

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 548**

51 Int. Cl.:

G02F 1/03 (2006.01)

G02F 1/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2012 PCT/US2012/043504**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13036314**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2012 E 12830381 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2753975**

54 Título: **Sonda láser con un haz luminoso orientable eléctricamente**

30 Prioridad:

07.09.2011 US 201113226675

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

01.03.2019

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)
6201 South Freeway
Fort Worth, Texas 76134, US**

72 Inventor/es:

**AULD, JACK ROBERT y
SMITH, RONALD T.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 702 548 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

Sonda láser con un haz luminoso orientable eléctricamente

CAMPO TÉCNICO

5 La presente exposición se refiere en general a sondas láser, y más particularmente a una sonda láser con un haz luminoso orientable eléctricamente.

ANTECEDENTES

10 Las sondas láser tienen una o más fibras ópticas que emiten haces luminosos. Las sondas láser utilizan típicamente planteamientos mecánicos para orientar los haces de luz emitidos. Por ejemplo, una fibra óptica puede ser colocada en un tubo que puede estar doblado o enderezado para emitir un haz luminoso en una dirección particular. Como otro ejemplo, prismas hechos girar mediante motores pueden orientar los haces luminosos que pasan a través de los prismas. Como otro ejemplo aún, una sonda láser puede tener diferentes fibras ópticas que dirigen un haz luminoso en direcciones diferentes, y un haz luminoso es enfocado sobre una fibra particular para dirigir el haz en una dirección particular. Las sondas láser conocidas, sin embargo, pueden no ser capaces de orientar los haces de luz emitidos de una manera satisfactoria en ciertas situaciones.

15 El estado actual de la técnica está representado por los documentos EP 1.105.765 A1 y JP 2003/195274 A.

BREVE RESUMEN

La presente invención proporciona un sistema y método para una sonda láser con un haz luminoso orientable eléctricamente, de acuerdo con las reivindicaciones que siguen.

20 Ciertas realizaciones están dirigidas hacia una sonda láser que orienta eléctricamente un haz luminoso emitido. La sonda láser puede incluir un alojamiento, una guía de ondas óptica, y una celda de orientación de haz. El alojamiento tiene una forma tubular que define una región interior. La guía de ondas óptica está dispuesta dentro de la región interior y está configurada para emitir un haz luminoso que se desplaza en una primera dirección. La celda de orientación del haz está dispuesta dentro del alojamiento y comprende un material electro-óptico (EO). La celda de orientación del haz está configurada para recibir una o más tensiones y orientar eléctricamente el haz luminoso con el material OE en una
25 segunda dirección. La sonda láser puede ser una sonda láser direccional o una sonda láser de múltiples puntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se han descrito a modo de ejemplo realizaciones ejemplares de la presente exposición en mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

30 La fig. 1 ilustra un ejemplo de un sistema que puede orientar eléctricamente luz en una sonda láser de acuerdo con ciertas realizaciones.

Las figs. 2A y 2B ilustran un ejemplo de un material electro-óptico (EO) que puede ser utilizado en un sistema que orienta eléctricamente luz de acuerdo con ciertas realizaciones.

Las figs. 3 y 4 ilustran otro ejemplo de un sistema que puede orientar eléctricamente luz en una sonda láser de acuerdo con ciertas realizaciones.

35 Las figs. 5A a 5D ilustran un ejemplo de tensiones aplicadas a una celda de orientación de haz de acuerdo con ciertas realizaciones.

La fig. 6 ilustra un ejemplo de un sistema que puede orientar eléctricamente luz en dos dimensiones de acuerdo con ciertas realizaciones, y

40 La fig. 7 ilustra un ejemplo de un patrón de ángulos de divergencia que puede ser utilizado para producir un patrón de luz emitida de acuerdo con ciertas realizaciones.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

45 Con referencia ahora a la descripción y dibujos, se han mostrado en detalle realizaciones ejemplares de los aparatos, sistemas, y métodos expuestos. La descripción y dibujos no pretenden ser exhaustivos o limitar o restringir de otro modo las reivindicaciones a las realizaciones específicas mostradas en los dibujos y expuestas en la descripción. Aunque los dibujos representan posibles realizaciones, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden ser exageradas, retiradas, o parcialmente seccionadas para ilustrar mejor las realizaciones.

La fig. 1 ilustra un ejemplo de un sistema 10 que puede orientar eléctricamente luz en una sonda láser de acuerdo con ciertas realizaciones. En ciertas realizaciones, el sistema 10 puede ser insertado en un cuerpo humano (u otro ser vivo o

que ha vivido previamente) con propósitos médicos, tales como cirugía oftálmica. Por ejemplo, el sistema 10 puede ser un instrumento quirúrgico endoiluminador para proyectar luz en un interior de un globo ocular.

En el ejemplo ilustrado, el sistema 10 incluye una cánula 20 (u otro alojamiento) un cilindro interior 24 dispuesto dentro de la cánula 20, un manguito 26 dispuesto dentro del cilindro interior 24, y una fibra óptica 28 (u otra guía de ondas óptica) dispuesta dentro del manguito 26. Electrodo 30 (30 a-b) están dispuestos dentro de las paredes del cilindro interior 24. La fibra óptica 28 emite un haz 32. La lente 34 y una celda 40 de orientación del haz están dispuestas dentro del cilindro interior 24 en la dirección del haz 32. La celda 40 de orientación del haz comprende, en la dirección del haz 32, una placa de cubierta 42, una capa 44a de electrodo, un elemento 46 electro-óptico (EO), un prisma 48, y una capa 44b de electrodo. En un ejemplo de funcionamiento, la fibra óptica 28 emite un haz luminoso que se desplaza en una primera dirección. La celda 40 de orientación del haz recibe una o más tensiones y el haz luminoso, y orienta eléctricamente el haz luminoso en una segunda dirección.

El alojamiento (por ejemplo cánula 20) puede tener cualquier forma y tamaño adecuados. El alojamiento puede tener una forma tubular (o cilíndrica) con un eje cilíndrico 22 y cualquier longitud y diámetro adecuados, tal como una longitud del orden de una a dos pulgadas (25,4 a 50,8 mm), un diámetro exterior (OD) del orden de 0,05 a 0,02 pulgadas (1,27 a 0,51 mm), y un diámetro interior (ID) del orden de 0,04 a 0,01 pulgadas (1,02 a 0,25 mm) (pero desde luego puede ser mayor o menor). Para cánulas, el tamaño puede depender del calibre (ga) de la cánula. Por ejemplo, cánulas de 20ga pueden ser de aproximadamente 0,0365" (0,927 mm) en OD y 0,031" (0,787 mm) en ID; cánulas de 23ga pueden ser de aproximadamente 0,0255" (0,647 mm) en OD y 0,021" (0,533 mm) en ID; y cánula de 25ga pueden ser de aproximadamente 0,0205" (0,521 mm) en OD y 0,0156" (0,396 mm) en ID. Esta exposición contempla incluso cánulas menores (mayor calibre).

En ciertas realizaciones, el alojamiento puede tener una superficie interior que define una región interior 50. La superficie del alojamiento puede definir al menos una abertura, tal como una abertura 52 de extremidad distal, y puede también definir otra abertura, tal como una abertura de extremidad proximal. El alojamiento puede comprender cualquier material adecuado, por ejemplo, un metal tal como acero inoxidable. En ciertas realizaciones, el alojamiento puede ser una cánula 20 que puede ser insertada en el cuerpo con propósitos médicos, tales como para cirugía oftálmica.

El cilindro interior 24 dispuesto dentro de la cánula 20 puede definir además la región interior 50. En ciertas realizaciones, el cilindro interior 24 aísla eléctricamente la región interior 50 desde la región exterior al cilindro interior 24. El cilindro interior 24 puede comprender cualquier material adecuado, por ejemplo, material cerámico. El manguito 26 dispuesto dentro del cilindro interior 24 soporta y sostiene la guía de ondas óptica (tal como la fibra óptica 28) en posición para dirigir el haz 32 a la lente 34.

La fibra óptica 26 es una fibra transparente que opera como una guía de ondas para transmitir luz desde una fuente láser para emitir un haz luminoso 32. El haz luminoso 32 puede estar desplazándose en una primera dirección, que puede coincidir sustancialmente con el eje cilíndrico 22 de la cánula 20. La lente 34 recibe y colima el haz luminoso 32. La lente 34 puede ser cualquier lente adecuada para colimar un haz luminoso, tal como una lente de gradiente-índice (GRIN).

La celda 40 de orientación del haz orienta eléctricamente el haz luminoso 32 desde la primera dirección a una segunda dirección diferente de la primera dirección. En ciertas realizaciones, la celda 40 de orientación del haz puede recibir una o más tensiones y orientar eléctricamente el haz luminoso con el material 46 EO en respuesta a las tensiones. El haz puede ser orientado a un ángulo θ de divergencia con respecto a un eje cilíndrico 22 de la cánula 20. El ángulo θ de divergencia puede tener cualquier valor adecuado, tal como un valor del orden de 0 a 90 grados.

La placa de cubierta 42 de la celda 40 de orientación del haz puede comprender cualquier material transparente adecuado, tal como vidrio, y puede tener cualquier forma y tamaño adecuados, tales como una forma plana aplanada con un grosor del orden de 10 a 200 micrones. Las capas 44 de electrodo (44a -b) conducen corriente eléctrica desde una fuente de alimentación 31 para aplicar tensión a un elemento 46 EO. Las capas 44 de electrodo pueden comprender cualquier material conductor adecuado, tal como óxido de indio estaño (ITO).

El elemento 46 EO cambia su índice refractivo en respuesta a un campo eléctrico aplicado. Consecuentemente, el elemento 46 EO puede cambiar la dirección de un haz luminoso en respuesta a una tensión aplicada. El elemento 46 EO puede comprender cualquier material EO adecuado, tal como un material conductor eléctricamente transparente ópticamente (OTEC). Ejemplos de material OTEC se han descrito con referencia a la fig. 2. El prisma 48 es un elemento óptico transparente que refracta el haz luminoso 32.

El elemento 46 EO y el prisma 48 están configurados de tal manera que una porción del haz luminoso 32 atraviesa más elementos 46 EO que otra porción atraviesa, y menos de prisma 48 que la otra porción atraviesa. En el ejemplo ilustrado, porciones 60 (60a-b) de un trayecto óptico atraviesan el elemento 46 EO y el prisma 48. El elemento 46 EO y el prisma 48 tienen cada uno una forma de cuña en donde la longitud del trayecto óptico a través de cada uno varía para diferentes partes del haz 32. La porción 60a tiene una parte 64a OE y la parte 66a del prisma, y la porción 60b tiene una parte 64b OE y la parte 66b de prisma. La parte 64a OE es mayor que la parte 64b OE, y la parte 66a de prisma es menor que la parte 66b de prisma. El elemento 46 EO y el prisma 48 pueden tener cualquier tamaño adecuado. Por ejemplo, la parte más gruesa del elemento 46 EO puede ser del orden de 30 a 600 micrones, y la parte más delgada puede ser del orden

de 0 a 100 micrones. La porción más gruesa del prisma 48 puede ser del orden de 130 a 700 micrones, y la porción más delgada puede ser del orden de 100 a 200 micrones.

La fuente de alimentación 31 suministra electricidad a los electrodos 30 para aplicar tensión a la celda 40 de orientación del haz para orientar el haz luminoso 32. En ciertas realizaciones, la fuente de alimentación 31 puede cambiar las tensiones para cambiar la dirección del haz luminoso 32 para producir un patrón de luz emitida. Ejemplos de esto están descritos con más detalle con referencia a la fig. 7.

Las figs. 2A y 2B ilustran un ejemplo de un material electro-óptico (EO) que puede ser utilizado en un sistema que orienta eléctricamente luz de acuerdo con ciertas realizaciones. En el ejemplo, el material 46 EO está dispuesto entre los electrodos 30.

El material 46 EO puede ser un cristal líquido (LC) tal como un material de cristal líquido dispersado en polímero (PDLC). En el material PDLC, finas gotitas 70 de LC circulares o casi circulares con moléculas 74 de LC son sumergidas dentro de un medio de polímero 72 endurecido. Las gotitas 70 son inmovilizadas dentro del polímero 72, pero las moléculas 74 de LC dentro de las gotitas 70 son libres de girar. En ausencia de un campo eléctrico, las orientaciones de las moléculas 74 de LC tienden a ser aleatorias, y el índice refractivo efectivo resultante de la gotita 70 de LC es $n_{LC}(V=0) = n_{LC0}$ (fig. 2 A).

Cuando se aplica una tensión creciente al material PDLC, las moléculas 74 de LC tienden a orientarse cada vez más a lo largo de la dirección del campo eléctrico, y el índice refractivo de la gotita 70 cambia desde n_{LC0} a $n_{LC}(V)$. A la tensión máxima V_{max} , las moléculas 74 de LC se han alineado con el campo eléctrico, y el índice refractivo de la gotita 70 de LC es $n_{LC}(V_{max})$ (fig. 2B).

Las gotitas 70 de LC pueden ser del orden de una longitud de onda de luz láser o menor para evitar la dispersión de la luz desde el haz incidente fuera de las gotitas 70 de LC. El material PDLC iluminado por el haz láser aparece como un medio efectivo con un índice refractivo efectivo n_{eff} , que depende del índice $n_{polymer}$ de polímero constante y el índice n_{LC} efectivo de la gotita de LC dependiente de la tensión. Por ello, el índice efectivo n_{eff} es también dependiente de la tensión y varía desde n_{eff0} a 0 voltios a $n_{eff-max}$ a V_{max} .

En el ejemplo de la fig. 1, el ángulo θ de divergencia puede estar dado por:

$$\theta(V) = \text{sen}^{-1}\{ (n_g/n_m) \text{sen}[\alpha - \text{sen}^{-1}([n_{eff}(V)/n_g] \text{sen } \alpha)] \}$$

donde n_g es el índice refractivo del prisma de vidrio, n_m es el índice refractivo del medio ambiente, y α es el ángulo de cuña del prisma. Para pequeños ángulos α de prisma, esta ecuación puede ser aproximada como:

$$\theta(V) = \{ (n_g - n_{eff}(V)) / n_m \} \alpha$$

Por ello, el haz puede ser orientado continuamente entre 0 grados y θ_{max} , (lo que ocurre típicamente en V_{max}).

Las figs. 3 y 4 ilustran otro ejemplo de un sistema 10 que puede orientar eléctricamente luz en una sonda láser de acuerdo con ciertas realizaciones. El sistema 10 orienta luz aplicando diferentes tensiones a través de diferentes porciones de la celda 40 de orientación del haz. En el ejemplo, la celda 40 de orientación del haz incluye la placa de cubierta 42, la capa 44 de electrodo dispuesta hacia afuera desde la placa de cubierta 42, el elemento 46 OE dispuesto hacia fuera desde la capa 44 de electrodo, y la capa 90 de electrodo dispuesta hacia fuera desde el elemento 46 OE, y una placa de cubierta 96.

Las capas 44 y 90 de electrodo aplican diferentes tensiones a través del elemento 46 OE. En ciertas realizaciones, la capa 90 de electrodo comprende electrodos de tira 92, donde al menos dos electrodos de tira 92 aplican tensiones diferentes. Un electrodo de tira 92 puede comprender cualquier material conductor, tal como ITO. En ciertas realizaciones, electrodos de tira 92 son accesibles individualmente para producir una tensión que cambia monótonamente en función del patrón de posición.

Las figs. 5A a 5D ilustran un ejemplo de tensiones aplicadas a la celda 40 de orientación del haz de las figs. 3 y 4 de acuerdo con ciertas realizaciones. Las figuras muestran cómo pueden aplicarse tensiones a la celda 40 de orientación del haz con electrodos de tira 92 para producir un índice refractivo que cambia monótonamente en función del patrón de posición.

La figura 5A ilustra un ejemplo de una celda 40 de orientación del haz con electrodos de tira 92 y lados A y B. Diferentes electrodos de tira 92 pueden aplicar diferentes tensiones para producir una tensión en función del patrón de posición. Pueden aplicarse cualesquiera tensiones adecuadas. En el ejemplo de la fig. 5B, las tensiones cambian monótonamente con respecto a la posición desde el lado A al lado B, por ejemplo, desde una tensión del orden de 10 a 250 voltios en el lado A a una tensión del orden de 0 a 5 voltios en el lado B. La tensión en función del patrón de posición produce un índice refractivo en función del patrón de posición. En el ejemplo de la fig. 5C, el índice refractivo cambia monótonamente con respecto a la posición desde el lado A al lado B, por ejemplo, desde un índice refractivo del orden de 1,5 a 1,8 en el lado A a un índice refractivo del orden de 1,4 a 1,6 en el lado B. Por consiguiente, la celda 40 de orientación del haz

puede operar similarmente a un prisma en forma de cuña de la fig. 5D.

El tiempo para que un haz atraviese un elemento óptico depende inversamente de su grosor óptico, que es el producto del índice refractivo y el grosor de la celda 40 donde se está desplazando el haz. En el ejemplo ilustrado, el grosor de la celda es constante a través de toda la celda 40 y el índice refractivo varía a través de la celda 40, así el grosor óptico, y así el tiempo de tránsito del haz, varían monótonamente a través de la celda. El índice refractivo es menor en el lado B de la celda que en el lado A, así el haz atraviesa el lado B de la celda más rápidamente que en el lado A.

En ciertas situaciones, los haces incidente y emitido son colimados. Cuando un haz colimado incide normalmente sobre la celda 40 de la fig. 5A, el haz alcanza una superficie exterior 98 de la placa 96 en el lado B más rápidamente de lo que lo hace en el lado A debido a que el índice reflectante es menor en el lado B que en el lado A. De acuerdo con principios ópticos, el haz que emerge desde la superficie 98 debería ser plano, con el frente de ondas perpendicular a la dirección del haz. Así, hay una orientación del haz al lado A cuando el haz sale de la celda 40. Por consiguiente, los rayos entre el frente de ondas plano incidente sobre la celda y el frente de ondas plano saliente de la celda tienen la misma longitud de trayecto óptico total. El mismo principio se aplica para el prisma en cuña, excepto que en ese caso, el índice refractivo es constante y el grosor del prisma varía con la posición lateral. El resultado final es el mismo: la celda LC en tiras planas tiene el mismo efecto sobre la luz incidente que un prisma en cuña de índice constante.

La fig. 6 ilustra un ejemplo de un sistema 10 que puede orientar eléctricamente luz en dos dimensiones de acuerdo con ciertas realizaciones. Dos o más celdas 40 (40a-b) de orientación del haz pueden estar posicionadas en diferentes direcciones para orientar el haz luminoso 32 en dos dimensiones. Por ejemplo, dos celdas 40 de orientación de haz pueden estar posicionadas ortogonalmente de tal manera que la celda 40a mueve el haz 32 a lo largo de un primer eje de coordenadas y la celda 40b mueve el haz 32 a lo largo de un segundo eje de coordenadas ortogonal al primer eje de coordenadas para permitir la orientación bidimensional del haz.

La fig. 7 ilustra un ejemplo de un patrón de ángulos de desviación que puede ser utilizado para producir un patrón de luz emitida. En ciertas realizaciones, las tensiones aplicadas a la celda 40 de orientación del haz pueden ser cambiadas para cambiar el ángulo θ de divergencia. En el ejemplo, el gráfico 112 muestra el ángulo θ de divergencia que cambia con respecto al tiempo desde $\theta_1 = \theta_1$ a θ_4 . Los cambios en el ángulo θ de divergencia pueden producir un patrón particular de luz emitida. En el ejemplo, el gráfico 114 muestra el patrón de luz emitida resultante de los cambios en el ángulo θ de divergencia. En cierta realizaciones, la potencia láser puede ser sincronizada para ser activada cuando el ángulo θ de divergencia está en un ángulo deseado θ_i , pero desactivada cuando el ángulo θ de divergencia está transitando entre los ángulos θ_i deseados. El patrón de luz resultante puede tener puntos más claros, menos borrosos.

En ciertas realizaciones, los cambios de tensión pueden ser realizados por un componente que puede incluir una interfaz, lógica, memoria, y/u otro elemento adecuado, cualquiera de los cuales puede incluir hardware y/o software. Una interfaz puede recibir entrada, enviar salida, procesar la entrada y/o la salida, y/o realizar otras operaciones adecuadas. La lógica puede realizar las operaciones de un componente, por ejemplo, ejecutar instrucciones para generar salida a partir de la entrada. La lógica puede ser codificada en memoria y puede realizar operaciones cuando es ejecutada por un ordenador. La lógica puede ser un procesador, tal como uno o más ordenadores, uno o más microprocesadores, una o más aplicaciones y/u otra lógica. Una memoria puede almacenar información y puede comprender uno o más medios de almacenamiento tangibles, legibles por ordenador, y/o ejecutables por ordenador. Ejemplos de memoria incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, Memoria de Acceso Aleatorio (RAM) o Memoria de Sólo Lectura (ROM)), medio de almacenamiento en masa (por ejemplo un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo un Disco Compacto (CD) o un Disco de Video Digital (DVD)), base de datos y/o almacenamiento en red (por ejemplo, un servidor), y/u otros medios legibles por ordenador.

Aunque esta exposición ha sido descrita en términos de ciertas realizaciones, modificaciones (tales como cambios, sustituciones, adiciones, omisiones, y/u otras modificaciones) de las realizaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Consecuentemente, pueden hacerse modificaciones en las realizaciones sin salir del alcance de la invención. Por ejemplo, pueden hacerse modificaciones en los sistemas y aparatos descritos en este documento. Los componentes de los sistemas y aparatos pueden ser integrados o separados, y las operaciones de los sistemas y aparatos pueden ser realizadas por más, menos, u otros componentes. Como otro ejemplo, pueden hacerse modificaciones en los métodos expuestos en este documento. Los métodos puede incluir más, menos, u otras operaciones, y las operaciones pueden ser realizadas en cualquier orden adecuado.

Son posibles otras modificaciones sin salir del alcance de la invención. Por ejemplo, la descripción ilustra realizaciones en particular aplicaciones prácticas, aún otras aplicaciones serán evidentes para los expertos en la técnica. Además, ocurrirán futuros desarrollos en las técnicas tratadas en este documento, y los sistemas descritos, aparatos, y métodos serán utilizados con tales desarrollos futuros.

El alcance de la invención no debería ser determinado con referencia a la descripción. De acuerdo con los estatutos de patente, la descripción explica e ilustra los principios y modos de funcionamiento de la invención utilizando realizaciones ejemplares. La descripción permite que otros expertos en la técnica utilicen los sistemas, aparatos, y métodos en distintas realizaciones y con distintas modificaciones, pero no debería ser utilizada para determinar el alcance de la invención.

El alcance de la invención debería ser determinado con referencia a las reivindicaciones y el alcance completo de las equivalencias a las que las reivindicaciones tienen derecho. A todos los términos de las reivindicaciones deberían dárseles sus construcciones razonables más amplias y sus significados ordinarios como son comprendidos por los expertos en la técnica, a menos que se haya hecho en este documento una indicación explícita a lo contrario. Por ejemplo, el uso de los artículos singulares tales como "un", "uno", "una", "el", "lo", "la", etc., deberían ser leídos para enumerar uno o más de los elementos indicados, a menos que una reivindicación enumere una limitación explícita a lo contrario. Como otro ejemplo, "cada uno" "cada una" se refiere a cada miembro de un conjunto o a cada miembro de un subconjunto de un conjunto, donde un conjunto puede incluir cero, uno, o más de un elemento. En suma, la invención es capaz de modificación, y el alcance de la invención debería ser determinado, no con referencia a la descripción, sino con referencia a las reivindicaciones y a su alcance completo de equivalencias.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) que comprende:
- un alojamiento (20) que tiene una forma tubular que define una región interior y al menos una abertura;
- 5 una guía de ondas (28) óptica dispuesta dentro de la región interior, estando la vía de ondas óptica configurada para emitir un haz luminoso (32) que se desplaza en una primera dirección; y
- una celda (40) de orientación de haz dispuesta dentro del alojamiento, comprendiendo la celda de orientación del haz un elemento (46) electro-óptico (EO) que incluye un material electro-óptico que cambia su índice refractivo en respuesta a una tensión aplicada, estando la celda de orientación de haz configurada para:
- recibir una o más tensiones; y
- 10 orientar eléctricamente el haz luminoso con el material EO en una segunda dirección diferente de la primera dirección en respuesta a una o más tensiones;
- caracterizado por que la celda (40) de orientación del haz comprende:
- una primera capa (44a) de electrodo;
- 15 un elemento (46) EO en forma de cuña que comprende el material EO y dispuesto hacia fuera desde la primera capa de electrodo;
- un prisma (48) dispuesto hacia fuera desde el elemento EO, en donde un trayecto óptico a través del elemento EO y del prisma define una primera porción (60a) que comprende una primera parte (64a) de EO y una primera parte (66a) de prisma y una segunda porción (60b) que comprende una segunda parte (64b) de EO y una segunda parte (66b) de prisma, siendo la primera parte de EO mayor que la segunda parte de EO; y
- 20 una segunda capa (44b) de electrodo dispuesta hacia fuera desde el prisma.
2. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo el alojamiento (20) una cánula.
3. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo el material EO un material de cristal líquido dispersado en polímero (PDLC).
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que cada capa (44a, 44b) de electrodo comprende un material conductor eléctricamente y transparente ópticamente (OTEC).
- 25 5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:
- una fuente de alimentación (31) configurada para aplicar una o más tensiones.
6. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:
- 30 una fuente de alimentación (31) configurada para cambiar una o más tensiones para cambiar el segundo ángulo para producir un patrón de luz emitida.
7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende:
- una pluralidad de celdas (40) de orientación de haz dispuestas dentro del alojamiento, una primera celda de orientación de haz posicionada ortogonalmente con respecto a una segunda celda de orientación de haz, comprendiendo cada celda de orientación de haz un material electro-óptico (EO), y estando cada celda de orientación de haz configurada para:
- 35 recibir una o más tensiones; y
- orientar eléctricamente el haz luminoso con el material EO en una segunda dirección en respuesta a la una o más tensiones.
8. Un método que comprende:
- 40 emitir, mediante una guía de ondas óptica dispuesta dentro de una región interior de un alojamiento, un haz luminoso que se desplaza en una primera dirección, teniendo el alojamiento una forma tubular que define la región interior y al menos una abertura;
- recibir, mediante una celda de orientación de haz dispuesta dentro del alojamiento, una o más tensiones, en donde la celda (40) de orientación de haz comprende:

una primera capa (44a) de electrodo;

un elemento (46) EO en forma de cuña que comprende el material EO y dispuesto hacia fuera desde la primera capa de electrodo;

- 5 un prisma (48) dispuesto hacia fuera desde el elemento EO, en donde un trayecto óptico a través del elemento EO y del prisma define una primera porción (60a) que comprende una primera parte (64a) de EO y una primera parte (66a) de prisma y una segunda porción (60b) que comprende una segunda parte (64b) EO y una segunda parte (66b) de prisma, siendo la primera parte EO mayor que la segunda parte EO; y

una segunda capa (44b) de electrodo dispuesta hacia fuera desde el prisma;

recibir, mediante la celda de orientación del haz, el haz luminoso; y

- 10 orientar eléctricamente el haz luminoso con el material EO en una segunda dirección en respuesta a una o más tensiones, aplicando la una o más tensiones al elemento (46) EO, un trayecto óptico a través del elemento EO que tiene una primera porción (60a) que comprende una primera parte (64a) EO y una segunda porción (60b) que comprende una segunda parte (64b) EO, teniendo la primera parte EO un grosor mayor que la segunda parte EO.

9. El método de la reivindicación 8, que comprende además:

- 15 cambiar una o más tensiones para cambiar el segundo ángulo.

10. El método de la reivindicación 8, que comprende además:

cambiar la una o más sesiones para cambiar el segundo ángulo para producir un patrón de luz emitida.

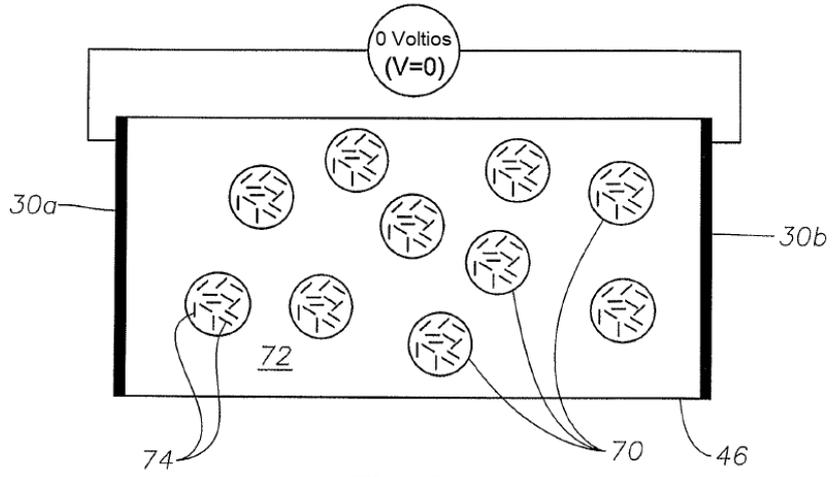


Fig. 2A

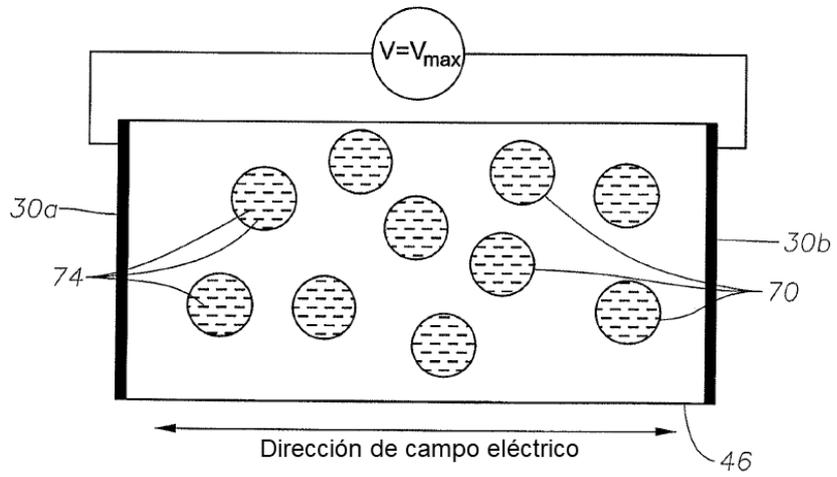


Fig. 2B

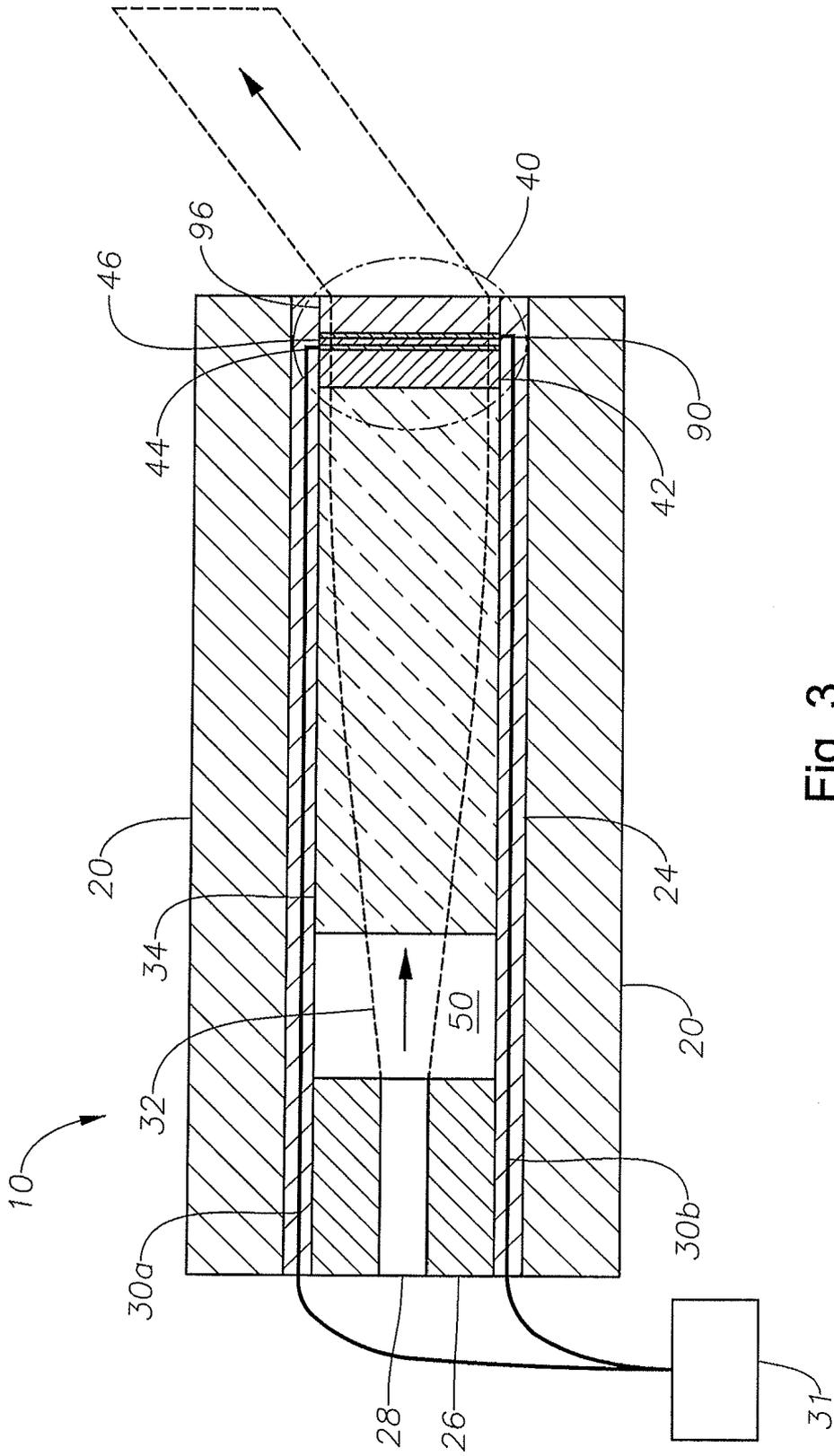


Fig. 3

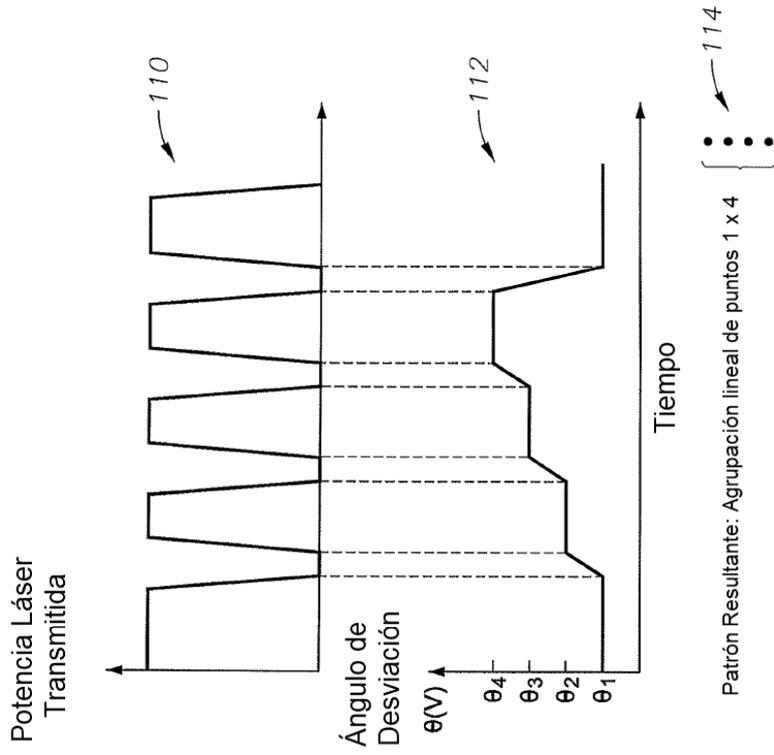


Fig. 7

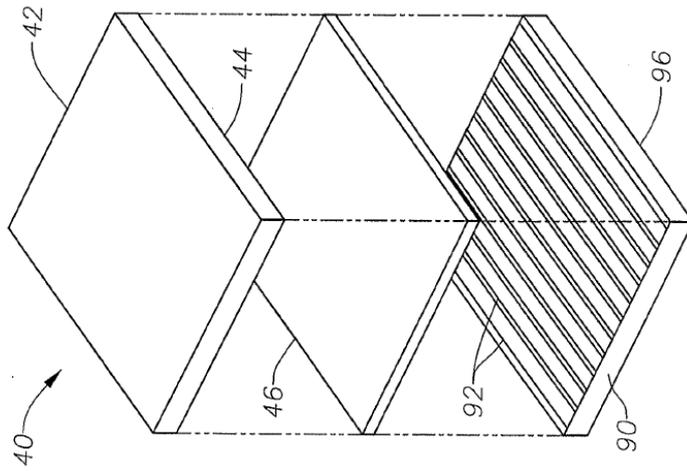


Fig. 4

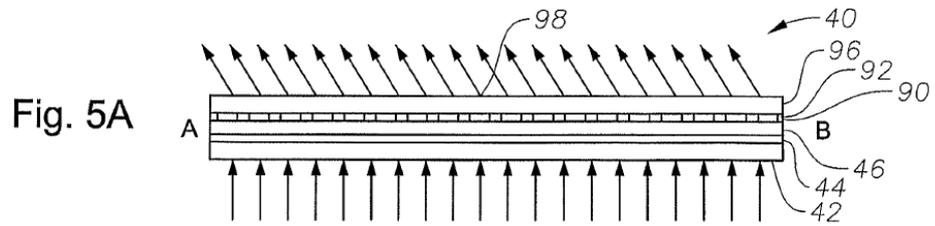


Fig. 5B

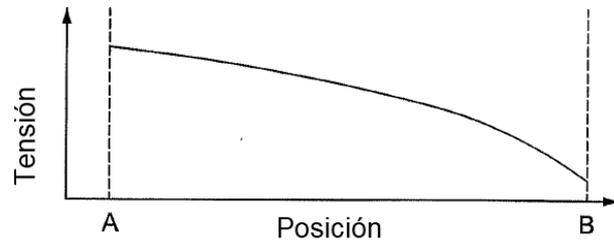


Fig. 5C

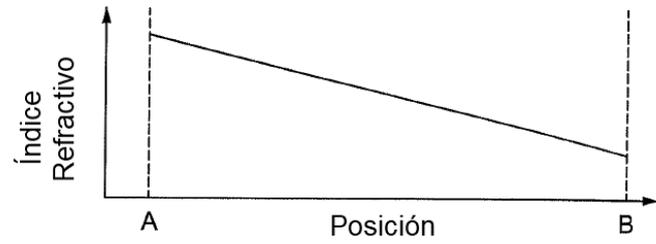
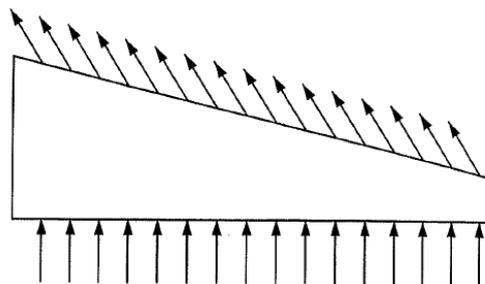


Fig. 5D



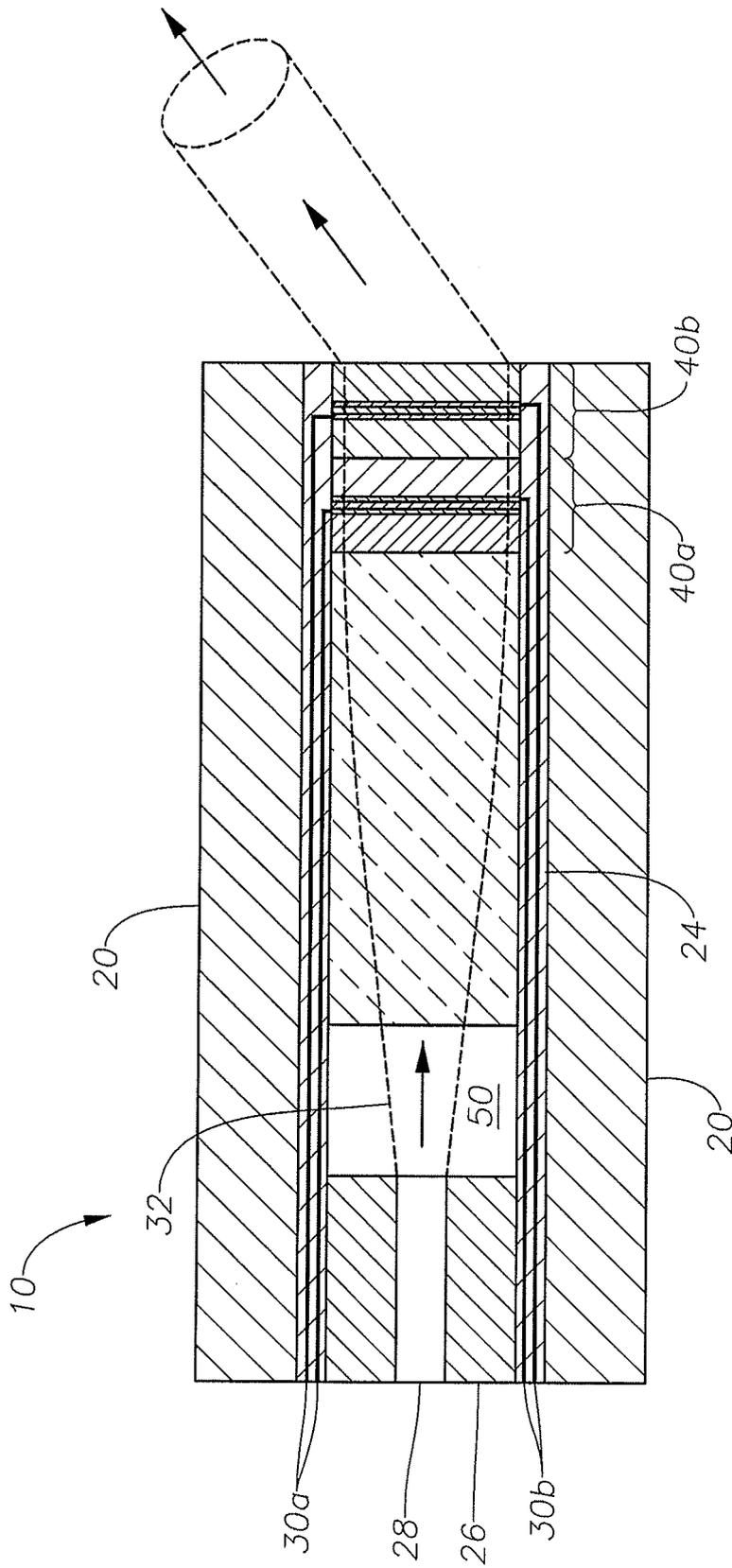


Fig. 6