

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 689**

51 Int. Cl.:

C09K 11/06 (2006.01)

H01L 33/50 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.04.2012 PCT/IB2012/051621**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012 WO12140542**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2012 E 12717488 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2697337**

54 Título: **Un convertidor luminiscente, una fuente de luz mejorada de fósforo o una luminaria que tiene un IRC mayor de 80**

30 Prioridad:

12.04.2011 EP 11162040

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

20.02.2020

73 Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)
High Tech Campus 48
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**VAN BOMMEL, TIES;
HIKMET, RIFAT ATA MUSTAFA y
KRIEGE, JAN CORNELIS**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 743 689 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

Un convertidor luminiscente, una fuente de luz mejorada de fósforo o una luminaria que tiene un IRC mayor de 80

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una fuente de luz mejorada de fósforo que comprende un producto luminiscente para convertir luz de una primera distribución de color a luz de otra distribución de color.

10 Antecedentes de la invención

En muchas aplicaciones un material luminiscente se combina con un emisor de luz de estado sólido para generar una distribución de emisión de luz que es percibida por los usuarios como una luz blanca. El índice de reproducción cromática de la distribución de emisión de luz de la luz blanca generada debería ser relativamente alto para tener un buen índice de reproducción cromática.

Es conocido combinar diferentes materiales luminiscentes inorgánicos que cada uno emite luz de un color diferente junto con un emisor de luz de estado sólido que emite luz de un sólo color. Los materiales luminiscentes inorgánicos son estables y pueden ser utilizados a una temperatura relativamente alta. Sin embargo, los materiales luminiscentes inorgánicos son relativamente caros.

Con el fin de reducir costes, en algunas aplicaciones se utilizan los denominados fósforos orgánicos remotos, que son mezclas de materiales luminiscentes orgánicos y que están colocados a una cierta distancia del emisor de luz de estado sólido. Sin embargo, un conjunto limitado de materiales luminiscentes orgánicos estables está disponible de tal manera que es difícil fabricar una fuente de luz que tenga una emisión de luz lo suficientemente grande para cada color. Por tanto, es difícil crear fuentes de luz que comprendan una mezcla de un material luminiscente orgánico que tenga un índice de reproducción cromática alto.

El documento WO 2010/116294 divulga un convertidor luminiscente para una fuente de luz mejorada de fósforo. El convertidor luminiscente comprende un primer material luminiscente que absorbe al menos una parte de la luz de excitación emitida por un emisor de luz de la fuente de luz mejorada de fósforo, y para convertir al menos una parte de la luz de excitación absorbida a una primera luz de emisión que comprende una longitud de onda más larga en comparación con la luz de excitación. El convertidor luminiscente además comprende un segundo material luminiscente que comprende un material luminiscente orgánico y está configurado para absolver al menos una parte de la primera luz de emisión emitida por el primer material luminiscente y para convertir al menos parte de la primera luz de emisión absorbida en una segunda luz de emisión que tiene una longitud de onda más larga en comparación con la primera luz de emisión. Un efecto del convertidor luminiscente es que la conversión de luz en dos etapas genera un desplazamiento de Stokes relativamente pequeño de la luz emitida por el material luminiscente orgánico. Reduciendo el desplazamiento de Stokes del material luminiscente orgánico, la anchura del espectro de la segunda luz de emisión es limitada para reducir una parte infrarroja en el espectro de emisión. Como tal, se mejora la eficiencia.

Resumen de la invención

Es un objeto de la invención proporcionar una fuente de luz mejorada de fósforo que tiene un índice de reproducción cromática alto.

Un primer aspecto de la invención proporciona una fuente de luz mejorada de fósforo tal y como se reivindica en la reivindicación 1. El segundo aspecto de la invención proporciona una luminaria tal y como se reivindica en la reivindicación 14. Se definen modos de realización ventajosos en las reivindicaciones dependientes.

Una fuente de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención comprende una fuente de luz, un convertidor luminiscente, el convertidor luminiscente comprende un primer material luminiscente orgánico, un segundo material luminiscente orgánico y un tercer material luminiscente inorgánico. El primer material luminiscente orgánico absorbe una primera porción de luz emitida por la fuente de luz y/o absorbe una porción de luz emitida por al menos uno de, el segundo material luminiscente orgánico o el material luminiscente inorgánico. El primer material luminiscente orgánico convierte al menos una parte de la luz absorbida a luz de una primera distribución de color. El segundo material luminiscente orgánico absorbe una segunda porción de la luz emitida por la fuente de luz y/o absorbe una porción de la luz emitida por al menos uno de, el primer material luminiscente orgánico o el material luminiscente inorgánico. El segundo material luminiscente orgánico convierte al menos una parte de la luz absorbida en una segunda distribución de color. El material luminiscente inorgánico absorbe una tercera porción de la luz emitida por la fuente de luz y/o absorbe una porción de la luz emitida por el primer material luminiscente orgánico o el segundo material luminiscente orgánico. El material luminiscente inorgánico convierte al menos una parte de la luz absorbida a una tercera distribución de color para compensar la autoabsorción de luz por al menos uno de, el primer material luminiscente orgánico y el segundo material luminiscente orgánico.

La luz que es recibida por el convertidor luminiscente es parcialmente absorbida y es parcialmente emitida a través del convertidor luminiscente. El primer material luminiscente orgánico es excitado por la luz de la fuente de luz o por la luz que es emitida por otro material luminiscente y emite luz de la primera distribución de color. El segundo material luminiscente es excitado por la luz de la fuente de luz o por la luz que es emitida por otro material luminiscente y emite luz de la segunda distribución de color. Por tanto, una distribución de luz es emitida por el convertidor luminiscente que comprende al menos luz que se origina directamente de la fuente de luz, y la luz de la primera distribución de color y de la segunda distribución de color. Si se eligen cantidades específicas del material luminiscente orgánico, se puede emitir luz blanca por el convertidor luminiscente. Sin embargo, tal y como se expuso previamente, es difícil crear luz que tenga un índice de reproducción cromática (IRC) relativamente alto, por ejemplo, mayor de 80. Por tanto, el experto no utilizaría dos materiales luminiscentes orgánicos cuando ha obtenido un índice de reproducción cromática relativamente alto.

Es la visión de los inventores que crear una emisión de luz con un IRC relativamente alto es especialmente difícil debido a la denominada "autoabsorción" de luz por uno de los materiales luminiscentes orgánicos. Una fuente de luz que se utiliza a menudo en fuentes de luz mejoradas de fósforo es una luz de emisión de azul que emite un emisor de luz de estado sólido. Muchos materiales luminiscentes orgánicos conocidos no absorben el azul con fuerza. Por consiguiente, una cantidad relativamente grande de material luminiscente orgánico específico debe ser utilizada para ser capaz de convertir la suficiente luz azul a luz de la primera segunda distribución de color. Si dicha gran cantidad de material es utilizada, una parte de la luz en las longitudes de onda inferiores de la primera y segunda distribución de color que es emitida por el primer y segundo material luminiscente orgánico es absorbida por el propio primer y segundo material luminiscente orgánico. El fenómeno es provocado por un solapamiento del espectro de emisión de luz del material luminiscente orgánico específico con el espectro de absorción de luz del material luminiscente orgánico específico. En otras palabras, un material luminiscente específico sujeto a una autoabsorción absorbe una porción de la luz que es emitida por el propio material luminiscente específico.

Debido a la autoabsorción de la luz, el espectro de emisión de luz de una cantidad relativamente grande del primero segundo material luminiscente obtiene una caída en las longitudes de onda inferiores del espectro de emisión y por consiguiente la longitud de onda media de la primera y segunda distribución de color se desplaza ligeramente hacia una longitud de onda mayor (hacia el rojo). Como consecuencia, el espectro de emisión de luz del convertidor luminiscente que comprende el primer y segundo material luminiscente orgánico adolece de luz en un rango espectral específico que mantiene el índice de reproducción cromática por debajo de un cierto valor, por ejemplo, por debajo de 80.

Los inventores han encontrado que el efecto de autoabsorción puede compensarse añadiendo un tercer material luminiscente que es inorgánico y que emite una tercera distribución de color que compensa la autoabsorción por el primer y/o el segundo material luminiscente. Como tal es posible crear un convertidor luminiscente que emite una distribución de luz que tiene una luz en casi todos los rangos de color y, por tanto, que tiene un índice de reproducción cromática alto. Una ventaja adicional del uso de un material luminiscente inorgánico es que este material es un material estable. Además, el convertidor luminiscente es relativamente barato debido a la pequeña cantidad de fósforos inorgánicos.

En este contexto, cada material luminiscente emite luz de una distribución de color específica. La distribución de color específica puede, por ejemplo, comprender un color primario que tiene un ancho de banda específico alrededor de una longitud de onda predefinida, o puede, por ejemplo, comprender una pluralidad de colores primarios. La longitud de onda predefinida es una longitud de onda media de una distribución espectral de potencia radiante. La luz de un color primario, por ejemplo, incluye luz Roja, Verde, Azul, Amarilla y Ámbar. La distribución de color específica también puede comprender mezclas de una pluralidad de colores, tal como colores cercanos al Verde y Amarillo.

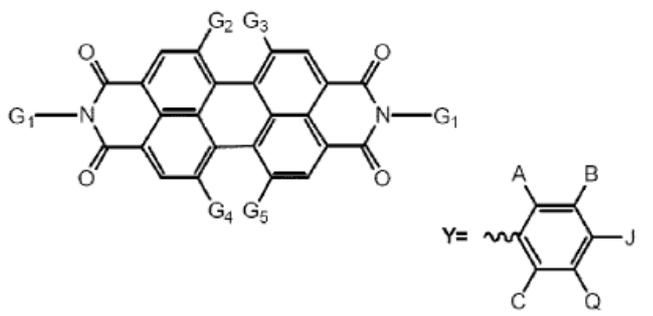
De acuerdo con un modo de realización adicional, la primera distribución de color comprende luz roja. El segundo material luminiscente orgánico está configurado para absorber únicamente una porción de la luz emitida por la fuente de luz y/o absorber una porción de luz por el material luminiscente inorgánico y la segunda distribución de luz comprende luz amarilla. El material luminiscente inorgánico está configurado para absorber únicamente luz de la tercera porción de luz emitida por la fuente de luz, y la tercera distribución de color comprende luz en el rango espectral de 490 nm a 560 nm. En la combinación específica de este modo de realización, el segundo material luminiscente orgánico que emite amarillo está sujeto a una cantidad relativamente alta de autoabsorción que resulta en una falta de luz verde en el espectro de emisión de luz de un convertidor luminiscente que solo comprende los materiales luminiscentes orgánicos. Esto se compensa por el material luminiscente inorgánico del modo de realización.

Además, en general, los materiales luminiscentes absorben sólo luz de una longitud de onda inferior que la luz que es emitida por el material luminiscente específico. Por lo tanto, el material luminiscente inorgánico sólo puede absorber luz de la fuente de luz, y el segundo material luminiscente orgánico solo absorbe luz que es emitida por la fuente de luz y/o la luz que es emitida por el material luminiscente inorgánico.

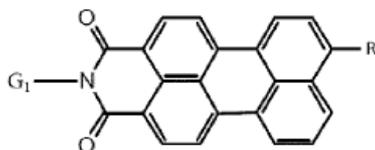
De acuerdo con un modo de realización, el primer material luminiscente orgánico y el segundo material luminiscente orgánico son un material luminiscente orgánico estable. El material luminiscente estable definido como un material que muestra menos de un 10% de disminución en luminiscencia en 100 horas bajo al menos una de las siguientes condiciones de ensayo. El material luminiscente se disuelve molecularmente en una matriz de polímero tal como un polimetilmetacrilato (PMMA) o tereftalato de polietileno (PET) o policarbonato (PC) y la concentración se gusta de manera que a un espesor de 200 micrómetros la capa que contiene las moléculas luminiscentes muestra una absorción de un 10% a 450 nm. La capa es entonces colocada en una cámara termofijada e irradiada de forma continua utilizando un láser que emite a 450 nm. La atmósfera en la cámara que alberga la capa de polímero puede ser: nitrógeno puro, aire o una mezcla de nitrógeno puro que contiene un 0,1% de oxígeno.

En un modo de realización, el segundo material orgánico es un compuesto de acuerdo con la fórmula (I) o (II):

(I):



(II):



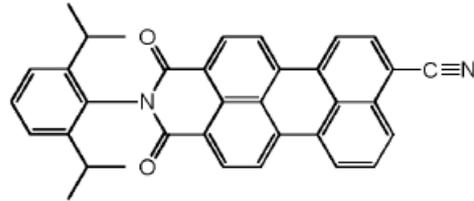
15 donde

- G_1 es un grupo alquilo lineal o ramificado o un grupo alquilo que contiene oxígeno $C_nH_{2n+1}O_m$, n que es un número entero de 1 a 44 y $m < n/2$, o G_1 es Y ;
- cada uno de A , B , C , J y Q independientemente es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1} , n que es un número entero de 1 a 16;
- al menos dos de G_2 , G_3 , G_4 y G_5 es flúor, mientras que el resto de G_2 , G_3 , G_4 y G_5 son independientemente hidrógeno, metoxi o un grupo de alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1} , n que es un número entero de 1 a 16,
- R es un grupo alquilo lineal o ramificado o un grupo de alquilo que contiene oxígeno $C_nH_{2n+1}O_m$, n que es un número entero de 1 a 44 y $m < n/2$, o R es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o ciano,
- cada uno de A , B , C , J y Q independientemente es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi, ciano o alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1} , n que es un número entero de 1 a 16;

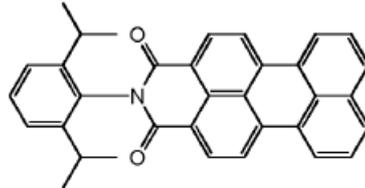
Algunos de los materiales luminiscentes orgánicos que emiten amarillo tienen una baja estabilidad cuando se irradian con luz azul. Los inventores han encontrado la clase indicada anteriormente de materiales luminiscentes orgánicos que emiten luz amarilla y que tienen una alta estabilidad cuando se irradian con luz azul. Sin embargo, estos materiales tienen una absorbencia relativamente baja de luz azul y como tal el efecto de "autoabsorción" está presente de forma más significativa si se utilizan materiales de esta clase. Por tanto, la adición de un material luminiscente inorgánico es importante para obtener un espectro de emisión de luz que tenga un índice de reproducción cromática relativamente alto.

En un modo de realización, el segundo material luminiscente orgánico comprende un compuesto de monoamida de perileno de acuerdo con la fórmula (III) o (IV):

(III):

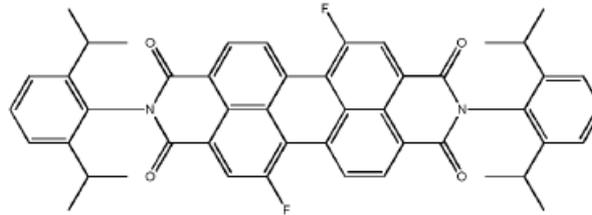


(IV):

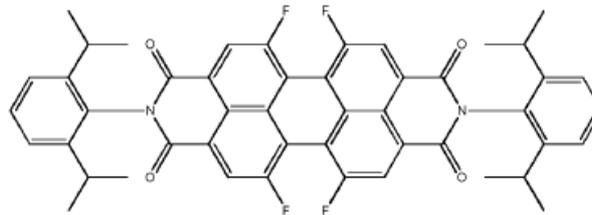


o el segundo material luminiscente orgánico que comprende un compuesto de bisamida de perileno sustituido por flúor de acuerdo con la fórmula (V) o (VI):

(V):



(VI):



5

Los compuestos del modo de realización son materiales luminiscentes orgánicos y como tales muy adecuados para el uso en una fuente de luz mejorada de fósforo y son capaces de convertir luz en el rango espectral azul a luz en el rango espectral amarillo.

10

En un modo de realización, al menos uno de, el primer material luminiscente orgánico y el segundo material luminiscente orgánico es un derivado de perileno. Los derivados de perileno tienen características luminiscentes ventajosas y puede crearse un amplio rango de materiales cada uno que tenga espectros de absorción/excitación y espectros de emisión diferentes.

15

En otro modo de realización, el material luminiscente inorgánico comprende al menos uno de: YAG:Ce o LuAG:Ce.

20

En un modo de realización, el convertidor luminiscente comprende una capa que comprende una mezcla del primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente, y el material luminiscente inorgánico. La fabricación del convertidor luminiscente que comprende la mezcla de material luminiscente es relativamente fácil, y por tanto, relativamente barata. Los materiales tienen que mezclarse sólo una vez y en una etapa puede disponerse la mezcla en la fuente de luz mejorada de fósforo. La mezcla de material luminiscente es a menudo mezclada con un polímero de matriz para obtener una mezcla de material que se puede aplicar fácilmente en fuentes de luz mejoradas de fósforo. El polímero de matriz es un polímero en el cual el material luminiscente está dispersado o disuelto molecular mente. La matriz de polímero puede elegirse entre polímeros tales como acrilatos (por ejemplo, polimetacrilato), policarbonato, poliestireno, polietileno, tereftalato de polietileno, naftalato de polietileno y sus copolímeros y mezclas.

25

Además, el material luminiscente inorgánico puede funcionar como un material de dispersión en la mezcla de materiales luminiscentes. A menudo el material luminiscente es aplicado en una capa de material. En dicha capa se captura a menudo la luz, por ejemplo, a través de una reflexión interna. Parte de esta luz capturada es a menudo reabsorbida y por tanto perdida lo cual reduce la eficiencia de conversión del convertidor luminiscente. Para evitar que la luz sea capturada dentro de la capa, se puede añadir un material de dispersión adicional a la capa luminiscente. Sin embargo, el material de dispersión también representa algún tipo de pérdida de luz que no es preferida. Al mezclar el material luminiscente inorgánico siendo el primer material luminiscente con el material luminiscente orgánico siendo el segundo material luminiscente en una mezcla simple de materiales luminiscentes, el material luminiscente inorgánico puede actuar como un material de dispersión mejorando la extracción de luz generada en el interior del material luminiscente. En un beneficio adicional cuando se utiliza una mezcla de materiales luminiscentes es que la apariencia de la fuente de luz mejorada de fósforo es determinada por la mezcla de materiales luminiscentes en lugar de la apariencia del material luminiscente superior como sería el caso en una configuración apilada. Esto podría generar una apariencia más natural de la fuente de luz mejorada de fósforo lo cual podría reducir la confusión al consumidor.

En otro modo de realización, el convertidor luminiscente comprende un apilamiento de al menos tres capas, en donde cada capa comprende un único material luminiscente del grupo de: el primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente y el material luminiscente inorgánico. Aunque la fabricación del apilamiento de capas las cuales cada una comprende otro material luminiscente es más compleja que la fabricación de una capa única, se crea una libertad de diseño adicional de tal manera que se obtiene una fuente de luz mejorada de fósforo que emite exactamente luz de acuerdo con una distribución de emisión de luz predefinida. Es, por ejemplo, posible que un material luminiscente específico sea, adicionalmente a ser excitado por la luz de la fuente de luz, también es citado por la luz emitida por otro material luminiscente. Puede ser ventajoso poner los materiales luminiscentes específicos como la primera capa para evitar la absorción de la luz generada por el otro material luminiscente. Sin embargo, en otros modos de realización, dependiendo de las características específicas de la distribución de emisión de luz predefinida, puede ser ventajoso aplicar la capa con el material luminiscente específico entre las otras capas.

Además, la estructura en capas proporciona el beneficio de que las diferentes capas con materiales luminiscentes pueden generarse a través de un proceso de producción que se adecúa mejor al material luminiscente específico. Por ejemplo, materiales luminiscentes orgánicos son a menudo solubles para generar un líquido que tiene una viscosidad específica. Dicho líquido puede, por ejemplo, ser aplicado fácilmente en un material portador en una capa sustancialmente uniforme a través de técnicas bien conocidas de revestimiento giratorio. El material luminiscente inorgánico puede que no sea soluble y como tal la capa del primer material luminiscente puede generarse a través de otras técnicas adecuadas para el primer material luminiscente elegido.

En un modo de realización, el convertidor luminiscente comprende una capa que comprende localmente una primera subárea y una segunda subárea. La primera subárea comprende un primer material del grupo de: el primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente y el material luminiscente inorgánico. La segunda subárea comprende un segundo material del grupo de: el primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente y el material luminiscente inorgánico. El segundo material es diferente del primer material. La primera subárea no comprende el segundo material y la segunda subárea no comprende el primer material. Además, la capa puede comprender otros materiales, como un polímero de matriz. Sin embargo, la capa comprende subáreas con un material luminiscente único y subáreas con otro material luminiscente único. Por tanto, la capa comprende un patrón de diferentes materiales luminiscentes. Al realizar un patronado del material luminiscente en la capa, se obtiene un parámetro de diseño adicional para optimizar la distribución de color emitida por la fuente de luz mejorada de fósforo. El patronado puede ser realizado imprimiendo o revistiendo una mezcla de un polímero de matriz con un material luminiscente específico en posiciones específicas e imprimiendo otra mezcla de un polímero de matriz y otro material luminiscente en las áreas entre la mezcla impresa inicialmente. Con una capa luminiscente patronada se evita que la luz emitida por el material luminiscente específico sea absorbida por otro material luminiscente específico. El patronado resulta en una separación espacial de los diferentes materiales luminiscentes y por lo tanto se reduce la influencia que tienen en cada espectro de emisión de luz de los otros, lo cual es específicamente importante si la luz de un color específico puede que no sea absorbida por un material luminiscente para obtener un índice de reproducción cromática suficientemente alto.

En otro modo de realización, el convertidor luminiscente comprende una capa adicional que comprende un tercer material del grupo de: el primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente y el material luminiscente inorgánico, el tercer material que es diferente del primer material y del segundo material.

En un modo de realización adicional, la capa comprende una tercera subárea que comprende un tercer material del grupo de: el primer material luminiscente orgánico, el segundo material luminiscente y el material luminiscente inorgánico. El tercer material es diferente del primer material y es diferente del segundo material. La tercera subárea no comprende el primer material y no comprende el segundo material. La primera subárea y la segunda subárea no comprenden el tercer material.

La capa con los tres materiales luminiscentes que están separados en el espacio se pueden fabricar en un sustrato, por ejemplo, un sustrato de vidrio.

5 En un modo de realización, el convertidor luminiscente comprende partículas de dispersión. Las partículas de dispersión pueden comprender, por ejemplo, Al_2O_3 y TiO_2 . Las partículas de dispersión pueden ayudar a obtener una emisión de luz más difusa y más uniforme por el convertidor luminiscente. A menudo, el material luminiscente es aplicado en una capa de material. En dicha capa se captura a menudo la luz, por ejemplo, a través de una reflexión interna. Parte de esta luz capturada es a menudo reabsorbida y por tanto perdida lo cual reduce la eficiencia de conversión del convertidor luminiscente. Para evitar que la luz sea capturada en el interior de la capa, se puede
10 añadir un material de dispersión adicional a la capa luminiscente.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, es proporcionada una fuente de luz mejorada de fósforo, la cual comprende una fuente de luz y un convertidor luminiscente.

15 La fuente de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención proporciona los mismos beneficios que el convertidor luminiscente y tiene modos de realización similares con efectos similares a los modos de realización correspondiente del convertidor luminiscente.

20 La fuente de luz puede ser un emisor de luz de estado sólido, tal como un diodo emisor de luz, un diodo láser o un diodo emisor de luz orgánico.

25 En un modo de realización, la fuente de luz emite luz azul. Fuentes de luz que emitan en el rango de espectro azul están en general disponibles como fuentes de luz de alta potencia y tienen un periodo de vida largo. Además, están disponibles varios materiales luminiscentes ventajosos para convertir la luz azul a luz amarilla, que es la luz emitida por el primer material luminiscente orgánico, a luz roja, que es la luz emitida por el segundo material luminiscente orgánico, y a luz en el rango espectral de 490 a 560 nm, que es la luz emitida por el material luminiscente inorgánico.

30 En un modo de realización, está presente un hueco entre la fuente de luz y el convertidor luminiscente. El hueco evita la conducción directa de calor desde la fuente de luz hacia el convertidor luminiscente por lo tanto evitando el deterioro del material luminiscente debido al sobrecalentamiento. A menudo, el término "configuración de fósforo remoto" es utilizado para indicar que hay una cierta distancia entre el convertidor luminiscente y la fuente de luz.

35 En otro modo de realización, la fuente de luz mejorada de fósforo tiene una emisión de luz de la cual el índice de reproducción cromática es mayor de 75. En un modo de realización adicional, el índice de reproducción cromática es mayor de 80.

40 La distribución de emisión de luz de la fuente de luz mejorada de fósforo es una suma ponderada de la primera distribución de color, la segunda distribución de color, la tercera distribución de color, y la luz restante de la fuente de luz. Por lo tanto, la emisión de luz total por el fósforo mejorado tiene luz en cada rango de color y tiene un índice de reproducción cromática relativamente alto.

45 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona una luminaria que comprende la fuente de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

La luminaria de acuerdo con el segundo aspecto de la invención proporciona los mismos beneficios que la fuente de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención y tiene modos de realización similares con efectos similares a los modos de realización correspondientes de la fuente de luz mejorada de fósforo.

50 Estos y otros aspectos de la invención son evidentes a partir de y se dilucidarán con referencia a los modos de realización descritos de aquí en adelante.

55 Se apreciará por los expertos en la técnica que dos o más de los modos de realización mencionados anteriormente, implementaciones y/o aspectos de la invención se puede combinar de cualquier manera que se considere útil.

Modificaciones y variaciones del convertidor luminiscente, la fuente de luz mejorada de fósforo y la luminaria, que se corresponden a las modificaciones y variaciones descritas del producto luminiscente, se podrán llevar a cabo mediante un experto en la técnica basándose en la presente decisión.

60 Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

65 La figura 1a muestra de forma esquemática una autoabsorción por un material luminiscente, La figura 1b muestra de forma esquemática una autoabsorción por un material luminiscente provocada por un solapamiento del espectro de excitación y de la distribución de emisión de luz,

La figura 2 muestra de forma esquemática diferentes modos de realización de un convertidor luminiscente, La figura 3a y la figura 3b muestran de forma esquemática una distribución de emisión de luz mediante un convertidor luminiscente específico que recibe luz desde un Diodo Emisor de Luz azul, La figura 4 muestra de forma esquemática tres modos de realización de una fuente de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención, y La figura 5 muestra de forma esquemática modo de realización de una luminaria de acuerdo con el segundo aspecto de la invención.

Debería señalarse que los elementos señalados por los mismos números de referencia en diferentes figuras tienen las mismas características estructurales y las mismas funciones, o son las mismas señales. Donde haya sido explicada la función y/o estructura de dicho elemento, no hay necesidad de repetir la aplicación de la misma en la descripción detallada.

Las figuras son puramente a modo de diagrama y no están dibujadas a escala. Particularmente por claridad, algunas dimensiones se han exagerado de forma importante.

Descripción detallada

Las figuras 1a y 1b presentan de forma esquemática los fenómenos de autoabsorción. En la figura 1a, se presenta una capa 102 de un polímero de matriz la cual comprende moléculas 104, 108, 110 luminiscentes. El tamaño de las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes se exagera de forma importante por razones de claridad. Las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes son de un material luminiscente orgánico. La capa 102, que comprende las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes tiene unas características de transmisión de luz buenas debido a que el polímero de matriz es transparente y no muestra absorción de luz. Además, el material luminiscente orgánico es relativamente transparente. Por consiguiente, sólo las longitudes de onda que caen dentro del rango espectral de absorción del material luminiscente son absorbidas por la capa. La luz 106 de una distribución de color predefinida incide en un lado de la capa 102. Una porción de la luz 106 es transmitida a través de la capa 102. Otra porción de la luz 106 es absorbida por las moléculas 110 luminiscentes.

En la figura 1b se presenta un espectro 152 de excitación de las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes. En el diagrama 150 de la figura 1b, el eje x representa la longitud de onda de luz, y el eje y representa la intensidad de la luz. La curva 152 representa el espectro de absorción que muestra a qué longitudes de onda específicas de luz absorben la luz las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes.

Se muestra en la figura 1a que la molécula 110 luminiscente absorbe una parte de la luz 106 y emite luz 112 de otro color. En la figura 1b se presenta el espectro 156 de emisión de las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes mostrando que la emisión de luz puede estar en una pluralidad de longitudes de onda.

La luz que es emitida por la molécula 110 luminiscente es emitida en una pluralidad de direcciones. La molécula 108 luminiscente también recibe una porción de la luz que es emitida por la molécula 110 luminiscente. Tal y como aprecia en la figura 1b el espectro 152 de absorción y el espectro 156 de emisiones de luz se solapan parcialmente y dicha luz que es emitida por la molécula 110 luminiscente puede ser absorbida por la molécula 108 luminiscente. El área 154 sombreada en gris representa la cantidad de luz que es emitida por las moléculas 104, 110, 108 luminiscentes que es absorbida por otras moléculas luminiscentes de las moléculas 104, 110, 108 luminiscentes en un caso peor. Este fenómeno es denominado autoabsorción.

La cantidad de autoabsorción depende en gran medida de la concentración de las moléculas 104, 108, 110 luminiscentes en la capa 102 del polímero de matriz, y también depende, pero hasta un menor límite, en otros factores como por ejemplo el espesor de la capa 102 y la longitud de trayectoria de la luz dentro de la capa antes de que escape de la capa. Cuantas más moléculas haya disponibles, o más larga sea la longitud de trayectoria, mas detectable es el fenómeno de autoabsorción. Debido a que la luz de la parte inferior del espectro de emisión de luz es absorbida, la longitud de onda promedio de la distribución de color emitida por la capa de material luminiscente se desplaza hacia una longitud de onda mayor.

Si un material luminiscente orgánico que emite amarillo, que es definido para ser estable, es utilizado en combinación con una fuente de luz que emite luz azul, una cantidad relativamente grande de material luminiscente orgánico que emite amarillo tiene que ser utilizado debido a que el espectro de absorción del material luminiscente orgánico que emite amarillo está ubicado a un límite limitado en el espectro azul. Por tanto, el material orgánico que emite amarillo no es muy sensible para la luz azul y se tiene que usar una cantidad relativamente grande de este material. Debido a la autoabsorción, el espectro de emisión de luz del material luminiscente orgánico que emite amarillo se desplaza hacia una longitud de onda más grande (por tanto, hacia el espectro rojo). Si se combina una fuente de luz azul con un material luminiscente orgánico que emite amarillo y un material luminiscente orgánico que emite rojo, se puede generar luz blanca, sin embargo, debido al desplazamiento de la emisión de luz del material luminiscente que emite amarillo, el índice de reproducción cromática (IRC) de la luz blanca no es suficientemente alto. Es relativamente difícil generar luz blanca con un IRC que sea mayor de 80. En muchas aplicaciones el IRC tiene que ser mayor de 80 para tener una reproducción cromática.

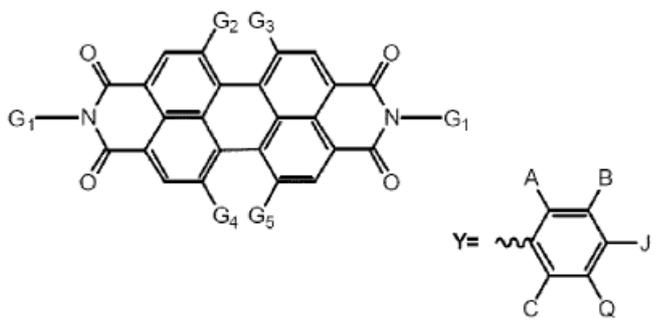
La visión de los inventores con respecto a la autoabsorción es la base de la invención. En la invención, un material luminescente inorgánico que emite en el espectro de color verde es añadido a una combinación de un material luminescente orgánico que emite amarillo y un material luminescente orgánico que emite rojo, con el fin de obtener luz blanca con un IRC suficientemente alto.

La figura 2 presenta cuatro modos de realización diferentes de un convertidor luminescente. El convertidor 200 luminescente es una capa 204 de un polímero de matriz en la cual están disponibles tres materiales 202, 206, 208 luminescentes diferentes.

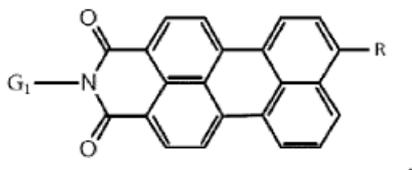
El polímero de matriz es un polímero en el cual el material luminescente está dispersado o disuelto molecularmente. La matriz de polímero puede ser elegida entre polímeros tales como acrilatos (por ejemplo, polimetacrilato), policarbonato, poliestireno, polietileno, tereftalato de polietileno, naftalato de polietileno y sus copolímeros y mezclas.

El material 202 luminescente es un material luminescente orgánico que absorbe luz que es emitida por una fuente de luz y convierte una parte de la luz absorbida en luz de una primera distribución de color que comprende luz amarilla. En otras palabras, el material 202 luminescente es un material luminescente orgánico que emite amarillo. Un ejemplo de dicho material es el material denominado comercialmente Lumogen F Yellow 170, que es vendido por BASF. El material es un derivado del perileno. Una clase específica de derivados de perileno que es muy estable cuando es irradiada con luz azul comprende un compuesto de acuerdo con la fórmula (I) o (II):

(I):



(II):

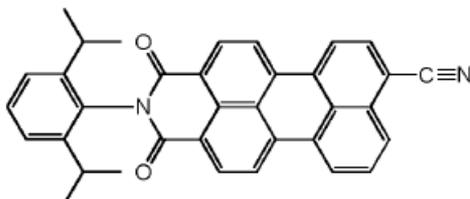


donde

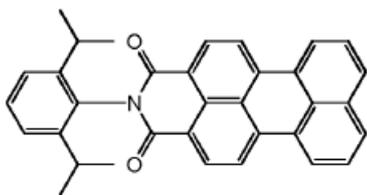
- G₁ es un grupo alquilo lineal o ramificado o un grupo alquilo que contiene oxígeno C_nH_{2n+1}O_m, n que es un número entero de 1 a 44 y m < n/2, o G₁ es Y;
- cada uno de A, B, C, J y Q independientemente es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1}, n que es un número entero de 1 a 16;
- al menos dos de G₂, G₃, G₄ y G₅ es flúor, mientras que el resto de G₂, G₃, G₄ y G₅ son independientemente hidrógeno, metoxi o un grupo de alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1}, n que es un número entero de 1 a 16,
- R es un grupo de alquilo lineal o ramificado o un grupo de alquilo que contiene oxígeno C_nH_{2n+1}O_m, n que es un número entero de 1 a 44 y m < n/2, o R es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o ciano,
- cada uno de A, B, C, J y Q independientemente es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi, ciano o alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1}, n que es un número entero de 1 a 16;

Dos ejemplos específicos del compuesto de acuerdo con la fórmula (II) son compuestos de monoamida de perileno de acuerdo con la fórmula (III) o (IV):

(III):

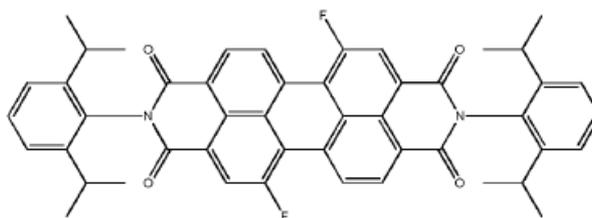


(IV):

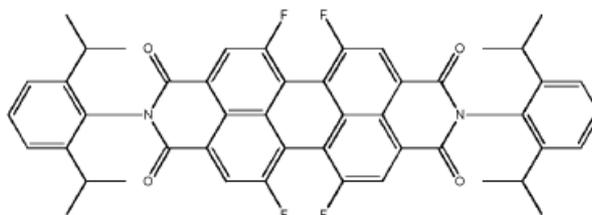


- 5 Uno del compuesto de acuerdo con la fórmula (I) es un compuesto de bisamida de perileno sustituido por flúor de acuerdo con la fórmula (V) o (VI):

(V):



(VI):



10 El material 206 luminiscente es un material luminiscente inorgánico que absorbe luz que es emitida mediante una fuente de luz y convierte una parte de la luz absorbida a luz en una tercera distribución de color que comprende luz en el rango espectral de 490 nm a 560 nm. En otras palabras, el material 206 luminiscente orgánico emite luz verde/amarilla y de forma más específica en un rango espectral en el cual el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo está sujeto a autoabsorción. Un ejemplo de dicho material es el material LuAG 3,5% FT 500 o el YAG dopado con Ce.

15 El material 208 luminiscente es un material luminiscente orgánico que absorbe luz que es emitida mediante una fuente de luz y convierte una parte de la luz absorbida en luz de una primera distribución de color que comprende luz roja. En otras palabras, el material 208 luminiscente es un material luminiscente que emite rojo. Un ejemplo de dicho material es el material denominado comercialmente Lumogen F Red 305, que es vendido por BASF. El material es un derivado de perileno.

25 Debido a que los materiales 202, 206, 208 luminiscentes son mezclados en una capa, una mezcla de luz azul, amarilla y roja es transmitida a través del convertidor 200 luminiscente. El material 202 luminiscente que emite amarillo puede tener un espectro de absorción de luz que también incluye luz en una porción del rango de espectro desde 490 nm a 560 nm. Por consiguiente, el material 202 luminiscente que emite amarillo también puede absorber luz emitida por el material 206 luminiscente inorgánico. El material 208 luminiscente que emite rojo también puede tener un espectro de absorción que incluye luz amarilla y/o en una porción del rango espectral de 490 nm a 560 nm. Por consiguiente, el material 208 luminiscente que emite rojo también puede absorber luz emitida por el material 206 luminiscente inorgánico o por el material 202 luminiscente que emite amarillo.

El convertidor 200 luminiscente es fabricado en una sola capa que comprende los tres materiales 202, 206, 208 luminiscentes en una mezcla. Es relativamente fácil y barato fabricar dicha capa debido a que los materiales pueden ser mezclados con el polímero de matriz y posteriormente procesados en una sola capa.

El convertidor 220 luminiscente comprende tres capas cada una que comprende un único material luminiscente y que cada una comprende partículas 228 de dispersión para dispersar adicionalmente la luz que es transmitida a través del convertidor luminiscente. Las partículas 228 de dispersión ayudan a mezclar mejor la luz y obtener una emisión de luz sustancialmente uniforme mediante el convertidor 220 luminiscente. Las partículas de dispersión pueden realizarse de material de Al_2O_3 o TiO_2 .

Una primera capa 226 del convertidor 220 luminiscente, que está dirigida, en uso, hacia una fuente de luz, comprende el material 208 luminiscente orgánico que emite rojo. Una segunda capa 224, que está fabricada sobre la parte superior de la primera capa 226, comprende el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo. La tercera capa 222, que está fabricada sobre la parte superior de la segunda capa 224, comprende el material 206 luminiscente inorgánico que emite verde/amarillo. La tercera capa está dirigida en contra de la fuente de luz y se utiliza en muchas aplicaciones como la superficie de emisión de luz de una fuente de luz mejorada de fósforo que comprende el convertidor 220 luminiscente.

La configuración del convertidor 220 luminiscente proporciona una libertad de diseño adicional debido a que el orden en el cual se colocan los materiales 202, 206, 208 luminiscentes en el apilamiento de capas influye en la distribución de emisión de luz en la superficie de emisión de luz del convertidor 220 luminiscente. Por ejemplo, en la configuración mostrada, la luz emitida por el material 208 luminiscente orgánico que emite rojo puede ser parcialmente absorbida en la segunda capa 224 o en la tercera capa 222 por el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo o el material 206 luminiscente inorgánico que emite verde/amarillo, respectivamente, para convertirse a luz amarilla y verde/amarilla, respectivamente. Se ha de señalar que los materiales 202, 206, 208 luminiscentes pueden también estar dispuestos en otro orden en las capas 222, 224, 226 para obtener otra emisión de luz mediante el convertidor 220 luminiscente. De forma especial en la configuración presentada del convertidor 220 luminiscente de la figura 2, el material 208 luminiscente orgánico que emite rojo principalmente absorbe la luz azul emitida por la fuente de luz.

El convertidor 240 luminiscente comprende una capa 244 base que comprende el material 208 luminiscente orgánico que emite rojo. En la parte superior de la capa 244 base se proporciona una capa patronada que comprende subáreas 242, 246. Las subáreas 242 comprenden el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo y no los otros materiales 206, 208 luminiscentes. Las subáreas 246 comprenden el material 206 luminiscente inorgánico que emite verde/amarillo y no los otros materiales 202, 208 luminiscentes. Una ventaja de la configuración patronada del convertidor 240 luminiscente es que el material 206 luminiscente que emite amarillo/verde y el material 202 luminiscente que emite amarillo no se influyen directamente entre sí, y dicha luz verde-amarilla emitida por el material 206 luminiscente que emite amarillo/verde no es absorbida por el material 202 luminiscente que emite amarillo y viceversa. El patrón de las subáreas 242, 246 se puede obtener imprimiendo los materiales en diferentes subáreas sobre la parte superior de la capa 244 base.

El convertidor 260 luminiscente comprende una capa 264 de sustrato que es transmisora de luz y puede ser transparente en un modo de realización práctico. En la parte superior de la capa 264 de sustrato, se proporciona una capa patronada que comprende diferentes subáreas 262, 266, 268. Cada una de las subáreas 262, 266, 268 comprende sólo uno de los materiales luminiscentes del grupo de, el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo, el material 208 luminiscente orgánico que emite rojo, y el material 206 luminiscente inorgánico que emite verde/amarillo. Con dicho patronado cada uno de los materiales luminiscentes no influye a otros materiales luminiscentes hasta un límite limitado si la luz recibida en el lado de la capa 264 de sustrato y tiene que emitirse en un lado opuesto del convertidor 260 luminiscente.

El material 202, 206, 208 luminiscente se dibuja de forma esquemática como esferas en una capa de un material específico. Los materiales luminiscentes orgánicos están compuestos de moléculas y como tales las esferas representan de forma esquemática moléculas si el material luminiscente específico es un material luminiscente orgánico. Las moléculas orgánicas son disueltas molecularmente en el material que forma la capa, por ejemplo, el polímero de matriz. El material luminiscente inorgánico y las partículas de dispersión son partículas que se dispersan en el material que forma la capa, que es, por ejemplo, un polímero de matriz. Las partículas luminiscentes inorgánicas y/o las partículas de dispersión tienen dimensiones en el orden de 0,1 a 10 micrómetros. La figura 3a presenta un espectro 300 de emisión de luz de una fuente de luz mejorada de fósforo que comprende un diodo emisor de luz (LED) azul y un convertidor 220 luminiscente con las siguientes especificaciones: la primera capa 226 tiene un espesor de 54 μm y tiene un 0,38% en peso de Lumogen F red 305, la segunda capa 224 tiene un espesor de 81 μm y tiene un 0,1% en peso de Lumogen F Yellow 170, y la tercera capa 222 tiene un espesor de 75 μm y tiene un 50% en peso de LuAG. Cada una de las capas tiene un polímero de matriz de polimetilmetacrilato (PMMA). La temperatura de color de la emisión de luz obtenida es 3000K, y el IRC es mayor de 80. Se aprecia en la figura 3a que la fuente de luz mejorada de fósforo también emite luz en el rango espectral de 490 a 560 nm lo cual resulta en el IRC relativamente alto.

La figura 3b presenta un espectro 350 de emisión de luz de una fuente de luz mejorada de fósforo que comprende un LED azul y un convertidor 240 luminiscente. El convertidor luminiscente tiene una capa base de PMMA que tiene un espesor de 27 μm y comprende un 0,05% en peso de Lumogen F Red 305. Las subáreas 242 con el material 202 luminiscente orgánico que emite amarillo son porciones de una capa de PMMA que tiene un espesor de 210 μm y que comprende un 0,01% en peso de Lumogen F Yellow 170 en la parte superior del cual se proporciona una capa de dispersión de es 60 μm de PMMA que comprende partículas de Al_2O_3 . Las subáreas 246 con el material 206 luminiscente inorgánico que emite verde/amarillo son porciones de una capa de PMMA que tiene un espesor de 200 μm y comprende un 50% en peso de LuAG.

La figura 4 presenta tres modos de realización de una fuente 400, 430, 460 de luz mejorada de fósforo. La fuente 400 de luz mejorada de fósforo comprende una base 408 en la cual está previsto un LED 410 que emite azul. Una cámara 404 de mezcla de iluminación es encerrada por la base 408, paredes 406 y un convertidor 402 luminiscente. Una superficie de la base y una superficie de las paredes dirigidas hacia la cámara 404 de emisión de luz pueden ser reflexivas a la luz. El LED 410 azul o UV emite luz azul hacia el convertidor 402 luminiscente, que convierte al menos porciones de la luz emitida por el LED 410 a luz amarilla, roja y verde/amarilla. Como consecuencia, una combinación de luz azul, verde, amarilla y roja es emitida al ambiente de la fuente 400 de luz mejorada de fósforo que tiene un punto de color próximo a una línea de cuerpo negro en el espacio de color (por ejemplo, espacio de color CIE xyz), y que tiene un IRC mayor de 80. La fuente 400 de luz mejorada de fósforo puede tener un espectro de emisión de luz de acuerdo con la figura 3a si el convertidor luminiscente expuesto en el contexto de la figura 3a es utilizado y el LED emite luz azul.

Otro modo de realización de la fuente 430 de luz mejorada de fósforo no comprende paredes, pero comprende un convertidor 432 luminiscente curvado que encierra a la cámara 404 de mezclado de luz.

La fuente 460 de luz mejorada de fósforo es un tubo de luz fluorescente retro compatible. Se presenta una sección transversal del tubo 466 de luz. En la cámara 464 interior del tubo 466 de luz está previsto un LED 468 azul. A lo largo de la longitud del tubo 466 de luz puede estar prevista una pluralidad de dichos LED 468. El LED 468 azul emite luz azul a un convertidor 462 luminiscente. El convertidor 462 luminiscente es aplicado a una superficie interna del tubo 466 de luz que se dirige hacia la cámara 464 interior del tubo 466 de luz.

La figura 5 presenta un modo de realización de una luminaria 500 de acuerdo con un segundo aspecto de la invención. La luminaria 500 comprende una fuente 502 de luz mejorada de fósforo de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

Debería señalarse que los modos de realización mencionados anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica serán capaces de diseñar muchos modos de realización alternativos sin alejarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo que comprende

- 5 - una fuente (410, 468) de luz,
- un convertidor (200, 220, 240, 260, 402, 432, 462) luminiscente, el convertidor (200, 220, 240, 260, 402, 432, 462) luminiscente que comprende un primer material (202) luminiscente orgánico, un segundo material (208) luminiscente orgánico, y un tercer material (206) luminiscente inorgánico, en donde
- 10 - el primer material (202) luminiscente orgánico está configurado para absorber una primera porción de la luz emitida por la fuente (410, 468) de luz y/o para absorber una porción de la luz emitida por al menos uno de, el segundo material (208) luminiscente orgánico o el material (206) luminiscente inorgánico, y el primer material (202) luminiscente orgánico está configurado para convertir al menos una parte de la luz absorbida en luz de una primera distribución de color,
- 15 - el segundo material (208) luminiscente orgánico está configurado para absorber una segunda porción de la luz emitida por la fuente (410, 468) de luz y/o para absorber una porción de la luz emitida por al menos uno de, el primer material (202) luminiscente orgánico o el material (206) luminiscente inorgánico, y el segundo material (208) luminiscente orgánico está configurado para convertir al menos una parte de la luz absorbida en luz de una segunda distribución de color, al menos uno de, el primer material luminiscente orgánico y el segundo material luminiscente orgánico está sujeto a una autoabsorción resultante, respectivamente, en la absorción de una porción de luz en las
- 20 longitudes de onda inferiores de la primera distribución de color mediante el primer material luminiscente orgánico y que resulta en la absorción de una porción de la luz en las longitudes de onda inferiores de la segunda distribución de color mediante el segundo material luminiscente orgánico, y
- 25 - el material (206) luminiscente inorgánico está configurado para absorber una tercera porción de la luz emitida por la fuente (410, 468) de luz y/o para absorber una porción de luz emitida por el primer material (202) luminiscente orgánico o el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico está configurado para convertir al menos una parte de la luz absorbida en una tercera distribución de color para compensar la autoabsorción de luz por al menos uno de, el primer material (202) luminiscente orgánico y el segundo material (208) luminiscente orgánico
- 30 - en donde el primer material (202) luminiscente orgánico es un material luminiscente que emite rojo, y en donde el segundo material (208) luminiscente es un material luminiscente que emite amarillo.

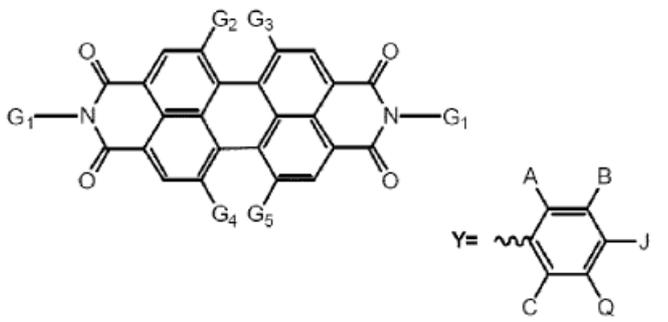
2. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde

- 35 - la primera distribución de color comprende luz roja,
- el segundo material (208) luminiscente orgánico está configurado para absorber sólo la segunda porción de la luz emitida por la fuente (410, 468) de luz y/o para absorber una porción de luz emitida por el material (206) luminiscente inorgánico,
- la segunda distribución de color comprende luz amarilla,
- 40 - el material (206) luminiscente inorgánico está configurado para absorber sólo la tercera porción de la luz emitida por la fuente (410, 468) de luz, y
- la tercera distribución de color comprende luz en el rango espectral de 490 nm a 560 nm.

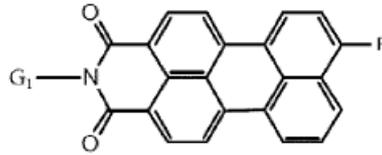
3. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el segundo material (208) luminiscente orgánico es un compuesto de acuerdo con la fórmula (I) o (II):

45

(I):



(II):



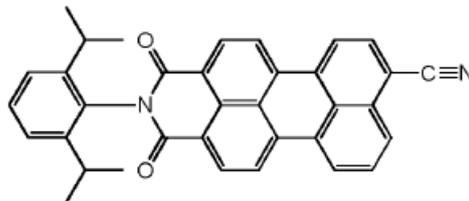
donde

- 5 - G_1 es un grupo alquilo lineal o ramificado o un grupo alquilo que contiene oxígeno $C_nH_{2n+1}O_m$, n que es un número entero de 1 a 44 y $m < n/2$, o G_1 es Y;
- cada uno de A, B, C, J y Q independientemente es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1} , n que es un número entero de 1 a 16;
- al menos dos de G_2 , G_3 , G_4 y G_5 es flúor, mientras que el resto de G_2 , G_3 , G_4 y G_5 son independientemente hidrógeno, metoxi o un grupo de alquilo saturado no sustituido C_nH_{2n+1} , n que es un número entero de 1 a 16,
- 10 - R es un grupo alquilo lineal o ramificado o un grupo de alquilo que contiene oxígeno $C_nH_{2n+1}O_m$, n que es un número entero de 1 a 44 y $m < n/2$, o R es hidrógeno, isopropilo, t-butilo, flúor, metoxi o ciano

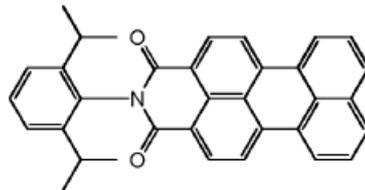
4. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el segundo material (208) luminiscente orgánico comprende un compuesto de monoamida de perileno de acuerdo con la fórmula (III) o (IV):

15

(III):



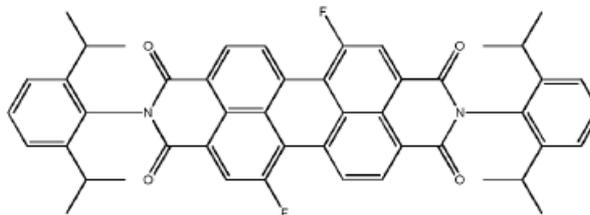
(IV):



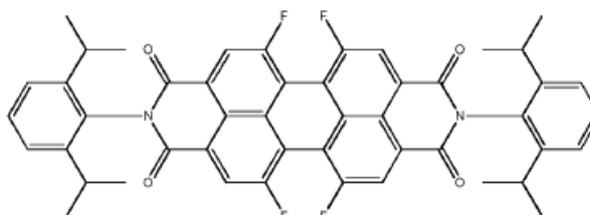
20 o el segundo material (208) luminiscente orgánico que comprende un compuesto de bisamida de perileno sustituido por flúor de acuerdo con la fórmula (V) o (VI):

20

(V):



(VI):



5. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el primer material (202) luminiscente orgánico comprende un derivado de perileno.
- 5 6. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material (206) luminiscente inorgánico comprende al menos uno de: YAG:Ce o LuAG:Ce.
7. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende en una capa (204) una mezcla del primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico.
- 10
8. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende un apilamiento de al menos tres capas (222, 224, 226), en donde cada capa (222, 224, 226) comprende un único material luminiscente del grupo de: el primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico.
- 15
9. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende una capa que comprende
- 20
- una primera subárea (242, 262) que comprende un primer material del grupo de: el primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico, y
- una segunda subárea (246, 266) que comprende un segundo material del grupo de: el primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico, en donde el segundo material es diferente del primer material, la primera subárea (242, 262) no comprende el segundo material y la segunda subárea (246, 266) no comprende el primer material.
- 25
10. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende una capa (244) adicional que comprende el material del grupo de: el primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico, en donde el tercer material es diferente del primer material y del segundo material.
- 30
11. La fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la capa que comprende una tercera subárea (268), comprende un tercer material del grupo de: el primer material (202) luminiscente orgánico, el segundo material (208) luminiscente orgánico, y el material (206) luminiscente inorgánico; en donde el tercer material es diferente del primer material y es diferente del segundo material material, la tercera subárea (268) no comprende el primer material y no comprende el segundo material, la primera subárea (242, 262) y la segunda subárea (246, 266) no comprenden el tercer material.
- 35
12. Una fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la fuente (410, 468) de luz emite azul.
- 40
13. Una fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1 que está configurada para tener una emisión de luz cuyo índice de reproducción cromática es mayor de 80.
- 45
14. Una luminaria (500) que comprende la fuente (400, 430, 460, 502) de luz mejorada de fósforo de acuerdo con la reivindicación 1.

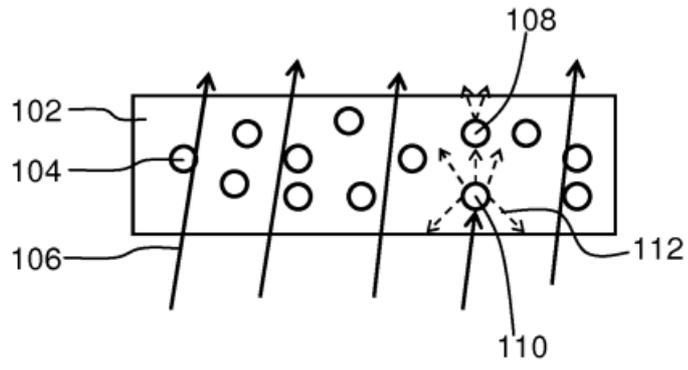


Fig. 1a

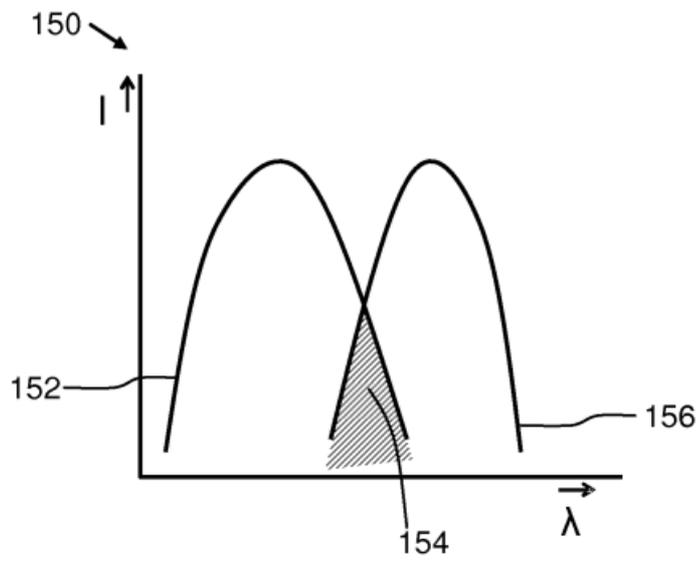


Fig. 1b

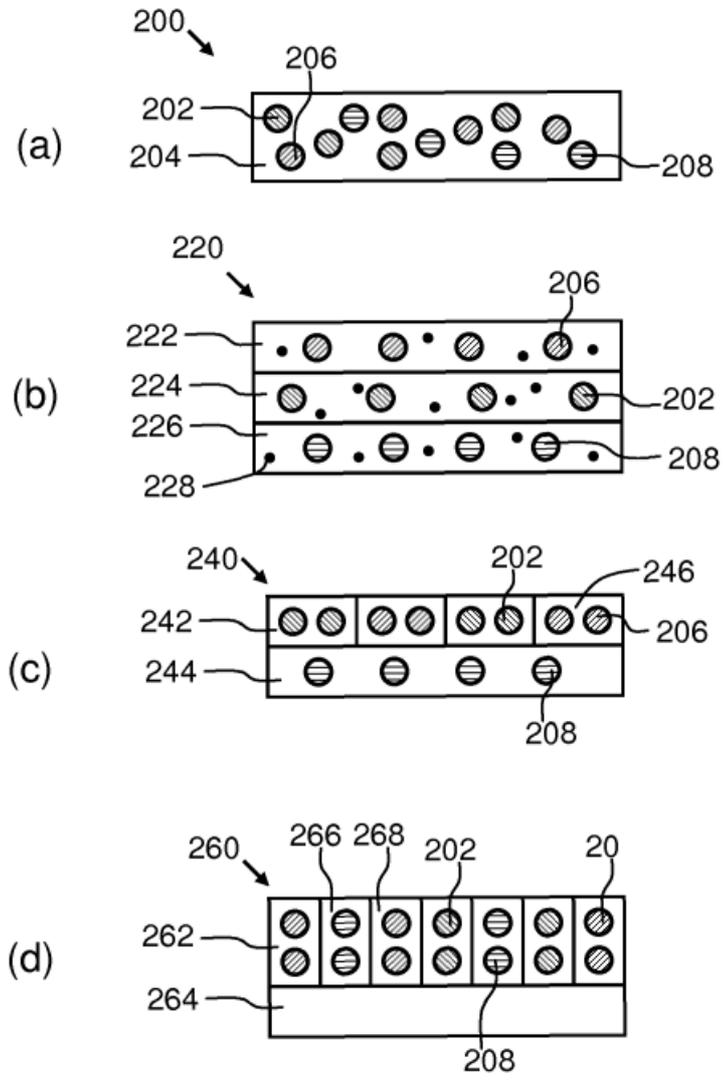


Fig. 2

300

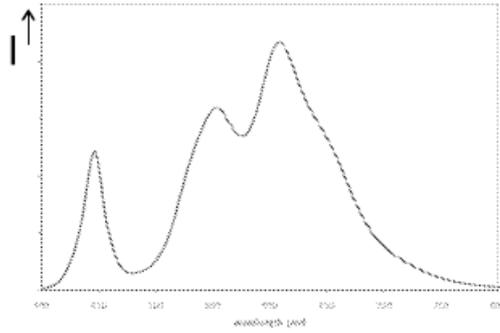


Fig. 3a

350

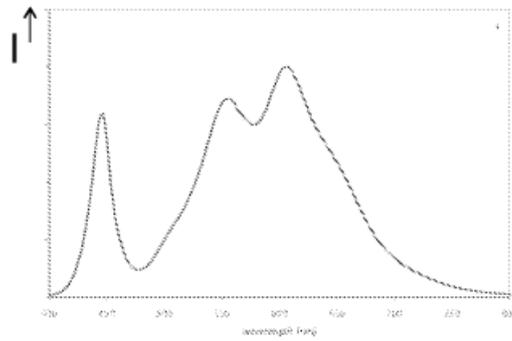


Fig. 3b

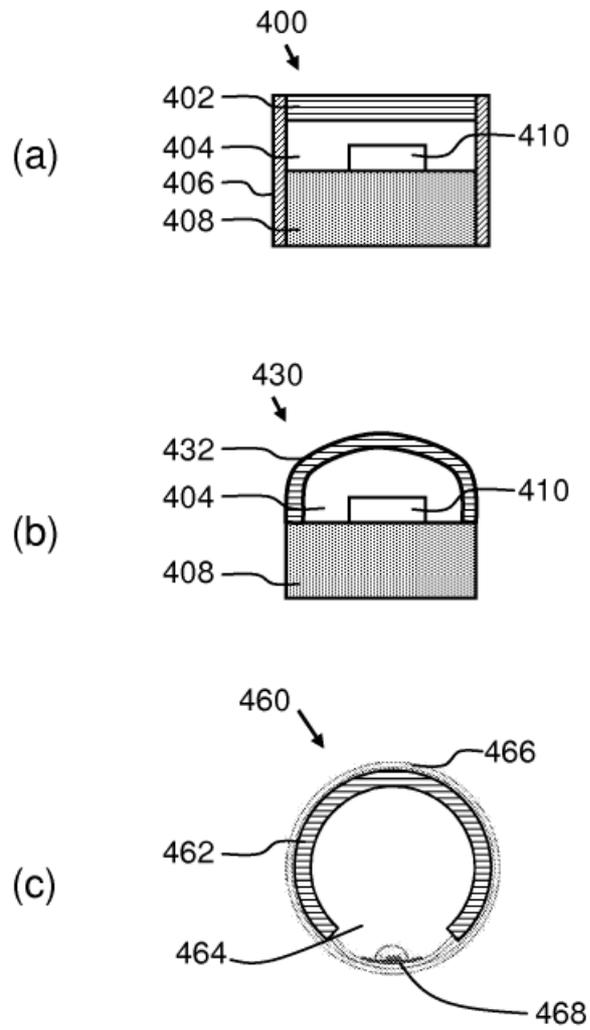


Fig. 4

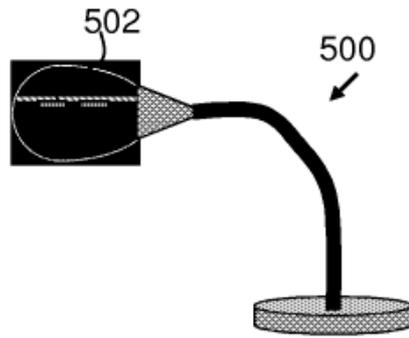


Fig. 5