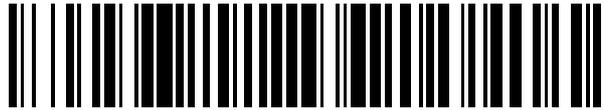


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 982**

51 Int. Cl.:

F21K 99/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2011 E 11705728 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2013 EP 2531770**

54 Título: **Dispositivo de iluminación rectangular a base de LED**

30 Prioridad:

04.02.2010 US 301546 P
27.01.2011 US 201113015431

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2014

73 Titular/es:

XICATO, INC. (100.0%)
4880 Stevens Creek Blvd., Suite 204
San Jose, CA 95129, US

72 Inventor/es:

HARBERS, GERARD;
MCGRODDY, KELLY, C. y
REED, CHRISTOPHER, R.

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 453 982 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de iluminación rectangular a base de LED.

5 **Campo técnico**

Las realizaciones descritas se refieren a dispositivos de iluminación que incluyen diodos emisores de luz (LED, *Light Emitting Diodes*).

10 **Antecedentes**

El uso de diodos emisores de luz en la iluminación general se encuentra aún restringido debido a las limitaciones que existen en el nivel o flujo de salida de luz generados por los dispositivos de iluminación a causa de la temperatura máxima limitada del chip de LED y los requisitos del periodo de vida útil, que están estrechamente relacionados con la temperatura del chip de LED. La temperatura del chip de LED está determinada por la capacidad de refrigeración en el sistema y la eficiencia energética del dispositivo (potencia óptica producida por los LED y el sistema de LED, en comparación con la potencia eléctrica de entrada). Los dispositivos de iluminación que utilizan LED también sufren generalmente de una calidad de color deficiente, que se caracteriza por una inestabilidad de punto de color. La inestabilidad del punto de color varía con el paso del tiempo, así como de parte a parte. La calidad de color deficiente también se caracteriza por una mala reproducción del color, debida al espectro producido por las fuentes luminosas LED que poseen bandas con poca o ninguna potencia. Además, los dispositivos de iluminación que se sirven de LED normalmente cuentan con variaciones espaciales y/o angulares en el color. Adicionalmente, los dispositivos de iluminación que utilizan LED resultan costosos debido a, entre otros, la necesidad de componentes electrónicos y/o sensores de control de color requeridos para mantener el punto de color de la fuente luminosa o el uso de únicamente una selección de los LED producidos, lo que satisface los requisitos de color y/o flujo para la aplicación.

En la patente estadounidense 2009/103296 se describe una pluralidad de diodos emisores de luz en una cavidad de mezclado rodeada por paredes laterales que pueden estar revestidas con un material de difusión y/o fósforos múltiples en diferentes ubicaciones, por ejemplo en paredes laterales, un reflector inferior o una ventana de puerto de salida.

Por consiguiente, se desean mejoras en los dispositivos de iluminación que se sirven de diodos emisores de luz como fuente luminosa.

35 **Resumen**

Un dispositivo de iluminación que incluye diodos emisores de luz (LED).

40 De conformidad con la presente invención se proporciona un aparato que comprende: un subconjunto de fuente luminosa con una dimensión de longitud que se extiende en una primera dirección, una dimensión de anchura que se extiende en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección y una pluralidad de diodos emisores de luz (LED) montados en un primer plano, en el que la dimensión de anchura es inferior a la dimensión de longitud; y un subconjunto de conversión de luz montado encima del primer plano, separado físicamente de la pluralidad de LED y configurado para la mezcla y conversión de color de la luz emitida desde el subconjunto de fuente luminosa, en el que una primera parte de una primera superficie interior de pared lateral del subconjunto de conversión de luz está alineada con la primera dirección y revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda, en el que una primera parte de una segunda superficie interior de pared lateral alineada con la segunda dirección refleja la luz incidente sin conversión de color, y en el que una parte de una ventana de salida del subconjunto de conversión de luz está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda.

55 En una realización, el dispositivo de iluminación incluye un subconjunto de fuente luminosa con una dimensión de longitud que se extiende en una primera dirección, una dimensión de anchura que se extiende en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección y una pluralidad de diodos emisores de luz (LED) montados en un primer plano, en el que la dimensión de anchura es inferior a la dimensión de longitud. Un subconjunto de conversión de luz está montado encima del primer plano, separado físicamente de la pluralidad de LED y configurado para la mezcla y conversión de color de la luz emitida desde el subconjunto de fuente luminosa. Una primera parte de una primera superficie interior del subconjunto de conversión de luz está alineada con la primera dirección y revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda y una primera parte de una segunda superficie interior alineada con la segunda dirección refleja la luz incidente sin conversión de color. Una parte de una ventana de salida del subconjunto de conversión de luz está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda. La primera parte de la segunda superficie interior alineada con la segunda dirección y/o un inserto reflectante inferior pueden reflejar por lo menos el 95% de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros sin conversión de color.

65 En otra realización, el dispositivo de iluminación incluye una placa de montaje con una dimensión de longitud que se

extiende en una primera dirección y una dimensión de anchura que se extiende en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección, en el que la dimensión de longitud es superior a la dimensión de anchura. Se monta una pluralidad de LED en la placa de montaje. Una cavidad de mezclado de luz está configurada para reflejar la luz emitida desde la pluralidad de LED hasta las salidas de luz a través de una ventana de salida situada encima de la pluralidad de LED y separada físicamente de la pluralidad de LED. Una primera parte de la cavidad, que está alineada con la primera dirección, está revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda y una segunda parte de la cavidad, que está alineada con la segunda dirección, refleja la luz incidente sin conversión de color. Una parte de la ventana de salida está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda. La segunda parte de la segunda superficie interior alineada con la segunda dirección y/o un inserto reflectante inferior pueden reflejar por lo menos el 95% de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros sin conversión de color.

En otra realización, el dispositivo de iluminación incluye una pluralidad de LED y una cavidad de mezclado de luz montada por encima de la pluralidad de LED, separada físicamente de la misma y configurada para la mezcla y conversión de color de la luz emitida por los LED. Una primera superficie interior de la cavidad de mezclado de luz incluye un inserto sustituible y reflectante que posee una capa reflectante difusa no metálica respaldada por una segunda capa reflectante. La segunda capa reflectante puede ser de reflexión especular. El inserto sustituible reflectante puede ser un inserto reflectante inferior que forma una superficie inferior de la cavidad de mezclado de luz y/o un inserto de pared lateral que forma superficies de pared lateral de la cavidad de mezclado de luz.

En otra realización adicional, el dispositivo de iluminación incluye una placa de montaje con una pluralidad de bloques elevados y una pluralidad de LED montados en los bloques elevados de la placa de montaje. Una cavidad de mezclado de luz está configurada para reflejar la luz emitida desde la pluralidad de LED hasta que la luz sale a través de una ventana de salida. La cavidad de mezclado de luz incluye un reflector inferior que posee una pluralidad de orificios en los que los bloques elevados elevan los LED por encima de una superficie superior del reflector inferior a través de los orificios. Una primera parte de la cavidad está revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda y una parte de la ventana de salida está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda.

En la descripción detallada que se muestra a continuación se incluyen detalles, realizaciones y técnicas adicionales. Este resumen no define la invención. Las reivindicaciones definen la invención.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, en los que números similares sirven para indicar componentes similares, ilustran diferentes realizaciones de la invención.

En la Figura 1 se ilustra una vista en perspectiva de una realización de un dispositivo de iluminación de diodos emisores de luz (LED).

En la Figura 2 se muestra una vista despiezada que ilustra los componentes del dispositivo de iluminación LED.

En las Figuras 3A y 3B se ilustran vistas en perspectiva y en sección transversal de una realización del dispositivo de iluminación LED.

En la Figura 4 se ilustra una placa de montaje que proporciona conexiones eléctricas a los LED conectados y una capa de difusión de calor para el dispositivo de iluminación LED.

En la Figura 5A se ilustra un inserto reflectante inferior unido a la superficie superior de la placa de montaje.

En la Figura 5B se ilustra una vista en sección transversal de una parte de la placa de montaje, un inserto reflectante inferior y un LED con un soporte, donde el espesor del inserto reflectante inferior es aproximadamente el mismo que el del soporte del LED.

En la Figura 5C se ilustra otra vista en sección transversal de una parte de la placa de montaje, un inserto reflectante inferior y un LED con un soporte, donde el espesor del inserto reflectante inferior es significativamente superior al espesor del soporte del LED.

En la Figura 5D se ilustra otra vista en sección transversal de una parte de la placa de montaje, un inserto reflectante inferior y un LED con un soporte, donde el inserto reflectante inferior incluye una capa no metálica y una capa de respaldo reflectante metálica delgada.

En la Figura 5E se ilustra una vista en perspectiva de otra realización de la placa de montaje y el inserto reflectante inferior que incluye una parte elevada entre los LED.

En la Figura 5F se ilustra otra realización de un inserto reflectante inferior, donde cada LED está rodeado por una cavidad óptica individual separada.

En la Figura 6A se ilustra una realización del inserto de pared lateral utilizado con el dispositivo de iluminación.

En las Figuras 6B y 6C se ilustran una vista en perspectiva y una vista lateral, respectivamente, de otra realización del inserto de pared lateral con un material de conversión de longitud de onda modelado a lo largo de la longitud de la cavidad rectangular y ningún material de conversión de longitud de onda modelado a lo largo de la anchura.

En la Figura 7A se ilustra una vista lateral de la ventana de salida para el dispositivo de iluminación con una capa en la superficie interior de la ventana.

En la Figura 7B se ilustra una vista lateral de otra realización de la ventana de salida para el dispositivo de iluminación con dos capas adicionales; una en el interior de la ventana y otra en el exterior de la ventana.

En la Figura 7C se ilustra una vista lateral de otra realización de la ventana de salida para el dispositivo de iluminación con dos capas adicionales; ambas se encuentran en la misma superficie interior de la ventana.

En la Figura 8 se muestra una vista en perspectiva de un reflector montado en un dispositivo de iluminación para colimar la luz emitida desde el dispositivo de iluminación.

En la Figura 9 se ilustra un dispositivo de iluminación con un disipador de calor inferior incorporado.

En la Figura 10 se ilustra una vista lateral de un dispositivo de iluminación integrado en un dispositivo de lámpara modificado retroactivamente.

Descripción detallada

A continuación se hará referencia en detalle a ejemplos de antecedentes y algunas realizaciones de la invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos que se adjuntan.

En la Figura 1 se ilustra una vista en perspectiva de una realización de un dispositivo de iluminación de diodos emisores de luz (LED) (100). En la Figura 2 se muestra una vista despiezada que ilustra los componentes del dispositivo de iluminación LED (100). Se entenderá que, tal y como se define en el presente, un dispositivo de iluminación LED no es un LED, sino una fuente luminosa de LED o un accesorio o parte componente de una fuente luminosa o accesorio de LED. El dispositivo de iluminación LED (100) incluye uno o varios chips de LED o LED en paquete y una placa de montaje a la que se incorporan el chip de LED o LED en paquetes. En las Figuras 3A y 3B se ilustran vistas en perspectiva y en sección transversal de una realización del dispositivo de iluminación LED (100).

Por lo que respecta a la Figura 2, el dispositivo de iluminación LED (100) incluye uno o varios elementos emisores de luz de estado sólido, como por ejemplo diodos emisores de luz (LED) (102), montados en la placa de montaje (104). La placa de montaje (104) está unida a la base de montaje (101) y fijada en su posición mediante un anillo de retención (103) de la placa de montaje. Juntos, la placa de montaje (104) poblada por LED (102) y el anillo de retención (103) de la placa de montaje comprenden un subconjunto de fuente luminosa (115). Se puede utilizar el subconjunto de fuente luminosa (115) para convertir la energía eléctrica en luz usando los LED (102). La luz emitida por el subconjunto de fuente luminosa (115) se dirige al subconjunto de conversión de luz (116) para la mezcla de color y la conversión de color. El subconjunto de conversión de luz (116) incluye el cuerpo de cavidad (105) y la ventana de salida (108), y opcionalmente incluye uno o ambos inserto reflectante inferior (106) e inserto de pared lateral (107). La ventana de salida (108) está fijada a la parte superior del cuerpo de cavidad (105). El cuerpo de cavidad (105) incluye las paredes laterales interiores, que pueden ser utilizadas para reflejar la luz de los LED (102) hasta que la luz salga a través de la ventana de salida (108) cuando el subconjunto (116) está montado sobre el subconjunto de fuente luminosa (115). El inserto reflectante inferior (106) puede ser colocado opcionalmente sobre la placa de montaje (104). El inserto reflectante inferior (106) incluye orificios para evitar que dicho inserto reflectante inferior (106) bloquee la parte emisora de luz de cada LED (102). El inserto de pared lateral (107) puede colocarse opcionalmente dentro del cuerpo de cavidad (105) de tal manera que las superficies interiores del inserto de pared lateral (107) reflejen la luz de los LED (102) hasta que la luz salga a través de la ventana de salida (108) cuando el subconjunto (116) está montado sobre el subconjunto de fuente luminosa (115).

En esta realización, el inserto de pared lateral (107), la ventana de salida (108) y el inserto reflectante inferior (106) ubicados en la placa de montaje (104) definen una cavidad de mezclado de luz (109) en el dispositivo de iluminación LED (100) en el que se refleja una parte de luz de los LED (102) hasta que sale a través de la ventana de salida (108). El reflejo de la luz dentro de la cavidad (109) antes de salir por la ventana de salida (108) tiene el efecto de mezclar la luz y proporcionar una distribución más uniforme de la luz que se emite desde el dispositivo de iluminación LED (100).

En las Figuras 3A y 3B se ilustran vistas en perspectiva y en corte de la cavidad de mezclado de luz (109). Las partes del inserto de pared lateral (107) pueden incluir un revestimiento (111) de material de conversión de longitud

- de onda, como por ejemplo de fósforo, como se ilustra en las Figuras 3A y 3B. Asimismo, las partes de ventana de salida (108) pueden estar revestidas con un material diferente de conversión de longitud de onda (mostrado en la Figura 7B). Las propiedades de conversión de luz de estos materiales, en combinación con la mezcla de la luz dentro de la cavidad (109), tienen como resultado una salida de luz tras la conversión de color por la ventana de salida (108). Mediante el ajuste de las propiedades químicas de los materiales de conversión de longitud de onda y las propiedades geométricas de los revestimientos en las superficies interiores de la cavidad (109) se pueden especificar propiedades de color específicas de salida de luz por la ventana de salida (108), por ejemplo, el punto de color, la temperatura de color y el índice de reproducción cromática (IRC).
- 5 La cavidad (109) puede llenarse con un material no sólido, como por ejemplo aire o un gas inerte, de modo que los LED (102) emitan luz en el material no sólido, en vez de en un material encapsulante sólido. A modo de ejemplo, la cavidad puede estar herméticamente sellada y se puede utilizar el gas argón para llenar la cavidad. Como alternativa también se puede utilizar el nitrógeno.
- 10 Los LED (102) pueden emitir luz del mismo color o de color diferente, ya sea por emisión directa o mediante la conversión de fósforo, por ejemplo, en donde se aplican capas de fósforo a los LED como parte del paquete LED. Por consiguiente, el dispositivo de iluminación (100) puede usar cualquier combinación LED de colores (102), como por ejemplo rojo, verde, azul, ámbar o cian, o los LED (102) pueden producir todos la misma luz de color o pueden producir todos luz blanca. Por ejemplo, los LED (102) pueden emitir todos luz azul o luz ultravioleta. Asimismo, los LED (102) pueden emitir luz polarizada o luz no polarizada y el dispositivo de iluminación basado en LED (100) puede utilizar cualquier combinación de LED polarizados o no polarizados. Cuando se utiliza en combinación con los fósforos (u otros medios de conversión de longitud de onda como los colorantes luminiscentes), que pueden estar, por ejemplo, en o sobre la ventana de salida (108), aplicados a las paredes laterales del cuerpo de cavidad (105) o aplicados a otros componentes situados en el interior de la cavidad (como, por ejemplo, el inserto de pared lateral (107) y/o el inserto reflectante inferior (106) u otros componentes insertados no mostrados), la luz de salida del dispositivo de iluminación (100) posee el color deseado. Se pueden seleccionar los fósforos de entre el conjunto indicado por las siguientes fórmulas químicas: $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (también conocido como YAG:Ce o simplemente YAG) (Y,Gd) $_3Al_5O_{12}:Ce$, $CaS:Eu$, $SrS:Eu$, $SrGa_2S_4:Eu$, $Ca_3(Sc,Mg)_2Si_3O_{12}:Ce$, $Ca_3Sc_2Si_3O_{12}:Ce$, $Ca_3Sc_2O_4:Ce$, $Ba_3Si_6O_{12}N_2:Eu$, $(Sr,Ca)AlSiN_3:Eu$, $CaAlSiN_3:Eu$, $CaAlSi(ON)_3:Eu$, $Ba_2SiO_4:Eu$, $Sr_2SiO_4:Eu$, $Ca_2SiO_4:Eu$, $CaSc_2O_4:Ce$, $CaSi_2O_2N_2:Eu$, $SrSi_2O_2N_2:Eu$, $BaSi_2O_2N_2:Eu$, $Ca_5(PO_4)_3Cl:Eu$, $Ba_5(PO_4)_3Cl:Eu$, $Cs_2CaP_2O_7$, $Cs_2SrP_2O_7$, $Lu_3Al_5O_{12}:Ce$, $Ca_8Mg(SiO_4)_4C_{12}:Eu$, $Sr_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu$, $La_3Si_6N_{11}:Ce$, $Y_3Ga_5O_{12}:Ce$, $Gd_3Ga_5O_{12}:Ce$, $Tb_3Al_5O_{12}:Ce$, $Tb_3Ga_5O_{12}:Ce$ y $Lu_3Ga_5O_{12}:Ce$. El ajuste del punto de color del dispositivo de iluminación puede llevarse a cabo mediante la sustitución del inserto de pared lateral (107) y/o la ventana de salida (108), que se pueden recubrir o impregnar de forma similar con uno o varios materiales de conversión de longitud de onda, y que se seleccionan basándose en su rendimiento, como por ejemplo sus propiedades de conversión de color.
- 15 En una realización, un fósforo emisor de luz roja, como por ejemplo $CaAlSiN_3:Eu$ o $(Sr,Ca)AlSiN_3Eu$ cubre una parte del inserto de pared lateral (107) y del inserto reflectante inferior (106) en la parte inferior de la cavidad (109), y un fósforo YAG cubre una parte de la ventana de salida (108). Mediante la elección de la forma y la altura de las paredes laterales que delimitan la cavidad, y la selección de cuál de las partes en la cavidad estará revestida con fósforo o no, y mediante la optimización del espesor de capa de la capa de fósforo en la ventana, el punto de color de la luz emitida desde el módulo puede ajustarse como se desee.
- 20 En un ejemplo, un solo tipo de material de conversión de longitud de onda puede ser modelado en la pared lateral, que puede ser, por ejemplo, el inserto de la pared lateral (107) mostrado en la Figura 3B. A modo de ejemplo, un fósforo rojo puede ser modelado en diferentes zonas del inserto de pared lateral (107) y un fósforo amarillo puede cubrir la ventana de salida (108), como se muestra en la Figura 7A. Se pueden variar la cobertura y/o concentraciones de los fósforos a fin de producir diferentes temperaturas de color. Se entenderá que el área de cobertura del fósforo rojo y/o las concentraciones de los fósforos rojo y amarillo deberán variar para producir las temperaturas de color deseadas si la luz azul producida por los LED (102) varía. Se puede medir el rendimiento de color de los LED (102), el fósforo rojo en el inserto de pared lateral (107) y el fósforo amarillo en la ventana de salida (108) antes del montaje y se seleccionarán basándose en el rendimiento, de manera que las piezas montadas produzcan la temperatura de color deseada. En un ejemplo, el espesor del fósforo rojo puede oscilar, por ejemplo, entre 60 micras y 100 micras, y más específicamente entre 80 micras y 90 micras, mientras que el espesor del fósforo amarillo puede oscilar, por ejemplo, entre 100 micras y 140 micras, y más específicamente entre 110 micras y 120 micras. Se puede mezclar el fósforo rojo con un aglutinante a una concentración de 1% – 3% por volumen. Se puede mezclar el fósforo amarillo con un aglutinante a una concentración de 12% – 17% por volumen.
- 25 En la Figura 4 se ilustra en mayor detalle una placa de montaje (104). La placa de montaje (104) proporciona conexiones eléctricas entre los LED incorporados (102) y una fuente de alimentación (no mostrada). En una realización, los LED (102) son LED en paquetes, por ejemplo Luxeon Rebel, fabricados por Philips Lumileds Lighting. También se pueden utilizar otros tipos de LED en paquetes, como por ejemplo los fabricados por OSRAM (paquete Ostar), Luminus Devices (Estados Unidos de América), Cree (Estados Unidos de América), Nichia (Japón) o Tridonic (Austria). Tal y como se define en el presente, un LED en paquete (*packaged LED*) es un conjunto de uno o más chips de LED que contiene conexiones eléctricas, como por ejemplo conexiones de soldadura de hilos o protuberancias de contacto, y posiblemente incluye un elemento óptico e interfaces térmicas, mecánicas y eléctricas.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

Los LED (102) pueden incluir una lente sobre los chips de LED. Alternativamente, se pueden utilizar LED sin una lente. Los LED sin lentes pueden incluir capas protectoras, que pueden a su vez incluir fósforos. Se pueden aplicar los fósforos como una dispersión en un aglutinante o como una placa separada. Cada LED (102) incluye al menos un chip de LED, que puede estar montado en un soporte. El chip de LED normalmente tiene un tamaño de aproximadamente 1 mm x 1 mm x 0,5 mm, aunque estas dimensiones pueden variar. En algunas realizaciones, los LED (102) pueden incluir chips múltiples. Los chips múltiples pueden emitir luz de colores similares o diferentes, por ejemplo, rojo, verde y azul. Además, se pueden aplicar diferentes capas de fósforo a diferentes chips en el mismo soporte. El soporte puede ser de cerámica o de otro material apropiado. El soporte típicamente incluye bloques de contacto eléctrico sobre una superficie inferior que están acoplados a los contactos en la placa de montaje (104). Alternativamente, se puede utilizar la soldadura de hilos eléctrica para conectar eléctricamente los chips a una placa de montaje. Junto con los bloques de contacto eléctrico, los LED (102) pueden incluir áreas de contacto térmico en la superficie inferior del soporte, a través de las cuales se puede extraer el calor generado por los chips de LED. Las áreas de contacto térmico de los LED están acopladas a capas de difusión de calor (131) en la placa de montaje (104). Las capas de difusión de calor (131) pueden estar ubicadas en cualquiera de las capas superior, inferior o intermedia de la placa de montaje (104). Las capas de difusión de calor (131) pueden estar conectadas por vías que conectan a cualquiera de las capas de difusión superior, inferior e intermedia.

En algunas realizaciones, la placa de montaje (104) conduce el calor generado por los LED (102) a los laterales de la placa (104) y a la parte inferior de la placa (104). En un ejemplo, la parte inferior de la placa de montaje (104) puede estar acoplada térmicamente a un disipador de calor (130) (mostrado en la Figura 9) a través de la base de montaje (101). En otros ejemplos, la placa de montaje (104) puede estar acoplada directamente a un disipador de calor o a un accesorio de iluminación y/o a otros mecanismos para disipar el calor, como por ejemplo un ventilador. En algunas realizaciones, la placa de montaje (104) conduce el calor a un disipador de calor acoplado térmicamente a la parte superior de la placa (104). Por ejemplo, el anillo de retención (103) y el cuerpo de cavidad (105) de la placa de montaje pueden conducir el calor lejos de la superficie superior de la placa de montaje (104). La placa de montaje (104) puede ser una placa FR4, por ejemplo, de 0,5 mm de espesor, con capas de cobre relativamente gruesas, por ejemplo de entre 30 micras y 100 micras, sobre las superficies superior e inferior que actúan como áreas de contacto térmico. En otros ejemplos, la placa (104) puede ser un circuito impreso (PCB) con núcleo de metal o un soporte cerámico con las conexiones eléctricas apropiadas. Se pueden usar otros tipos de placas, como por ejemplo las fabricadas con alúmina (óxido de aluminio en forma cerámica) o nitruro de aluminio (también en forma cerámica).

La placa de montaje (104) incluye bloques eléctricos a los que se conectan los bloques eléctricos en los LED (102). Los bloques eléctricos están conectados eléctricamente por un metal traza –por ejemplo, el cobre– a un contacto, al que se conecta un cable, puente u otra fuente de energía eléctrica externa. En algunas realizaciones, los bloques eléctricos pueden ser vías a través de la placa (104) y la conexión eléctrica se realiza en el lado opuesto, es decir, en la parte inferior de la placa. La placa de montaje (104), como se ilustra, es de planta rectangular. Se pueden disponer los LED (102) montados en la placa de montaje (104) en diferentes configuraciones en la placa de montaje rectangular (104). En un ejemplo los LED (102) están alineados en filas que se extienden en la dimensión de longitud y en columnas que se extienden en la dimensión de anchura de la placa de montaje (104). En otro ejemplo, los LED (102) poseen una configuración hexagonal para conformar una estructura muy compacta. En esta configuración, cada LED ocupa una posición equidistante entre cada uno de sus vecinos inmediatos. Esta configuración es deseable para aumentar la uniformidad de la luz emitida desde el subconjunto de fuente luminosa (115).

En la Figura 5A se ilustra un inserto reflectante inferior (106) unido a la superficie superior de la placa de montaje (104). El inserto reflectante inferior (106) puede ser de un material con alta conductividad térmica y puede ser colocado en contacto térmico con la placa (104). Como se ilustra, el inserto reflectante inferior (106) puede estar montado en la superficie superior de la placa (104), alrededor de los LED (102). El inserto reflectante inferior (106) puede ser altamente reflectante para que la luz que se refleja hacia abajo en la cavidad (109) se refleje generalmente hacia la ventana de salida (108). El inserto reflectante inferior, a modo de ejemplo, puede reflejar por lo menos el 95 % de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros. Además, el inserto reflectante inferior (106) puede tener una alta conductividad térmica, de tal manera que actúe como un difusor de calor adicional.

Como se ilustra en la Figura 5B, el espesor de la pieza del inserto reflectante inferior (106) puede ser aproximadamente el mismo que el de los soportes (102_{soporte}) de los LED (102) o ligeramente más grueso. Se perforan orificios en el inserto reflectante inferior (106) para los LED (102) y se monta el inserto reflectante inferior (106) sobre los soportes de paquete LED (102_{soporte}) y el resto de la placa. De esta forma, una superficie altamente reflectante cubre la parte inferior del cuerpo de cavidad (105), excepto en las áreas donde los LED (102) emiten la luz. A modo de ejemplo, el inserto reflectante inferior (106) puede estar hecho con un material altamente conductor del calor, como por ejemplo un material basado en aluminio que se procesa para hacer que el material sea altamente reflectante y duradero. A modo de ejemplo, se puede utilizar un material denominado Miro®, fabricado por Alanod, una empresa alemana, como inserto reflectante inferior (106). Se puede lograr una alta reflectancia del inserto reflectante inferior (106) puliendo el aluminio o cubriendo la superficie interior del inserto reflectante inferior (106) con uno o más revestimientos reflectantes. Alternativamente, el inserto reflectante inferior (106) podría ser de un material delgado altamente reflectante, como Vikuiti™ ESR (*Enhanced Specular Reflector*, Reflector Especular

Mejorado), comercializado por 3M (Estados Unidos de América), que posee un espesor de 65 micras.

En otros ejemplos, el inserto reflectante inferior (106) puede ser de un material no metálico altamente reflectante, como por ejemplo Lumirror™ E60L fabricado por Toray (Japón) o tereftalato de polietileno microcristalino (MCPET), por ejemplo el fabricado por Furukawa Electric Co. Ltd. (Japón), o un material de politetrafluoroetileno (PTFE) sinterizado, como el fabricado por W.L. Gore (Estados Unidos de América). El espesor del inserto reflectante inferior (106), especialmente cuando se construye a partir de una película reflectante no metálica, puede ser significativamente superior al espesor de los soportes (102_{soporte}) de los LED (102), como se ilustra en la Figura 5C. Para adaptarse al mayor espesor sin afectar a la luz emitida por los LED (102), se pueden perforar orificios en el inserto reflectante inferior (106) para revelar el soporte (102_{soporte}) del paquete LED, y se monta el inserto reflectante inferior (106) directamente encima de la placa de montaje (104). De esta forma, el espesor del inserto reflectante inferior (106) puede ser superior al espesor del soporte (102_{soporte}) sin que ello afecte significativamente a la luz emitida por los LED (102). Esta solución resulta especialmente atractiva cuando se utilizan los paquetes LED con soportes que son solo ligeramente más grandes que la parte emisora de luz del LED. En otros ejemplos, la placa de montaje (104) puede incluir bloques elevados (104_{bloque}) que coincidan aproximadamente con el área del soporte (102_{soporte}) de LED, de tal manera que la parte emisora de luz de LED (102) se eleve por encima del inserto reflectante inferior (106). En algunos ejemplos, la capa no metálica (106a) puede contar con el refuerzo de una fina capa de respaldo metálica reflectante (106b) para mejorar la reflectancia en general, como se ilustra en la Figura 5D. Por ejemplo, la capa reflectante no metálica (106a) puede exhibir propiedades de reflexión difusa y la capa de respaldo reflectante (106b) puede exhibir propiedades de reflexión especular. Este enfoque ha resultado eficaz a la hora de reducir el potencial de guía de ondas en el interior de las capas de reflexión especular. Es deseable la minimización de la guía de ondas dentro de las capas reflectantes, ya que las guías de ondas reducen la eficacia global de la cavidad.

El cuerpo de la cavidad (105) y el inserto reflectante inferior (106) pueden estar acoplados térmicamente y se pueden producir como una sola pieza si así se desea. Se puede montar el inserto reflectante inferior (106) en la placa (104), por ejemplo mediante el uso de una pasta o cinta conductora térmica. En otra realización, la superficie superior de la placa de montaje (104) está configurada para que sea altamente reflectante con el fin de obviar la necesidad de un inserto reflectante inferior (106). Alternativamente se podría aplicar un revestimiento reflectante a la placa (104), estando compuesto este revestimiento de partículas blancas, por ejemplo, de TiO₂, ZnO o BaSO₄ inmersas en un aglutinante transparente, como por ejemplo materiales de resina epoxi, silicona, acrílico o N-metilpirrolidona (NMP). Alternativamente, el revestimiento puede ser de un material de fósforo, como por ejemplo YAG:Ce. Se puede aplicar directamente el revestimiento de material de fósforo y/o el material de TiO₂, ZnO o GaSO₄ a la placa (104) o, por ejemplo, al inserto reflectante inferior (106) mediante un proceso como la impresión serigráfica.

En la Figura 5E se ilustra una vista en perspectiva de otra realización del dispositivo de iluminación (100). Si se desea, por ejemplo cuando se utiliza un gran número de LED (102), el inserto reflectante inferior (106) puede incluir una parte elevada entre los LED (102), como por ejemplo la ilustrada en la Figura 5D. El dispositivo de iluminación (100) se ilustra en la Figura 5D con un desviador (117) entre los LED configurado para redirigir la luz emitida en grandes ángulos desde los LED (102) en ángulos más estrechos con respecto a una recta normal a la superficie superior de la placa de montaje (104). De esta forma, la luz emitida por los LED (102) que se encuentra cerca de ser paralela a la superficie superior de la placa de montaje (104) es redirigida hacia arriba, hacia la ventana de salida (108), de modo que la luz emitida por el dispositivo de iluminación posee un ángulo de conicidad más pequeño en comparación con el ángulo de conicidad de la luz emitida directamente por los LED. El uso de un inserto reflectante inferior (106) con un desviador (117) resulta útil cuando se seleccionan los LED (102) que emiten luz a través de grandes ángulos de salida, como por ejemplo los LED que se aproximan a una fuente de Lambert. Al reflejar la luz en ángulos más estrechos, se puede utilizar el dispositivo de iluminación (100) en aplicaciones en las que se desea evitar la luz bajo ángulos grandes, por ejemplo debido a problemas de deslumbramiento (iluminación de oficinas o iluminación general) o debido a razones de eficiencia por las que resulta conveniente enviar la luz solo a donde es necesaria y resulta eficaz, por ejemplo, en el alumbrado de tareas visuales o en el alumbrado en la parte inferior de armarios. Por otra parte, se mejora la eficiencia de extracción de luz para el dispositivo de iluminación (100), ya que la luz emitida en ángulos grandes experimenta un número menor de reflexiones en la cavidad (109) antes de alcanzar la ventana de salida (108), en comparación con un dispositivo sin inserto reflectante inferior (106). Esto resulta especialmente ventajoso cuando se utiliza en combinación con un túnel de luz o integrador, ya que es beneficioso para limitar el flujo en grandes ángulos debido a las pérdidas de eficiencia causadas por los reflejos repetidos en la cavidad de mezclado. Se ilustra cómo el desviador (117) tiene una forma que se estrecha progresivamente, pero también se pueden usar formas alternativas si así se desea, por ejemplo formas de media cúpula, un casquete esférico o formas reflectantes esféricas. El desviador (117) puede tener un revestimiento de reflexión especular, un revestimiento difuso o puede estar recubierto con uno o más fósforos. La altura del desviador (117) puede ser inferior a la altura de la cavidad (109) (por ejemplo, aproximadamente la mitad de la altura de la cavidad (109)), de tal manera que exista un pequeño espacio entre la parte superior del desviador (117) y la ventana de salida (108). Se pueden implementar en la cavidad (109) múltiples desviadores.

En la Figura 5F se ilustra otra realización de un inserto reflectante inferior (106) donde cada LED (102) en el dispositivo de iluminación (100) está rodeado de una cavidad óptica individual separada (118). La cavidad óptica

(118) puede tener una forma parabólica, parabólica compuesta, elíptica, u otro tipo de forma apropiada. La luz procedente del dispositivo de iluminación (100) es colimada desde ángulos grandes a ángulos más pequeños, por ejemplo desde un ángulo de 2×90 grados a un ángulo de 2×60 grados, o un haz de 2×45 grados. Se puede utilizar el dispositivo de iluminación (100) como una fuente luminosa directa, por ejemplo como una luz hacia abajo o una luz en la parte inferior de armarios, o se puede utilizar para inyectar luz en una cavidad (109). La cavidad óptica (118) puede contar con un revestimiento de reflexión especular, un revestimiento difuso, o puede estar recubierta con uno o más fósforos. Puede construirse la cavidad óptica (118) como parte del inserto reflectante inferior (106) en una sola pieza de material o puede construirse por separado y combinarse con el inserto reflectante inferior (106) para formar un inserto reflectante inferior (106) con características de cavidad óptica.

En la Figura 6A se ilustra un inserto de pared lateral (107). El inserto de pared lateral (107) puede ser de un material altamente conductor del calor, como por ejemplo un material basado en aluminio que se procesa para hacer que el material sea altamente reflectante y duradero. A modo de ejemplo, se puede utilizar un material conocido como Miro®, fabricado por Alanod, una empresa alemana. Se puede lograr la alta reflectancia del inserto de pared lateral (107) puliendo el aluminio o cubriendo la superficie interior del inserto de pared lateral (107) con uno o más revestimientos reflectantes. Alternativamente, el inserto reflectante inferior (106) podría ser de un material delgado altamente reflectante, como Vikuiti™ ESR, comercializado por 3M (Estados Unidos de América), que tiene un espesor de 65 micras. En otros ejemplos, el inserto reflectante inferior (106) puede ser de un material no metálico altamente reflectante, como por ejemplo Lumirror™ E60L fabricado por Toray (Japón) o tereftalato de polietileno microcristalino (MCPET), como por ejemplo el fabricado por Furukawa Electric Co. Ltd. (Japón) o un material de politetrafluoroetileno (PTFE) sinterizado, como el fabricado por W.L. Gore (Estados Unidos de América). Las superficies interiores del inserto de pared lateral (107) pueden ser de reflexión especular o reflexión difusa. Un ejemplo de un revestimiento de reflexión altamente especular es un espejo de plata, en el que una capa transparente protege la capa de plata contra la oxidación. Entre los ejemplos de materiales reflectantes altamente difusos figuran el MCPET, el PTFE y el material E60L de Toray. También se pueden aplicar revestimientos reflectantes altamente difusos. Tales revestimientos pueden incluir partículas de dióxido de titanio (TiO₂), óxido de zinc (ZnO) y sulfato de bario (BaSO₄), o una combinación de estos materiales.

En otros ejemplos, una capa reflectante no metálica puede contar con el refuerzo de una capa de respaldo reflectante con el fin de mejorar la reflectancia en general. Por ejemplo, la capa reflectante no metálica puede exhibir propiedades de reflexión difusa y la capa de respaldo reflectante puede exhibir propiedades de reflexión especular. Este enfoque ha sido eficaz a la hora de reducir el potencial de guía de ondas en el interior de las capas de reflexión especular. Es deseable la minimización de la guía de ondas dentro de las capas reflectantes, ya que de esta forma se obtiene una mayor eficiencia de la cavidad.

En una realización, el inserto de pared lateral (107) puede ser de un material de MCPET altamente difuso y reflectante. Se puede revestir una parte de las superficies interiores con una capa de revestimiento o impregnar con un material de conversión de longitud de onda, como por ejemplo el fósforo o colorantes luminiscentes. En el presente se referirá en general a este material de conversión de longitud de onda como fósforo para simplificar, aunque cualquier material fotoluminiscente o combinación de materiales fotoluminiscentes son considerados un material de conversión de longitud de onda a efectos de este documento de patente. A modo de ejemplo, un fósforo que puede utilizarse puede incluir Y₃Al₅O₁₂:Ce, (Y,Gd)₃Al₅O₁₂:Ce, CAS:Eu, SrS:Eu, SrGa₂S₄:Eu, Ca₃(Sc,Mg)₂Si₃O₁₂:Ce, Ca₃Sc₂Si₃O₁₂:Ce, Ca₃Sc₂O₄:Ce, Ba₃Si₆O₁₂N₂:Eu, (Sr,Ca)AlSiN₃:Eu, CaAlSiN₃:Eu, CaAlSi(ON)₃:Eu, Ba₂SiO₄:Eu, Sr₂SiO₄:Eu, Ca₂SiO₄:Eu, CaSc₂O₄:Ce, CaSi₂O₂N₂:Eu, SrSi₂O₂N₂:Eu, BaSi₂O₂N₂:Eu, Ca₅(PO₄)₃Cl:Eu, Ba₅(PO₄)₃Cl:Eu, Cs₂CaP₂O₇, Cs₂SrP₂O₇, Lu₃Al₅O₁₂:Ce, Ca₈Mg(SiO₄)₄C₁₂:Eu, Sr₈Mg(SiO₄)₄C₁₂:Eu, La₃Si₆N₁₁:Ce, Y₃Ga₅O₁₂:Ce, Gd₃Ga₅O₁₂:Ce, Tb₃Al₅O₁₂:Ce, Tb₃Ga₅O₁₂:Ce y Lu₃Ga₅O₁₂:Ce.

Como se ha mencionado anteriormente, las superficies de pared lateral interior de la cavidad (109) pueden ser llevadas a cabo usando un inserto de pared lateral separada (107) que se coloca dentro del cuerpo de cavidad (105), o se pueden lograr mediante el tratamiento de las superficies interiores del cuerpo de cavidad (105). El inserto de pared lateral (107) puede estar colocado dentro del cuerpo de la cavidad (105) y se utiliza para definir las paredes laterales de la cavidad (109). A modo de ejemplo, se puede insertar el inserto de pared lateral (107) en un cuerpo de cavidad (105) desde la parte superior o la parte inferior dependiendo de qué lado tiene una abertura más grande.

En las Figuras 6B-6C se ilustra el tratamiento de superficies seleccionadas de pared lateral interior de la cavidad (109). Como se ilustra en las Figuras 6B y 6C, los tratamientos descritos se aplican al inserto de pared lateral (107), pero como se ha mencionado anteriormente, es posible que no se utilice un inserto de pared lateral (107) y se apliquen directamente los tratamientos descritos a las superficies interiores del cuerpo de la cavidad (105). En la Figura 6b se ilustra una cavidad rectangular que posee una longitud que se extiende a lo largo de la dimensión más larga que se muestra y una anchura que se extiende a lo largo de la dimensión más corta que se muestra. En este ejemplo, se aplica un revestimiento reflectante (113) a las dos superficies de pared lateral más cortas (107) y se aplica un revestimiento (111) de material de conversión de longitud de onda a lo largo de las superficies de pared lateral (107) correspondientes a la dimensión de longitud. Si se desea, el material utilizado para formar el inserto de pared lateral (107) puede ser reflectante en sí mismo, evitando así la necesidad de revestimiento reflectante (113). En una realización, las superficies de pared lateral más cortas (107s) reflejan al menos el 95% de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros sin conversión de color. Se ha descubierto que resulta particularmente

ventajosa esta combinación de tratamientos del inserto de pared lateral (107), es decir, las superficies reflectantes de pared lateral más cortas (107s) y las superficies de pared lateral largas de conversión de longitud de onda (107l). La implementación de una superficie reflectante en las superficies de pared lateral (107s) que se corresponde con la dimensión de anchura ha demostrado que mejora la uniformidad del color del haz de salida emitido desde la ventana de salida (108). En las Figuras 6B y 6C se ilustra un revestimiento modelado en forma de diente de sierra (111), donde el pico de cada diente de sierra está alineado con la ubicación de cada LED (102), como se ilustra en la Figura 6C. Cualquier parte de las superficies de pared lateral (107l) sin revestimiento (111) es reflectante y, por ejemplo, puede reflejar al menos el 95 % de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros sin conversión de color. La implementación de modelos de fósforo en las superficies de pared lateral (107l) que se corresponden con la dimensión de longitud donde el modelo de fósforo se concentra alrededor de los LED también ha mejorado la uniformidad de color y permite un uso más eficaz de los materiales de fósforo. Aunque se ilustra un modelo de diente de sierra, se pueden emplear otros modelos, como por ejemplo modelos de diente de sierra semicirculares, parabólicos, aplanados o de otro tipo para obtener un efecto similar. Por otra parte, si así se desea, el revestimiento (111) puede no ser de ningún modelo, es decir, la totalidad de las superficies de pared lateral (107l) puede estar revestida con fósforo.

En las Figuras 7A-7C se ilustran diversas configuraciones de ventana de salida (108) en vistas en sección transversal. En las Figuras 3A y 3B, se muestra la ventana (108) montada encima del cuerpo de la cavidad (105). Puede ser beneficioso sellar el espacio entre la ventana (108) y el cuerpo de la cavidad (105) para formar una cavidad herméticamente sellada (109), evitando así que entre en la cavidad (109) polvo o humedad. Se puede utilizar un material de sellado para rellenar el espacio entre la ventana (108) y el cuerpo de la cavidad (105), como por ejemplo una resina epoxi o un material de silicona. Puede resultar beneficioso utilizar un material que permanece flexible con el paso del tiempo debido a las diferencias en los coeficientes de expansión térmica de los materiales de la ventana (108) y el cuerpo de la cavidad (105). Como alternativa, la ventana (108) podría estar hecha de vidrio o de un material cerámico transparente, y soldada al cuerpo de la cavidad (105). En ese caso, la ventana (108) puede estar chapada en los bordes con un material metálico, como por ejemplo aluminio, plata, cobre u oro, y la pasta de soldadura se aplica entre el cuerpo de la cavidad (105) y la ventana (108). Al calentar la ventana (108) y el cuerpo de la cavidad (105), la soldadura se fundirá y proporcionará una buena conexión entre el cuerpo de la cavidad (105) y la ventana (108).

En la Figura 7A, la ventana (108) posee una capa adicional (124) en la superficie interior de la ventana, es decir, la superficie orientada hacia la cavidad (109). La capa adicional (124) puede contener partículas difusoras o partículas con propiedades de conversión de longitud de onda –como por ejemplo fósforos– o ambas a la vez. Se puede aplicar la capa (124) a la ventana (108) mediante impresión serigráfica, pintura por pulverización con pistola o recubrimiento de polvo. Para la impresión serigráfica y la pintura por pulverización con pistola, normalmente se sumergen las partículas en un aglutinante, el cual puede [ser] una laca a base de poliuretano o un material de silicona. Para el recubrimiento de polvo, se mezcla un material aglutinante en la mezcla de polvo en forma de pequeñas bolitas que tienen un punto de fusión bajo y que forman una capa uniforme cuando se calienta la ventana (108), o se aplica una capa base a la ventana (108) a la cual se pegan las partículas durante el proceso de recubrimiento. Alternativamente, se puede aplicar el recubrimiento de polvo usando un campo eléctrico, cocidiéndose la ventana y las partículas de fósforo en un horno para que el fósforo se adhiera permanentemente a la ventana. Se pueden controlar el espesor y las propiedades ópticas de la capa (124) aplicada a la ventana (108) durante el proceso de recubrimiento de polvo, por ejemplo mediante el uso de un láser y un espectrómetro y/o detector y/o cámara, tanto en los modos de dispersión hacia adelante y dispersión hacia atrás, con el fin de obtener las propiedades ópticas y/o el color apropiados.

En la Figura 7B la ventana (108) cuenta con dos capas adicionales (124 y 126), respectivamente en el interior de la ventana y en el exterior de la ventana (108). La capa exterior (126) puede ser de partículas de dispersión de luz, como por ejemplo partículas de TiO₂, ZnO y/o BaSO₄. Se pueden añadir partículas de fósforo a la capa (126) para realizar un ajuste final del color de la luz que sale del dispositivo de iluminación (100). La capa interior (124) puede contener partículas de conversión de longitud de onda, como por ejemplo un fósforo.

En la Figura 7C la ventana (108) también posee dos capas adicionales (124 y 128), pero ambas se encuentran en la misma superficie interior de la ventana (108). Aunque se muestran dos capas, debe entenderse que pueden utilizarse capas adicionales. En una configuración, la capa (124) que se encuentra más próxima a la ventana (108) incluye partículas de dispersión de blanco, de tal manera que la ventana (108) tiene una apariencia blanca desde el exterior y posee una salida de luz uniforme en ángulo, y la capa (128) incluye un fósforo emisor de amarillo.

El proceso de conversión de fósforo genera calor y por lo tanto la ventana (108) y el fósforo [que se encuentra] por ejemplo en la capa (124), en la ventana (108) deben estar configurados de modo que no se calienten demasiado. A tal fin, la ventana (108) puede tener una alta conductividad térmica, por ejemplo, no inferior a 1W/(m K), y la ventana (108) puede estar acoplada térmicamente al cuerpo de la cavidad (105), que actúa como un disipador de calor, utilizando un material con baja resistencia térmica, como por ejemplo soldadura, pasta térmica o cinta térmica. Un buen material para la ventana es el óxido de aluminio, que se puede utilizar en su forma cristalina, denominada zafiro, así como en su forma policristalina o cerámica, denominada alúmina. Se pueden utilizar otros modelos si así se desea, como por ejemplo pequeños puntos de diferente tamaño, espesor y densidad.

En la Figura 8 se muestra una vista en perspectiva de un reflector (140) montado en un dispositivo de iluminación (100) para colimar la luz emitida desde la cavidad (109). El reflector (140) puede ser de un material conductor térmico, como por ejemplo un material que incluye aluminio o cobre, y pueden estar acoplado térmicamente a un difusor de calor en la placa (104), como se explica con referencia a la Figura 4A, junto con el cuerpo de la cavidad (105) o a través del mismo. El calor fluye por conducción a través de las capas de difusión de calor (131) unidas a la placa (104), el cuerpo de cavidad térmicamente conductor (105) y el reflector térmicamente conductor (140). El calor también fluye a través de una convección térmica por el reflector (140). El reflector (140) puede ser un concentrador parabólico compuesto, en el que el concentrador es de un material altamente reflectante. Los concentradores parabólicos compuestos suelen ser altos, pero a menudo se utilizan en una forma de longitud reducida, lo que aumenta el ángulo del haz. Una de las ventajas de esta configuración es que no se requieren difusores adicionales para homogeneizar la luz, lo que incrementa la eficiencia del proceso. Los elementos ópticos, como por ejemplo un difusor o un reflector (140), pueden ser acoplados de forma desmontable al cuerpo de cavidad (105), por ejemplo mediante roscas, una abrazadera, un mecanismo de cierre por torsión u otra configuración apropiada. En otros ejemplos, el difusor o reflector (140) pueden estar acoplados directamente a la base de montaje (101).

En la Figura 9 se ilustra un dispositivo de iluminación (100) con un disipador de calor (130) unido a la parte inferior del mismo. En una realización, la placa (104) puede estar unida al disipador de calor (130) por medio de una resina epoxi térmica. De forma alternativa o adicional, el disipador de calor (130) puede estar atornillado al dispositivo de iluminación (100) a través de roscas de tornillo para fijar el dispositivo de iluminación (100) al disipador de calor (130), como se ilustra en la Figura 9. Como se puede observar en la Figura 4, la placa (104) puede incluir capas de difusión de calor (131) que actúan como áreas térmicas de contacto que están acopladas térmicamente al disipador de calor (130) mediante, por ejemplo, grasa térmica, cinta térmica o resina epoxi térmica. Para la refrigeración adecuada de

los LED se debería utilizar un área térmica de contacto de al menos 50 mm², aunque preferentemente debería ser de 100 mm², por cada vatio de flujo de energía eléctrica que se suministra a los LED en la placa. Por ejemplo, cuando se utilizan 20 LED, se debería utilizar un área de contacto de disipador de calor de entre 1.000 y 2.000 mm². La utilización de un disipador de calor más grande (130) permite la operación de los LED (102) a una mayor potencia, y también permite el uso de diferentes diseños de disipador de calor, de manera que la capacidad de enfriamiento depende menos de la orientación del disipador de calor. Además, se pueden utilizar ventiladores u otras soluciones de enfriamiento forzado para eliminar el calor del dispositivo. El disipador de calor inferior puede incluir una abertura que permita la realización de conexiones eléctricas a la placa (104).

Una capa de dispersión de calor (131) en la placa (104), que se muestra por ejemplo en la Figura 4, puede ser incorporada al reflector o a un disipador de calor, como por ejemplo el disipador de calor (130). Además, la capa de difusión de calor (131) puede estar unida directamente a una estructura externa como por ejemplo un accesorio de iluminación. En otras realizaciones, el reflector (140) puede ser de un metal como el aluminio, el cobre o las aleaciones de los mismos, y está acoplado térmicamente al disipador de calor (130) para contribuir a la disipación de calor.

Como se ilustra en las Figuras 1 y 2, en el dispositivo de iluminación (100) se pueden utilizar múltiples LED (102). Se colocan los LED (102) en línea a lo largo de las dimensiones de longitud y anchura mostradas. El dispositivo de iluminación (100) puede tener más o menos LED, pero se ha llegado a la conclusión de que veinte LED es un número ventajoso de LED (102). En una realización, se utilizan veinte LED. Cuando se utiliza un número elevado de LED, puede ser deseable combinar los LED en múltiples cadenas, por ejemplo dos cadenas de diez LED, con el fin de mantener una corriente y un voltaje directos relativamente bajos, por ejemplo no superior a 700 mA y 24V. Si se desea, se puede colocar en serie un número mayor de LED, pero este tipo de configuración puede tener como consecuencia problemas de seguridad eléctrica.

El inserto de pared lateral (107), el inserto reflectante inferior (106) y la ventana de salida (108) pueden contar con el modelo de fósforo. Tanto el modelo en sí como la composición de fósforo pueden variar. En una realización, el dispositivo de iluminación puede incluir diferentes tipos de fósforos que se encuentran ubicados en diferentes zonas de la cavidad de mezclado de luz (109). Por ejemplo, un fósforo rojo puede estar situado en el inserto de pared lateral (107), en el inserto reflectante inferior (106), o en ambos a la vez, y se pueden ubicar fósforos amarillos y verdes en las superficies superior o inferior de la ventana (108) o se pueden incrustar dentro de la ventana (108). En una realización, un reflector central, como por ejemplo el desviador (117) que se muestra en la Figura 5E puede tener modelos de diferentes tipos de fósforo, por ejemplo un fósforo rojo en una primera área y un fósforo verde en una segunda área separada. En otra realización, diferentes tipos de fósforos, por ejemplo rojos y verdes, pueden estar situados en diferentes áreas en las paredes laterales del inserto de pared lateral (107) o el cuerpo de la cavidad (105). Por ejemplo, un tipo de fósforo puede ser modelado en el inserto de pared lateral (107) en una primera área, por ejemplo, en forma de rayas, puntos u otros modelos, mientras que otro tipo de fósforo se encuentra en una segunda área diferente del inserto de pared lateral (107). Si se desea, se pueden utilizar y ubicar fósforos adicionales en diferentes áreas de la cavidad (109). Además, si se desea, se puede utilizar un único tipo de material de conversión de longitud de onda, que se añade como modelo en la cavidad (109), por ejemplo en las paredes laterales.

La luminaria ilustrada en la Figura 10 incluye un dispositivo de iluminación (100) integrado en un dispositivo de lámpara modificado retroactivamente (150). El dispositivo de lámpara modificado retroactivamente (150) incluye un reflector (140) con una superficie interna (142) que está pulida para ser reflectante u opcionalmente incluye un revestimiento reflectante y/o una capa de conversión de longitud de onda. El reflector (140) también puede comprender una ventana (144) que puede incluir opcionalmente un revestimiento de una capa de conversión de longitud de onda u otro revestimiento óptico, como por ejemplo un filtro dicróico. Deberá entenderse que, tal y como se define en el presente, un dispositivo de iluminación basado en LED no es un LED, sino una fuente luminosa de LED o un accesorio o parte componente de una fuente luminosa o accesorio de LED. En algunas realizaciones, el dispositivo de iluminación basado en LED (100) puede ser una lámpara de sustitución o una lámpara modificada retroactivamente o una parte de una lámpara de sustitución o de una lámpara modificada retroactivamente. Como se ilustra en la Figura 10, un dispositivo de iluminación basado en LED (100) puede ser una parte de un dispositivo de lámpara modificado retroactivamente basado en LED (150).

Aunque se han descrito anteriormente determinadas realizaciones específicas con fines de divulgación, los principios de este documento de patente tienen una aplicabilidad general y no se encuentran limitados a las realizaciones específicas descritas anteriormente. Por ejemplo, en las Figuras 3A y 3B se muestra cómo las paredes laterales poseen una configuración lineal, pero deberá entenderse que las paredes laterales pueden tener cualquier configuración deseada, por ejemplo curvada, no vertical, biselada, etcétera. Por ejemplo, se logra una mayor eficacia de transferencia a través de la cavidad de mezclado de luz (109) mediante la pre-colimación de la luz usando paredes laterales que se estrechan progresivamente. En otro ejemplo, se utiliza el cuerpo de la cavidad (105) para fijar directamente la placa de montaje (104) a la base de montaje (101) sin el uso de un anillo de retención de la placa de montaje (103). En otros ejemplos la base de montaje (101) y el dissipador de calor (130) pueden ser un único componente. Los ejemplos mostrados en las Figuras 8-10 tienen fines ilustrativos. También se prevén ejemplos de dispositivos de iluminación de formas generales poligonales y elípticas. En consecuencia, se pueden llevar a cabo varias modificaciones, adaptaciones y combinaciones de diversas características de las realizaciones descritas sin abandonar el ámbito de la invención que se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

5 un subconjunto de fuente luminosa (115) con una dimensión de longitud que se extiende en una primera dirección, una dimensión de anchura que se extiende en una segunda dirección perpendicular a la primera dirección y una pluralidad de diodos emisores de luz (LED) (102) montados en un primer plano, en el que la dimensión de anchura es inferior a la dimensión de longitud; y

10 un subconjunto de conversión de luz (116) montado encima del primer plano, separado físicamente de la pluralidad de LED (102) y configurado para la mezcla y conversión de color de la luz emitida desde el subconjunto de fuente luminosa (115), en el que una primera parte de una primera superficie interior de pared lateral (107l) del subconjunto de conversión de luz (116) está alineada con la primera dirección y revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda, en el que una primera parte de una segunda superficie interior de pared lateral (107s) alineada con la segunda dirección refleja la luz incidente sin conversión de color, y en el que una parte de una ventana de salida (108) del subconjunto de conversión de luz (116) está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda.

20 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos la primera parte de la segunda superficie interior alineada con la segunda dirección o una segunda parte de la primera superficie interior (107l) reflejan por lo menos el 95% de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros sin conversión de color.

25 3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el subconjunto de conversión de luz (116) incluye un reflector inferior (106) ubicado encima del primer plano y en el que el reflector inferior (106) refleja al menos el 95% de la luz incidente entre 380 nanómetros y 780 nanómetros.

4. El aparato de la reivindicación 1, en el que la primera superficie interior (107l) y la ventana de salida (108) son insertos sustituibles seleccionados por sus propiedades de conversión de color.

30 5. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende: un tercer tipo de material de conversión de longitud de onda que reviste una segunda parte de la ventana de salida (108).

35 6. El aparato de la reivindicación 1, en el que se mezclan partículas de dispersión de luz con el segundo tipo de material de conversión de longitud de onda.

40 7. El aparato de la reivindicación 1, en el que el segundo tipo de material de conversión de longitud de onda comprende una primera capa (124) de la ventana de salida (108); y que además comprende: un tercer tipo de material de conversión de longitud de onda que comprende una segunda capa (126 y 128) de la ventana de salida (108).

8. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende un inserto reflectante sustituible (106) y en el que el inserto reflectante sustituible (106 y 107) comprende una capa reflectante difusa no metálica (106a) que cuenta con el respaldo de una segunda capa reflectante (106b).

45 9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la segunda capa reflectante (106b) es de reflexión especular.

50 10. El aparato de la reivindicación 8, en el que el inserto reflectante sustituible puede ser un inserto reflectante inferior (106) que forma una superficie inferior de la cavidad de mezclado de luz (109) o un inserto de pared lateral (107) que forma las superficies de pared lateral (107l, 107s) de la cavidad de mezclado de luz (109).

55 11. El aparato de la reivindicación 8, en el que el subconjunto de conversión de luz comprende una cavidad de mezclado de luz (109) [que] está configurada para la mezcla y conversión de color de la luz emitida desde los LED (102) hasta que la luz sale a través de una ventana de salida (108), en el que la ventana de salida (108) está ubicada por encima de la pluralidad de LED (102) y separada físicamente de la pluralidad de LED (102), en el que una primera parte de la cavidad de mezclado de luz (109) está revestida con un primer tipo de material de conversión de longitud de onda y en el que una parte de la ventana de salida (108) está revestida con un segundo tipo de material de conversión de longitud de onda.

60 12. El aparato de la reivindicación 1, que además comprende:

una placa de montaje (104) con una pluralidad de bloques elevados (104_{bloque});

la pluralidad de diodos emisores de luz (LED) (102) montados sobre la pluralidad de bloques elevados (104_{bloque}) de la placa de montaje (104);

65 en el que el subconjunto de conversión de luz (116) comprende una cavidad de mezclado de luz (109)

configurada para reflejar la luz emitida desde la pluralidad de LED (102) hasta que la luz sale a través de una ventana de salida (108). La cavidad de mezclado de luz (109) comprende un reflector inferior (106) que posee una pluralidad de orificios, la pluralidad de LED (102) se encuentran elevados por la pluralidad de bloques elevados (104^{bloque}) por encima de una superficie superior del reflector inferior (106) a través de la pluralidad de orificios.

- 5
13. El aparato de las reivindicaciones 10 o 12, en el que el reflector inferior (106) incluye una capa reflectante no metálica (106a) ubicada encima de una capa de respaldo reflectante (106b).
- 10
14. El aparato de la reivindicación 13, en el que la capa reflectante no metálica (106a) exhibe propiedades de reflexión difusa y la capa de respaldo reflectante (106b) exhibe propiedades de reflexión especular.

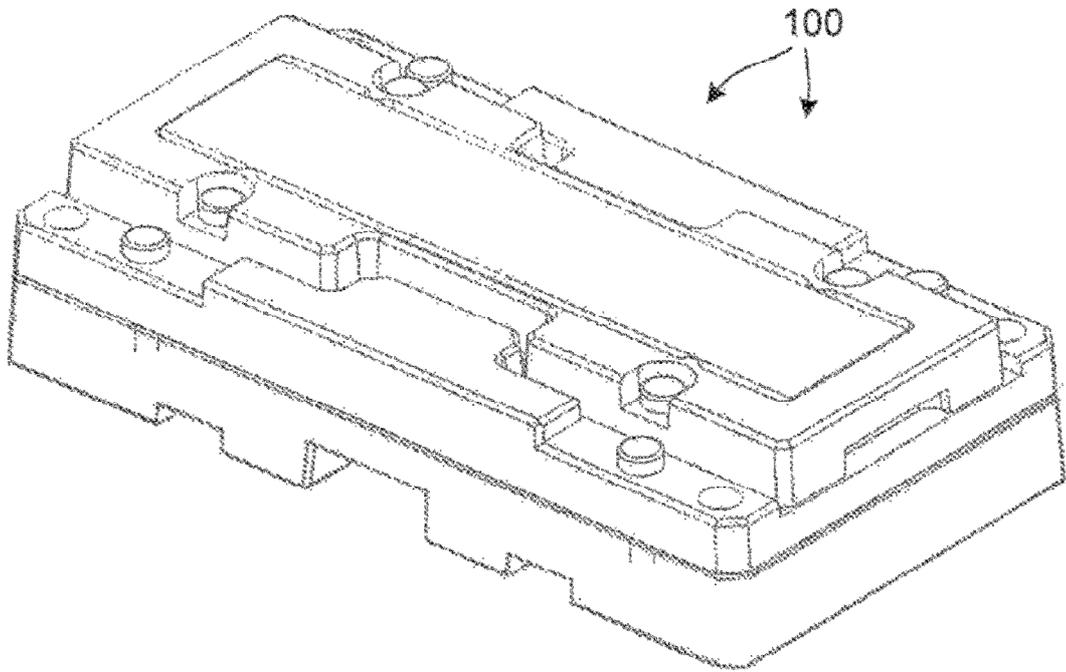


FIG. 1

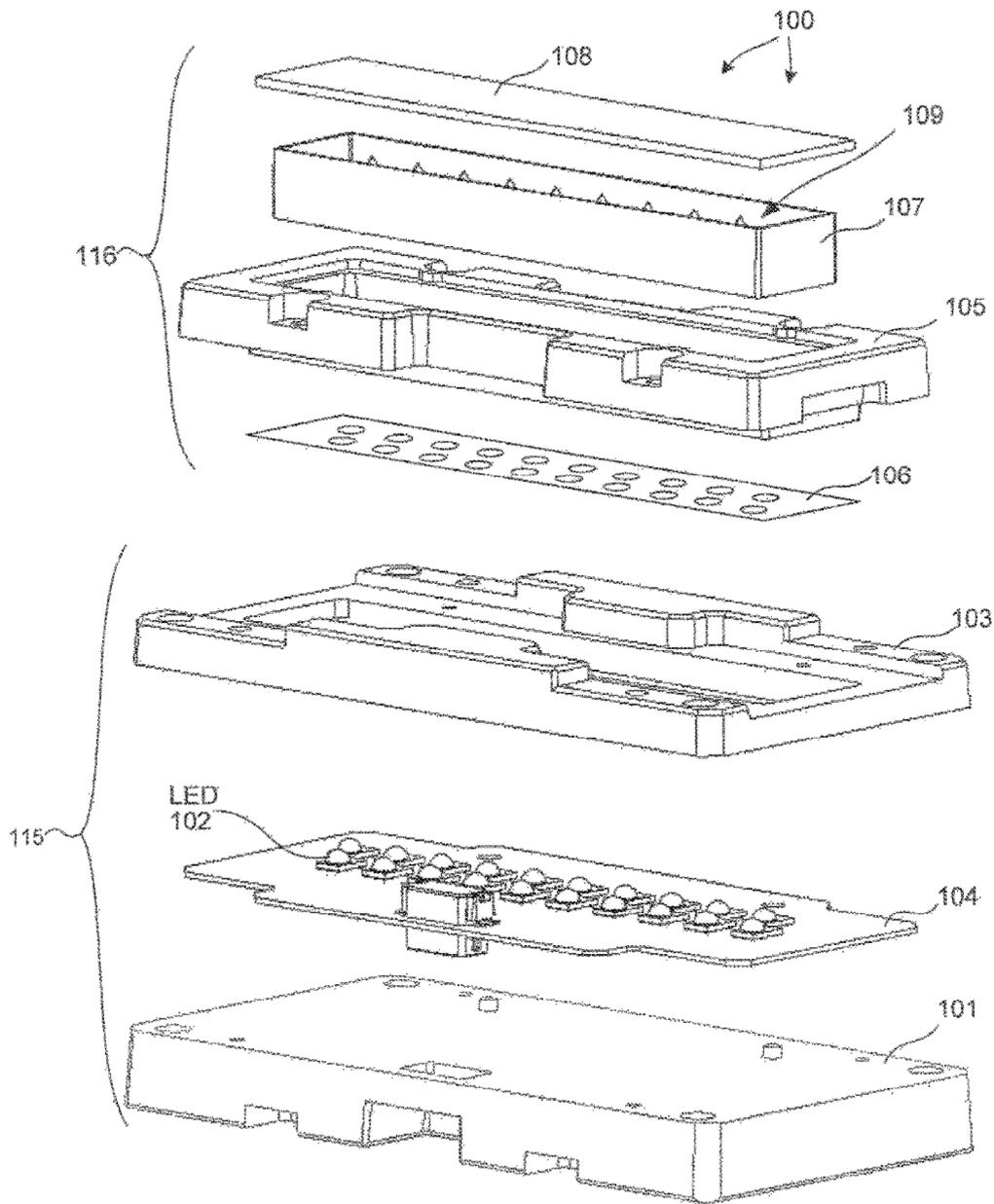


FIG. 2

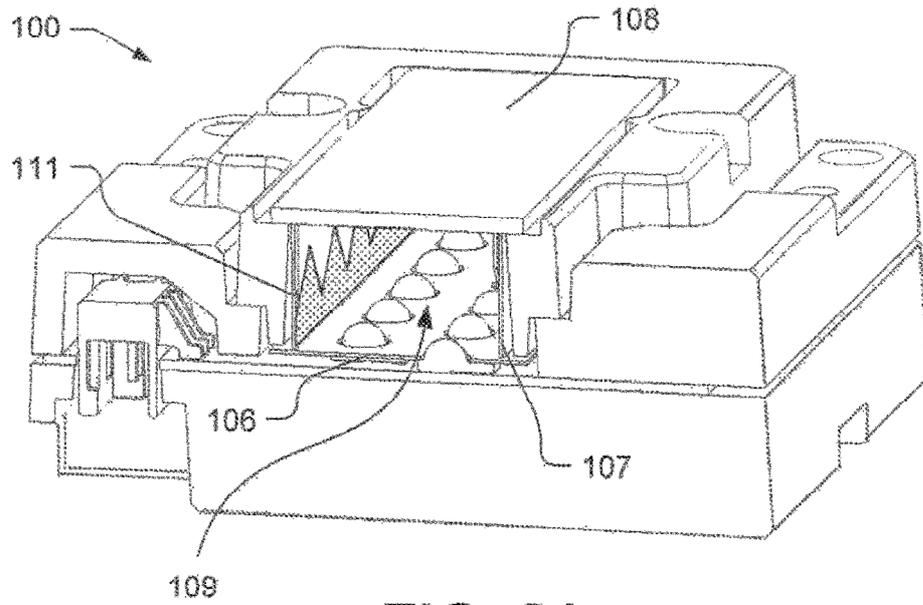


FIG. 3A

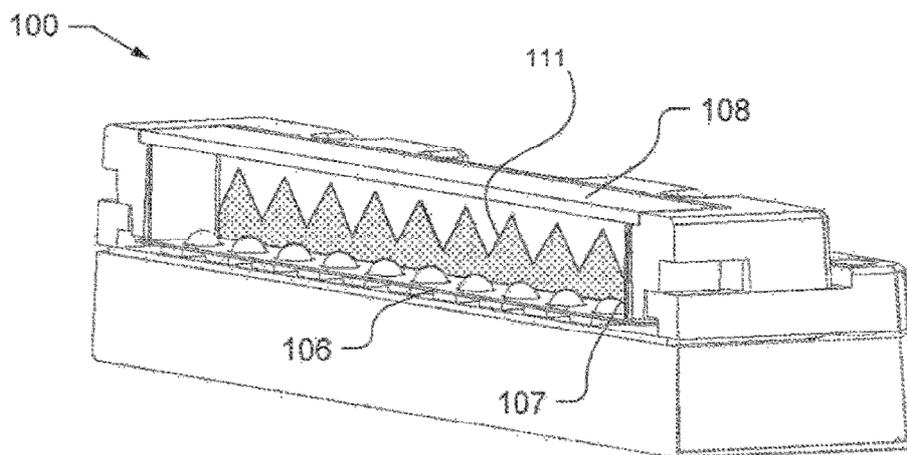


FIG. 3B

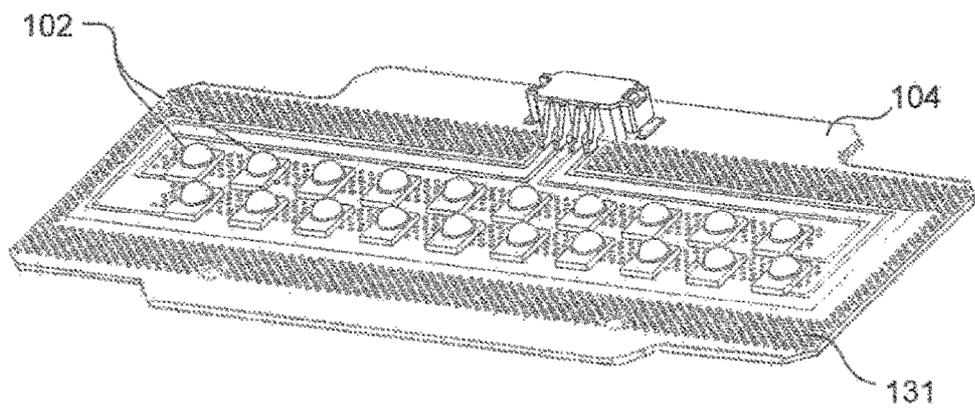


FIG. 4

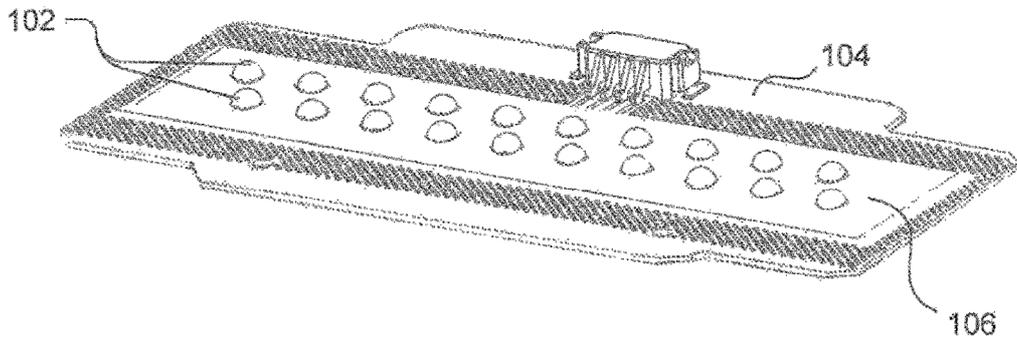


FIG. 5A

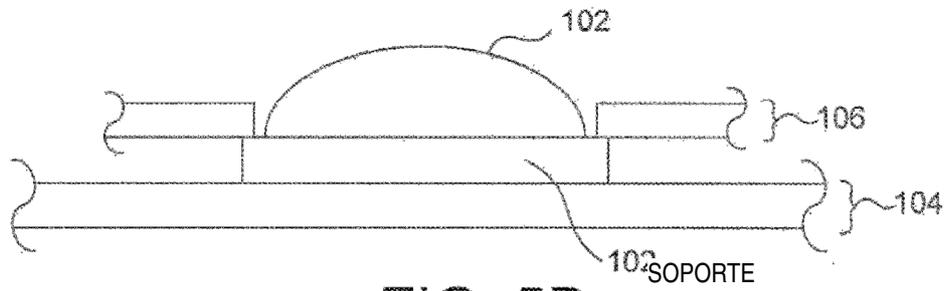


FIG. 5B

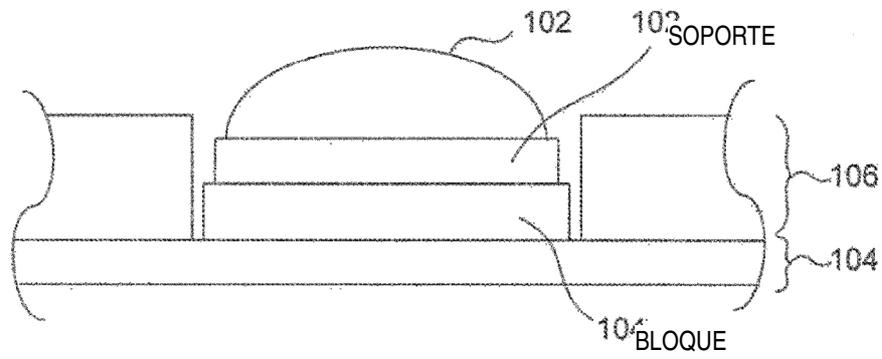


FIG. 5C

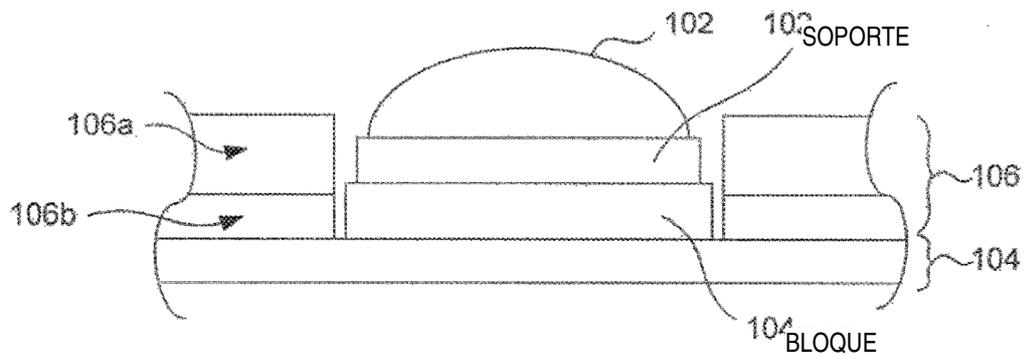


FIG. 5D

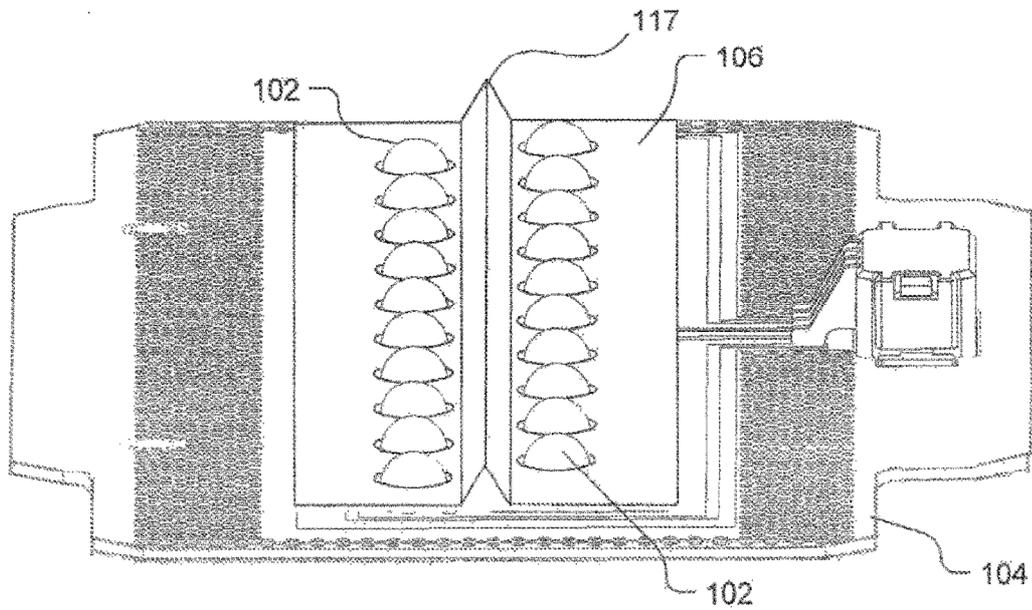


FIG. 5E

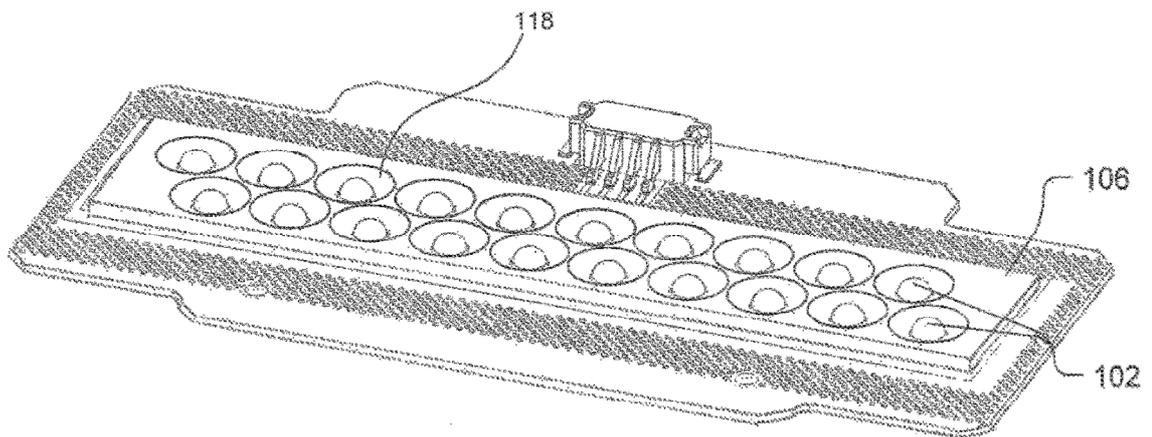


FIG. 5F

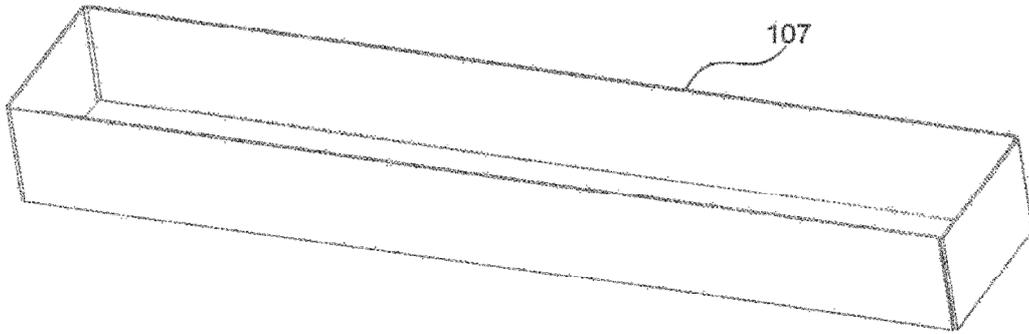


FIG. 6A

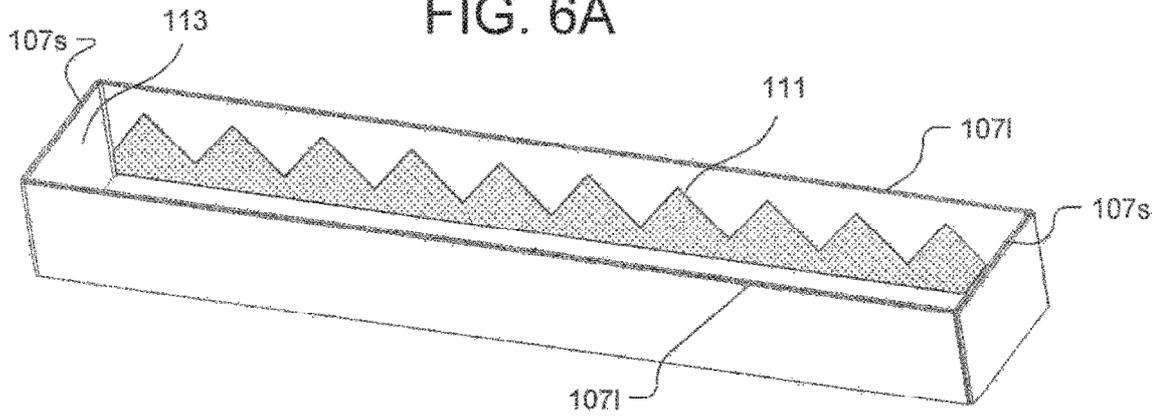


FIG. 6B

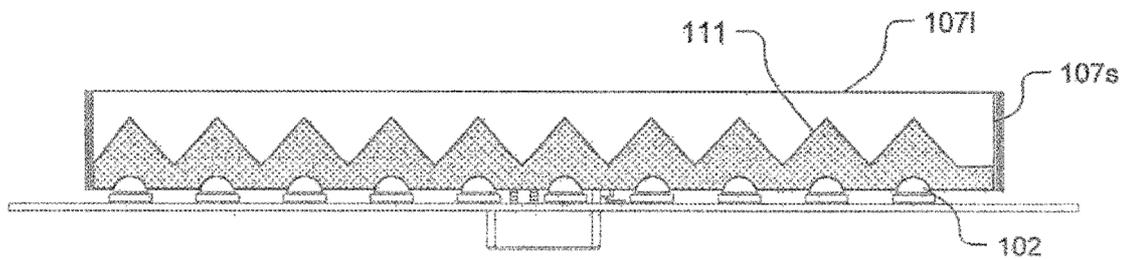


FIG. 6C

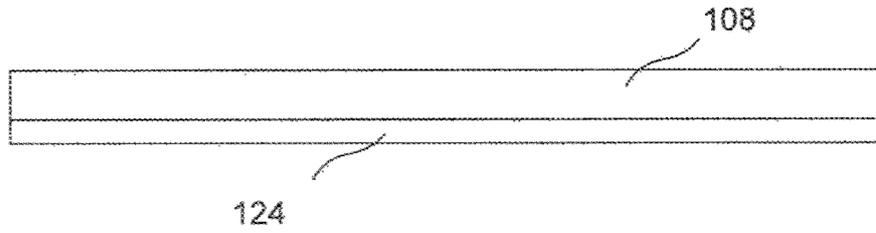


FIG. 7A

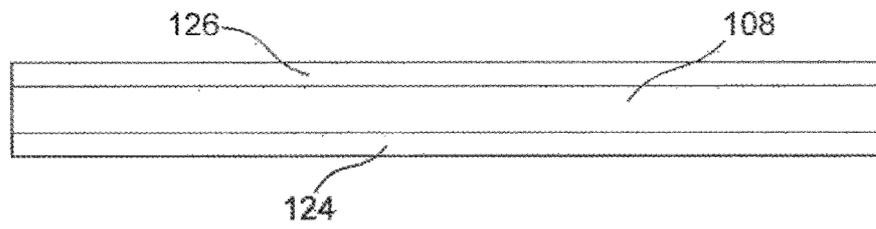


FIG. 7B

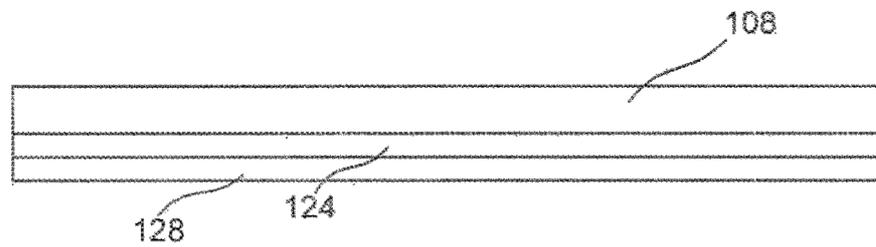


FIG. 7C

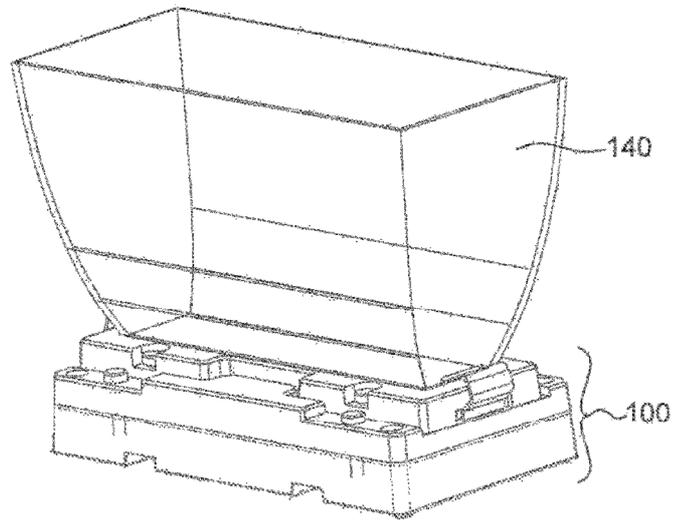


FIG. 8

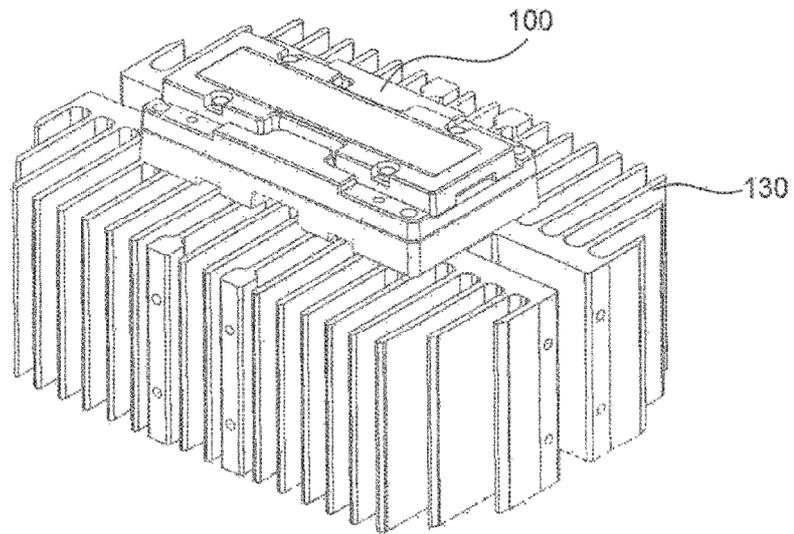


FIG. 9

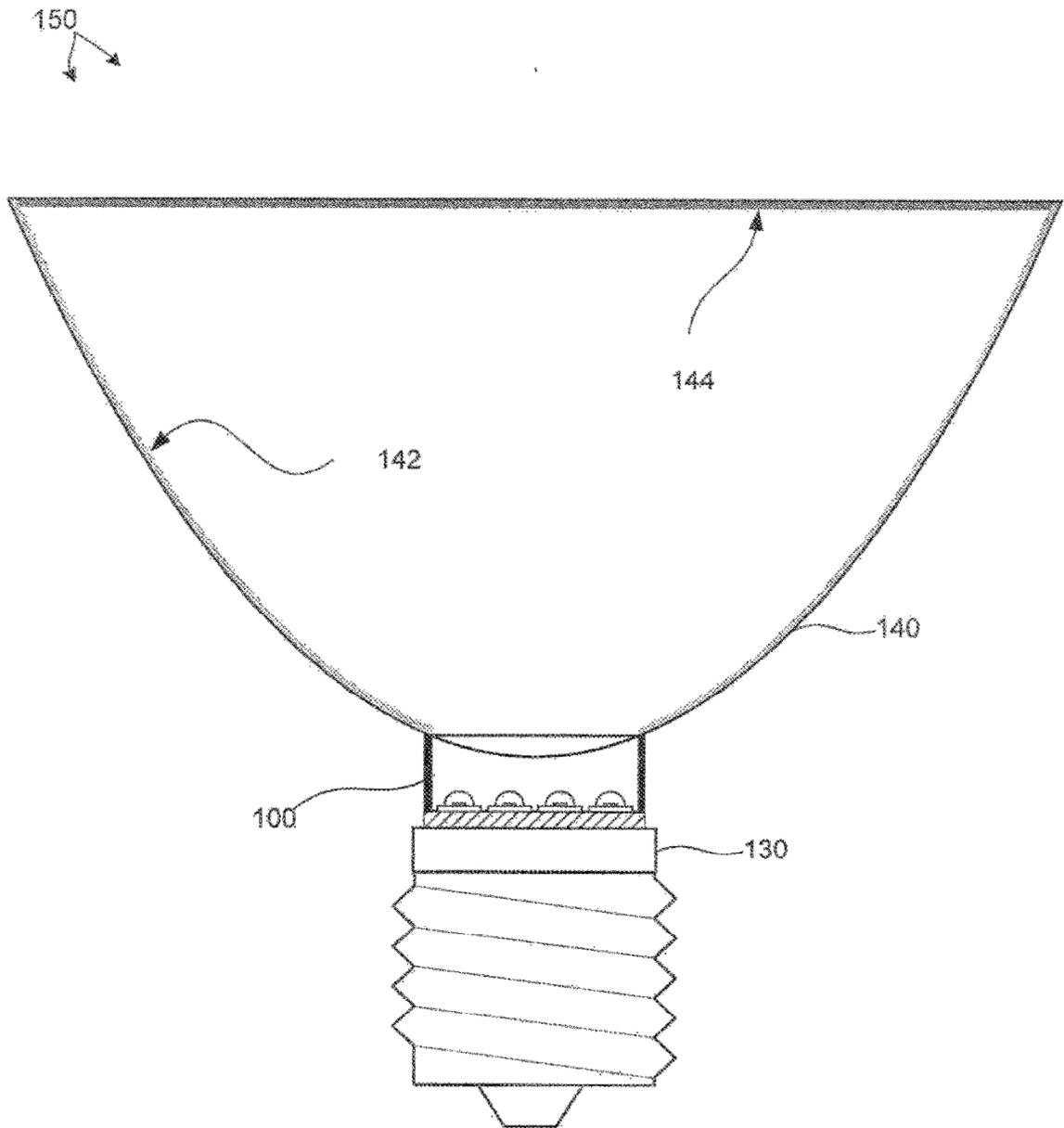


FIG. 10