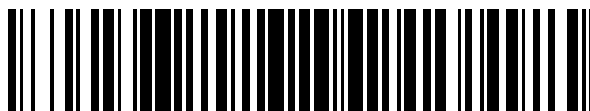


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 490 603**

51 Int. Cl.:

**C09K 11/78** (2006.01)  
**C09K 11/66** (2006.01)  
**C09K 11/75** (2006.01)  
**C09K 11/79** (2006.01)  
**C09K 11/86** (2006.01)  
**C09K 11/80** (2006.01)  
**C09K 11/81** (2006.01)  
**H01L 33/00** (2010.01)  
**H01L 33/50** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2004 E 08166716 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014 EP 2025734**

54 Título: **Dispositivo emisor de luz**

30 Prioridad:

**10.06.2004 KR 20040042396**

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

**04.09.2014**

73 Titular/es:

**SEOUL SEMICONDUCTOR CO., LTD. (100.0%)  
148-29, GASAN-DONG, GEUMCHEON-GU  
SEOUL 153-023, KR**

72 Inventor/es:

**ROTH, GUNDULA;  
TEWS, WALTER y  
LEE, CHUNG HOON**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 490 603 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

Dispositivo emisor de luz

### 5 **Antecedentes de la invención**

#### 1. Campo de la invención

10 La invención se refiere a dispositivos emisores de luz y, más particularmente, a dispositivos emisores de luz que incluyen al menos un diodo emisor de luz y un compuesto fosforescente, incluyendo el compuesto fosforescente compuestos químicos dopados con cobre y que convierten la longitud de onda de la luz.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

15 Los dispositivos emisores de luz (LED) que se usaban para dispositivos electrónicos, se usan ahora para automóviles y productos de iluminación. Puesto que los dispositivos emisores de luz tienen características eléctricas y mecánicas superiores, las demandas de dispositivos emisores de luz se han aumentado. En relación con esto, está aumentando el interés en LEDs blancos como una alternativa a las lámparas fluorescentes y las lámparas incandescentes.

20 En la tecnología LED, se ha propuesto de forma variada una solución para la realización de luz blanca. Normalmente, la realización de tecnología LED es poner el compuesto fosforescente en el diodo emisor de luz, y mezclar la emisión primaria del diodo emisor de luz y la emisión secundaria del compuesto fosforescente, que convierte la longitud de onda. Por ejemplo, como se muestra en los documentos WO 98/05078 y WO 98/12757, el uso de un diodo emisor de luz azul, que es capaz de emitir un pico de longitud de onda a 450-490 nm, y un material del grupo YAG, que absorbe luz del diodo emisor de luz azul y emite luz amarilla (principalmente), que puede tener diferente longitud de onda de aquella de la luz absorbida.

30 Sin embargo, en un LED blanco normal, el intervalo de temperatura del color es estrecho y está entre aproximadamente 6.000-8.000 K, y el CRI (Índice de Rendimiento de Color) es de aproximadamente 60 a 75. Por lo tanto, es difícil producir el LED blanco con una coordinación de color y temperatura de color que sean similares a aquellas de la luz visible. Esta es una de las razones por las que solo puede obtenerse el color de la luz blanca con una sensación fría. Además, las sustancias fosforescentes que se usan para LEDs blancos normalmente son inestables en agua, vapor o disolventes polares, y esta inestabilidad puede provocar cambios en las características de emisión del LED blanco.

### **Sumario de la invención**

40 Se proporciona un dispositivo emisor de luz de conversión de la longitud de onda. En una realización conforme a esta invención, se proporciona un dispositivo para emitir luz. El dispositivo puede incluir un sustrato, una pluralidad de electrodos proporcionados en el sustrato, un diodo emisor de luz configurado para emitir luz, estando provisto el diodo emisor de luz en uno de la pluralidad de electrodos, sustancias fosforescentes configuradas para cambiar una longitud de onda de la luz, cubriendo las sustancias fosforescentes sustancialmente al menos una porción del diodo emisor de luz y un dispositivo eléctricamente conductor configurado para conectar el diodo emisor de luz con otro de la pluralidad de electrodos.

50 En otra realización conforme a esta invención, un dispositivo emisor de luz puede incluir una pluralidad de conductores, un portadiodos proporcionado en el extremo de uno de la pluralidad de conductores, un diodo emisor de luz proporcionado en el portadiodos, incluyendo el diodo emisor de luz una pluralidad de electrodos, sustancias fosforescentes configuradas para cambiar una longitud de onda de la luz, cubriendo sustancialmente las sustancias fosforescentes al menos una porción del diodo emisor de luz; y un dispositivo eléctricamente conductor configurado para conectar el dispositivo emisor de luz con otro de la pluralidad de conductores.

55 En otra realización conforme a esta invención, un dispositivo emisor de luz puede incluir una carcasa, un sumidero de calor al menos parcialmente proporcionado en la carcasa, una pluralidad de marcos conductores proporcionados en el sumidero de calor, un diodo emisor de luz montado en una de la pluralidad de marcos conductores, sustancias fosforescentes configuradas para cambiar una longitud de onda de la luz, cubriendo sustancialmente las sustancias fosforescentes al menos una porción del diodo emisor de luz y un dispositivo eléctricamente conductor configurado para conectar el diodo emisor de luz con otro de la pluralidad de marcos conductores.

60 El compuesto fosforescente conforme a esta invención incluye silicatos dopados con cobre, antimonato dopados con cobre, germanatos dopados con cobre, germanato-silicatos dopados con cobre, fosfatos dopados con cobre o cualquier combinación de los mismos. Se proporcionan también las fórmulas para las sustancias fosforescentes consistentes con esta invención.

65 **Breve descripción de los dibujos**

Los aspectos adicionales de la invención pueden resultar evidentes tras la consideración de la siguiente descripción detallada, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los que los caracteres de referencias similares se refieren a partes análogas en toda la memoria y, en los que:

- 5 La Figura 1 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz en un paquete tipo chip conforme a esta invención;  
 La Figura 2 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz de paquete tipo trompa conforme a esta invención;  
 10 La Figura 3 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz de paquete tipo lámpara conforme a esta invención;  
 La Figura 4 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención;  
 15 La Figura 5 muestra una vista en sección transversal lateral de otra realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención;  
 La Figura 6 muestra un espectro emisor de un dispositivo emisor de luz con material luminiscente conforme a esta invención; y  
 La Figura 7 muestra un espectro emisor del dispositivo emisor de luz con material luminiscente de acuerdo con otra realización de la invención.

20 **Descripción detallada de la realización preferida**

Haciendo referencia al dibujo adjunto, el dispositivo emisor de luz de conversión de longitud de onda se va a explicar en detalle, y el dispositivo emisor de luz y el compuesto fosforescente se explican por separado por facilidad de explicación a continuación.

(Dispositivo emisor de luz)

30 La Figura 1 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz de paquete tipo chip conforme a esta invención. El dispositivo emisor de luz de paquete tipo chip puede comprender al menos un diodo emisor de luz y una sustancia fosforescente. Los electrodos 5 pueden estar formados en ambos lados del sustrato 1. El diodo emisor de luz 6 que emite luz puede estar montado en uno de los electrodos 5. El diodo emisor de luz 6 puede estar montado en el electrodo 5 a través de una pasta eléctricamente conductora 9. Un electrodo del diodo emisor de luz 6 puede estar conectado al patrón del electrodo 5 mediante un cable eléctricamente conductor 2.

Los diodos emisores de luz pueden emitir luz con un amplio intervalo de longitudes de onda, por ejemplo de luz ultravioleta a luz visible. En una realización conforme a esta invención, puede usarse un diodo emisor de luz UV y/o un diodo emisor de luz azul.

40 El compuesto fosforescente, es decir, una sustancia fosforescente, 3 puede colocarse en las caras superior y lateral del diodo emisor de luz 6. El compuesto fosforescente conforme a esta invención puede incluir compuestos tipo aluminato dopado con cobre, silicatos dopados con cobre, antimonatos dopados con cobre, germanatos dopados con cobre, germanato-silicatos dopados con cobre, fosfatos dopados con cobre o cualquier combinación de los mismos. El compuesto fosforescente 3 convierte la longitud de onda de la luz del diodo emisor de luz 6 a otra longitud de onda u otras longitudes de onda. En una realización conforme a esta invención, la luz está en un intervalo de luz visible después de la conversión. El compuesto fosforescente 3 puede aplicarse al diodo emisor de luz 6 después de mezclar el compuesto fosforescente 3 con una resina de endurecimiento. La resina de endurecimiento que incluye el compuesto fosforescente 3 puede aplicarse también a la parte inferior del diodo emisor de luz 6 después de mezclar el compuesto fosforescente 3 con una pasta eléctricamente conductora 9.

50 El diodo emisor de luz 6 montado sobre el sustrato 1 puede sellarse con uno o más materiales sellantes 10. El compuesto fosforescente 3 puede colocarse en las caras superior y lateral del diodo emisor de luz 6. El compuesto fosforescente 3 puede distribuirse también en el material sellante endurecido durante la producción. Tal método de fabricación se describe en la Patente de Estados Unidos N° 6.482.664, que se incorpora en este documento por referencia en su totalidad.

60 El compuesto fosforescente 3 puede comprender compuestos químicos dopados con plomo y/o cobre. El compuesto fosforescente 3 puede incluir uno o más compuestos químicos sencillos. El compuesto sencillo puede tener un pico de emisión, por ejemplo, de aproximadamente 440 nm a aproximadamente 500 nm, de aproximadamente 500 nm a aproximadamente 590 nm o de aproximadamente 580 nm a 700 nm. El compuesto fosforescente 3 puede incluir uno o más compuestos fosforescentes sencillos que pueden tener un pico de emisión como se ha ejemplificado anteriormente.

Respecto al dispositivo emisor de luz 40, el diodo emisor de luz 6 puede emitir luz primaria cuando el diodo emisor de luz 6 recibe potencia de una fuente de alimentación. La luz primaria puede estimular entonces al compuesto o compuestos fosforescentes 3 y el compuesto o compuestos fosforescentes 3 pueden convertir la luz primaria en una luz con una longitud o longitudes de onda más largas (una luz secundaria). La luz primaria del diodo emisor de luz 6 y la luz secundaria de los compuestos fosforescentes 3 se difunden y se mezclan entre sí, de manera que puede emitirse un color predeterminado de la luz en el espectro visible desde el diodo emisor de luz 6. En una realización conforme a esta invención, pueden montarse juntos más de un diodo emisor de luz que pueden tener diferentes picos de emisión. Además, si la relación de mezcla de compuestos fosforescentes se ajusta apropiadamente, puede proporcionarse un color específico de la luz, temperatura del color y CRI.

Como se ha descrito anteriormente, si el diodo emisor de luz 6 y el compuesto incluido en el compuesto fosforescente 3 se controlan apropiadamente, puede proporcionarse entonces la temperatura del color deseada o coordinación de color específica, especialmente un amplio intervalo de temperatura de color, por ejemplo de aproximadamente 2.000 K a aproximadamente 8.000 K o de aproximadamente 10.000 K y/o un índice de rendimiento de color mayor de aproximadamente 90. Por lo tanto, los dispositivos emisores de luz consistentes con esta invención pueden usarse para dispositivos electrónicos tales como aparatos domésticos, equipos estereofónicos, dispositivos de telecomunicaciones y para pantallas de interior/exterior. Los diodos emisores de luz consistentes con esta invención pueden usarse también para automóviles y productos de iluminación por que proporcionan temperaturas de color y CRI similares a aquellos de la luz visible.

La Figura 2 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz de paquete tipo trompa conforme a esta invención. Un dispositivo emisor de luz de paquete tipo trompa conforme a esta invención puede tener una estructura similar a aquella del dispositivo emisor de luz de paquete tipo chip de 40 de la Figura 1. El dispositivo de paquete tipo trompa puede tener un reflector 31 que puede reflejar la luz del diodo emisor de luz 6 en la dirección deseada.

En el dispositivo emisor de luz de paquete tipo trompa 50, pueden estar montados más de un diodo emisor de luz. Cada uno de tales diodos emisores de luz puede tener un pico diferente de longitud de onda del de los otros. El compuesto fosforescente 3 puede comprender una pluralidad de compuestos sencillos con diferente tipo de emisión. La proporción de cada uno de tal pluralidad de compuestos puede estar regulada. Tal compuesto fosforescente puede aplicarse al diodo emisor de luz y/o distribuirse uniformemente en el material de endurecimiento del reflector 31. Como se explica con más detalle más adelante, el compuesto fosforescente conforme a esta invención puede incluir compuestos tipo aluminato dopado con plomo y/o cobre, silicatos dopados con cobre, antimonatos dopados con cobre, germanatos dopados con cobre, germanato-silicatos dopados con cobre, fosfatos dopados con cobre o cualquier combinación de los mismos.

En una realización conforme a esta invención, el dispositivo emisor de luz de la Figura 1 o la Figura 2 puede incluir un sustrato metálico que puede tener buena conductividad del calor. Tal dispositivo emisor de luz puede disipar fácilmente el calor del diodo emisor de luz. Por lo tanto, pueden fabricarse dispositivos emisores de luz para alta potencia. Si se proporciona un sumidero de calor por debajo del sustrato metálico, el calor de diodo emisor de luz puede disiparse más eficazmente.

La Figura 3 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz de paquete tipo lámpara conforme a esta invención. El diodo emisor de luz tipo lámpara 60 puede tener un par de conductores 51, 52 y un portadiodos 53 que pueden estar formados en el extremo de un conductor. El portadiodos 53 puede tener forma de copa y pueden proporcionarse uno o más diodos emisores de luz en el portadiodos 53. Cuando se proporciona un número de diodos emisores de luz en el portadiodos 53, cada uno de los puede tener un pico de longitud de onda diferente del de los otros. Un electrodo del diodo emisor de luz 6 puede estar conectado al conductor 52, por ejemplo mediante un cable eléctricamente conductor 2.

El volumen regular de compuesto fosforescente 3 que puede mezclarse en la resina epoxi puede proporcionarse en un portadiodos 53. Como se explica más completamente a continuación, el compuesto fosforescente 3 puede incluir componentes dopados con plomo y/o cobre.

Además, el portadiodos puede incluir el diodo emisor de luz 6 y el compuesto fosforescente 3 puede estar sellado con un material de endurecimiento tal como resina epoxi o resina de silicio.

En una realización conforme a esta invención, el dispositivo emisor de luz de paquete tipo lámpara puede tener más de un par de conductores del par de electrodos.

La Figura 4 muestra una vista en sección transversal lateral de una realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención. El sumidero de calor 71 puede proporcionarse dentro de la carcasa 73 del dispositivo emisor de luz para alta potencia 70 y puede exponerse parcialmente al exterior. Un par de marcos conductores 74 pueden sobresalir de la carcasa 73.

Uno o más diodos emisores de luz pueden estar montados en un marco conductor 74 y el electrodo del diodo emisor de luz 6 y otro marco conductor 74 pueden estar conectados mediante un cable eléctricamente conductor. Puede proporcionarse una trayectoria eléctricamente conductora 9 entre el diodo emisor de luz 6 y el marco conductor 74. El compuesto fosforescente 3 puede colocarse en las caras superior y lateral del diodo emisor de luz 6.

5 La Figura 5 muestra una vista en sección transversal lateral de otra realización ilustrativa de una porción de un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención.

10 El diodo emisor de luz para alta potencia 80 puede tener una carcasa 63, que puede contener diodos emisores de luz 6, 7, un compuesto fosforescente 3 dispuesto en las caras superior y lateral de los diodos emisores de luz 6, 7, uno o más sumideros de calor 61, 62 y uno o más marcos conductores 64. Los marcos conductores 64 pueden recibir potencia de una fuente de alimentación y pueden sobresalir de la carcasa 63.

15 En los dispositivos emisores de luz para alta potencia 70, 80 en las Figuras 4 y 5, el compuesto fosforescente 3 puede añadirse a la pasta que puede proporcionarse entre el sumidero de calor y los diodos emisores de luz. Una lente puede combinarse con la carcasa 63, 73.

20 En un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención, pueden usarse selectivamente uno o más diodos emisores de luz y el compuesto fosforescente puede regularse dependiendo del diodo emisor de luz. Como se explica más completamente a continuación, el compuesto fosforescente puede incluir componentes dopados con plomo y/o cobre.

25 Un dispositivo emisor de luz para alta potencia conforme a esta invención puede tener un radiador (no mostrado) y/o un sumidero o sumideros de calor. Puede usarse aire o un ventilador para enfriar el radiador.

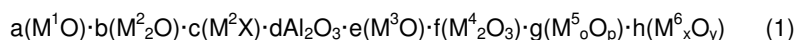
30 Los dispositivos emisores de luz consistentes con esta invención no están limitados a las estructuras descritas anteriormente y las estructuras pueden modificarse dependiendo de las características de los diodos emisores de luz, el compuesto fosforescente, la longitud de onda y también las aplicaciones. Además, puede añadirse una pieza nueva a las estructuras.

Un compuesto fosforescente ejemplar conforme a esta invención es el siguiente.

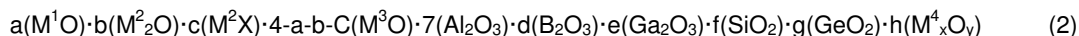
(Compuesto fosforescente)

35 El compuesto fosforescente en coherencia con esta invención puede incluir compuestos químicos dopados con cobre. El compuesto fosforescente puede excitarse mediante luz UV y/o visible, por ejemplo luz azul. El compuesto puede incluir compuestos tipo Aluminato, Silicato, Antimonato, Germanato, Germanato-silicato o Fosfato.

40 Los compuestos tipo aluminato pueden comprender compuestos que tienen la fórmula (1), (2) y/o (5)



45 en la que  $M^1$  puede ser Cu, o una combinación de Cu y Pb;  $M^2$  puede ser uno o más elementos monovalentes, por ejemplo Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^3$  puede ser uno o más elementos divalentes, por ejemplo Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^4$  puede ser uno o más elementos trivalentes, por ejemplo Sc, B, Ga, In, y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^5$  puede ser Si, Ge, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^6$  puede ser Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu y/o cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y/o cualquier combinación de los mismos;  $0 < a \leq 2$ ;  $0 \leq b \leq 2$ ;  $0 \leq c \leq 2$ ;  $0 \leq d \leq 8$ ;  $0 < e \leq 4$ ;  $0 \leq f \leq 3$ ;  $0 \leq g \leq 8$ ;  $0 < h \leq 2$ ;  $1 \leq o \leq 2$ ;  $1 \leq p \leq 5$ ;  $1 \leq x \leq 2$ ;  $y \leq 5$ .



55 en la que  $M^1$  puede ser Cu, y una combinación de Cu y Pb;  $M^2$  puede ser uno o más elementos monovalentes, por ejemplo Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^3$  puede ser uno o más elementos divalentes, por ejemplo Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos;  $M^4$  puede ser Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, In, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu y cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y cualquier combinación de los mismos;  $0 < a \leq 4$ ;  $0 \leq b \leq 2$ ;  $0 \leq c \leq 2$ ;  $0 \leq d \leq 1$ ;  $0 \leq e \leq 1$ ;  $0 \leq f \leq 1$ ;  $0 \leq g \leq 1$ ;  $0 < h \leq 2$ ;  $1 \leq x \leq 2$ ;  $y \leq 5$ .

60 La preparación de materiales luminiscentes dopados con cobre así como con plomo puede ser una reacción en estado sólido básica. Pueden usarse materiales de partida puros sin ninguna impureza, por ejemplo hierro. Puede usarse cualquier material de partida que pueda transferirse a óxidos mediante un proceso de calentamiento para formar compuestos fosforescentes dominados por oxígeno.

65

Ejemplos de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (3)



Materiales de partida: CuO, SrCO<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

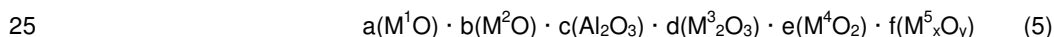
10 Los materiales de partida en forma de óxidos, hidróxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>. La mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina en una primera etapa a aproximadamente 1.200 °C durante aproximadamente una hora. Después de la molienda de los materiales precalcinados puede seguir una segunda etapa de calcinación a aproximadamente 1.450 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 4 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener una emisión máxima de aproximadamente 494 nm.

15 Tabla 1: aluminato activado con Eu<sup>2+</sup> dopado con cobre comparado con aluminato activado con Eu<sup>2+</sup> sin cobre a una longitud de onda de excitación de aproximadamente 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,02}\text{Sr}_{3,98}\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$	$\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$
Densidad luminosa (%)	103,1	100
Longitud de onda (nm)	494	493

20 Tabla 3: propiedades ópticas de algunos aluminatos dopados con cobre excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,5}\text{Sr}_{3,5}\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$	360 - 430	101,2	495	493
$\text{Cu}_{0,02}\text{Sr}_{3,98}\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$	360 - 430	103,1	494	493
$\text{Cu}_{0,01}\text{Sr}_{3,99}\text{Al}_{13,995}\text{Si}_{0,005}\text{O}_{25} : \text{Eu}$	360 - 430	103	494	492
$\text{Cu}_{0,01}\text{Sr}_{3,395}\text{Ba}_{0,595}\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}, \text{Dy}$	360 - 430	100,8	494	493



30 en la M<sup>1</sup> puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb de los mismos; M<sup>2</sup> puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>3</sup> puede ser B, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos, M<sup>4</sup> puede ser Si, Ge, Ti, Zr, Hf y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>5</sup> puede ser Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu y/o cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 1; 0 ≤ b ≤ 2; 0 < c ≤ 8; 0 ≤ d ≤ 1; 0 ≤ e ≤ 1; 0 < f ≤ 2; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

Ejemplo de preparación:

35 Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (6)



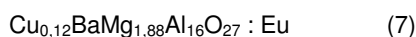
40 Materiales de partida: CuO, SrCO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

45 Los materiales de partida en forma de, por ejemplo, óxidos puros y/o como carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo AlF<sub>3</sub>. La mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente de 1.250 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 3 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener una emisión máxima de aproximadamente 521,5 nm.

Tabla 4: aluminato activado con  $\text{Eu}^{2+}$  dopado con cobre comparado con aluminato activado con  $\text{Eu}^{2+}$  sin cobre a una longitud de onda de excitación de aproximadamente 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,05}\text{Sr}_{0,95}\text{Al}_{1,9997}\text{Si}_{0,0003}\text{O}_4$ : Eu	$\text{SrAl}_2\text{O}_4$ : Eu
Densidad luminosa (%)	106	100
Longitud de onda (nm)	521,5	519

5 Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (7)



10 Materiales de partida:  $\text{CuO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  y/o cualquier combinación de los mismos.

Los materiales de partida en forma de, por ejemplo, óxidos puros, hidróxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo  $\text{AlF}_3$ . La mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente de  $1.420^\circ\text{C}$  en una atmósfera reducida durante aproximadamente 2 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente puede tener una emisión máxima de aproximadamente 452 nm.

15 Tabla 5: aluminato activado con  $\text{Eu}^{2+}$  dopado con cobre comparado con aluminato activado con  $\text{Eu}^{2+}$  no dopado con cobre a una longitud de onda de excitación de 400 nm

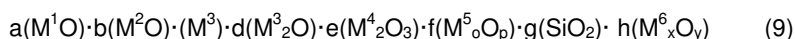
	Compuesto dopado con cobre	Comparación sin cobre
	$\text{Cu}_{0,12}\text{BaMg}_{1,88}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ : Eu	$\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ Eu
Densidad luminosa (%)	101	100
Longitud de onda (nm)	452	450

20 Los resultados obtenidos respecto a aluminatos dopados con cobre y/o plomo se muestran en la tabla 7.

25 Tabla 7: propiedades ópticas de algunos aluminatos dopados con cobre y/o plomo excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,05}\text{Sr}_{0,95}\text{Al}_{1,9997}\text{Si}_{0,0003}\text{O}_4$ : Eu	360 - 440	106	521,5	519
$\text{Cu}_{0,2}\text{Mg}_{0,7995}\text{Li}_{0,0005}\text{Al}_{1,9}\text{Ga}_{0,1}\text{O}_4$ : Eu, Dy	360 - 440	101,2	482	480
$\text{Cu}_{0,05}\text{BaMg}_{1,95}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ : Mn	360 - 400	100,5	451,515	450,515
$\text{Cu}_{0,12}\text{BaMg}_{1,88}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ : Eu	360 - 400	101	452	450
$\text{Cu}_{0,01}\text{BaMg}_{0,99}\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$ : Eu	360 - 400	102,5	451	449
$\text{Cu}_{0,06}\text{Sr}_{0,94}\text{Al}_2\text{O}_4$ : Eu	360 - 440	102,3	521	519
$\text{Cu}_{0,05}\text{Ba}_{0,94}\text{Pb}_{0,06}\text{Mg}_{0,95}\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$ : Eu	360 - 440	100,4	451	449
$\text{Pb}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{Cu}_{0,1}\text{Mg}_{1,9}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ : Eu	360 - 400	100,8	452	450
$\text{Pb}_{0,3}\text{Ba}_{0,7}\text{Cu}_{0,1}\text{Mg}_{1,9}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$ : Eu, Mn	360 - 400	100,4	452,515	450,515

Un silicato dopado con plomo y/o cobre que tiene la fórmula (9)



en la que M<sup>1</sup> puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M<sup>2</sup> puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>3</sup> puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>4</sup> puede ser Al, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>5</sup> puede ser Ge, V, Nb, Ta, W, Mo, Ti, Zr, Hf y/o cualquier combinación de los mismos; M<sup>6</sup> puede ser Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu y/o cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 2; 0 < b ≤ 8; 0 ≤ c ≤ 4; 0 ≤ d ≤ 2; 0 ≤ e ≤ 2; 0 ≤ f ≤ 2; 0 < g ≤ 10; 0 < h ≤ 5; 1 ≤ o ≤ 2; 1 ≤ p ≤ 5; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

Ejemplo de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (10)



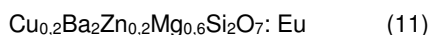
Materiales de partida: CuO, SrCO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

Los materiales de partida en forma de óxidos y/o carbonatos puros pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo NH<sub>4</sub>Cl. La mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera de gas inerte (N<sub>2</sub> o gas noble) durante aproximadamente 2 horas. Después, el material puede molerse. Después de esto, el material puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera ligeramente reducida durante aproximadamente 2 horas. Después el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener una emisión máxima de aproximadamente 592 nm.

Tabla 8: silicato activado con Eu<sup>2+</sup> dopado con cobre comparado con silicato activado con Eu<sup>2+</sup> sin cobre a una longitud de onda de excitación de aproximadamente 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,05}\text{Sr}_{1,7}\text{Ca}_{0,25}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$	$\text{Sr}_{1,7}\text{Ca}_{0,3}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$
Densidad luminosa (%)	104	100
Longitud de onda (nm)	592	588

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (11):



Materiales de partida: CuO, BaCO<sub>3</sub>, ZnO, MgO, SiO<sub>2</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

Los materiales de partida en forma de óxidos y carbonatos muy puros pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo NH<sub>4</sub>Cl. En una primera etapa la mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.100 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 2 horas. Después el material puede molerse. Después de esto el material puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.235 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 2 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 467 nm.

Tabla 9: silicato activado con Eu<sup>2+</sup> dopado con cobre comparado con silicato activado con Eu<sup>2+</sup> sin cobre a una longitud de onda de excitación de 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,2}\text{Sr}_2\text{Zn}_{0,2}\text{Mg}_{0,6}\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}$	$\text{Sr}_2\text{Zn}_2\text{Mg}_{0,6}\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}$
Densidad luminosa (%)	101,5	100
Longitud de onda (nm)	467	465



Tabla 12: propiedades ópticas de algunos silicatos activados con tierras raras dopados con cobre excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,02}(\text{Ba},\text{Sr},\text{Ca},\text{Zn})_{1,98}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$	360 - 500	108,2	565	560
$\text{Cu}_{0,05}\text{Sr}_{1,7}\text{Ca}_{0,25}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$	360 - 470	104	592	588
$\text{Cu}_{0,05}\text{Li}_{0,002}\text{Sr}_{1,5}\text{Ba}_{0,448}\text{SiO}_4 : \text{Gd}, \text{Eu}$	360 - 470	102,5	557	555
$\text{Cu}_{0,2}\text{Sr}_2\text{Zn}_{0,2}\text{Mg}_{0,6}\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Eu}$	360 - 450	101,5	467	465
$\text{Cu}_{0,02}\text{Ba}_{2,8}\text{Sr}_{0,2}\text{Mg}_{0,98}\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}, \text{Mn}$	360 - 420	100,8	440,660	438,660
$\text{Cu}_{0,2}\text{Ba}_{2,2}\text{Sr}_{0,75}\text{Pb}_{0,05}\text{Zn}_{0,8}\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}$	360 - 430	100,8	448	445
$\text{Cu}_{0,2}\text{Ba}_3\text{Mg}_{0,8}\text{Si}_{1,99}\text{Ge}_{0,01}\text{O}_8 : \text{Eu}$	360 - 430	101	444	440
$\text{Cu}_{0,8}\text{Zn}_{0,5}\text{Ba}_2\text{Ge}_{0,2}\text{Si}_{1,8}\text{O}_7 : \text{Eu}$	360 - 420	102,5	435	433
$\text{Cu}_{0,8}\text{Mg}_{0,2}\text{Ba}_3\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}, \text{Mn}$	360 - 430	103	438,670	435,670
$\text{Cu}_{0,2}\text{Ba}_5\text{Ca}_{2,8}\text{Si}_4\text{O}_{16} : \text{Eu}$	360 - 470	101,8	495	491

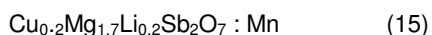
5 Con antimonatos dopados con plomo y/o cobre que tienen la fórmula (14)



10 en la que  $\text{M}^1$  puede ser Cu, o una combinación de Pb y Cu;  $\text{M}^2$  puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^3$  puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^4$  puede ser Bi, Sn, Sc, Y, La, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Gd y/o cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y/o cualquier combinación de los mismos;  $0 < a \leq 2$ ;  $0 \leq b \leq 2$ ;  $0 \leq c \leq 4$ ;  $0 < d \leq 8$ ;  $0 \leq e \leq 8$ ;  $0 \leq f \leq 2$ ;  $1 \leq x \leq 2$ ;  $y \leq 1$ .

15 Ejemplos de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (15)



20 Materiales de partida: CuO, MgO, Li<sub>2</sub>O, Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MnCO<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

25 Los materiales de partida en forma de óxidos pueden mezclarse en proporción estequiométrica junto con pequeñas cantidades de fundente. En una primera etapa la mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 985 °C en aire durante aproximadamente 2 horas. Después de la precalcinción el material puede volver a molerse. En una segunda etapa, la mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante aproximadamente 8 horas. Después de esto el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 626 nm.

30 Tabla 13: antimonato dopado con cobre comparado con antimonato sin cobre a una longitud de onda de excitación de 400 nm

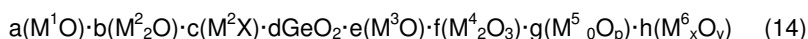
	Compuesto dopado con cobre	Comparación sin cobre
	$\text{Cu}_{0,2}\text{Mg}_{1,7}\text{Li}_{0,2}\text{Sb}_2\text{O}_7 : \text{Mn}$	$\text{Mg}_2\text{Li}_{0,2}\text{Sb}_2\text{O}_7 : \text{Mn}$
Densidad luminosa (%)	101,8	100
Longitud de onda (nm)	652	650

35 Los resultados obtenidos con respecto a antimonatos dopados con cobre y/o plomo se muestran en la tabla 15.

Tabla 15: propiedades ópticas de algunos antimonatos dopados con cobre y/o plomo excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,15}\text{Ca}_{1,845}\text{Sr}_{0,005}\text{Sb}_{1,998}\text{Si}_{0,002}\text{O}_7 : \text{Mn}$	360 - 400	101,5	660	658
$\text{Cu}_{0,2}\text{Mg}_{1,7}\text{Li}_{0,2}\text{Sb}_2\text{O}_7 : \text{Mn}$	360 - 400	101,8	652	650
$\text{Cu}_{0,2}\text{Pb}_{0,01}\text{Ca}_{0,79}\text{Sb}_{1,98}\text{Nb}_{0,02}\text{O}_6 : \text{Mn}$	360 - 400	98,5	658	658
$\text{Cu}_{0,01}\text{Ca}_{1,99}\text{Sb}_{1,9995}\text{V}_{0,0005}\text{O}_7 : \text{Mn}$	360 - 400	100,5	660	657
$\text{Cu}_{0,02}\text{Ca}_{0,9}\text{Sr}_{0,5}\text{Ba}_{0,4}\text{Mg}_{0,18}\text{Sb}_2\text{O}_7$	360 - 400	102,5	649	645

5 Germanatos dopados con cobre y/o germanato-silicatos que tienen la fórmula (17)



10 en la que  $\text{M}^1$  puede ser Cu, o una combinación de Pb y Cu;  $\text{M}^2$  puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^3$  puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^4$  puede ser Sc, Y, B, Al, La, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^5$  puede ser Si, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^6$  puede ser Bi, Sn, Pr, Sm, Eu, Gd, Dy y/o cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y/o cualquier combinación de los mismos;  $0 < a \leq 2$ ;  $0 \leq b \leq 2$ ;  $0 \leq c \leq 10$ ;  $0 < d \leq 10$ ;  $0 \leq e \leq 14$ ;  $0 \leq f \leq 14$ ;  $0 \leq g \leq 10$ ;  $0 \leq h \leq 2$ ;  $1 \leq o \leq 2$ ;  $1 \leq p \leq 5$ ;  $1 \leq x \leq 2$ ; y  $1 \leq y \leq 5$ .

15 Ejemplo de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (19)



Materiales de partida: CuO, SrCO<sub>3</sub>, GeO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>, MnCO<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

25 Los materiales de partida en forma de óxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente, por ejemplo NH<sub>4</sub>Cl. En una primera etapa, la mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.100 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante aproximadamente 2 horas. Después, el material puede molerse de nuevo. En una segunda etapa, la mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.180 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante aproximadamente 4 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 658 nm.

Tabla 17: germanato-silicato activado con Mn dopado con cobre comparado con germanato-silicato activado con Mn sin cobre a una longitud de onda de excitación de 400 nm

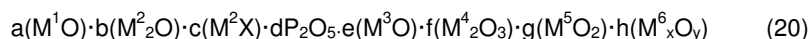
	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,46}\text{Sr}_{0,54}\text{Ge}_{0,6}\text{Si}_{0,4}\text{O}_3 : \text{Mn}$	$\text{SrGe}_{0,6}\text{Si}_{0,4}\text{O}_3 : \text{Mn}$
Densidad luminosa (%)	103	100
Longitud de onda (nm)	658	655

35

Tabla 18: propiedades ópticas de algunos germanato-silicatos dopados con cobre y/o plomo excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,46}\text{Sr}_{0,54}\text{Ge}_{0,6}\text{Si}_{0,4}\text{O}_3 : \text{Mn}$	360 - 400	103	658	655
$\text{Cu}_{0,002}\text{Sr}_{0,998}\text{Ba}_{0,99}\text{Ca}_{0,01}\text{Si}_{0,98}\text{Ge}_{0,02}\text{O}_4 : \text{Eu}$	360 - 470	102	538	533
$\text{Cu}_{0,45}\text{Mg}_{26,55}\text{Ge}_{9,4}\text{Si}_{0,6}\text{O}_{48} : \text{Mn}$	360 - 400	102	660	657
$\text{Cu}_{1,2}\text{Mg}_{26,8}\text{Ge}_{8,9}\text{Si}_{1,1}\text{O}_{48} : \text{Mn}$	360 - 400	103,8	670	656
$\text{Cu}_4\text{Mg}_{20}\text{Zn}_4\text{Ge}_5\text{Si}_{2,5}\text{O}_{38}\text{F}_{10} : \text{Mn}$	360 - 400	101,5	658	655
$\text{Cu}_{0,05}\text{Mg}_{4,95}\text{GeO}_6\text{F}_2 : \text{Mn}$	360 - 400	100,5	655	653
$\text{Cu}_{0,05}\text{Mg}_{3,95}\text{GeO}_5,5\text{F} : \text{Mn}$	360 - 400	100,8	657	653

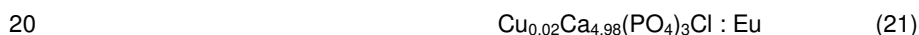
5 Fosfatos dopados con cobre que tienen la fórmula (20)



10 en la que  $\text{M}^1$  puede ser Cu, o una combinación de Pb y Cu;  $\text{M}^2$  puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^3$  puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^4$  puede ser Sc, Y, B, Al, La, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^5$  puede ser Si, Ge, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Mo y/o cualquier combinación de los mismos;  $\text{M}^6$  puede ser Bi, Sn, Pr, Sm, Eu, Gd, Dy, Ce, Tb y/o cualquier combinación de los mismos; X puede ser F, Cl, Br, J y/o cualquier combinación de los mismos;  $0 < a \leq 2$ ;  $0 \leq b \leq 12$ ;  $0 \leq c \leq 16$ ;  $0 < d \leq 3$ ;  $0 \leq e \leq 5$ ;  $0 \leq f \leq 3$ ;  $0 \leq g \leq 2$ ;  $0 < h \leq 2$ ;  $1 \leq x \leq 2$ ;  $y \leq 5$ .

15 Ejemplos de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (21)



Materiales de partida: CuO, CaCO<sub>3</sub>, Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y/o cualquier combinación de los mismos.

25 Los materiales de partida en forma de óxidos, fosfatos y/o carbonatos y cloruros pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de fundente. La mezcla puede calcinarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.240 °C en atmósfera reductora durante aproximadamente 2 horas. Después de esto, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 450 nm.

30 Tabla 19: clorofosfato activado con Eu<sup>2+</sup> dopado con cobre comparado con clorofosfato activado con Eu<sup>2+</sup> sin cobre a una longitud de onda de excitación de aproximadamente 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$\text{Cu}_{0,02}\text{Ca}_{4,98}(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}$	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}$
Densidad luminosa (%)	101,5	100
Longitud de onda (nm)	450	447

Tabla 20: fosfatos dopados con cobre y/o plomo excitables por luz ultravioleta y/o visible de onda larga y su densidad luminosa en % a una longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a una excitación de 400 nm en comparación con compuestos no dopados con cobre/plomo (%)	Pico de longitud de onda de materiales dopados con plomo/cobre (nm)	Pico de longitud de onda de materiales sin plomo/cobre (nm)
$\text{Cu}_{0,02}\text{Sr}_{4,98}(\text{PO}_4)_3\text{Cl} : \text{Eu}$	360 - 410	101,5	450	447
$\text{Cu}_{0,2}\text{Mg}_{0,8}\text{BaP}_2\text{O}_7 : \text{Eu, Mn}$	360 - 400	102	638	635
$\text{Cu}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{Ba}_2(\text{P,Si})_2\text{O}_8 : \text{Eu}$	360 - 400	101	573	570
$\text{Cu}_{0,5}\text{Sr}_{9,5}(\text{P,B})_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2 : \text{Eu}$	360-410	102	460	456
$\text{Cu}_{0,5}\text{Ba}_3\text{Sr}_{6,5}\text{P}_6\text{O}_{24}(\text{F,Cl})_2 : \text{Eu}$	360 - 410	102	443	442
$\text{Cu}_{0,05}(\text{Ca,Sr,Ba})_{4,95}\text{P}_3\text{O}_{12}\text{Cl} : \text{Eu, Mn}$	360-410	101,5	438,641	435,640

5 Mientras tanto, el compuesto fosforescente del dispositivo emisor de luz conforme a esta invención puede comprender un compuesto químico de tipo aluminato, silicato, antimonato, germanato y cualquier combinación de los mismos.

10 La Figura 6 es uno de los espectros de emisión de la realización de acuerdo con la invención, en el que el compuesto fosforescente se usa para el dispositivo emisor de luz. La realización puede tener un diodo emisor de luz con una longitud de onda de 405 nm y el compuesto fosforescente, que es una mezcla de múltiples compuestos químicos seleccionados en la relación apropiada. El compuesto fosforescente puede estar compuesto de  $\text{Cu}_{0,05}\text{BaMg}_{1,95}\text{Al}_{16}\text{O}_{27} : \text{Eu}$  que puede tener un pico de longitud de onda a aproximadamente 451 nm  $\text{Cu}_{0,03}\text{Sr}_{1,5}\text{Ca}_{0,47}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$  que puede tener un pico de longitud de onda a 586 nm,  $\text{Pb}_{0,006}\text{Ca}_{0,6}\text{Sr}_{0,394}\text{Sb}_2\text{O}_6 : \text{Mn}^{4+}$  que puede tener un pico de longitud de onda a aproximadamente 637 nm y  $\text{Cu}_{0,2}\text{Sr}_{3,8}\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}$  que puede tener un pico de longitud de onda a aproximadamente 494 nm.

20 En tal realización, parte de la luz de emisión inicial con longitud de onda de aproximadamente 405 nm del diodo emisor de luz es absorbida por el compuesto fosforescente, y se convierte en una 2ª longitud de onda más larga. La 1ª y 2ª luces se mezclan juntas y se produce la emisión deseada. Como se muestra en la Figura 6, el dispositivo emisor de luz convierte la 1ª luz UV con una longitud de onda 405 nm en un intervalo espectral amplio de luz visible, es decir, luz blanca y, en este momento, la temperatura del color es de aproximadamente 3.000 K y el CRI es de aproximadamente 90 a aproximadamente 95.

25 La Figura 7 es otro espectro de emisión de la realización de acuerdo con la invención, en el que el compuesto fosforescente se aplica para el dispositivo emisor de luz. La realización puede tener un diodo emisor de luz con una longitud de onda de aproximadamente 455 nm y el compuesto fosforescente, que es la mezcla de múltiples compuestos químicos seleccionados en la relación apropiada.

30 El compuesto fosforescente está compuesto de  $\text{Cu}_{0,05}\text{Sr}_{1,7}\text{Ca}_{0,25}\text{SiO}_4 : \text{Eu}$  que puede tener un pico de longitud de onda a aproximadamente 592 nm y  $\text{Cu}_{0,95}\text{Li}_{0,002}\text{Sr}_{1,5}\text{Ba}_{0,448}\text{SiO}_4 : \text{Gd, Eu}$  que puede tener un pico de longitud de onda a aproximadamente 557 nm.

35 En tal realización, parte de la luz de emisión inicial con longitud de onda de aproximadamente 455 nm del diodo emisor de luz es absorbida por el compuesto fosforescente, y se convierte a una 2ª longitud de onda más larga. La 1ª y 2ª luces se mezclan entre sí y se produce la emisión deseada. Como se muestra en la Figura 7, el dispositivo emisor de luz convierte la 1ª luz azul de una longitud de onda de aproximadamente 455 nm en un intervalo espectral más amplio de luz visible, es decir, luz blanca y, en este momento, la temperatura del color es de aproximadamente 4.000 K a aproximadamente 6.500 K y el CRI es de aproximadamente 86 a aproximadamente 93.

40 El compuesto fosforescente del dispositivo emisor de luz de acuerdo con la invención puede aplicarse mediante un compuesto químico sencillo o una mezcla de la pluralidad de compuestos químicos sencillos aparte de las realizaciones en relación con la Figura 6 y la Figura 7 que se han explicado anteriormente.

45 De acuerdo con la descripción anterior, el dispositivo emisor de luz con un amplio intervalo de la temperatura del color de aproximadamente 2.000 K o aproximadamente 8.000 K o aproximadamente 10.000 K y un índice de rendimiento de color superior mayor de aproximadamente 90 puede realizarse usando los compuestos químicos dopados con plomo y/o cobre que contienen elementos de tierras raras.

50

Tal dispositivo emisor de luz de conversión de longitud de onda puede aplicarse en un teléfono móvil, notebook y dispositivos electrónicos tales como aparatos domésticos, equipos estereofónicos, productos de telecomunicaciones pero también para un teclado para pantalla personalizada y aplicación para luces traseras. Además, puede aplicarse para automóvil, instrumentación médica y productos de iluminación.

5 De acuerdo con la invención, se puede proporcionar un dispositivo emisor de luz de conversión de longitud de onda estable frente a agua, humedad, vapor así como otros disolventes polares.

10 En las realizaciones descritas anteriormente, los diversos elementos se agrupan juntos en una sola realización con fines de racionalizar la divulgación. Este método de divulgación no debe interpretarse como que refleja una intención de que la invención reivindicada requiere más elementos que los citados expresamente en cada reivindicación. No obstante, como reflejan las siguientes reivindicaciones, los aspectos de la invención están basados en menos que todos los elementos de una única realización anterior desvelada. De esta manera, las siguientes reivindicaciones se incorporan por la presente en esta Descripción Detallada de Realizaciones, representando cada reivindicación su propia realización preferida diferente de la invención.

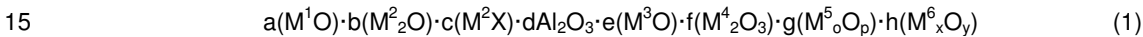
15

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo emisor de luz, que comprende:

5 un diodo emisor de luz configurado para emitir luz, y  
 un compuesto fosforescente configurado para cambiar una longitud de onda de la luz, cubriendo sustancialmente  
 el compuesto fosforescente al menos una porción del diodo emisor de luz;  
 en el que el compuesto fosforescente comprende un silicato que contiene cobre, un antimonato que contiene  
 10 cobre, un germanato que contiene cobre, un germanato-silicato que contiene cobre o un fosfato que contiene  
 cobre, o cualquier combinación de los mismos.

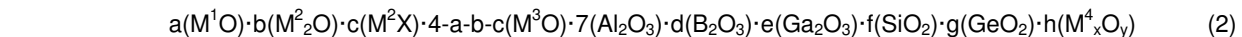
2. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un  
 compuesto que tiene la fórmula (1)



en la que

20  $M^1$  es Cu o una combinación de Cu y Pb;  
 $M^2$  es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^3$  es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^4$  es Sc, B, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^5$  es Si, Ge, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^6$  es Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu o cualquier combinación de  
 25 los mismos;  
 X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;  
 $0 < a \leq 2$ ;  
 $0 \leq b \leq 2$ ;  
 $0 \leq c \leq 2$ ;  
 30  $0 \leq d \leq 8$ ;  
 $0 < e \leq 4$ ;  
 $0 \leq f \leq 3$ ;  
 $0 \leq g \leq 8$ ;  
 $0 < h \leq 2$ ;  
 35  $1 \leq o \leq 2$ ;  
 $1 \leq p \leq 5$ ;  
 $1 \leq x \leq 2$ ; y  
 $1 \leq y \leq 5$ .

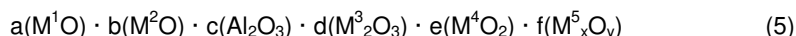
40 3. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un  
 compuesto que tiene la fórmula (2)



en la que

50  $M^1$  es Cu o una combinación de Cu y Pb;  
 $M^2$  es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^3$  es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^4$  es Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, In, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu o cualquier combinación  
 de los mismos;  
 X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;  
 55  $0 < a \leq 4$ ;  
 $0 \leq b \leq 2$ ;  
 $0 \leq c \leq 2$ ;  
 $0 \leq d \leq 1$ ;  
 $0 \leq e \leq 1$ ;  
 $0 \leq f \leq 1$ ;  
 $0 \leq g \leq 1$ ;  
 60  $0 < h \leq 2$ ;  
 $1 \leq x \leq 2$ ; y  
 $1 \leq y \leq 5$ .

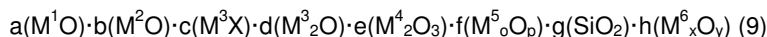
4. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un compuesto que tiene la fórmula (5)



5 en la que

- $M^1$  es Cu o una combinación de Cu y Pb;  
 $M^2$  es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^3$  es B, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^4$  es Si, Ge, Ti, Zr, Hf o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^5$  es Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu o cualquier combinación de los mismos;  
 $0 < a \leq 1$ ;  
 $0 \leq b \leq 2$ ;  
 $0 < c \leq 8$ ;  
 $0 \leq d \leq 1$ ;  
 $0 \leq e \leq 1$ ;  
 $0 < f \leq 2$ ;  
 $1 \leq x \leq 2$ ; y  
 $1 \leq y \leq 5$ .

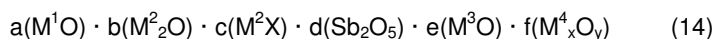
5. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un compuesto que tiene la fórmula (9)



en la que

- $M^1$  es Cu o una combinación de Cu y Pb;  
 $M^2$  es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^3$  es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^4$  es Al, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^5$  es Ge, V, Nb, Ta, W, Mo, Ti, Zr, Hf o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^6$  es Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu o cualquier combinación de los mismos;  
X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;  
 $0 < a \leq 2$ ;  
 $0 < b \leq 8$ ;  
 $0 \leq c \leq 4$ ;  
 $0 \leq d \leq 2$ ;  
 $0 \leq e \leq 2$ ;  
 $0 \leq f \leq 2$ ;  
 $0 < g \leq 10$ ;  
 $0 < h \leq 5$ ;  
 $1 \leq o \leq 2$ ;  
 $1 \leq p \leq 5$ ;  
 $1 \leq x \leq 2$ ; y  
 $1 \leq y \leq 5$ .

6. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un compuesto que tiene la fórmula (14)



en la que

- $M^1$  es Cu o una combinación de Cu y Pb;  
 $M^2$  es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^3$  es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;  
 $M^4$  es Bi, Sn, Sc, Y, La, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Gd o cualquier combinación de los mismos;  
X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;  
 $0 < a \leq 2$ ;  
 $0 \leq b \leq 2$ ;

$$\begin{aligned}
 &0 \leq c \leq 4; \\
 &0 < d \leq 8; \\
 &0 \leq e \leq 8; \\
 &0 \leq f \leq 2; \\
 5 \quad &1 \leq x \leq 2; y \\
 &1 \leq y \leq 5.
 \end{aligned}$$

7. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un compuesto que tiene la fórmula (17)

$$10 \quad a(M^1O) \cdot b(M^2_2O) \cdot c(M^2X) \cdot dGeO_2 \cdot e(M^3O) \cdot f(M^4_2O_3) \cdot g(M^5_oO_p) \cdot h(M^6_xO_y) \quad (17)$$

en la que

$$\begin{aligned}
 15 \quad &M^1 \text{ es Cu o una combinación de Cu y Pb;} \\
 &M^2 \text{ es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;} \\
 &M^3 \text{ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd o cualquier combinación de los mismos;} \\
 &M^4 \text{ es Sc, Y, B, Al, La, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;} \\
 20 \quad &M^5 \text{ es Si, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos;} \\
 &M^6 \text{ es Bi, Sn, Pr, Sm, Eu, Gd, Dy o cualquier combinación de los mismos;} \\
 &X \text{ es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;} \\
 &0 < a \leq 2; \\
 &0 \leq b \leq 2; \\
 25 \quad &0 \leq c \leq 10; \\
 &0 < d \leq 10; \\
 &0 \leq e \leq 14; \\
 &0 \leq f \leq 14; \\
 &0 \leq g \leq 10; \\
 &0 \leq h \leq 2; \\
 30 \quad &1 \leq o \leq 2; \\
 &1 \leq p \leq 5; \\
 &1 \leq x \leq 2; y \\
 &1 \leq y \leq 5.
 \end{aligned}$$

35 8. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto fosforescente incluye un compuesto que tiene la fórmula (20)

$$40 \quad a(M^1O) \cdot b(M^2_2O) \cdot c(M^2X) \cdot dP_2O_5 \cdot e(M^3O) \cdot f(M^4_2O_3) \cdot g(M^5O_2) \cdot h(M^6_xO_y) \quad (20)$$

en la que

$$\begin{aligned}
 &M^1 \text{ es Cu o una combinación de Cu y Pb,} \\
 &M^2 \text{ es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos,} \\
 45 \quad &M^3 \text{ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos,} \\
 &M^4 \text{ es Sc, Y, B, Al, La, Ga, In o cualquier combinación de los mismos,} \\
 &M^5 \text{ es Si, Ge, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos,} \\
 &M^6 \text{ es Bi, Sn, Pr, Sm, Eu, Gd, Dy, Ce, Tb o cualquier combinación de los mismos,} \\
 &X \text{ es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos,} \\
 50 \quad &0 < a \leq 2; \\
 &0 \leq b \leq 12; \\
 &0 \leq c \leq 16; \\
 &0 < d \leq 3; \\
 &0 \leq e \leq 5; \\
 55 \quad &0 \leq f \leq 3; \\
 &0 \leq g \leq 2; \\
 &0 < h \leq 2; \\
 &1 \leq x \leq 2; y \\
 &1 \leq y \leq 5.
 \end{aligned}$$

60 9. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el compuesto fosforescente incluye uno o más compuestos individuales o cualquier combinación de los mismos.

10. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 que comprende adicionalmente un material sellante configurado para cubrir el diodo emisor de luz y el compuesto fosforescente, en



donde el compuesto fosforescente está distribuido en el material sellante.

11. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el diodo emisor de luz comprende una pluralidad de diodos emisores de luz.

5 12. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, que comprende adicionalmente un reflector configurado para reflejar la luz del diodo emisor de luz.

10 13. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende adicionalmente:

una pluralidad de conductores;

un portadiodos proporcionado en un extremo de uno de la pluralidad de conductores;

15 un dispositivo eléctricamente conductor configurado para conectar el diodo emisor de luz con otro de la pluralidad de conductores,

en donde el diodo emisor de luz está proporcionado en el portadiodos.

20 14. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, que comprende adicionalmente un sumidero de calor para irradiar el calor desde el diodo emisor de luz.

Fig. 1

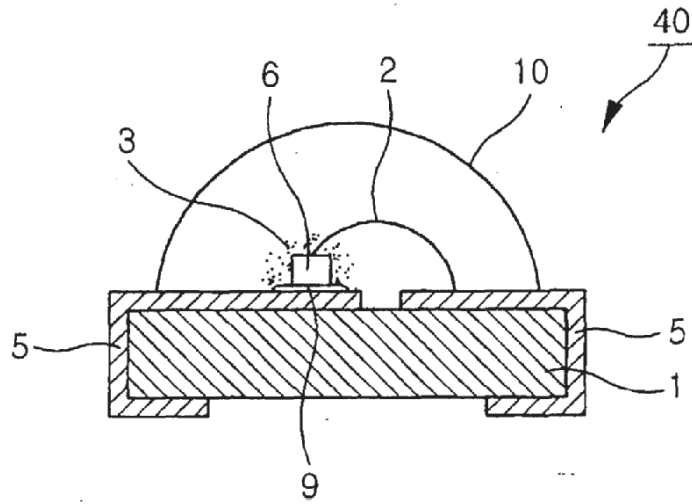


Fig. 2

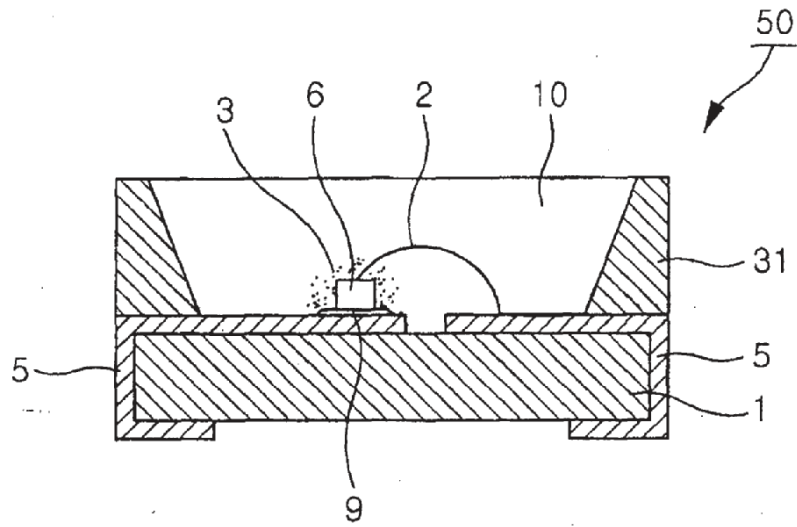


Fig. 3

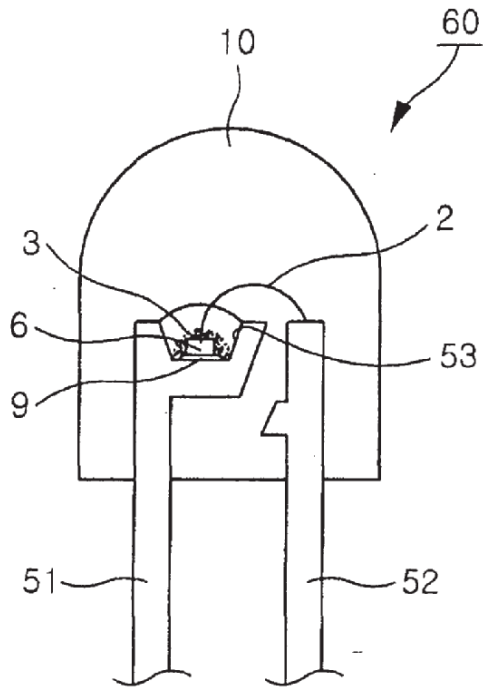


Fig. 4

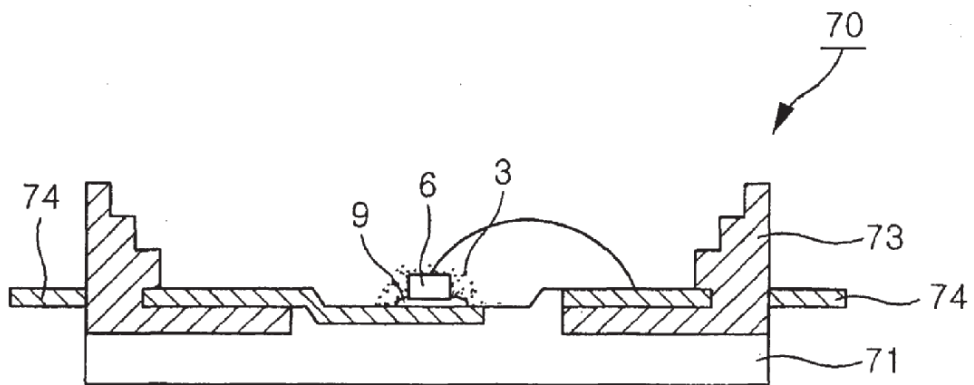


Fig. 5

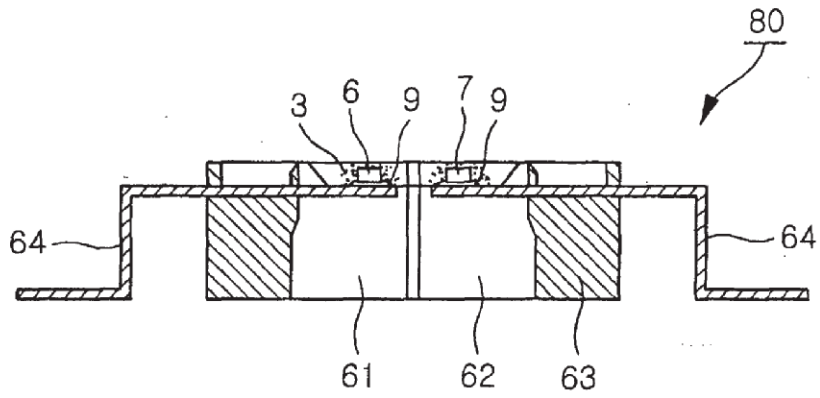


Fig. 6

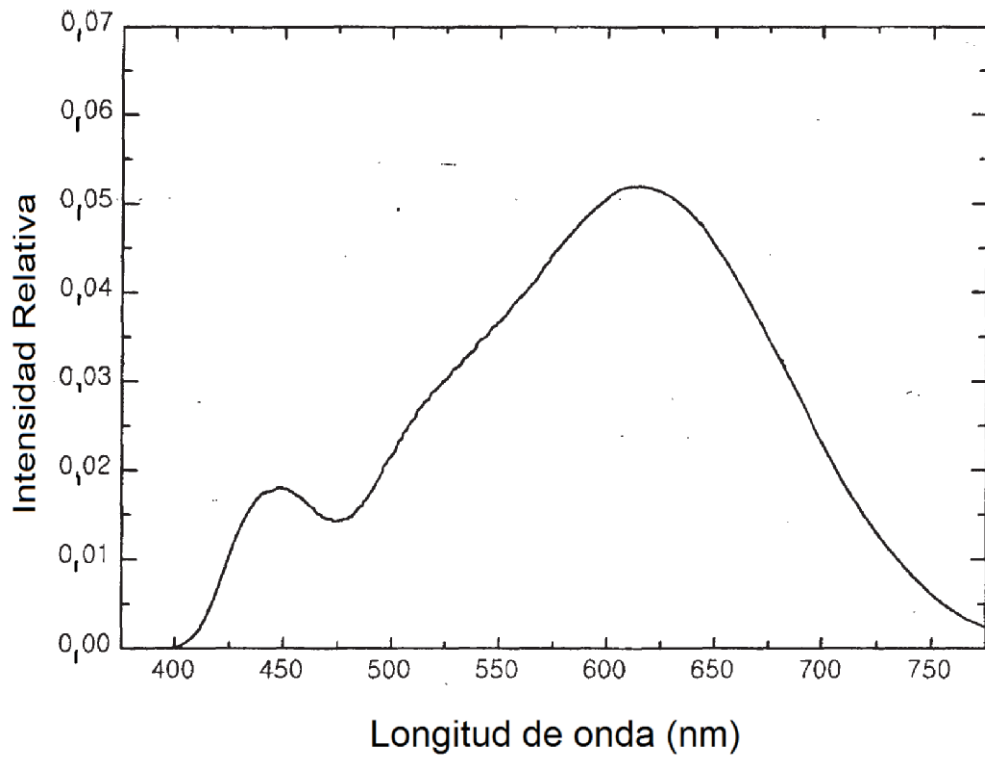


Fig. 7

