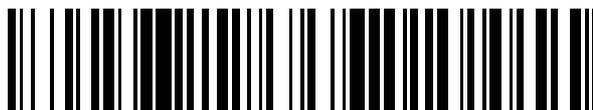


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 709**

51 Int. Cl.:

**F21K 99/00** (2006.01)

**G02B 6/42** (2006.01)

**G03B 21/16** (2006.01)

**G03B 21/20** (2006.01)

**F21K 9/64** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2016 E 16162948 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019 EP 3078898**

54 Título: **Aparato emisor de luz de alto brillo**

30 Prioridad:

**01.04.2015 EP 15162243**

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

**02.07.2020**

73 Titular/es:

**SIGNIFY HOLDING B.V. (100.0%)  
High Tech Campus 48  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**HIKMET, RIFAT, ATA, MUSTAFA y  
JUTTE, PETRUS, THEODORUS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 770 709 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**

Aparato emisor de luz de alto brillo

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia a un aparato emisor de luz de alto brillo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 Las fuentes de alto brillo capaces de emitir luz son interesantes para su uso en diversas aplicaciones, entre las que se incluyen focos, sistemas de iluminación de escenarios, faros y sistemas de proyección de luz digital. Para este propósito, existe la posibilidad de utilizar los denominados concentradores de luz, que comprenden un miembro conversor de longitudes de onda que convierte la luz de una primera longitud de onda en luz de una segunda longitud de onda. Generalmente, el miembro conversor de longitudes de onda convierte una parte sustancial de la luz de una longitud de onda más corta en una luz con longitudes de onda más largas. El miembro conversor de longitudes de onda puede, además, tener la forma de una varilla que es iluminada por una fuente de luz para producir luz con una longitud de onda más larga dentro de la varilla. La luz convertida se transporta en la varilla mediante, por ejemplo, reflexión interna total y puede extraerse de uno de los lados pequeños, o cortos, de la varilla, es decir, más pequeño que la superficie de entrada de luz de la varilla, lo cual permite una ganancia de intensidad en la luz convertida que se emite desde la varilla. Sin embargo, dicha fuente de luz basada en un concentrador de luz es considerablemente ineficiente y es difícil obtener las altas intensidades que se necesitan en determinadas aplicaciones.

25 De forma alternativa, puede obtenerse luz de alta intensidad con la distribución especial deseable mediante un sistema que utilice una fuente de luz brillante, como un diodo emisor de luz, un LED o un láser, en el que un haz de luz de alta intensidad emitido por la fuente de luz es enviado a una rueda giratoria que comprende un miembro conversor de longitudes de onda, como un elemento de fósforo. La cantidad de luz procedente de la fuente de luz que interactúa con el miembro conversor de longitudes de onda de la rueda giratoria determina la distribución espectral de la luz emitida. Sin embargo, contar con una parte móvil mecánica reduce la fiabilidad del sistema.

30 El documento US20130314893A1 describe un sistema de iluminación que comprende una fuente de luz láser y un módulo de conversión de longitudes de onda para generar iluminación de alto brillo por fotoluminiscencia. El módulo conversor de longitudes de onda comprende un elemento óptico que comprende un medio de conversión de longitudes de onda, instalado en una montura para la disipación térmica, y un concentrador óptico. La forma del elemento óptico y sus superficies reflectantes proporcionan una capacidad de extracción de luz mejorada en la longitud de onda convertida y permite un enfriamiento de mayor eficacia.

40 El documento US 20110279782A1 describe un sistema de fuente de luz y un aparato de proyección en el que se utiliza la misma. El sistema de fuente de luz comprende un módulo de guía de luz, un módulo emisor de luz y un elemento conversor de longitudes de onda. El módulo de guía de luz cuenta con un primer lado y con un segundo lado. El módulo emisor de luz está configurado para generar una primera luz, una segunda luz, una tercera luz y una cuarta luz. El elemento conversor de longitudes de onda, dispuesto junto al segundo lado del módulo de guía de luz, está configurado para recibir la segunda luz y la cuarta luz y también para generar una quinta luz en función de la segunda luz y de la cuarta luz. La segunda luz y la cuarta luz son guiadas hacia el elemento conversor de longitudes de onda a través del módulo de guía de luz. La primera luz, la tercera luz y la quinta luz son guiadas hacia el primer lado a través del módulo de guía de luz.

RESUMEN DE LA INVENCION

50 Es un objeto de la presente invención superar al menos uno de los varios problemas descritos anteriormente y proporcionar a los aparatos emisores de luz una salida de luz mejorada.

De acuerdo con un aspecto de la invención, este y otros objetos se logran proporcionando un aparato emisor de luz. El aparato emisor de luz comprende una fuente de luz de alta intensidad dispuesta para emitir luz de una primera longitud de onda sobre un miembro conversor de longitudes de onda, en donde el miembro conversor de longitudes de onda está dispuesto para emitir la luz de una segunda longitud de onda y transmitir y/o reflejar la luz de la primera longitud de onda; Y una lente colectora dispuesta para colectar la luz emitida, transmitida y/o reflejada desde el miembro conversor de longitudes de onda. El miembro conversor de longitudes de onda comprende un elemento conversor de longitudes de onda dispuesto para convertir la luz de la primera longitud de onda en luz de la segunda longitud de onda, un elemento conductor de calor reflectante dispuesto para reflejar luz de la segunda longitud de onda y un elemento conductor de calor generador de haces dispuesto para transmitir luz de la primera y segunda longitudes de onda, en donde el elemento conductor de calor generador de haces está dispuesto para dirigir la luz de la primera y segunda longitudes de onda con una distribución angular dentro de un ángulo de recolección de la lente colectora. El elemento conversor de longitudes de onda está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces y en contacto térmico con el elemento conductor de calor reflectante. El elemento conductor de calor reflectante está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces.

El término "fuente de luz de alta intensidad" debe entenderse como una fuente de luz configurada para tener una alta luminancia. La luminancia es preferiblemente de más de 0,5 GCd/m<sup>2</sup>, más preferiblemente de más de 1 GCd/m<sup>2</sup> y aún más preferiblemente de más de 3 GCd/m<sup>2</sup>.

5 El término "elemento conductor de calor generador de haces" debe entenderse como un elemento que actúa sobre la luz de tal manera que es capaz de cambiar una propiedad de la luz. El elemento conductor de calor generador de haces puede, por ejemplo, cambiar la dirección de la luz y/o la trayectoria de propagación de la luz. El elemento conductor de calor generador de haces puede, además, influir en la extensión espacial de la luz. El elemento conductor de calor generador de haces puede, por ejemplo, comprender una lente.

10 El término "elemento conversor de longitudes de onda" debería entenderse como cualquier elemento capaz de convertir la luz de una primera longitud de onda en una segunda longitud de onda. La conversión de longitud de onda puede llevarse a cabo por luminiscencia, fluorescencia y/o fosforescencia, generando un cambio de Stokes en la longitud de onda de la luz emitida convertida en relación con la longitud de onda de la luz iluminante.

15 El término "elemento conductor de calor reflectante" debería entenderse como cualquier elemento capaz de reflejar la luz de manera que la luz sea redireccionada.

20 Los inventores han descubierto, de forma inesperada, que la instalación de acuerdo con la presente invención, en donde el miembro conversor de longitudes de onda comprende tanto el elemento conductor de calor reflectante como el elemento conductor de calor generador de haces, permite una producción de luz cuatro veces mayor que la que se consigue con una instalación convencional, en la que se utiliza tan solo un elemento conductor de calor reflectante. Además, la extensión para el aparato emisor de luz puede ser de tamaño grande en comparación con los aparatos emisores de luz convencionales, puesto que es posible configurar el tamaño del punto del haz de luz de la luz de la primera longitud de onda para que sea relativamente pequeño. Es posible utilizar un haz de luz bien enfocado de la primera longitud de onda.

30 Por consiguiente, la luz enfocada de la fuente de luz de alta intensidad se utiliza para obtener luz blanca de alta intensidad mezclando las luces de la primera y segunda longitudes de onda. La luz blanca puede, por ejemplo, obtenerse cuando la luz azul es convertida parcialmente en luz amarilla por el miembro conversor de longitudes de onda. Sin embargo, el brillo del aparato emisor de luz está limitado por la cantidad de intensidad de luz que puede manejar el miembro conversor de longitudes de onda. Al utilizarlo de manera que el elemento conversor de longitudes de onda está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor reflectante y en contacto térmico con el elemento conductor de calor generador de haces, se logra una mejor conductividad térmica para el miembro conversor de longitudes de onda. Por lo tanto, tal y como se ha mencionado anteriormente, al utilizar la capacidad de conductividad térmica mejorada, es posible reducir el tamaño del punto del haz de luz emitido por el aparato emisor de luz. Ello, además, dará como resultado una extensión ampliada para el aparato emisor de luz. El elemento conductor de calor generador de haces, de la misma forma que el elemento conductor de calor reflectante, funciona como un disipador de calor para reducir la temperatura del elemento conversor de longitudes de onda. Por tanto, el rendimiento cuántico del elemento conversor de longitudes de onda mejora de forma muy significativa. Además, al disponer el elemento conductor de calor generador de haces de manera que dirija la luz de las primera y segunda longitudes de onda con una distribución angular dentro de un ángulo de recolección de la lente colectora, la cantidad de luz perdida dentro del aparato emisor de luz se reduce de forma muy significativa.

45 En consecuencia, se logra un aparato emisor de luz dispuesto para proporcionar un brillo o una intensidad aumentadas manteniendo o, incluso, aumentando la extensión en comparación con los aparatos emisores de luz convencionales. El aumento del brillo o de la intensidad se obtiene gracias a la combinación de las propiedades térmicas mejoradas del miembro conversor de longitudes de onda y por la capacidad mejorada de recolección de luz emitida, transmitida o reflejada por el miembro conversor de longitudes de onda. El aumento de la extensión se consigue gracias a que las propiedades térmicas mejoradas permiten reducir el tamaño del punto de la fuente de luz de alta intensidad que incide en el elemento conversor de longitudes de onda del miembro conversor de longitudes de onda.

50 El elemento conductor de calor generador de haces puede tener la forma de una lente hemisférica, esférica o de Fresnel. Las lentes hemisféricas son fáciles de fabricar con materiales con alta conductividad térmica, como el zafiro, mientras que las lentes de Fresnel son más difíciles de fabricar, pero pueden ser planas y relativamente delgadas.

55 El elemento conversor de longitudes de onda puede comprender una porción dopada de un material y el elemento conductor de calor generador de haces comprende una porción no dopada del material. Es posible simplificar la fabricación del miembro conversor de longitudes de onda utilizando el mismo material para el elemento conductor de calor generador de haces y para el elemento conversor de longitudes de onda. Se debe entender que el dopaje del material facilita la conversión de luz en el elemento conversor de longitudes de onda, de manera que luz de la primera longitud de onda es convertida en luz de la segunda longitud de onda. Al dopar una porción deseada del material se proporciona la conversión de la longitud de onda de la luz. Además, al utilizar el mismo material para el elemento conductor de calor generador de haces y para el elemento conversor de longitudes de onda, se puede lograr un mejor acoplamiento térmico entre los dos elementos.

El elemento conversor de longitudes de onda y/o el elemento conductor de calor generador de haces pueden comprender granate de itrio y aluminio (YAG) o granate de aluminio del lutecio (LuAG).

5 El elemento conversor de longitudes de onda comprende granate de itrio y aluminio, YAG o granate de aluminio del lutecio, LuAG, dopado con Ce.

El elemento de conversión de longitudes de onda puede comprender  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dopado.

10 El elemento conductor de calor generador de haces puede comprender CaF,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , diamante o vidrio.

La fuente de luz puede ser monocromática.

La fuente de luz puede comprender un diodo láser y/o un diodo emisor de luz, LED.

15 El aparato emisor de luz puede, además, comprender un miembro mezclador dispuesto para mezclar luz originada en el miembro conversor de longitudes de onda y recolectada por la lente colectora, de manera que la luz de la primera longitud de onda y la luz de la segunda onda se mezclan dentro del miembro mezclador. Por lo tanto, se puede lograr un aparato emisor de luz que emite luz con una distribución espectral espacialmente más uniforme.

20 El aparato emisor de luz puede comprender, además, una lente adicional dispuesta para enfocar la luz que se origina en el miembro conversor de longitudes de onda y que es recogida por la lente colectora en el miembro mezclador después de que la luz haya salido de la lente colectora. De este modo, se puede obtener un acoplamiento más eficiente de la luz en la cámara mezcladora.

25 Otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes al estudiar las reivindicaciones adjuntas y la siguiente descripción. El experto en la técnica se percatará de que es posible combinar diferentes características de la presente invención para crear realizaciones distintas de las descritas a continuación, sin llegar a desviarse del alcance de la presente invención.

### 30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se describirán en detalle los aspectos anteriores y otros aspectos de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos que muestran las realizaciones de la invención.

35 Las figuras 1 y 2 ilustran vistas laterales en sección transversal de un aparato emisor de luz específico.

Las figuras 3a-3c ilustran vistas laterales en sección transversal de los miembros de conversión de longitudes de onda del aparato emisor de luz.

40 Tal y como se ilustra en las figuras, los tamaños de las capas y regiones aparecen exagerados con fines ilustrativos y, por lo tanto, estas se proporcionan para ilustrar las estructuras generales de las realizaciones de la presente invención. Los números de referencia similares hacen referencia a elementos similares.

### 45 DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se describe de forma más completa la presente invención, haciendo, de aquí en adelante, referencia a los dibujos que la acompañan, en los que se muestran las realizaciones preferidas de la invención. No obstante, la presente invención puede tener realizaciones muy diferentes y no debe interpretarse que está limitada a las realizaciones descritas en este documento; En lugar de ello, estas realizaciones se proporcionan para brindar detallismo y completitud y permiten transmitir sobradamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

50 En relación con las figuras 1 y 2, se describen dos realizaciones alternativas de los aparatos emisores de luz 100, 200. La función de los aparatos emisores de luz 100, 200 ilustrados en las figuras 1 y 2 es similar, excepto por la forma en que la luz de una primera longitud de onda 110 emitida por una fuente de luz de alta intensidad 102 dada es dirigida hacia el miembro conversor de longitudes de onda 104. En la figura 1 se ilustra una disposición reflectante de un aparato emisor de luz 100 y en la figura 2 se ilustra una disposición transmisora de un aparato emisor de luz 200. Ambos aparatos emisores de luz 200 tienen en común que la luz blanca de alto brillo se obtiene convirtiendo parcialmente la luz de la primera longitud de onda 110 en luz de una segunda longitud de onda 112 utilizando el miembro conversor de longitudes de onda 104. A continuación, y, en primer lugar, se discutirá por separado y para cada realización del aparato emisor 100, 200, la dirección de la luz de la primera longitud de onda 110 sobre el miembro conversor de longitudes de onda 104 del aparato emisor de luz 100, 200 respectivo. Después, se discutirá la función de los aparatos emisores de luz 100, 200 en común para las diferentes realizaciones.

65 El aparato emisor de luz 100 comprende una fuente de luz de alta intensidad 102, un miembro conversor de longitudes de onda 104, un reflector 106 y una lente colectora 108. El reflector 106 puede ser un reflector dicróico. No obstante,

el experto en la técnica se dará cuenta de que el reflector podría, en otras realizaciones, ser un espejo o una rejilla difractiva. El reflector 106 está dispuesto de manera que refleja la luz de la primera longitud de onda 110. El reflector 106, cuando es un reflector dicróico, está dispuesto de manera que transmite la luz de una segunda longitud de onda 112. La fuente de luz de alta intensidad 102 está dispuesta para emitir luz de la primera longitud de onda 110. Un elemento óptico 103 está dispuesto detrás de la fuente de luz 102, es decir, en la trayectoria de la luz emitida por la fuente de luz 102, para colimar la luz emitida por la fuente de luz 102 y para proporcionar un haz de luz colimado de la primera longitud de onda en el reflector 106. El elemento óptico 103 puede ser una lente colimadora. De forma alternativa, en lugar de utilizar la lente colimadora, se puede lograr una función de colimación mediante un reflector curvo, como un reflector parabólico. La fuente de luz de alta intensidad 102 puede, entonces, colocarse en una zona de enfoque del reflector parabólico. La luz de la longitud de onda 110 emitida por la fuente de luz 102 sobre el reflector 106 se refleja y se dirige hacia el miembro conversor de longitudes de onda 104. La lente colectora 108 está dispuesta para enfocar la luz de la primera longitud de onda 110 sobre el miembro conversor de longitudes de onda 104.

El aparato emisor de luz 200, tal y como se muestra en la figura 2, comprende una fuente de luz de alta intensidad 102, un miembro conversor de longitudes de onda 104 y una lente colectora 108. La fuente de luz de alta intensidad 102 está dispuesta para emitir luz de la primera longitud de onda 110. Un elemento óptico 103 está dispuesto detrás de la fuente de luz 102, es decir, en la trayectoria de la luz emitida por la fuente de luz 102, para enfocar la luz emitida por la fuente de luz 102 y para proporcionar un haz de luz enfocado de la primera longitud de onda en el miembro conversor de longitudes de onda 104. El elemento óptico 103 puede ser una lente de enfoque. La luz de la primera longitud de onda 110 emitida por la fuente de luz 102 está, por lo tanto, dispuesta para ser enfocada en el miembro conversor de longitudes de onda 104.

La descripción incluida a continuación hace referencia tanto a la realización del aparato emisor de luz 100 descrito en conexión con la figura 1 como a la del aparato emisor de luz 200 descrito en relación con la figura 2.

El miembro conversor de longitudes de onda 104 está dispuesto para convertir la luz de la primera longitud de onda 110 en luz una segunda longitud de onda 112. El miembro conversor de longitudes de onda 104 está, además, dispuesto para emitir la luz de la segunda longitud de onda 112. El miembro conversor de longitudes de onda 104 está, además, dispuesto para reflejar y/o transmitir luz de la primera longitud de onda 110. De acuerdo con la realización mostrada en la figura 1, el miembro conversor de longitudes de onda 104 está, preferiblemente, dispuesto para reflejar luz de la primera longitud de onda 110. De acuerdo con la realización mostrada en la figura 2, el miembro conversor de longitudes de onda 104 está, preferiblemente, dispuesto para transmitir luz de la primera longitud de onda 110.

La lente colectora 108 está dispuesta para recolectar luz (de varias longitudes de onda y, sobre todo, luz de la primera y de la segunda longitudes de onda) emitida, transmitida y/o reflejada por el miembro conversor de longitudes de onda 104. La lente colectora 108 puede ser una lente de colimación que permite la colimación de la luz en la zona de enfoque de la lente colectora 108, de manera que los rayos sustancialmente paralelos 114 pueden salir de la lente colectora 108. La lente colectora 108 se ilustra aquí como una lente plano-convexa, pero el experto en la técnica se podrá percatar de que es posible utilizar otras lentes o espejos y sistemas de lentes o espejos.

El aparato emisor de luz 100, 200 puede comprender un miembro mezclador 126. El miembro mezclador 126 está dispuesto para mezclar la luz 128 que entra en el miembro mezclador 126. La luz 128 que entra en el miembro mezclador 126 procede del miembro conversor de longitudes de onda 104 y puede comprender una composición espectral que varía espacialmente, es decir, la luz de la primera longitud de onda 110 y la luz de la segunda longitud de onda 112 pueden separarse en el espacio. La luz 128 que entra en el miembro mezclador 126 es mezclada espacialmente, por ejemplo, mediante varios reflejos y/o por difracción. La luz 130 que sale del miembro mezclador 126 puede, por lo tanto, contar con una distribución espectral más uniforme espacialmente que la luz 128 que entra en el miembro mezclador 126. De este modo, es posible obtener un aparato emisor de luz 100, 200 capaz de proporcionar una luz de salida espacialmente más uniforme.

La fuente de luz de alta intensidad 102 puede ser monocromática y emitir, por ejemplo, luz azul.

La luz de la primera longitud de onda 110 puede ser azul y la luz de la segunda longitud de onda 112 puede tener una longitud de onda más larga que la primera longitud de onda 110, con una luz, por ejemplo, amarilla. La luz blanca se puede producir mediante una combinación de las luces azul y amarilla. Al mezclar las luces azul y amarilla con el miembro mezclador 126, el aparato emisor de luz 100 puede proporcionar luz blanca 130 con una distribución espectral más uniforme.

El miembro mezclador 126 puede ser una fibra óptica. De dicha forma, puede lograrse un miembro mezclador 126 sencillo, rentable y flexible. La luz 128 que entra en el miembro mezclador 126 puede, además, propagarse de forma eficiente en el núcleo de la fibra óptica mediante reflexión interna total.

El miembro mezclador 126 puede ser, alternativamente, una varilla transparente.

La varilla o la fibra óptica pueden tener una sección transversal que no sea circular y que sea, por ejemplo, cuadrada, hexagonal u octagonal para de esa forma mejorar la mezcla de la luz.

5 El aparato emisor de luz 100, 200 puede comprender, además, una lente adicional 132 dispuesta para enfocar la luz procedente del miembro conversor de longitudes de onda 104 y recolectada por la lente adicional 132 en el miembro mezclador 126. De esta forma, es posible lograr un acoplamiento más eficiente de la luz en el miembro mezclador 126 y un aumento de la salida de luz del aparato emisor 100, 200.

10 En las figuras 3a, 3b y 3c se ilustran vistas laterales en sección transversal de las realizaciones de un miembro de conversión de longitudes de onda 300a, 300b, 300c apropiado para estar dispuesto como el miembro de conversión de longitudes de onda 104 en cualquiera de los aparatos emisores de luz 100, 200. El miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c comprende un elemento conversor de longitudes de onda 302, un elemento conductor de calor reflectante 304 y un elemento conductor de calor generador de haces 306. El elemento conversor de longitudes de onda 302 está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor reflectante 204 y en contacto térmico  
15 con el elemento conductor de calor generador de haces 306. El elemento conversor de longitudes de onda 302 puede estar unido químicamente al elemento conductor de calor reflectante 304. Por lo tanto, no se precisa pegamento orgánico ni ningún otro material que se queme al ser alcanzado por un punto de luz de alta intensidad.

20 El miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c comprende una superficie frontal 308 dispuesta para mirar hacia la lente colectora 108 del aparato emisor de luz 100, 200. El elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto en la superficie frontal 308 del miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c. El miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c comprende una superficie trasera 310, estando la superficie trasera 310 en un lado opuesto al de la superficie frontal 308. El elemento conductor de calor reflectante 304 está dispuesto en la superficie trasera 310 del miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c.

25 El miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c puede ser un miembro conversor de longitudes de onda reflectante. Con el término "miembro conversor de longitudes de onda" se entiende un miembro conversor de longitudes de onda dispuesto para ser irradiado con luz en su superficie frontal 308. El miembro conversor de longitudes de onda 300a, 300b, 300c puede ser un miembro conversor de longitudes de onda transmisor. Con el término "miembro conversor de longitudes de onda transmisor" se entiende un miembro conversor de longitudes de onda dispuesto para ser irradiado con luz de la primera longitud de onda desde su superficie trasera 310, de manera que la luz de la primera longitud de onda alcanza al elemento conversor de longitudes de onda 302.

30 El elemento conversor de longitudes de onda 302 está dispuesto para convertir la luz de la primera longitud de onda en luz de la segunda longitud de onda. El elemento conversor de longitudes de onda 302 está además dispuesto para emitir la luz de la segunda longitud de onda.

35 El elemento conversor de longitudes de onda 302 puede comprender un material de fósforo, como un fósforo cerámico. El fósforo cerámico puede ser cerámica YAG dopada con Ce o Lu, como, por ejemplo, Lumiramic, con una alta conductividad térmica. El elemento conversor de longitudes de onda 302 puede, alternativamente o adicionalmente, comprender tintes fluorescentes orgánicos o puntos cuánticos.

40 Los puntos cuánticos son pequeños cristales de material semiconductor que generalmente cuentan con un ancho o un diámetro de solo unos pocos nanómetros. Cuando una luz incidente lo excita, un punto cuántico emite luz de un color determinado por el tamaño y el material del cristal. Por lo tanto, es posible producir luz de un color particular adaptando el tamaño de los puntos. La mayoría de los puntos cuánticos con emisión en el rango visible conocidos se basan en seleniuro de cadmio (CdSe) con un revestimiento, como pueda ser sulfuro de cadmio (CdS) y sulfuro de zinc (ZnS). También es posible utilizar puntos cuánticos libres de cadmio, como los de fosforo de indio (InP) y los de sulfuro de indio y cobre (CuInS<sub>2</sub>) y/o sulfuro de indio y plata (AgInS<sub>2</sub>). Los puntos cuánticos muestran una banda de emisión muy estrecha y, por lo tanto, emiten colores saturados. Además de ello, es posible ajustar con facilidad el color de emisión adaptando el tamaño de los puntos cuánticos. En la presente invención es posible utilizar cualquier tipo de punto cuántico conocido en la técnica. Sin embargo, puede ser preferible, por razones de seguridad ambiental, la utilización de puntos cuánticos libres de cadmio o, al menos, de puntos cuánticos que contengan un contenido de cadmio muy bajo.

45 El elemento conversor de longitudes de onda 302 puede, de forma adicional o alternativa, comprender un fósforo inorgánico. Ejemplos de materiales de fósforo inorgánico incluyen, entre otros, YAG (Ce) (Y<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>) dopado con cerio o LuAG (Lu<sub>3</sub>Al<sub>5</sub>O<sub>12</sub>). El YAG dopado con cerio emite luz amarillenta, mientras el LuAG dopado con cerio emite luz amarillo-verdosa. Ejemplos de otros materiales de fósforo inorgánico que emiten luz roja pueden ser, entre otros, ECAS y BSSN; Siendo ECASS Ca<sub>1-x</sub>AlSiN<sub>3</sub>:Eux, en donde 0 < x < 1, preferiblemente, 0 < x ≤ 0,2; Y siendo BSSN Ba<sub>2-xz</sub>MxSi<sub>5-y</sub>AlyN<sub>8-y</sub>Oy:Euz, en donde M representa Sr o Ca, 0 ≤ x ≤ 1, 0 ≤ y ≤ 4 y 0,0005 ≤ z ≤ 0,05, y, preferiblemente, 0 ≤ x ≤ 0,2.

50 Por consiguiente, el material luminiscente del elemento conversor de longitudes de onda 302 puede estar hecho, esencialmente, de alguno de los materiales seleccionados entre un grupo que comprende (M<I>1x-yM<II>xM<III>y)3(M<IV>1-zM<V>z)5O12-, en donde M<I> es seleccionado entre un grupo que comprende Y, Lu o

mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Gd, La, Yb o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu o mezclas de los mismos,  $M<IV>$  es Al,  $M<V>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ga, Sc o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 0,1$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ,  $(M<I>1-x-yM<II>x, M<III>y)2O3$ -, en donde  $M<I>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Y, Lu o mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Gd, La, Yb o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Tb, Pr, Ce, Er, Nd, Eu, Bi, Sb o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 1$ ,  $0 \leq y \leq 0,1$ ,  $(M<I>1-xyM<II>xM<III>y)S1-zSez$ -, en donde  $M<I>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ca, Sr, Mg, Ba o mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr, Sb, Sn o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende K, Na, Li, Rb, Zn o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 0,01$ ,  $0 \leq y \leq 0,05$ ,  $0 \leq z \leq 1$ ,  $(M<I>1-x-yM<II>xM<III>y)$ , en donde  $M<I>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ca, Sr, Mg, Ba o mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ce, Eu, Mn, Tb, Sm, Pr o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende K, Na, Li, Rb, Zn o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 0,1$ ,  $0 \leq y \leq 0,1$ ,  $(M<I>2xM<II>xM<III>2)O7$ -, en donde  $M<I>$  es seleccionado entre un grupo que comprende La, Y, Gd, Lu, Ba, Sr o mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Hf, Zr, Ti, Ta, Nb o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 1$ ,  $(M<I>1-xM<II>xM<III>y)O3$ - en donde  $M<I>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Ba, Sr, Ca, La, Y, Gd, Lu o mezclas de los mismos,  $M<II>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Eu, Tb, Pr, Ce, Nd, Sm, Tm o mezclas de los mismos,  $M<III>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Hf, Zr, Ti, Ta, Nb o mezclas de los mismos y  $M<IV>$  es seleccionado entre un grupo que comprende Al, Ga, Sc, Si o mezclas de los mismos;  $Y 0 \leq x \leq 0,1$ ,  $0 \leq y \leq 0,1$ , o mezclas del mismo.

Como materiales luminiscentes particularmente adecuados para su uso en el elemento conversor de longitudes de onda 302 se pueden citar el granate de itrio y aluminio dopado de Ce (YAG,  $Y_3Al_5O_{12}$ ) y/o el granate de aluminio del lutecio (LuAG).

La conductividad térmica del elemento conversor de longitudes de onda 302 es preferiblemente de más de 2, más preferiblemente de más de 6 y aún más preferiblemente de más de  $20 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ .

El elemento conversor de longitudes de onda 302 presenta, preferiblemente, el mismo tamaño que el punto de luz de la primera longitud de onda. Los tamaños típicos son 200  $\mu m$ , 400  $\mu m$  y/o 600  $\mu m$  de diámetro.

El elemento conductor de calor reflectante 304 comprende una superficie reflectante. El elemento conductor de calor reflectante 304 está dispuesto para reflejar luz de la primera longitud de onda y el elemento conductor de calor reflectante 304 está dispuesto para reflejar luz de la segunda longitud de onda. El elemento conductor de calor reflectante 304 puede comprender una rejilla de difracción, un espejo u otro reflector apropiado. De esta forma, se logra una redistribución eficiente de la luz y, además, se incrementa considerablemente la emisión de luz del aparato emisor de luz 100, 200.

El elemento conductor de calor reflectante 304 está, además, dispuesto para distribuir el calor producido en el elemento conversor de longitudes de onda 302. El elemento conductor de calor reflectante 304 puede comprender un material elegido de entre un grupo de materiales que comprende plata, aluminio, nitruro de boro, tereftalato de polietileno de formación micro celular (MCPET), material cerámico de alúmina policristalina translúcida (PCA), óxido de titanio ( $TiO_2$ ) o combinaciones de los mismos. El elemento conductor de calor reflectante 304 puede comprender un material con capacidad de reflexión especular o de reflexión difusa, como el aluminio o la plata. El miembro reflectante también puede comprender nitruro de boro u óxido de aluminio para proporcionar una reflexión y una conductividad térmica mejoradas y, por consiguiente, también una gestión térmica mejorada. La conductividad térmica del elemento conductor de calor reflectante 304 es preferiblemente de más de  $2 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ , más preferiblemente de más de  $6 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$  y aún más preferiblemente de más de  $20 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ . El elemento conversor de longitudes de onda 302 está en contacto térmico con el elemento conductor de calor reflectante 304.

En algunas realizaciones, el elemento conversor de longitudes de onda 302 está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor reflectante 304. Ello se ilustra en la realización de las figuras 3a y 3b. En este caso, el elemento conversor de longitudes de onda 302 está, preferiblemente, unido químicamente al elemento conductor de calor reflectante 304. Por lo tanto, no se precisa pegamento orgánico ni ningún otro material que pueda quemarse al ser alcanzado por un punto de luz de alta intensidad. En algunas realizaciones, el elemento conversor de longitudes de onda 302 está en contacto térmico indirecto con el elemento conductor de calor reflectante 304. El contacto térmico indirecto se lleva a cabo a través del elemento conductor de calor generador de haces 306, en donde el elemento conversor de longitudes de onda 302 está incrustado dentro del elemento conductor de calor generador de haces 306. Ello se ilustra en la realización de la figura 3c. De esta forma, se logra una redistribución y una emisión eficientes del calor y, además, se incrementa la emisión de luz del aparato emisor de luz 100, 200. De esta forma, se reduce la carga térmica en el elemento conversor de longitudes de onda 302. Por consiguiente, se incrementa la eficiencia cuántica del elemento conversor de longitudes de onda 302.

El elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto para transmitir luz de la primera y de la segunda longitudes de onda. Además, el elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto para dirigir la luz

de las longitudes de onda primera y segunda con una distribución angular dentro del ángulo de recolección de la lente colectora 108. Por lo tanto, el elemento conductor de calor generador de haces 306 incrementa en gran medida la eficiencia de acoplamiento de luz del aparato emisor de luz 100, 200.

5 En la realización del miembro conversor de longitudes de onda 300a ilustrada en la figura 3a, el elemento conductor de calor generador de haces 306 está colocado en la parte superior del elemento conversor de longitudes de onda 302. En la realización del miembro conversor de longitudes de onda 300b ilustrada en la figura 3b, el elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto para cubrir el elemento conversor de longitudes de onda 302, excepto en una parte inferior del elemento conversor de longitudes de onda. Por lo tanto, el elemento conversor de longitudes de onda 302 está rodeado por el elemento conductor de calor generador de haces 306 por todas sus partes, excepto por la parte inferior, donde, en su lugar, el elemento conversor de longitudes de onda 302 mira de frente hacia el elemento conductor de calor reflectante 304. En la realización del miembro conversor de longitudes de onda 300c ilustrada en la figura 3c, el elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto para rodear el elemento conversor de longitudes de onda 302 desde todos sus lados. Por tanto, el elemento conductor de calor reflectante 304 está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces 306. De esta forma, se mejora la conductividad térmica en dirección contraria al elemento conversor de longitudes de onda 302.

En el caso de un aparato emisor de luz reflectante 100, el elemento conductor de calor generador de haces 306 también cuenta con la función de reducir el tamaño del punto de la luz de la primera longitud de onda irradiado sobre el elemento conversor de longitudes de onda 302.

El elemento conductor de calor generador de haces 306 comprende material con una alta conductividad térmica. El elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto para distribuir el calor producido en el elemento conversor de longitudes de onda 302. El elemento conversor de longitudes de onda 302 está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces 306. De esta forma, se logra una redistribución y una emisión eficientes del calor y, además, se incrementa la emisión de luz del aparato emisor de luz 100, 200. Ello reduce la carga térmica en el elemento conversor de longitudes de onda 302. Por consiguiente, se incrementa la eficiencia cuántica del elemento conversor de longitudes de onda 302.

El elemento conversor de longitudes de onda 302 puede estar unido químicamente al elemento conductor de calor generador de haces 306. Por lo tanto, no se precisa pegamento orgánico ni ningún otro material que se queme en un punto de luz de alta intensidad. De forma alternativa, el elemento conversor de longitudes de onda 302 puede estar incrustado en el elemento conductor de calor generador de haces 306. Ello se ilustra en las figuras 3b y 3c. Al incrustar el elemento conversor de longitudes de onda 302 en el elemento conductor de calor generador de haces 306, es posible mejorar la conductividad del calor en dirección contraria al elemento conversor de longitudes de onda 302. Además, ello permite también el enfriamiento lateral del elemento conversor de longitudes de onda 302.

La conductividad térmica del elemento conductor de calor generador de haces 306 es preferiblemente de más de 2, más preferiblemente de más de 6 y aún más preferiblemente de más de  $20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

El elemento conductor de calor generador de haces 306 puede estar elaborado de material cerámico, CaF,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , diamante y/o vidrio. Como se ha mencionado anteriormente, el elemento conversor de longitudes de onda 302 puede comprender una porción dopada de un material cerámico, por ejemplo, granate de itrio y aluminio (YAG) o granate de aluminio del lutecio (LuAG). De ser así, el elemento conductor de calor generador de haces 306 será preferiblemente YAG o LuAG, respectivamente. Una ventaja de utilizar YAG o LuAG es que permiten efectuar las formas complejas del elemento conductor de calor generador de haces 306. También es posible efectuar formas complejas utilizando CaF.

Los expertos en la técnica se darán cuenta de que la presente invención no está, de ninguna manera, limitada a las realizaciones preferidas descritas anteriormente. Por el contrario, es posible llevar a cabo numerosas modificaciones y variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

El elemento conductor de calor reflectante está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces. Ello mejorará aún más las propiedades térmicas del miembro conversor de longitudes de onda. Por lo tanto, es posible mejorar la conductividad térmica en el miembro conversor de longitudes de onda.

En todas las realizaciones, el elemento conductor de calor generador de haces 306 está dispuesto en la parte superior del elemento conversor de longitudes de onda 302. Ello mejora la eliminación de calor del elemento conversor de longitudes de onda 302. Además, mejora la recolección de luz emitida, transmitida y/o reflejada por el miembro conversor de longitudes de onda 104. Por lo tanto, la eficiencia del sistema se ve incrementada en gran medida. Un elemento generador de haces de tales características también cuenta con la función de disminuir el tamaño del punto. El elemento conductor de calor generador de haces está elaborado de un material con alta conductividad térmica y está conectado al elemento conductor de calor reflectante para actuar como disipador de calor y reducir la carga térmica del elemento conversor de longitudes de onda.

65

5 En la realización del aparato emisor de luz reflectante, el elemento conductor de calor generador de haces puede también recolectar la luz láser disminuyendo el tamaño del punto en el elemento conversor de longitudes de onda. En la realización transmisora del aparato emisor de luz, como se muestra en la figura 2, la luz de alta intensidad, por ejemplo, la luz láser, entra en el elemento conversor de longitudes de onda a través del elemento conductor de calor reflectante desde abajo.

Por ejemplo, el elemento conductor de calor generador de haces 306 puede adquirir diferentes formas, como la forma de una lente hemisférica, esférica, de forma libre o de Fresnel.

10 El elemento conversor de longitudes de onda 302 y el elemento conductor de calor generador de haces 306 pueden estar sintetizados en un mismo elemento.

El elemento conductor de calor reflectante 304 y el elemento conductor de calor generador de haces 306 pueden estar elaborados de un material similar.

15 El aparato de iluminación de acuerdo con las realizaciones de la invención puede, por ejemplo, ser ventajosamente aplicado en un proyector digital, en un foco, en una luz de escenario, en una luz de estadio o en un faro de automóvil.

20 De forma adicional, los expertos en la técnica pueden entender y efectuar variaciones a las realizaciones descritas a la hora de poner en práctica la invención reivindicada partiendo de un estudio de los dibujos, de la descripción y de las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos y los artículos indefinidos "un" y "una" no excluyen una pluralidad. El mero hecho de que ciertas medidas estén mencionadas en reivindicaciones mutuamente dependientes no quiere decir que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse con ventaja.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato emisor de luz que comprende:

5 una fuente de luz de alta intensidad (102) dispuesta para emitir luz de una primera longitud de onda (110) sobre un miembro conversor de longitudes de onda (104, 300a, 300b, 300c), en donde el miembro conversor de longitudes de onda está dispuesto para emitir luz de una segunda longitud de onda (112) y transmitir y/o reflejar la luz de la primera longitud de onda; Y

10 una lente colectora (108) dispuesta para coleccionar la luz emitida, transmitida y/o reflejada desde el miembro conversor de longitudes de onda;

En donde el miembro conversor de longitudes de onda comprende:

15 un elemento conversor de longitudes de onda (302) dispuesto para convertir la luz de una primera longitud de onda en la luz de una segunda longitud de onda, un elemento conductor de calor reflectante (304) dispuesto para reflejar luz de la primera longitud de onda y

20 un elemento conductor de calor generador de haces (306) dispuesto para transmitir luz de la primera longitud de onda y de la segunda longitud de onda, en donde el elemento conductor de calor generador de haces está dispuesto para dirigir la luz de la primera longitud de onda y de la segunda longitud de onda con una distribución angular dentro un ángulo de recolección de la lente recolectora; Y

25 en donde el elemento conversor de longitudes de onda está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces y en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor reflectante, y

30 en donde el elemento conductor de calor reflectante está en contacto térmico directo con el elemento conductor de calor generador de haces.

2. El aparato emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el elemento conductor de calor generador de haces está formado como una lente hemisférica, esférica, de forma libre o de Fresnel.

35 3. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el elemento conversor de longitudes de onda comprende una porción dopada de un material y el elemento conductor de calor generador de haces comprende una porción no dopada del material.

40 4. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el elemento conversor de longitudes de onda y/o el elemento conductor de calor generador de haces comprende granate de itrio y aluminio (YAG) o granate de aluminio del lutecio (LuAG).

45 5. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en donde el elemento conversor de longitudes de onda comprende granate de itrio y aluminio (YAG) o granate de aluminio del lutecio (LuAG) dopado con Ce.

6. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el elemento conversor de longitudes de onda comprende  $Al_2O_3$  dopado.

50 7. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el elemento conductor de calor generador de haces comprende YAG, CaF,  $Al_2O_3$ , diamante, o vidrio.

8. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en donde la fuente de luz es monocromática.

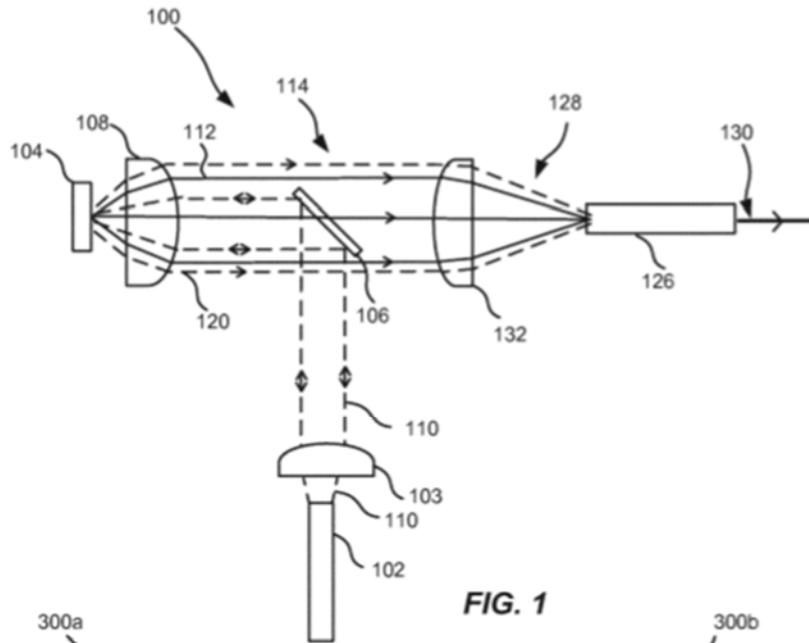
55 9. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en donde la fuente de luz de alta intensidad comprende un diodo láser y/o un diodo emisor de luz (LED).

60 10. El aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9 comprendiendo, además un miembro mezclador (126) dispuesto para mezclar luz originada en el miembro conversor de longitudes de onda y recolectada por la lente colectora, de manera que la luz de la primera longitud de onda y la luz de la segunda onda se mezclan dentro del miembro mezclador.

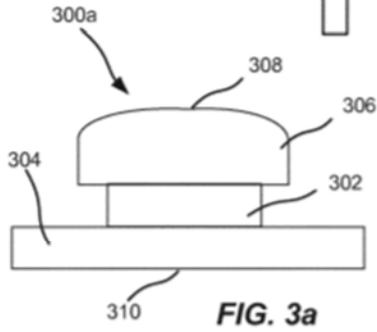
65 11. El aparato emisor de luz de acuerdo con la reivindicación 10 comprendiendo, además, una lente adicional (132) dispuesta para enfocar la luz que se origina en el miembro conversor de longitudes de onda y que es recogida por la lente colectora en el miembro mezclador después de que la luz haya salido de la lente colectora.

12. Un proyector digital que comprende un aparato emisor de luz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

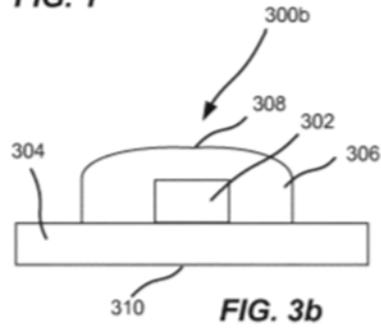
5



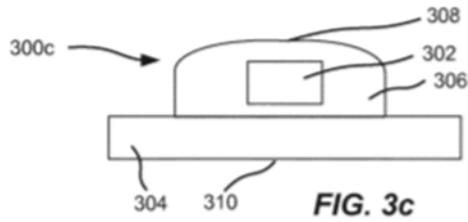
**FIG. 1**



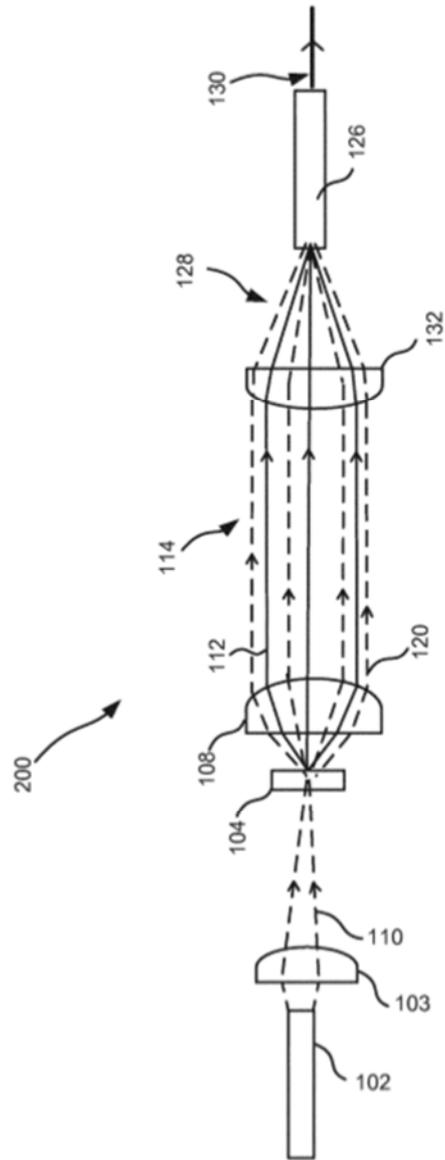
**FIG. 3a**



**FIG. 3b**



**FIG. 3c**



**FIG. 2**