

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 875**

51 Int. Cl.:

A61B 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2021 PCT/IB2021/057630**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2022 WO22043836**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2021 E 21762122 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025 EP 4161349**

54 Título: **Sistema de iluminación**

30 Prioridad:

26.08.2020 DE 102020122282

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

25.04.2025

73 Titular/es:

**HOYA CORPORATION (100.00%)
6-10-1 Nishi-Shinjuku
Shinjuku-ku, Tokyo 160-8347, JP**

72 Inventor/es:

**MAYER, WOLFGANG y
ONOBORI, KUNIIHIKO**

74 Agente/Representante:

ARAUJO EDO, Mario

ES 3 014 875 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

Sistema de iluminación

5 Campo de la invención

La presente solicitud se refiere a un sistema de iluminación. En particular, se refiere a un sistema de iluminación para un endoscopio que permite tanto la iluminación de luz blanca como la iluminación de banda estrecha (de color) mediante dos colores diferentes, tal como una iluminación mejorada de patrón vascular.

10

Abreviaturas

B	Azul
CIE	Comisión Internacional de la Iluminación (Commission Internationale de l'Éclairage)
15 G	Verde
Gw	Verde ancho
Hb	Hemoglobina
HbO2	Hemoglobina oxigenada
LED	Diodo emisor de luz
20 R	Rojo
V	Violeta
WL	Luz blanca
WLI	Iluminación de luz blanca

25 Antecedentes de la invención

La luz blanca (WL) y la iluminación mejorada de patrón vascular (la denominada iluminación de banda estrecha que tiene un espectro de iluminación sincronizado con el espectro de absorción de hemoglobina) son cada vez más comunes para la formación de imágenes endoscópicas. La figura 1 muestra los espectros de absorción de Hb (hemoglobina, es decir, desoxihemoglobina) y HbO2 (hemoglobina oxigenada, es decir, oxihemoglobina), tomados del documento JP 2016-022043 A. E1 - E8 son puntos isobélicos de Hb y HbO2, es decir, la longitud de onda a la que la absorción de Hb es la misma que la absorción de HbO2 (E8 es un punto de cuasi-isoabsorción). En otras palabras, la absorción en los puntos isobélicos es independiente del nivel de oxigenación de la hemoglobina. WO a W7 y WR indican los intervalos de longitud de onda entre dos puntos isobélicos adyacentes y más allá del punto isobélico E8, respectivamente.

30

35

En consecuencia, en la formación de imágenes vasculares convencional, se ilumina un tejido con un espectro como se muestra esquemáticamente en la figura 2. El espectro comprende luz violeta V y/o luz verde ancha Gw. La luz verde ancha incluye longitudes de onda de verde azulado a rojo. Estas luces incluyen sustancialmente al menos uno de los intervalos de longitud de onda Wo, W1 (para luz V) y W5 (para luz Gw). En estos intervalos de longitud de onda, existe una gran diferencia en la absorción entre la Hb y la HbO2. Por tanto, la intensidad de la luz absorbida difiere fuertemente entre el tejido que comprende Hb y el tejido que comprende HbO2. La luz verde ancha Gw también se usa para observar el tejido ópticamente. Dado que puede tener una distribución espectral amplia, la luz Gw tiene un tono verde. Normalmente, los espectros de emisión de luz V y luz Gw no se superponen.

40

45

En endoscopia, con el fin de simplificar el sistema y permitir la compatibilidad con muchos tipos diferentes de endoscopios, la fuente de luz puede estar dispuesta en una caja externa (caja de fuente de luz o sistema de procesador). La luz de la caja externa puede guiarse desde el extremo proximal del endoscopio hasta el extremo distal del endoscopio a través de una o más fibras ópticas con el fin de iluminar un espacio de objeto de una lente de objetivo dispuesta en el extremo distal del endoscopio.

50

CIE1931 vincula entre distribuciones de longitudes de onda en el espectro visible electromagnético y colores percibidos fisiológicamente en la visión del color humana. La figura 3 muestra una gama de acuerdo con CIE1931 (plano x-y, tomado de people.cs.clemson.edu). El área en el medio (sin anotaciones de color) denota luz blanquecina. El número en el borde de la gama indica la longitud de onda (en nm) de la luz espectral limpia respectiva. La luz blanca tiene las coordenadas $x=1/3$; $y=1/3$; y $z=1/3$.

55

El documento US 8 840 267 B2 divulga un dispositivo de iluminación y un sistema de proyección que usa el mismo. El dispositivo de iluminación incluye dos o más canales de color, incluyendo cada uno una o más fuentes de luz para generar una luz de color. Al menos uno de los canales de color incluye fuentes de luz de un primer tipo para generar una primera luz (banda estrecha) y fuentes de luz de un segundo tipo para generar una segunda luz. Se usa un combinador de luz basado en longitud de onda para combinar las luces de color de los canales de color en una luz combinada.

60

El documento US 10 517 473 B2 divulga un aparato de fuente de luz de endoscopio que incluye primera y segunda fuentes de luz de estado sólido que emiten primer y segundo haces de luz, respectivamente; una tercera fuente de

65

luz de estado sólido que emite un tercer haz de luz que genera luz blanca al combinarse con el primer y segundo haces de luz.

El documento WO 2019/198553 A1 divulga un sistema de observación médica para observar un objeto biológico que incluye un aparato de fuente de luz médica para iluminar el objeto biológico. El aparato de fuente de luz médica incluye una primera, segunda y tercera fuentes de luz láser que emiten respectivos primer, segundo y tercer haces de luz láser. Los primer y segundo haces de luz láser tienen diferentes bandas de longitud de onda. El aparato de fuente de luz médica también incluye un conjunto óptico que incluye una superficie reflectante dispuesta para reflejar el primer haz de luz láser, hacer que el segundo haz de luz láser se transmita a través del mismo y guiar el primer haz de luz láser y el segundo haz de luz láser en una misma dirección. El aparato de fuente de luz médica también incluye un espejo de reflexión que tiene una superficie reflectante que no es paralela a la superficie reflectante del conjunto óptico.

El documento US 2013/113911 A1 divulga un dispositivo de iluminación que incluye una primera fuente de luz que emite luz de primera banda de longitud de onda que tiene una primera banda de longitud de onda de color violeta; una segunda fuente de luz que emite luz de segunda banda de longitud de onda que tiene una segunda banda de longitud de onda que es más ancha que la primera banda de longitud de onda y que tiene un espectro continuo; una sección de combinación de luz que está compuesta por un espejo dicróico y que combina la luz de primera banda de longitud de onda y la luz de segunda banda de longitud de onda; y una sección de ajuste de relación de combinación que ajusta la relación de combinación de la luz de primera banda de longitud de onda y la luz de segunda banda de longitud de onda que se combinarán por la sección de combinación de luz.

El documento JP 2009-086057 A divulga un dispositivo de visualización de proyección que incluye una fuente de luz LED roja, una fuente de luz LED verde y una fuente de luz LED azul.

Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas. Aspectos, realizaciones y ejemplos divulgados en el presente documento que no caen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas no forman parte de la invención y se proporcionan meramente para fines ilustrativos.

La presente invención proporciona un sistema de iluminación mejorado que permite una mayor flexibilidad entre WLI e iluminación de banda estrecha.

Se proporciona un aparato de iluminación que comprende un combinador de haces que comprende primera, segunda y tercera entradas, una porción de combinación y una salida; en donde la porción de combinación está configurada para combinar una primera luz introducida desde la primera entrada en la porción de combinación, una segunda luz introducida desde la segunda entrada en la porción de combinación y una tercera luz introducida desde la tercera entrada en la porción de combinación en luz combinada emitida desde la salida; la porción de combinación comprende dos superficies reflectantes dicróicas; la porción de combinación está configurada para pasar una primera banda de longitud de onda de paso de la primera luz y para bloquear la primera luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la primera banda de longitud de onda de paso; la porción de combinación está configurada para pasar una segunda banda de longitud de onda de paso de la segunda luz y para bloquear la segunda luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la segunda banda de longitud de onda de paso; la porción de combinación está configurada para bloquear la primera banda de longitud de onda de paso de la tercera luz, para bloquear la segunda banda de longitud de onda de paso de la tercera luz y para pasar la tercera luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la primera y segunda bandas de longitud de onda de paso; la primera banda de longitud de onda de paso no se superpone con la segunda banda de longitud de onda de paso; y el aparato de iluminación comprende además una primera fuente de luz dispuesta para introducir la primera luz en la primera entrada del combinador de haces; una segunda fuente de luz dispuesta para introducir la segunda luz en la segunda entrada del combinador de haces; una tercera fuente de luz dispuesta para introducir la tercera luz en la tercera entrada del combinador de haces; en donde la primera luz comprende al menos una parte de la primera banda de longitud de onda de paso; la segunda luz comprende al menos una parte de la segunda banda de longitud de onda de paso; y se satisfacen las siguientes condiciones: la tercera luz que pasa a través de la porción de combinación está más cerca del punto blanco de acuerdo con CIE1931 que cada una de la segunda luz que pasa a través de la porción de combinación y la primera luz que pasa a través de la porción de combinación.

Por tanto, se puede obtener una mayor flexibilidad en la formación de imágenes vasculares. En concreto, permite una iluminación RGB real mediante una luz blanquecina que está más cerca del blanco que la iluminación verde ancha estándar en la formación de imágenes vasculares mejorada. Por tanto, el tejido puede observarse mediante colores más naturales.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra espectros de absorción de Hb y HbO₂ con los puntos isosbéticos; la figura 2 muestra esquemáticamente un espectro de iluminación convencional para formación de imágenes

vasculares;

la figura 3 muestra una gama de acuerdo con CIE1931;

la figura 4 muestra esquemáticamente una vista en planta de un aparato de iluminación de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

5 la figura 5 muestra una vista tridimensional del cubo transversal usado en algunas realizaciones de la invención;

la figura 6 (superior) muestra esquemáticamente un espectro de reflectancia del cubo transversal usado en algunas realizaciones de la invención y el resto de la figura 6 muestra espectros de emisión de luz de LED de ejemplo que pueden usarse como primera a tercera fuentes de luz y un espectro de una luz de salida blanquecina;

10 la figura 7 muestra esquemáticamente un espectro de reflectancia del cubo transversal, espectros de emisión de la primera a tercera luces y el espectro de la luz combinada de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 8 muestra un espectro de emisión de un LED cubierto de fósforo amarillo que puede desplegarse en algunas realizaciones de la invención como una fuente de luz Gw;

15 la figura 9 muestra un espectro de emisión del LED de la figura 8 cubierto por el fósforo amarillo sobre el que se aplica una lente reflectora de cúpula, desplegado en algunas realizaciones de la invención como una fuente de luz Gw;

la figura 10 muestra un espectro de emisión de un LED que puede desplegarse en algunas realizaciones de la invención como una fuente de luz blanquecina.

20

Descripción detallada de ciertas realizaciones

De acuerdo con algunas realizaciones de la invención, como se muestra en la vista en planta de la figura 4, el aparato de iluminación comprende tres fuentes de luz 1, 2 y 3 y las luces de las tres fuentes de luz se combinan mediante un combinador dicróico, tal como un cubo transversal 8. Las fuentes de luz 1 y 2 pueden corresponder a las fuentes de luz de banda estrecha de formación de imágenes vasculares convencional (es decir, una fuente de luz violeta o ultravioleta que emite luz V y una fuente de luz verde ancha Gw). La tercera fuente de luz 3 emite luz de modo que, si el combinador combina las luces de la fuente de luz Gw y la tercera fuente de luz, la luz combinada está más cerca del punto blanco ($x=y=z=1/3$) de CIE1931 que la luz Gw sola que pasa a través del combinador dicróico y la luz V sola que pasa a través del combinador dicróico. Por ejemplo, la tercera fuente de luz puede emitir luz roja; o luz azul; o luz roja y azul; o luz roja, verde y azul. En algunas realizaciones, la luz de la tercera fuente de luz sola, si se transmite a través del combinador dicróico, puede estar más cerca del punto blanco que la luz de la fuente de luz Gw sola que pasa a través del combinador dicróico y la luz de la fuente de luz V sola que pasa a través del combinador dicróico.

35

Un ejemplo de la luz combinada (espectro de iluminación) emitida por el aparato de iluminación se muestra en la figura 6 (penúltimo espectro desde abajo), para un caso en el que las tres fuentes de luz 1, 2 y 3 estén encendidas. Como se muestra en la figura 6, la luz V y la luz Gw pueden ser las mismas que de acuerdo con la técnica anterior. La tercera fuente de luz 3 contribuye adicionalmente con luz azul y/o roja (ámbar) a la luz combinada. Por tanto, el espectro visible comprende luz RGB (o luz BG), que típicamente está más cerca del punto blanco que la luz verde ancha Gw sola. En consecuencia, el médico puede observar el tejido en colores más naturales que con el sistema de iluminación convencional.

40

En la presente solicitud, la expresión "más cerca del punto blanco" significa una distancia euclidiana más corta en el plano x-y de la gama de CIE1931 desde el punto blanco $x=y=1/3$ (se ignora la dirección z). La distancia euclidiana de una luz de iluminación con coordenadas x_i, y_i en el plano x-y desde el punto blanco es $(x_i-1/3)^2+(y_i-1/3)^2$.

45

En lo sucesivo en el presente documento, las realizaciones del aparato de iluminación se describen con mayor detalle.

50

La figura 4 muestra una vista general del aparato de iluminación en vista en planta. Tres fuentes de luz 1, 2 y 3 están dispuestas de modo que iluminan la primera cara de entrada, segunda cara de entrada y tercera cara de entrada de un cubo transversal 8 con la primera luz L1, segunda luz L2 y tercera luz L3, respectivamente. Cada una de las fuentes de luz 1, 2 y 3 puede comprender un LED respectivo, láser u otro dispositivo emisor de luz. Cada una de las fuentes de luz 1, 2 y 3 puede comprender o no una o más lentes, espejos u otros componentes ópticos para guiar la luz respectiva a la cara de entrada respectiva del cubo transversal 8. Cada una de las fuentes de luz 1, 2 y 3 puede controlarse independientemente de las otras fuentes de luz 1, 2 y 3. Por ejemplo, cada una de las fuentes de luz 1, 2 y 3 puede encenderse y apagarse independientemente de las otras fuentes de luz. En algunas realizaciones, de forma adicional, las intensidades de algunas de las fuentes de luz pueden controlarse independientemente.

55

60

La figura 5 muestra una vista tridimensional del cubo transversal 8. Las letras minúsculas desde la a hasta la h indican las esquinas del cubo transversal. El cubo transversal comprende una primera superficie reflectante dicróica a-c-g-e y una segunda superficie reflectante dicróica b-f-h-d. En la vista en planta del cubo transversal 8 mostrado en la figura 4, las secciones a-c y b-d de las superficies reflectantes dicróicas forman las diagonales del cuadrado que forma la superficie superior del cubo transversal. En algunas realizaciones, la porción de combinación del cubo transversal consiste en la primera y segunda superficies reflectantes dicróicas.

65

5 Las caras de entrada son tres superficies laterales exteriores del cubo transversal. En concreto, la primera cara de entrada es la superficie lateral a-b-e-f, la segunda cara de entrada es la superficie lateral c-g-h-d y la tercera cara de entrada es la superficie lateral a-e-h-d. La primera cara de entrada es opuesta a la segunda cara de entrada y la tercera cara de entrada conecta la primera y segunda caras de entrada.

La luz combinada L4 se emite desde la cara de salida b-f-g-c. La cara de salida es opuesta a la tercera cara de entrada y conecta la primera y la segunda caras de entrada.

10 Cada una de las primera y segunda superficies reflectantes dicróicas refleja una banda de longitud de onda respectiva y transmite luz de una banda de longitud de onda fuera de la banda de longitud de onda reflejada. Preferiblemente, una o ambas de las superficies reflectantes dicróicas transmiten todas las longitudes de onda visibles fuera de la respectiva banda de longitud de onda reflejada.

15 La figura 6 (superior) muestra esquemáticamente un espectro de reflectancia del cubo transversal X. La primera superficie reflectante dicróica refleja luz V y la segunda superficie reflectante dicróica refleja luz Gw. Las reflectancias de las superficies reflectantes dicróicas pueden ser iguales o diferentes entre sí, como se muestra en la figura 6.

20 El resto de la figura 6 muestra esquemáticamente las correspondientes intensidades de luz de las fuentes de luz de acuerdo con una realización de la invención. Las fuentes de luz pueden ser, por ejemplo:

- fuente de luz 1 (L1, violeta): 2º diagrama desde la parte superior (por ejemplo, NVSU233B-U405 de Nichia Corporation);
- 25 • fuente de luz 2 (L2, verde): 3º diagrama desde la parte superior (por ejemplo, NCSGE17AT de Nichia Corporation); y
- fuente de luz 3 (L3, otro): diagrama en la parte inferior (por ejemplo, NF2L757GRT-V1 de Nichia Corporation).

30 El espectro en el 2º diagrama de la parte inferior de la figura 6 muestra la luz de salida cuando tanto L2 como L3 están encendidos. Como puede verse, la luz combinada comprende luz R, G y B de modo que está más cerca del punto blanco de CIE1931 que el espectro de L2 solo.

35 La figura 7 muestra adicionalmente a un espectro de reflectancia del cubo transversal esquemáticamente los intervalos de longitud de onda de la 1ª a 3ª luces emitidas L1, L2 y L3 y la luz combinada resultante L4. Por motivos de simplicidad, los bordes de los espectros de reflectancia en la figura 7 son nítidos y se supone que la reflectancia es del 100 % o del 0 %. Adicionalmente, la figura 7 solo indica los intervalos de longitud de onda en los que se emiten la primera a la tercera luces L1 a L3, ignorando cualquier dependencia de intensidad de la longitud de onda. Si estas simplificaciones no son válidas, la luz combinada resultante L4 se obtiene mediante una convolución del espectro de reflectancia (para la primera y segunda luces L1 y L2) o el espectro de transmisión (para la tercera luz L3) y las intensidades de luz.

40 La primera superficie reflectante dicróica a-c-g-e refleja luz de una primera entrada de banda de longitud de onda de paso (por ejemplo, luz violeta y/o ultravioleta; indicada como 1ª en la figura 6) en la primera cara de entrada de modo que sale de la cara de salida y transmite las otras longitudes de onda visibles. La primera fuente de luz 1 emite luz violeta y/o ultravioleta L1. El espectro de emisión de la primera fuente de luz 1 y el espectro de reflexión de la primera superficie reflectante dicróica a-c-g-e se superponen. Por tanto, si la primera fuente de luz 1 emite la primera luz L1 a la primera cara de entrada a-b-e-f, la luz combinada L4 comprende luz violeta y/o ultravioleta del intervalo de longitud de onda superpuesto. Por ejemplo, esta luz puede ser luz V a partir de formación de imágenes vasculares convencional o diferente de la misma. La primera luz L1 de la primera fuente de luz 1 de longitudes de onda diferentes del espectro de reflexión de la primera superficie reflectante dicróica (primera banda de longitud de onda de paso) se transmite a través de la primera superficie reflectante dicróica de modo que no contribuye a la luz de salida L4.

45 La segunda superficie reflectante dicróica b-f-h-d refleja luz de una segunda entrada de banda de longitud de onda de paso (por ejemplo, luz verde; indicada como 2ª en la figura 6) en la segunda cara de entrada de modo que sale de la cara de salida y transmite las otras longitudes de onda visibles. La segunda fuente de luz 2 emite luz verde o luz verde ancha L2. El espectro de emisión de la segunda fuente de luz 2 y el espectro de reflexión de la segunda superficie reflectante dicróica b-f-h-d se superponen. Por tanto, si la segunda fuente de luz 2 emite la segunda luz L2 a la segunda cara de entrada c-g-h-d, la luz combinada L4 comprende luz verde o verde ancha del intervalo de longitud de onda superpuesto. Por ejemplo, esta luz puede ser luz Gw a partir de formación de imágenes vasculares convencional o diferente de la misma. La segunda luz L2 de la segunda fuente de luz 2 de longitudes de onda diferentes del espectro de reflexión de la segunda superficie reflectante dicróica (segunda banda de longitud de onda de paso) se transmite a través de la segunda superficie reflectante dicróica de modo que no contribuye a la luz de salida L4. La primera banda de longitud de onda de paso y la segunda banda de longitud de onda de paso no se superponen.

La tercera luz L3 emitida por la tercera fuente de luz 3 se transmite a través tanto de la primera superficie reflectante dicroica a-c-g-e como de la segunda superficie reflectante dicroica b-f-h-d con el fin de contribuir a la luz combinada L4. En consecuencia, la tercera fuente de luz 3 contribuye a la luz combinada L4 mediante su tercera luz 3 emitida desde la que se bloquean la luz de la primera banda de longitud de onda de paso y la luz de la segunda banda de longitud de onda de paso.

En el ejemplo de la figura 7, el intervalo de longitud de onda de la primera luz L1 es mayor que la primera banda de longitud de onda de paso (primera banda de longitud de onda de reflectancia) de la primera superficie reflectante dicroica. La luz combinada L4 comprende únicamente las contribuciones de la primera luz L1 dentro de la banda de longitud de onda de paso. Dado que ninguna de las otras luces L2 y L3 se emite en el intervalo de longitud de onda que excede la primera banda de longitud de onda de paso, la luz combinada L4 tiene un hueco 12 en este intervalo de longitud de onda.

La segunda banda de longitud de onda de paso (segunda banda de longitud de onda de reflectancia) de la segunda superficie reflectante dicroica se extiende más hacia el lado de longitud de onda larga que el espectro de emisión de la segunda luz L2. El cubo transversal no pasa la tercera luz L3 a través de la banda de longitud de onda de reflectancia de la segunda superficie reflectante dicroica. Por ende, la luz combinada L4 tiene un hueco 13 en este intervalo de longitud de onda.

En el intervalo de longitud de onda 15, la segunda luz L2 es transmitida por la segunda superficie reflectante dicroica. Por lo tanto, la segunda luz L2 no contribuye a la luz combinada L4 en este intervalo de longitud de onda 15. Por otra parte, la tercera luz L3 comprende el intervalo de longitud de onda 15, también. Pasa (se transmite) a través tanto de la primera como de la segunda superficies reflectantes dicroicas de modo que contribuye a la luz combinada L4 en el intervalo de longitud de onda 15.

Por otra parte, en el intervalo de longitud de onda 16, solo la segunda luz L2 contribuye a la luz combinada L4 porque, en el intervalo de longitud de onda 16, la tercera luz L3 se refleja por la segunda superficie reflectante dicroica de modo que no sale de la cara de salida.

La figura 7 muestra un ejemplo de las bandas de longitud de onda de reflectancia y las correspondientes bandas de longitud de onda de emisión. Este ejemplo no es limitante. Por ejemplo, uno o más de los intervalos de longitud de onda de emisión pueden ser más pequeños que la banda de longitud de onda de reflectancia correspondiente. La tercera luz puede tener un hueco en su espectro de emisión, preferiblemente en la segunda banda de longitud de onda de reflectancia. La tercera luz puede un espectro de emisión en solo un lado de la segunda banda de longitud de onda de reflectancia. Las bandas de longitud de onda de reflectancia y las correspondientes bandas de longitud de onda de emisión pueden disponerse de modo que el intervalo de longitud de onda de la luz combinada L4 no tenga ningún hueco o ningún número de huecos.

Normalmente, la primera y segunda fuentes de luz 1 y 2 comprenden dos fuentes de luz de banda estrecha tales como una fuente de luz violeta (LED o láser) y una fuente de luz verde (o verde ancha) (LED o láser). La tercera fuente de luz 3 es típicamente una fuente de luz de banda ancha tal como una fuente de luz blanca (o blanquecina). La fuente de luz blanquecina puede ser LED (o láseres) cubiertos de fósforo, en donde el fósforo convierte una parte de la luz azul/violeta/ultravioleta emitida por el LED (láser) en luz de una longitud de onda más larga.

Las figuras 8 y 9 muestran algunos espectros de emisión de LED de ejemplo que pueden usarse como la fuente de luz verde (verde ancha) (L2 en las figuras 4 y 6). La figura 8 muestra un espectro de emisión de un LED blanco cubierto de fósforo que puede usarse como una fuente de luz Gw. Sin embargo, es preferible usar este LED con una lente reflectora de cúpula, como se muestra en la figura 9 y se explica en el documento DE 11 2018 003134 T5 (figuras 11 y 12). En concreto, la luz del LED blanco que no pasa directamente a través de la abertura de la lente reflectora de cúpula se refleja varias veces entre la lente reflectora de cúpula y el LED, cada vez que pasa a través del fósforo, antes de que finalmente pase a través de la abertura de la lente reflectora de cúpula hacia el exterior. Por tanto, la proporción de la luz de fluorescencia verde se mejora en la luz de salida.

La figura 10 muestra un espectro de emisión de otro LED de ejemplo que puede usarse como la fuente de luz blanca (L3 en las figuras 4 y 6). En este caso, el LED está cubierto con una mezcla de fósforo rojo y verde.

En algunas realizaciones, una de las fuentes de luz de banda estrecha (por ejemplo, la segunda fuente de luz 2 que emite luz verde) emite un espectro tan amplio de luz verde que aparece como blanquecina con un tono verde. Por otra parte, la tercera fuente de luz 3 puede emitir los colores complementarios a la segunda fuente de luz, es decir, luz roja y azul. Por tanto, la luz combinada comprende RGB.

La tabla 1 muestra algunos ejemplos de bandas de reflexión de las superficies reflectantes dicroicas. Estas bandas de reflexión se seleccionan en vista de los puntos isosbéticos de Hb y HbO2 mostrados en la figura 1. W1 a W6 indican los intervalos de longitud de onda correspondientemente indicados en la figura 1. La tercera luz fuera de las bandas indicadas puede pasar a través del cubo transversal para contribuir a la luz combinada.

Banda de reflexión	primera superficie reflectante dicroica	segunda superficie reflectante dicroica
Descripción	W0 a W2	W3 a W6
	<ul style="list-style-type: none"> - Todos ellos; o - 2 de ellos (se prefiere WO+W1); o - 1 de ellos (se prefiere WO o W1, pero no W2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Todos ellos; o - 3 de ellos (se prefiere W3 a W5 o W4 a W6); o - 2 de ellos (se prefiere W3+W4 o W4+W5 o W5+W6 (W4+W5 o W5+W6 es más preferido)); o - W5

Tabla 1: Bandas de reflectancia preferidas de la primera y segunda superficies reflectantes dicroicas para formación de imágenes vasculares

- 5 Los intervalos de longitud de onda de los colores descritos anteriormente en el presente documento están, por ejemplo, dentro de los siguientes intervalos:
- Violeta o ultravioleta: 380-450 nm.
 - Azul: 450-495 nm.
- 10
- Verde: 495-570 nm.
 - Amarillo: 570-590 nm.
 - Naranja: 590-620 nm (a veces también denominado ámbar).
 - Rojo: 620-750 nm.
- 15 Se supone que la luz visible cubre el intervalo de longitud de onda de 400-750 nm.
- Es suficiente si una porción principal de la intensidad de luz se emite/refleja/transmite en el intervalo de longitud de onda indicado. La luz puede comprender o no componentes adicionales fuera de los intervalos de longitud de onda indicados.
- 20
- Algunas realizaciones se describen como si las superficies reflectantes dicroicas reflejaran completamente una banda de longitud de onda de paso respectiva (reflectancia = 100 %) y transmitieran completamente longitudes de onda fuera de la banda de longitud de onda de paso respectiva (transmitancia = 100 %). Sin embargo, en algunas realizaciones, la reflectancia puede ser menor que el 100 %. Por ejemplo, puede ser mayor que el 60 %, preferiblemente mayor que el 80 %. En correspondencia, en algunas realizaciones, la transmitancia puede ser menor que el 100 %. Por ejemplo, puede ser mayor que el 60 %, preferiblemente mayor que el 80 %.
- 25
- Se describen algunas realizaciones, en donde las luces se combinan mediante un cubo transversal. Sin embargo, la invención no se limita a un cubo transversal para combinar las luces. En cambio, se pueden usar dos espejos dicroicos que tengan reflectancias espectrales correspondientes a las superficies reflectantes dicroicas del cubo transversal. Los dos espejos dicroicos están dispuestos uno tras otro. En el primer espejo dicroico, se combinan dos de la primera a la tercera luces y, en el segundo espejo dicroico, la luz combinada del primer espejo dicroico se combina con la luz restante de la primera a la tercera luz.
- 30
- En algunas realizaciones, incluso se combinan más de tres luces. Por ejemplo, la luz combinada de un cubo transversal (o de dos espejos dicroicos) se combina con una cuarta luz mediante un espejo dicroico (adicional) o se combina con una cuarta luz y una quinta luz mediante un cubo transversal (adicional), etc. También, el cubo transversal puede comprender una o dos superficies reflectantes dicroicas adicionales. En la vista en perspectiva de la figura 5, estas superficies reflectantes dicroicas adicionales pueden disponerse de modo que reflejen la luz que entra por la cara superior e inferior del cubo transversal a la cara de salida (superficies a-f-g-d y h-e-b-c). Las bandas reflectantes de estas superficies reflectantes dicroicas adicionales no se superponen entre sí y con las de las otras superficies reflectantes dicroicas.
- 35
- 40
- 45 En lugar de un cubo transversal, se puede usar un prisma transversal, en donde al menos una de las longitudes laterales es diferente de las otras longitudes laterales y/o en donde al menos uno de los bordes no forma un ángulo recto.
- De acuerdo con algunas realizaciones, el aparato de iluminación puede no comprender ninguna parte móvil. En particular, las superficies dicroicas reflectantes pueden no ser móviles entre sí, con respecto a las caras de entrada o con respecto a las fuentes de luz. Esto facilita la configuración y reduce el esfuerzo de mantenimiento.
- 50

5 El sistema de iluminación de acuerdo con algunas realizaciones puede disponerse en una caja externa (caja de fuente de luz o sistema de procesador). La luz de la caja externa puede guiarse desde el extremo proximal del endoscopio hasta el extremo distal del endoscopio a través de una o más fibras ópticas con el fin de iluminar un espacio de objeto de una lente de objetivo dispuesta en el extremo distal del endoscopio. Sin embargo, la fuente de luz puede estar dispuesta en un cuerpo de control, un conector de endoscopio o incluso en la punta distal de un endoscopio en su lugar.

10 En algunas realizaciones, la fibra óptica y la óptica para dirigir la luz desde el cubo transversal hacia la fibra óptica pueden considerarse como pertenecientes a la salida del aparato de iluminación. En estas realizaciones, su influencia en la salida de luz del cubo transversal puede tenerse en cuenta al diseñar las fuentes de luz y las interfaces reflectantes dicróicas.

15 El endoscopio que comprende el aparato de iluminación puede ser un endoscopio de cápsula sin un vástago (por ejemplo, un tubo flexible) o un endoscopio que comprende una porción de punta rígida y un vástago (por ejemplo, un tubo rígido o flexible). La porción de punta rígida puede conectarse al vástago directa o indirectamente a través de un segmento de angulación.

20 El aparato de iluminación de acuerdo con algunas realizaciones puede usarse fuera de un endoscopio, si se requieren o desean al menos dos luces de iluminación de colores y una luz de iluminación blanca (o sustancialmente blanca). Dependiendo de la sustancia a observar, las fuentes de luz coloreadas pueden emitir colores diferentes a la luz violeta (o ultravioleta) y la luz verde (o verde ancha). Por ejemplo, se pueden aplicar algunos agentes de formación de imágenes de fluorescencia, tal como 5-ALA, que tiene una longitud de onda máxima de absorción a 405 nm, y las bandas de reflexión del espejo dicróico pueden adaptarse en consecuencia.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de iluminación para un endoscopio, que comprende
 un combinador de haces (8) que comprende una primera, segunda y tercera entradas, una porción de
 5 combinación y una salida; en donde
 la porción de combinación está configurada para combinar una primera luz introducida en la porción de
 combinación desde la primera entrada, una segunda luz introducida en la porción de combinación desde la
 segunda entrada y una tercera luz introducida en la porción de combinación desde la tercera entrada formando
 luz combinada emitida desde la salida;
 10 la porción de combinación comprende dos superficies reflectantes dicróicas;
 la porción de combinación está configurada para dejar pasar una primera banda de longitud de onda de paso de
 la primera luz y para bloquear la primera luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la primera banda de
 longitud de onda de paso;
 15 la porción de combinación está configurada para dejar pasar una segunda banda de longitud de onda de paso de
 la segunda luz y para bloquear la segunda luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la segunda banda de
 longitud de onda de paso;
 la porción de combinación está configurada para bloquear la primera banda de longitud de onda de paso de la
 tercera luz, para bloquear la segunda banda de longitud de onda de paso de la tercera luz y para dejar pasar la
 20 tercera luz de un intervalo de longitud de onda fuera de la primera y segunda bandas de longitud de onda de
 paso;
 la primera banda de longitud de onda de paso no se superpone con la segunda banda de longitud de onda de
 paso; y el aparato de iluminación comprende además
 una primera fuente de luz (1) dispuesta para introducir la primera luz en la primera entrada del combinador de
 haces (8);
 25 una segunda fuente de luz (2) dispuesta para introducir la segunda luz en la segunda entrada del combinador de
 haces (8);
 una tercera fuente de luz (3) dispuesta para introducir la tercera luz en la tercera entrada del combinador de
 haces (8); en donde
 la primera luz comprende al menos una parte de la primera banda de longitud de onda de paso;
 30 la segunda luz comprende al menos una parte de la segunda banda de longitud de onda de paso;
 y en donde el aparato de iluminación se caracteriza por que
 la tercera fuente de luz (3) contribuye con luz azul y roja a la luz combinada, y
 la tercera luz que pasa a través de la porción de combinación está más cerca del punto blanco de acuerdo con
 CIE1931 que cada una de la segunda luz que pasa a través de la porción de combinación y la primera luz que
 35 pasa a través de la porción de combinación.
2. El aparato de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1, en donde
 una combinación de la segunda luz que pasa a través de la porción de combinación y la tercera luz que pasa a
 40 través de la porción de combinación está más cerca del punto blanco de acuerdo con CIE1931 que cada una de la
 segunda luz que pasa a través de la porción de combinación y la primera luz que pasa a través de la porción de
 combinación.
3. El aparato de iluminación de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde se cumple al menos una de las
 siguientes:
 45 • la primera banda de longitud de onda de paso comprende luz violeta y/o luz ultravioleta;
 • la segunda banda de longitud de onda de paso comprende luz verde.
4. El aparato de iluminación de acuerdo con la reivindicación 3, en donde al menos una de la segunda y tercera
 50 luces incluye luz roja, luz verde y luz azul.
5. El aparato de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cada una de la
 primera a la tercera fuentes de luz (1, 2, 3) es controlable por separado.
6. El aparato de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la porción de
 55 combinación es una de
 • un par de espejos dicróicos; y
 • un prisma transversal con dos interfaces dicróicas.
7. El aparato de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde al menos una de la
 60 primera a tercera fuentes de luz (1, 2, 3) es un diodo emisor de luz o un diodo láser.
8. El aparato de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde
 las dos superficies reflectantes dicróicas no son mecánicamente móviles la una respecto a la otra, y/o
 65 las dos superficies reflectantes dicróicas no son mecánicamente móviles con respecto a la primera a tercera
 entradas y a la salida.

9. Una porción de punta rígida de un endoscopio o una cápsula endoscópica para insertarse en un lumen de un cuerpo humano, que comprende una lente de objetivo y el aparato de iluminación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 dispuesto para iluminar mediante la luz combinada al menos una porción de un espacio de objeto representado por la lente de objetivo.

5

10. Un endoscopio que comprende la porción de punta rígida de acuerdo con la reivindicación 9 y un vástago para insertarlo en el lumen del cuerpo humano, en donde la porción de punta rígida está conectada directa o indirectamente al vástago.

Bandas de espectros en función de punto isobáptico de hemoglobina											
nm	400-427	427-452	452-502	502-526	526-546	546-570	570-586	586-620	620-780		
Nombre de los espectros	W0	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	WR		

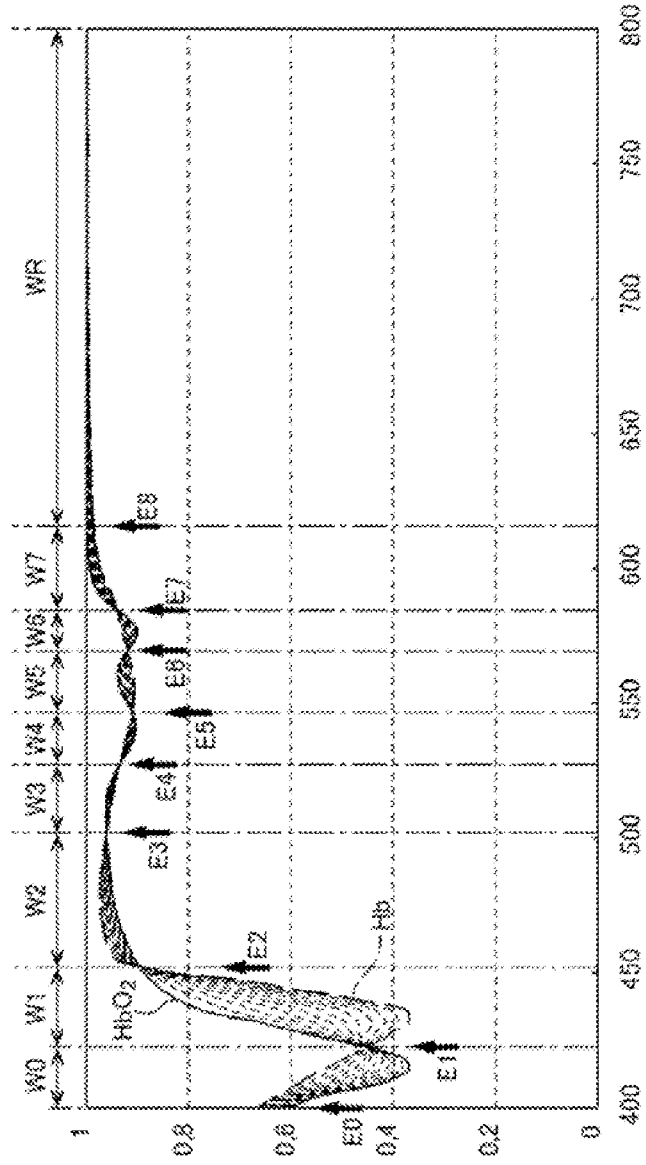


Fig. 1

Técnica anterior

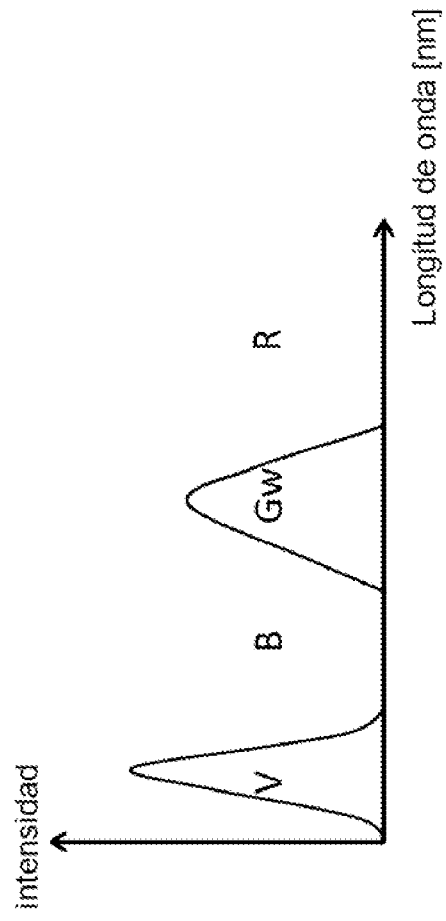


Fig. 2

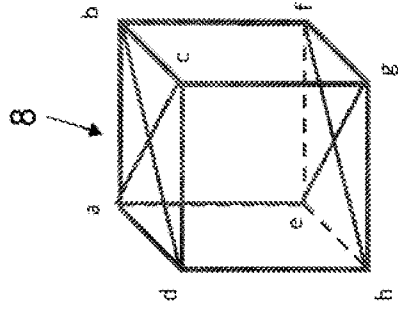


Fig. 5

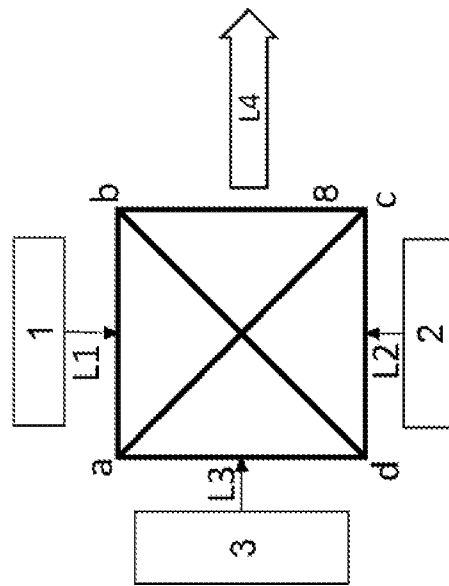


Fig. 4

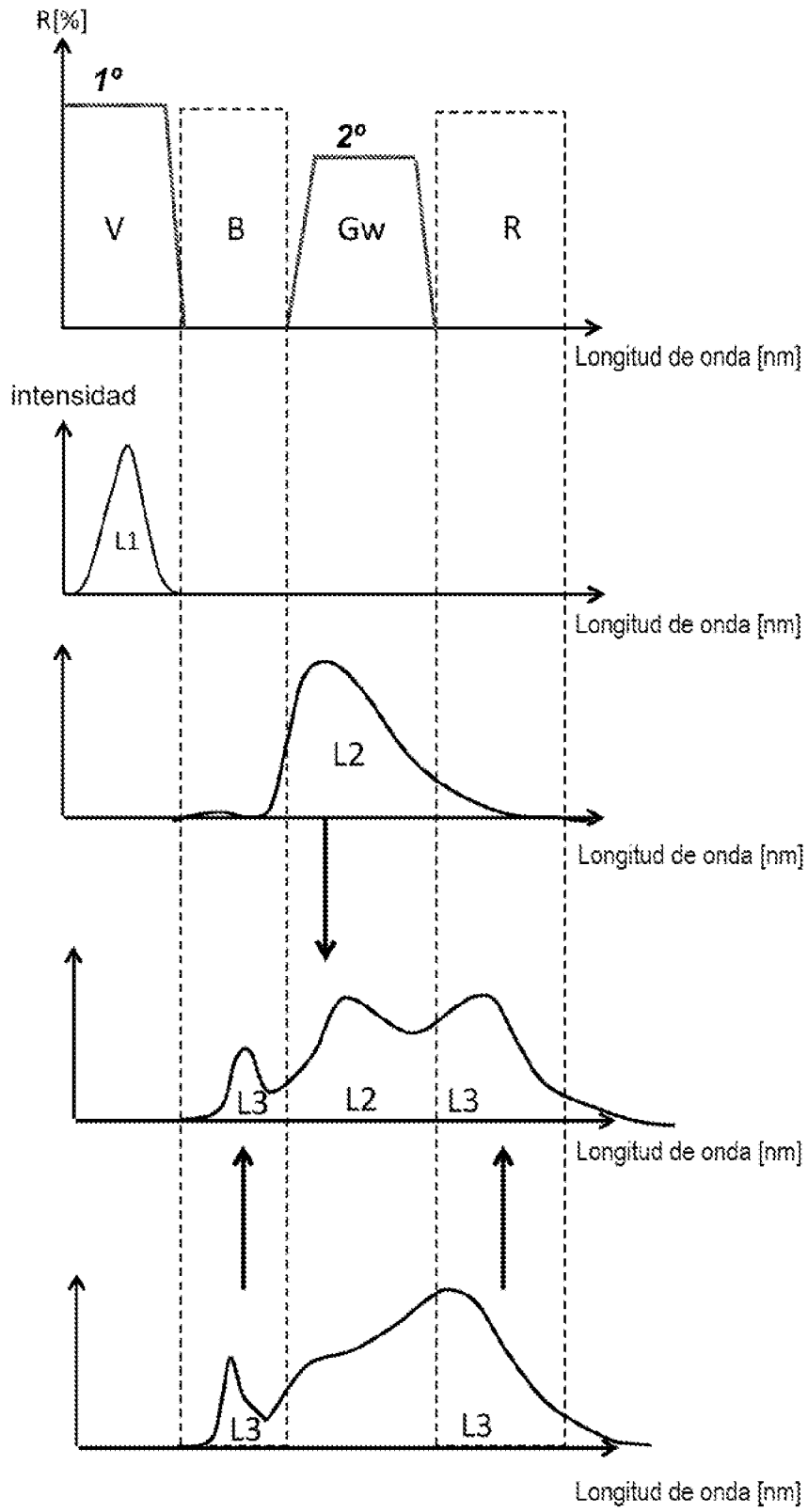


Fig. 6

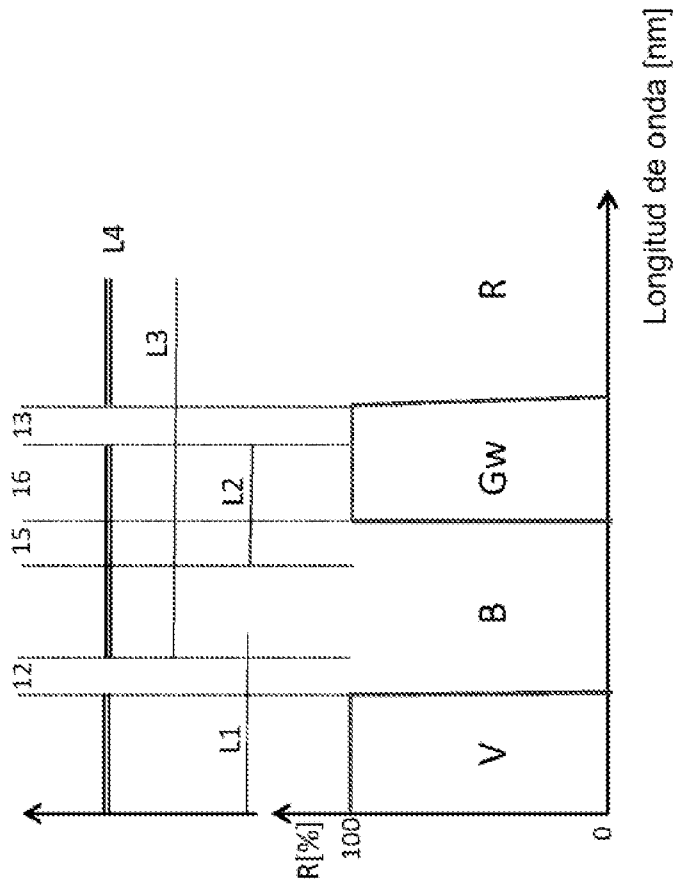
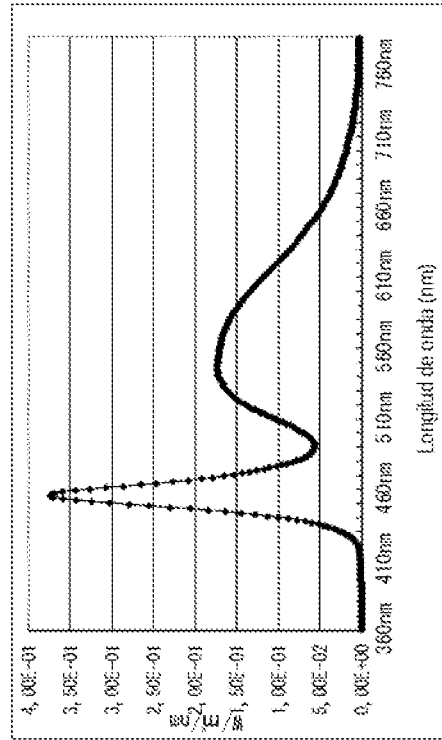
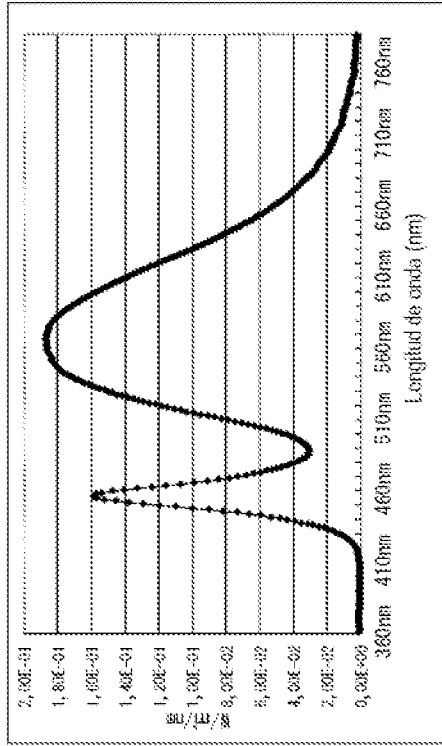


Fig. 7



LED de luz blanca cubierto con fósforo con lente reflectante de cúpula

Fig. 9



LED de luz blanca cubierto con fósforo

Fig. 8

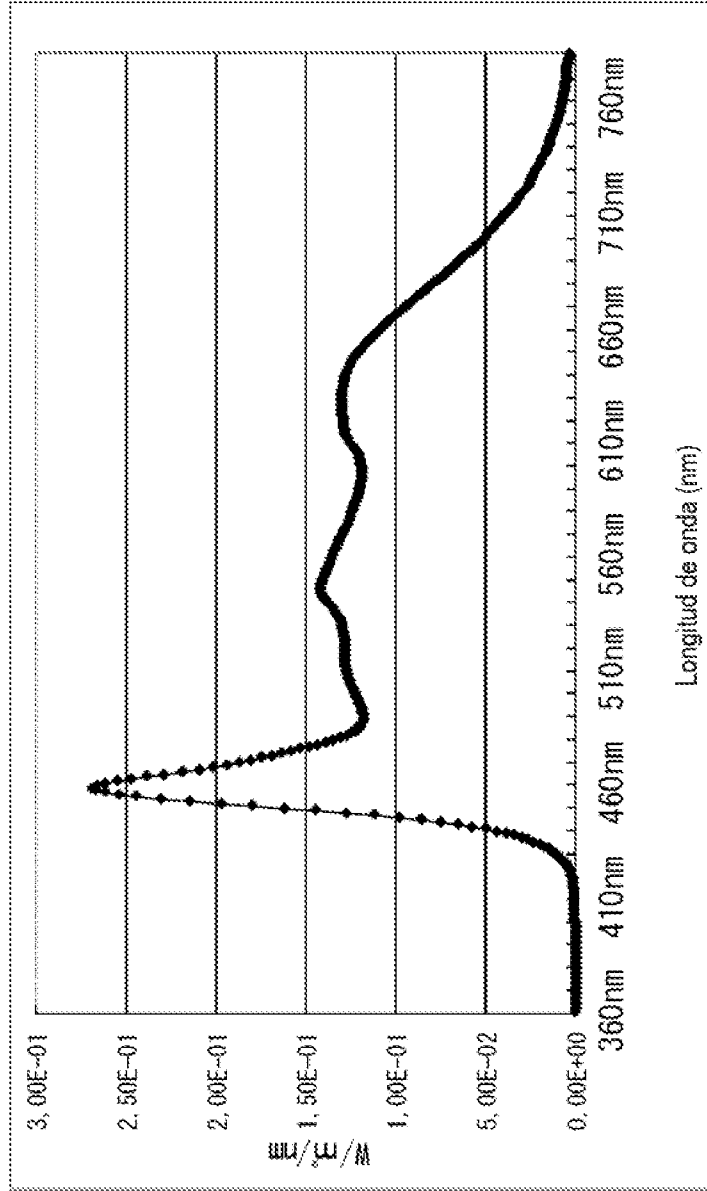


Fig. 10