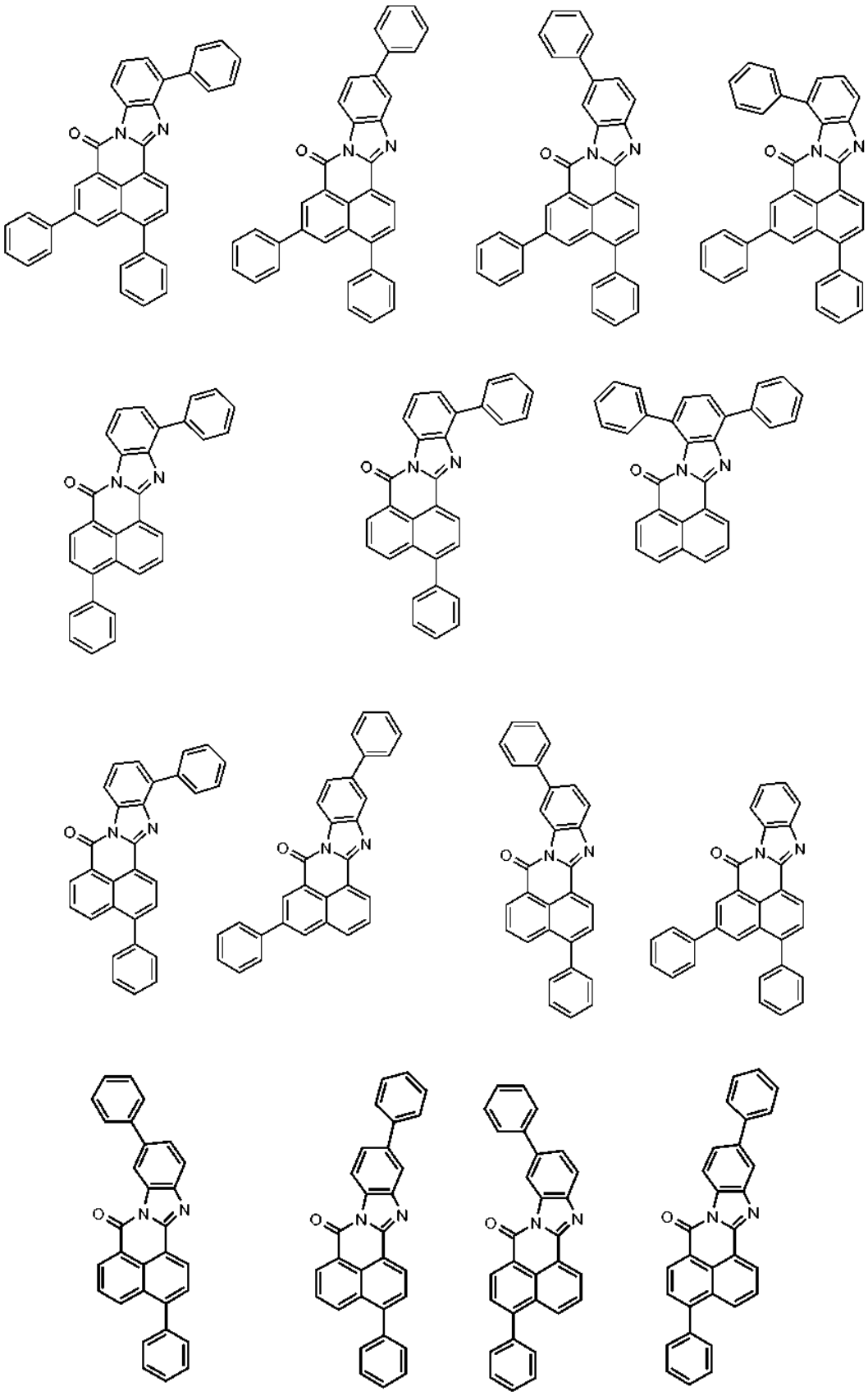
13. Dispositivo de iluminación que comprende al menos un LED y al menos un convertidor de color de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el convertidor de color tiene, en al menos un lado, una capa de barrera con una baja permeabilidad al oxígeno.

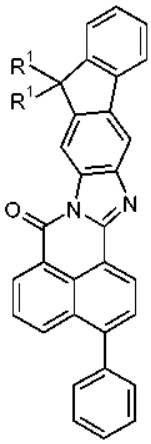
14. Uso de los convertidores de color de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones precedentes para la conversión de la luz producida por LED.

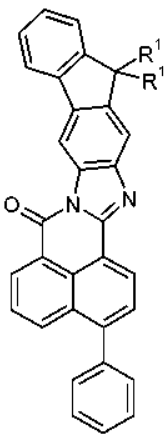
15. Colorante fluorescente seleccionado entre:

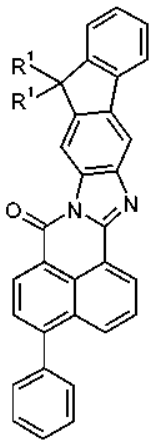


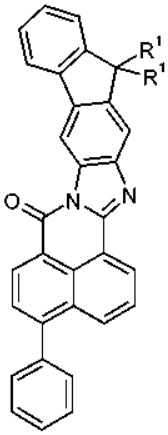

















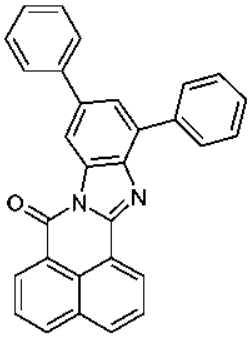


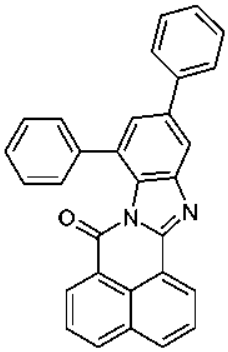


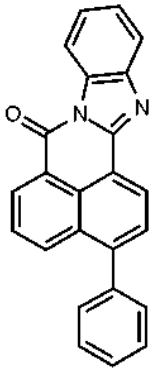


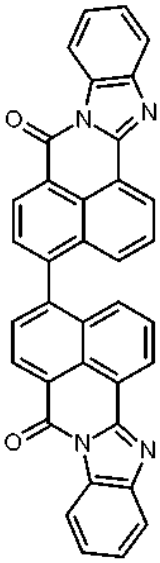


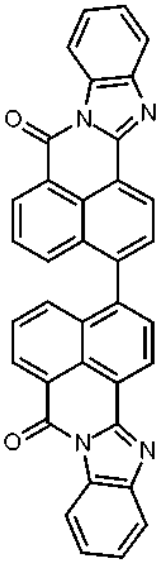


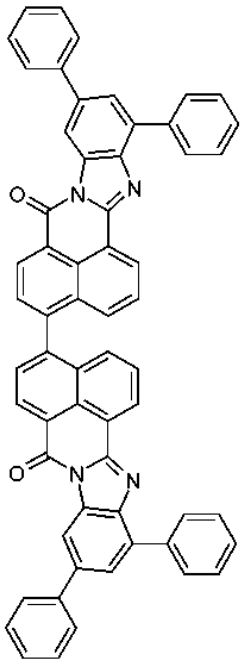


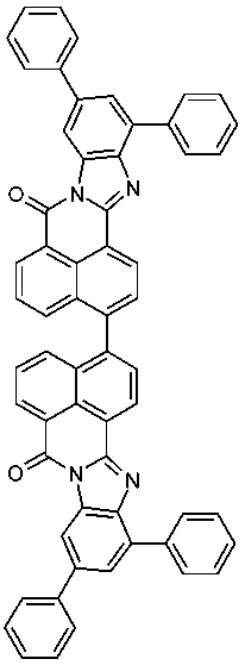


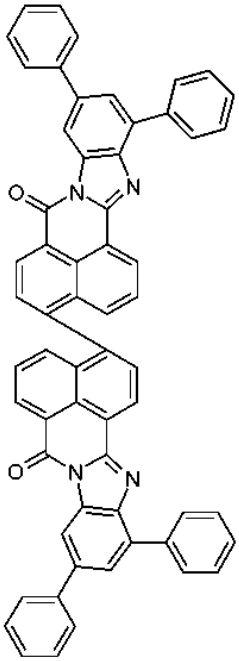


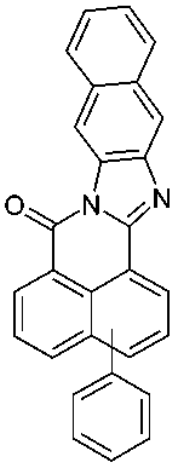


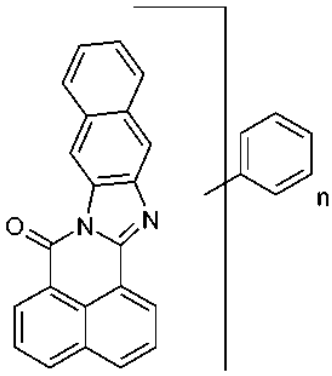


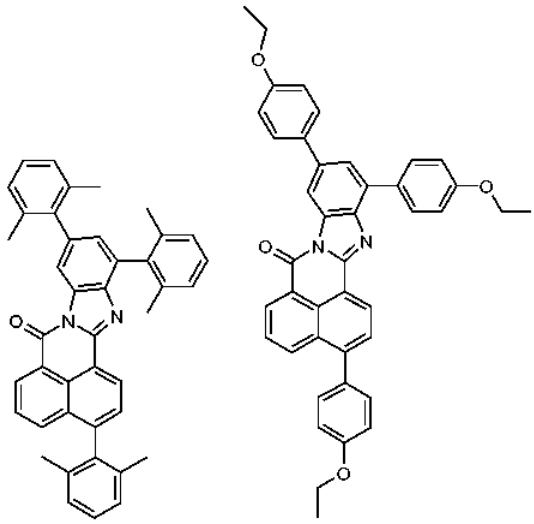






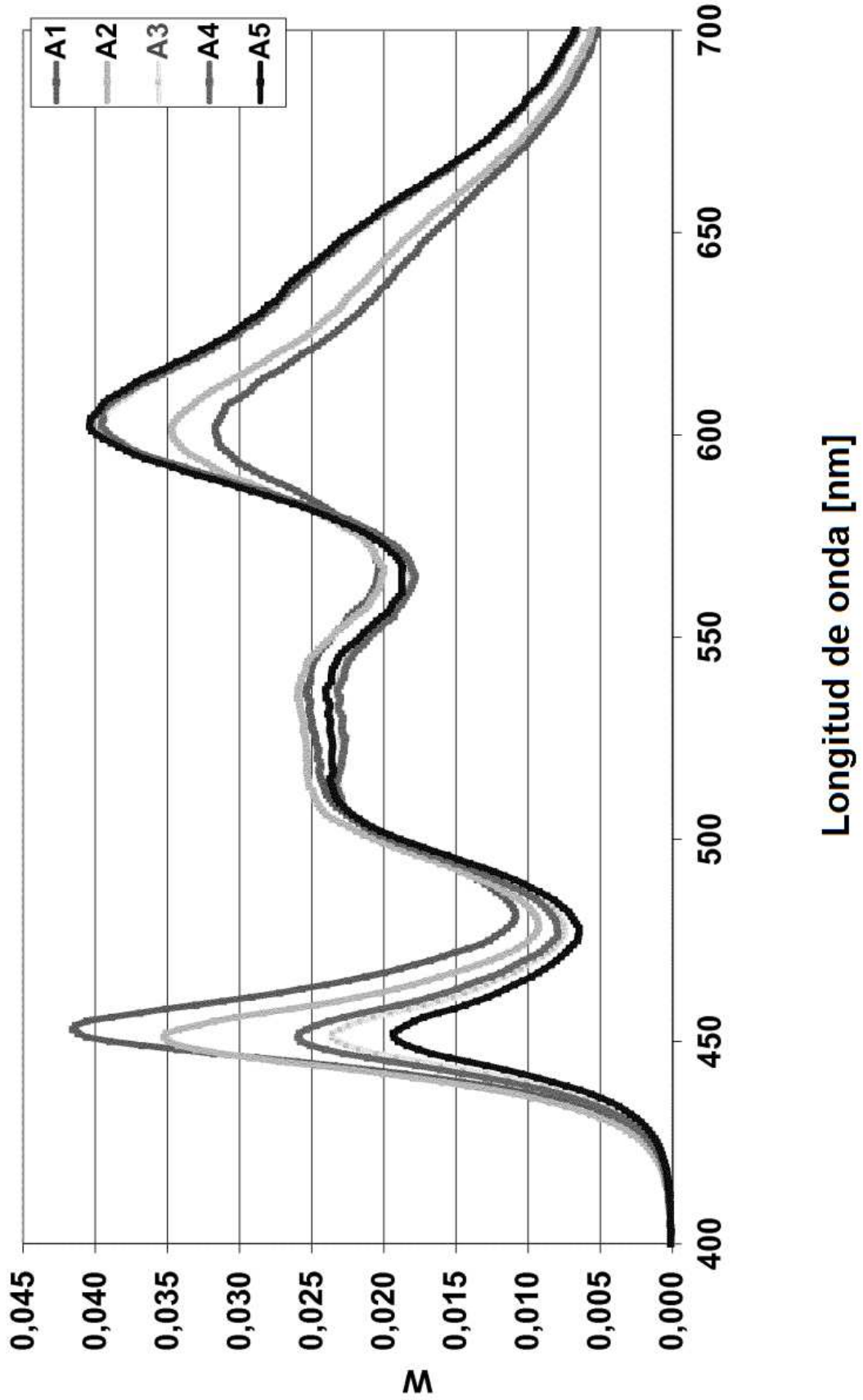






o las mezclas de los mismos,
en los que R^1 y n son cada uno como se definen en la reivindicación 2.

16. Mezcla de polímeros que comprende al menos un polímero y al menos un colorante fluorescente orgánico como se define en la reivindicación 15.


A1
A2
A3
A4
A5
W
0,045
0,040
0,035
0,030
0,025
0,020
0,015
0,010
0,005
0,000
400
450
500
550
600
650
700
Longitud de onda [nm]