

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 436**

51 Int. Cl.:

C09K 11/58 (2006.01)

C09K 11/66 (2006.01)

C09K 11/77 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2004 E 04106880 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 1674548**

54 Título: **Material luminiscente**

30 Prioridad:

22.12.2004 KR 2004042397

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

22.04.2016

73 Titular/es:

**SEOUL SEMICONDUCTOR CO., LTD (100.0%)
148-29 Gasan-dong, Keumcheon-ku
Seoul 153-023, KR**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 567 436 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

Material luminiscente

5 **1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere generalmente a materiales fluorescentes que contienen europio y más particularmente a tales materiales luminiscentes para excitar luz ultravioleta así como visible que contienen compuestos dopados de cobre o de Cu/Pb.

10

2. Descripción de la técnica relacionada

Los compuestos activados de plomo y cobre se conocen por una onda de excitación corta, por ejemplo a partir de una lámpara de mercurio de baja presión, tal como disilicato de bario activado por plomo (Keith H. Butler, The Pennsylvania State University Press, 1980, S. 181), akermanitas activadas por plomo o metasilicato Ca activado por Pb^{2+} .

15

Generalmente, los máximos de las bandas de emisión de tales fósforos activados por plomo se localizan entre 290 nm y 370 nm a 254 nm de excitación. El disilicato de bario activado por plomo es un fósforo que emite U.V. que se usa actualmente en lámparas de solaris.

20

El plomo tiene en el estado fundamental 1S_0 dos electrones externos. La configuración electrónica del estado fundamental es $d^{10}s^2$, de tal manera que el estado excitado más bajo tiene una configuración $d^{10}sp$. La configuración sp excitada tiene cuatro niveles, 3P_0 , 3P_1 , 3P_2 y 1P_1 , que pueden lograrse entre 165,57 nm (3P_0) y 104,88 nm (1P_1) en el ion libre. Las transiciones entre el nivel 1S_0 y 1P_1 excitado se permite por todas las reglas de selección. Aunque las transiciones entre 1S_0 y 3P_0 solamente se permiten con la simetría más baja, las transiciones entre 1S_0 y 3P_1 así como 3P_2 solamente se permiten en ciertas condiciones. Sin embargo, la excitación entre 180 y 370 nm tiene la misma emisión. No es posible la excitación con una longitud de onda más larga de 370 nm.

25

De otra manera, se sabe que los materiales luminiscentes tienen plomo como un componente de red cristalina hospedadora. Los fósforos de molibdato que contienen centros MoO_4^{2-} se describen en Bernhardt, H. J. Phys. Stat. Sol. (a), 91,643, 1985. $PbMoO_4$ muestra a temperatura ambiente emisión roja con un máximo de emisión a 620 nm en fotoexcitación a 360 nm.

30

Sin embargo, tal emisión no está provocada por el plomo en sí mismo. En los molibdatos las propiedades de luminiscencia no están provocadas por el ion metálico M^{2+} ($M^{2+}MoO_4$ donde $M^{2+} = Ca, Sr, Cd, Zn, Ba, Pb$ etc.). En este punto, los centros defectuosos de iones MoO_4^{2-} acoplados a vacantes del ion O^{2-} parecen ser la razón. Sin embargo, el ion Pb^{2+} influye en las propiedades de emisión preferidas porque estabiliza la red cristalina hospedadora.

35

40

Como un ejemplo familiar, los tungstatos (Ca,Pb) WO_4 como cristales mezclados tienen una emisión verde fuerte con alta salida cuántica del 75 % (Blasse, G., Radiationless processes in luminescent materials, in Radiationless Processes, DiBartolo, B., Ed. Plenum Press, Nueva York, 1980, 287). En excitación de 250 nm $PbWO_4$ muestra emisión azul y en excitación de 313 nm $PbWO_4$ tiene una banda de emisión naranja, que puede causarse por defectos de Schottky o por impurezas iónicas (Phosphor Handbook, editado bajo el Auspicio de la Phosphor Research Society, CRC Press Nueva York, 1998, S 205).

45

El cobre se usó como un activador monovalente en ortofosfatos (Wanmaker, W.L. y Baker, C., J. Electrochem. Soc., 106, 1027, 1959) con un máximo de emisión a 490 nm. El estado fundamental del cobre monovalente es una capa $3d^{10}$ llena. Ese es el nivel 1S_0 . Después de excitar la configuración menos excitada es $3d^94s$. Esta configuración tiene dos términos, 3D y 1D . La siguiente configuración más alta, $3d^94p$, da 6 términos $^3P^o$, $^3F^o$, $^3D^o$, $^1F^o$, $^1D^o$ y $^1P^o$. Las transiciones entre el estado fundamental 1S_0 y el 1D o el 3D están prohibidos por paridad o espín, respectivamente. En los iones cobre, se permite la excitación a los niveles del campo cristalino de los términos 4p. La emisión se conseguirá bien por un retorno directo desde el estado impar del campo cristalino al estado fundamental o bien por una combinación de transiciones primero desde el estado impar a un nivel de campo cristalino y después de eso una segunda transición desde este estado 3D o 1D de la configuración $3d^94p$ al estado fundamental.

50

55

El estado fundamental del cobre bivalente tiene configuración $3d^9$. Este es el nivel $^2D_{5/2}$. En el cobre bivalente, uno de los electrones d puede excitarse al orbital 4s o 4p. La configuración excitante más baja es la $3d^84s$ con dos términos cuarteto 4F , 4P y cuatro términos doblete, 2F , 2D , 2P y 2G sin emisión causada por transiciones prohibidas. La configuración excitante más alta es la configuración $3d^84p$ con cuatro términos $^4D^o$, $^4G^o$, $^4F^o$ y $^4P^o$, donde puede darse la emisión.

60

Los fósforos de sulfuro activados o co-activados por cobre se conocen bien y se usan comercialmente para tubos de rayos catódicos. El $ZnS : Cu, Al$ que emite en verde (en el que, el cobre se usa como activador y el Al se usa como co-activador) es muy importante en aplicaciones de CRT.

65

En fósforos de cinc-sulfuro, los materiales luminiscentes pueden clasificarse en cinco tipos, dependiendo de la relación relativa de la concentración de los activadores y de los co-activadores (van Gool, W., Philips Res. Rept. Suppl., 3, 1, 1961). En este punto, los centros luminiscentes se forman a partir de donadores profundos o de aceptores profundos o por su asociación a los sitios vecinos más cercanos (Phosphor Handbook, editado bajo el Auspicio de la Phosphor Research Society, CRC Press Nueva York, 1998, S. 238).

Los ortofosfatos activados por cobre (Wanmaker, W.L. y Spier, H.L., JECS 109 (1962), 109) y los pirofosfatos, alumosilicatos, silicatos y tripolifosfatos todos activados por cobre se describen en "Keith H. Butler, The Pennsylvania State University Press, 1980, S. 281". Sin embargo, tales fósforos solamente pueden usarse para una excitación U.V. de onda corta. Debido a sus propiedades químicas inestables y su comportamiento de temperatura, no pueden usarse en lámparas fluorescentes.

La influencia de los iones plomo y cobre como componente de la red cristalina hospedadora en compuestos dominados por oxígeno, activados por iones de tierras raras tales como Eu^{2+} , Ce^{3+} y otros, todavía no se ha descrito. Debe esperarse que la incorporación de plomo y/o cobre como un componente de la red cristalina hospedadora influya en las propiedades ópticas luminiscentes preferidas con respecto a la intensidad de luminosidad mejorada así como un desplazamiento deseable de los máximos de emisión, los puntos de color y la forma de los espectros de emisión y la estabilización de la red cristalina.

La influencia de los iones plomo y/o los iones cobre como componentes en la red cristalina hospedadora muestra propiedades luminiscentes mejoradas para longitudes de onda de excitación mayores de 360 nm. En esta región de longitud de onda, ambos iones no muestran transferencias de radiación propias debido a los niveles energéticos de su configuración electrónica, de tal manera que cualquier clase de radiación excitante no puede perderse.

Los materiales luminiscentes dopados con plomo y cobre muestran intensidades de emisión mejoradas en comparación con los materiales luminiscentes que no tienen estos componentes en la red cristalina hospedadora. Adicionalmente, como un efecto deseable de los materiales luminiscentes dopados con plomo y cobre muestran un desplazamiento de la longitud de onda de emisión a energías mayores o a menores. Para los compuestos que contienen plomo o cobre, estos iones no reaccionan como activadores en el sentido más amplio. Sin embargo, el uso de estos iones da lugar a una influencia en el desdoblamiento del campo cristalino así como en la covalencia.

Los iones plomo que tienen un radio iónico de 119 pm pueden sustituir muy fácilmente a los iones alcalinotérreos Ca que tienen un radio iónico de 100 pm y de Sr que tienen un radio iónico de 118 pm. La electronegatividad del plomo con 1,55 es mucho mayor que aquella del Ca (1,04) y del Sr (0,99). La preparación de sustancias que contienen plomo es complicada debido a la posibilidad de una oxidación de estos iones en atmósferas reductoras. Para la preparación de componentes dopados con plomo, que necesitan una atmósfera reductora, son necesarios procesos de preparación especiales.

La influencia del plomo en el campo cristalino se muestra en un desplazamiento generalmente de las características de emisión dependiendo de los iones sustituidos. En casos de una sustitución de Pb por Sr o Ba en aluminatos y/o silicatos activados por Eu, el máximo de emisión debe desplazarse a longitudes de onda más largas debido al menor radio iónico del Pb en comparación con los radios iónicos de Ba y Sr. Eso da lugar a un campo cristalino más fuerte en los alrededores del ion activador.

Un efecto similar muestra la sustitución de cobre por iones alcalinotérreos. En este punto, es eficaz una influencia adicional. Debido al potencial iónico mayor del cobre como un cociente de la carga iónica y del radio iónico en comparación con los iones alcalinotérreos más grandes, los iones cobre pueden atraer a los iones oxígeno vecinos con más fuerza que los iones alcalinotérreos. De esta manera la sustitución de iones alcalinotérreos más grandes Ca, Sr y Ba por cobre da lugar a un campo cristalino más fuerte en los alrededores de los iones activadores también. De esta manera, puede influirse la forma de las bandas de emisión, el desplazamiento del pico de emisión a longitudes de onda más largas está conectado con un ensanchamiento de las curvas de emisión para la emisión de bandas. Además, debe ser posible aumentar la intensidad de la emisión sustituyendo los iones cobre y plomo. Generalmente, los desplazamientos de los picos de emisión a longitudes de onda más largas así como a más cortas son deseables en el campo de la iluminación LED. En este punto, es necesario realizar un ajuste fino para conseguir una longitud de onda especial para puntos de color deseados así como para mejor luminosidad de los dispositivos ópticos. Usando cationes, cobre y plomo, un ajuste fino tal debe ser posible.

Se sabe que algunos materiales luminiscentes y fósforos son inestables en agua, humedad del aire, vapor de agua o disolventes polares. Por ejemplo, los aluminatos con estructura de espinela o los silicatos con estructuras ortoromíicas así como de akermanita muestran más o menos alta sensibilidad al agua, a la humedad del aire, al vapor de agua o a los disolventes polares debido a la alta basicidad. Sin embargo, debido a una mayor covalencia y a una menor basicidad, la incorporación de plomo y/o de cobre en una red cristalina hospedadora debe mejorar este comportamiento de los materiales luminiscentes contra el agua, la humedad del aire y los disolventes polares si se sustituyen por cationes que tienen una basicidad alta.

Sumario de la invención

En vista de la técnica anterior descrita anteriormente, es un objetivo de la presente invención proporcionar materiales luminiscentes dopados con cobre o Cu/Pb que tengan una muy buena posibilidad de sustituir los iones alcalinotérreos por plomo y cobre con un desplazamiento de las bandas de emisión a longitudes de onda más largas o más cortas, respectivamente.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar materiales luminiscentes que contienen cobre o cobre/plomo con propiedades luminiscentes mejoradas y también con estabilidad mejorada contra el agua, la humedad así como otros disolventes polares.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar materiales luminiscentes dopados con cobre o Cu/Pb, que dan un intervalo de temperatura de color alta de aproximadamente 1726,85 °C a 7726,85 °C o 9726,85 °C (2.000 K a 8.000 K o 10.000 K) y CRI hasta aproximadamente 90 en LED.

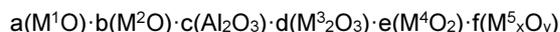
Para lograr este y otros objetivos, como se realiza y se describe ampliamente en el presente documento, los materiales luminiscentes para la excitación de luz ultravioleta o de luz visible comprenden compuestos químicos dopados con cobre o con Cu/Pb que contienen europio u otros iones luminiscentes.

Los materiales luminiscentes pueden estar compuestos por uno o más compuestos de aluminato, silicato, antimonato, germanato/o germanato-silicato y fosfato.

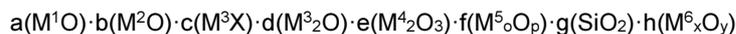
El aluminato se expresa como sigue:



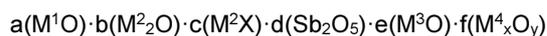
y



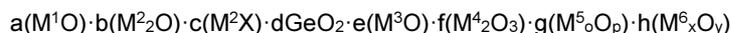
El silicato se expresa como sigue:



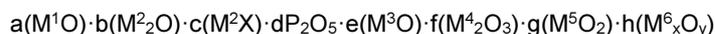
El antimonato se expresa como sigue:



El germanato/o germanato-silicato se expresa como sigue:



El fosfato se expresa como sigue:



Mientras tanto, los materiales luminiscentes pueden usarse como un convertidor para el ultravioleta de onda larga primaria en el intervalo de 300-400 nm y/o radiación azul en el intervalo de 380-500 nm generada a partir de uno o más elementos primarios únicos con un dispositivo emisor de luz para producir luz en la región visible del espectro hasta un índice de conversión de color alto Ra > 90.

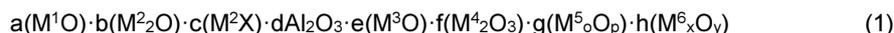
Adicionalmente, los materiales luminiscentes pueden usarse en LED como un compuesto único y/o una mezcla de una pluralidad de compuestos únicos para realizar luz blanca con un rendimiento cromático hasta la.

Descripción detallada de la realización preferida

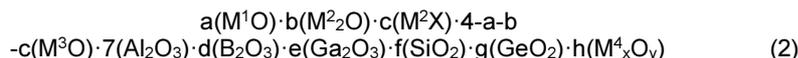
En lo sucesivo, la presente invención se describirá en detalle.

Ejemplo 1:

Los materiales luminiscentes para la excitación de la luz ultravioleta o de la luz visible comprenden aluminatos dopados con cobre o con Cu/Pb de acuerdo con la fórmula como sigue:



5 en la que M¹ puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M² puede ser uno o más elementos monovalentes, por ejemplo, Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos; M³ puede ser uno más elementos divalentes, por ejemplo, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M⁴ puede ser uno o más elementos trivalentes, por ejemplo, Sc, B, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos; M⁵ puede ser Si, Ge, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo y/o cualquier combinación de los mismos; M⁶ puede ser Eu o una combinación de Eu y al menos uno de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu; X puede ser F, Cl, Br, I y/o cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 2; 0 ≤ b ≤ 2; 0 ≤ c ≤ 2; 0 ≤ d ≤ 8; 0 < e ≤ 4; 0 ≤ f ≤ 3; 0 ≤ g ≤ 8; 0 < h ≤ 2; 1 ≤ o ≤ 2; 1 ≤ p ≤ 5; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

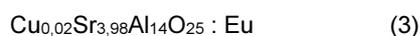


15 en la que M¹ puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M² puede ser uno o más elementos monovalentes, por ejemplo, Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos; M³ puede ser uno más elementos divalentes, por ejemplo, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M⁴ puede ser Eu o una combinación de Eu y al menos uno de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, In, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu; X puede ser F, Cl, Br, I y cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 4; 0 ≤ b ≤ 2; 0 ≤ c ≤ 2; 0 ≤ d ≤ 1; 0 ≤ e ≤ 1; 0 ≤ f ≤ 1; 0 ≤ g ≤ 1; 0 < h ≤ 2; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

25 La preparación de materiales luminiscentes dopados de cobre así como de cobre/plomo puede ser una reacción básica en estado sólido. Pueden usarse materiales de partida sin ninguna impureza, por ejemplo, hierro. Cualquier material de partida que pueda transferir a óxidos a través de un proceso de calentamiento puede usarse para formar fósforos dominados por oxígeno.

Ejemplos de preparación:

30 Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (3)



Materiales de partida: CuO, SrCO₃, Al(OH)₃, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

35 Los materiales de partida en forma de óxidos, hidróxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo, por ejemplo, H₃BO₃. La mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina en una primera etapa a aproximadamente 1.200 °C durante aproximadamente una hora. Después de moler los materiales pre-incinerados puede seguir una segunda etapa de incinerado a aproximadamente 1.450 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 4 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión de aproximadamente 494 nm.

Tabla 1: aluminato activado por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con aluminato activado por Eu²⁺ sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm

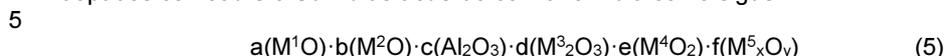
	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	Cu _{0,02} Sr _{3,98} Al ₁₄ O ₂₅ : Eu	Sr ₄ Al ₁₄ O ₂₅ : Eu
Densidad luminosa (%)	103,1	100
Longitud de onda (nm)	494	493

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

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico de materiales sin plomo/cobre (nm)
Cu _{0,5} Sr _{3,5} Al ₁₄ O ₂₅ : Eu	360 - 430	101,2	495	493
Cu _{0,02} Sr _{3,98} Al ₁₄ O ₂₅ : Eu	360 - 430	103,1	494	493
Cu _{0,01} Sr _{3,99} Al _{13,995} Si _{0,005} O ₂₅ : Eu	360 - 430	103	494	492
Cu _{0,01} Sr _{3,395} Ba _{0,595} Al ₁₄ O ₂₅ : Eu, Dy	360 - 430	100,8	494	493

Ejemplo 2:

Los materiales luminiscentes para la excitación de la luz ultravioleta o de la luz visible comprenden aluminatos dopados con cobre o Cu/Pb de acuerdo con la fórmula como sigue:



10 en la que M¹ puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M² puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M³ puede ser B, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos; M⁴ puede ser Si, Ge, Ti, Zr, Hf y/o cualquier combinación de los mismos; M⁵ puede ser Eu o una combinación de Eu y al menos uno de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu; Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb and Lu; 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.

15 El pico y la densidad luminosos del Ejemplo 2 se describen en la Tabla 7, que se mostrará a continuación.

Ejemplo de preparación:

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



Materiales de partida: CuO, SrCO₃, Al₂O₃, SiO₂, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

25 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 flujo, por ejemplo, AlF₃. La mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.250 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 3 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión de aproximadamente 521,5 nm.

30 Tabla 4: aluminato activado por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con aluminato activado por Eu²⁺ sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	Cu _{0,05} Sr _{0,95} Al _{1,9997} Si _{0,0003} O ₄ : Eu	Sr ₄ Al ₂ O ₄ : Eu
Densidad luminosa (%)	106	100
Longitud de onda (nm)	521,5	519

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (7)



Materiales de partida: CuO, MgO, BaCO₃, Al(OH)₃, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

40 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 flujo, por ejemplo, AlF₃. La mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.420 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 2 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión de aproximadamente 452 nm.

45 Tabla 5: aluminato activado por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con aluminato activado por Eu²⁺ sin dopar con cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Comparación sin cobre
	Cu _{0,12} BaMg _{1,88} Al ₁₆ O ₂₇ : Eu	BaMg ₂ Al ₁₆ O ₂₇ : Eu
Densidad luminosa (%)	101	100
Longitud de onda (nm)	452	450

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

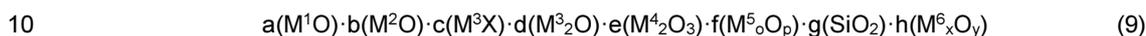
50

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

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico 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
$\text{Cu}_{0,05}\text{BaMg}_{1,95}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$: Eu, Mn	360 - 440	100,5	451,515	450,515
$\text{Cu}_{0,12}\text{BaMg}_{1,88}\text{Al}_{16}\text{O}_{27}$: Eu	360 - 440	101	452	450
$\text{Cu}_{0,01}\text{BaMg}_{0,99}\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$: Eu	360 - 440	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
$\text{Cu}_{0,05}\text{Ba}_{0,94}\text{Pb}_{0,06}\text{Mh}_{0,95}\text{Al}_{10}\text{O}_{17}$: Eu	360 - 440	100,4	451	449

5 **Ejemplo 3:**

Los materiales luminiscentes para la excitación con luz ultravioleta o con luz visible comprenden silicatos dopados con cobre o con Cu/Pb de acuerdo con la fórmula como sigue:



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

20 La densidad luminosa superior del Ejemplo 3 puede verse a continuación.

Ejemplo de preparación:

25 Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (10)



Materiales de partida: CuO, SrCO₃, CaCO₃, SiO₂, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

30 Los materiales de partida en forma de óxidos puros y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo, por ejemplo NH₄Cl. La mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera de gas inerte (por ejemplo, N₂ o un gas noble) durante aproximadamente 2 horas. Después el material puede molerse. Después de eso, el material puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera ligeramente reducida durante
35 aproximadamente 2 horas. Después, el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 592 nm.

Tabla 8: silicato activado por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con silicato activado por Eu²⁺ sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm

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

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



45 Materiales de partida: CuO, BaCO₃, ZnO, MgO, SiO₂, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

Los materiales de partida en forma de óxidos muy puros y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo, por ejemplo NH₄Cl. En una primera etapa, la mezcla puede incinerarse 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 eso el material puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.235 °C en una atmósfera reducida durante aproximadamente 2 horas. Después, 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 por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con silicato activado por Eu²⁺ sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	Cu _{0,2} Sr ₂ Zn _{0,2} Mg _{0,6} Si ₂ O ₇ : Eu	Sr ₂ Zn ₂ Mg _{0,6} Si ₂ O ₇ : Eu
Densidad luminosa (%)	101,5	100
Longitud de onda (nm)	467	465

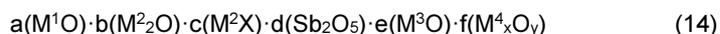
Los resultados obtenidos con respecto a los silicatos dopados con cobre y con cobre/plomo se muestran en la tabla 12.

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

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico de materiales sin plomo/cobre (nm)
Cu _{0,02} (Ba, Sr, Ca, Zn) _{1,98} SiO ₄ : Eu	360 - 500	108,2	565	560
Cu _{0,05} Sr _{1,7} Ca _{0,25} SiO ₄ : Eu	360 - 470	104	592	588
Cu _{0,05} Li _{0,002} Sr _{1,5} Ba _{0,448} SiO ₄ : Gd, Eu	360 - 470	102,5	557	555
Cu _{0,2} Sr ₂ Zn _{0,2} Mg _{0,6} Si ₂ O ₇ : Eu	360 - 450	101,5	467	465
Cu _{0,02} Ba _{2,8} Sr _{0,2} Mg _{0,98} Si ₂ O ₈ : Eu, Mn	360 - 420	100,8	440, 660	438, 660
Cu _{0,2} Ba _{2,2} Sr _{0,75} Pb _{0,05} Zn _{0,8} Si ₂ O ₈ : Eu	360 - 430	100,8	448	445
Cu _{0,2} Ba ₃ Mg _{0,8} Si _{1,99} Ge _{0,01} O ₈ : Eu	360 - 430	101	444	440
Cu _{0,5} Zn _{0,5} Ba ₂ Ge _{0,2} Si _{1,8} O ₇ : Eu	360 - 420	102,5	435	433
Cu _{0,8} Mg _{0,2} Ba ₃ Si ₂ O ₈ : Eu, Mn	360 - 430	103	438, 670	435, 670
Cu _{0,2} Ba ₅ Ca _{2,8} Si ₄ O ₁₆ : Eu	360 - 470	101,8	495	491

Ejemplo 4:

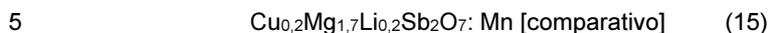
Los materiales luminiscentes para la excitación de la luz ultravioleta o de la luz visible comprenden antimonatos dopados con cobre o con Cu/Pb de acuerdo con la fórmula como sigue:



en la que M¹ puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M² puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos; M³ puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn y/o cualquier combinación de los mismos; M⁴ puede ser Eu o una combinación de Eu y al menos uno de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Pm, Sm, Tb, Dy y Gd; X puede ser F, Cl, Br, I y cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 2; 0 ≤ b ≤ 2; 0 ≤ c ≤ 4; 0 < d ≤ 8; 0 ≤ e ≤ 8; 0 < f ≤ 2; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

Ejemplos de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (15)



Materiales de partida: CuO, MgO, LiO₂, Sb₂O₅, MnCO₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

10 Los materiales de partida en forma de óxidos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo. En una primera etapa, la mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 985 °C en el aire durante aproximadamente 2 horas. Después del pre-incinerado el material puede molerse de nuevo. En una segunda etapa la mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante aproximadamente 8 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 626 nm.

Tabla 13: antimonato dopado con cobre comparado con antimonato sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm [comparativo]

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$Cu_{0,2}Mg_{1,7}Li_{0,2}Sb_2O_7: Mn$	$Mg_{1,2}Li_{0,2}Sb_2O_7: Mn$
Densidad luminosa (%)	101,8	100
Longitud de onda (nm)	652	650

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

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

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico de materiales sin plomo/cobre (nm)
$Cu_{0,15}Ca_{1,845}Sr_{0,005}Sb_{1,998}Si_{0,002}O_7: Mn$	360 - 400	101,5	660	658
$Cu_{0,2}Mg_{1,7}Li_{0,2}Sb_2O_7: Mn$	360 - 400	101,8	652	650
$Cu_{0,2}Pb_{0,01}Ca_{0,79}Sb_{1,98}Nb_{0,02}O_6: Mn$	360 - 400	98,5	658	658
$Cu_{0,01}Ca_{1,99}Sb_{1,9995}V_{0,0005}O_7: Mn$	360 - 400	100,5	660	657
$Pb_{0,006}Ca_{0,6}Sr_{0,394}Sb_2O_6$	360 - 400	102	637	638
$Cu_{0,02}Ca_{0,9}Sr_{0,5}Ba_{0,4}Mg_{0,18}Sb_2O_7$	360 - 400	102,5	649	645

Ejemplo 5:

30 Los materiales luminiscentes para la excitación de la luz ultravioleta o de la luz visible comprenden germanatos dopados con cobre o con Cu/Pb y/o germanato-silicatos de acuerdo con la fórmula como sigue:



35 en la que M¹ puede ser Cu o una combinación de Cu y Pb; M² puede ser Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag y/o cualquier combinación de los mismos; M³ puede ser Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd y/o cualquier combinación de los mismos; M⁴ puede ser Sc, Y, B, Al, La, Ga, In y/o cualquier combinación de los mismos; M⁵ puede ser Si, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo y/o cualquier combinación de los mismos; M⁶ puede ser Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Pr, Sm, Gd y Dy; X puede ser F, Cl, Br, I y/o cualquier combinación de los mismos; 0 < a ≤ 2; 0 ≤ b ≤ 2; 0 ≤ c ≤ 10; 0 < d ≤ 10; 0 ≤ e ≤ 14; 0 ≤ f ≤ 14; 0 ≤ g ≤ 10; 0 < h ≤ 2; 1 ≤ o ≤ 2; 1 ≤ p ≤ 5; 1 ≤ x ≤ 2; y 1 ≤ y ≤ 5.

40

Ejemplo de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (18)



Materiales de partida: PbO, CaCO₃, ZnO, GeO₂, SiO₂, MnCO₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

- 10 Los materiales de partida en forma de óxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo, por ejemplo, NH₄Cl. En una primera etapa, la mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °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 incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.200 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante
- 15 aproximadamente 2 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 655 nm.

Tabla 16: germanato activado por Mn dopado con plomo comparado con germanato activado por Mn sin plomo a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm [comparativo]

	Compuesto dopado con plomo	Comparación sin plomo
	$Pb_{0,004}Ca_{1,99}Zn_{0,006}Ge_{0,8}Si_{0,2}O_4 : Mn$	$Ca_{1,99}Zn_{0,01}Ge_{0,8}Si_{0,2}O_4 : Mn$
Densidad luminosa (%)	101,5	100
Longitud de onda (nm)	655	657

20 Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (19)



25 Materiales de partida: CuO, SrCO₃, GeO₂, SiO₂, MnCO₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

- Los materiales de partida en forma de óxidos y/o carbonatos pueden mezclarse en proporciones estequiométricas junto con pequeñas cantidades de flujo, por ejemplo, NH₄Cl. En una primera etapa, la mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.100 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante
- 30 aproximadamente 2 horas. Después, el material puede molerse de nuevo. En una segunda etapa la mezcla puede incinerarse en un crisol de alúmina a aproximadamente 1.180 °C en una atmósfera que contiene oxígeno durante aproximadamente 4 horas. Después de eso el material puede molerse, lavarse, secarse y tamizarse. El material luminiscente resultante puede tener un máximo de emisión a aproximadamente 658 nm.

35 Tabla 17: germanato-silicato activado por Mn dopado con cobre comparado con germanato-silicato activado por Mn sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 400 nm [comparativo]

	Compuesto dopado con cobre	Compuesto sin cobre
	$Cu_{0,46}Sr_{0,54}Ge_{0,6}Si_{0,4}O_3 : Mn$	$SrGe_{0,6}Si_{0,4}O_3 : Mn$
Densidad luminosa (%)	103	100
Longitud de onda (nm)	658	655

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

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico de materiales sin plomo/cobre (nm)
$Pb_{0,004}Ca_{1,99}Zn_{0,006}Ge_{0,8}Si_{0,2}O_4 : Mn$	360-400	101,5	655	657
$Cu_{0,46}Sr_{0,54}Ge_{0,6}Si_{0,4}O_3 : Mn$	360 - 400	103	658	655
$Cu_{0,002}Sr_{0,998}Ba_{0,99}Ca_{0,01}Si_{0,98}Ge_{0,02}O_4 : Eu$	360 - 470	102	538	533
$Cu_{1,45}Mg_{26,55}Ge_{9,4}Si_{0,6}O_{48} : Mn$	360 - 400	102	660	657
$Cu_{1,2}Mg_{26,8}Ge_{8,9}Si_{1,1}O_{48} : Mn$	360 - 400	103,8	670	656
$Cu_4Mg_{20}Zn_4Ge_5Si_{2,5}O_{38}F_{10} : Mn$	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

Ejemplo 6:

Los materiales luminiscentes para la excitación de la luz ultravioleta o de la luz visible comprenden fosfatos dopados con cobre o con Cu/Pb de acuerdo con la fórmula como sigue:

$$a(\text{M}^1\text{O}) \cdot b(\text{M}^2_2\text{O}) \cdot c(\text{M}^2\text{X}) \cdot d\text{P}_2\text{O}_5 \cdot e(\text{M}^3\text{O}) \cdot f(\text{M}^4_2\text{O}_3) \cdot g(\text{M}^5\text{O}_2) \cdot h(\text{M}^6_x\text{O}_y) \quad (20)$$

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

Los materiales luminiscentes que comprenden los fosfatos dopados con cobre o con Cu/Pb pueden usarse como compuestos para luz ultravioleta en un dispositivo emisor de luz.

Ejemplos de preparación:

Preparación del material luminiscente que tiene la fórmula (21)



Materiales de partida: CuO, CaCO₃, Ca₃(PO₄)₂, CaCl₂, Eu₂O₃ y/o cualquier combinación de los mismos.

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

Tabla 19: clorofosfato activado por Eu²⁺ dopado con cobre comparado con clorofosfato activado por Eu²⁺ sin cobre a aproximadamente una longitud de onda de excitación de 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 excitables por luz ultravioleta de onda larga y/o por visible y su densidad luminosa en % a longitud de onda de excitación de 400 nm

Composición	Posible intervalo de excitación (nm)	Densidad luminosa a 400 nm de excitación en comparación con compuestos sin dopar con cobre/plomo (%)	Longitud de onda pico de materiales dopados de plomo/cobre (nm)	Longitud de onda pico 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
$\text{Cu}_{0,2}\text{Mg}_{0,8}\text{BaP}_2\text{O}_7: \text{Eu}, \text{Mn}$	360 - 410	102	638	635
$\text{Cu}_{0,5}\text{Mg}_{0,5}\text{Ba}_2(\text{P}, \text{Si})_2\text{O}_8: \text{Eu}$	360 - 410	101	573	570
$\text{Cu}_{0,5}\text{Sr}_{9,5}(\text{P}, \text{B})_6\text{O}_{24}\text{Cl}_2: \text{Eu}$	360 - 410	102	460	456
$\text{Cu}_{0,5}\text{Ba}_3\text{Sr}_{6,5}\text{P}_6\text{O}_{24}(\text{F}, \text{Cl})_2: \text{Eu}$	360 - 410	102	443	442
$\text{Cu}_{0,05}(\text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})_{4,95}\text{P}_3\text{O}_{12}\text{Cl}: \text{Eu}, \text{Mn}$	360 - 410	101,5	438, 641	435, 640

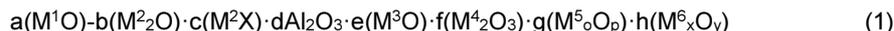
Los materiales luminiscentes dopados con cobre o con Cu/Pb también pueden actuar como un convertidor para dispositivos emisores de luz, tales como LED emisores ultravioleta así como azules, luces traseras y pigmentos de pintura. Pueden convertir la longitud de onda de excitación a partir de la luz ultravioleta y de la azul hasta longitudes de onda visibles más largas. Para todas las temperaturas de color así como para todos los coordinados de color dentro de los coordinados de luz blanca pueden encontrarse mezclas de color. Esto está causado por los diferentes colores de emisión que corresponden al principio de RGB usando diferentes tipos de materiales luminiscentes.

REIVINDICACIONES

1. Un material luminiscente para la excitación mediante luz ultravioleta o luz visible, que comprende:

5 un compuesto químico dopado con cobre que comprende europio, en el que el compuesto es al menos uno cualquiera de un aluminato, un silicato, un antimonato, un germinato, un germanato-silicato y un fosfato.

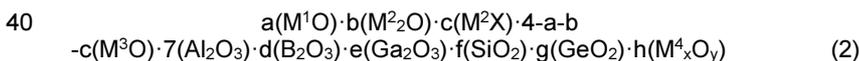
10 2. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (1)



en la que

15 M¹ es Cu o una combinación de Cu y Pb;
 M² es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;
 M³ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;
 M⁴ es Sc, B, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;
 20 M⁵ es Si, Ge, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos;
 M⁶ es Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu;
 X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;
 25 $0 < a \leq 2$;
 $0 \leq b \leq 2$;
 $0 \leq c \leq 2$;
 $0 \leq d \leq 8$;
 $0 < e \leq 4$;
 $0 \leq f \leq 3$;
 30 $0 \leq g \leq 8$;
 $0 < h \leq 2$;
 $1 \leq o \leq 2$;
 $1 \leq p \leq 5$;
 $1 \leq x \leq 2$; y
 35 $1 \leq y \leq 5$.

3. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (2)



en la que

45 M¹ es Cu o una combinación de Cu y Pb;
 M² es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;
 M³ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;
 M⁴ es Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, In, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu;
 50 X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;
 $0 < a \leq 4$;
 $0 \leq b \leq 2$;
 $0 \leq c \leq 2$;
 $0 \leq d \leq 1$;
 55 $0 \leq e \leq 1$;
 $0 \leq f \leq 1$;
 $0 \leq g \leq 1$;
 $0 < h \leq 2$;
 $1 \leq x \leq 2$; y
 60 $1 \leq y \leq 3$.

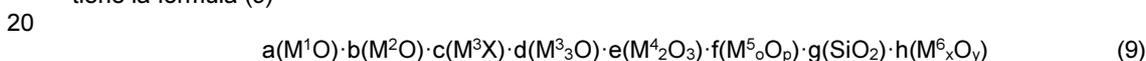
4. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (5)



en la que

- 5 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 Be, 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 Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu;
10 $0 < a \leq 1$;
 $0 \leq b \leq 2$;
 $0 \leq c \leq 8$;
 $0 \leq d \leq 1$;
 $0 \leq e \leq 1$;
 $0 \leq f \leq 2$;
15 $1 \leq x \leq 2$; y
 $1 \leq y \leq 5$.

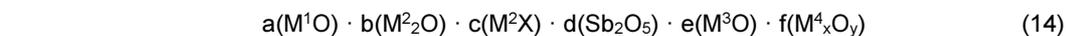
5. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (9)



en la que

- 25 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;
30 M^6 es Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Sb, Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu;
X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;
 $0 < a \leq 2$;
 $0 < b \leq 8$;
35 $0 \leq c \leq 4$;
 $0 \leq d \leq 2$;
 $0 \leq e \leq 2$;
 $0 \leq f \leq 2$;
 $0 \leq g \leq 10$;
40 $0 < h \leq 5$;
 $1 \leq o \leq 2$;
 $1 \leq p \leq 5$;
 $1 \leq x \leq 2$; y
 $1 \leq y \leq 5$.

6. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (14)



en la que

- 55 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 Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Sc, Y, La, Pm, Sm, Tb, Dy y Gd;
X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;
60 $0 \leq a \leq 2$;
 $0 \leq b \leq 2$;
 $0 \leq c \leq 4$;
 $0 < d \leq 8$;
 $0 \leq e \leq 8$;
 $0 \leq f \leq 2$;
 $1 \leq x \leq 2$; y
65 $1 \leq y \leq 5$.

7. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (17)



5 en la que

M¹ es Cu o una combinación de Cu y Pb;

M² es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;

10 M³ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd o cualquier combinación de los mismos;

M⁴ es Sc, Y, B, Al, La, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;

M⁵ es Si, Ti, Zr, Mn, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos;

M⁶ es Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Pr, Sm, Gd y Dy;

X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;

15 $0 < a \leq 2$;

$0 \leq b \leq 2$;

$0 \leq c \leq 10$;

$0 \leq d \leq 10$;

$0 \leq e \leq 14$;

20 $0 \leq f \leq 14$;

$0 \leq g \leq 10$;

$0 < h \leq 2$;

$1 \leq o \leq 2$;

$1 \leq p \leq 5$;

25 $1 \leq x \leq 2$; y

$1 \leq y \leq 5$.

8. El material luminiscente de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el compuesto incluye un compuesto que tiene la fórmula (20)



en la que

35 M¹ es Cu o una combinación de Cu y Pb;

M² es Li, Na, K, Rb, Cs, Au, Ag o cualquier combinación de los mismos;

M³ es Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Mn o cualquier combinación de los mismos;

M⁴ es Sc, Y, B, Al, La, Ga, In o cualquier combinación de los mismos;

M⁵ es Si, Ge, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, W, Mo o cualquier combinación de los mismos;

40 M⁶ es Eu o una combinación de Eu y al menos uno cualquiera de Bi, Sn, Pr, Sm, Gd, Dy, Ce y Tb;

X es F, Cl, Br, I o cualquier combinación de los mismos;

$0 < a \leq 2$;

$0 \leq b \leq 12$;

$0 \leq c \leq 16$;

45 $0 < d \leq 3$;

$0 \leq e \leq 5$;

$0 \leq f \leq 3$;

$0 \leq g \leq 2$;

$0 < h \leq 2$;

50 $1 \leq x \leq 2$; y

$1 \leq y \leq 5$.

9. El material luminiscente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho compuesto convierte el ultravioleta de onda larga primaria en el intervalo de 300-400 nm y/o la radiación azul en el intervalo de 380-500 nm generada a partir de uno o más elementos primarios únicos con un dispositivo emisor de luz para producir luz en la región visible del espectro hasta un índice de conversión de color alto Ra > 90.

10. El material luminiscente de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el material luminiscente se usa en LED como un compuesto único y/o una mezcla de una pluralidad de compuestos únicos para realizar luz blanca con un rendimiento cromático hasta.