

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 784 944**

51 Int. Cl.:

A61B 1/05 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

G02B 23/24 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

G02B 27/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.12.2017 PCT/NL2017/050825**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.06.2018 WO18106117**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2017 E 17817930 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2020 EP 3410918**

54 Título: **Ensamblaje de prismas dicroicos con cinco canales**

30 Prioridad:

09.12.2016 NL 2017973

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

02.10.2020

73 Titular/es:

QUEST PHOTONIC DEVICES B.V. (100.0%)

Industrieweg 41

1775 PW Middenmeer, NL

72 Inventor/es:

MEESTER, RICHARD JOHANNES CORNELLS

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 784 944 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

Ensamblaje de prismas dicróicos con cinco canales

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención se refiere a un ensamblaje de prismas dicróicos, en particular, a un ensamblaje de prismas dicróicos con cinco canales. El ensamblaje de prismas dicróicos se puede usar en una punta de endoscopio.

Estado de la técnica

10 [0002] La figura 1 muestra un ensamblaje de prismas que comprende los prismas P5, P6, y P7 para dividir la luz en componentes rojo, verde y azul hacia los sensores respectivos D3, D4, y D5. La luz entra en el ensamblaje de prismas a través de la flecha indicada en la figura 1. Entre P5 y P6 está situado un recubrimiento óptico C1 y entre los prismas P6 y P7 está situado un recubrimiento óptico C2, donde cada recubrimiento óptico C1 y C2 tiene una sensibilidad diferente de reflectancia y de longitud de onda. En el C1, el haz entrante I se refleja parcialmente de nuevo hacia la misma cara del prisma, a través de la cual entró la luz (haz J). En esa misma cara, el haz, ahora denominado K, se refleja de nuevo hacia el sensor D3. La reflexión de J a K es una reflexión interna. Por lo tanto, el sensor D3 recibe la luz reflejada por el recubrimiento C1 y, de forma analógica, el sensor D4 recibe la luz del haz L reflejado por el recubrimiento S2 (haces M y N), y el sensor D5 recibe la luz del haz O que ha atravesado el prisma sin obstáculos.

20 [0003] El sistema de la figura 1 solo puede medir tres componentes de luz (por ejemplo, rojo, azul, verde o alternativamente RGB bayer, NIR, NIR) simultáneamente. Si se van a medir más componentes (por ejemplo, en el infrarrojo cercano) simultáneamente, entonces el estado actual de la técnica es usar divisores de haz para separar el canal de interés hacia el lado y dejar pasar el resto. Sin embargo, este "apilamiento" creciente de prismas y divisores de haz tiene el problema de que, para tener todos los sensores en su plano focal, el primer prisma es físicamente el más grande, que disminuye al avanzar, para compensar la longitud focal total y compensar todos los sensores. Además, debido a restricciones mecánicas, estos prismas giran normalmente 90 grados a lo largo del eje de luz entrante, de manera que los prismas no están directamente debajo de P6 y P7, sino que giran a 90 grados, en cuyo caso se pueden diseñar de forma un poco más pequeña.

30 [0004] Otro inconveniente del apilamiento de prismas es que cada uno de estos elementos de prisma apilados se basa en la reflexión interna total, lo que requiere un espacio libre entre cada uno de los elementos de prisma ensamblados para funcionar correctamente. De la física básica se deduce que esta no se puede resolver por, por ejemplo, un recubrimiento de espejo sin espacio libre. Estos espacios libres necesitan una construcción exterior para proporcionar una integridad estructural del sistema óptico, que es fundamental. Las diferencias en la temperatura y los coeficientes de expansión de los materiales de los componentes de estos componentes estructurales deben coincidir para evitar problemas de alineamiento del camino óptico.

35 [0005] Otro problema principal con estas configuraciones es que, en cualquier caso, los sensores son opuestos entre sí, lo que aumenta la complejidad electrónica estructural con cables largos e integridad de señal. Es un problema que los sistemas con más de tres canales tengan un gran tamaño y una complejidad del sistema, debido a estas limitaciones.

40 [0006] La US 9 173 554 usa un ensamblaje de prismas dicróicos, como se describe en la figura 1. Para poder medir un cuarto componente para la radiación de fluorescencia infrarroja, el camino óptico que conduce al sensor D3 se utiliza para detectar tanto la luz roja (R) como la infrarroja (IR), de manera alterna. Este enfoque tiene una serie de inconvenientes. En primer lugar, en el dominio del tiempo, la resolución se reduce a la mitad debido a la conmutación requerida. Esto hace que las aplicaciones en tiempo real sean menos atractivas y los artefactos de movimiento se introducirán a velocidades de vídeo reducidas a la mitad. Esto tampoco permite ningún cálculo que requiera múltiples señales simultáneas de distintas longitudes de onda. En segundo lugar, las imágenes roja e infrarroja no pueden estar ambas exactamente enfocadas. Debido a una gran diferencia de longitud de onda entre rojo e infrarrojo, en el mejor de los casos, o bien la imagen IR está nítida y enfocada o bien la imagen R está nítida y enfocada.

50 [0007] Debido a la conmutación, los sensores solo se pueden configurar con el mismo tiempo de exposición, porque el tiempo de exposición de conmutación requeriría una configuración del sensor que influiría en la temporización de lectura y el tiempo de exposición, que ya no pueden solaparse y, finalmente, influiría en la frecuencia de imagen y/o sensibilidad del sistema, así como añadiría una gran cantidad de complejidad del procesamiento del sistema. Finalmente, la ganancia necesita cambiarse mucho para diferenciarse entre las señales IR de intensidad de señal baja y señales R de intensidad de señal relativamente alta. Esto influye

negativamente en la sensibilidad del canal IR y/o el canal rojo, así como en la frecuencia de imagen, debido al tiempo que lleva aplicar la configuración del sensor antes de comenzar la exposición.

[0008] Un objeto de la invención es proporcionar una solución práctica que no requiera ninguna conmutación de tiempo de las señales recibidas.

5 [0009] El documento US 2013/0271587 A1 divulga un sistema que detecta un objeto con dos detectores, localizados en diferentes posiciones de enfoque, de modo que las imágenes con diferentes enfoques se pueden obtener a partir de los detectores. El documento US 2012/105594 A1 utiliza un haz de luz como entrada al sistema, que se divide para obtener un haz 3D, usando un prisma pentagonal. El documento US 2005/141097 A1 divulga un ensamblaje de separación de color que usa un primer bloque prismático y un segundo bloque prismático, donde
10 el segundo bloque prismático está en contacto con ambas caras de los prismas del primer bloque prismático que tiene recubrimientos dicróicos y está construido de manera que los ángulos de incidencia a los recubrimientos dicróicos están todos restringidos dentro de no más de 30 grados. El documento US 9 173 554 B2 proporciona un sistema para la adquisición simultánea de luz visible e imágenes de luz NIR, donde la luz roja y la luz NIR se encienden y apagan periódicamente y, por lo tanto, detecta, por separado, la luz azul la luz verde y la luz roja NIR
15 combinada.

Resumen de la invención

[0010] La invención proporciona un ensamblaje de prismas dicróicos según la reivindicación 1.

[0011] En una forma de realización de la invención, se usa un enfoque diferente, en comparación con el estado de la técnica. En vez de dividir el haz entrante hacia afuera, es decir, lejos del haz entrante, este se divide hacia
20 adentro, es decir, el camino de luz cruza su propio haz entrante. Al hacer que el haz dividido cruce el haz entrante, la longitud de camino aumenta sustancialmente, en comparación con la división hacia afuera, como se usa, por ejemplo, en la figura 1. Al usar esta división hacia adentro, el tamaño total del prisma se puede reducir mientras que aun así se permite la coincidencia de la longitud de camino entre todos los caminos ópticos. A diferencia del estado de la técnica de la figura 1, donde se usa una reflexión interna del haz J al haz K, en el prisma P1 se usa
25 una reflexión no interna B a C.

[0012] En un ejemplo que no forma parte de la invención, el segundo prisma IR está encerrado con 2 prismas en forma de cuña que pueden moverse hacia arriba/abajo y tiene al menos un lado inclinado, de manera que el movimiento hacia arriba/abajo aumentará y/o reducirá la longitud de camino. Al aumentar la longitud de camino antes de los 4^o prismas para compensar el canal 4 para que coincida con el canal 5, el otro prisma de cuña detrás del canal 4 se puede usar para reducir y/o aumentar la fase detrás del 4^o canal.
30

[0013] La invención permite colocar ambos sensores de los canales IR al mismo tiempo que el objeto, lo que permite una construcción mecánica pequeña, a diferencia de los elementos de apilamiento estándar que normalmente tienen sensores en lados opuestos de los prismas, o están bastante separados, lo que crea un sistema grande. Al no usar las reflexiones internas en estas dos primeras etapas, no se requiere ninguna construcción externa grande para facilitar la creación de los espacios libres requeridos para la reflexión interna. Esto permite una construcción fácil y estable (tanto mecánicamente como ópticamente) sin componentes externos, lo que ahorra complejidad, espacio, peso y, como tal, aumenta la estabilidad general de la estructura.
35

[0014] La invención también proporciona un endoscopio que comprende un ensamblaje de prismas dicróicos según la reivindicación 8.

40 [0015] La invención también proporciona un sistema de imágenes médicas según la reivindicación 10.

[0016] En una forma de realización, las dos longitudes de onda infrarrojas están en el rango de 700-800 nm para azul de metileno y en el rango de 800-900 nm para ICG, respectivamente.

[0017] La invención se define por las reivindicaciones anexas. Todas las formas de realización que no entran dentro del alcance de las reivindicaciones anexas se deben considerar simplemente como ejemplos adecuados para comprender la invención.
45

Breve descripción de los dibujos

[0018] La presente invención se analizará con más detalle a continuación, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 muestra esquemáticamente un ensamblaje de prismas dicróicos;
- La figura 2 muestra esquemáticamente un ensamblaje de prismas dicróicos según una forma de realización de la invención;
- La figura 3 muestra esquemáticamente otro ensamblaje de prismas dicróicos;
- 5 - Las figuras 4a-c muestran esquemáticamente un endoscopio y un cableado según una forma de realización de la invención;
- Las figuras 5a-d muestran esquemáticamente ensamblajes de prisma dicróico con prismas compensadores móviles que no forman parte de la invención; y
- 10 - Las figuras 6a-b muestran un prisma pentagonal ejemplar para su uso en un ensamblaje de prismas dicróicos según una forma de realización de la invención.

Descripción de las formas de realización

[0019] La figura 2 muestra esquemáticamente un ensamblaje de prismas dicróicos según una forma de realización de la invención.

15 [0020] En una forma de realización de la invención se utiliza un prisma pentagonal P1. En una forma de realización, el haz de luz entrante A se refleja parcialmente en la cara S2, y es una de las dos caras no adyacente a la cara de entrada S1. El haz reflejado B se refleja entonces contra una primera cara de las caras adyacentes a la cara de entrada. El ángulo de reflexión puede estar por debajo del ángulo crítico, de modo que la reflexión no es interna (en una forma de realización, la cara adyacente está recubierta para evitar la filtración de luz y reflejar la longitud de onda de interés requerida). El haz reflejado C se cruza entonces a sí mismo (haz A) y sale del prisma a través
20 de la segunda cara de las caras adyacentes a la cara de entrada, hacia el sensor D1. Una parte del haz A atraviesa la cara S2 y entra en el prisma compensador P2.

[0021] En una forma de realización según la invención, el prisma P1 no utiliza la reflexión interna para reflejar el haz entrante hacia el sensor D1. En una forma de realización, dos reflexiones no internas se utilizan para dirigir el haz entrante a través de los haces B y C hacia el sensor D1. En una forma de realización no hay espacios libres entre los prismas P1 y P2. En una forma de realización no hay espacios libres entre los prismas P3 y P4. En una
25 forma de realización no hay espacios libres entre los prismas P2 y P3.

[0022] El prisma P2 es un prisma compensador que se describe con más detalle en referencia a las figuras 5a-d.

30 [0023] En una forma de realización de la invención, desde P2 el haz D entra a un segundo prisma pentagonal P3. Como en el prisma P1, la reflexión hacia adentro se utiliza para hacer que el haz se cruce por sí mismo. En aras de brevedad, la descripción del haz no se repetirá, excepto para indicar que en el prisma P3, las partes E, F, y G del haz corresponden a las partes A, B, y C del haz en el prisma P1, respectivamente.

[0024] En una forma de realización según la invención, el prisma P3 tampoco usa la reflexión interna para reflejar el haz entrante hacia el sensor D2. En una forma de realización, dos reflexiones no internas se utilizan para dirigir el haz entrante E a través de los haces F y G hacia el sensor D2. En una forma de realización no hay espacios
35 libres entre los prismas P1, P2, P3, y P4.

[0025] Después del prisma P3 hay otro prisma compensador P4. Finalmente, el haz H entra al ensamblaje de prismas dicróicos que comprende los prismas P5, P6, y P7, con los sensores D3, D4, y D5, respectivamente. El ensamblaje de prismas dicróicos de P5, P6, y P7 ya se ha descrito en referencia a la figura 1. En una forma de
40 realización, entre el prisma P4 y el prisma P5 hay un espacio libre.

[0026] En la figura 2, se definen las siguientes longitudes de camino totales para cada canal final (definido en términos del sensor al final del canal):

- Camino del sensor D1 (por ejemplo, primer infrarrojo cercano): $A + B + C$
- Camino del sensor D2 (por ejemplo, segundo infrarrojo cercano): $A + D + E + F + G$
- Camino del sensor D3 (por ejemplo, rojo): $A + D + E + H + I + J + K$
- 45 - Camino del sensor D4 (por ejemplo, azul): $A + D + E + H + I + O$
- Camino del sensor D5 (por ejemplo, verde): $A + D + E + H + I + M + N$

[0027] En una forma de realización, las longitudes de camino coinciden, de manera que $A + B + C = A + D + E + F + G = A + D + E + H + I + J + K = A + D + E + H + I + O = A + D + E + H + I + M + N$. La coincidencia de las longitudes de camino puede comprender un ajuste para las diferencias de posición de enfoque del plano focal en las longitudes de onda que se van a detectar en los sensores D1 - D5. Es decir, por ejemplo, la longitud de camino hacia el sensor para la luz azul (B) no puede ser exactamente la misma que la longitud de camino hacia el sensor
50

ES 2 784 944 T3

para la luz roja (R), ya que las distancias ideales para crear una imagen nítida enfocada dependen, en parte, de la longitud de onda de la luz. Los prismas se pueden configurar para permitir estas dependencias.

[0028] Las longitudes D + H se pueden ajustar y actuar como compensadores de enfoque, debido a los cambios de longitud de onda, como se describirá en referencia a la figura 5a-d.

5 [0029] Se puede usar un espacio libre mayor en el camino I para filtros adicionales o rellenarlo con un compensador de vidrio para cambios de enfoque y compensación. Es necesario que exista un espacio libre en esa superficie inferior particular del prisma rojo, debido a la reflexión interna en el camino del haz J al haz K. Se puede reservar espacio entre las caras de salida del prisma se enfrenta y cada uno de los sensores D1-5 para proporcionar un filtro adicional, o se debería rellenar con compensadores de vidrio en consecuencia.

10 [0030] Una ventaja del hecho de que P1 y P3 usen esencialmente los mismos caminos de reflexión, es que, de esta manera, el ensamblaje óptico puede tener sensores principalmente en un lado (D1, D2, D3 están todos en un lado), y aún así usar una cantidad de cambio de dirección para que todos los sensores vean la misma imagen y no se necesita compensar ningún efecto de espejo.

15 [0031] Normalmente, los prismas ópticos se diseñan como en el caso de los canales azul y rojo de los tres canales, y, de esa manera, la longitud de camino requeriría un prisma muy largo, lo que daría como resultado un módulo grande que es menos adecuado para su uso en un endoscopio o un sistema de obtención de imágenes de mano. Además, los dos canales (sensores D1 y D2) tendrían que ser opuestos entre sí, lo que también hace que el sistema electrónico sea más complejo, debido a la distancia grande entre los 2 sensores. En la forma de realización de la figura 2, los dos sensores D1 y D2 pueden estar en el mismo lado que los prismas P1 y P3.

20 [0032] Conforme una forma de realización de la invención, los dos primeros prismas P1, P3 tienen una forma pentagonal donde al menos cinco esquinas se usan y todas las esquinas tienen un ángulo interior ≥ 90 grados.

[0033] Cada uno de estos prismas tiene un prisma compensador P2, P4 adicional para crear un panel de superficie de salida plano para la luz y, al mismo tiempo, tienen una función de compensación de longitud de camino para poder coincidir con las longitudes de camino de todos los sensores.

25 [0034] En una forma de realización según la invención, las dimensiones se dan de la siguiente manera. La altura total del módulo es ≤ 30 mm o menor para una configuración de 5 canales que incluye los sensores. La anchura máxima ≤ 15 mm. La longitud máxima ≤ 45 mm.

30 [0035] En una forma de realización según la invención, un sistema que usa un ensamblaje de prismas dicróicos tiene la capacidad de crear resoluciones de imagen a todo color sin artefactos a 3840 x 2160 a 12 bits por color a 60 Fps sin usar la inserción de imagen infrarroja. Las imágenes infrarrojas también están disponibles en esta misma resolución a 12 bits.

35 [0036] Otra ventaja de la presente invención es que todas las superficies que conectan los caminos a D1 y D2 son planas. Por consiguiente, los módulos (P1, P2, P3, P4) se pueden alinear fácilmente, lo que facilita el ensamblaje automático. Estos módulos se pueden preparar individualmente y unirse posteriormente junto con una herramienta robótica o manual simple.

[0037] El segundo prisma P3 (para el camino D2) puede ser menor que el prisma P1 (para el camino D1), porque la longitud de camino A ya está compensada. Para dar forma al primer prisma para el camino a D1 con una longitud ligeramente más larga (A), se puede crear una coincidencia perfecta entre el camino interior total a D1 y compensar, en lo posible, la longitud total de camino a D2.

40 [0038] Los prismas pentagonales normalmente no son regulares. Por ejemplo, la longitud a (que influye en la longitud de los haces B y C) de la sección transversal P1 puede ser menor que la longitud b (que influye en la longitud de los haces A y B).

45 [0039] La figura 3 muestra esquemáticamente otro ensamblaje de prismas dicróicos. En comparación con la figura 2, el primer prisma pentagonal P1 y el primer prisma compensador P2 están ausentes. El ensamblaje de prismas dicróicos resultante de la figura 3 tiene cuatro canales, cada canal respectivo formado por un camino hacia uno de los sensores D2 - D5. Las siguientes longitudes de camino se definen para cada canal:

- Camino del sensor D2 (por ejemplo, infrarrojo cercano): $E + F + G$
- Camino del sensor D3 (por ejemplo, rojo): $E + H + I + J + K$
- Camino del sensor D4 (por ejemplo, azul): $E + H + I + O$

– Camino del sensor D5 (por ejemplo, verde): E + H + I + M + N

[0040] Las longitudes de camino coinciden, de manera que $E + F + G = E + H + I + J + K = E + H + I + O = E + H + I + M + N$.

5 [0041] La figura 4a muestra esquemáticamente un endoscopio 10 o laparoscopio 10, según una forma de realización de la invención. Para los fines de esta invención, las diferencias entre laparoscopios y endoscopios son relativamente pequeñas, por lo que, cuando la descripción menciona un endoscopio, generalmente también es posible una configuración de laparoscopio. El endoscopio/laparoscopio 10 comprende un módulo de cámara 11 con un ensamblaje de prismas dicróicos 15, tal como se muestra en la figura 2 o 3. El módulo de cámara 11 también puede incluir una lente adicional 12 para focalizar una luz incidente sobre la cara de entrada del ensamblaje de prismas dicróicos 15. Esta última lente 12 también se puede integrar en la parte última de la parte del endoscopio para que coincida con la longitud focal posterior del prisma. Una fibra óptica 14 conectada a una fuente de luz 13 acopla la luz al endoscopio 10. Dentro del endoscopio, la fibra óptica 14 se divide en varias fibras 14'.

15 [0042] Dentro del laparoscopio se crea un sistema de lente, que consta de elementos de lentes y/o lentes de varilla de retransmisión (similares a los laparoscopios estándar) o, en una configuración de endoscopio, se puede usar un haz de fibras como en un endoscopio flexible estándar. Además, se puede colocar una unidad de procesamiento (no mostrada) en el módulo de cámara 11 para un procesamiento de imágenes de alta velocidad y una limpieza de imagen para reducir opcionalmente los datos, de tal manera que no tengan que transmitirse.

20 [0043] En otra forma de realización de la invención, la unidad de procesamiento se coloca más lejos del sistema de imágenes y elementos ópticos. Un problema clave con los sistemas de endoscopia específicos, pero también con configuraciones abiertas, es el cableado que proporciona las señales electrónicas de los sistemas que se van a transferir entre la unidad de procesamiento y los sensores de imagen colocados en los elementos del prisma, y los cables que proporcionan la iluminación al objeto que se muestra en la imagen. La mayoría de las configuraciones tienen 2 sistemas de cableado basados en señales diferenciales de bajo voltaje (LVDS). Sin embargo, la velocidad de transferencia de datos de estos cables se limita principalmente a la longitud del cable. La configuración óptica propuesta en esta invención significa que es necesario transferir más datos en una tasa de bits más alta de lo habitual en los sistemas médicos endoscópicos de obtención de imágenes. La usabilidad y el tamaño se ven obstaculizados, en gran medida, por el hecho de que se requieren dos cables (uno para la luz y otro eléctrico para las señales de imagen y control). La simple adición de más pares de cable es la solución estándar, pero la desventaja de esto es que el grosor requerido mínimo de los cables limita la flexibilidad y agilidad del cabezal de la cámara. Además, los cables serán más gruesos en diámetro y más pesados y se requerirán más sistemas electrónicos dentro del cabezal de la cámara, lo que hace que el cabezal de la cámara sea más grande y más pesado.

35 [0044] La figura 4b muestra una forma de realización en la que el ensamblaje de prismas dicróicos 15' (por ejemplo, el ensamblaje mostrado en la figura 2 o 3) y la lente 12' están situados en la punta del endoscopio 10. En esta forma de realización, no es necesario transportar luz desde la punta hasta el módulo de cámara. Sin embargo, es necesario transportar la señal desde los sensores D1-D5 hasta el módulo 18 que aloja la unidad de procesamiento. Las lentes de retransmisión de varilla colocadas normalmente en el tubo del laparoscopio, o las fibras en el caso de un endoscopio, ya no son necesarias y solo se necesita colocar un sistema de lentes 12' simple delante del ensamblaje de prisma.

45 [0045] En cualquiera de estas formas de realización, es posible incluir cuatro cables coaxiales 51 de diámetro pequeño y colocarlos alrededor/integrarlos con el cable de fibra óptica 54. El cable se fusiona posteriormente, junto con los cables de relleno 56 opcionales para mejorar la estabilidad, como una parte integrada y un solo cable, que está directamente acoplado con un motor de luz entre la cámara y sistema de control. Tal disposición se muestra en la figura 4c, donde la fibra de núcleo central 54 puede transportar la luz desde el motor de luz hasta la punta del endoscopio, y los cables coaxiales de diámetro 51 pueden transportar la señal desde los detectores D1-D5 situados en la punta hasta la unidad de procesamiento en la carcasa 53. Dependiendo de la cantidad de datos que se van a transferir y la longitud requerida de los cables coaxiales 51, se puede seleccionar un número adecuado de cables coaxiales, por ejemplo uno, dos, tres, cuatro, o más.

50 [0046] Las figuras 5a-d muestran esquemáticamente ensamblajes de prisma dicróico con prismas de compensador móvil que no forman parte de la invención. La figura 5a muestra la misma configuración que la figura 2, con el eje óptico de los prismas P1, P2, P3, y P4 alineados (que en este ejemplo coincide con la parte inferior de todos prismas que están alineados).

55 [0047] La figura 5b muestra los prismas P2 y P4 desplazados hacia abajo en comparación con los prismas P1, P3 y P5-P7 que siguen estando en la misma posición vertical que en la figura 5a. Los prismas P3 y P5-P7 se han desplazado hacia la izquierda para que los prismas se conecten de nuevo con los prismas compensadores

desplazados hacia abajo P2 y P4 (también es posible mover P1 a la derecha). Sigue sin haber ningún espacio libre entre P1 y P2 o entre P3 y P4. Como resultado, las longitudes de camino D y H en la figura 5b son ligeramente más cortas que las longitudes de camino originales D y H en la figura 5a. En otras palabras, cada uno de los caminos a los sensores D2, D3, D4, D5 es ahora un poco más corto en comparación con el camino al sensor D1. Además, los caminos a los sensores D3, D4 y D5 son ahora un poco más cortos también en comparación con el camino al sensor D2. Si los prismas P2 y P4 se movieran en la dirección opuesta (hacia arriba en la figura 5b), los caminos a D2, D3, D4, D5 serían un poco más largos en comparación con el camino al sensor D1. En cualquier caso, el eje óptico de los prismas seguirá siendo el mismo. Adicionalmente, los prismas P1 y P3 se pueden mover hacia arriba/abajo ligeramente para cambiar la posición a lo largo del eje óptico del sensor de imágenes (hacia la izquierda/derecha) para que coincida perfectamente con la mejor posición mecánica lograda. Esto además tendría un impacto en la longitud de camino total de cada uno de los sensores y, por lo tanto, los dos prismas compensadores P2 y P4 son móviles para corregir este cambio en la longitud de camino.

[0048] En la figura 5c, el prisma P4 se desplaza con respecto a P1-P3 y P5-P7. Los caminos a los sensores D3, D4, D5 disminuyen ligeramente en comparación con el camino a los sensores D1 y D2. Los prismas P5-P7 permanecen en el mismo eje óptico.

[0049] En la figura 5d, el prisma P2 se desplaza hacia abajo, lo que hace que P3-P7 también se muevan ligeramente hacia la izquierda, de modo que los prismas P1 y P2 sigan conectados entre sí sin el espacio libre, al igual que P3 y P4. Los caminos a los sensores D2 - D5 disminuyen ligeramente en comparación con el camino al sensor D1.

[0050] Las figuras 5a-d muestran algunos ajustes de la longitud de camino de ejemplo que se pueden realizar al desplazar los prismas compensadores P2 y/o P4 mientras se mantiene una conexión sin espacio libre con los prismas P1 y P3. Otros ajustes también son posibles. El punto clave es que, al ajustar los prismas compensadores, se pueden hacer pequeños ajustes para que las longitudes de camino hacia los cinco sensores coincidan, por ejemplo, dependiendo de las longitudes de onda usadas en cada uno de los sensores D1-D5.

[0051] En algunos ejemplos, el eje óptico de los prismas P1, P3, y P5-P7 sigue siendo el mismo, en otras palabras, estos prismas no se mueven en una dirección vertical. Esto es práctico, porque solo moviendo P2 y P4 en una dirección vertical, solo las longitudes de camino D y H se ven afectadas, mientras que las otras A-C, E-G, I-O siguen siendo las mismas. El hecho de mover, por ejemplo, P1 en una dirección vertical afectaría también a las longitudes de camino A, B, y C, lo que haría que el efecto de los ajustes verticales fuera más difícil de entender. Sin embargo, la divulgación no excluye los ejemplos en los que uno o varios de los prismas P1, P3, P5-P7 se mueven verticalmente para ajustar las longitudes de camino.

[0052] La figura 6a muestra una sección transversal de un prisma pentagonal ejemplar para su uso en un ensamblaje de prismas dicroicos según una forma de realización de la invención.

[0053] En una forma de realización, el prisma P1 o P3 tiene esquinas que están diseñadas de manera que un haz entrante que entra en la cara de entrada en una dirección paralela a una normal de dicha cara de entrada esté reflejado dos veces dentro del prisma y salga del prisma a través de una cara de salida paralela a una normal de dicha cara de salida, donde la normal de la cara de entrada y la normal de la cara de salida son perpendiculares entre sí.

[0054] Una persona experta puede diseñar dicho prisma. En el ejemplo de la figura 6a, uno de los cinco ángulos es un ángulo recto (entre las caras F1 y F2), dos ángulos tienen un primer valor de $\alpha \geq 90$ grados (entre las caras F2 y F3 y F3 y F4) y dos ángulos tienen un segundo valor $225 - \alpha$ grados (entre las caras F1 y F5 y F5 y F4), formando un ángulo interior total de 540 grados para un prisma pentagonal. Como se puede verificar fácilmente, el prisma pentagonal, como se muestra en figura 6a, reflejará hacia adentro un haz horizontal entrante que entra a través de la cara F1 en paralelo con la normal de la cara F1, que usa dos reflexiones contra las caras F3 y F5, de modo que sale del prisma en una dirección vertical a través de la cara F2, en paralelo con la normal de la cara F2. En la primera reflexión, en la cara F3, los haces formarán un ángulo con la normal de la cara de la reflexión de $\alpha - 90$ grados. En la segunda reflexión, en la cara F5, el ángulo con la normal de la cara de la reflexión es de $135 - \alpha$. En este ejemplo, el ángulo α debería tener un valor de $90 < \alpha < 135$.

[0055] En una forma de realización específica, el valor de α es 112,5 grados, de modo que el prisma pentagonal tiene un ángulo recto y cuatro ángulos de 112,5 grados.

[0056] La Figura 6b muestra una parte reducida del prisma de las figuras 6^a. Como se puede observar en la construcción de las líneas, es suficiente si un ángulo en el prisma es de 90 grados (entre F1 y F2), un ángulo adyacente al ángulo de 90 grados es de α , y el otro ángulo (entre F1 y F5) adyacente al ángulo de 90 grados es de $225 - \alpha$. De hecho, los ángulos entre F3 y F4 y F4 y F5 se pueden elegir libremente.

[0057] La persona experta también podrá diseñar prismas en los que los haces entrantes y salientes no estén en ángulo recto entre sí. Sin embargo, existen ventajas prácticas para los diseños, como la forma de realización de la figura 6b, donde los haces de rayos principales entrante y saliente están en un ángulo recto entre sí, ya que los ángulos adicionales de luz provienen del sistema de lentes.

5 [0058] Una forma de prisma pentagonal es una elección lógica y práctica para los prismas P1 y P3. Sin embargo, como queda claro en la figura 6b, para crear las condiciones para las reflexiones requeridas, de hecho, servirán muchos tipos diferentes de forma de prisma. Por lo tanto, la invención no se limita al uso de prismas pentagonales. En la descripción precedente de las figuras, la invención se ha descrito con referencia a las formas de realización específicas de la misma. No obstante, será evidente que pueden realizarse varias modificaciones y varios cambios
10 al respecto sin apartarse del ámbito de la invención, como se resume en las reivindicaciones adjuntas. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o un material particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a las formas de realización particulares descritas, sino que la invención incluirá todas las formas de realización que se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones anexas. En particular, se pueden hacer
15 combinaciones de características específicas de varios aspectos de la invención. Un aspecto de la invención se puede mejorar adicionalmente, de manera ventajosa, al añadir una característica que se ha descrito en relación con otro aspecto de la invención.

[0059] Debe entenderse que la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones anexas. En este documento y en sus reivindicaciones, el verbo "comprender" y sus conjugaciones se usan en su sentido no limitativo para indicar que los elementos después de la palabra están incluidos, sin excluir los elementos no mencionados específicamente. Asimismo, la referencia a un elemento por el artículo indefinido "un" o "una" no excluye la posibilidad de que esté presente más de uno de los elementos, a menos que el contexto requiera claramente que haya uno y solo uno de los elementos. Por lo tanto, el artículo indefinido "un" o "una" significa normalmente "al menos uno/a".

25 **Referencias de las figuras**

[0060]

P1: primer prisma pentagonal
 P2: primer prisma compensador
 P3: segundo prisma pentagonal
 30 P4: segundo prisma compensador
 D1: primer sensor
 D2: segundo sensor
 P5: prisma dicroico de otro ensamblaje de prismas dicroicos
 P6: prisma dicroico de otro ensamblaje de prismas dicroicos
 35 P7: prisma dicroico de otro ensamblaje de prismas dicroicos
 D3: sensor de luz roja
 D4: sensor de luz azul
 D5: sensor de luz verde
 A - O: segmentos de camino
 40 10: endoscopio
 11: módulo de cámara
 12: lente
 13: fuente de luz
 14: fibra óptica
 45 15: ensamblaje de prismas dicroicos
 51: cable coaxial
 52: cubierta de cable coaxial
 53: carcasa
 54: cable de fibra óptica
 50 55: cubierta de cable de fibra óptica
 56: cable de relleno

REIVINDICACIONES

1. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) configurado para recibir luz desde una imagen de objeto a través de una cara de entrada del ensamblaje de prismas dicróicos, que comprende:

- 5 – un primer prisma (P1),
- un segundo prisma (P3),
- un primer prisma compensador (P2) situado entre el primer prisma (P1) y el segundo prisma (P3),
- otro ensamblaje de prismas dicróicos (P5, P6, P7) para dividir la luz en tres componentes de luz, y
- 10 – un segundo prisma compensador (P4) situado entre el segundo prisma (P3) y el ensamblaje de prismas dicróicos adicional (P5, P6; P7),

donde el primer prisma (P1) y el segundo prisma (P3) tienen cada uno una sección transversal con al menos cinco esquinas, cada esquina tiene un ángulo interior de al menos 90 grados,

15 donde cada una de las esquinas del primer prisma (P1) y el segundo prisma (P3) tiene una cara de entrada respectiva (S1, S2) y una cara de salida respectiva, y cada una está diseñada de modo que un haz entrante que entra en la cara de entrada del prisma respectivo en una dirección paralela a una normal de dicha cara de entrada se refleja dos veces dentro del prisma respectivo y sale del prisma respectivo a través de su cara de salida paralela a una normal de dicha cara de salida,

 donde la normal de la cara de entrada y la normal de la cara de salida del prisma respectivo son perpendiculares entre sí; y

20 donde, cuando la luz entra en el primer prisma (P1) a través de la cara de entrada, la luz se refleja parcialmente hacia la cara de salida del primer prisma (P1), y, por lo tanto, desplaza una primera longitud de camino desde la cara de entrada del primer prisma (P1) hasta la cara de salida del primer prisma (P1), y la luz entra parcialmente en el segundo prisma (P3) a través del primer prisma compensador (P2) y se refleja parcialmente hacia la cara de salida del segundo prisma (P3), y, por lo tanto, desplaza una segunda longitud de camino desde la cara de entrada

25 del primer prisma (P1) hasta la cara de salida del segundo prisma (P3), donde el primer prisma (P1) es mayor que el segundo prisma (P3), de modo que las longitudes primera y segunda de camino son las mismas.

2. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según la reivindicación 1, donde el primer prisma y el segundo prisma son prismas pentagonales.

30 3. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según la reivindicación 2, donde cada uno de los prismas pentagonales tiene un ángulo recto, dos ángulos α y dos ángulos $225-\alpha$, donde $90 < \alpha < 135$.

4. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el primer prisma (P1) y el primer prisma compensador (P2) tienen sus partes inferiores alineadas, y donde el segundo prisma (P3) y el segundo prisma compensador (P4) tienen sus partes inferiores alineadas.

35 5. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la cara de salida del primer prisma (P1) está provista de un primer sensor (D1) y la cara de salida del segundo prisma (P3) está provista de un segundo sensor (D2).

6. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según la reivindicación 5, donde el primer sensor (D1) y/o el segundo sensor (D2) es un sensor de luz infrarroja.

40 7. Ensamblaje de prismas dicróicos (P1-P7) según cualquiera de las reivindicaciones 5 o 6, donde cada prisma está provisto de un sensor (D3, D4, D5) en el otro ensamblaje de prismas dicróicos (P5, P6, P7).

8. Endoscopio o laparoscopio (10) que comprende al menos un ensamblaje de prismas dicróicos (15) según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

45 9. Endoscopio o laparoscopio (10) según la reivindicación 8, que comprende además una lente (12) para enfocar la luz sobre el ensamblaje de prismas dicróicos.

10. Sistema médico de obtención de imágenes que comprende al menos un ensamblaje de prismas dicróicos (15) según la reivindicación 7, donde se usan al menos dos sensores de longitud de onda de imágenes infrarrojas (D1, D2) y tres sensores de longitud de onda de luz visible (D3, D4, D5), donde cada uno de los sensores está alineado ópticamente píxel a píxel con una precisión mejor que $1/3$ de un píxel.

ES 2 784 944 T3

11. Endoscopio o laparoscopio según la reivindicación 8 o 9, o sistema médico de obtención de imágenes según la reivindicación 10, que usa un cable integrado que comprende un núcleo de fibra óptica (54) para proporcionar luz desde un motor de luz para iluminar un campo quirúrgico, núcleo de fibra óptica rodeado por una pluralidad de cables coaxiales (51) para transportar los datos del sensor.
- 5 12. Endoscopio o laparoscopio según la reivindicación 8 o 9 cuando depende de la reivindicación 7, o sistema médico de obtención de imágenes según la reivindicación 10, donde los sensores de longitud de onda infrarroja operan en el rango de 700-800 nm y en el rango de 800-900 nm, respectivamente.
- 10 13. Endoscopio o laparoscopio según cualquiera de las reivindicaciones 8, 9, 11 o 12, o sistema de obtención de imágenes según las reivindicaciones 10 o 12, donde una frecuencia de adquisición de imagen es al menos de 60 imágenes por segundo y una frecuencia de muestreo es de al menos de 8 bits por píxel.

Fig. 1

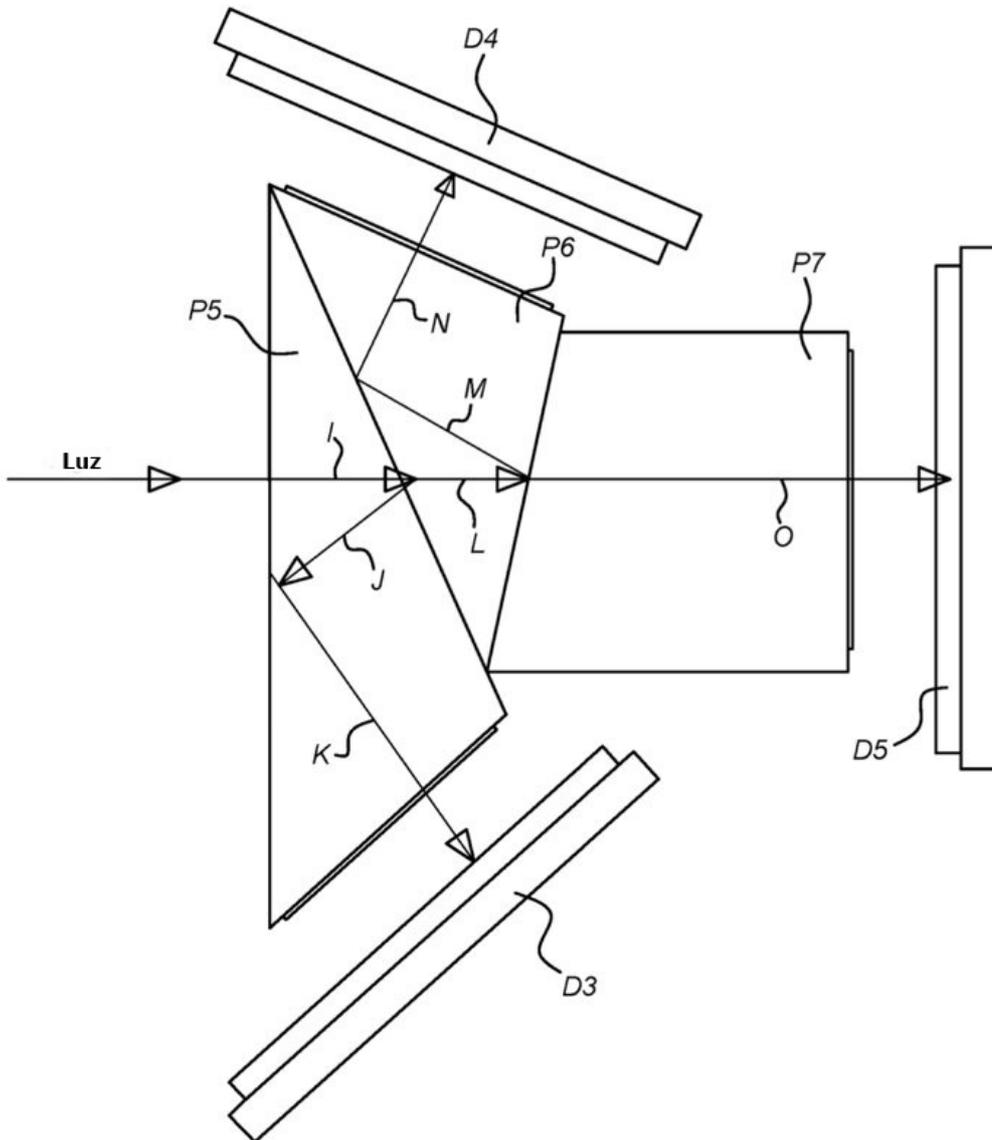


Fig. 2

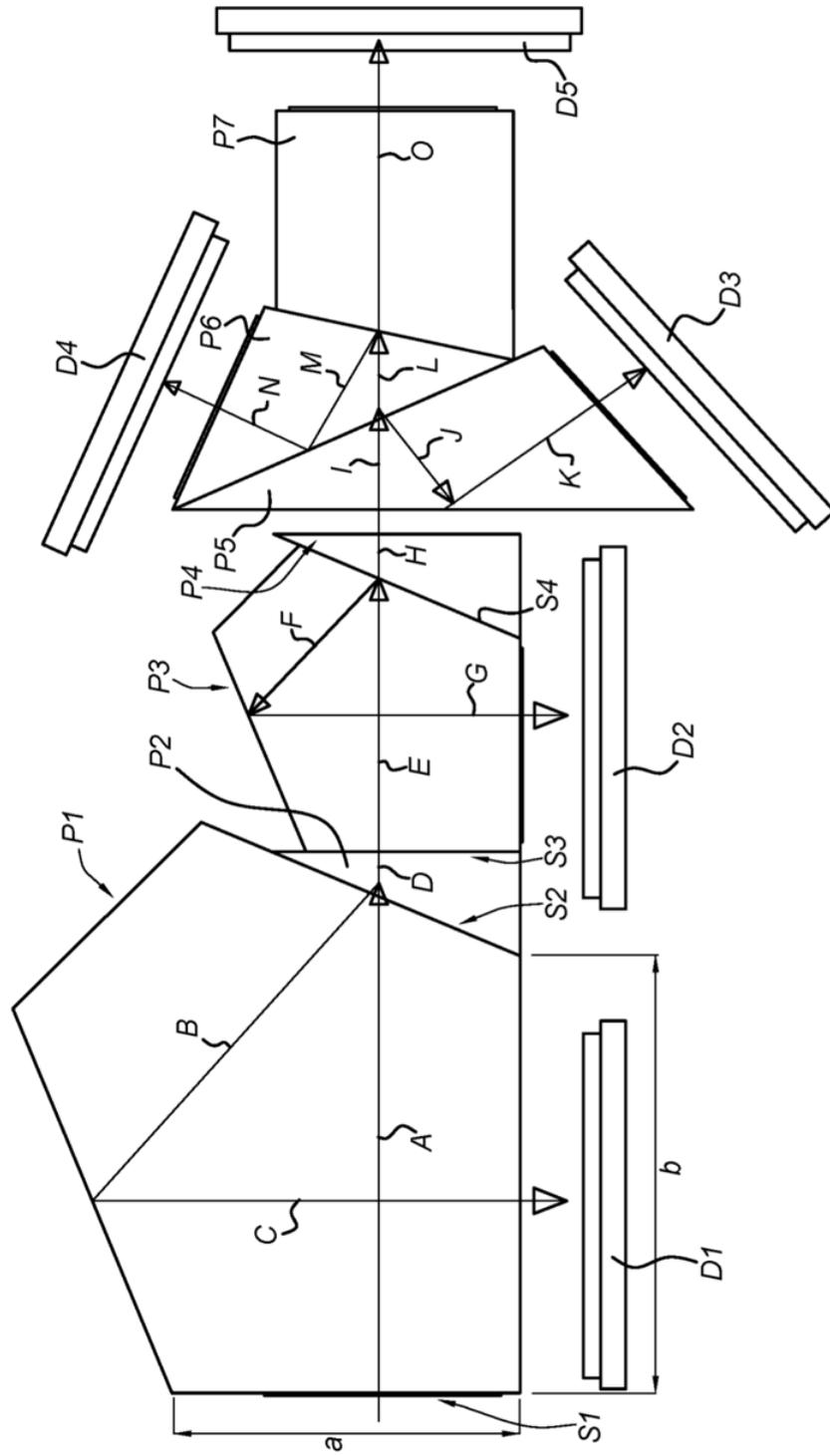


Fig. 3

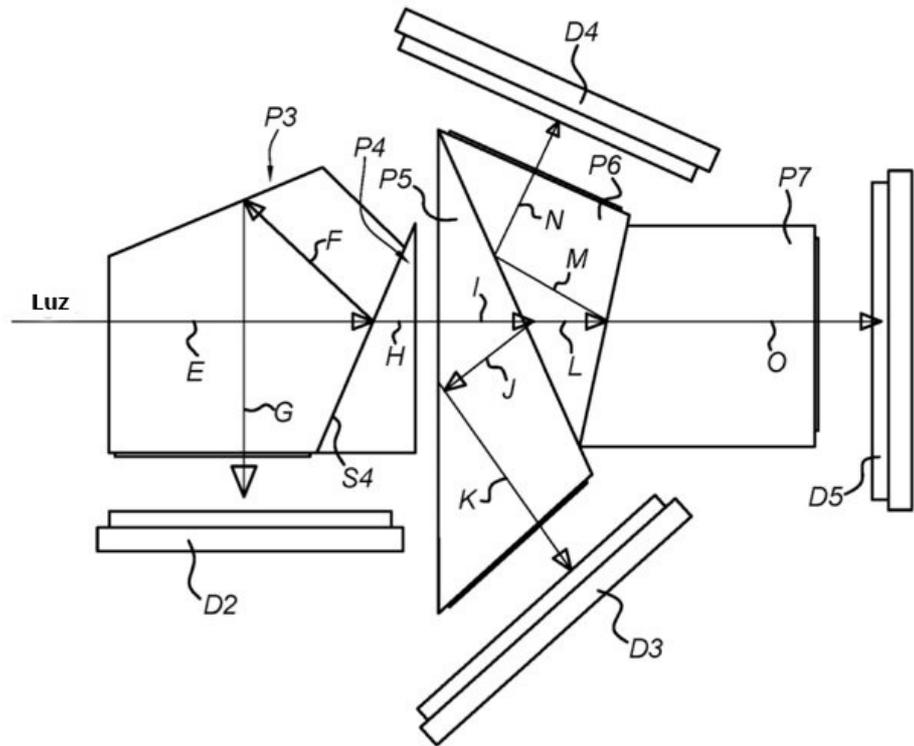


Fig. 4A

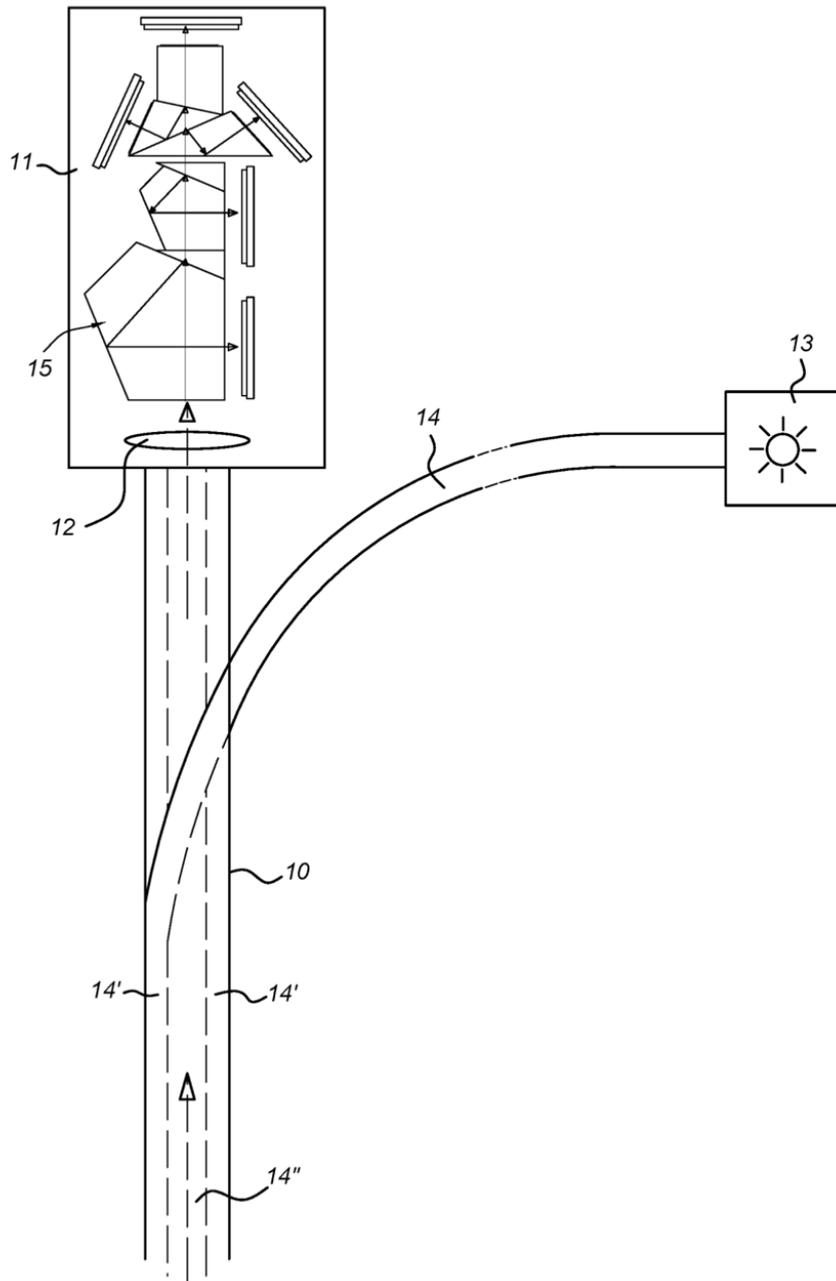


Fig. 4B

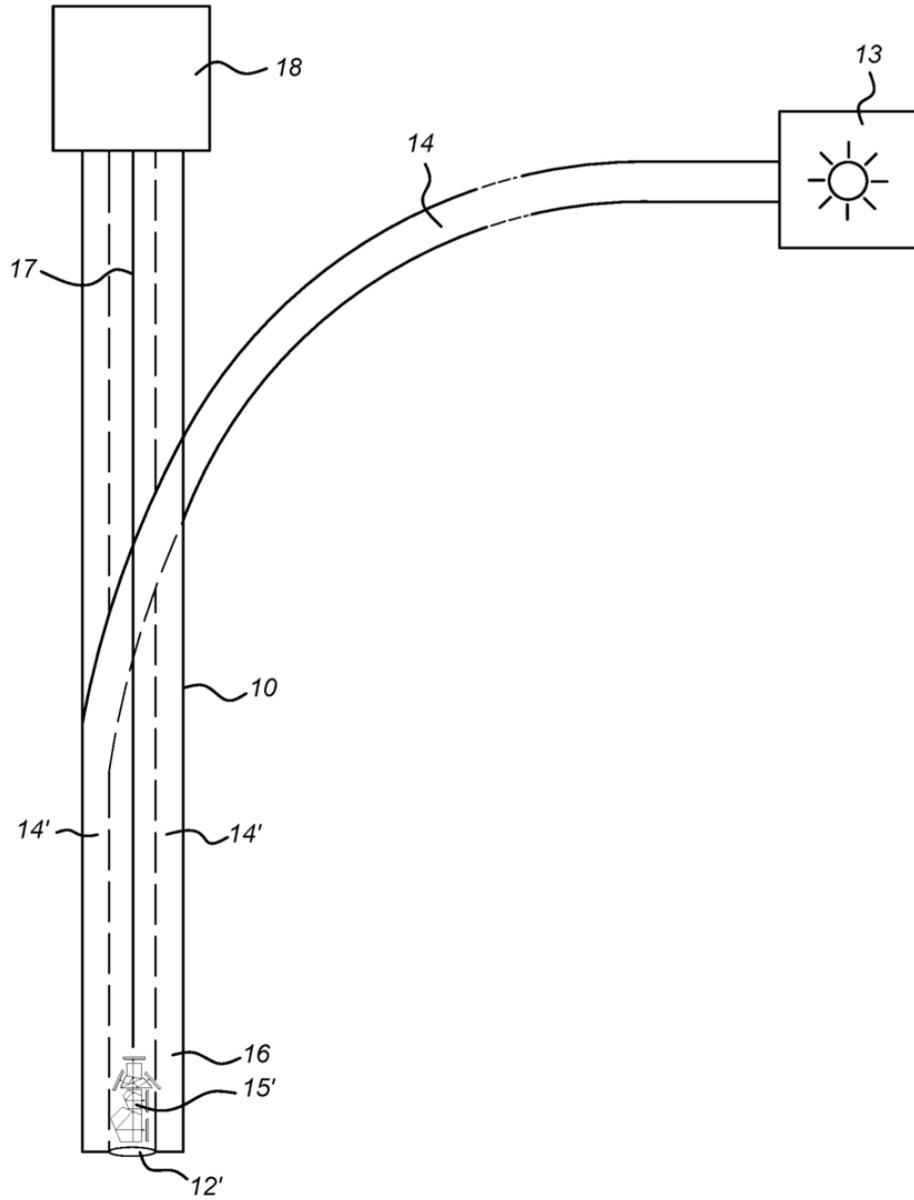


Fig. 4C

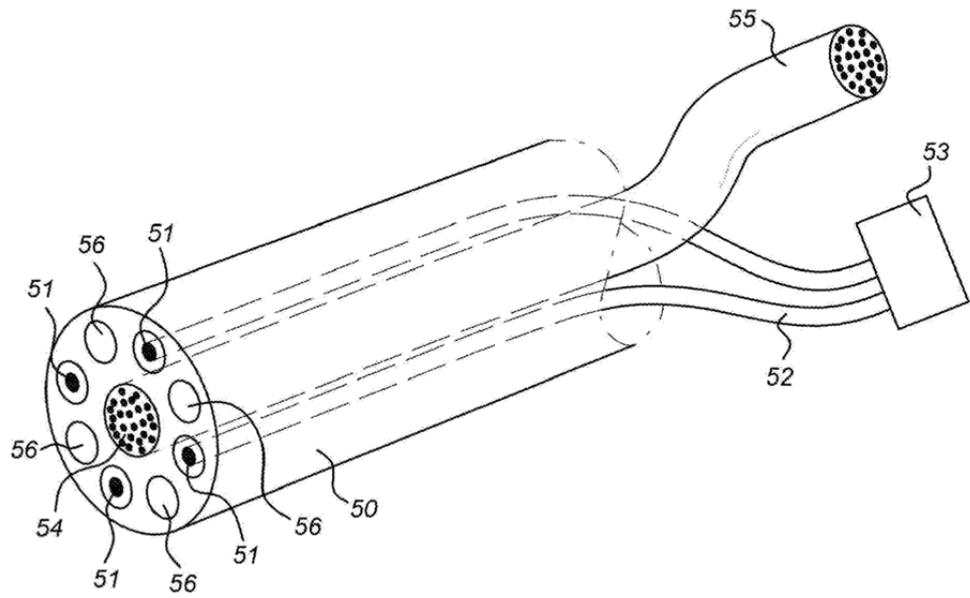


Fig. 5A

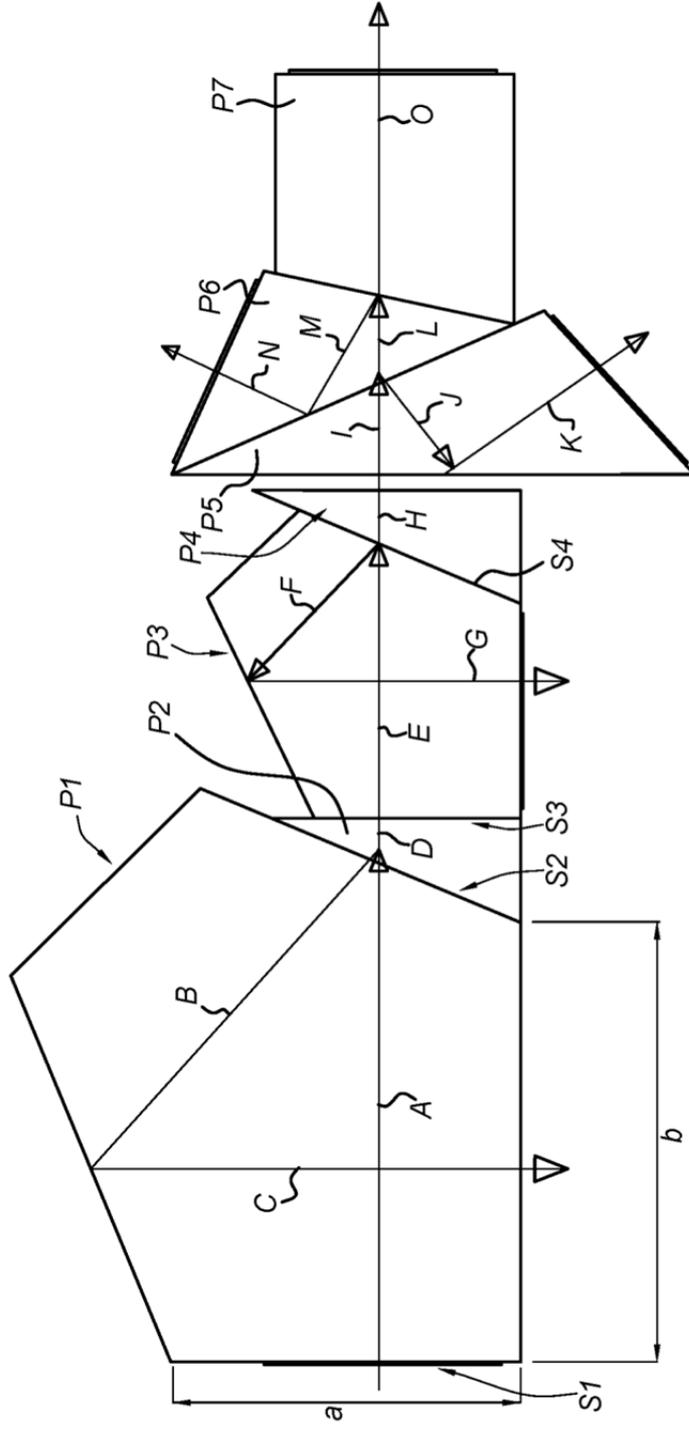


Fig. 5B

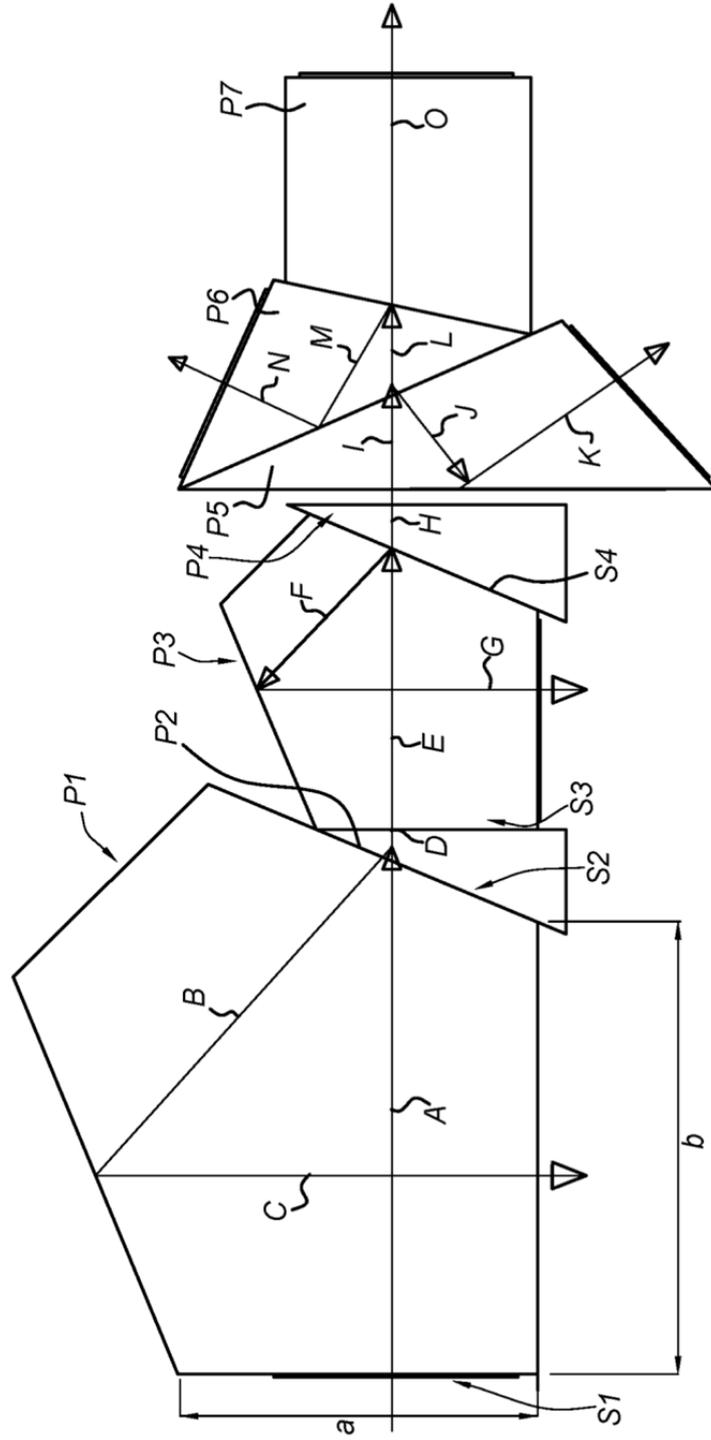


Fig. 5C

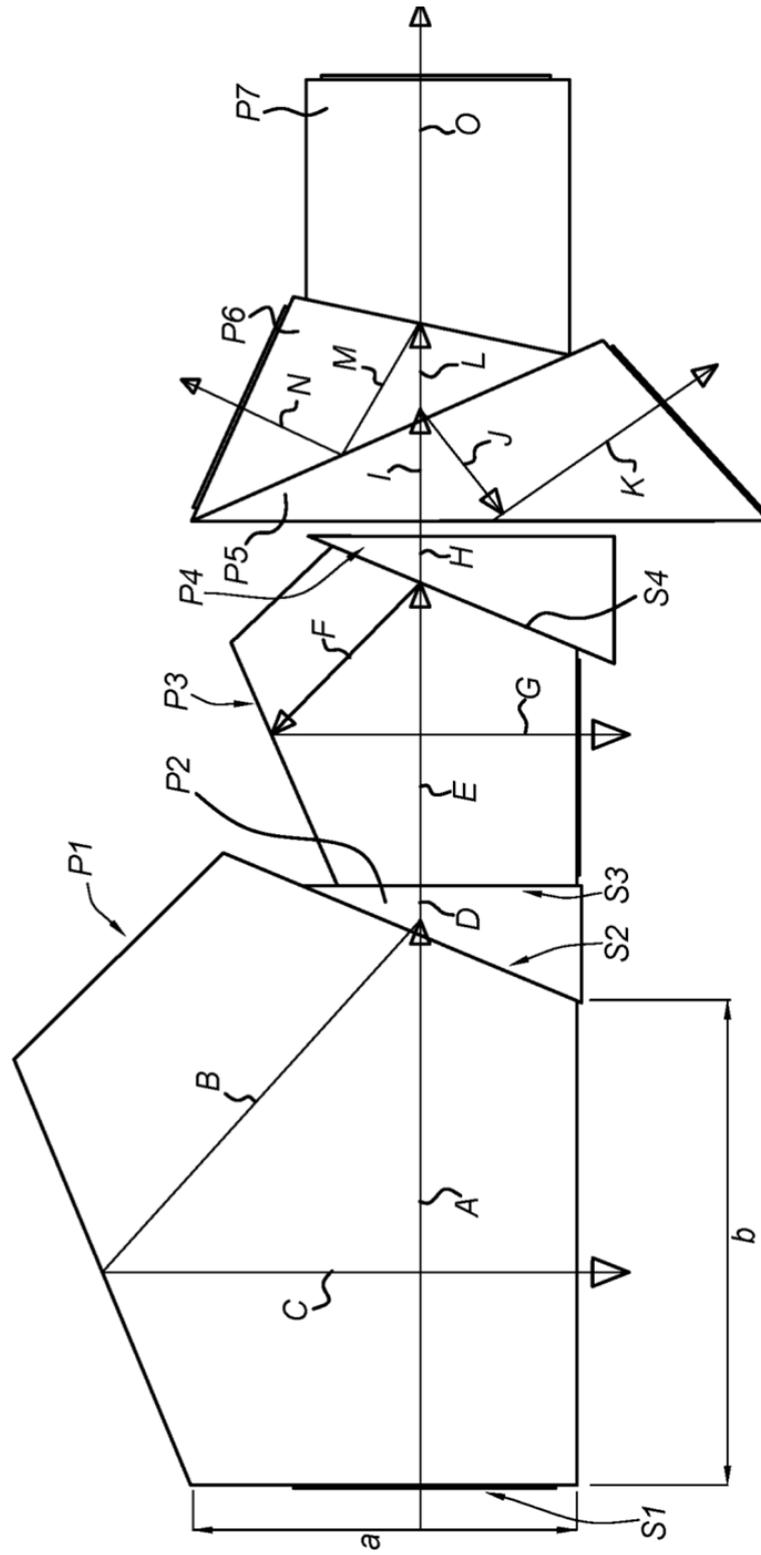


Fig. 6A

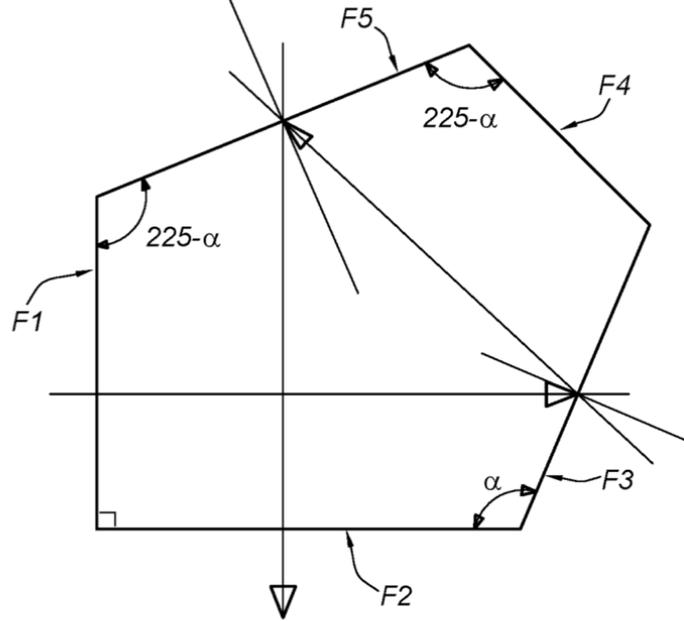


Fig. 6B

