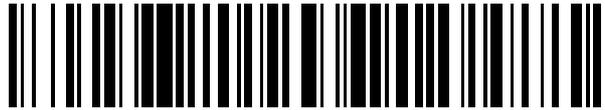


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 981**

51 Int. Cl.:

H01L 33/50 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.1997 E 10184754 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2015 EP 2276080**

54 Título: **Dispositivo emisor de luz y visualizador**

30 Prioridad:

29.07.1996 JP 19858596
17.09.1996 JP 24433996
18.09.1996 JP 24538196
27.12.1996 JP 35900496
31.03.1997 JP 8101097

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.09.2015

73 Titular/es:

NICHIA CORPORATION (100.0%)
491-100, Oka, Kaminaka-cho
Anan-shi, Tokushima 774-8601, JP

72 Inventor/es:

SHIMIZU, YOSHINORI;
SAKANO, KENSHO;
NOGUCHI, YASUNOBU y
MORIGUCHI, TOSHIO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 545 981 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 y visualizador

La presente invención se refiere a un dispositivo emisor de luz usado en visualizadores de LED, fuentes de retroiluminación, señales de tráfico, señales de ferrocarril, conmutadores de iluminación, indicadores, etc. Más particularmente, se refiere a un dispositivo emisor de luz (LED) que comprende un fosforescente que convierte la longitud de onda de la luz emitida por un componente emisor de luz y emite luz, y a un dispositivo de visualización que usa el dispositivo emisor de luz.

Descripción de la técnica relacionada

Un diodo emisor de luz es compacto y emite una luz de color claro con alta eficacia. También carece de problemas tales como fundido y tiene buenas características de excitación inicial, gran resistencia a la vibración y durabilidad para soportar operaciones repetidas de encendido / apagado, debido a que es un elemento semiconductor. Por lo anterior ha sido usado ampliamente en aplicaciones tales como diferentes indicadores y fuentes de luz. Recientemente se han desarrollado diodos emisores de luz para colores RGB (rojo, verde y azul) con ultra alta luminancia y alta eficiencia, y se han puesto en uso grandes visualizadores de LED de pantalla que usan estos diodos emisores de luz. El visualizador de LED puede operarse con menor energía eléctrica y tiene unas buenas características tales como poco peso y larga vida y, por lo tanto, se espera que se utilice más ampliamente en el futuro.

Recientemente, se han realizados diversos intentos para fabricar fuentes de luz blanca mediante el uso de diodos emisores de luz. Debido a que el diodo emisor de luz tiene un espectro de emisión favorable para generar luz monocromática, la producción de una fuente de luz blanca requiere disponer tres componentes emisores de luz roja, verde y azul próximos entre sí, mientras se difunde y mezcla la luz emitida por los mismos. Cuando se genera luz blanca con dicha configuración se ha producido el problema de que no se puede generar luz blanca del tono deseado debido a variaciones en el tono, luminancia y otros factores del componente emisor de luz. Asimismo, cuando los componentes emisores de luz están fabricados de materiales diferentes, la energía eléctrica requerida para la excitación difiere de un diodo emisor de luz a otro, haciendo necesario aplicar voltajes diferentes a los diferentes componentes emisores de luz, lo que conduce a un circuito excitador complejo. Además, debido a que los componentes emisores de luz son componentes emisores de luz semiconductores, el tono de color está sometido a variaciones debido a las diferencias en las características de temperatura, cambios cronológicos y entorno de Operación, o pueden originarse irregularidades en el color debido a la falta de mezclado uniforme de la luz emitida por los componentes emisores de luz. De dicha forma, los diodos emisores de luz son eficaces como dispositivos emisores de luz para generar colores individuales, a pesar de que una fuente de luz satisfactoria capaz de emitir luz blanca mediante el uso de componentes emisores de luz no ha sido obtenida hasta la fecha.

Con objeto de resolver estos problemas, el solicitante de la presente invención desarrolló previamente diodos emisores de luz que convierten el color de la luz emitida por los componentes emisores de luz por medio de un material fluorescente divulgado en las patentes de Japón JP-A-5-152609, JP-A-7-99345, JP-A-7-176794 y JP-A-8-7614. Los diodos emisores de luz divulgados en estas publicaciones son tales que, usando componentes emisores de luz de un tipo son capaces de generar luz de color blanco y de otros colores y están constituidos de la forma siguiente.

El diodo emisor de luz divulgado en las publicaciones anteriores está fabricado mediante el montaje de un componente emisor de luz, que tiene una gran banda prohibida de energía de la capa emisora de luz, en una copa provista en la punta de un bastidor conductor y que tiene un material fluorescente que absorbe la luz emitida por el componente emisor de luz y emite luz de una longitud de onda diferente de la de la luz absorbida (conversión de la longitud de onda), contenido en un molde de resina que cubre el componente emisor de luz.

El diodo emisor de luz divulgado tal como se ha descrito en lo que antecede capaz de emitir luz blanca mezclando la luz de una pluralidad de fuentes puede fabricarse usando un componente emisor de luz capaz de emitir luz azul y moldeando el componente emisor de luz con una resina que incluye un material fluorescente que absorbe la luz emitida por el diodo emisor de luz azul y emite luz amarillenta.

Sin embargo, los diodos emisores de luz convencionales tienen problemas tales como la deterioro del material fluorescente lo que conduce a la desviación del tono del color y el oscurecimiento del material fluorescente lo que produce una disminución de la eficacia de la extracción de luz. El presente documento el oscurecimiento se refiere, en el caso de uso de un material fluorescente inorgánico tal como material fluorescente de (Cd, Zn)S, por ejemplo, parte de los elementos metálicos que constituyen el material fluorescente precipitan o cambian sus propiedades lo que conduce a la coloración, o, en el caso de usar un material orgánico fluorescente, a coloración debida a la rotura del doble enlace de la molécula. Especialmente cuando un componente emisor de luz fabricado de un semiconductor con una gran banda prohibida de energía se usa para mejorar la eficacia de la conversión del material fluorescente (es decir, la energía de luz emitida por el semiconductor se incrementa y el número de fotones que tienen energía por encima de un umbral que puede ser absorbido por el material fluorescente se incrementa, dando como resultado que se absorbe más luz), o la cantidad del consumo del material fluorescente disminuye (es

decir, el material fluorescente es irradiado con energía relativamente mayor), la energía de la luz absorbida por el material fluorescente inevitablemente se incrementa dando como resultado una degradación más significativa del material fluorescente. El uso del componente emisor de luz con alta intensidad de emisión de luz durante un periodo de tiempo prolongado produce una degradación significativa adicional del material fluorescente.

5 El documento EP-A-0209942 divulga una lámpara de descarga de vapor de mercurio a baja presión. Esta lámpara tiene una carga que comprende mercurio y un gas raro y una capa luminiscente que comprende un material luminiscente cuya emisión está principalmente en el rango de 590 - 630 nm y en el rango de 520 - 565 nm. La luz emitida por la lámpara de descarga está en un rango de longitud de onda que es casi totalmente invisible y tiene que ser transformada por la capa luminiscente para volverse visible. La lámpara está también provista con una capa de absorción que comprende un aluminato luminiscente activado por cerio trivalente y que tiene una estructura de cristal de granate.

Asimismo, el material fluorescente dispuesto en la vecindad del componente emisor de luz puede ser expuesto a una alta temperatura de una forma tal que se incrementa la temperatura del componente emisor de luz y el calor transmitido desde el medio externo (por ejemplo la luz solar en caso de dispositivos usados en el exterior).

15 Además, algunos materiales fluorescentes están sometidos a un deterioro acelerado debido a la combinación de la humedad introducida desde el exterior o introducida durante el proceso de producción, la luz y el calor transmitidos desde el componente emisor de luz.

20 Cuando se trata de un tinte orgánico de propiedad iónica, el campo eléctrico de corriente continua en la proximidad del chip puede originar electroforesis, que da como resultado un cambio en el tono de color. Esta lámpara no puede ser producida como un dispositivo simple, pequeño, ligero y de poco coste.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es resolver los problemas que se han descrito en lo que antecede y suministrar un dispositivo emisor de luz que solo experimenta niveles de deterioro extremadamente bajos en la intensidad de la luz emitida, una eficacia en la emisión de luz y cambio de color durante uno tiempo de uso prolongado con una alta luminancia.

25 El solicitante de la presente invención completó la presente invención a través de unas investigaciones basadas en la suposición de que el dispositivo emisor de luz con un componente emisor de luz y un material fluorescente debe cumplir los requisitos siguientes para lograr el objetivo que se ha mencionado en lo que antecede.

(1) El componente emisor de luz debe ser capaz de emitir luz de alta luminancia con una característica de emisión de luz que sea estable durante un largo periodo de uso.

30 (2) El material fluorescente dispuesto en la vecindad del componente emisor de luz de alta luminancia debe mostrar una resistencia excelente a la luz y al calor, de forma que las propiedades del mismo no cambien aún cuando se use durante un periodo de tiempo prolongado mientras que está expuesto a la luz de alta intensidad emitida por el componente emisor de luz (particularmente el material fluorescente dispuesto en la vecindad del componente emisor de luz está expuesto a la luz de una intensidad de radiación tan alta como aproximadamente entre 30 y 40 veces la de la luz del sol de acuerdo con la estimación de los inventores de la presente invención, y se requiere que tenga más durabilidad frente a la luz cuando se usa un componente emisor de luz de una luminancia mayor).

35 (3) Con respecto a la relación con el componente emisor de luz, el material fluorescente debe ser capaz de absorber con alta eficiencia la luz de alta monocromaticidad emitida por el componente emisor de luz y emitir luz de una longitud de onda diferente a la de la luz emitida por el componente emisor de luz.

40 De esta manera, el objeto en lo que antecede puede lograrse mediante las características que se definen en las reivindicaciones.

45 El semiconductor compuesto de nitruro (representado genéricamente por la fórmula química $\text{In}_i\text{Ga}_j\text{Al}_k\text{N}$, en la que $0 \leq i$, $0 \leq j$, $0 \leq k$ e $i + j + k = 1$) que se ha mencionado en lo que antecede contiene diversos materiales que incluyen InGaN y GaN dopados con diversas impurezas.

El fosforescente que se ha mencionado en lo que antecede contiene diversos materiales definidos en la forma que se ha descrito en lo que antecede, que incluyen $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$; Ce y $\text{Gd}_3\text{In}_5\text{O}_{12}$; Ce.

50 Debido a que el dispositivo emisor de luz de la presente invención usa el componente emisor de luz fabricado de un semiconductor compuesto de nitruro capaz de emitir luz con alta luminancia, el dispositivo emisor de luz es capaz de emitir luz con alta luminancia. Asimismo, el fosforescente usado en el dispositivo emisor de luz tiene una excelente resistencia a la luz, de forma que las propiedades fluorescentes del mismo experimentan menos cambios aún cuando se usen durante un periodo de tiempo prolongado mientras está expuesto a luz de alta intensidad. Esto hace posible reducir la degradación de sus características durante un largo periodo de uso y reducir el deterioro debido a la luz de alta intensidad emitida por el componente emisor de luz, así como por una luz extraña (luz solar que incluye luz ultravioleta, etc.) durante su uso en el exterior, con lo que se proporciona un dispositivo emisor de luz que

experimenta extremadamente menos cambio de color y menos descenso de su luminancia. El dispositivo emisor de luz de la presente invención puede también utilizarse en aplicaciones que requieran velocidades de respuestas tan altas como 120 ns, por ejemplo, debido a que el fosforescente usado en su interior le permite brillar solo durante un corto periodo de tiempo.

5 En el dispositivo emisor de luz de la presente invención, el pico de emisión principal del componente emisor de luz está establecido dentro del rango de 420 nm a 490 nm y la longitud de onda de emisión principal del fosforescente se establece de forma que sea mayor que el pico de emisión principal del componente emisor de luz. Esto hace posible emitir luz blanca de manera eficaz.

10 Además, en el dispositivo emisor de luz de la presente invención, es preferente que la capa emisora de luz del componente emisor de luz contenga un semiconductor de nitruro de galio que contenga In.

Otras características preferentes de las realizaciones de la presente invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

15 El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una realización de la presente invención puede proporcionarse sobre una cara lateral frontal de una placa de guía óptica sustancialmente rectangular que está cubierta, a excepción de una superficie principal de la misma, con un material reflector, en el que la luz emitida por el componente emisor de luz se convierte en luz plana por el fosforescente y la placa de guía óptica para ser una salida de la superficie principal de la placa de guía óptica.

20 En la presente realización, el fosforescente está contenido preferentemente en un material de revestimiento montado en dicha cara lateral frontal y en contacto directo con el componente emisor de luz o está instalado en una superficie principal de la placa de guía óptica no cubierta por el material reflector.

25 Un dispositivo de visualización LED comprende los dispositivos emisores de luz de la presente invención dispuestos en una matriz y un circuito excitador que excita el dispositivo de visualización LED para presentar los datos introducidos en el mismo. Dicha configuración hace posible proporcionar un dispositivo de visualización LED de un coste relativamente bajo que es capaz de presentaciones de alta definición y menos irregularidades en el color debidas al ángulo de visión.

30 En general, un material fluorescente que absorbe luz de una longitud de onda corta y emite luz de una longitud de onda larga tiene mayor eficiencia que un material fluorescente que absorbe luz de una longitud de onda larga y emite luz de una longitud de onda corta. Es preferente usar un componente emisor de luz que emita luz visible que un componente emisor de luz que emita luz ultravioleta que degrade la resina (material del molde, material de revestimiento, etc.). De esta manera, para el dispositivo emisor de luz de la presente invención, a objeto de mejorar la eficacia de la emisión de luz y de asegurar una larga vida, el pico de emisión principal del componente emisor de luz se establece dentro de un rango de longitud de onda corta de 420 nm a 490 nm en la región visible de luz y la longitud de onda de emisión principal del fosforescente se establece que sea más larga que el pico principal de emisión del componente emisor de luz. Con esta configuración, debido a que la luz convertida por el material fluorescente tiene una longitud de onda más larga que la de la luz emitida por el componente emisor de luz, no será absorbida por el componente emisor de luz incluso cuando el componente emisor de luz sea irradiado con luz que ha sido reflejada y convertida por el material fluorescente (debido a que la energía de la luz convertida es menor que la banda prohibida de energía). De dicha forma, en una realización de la presente invención, la luz que ha sido reflejada por el material fluorescente o similar es reflejada por la copa en la que el componente emisor de luz está montado, haciendo posible una eficiencia de emisión más alta.

40 La invención se describe con detalle en conjunción con los dibujos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática en sección de un diodo emisor de luz de tipo conductor de acuerdo con la realización de la presente invención,

45 la figura 2 es una vista esquemática en sección de un diodo emisor de luz de tipo punta de acuerdo con una segunda realización de la presente invención,

la figura 3A es un gráfico que muestra el espectro de excitación del material fluorescente de granate activado por cerio usado en la primera realización de la presente invención,

la figura 3B es un gráfico que muestra el espectro de emisión del material fluorescente de granate activado por cerio usado en la primera realización de la presente invención,

50 la figura 4 es un gráfico que muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz de la primera realización de la presente invención,

la figura 5A es un gráfico que muestra el espectro de excitación del material fluorescente de itrio - aluminio - granate activado con cerio usado en la segunda realización de la presente invención,

la figura 5B es un gráfico que muestra el espectro de emisión del material fluorescente de itrio - aluminio -

- granate activado por cerio usado en la segunda realización de la presente invención,
- la figura 6 muestra el diagrama de cromaticidad de la luz emitida por el diodo emisor de luz de la segunda realización, en el que los puntos A y B indican los colores de la luz emitida por el componente emisor de luz y los puntos C y D indican los colores de la luz emitida por los dos tipos de fosforescente,
- 5 la figura 7 es una vista esquemática en sección de la fuente de luz plana de acuerdo con otra realización de la presente invención,
- la figura 8 es una vista esquemática en sección de otra fuente de luz plana diferente de la de la figura 7,
- la figura 9 es una vista en sección esquemática de otra fuente de luz plana diferente de las mostradas en las figuras 7 y 8,
- 10 la figura 10 es un diagrama de bloques de un dispositivo de visualización que es una aplicación de la presente invención,
- la figura 11 es una vista en planta del dispositivo de visualización LED de la unidad de visualización de la figura 10,
- 15 la figura 12 es una vista en planta del dispositivo de visualización LED en el cual un píxel está constituido por 4 diodos emisores de luz que incluyen el diodo emisor de luz de la presente invención y los cuales emiten colores RGB,
- la figura 13A muestra los resultados del ensayo de vida útil de los diodos emisores de luz del ejemplo 1 y del ejemplo comparativo 1, que muestra los resultados a 25 °C y la figura 13B muestra los resultados del ensayo de vida útil de los diodos emisores de luz del ejemplo 1 y del ejemplo comparativo 1, que muestra los resultados a 20 60 °C y 90 % de humedad relativa,
- la figura 14A muestra los resultados del ensayo de resistencia a la intemperie del ejemplo 9 y del ejemplo comparativo 2 que muestra el cambio de relación de retención de luminancia con el tiempo y la figura 14B muestra los resultados de resistencia a la intemperie del ejemplo 9 y del ejemplo comparativo 2 que muestra el cambio del tono de color antes y después del ensayo,
- 25 la figura 15A muestra los resultados del ensayo de fiabilidad del ejemplo 9 y del ejemplo comparativo 2 mostrando la relación entre la retención de luminancia y el tiempo, y la figura 15B es un gráfico que muestra la relación entre el tono de color y el tiempo,
- la figura 16 es un diagrama de cromaticidad que muestra el rango del tono de color que se puede obtener con el diodo emisor de luz que combina los materiales fluorescentes mostrados en la tabla 1 y el LED azul que tiene un pico de la longitud de onda en 465 nm,
- 30 la figura 17 es un diagrama de cromaticidad que muestra el cambio en el tono de color cuando la concentración del material fluorescente se cambia en el diodo emisor de luz que combina los materiales fluorescentes mostrados en la tabla 1 y el LED azul con un pico en la longitud de onda de 465 nm,
- la figura 18A muestra el espectro de emisión del fosforescente $(Y_{0,6}Gd_{0,4})_3Al_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 18A,
- 35 la figura 18B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del ejemplo 2 con un pico en la longitud de onda de 460 nm,
- la figura 18C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 2,
- la figura 19A muestra el espectro de emisión del fosforescente $(Y_{0,2}Gd_{0,3})_3Al_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 5,
- 40 la figura 19B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del ejemplo 5 que tiene una longitud de onda con un pico de emisión de 450 nm,
- la figura 19C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 5,
- la figura 20A muestra el espectro de emisión del fosforescente $Y_3Al_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 6,
- la figura 20B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del ejemplo 6 que tiene una longitud de onda con un pico de emisión de 450 nm,
- 45 la figura 20C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 6,
- la figura 21A muestra el espectro de emisión del fosforescente $Y_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 7,
- la figura 21B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del ejemplo 7 que tiene una longitud

de onda con un pico de emisión de 450 nm,

la figura 21C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 7,

la figura 22A muestra el espectro de emisión del fosforescente $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 11,

la figura 22B muestra el espectro de emisión del fosforescente $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12} : Ce$ del ejemplo 11,

5 la figura 22C muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del ejemplo 11 que tiene una longitud de onda con un pico de emisión de 470 nm,

la figura 23 muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 11.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos adjuntos, se describirán en lo sucesivo las realizaciones preferentes de la presente invención.

10 Un diodo emisor de luz 100 de la figura 1 es un diodo emisor de luz de tipo conductor que tiene una montura conductora 105 y un conductor interno 106, en el que el componente emisor de luz 102 está instalado sobre una copa 105a de la montura conductora 105, y la copa 105a está cargada con una resina de revestimiento 101 que contiene un fosforescente especificado para cubrir el componente emisor de luz 102 y está moldeada en resina. Un electrodo n y un electrodo p del componente emisor de luz 102 están conectados a la montura conductora 105 y al conductor interno 106, respectivamente, por medio de hilos 103.

15 En el diodo emisor de luz constituido tal como se ha descrito en lo que antecede, parte de la luz emitida por el componente emisor de luz (chip de LED) 102 (a la que se hace referencia en lo sucesivo en el presente documento luz de LED) excita el fosforescente contenido en la resina de revestimiento 101 para generar luz fluorescente con una longitud de onda diferente de la de la luz de LED, de forma que la luz fluorescente emitida por el fosforescente y la luz de LED que es emitida sin contribución a la excitación del fosforescente son mezcladas y emitidas. Como resultado, el diodo emisor de luz 100 también emite luz con una longitud de onda diferente de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz 102.

20 La figura 2 muestra un diodo emisor de luz de tipo chip en el cual el diodo emisor de luz (chip de LED) 202 está instalado en un entrante de una carcasa 204 que está cargada con un material de revestimiento que contiene un fosforescente especificado para formar un revestimiento 201. El componente emisor de luz 202 se fija usando una resina epoxídica o similar que contiene Ag, por ejemplo, y un electrodo n y un electrodo p del componente emisor de luz 202 están conectados a unos terminales metálicos 205 instalados sobre la carcasa 204 por medio de hilos conductores 203. En el diodo emisor de luz de tipo chip constituido tal como se ha descrito en lo que antecede, de forma similar al diodo emisor de luz de tipo conductor de la figura 1, la luz fluorescente emitida por el fosforescente y la luz de LED que se transmite sin ser absorbida por el fosforescente son mezcladas y emitidas, de forma que el diodo emisor de luz 200 también emite luz con una longitud de onda diferente de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz 202.

El diodo emisor de luz que contiene el fosforescente en la forma que se ha descrito en lo que antecede tiene las características siguientes.

35 1. La luz emitida por el componente emisor de luz (LED) se emite normalmente a través de un electrodo que suministra energía eléctrica al componente emisor de luz. La luz emitida es parcialmente bloqueada por el electrodo formado sobre el componente emisor de luz, dando como resultado una pauta de emisión particular y por lo tanto no es emitida uniformemente en todas las direcciones. Sin embargo, el diodo emisor de luz que contiene el material fluorescente puede emitir luz uniformemente sobre un amplio rango sin formar una pauta de emisión indeseable debido a que la luz es emitida después de ser difundida por el material fluorescente.

40 2. A pesar de que la luz emitida por el componente emisor de luz (LED) tiene un pico monocromático, el pico es amplio y tiene una propiedad alta de dar color. Esta característica da como resultado una ventaja indispensable para una aplicación que requiere longitudes de onda de un rango relativamente amplio. Es deseable que la fuente de luz para un escáner de imágenes ópticas, por ejemplo, tenga un pico de emisión amplio.

45 Los diodos emisores de luz de las primera y segunda realizaciones que se van a describir a continuación tienen la configuración mostrada en la figura 1 o en la figura 2, en la que un componente emisor de luz que usa un compuesto de nitruro semiconductor con una energía relativamente alta en la región visible y un fosforescente particular están combinados y tienen unas propiedades favorables tales como la capacidad de emitir luz de alta luminancia y menor degradación de la eficacia de emisión de luz y menos cambio de color tras un periodo de uso prolongado.

50 En general, un material fluorescente que absorbe luz de una longitud de onda corta y emite luz de una longitud de onda larga tiene una eficacia mayor que un material fluorescente que absorbe luz de una longitud de onda larga y emite luz de una longitud de onda corta y, por lo tanto, es preferente usar un componente emisor de luz de un compuesto de nitruro semiconductor que sea capaz de emitir luz azul de una longitud de onda corta. Ni que decir tiene que es preferente el uso de un componente emisor de luz con alta luminancia.

Un fosforescente a utilizar en combinación con el componente emisor de luz de compuesto de nitruro semiconductor debe tener los siguientes requisitos:

- 5 1. Una resistencia excelente frente a la luz para soportar luz de alta intensidad durante un periodo de tiempo prolongado, porque el material fluorescente se instala en la vecindad de los componentes emisores de luz 102, 202 y está expuesto a una luz de una intensidad tan alta como aproximadamente 30 a 40 veces la luz del sol.
2. Capacidad de emitir de manera eficaz luz en la región del azul para la excitación por medio de los componentes emisores de luz 102, 202. Cuando se usa una mezcla de colores, debe ser capaz de emitir mediante luz azul, no mediante un rayo ultravioleta, con alta eficiencia.
- 10 3. Capacidad de emitir luz desde la región verde a la roja a fin de su mezcla con la luz azul para generar luz blanca.
4. Buenas características de temperatura apropiadas para su localización en la vecindad de los componentes emisores de luz 102, 202 y la influencia resultante de la diferencia de temperaturas debido al calor generado por el chip cuando está encendido.
- 15 5. Capacidad para cambiar continuamente el tono de color en cuanto a la proporción de la composición o proporción de mezclado de una pluralidad de materiales fluorescentes.
6. Resistencia a la intemperie en el entorno de operación del diodo emisor de luz.

Realización 1

20 El diodo emisor de luz de la primera realización de la presente invención emplea un elemento semiconductor de un compuesto de nitruro de galio que tiene una gran banda prohibida de energía en la capa emisora de luz y es capaz de emitir luz azul, y un fosforescente de granate activado con cerio en combinación. Con esta configuración, el diodo emisor de luz de la primera realización podrá emitir luz blanca mezclando la luz azul emitida por los componentes emisores de luz 102, 202 y la luz amarilla emitida por el fosforescente excitado por la luz azul.

25 Debido a que el fosforescente de granate activado con cerio que se usa en el diodo emisor de luz de la primera realización tiene alta resistencia y buena resistencia a la intemperie, puede emitir luz con grados extremadamente pequeños de cambio de color y disminución de la luminancia de la luz emitida aún cuando sea irradiado por una luz muy intensa emitida por los componentes emisores de luz 102, 202 situados en la vecindad durante un periodo de tiempo prolongado.

Los componentes del diodo emisor de luz de la primera realización se describirán en detalle a continuación.

(Fosforescente)

30 El fosforescente usado en el diodo emisor de luz de la primera realización es un tipo de fosforescente que, cuando es excitado por la luz visible o rayos ultravioleta emitidos por la capa emisora de luz semiconductor, emite luz de una longitud de onda diferente de la de la luz de excitación. El fosforescente es específicamente un material fluorescente granate activado con cerio que contiene al menos un elemento seleccionado de entre Y, Lu, Sc, La, Gd y Sm y al menos un elemento seleccionado de entre Al, Ga e In. De acuerdo con la presente invención, el material fluorescente es preferentemente material fluorescente de itrio - aluminio - granate (YAG fosforescente) activado con cerio, o un material fluorescente representado por la fórmula general $(Re_{1-r}Sm_r)_3(Al_{1-s}Ga_s)_5O_{12} : Ce$, en la que $0 \leq r < 1$ y $0 \leq s \leq 1$, y Re es al menos uno seleccionado de entre Y y Gd. En el caso de que la luz de LED emitida por el componente emisor de luz emplee el compuesto de nitruro de galio semiconductor y la luz fluorescente emitida por el fosforescente tenga un color de cuerpo amarillo estén en la relación de colores complementarios, puede ser emitida luz blanca mezclando la luz de LED y la luz fluorescente.

45 En la primera realización, debido a que el fosforescente se usa mezclado con una resina que forma el revestimiento de resina 101 y el material de revestimiento 201 (detallado a continuación), el tono de color del diodo emisor de luz se puede ajustar, incluyendo el color blanco y el color de la lámpara incandescente controlando la proporción de mezclado con la resina o la cantidad usada en la carga de la copa 105 o el entrante de la carcasa 204 de acuerdo con la longitud de onda de la luz emitida por el componente emisor de luz de nitruro de galio.

50 La distribución de la concentración del fosforescente tiene influencia también sobre la mezcla de colores y su durabilidad. Es decir, cuando la concentración de fosforescente se incrementa desde la superficie del revestimiento o se moldea donde el fosforescente está contenido hacia el componente emisor de luz, se hace menos probable que se vea afectado por la humedad externa con lo que se hace más fácil suprimir el deterioro debido a la humedad. Por otra parte, cuando la concentración de fosforescente se incrementa desde el componente emisor de luz hacia la superficie del molde, es más probable que se vea afectado por la humedad externa, pero menos probable que se vea afectado por el calor y la radiación del componente emisor de luz, haciendo posible de esta manera suprimir el deterioro del fosforescente. Dichas distribuciones de la concentración del fosforescente se puede conseguir seleccionando o controlando el material que contiene el fosforescente, que da lugar a la temperatura y viscosidad, y

la configuración y la distribución de partículas del fosforescente.

Usando el fosforescente de la primera realización, se puede fabricar un diodo emisor de luz con unas características de emisión excelentes porque el material fluorescente tiene suficiente resistencia a la luz para operar con alta eficacia aún cuando esté dispuesto próximo a, o en la vecindad de los componentes emisores de luz 102, 202 con una intensidad de radiación (E_e) comprendida entre 3 Wcm^{-2} y 10 Wcm^{-2} .

El fosforescente usado en la primera realización es, a causa de su estructura de granate, resistente al calor, a la luz y a la humedad, por lo que es capaz de absorber luz de excitación con un pico a una longitud de onda próxima a 450 nm, como se muestra en la figura 3A. También emite luz de amplio espectro con un pico próximo a 580 nm, que se desvanece a 700 nm, como se muestra en la figura 3B. Además, la eficiencia de la emisión de luz excitada en la región de las longitudes de onda de 460 nm y superiores se puede incrementar incluyendo Gd en el cristal del fosforescente de la primera realización. Cuando se incrementa el contenido en Gd, la longitud de onda del pico de emisión se desplaza hacia una longitud de onda más larga y todo el espectro de emisión se desplaza hacia longitudes de onda más largas. Esto significa que, cuando se requiere la emisión de luz de un color más rojizo, se puede conseguirse incrementando el grado de sustitución por Gd. Cuando el contenido Gd se incrementa, la luminancia de la luz emitida por fotoluminiscencia bajo la luz azul tiende a disminuir.

Especialmente, cuando parte del Al se sustituye por Ga en la composición del material fluorescente YAG con una estructura de granate, la longitud de onda de la luz emitida se desplaza hacia una longitud de onda más corta y, cuando parte de Y se sustituye por GD, la longitud de onda de la luz emitida se desplaza hacia una longitud de onda más larga.

La tabla 1 muestra la composición y las características de emisión de luz del material fluorescente YAG representado por la fórmula general $(Y_{1-a}, Gd_a)_3(Al_{1-b}Ga_b)_5O_{12} : Ce$.

Tabla 1

Nº	Contenido a de Gd (relación molar)	Contenido b de Ga (relación molar)	Coordenadas de cromaticidad CIE		Luminancia Y	Eficiencia
			x	y		
1	0,0	0,0	0,41	0,56	100	100
2	0,0	0,4	0,32	0,56	61	63
3	0,0	0,5	0,29	0,54	55	67
4	0,2	0,0	0,45	0,53	102	108
5	0,4	0,0	0,47	0,52	102	113
6	0,6	0,0	0,49	0,51	97	113
7	0,8	0,0	0,50	0,50	72	86

Los valores mostrados en la tabla 1 fueron medidos excitando el material fluorescente con luz azul de 460 nm. La luminancia y la eficiencia en la tabla 1 se dan en valores relativos a los del material N°. 1 que se establecen a 100.

Al sustituir Al por Gd, la proporción está preferentemente dentro del rango de $Ga : Al = 1 : 1$ a $4 : 6$ y en consideración de la eficiencia de emisión y longitud de onda de emisión. De manera similar, al sustituir Y por Gd, la proporción está preferentemente dentro entre $Y : Gd = 9 : 1$ y $1 : 9$, y más preferentemente entre $4 : 1$ y $2 : 3$. Esto se debe a que un grado de sustitución con Gd por debajo del 20 % da lugar a un color del componente mayor que verde y un componente rojo menor, y a que un grado de sustitución con Gd por encima del 60 % da lugar a un componente rojo incrementado pero a un rápido descenso de la luminancia. Cuando la relación $Y : Gd$ entre Y y Gd en el material fluorescente YAG se establece dentro de $4 : 1$ a $2 : 3$, en particular, un diodo emisor de luz capaz de emitir luz blanca sustancialmente a lo largo del lugar de radiación del cuerpo negro se puede hacer usando un tipo de material fluorescente de itrio - aluminio - granate, dependiendo de la longitud de onda de emisión del componente emisor de luz. Cuando la relación $Y : Gd$ de Y y Gd en el material fluorescente YAG se establece dentro del rango entre $2 : 3$ y $1 : 4$, un diodo emisor de luz capaz de emitir luz de lámpara incandescente se puede fabricar a pesar de que su luminancia sea baja. Cuando el contenido (grado de sustitución) de CE se establece dentro del rango entre 0,003 y 0,2, la intensidad luminosa relativa del diodo emisor de luz no menor que el 70 % se puede conseguir. Cuando el contenido es menor de 0,003, la intensidad luminosa disminuye porque el número de centros de emisión excitados de fotoluminiscencia debida a Ge disminuye y, cuando el contenido es superior a 0,2 se produce la densidad de apagado.

Por consiguiente, la longitud de onda de la luz emitida se puede desplazar a una longitud de onda más corta sustituyendo parte Y de la composición por Ga. De esta manera, el color de la luz de emisión se puede cambiar continuamente cambiando la composición. Asimismo, el material fluorescente es excitado difícilmente por las líneas de emisión de Hg que tienen longitudes de onda de 254 nm y 365 nm, pero que es excitado con una eficacia superior por la luz de LED emitida por el componente emisor de luz azul con una longitud de onda de aproximadamente 450 nm. De esta manera, el material fluorescente tiene unas características ideales para convertir

la luz azul del componente emisor de luz semiconductor de nitruro, en luz blanca, de una forma tal que la capacidad de cambio continuo de la longitud de onda de pico cambiando la proporción de Gd.

De acuerdo con la primera realización, la eficacia de la emisión de luz del diodo emisor de luz se puede mejorar más combinando el componente emisor de luz que emplea un semiconductor de nitruro de galio y el fosforescente fabricado mediante la adición del elemento samario (Sm) de tierra rara a los materiales fluorescentes de itrio - aluminio - granate (YAG) activados con cerio.

El material para fabricar dicho fosforescente se hace usando óxidos de Y, Gd, Ce, Sm, Al y Ga o compuestos que se puedan convertir fácilmente en dichos óxidos a alta temperatura, y el mezclando suficientemente estos materiales en proporciones estequiométricas. Esta mezcla se mezcla con una cantidad apropiada de un fluoruro, tal como el fluoruro de amonio usado como fundente y caldeado en un crisol a una temperatura de 1350 a 1450 °C en aire durante 2 a 5 horas. A continuación, el material caldeado fue molido por un molido de bolas en agua, lavado, separado, secado y tamizado para obtener de dicha forma el material deseado.

En el proceso de producción que se ha descrito en lo que antecede, la mezcla de material se puede hacer también disolviendo los elementos de tierra rara Y, Gd, Ce y Sm en proporciones estequiométricas en un ácido, coprecipitando la solución con ácido oxálico y caldeando el coprecipitado para obtener un óxido del coprecipitado, y a continuación, mezclándolo con óxido de aluminio y óxido de galio.

El fosforescente representado por la fórmula general $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ que incluye Sm se puede hacer sujeto a la menor dependencia de la temperatura independientemente del contenido incrementado de Gd. Es decir, el fosforescente, cuando contiene Sm, tiene una luminiscencia de emisión mejorada a mayor temperatura. La amplitud de la mejora se incrementa a medida que se incrementa el contenido de gadolinio, la longitud de onda en pico de emisión se desplaza desde 530 nm a una longitud de onda más larga hasta 570 nm, mientras que todo el espectro de emisión también se desplaza a longitudes de ondas más largas. Cuando se necesita luz de sombra roja más fuerte se puede conseguir incrementando la cantidad de Gd añadida para sustitución. Cuando el contenido de Gd se incrementa, la luminiscencia de fotoluminiscencia con luz azul disminuye gradualmente. Por consiguiente, el valor de p es preferentemente 0,8 o inferior, o más preferentemente 0,7 o inferior. Más preferentemente es 0,6 o inferior.

El fosforescente representado por la fórmula general $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ que incluye Sm se puede sujeto a menos dependencia de la temperatura independientemente del contenido incrementado de Gd. Es decir, el fosforescente, cuando contiene Sm, tiene una luminancia de emisión muy mejorada a altas temperaturas. La amplitud de la mejora se incrementa a medida que se incrementa el contenido de Ga. Las características de temperatura se pueden mejorar en gran medida particularmente mediante la adición de Sm en el caso de material fluorescente de una composición tal que la sombra roja sea reforzada incrementando el contenido en Gd porque tiene pobres características de temperatura. La característica de temperaturas mencionada en el presente caso se mide en cuanto al porcentaje (%) de la luminancia de emisión del material fluorescente a alta temperatura (200 °C) respecto de la luminancia de emisión de la luz azul de excitación con una longitud de onda de 450 nm a la temperatura normal (25 °C).

La proporción de Sm está preferentemente dentro del rangos de $0,0003 \leq r \leq 0,08$ para dar una característica de temperatura del 60 % o superior. El valor de r por debajo de este rango conduce a un menor efecto de mejora de la característica de temperatura. Por el contrario, cuando el valor de r está por encima de este rango, la característica de temperatura se deteriora. El rango de $0,0007 \leq r \leq 0,02$ para la proporción de Sm cuando la característica de temperatura se hace del 80 % o superior es más deseable.

La proporción q de Ce está preferentemente en un rango de $0,003 \leq q \leq 0,2$, lo cual hace posible una luminancia de emisión relativa del 70 % o superior. La luminancia relativa de emisión se refiere a la luminancia de emisión en porcentaje respecto a la luminancia de emisión de un material fluorescente en el que $q = 0,03$.

Cuando la proporción q de Ce es 0,003 o inferior la luminancia disminuye porque el número de centros de emisión excitados de fotoluminiscencia debido al Ce disminuye y, cuando q es superior a 0,2, se produce la densidad de apagado. La densidad de apagado se refiere a la disminución en la intensidad de emisión que se produce cuando la concentración de un agente de activación añadido para incrementar la luminancia del material fluorescente se incrementa más allá de un nivel óptimo.

También se puede usar una mezcla de dos o más tipos de fosforescente con una composición de $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ y contenidos diferentes de Al, Ga, Y y Gd o Sm. Esto incrementa los componentes RGB y permite la aplicación, por ejemplo, de un dispositivo de visualización de cristal líquido a todo color usando un filtro de color.

(Componentes emisores de luz 102, 202)

El componente emisor de luz se embebe preferentemente en un material de moldeo en la forma mostrada en la figura 1 y en la figura 2. El componente emisor de luz usado en el dispositivo emisor de luz de la presente invención es un compuesto de nitruro de galio semiconductor capaz de excitar de manera eficaz los materiales fluorescentes de granate activados con cerio. Lo componentes emisores de luz 102, 202 que emplean un compuesto

semiconductor de nitruro de galio se fabrican conformando una capa emisora de luz de nitruro de galio semiconductor, tal como InGaN, sobre el sustrato en un proceso MOCVD. La estructura del componente emisor de luz podrá ser una homoestructura, heteroestructura o una doble heteroestructura que tenga una unión MIS, unión PIN o unión PN. Se podrá seleccionar diversas longitudes de ondas de emisión en función del material de la capa semiconductor y de la cristalinidad de la misma. La estructura del componente emisor de luz se fabrica con una estructura de único pozo cuántico o una estructura de múltiples pozos cuánticos en la que una capa de activación semiconductor se forma tan fina como pueda tener lugar un efecto cuántico (la presente invención usa esta estructura). De acuerdo con la presente invención, un diodo emisor de luz capaz de emitir con una luminancia superior sin la deterioro del fosforescente se podrá fabricar haciendo la capa de activación del componente emisor de luz de acuerdo con una estructura de único pozo cuántico de InGaN.

Cuando se usa un compuesto semiconductor de nitruro de galio, se puede usar zafiro, espinela, SiC, Si, ZnO, o similares como sustrato semiconductor, el uso de sustrato de zafiro es preferente con objeto de formar nitruro de galio de buena cristalinidad. Una capa de nitruro de galio semiconductor se forma sobre el sustrato de zafiro para formar una unión PN por medio de una capa intermedia de GaN, AlN, etc. El semiconductor de nitruro de galio tiene una conductividad tipo N bajo la condición de que no este dopado con ninguna impureza, a pesar de que con objeto de formar un semiconductor de nitruro de galio tipo N con las propiedades deseadas (concentración de portadora etc.) con una emisión de luz mejorada como la mencionada, será preferentemente dopado con un dopante tipo N tal como Si, Ge, Se, Te, y C. Con objeto de formar un semiconductor de nitruro de galio tipo P, por otra parte, es preferente dopar con un dopante tipo P, tal como Zn, Mg, Be, Ca, Sr, y Ba. Debido a que es difícil volver un compuesto de nitruro de galio semiconductor a simplemente tipo P dopándolo con un dopante tipo P, es preferente tratar el compuesto de nitruro de galio semiconductor dopado con un dopante tipo P en un proceso tal como calentándolo en un horno, irradiándolo con un haz de electrones de baja velocidad e irradiándolo con plasma para de dicha forma volverlo al tipo P. Tras exponer la superficies de los semiconductores de nitruro de galio tipo P y tipo N mediante grabado químico u otros procedimientos, los electrodos con las formas deseadas se forman sobre las capas del semiconductor mediante bombardeo iónico o deposición de vapor.

A continuación, la oblea semiconductor que se ha conformado se corta en piezas mediante una sierra de dados o se separan por fuerzas externas tras cortar unos surcos (medios cortes) que tengan una anchura mayor que la anchura del filo de la cuchilla. O de otra manera la oblea se corta en chips grabando un dibujo en rejilla de líneas extremadamente finas sobre la oblea semiconductor por medio de un grabador con un punzón de diamante que haga un movimiento en vaivén recto. De dicha forma, se puede hacer el componente emisor de luz del compuesto semiconductor de nitruro de galio.

Con objeto de emitir luz blanca con el diodo emisor de luz de la primera realización, la longitud de onda de la luz emitida por el componente emisor de luz es de 420 nm a 490 nm, inclusive, en consideración a la relación de color complementario con el fosforescente y el deterioro de la resina. Es preferente que la longitud de onda esté entre 450 nm y 475 nm, con objeto de mejorar la eficacia de emisión del componente emisor de luz y del fosforescente. El espectro de emisión del diodo emisor de luz blanca de la primera realización se muestra en la figura 4. El componente emisor de luz representado en dicha figura es del tipo conductor mostrado en la figura 1, que emplea el componente emisor de luz y el fosforescente de la primera realización que se describirá más adelante. En la figura 4 la emisión con un tipo de aproximadamente 450 nm es la luz emitida por el componente emisor de luz y la emisión con un tipo de aproximadamente 570 nm es la emisión fotoluminiscente excitada por el componente emisor de luz.

La figura 16 muestra los colores que pueden representarse por el diodo emisor de luz blanca fabricado mediante la combinación del material fluorescente mostrado en la tabla 1 y el LED azul (componente emisor de luz) con una longitud de onda en pico de 465 nm. El color de la luz emitida por dicho diodo emisor de luz blanca se corresponde con un punto de una línea recta que conecta un punto de cromaticidad generada por el LED azul y un punto de cromaticidad generada por el material fluorescente, y de dicha forma, la región de color blanco amplia (parte sombreada en la figura 16) en la parte central del diagrama de cromaticidad se podrá cubrir totalmente usando los materiales fluorescente 1 a 7 de la tabla 1.

La figura 17 muestra el cambio en el color de emisión cuando el contenido de los materiales fluorescente en el diodo emisor de luz blanca es cambiado. El contenido de los materiales fluorescente se da en porcentajes en peso respecto a la resina usada en el material de revestimiento. Como podrá apreciarse en la figura 17, el color de la luz se aproxima a de los materiales fluorescentes cuando el contenido del material fluorescente se incrementa y se aproxima al del LED azul cuando el contenido del material fluorescente se disminuye.

De acuerdo con la presente invención, un componente emisor de luz que no excita el material fluorescente podrá utilizarse junto con el componente emisor de luz que emite luz que excita el material fluorescente. Específicamente, además del componente emisor de luz, que es un compuesto de nitruro semiconductor capaz de excitar el material fluorescente, se disponen conjuntamente un componente emisor de luz con una capa emisora de luz fabricada de fosfato de galio, arseniuro de aluminio - galio, fosfato de arsénico - galio o fosfato de aluminio - indio. Con dicha configuración, la luz emitida por el componente emisor de luz que no excita el material fluorescente se irradia hacia el exterior sin ser absorbida por el material fluorescente, fabricándose un diodo emisor de luz que puede emitir luz roja / blanca.

A continuación se van a describir otros componentes de los diodos emisores de luz de la figura 1 y de la figura 2.

(Hilos conductores 103, 203)

Los hilos conductores 103, 203 deben tener una buena conductividad eléctrica, una buena conductibilidad térmica y una buena conexión mecánica con los electrodos de los componentes emisores de luz 102, 202. La conductibilidad térmica es preferentemente de $0,042 \text{ J (0,01 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o superior y más preferentemente de $2,09 \text{ J (0,5 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o superior. Para mejorar la viabilidad, el diámetro del hilo conductor es preferentemente de $10 \text{ }\mu\text{m}$ a $45 \text{ }\mu\text{m}$, inclusive. Incluso cuando se usa el mismo material para el revestimiento que incluye el material fluorescente y el molde, a causa de la diferencia del coeficiente de dilatación térmica debido al material fluorescente contenido en cualquiera de los dos materiales que se han mencionado en lo que antecede, el hilo conductor es muy posible que se rompa en la interfaz. Por dicha razón, el diámetro del hilo conductor es preferentemente no menor de $25 \text{ }\mu\text{m}$ y, debido al área emisora de luz y facilidad de manipulación, preferentemente dentro de $35 \text{ }\mu\text{m}$. El hilo conductor puede ser de un metal como por ejemplo oro, cobre, platino y aluminio y una aleación de los mismos. Cuando se utiliza un hilo conductor de dichos material y configuración, se puede conectar fácilmente a los electrodos de los componentes emisores de luz, el conductor interno y el conductor de la montura por medio de un dispositivo de unión de cables o hilos.

(Montura conductora 105)

La montura conductora 105 comprende una copa 105a y un conductor 105b, y su superficie tiene un tamaño suficiente para montar el componente emisor de luz 102 con el dispositivo de unión de hilos en la copa 105a. En el caso de que una pluralidad de componentes emisores de luz estén instalados en la copa y se utilice una montura conductora como electrodo común para el componente emisor de luz a causa de que materiales de electrodos diferentes se pueden usar, se requiere una conductividad eléctrica suficiente y buena conductividad con el hilo de unión y los demás. Cuando el componente emisor de luz esté instalado en la copa de la montura conductora y la copa se cargue con el material fluorescente, la luz emitida por el material fluorescente es, incluso si es isotrópico, reflejada por la copa en una dirección deseada y de dicha forma se podrá evitar una iluminación errónea debida a la luz de otros diodos emisores de luz montados en las proximidades. Iluminación errónea se refiere en el presente caso al fenómeno de que otros diodos emisores de luz montados en las proximidades aparezcan como iluminadores a pesar de no estar abastecidos con energía.

La unión del componente emisor de luz 102 y la montura conductora 105 con la copa 105a se puede lograr por medio de una resina termoplástica, tal como una resina epoxídica, una resina acrílica y una resina de imida. Cuando se usa un componente emisor de luz orientado hacia abajo (como un tipo de componente emisor de luz como luz emitida se extrae el lado del sustrato y está configurado para montar los electrodos opuestos a la copa 105a), se puede utilizar pasta de Ag, pasta de carbono, unión metálica o similares para unir y conectar eléctricamente el componente emisor de luz y la montura conductora al mismo tiempo. Además, con objeto de mejorar la eficacia en la utilización de la luz del diodo emisor de luz, la superficie de la copa de la montura conductora sobre la cual está montado el componente emisor de luz puede estar sometida a pulido en espejo para dar una función reflectora a la superficie. En este caso, es preferente una rugosidad superficial de $0,1 \text{ S}$ a $0,8 \text{ S}$, inclusive (S es una unidad japonesa de acuerdo con la norma ISO 468 de 1982). La resistencia eléctrica de la montura conductora se encuentra preferentemente dentro de $300 \text{ }\mu\Omega\text{-cm}$ y más preferentemente dentro de $3 \text{ }\mu\Omega\text{-cm}$. Cuando se monta una pluralidad de componentes emisores de luz sobre la montura conductora, los componentes emisores de luz generan una cantidad significativa de calor y, por consiguiente, se requiere una alta conductividad térmica. Específicamente, la conductividad térmica es preferentemente de $0,042 \text{ J (0,01 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o superior y más preferentemente de $2,09 \text{ J (0,5 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o superior. Los materiales que satisfacen estos requisitos contienen hierro (acero), cobre, cobre con contenido en hierro (acero revestido de cobre), cobre con contenido en estaño (estaño revestido de cobre) y materiales cerámicos metalizados.

(Conductor interno 106)

El conductor interno 106 está conectado a uno de los electrodos del componente emisor de luz 102 montado sobre la montura conductora 105 por medio de un hilo conductor o similar. En el caso de un diodo emisor de luz en el que una pluralidad de componentes emisores de luz están instalados sobre la montura conductora, es necesario disponer una pluralidad de conductores internos 106 de una manera tal que los hilos conductores no se toquen entre sí. Por ejemplo, el contacto de los hilos conductores entre sí se puede prevenir incrementando el área de la cara de extremo en la que el conductor interno se conecta a medida que la distancia desde la montura conductora se incrementa de forma que el espacio entre los hilos conductores queda asegurado. La rugosidad superficial de la cara de extremo del conductor interno que conecta con el hilo conductor se encuentra preferentemente dentro de $1,6 \text{ S}$ a 10 S , inclusive (S es una unidad japonesa de acuerdo con la norma ISO 468 de 1982) en consideración a un contacto próximo.

Con objeto de conformar el conductor interno con la forma deseada, se puede punzonar por medio de un troquel. Además, se puede fabricar mediante punzonado para formar el conductor interno presurizándolo a continuación sobre la cara de extremo para de dicha forma controlar el área y la altura de la cara de extremo.

Se requiere que el conductor interno tenga una buena conectividad con los hilos de unión que son hilos conductores y tienen una buena conductividad eléctrica. Específicamente, es preferente que la resistencia eléctrica esté dentro de 300 $\mu\Omega$ -cm y más preferentemente dentro de 3 $\mu\Omega$ -cm. Los materiales que satisfacen dichos requisitos contienen hierro, cobre, cobre con contenido en hierro, cobre con contenido en estaño, aluminio chapado en cobre, oro o plata, hierro y cobre.

(Material de revestimiento 101)

El material de revestimiento 101 está provisto en la copa de la montura conductora separado del material de moldeo 104 y, en la primera realización, contiene el fosforescente que convierte la luz emitida por el componente emisor de luz. El material de revestimiento puede ser un material transparente con una buena resistencia a la intemperie, tal como resina epoxídica, resina de urea y resina de silicio o vidrio. Se puede utilizar un dispersante junto con el fosforescente. Como dispersante es preferente utilizar titanato de bario, óxido de titanio, óxido de aluminio, dióxido de silicio y similares. Cuando el material fluorescente se forma mediante bombardeo iónico se puede omitir el material de revestimiento. En este caso se podrá fabricar un diodo emisor de luz capaz de mezclar colores mediante el control del grosor de la película o permitiendo una abertura en la capa de material fluorescente.

(Material de moldeo 104)

El moldeo 104 tiene la función de proteger el componente emisor de luz 102, el hilo conductor 103 y el material de revestimiento 101 que contiene fosforescente frente a las perturbaciones externas. De acuerdo con la primera realización, es preferente que el material de moldeo 104 contenga además un dispersante, que pueda desviar la directividad de la luz del componente emisor de luz 102, lo que da lugar a un ángulo de visión incrementado. El material de moldeo 104 tiene la función de una lente para enfocar o difundir la luz emitida por el componente emisor de luz. Por consiguiente, se puede fabricar el material de moldeo 104 con una configuración de lente convexa o lente cóncava, y puede tener forma elíptica cuando se observe en la dirección del eje óptico o una combinación de las mismas. Asimismo, el material de moldeo 104 se puede fabricar con una estructura de capas múltiples de materiales diferentes laminados. Como material de moldeo 104 es preferente emplear materiales transparentes con buena resistencia a la intemperie tal como resina epoxídica, resina de urea, resina de silicio o vidrio. Como dispersante se puede utilizar titanato de bario, óxido de titanio, óxido de aluminio, dióxido de silicio y similares. Además del dispersante, el fosforescente podrá estar contenido en el material del moldeo. A saber, de acuerdo con la presente invención, el fosforescente puede estar contenido bien en el material de moldeo o en el material de revestimiento. Cuando el fosforescente está contenido en el material de moldeo, el ángulo de división se puede incrementar adicionalmente. El fosforescente puede estar también contenido tanto en el material de revestimiento como en el material de moldeo. Además se puede usar una resina que incluya el fosforescente con el material de revestimiento mientras que se utilicen vidrios, diferente del material de revestimiento, como material de moldeo. Esto hace posible fabricar un diodo emisor de luz que esté menos sometido a la influencia de la humedad con una buena productividad. El moldeo y el revestimiento se pueden hacer del mismo material con objeto de igualar el índice de refracción, en función de la aplicación. De acuerdo con la presente invención, la adición del dispersante y / o de un agente colorante en el material de moldeo tiene los efectos de enmascarar el color del material fluorescente oscurecido y de mejorar el rendimiento del mezclado de colores. Es decir, el material fluorescente absorbe el componente azul de la luz extraña y emite luz con lo que da un aspecto verdaderamente coloreado de amarillo. Sin embargo, el dispersante contenido en el material de moldeo da un color blanco lechoso al material de moldeo y el agente de coloración da un color deseado. De esta manera, el color del material fluorescente no es reconocido por el observador. En el caso de que el componente emisor de luz emita luz con una longitud de onda principal de 430 nm o superior, es preferente que este contenido un elemento absorbedor de la luz ultravioleta que sirva como estabilizador de la luz.

Realización diferente

El diodo emisor de luz de otra realización se fabrica utilizando un elemento dotado con un compuesto nitruro de galio semiconductor que tiene una banda prohibida de energía en la capa emisora de luz como componente emisor de luz y un material fluorescente que incluye dos o más tipos de fosforescente de composiciones diferentes, o preferentemente materiales fluorescentes de itrio - aluminio - granate activado con cerio como fosforescente. Con esta configuración se puede fabricar un diodo emisor de luz que permite dar un tono de color deseado mediante el control del contenido de dos o más materiales fluorescentes incluso cuando la longitud de onda de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz se desvíe del valor deseado debido a variaciones en el proceso de producción. En este caso, el color de emisión del diodo emisor de luz se puede hacer constante usando un material fluorescente con una longitud de onda de emisión relativamente corta para un componente emisor de luz de una longitud de onda de emisión relativamente corta y usando un material fluorescente con una longitud de onda de emisión relativamente larga para un componente emisor de luz con una longitud de onda de emisión relativamente larga.

En cuanto al material fluorescente, se puede usar también como fosforescente un material fluorescente representado por la fórmula general $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$. En el presente caso $0 \leq r \leq 1$, y Re se selecciona al menos entre Y, Gd y La. Esta configuración hace posible minimizar la desnaturalización del material fluorescente aún cuando el material fluorescente esté expuesto a la luz visible de alta intensidad y alta energía emitida por el componente emisor de luz durante un largo periodo de tiempo o cuando se usa bajo condiciones ambientales

diversas y, por consiguiente, se puede hacer un diodo emisor de luz que está sometido a cambios de color extremadamente insignificante y baja disminución de la luminancia de emisión y tiene el componente de emisión deseado de alta luminancia.

(Fosforescente de la realización diferente)

5 A continuación se va a describir en detalle el fosforescente usado en el componente emisor de luz de la realización anterior. La presente realización es similar a la primera realización, con la excepción de que se usan dos o más tipos de fosforescente de composiciones diferentes activados con cerio, tal como se ha descrito en lo que antecede, siendo el procedimiento de uso del material fluorescente básicamente el mismo.

10 De manera similar al caso de la primera realización, al diodo emisor de luz se le puede proporcionar una alta resistencia a la intemperie mediante el control de la distribución del fosforescente (como por ejemplo reduciendo de forma gradual la concentración con la distancia desde el componente emisor de luz). Una distribución de este tipo de la concentración del fosforescente se puede conseguir seleccionando o controlando el material que contiene el fosforescente, la temperatura y viscosidad de conformación y la configuración y distribución de las partículas de fosforescente. De dicha forma, de acuerdo con dicha realización, la distribución de la concentración del material
15 fluorescente se determina de acuerdo con las condiciones de operación. Además, de acuerdo con dicha realización, la eficacia de la emisión de luz se puede incrementar designando la configuración de los dos o más tipos de material fluorescente (por ejemplo, disponiéndolos en el orden de cercanía al componente emisor de luz) de acuerdo con la luz generada por el componente emisor de luz.

20 Con la configuración de la presente realización, de forma similar a la primera realización, el diodo emisor de luz tiene una alta eficacia y suficiente resistencia a la luz incluso cuando se dispone próximo a, o en la vecindad del componente emisor de luz de una relativa alta emisión con una intensidad de radiación (E_e) dentro del rango de 3 Wcm^{-2} a 10 Wcm^{-2} .

25 El material fluorescente de itrio - aluminio - granate activado con cerio (material fluorescente YAG) usado en la presente realización tiene una estructura de granate similar al caso de la primera realización y es, por consiguiente, resistente al calor, luz y humedad. La longitud de onda en pico de excitación del material fluorescente de itrio - aluminio - granate de dicha realización puede establecerse en las proximidades de 450 nm en la forma indicada por la línea continua de la figura 5A, y la longitud de onda tipo de emisión se puede establecer en las proximidades de 510 nm, en la forma indicada por la línea continua de la figura 5B, mientras que se hace el espectro de emisión tan amplio para cubrir hasta 700 nm, lo cual hace posible emitir luz verde. La longitud de onda en pico de excitación de
30 otro material fluorescente de itrio - aluminio - granate activado con cerio de dicha realización se puede establecer en las proximidades de 450 nm, en la forma indicada por la línea de trazos de la figura 5A y la longitud de onda tipo de emisión se puede establecer en las proximidades de 600 nm en la forma indicada por la línea de trazos de la figura B mientras que se hace el espectro de emisión tan amplio como para extenderse hasta 750 nm, lo cual hace posible emitir luz roja.

35 La longitud de onda de la luz emitida se desplaza hasta una longitud de onda más corta mediante la sustitución de parte de Al, entre los constituyentes del material fluorescente de YAG con estructura de granate, con Ga, y la longitud de onda de la luz emitida se desplaza hasta una longitud de onda más corta sustituyendo parte de Y con Gd y / o La. La proporción del sustituyente del Al con Ga es preferentemente Ga : Al = 1 : 1 a 4 : 6 en consideración de la eficacia de emisión de luz y la longitud de onda de emisión. De forma similar, la proporción de sustitución de Y con Gd y / o La es preferentemente Y : Gd y / o La = 9 : 1 a 1 : 9 o más preferentemente Y : Gd y / o La = 4 : 1 a 2 : 3. La sustitución de menos del 10 % da como resultado un incremento del componente verde y una disminución del componente rojo. Por otra parte, la sustitución del 80 % o más incrementa el componente rojo pero disminuye abruptamente la luminancia.

45 El material para fabricar dicho fosforescente se hace usando óxidos de Y, Gd, Ce, La, Al, Sm y Ga o componentes que se pueden convertir fácilmente en dichos óxidos a altas temperaturas y mezclando suficientemente dichos materiales en proporciones estequiométricas. O bien, el material de la mezcla se obtiene disolviendo los elementos de tierra rara Y, Gd, Ce, La, Al, Sm en proporciones estequiométricas en ácido, coprecipitación de la solución con ácido oxálico y caldeando el coprecipitado para obtener un óxido del coprecipitado, que se mezcla posteriormente con óxido de aluminio y óxido de galio. Dicha mezcla se mezcla con una cantidad apropiada de fluoruro, tal como fluoruro de amonio usado como fundente y se caldea en un crisol a una temperatura de 1350 a 1450 °C en aire durante 2 a 5 horas. Posteriormente, el material caldeado se muele en un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza para obtener de dicha forma el material deseado.
50

55 En la presente realización, los dos o más tipos de materiales fluorescentes de itrio - aluminio - granate activado con cerio de composiciones diferentes pueden ser usados para su mezclado o dispuestos independientemente (como por ejemplo laminados). Cuando los dos o más tipos de materiales fluorescentes se mezclan, la parte convertidora en color se puede conformar de manera relativamente fácil y de una forma apropiada para su producción en masa. Cuando los dos o más tipos de material fluorescente se disponen independientemente, el color se puede ajustar tras conformarlo mediante la laminación de las capas hasta que se obtiene un color deseado. Asimismo, cuando se disponen dos o más tipos de material fluorescente independientemente, es preferente disponer un material

fluorescente que absorba luz del componente emisor de luz de una longitud de onda corta próxima al elemento de LED y un material fluorescente que absorba luz de una longitud de onda alejado del elemento de LED. Dicha configuración posibilita una absorción y emisión eficiente de la luz.

5 El diodo emisor de luz de la presente realización se fabrica usando dos o más tipos de materiales fluorescentes de itrio - aluminio - granate de diferentes composiciones como materiales fluorescentes, en la forma que se ha descrito en lo que antecede. Esto hace posible fabricar un diodo emisor de luz capaz de emitir luz de forma eficiente del color deseado. Es decir, cuando la longitud de onda de la luz emitida por el componente emisor de luz semiconductor se corresponde con un punto de la línea recta que conecta el punto A y el punto B del diagrama cromático de la figura 6, se puede emitir luz de cualquier color en la región sombreada encerrada por los puntos A, B, C y D de la figura 6 que son los puntos de cromaticidad (puntos C y D) de los dos o más tipos de materiales fluorescentes de itrio - aluminio - granate de composiciones diferentes. De acuerdo con la presente realización, el color se puede controlar cambiando las composiciones o cantidades de los elementos de LED y de los materiales fluorescentes. En particular, un diodo emisor de luz de menor variación en la longitud de onda de emisión se puede fabricar seleccionando los materiales fluorescentes de acuerdo con la longitud de onda de emisión del elemento de LED. 10 15 Asimismo, un diodo emisor de luz que incluya componentes RGB con alta luminancia se puede fabricar seleccionando la longitud de onda de emisión de los materiales fluorescentes.

Además, debido a que el material fluorescente de itrio - aluminio - granate (YAG) usado en la presente realización tiene una estructura de granate, el diodo emisor de luz de la presente realización puede emitir luz de alta luminiscencia durante un largo periodo de tiempo. Asimismo, los diodos emisores de luz de la primera realización y de la presente realización están dotados con un componente emisor de luz instalado vía material fluorescente. 20 Asimismo, a causa de que la luz convertida tiene una longitud de onda más larga que la de la luz emitida por el componente emisor de luz, la energía de la luz convertida es menor que la banda prohibida de energía del semiconductor de nitruro y es menos probable que sea absorbida por la capa de nitruro semiconductor. De dicha forma, a pesar de que la luz emitida por el material fluorescente esté dirigida también al elemento de LED a causa de la isotropía de emisión, la luz emitida por el material fluorescente nunca es absorbida por el elemento de LED y de esta manera no disminuirá la eficacia de emisión y del diodo emisor de luz. 25

(Fuente de luz plana)

En la figura 7 se muestra una fuente de luz plana que es otra realización de la presente invención.

30 En la fuente de luz plana mostrada en la figura 7, el fosforescente usado en la primera realización está contenido en el material de revestimiento 701. Con dicha configuración, la luz azul emitida por el nitruro de galio semiconductor convierte su color y es emitida en un estado plano vía una placa de guía óptica 704 y una lámina dispersiva 706.

Específicamente, un componente emisor de luz 702 de la fuente de luz plana de la figura 7 está fijado a un sustrato metálico 703 con una forma de C invertida en el que se forma una capa aislante y un dibujo conductor (no se muestra). Tras conectar eléctricamente el electrodo del componente emisor de luz y del dibujo conductor, el fosforescente se mezcla con una resina epoxídica y se aplica dentro del sustrato 703 de metal con forma de C invertida sobre el cual el componente emisor de luz 702 está montado. El componente emisor de luz así asegurado se fija sobre una cara de extremo de la placa guía óptica acrílica 704 por medio de una resina epoxídica. Una película reflectora 707 que contiene un agente de difusión blanco se dispone sobre uno de los planos principales de la placa de guía óptica 704 en la que la lámina dispersiva 706 no está formada, al objeto de prevenir la fluorescencia. 35 40

De manera similar, se dispone un reflector 705 sobre toda la superficie de la parte posterior de la placa de guía óptica 704 y sobre una cara de extremo en la cual el componente emisor de luz no está dispuesto, con objeto de mejorar la eficacia de emisión de luz. Con esta configuración, se pueden hacer los diodos emisores de luz de emisión de luz plana que generen suficiente luminancia para la luz posterior del LCE.

45 La aplicación del diodo emisor de luz de emisión de luz plana a un visualizador de cristal líquido se puede lograr disponiendo una placa polarizada sobre un plano principal de la placa de guía óptica 704 vía cristal líquido inyectado entre los sustratos de vidrio (no representados) sobre los cuales se forma un dibujo conductor translucido.

Con referencia a continuación a la figura 8 y a la figura 9, a continuación se va a describir una fuente de luz plana de acuerdo con otra realización de la presente invención. El dispositivo emisor de luz mostrado en la figura 8 está fabricado con una configuración tal que la luz azul emitida por el diodo emisor de luz 702 se convierte en luz blanca por un convertidor de color 701 que contiene fosforescente y que es emitida en un estado plano vía una placa de guía óptica 704. 50

El dispositivo emisor de luz mostrado en la figura 9 está fabricado con una configuración tal que la luz azul emitida por el componente emisor de luz 702 se vuelve a un estado plano por medio de la placa de guía óptica 704, posteriormente se convierte en luz blanca por medio de una lámina dispersiva 706 que contiene fosforescente formado sobre uno de los planos principales de la placa de guía óptica 704 para emitir de dicha forma luz blanca en estado plano. El fosforescente podrá estar o bien contenido en la lámina dispersiva 706 o formado en una lámina dispersándolo junto con una resina de unión sobre la lámina dispersiva 706. Además, el material de unión que 55

incluye el fosforescente puede estar conformado en puntos, no en láminas, directamente sobre la placa de guía óptica 704.

<Aplicación>

(Dispositivo de visualización)

5 A continuación se describirá un dispositivo de visualización en el que se aplica el dispositivo emisor de luz de acuerdo con la presente invención. La figura 10 es un diagrama de bloques que muestra la configuración del dispositivo de visualización. Como se muestra en la figura 10, el dispositivo de visualización comprende un dispositivo de visualización de LED 601 y un circuito de excitación 610 que tiene un excitador 602, un medio de almacenamiento de datos de vídeo 603 y un medio de control de tono 604. El dispositivo de visualización de LED 10 601, que tiene unos diodos emisores de luz blanca 501 mostrados en la figura 1 o la figura 2 dispuestos en una configuración matricial en una carcasa 504 como se muestra en la figura 11, se usa como dispositivo de visualización de LED monocromática. La carcasa 504 está provista con un material de bloqueo de la luz 505 formado integralmente con la misma.

15 El circuito de excitación 610 tiene un medio de almacenamiento de datos de vídeo (RAM) 603 para almacenar temporalmente los datos de visualización que son introducidos, un medio de control de tono 604 que computa y emite las señales de tono para controlar los diodos emisores de luz individuales del dispositivo de visualización de LED para iluminar con el brillo especificado de acuerdo con los datos leídos de la RAM 603, y el excitador 602 que es conmutado por las señales suministradas desde el medio de control de tono 604 para excitar el diodo emisor de luz para iluminar. El circuito de control de tono 604 recupera los datos de la RAM 603 y computa la duración de iluminación de los diodos emisores de luz del dispositivo de visualización de LED 601, emitiendo posteriormente 20 unas señales de pulsos para encender y apagar los diodos emisores de luz del dispositivo de visualización de LED 601. En el dispositivo de visualización constituido tal como se ha descrito en lo que antecede, el dispositivo de visualización de LED 601 es capaz de visualizar imágenes de acuerdo con las señales de pulsos introducidas por el circuito de excitación y tiene las ventajas siguientes.

25 El dispositivo de visualización de LED que visualiza con luz blanca usando los diodos emisores de luz de tres colores, RGB, es requerido para visualizar controlando al mismo tiempo la salida de emisión de luz de los diodos emisores de luz R, G y B y consecuentemente debe controlar los diodos emisores de luz tomando en cuenta la intensidad de emisión, características de temperatura y otros factores de los diodos emisores de luz, lo que da lugar a una configuración complicada del circuito excitador que excita el dispositivo de visualización de LED. En el 30 dispositivo de visualización, sin embargo, a causa de que el dispositivo de visualización de LED 601 está constituido usando dispositivos emisores de luz 501 de la presente invención que pueden emitir luz blanca sin usar los diodos emisores de luz de tres tipos, RGB, no es necesario que el circuito excitador controle individualmente los diodos emisores de luz R, G y B, haciendo posible simplificar la configuración del circuito excitador y la fabricación del dispositivo de visualización a bajo coste.

35 Con el dispositivo de visualización de LED que visualiza en luz blanca usando los diodos emisores de luz de tres tipos, RGB, los tres diodos emisores de luz deben ser iluminados al mismo tiempo y la luz de los diodos emisores de luz se debe mezclar con objeto de visualizar luz blanca combinando los tres diodos emisores de luz RGB para cada píxel, dando como resultado una gran área de visualización para cada píxel y haciendo imposible visualizar con alta definición. El dispositivo de visualización de LED del dispositivo de visualización, por el contrario, puede visualizar 40 con luz blanca y puede hacerse con un solo diodo emisor de luz, siendo de dicha forma capaz de visualizar con luz blanca de alta definición. Además, con el dispositivo de visualización de LED que visualiza mezclando los colores de tres diodos emisores de luz, se da el caso de visualizar cambios de color debido al bloqueo de algunos de los diodos emisores de luz RGB en función del ángulo de visión, el dispositivo de visualización de LED no tiene tal problema.

45 Tal como se ha descrito en lo que antecede, el dispositivo de visualización provisto con el dispositivo de visualización de LED que emplea el dispositivo emisor de luz de la presente invención que es capaz de emitir luz blanca, es capaz de visualizar luz blanca estable con mayor definición y tiene la ventaja de menos irregularidades del color. El dispositivo de visualización de LED que es capaz de visualizar con luz blanca también impone menos estimulación al ojo en comparación con un dispositivo de visualización LED convencional que emplea solo colores verde y rojo, y es por consiguiente adecuado para su uso durante un largo periodo de tiempo.

50 (Realización de otro dispositivo de visualización que emplea el dispositivo emisor de luz de la presente invención)

El dispositivo emisor de luz de la presente invención se puede usar para constituir un dispositivo de visualización de LED en el que un píxel está constituido por tres diodos emisores de luz RGB y un diodo emisor de luz de la presente invención, como se muestra en la figura 12. Conectando el dispositivo de visualización de LED y un circuito de excitación especificado, se puede constituir un dispositivo de visualización capaz de visualizar diversas imágenes. El 55 circuito de excitación de este dispositivo de visualización tiene, de manera similar al caso de un dispositivo de visualización monocromático, un medio de almacenamiento de datos de vídeo (RAM) para almacenar temporalmente los datos de visualización introducidos, un circuito de control de tono que procesa los datos almacenados en la RAM para computar las señales de tono e iluminar los diodos emisores de luz con un brillo

especificado y un excitador que puede ser conmutado por una señal de salida del circuito de control de tono que da lugar a que se iluminen los diodos emisores de luz. El circuito de excitación se requiere exclusivamente para cada uno de los diodos emisores de luz RGB y el diodo emisor de luz blanca. El circuito de control de tono computa la duración de iluminación de los diodos emisores de luz a partir de los datos almacenados en la RAM y emite señales de pulsos para encender y apagar los diodos emisores de luz. Cuando se visualiza con luz blanca, la anchura de las señales de pulsos para iluminar los diodos emisores de luz RGB se hace más corta, o el valor en pico de la señal de pulsos se hace menor o no se emite en absoluto señal de pulsos alguna. Por otra parte, se suministra una señal de pulsos al diodo emisor de luz blanca en compensación de lo anterior, lo cual origina que el dispositivo de visualización LED visualice con luz blanca.

10 Tal como se ha descrito en lo que antecede, el brillo de visualización se puede mejorar añadiendo el diodo emisor de luz blanca a los diodos emisores de luz RGB. Cuando los diodos emisores de luz RGB se combinan para visualizar luz blanca, uno o dos de los colores RGB podrá potenciarse dando como resultado la imposibilidad de visualizar luz blanca pura en función del ángulo de emisión, solucionándose dicho problema añadiendo el diodo emisor de luz blanca a dicho dispositivo de visualización.

15 Para el circuito de excitación de dicho dispositivo de visualización tal como se ha descrito en lo que antecede, es preferente que se provea una CPU aparte como circuito de control de tono que computa la señal de pulsos para iluminar el diodo emisor de luz blanca con un brillo especificado. La señal de pulsos emitida por el circuito de control de tono se suministra al excitador del diodo emisor de luz blanca para conmutar el excitador. El diodo emisor de luz blanca se ilumina cuando el excitador está activado y se apaga cuando el excitador está desactivado.

20 (Señal de tráfico)

Cuando el dispositivo emisor de luz de la presente invención se utiliza como señal de tráfico, es un tipo de dispositivo de visualización del que se pueden obtener ventajas tales como una iluminación estable durante un largo periodo de tiempo sin desigualdades de color aún cuando parte de los diodos emisores de luz se apaguen. La señal de tráfico que emplea el dispositivo emisor de luz de la presente invención tiene una configuración tal que los diodos emisores de luz blanca están dispuestos sobre un sustrato sobre el cual está formado un dibujo conductor. Un circuito de diodos emisores de luz en el que dichos diodos emisores de luz están conectados en serie o en paralelo es manipulado como un conjunto de diodos emisores de luz. Se usan dos o más conjuntos de diodos emisores de luz, teniendo cada uno los diodos emisores de luz dispuestos en una configuración en espiral. Cuando todos los diodos emisores de luz están dispuestos, se disponen sobre todo el área en una configuración circular. Tras conectar las líneas eléctricas estañando la conexión de los diodos emisores de luz y el sustrato con una fuente de energía eléctrica externa, se asegura en un chasis de una señal de ferrocarril. El dispositivo de visualización de LED se coloca en un chasis moldeado en aluminio equipado con un miembro de bloqueo de luz y se sella sobre la superficie con una carga de caucho de silicio. El chasis está dotado con una lente de color blanco sobre el plano de visualización del mismo. El cableado eléctrico del dispositivo de visualización de LED se pasa a través de una empaquetadura de caucho situada sobre la parte posterior del chasis para sellar el interior del chasis del exterior con el interior del chasis cerrado. De esta manera se hace una señal de luz blanca. Se puede hacer una señal de mayor fiabilidad dividiendo los dispositivos emisores de luz de la presente invención en una pluralidad de grupos y disponiéndolos en una configuración en espiral que parte de un centro hacia el exterior mientras que está conectado en paralelo. La configuración en espiral desde el centro hacia el exterior puede ser continua o intermitente. De esta manera se puede seleccionar el número deseado de diodos emisores de luz y el número deseado de conjuntos de diodos emisores de luz en función del área de visualización del dispositivo de visualización de LED. Esta señal es, aun cuando uno de los conjuntos de diodos emisores de luz o parte de los diodos emisores de luz no se iluminan debido algún problema, capaz de iluminar de forma homogénea en una configuración circular sin desplazamiento de color por medio de los conjuntos de diodos emisores de luz restantes o de los diodos emisores de luz restantes. Debido a de que los diodos emisores de luz están dispuestos en una configuración en espiral se pueden disponer de forma más densa cerca del centro y ser excitados sin impresión diferente alguna con las señales que emplean lámparas de incandescencia.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente la presente invención en detalle, pero no se deben considerar limitaciones del ámbito de la misma.

Ejemplo 1

El ejemplo 1 proporciona un componente emisor de luz que tiene un pico de emisión en 450 nm y una media anchura de 30 nm que emplea un semiconductor de GaInN. El componente emisor de luz de la presente invención está fabricando haciendo fluir gas de TMG (trimetil galio), gas de TMI (trimetil indio), gas de nitrógeno y un gas dopante conjuntamente junto con un gas portador sobre un sustrato de zafiro limpio y formando una capa semiconductor de un compuesto de nitrato de galio en el proceso de MOCVD. Un semiconductor de nitrato de galio con una conductividad tipo N y un semiconductor de nitrato de galio con una conductibilidad tipo P se forman conmutando SiH₄ y Cp₂Mg (bis(ciclopentadienil) magnesio) como gas dopante. El elemento de LED del ejemplo 1 tiene una capa de contacto que es un semiconductor de nitrato de galio con una conductibilidad tipo N, y una capa

de revestimiento que es un semiconductor de nitruro de galio - aluminio con una conductibilidad tipo P y una capa de contacto que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene una conductibilidad tipo P, y formado entre la capa de contacto que tiene una conductibilidad tipo N y la capa intermedia que tiene una conductibilidad tipo P está una capa de activación no dopada de InGaN de un espesor aproximado de 3 nm para fabricar una estructura de único pozo cuántico. El sustrato de zafiro tiene una capa semiconductor de nitruro de galio formada sobre el mismo bajo a baja temperatura para hacer una capa de revestimiento. El semiconductor tipo P se recuece a una temperatura de 400 °C o superior tras formar la película.

Tras exponer las superficies de las capas semiconductoras tipo P y tipo N mediante ataque químico, se forman los electrodos n y p por bombardeo iónico. Tras escribir la oblea semiconductor que ha sido fabricada tal como se ha descrito en lo que antecede, se fabrican los componentes emisores de luz dividiendo la oblea con una fuerza externa.

El componente emisor de luz fabricado en el proceso anterior se monta en una copa de una montura conductora que está fabricada de acero chapado en plata para su unión por troquel con una resina epoxídica. A continuación los electrodos del componente emisor de luz, la montura conductora y el conductor interno se conectan eléctricamente mediante hilos conductores con alambre de oro de 30 μm de diámetro para hacer un diodo emisor de luz de tipo conductor.

Un fosforescente se fabrica disolviendo los elementos de tierra rara de Y, Gd y Ce en un ácido en proporciones estequiométricas y coprecipitando la solución con ácido oxálico. El óxido del coprecipitado obtenido caldeando dicho material se mezcla con óxido de aluminio para obtener de esta manera la mezcla de materiales.

La mezcla se mezcla posteriormente con fluoruro de amonio usado como fundente y se caldea en un crisol a una temperatura de 1.400 °C en aire durante 3 horas. A continuación, el material caldeado es molido en un molino de bolas en agua, lavado, separado, secado y tamizado para obtener el material deseado. El fosforescente fabricado en la forma que se ha descrito en lo que antecede es un material fluorescente de itrio - aluminio - granate representado por la fórmula general $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12} : Ce$ en la que aproximadamente el 20 % de Y está sustituido por Gd y la relación de sustitución de Ce es 0,03.

80 partes en peso del material fluorescente con una composición de $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12} : Ce$ que ha sido hecha en el procedimiento anterior y 100 partes en peso de resina epoxídica se mezclan suficientemente para convertirlos en una lechada. La lechada se vierte en la copa dispuesta en la montura conductora sobre la cual está montado el componente emisor de luz. Tras su vertido, la lechada se cura a 130 °C durante una hora. De esta manera se forma sobre el componente emisor de luz un revestimiento que tiene un grosor de 120 μm y que contiene el fosforescente. En el ejemplo 1 el revestimiento se forma para contener el fosforescente en una concentración que se incrementa gradualmente hacia el componente emisor de luz. La intensidad de irradiación es de aproximadamente 3,5 W / cm². El componente emisor de luz y el fosforescente se moldean con resina epoxídica traslúcida al objeto de protección frente a las tensiones extrañas, humedad y polvo. Un bastidor conductor con una capa de revestimiento de fosforescente formada sobre el mismo se coloca en un molde con forma de bala y se mezcla con la resina epoxídica traslúcida y, a continuación, se cura a 150 °C durante 5 horas.

Bajo observación visual del diodo emisor de luz formado tal como se ha descrito en lo que antecede en la dirección normal al plano de emisión de luz, se ha encontrado que la parte central daba un color amarillento debido al color del cuerpo de fosforescente.

Las medidas del punto de cromaticidad, temperatura del color, e índice de aportación de color del diodo emisor de luz fabricado tal como se ha descrito en lo que antecede y capaz de emitir luz blanca dio valores de (0,302, 0,280) para el punto de cromaticidad (x, y), una temperatura de color de 8080 K y 87,5 para el índice de producción de color (Ra) que son aproximados a las características de una lámpara fluorescente de forma de onda 3. La eficacia de emisión de luz fue de 9,5 lm / W, comparable a la de una lámpara incandescente. Además en ensayos de vida útil en condiciones de excitación con una corriente de 60 mA a 25 °C, 20 mA a 25 °C y 20 mA a 60 °C, con 90 % de humedad relativa, no se observó cambio alguno debido al material fluorescente, supuesto que el diodo emisor de luz no tenía diferencia alguna en su vida útil comparado con un diodo emisor de luz azul convencional.

Ejemplo comparativo 1

La formación del diodo emisor de luz y las pruebas de vida útil se realizaron de la misma forma que en ejemplo 1, excepto por el cambio del fosforescente de $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12} : Ce$ a $(ZnCd)S : Cu, Al$. El diodo emisor de luz que había sido formado mostró, inmediatamente tras su excitación, emisión de luz blanca pero con baja luminancia. En una prueba de vida útil la emisión disminuyó hasta cero en aproximadamente 10 horas. El análisis de la causa del deterioro mostró que el material fluorescente estaba ennegrecido.

Se supone que este problema lo causó la luz emitida por el componente emisor de luz y la humedad que se había depositado sobre el material fluorescente o entrado desde el exterior llevado por fotólisis para producir zinc coloidal y precipitarlo sobre la superficie del material fluorescente, dando como resultado una superficie ennegrecida. Los resultados del ensayo de vida útil en condiciones de excitación con una corriente de 20 mA a 25 °C y 20 mA a 60 °C, con 90 % de humedad relativa se muestran en la figura 13 junto con los resultados del ejemplo 1. La luminancia se

da en términos de valor relativo con respecto al valor inicial como referencia. En la figura 13, una línea continua indica el ejemplo 1 y una línea ondulada indica el ejemplo comparativo 1.

Ejemplo 2

5 En el ejemplo 2, se fabricó un componente emisor de luz de la misma forma que en el ejemplo 1 excepto que se incrementó el contenido de In en el compuesto de nitruro semiconductor del componente emisor de luz de forma que tuviera un pico de emisión en 460 nm y se incrementó el contenido de Gd en el fosforescente del ejemplo 1 para tener una composición $(Y_{0,6}Gd_{0,4})_3Al_5O_{12} : Ce$.

10 Las medidas del punto de cromaticidad, temperatura de color e índice de aportación de color del diodo emisor de luz que se hicieron de la forma que se ha descrito en lo que antecede y capaces de emitir luz blanca, dieron unos valores de (0,375, 0,370) para el punto de cromaticidad (x, y), temperatura de color de 4400 K e índice de aportación de color (Ra) de 86,0. Las figuras 18A, 18B y 18C muestran el espectro de emisión del fosforescente, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del ejemplo 2, respectivamente.

15 100 piezas de diodos emisores de luz del ejemplo 2 se fabricaron y se tomaron sus intensidades luminosas promedio de los mismos tras una iluminación de 1000 horas. En términos de porcentaje del valor de la intensidad luminosa antes del ensayo de vida útil, el promedio de la intensidad luminosa tras la prueba de vida útil fue del 98,8 %, probando que no existían diferencias en dichas características.

Ejemplo 3

20 100 diodos emisores de luz se fabricaron de la misma forma que en el ejemplo 1, excepto que se añadió Sm a los elementos de tierra rara Y, Gd y Ce del fosforescente para hacer un material fluorescente con una composición de $(Y_{0,39}Gd_{0,57}Ce_{0,03}Sm_{0,01})Al_5O_{12}$. Cuando se hizo que los diodos emisores de luz iluminaran a una alta temperatura de 130 °C, la característica de temperatura promedio fue de aproximadamente 8 % mejor que en el ejemplo 1.

Ejemplo 4

25 Un dispositivo de visualización de LED del ejemplo 4 se fabricó con los diodos emisores de luz del ejemplo 1 dispuestos en una matriz de 16 por 16 sobre un sustrato de material cerámico sobre el cual se formó un dibujo de cobre como el mostrado en la figura 11. En el dispositivo de visualización de LED del ejemplo 4, el sustrato sobre el cual se dispusieron los diodos emisores de luz se situó en un chasis 504 fabricado de resina de fenol y provisto con un miembro de bloqueo de luz 505 formado integralmente con el mismo. El chasis, los diodos emisores de luz, el sustrato y parte del miembro de bloqueo de luz, excepto por las puntas de los diodos emisores de luz se cubrieron con caucho de silicio 502 coloreado en negro con un pigmento. El sustrato y los diodos emisores de luz se soldaron por medio de una máquina de soldadura automática.

30 El dispositivo de visualización de LED hecho con la configuración que se ha descrito en lo que antecede, una RAM que temporalmente almacena los datos de visualización introducidos, un circuito de control de tono que procesa los datos almacenados en la RAM para computar las señales de tono para iluminar los diodos emisores de luz con un brillo especificado y un medio excitador que es conmutado por la señal de salida del circuito de control de tono para hacer que los diodos emisores de luz iluminados estén conectados eléctricamente para fabricar un dispositivo de visualización de LED. Mediante la excitación del dispositivo de visualización LED se verificó que el aparato se puede utilizar como un dispositivo de visualización de LED negro y blanco.

Ejemplo 5

40 El diodo emisor de luz del ejemplo 5 se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1 con la excepción de que se utilizó fosforescente representado por la fórmula general $(Y_{0,2}Gd_{0,8})_3Al_5O_{12} : Ce$. 100 piezas de diodos emisores de luz del ejemplo 5 se fabricaron y se midieron varias de sus características. Las medidas del punto de cromaticidad dieron valores de (0,450, 0,420) de promedio para el punto de cromaticidad (x, y) y se emitió luz de una lámpara incandescente de color. La figura 19A, la figura 19B y la figura 19C muestran el espectro de emisión del fosforescente, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del ejemplo 5, respectivamente. A pesar de que los diodos emisores de luz del ejemplo 5 mostraron una luminancia de aproximadamente un 40 % inferior que la de los diodos emisores de luz del ejemplo 5, mostraron una buena resistencia a la intemperie comparable a la del ejemplo 1 en el ensayo de vida útil.

Ejemplo 6

50 El diodo emisor de luz del ejemplo 6 se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1 con la excepción de que se utilizó fosforescente representado por la fórmula general $Y_3Al_5O_{12} : Ce$. 100 piezas de diodos emisores de luz del ejemplo 6 se fabricaron y se midieron varias de sus características. Las medidas del punto de cromaticidad de la luz blanca ligeramente amarilla-verdosa comparado con el ejemplo 1 se emitió. El diodo emisor de luz del ejemplo 6 mostró una buena resistencia a la intemperie similar a la del ejemplo 1 en la prueba de vida útil. Las figuras 20A, 20B y 20C muestran el espectro de emisión del fosforescente, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del ejemplo 6, respectivamente.

55

Ejemplo 7

El diodo emisor de luz del ejemplo 7 se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1 con la excepción de que se utilizó fosforescente representado por la fórmula general $Y_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12} : Ce$. 100 piezas de diodos emisores de luz del ejemplo 7 se fabricaron y se midieron varias de sus características.

- 5 A pesar de que los diodos emisores de luz del ejemplo 7 mostraron una luminancia baja, emitieron luz blanca verdosa y mostraron una buena resistencia a la intemperie similar a la del ejemplo 1 en la prueba de vida útil. Las figuras 21A, 21B y 21C muestran el espectro de emisión del fosforescente, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del ejemplo 7, respectivamente.

Ejemplo 8

- 10 El diodo emisor de luz del ejemplo 8 se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1 con la excepción de que se utilizó fosforescente representado por la fórmula general $Gd_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12} : Ce$. 100 piezas de diodos emisores de luz del ejemplo 8 se fabricaron y se midieron varias de sus características.

A pesar de que los diodos emisores de luz del ejemplo 8 mostraron una baja luminancia, mostraron una buena resistencia a la intemperie similar a la del ejemplo 1 en la prueba de vida útil.

Ejemplo 9

El diodo emisor de luz del ejemplo 9 es un dispositivo emisor de luz plana con la configuración mostrada en la figura 7.

- 20 Un semiconductor de $In_{0,05}Ga_{0,95}N$ con un pico de emisión en 450 nm se usó como componente emisor de luz. Los componentes emisores de luz se fabricaron fluyendo gas TMG (trimetil galio), gas TMI (trimetil indio), gas de nitrógeno y gas dopante junto con un gas portador sobre un sustrato de zafiro limpio formándose una capa semiconductor de un compuesto de nitruro de galio en un proceso MOCVD. Una capa semiconductor de nitruro de galio con una conductividad tipo N y una capa semiconductor de nitruro de galio con una conductividad tipo P se formaron conmutando SiH_4 y Cp_2Mg (bis(ciclopentadienil) magnesio como gas dopante, formándose de dicha forma una unión PN. Para el componente emisor de luz semiconductor, se formaron una capa de contacto de un semiconductor de nitruro de galio con una conductividad tipo N, una capa de revestimiento de nitruro de galio - aluminio semiconductor con una conductividad tipo N, una capa de revestimiento de nitruro de galio - aluminio semiconductor con una conductividad tipo P y una capa de contacto de nitruro de galio semiconductor con una conductividad tipo P. Una capa de activación de InGaN dopado con Zn que hace una heterounión doble se formó entre la capa de revestimiento con una conductividad tipo N y la capa de revestimiento con una conductividad tipo P.
- 30 Se proporcionó una capa intermedia sobre el sustrato de zafiro formando una capa de nitruro de galio semiconductor a baja temperatura. La capa semiconductor de nitruro tipo P se recoció a una temperatura de 400 °C o superior tras la formación de la película.

- 35 Tras formar las capas semiconductoras y exponer las superficies de las capas semiconductoras tipo P y tipo N por grabado químico, se formaron unos electrodos mediante bombardeo de electrones. Tras grabar la oblea semiconductor fabricada tal como se ha descrito en lo que antecede los componentes emisores de luz se hicieron componentes emisores de luz mediante la división de la oblea con una fuerza externa.

- 40 El componente emisor de luz se montó sobre una montura conductora que tenía una copa en la punta de un bastidor conductor de cobre chapado en plata, unión por troquel con resina epoxídica. Los electrodos del componente emisor de luz, la montura conductora y el conductor interno se conectaron eléctricamente por medio de unión por hilo con hilos de oro de un diámetro de 30 μm .

- 45 El bastidor conductor con el componente emisor de luz fijado sobre el mismo se colocó en un troquel con forma de bala y se selló con una resina epoxídica translúcida para su moldeo, y se curó posteriormente a 150 °C durante 5 horas para formar de dicha manera un diodo emisor de luz azul. El diodo emisor de luz azul se conectó a una cara de extremo de la placa guía óptica acrílica puliéndose sus caras de extremo. Sobre una superficie y una cara de extremo de la placa acrílica se aplicó serigrafía usando titanato de bario dispersado en un aglutinante acrílico como reflector del color blanco que se curó posteriormente.

- 50 Se fabricó fosforescente de colores verde y rojo disolviendo elemento de tierra rara de Y, Gd, Ce y La, en ácido en proporciones estequiométricas y se coprecipitó la solución con ácido oxálico. Se obtuvo óxido de coprecipitado horneando dicho material mezclado con óxido de aluminio y óxido de galio para obtener de dicha forma los materiales de la mezcla respectiva. La mezcla se mezcló posteriormente con fluoruro de amonio usado como fundente se caldeó en un crisol a una temperatura de 1.400 °C en aire durante tres horas. A continuación el material caldeado se molió en un molino de bolas en agua, se lavó, se separó, se secó y se tamizó para obtener de dicha forma el material deseado.

- 55 120 partes en peso del primer material fluorescente con una composición de $Y_3(Al_{0,6}Ga_{0,4})_5O_{12} : Ce$ y capaz de emitir luz verde se preparó en la forma que se ha descrito en lo que antecede y 100 partes en peso de un segundo

material fluorescente con una composición de $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12} : Ce$ y capaz de emitir luz roja se preparó en un proceso similar al del primer material fluorescente siendo suficientemente mezclados con 100 partes en peso de resina epoxídica para formar una disolución. La disolución se aplicó uniformemente sobre la capa acrílica con un grosor de 0,5 mm por medio de un multirrevestidor y se secó para formar una capa de material fluorescente a utilizar como material convertidor de color con un grosor de aproximadamente 30 μm . La capa de material fluorescente se cortó con el mismo tamaño que el plano emisor de luz principal de la placa de guía óptica y se dispuso sobre la placa de guía óptica para formar de dicha forma el dispositivo emisor de luz plana. Las mediciones del punto de cromaticidad y del índice de suministro de color del dispositivo emisor de luz dio unos valores de (0,29, 0,34) para el punto de cromaticidad (x, y) y 92,0 para el índice de suministro de color (Ra) que son aproximadamente las propiedades de una lámpara fluorescente de una forma de onda 3. La eficacia de emisión de luz de 12 lm / W fue comparable a la de la lámpara incandescente. Además, en ensayos de resistencia a la intemperie y de excitación con una corriente de 60 mA a temperatura de laboratorio, 20 mA a temperatura de laboratorio y 20 mA a 60 °C con 90 % de humedad relativa no se observaron cambios en el material fluorescente.

Ejemplo comparativo 2

La formación del diodo emisor de luz y las pruebas de resistencia a la intemperie del mismo se condujeron de la misma forma que en el ejemplo 9 excepto por el mezclado de las mismas cantidades de un pigmento fluorescente orgánico verde (FA-001 de Synleuch Chemisch) y un pigmento fluorescente orgánico rojo (FA-005 de Synleuch Chemisch) que son derivados de perileno, en vez del primer material fluorescente representado por la fórmula general de $Y_3(Al_{0,6}Ga_{0,4})_5O_{12} : Ce$ capaz de emitir luz verde y el segundo material fluorescente representado por la fórmula general de $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12} : Ce$ capaz de emitir luz roja del ejemplo 9. Las coordenadas de cromaticidad del diodo emisor de luz del ejemplo comparativo 1 así formado fueron (x, y) = (0,34, 0,35). La resistencia a la intemperie se midió en un ensayo realizado por radiación con rayos ultravioletas generados por un arco de carbono durante 200 horas, representando una radiación equivalente de luz solar durante un período de un año mientras que se midió la relación de retención de luminancia y el tono de color varias veces durante el período de ensayo. En un ensayo de fiabilidad, el componente emisor de luz se excitó para emitir luz a una temperatura constante de 70 °C mientras se medía la luminancia y el tono de color en tiempo diferente. Los resultados se muestran en la figura 14 y en la figura 15 junto con el ejemplo 9. Como se aprecia claramente en las figuras 14 y 15, el componente emisor de luz del ejemplo 9 experimenta menos de deterioro que en el ejemplo comparativo 2.

Ejemplo 10

El diodo emisor de luz del ejemplo 10 es un diodo emisor de luz de tipo conductor.

En el diodo emisor de luz del ejemplo 10, se utilizó un componente emisor de luz con una capa emisora de luz de $In_{0,05}Ga_{0,95}N$ con un pico de emisión en 450 nm fabricada de la misma forma que en el ejemplo 9. El componente emisor de luz se montó en la copa provista en la punta de una montura conductora de cobre chapado en plata, mediante unión a troquel con resina epoxídica. Los electrodos del componente emisor de luz, la montura conductora y el conductor interno se conectaron eléctricamente mediante unión por hilo de oro.

El fosforescente se fabricó mezclando un primer material fluorescente representado por la fórmula general $Y_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12} : Ce$ capaz de emitir luz verde y un segundo material fluorescente representado por la fórmula general $(Y_{0,2}Gd_{0,8})_3Al_5O_{12} : Ce$ capaz de emitir luz roja y se preparó como sigue. A saber, los elementos de tierra rara Y, Gd y Ce se disolvieron en ácido en proporciones estequiométrica y se coprecipitó la solución con ácido oxálico. El óxido de la coprecipitación obtenido mediante caldeo se mezcló con óxido de aluminio y óxido de galio para obtener de dicha forma los materiales de las mezclas respectivas. La mezcla se mezcló con fluoruro de amonio usado como fundente y se caldeó en un crisol a una temperatura de 1.400 °C en aire durante 3 horas. A continuación, el material caldeado se molió en un molino de bolas con agua, se lavó, se separó, se secó y se tamizó para obtener de dicha forma los materiales fluorescente primero y segundo con la distribución de partículas especificada.

40 partes en peso del primer material fluorescente, 40 partes en peso del segundo material fluorescente y 100 partes en peso de resina epoxídica se mezclaron suficientemente para formar una suspensión. La suspensión se vertió dentro de la copa provista sobre la montura conductora en la que el componente emisor de luz se colocó. A continuación la resina, incluido el fosforescente, se curó a 130 °C durante una hora. De dicha forma se formó una capa de revestimiento incluyendo el fosforescente con un grosor de 120 μm sobre el componente emisor de luz. La concentración del fosforescente en la capa de revestimiento se incrementó gradualmente hacia el componente emisor de luz. Además, el componente emisor de luz y el fosforescente se sellaron mediante moldeo con una resina epoxídica translúcida al objeto de protección frente a tensiones extrañas, humedad y polvo. Un bastidor conductor con la capa de revestimiento de fosforescente formada sobre el mismo se colocó en un troquel con forma de bala y se mezcló con la resina epoxídica translúcida y posteriormente se curó a 150 °C durante 5 horas. Bajo observación visual del diodo emisor de luz formado en la forma que se ha descrito en lo que antecede en la dirección normal al plano emisor de luz se encontró que la parte central suministraba color amarillento debido al color del cuerpo de fosforescente.

Las mediciones del punto de cromaticidad, temperatura del color e índice de aportación de color del diodo emisor de luz del ejemplo 10 fabricado de la forma que se ha descrito en lo que antecede dio unos valores de (0,32, 0,34) para

el punto de cromaticidad (x, y), 89,0 para el índice de aportación de color (Ra) y una eficacia de emisión de luz de 10 lm / W . Además, en las pruebas de resistencia a la intemperie y excitación con una corriente 60 mA a temperatura ambiente, 20 mA a temperatura ambiente y 20 mA a 60 °C, con 90 % de humedad relativa, no se observaron cambios debido al fosforescente, no mostrando diferencia alguna con un diodo emisor de luz azul ordinario en las características de vida útil.

Ejemplo 11

Un semiconductor de $\text{In}_{0,4}\text{Ga}_{0,6}\text{N}$ con un pico de emisión de 470 nm se usó como elemento de LED. Los componentes emisores de luz se fabricaron fluyendo gas TMG (trimetil galio), GTMI (trimetil indio), gas de nitrógeno y gas dopante junto con un gas portador sobre un sustrato de zafiro limpio para formar de dicha forma una capa semiconductor de un compuesto de nitruro de galio en el proceso MOCVD. Una capa semiconductor de nitruro de galio con una conductibilidad de tipo N y una capa semiconductor de nitruro de galio con una conductibilidad de P se formaron conmutando SiH_4 y Cp_2Mg (bis(ciclopentadietil)magnesio) usado como gas dopante, para formar de dicha manera una unión PN. Para el elemento de LED, se formaron una capa de contacto de nitruro de galio semiconductor con una conductibilidad tipo N, una capa de revestimiento con un semiconductor de nitruro de galio - aluminio con una conductibilidad tipo P y una capa de contacto con un semiconductor de nitruro de galio con una conductibilidad tipo P. Se formó una capa de activación de InGaN no dopado con un grosor de aproximadamente 3 nm entre la capa de contacto con una conductibilidad tipo N y una capa de revestimiento con una conductibilidad tipo P para fabricar de dicha manera una estructura de único pozo cuántico. Se suministró una capa intermedia sobre el sustrato de zafiro mediante la formación de una capa semiconductor de nitruro de galio a baja temperatura.

Tras formar las capas y exponer las superficies de las capas semiconductoras tipo P y tipo N mediante ataque químico se formaron los electrodos mediante bombardeo iónico. Tras dibujar la oblea semiconductor fabricada tal como se ha descrito en lo que antecede, se cortaron los componentes emisores de luz de la oblea con una fuerza externa.

El componente emisor de luz se montó en una copa en la punta de una montura conductora de cobre chapado en plata mediante unión por troquel con resina epoxídica. SE conectaron eléctricamente los electrodos del primer componente emisor de luz, la montura conductora y la montura interna mediante unión con hilos de oro de un diámetro de 30 μm .

El bastidor conductor con el componente emisor de luz fijado sobre el mismo se colocó en un troquel con forma de bala y se selló con una resina epoxídica traslúcida para moldeo, que se curó posteriormente a 150 °C durante 5 horas, para formar de dicha manera un diodo emisor de luz azul. El diodo emisor de luz azul se conectó a una cara de extremo de la placa de guía óptica acrílica puliéndose sus caras de extremo. Sobre una superficie y una cara lateral de la placa acrílica se aplicó serigrafía usando titanato de bario dispersado en un aglutinante acrílico como reflector de color blanco que se curó posteriormente.

El fosforescente se fabricó mezclando un material fluorescente representado por la fórmula general $(\text{Y}_{0,8}\text{Gd}_{0,2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ capaz de emitir luz amarilla de una longitud de onda relativamente corta y un material fluorescente representado por la fórmula general $(\text{Y}_{0,4}\text{Gd}_{0,6})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ capaz de emitir luz amarilla de una longitud de onda relativamente larga preparada con los hilos. A saber, los elementos de tierra rara Y, Gd y Ce se disolvieron en ácidos en proporciones estequiométricas y se coprecipito la solución con ácido oxálico. El óxido de la coprecipitación obtenida mediante caldeo se mezcló con óxido de aluminio para obtener de dicha forma el material de mezcla. La mezcla se mezcló posteriormente con fluoruro de amonio usado como fundente y se caldeó en un crisol a una temperatura de 140 °C en aire durante 3 horas. A continuación el material caldeado se molió con un molino de bolas en agua, se lavó, se separó, se secó y se tamizó.

100 partes de peso del material fluorescente amarillo de una longitud de onda relativamente corta y 100 partes en peso de un material fluorescente amarillo de una longitud de onda relativamente larga fabricados tal como se ha mencionado en lo que antecede se mezclaron suficientemente con 1000 partes en peso de resina acrílica y se moldearon por extrusión para de dicha forma formar una película de material fluorescente para su uso como material conversor de color de aproximadamente de 180 μm de grosor. La película de material fluorescente se corto con el mismo tamaño que el plano de emisión principal de la placa de guía óptica y se dispuso sobre la placa de guía óptica para fabricar de dicha forma un dispositivo emisor de luz. Las mediciones del punto de cromaticidad e índice de aportación de color del dispositivo emisor de luz del ejemplo 3 fabricado tal como se ha descrito en lo que antecede dieron unos valores de (0,33, 0,34) para el punto de cromaticidad (x, y), 88,0 para el índice de suministro de color (Ra) y una eficacia de emisión de luz de 10 lm / W . Las figuras 22A, 22B y 22C muestran los espectros de emisión del material fluorescente representado por $(\text{Y}_{0,8}\text{Gd}_{0,2})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ y un material fluorescente representado por la fórmula general $(\text{Y}_{0,4}\text{Gd}_{0,6})_3\text{Al}_5\text{O}_{12} : \text{Ce}$ usado en el ejemplo 11. La figura 23 muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del ejemplo 11. Tras unos ensayos de vida útil en condiciones de excitación con una corriente de 60 mA a temperatura ambiente, 20 mA a temperatura ambiente y 20 mA a 60 °C, con 90 % de humedad relativa no se observaron cambios en el material fluorescente.

De forma similar, la cromaticidad deseada se pueda mantener incluso cuando la longitud de onda del componente

emisor de luz se cambia cuando se cambia el contenido del material fluorescente.

Ejemplo 12

5 El diodo emisor de luz del ejemplo 12 se fabricó de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se usó fosforescente representado por la fórmula general $Y_3In_5O_{12} : Ce$. Se fabricaron 100 piezas del diodo emisor de luz del ejemplo 12. A pesar de que el diodo emisor de luz del ejemplo 12 mostró una luminancia inferior a la de los diodos emisores de luz del ejemplo 1, mostró una buena resistencia a la intemperie comparable a la del ejemplo 1 en el ensayo de vida útil.

10 Tal como se ha descrito en lo que antecede, el dispositivo emisor de luz de la presente invención puede emitir luz de un color deseado y su eficacia de emisión está sometida a un menos deterioro, con una buena resistencia a la intemperie incluso cuando se use con alta luminancia durante un largo período de tiempo. De dicha forma, la aplicación del dispositivo emisor de luz no está limitada a aparatos electrónicos sino que puede abrir nuevas aplicaciones incluyendo visualizadores para automóviles, aeroplanos y boyas para puertos, así como para uso en el exterior como señales e iluminación de vías de comunicación.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo emisor de luz que comprende:

5 un chip de diodo emisor de luz (LED) que tiene un semiconductor compuesto a base de nitruro de galio y que tiene una capa emisora de luz que es capaz de emitir luz con una longitud de onda de 420 nm a 490 nm, y un fosforescente que se excita por la luz emitida por dicho chip de LED y que emite luz que está en relación de colores complementarios con la luz emitida, en el que dicho fosforescente está contenido en un material de revestimiento que reviste dicho chip de LED, y en el que dicho dispositivo emisor de luz emite luz blanca mediante la mezcla de la luz emitida por dicho chip de LED y la luz emitida por el fosforescente,

10 **caracterizado porque**

dicho chip de LED tiene una estructura de único pozo cuántico o una estructura de múltiples pozos cuánticos, y **porque** el fosforescente comprende un fosforescente de granate activado con cerio que contiene al menos un elemento seleccionado de entre Y, Lu, Sc, La, Gd y Sm y al menos un elemento seleccionado de entre Al, Ga e In.

15 2. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la capa emisora de luz está fabricada de InGaN.

3. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el fosforescente de granate activado con cerio está representado por la fórmula general $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ en la que $0 \leq r \leq 1$ y $0 \leq s \leq 1$) y Re está seleccionado de entre Y y / o Gd.

20 4. El dispositivo emisor de luz de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una concentración de dicho fosforescente aumenta desde la superficie del material de revestimiento hacia dicho chip de LED.

Fig.1

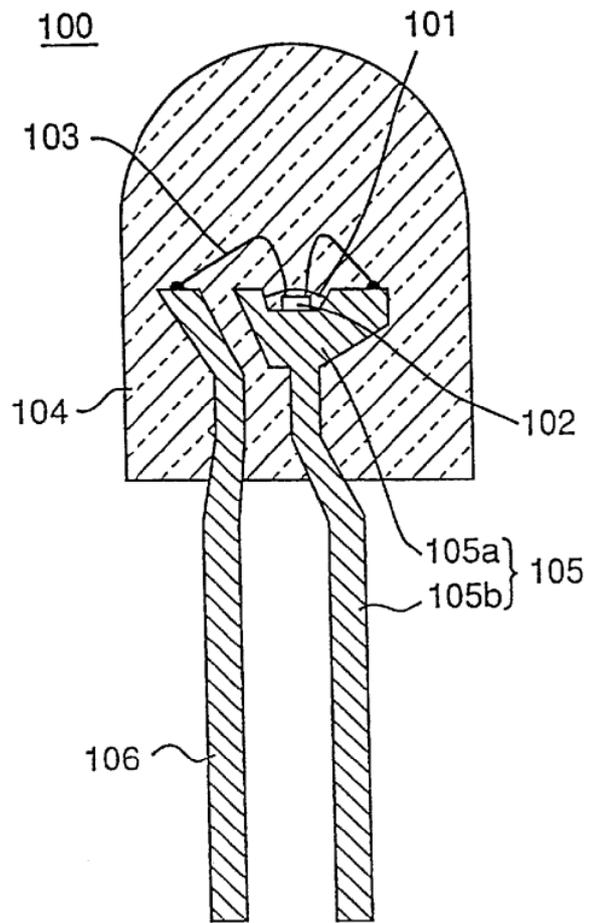


Fig.2

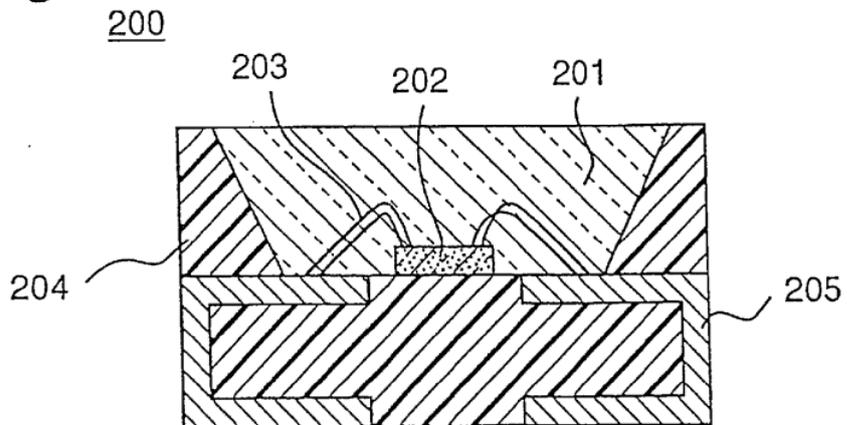


Fig.3A

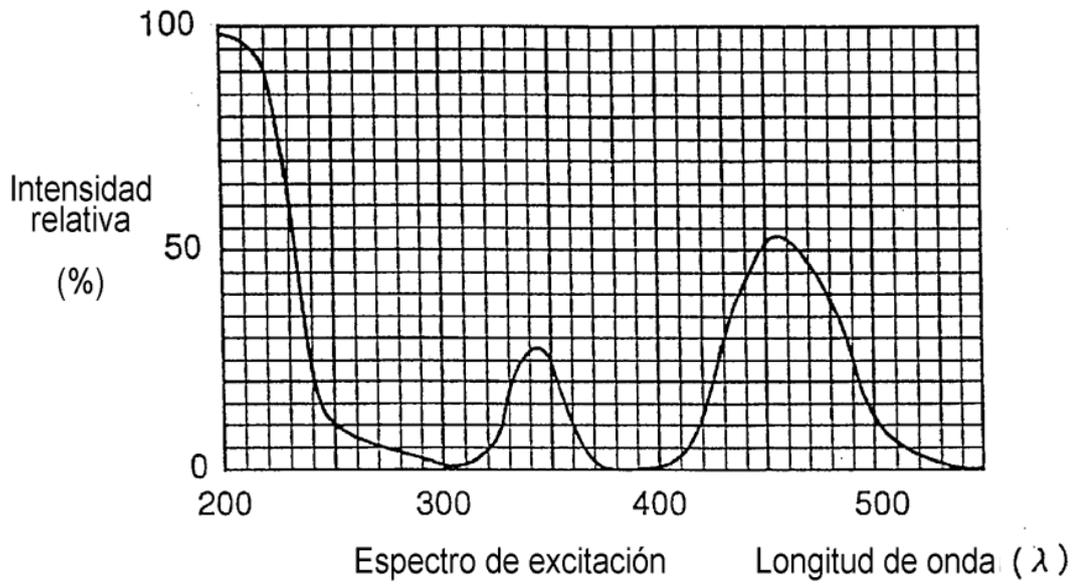


Fig.3B

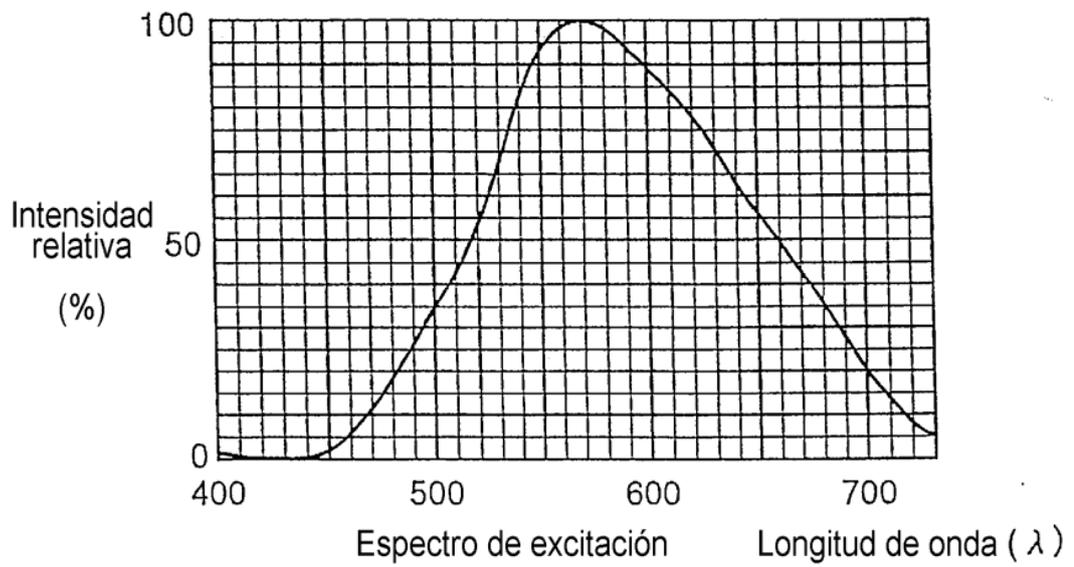


Fig. 4

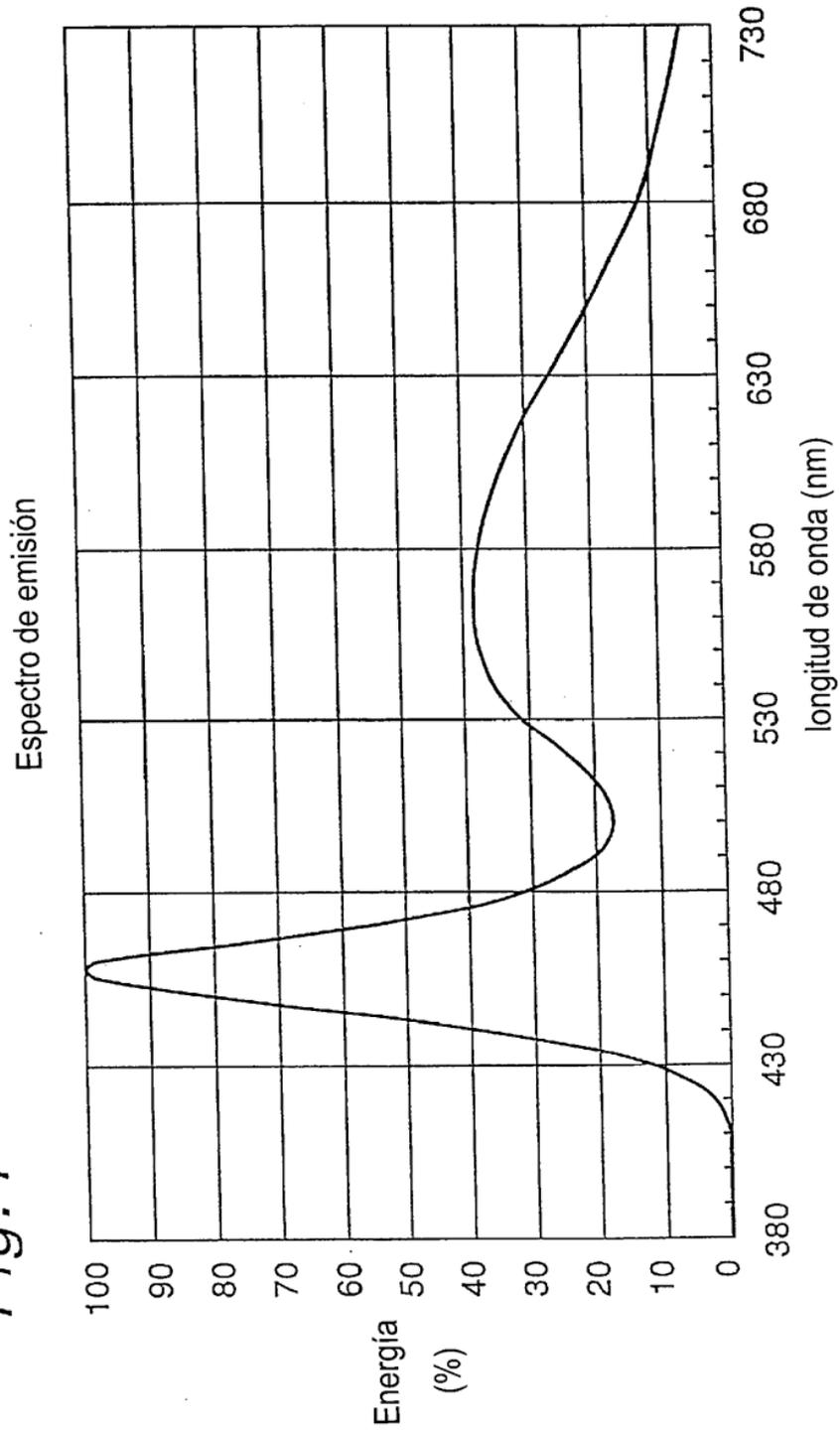


Fig.5A

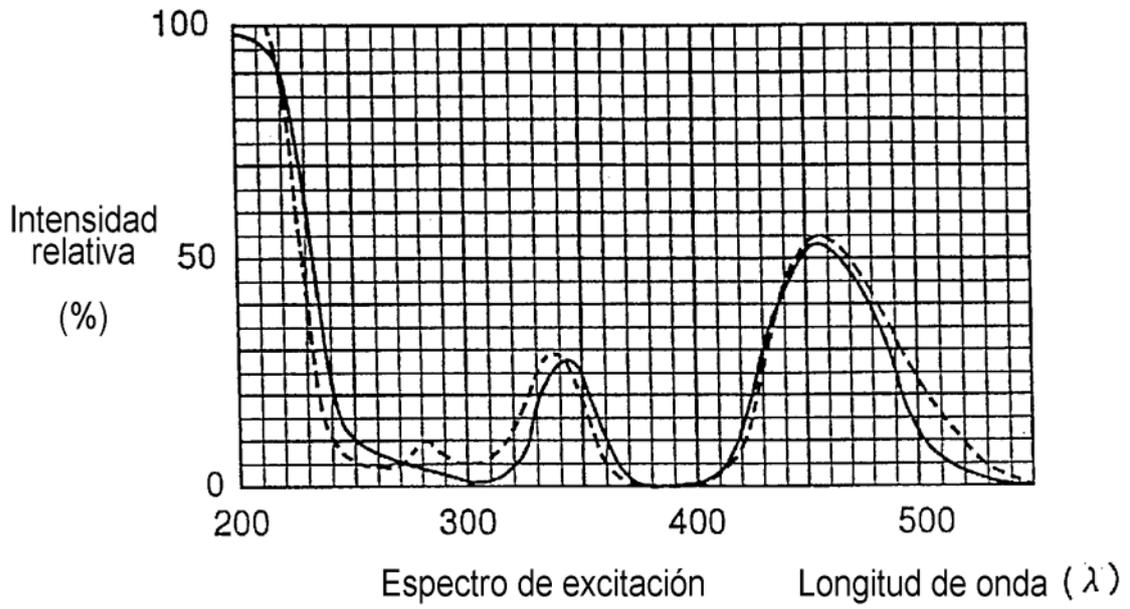


Fig.5B

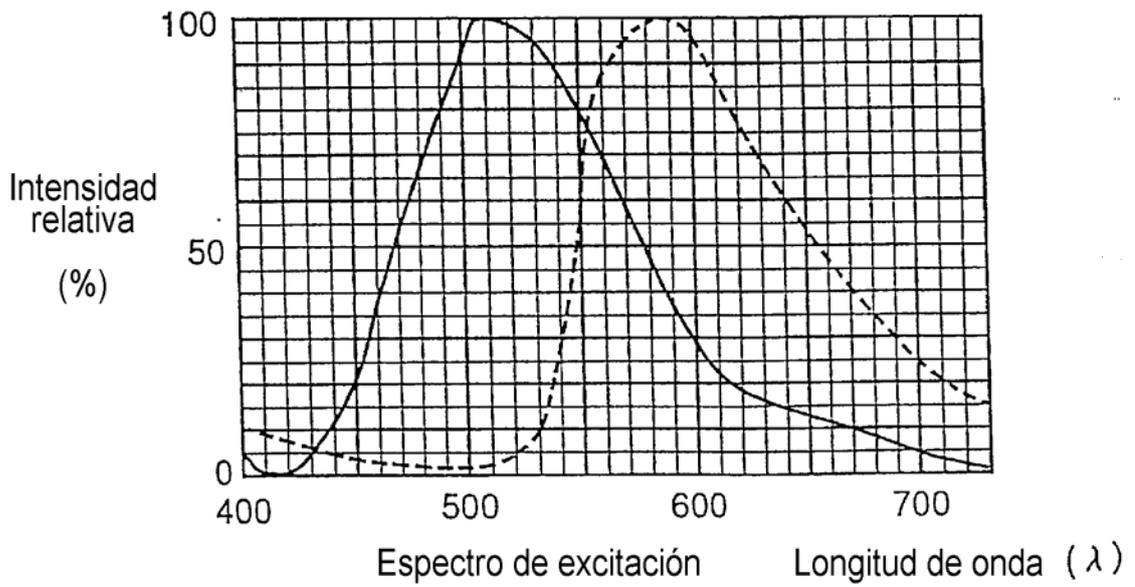


Fig.6

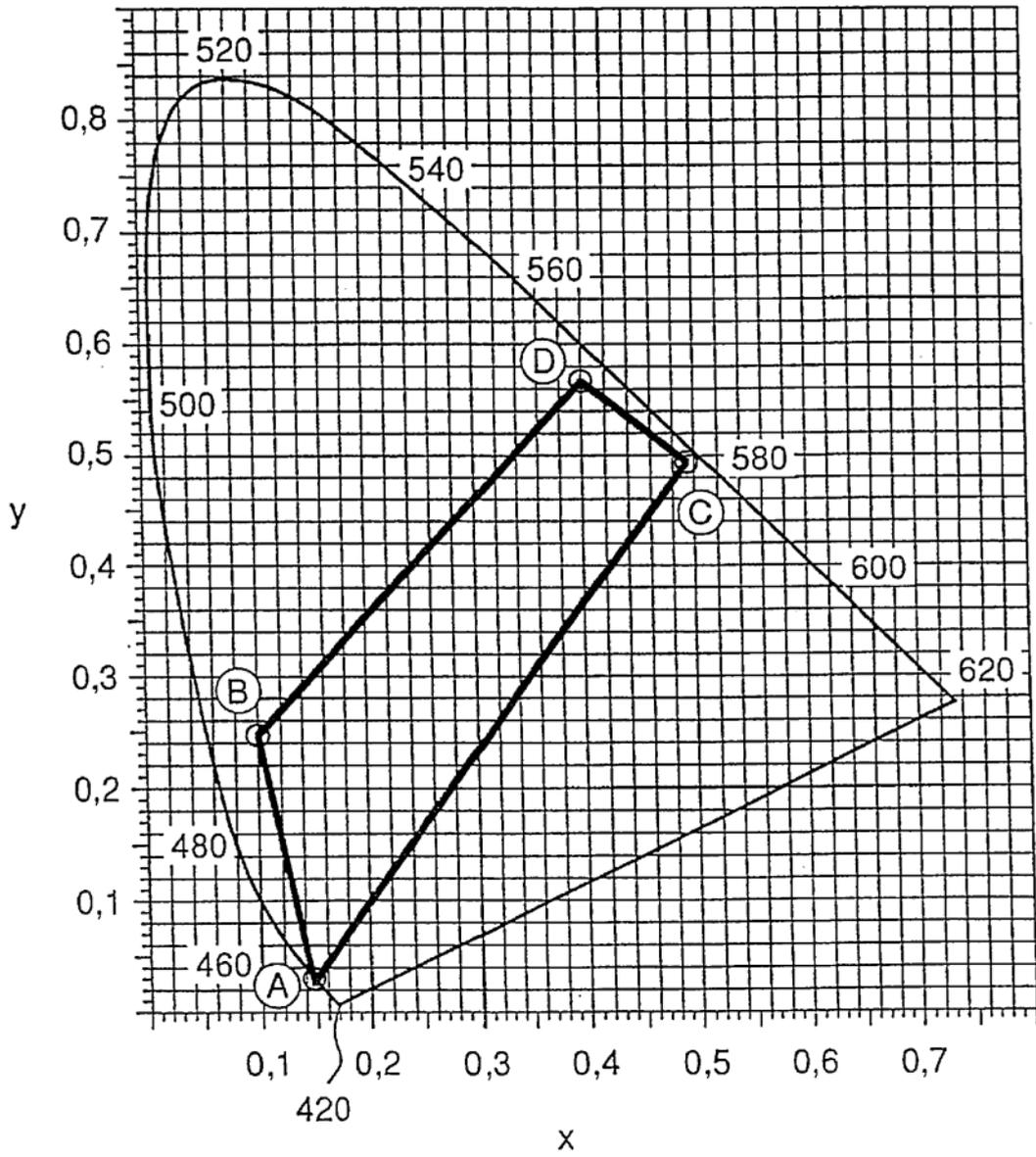


Fig.7

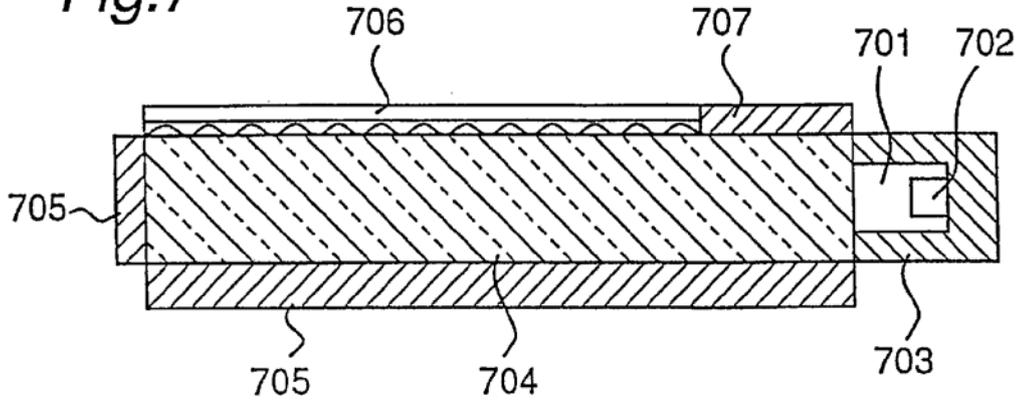


Fig.8

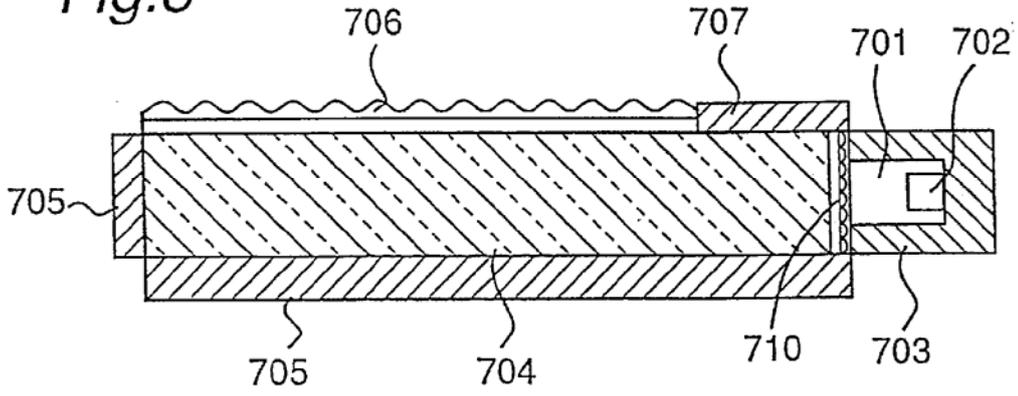


Fig.9

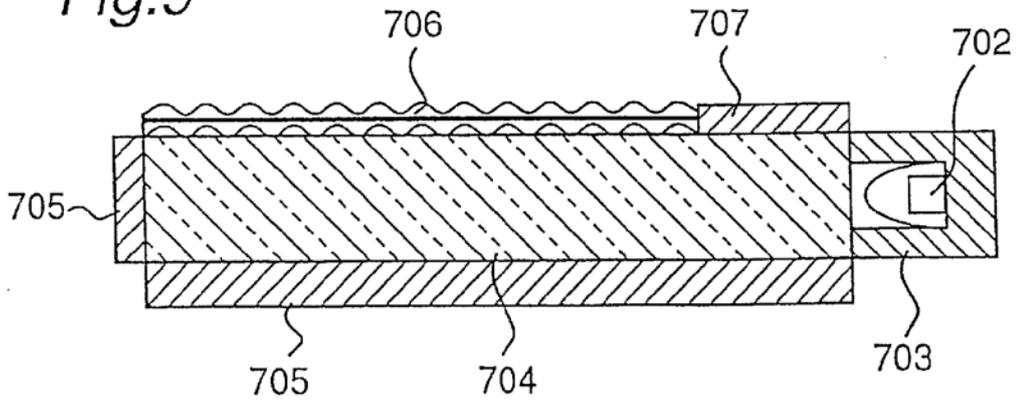


Fig.10

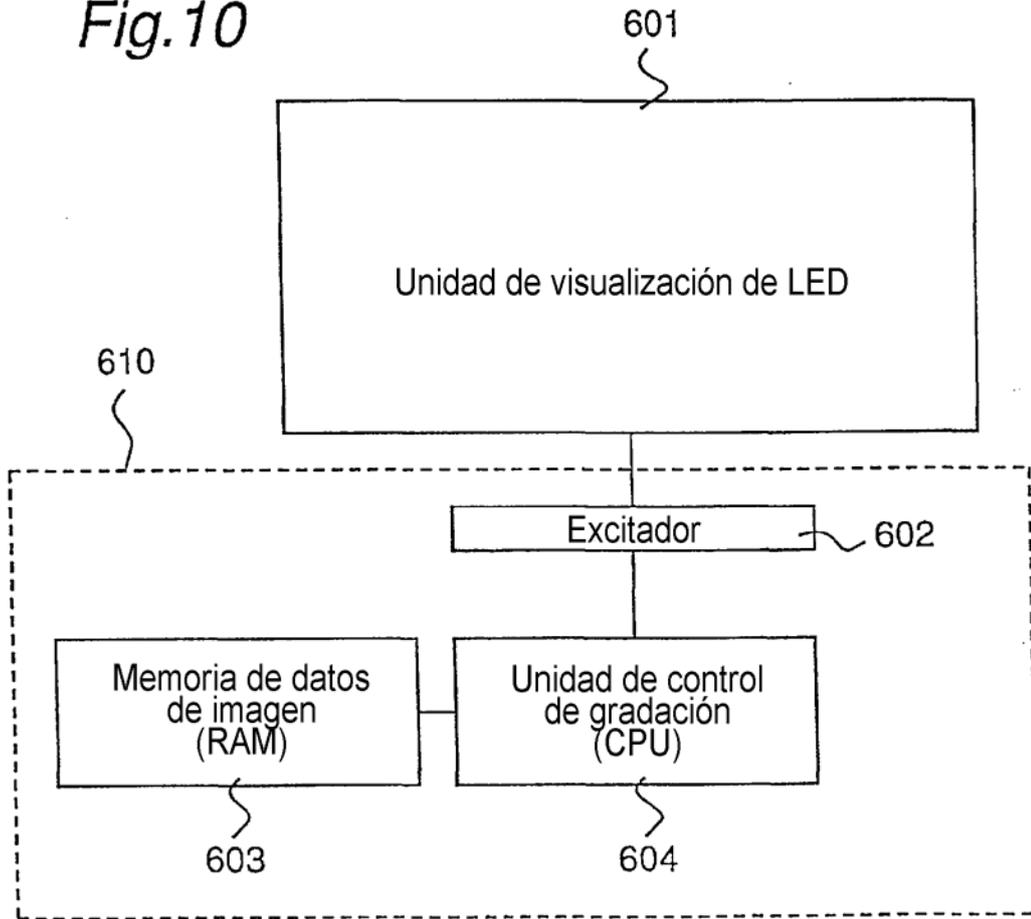


Fig.11

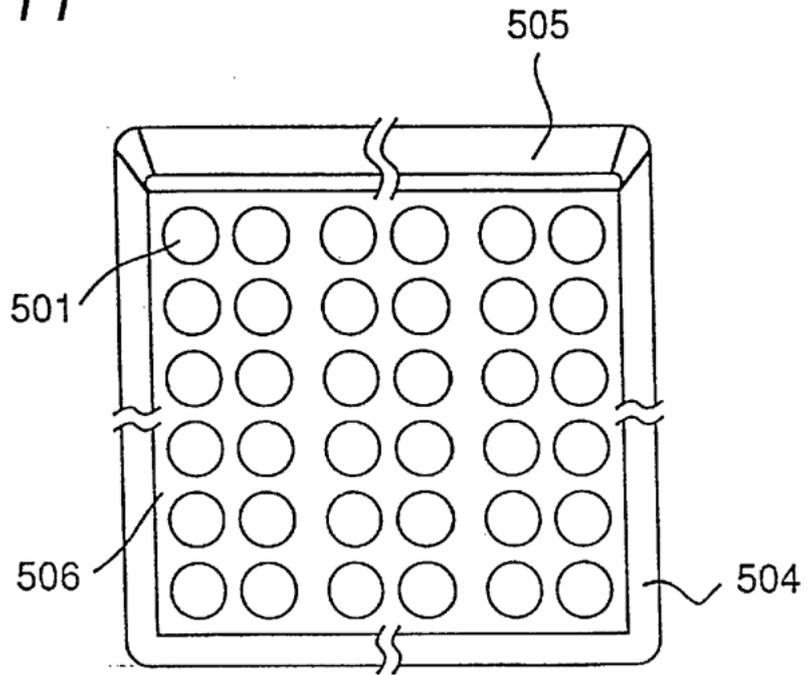


Fig.12

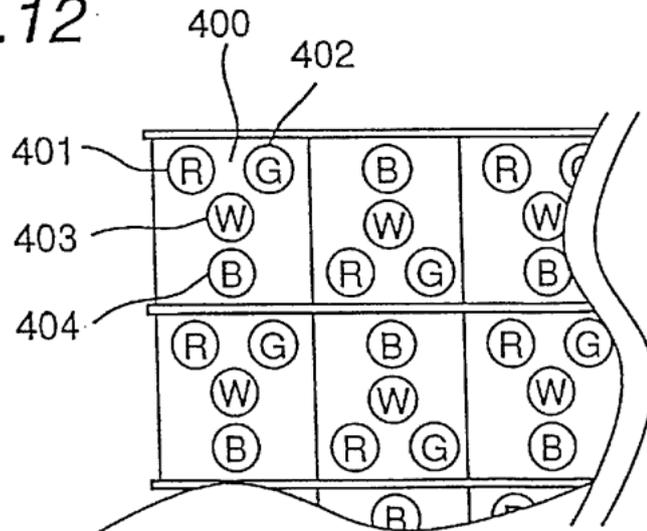


Fig. 13A

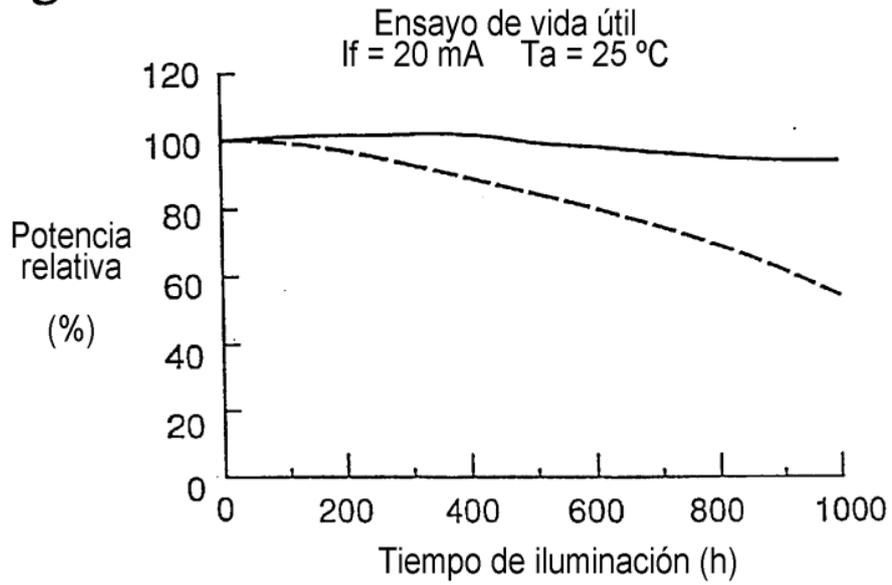


Fig. 13B

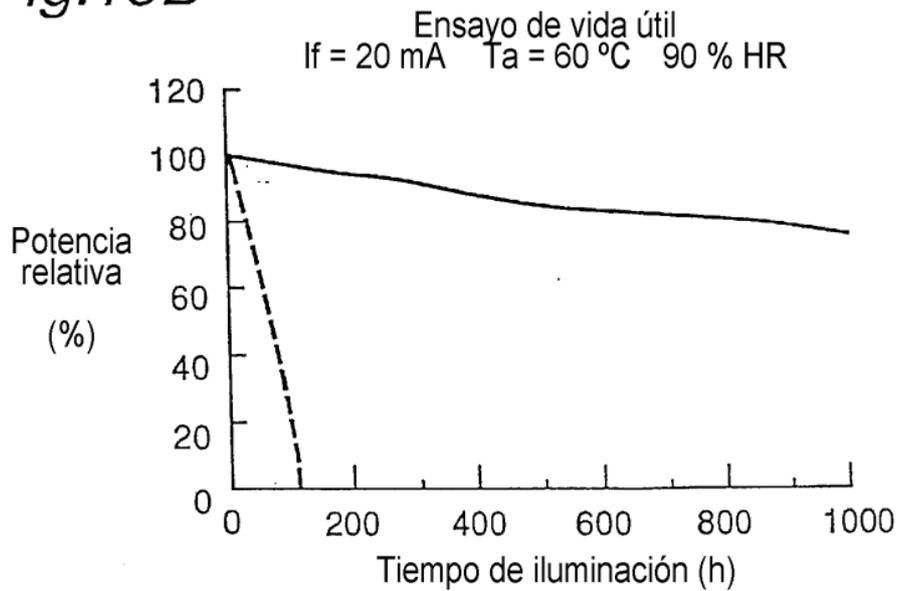


Fig.14A

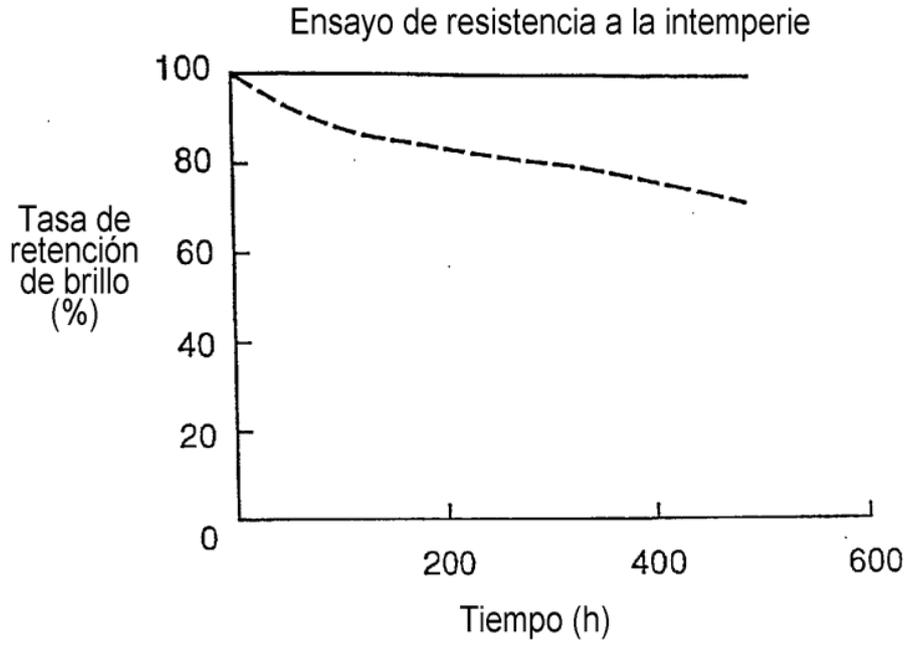


Fig.14B

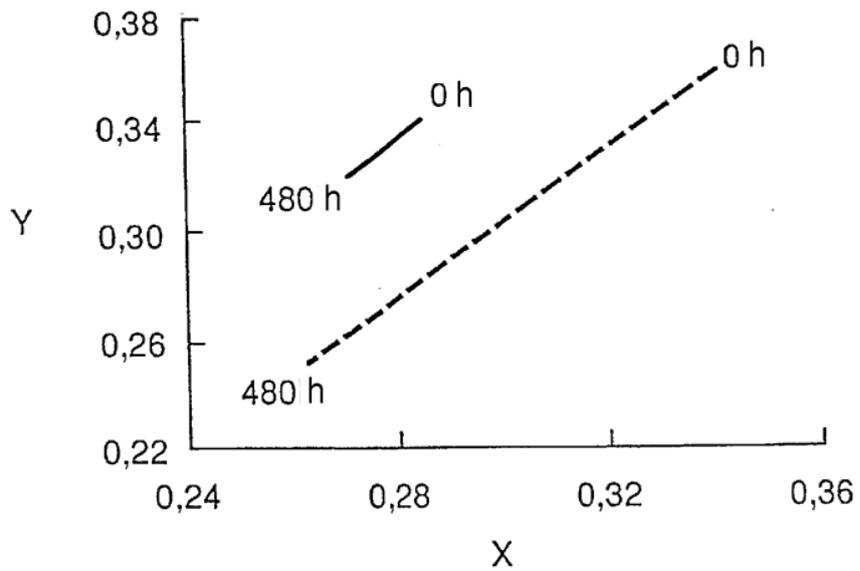


Fig.15A

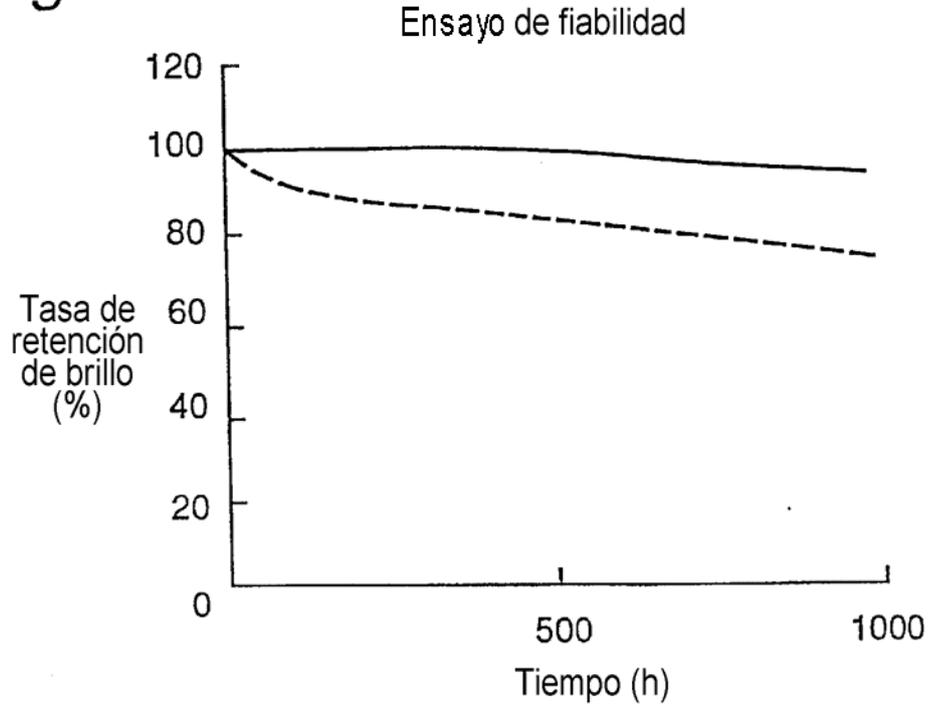


Fig.15B

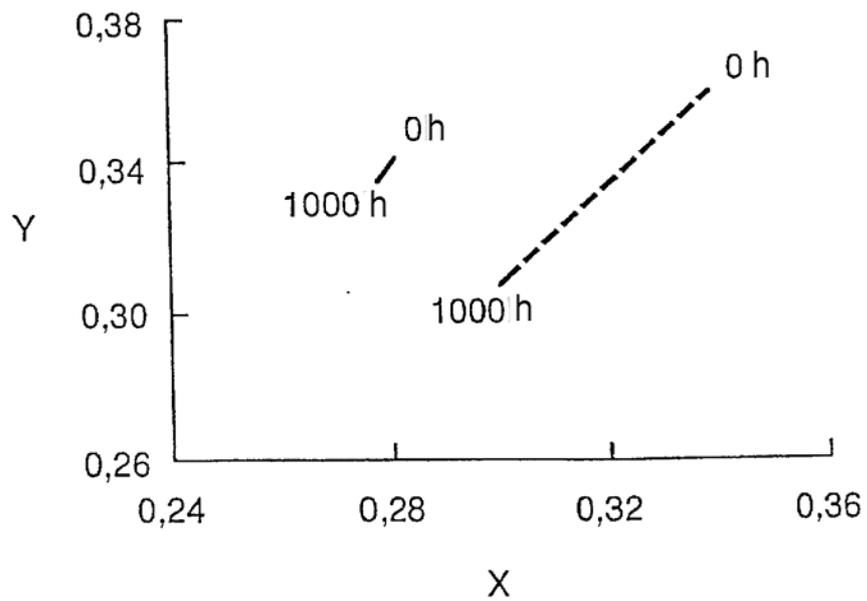


Fig.16

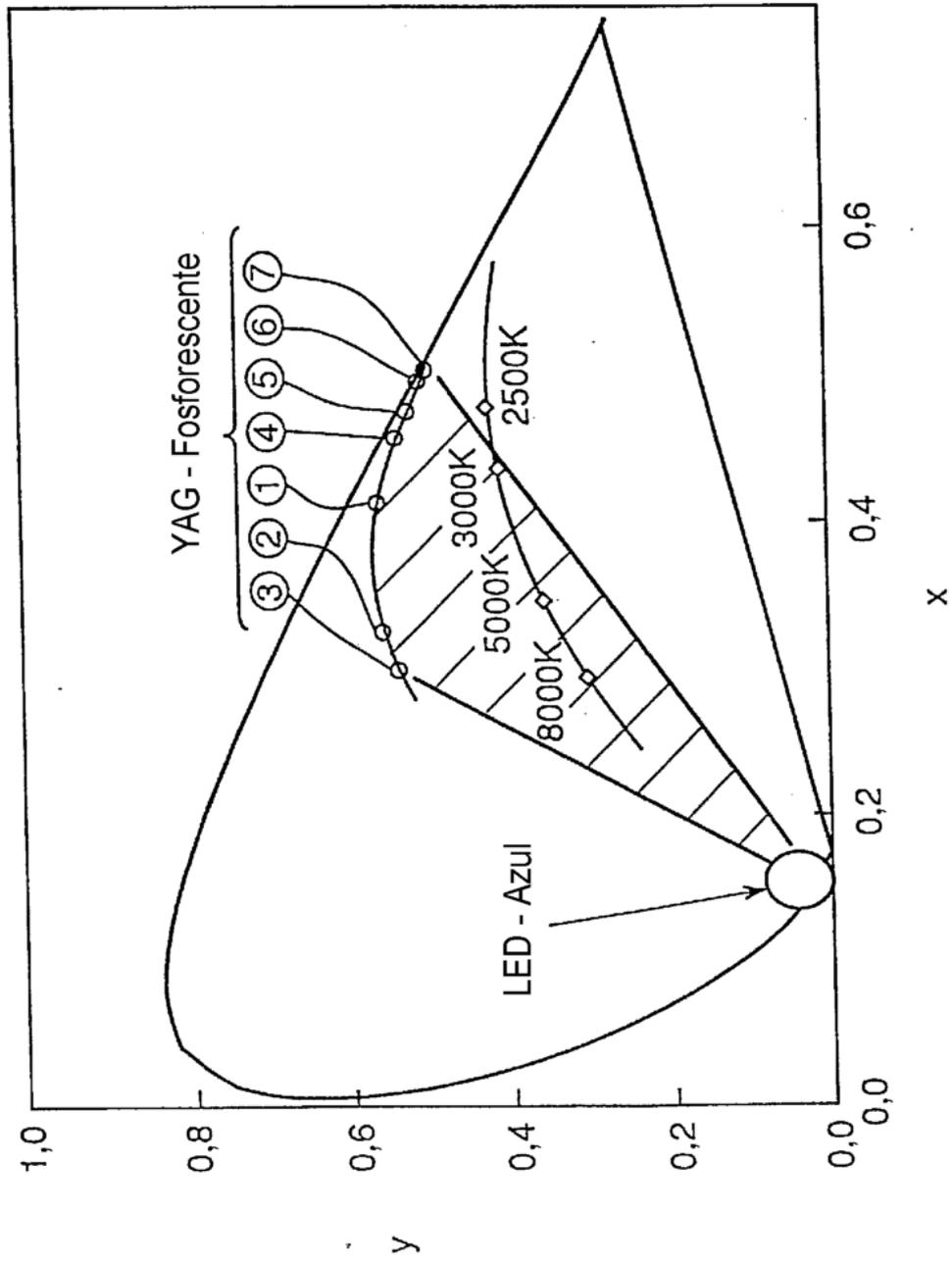


Fig.17

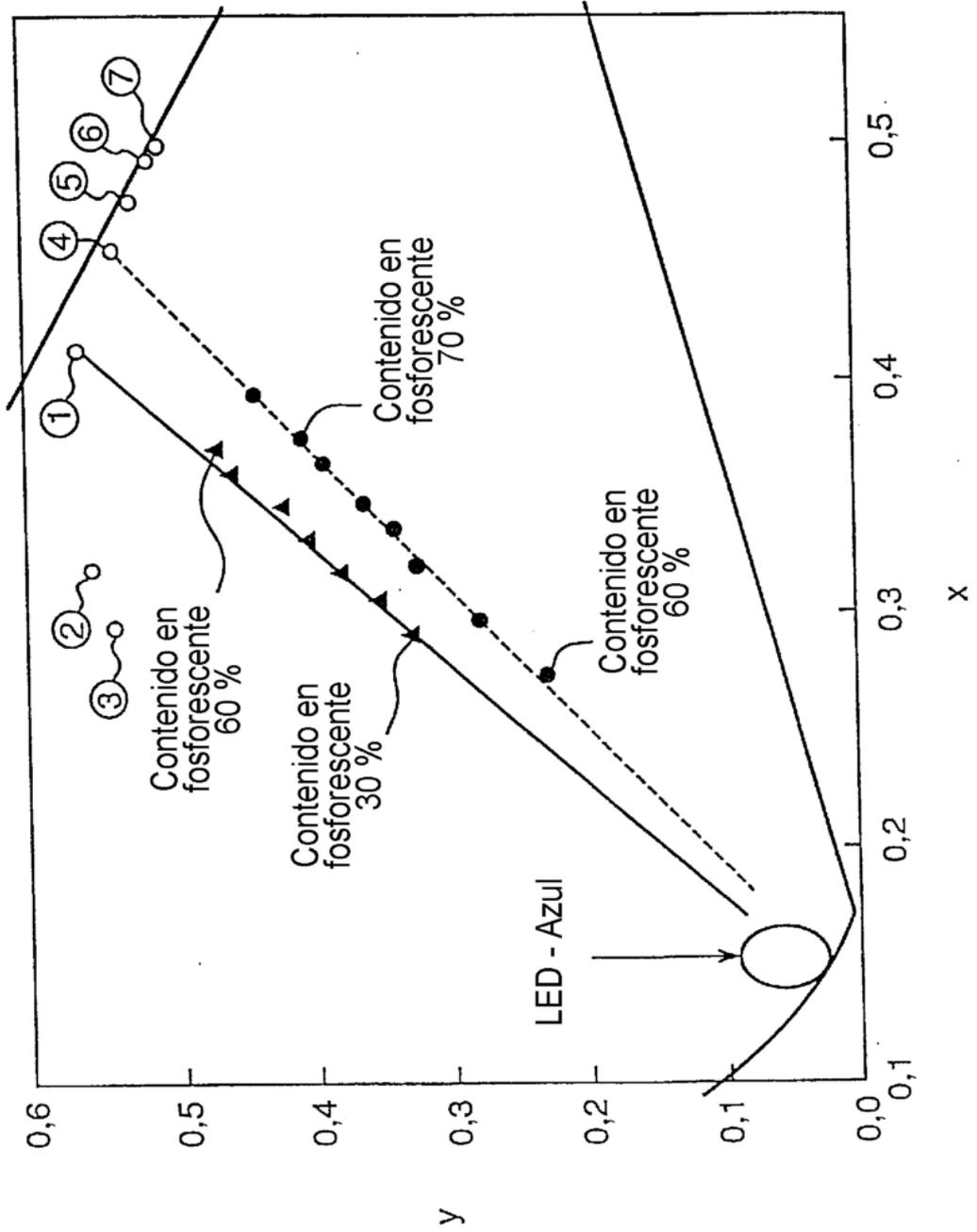


Fig.18A

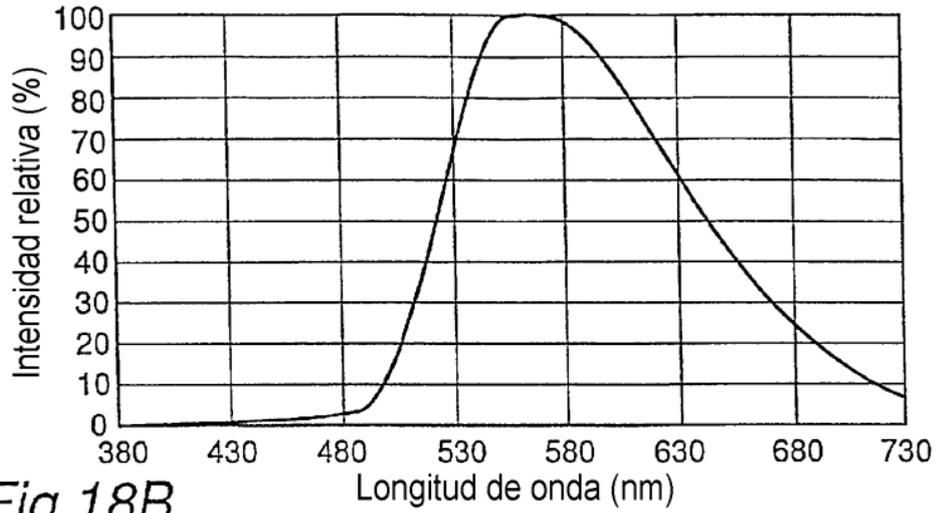


Fig.18B

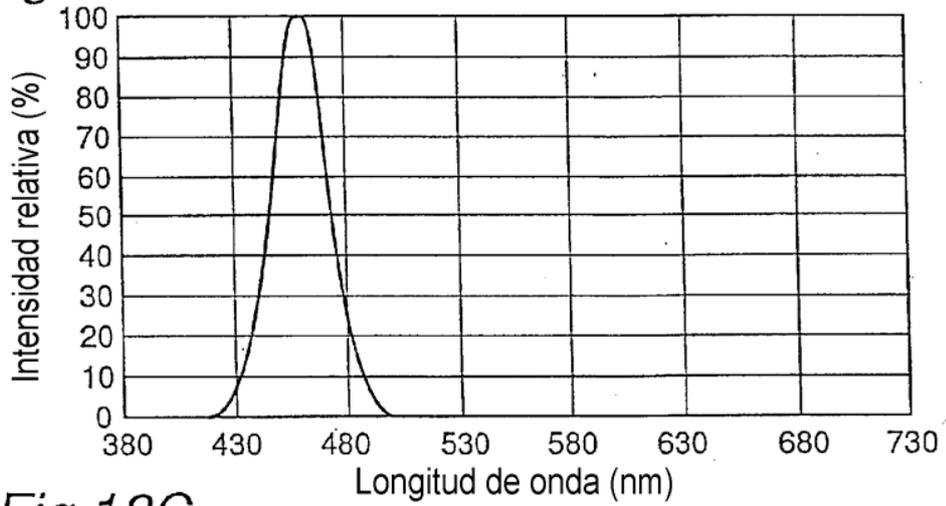


Fig.18C

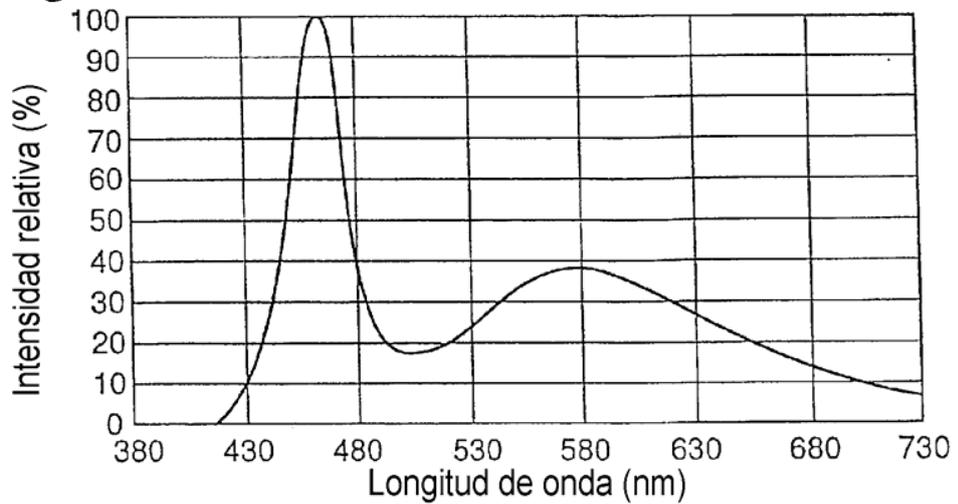


Fig. 19A

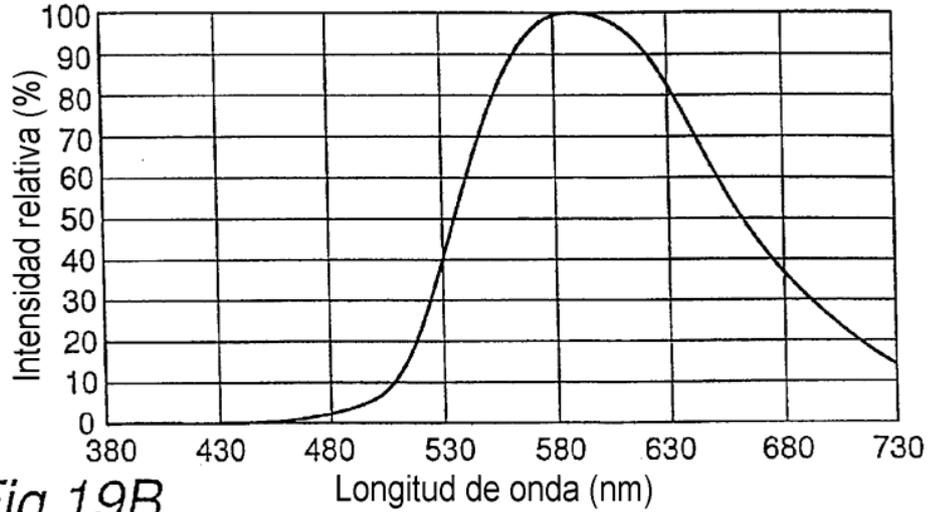


Fig. 19B

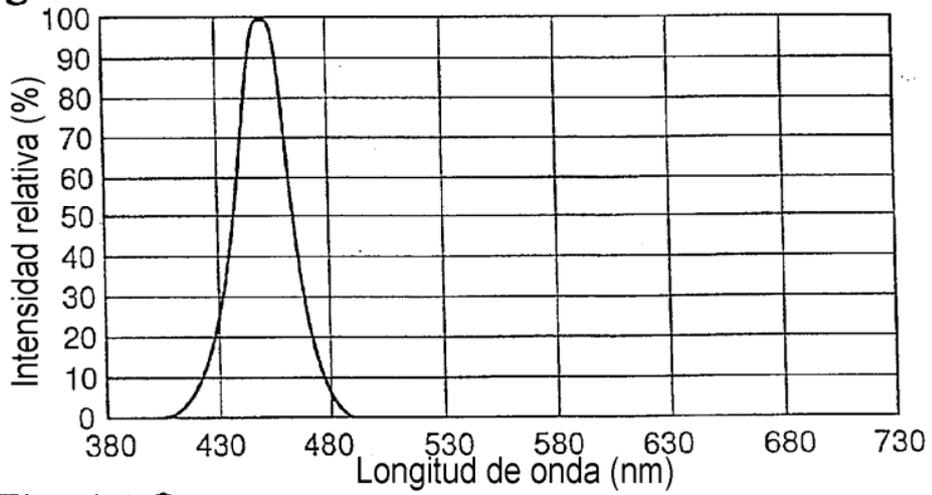


Fig. 19C

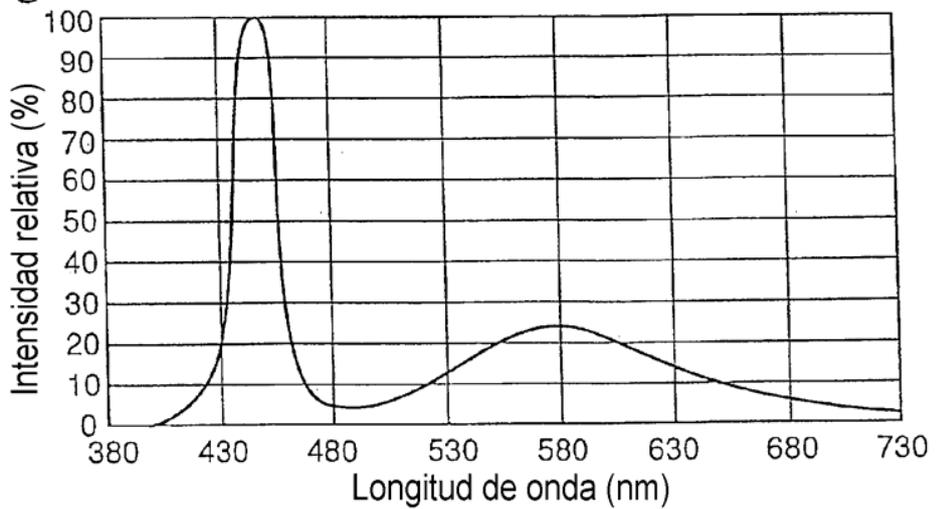


Fig.20A

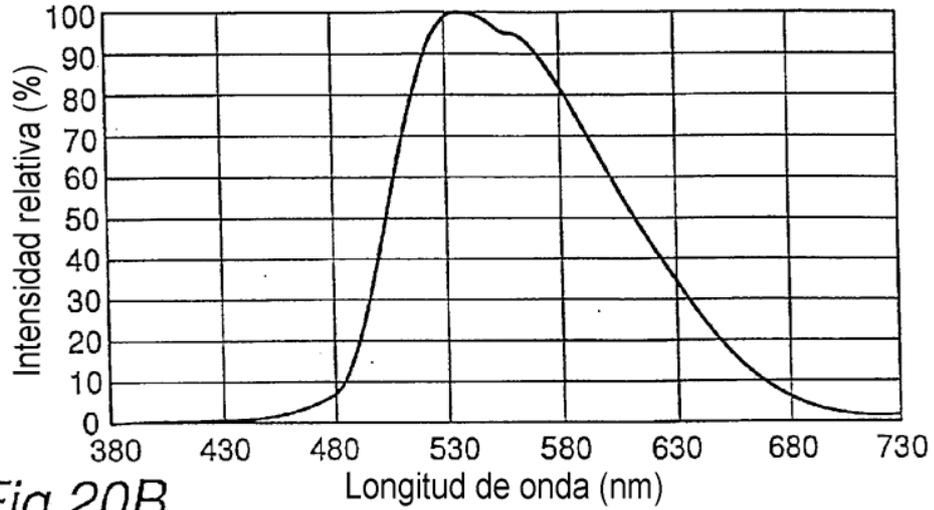


Fig.20B

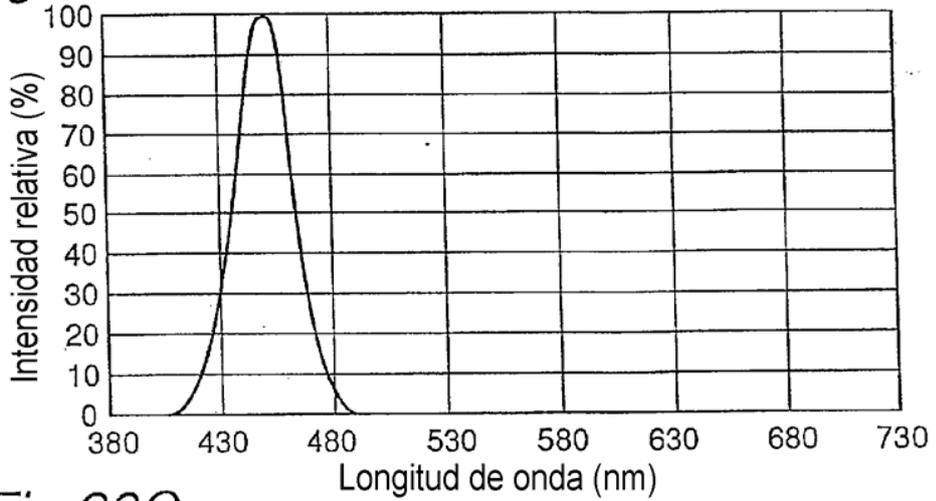


Fig.20C

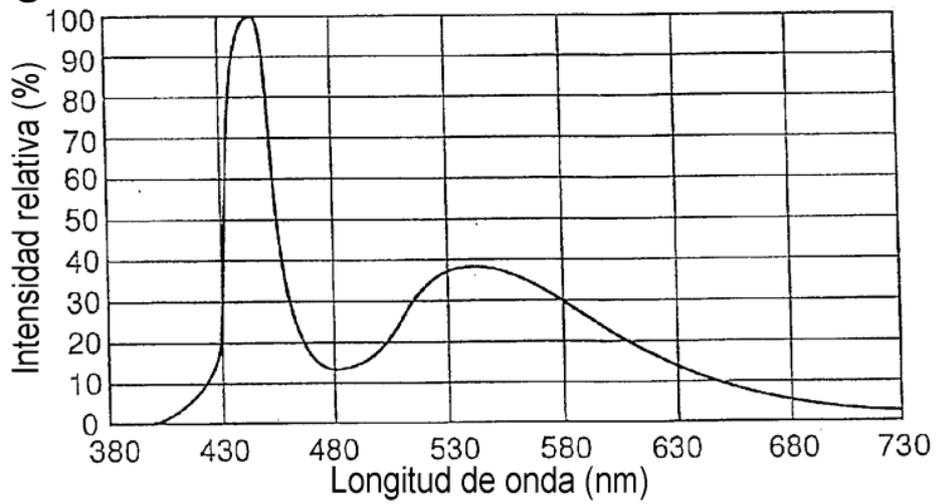


Fig.21A

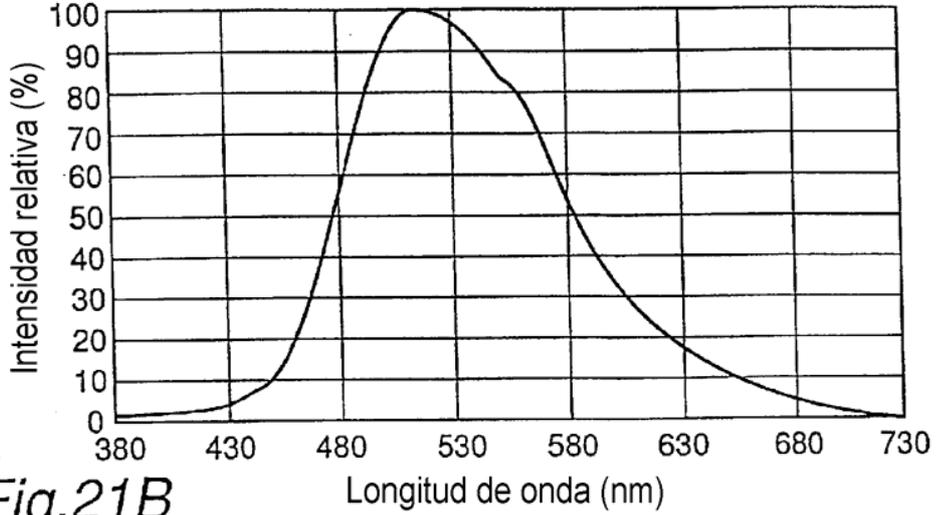


Fig.21B

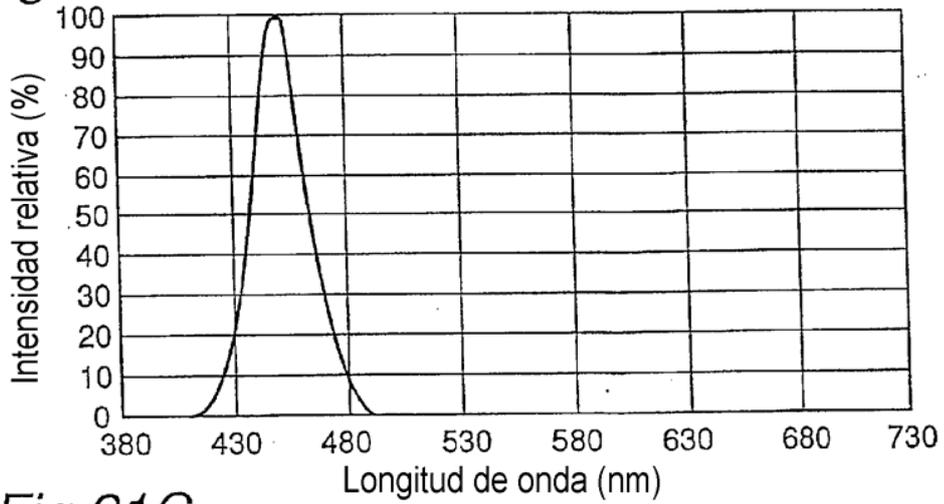


Fig.21C

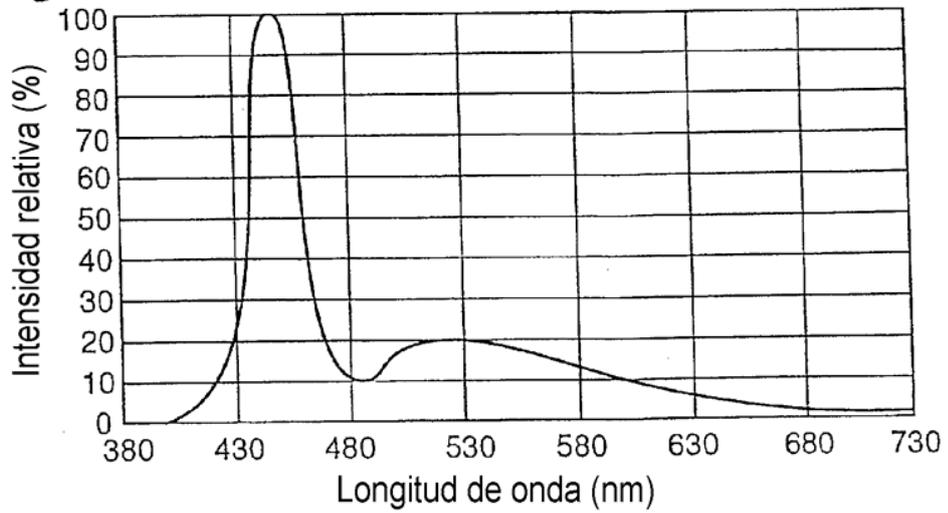


Fig.22A

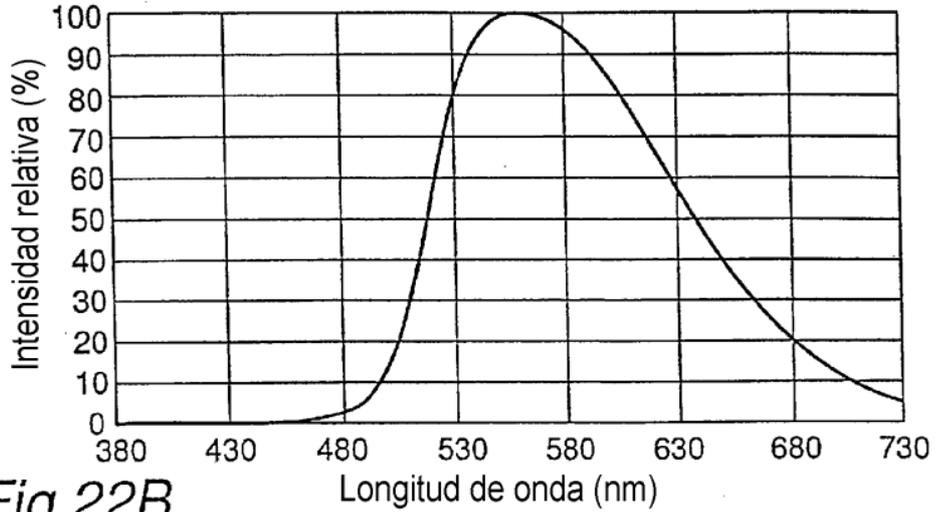


Fig.22B

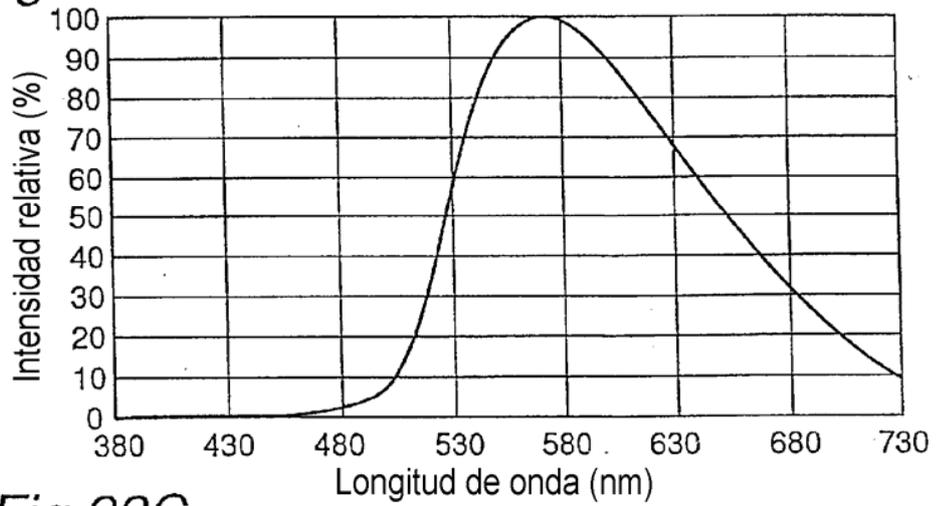


Fig.22C

