

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 823**

51 Int. Cl.:

H01L 33/50 (2010.01)

C09K 11/77 (2006.01)

H05B 33/14 (2006.01)

G02B 6/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.1997 E 04001378 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 1429398**

54 Título: **Una fuente de luz plana**

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:

12.11.2015

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 2 550 823 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

Una fuente de luz plana

5 La presente invención se refiere a un diodo emisor de luz usado en pantalla de LED, fuente de retro-iluminación, señal de tráfico, señal ferroviaria, conmutador de iluminación, indicador, etc. Más particularmente, se refiere a un dispositivo emisor de luz (LED) que comprende un fósforo, que convierte la longitud de onda de la luz emitida por un componente emisor de luz y emite luz, y un dispositivo de pantalla que usa el dispositivo emisor de luz.

10 Un diodo emisor de luz es compacto y emite luz de color claro con alta eficiencia. También está libre de problemas tales como la extinción y tiene una buena característica de impulso inicial, alta resistencia a la vibración y durabilidad para resistir operaciones repetitivas de ENCENDIDO / APAGADO, porque es un elemento semiconductor. Por tanto, se ha usado extensamente en aplicaciones tales como indicadores diversos y diversas fuentes de luz. Se han desarrollado recientemente diodos emisores de luz para colores RGB (rojo, verde y azul) que tienen luminancia ultra-alta y alta eficiencia, y se han puesto en uso pantallas de LED de pantalla grande, que usan estos diodos emisores de luz. La pantalla de LED puede ser operado con menos energía y tiene buenas características, tales como peso ligero y larga duración y, por lo tanto, se espera que sea usado más extensamente en el futuro.

15 Recientemente, se han hecho varios intentos para hacer fuentes de luz blanca usando diodos emisores de luz. Debido a que el diodo emisor de luz tiene un espectro de emisión favorable para generar luz monocromática, hacer una fuente de luz para luz blanca requiere disponer estrechamente entre sí tres componentes emisores de luz de R, G y B, mientras que difunden y mezclan la luz emitida por ellos. Al generar luz blanca con tal disposición, ha habido un problema tal como que la luz blanca del tono deseado no puede ser generada, debido a las variaciones en el tono, la luminancia y otros factores del componente emisor de luz. Además, cuando los componentes emisores de luz están hechos de distintos materiales, la energía eléctrica requerida para accionar difiere de un diodo emisor de luz a otro, haciendo necesario aplicar distintos voltajes a distintos componentes emisores de luz, lo que conduce a un circuito impulsor complejo. Además, debido a que los componentes emisores de luz son componentes semiconductores emisores de luz, el tono del color está sujeto a variación, debido a la diferencia en características de temperatura, cambios cronológicos y al entorno operativo, o la disparidad en el color puede ser provocada debido a no lograr mezclar uniformemente la luz emitida por los componentes emisores de luz. Por tanto, los diodos emisores de luz son eficaces como dispositivos emisores de luz para generar colores individuales, aunque hasta ahora no se ha obtenido una fuente de luz satisfactoria capaz de emitir luz blanca usando componentes emisores de luz.

30 Con el fin de resolver estos problemas, el presente solicitante desarrolló previamente diodos emisores de luz que convierten el color de la luz, que es emitida por componentes emisores de luz, por medio de un material fluorescente divulgado en las patentes japonesas 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 una clase, son capaces de generar luz de color blanco y de otros colores, y están constituidos según lo siguiente.

35 El diodo emisor de luz divulgado en los anteriores boletines está hecho montando un componente emisor de luz, que tiene una gran brecha de banda de energía de la capa emisora de luz, en una copa proporcionada en la punta de un marco 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 distinta a la de la luz absorbida (conversión de longitud de onda), contenido en un molde de resina que cubre el componente emisor de luz.

40 El diodo emisor de luz divulgado según lo descrito anteriormente, capaz de emitir luz blanca mezclando la luz de una pluralidad de fuentes, puede hacerse 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.

45 Sin embargo, los diodos emisores de luz convencionales tienen problemas tales como el deterioro del material fluorescente, que conduce a la desviación del tono del color y al oscurecimiento del material fluorescente, dando como resultado una eficacia disminuida de la extracción de luz. El oscurecimiento aquí se refiere, en el caso de usar un material fluorescente inorgánico, tal como material fluorescente de (Cd, Zn)S, por ejemplo, a una parte de elementos metálicos que constituyen el precipitado de material fluorescente, o a un cambio de sus propiedades, que conduce a la coloración o, en el caso de usar un material fluorescente orgánico, a coloración debida a la rotura del doble enlace en la molécula. Especialmente cuando se usa un componente emisor de luz hecho de un semiconductor que tiene una alta brecha de banda de energía para mejorar la eficiencia de conversión del material fluorescente (es decir, aumenta la energía de la luz emitida por el semiconductor y aumenta el número de fotones que tienen energías por encima de un umbral que pueden ser absorbidos por el material fluorescente, dando como resultado que se absorba más luz), o se reduce la magnitud del consumo de material fluorescente (es decir, el material fluorescente es irradiado con energía relativamente mayor), la energía lumínica absorbida por el material fluorescente aumenta inevitablemente, dando como resultado una degradación más significativa del material fluorescente. El uso del componente emisor de luz con mayor intensidad de emisión de luz para un periodo de tiempo prolongado provoca además una degradación más significativa del material fluorescente.

5 El documento EP-A-0 209 942 divulga una lámpara de descarga de vapor de mercurio de baja presión. Esta lámpara tiene un relleno que comprende mercurio y un gas raro, y una capa luminiscente que comprende material luminiscente cuya emisión se encuentra principalmente en el intervalo de 590-630 nm y en el intervalo de 520-565 nm. La luz emitida por la lámpara de descarga está en un intervalo de longitudes de onda que es casi totalmente invisible y tiene que ser transformada por la capa luminiscente para hacerse visible. La lámpara también está provista de una capa de absorción que comprende un aluminato luminiscente activado por cerio trivalente y que tiene una estructura de cristal de granate.

10 También el material fluorescente proporcionado en la vecindad del componente emisor de luz puede exponerse a una alta temperatura, tal como la temperatura en ascenso del componente emisor de luz y el calor transmitido desde el entorno externo (por ejemplo, la luz solar en el caso en que el dispositivo se use en el exterior).

Además, algunos materiales fluorescentes están sujetos a un deterioro acelerado, debido a la combinación de humedad que entra desde el exterior o que se introduce durante el procedimiento de producción, a la luz y al calor transmitidos desde el componente emisor de luz.

15 Cuando llega a un tinte orgánico de propiedad iónica, el campo eléctrico de corriente continua en la vecindad del chip puede causar electroforesis, dando como resultado un cambio en el tono del color. Esta lámpara no puede ser realizada como un dispositivo sencillo, pequeño, ligero y barato.

20 Por tanto, un objeto de la presente invención es resolver los problemas descritos anteriormente y proporcionar una fuente de luz plana que comprende un dispositivo emisor de luz que experimente solamente grados extremadamente bajos de deterioro en la intensidad lumínica de emisión, la eficiencia de emisión lumínica y el desplazamiento de colores durante un largo tiempo de uso con alta luminancia.

El objeto anterior puede ser logrado por las características definidas en las reivindicaciones.

El presente solicitante completó la presente invención mediante investigaciones basadas en la hipótesis de que un dispositivo emisor de luz con un componente emisor de luz y un material fluorescente debe satisfacer los siguientes requisitos para lograr el objeto mencionado anteriormente.

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

30 (2) El material fluorescente que se proporciona en la vecindad del componente emisor de luz de alta luminancia debe mostrar una excelente resistencia a la luz y el calor, de modo que las propiedades del mismo no cambien incluso cuando se usa durante un periodo prolongado de tiempo, mientras que se expone a la luz de alta intensidad emitida por el componente emisor de luz (en particular, el material fluorescente proporcionado en la vecindad del componente emisor de luz se expone a la luz de una intensidad de radiación tan alta como de aproximadamente 30 a 40 veces la de la luz solar, según el cálculo estimado de los presentes inventores, y se requiere que tenga más durabilidad ante la luz a medida que se usa un componente emisor de luz de mayor luminancia).

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 mono-cromaticidad emitida por el componente emisor de luz y emitir luz de una longitud de onda distinta a la de la luz emitida por el componente emisor de luz.

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

El fósforo mencionado anteriormente contiene varios materiales definidos como se ha descrito anteriormente, incluyendo $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ y $\text{Gd}_3\text{In}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$.

45 Debido a que el dispositivo emisor de luz usado en la presente invención usa el componente emisor de luz hecho de un semiconductor de un compuesto de nitruro capaz de emitir luz con alta luminancia, el dispositivo emisor de luz es capaz de emitir luz con alta luminancia. También el fósforo usado en el dispositivo emisor de luz tiene excelente resistencia ante la luz, de manera que las propiedades fluorescentes del mismo experimentan menos cambio incluso cuando se usa durante un periodo prolongado de tiempo, mientras que está expuesto a luz de alta intensidad. Esto posibilita reducir la degradación de 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 a la luz extrínseca (luz solar, incluyendo la luz ultravioleta, etc.) durante el uso en el exterior, para proporcionar así un dispositivo emisor de luz que experimenta un desplazamiento de color extremadamente menor y menos reducción de luminancia. El dispositivo emisor de luz usado en la presente invención también puede usarse en aplicaciones tales que requieran velocidades de respuesta tan altas como de 120 ns, por ejemplo, porque el fósforo usado en el mismo permite la pos-luminiscencia solamente durante un breve periodo de tiempo.

55 En el dispositivo emisor de luz usado en la presente invención, el principal pico de emisión del componente emisor de luz está establecido dentro del intervalo de 400 nm a 530 nm y la longitud de onda de la emisión principal del fósforo está establecida para ser más larga que el principal pico de emisión del componente emisor de luz. Esto

posibilita emitir eficazmente luz blanca.

Además, en el dispositivo emisor de luz usado en la presente invención, es preferible que la capa emisora de luz del componente emisor de luz contenga un semiconductor de nitruro de galio que contenga In. Otras características preferidas de las realizaciones de la presente invención están descritas en las reivindicaciones dependientes.

5 El dispositivo emisor de luz usado en la presente invención comprende una placa de guía óptica esencialmente rectangular provista del componente emisor de luz montado sobre una cara lateral frontal del mismo y, excepto por una superficie principal, cubierta con un material reflectante, en la que una luz emitida por el componente emisor de luz se convierte en una luz plana por el fósforo y la placa de guía óptica, para que sea una salida desde la superficie principal de la placa de guía óptica.

10 En esta realización, el fósforo está contenido preferiblemente en un material de revestimiento montado sobre dicha cara lateral frontal, y en contacto directo con el componente emisor de luz, o está instalado sobre una superficie principal de la placa de guía óptica no cubierta por el material reflectante.

15 Un dispositivo de pantalla de LED comprende los dispositivos emisores de luz usados en la presente invención dispuestos en una matriz y un circuito impulsor que acciona el dispositivo de pantalla de LED según datos de visualización que son ingresados al mismo. Esta configuración posibilita proporcionar un dispositivo de pantalla de LED relativamente barato que es capaz de una visualización de alta definición con menos disparidad cromática debida al ángulo de visualización.

20 En general, un material fluorescente que absorbe la 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 la luz de una longitud de onda larga y emite luz de una longitud de onda corta. Es preferible usar un componente emisor de luz que emita luz visible que un componente emisor de luz que emita luz ultravioleta que degrada la resina (material de moldeo, material de revestimiento, etc.). Así, para el diodo emisor de luz de la presente invención, con el fin de mejorar la eficiencia emisora de luz y garantizar una larga duración, el principal pico de emisión del componente emisor de luz está establecido dentro de un intervalo de longitudes de onda relativamente cortas de 400 nm a 530 nm en la región de luz visible, y la longitud de onda de la emisión principal del fósforo está establecida para ser más larga que el principal pico de emisión del componente emisor de luz. Con esta disposición, debido a que la luz convertida por el material fluorescente tiene 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 esté irradiado con luz que ha sido reflejada y convertida por el material fluorescente (dado que la energía de la luz convertida es menor que la energía de la brecha de banda). Por tanto, en un dispositivo emisor de luz usado en la presente invención, la luz que ha sido reflejada por el material fluorescente o similar es reflejada por la copa en la que está montado el componente emisor de luz, posibilitando una mayor eficiencia de la emisión.

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

35 La Fig. 1 es una vista en sección esquemática de un diodo emisor de luz de tipo conductor usado en la presente invención,

la Fig. 2 es una vista en sección esquemática de un diodo emisor de luz de tipo punta usado en la presente invención,

la Fig. 3A es un gráfico que muestra el espectro de excitación del material fluorescente de granate activado por cerio usado en la primera realización (primer dispositivo emisor de luz) usado en la presente invención,

40 la Fig. 3B es un gráfico que muestra el espectro de emisión del material fluorescente de granate activado por cerio usado en la primera realización (primer dispositivo emisor de luz) usado en la presente invención,

la Fig. 4 es un gráfico que muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz de la primera realización (primer dispositivo emisor de luz) usado en la presente invención,

45 la Fig. 5A es un gráfico que muestra el espectro de excitación del material fluorescente de itrio-aluminio-granate activado por cerio usado en la segunda realización (segundo dispositivo emisor de luz) usado en la presente invención,

la Fig. 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 (segundo dispositivo emisor de luz) usado en la presente invención,

50 la Fig. 6 muestra el diagrama de cromaticidad de la luz emitida por el diodo emisor de luz de la segunda realización, mientras 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 dos clases de fósforos,

la Fig. 7 es una vista en sección esquemática de la fuente de luz plana según la presente invención,

- la Fig. 8 es una vista en sección esquemática de otra fuente de luz plana, distinta a la de la Fig. 7,
- la Fig. 9 es una vista en sección esquemática de otra fuente de luz plana, distinta a las de las Fig. 7 y la Fig. 8,
- la Fig. 10 es un diagrama de bloques de un dispositivo de pantalla,
- la Fig. 11 es una vista en planta del dispositivo de pantalla de LED de la unidad de pantalla de la Fig. 10,
- 5 la Fig. 12 es una vista en planta del dispositivo de pantalla de LED, en el que un píxel está constituido a partir de cuatro diodos emisores de luz, incluyendo el diodo emisor de luz usado en la presente invención y los que emiten colores RGB,
- la Fig. 13A muestra los resultados de ensayos de duración durable de los diodos emisores de luz del Ejemplo 1 y el Ejemplo Comparativo 1, mostrando los resultados a 25 °C, y la Fig. 13B muestra los resultados de ensayos de duración durable de los diodos emisores de luz del Ejemplo 1 y el Ejemplo Comparativo 1, mostrando los resultados a 60 °C y un 90% de HR,
- 10 la Fig. 14A muestra los resultados de pruebas de adaptabilidad climática del Ejemplo 9 y el Ejemplo Comparativo 2, mostrando el cambio de la razón de retención de luminancia en el tiempo, y la Fig. 14B muestra los resultados de pruebas de adaptabilidad climática del Ejemplo 9 y el Ejemplo Comparativo 2, mostrando el tono del color antes y después de la prueba,
- 15 la Fig. 15A muestra los resultados de pruebas de fiabilidad del Ejemplo 9 y el Ejemplo Comparativo 2, mostrando la relación entre la razón de retención de luminancia y el tiempo, y la Fig. 15B es un gráfico que muestra la relación entre el tono del color y el tiempo,
- La Fig. 16 es un diagrama de cromaticidad que muestra la gama de tonos de color que puede obtenerse con un diodo emisor de luz que combina los materiales fluorescentes mostrados en la Tabla 1 y el LED azul que tiene una longitud de onda pico en 465 nm,
- 20 la Fig. 17 es un diagrama de cromaticidad que muestra el cambio en el tono del 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 que tiene una longitud de onda máxima en 465 nm,
- 25 la Fig. 18A muestra el espectro de emisión del fósforo $(Y_{0,6}Gd_{0,4})_3Al_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 2,
- la Fig. 18B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del Ejemplo 2 que tiene la longitud de onda pico de emisión de 460 nm,
- la Fig. 18C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 2,
- la Fig. 19A muestra el espectro de emisión del fósforo $(Y_{0,2}Gd_{0,8})_3Al_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 5,
- 30 la Fig. 19B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del Ejemplo 5 que tiene la longitud de onda pico de emisión de 450 nm,
- la Fig. 19C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 5,
- la Fig. 20A muestra el espectro de emisión del fósforo $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 6,
- la Fig. 20B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del Ejemplo 6 que tiene la longitud de onda pico de emisión de 450 nm,
- 35 la Fig. 20C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 6,
- la Fig. 21A muestra el espectro de emisión del fósforo $Y_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 7,
- la Fig. 21B muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del Ejemplo 7 que tiene la longitud de onda pico de emisión de 450 nm,
- 40 la Fig. 21C muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 7,
- la Fig. 22A muestra el espectro de emisión del fósforo $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 11,
- la Fig. 22B muestra el espectro de emisión del fósforo $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12}:Ce$ del Ejemplo 11,
- la Fig. 22C muestra el espectro de emisión del componente emisor de luz del Ejemplo 11 que tiene la longitud de onda pico de emisión de 470 nm, y
- 45 la Fig. 23 muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 11.

Con referencia ahora a los dibujos adjuntos, se describirán a continuación las realizaciones preferidas referentes al diodo emisor de luz usado en la presente invención.

Un diodo emisor de luz 100 de la Fig. 1 es un diodo emisor de luz de tipo conductor que tiene un conductor de montaje 105 y un conductor interno 106, en el que un componente emisor de luz 102 está instalado en una copa 105a del conductor de montaje 105, y la copa 105a está llena de una resina de revestimiento 101 que contiene un fósforo 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 con el conductor de montaje 105 y el conductor interno 106, respectivamente, por medio de los hilos 103.

En el diodo emisor de luz constituido como se ha descrito anteriormente, parte de la luz emitida por el componente emisor de luz (chip de LED) 102 (mencionado en adelante en la presente memoria como una luz de LED) excita el fósforo contenido en la resina de revestimiento 101 para generar luz fluorescente que tiene una longitud de onda distinta a la de la luz de LED, de manera que la luz fluorescente emitida por el fósforo, y la luz de LED que sale sin contribuir a la excitación del fósforo, se mezclan y se producen. Como resultado, el diodo emisor de luz 100 también produce luz que tiene una longitud de onda distinta a la de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz 102.

La Fig. 2 muestra un diodo emisor de luz de tipo chip, en el que el diodo emisor de luz (chip de LED) 202 está instalado en un hueco de una cubierta 204 que está llena con un material de revestimiento que contiene un fósforo especificado para formar un revestimiento 201. El componente emisor de luz 202 está fijado usando una resina epoxi o similar, que contiene Ag, por ejemplo, y un electrodo n y un electrodo p del componente emisor de luz 202 están conectados con terminales metálicos 205 instalados en la cubierta 204 por medio de hilos conductores 203. En el diodo emisor de luz de tipo chip, constituido como se ha descrito anteriormente, de manera similar al diodo emisor de luz de tipo conductor de la Fig. 1, la luz fluorescente emitida por el fósforo, y la luz de LED que es transmitida sin ser absorbida por el fósforo, se mezclan y se producen, de manera que el diodo emisor de luz 200 también produce luz con una longitud de onda distinta a la de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz 202.

El diodo emisor de luz que contiene el fósforo como se ha descrito anteriormente tiene las siguientes características.

1. La luz emitida por un componente emisor de luz (LED) se emite usualmente 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 un patrón de emisión particular y, por lo tanto, no es emitida uniformemente en cada dirección. El diodo emisor de luz que contiene el material fluorescente, sin embargo, puede emitir luz uniformemente sobre un amplio intervalo, sin formar un patrón de emisión no deseable, porque la luz es emitida después de ser difundida por el material fluorescente.

2. Aunque la luz emitida por el componente emisor de luz (LED) tiene un pico monocromático, el pico es ancho y tiene una propiedad de alta representación cromática. Esta característica es una ventaja indispensable para una aplicación que requiere longitudes de onda de un intervalo relativamente amplio. Es deseable que la fuente de luz para un escáner de imágenes ópticas, por ejemplo, tenga un pico de emisión más ancho.

Los diodos emisores de luz de la primera y segunda realizaciones, que van a describirse más adelante, tienen la configuración mostrada en la Fig. 1 o la Fig. 2, en la que se combinan un componente emisor de luz, que usa un semiconductor de un compuesto de nitruro que tiene energía relativamente alta en la región visible, y un fósforo específico, y tienen propiedades favorables tales como la capacidad de emitir luz de alta luminancia y menos degradación de la eficiencia de emisión lumínica y menos desplazamiento del color durante un periodo de uso prolongado.

En general, un material fluorescente que absorbe luz de una longitud de onda corta y que 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 y, por lo tanto, es preferible usar un componente emisor de luz de un semiconductor compuesto de nitruro que es capaz de emitir luz azul de longitud de onda corta. No hace falta decir que es preferible el uso de un componente emisor de luz que tenga alta luminancia.

Un fósforo que va a usarse en combinación con el componente emisor de luz de semiconductor de un compuesto de nitruro debe tener los siguientes requisitos:

1. Excelente resistencia ante la luz para soportar luz de una alta intensidad durante un largo periodo de tiempo, porque el material fluorescente se instala en la vecindad de los componentes emisores de luz 102, 202, y está expuesto a luz de una intensidad tan alta como de aproximadamente 30 a 40 veces la de la luz solar.

2. Capacidad para emitir eficazmente luz en la región azul para la excitación por medio de los componentes emisores de luz 102, 202. Cuando se usa la mezcla de colores, debería ser capaz de emitir luz azul, no por rayos ultravioletas, con una alta eficacia.

3. Capacidad de emitir luz desde regiones verdes a rojas con el fin de mezclarla con luz azul para generar luz blanca.

4. Buena característica de temperatura, adecuada para su ubicación en la vecindad de los componentes emisores de luz 102, 202, y la influencia resultante de la diferencia de temperatura debida al calor generado por el chip cuando se ilumina.

5 5. Capacidad de cambiar continuamente el tono del color en términos de la proporción de la composición o razón de mezcla de una pluralidad de materiales fluorescentes.

6. Adaptabilidad climática para el entorno operativo del diodo emisor de luz.

Realización 1 (primer diodo emisor de luz usado en la presente invención)

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

15 Debido a que el fósforo de granate activado con cerio que se usa en el diodo emisor de luz de la primera realización tiene resistencia a la luz y adaptabilidad climática, puede emitir luz con grados extremadamente pequeños de desplazamiento del color y disminución en la luminancia de la luz emitida, incluso cuando es irradiado por una luz muy intensa emitida por los componentes emisores de luz 102, 202 situados en la vecindad durante un largo periodo de tiempo.

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

(Fósforo)

20 El fósforo usado en el diodo emisor de luz de la primera realización es un fósforo que, cuando es excitado por luz visible o rayos ultravioletas emitidos por la capa emisora de luz semiconductor, emite luz de una longitud de onda distinta a la de la luz excitante. El fósforo es específicamente material fluorescente de granate activado con cerio que contiene al menos un elemento seleccionado de Y, Lu, Sc, La, Gd y Sm, y al menos un elemento seleccionado de Al, Ga e In. Según la presente invención, el material fluorescente es preferiblemente material fluorescente de itrio-aluminio-granate (fósforo YAG) activado con cerio, o un material fluorescente representado por la fórmula general
25 $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, en la que $0 \leq r < 1$ and $0 \leq s \leq 1$, y Re es al menos uno seleccionado de Y y Gd. En el caso en que la luz de LED emitida por el componente emisor de luz, que emplea el semiconductor de un compuesto de nitruro de galio, y la luz fluorescente emitida por el fósforo, que tiene color corporal amarilla, estén en la relación de colores complementarios, el color blanco puede producirse mezclando la luz de LED y la luz fluorescente.

30 En la primera realización, debido a que el fósforo se usa mezclando con una resina que compone la resina de revestimiento 101 y el material de revestimiento 201 (detallados más adelante), el tono del color del diodo emisor de luz puede ajustarse, incluyendo el blanco y el color de lámpara incandescente, controlando la proporción de mezcla con la resina o la cantidad usada en llenar la copa 105 o el hueco de la cubierta 204 según la longitud de onda de la luz emitida por el componente emisor de luz de nitruro de galio.

35 La distribución de la concentración de fósforo tiene influencia también sobre la mezcla de colores y la durabilidad. Es decir, cuando la concentración de fósforo aumenta a partir de la superficie del revestimiento o moldeado donde está contenido el fósforo, hacia el componente emisor de luz, se vuelve menos probable que sea afectado por humedad extrínseca, facilitando por ello suprimir el deterioro debido a la humedad. Por otra parte, cuando la concentración de fósforo aumenta desde el componente emisor de luz hacia la superficie del moldeado, se vuelve más probable que
40 sea afectado por humedad extrínseca, pero menos probable que sea afectado por el calor y la radiación desde el componente emisor de luz, posibilitando así suprimir el deterioro del fósforo. Tales distribuciones de la concentración de fósforo pueden lograrse seleccionando o controlando el material que contiene el fósforo, conformando la temperatura o la viscosidad, y la configuración y la distribución de partículas del fósforo.

45 Usando el fósforo en la primera realización, puede hacerse un diodo emisor de luz que tenga excelentes características de emisión, debido a que el material fluorescente tiene suficiente resistencia a la luz para un funcionamiento de alta eficacia, incluso cuando esté dispuesto adyacente a, o en la vecindad de, los componentes emisores de luz 102, 202, con una intensidad de radiación (E_e) dentro del intervalo de 3 Wcm^{-2} a 10 Wcm^{-2} .

50 El fósforo usado en la primera realización es, debido a la estructura del granate, resistente al calor, la luz y la humedad y, por lo tanto, es capaz de absorber luz de excitación que tiene un pico en una longitud de onda cerca de los 450 nm, como se muestra en la Fig. 3A. También emite luz de amplio espectro que tiene un pico cerca de los 580 nm, rebajándose en 700 nm, según se muestra en la Fig. 3B. Además, la eficiencia de la emisión de luz excitada en una región de longitudes de onda de 460 nm, y más, puede aumentarse incluyendo Gd en el cristal del fósforo de la primera realización. Cuando se aumenta el contenido de Gd, la longitud de onda pico de emisión se desplaza hacia una longitud de onda más larga y el espectro de emisión entero es desplazado hacia longitudes de onda más
55 largas. Esto significa que, cuando se requiere la emisión de luz más rojiza, puede lograrse aumentando el grado de sustitución por Gd. Cuando se aumenta el contenido de Gd, la luminancia de la luz emitida por fotoluminiscencia

bajo luz azul tiende a disminuir.

Especialmente cuando parte del Al es sustituido por Ga entre la composición del material fluorescente YAG que tiene estructura de granate, la longitud de onda de la luz emitida se desplaza hacia una longitud de onda más corta y, cuando parte del Y es sustituido por Gd, la longitud de onda de la luz emitida se desplaza hacia una longitud de onda más larga.

5

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

Tabla 1

Nº	Contenido a de Gd (razón molar)	Contenido b de Ga (razón molar)	Coordenadas de cromaticidad de CIE		Luminancia Y	Eficacia
			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

10 Los valores mostrados en la Tabla 1 se midieron 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 Nº 1, que están establecidos en 100.

15 Cuando se sustituye Al con Ga, la proporción está preferiblemente dentro del intervalo de Ga:Al = 1:1 a 4,6, en consideración de la eficiencia de emisión y la longitud de onda de la emisión. De manera similar, cuando se sustituye Y con Gd, la proporción está preferiblemente dentro del intervalo de Y:Gd = 9:1 a 1:9, y, más preferiblemente, de 4:1 a 2:3. Esto es porque un grado de sustitución por Gd inferior al 20% produce un color de un mayor componente verde y un menor componente rojo, y un grado de sustitución con Gd superior al 60% produce un componente rojo aumentado, pero una rápida disminución en la luminancia. Cuando la razón Y:Gd de Y y Gd en el material fluorescente YAG está establecida dentro del intervalo de 4:1 a 2:3, en particular, puede hacerse un diodo emisor de luz capaz de emitir luz blanca esencialmente a lo largo del emplazamiento de radiación del cuerpo negro, usando una clase de material fluorescente de itrio-aluminio-granate, dependiendo de la longitud de onda de emisión del componente emisor de luz. Cuando la razón Y:Gd de Y y Gd en el material fluorescente YAG está establecida dentro del intervalo de 2:3 a 1:4, puede hacerse un diodo emisor de luz capaz de emitir luz de lámpara incandescente, aunque la luminancia es baja. Cuando el contenido (grado de sustitución) de Ce está establecido dentro del intervalo de 0,003 a 0,2, puede lograrse una intensidad luminosa relativa del diodo emisor de luz de no menos del 70%. Cuando el contenido inferior al 0,003, la intensidad luminosa disminuye debido a que el número de centros de emisión excitados de fotoluminiscencia, debido al Ce, disminuye y, cuando el contenido es superior a 0,2, se produce la extinción de densidad.

20 Por tanto, la longitud de onda de la luz emitida puede ser desplazada a una longitud de onda más corta, sustituyendo parte del Al de la composición por Ga, y la longitud de onda de la luz emitida puede ser desplazada a una longitud de onda más larga sustituyendo parte del Y de la composición por Gd. De esta manera, el color de la luz de emisión puede cambiarse continuamente cambiando la composición. Además, el material fluorescente es escasamente excitado por líneas de emisión de Hg que tengan longitudes de onda tales como 254 nm y 365 nm, pero es excitado con mayor eficiencia por la luz de LED emitida por un componente emisor de luz azul que tenga una longitud de onda de aproximadamente 450 nm. Por tanto, el material fluorescente tiene características ideales para convertir la luz azul del componente emisor de luz del semiconductor de nitruro en luz blanca, tales como la capacidad de cambiar continuamente la longitud de onda pico cambiando la proporción de Gd.

25 Según la primera realización, la eficiencia de la emisión de luz del diodo emisor de luz puede mejorarse adicionalmente combinando el componente emisor de luz que emplea el semiconductor de nitruro de galio y el fósforo hecho añadiendo el elemento de las tierras raras samario (Sm) a los materiales fluorescentes de itrio-aluminio-granate (YAG) activados con cerio.

30 El material para hacer tal fósforo se hace usando óxidos de Y, Gd, Ce, Sm, Al y Ga, o compuestos que puedan ser

fácilmente convertidos en estos óxidos a alta temperatura, y mezclando suficientemente estos materiales en proporciones estequiométricas. Esta mezcla se mezcla con una cantidad apropiada de un fluoruro tal como el fluoruro de amoníaco, usado como fundente, y se calienta al fuego en un crisol a una temperatura de 1350 a 1450 °C en el aire durante entre 2 a 5 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza, para así obtener el material deseado.

En el procedimiento de producción descrito anteriormente, el material de mezcla también puede prepararse disolviendo los elementos de las tierras raras Y, Gd, Ce y Sm en proporciones estequiométricas en un ácido, co-precipitando la disolución con ácido oxálico y calentando al fuego el co-precipitado para obtener un óxido del co-precipitado, y luego mezclándolo con óxido de aluminio y óxido de galio.

El fósforo representado por la fórmula general $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ puede emitir luz de longitudes de onda de 460 nm, y más largas, con mayor eficiencia tras la excitación, debido a que el Gd está contenido en el cristal. Cuando el contenido de gadolinio aumenta, la longitud de onda pico de la emisión se desplaza de 530 nm a una longitud de onda más larga, de hasta 570 nm, mientras que el espectro de emisión entero también se desplaza a longitudes de onda más largas. Cuando se necesita luz de un tono rojo más fuerte, puede lograrse aumentando la cantidad de Gd añadido para la sustitución. Cuando se aumenta el contenido de Gd, disminuye gradualmente la luminancia de fotoluminiscencia con luz azul. Por lo tanto, el valor de p es preferiblemente 0,8 o menos o, más preferiblemente, 0,7 o menos. Más preferiblemente aún, es de 0,6 o menos.

Se puede hacer que el fósforo representado por la fórmula general $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$, que incluye Sm, esté sujeto a menos dependencia de la temperatura, independientemente del contenido aumentado de Gd. Es decir, el fósforo, cuando está contenido el Sm, tiene luminancia de emisión sumamente mejorada a mayores temperaturas. La extensión de la mejora aumenta a medida que aumenta el contenido de Gd. La característica de la temperatura puede mejorarse sumamente, en particular, por la adición de Sm en el caso de material fluorescente de una composición tal como de tono rojo, se refuerza aumentando el contenido de Gd, debido a que tiene malas características de temperatura. La característica de temperatura mencionada aquí se mide en términos de la razón (%) de luminancia de emisión del material fluorescente a una alta temperatura (200 °C) con relación a la luminancia de emisión de la excitación de la luz azul que tiene una longitud de onda de 450 nm a la temperatura normal (25 °C).

La proporción de Sm está preferiblemente dentro del intervalo de $0,0003 \leq r \leq 0,08$, para dar una característica de temperatura del 60% o más. El valor de r por debajo de este intervalo conduce a un menor efecto de mejora de la característica de temperatura. Cuando el valor de r está por encima de este intervalo, por el contrario, la característica de temperatura se deteriora. Es más deseable el intervalo de $0,0007 \leq r \leq 0,02$, para la proporción de Sm a la que la característica de temperatura llega a ser del 80% o más.

La proporción q de Ce está preferiblemente en un intervalo de $0,003 \leq q \leq 0,2$, lo que posibilita una luminancia de emisión relativa del 70% o más. La luminancia de emisión relativa se refiere a la luminancia de emisión en términos del porcentaje con relación a la luminancia de emisión de un material fluorescente, donde $q = 0,03$.

Cuando la proporción q de Ce es de 0,003 o menos, la luminancia disminuye debido a que el número de centros de emisión excitados de fotoluminiscencia, debido al Ce, disminuye y, cuando q es mayor que 0,2, ocurre la extinción de densidad. La extinción de densidad se refiere a la disminución en la intensidad de emisión que ocurre cuando la concentración de un agente de activación, añadido para aumentar la luminancia del material fluorescente, aumenta más allá de un nivel óptimo.

También puede usarse una mezcla de dos o más clases de fósforos que tienen composiciones de $(Y_{1-p-q-r}Gd_pCe_qSm_r)_3Al_5O_{12}$ que tengan distintos contenidos de Al, Ga, Y y Gd o Sm. Esto aumenta los componentes RGB y permite la aplicación, por ejemplo, para un dispositivo de pantalla de cristal líquido de colorido completo, usando un filtro de color.

(Componentes emisores de luz 102, 202)

El componente emisor de luz está preferiblemente incrustado en un material de moldeo según como muestra en la Fig. 1 y la Fig. 2. El componente emisor de luz usado en el diodo emisor de luz de la presente invención es un semiconductor de un compuesto de nitruro de galio, capaz de excitar eficazmente los materiales fluorescentes de granate activados con cerio. Los componentes emisores de luz 102, 202 que emplean el semiconductor de un compuesto de nitruro de galio se hacen formando una capa emisora de luz de un semiconductor de nitruro de galio, tal como InGaN, sobre un sustrato en el procedimiento MOCVD. La estructura del componente emisor de luz puede ser una homo-estructura, una hetero-estructura o una doble hetero-estructura, que tengan una unión MIS, unión PIN o unión PN. Pueden seleccionarse diversas longitudes de onda de emisión dependiendo del material de la capa semiconductor y la cristalinidad del mismo. También puede hacerse en una estructura de pozo cuántico único o una estructura de pozo cuántico múltiple, donde se forma una capa de activación semiconductor tan delgada como el efecto cuántico que pueda ocurrir. Según la presente invención, un diodo emisor de luz, capaz de emitir con mayor luminancia sin deterioro del fósforo, puede hacerse haciendo la capa de activación del componente emisor de luz en una estructura de pozo cuántico único de InGaN.

Cuando se usa un semiconductor de un compuesto de nitruro de galio, si bien pueden usarse zafiro, espinela, SiC,

Si, ZnO o similares como el sustrato semiconductor, el uso del sustrato de zafiro es preferible con el fin de formar nitruro de galio de buena cristalinidad. Una capa semiconductor de nitruro de galio se forma sobre el sustrato de zafiro para formar una unión PN, mediante una capa amortiguadora de GaN, AlN, etc. El semiconductor de nitruro de galio tiene conductividad de tipo N, a condición de no estar dopado con ninguna impureza, aunque con el fin de formar un semiconductor de nitruro de galio de tipo N que tenga propiedades deseadas (concentración de portadores, etc.), tal como una eficiencia mejorada de la emisión de luz, es preferible doparlo con un dopante de tipo N, tal como Si, Ge, Se, Te y C. Con el fin de formar un semiconductor de nitruro de galio de tipo P, por otra parte, es preferible doparlo con una sustancia de tipo P, tal como Zn, Mg, Be, Ca, Sr y Ba. Debido a que es difícil convertir un semiconductor de un compuesto de nitruro de galio al tipo P simplemente dopando con un dopante de tipo P, es preferible tratar el semiconductor del compuesto de nitruro de galio dopado con un dopante de tipo P en un procedimiento tal como el calentamiento en un horno, irradiación con un haz de electrones de baja velocidad e irradiación de plasma, para así convertirlo en un tipo P. Después de exponer las superficies de los semiconductores de nitruro de galio de tipo P y de tipo N a grabados u otros procedimientos, los electrodos de las formas deseadas se forman sobre las capas semiconductoras por pulverización o deposición de vapor.

A continuación, la oblea semiconductor que se ha formado se corta en trozos por medio de una sierra de corte en cubos, o se separa por una fuerza externa después de cortar surcos (semi-cortados) que tengan un ancho mayor que el ancho del borde de la hoja. O bien, de otra manera, la oblea se corta en astillas trazando un patrón de rejilla de líneas extremadamente finas sobre la oblea semiconductor por medio de un trazador que tenga un estilete de diamante que haga un movimiento recto recíproco. Así, puede hacerse el componente emisor de luz de un semiconductor de un compuesto de nitruro de galio.

Con el fin de emitir luz blanca con el diodo emisor de luz de la primera realización, la longitud de onda emitida por el componente emisor de luz es preferiblemente de 400 nm a 530 nm, ambos inclusive, en consideración de la relación cromática complementaria con el fósforo y el deterioro de la resina y, más preferiblemente, de 420 nm a 490 nm, ambos inclusive. Es aún más preferible que la longitud de onda sea de 450 nm a 475 nm, con el fin de mejorar la eficiencia de emisión del componente emisor de luz y del fósforo. El espectro de emisión del diodo emisor de luz blanca de la primera realización se muestra en la Fig. 4. El componente emisor de luz mostrado aquí es de un tipo conductor mostrado en la Fig. 1, que emplea el componente emisor de luz y el fósforo de la primera realización que va a describirse más adelante. En la Fig. 4, la emisión que tiene un pico a aproximadamente 450 nm es la luz emitida por el componente emisor de luz, y la emisión que tiene un pico a aproximadamente 570 nm es la emisión de fotoluminiscencia excitada por el componente emisor de luz.

La Fig. 16 muestra los colores que pueden representarse por el diodo emisor de luz blanca hecho combinando el material fluorescente mostrado en la Tabla 1 y el LED (componente emisor de luz) azul que tiene una longitud de onda pico de 465 nm. El color de la luz emitida por este diodo emisor de luz blanca se corresponde con un punto sobre una línea recta que conecta un punto de cromaticidad generado por el LED azul y un punto de cromaticidad generado por el material fluorescente y, por lo tanto, la amplia región de luz blanca (porción sombreada en la Fig. 16) en la porción central del diagrama de cromaticidad puede ser totalmente cubierta usando los materiales fluorescentes 1 a 7 en la Tabla 1.

La Fig. 17 muestra el cambio en el color de emisión cuando cambia el contenido de materiales fluorescentes en el diodo emisor de luz blanca. El contenido de materiales fluorescentes se da en porcentaje en peso con respecto a la resina usada en el material de revestimiento. Como se verá a partir de la Fig. 17, el color de la luz se aproxima al de los materiales fluorescentes cuando aumenta el contenido de material fluorescente y se aproxima al del LED azul cuando se reduce el contenido de material fluorescente.

Según la presente invención, un componente emisor de luz que no excita el material fluorescente puede usarse 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 semiconductor de un compuesto de nitruro, capaz de excitar el material fluorescente, se disponen juntos un componente emisor de luz que tiene una capa emisora de luz hecha de fosfato de galio, arseniuro de galio y aluminio, fosfato de galio y arsénico o fosfato de indio y aluminio. Con esta configuración, la luz emitida por el componente emisor de luz que no excita el material fluorescente se irradia al exterior sin ser absorbida por el material fluorescente, formando un diodo emisor de luz que puede emitir luz roja / blanca. Otros componentes de los diodos emisores de luz de la Fig. 1 y de la Fig. 2 se describirán más adelante.

(Hilos conductores 103, 203)

Los hilos conductores 103, 203 deberían tener buena conductividad eléctrica, buena conductividad térmica y buena conexión mecánica con los electrodos de los componentes emisores de luz 102, 202. La conductividad térmica es preferiblemente $0,042\text{J (0,01 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o más y, más preferiblemente, $2,09\text{J (0,5 cal) / (s) (cm}^2\text{) (}^\circ\text{C / cm)}$ o más. Para mayor operabilidad, el diámetro del hilo conductor es preferiblemente de $10\ \mu\text{m}$ a $45\ \mu\text{m}$, ambos incluidos. Incluso cuando se usa el mismo material tanto para el revestimiento que incluye el material fluorescente como para el moldeo, debido a la diferencia en el coeficiente de expansión térmica, debida al material fluorescente contenido en cualquiera de los dos materiales anteriores, es probable que el hilo conductor se rompa en la interfase. Por este motivo, el diámetro del hilo conductor es preferiblemente no menos de $25\ \mu\text{m}$ y, por el motivo del área emisora de luz y de la facilidad de manipulación, preferiblemente dentro de $35\ \mu\text{m}$. El hilo conductor puede ser un

metal tal como oro, cobre, platino y aluminio, o una aleación de los mismos. Cuando se usa un hilo conductor de tal material y configuración, puede conectarse fácilmente a los electrodos de los componentes emisores de luz, el conductor interno y el conductor de montaje, por medio de un dispositivo de unión de hilos.

(Conductor de montaje 105)

- 5 El conductor de montaje 105 comprende una copa 105a y un conductor 105b, y es suficiente que tenga un tamaño suficiente como para montar el componente emisor de luz 102 con el dispositivo de unión de hilos en la copa 105a. En el caso en que se instalan una pluralidad de componentes emisores de luz en la copa y el conductor de montaje se use como electrodo común para el componente emisor de luz, debido a que pueden usarse distintos materiales de electrodo, se requiere conductividad eléctrica suficiente y una buena conductividad con el hilo de unión, y otros.
- 10 Cuando el componente emisor de luz se instala en la copa del conductor de montaje y la copa se llena con el material fluorescente, la luz emitida por el material fluorescente, incluso si es isotrópico, se refleja por la copa en una dirección deseada y, por lo tanto, puede evitarse la iluminación errónea debida a la luz de otro diodo emisor de luz montado cerca. La iluminación errónea se refiere aquí a un fenómeno tal como otro diodo emisor de luz montado cerca, que parece como que ilumina a pesar de no estar alimentado con energía.
- 15 La unión del componente emisor de luz 102 y el conductor de montaje 105 con la copa 105a puede lograrse por medio de una resina termoplástica tal como la resina epoxi, resina acrílica y resina de imida. Cuando se usa un componente emisor de luz orientado hacia abajo (un tipo de componente emisor de luz tal que la luz emitida se extrae del lado del sustrato y se configura para montar los electrodos opuestos a la copa 105a), pueden usarse pasta de Ag, pasta de carbón, un saliente metálico o similares para unir y conectar eléctricamente el componente emisor de luz y el conductor de montaje al mismo tiempo. Además, con el fin de mejorar la eficiencia de la utilización de la luz del diodo emisor de luz, la superficie de la copa del conductor de montaje, sobre la que se monta el componente emisor de luz, puede ser pulida como espejo para dar una función reflectante a la superficie. En este caso, la rugosidad superficial es preferiblemente de 0,1 S (unidad japonesa según ISO 468 de 1982) a 0,8 S (unidad japonesa según ISO 468 de 1982), ambos incluidos. La resistencia eléctrica del conductor de montaje está preferiblemente dentro de 300 $\mu\Omega$ -cm y, más preferiblemente, dentro de 3 $\mu\Omega$ -cm. Cuando se monta una pluralidad de componentes emisores de luz sobre el conductor de montaje, los componentes emisores de luz generan una cantidad significativa de calor y, por lo tanto, se requiere una alta conductividad térmica. Específicamente, la conductividad térmica es preferiblemente 0,042J (0,01 cal) / (s) (cm²) (°C / cm) o más y, más preferiblemente, 2,09J (0,5 cal) / (s) (cm²) (°C / cm) o más. Los materiales que satisfacen estos requisitos contienen acero, cobre, acero revestido de cobre, estaño revestido de cobre y cerámicas metalizadas.
- 30

(Conductor interno 106)

- El conductor interno 106 está conectado a uno de los electrodos del componente emisor de luz 102 montado sobre el conductor de montaje 105 por medio de hilo conductor o similar. En el caso de un diodo emisor de luz allí donde se instalan una pluralidad de los componentes emisores de luz sobre el conductor de montaje, es necesario disponer una pluralidad de conductores internos 106 de forma tal que los hilos conductores no se toquen entre sí. Por ejemplo, el contacto de los hilos conductores entre sí puede evitarse aumentando el área de la cara extrema donde el conductor interno está unido por hilo a medida que aumenta la distancia desde el conductor de montaje, de modo que el espacio entre los hilos conductores esté asegurado. La rugosidad superficial de la cara extrema del conductor interno, que conecta con el hilo conductor, es preferiblemente de 1,6 S a 10 S (unidad japonesa según ISO 468 de 1982), ambos incluidos, en consideración de un contacto estrecho.
- 35
- 40

Con el fin de formar el conductor interno en una forma deseada, puede perforarse por medio de un troquel. Además, puede hacerse perforando para formar el conductor interno, y luego ejerciendo presión sobre él sobre la cara extrema, para así controlar el área y la altura de la cara extrema.

- 45 Se requiere que el conductor interno tenga buena conectividad con los hilos de unión, que son hilos conductores y tienen buena conductividad eléctrica. Específicamente, la resistencia eléctrica está preferiblemente dentro de 300 $\mu\Omega$ -cm y, más preferiblemente, dentro de 3 $\mu\Omega$ -cm. Los materiales que satisfacen estos requisitos contienen hierro, cobre, cobre que contiene hierro, cobre que contiene estaño, aluminio, hierro y cobre chapados con cobre, oro o plata.

(Material de revestimiento 101)

- 50 El material de revestimiento 101 se proporciona en la copa del conductor de montaje, aparte del material de moldeo 104 y, en la primera realización, contiene el fósforo que convierte la luz emitida por el componente emisor de luz. El material de revestimiento puede ser un material transparente con buena adaptabilidad climática, tal como resina epoxi, resina de urea y resina de silicona o vidrio. Puede usarse un dispersante junto con el fósforo. Como dispersante se usan preferiblemente titanato de bario, óxido de titanio, óxido de aluminio, dióxido de silicio y similares. Cuando el material fluorescente se forma por pulverización, puede omitirse el material de revestimiento.
- 55 En este caso, puede hacerse un diodo emisor de luz, capaz de mezclar colores, controlando el espesor de película o proporcionando 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 fósforo, de perturbaciones externas. Según la primera realización, es preferible que el material de moldeo 104 contenga además un dispersante, que puede desafinar la direccionalidad de la luz del componente emisor de luz 102, produciendo un ángulo de visión aumentado. El material de moldeo 104 tiene la función de lente para enfocar o difundir la luz emitida por el componente emisor de luz. Por lo tanto, el material de moldeo 104 puede hacerse en una configuración de lente convexa o lente cóncava, y puede tener una forma elíptica cuando se observa en la dirección del eje óptico, o una combinación de estas. Además, el material de moldeo 104 puede hacerse en una estructura de múltiples capas de distintos materiales que se laminan. Como material de moldeo 104 se emplean preferiblemente materiales transparentes que tienen alta adaptación climática, tales como resina epoxi, resina de urea, resina de silicio o vidrio. Como dispersante pueden usarse titanato de bario, óxido de titanio, óxido de aluminio, dióxido de silicio y similares. Además del dispersante, también puede estar contenido fósforo en el material de moldeo. Concretamente, según la presente invención, el fósforo puede estar contenido tanto en el material de moldeo como en el material de revestimiento. Cuando el fósforo está contenido en el material de moldeo, el ángulo de visión puede aumentarse adicionalmente. El fósforo también puede estar contenido tanto en el material de revestimiento como en el material de moldeo. Además, puede usarse una resina que incluya el fósforo como el material de revestimiento, usando a la vez vidrio, distinto al material de revestimiento, como el material de moldeo. Esto posibilita fabricar un diodo emisor de luz que esté menos sujeto a la influencia de la humedad, con buena productividad. El moldeo y el revestimiento también pueden hacerse del mismo material, con el fin de hacer coincidir el índice de refracción, dependiendo de la aplicación. Según la presente invención, añadir el dispersante y/o un agente de coloración en el material de moldeo tiene los efectos de enmascarar el color del material fluorescente oscurecido y de mejorar el rendimiento de la mezcla de colores. Es decir, el material fluorescente absorbe el componente azul de la luz extrínseca y emite luz, para dar así una apariencia como si estuviera 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 produce un color deseado. Por tanto, el color del material fluorescente no será reconocido por el observador. En caso de que el componente emisor de luz emita luz con una longitud de onda principal de 430 nm o más, es más preferible que esté contenido un absorbente ultravioleta que sirva como estabilizador de la luz.

Realización 2 (segundo diodo emisor de luz usado en la presente invención)

El diodo emisor de luz usado en la presente invención puede hacerse usando un elemento provisto de un semiconductor de un compuesto de nitruro de galio, que tiene una alta brecha de banda de energía en la capa emisora de luz, como el componente emisor de luz, y un material fluorescente que incluye dos o más clases de fósforos de distintas composiciones o, preferiblemente, materiales fluorescentes de itrio-aluminio-granate activados con cerio como el fósforo. Con esta configuración, puede hacerse un diodo emisor de luz que permite dar un tono de color deseado controlando el contenido de los dos o más materiales fluorescentes, incluso cuando la longitud de onda de la luz de LED emitida por el componente emisor de luz se desvía del valor deseado debido a variaciones en el procedimiento de producción. En este caso, el color de emisión del diodo emisor de luz puede formarse constantemente, usando un material fluorescente que tenga 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 que tenga una longitud de onda de emisión relativamente larga para un componente emisor de luz de una longitud de onda de emisión relativamente larga.

En cuanto al material fluorescente, también puede usarse un material fluorescente representado por la fórmula general $(\text{Re}_{1-r}\text{Sm}_r)_3(\text{Al}_{1-s}\text{Ga}_s)_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ como el fósforo. Aquí, $0 \leq r < 1$ y $0 \leq s \leq 1$, y Re es al menos uno seleccionado de Y, Gd y La. Esta configuración posibilita minimizar la desnaturalización del material fluorescente, incluso cuando el material fluorescente se expone a 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 en diversas condiciones ambientales y, por lo tanto, puede hacerse un diodo emisor de luz que esté sujeto a un desplazamiento cromático y a una disminución de luminancia de emisión extremadamente insignificantes, y que tenga el componente de emisión deseado de alta luminancia.

(Fósforo de la realización 2) (segundo diodo emisor de luz usado en la presente invención) Ahora se describirá en detalle a continuación el fósforo usado en el componente emisor de luz de la realización anterior. Esta realización es similar a la primera realización, excepto porque dos o más clases de fósforos de distintas composiciones, activados con cerio, se usan como el fósforo, como se ha descrito anteriormente, y el procedimiento de uso del material fluorescente es básicamente el mismo.

De manera similar al caso de la primera realización, el diodo emisor de luz puede dotarse de alta adaptabilidad climática controlando la distribución del fósforo (tal como disminuyendo gradualmente la concentración con la distancia desde el componente emisor de luz). Una distribución tal de la concentración de fósforo puede lograrse seleccionando o controlando el material que contiene el fósforo, conformando la temperatura y la viscosidad, y la configuración y distribución de partículas del fósforo.

Por tanto, según esta realización, la distribución de la concentración del material fluorescente se determina según las condiciones operativas. También según esta realización, la eficiencia de la emisión de luz puede aumentarse diseñando la disposición de las dos o más clases de materiales fluorescentes (por ejemplo, disponiendo en el orden de cercanía al componente emisor de luz) según la luz generada por el componente emisor de luz. Con la configuración de esta realización, de manera similar a la primera realización, el diodo emisor de luz tiene alta

eficiencia y suficiente resistencia a la luz, incluso cuando se dispone adyacente a, o en la vecindad de, un componente emisor de luz de salida relativamente alta, con una intensidad de radiación (E_e) dentro del intervalo de 3 Wcm^{-2} y 10 Wcm^{-2} .

5 El material fluorescente de itrio-aluminio-granate, activado con cerio (material fluorescente YAG), usado en esta realización, tiene una estructura de granate, de manera similar al caso de la primera realización y, por lo tanto, es resistente al calor, la luz y la humedad. La longitud de onda pico de excitación del material fluorescente de itrio-aluminio-granate de esta realización puede establecerse cerca de los 450 nm, como se indica por la línea continua en la Fig. 5A, y la longitud de onda pico de emisión puede establecerse cerca de los 510 nm, como se indica por la línea continua en la Fig. 5B, mientras que se hace que el espectro de emisión sea tan ancho como para rebajarse hacia los 700 nm. Esto posibilita emitir luz verde. La longitud de onda pico de excitación de otro material fluorescente de itrio-aluminio-granate, activado con cerio, de esta realización puede establecerse cerca de los 450 nm, como se ha indicado por la línea discontinua en la FIG. 5A, y la longitud de onda pico de emisión puede establecerse cerca de los 600 nm, como se ha indicado por la línea discontinua en la Fig. 5B, mientras que se hace que el espectro de emisión sea tan ancho como para rebajarse hacia los 750 nm. Esto posibilita emitir luz roja.

15 La longitud de onda de la luz emitida se desplaza a una longitud de onda más corta sustituyendo parte del Al, entre los constituyentes del material fluorescente YAG que tienen estructura de granate, por Ga, y la longitud de onda de la luz emitida se desplaza a una longitud de onda más larga sustituyendo parte del Y por Gd y/o La. La proporción de la sustitución del Al por Ga es preferiblemente de Ga:Al = 1:1 a 4:6, en consideración de la eficiencia emisora de luz y la longitud de onda de la emisión. De manera similar, la proporción de la sustitución de Y por Gd y/o La es preferiblemente de Y:Gd y/o La = 9:1 a 1:9 o, más preferiblemente, de Y:Gd y/o La = 4:1 a 2:3. La sustitución de menos del 20% produce un aumento del componente verde y una disminución del componente rojo. La sustitución del 80%, o una parte mayor, por otra parte, aumenta el componente rojo, pero reduce escalonadamente la luminancia.

25 El material para hacer un fósforo de ese tipo se hace usando óxidos de Y, Gd, Ce, La, Al, Sm y Ga, o compuestos que puedan ser fácilmente convertidos en estos óxidos a alta temperatura, y mezclando suficientemente estos materiales en proporciones estequiométricas. O bien, el material de mezcla se obtiene disolviendo los elementos de las tierras raras Y, Gd, Ce, La y Sm en proporciones estequiométricas en ácido, co-precipitando la disolución con ácido oxálico y calentando al fuego el co-precipitado para obtener un óxido del co-precipitado, que se mezcla luego con óxido de aluminio y óxido de galio. Esta mezcla se mezcla con una cantidad apropiada de un fluoruro, tal como el fluoruro de amoníaco, usado como fundente, y se calienta al fuego en un crisol, a una temperatura de 1350 a 1450 °C en el aire, durante 2 a 5 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza, para así obtener el material deseado.

30 En esta realización, las dos o más clases de materiales fluorescentes de itrio-aluminio-granate, activados con cerio de distintas composiciones, pueden ser usadas por mezcla o disponerse independientemente (laminadas, por ejemplo). Cuando las dos o más clases de materiales fluorescentes se mezclan, la porción convertidora de colores puede formarse de manera relativamente fácil y de una manera adecuada para la producción a gran escala. Cuando las dos o más clases de materiales fluorescentes se disponen independientemente, el color puede ajustarse después de formarlo laminando las capas hasta que pueda obtenerse un color deseado. Además, cuando se disponen las dos o más clases de materiales fluorescentes independientemente, es preferible disponer un material fluorescente que absorba la luz del componente emisor de luz de una longitud de onda más corta, cerca del elemento de LED, y un material fluorescente que absorba la luz de una longitud de onda más larga, lejos del elemento de LED. Esta disposición permite la absorción y emisión eficaz de la luz.

35 El diodo emisor de luz de esta realización se hace usando dos o más clases de materiales fluorescentes de itrio-aluminio-granate, de distintas composiciones, como los materiales fluorescentes, como se ha descrito anteriormente. Esto posibilita hacer un diodo emisor de luz capaz de emitir luz del color deseado de manera eficaz. Es decir, cuando la longitud de onda de la luz emitida por el componente emisor de luz semiconductor se corresponde con un punto sobre la línea recta que conecta el punto A y el punto B en el diagrama de cromaticidad de la Fig. 6, puede emitirse luz de cualquier color en la región sombreada encerrada por los puntos A, B, C y D en la Fig. 6, que son los puntos de cromaticidad (puntos C y D) de las dos o más clases de materiales fluorescentes de itrio-aluminio-granate de distintas composiciones. Según esta realización, el color puede controlarse cambiando las composiciones o cantidades de los elementos de LED y los materiales fluorescentes. En particular, puede hacerse un diodo emisor de luz de menor variación en la longitud de onda de emisión seleccionando los materiales fluorescentes según la longitud de onda de emisión del elemento de LED, compensando así la variación de la longitud de onda de emisión del elemento de LED. Además, puede hacerse un diodo emisor de luz que incluye componentes RGB con alta luminancia seleccionando la longitud de onda de emisión de los materiales fluorescentes.

45 Además, debido a que el material fluorescente de itrio-aluminio-granate (YAG) usado en esta realización tiene estructura de granate, el diodo emisor de luz de esta realización puede emitir luz de alta luminancia durante un largo periodo de tiempo. Además, los diodos emisores de luz de la primera realización y de esta realización están provistos de un componente emisor de luz instalado mediante material fluorescente. Además, debido a 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 brecha de banda del semiconductor de nitruro, y es menos probable que sea

absorbida por la capa semiconductor de nitruro. Por tanto, aunque la luz emitida por el material fluorescente está dirigida también al elemento de LED debido a la isotropía de la emisión, la luz emitida por el material fluorescente nunca es absorbida por el elemento de LED y, por lo tanto, no se reducirá la eficiencia de emisión del diodo emisor de luz.

5 (Fuente de luz plana)

Una fuente de luz plana de la presente invención se muestra en la Fig. 7.

En la fuente de luz plana mostrada en la Fig. 7, el fósforo usado en la primera realización está contenido en un material de revestimiento 701. Con esta configuración, la luz azul emitida por el semiconductor de nitruro de galio se convierte cromáticamente y se produce en estado plano mediante una placa de guía óptica 704 y una hoja dispersiva 706.

Específicamente, un componente emisor de luz 702 de la fuente de luz plana de la Fig. 7 está asegurado en un sustrato de metal 703 en forma de C invertida, sobre el cual están formados una capa aislante y un patrón conductor (no mostrado). Después de conectar eléctricamente el electrodo del componente emisor de luz y el patrón conductor, el fósforo se mezcla con resina epoxi y se aplica al sustrato de metal en forma de C invertida 703, sobre el cual se monta el componente emisor de luz 702. El componente emisor de luz así asegurado se fija sobre una cara extrema de una placa de guía óptica acrílica 704 por medio de una resina epoxi. Una película reflectante 707, que contiene un agente de difusión blanco, está dispuesta sobre uno de los planos principales de la placa de guía óptica 704 donde no está formada la hoja dispersante 706, con el fin de impedir la fluorescencia. De manera similar, se proporciona un reflector 705 sobre toda la superficie, sobre el reverso de la placa de guía óptica 704 y sobre una cara extrema donde no se proporciona el componente emisor de luz, con el fin de mejorar la eficiencia de la emisión de luz. Con esta configuración, pueden hacerse diodos emisores de luz para la emisión de luz plana, que genera luminancia suficiente para la retro-iluminación de un LCD.

La aplicación del diodo emisor de luz para la emisión de luz plana a una pantalla de cristal líquido puede lograrse disponiendo una placa polarizadora sobre un plano principal de la placa de guía óptica 704, mediante cristal líquido inyectado entre sustratos de vidrio (no mostrados), sobre los cuales se forma un patrón conductor traslúcido.

Con referencia ahora a la Fig. 8 y a la Fig. 9, se describirá a continuación una fuente de luz plana según otra realización de la presente invención. El dispositivo emisor de luz en la Fig. 8 está formado en una configuración tal que la luz azul emitida por el diodo emisor de luz 702 se convierta en luz blanca por un convertidor cromático 701 que contiene fósforo, y se produce en estado plano mediante una placa de guía óptica 704.

El dispositivo emisor de luz mostrado en la Fig. 9 está formado en una configuración tal que la luz azul emitida por el componente emisor de luz 702 se convierta al estado plano por la placa de guía óptica 704, luego se convierta en luz blanca por una hoja dispersiva 706 que contiene fósforo, formada sobre uno de los planos principales de la placa de guía óptica 704, produciendo así luz blanca en estado plano. El fósforo puede estar tanto contenido en la hoja dispersiva 706 como formado en una hoja, esparciéndolo junto con una resina adhesiva sobre la hoja dispersiva 706. Además, el adhesivo, incluyendo el fósforo, puede estar formado por puntos, no una hoja, directamente sobre la placa de guía óptica

<Aplicación>

(Dispositivo de pantalla)

Ahora se describirá a continuación un dispositivo de pantalla. La Fig. 10 es un diagrama de bloques que muestra la configuración del dispositivo de pantalla. Como se muestra en la Fig. 10, el dispositivo de pantalla comprende un dispositivo de pantalla de LED 601 y un circuito impulsor 610 que tiene un controlador 602, medio de almacenamiento de datos de vídeo 603 y medios de control de tono 604. El dispositivo de pantalla de LED 601, que tiene los diodos emisores de luz blanca 501 mostrados en la Fig. 1 o la Fig. 2, dispuestos en configuración matricial en una cubierta 504, como se muestra en la Fig. 11, se usa como dispositivo de pantalla de LED monocromático. La cubierta 504 está provista de un material de bloqueo ligero 505 que está formado integralmente con la misma.

El circuito impulsor 610 tiene el medio de almacenamiento de datos de vídeo (RAM) 603 para almacenar temporalmente los datos de visualización que son producidos, el medio de control de tono 604 que calcula y produce señales de tono para controlar los diodos emisores de luz individuales del dispositivo de pantalla de LED 601, para iluminar con el brillo especificado, según los datos leídos desde la RAM 603, y el controlador 602, que está conmutado por señales suministradas desde el medio de control de tono 604 para llevar el diodo emisor de luz a iluminar. El circuito de control de tono 604 recupera los datos de la RAM 603 y calcula la duración de la iluminación de los diodos emisores de luz del dispositivo de pantalla de LED 601, luego produce señales de pulso para encender y apagar los diodos emisores de luz para el dispositivo de pantalla de LED 601. En el dispositivo de pantalla constituido como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de pantalla de LED es capaz de mostrar imágenes según las señales de pulso que se producen desde el circuito controlador, y tiene las siguientes ventajas.

Se requiere que el dispositivo de pantalla de LED que muestra con luz blanca usando diodos emisores de luz de tres

colores, RGB, muestre, a la vez que controla la salida de emisión lumínica de los diodos emisores de luz R, G y B y, en consecuencia, debe controlar los diodos emisores de luz teniendo en cuenta la intensidad de emisión, las características de temperatura y otros factores de los diodos emisores de luz, dando como resultado una complicada configuración del circuito impulsor que controla el dispositivo de pantalla de LED. En el dispositivo de pantalla, sin embargo, debido a que el dispositivo de pantalla de LED 601 está constituido usando diodos emisores de luz 501 usados en la presente invención, que pueden emitir luz blanca sin usar diodos emisores de luz de tres clases, RGB, no es necesario que el circuito impulsor controle individualmente los diodos emisores de luz R, G y B, posibilitando simplificar la configuración del circuito impulsor y hacer el dispositivo de pantalla a un bajo coste.

Con un dispositivo de pantalla de LED que muestra en luz blanca, usando diodos emisores de luz de tres clases, RGB, los tres diodos emisores de luz deben estar iluminados al mismo tiempo y la luz de los diodos emisores de luz debe mezclarse con el fin de mostrar luz blanca, combinando los tres diodos emisores de luz RGB para cada píxel, dando como resultado una gran área de visualización para cada píxel e imposibilitando mostrar con alta definición. El dispositivo de pantalla de LED del dispositivo de pantalla, por el contrario, puede mostrarse con luz blanca y puede hacerse con un único diodo emisor de luz y, por lo tanto, es capaz de mostrarse con luz blanca de mayor definición. Además, con el dispositivo de pantalla de LED que se muestra mezclando los colores de tres diodos emisores de luz, hay un caso en que el color de la pantalla cambia debido al bloqueo de alguno de los diodos emisores de luz RGB dependiendo del ángulo de visión; el dispositivo de pantalla de LED no tiene tal problema.

Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de pantalla proporcionado con el dispositivo de pantalla de LED que emplea el diodo emisor de luz usado en la presente invención, que es capaz de emitir luz blanca, es capaz de mostrar luz blanca estable con mayor definición y tiene la ventaja de menos disparidad de colores. El dispositivo de pantalla de LED que es capaz de mostrar luz blanca también impone menos estimulación al ojo, en comparación con el dispositivo de pantalla de LED convencional que emplea solamente colores rojo y verde y, por lo tanto, es adecuado para su uso durante un largo periodo de tiempo.

(Realización de otro dispositivo de pantalla empleando el diodo emisor de luz usado en la presente invención)

El diodo emisor de luz usado en la presente invención puede usarse para constituir un dispositivo de pantalla de LED en el que un píxel está constituido por tres diodos emisores de luz RGB y un diodo emisor de luz usado en la presente invención, como se muestra en la Fig. 12. Conectando el dispositivo de pantalla de LED y un circuito impulsor especificado, puede constituirse un dispositivo de pantalla capaz de mostrar diversas imágenes. El circuito impulsor de este dispositivo de pantalla tiene, de manera similar a un caso de dispositivo de pantalla monocromático, medio de almacenamiento de datos de vídeo (RAM) para almacenar temporalmente los datos de visualización de entrada, un circuito de control de tono que procesa los datos almacenados en la RAM para calcular señales de tono para iluminar los diodos emisores de luz con un brillo especificado y un controlador que es conmutado por la señal de salida del circuito de control de tono, para hacer que los diodos emisores de luz iluminen. El circuito impulsor 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 calcula la duración de la iluminación de los diodos emisores de luz a partir de los datos almacenados en la RAM, y produce señales de pulso para encender y apagar los diodos emisores de luz. Cuando muestran luz blanca, el ancho de las señales de pulso para iluminar los diodos emisores de luz RGB se acorta, o el valor pico de la señal de pulso se reduce o no se produce ninguna señal de pulso en absoluto. Por otra parte, se da una señal de pulso al diodo emisor de luz blanca en compensación por ello. Esto hace que el dispositivo de pantalla de LED muestre luz blanca.

Como se ha descrito anteriormente, el brillo de la pantalla puede mejorarse añadiendo el diodo emisor de luz blanca a los diodos emisores de luz RGB. Cuando los diodos emisores de luz RGB se combinan para mostrar luz blanca, uno o dos de los colores RGB pueden mejorarse, dando como resultado no lograr mostrar luz blanca pura dependiendo del ángulo de visión; tal problema se resuelve añadiendo el diodo emisor de luz blanca, como en este dispositivo de pantalla.

Para el circuito impulsor de un dispositivo de pantalla tal, como se ha descrito anteriormente, es preferible que se provea una CPU por separado, como un circuito de control de tono que calcula la señal de pulso para iluminar el diodo emisor de luz blanca con un brillo especificado. La señal de pulso que se produce del circuito de control de tono se entrega al controlador del diodo emisor de luz blanca, para conmutar así el controlador. El diodo emisor de luz blanca ilumina cuando el controlador se enciende y se extingue cuando el controlador se apaga.

(Señal de tráfico)

Cuando el diodo emisor de luz usado en la presente invención se usa como una señal de tráfico, que es una clase de dispositivo de pantalla, pueden obtenerse ventajas tales como una iluminación estable durante un largo periodo de tiempo, y ninguna disparidad de color, incluso cuando parte de los diodos emisores de luz se extinguen. La señal de tráfico que emplea el diodo emisor de luz usado en la presente invención tiene una configuración tal como que los diodos emisores de luz blanca están dispuestos sobre un sustrato sobre el cual se forma un patrón conductor. Un circuito de diodos emisores de luz, en el que tales diodos emisores de luz están conectados en serie o en paralelo, se manipula como un conjunto de diodos emisores de luz. Se usan dos o más conjuntos de los diodos emisores de luz, teniendo cada uno los diodos emisores de luz dispuestos en configuración en espiral. Cuando todos los diodos

emisores de luz están dispuestos, se disponen sobre el área entera, en configuración circular. Después de conectar las líneas de energía, soldando la conexión de los diodos emisores de luz y el sustrato con fuente de alimentación externa, se asegura en un chasis de señal ferroviaria. El dispositivo de pantalla de LED se coloca en un chasis de molde fundido de aluminio, equipado con un miembro bloqueador de luz, y se sella sobre la superficie con un relleno de goma de silicio. El chasis está provisto de una lente de color blanco sobre el plano de visualización del mismo. El cableado eléctrico del dispositivo de pantalla de LED se pasa a través de un embalaje de goma sobre el reverso del chasis, para aislar por sellado el interior del chasis del exterior, con el interior del chasis cerrado. Así se forma una señal de luz blanca. Una señal de mayor fiabilidad puede formarse dividiendo los diodos emisores de luz usados en la presente invención en una pluralidad de grupos y disponiéndolos en una configuración de espiral arremolinada desde un centro hacia el exterior, a la vez que se conectan en paralelo. La configuración de arremolinamiento desde el centro hacia el exterior puede ser tanto continua como intermitente. Por lo tanto, el número deseado de los diodos emisores de luz y el número deseado de los conjuntos de diodos emisores de luz pueden seleccionarse dependiendo del área de visualización del dispositivo de pantalla de LED. Esta señal es capaz, incluso cuando uno de los conjuntos de diodos emisores de luz, o parte de los diodos emisores de luz, no logra iluminar debido a algún problema, de iluminar uniformemente en una configuración circular sin desplazamiento cromático, por medio del conjunto restante de diodos emisores de luz o los restantes diodos emisores de luz. Debido a que los diodos emisores de luz están dispuestos en una configuración de espiral, pueden disponerse más densamente cerca del centro, y controlarse sin ninguna impresión distinta a la de las señales que emplean lámparas incandescentes.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos ilustran adicionalmente el diodo emisor de luz usado en la presente invención en detalle, pero no han de ser interpretados para limitar el alcance de la misma.

(Ejemplo 1)

El Ejemplo 1 proporciona un componente emisor de luz que tiene un pico de emisión en 450 nm y un medio ancho de 30 nm, empleando un semiconductor de GaInN. El componente emisor de luz usado en la presente invención se forma haciendo fluir gas TMG (trimetilgalio), gas TMI (trimetilindio), gas nitrógeno y gas dopante, junto con un gas portador, sobre un sustrato de zafiro limpio, y formando una capa semiconductor de un compuesto de nitruro de galio en un procedimiento MOCVD. Se forman un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N y un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P 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 nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N, una capa revestida que es un semiconductor de aluminio y nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P y una capa de contacto que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P y, formada entre la capa de contacto que tiene conductividad de tipo N y la capa revestida que tiene conductividad de tipo P, hay una capa de activación de InGaN no dopada, de un espesor de aproximadamente 3 nm, para hacer una estructura de pozo cuántico único. El sustrato de zafiro tiene un semiconductor de nitruro de galio, formado sobre el mismo a baja temperatura, para hacer una capa amortiguadora. El semiconductor de tipo P se tiempla a una temperatura de 400 °C o más después de formar la película.

Después de exponer las superficies de las capas semiconductoras de tipo P y de tipo N por grabado, se forman electrodos n y p por pulverización. Después de trazar la oblea semiconductor que se ha hecho como se ha descrito anteriormente, los componentes emisores de luz se forman dividiendo la oblea con fuerza externa.

El componente emisor de luz hecho en el procedimiento anterior se monta en una copa de un conductor de montaje que está hecho de acero revestido de plata, por unión en troquel con resina epoxi. A continuación, los electrodos del componente emisor de luz, el conductor de montaje y el conductor interno están eléctricamente conectados por unión de hilos, con hilos de oro de 30 μm de diámetro, para formar un diodo emisor de luz de tipo conductor.

Se hace un fósforo disolviendo elementos de las tierras raras, de Y, Gd y Ce, en un ácido en proporciones estequiométricas y co-precipitando la disolución con ácido oxálico. El óxido del co-precipitado, obtenido calentando al fuego este material, se mezcla con óxido de aluminio, para así obtener el material de mezcla. La mezcla se mezcló luego con fluoruro de amonio, usado como fundente, y se calentó al fuego en un crisol a una temperatura de 1400 °C en el aire durante 3 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza, para así obtener el material deseado. El fósforo hecho como se ha descrito anteriormente es material fluorescente de itrio-aluminio-granate, representado por la fórmula general (Y_{0,8}Gd_{0,2})₃Al₅O₁₂:Ce, en la que aproximadamente el 20% del Y está sustituido por Gd y la razón de sustitución del Ce es 0,03.

80 partes del peso del material fluorescente que tiene una composición de (Y_{0,8}Gd_{0,2})₃Al₅O₁₂:Ce, que ha sido formado en el procedimiento anterior, y 100 partes del peso de resina epoxi, se mezclan lo suficiente para convertirlas en una suspensión. La suspensión se vierte en la copa proporcionada sobre el conductor de montaje, sobre el cual está montado el componente emisor de luz. Después de verter, la suspensión se cura a 130 °C durante una hora. Así, se forma un revestimiento con un espesor de 120 μm, que contiene el fósforo, sobre el componente emisor de luz. En el Ejemplo 1, el revestimiento se forma para contener el fósforo en una concentración

gradualmente creciente, hacia el componente emisor de luz. La intensidad de irradiación es aproximadamente 3,5 W/cm². El componente emisor de luz y el fósforo se moldean con resina epoxi traslúcida, con el fin de protección ante la tensión extrínseca, la humedad y el polvo. Un marco conductor, con la capa de revestimiento de fósforo formada sobre el mismo, se coloca en un molde en forma de bala y se mezcla con resina epoxi traslúcida, y luego se cura a 150 °C durante 5 horas.

Según observación visual del diodo emisor de luz, formado como se ha descrito anteriormente, en la dirección normal al plano emisor de luz, se encontró que la porción central quedaba de color amarillento, debido al color corporal del fósforo. Las mediciones del punto de cromaticidad, la temperatura del color y el índice de representación del color del diodo emisor de luz, hecho como se ha descrito anteriormente y capaz de emitir luz blanca, dieron 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 representación de color (Ra), que son aproximadas a las características de una lámpara fluorescente de 3 ondas. La eficiencia de emisión de luz fue 9,5 lm/W, comparable a la de una lámpara incandescente. Además, en ensayos de duración, bajo condiciones de energización con una corriente de 60 mA a 25 °C, de 20 mA a 25 °C y de 20 mA a 60 °C, con un 90% de HR, no se observó ningún cambio debido al material fluorescente, demostrando que el diodo emisor de luz no tuvo ninguna diferencia en su vida de servicio con respecto al diodo emisor de luz azul convencional.

(Ejemplo comparativo 1)

La formación de un diodo emisor de luz, y las ensayos de duración del mismo, se realizaron de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el cambio del fósforo, de (Y_{0,8}Gd_{0,2})₃Al₅O₁₂:Ce a (ZnCd)S:Cu, Al. El diodo emisor de luz que se había formado mostró, inmediatamente después de la energización, la emisión de luz blanca, pero con baja luminancia. En un ensayo de duración, la salida disminuyó a cero en aproximadamente 100 horas. El análisis de la causa del deterioro mostró que el material fluorescente estaba ennegrecido.

Se supone que este problema ha sido provocado a medida que la luz emitida por el componente emisor de luz y la humedad que había sido captada sobre el material fluorescente, o que había entrado desde el exterior, causaron fotolisis, para hacer que el cinc coloidal precipitara sobre la superficie del material fluorescente, dando por resultado una superficie ennegrecida. Los resultados de los ensayos de duración bajo condiciones de energización con una corriente de 20 mA a 25 °C y de 20 mA a 60 °C con un 90% de HR se muestran en la Fig. 13, junto con los resultados del Ejemplo 1. La luminancia se da en términos de valor relativo con respecto al valor inicial como referencia. Una línea continua indica el Ejemplo 1 y una línea ondulada indica el Ejemplo comparativo 1 en la Fig. 13.

(Ejemplo 2)

En el Ejemplo 2, se formó un componente emisor de luz de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por el aumento del contenido de In en el semiconductor de un compuesto de nitruro del componente emisor de luz, para hacer que la emisión alcance un valor pico en 460 nm, y el aumento del contenido de Gd en el fósforo sobre el del Ejemplo 1, para tener una composición de (Y_{0,6}Gd_{0,4})₃Al₅O₁₂:Ce. Las mediciones del punto de cromaticidad, la temperatura del color y el índice de representación de color del diodo emisor de luz, que se hicieron como se ha descrito anteriormente, y capaz de emitir luz blanca, dieron valores de (0,375, 0,370) para el punto de cromaticidad (x, y), temperatura de color de 4400 K y 86,0 para el índice de representación del color (Ra). La Fig. 18A, la Fig. 18B y la Fig. 18C muestran, respectivamente, los espectros de emisión del fósforo, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del Ejemplo 2.

Se hicieron 100 piezas de los diodos emisores de luz del Ejemplo 2 y se tomaron las intensidades luminosas promedio de los mismos después de iluminar durante 1000 horas. En términos del porcentaje del valor de intensidad luminosa antes de la ensayo de duración, la intensidad luminosa promedio después de la ensayo de duración fue del 98,8%, no demostrando ninguna diferencia en la característica.

(Ejemplo 3)

Se hicieron 100 diodos emisores de luz, de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto por la adición de Sm, además de los elementos de las tierras raras Y, Gd y Ce en el fósforo, para hacer un material fluorescente con composición de (Y_{0,39}Gd_{0,57}Ce_{0,03}Sm_{0,01})₃Al₅O₁₂. Cuando se hizo que los diodos emisores de luz iluminaran a una alta temperatura de 130 °C, se obtuvo una característica de temperatura promedio de aproximadamente el 8% mejor que la del Ejemplo 1.

(Ejemplo 4)

El dispositivo de pantalla de LED del Ejemplo 4 está hecho de los diodos emisores de luz del Ejemplo 1, que están dispuestos en una matriz de 16x16 sobre un sustrato de cerámica, sobre el cual está formado un patrón de cobre como se muestra en la Fig. 11. En el dispositivo de pantalla de LED del Ejemplo 4, el sustrato sobre el que están dispuestos los diodos emisores de luz está colocado en un chasis 504 que está hecho de resina de fenol y que está provisto de un miembro bloqueador de luz 505, que está formado integralmente con el mismo. El chasis, los diodos emisores de luz, el sustrato y parte del miembro bloqueador de luz, excepto las puntas de los diodos emisores de

luz, están cubiertos con goma de silicio 506 coloreada de negro con un pigmento. El sustrato y los diodos emisores de luz están soldados por medio de una máquina de soldadura automática.

El dispositivo de pantalla de LED hecho en la configuración descrita anteriormente, una RAM que almacena temporalmente los datos de visualización producidos, un circuito de control de tono que procesa los datos almacenados en la RAM para calcular señales de tono para iluminar los diodos emisores de luz con un brillo especificado, y un medio de accionamiento que es conmutado por la señal de salida del circuito de control de tono, para hacer que los diodos emisores de luz iluminen, están eléctricamente conectados para formar un dispositivo de pantalla de LED. Controlando los dispositivos de pantalla de LED, se verificó que el aparato puede usarse como un dispositivo de pantalla de LED en blanco y negro.

(Ejemplo 5)

El diodo emisor de luz del Ejemplo 5 se hizo de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que usando fósforo, representado por la fórmula general $(Y_{0,2}Gd_{0,8})_3Al_5O_{12}:Ce$. Se hicieron 100 piezas de los diodos emisores de luz del Ejemplo 5, y se midieron para diversas características. La medición del punto de cromaticidad dio valores de (0,450, 0,420) en promedio para el punto de cromaticidad (x, y), y se emitió luz de color de lámpara incandescente. La Fig. 19A, la Fig. 19B y la Fig. 19C muestran, respectivamente, los espectros de emisión del fósforo, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del Ejemplo 5. Aunque los diodos emisores de luz del Ejemplo 5 mostraron luminancia de aproximadamente el 40% inferior a la de los diodos emisores de luz del Ejemplo 1, mostraron buena adaptabilidad climática, comparable a la del Ejemplo 1 en la ensayo de duración.

(Ejemplo 6)

El diodo emisor de luz del Ejemplo 6 se hizo de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que usando fósforo, representado por la fórmula general $Y_3Al_5O_{12}:Ce$. Se hicieron 100 piezas de los diodos emisores de luz del Ejemplo 6, y se midieron para diversas características. Medición del punto de cromaticidad: se emitió luz blanca verdosa levemente amarilla, en comparación con el Ejemplo 1. El diodo emisor de luz del Ejemplo 6 mostró buena adaptabilidad climática, similar a la del Ejemplo 1 en la ensayo de duración. La Fig. 20A, la Fig. 20B y la Fig. 20C muestran, respectivamente, los espectros de emisión del fósforo, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del Ejemplo 6.

(Ejemplo 7)

El diodo emisor de luz del Ejemplo 7 se hizo de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que usando fósforo, representado por la fórmula general $Y_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12}:Ce$. Se hicieron 100 piezas de los diodos emisores de luz del Ejemplo 7, y se midieron para diversas características.

Aunque los diodos emisores de luz del Ejemplo 7 mostraron una baja luminancia, emitieron luz blanca verdosa y mostraron buena adaptabilidad climática, similar a la del Ejemplo 1 en la ensayo de duración. La Fig. 21 A, la Fig. 21B y la Fig. 21C muestran, respectivamente, los espectros de emisión del fósforo, el componente emisor de luz y el diodo emisor de luz del Ejemplo 7.

(Ejemplo 8)

El diodo emisor de luz del Ejemplo 8 se hizo de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que usando fósforo, representado por la fórmula general $Gd_3(Al_{0,5}Ga_{0,5})_5O_{12}:Ce$, que no contiene Y. Se hicieron 100 piezas de los diodos emisores de luz del Ejemplo 8 y se midieron para diversas características.

Aunque los diodos emisores de luz del Ejemplo 8 mostraron una baja luminancia, mostraron buena adaptabilidad climática, similar a la del Ejemplo 1 en la ensayo de duración.

(Ejemplo 9)

El diodo emisor de luz del Ejemplo 9 es un dispositivo emisor de luz plana que tiene la configuración mostrada en la Fig. 7.

Se usa un semiconductor de $In_{0,05}Ga_{0,95}N$ que tiene un pico de emisión en 450 nm como un componente emisor de luz. Los componentes emisores de luz se forman haciendo fluir gas TMG (trimetilgalio), gas TMI (trimetilindio), gas nitrógeno y gas dopante, junto con un gas portador, sobre un sustrato de zafiro limpio, y formando una capa semiconductor de un compuesto de nitruro de galio en el procedimiento MOCVD. Se forman una capa semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N y una capa semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P conmutando SiH_4 y CP_2Mg (bis(ciclopentadienil)magnesio) como gas dopante, formando así una unión PN. Para el componente emisor de luz semiconductor, se forman una capa de contacto que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N, una capa revestida que es un semiconductor de aluminio y nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N, una capa revestida que es un semiconductor de aluminio y nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P y una capa de contacto que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P. Una capa de activación de InGaN dopado con

Zn, que forma una unión doble-hetero, se forma entre la capa revestida que tiene conductividad de tipo N y la capa revestida que tiene conductividad de tipo P. Se proporciona una capa amortiguadora sobre el sustrato de zafiro, formando una capa semiconductor de nitruro de galio a baja temperatura. La capa semiconductor de nitruro de tipo P se temple a una temperatura de 400 °C o más, después de formar la película.

- 5 Después de formar las capas semiconductoras y exponer las superficies de las capas semiconductoras de tipo P y de tipo N por grabado, los electrodos se forman por pulverización. Después de trazar la oblea semiconductor que se ha hecho como se ha descrito anteriormente, los componentes emisores de luz se forman como componentes emisores de luz dividiendo la oblea con fuerza externa. El componente emisor de luz se monta sobre un conductor de montaje que tiene una copa en la punta de un marco conductor de cobre revestido de plata, por unión en troquel con resina epoxi. Los electrodos del componente emisor de luz, el conductor de montaje y el conductor interior están eléctricamente conectados por unión de hilos, con hilos de oro que tienen un diámetro de 30 µm.

- 10 El marco conductor, con el componente emisor de luz adosado sobre el mismo, se coloca en un molde en forma de bala y se sella con resina epoxi traslúcida para el moldeado, que se cura luego a 150 °C durante 5 horas, para así formar un diodo emisor de luz azul. El diodo emisor de luz azul está conectado a una cara extrema de una placa de guía óptica acrílica que está pulida en todas las caras extremas. Sobre una superficie y cara lateral de la placa acrílica se aplica serigrafía usando titanato de bario disperso en un adhesivo acrílico como reflector del color blanco, que se cura luego.

- 15 El fósforo de colores verde y rojo se prepara disolviendo elementos de las tierras raras de Y, Gd, Ce y La en ácido, en proporciones estequiométricas, y co-precipitando la disolución con ácido oxálico. El óxido del co-precipitado obtenido calentando al fuego este material se mezcla con óxido de aluminio y óxido de galio, para así obtener los respectivos materiales de mezcla. La mezcla se mezcla luego con fluoruro de amoníaco usado como fundente, y se calienta al fuego en un crisol a una temperatura de 1400 °C en el aire durante 3 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza, para así obtener el material deseado.

- 20 120 partes del 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, preparado como se ha descrito anteriormente, y 100 partes del peso del segundo material fluorescente que tiene una composición de $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12}:Ce$ y capaz de emitir luz roja, preparado en un procedimiento similar al del primer material fluorescente, se mezclan suficientemente con 100 partes del peso de resina epoxi, para formar una suspensión. La suspensión se aplica uniformemente sobre una capa acrílica que tiene un espesor de 0,5 mm, por medio de un multi-recubridora, y se seca para formar una capa de material fluorescente que va a usarse como un material convertidor de color, que tiene un espesor de aproximadamente 30 µm. La capa de material fluorescente se corta del mismo tamaño que el del principal plano emisor de luz de la placa de guía óptica, y se dispone sobre la placa de guía óptica, para así formar el dispositivo emisor de luz plana. Las mediciones del punto de cromaticidad y el índice de representación cromática del dispositivo emisor de luz dieron valores de (0,29, 0,34) para el punto de cromaticidad (x, y) y 92,0 para el índice de representación cromática (Ra), que son aproximados a las propiedades de una lámpara fluorescente de 3 ondas. Se obtuvo una eficiencia emisora de luz de 12 lm/W, comparable a la de una lámpara incandescente. Además, en pruebas de adaptabilidad climática, bajo condiciones de energización con una corriente de 60 mA a temperatura ambiente, de 20 mA a temperatura ambiente y de 20 mA a 60 °C con un 90% de HR, no se observó ningún cambio debido al material fluorescente.

40 (Ejemplo Comparativo 2)

- La formación del diodo emisor de luz y las pruebas de adaptabilidad climática del mismo se realizaron de la misma manera que en el Ejemplo 9, excepto que mezclando 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 del perileno, en lugar del primer material fluorescente representado por la fórmula general $Y_3(Al_{0,6}Ga_{0,4})_5O_{12}:Ce$, capaz de emitir luz verde, y del segundo material fluorescente representado por la fórmula general $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12}:Ce$, 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 prueba de adaptabilidad climática se realizó irradiando con rayos ultravioletas generados por arco de carbón durante 200 horas, que representa la irradiación equivalente de luz solar durante un periodo de un año, a la vez que se midió la razón de retención de luminancia y el tono de color en diversos momentos durante el periodo de prueba. En una prueba de fiabilidad, el componente emisor de luz se energizó para emitir luz a una temperatura constante de 70 °C, a la vez que se midió la luminancia y el tono de color en distintos momentos. Los resultados se muestran en la Fig. 14 y la Fig. 15, junto con el Ejemplo 9. Como será evidente de la Fig. 14 y la Fig. 15, el componente emisor de luz del Ejemplo 9 experimenta menos deterioro que el Ejemplo comparativo 2.

55 (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 usa el componente emisor de luz que tiene una capa emisora de luz de $In_{0,05}Ga_{0,95}N$, con un pico de emisión en 450 nm, que se hace de la misma manera que en el Ejemplo 9. El componente emisor de luz se monta en la copa proporcionada en la punta de un conductor de montaje de cobre

revestido de plata, por unión en troquel con resina epoxi. Los electrodos del componente emisor de luz, el conductor de montaje y el conductor interno se conectaron eléctricamente por unión de hilos, con hilos de oro.

5 El fósforo se forma 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, preparado de la siguiente manera. Concretamente, los elementos de las tierras raras de Y, Gd y Ce se disuelven en ácido en proporciones estequiométricas, y la disolución se co-precipita con ácido oxálico. El óxido de la co-precipitación obtenida por calentamiento al fuego se mezcla con óxido de aluminio y óxido de galio, para así obtener los materiales de mezcla respectivos. La mezcla se mezcla con fluoruro de amonio, usado como fundente, y se calienta al fuego en un crisol a una temperatura de 1400 °C en el aire durante 3 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza para obtener el primer y segundo materiales fluorescentes de la distribución de partículas especificada.

15 Se mezclan 40 partes del peso del primer material fluorescente, 40 partes del peso del segundo material fluorescente y 100 partes del peso de resina epoxi lo suficiente como para formar una suspensión. La suspensión se vierte en la copa que se proporciona sobre el conductor de montaje, en el que se coloca el componente emisor de luz. A continuación, la resina, incluyendo el fósforo, se cura a 130 °C durante 1 hora. Así se forma una capa de revestimiento que incluye el fósforo, en un espesor de 120 μm , sobre el componente emisor de luz. La concentración del fósforo en la capa de revestimiento se aumenta gradualmente hacia el componente emisor de luz. Además, el componente emisor de luz y el fósforo se sellan moldeando con resina epoxi traslúcida, con el fin de protegerlos ante la tensión extrínseca, la humedad y el polvo. Un marco conductor, con la capa de revestimiento de fósforo formada sobre el mismo, se coloca en un molde en forma de bala y se mezcla con resina epoxi traslúcida, y a continuación se cura a 150 °C durante 5 horas. Bajo observación visual del diodo emisor de luz, formado como se ha descrito anteriormente, en la dirección normal al plano emisor de luz, se encontró que la porción central quedó de color amarillento, debido al color corporal del fósforo.

25 Las mediciones del punto de cromaticidad, la temperatura del color y el índice de representación cromática del diodo emisor de luz del Ejemplo 10, que se formó como se ha descrito anteriormente, dieron valores de (0,32, 0,34) para el punto de cromaticidad (x, y), 89,0 para el índice de representación cromática (Ra) y una eficiencia de emisión de luz de 10 lm/W . Además, en las pruebas de adaptabilidad climática, bajo condiciones de energización con una corriente de 60 mA a temperatura ambiente, de 20 mA a temperatura ambiente y de 20 mA a 60 °C con un 90% de HR, no se observó ningún cambio debido al fósforo, no mostrando ninguna diferencia con respecto a un diodo emisor de luz azul corriente en la característica de vida útil de servicio.

(Ejemplo 11)

35 Se usa el semiconductor $In_{0,4}Ga_{0,6}N$, que tiene un pico de emisión en 470 nm, como un elemento de LED. Los componentes emisores de luz se forman haciendo fluir gas TMG (trimetilgalio), gas TMI (trimetilindio), gas nitrógeno y gas dopante, junto con un gas portador, sobre un sustrato de zafiro limpio, para así formar una capa semiconductor de un compuesto de nitruro de galio en el procedimiento MOCVD. Se formaron una capa semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N y una capa semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P conmutando SiH_4 y Cp_2Mg (bis(ciclopentadienil)magnesio) como el gas dopante, formando así una unión PN. Para el elemento de LED, se forman una capa de contacto, que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo N, una capa revestida que es un semiconductor de nitruro de galio y aluminio que tiene conductividad de tipo P y una capa de contacto que es un semiconductor de nitruro de galio que tiene conductividad de tipo P. Se forma una capa de activación de $InGaN$ no dopado, con un espesor de aproximadamente 3 nm, entre la capa de contacto que tiene conductividad de tipo N y la capa revestida que tiene conductividad de tipo P, para así formar una estructura de pozo cuántico único. Se proporciona una capa amortiguadora sobre el sustrato de zafiro formando una capa semiconductor de nitruro de galio a baja temperatura.

45 Después de formar las capas y exponer las superficies de las capas semiconductoras de tipo P y de tipo N por grabado, los electrodos se forman por pulverización. Después de trazar la oblea semiconductor, que se hace como se ha descrito anteriormente, los componentes emisores de luz se forman dividiendo la oblea con una fuerza externa.

50 El componente emisor de luz está montado en una copa en la punta de un conductor de montaje de cobre revestido de plata, por unión en troquel con resina epoxi. Los electrodos del componente emisor de luz, el conductor de montaje y el conductor interno están eléctricamente conectados por unión de hilos, con hilos de oro que tienen un diámetro de 30 μm .

55 El marco conductor, con el componente emisor de luz adosado sobre el mismo, se coloca en un molde en forma de bala y se sella con resina epoxi traslúcida para el moldeado, que se cura luego a 150 °C durante 5 horas, para así formar un diodo emisor de luz azul. El diodo emisor de luz azul está conectado a una cara extrema de una placa de guía óptica acrílica que está pulida sobre todas las caras extremas. Sobre una superficie y cara lateral de la placa acrílica se aplica serigrafía usando titanato de bario disperso en un adhesivo acrílico como reflector del color blanco, que se cura luego.

- El fósforo se forma mezclando un material fluorescente representado por la fórmula general $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12}:Ce$, capaz de emitir luz amarilla de una longitud de onda relativamente corta, y un material fluorescente representado por la fórmula $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12}:Ce$, capaz de emitir luz amarilla de una longitud de onda relativamente larga, preparado de la siguiente manera. Concretamente, los elementos de las tierras raras de Y, Gd y Ce se disuelven en ácido en proporciones estequiométricas, y se co-precipita la disolución con ácido oxálico. El óxido de la co-precipitación, obtenido calentándola al fuego, se mezcla con óxido de aluminio, para obtener así el material de mezcla respectivo. La mezcla se mezcla con fluoruro de amonio, usado como fundente, y se calienta al fuego en un crisol a una temperatura de 140 °C en el aire durante 3 horas. A continuación, el material calentado al fuego se muele por un molino de bolas en agua, se lava, se separa, se seca y se tamiza.
- 10 100 partes del peso del material fluorescente amarillo de longitud de onda relativamente corta y 100 partes del peso del material fluorescente amarillo de longitud de onda relativamente larga, que se forman como se ha descrito anteriormente, se mezclan suficientemente con 1000 partes del peso de resina acrílica y se extruyen, para así formar una película de material fluorescente que va a usarse como material convertidor de color, de aproximadamente 180 μm de espesor. La película de material fluorescente se corta del mismo tamaño que el plano de emisión principal de la placa de guía óptica, y se dispone sobre la placa de guía óptica, para así formar un dispositivo emisor de luz. Las mediciones del punto de cromaticidad y del índice de representación cromática del dispositivo emisor de luz del Ejemplo 3, que se forma como se ha descrito anteriormente, dieron valores de (0,33, 0,34) para el punto de cromaticidad (x, y), 88,0 para el índice de representación cromática (Ra) y una eficiencia de emisión de luz de 10 lm/W . La Fig. 22A, la Fig. 22B y la Fig. 22C muestran espectros de emisión del material fluorescente representado por $(Y_{0,8}Gd_{0,2})_3Al_5O_{12}:Ce$ y de un material fluorescente representado por la fórmula general $(Y_{0,4}Gd_{0,6})_3Al_5O_{12}:Ce$, usados en el Ejemplo 11. La Fig. 23 muestra el espectro de emisión del diodo emisor de luz del Ejemplo 11. Además, en ensayos de duración, bajo condiciones de energización con una corriente de 60 mA a temperatura ambiente, de 20 mA a temperatura ambiente y de 20 mA a 60 °C con un 90% de HR, no se observó ningún cambio debido al material fluorescente.
- 25 De manera similar, la cromaticidad deseada puede mantenerse incluso cuando la longitud de onda del componente emisor de luz se cambia, cambiando el contenido del material fluorescente.

(Ejemplo 12)

- El diodo emisor de luz del Ejemplo 12 se formó de la misma manera que en el Ejemplo 1, excepto que usando fósforo representado por la fórmula general $Y_3In_5O_{12}:Ce$. Se hicieron 100 piezas del diodo emisor de luz del Ejemplo 12. Aunque el diodo emisor de luz del Ejemplo 12 mostró una luminancia menor que la de los diodos emisores de luz del Ejemplo 1, mostró buena adaptabilidad climática, comparable a la del Ejemplo 1, en una ensayo de duración. Como se ha descrito anteriormente, el diodo emisor de luz usado en la presente invención puede emitir luz de un color deseado y está sujeto a un menor deterioro de la eficiencia de emisión y buena adaptabilidad climática, incluso cuando se usa con alta luminancia durante un largo periodo de tiempo. Por lo tanto, la aplicación del diodo emisor de luz no está limitada a aparatos electrónicos, sino que puede abrir nuevas aplicaciones, incluyendo pantallas para automóviles, aviones y boyas para refugios y puertos, así como para uso en exteriores, tal como señales e iluminación para autopistas.

REIVINDICACIONES

1. Una fuente de luz plana que comprende:

un chip de diodo emisor de luz (LED) (702) que tiene un semiconductor basado en nitruro de galio y que emite una luz azul,
5 un material de revestimiento (701) que comprende un material fluorescente para absorber una parte de la luz azul y convertir la luz azul absorbida en una luz que tiene una longitud de onda distinta de la longitud de onda de luz azul, comprendiendo dicho material fluorescente un material fluorescente de granate activado con cerio, conteniendo el material fluorescente de granate activado con cerio al menos un elemento seleccionado de Y, Lu, Sc, La, Gd y Sm y al menos un elemento seleccionado de Al, Ga e In,
10 una placa de guía óptica (704) realizada de una placa acrílica,
un cerramiento en forma de C (703) fijado sobre una cara extrema de dicha placa de guía óptica (704), estando dicho cerramiento en forma de C (703) realizado de un metal y que tiene una forma de C en vista en sección transversal, en el que el chip de LED (702) está dispuesto en el cerramiento en forma de C (703) y dicho material de revestimiento (701) se aplica al cerramiento en forma de C (703),
15 una lamina dispersiva (706) dispuesta sobre un plano principal de dicha placa de guía óptica (704), y un reflector (705) provisto sobre toda superficie del reverso de la placa de guía óptica y otra cara extrema de la placa de guía óptica en la que el chip de LED no se proporciona,
20 en la que dicha placa de guía óptica (704) acepta la luz convertida mezclada con luz azul sin absorber del chip de LED a través del material de revestimiento (701) en una cara extrema de la placa de guía óptica (704) y emite luz blanca de un plano principal de la placa de guía óptica (704).

2. Una fuente de luz plana según la reivindicación 1, en la que un pico de emisión principal de la luz azul está establecido dentro del intervalo de 420 a 490 nm.

3. Una fuente de luz plana según la reivindicación 1 o 2, en la que dicho material de revestimiento se forma mezclando el material fluorescente con resina epoxi.

25 4. Una pantalla de cristal líquido que comprende una fuente de luz plana según al menos una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que dicha pantalla de cristal líquido comprende además una placa polarizadora dispuesta sobre un plano principal de dicha placa de guía óptica (704) mediante cristal líquido inyectado entre los sustratos de vidrio sobre los cuales se forma un patrón conductor traslúcido.

Fig.1

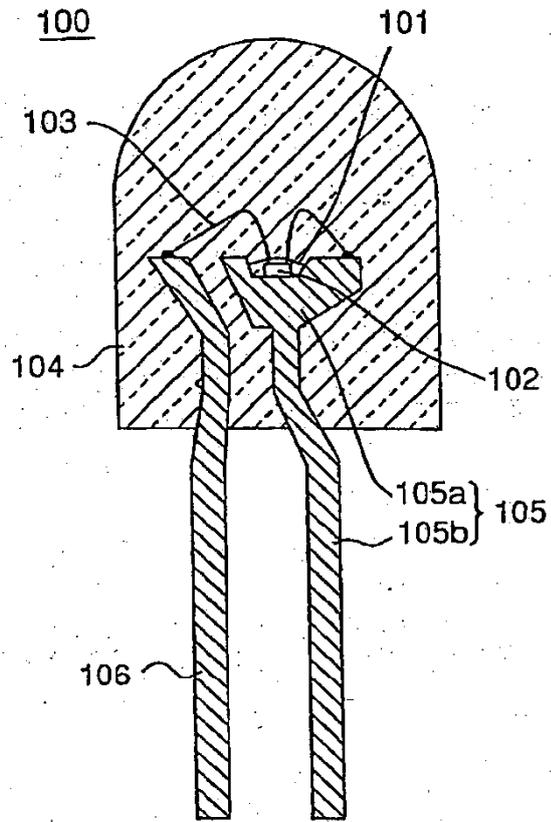


Fig.2

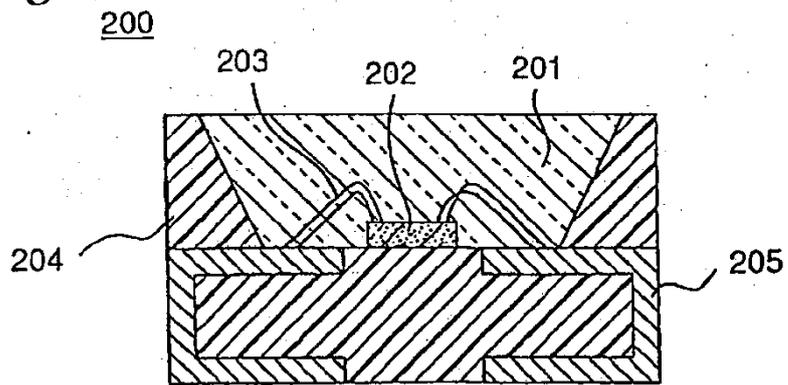


Fig.3A

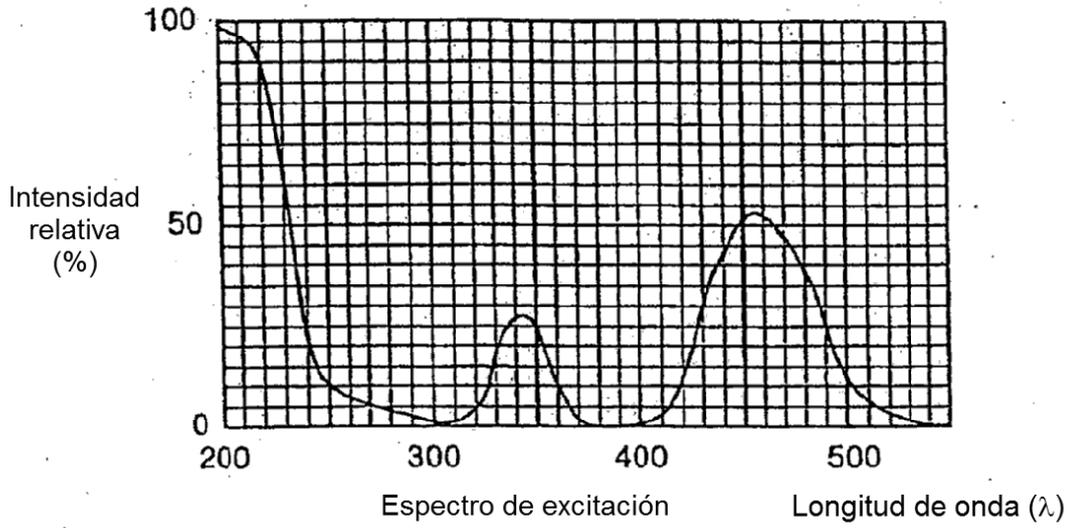
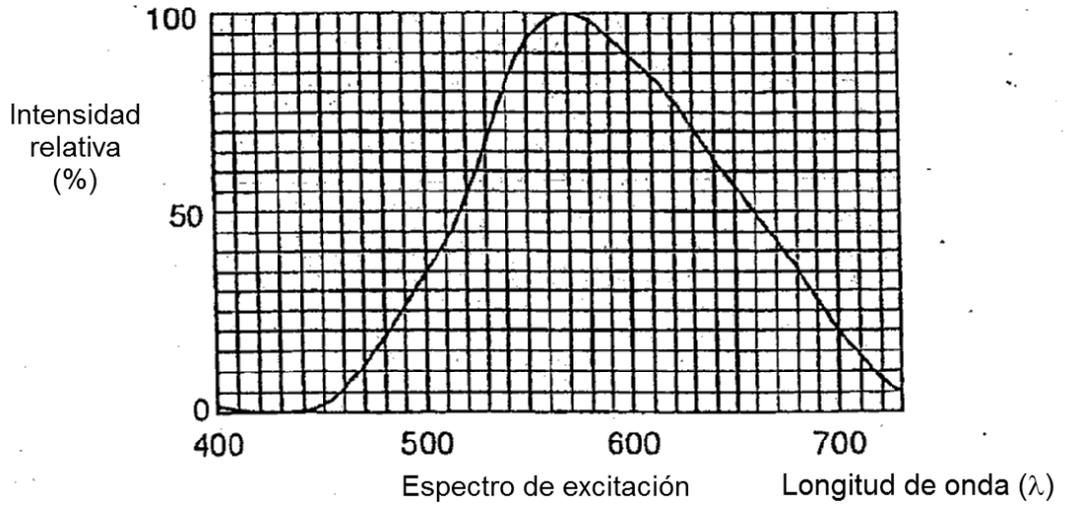


Fig.3B



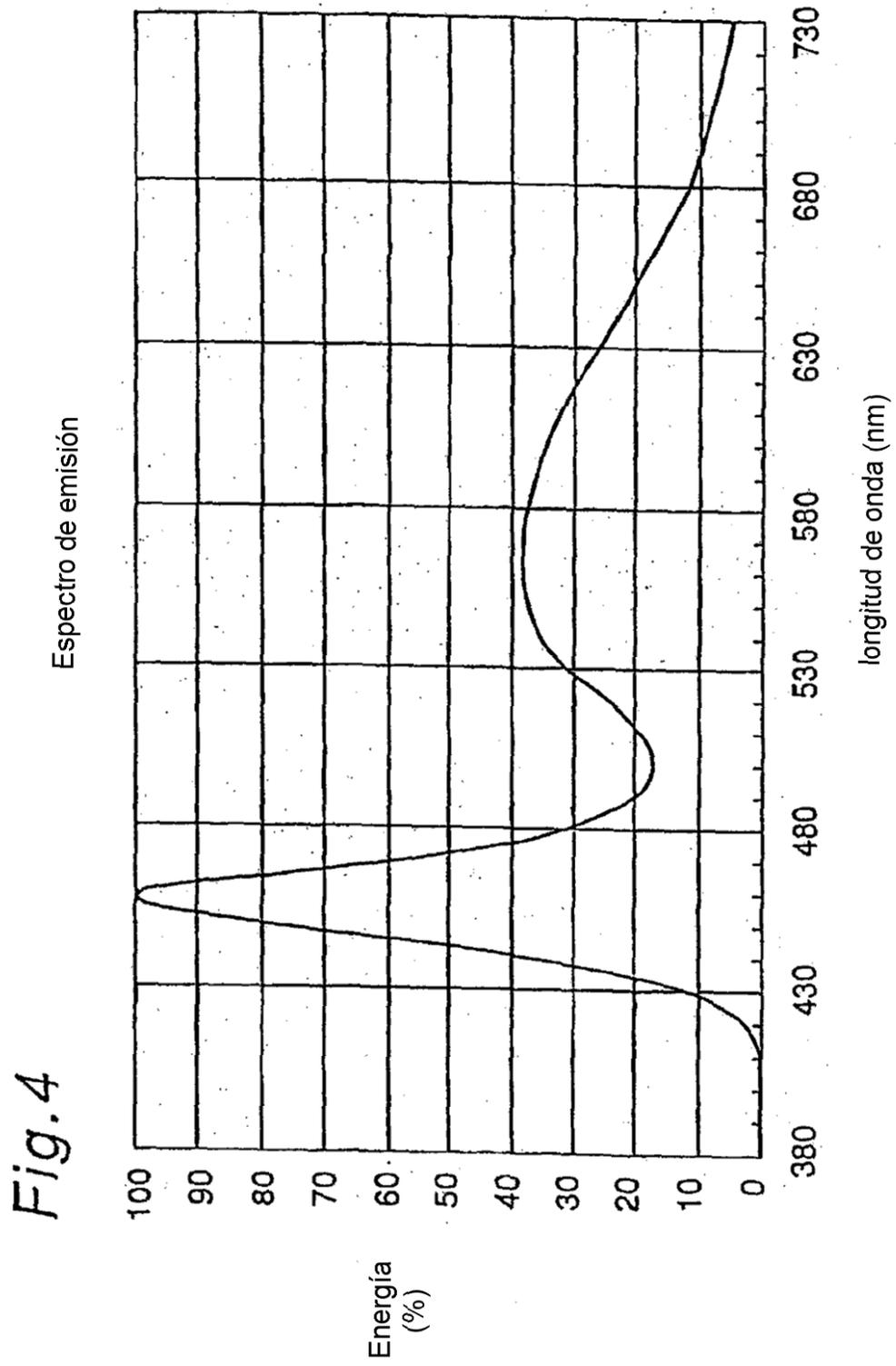


Fig.5A

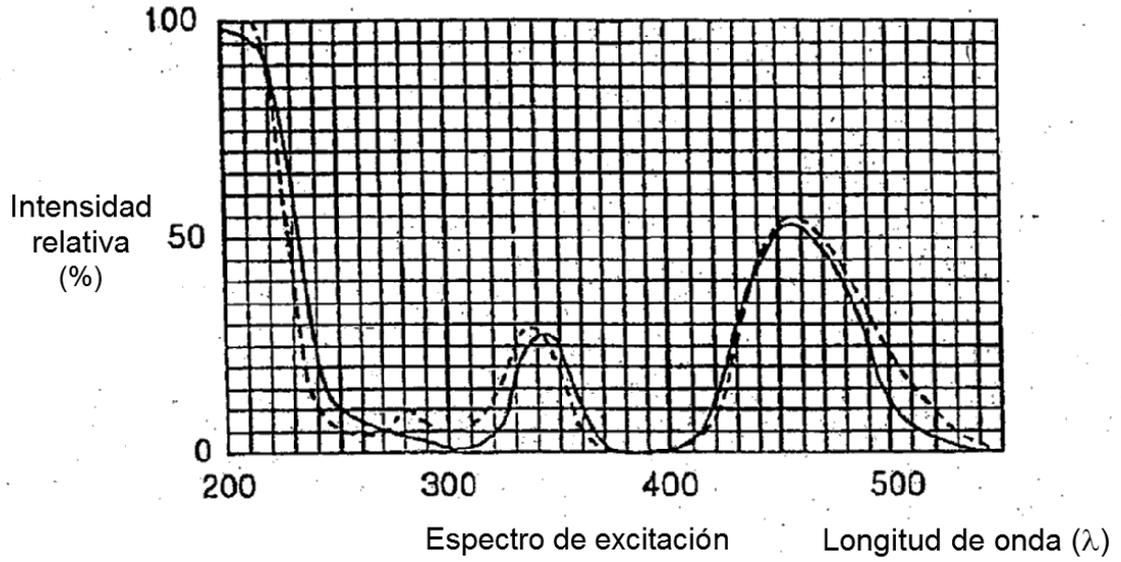


Fig.5B

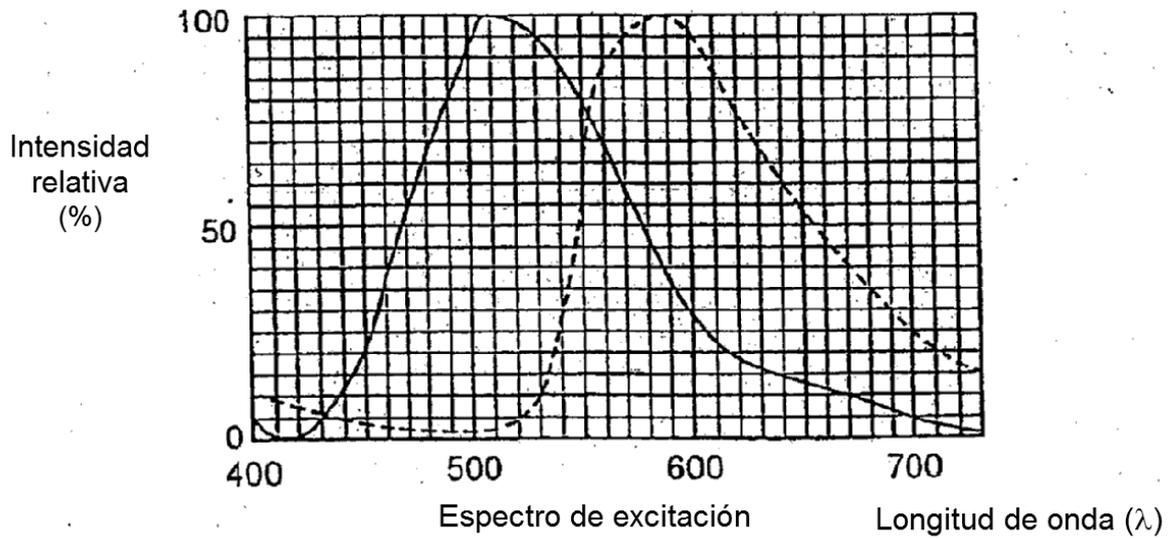


Fig.6

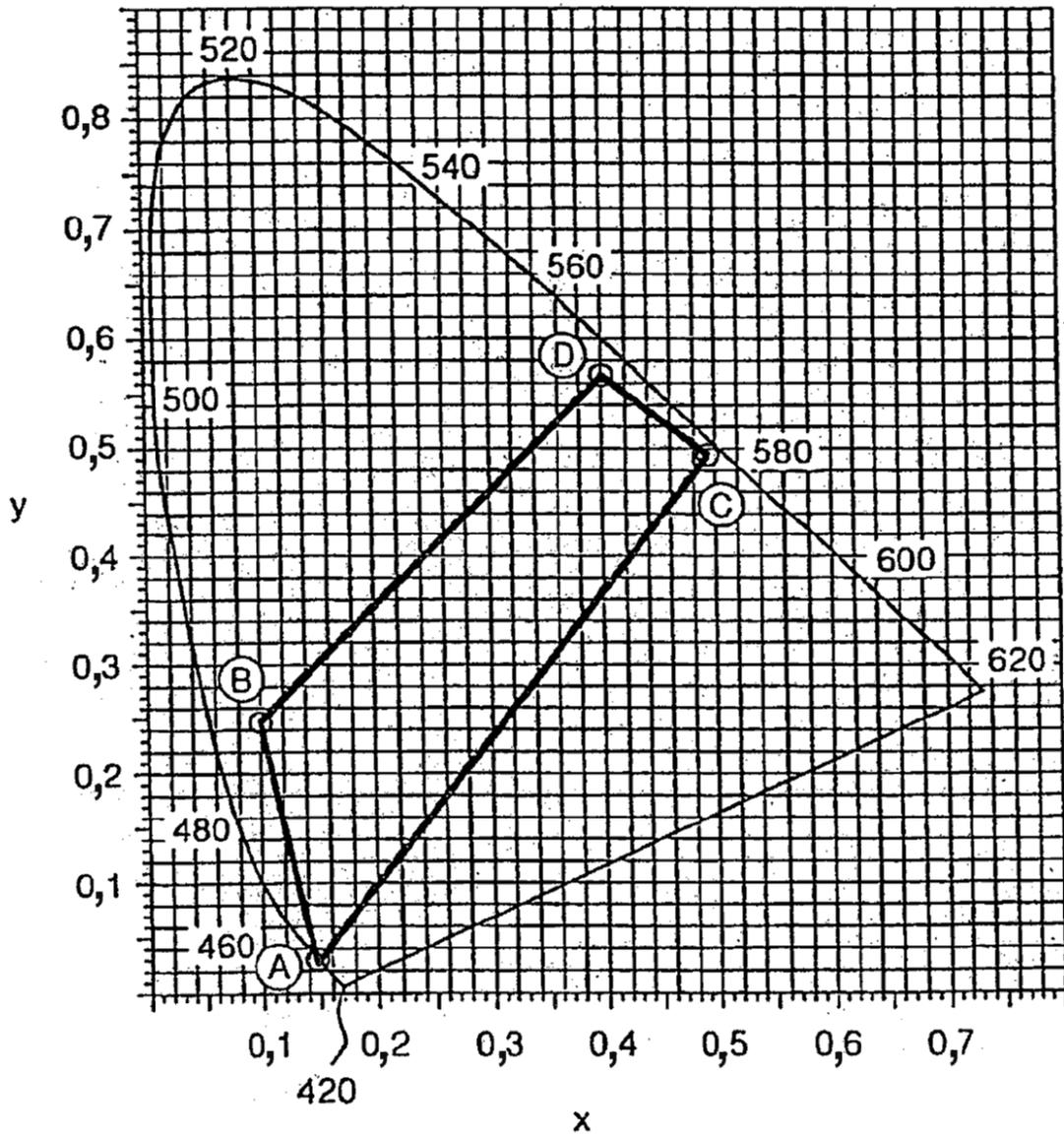


Fig.7

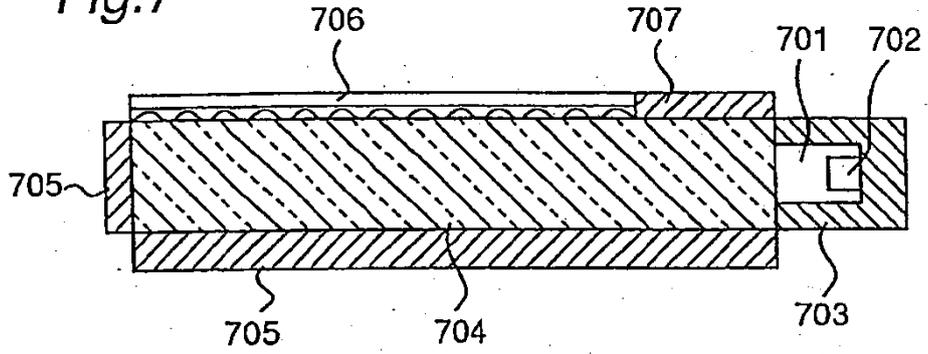


Fig.8

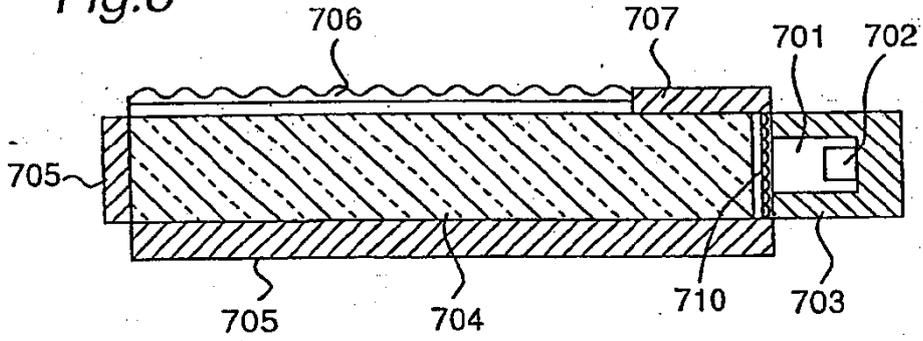


Fig.9

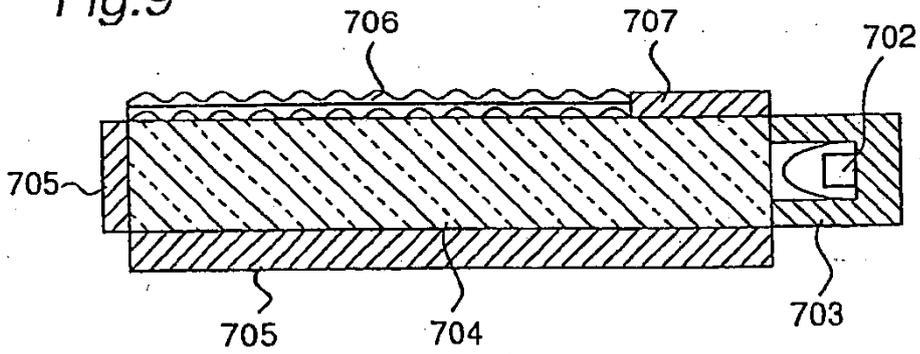


Fig.10

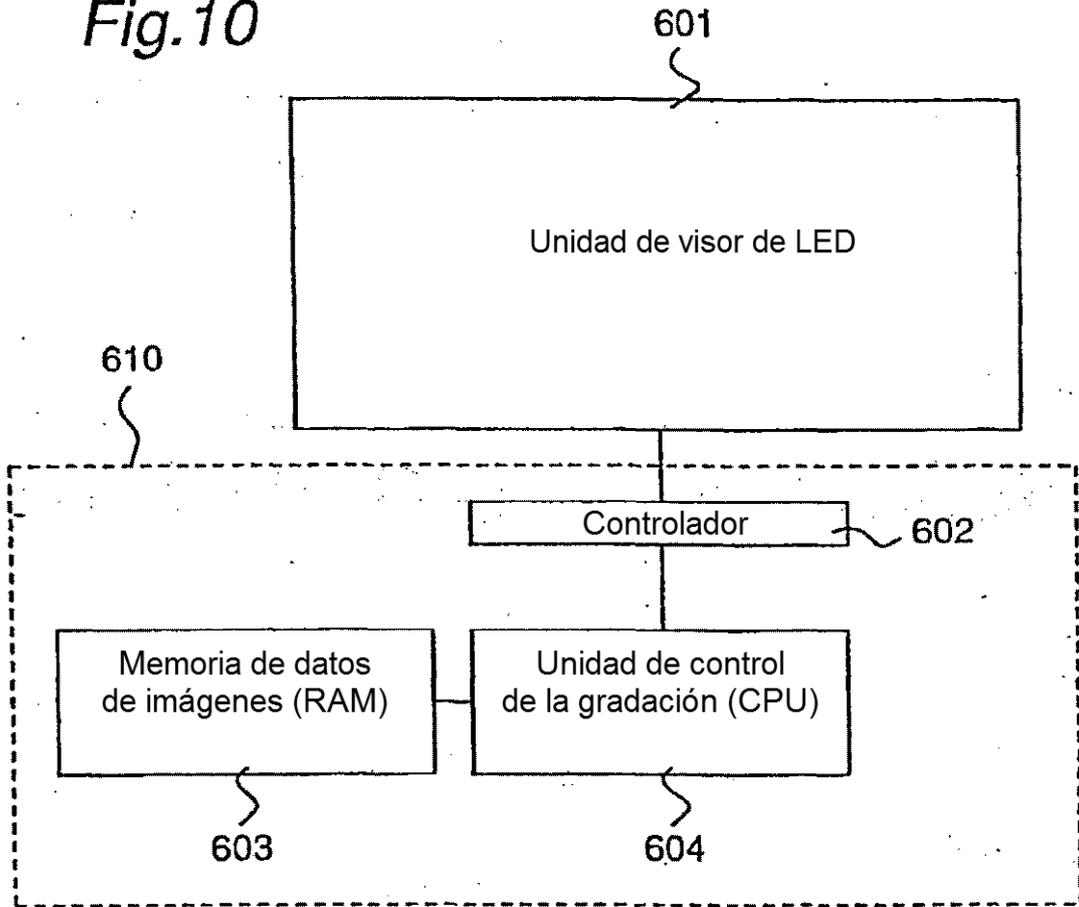


Fig.11

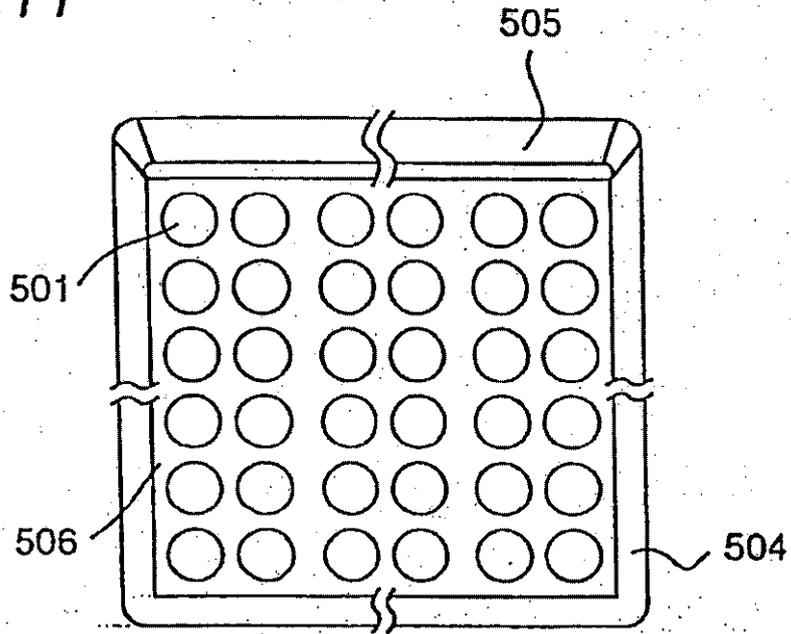


Fig.12

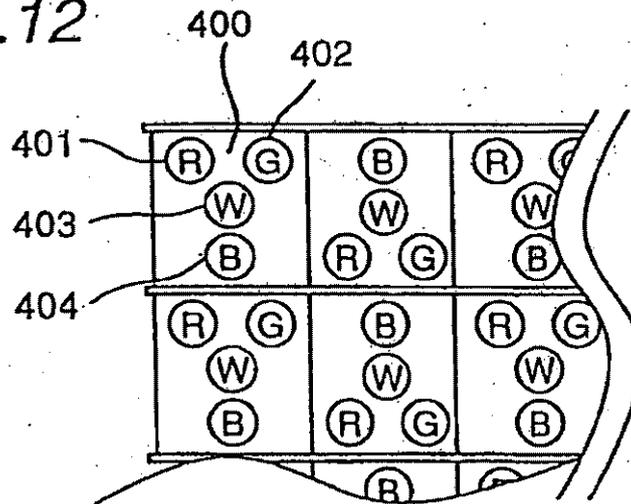


Fig.13A

Ensayo de duración
 $I_f=20\text{mA}$ $T_a=25^\circ\text{C}$

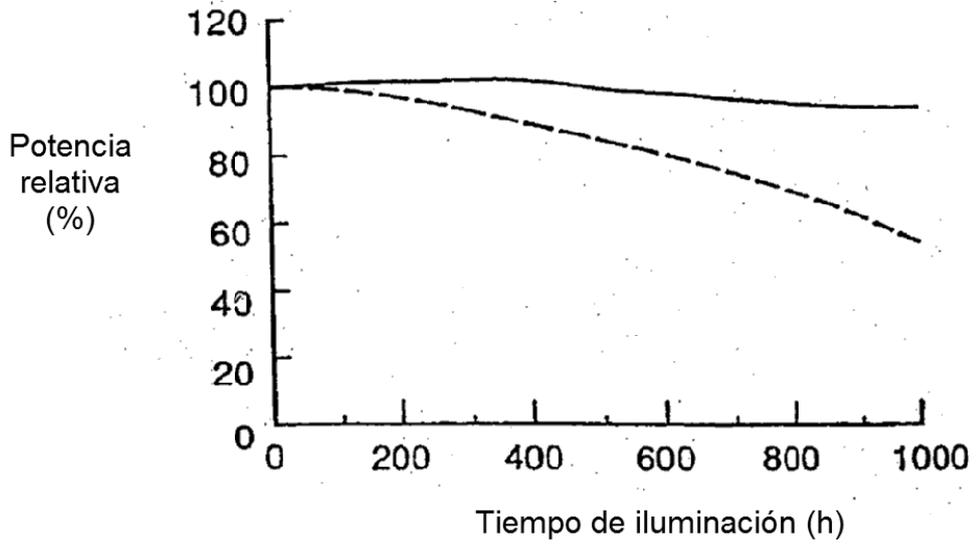


Fig.13B

Ensayo de duración
 $I_f=20\text{mA}$ $T_a=60^\circ\text{C}$ 90% de HR

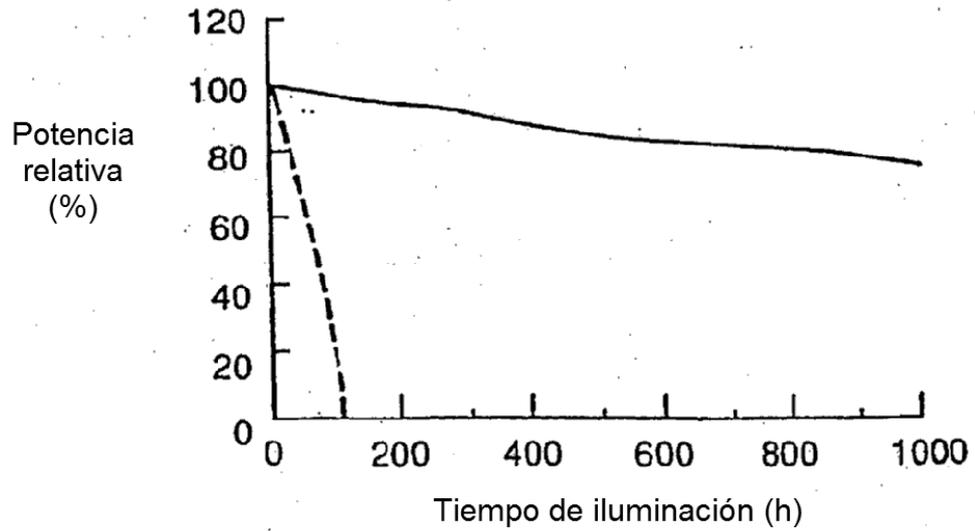


Fig.14A

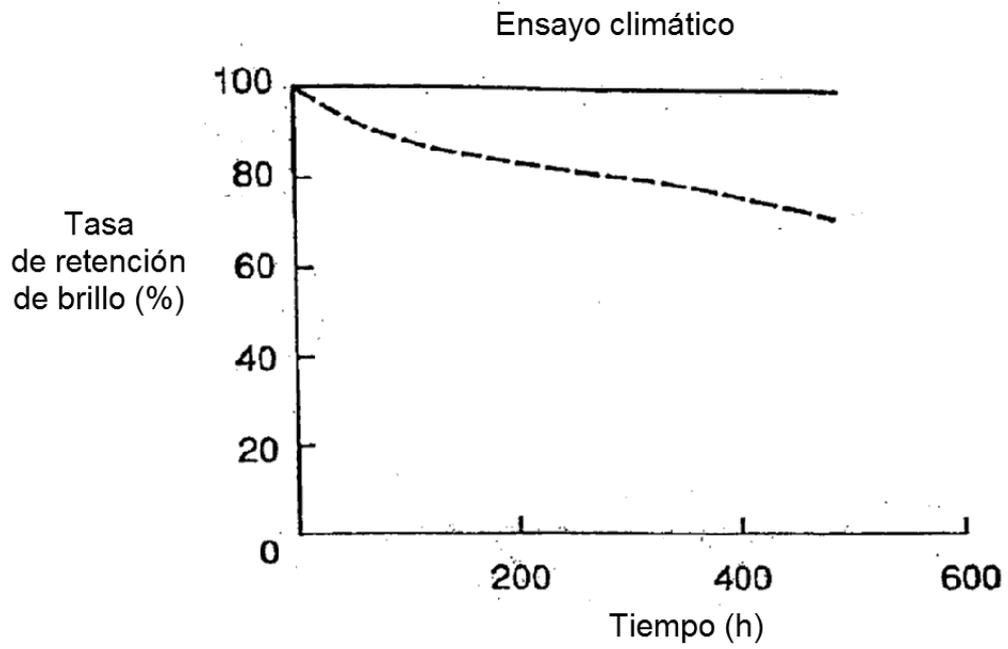


Fig.14B

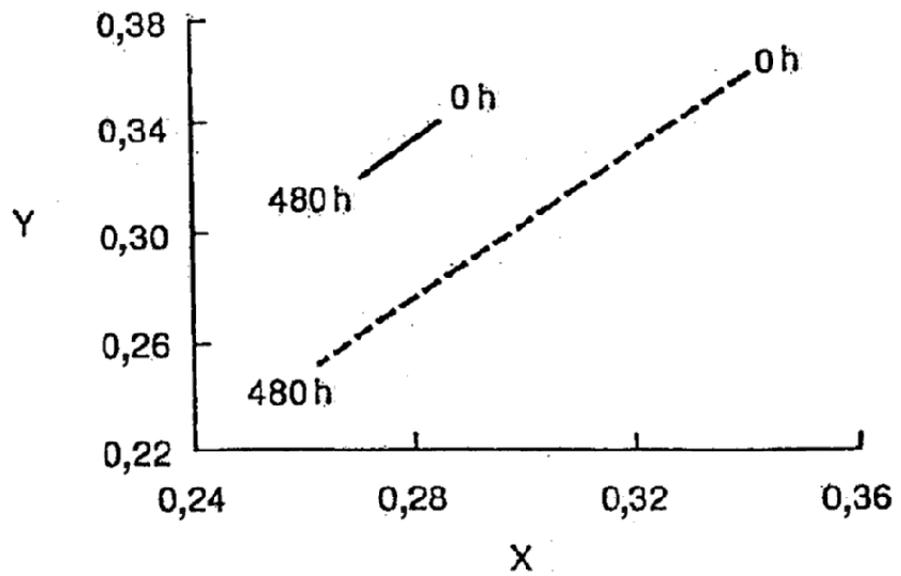


Fig.15A

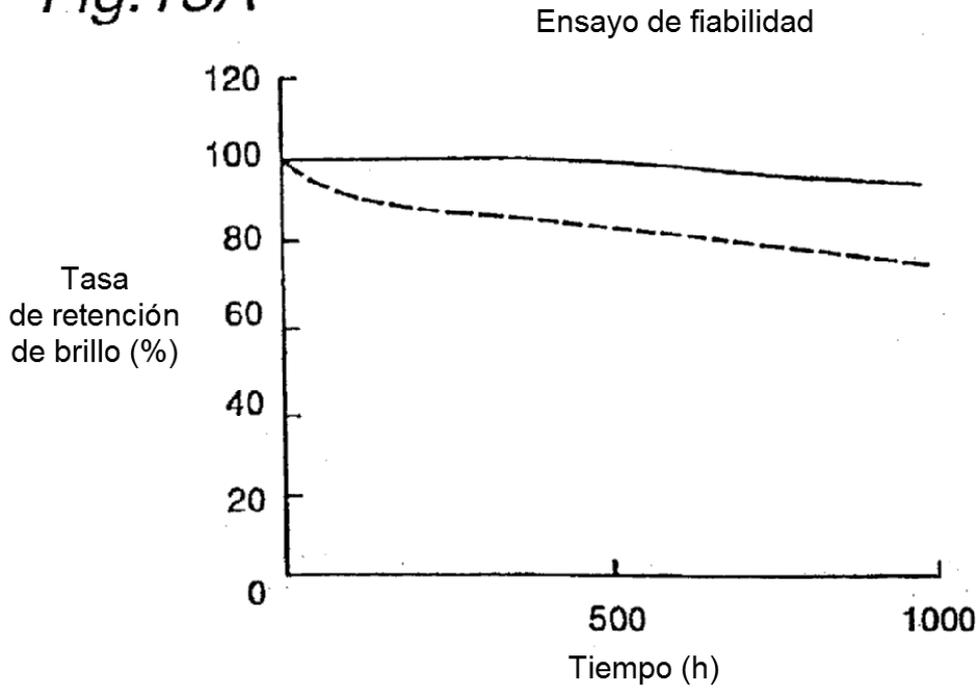


Fig.15B

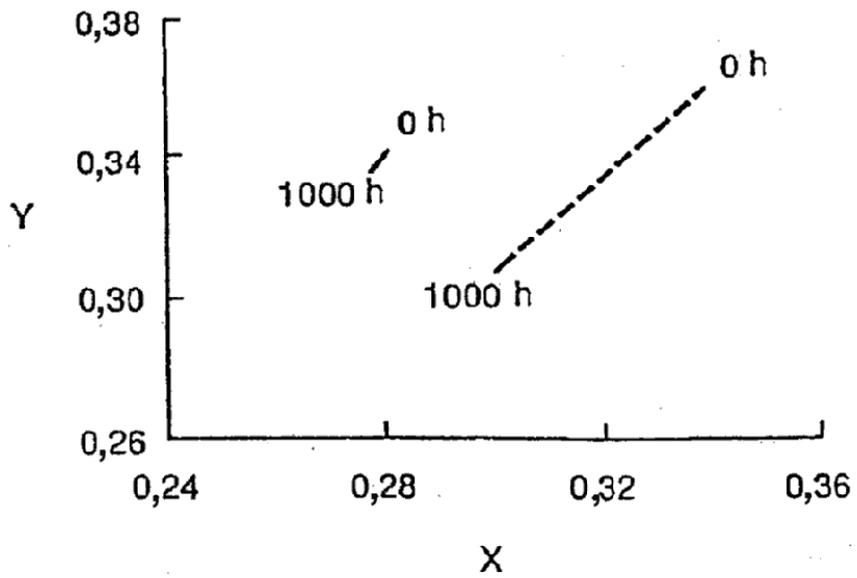


Fig.16

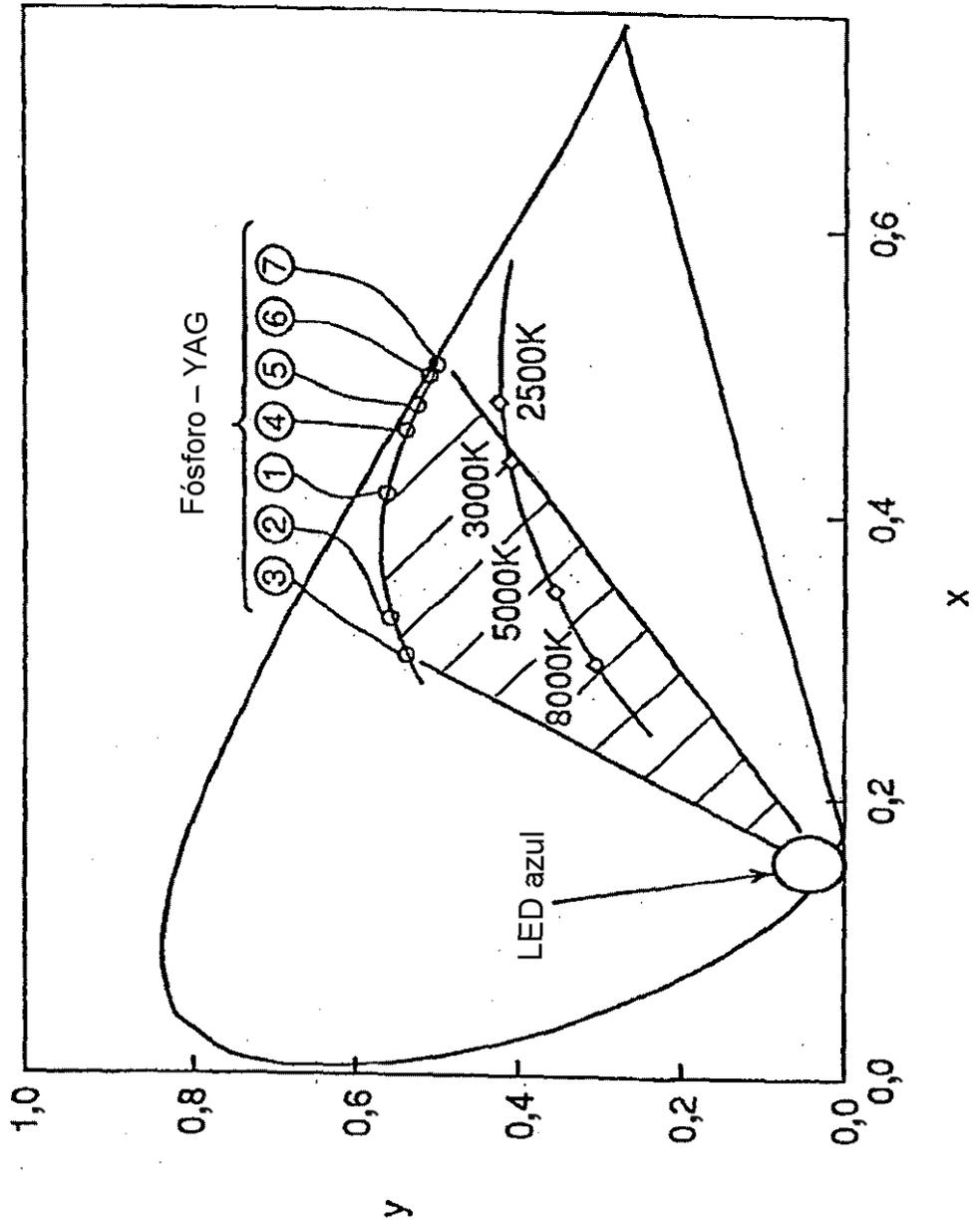


Fig.17

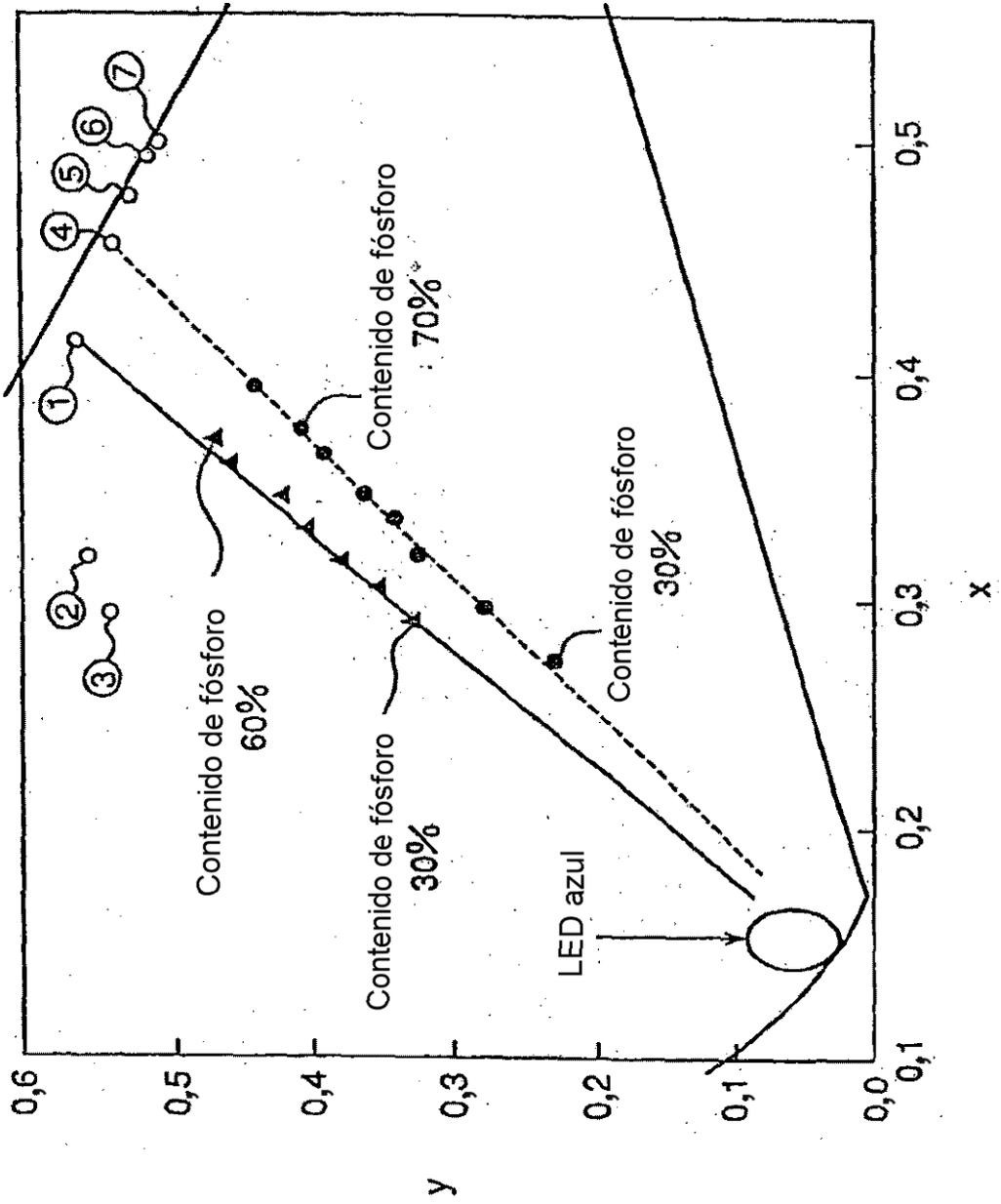


Fig.18A

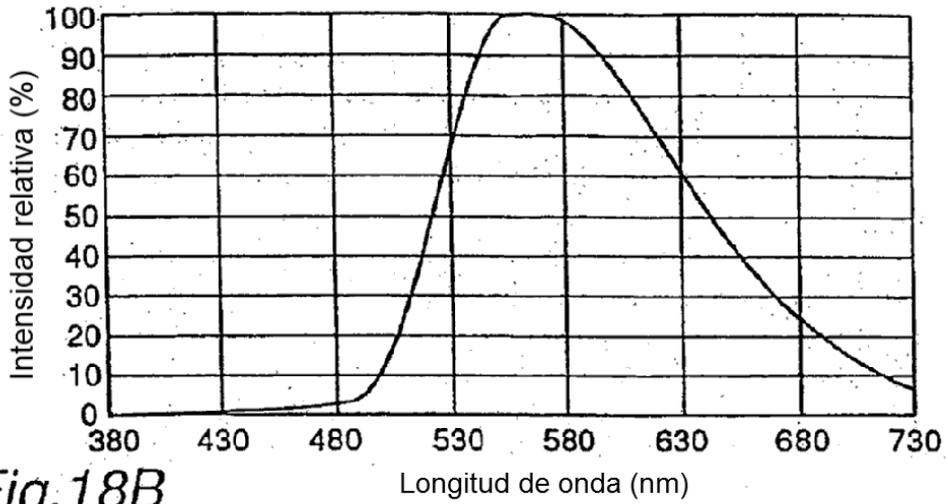


Fig.18B

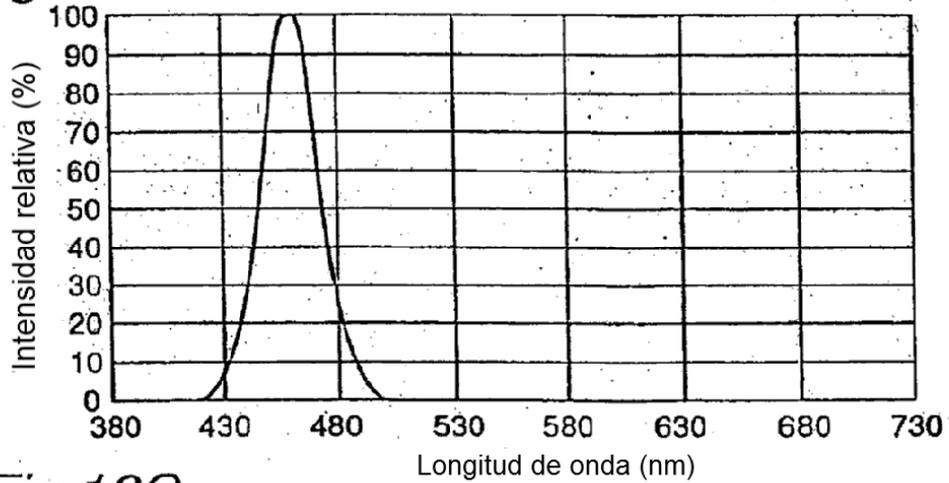


Fig.18C

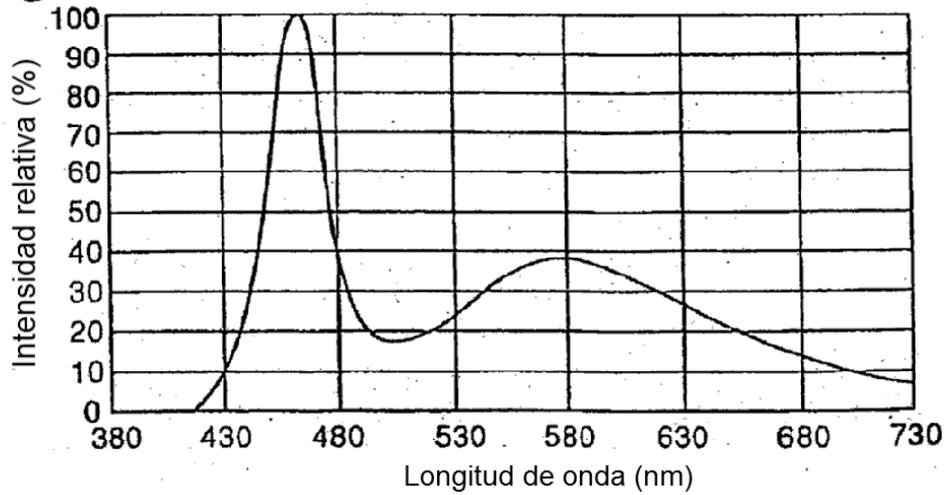


Fig.19A

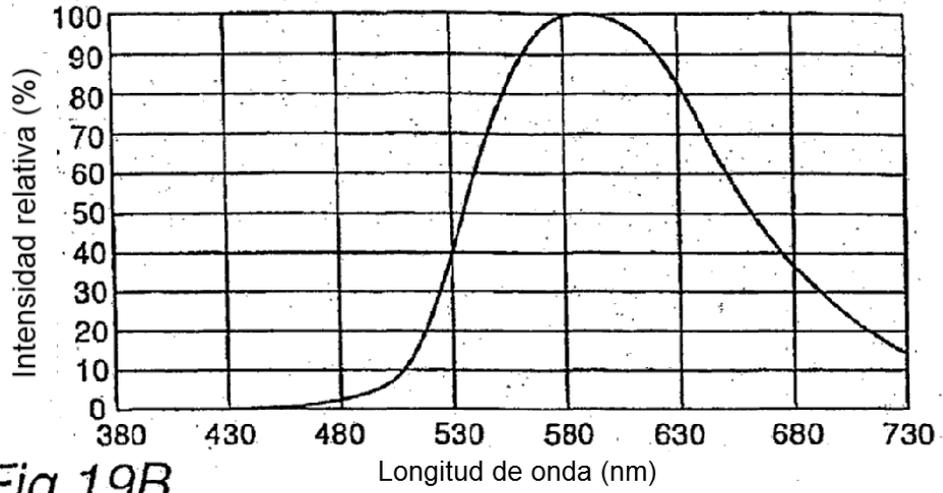


Fig.19B

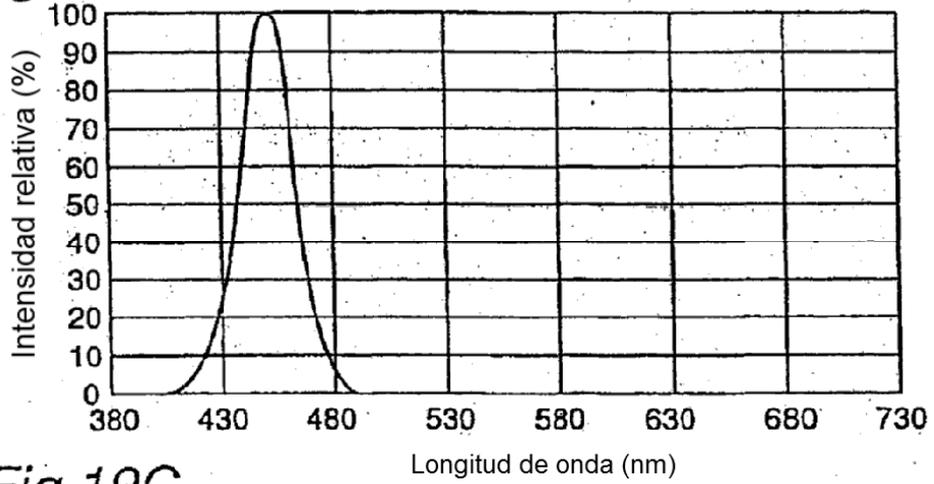


Fig.19C

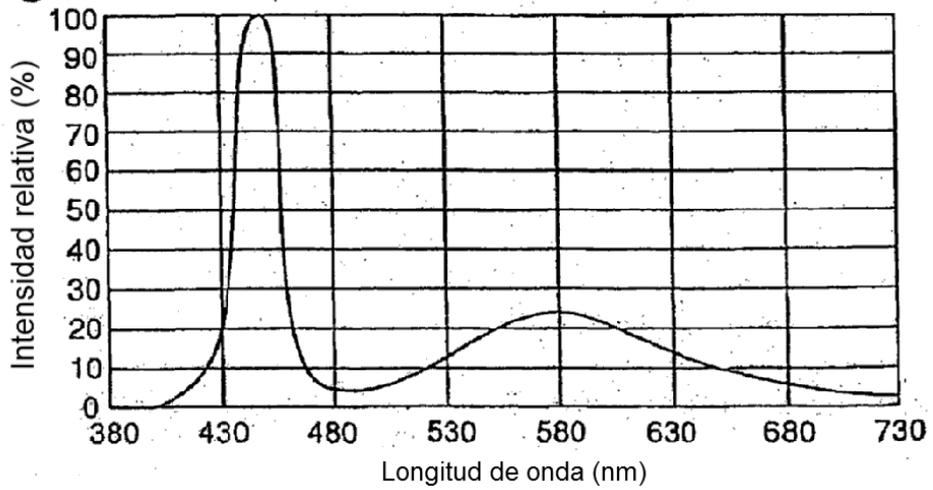


Fig.20A

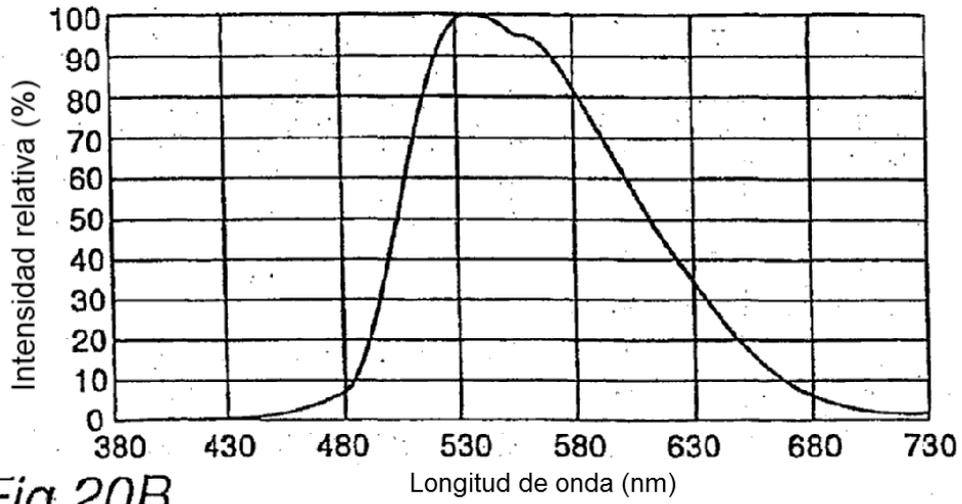


Fig.20B

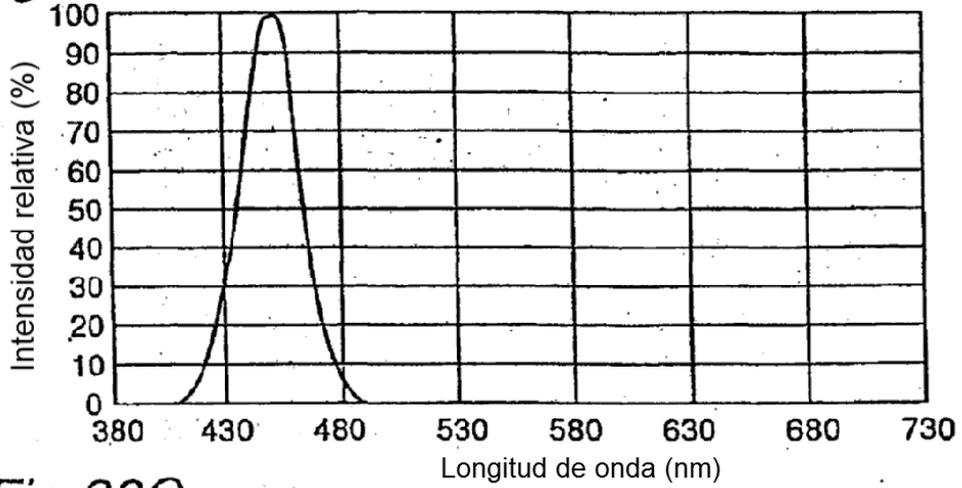


Fig.20C

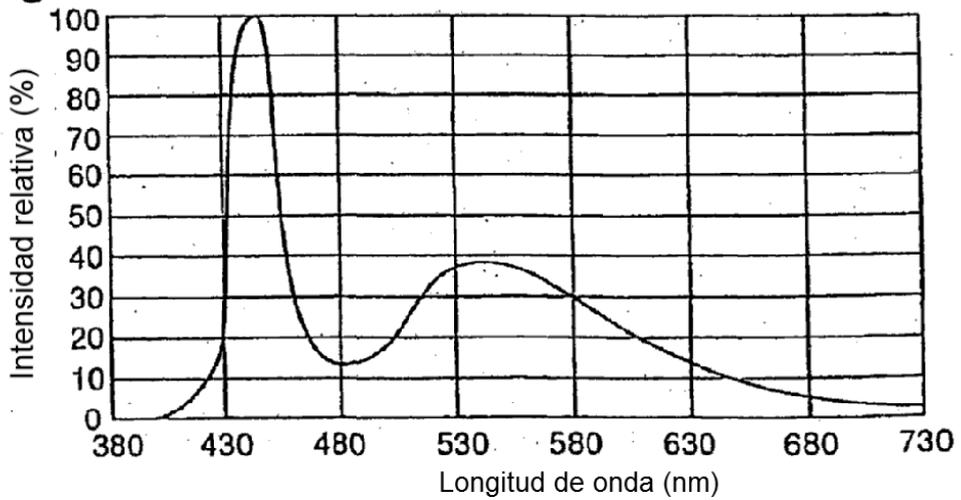


Fig.21A

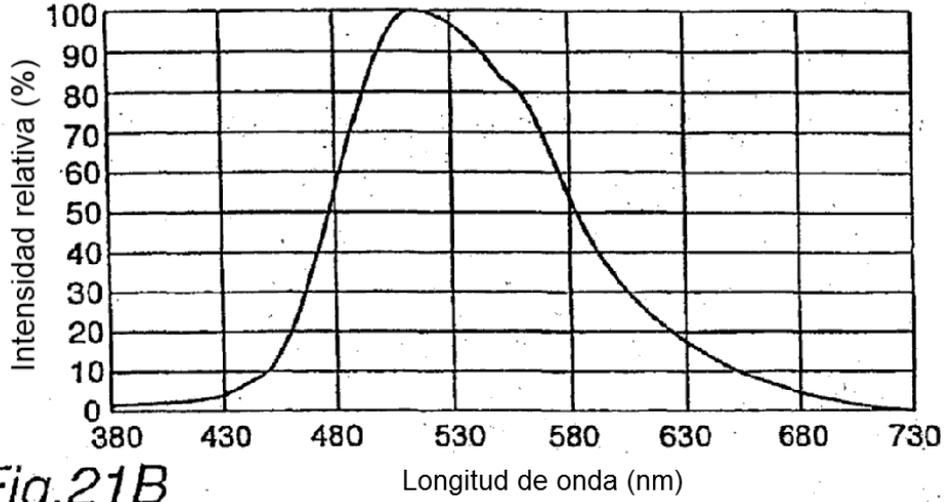


Fig.21B

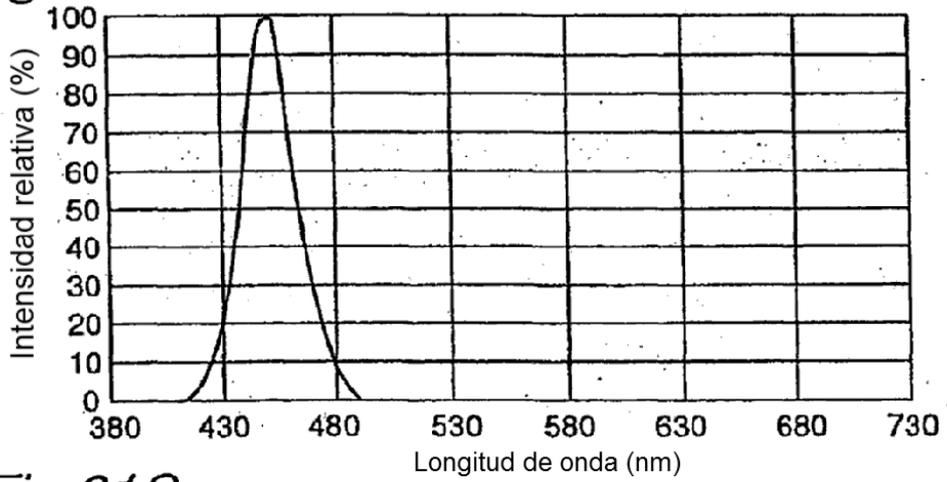


Fig.21C

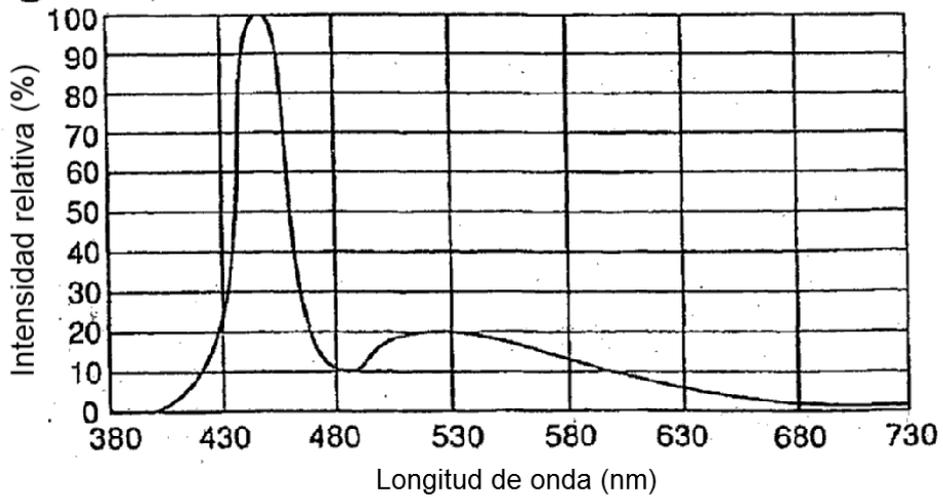


Fig.22A

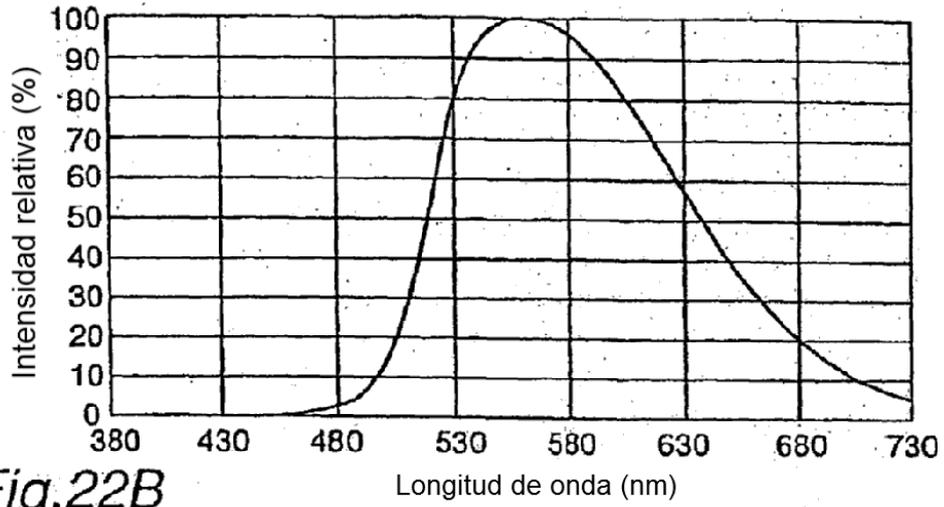


Fig.22B

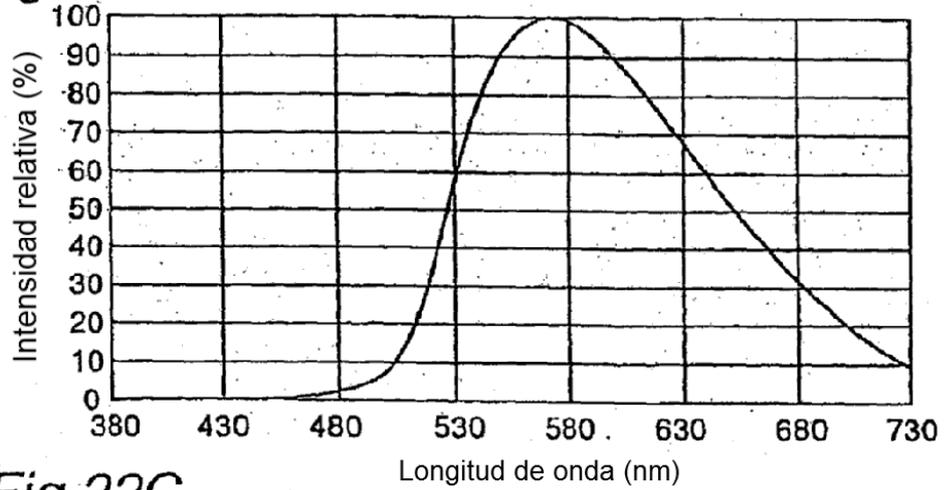


Fig.22C

