

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 090**

51 Int. Cl.:

**H01J 61/44** (2006.01)

**H01L 33/50** (2010.01)

**C09K 11/06** (2006.01)

**C09K 11/80** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2010 E 10713726 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.05.2013 EP 2417219**

54 Título: **Convertidor luminiscente para una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende fósforos orgánicos e inorgánicos**

30 Prioridad:

**06.04.2009 EP 09157430**

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

**11.10.2013**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**STAATS, CORNELIA T.;  
VAN DIJK, GERARDUS A. R.;  
WEGH, RENE T.;  
VAN DE SPIJKER, WILLIBRORDUS H. M. M. y  
PEETERS, MARTINUS P. J.**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

ES 2 425 090 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**

Convertidor luminiscente para una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende fósforos orgánicos e inorgánicos

5

**Campo de la invención:**

La invención se refiere a una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende un emisor de luz y un convertidor luminiscente.

10

**Antecedentes de la invención:**

Se conocen fuentes de luz potenciadas con fósforo en sí mismas y se usan para sustancialmente todas las clases de fuentes de luz. Las fuentes de luz potenciadas con fósforo comprenden un emisor de luz y un material luminiscente. El material luminiscente está dispuesto para convertir al menos parte de la luz emitida por el emisor de luz en luz de una longitud de onda más larga.

15

Fuentes de luz potenciadas con fósforo bien conocidas son, por ejemplo, lámparas de descarga de vapor de mercurio en las que la luz se emite a partir de una descarga en la que la presencia de vapor de mercurio provoca que la descarga emita radiación ultravioleta. Al menos una parte de la radiación ultravioleta se absorbe por un material luminiscente y se convierte en luz de una longitud de onda más larga que se emite posteriormente por el material luminiscente. Tal lámpara de descarga de vapor de mercurio puede comprender, por ejemplo, un recipiente de descarga en el que se genera la descarga. El material luminiscente se aplica normalmente a la pared interna del recipiente de descarga de modo que la radiación ultravioleta emitida por la descarga no necesita atravesar el recipiente de descarga sino que se convierte dentro del recipiente de descarga, por ejemplo, en luz visible.

20

25

Alternativamente, la fuente de luz potenciada con fósforo puede comprender una luz de estado sólido emitida como emisor de luz. Un emisor de luz de estado sólido de este tipo puede ser, por ejemplo, un diodo emisor de luz, o un diodo láser, o un diodo emisor de luz orgánico. La luz emitida por un emisor de luz de estado sólido tiene normalmente un espectro relativamente estrecho dispuesto alrededor de una longitud de onda central. La anchura del espectro puede estar definida, por ejemplo, por la anchura a media altura (también indicada además como FWHM) del pico de emisión que es una anchura del pico de emisión medida a una intensidad que es la mitad de la intensidad de emisión máxima de la luz emitida por el emisor de luz de estado sólido. La FWHM de un espectro de emisión típico del emisor de luz de estado sólido es inferior a 30 nanómetros, lo que normalmente se identifica por el ojo humano como luz de un único color. Para cambiar el color de la luz emitida por el emisor de luz de estado sólido, pueden añadirse materiales luminiscentes para generar una fuente de luz potenciada con fósforo. El material luminiscente puede aplicarse, por ejemplo, como una capa encima del dado del emisor de luz de estado sólido, o puede dispersarse, por ejemplo, en una matriz que puede ubicarse a una distancia del emisor de luz de estado sólido, una denominada disposición de "fósforo remoto". El material luminiscente también puede ser parte de una mezcla de materiales luminiscentes diferentes, por ejemplo, generando cada uno un color diferente de modo que la luz mezclada genera, por ejemplo, luz blanca que tiene una temperatura de color específica. Además, pueden añadirse materiales luminiscentes a emisores de luz de estado sólido para mejorar las características de reproducción cromática de los emisores de luz de estado sólido, ya que la característica de emisión típica de los materiales luminiscentes es un espectro de luz relativamente amplio.

30

35

40

45

Recientemente están usándose nuevos materiales luminiscentes en fuentes de luz potenciadas con fósforo, tales como materiales luminiscentes orgánicos, especialmente para sustituir a materiales luminiscentes inorgánicos conocidos que se usan para proporcionar la contribución en el "rojo" en fuentes de luz blanca. Los materiales luminiscentes inorgánicos conocidos que proporcionan la contribución en el "rojo" tienen una eficiencia relativamente mala debido a su FWHM amplia y además emisión en el (infra)rojo profundo. Para garantizar todavía una contribución en el "rojo" suficiente para generar luz blanca que tiene la temperatura de color requerida, se requiere una cantidad relativamente grande de material luminiscente de contribución en el "rojo". Como tal, la cantidad relativamente grande de material luminiscente de contribución en el "rojo" requerida da como resultado costes aumentados y requiere una intensidad de emisión de luz relativamente alta del emisor de luz de la fuente de luz potenciada con fósforo. Como tal, se requieren materiales luminiscentes más eficientes, especialmente para proporcionar la contribución en el "rojo" a la luz emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo. Como tal, se introducen materiales luminiscentes orgánicos en fuentes de luz potenciadas con fósforo que pueden mezclarse con materiales luminiscentes conocidos para obtener un convertidor de luz más eficiente.

50

55

Se conoce una fuente de luz potenciada con fósforo de este tipo que comprende materiales luminiscentes orgánicos en la mezcla luminiscente, por ejemplo, a partir de la solicitud de patente estadounidense US 2006/0214578 y a partir de la solicitud de patente estadounidense US 2006/0220531. Ambas solicitudes de patente estadounidense mencionadas dan a conocer un aparato emisor de luz semiconductor que incluye un elemento de envasado, un elemento emisor de luz montado en el elemento de envasado y un cambiador de longitud de onda. El cambiador de longitud de onda absorbe la luz del elemento emisor de luz y emite una luz de longitud de onda convertida. El cambiador de longitud de onda incluye material fluorescente inorgánico y material fluorescente orgánico.

60

65

La solicitud de patente europea EP 0 481 647 A2 da a conocer una luminaria que comprende una cubierta externa de plástico fluorescente que tiene una configuración tal que la luz generada dentro de la cubierta se emite como luz visible. La cubierta incluye tres colorantes fluorescentes diferentes que generan luz roja, amarilla y verde, colorantes que se excitan mediante radiación de descarga azul.

La solicitud de patente estadounidense US 2006/0214578 A1 da a conocer un dispositivo de iluminación que incluye un elemento de soporte, un elemento emisor de luz dispuesto sobre el elemento de soporte, y que emite luz desde unas superficies superior y lateral del mismo, una primera capa fluorescente que contiene un fósforo orgánico y dispuesta sobre el elemento de soporte, y una segunda capa fluorescente que sólo contiene un fósforo inorgánico y dispuesta sobre el elemento de soporte, en el que la segunda capa fluorescente está dispuesta para cubrir las superficies superior y lateral del elemento emisor de luz, y la primera capa fluorescente está dispuesta sobre al menos una superficie lateral del elemento emisor de luz estando la segunda capa fluorescente interpuesta entre el elemento emisor de luz y la primera capa fluorescente.

La solicitud de patente estadounidense US 2007/0228932 A1 da a conocer un dispositivo emisor de luz que incluye un armazón, un chip de LED proporcionado sobre el armazón, y una capa fluorescente que contiene un material fluorescente inorgánico y un material fluorescente orgánico y que se proporciona sobre el chip de LED. En la capa fluorescente, se reduce la concentración del material fluorescente inorgánico hacia la parte superior desde la parte inferior de la capa fluorescente, y se reduce la concentración del material fluorescente orgánico hacia la parte inferior desde la parte superior de la capa fluorescente.

La solicitud de patente estadounidense US 2006/0065907 A1 da a conocer un dispositivo emisor de luz (LED) blanco y un método de fabricación del mismo en el que un LED revestido con resina polimérica en el que se disuelven fósforos orgánicos y se dispersan fósforos inorgánicos creando un LED blanco.

La patente estadounidense US 7 078 732 B1 da a conocer un componente semiconductor irradiante de luz que tiene un cuerpo semiconductor emisor de radiación y un elemento de conversión de luminiscencia. El cuerpo de semiconductor emite radiación en la región espectral ultravioleta, azul y/o verde y el elemento de conversión de luminiscencia convierte una parte de la radiación en radiación de una longitud de onda más larga.

La solicitud de patente estadounidense US 4 099 090 A da a conocer un lámpara fluorescente que comprende en el interior material luminiscente para convertir luz UV en luz verde y azul, y en el exterior se proporciona un fósforo orgánico emisor en el rojo, rodamina B. Se proporciona un reflector encima del fósforo orgánico para reflejar luz (roja) de vuelta hacia la lámpara fluorescente.

En "Structural, absorption and optical dispersion characteristics of rhodamine B thin films prepared by drop casting technique", A.A.M. Farag *et al.*, Optics Communications, Noth-Holland Publishing Co. Amsterdam (NL), vol. 283, n.º 21, 1 de noviembre del 2010, páginas 4310-4317, XP027252158, se comentan las características de película delgada orgánica que comprende rodamina B. La rodamina B tiene un desplazamiento de Stokes relativamente pequeño.

Sin embargo, debe mejorarse adicionalmente la eficiencia de la conversión de luz de la mezcla de materiales luminiscentes tal como se da a conocer en las solicitudes de patente mencionadas.

**Sumario de la invención:**

Un objeto de la invención es proporcionar una fuente de luz potenciada con fósforo que tiene eficiencia mejorada.

Según un primer aspecto de la invención el objeto se consigue con una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende un emisor de luz dispuesto para emitir luz de excitación y que comprende un convertidor luminiscente en la que el emisor de luz comprende un emisor de luz de estado sólido, en la que el convertidor luminiscente comprende:

un primer material luminiscente configurado para absorber al menos una parte de la luz de excitación emitida por el emisor de luz de la fuente de luz potenciada con fósforo, y para convertir al menos una parte de la luz de excitación absorbida en una primera luz de emisión que comprende una longitud de onda más larga en comparación con la luz de excitación,

un segundo material luminiscente que comprende material luminiscente orgánico y configurado para absorber al menos una parte de la primera luz de emisión emitida por el primer material luminiscente, y para convertir al menos una 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,

estando la fuente de luz potenciada con fósforo caracterizada por una diferencia de longitud de onda entre la primera luz de emisión y la segunda luz de emisión que es inferior a 100 nanómetros, y el segundo material luminiscente es

un material luminiscente orgánico que emite en el rojo.

Un efecto del convertidor luminiscente según la invención es que la conversión de luz en dos etapas según la invención permite el uso de un material luminiscente orgánico (que emite en el rojo) con un desplazamiento de Stokes relativamente pequeño. Sin desear limitarse a ninguna teoría particular, los inventores han encontrado que este desplazamiento de Stokes relativamente pequeño da como resultado un espectro de emisión emitido por el material luminiscente orgánico que permanece relativamente estrecho. Normalmente la segunda luz de emisión tiene una longitud de onda relativamente larga y representa normalmente la contribución en el "rojo" a la luz emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo. Esta contribución en el "rojo" debe tener preferiblemente un espectro de emisión que tenga una anchura específica en lugar de una emisión de línea sustancial para garantizar buenas características de reproducción cromática de la fuente de luz potenciada con fósforo. Sin embargo, debe limitarse la FWHM del espectro de emisión de la contribución en el "rojo" para que no comprenda demasiada luz infrarroja ya que esto sólo da como resultado la emisión de luz infrarroja que no puede usarse lo que reduce de nuevo la eficiencia de la fuente de luz potenciada con fósforo. Los inventores han encontrado que reduciendo el desplazamiento de Stokes del material luminiscente orgánico, se limita la anchura del espectro de la segunda luz de emisión de modo que puede obtenerse una contribución en el "rojo" suficiente para tener buena reproducción cromática mientras que no se emite sustancialmente ninguna luz en la parte infrarroja del espectro. Como tal, se mejora la eficiencia.

Generalmente no se prefiere una conversión de luz en dos etapas debido a consideraciones de eficiencia. Las pérdidas debidas a la conversión de la luz mediante el material luminiscente es una combinación de las pérdidas de Stokes de cada conversión y las pérdidas debidas a la eficiencia cuántica del material luminiscente usado para cada conversión. La generación de luz de longitud de onda larga mediante conversión de luz en dos etapas parece menos eficiente que en una etapa debido a que la eficiencia se reduce por el producto de las eficiencias cuánticas de cada uno de los materiales luminiscentes individuales. Sin embargo, materiales luminiscentes orgánicos desarrollados recientemente tienen un pico de absorción relativamente eficiente en o cerca de la parte del espectro de luz percibido como verde. Además, dichos materiales luminiscentes orgánicos desarrollados recientemente emiten luz en la parte del espectro de luz percibida como luz roja mientras que tienen una eficiencia cuántica del 90% o más. Esto significa que el 90% o más de los fotones verdes absorbidos por este material luminiscente orgánico se convierten en fotones de una longitud de onda más larga. Esta combinación de desplazamiento de Stokes relativamente pequeños y absorción y eficiencia cuántica altas permite usar estos materiales luminiscentes orgánicos de manera eficiente en un sistema de conversión de luz en dos etapas de este tipo mientras que todavía se mejora la eficiencia global de la fuente de luz potenciada con fósforo.

Las fuentes de luz potenciadas con fósforo conocidas que usan materiales luminiscentes orgánicos comprenden materiales luminiscentes orgánicos que están configurados para excitarse con la luz emitida por el elemento emisor de luz, normalmente un diodo emisor de luz azul o UV. Esto implica normalmente un desplazamiento de Stokes relativamente grande para el material luminiscente orgánico y como tal un espectro de emisión relativamente amplio emitido por los materiales luminiscentes orgánicos conocidos, comprendiendo por tanto una cantidad considerable de luz infrarroja. Además, las conversiones de luz que requieren un desplazamiento de Stokes relativamente grande también tienen a menudo eficiencia cuántica relativamente baja y como tal la eficiencia de conversión global del material luminiscente orgánico conocido es todavía relativamente mala. Esto es especialmente cierto para materiales luminiscentes que emiten luz del color rojo. En el convertidor luminiscente según la invención se usa un desplazamiento de Stokes relativamente pequeño que da como resultado un espectro de emisión relativamente estrecho que permite a un diseñador elegir el material luminiscente orgánico que proporciona suficiente contribución en el "rojo" para generar una buena reproducción cromática mientras que impide la emisión de luz infrarroja y mientras que tiene una eficiencia cuántica relativamente alta. Como tal, aunque el convertidor luminiscente según la invención comprende una conversión de luz en dos etapas, se mejora la eficiencia global del convertidor luminiscente.

Un beneficio adicional del uso de materiales luminiscentes orgánicos que tienen una eficiencia cuántica alta es que la cantidad de material luminiscente para proporcionar suficiente contribución en el "rojo" para generar la temperatura de color requerida de la luz emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo es relativamente baja. Como los materiales luminiscentes son relativamente caros, el uso de tales materiales luminiscentes que tienen una absorción y eficiencia cuántica relativamente altas permite una reducción de coste adicional ya que se requiere menos material luminiscente. Aunque la reducción de coste por fuente de luz potenciada con fósforo puede no ser mucha en números absolutos, debido a los números normalmente altos de fuentes de luz potenciadas con fósforo producidas, estas reducciones de coste son muy relevantes comercialmente.

En este contexto, luz de un color específico, por ejemplo, el color rojo o verde, comprende normalmente luz que tiene un espectro predefinido. El espectro predefinido del color específico puede comprender contribuciones de luz que tienen una anchura de banda específica alrededor de una longitud de onda central que se percibe como luz del color específico. El espectro predefinido también puede estar constituido por una pluralidad de espectros estrechos en los que la longitud de onda central puede definirse como la longitud de onda del color percibido de la pluralidad de espectros estrechos. La longitud de onda central es una longitud de onda media de una distribución espectral de potencia radiante. En este contexto, la luz de un color predefinido también incluye luz no visible, tal como luz

ultravioleta y luz infrarroja. El término “color primario” se usa normalmente para luz que se usa para mezclarse de modo que puede generarse sustancialmente cualquier color. Los colores primarios incluyen, por ejemplo, rojo, verde, azul, amarillo, ámbar y magenta. La luz del color específico también puede comprender mezclas de colores primarios, tales como azul y ámbar, o azul, amarillo y rojo, o azul, verde y rojo. El color específico puede estar  
 5 constituido, por ejemplo, por una combinación específica de la luz roja, verde y azul. La luz de un color específico también incluye luz blanca e incluye diferentes tipos de luz blanca que se indican normalmente como luz blanca que tiene una temperatura de color específica. El número de colores primarios usados para generar el color específico puede variar.

Los inventores han encontrado que cuando se usa un material luminiscente orgánico que convierte luz mientras que  
 10 tiene un desplazamiento de Stokes por debajo de 150 nanómetros o, más preferiblemente, por debajo de 100 nanómetros, el espectro de emisión permanece estrecho lo que permite limitar la contribución de infrarrojo del material luminiscente orgánico y como tal garantizar buena eficiencia. En un convertidor luminiscente de este tipo el primer material luminiscente puede convertir, por ejemplo, la luz de excitación en luz azul y el segundo material  
 15 luminiscente puede convertir, por ejemplo, parte de la luz azul en luz amarilla. Elegir una combinación específica de la luz azul y la luz amarilla da como resultado luz sustancialmente blanca que se emite desde la fuente de luz potenciada con fósforo. Alternativamente, el emisor de luz puede emitir luz de excitación que puede ser, preferiblemente, luz azul. Sólo una parte de la luz de excitación se absorbe por el primer material luminiscente y se convierte en luz verde. El resto de la luz azul se emite directamente por la fuente de luz potenciada con fósforo sin  
 20 conversión y contribuye al color emitido desde la fuente de luz potenciada con fósforo. Posteriormente una parte de la luz verde emitida por el primer material luminiscente se absorbe por el segundo material luminiscente y se convierte en luz roja. El resto de la luz verde se emite por la fuente de luz potenciada con fósforo sin conversión adicional y contribuye junto con la luz azul y la luz roja al color de la luz emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo. Elegir una cantidad específica de primer material luminiscente y segundo material luminiscente determina,  
 25 respectivamente, las contribuciones individuales de la luz de excitación, primera luz de emisión y segunda luz de emisión, y como tal el color de la luz emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo.

Un emisor de luz de estado sólido es, por ejemplo, un diodo emisor de luz, o un diodo láser, o un diodo emisor de luz orgánico. Un beneficio es que el uso de emisores de luz de estado sólido permite que la fuente de luz potenciada  
 30 con fósforo sea muy compacta mientras que tiene un rendimiento luminoso alto. Además, una amplia gama de emisores de luz de estado sólido emiten luz del color azul luz que puede contribuir directamente y puede mezclarse directamente con la luz de salida de la fuente de luz potenciada con fósforo para generar la luz de salida que tiene el color predeterminado. Como tal, puede omitirse una conversión de luz adicional de UV a visible mejorando así la eficiencia de la fuente de luz potenciada con fósforo.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el primer material luminiscente comprende un material luminiscente inorgánico. Un beneficio de esta realización es que ya se conoce una amplia gama de materiales luminiscentes inorgánicos y se usan en muchas aplicaciones diferentes. A menudo estos materiales luminiscentes inorgánicos pueden soportar de manera relativamente fácil los ambientes rigurosos en el interior de un recipiente de  
 35 descarga o cerca de un diodo emisor de luz y como tal pueden usarse para proteger los materiales luminiscentes orgánicos del flujo de luz de alta intensidad y alta densidad emitido por el emisor de luz.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el primer material luminiscente y el segundo material luminiscente constituyen capas de material luminiscente en una pila de materiales luminiscentes. Por ejemplo, el  
 40 primer material luminiscente y segundo material luminiscente pueden no mezclarse, o pueden no mezclarse en un disolvente similar. Como tal, la estructura de capas proporciona el beneficio de que los diferentes materiales luminiscentes pueden generarse por medio de un procedimiento de producción que es más adecuado para el material luminiscente específico. Por ejemplo, los materiales luminiscentes orgánicos a menudo son solubles para generar un líquido que tiene una viscosidad específica. Un líquido de este tipo puede aplicarse fácilmente, por  
 45 ejemplo, sobre un material portador en una capa sustancialmente uniforme por medio de técnicas de recubrimiento por centrifugación bien conocidas. El primer material luminiscente puede no ser soluble y como tal la capa de primer material luminiscente puede generarse por medio de otras técnicas adecuadas para el primer material luminiscente elegido.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, se aplica una capa protectora sobre el segundo material luminiscente para proteger el segundo material luminiscente. Una capa protectora de este tipo puede proteger, por ejemplo, el segundo material luminiscente de influencias ambientales, por ejemplo, cuando el segundo material luminiscente se aplica a una pared externa de una fuente de luz potenciada con fósforo o de un dispositivo de diodo emisor de luz. Alternativamente, la capa protectora puede proteger, por ejemplo, el segundo material  
 50 luminiscente frente a rayarse que preferiblemente tienen que impedirse ya que al rayarse se generaría un aspecto irregular de la fuente de luz potenciada con fósforo, durante el funcionamiento.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el convertidor luminiscente comprende una mezcla de materiales luminiscentes, comprendiendo la mezcla de materiales luminiscentes tanto el primer material luminiscente como el segundo material luminiscente. Un beneficio de esta realización es que el primer material luminiscente y el  
 55 segundo material luminiscente pueden aplicarse a la fuente de luz potenciada con fósforo en una única etapa de

producción. Además, el primer material luminiscente que es un material luminiscente inorgánico puede funcionar como material de dispersión en la mezcla de materiales luminiscentes. A menudo, se aplica material luminiscente en una capa de material. A menudo en una capa de este tipo se capta luz, por ejemplo, por medio de reflexión interna. A menudo parte de esta luz captada vuelve a absorberse y por tanto se pierde lo que reduce la eficiencia de conversión del convertidor luminiscente. Para impedir que la luz se capte en el interior de una capa, puede añadirse material de dispersión adicional a la capa luminiscente. Sin embargo, el material de dispersión también representa alguna clase de pérdida de luz que no se prefiere. Mezclando el material luminiscente inorgánico que es el primer material luminiscente con el material luminiscente orgánico que es el segundo material luminiscente en una única mezcla de materiales luminiscentes, el material luminiscente inorgánico puede actuar como material de dispersión mejorando la extracción de luz generada en el interior del material luminiscente. Un beneficio adicional cuando se usa una mezcla de materiales luminiscentes es que el aspecto de la fuente de luz potenciada con fósforo se determina por la mezcla de los materiales luminiscentes en lugar del aspecto del material luminiscente superior tal como sería el caso en una configuración apilada. Esto generará un aspecto más natural de la fuente de luz potenciada con fósforo que reducirla la confusión del consumidor.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el convertidor luminiscente está ubicado a una distancia del emisor de luz constituyendo una disposición de fósforo remoto. La disposición de fósforo remoto proporciona una colocación del material luminiscente con respecto al emisor de luz tal que se evitan altas temperaturas del emisor de luz o altas densidades de flujo de luz a través de los materiales luminiscentes para garantizar que se mantiene y/o mejora la eficiencia de conversión y la vida útil del material luminiscente. Además, el beneficio cuando se usa una disposición de fósforo remoto es que normalmente se aumenta la gama de materiales luminiscentes de la que elegir ya que muchos materiales luminiscentes conocidos no pueden soportar ambientes rigurosos tales como ambientes internos de recipientes de descarga de lámparas de descarga y ambientes de temperatura alta cuando el material luminiscente se aplica directamente sobre un emisor de luz de estado sólido. Especialmente materiales luminiscentes orgánicos son sensibles a densidades de flujo de luz relativamente altas y temperaturas relativamente altas. Por tanto, usar la disposición de fósforo remoto permite el uso de una amplia gama de materiales luminiscentes orgánicos como segundo material luminiscente.

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el segundo material luminiscente se selecciona de un grupo que comprende:

derivados de perileno tales como materiales Lumogen F (por ejemplo 083 (amarillo), 170 (amarillo), 240 (naranja), 305 (rojo), 850 (verde)), derivados de difluoro-boraindaceno (BODIPY), colorantes de fluoresceína, derivados de fluoreno, colorantes de cumarina, colorantes de xanteno, complejos de pirrometeno-BF2 (P-BF2), derivados de estilbena, colorantes de rodamina, colorantes de carboxi-imida de perileno y polímeros luminiscentes tales como polifenilenvinileno (PPV), derivados de polifenilo.

El primer material luminiscente puede comprender, por ejemplo, los siguientes materiales luminiscentes inorgánicos y/o mezclas de los mismos que absorben luz ultravioleta o luz azul:

$(Lu_{1-x-y-a-b}Y_xGd_y)_3(Al_{1-z-u}Ga_zSi_u)_5O_{12-u}N_u.Ce_aPr_b$  donde  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 < z \leq 0,1$ ,  $0 \leq u \leq 0,2$ ,  $0 < a \leq 0,2$  y  $0 < b \leq 0,1$ , tal como  $Lu_3Al_5O_{12}.Ce^{3+}$  y  $Y_3Al_5O_{12}.Ce^{3+}$ ,

$(Sr_{1-a-b-c}Ca_bBa_c)Si_xN_yO_z.Eu_a^{2+}$  donde  $a = 0,002 - 0,2$ ,  $b = 0,0 - 0,25$ ,  $c = 0,0 - 1,0$ ,  $x = 1,5 - 2,5$ ,  $y = 0,67 - 2,5$ ,  $z = 1,5 - 4$  incluyendo, por ejemplo,  $SrSi_2N_2O_2.Eu^{2+}$  y  $BaSi_2N_{0,67}O_4.Eu^{2+}$ ,

$(Sr_{1-u-v-x}Mg_uCa_vBa_x)(Ga_{2-y-z}Al_yIn_zS_4).Eu^{2+}$  incluyendo, por ejemplo,  $SrGa_2S_4.Eu^{2+}$ ,

$(Sr_{1-x}Ba_x)_2SiO_4.Eu$ , donde  $0 < x \leq 1$ , incluyendo, por ejemplo,  $BaSrSiO_4.Eu^{2+}$ ,

$(Ca_{1-x-y-a-b}Y_xLu_y)_3(Sc_{1-z}Al_z)_2(Si_{1-x-y}Al_{x+y})_3O_{12}.Ce_aPr_b$  donde  $0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 1$ ,  $0 < z \leq 1$ ,  $0 \leq u \leq 0,2$ ,  $0 < a \leq 0,2$  y  $0 < b \leq -0,1$ , tal como  $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}.Ce^{3+}$ .

En una realización de la fuente de luz potenciada con fósforo, el emisor de luz está configurado para emitir luz de excitación que comprende el color primario azul. El beneficio cuando se usa luz azul es que la parte visible de la luz de excitación que no se usa para la excitación del primer material luminiscente puede contribuir directamente a la luz visible emitida por la fuente de luz potenciada con fósforo sin que tenga que convertirse por medio del primer material luminiscente o un segundo material luminiscente en luz de una longitud de onda más larga. Omitir la necesidad de convertir parte de la longitud de onda de excitación potencia adicionalmente la eficiencia de la fuente de luz potenciada con fósforo. La luz de excitación puede ser, por ejemplo, luz visible del color azul que puede usarse junto con el primer material luminiscente que emite luz del color verde y el segundo material luminiscente que emite luz del color rojo para obtener, en la mezcla correcta, luz blanca que tiene una temperatura de color predefinida.

**Breve descripción de los dibujos:**

Estos y otros aspectos de la invención resultan evidentes a partir de, y se aclararán con referencia a, las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

las figuras 1A y 1B muestran un convertidor luminiscente según la invención,

las figuras 2A y 2B muestran una realización de una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende un emisor de luz de estado sólido y un convertidor luminiscente según la invención,

las figuras 3A y 3B muestran una realización de fuentes de luz potenciadas con fósforo que constituyen una lámpara de descarga en la que el emisor de luz está constituido por la descarga de la lámpara de descarga,

la figura 4A muestra un espectro de excitación de un material luminiscente orgánico y el espectro de emisión de un material luminiscente inorgánico YAG que emite luz verde, y la figura 4B muestra el espectro de excitación y emisión del material luminiscente orgánico, y

la figura 5A muestra el espectro de emisión de una fuente de luz potenciada con fósforo que comprende una luz de excitación azul de un emisor de luz de estado sólido, una primera luz de emisión verde del primer material luminiscente y una segunda luz de emisión roja del material luminiscente orgánico, y la figura 5B muestra el espectro de emisión de una lámpara de descarga que comprende el primer material luminiscente inorgánico YAG y el segundo material luminiscente orgánico.

Las figuras son puramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. Particularmente por claridad, algunas dimensiones se exageran enormemente. Los componentes similares en las figuras se indican con los mismos números de referencia siempre que sea posible.

**Descripción detallada de las realizaciones:**

Las figuras 1A y 1B muestran un convertidor 10, 12 luminiscente según la invención. El convertidor 10, 12 luminiscente está constituido por dos materiales luminiscentes diferentes, un primer material 20 luminiscente y un segundo material 30 luminiscente que comprende un material 30 luminiscente orgánico. El primer material 20 luminiscente está configurado para absorber al menos una parte de la luz de excitación  $h\nu_0$  que incide en el convertidor 10, 12 luminiscente. Una parte de la luz absorbida por el primer material 20 luminiscente se convierte posteriormente en la primera luz de emisión  $h\nu_1$  que tiene una longitud de onda más larga y se emite por el primer material 20 luminiscente. La parte no absorbida de la luz de excitación  $h\nu_0$  puede transmitirse, por ejemplo, a través del convertidor 10, 12 luminiscente y puede contribuir a la luz global emitida por el convertidor 10, 12 luminiscente mezclándose con la luz emitida por el primer material 20 luminiscente y el segundo material 30 luminiscente. El segundo material 30 luminiscente está configurado para absorber al menos una parte de la primera luz de emisión  $h\nu_1$  y convierte una parte de la primera luz de emisión absorbida  $h\nu_1$  en la segunda luz de emisión  $h\nu_2$  que tiene una longitud de onda más larga en comparación con la primera longitud de emisión  $h\nu_1$ . Como tal, se usa la primera luz de emisión  $h\nu_1$  para excitar el segundo material 30 luminiscente que es el material 30 luminiscente orgánico.

En el texto anterior, una parte de la luz incidente se absorbe por material luminiscente que convierte posteriormente una parte adicional de la luz absorbida en luz de una longitud de onda más larga. Normalmente la parte de la luz incidente que se absorbe y la parte adicional posterior que se convierte en luz de una longitud de onda más larga son diferentes. La cantidad de luz incidente que se absorbe depende, por ejemplo, de la concentración del material luminiscente específico que se ilumina con la luz de excitación. La cantidad de luz absorbida que se convierte posteriormente depende normalmente de la eficiencia cuántica del material luminiscente y por tanto varía para cada material luminiscente. Como tal, variando la concentración del material luminiscente puede determinarse la contribución de la luz de excitación  $h\nu_0$ , primera luz de emisión  $h\nu_1$  y segunda luz de emisión  $h\nu_2$  a la luz global emitida por el convertidor 10, 12 luminiscente lo que determina el color global de luz emitida por el convertidor 10, 12 luminiscente.

Los inventores han encontrado que la conversión de luz en dos etapas según la invención genera un desplazamiento de Stokes relativamente pequeño de la luz emitida por el material 30 luminiscente orgánico. A partir de experimentos se ha encontrado que este desplazamiento de Stokes relativamente pequeño da como resultado un espectro de emisión  $h\nu_2$  emitido por el material 30 luminiscente orgánico que permanece relativamente estrecho. Normalmente la segunda luz de emisión  $h\nu_2$  tiene una longitud de onda relativamente larga y representa normalmente la contribución en el "rojo" a la luz emitida por una fuente 100, 102, 104 de luz potenciada con fósforo (véanse las figuras 2 y 3). Esta contribución en el "rojo" debe tener preferiblemente un espectro de emisión  $h\nu_2$  que tiene una anchura específica en lugar de una emisión de línea sustancial para garantizar buenas características de reproducción cromática de la fuente 100, 102, 104 de luz potenciada con fósforo. Sin embargo, normalmente la contribución en el "rojo" no debe comprender demasiada luz infrarroja ya que esto sólo da como resultado la emisión

de luz infrarroja que no puede usarse lo que reduce de nuevo la eficiencia de la fuente 100, 102, 104 de luz potenciada con fósforo. Reduciendo el desplazamiento de Stokes del material 30 luminiscente orgánico, se limita la anchura del espectro de la segunda luz 30 de emisión de modo que puede obtenerse una contribución en el "rojo" suficiente para tener buena reproducción cromática mientras que no se emite sustancialmente ninguna luz en la parte infrarroja del espectro. Como tal, se mejora la eficiencia.

La figura 1A muestra una realización en la que el convertidor 10 luminiscente comprende una pila 50 del primer material 20 luminiscente y el segundo material 30 luminiscente dispuestos en capas separadas de material luminiscente. Como tal, la pila 50 de capas de materiales 20, 30 luminiscentes permite que cada uno de los materiales luminiscentes diferentes puedan aplicarse a un material portador (no mostrado) por medio de un procedimiento de producción que es más adecuado para el material 20, 30 luminiscente específico. Generalmente cuando se mezclan materiales luminiscentes tanto orgánico como inorgánico para generar el convertidor 10, 12 luminiscente estos materiales diferentes no se mezclan necesariamente, por ejemplo, en el mismo disolvente. Alternativamente, la resistencia al calor de los materiales 20, 30 luminiscentes diferentes puede ser demasiado diferente como para mezclarlos de manera simple. Por tanto la pila 50 de capas permite aplicar los materiales 20, 30 luminiscentes individuales usando sus propios procedimientos optimizados.

La figura 1B muestra una realización en la que el convertidor 12 luminiscente está constituido por una mezcla 52 de materiales luminiscentes también indicada además como una matriz 52. La matriz 52 tal como se muestra en la figura 1B comprende una mezcla del primer material 20 luminiscente y el segundo material 30 luminiscente. En una disposición de este tipo, la mezcla de múltiples materiales luminiscentes puede aplicarse simultáneamente, reduciendo las etapas de procedimiento necesarias para producir el convertidor 12 luminiscente. Además, el uso de la matriz 52 permite usar algunos materiales luminiscentes inorgánicos, por ejemplo, el primer material 20 luminiscente como material de dispersión para mejorar la emisión y absorción de luz de la matriz 52. Generalmente, puede captarse luz en una capa transparente de material tal como la matriz 52. Esta captación se basa normalmente en la reflexión interna total y la eficiencia de manera relativa de modo que esta se usa a menudo en guías de luz. Sin embargo, cuando se capta luz en la matriz 52, parte de esta luz captada se pierde debido a pérdidas de absorción en el interior de la matriz 52, que reducen sustancialmente la eficiencia del convertidor 10, 12 luminiscente. Por supuesto, también puede usarse la adición de cuerpos de dispersión adicionales o estructuras de extracción de luz, pero tales cuerpos de dispersión adicionales también representan alguna pérdida en el sistema y reducen la eficiencia global. Mezclando, por ejemplo, cristales de material luminiscente inorgánico en el interior de la matriz 52, por ejemplo, el primer material 20 luminiscente, puede mejorarse la extracción de luz sin tener que añadir material adicional a la matriz 52.

El convertidor 10, 12 luminiscente tal como se muestra en las figuras 1A y 1B puede aplicarse directamente sobre el emisor 40, 42 de luz (véanse las figuras 2 y 3) o puede aplicarse a una distancia del emisor 40, 42 de luz de modo que se genera una disposición de fósforo remoto. Esta disposición de fósforo remoto se conoce bien y proporciona el beneficio de que la temperatura de los materiales luminiscentes, durante el funcionamiento, permanece inferior en comparación con cuando los materiales luminiscentes se aplican directamente sobre el emisor 40, 42 de luz. Un beneficio adicional de esta disposición de fósforo remoto es que el flujo de luz a través del fósforo remoto es normalmente más pequeño debido a la distancia. La temperatura y el flujo de luz altos a través del material luminiscente puede provocar que el material luminiscente se degrade más rápido. Como tal, usando una disposición de fósforo remoto, puede aplicarse una gama más amplia de materiales luminiscentes en el convertidor 10, 12 luminiscente para la fuente 100, 102, 104 de luz potenciada con fósforo.

Las figuras 2A y 2B muestran una realización de una fuente 100 de luz potenciada con fósforo que comprende un emisor 40 de luz de estado sólido y un convertidor 10 luminiscente según la invención. La figura 2A muestra una fuente 100 de luz potenciada con fósforo ensamblada y la figura 2B muestra los elementos 20, 30, 40, 60 individuales de la fuente 100 de luz potenciada con fósforo. En el emisor 40 de luz de estado sólido un primer material 20 luminiscente está configurado para convertir al menos una parte de la luz de excitación  $h\nu_0$  emitida por el emisor 40 de luz de estado sólido en una primera luz de emisión  $h\nu_1$ . Posteriormente, encima del primer material 20 luminiscente se dispone un segundo material 30 luminiscente que está configurado para convertir al menos una parte de la primera luz de emisión  $h\nu_1$  en una segunda luz de emisión  $h\nu_2$ . Debido a que no se convierte toda la luz de excitación  $h\nu_0$  ni la totalidad de la primera luz de emisión  $h\nu_1$ , la emisión de la fuente 100 de luz potenciada con fósforo comprende normalmente una mezcla de la luz de excitación  $h\nu_0$ , la primera luz de emisión  $h\nu_1$  y la segunda luz de emisión  $h\nu_2$ . Además, puede aplicarse un elemento 60 de conformación de luz encima del segundo material 30 luminiscente para conformar la luz emitida por la fuente 100 de luz potenciada con fósforo.

Preferiblemente, la luz de excitación  $h\nu_0$  es luz azul ya que esto contribuirá a la contribución en el azul para generar luz blanca emitida desde la fuente 100 de luz potenciada con fósforo. Alternativamente, el emisor 40 de luz de estado sólido puede emitir luz ultravioleta  $h\nu_0$  que debe convertirse, por ejemplo, en luz azul y luz amarilla para generar luz blanca. En una configuración de este tipo, el elemento 60 de conformación de luz puede estar constituido por material de bloqueo de UV o puede comprender una capa de bloqueo de UV (no mostrada) para impedir que la luz ultravioleta se emita desde la fuente 100 de luz potenciada con fósforo. En el caso en el que la luz de excitación  $h\nu_0$  es luz ultravioleta, el convertidor 10, 12 luminiscente puede comprender un material luminiscente adicional de modo que se generan tres colores diferentes de luz a partir de la luz ultravioleta incidente  $h\nu_0$ . El

material luminiscente adicional puede convertir, por ejemplo, luz ultravioleta en luz azul, el primer material 20 luminiscente puede convertir, por ejemplo, luz ultravioleta en luz verde, y el segundo material 30 luminiscente puede convertir, por ejemplo, parte de la luz verde en luz roja.

5 En la disposición mostrada en las figuras 2A y 2B el convertidor 10 luminiscente se une de manera sustancialmente directa al emisor 40 de luz de estado sólido. Esto no representa una disposición de fósforo remoto ya que en la disposición mostrada en las figuras 2A y 2B el primer material 20 luminiscente y el segundo material 30 luminiscente se volverán relativamente calientes, durante el funcionamiento, y experimentarán un flujo de luz relativamente alto, durante el funcionamiento, lo que limita claramente la elección de materiales luminiscentes adecuados para esta  
10 disposición. Alternativamente, por supuesto, el convertidor 10 luminiscente puede estar dispuesto como un elemento autoportante que se sitúa, por ejemplo, a una distancia (no mostrada) del emisor 40 de luz de estado sólido en una disposición de fósforo remoto. Por ejemplo, el emisor 40 de luz de estado sólido puede estar dispuesto en una copa de reflector (no mostrada) que comprende en algún lugar en la copa de reflector a una distancia del emisor 40 de luz de estado sólido el convertidor 10, 12 luminiscente según cualquiera de las figuras 1A o 1B.  
15 Alternativamente, el convertidor 10, 12 luminiscente puede estar dispuesto en o puede ser parte de un colimador (no mostrado) que colima la luz del emisor 40 de luz de estado sólido.

Además, en la disposición mostrada en las figuras 2A y 2B el convertidor 10 luminiscente comprende una pila 50 (véase la figura 1A) de materiales 20, 30 luminiscentes diferentes. Por supuesto, esta pila 50 de materiales luminiscentes diferentes puede intercambiarse por una matriz 52 que comprende una mezcla de materiales luminiscentes diferentes tal como se indicó en la figura 1B.

Las figuras 3A y 3B muestran una realización de fuentes 102, 104 de luz potenciadas con fósforo que constituyen una lámpara 102, 104 de descarga en la que el emisor 42 de luz está constituido por la descarga 42 de la lámpara  
25 102, 104 de descarga. Las fuentes 102, 104 de luz potenciadas con fósforo comprenden además un convertidor 10, 12 luminiscente según la invención. La lámpara 102, 104 de descarga comprende un recipiente 110 de descarga que encierra un espacio 120 de descarga de manera estanca a gases. El recipiente 110 de descarga comprende un relleno de gas y comprende medios 130 de descarga para mantener, durante el funcionamiento, una descarga 42 en la espacio 120 de descarga. La luz de excitación  $h\nu_0$  emitida, durante el funcionamiento, desde la descarga 42  
30 depende, por ejemplo, del relleno de gas en el recipiente 110 de descarga. En la realización mostrada en la figura 3A el primer material 20 luminiscente se aplica en el interior del recipiente de descarga sobre una pared 114 del recipiente 110 de descarga orientada hacia la descarga 42. Un beneficio de esta disposición es que cuando la luz de excitación  $h\nu_0$  es luz ultravioleta  $h\nu_0$ , el primer material 20 luminiscente convierte esta luz ultravioleta  $h\nu_0$  en una primera luz de emisión  $h\nu_1$  que es preferiblemente luz visible  $h\nu_1$  y que transita de manera relativamente fácil a través del recipiente 110 de descarga. El segundo material 30 luminiscente se aplica al exterior del recipiente 110 de  
35 descarga, de modo que se aplica a la pared 112 del recipiente 110 de descarga orientado en dirección opuesta a la descarga 42. Como tal, el segundo material 30 luminiscente no está expuesto al ambiente riguroso en el interior del recipiente 110 de descarga y está expuesto a temperaturas inferiores en comparación con el primer material 20 luminiscente. Además, debido al hecho de que el segundo material 30 luminiscente está configurado para absorber parte de la primera luz de emisión  $h\nu_1$ , que en el caso actual es luz visible  $h\nu_1$ , no tiene que emitirse ninguna luz ultravioleta  $h\nu_0$  desde el recipiente 110 de descarga y como tal, no se necesita producir el recipiente 110 de  
40 descarga a partir de cuarzo o material de otro modo transparente a UV que limita el coste del recipiente 110 de descarga. Como el material luminiscente que proporciona la contribución en el “rojo” en lámparas de descarga conocidas con un CRI alto tiene una eficiencia relativamente mala, mientras que los materiales luminiscentes que contribuyen en el “azul” y los materiales que contribuyen en el “verde” tienen buena eficiencia, el uso del segundo material 30 luminiscente que es un material 30 luminiscente orgánico que tiene alta eficiencia cuántica en el exterior del recipiente de descarga aumenta considerablemente la eficiencia de la lámpara 102, 104 de descarga de CRI alto.  
45

50 En la realización mostrada en la figura 3A sólo se muestra parte de la lámpara 102 de descarga y sólo se muestra uno de al menos dos medios 130 de descarga que son un electrodo 130. Además, la parte izquierda de la realización mostrada en la figura 3A comprende una capa 150 adicional aplicada encima de la segunda capa 30 luminiscente y es una capa 150 protectora para proteger el segundo material 30 luminiscente. Una capa 150 protectora de este tipo puede proteger, por ejemplo, el segundo material 30 luminiscente de influencias ambientales en el exterior de la fuente 102 de luz potenciada con fósforo, o puede proteger, por ejemplo, el segundo material 30  
55 luminiscente frente a rayarse. Debe aclararse que si se requiere tal capa 150 protectora, la capa 150 protectora se aplica para cubrir la totalidad del segundo material 30 luminiscente, por tanto también en la parte derecha de la realización mostrada en la figura 3A.

60 Alternativamente, el material 30 luminiscente en la figura 3A y 3B también puede ser una mezcla 30 del primer y segundo material luminiscente y en la que se dispone un tercer material 20 luminiscente sobre la pared 114 interna del recipiente 110 de descarga. Este tercer material 20 luminiscente puede emitir, por ejemplo, luz de la que parte se absorbe por el primer material luminiscente y se convierte en luz que tiene una longitud de onda más larga. Posteriormente, parte de la luz emitida por el primer material luminiscente se absorbe por el segundo material  
65 luminiscente comprendido en la mezcla 30 y se convierte en luz que tiene una longitud de onda incluso más larga. Una conversión en tres etapas de este tipo se muestra, por ejemplo, en la figura 5B.

En la realización mostrada en la figura 3B la fuente 104 de luz potenciada con fósforo comprende además una bombilla 140 externa que rodea el recipiente 110 de descarga. El segundo material 30 luminiscente está dispuesto sobre una pared de la bombilla 140 externa. En la disposición mostrada en la figura 3B se aumenta adicionalmente la distancia entre el segundo material 30 luminiscente y el recipiente 110 de descarga, reduciendo normalmente además la temperatura del segundo material 30 luminiscente. El segundo material 30 luminiscente puede aplicarse, por ejemplo, en el interior de la bombilla 140 externa, es decir sobre un lado 142 de la pared de la bombilla 140 externa orientado hacia el recipiente 110 de descarga. En esta disposición, tal como se muestra en la figura 3B, la bombilla 140 externa puede usarse para crear un ambiente especial para el segundo material 30 luminiscente, por ejemplo, generar un ambiente libre de oxígeno para impedir la oxidación del segundo material 30 luminiscente. Alternativamente, el espacio entre la bombilla 140 externa y el recipiente 110 de descarga puede ser un vacío para impedir la conducción de calor desde el recipiente 110 de descarga hacia el segundo material 30 luminiscente.

Alternativamente, el segundo material 30 luminiscente puede aplicarse al exterior de la bombilla 140 externa (no mostrada), es decir a una pared de la bombilla 140 externa orientada en dirección opuesta al recipiente 110 de descarga. En una disposición de este tipo, la capa 150 protectora (véase la figura 3A) puede aplicarse de nuevo encima del segundo material 30 luminiscente para proteger el segundo material 30 luminiscente.

Un beneficio adicional cuando se usa la bombilla 140 externa es que puede ser relativamente fácil cambiar el color de la fuente 104 de luz potenciada con fósforo, intercambiando simplemente la bombilla 140 externa por una bombilla 140 externa que tiene un material luminiscente diferente o que tiene una mezcla de materiales luminiscentes diferentes.

La figura 4A muestra un espectro de excitación  $h\nu_2$  del segundo material 30 luminiscente que es un material 30 luminiscente orgánico conocido como F305, y el primer espectro de emisión  $h\nu_1$  del primer material 20 luminiscente que es un material luminiscente inorgánico conocido como YAG que emite luz verde. Tal como puede observarse claramente a partir de la figura 4A la absorción pico del segundo material 30 luminiscente coincide sustancialmente con el pico de emisión de la primera luz de emisión  $h\nu_1$ . Como tal, queda claro que usar el material 30 luminiscente orgánico conocido como F305 permite absorber de manera eficiente parte de la primera luz de emisión  $h\nu_1$  y convertir parte de la primera luz de emisión absorbida  $h\nu_1$  en la segunda luz de emisión  $h\nu_2$ .

La figura 4B muestra tanto el espectro de excitación  $h\nu_2$  como el espectro de la segunda luz de emisión  $h\nu_2$  del segundo material 30 luminiscente que es el material 30 luminiscente orgánico conocido como F305. A partir de los espectros mostrados queda claro que el desplazamiento de Stokes durante la conversión de luz del material 30 luminiscente orgánico conocido como F305 es normalmente inferior a 100 nanómetros. Además, puede observarse directamente que el espectro de la segunda luz de emisión  $h\nu_2$  no es demasiado amplio lo que da como resultado una buena reproducción cromática debido a la contribución en el "rojo" del material 30 luminiscente orgánico mientras que no se emite sustancialmente ninguna luz en el infrarrojo.

La figura 5A muestra el espectro de emisión de una fuente 100 de luz potenciada con fósforo (véase la figura 2) que comprende una luz de excitación azul de un emisor 40 de luz de estado sólido (véase la figura 2), una primera luz de emisión verde  $h\nu_1$  del primer material 20 luminiscente y una segunda luz de emisión roja  $h\nu_2$  del material 30 luminiscente orgánico. Como primer material 20 luminiscente se usa de nuevo el material 20 luminiscente conocido como YAG que absorbe la luz de excitación  $h\nu_0$  y convierte parte de la luz de excitación  $h\nu_0$  en la primera luz de emisión  $h\nu_1$  que es luz verde. Posteriormente, parte de la primera luz de emisión  $h\nu_1$  se absorbe por el segundo material 30 luminiscente y se convierte a la segunda luz de emisión  $h\nu_2$ . La diferencia entre los dos espectros mostrados en la figura 5A está provocada por las diferentes concentraciones de primer material 20 luminiscente y segundo material 30 luminiscente en el convertidor 10, 12 luminiscente. Además, queda claro que la luz de excitación  $h\nu_0$  emitida por el emisor 40 de luz de estado sólido tiene normalmente un espectro relativamente estrecho, mientras que la primera luz de emisión  $h\nu_1$  y la segunda luz de emisión  $h\nu_2$  tienen espectros más amplios que se solapan parcialmente. Este espectro relativamente amplio permite generalmente una buena reproducción cromática por la fuente 100 de luz potenciada con fósforo.

La figura 5B muestra el espectro de emisión de una lámpara 102, 104 de descarga que comprende el material luminiscente inorgánico YAG y el material luminiscente orgánico. Una mezcla de fósforo adicional (indicada con texto 865) en el interior del recipiente 110 de descarga convierte la radiación ultravioleta del recipiente de descarga en luz azul  $h\nu_0$  emitida desde el recipiente 110 de descarga (véase la figura 3A o 3B). Una parte de la luz azul  $h\nu_0$  emitida por el fósforo adicional se absorbe posteriormente por el primer material 30 luminiscente que es YAG:Ce. El YAG:Ce convierte posteriormente parte de la luz azul absorbida  $h\nu_0$  en luz verde  $h\nu_1$  y emite la luz verde  $h\nu_1$ . A partir de esta luz verde  $h\nu_1$ , una parte se absorbe de nuevo por el Lumogen F 305 para generar la emisión de luz roja adicional  $h\nu_2$ . Por tanto, realmente esto es una conversión de luz en 3 etapas.

Debe observarse que las realizaciones mencionadas anteriormente ilustran en lugar de limitar la invención, y que los expertos en la técnica podrán diseñar muchas realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 En las reivindicaciones, ningún símbolo de referencia situado entre paréntesis debe interpretarse como limitativo de la reivindicación. El uso del verbo “comprender” y sus conjugaciones no excluye la presencia de elementos o etapas diferentes de los mencionados en una reivindicación. El artículo “un” o “una” precediendo a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos. La invención puede implementarse por medio de hardware que comprende varios elementos diferenciados. En la reivindicación de dispositivo que indica varios medios, varios de estos medios pueden implementarse mediante un único elemento de hardware. El mero hecho de que determinadas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no pueda usarse una combinación de estas medidas de manera ventajosa.

**REIVINDICACIONES**

1. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo que comprende un emisor (40) de luz dispuesto para emitir luz de excitación (hv0) y que comprende un convertidor (10, 12) luminiscente,
- 5 en la que el emisor (40) de luz comprende un emisor (40) de luz de estado sólido,
- en la que el convertidor (10, 12) luminiscente comprende
- 10 un primer material (20) luminiscente configurado para absorber al menos una parte de la luz de excitación (hv0) emitida por un emisor (40) de luz de la fuente (100) de luz potenciada con fósforo, y para convertir al menos una parte de la luz de excitación absorbida (hv0) en una primera luz de emisión (hv1) que comprende una longitud de onda más larga en comparación con la luz de excitación (hv0),
- 15 un segundo material (30) luminiscente que comprende material (30) luminiscente orgánico y configurado para absorber al menos una parte de la primera luz de emisión (hv1) emitida por el primer material (20) luminiscente, y para convertir al menos una parte de la primera luz de emisión absorbida (hv1) en una segunda luz de emisión (hv2) que tiene una longitud de onda más larga en comparación con la primera luz de emisión (hv1),
- 20 estando la fuente (100) de luz potenciada con fósforo caracterizada por una diferencia de longitud de onda entre la primera luz de emisión (hv1) y la segunda luz de emisión (hv2) que es inferior a 100 nanómetros, y el segundo material luminiscente es un material luminiscente orgánico que emite en el rojo.
- 25 2. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según la reivindicación 1, en la que el primer material (20) luminiscente comprende un material (20) luminiscente inorgánico.
3. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que el primer material (20) luminiscente y el segundo material (30) luminiscente constituyen capas de material luminiscente en una pila (50) de materiales luminiscentes.
- 30 4. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que se aplica una capa (60, 150) protectora sobre el segundo material (30) luminiscente para proteger el segundo material (30) luminiscente.
- 35 5. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el convertidor (10, 12) luminiscente comprende una mezcla (52) de materiales luminiscentes, comprendiendo la mezcla (52) de materiales luminiscentes tanto el primer material (20) luminiscente como el segundo material (30) luminiscente.
- 40 6. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el convertidor (10, 12) luminiscente está ubicado a una distancia del emisor (40) de luz constituyendo una disposición de fósforo remoto.
- 45 7. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el segundo material (30) luminiscente se selecciona de un grupo que comprende:
- 50 derivados de perileno, derivados de difluoro-boraindaceno (BODIPY), colorantes de fluoresceína, derivados de fluoreno, colorantes de cumarina, colorantes de xanteno, complejos de pirrometeno-BF2 (P-BF2), derivados de estilbena, colorantes de rodamina, colorantes de carboxi-imida de perileno y polímeros luminiscentes que comprenden polifenilvinileno (PPV) o derivados de polifenilo.
8. Fuente (100) de luz potenciada con fósforo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el emisor (40) de luz está configurado para emitir luz de excitación (hv0) que comprende el color primario azul.
- 55

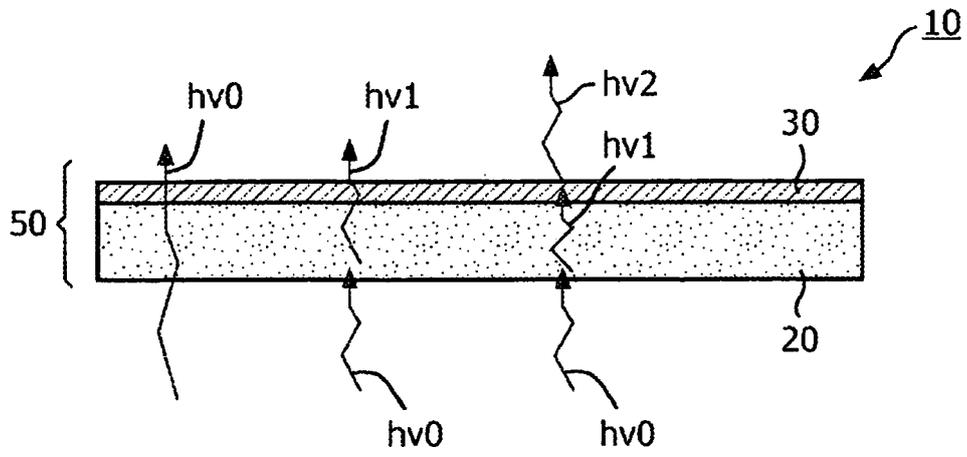


FIG. 1A

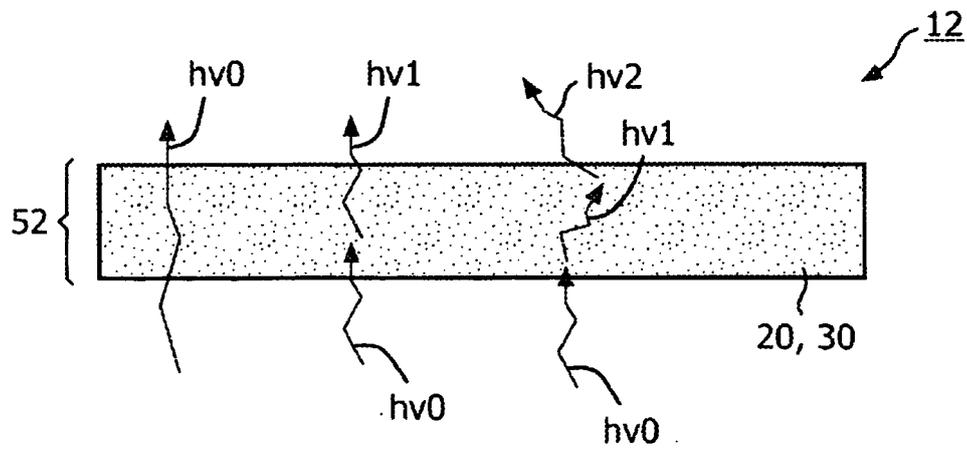


FIG. 1B

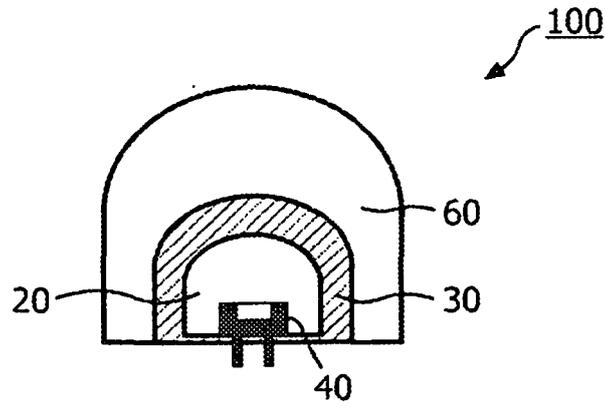


FIG. 2A

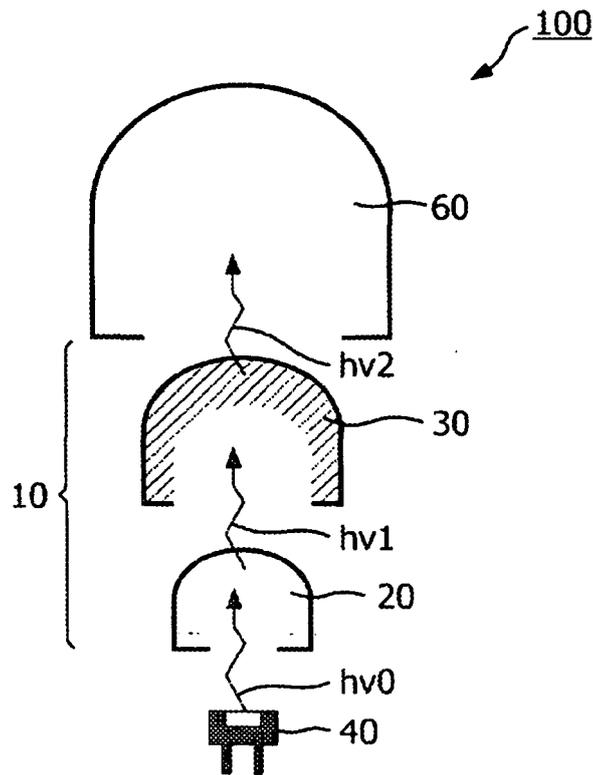


FIG. 2B

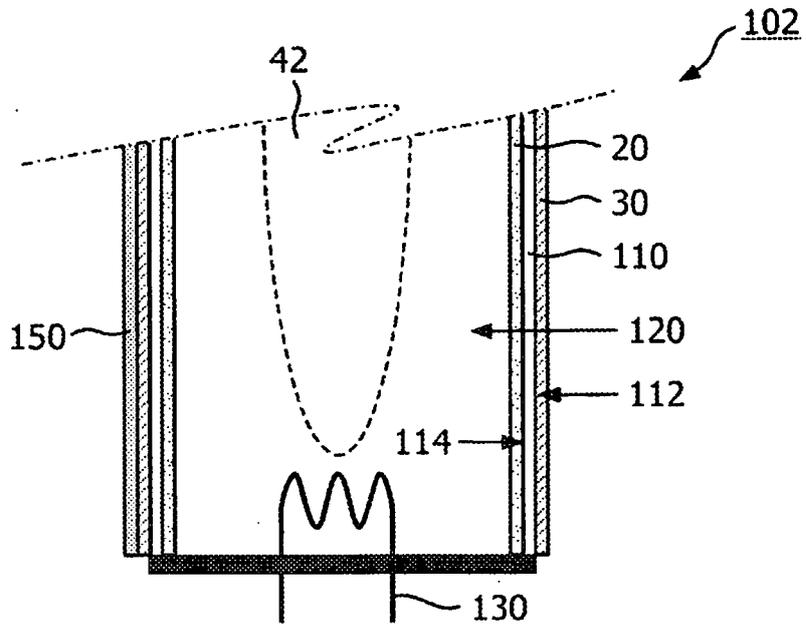


FIG. 3A

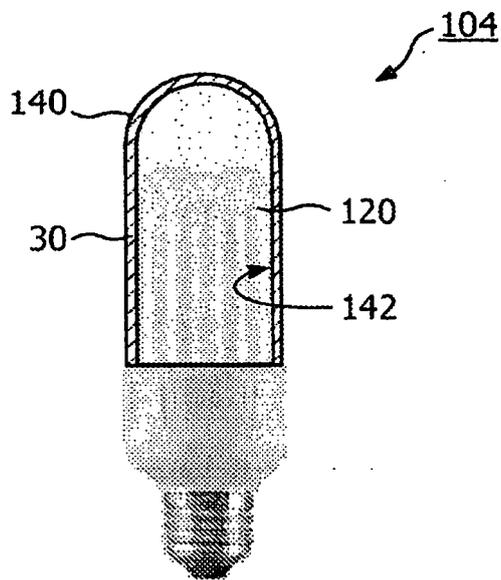


FIG. 3B

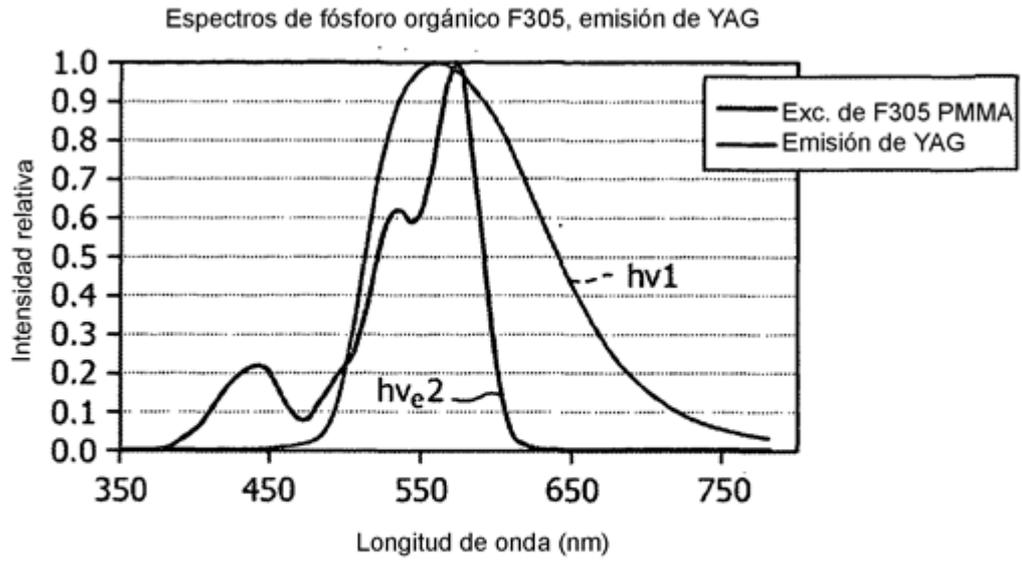


FIG. 4A

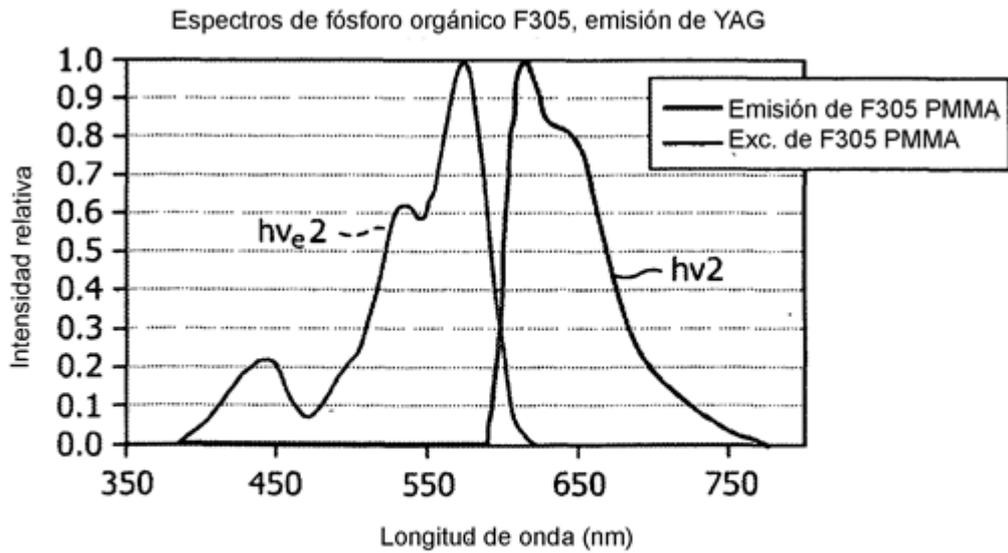


FIG. 4B

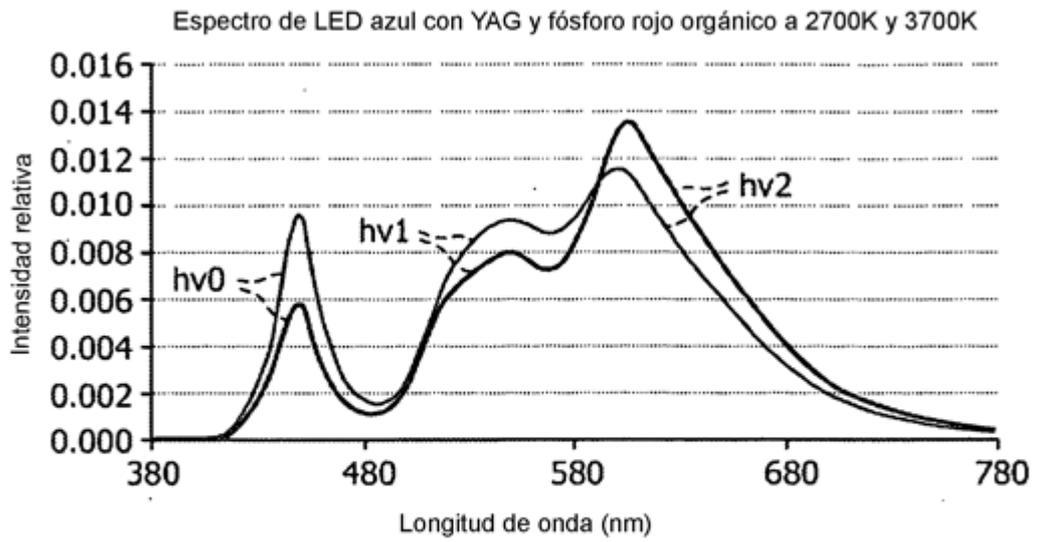


FIG. 5A

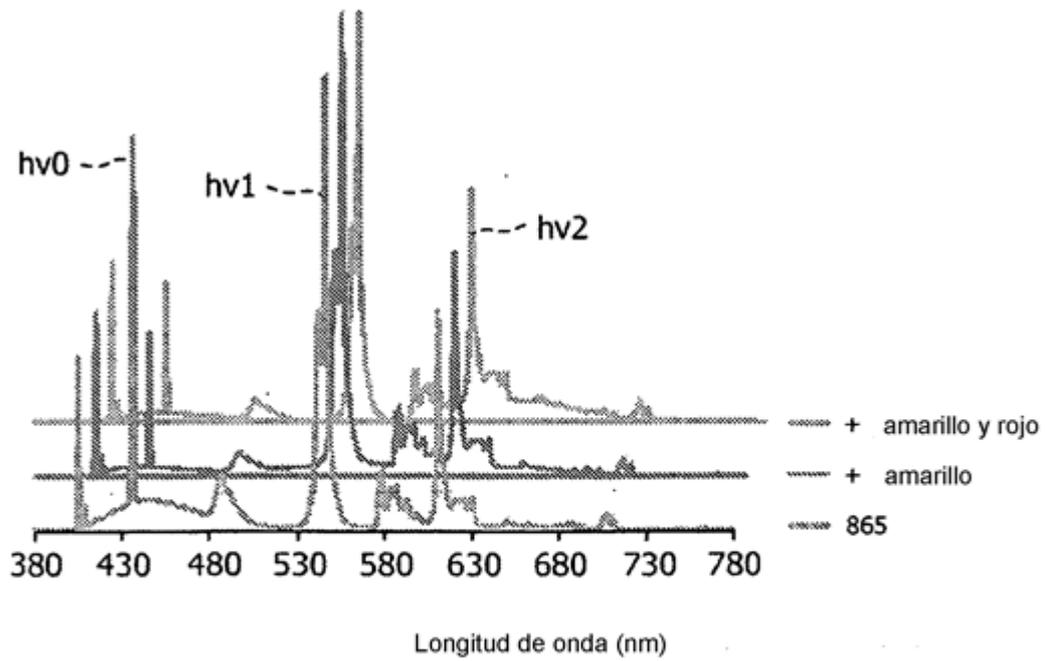


FIG. 5B