

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 541**

51 Int. Cl.:

G02B 6/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2013 PCT/US2013/029220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2013 WO13134326**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2013 E 13710737 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2019 EP 2823344**

54 Título: **Dispositivo de acoplamiento que tiene una superficie reflectante estructurada para acoplar la entrada/salida de una fibra óptica**

30 Prioridad:

05.03.2012 US 201261606885 P

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

07.10.2019

73 Titular/es:

**NANOPRECISION PRODUCTS, INC. (100.0%)
802 Calle Plano
Camarillo, CA 93012 , US**

72 Inventor/es:

**LI, SHUHE;
VALLANCE, ROBERT, RYAN;
HII, KING-FU;
GEAN, MATTHEW;
BARNOSKI, MICHAEL, K. y
DANNENBERG, RAND, D.**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 726 541 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de acoplamiento que tiene una superficie reflectante estructurada para acoplar la entrada/salida de una fibra óptica

Antecedentes de la invención**5 1. Reivindicación de prioridad**

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de Patente Provisional N° 61/606.885 presentada el 5 de Marzo de 2012.

2. Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a transmisión de señal con fibra óptica, en particular a un dispositivo para acoplar física y ópticamente una fibra óptica para encaminar señales ópticas.

3. Descripción de técnica relacionada

15 Dadas las crecientes exigencias de ancho de banda para transmisión de datos en los tiempos modernos (por ejemplo, para datos de video de alta definición), las transmisiones con fibra óptica han resultado ubicuas para datos de comunicación. Las señales ópticas son transmitidas sobre fibras ópticas, a través de una red de fibras ópticas y conectores y conmutadores asociados. Las fibras ópticas demuestran una capacidad de transmisión de datos de ancho de banda significativamente más elevada y menores pérdidas de señal comparadas con los cables de cobre para un tamaño/espacio físico dado.

20 En la transmisión de señal con fibra óptica, las conversiones de señales ópticas y señales eléctricas tienen lugar más allá del extremo de terminación de la fibra óptica. Específicamente, en el extremo de salida de una fibra óptica, la luz procedente de la fibra óptica es detectada por un receptor de transducción y convertida en una señal eléctrica para un procesamiento de datos adicional aguas abajo (es decir, conversión de óptica a eléctrica). En el extremo de entrada de la fibra óptica, las señales eléctricas son convertidas en luz para ser introducida en la fibra óptica mediante un transmisor de transducción (es decir, conversión de eléctrica a óptica).

25 Para acoplar la entrada/salida de la fibra óptica al transmisor/receptor, se requieren elementos ópticos tales como lentes para colimar y/o enfocar luz desde una fuente de luz (por ejemplo, un láser) al extremo de entrada de la fibra óptica, y para colimar y/o enfocar luz desde el extremo de salida de la fibra óptica a un detector de fotodiodo. Para conseguir niveles aceptables de señal, las fibras ópticas deben ser alineadas de manera precisa a alta tolerancia con los transmisores y receptores, de manera las fibras ópticas estén alineadas de manera precisa con los elementos ópticos soportados con respecto a los transmisores y receptores. En el pasado, dados los elementos y estructuras ópticos
30 internos necesarios para conseguir las alineaciones ópticas requeridas, los transmisores y receptores están dotados de estructuras de acoplamiento que tienen puertos de conexión a los que son acopladas las fibras ópticas utilizando conectores que constituyen la terminación de las fibras ópticas. Las fibras ópticas dadas son frágiles, deben ser manejadas con cuidado durante y después de la conexión física a las estructuras transmisoras y receptoras. Los transmisores y receptores y estructuras asociadas que tienen los puertos de conexión son por ello generalmente voluminosos, lo que requiere un espacio significativo, haciéndolos por ello inadecuados para utilizar en dispositivos electrónicos más pequeños. Hasta ahora, las estructuras de acoplamiento para fibras ópticas y transmisores y receptores son generalmente muy caras y relativamente grandes de tamaño para un recuento de puerto dado.

40 El documento US 6.456.766 describe un dispositivo de acoplamiento formado por un proceso de grabado químico para acoplar física y ópticamente a una fibra óptica para encaminar señales ópticas de acuerdo con la parte de caracterización previa de la reivindicación 1. El documento US 2011/0182550 describe un dispositivo de acoplamiento formado por un proceso de grabado químico para acoplar física y ópticamente a una fibra óptica para encaminar señales ópticas de acuerdo con la parte de caracterización previa de la reivindicación 1. El documento WO 2004/017117 describe casquillos de soporte de la fibra óptica formados por un proceso de estampación. El documento FR 2836236 describe un dispositivo de acoplamiento que comprende un espejo cóncavo.

45 Los anteriores inconvenientes indicados de la transmisión de datos mediante fibra óptica existente son exacerbados en la transmisión con fibra de múltiples canales. La conexión y la alineación óptica de las fibras ópticas con respecto a los transmisores y receptores debe ser ensamblada y los componentes deben ser fabricados con una precisión inferior al micrón. Como si las piezas con tales niveles de precisión no supusieran ya suficiente desafío, para que las piezas sean producidas de manera económica, deberían hacerse en un proceso de alta velocidad, completamente automatizado.

50 Lo que se necesita es una estructura perfeccionada para acoplar física y ópticamente la entrada/salida de una fibra óptica, que mejore la posibilidad de fabricación, la facilidad de uso, la funcionalidad y la fiabilidad a costes reducidos.

Resumen de la invención

En un primer aspecto, la presente invención es un dispositivo de acoplamiento según la reivindicación 1. En un segundo aspecto, la presente invención es un proceso de fabricación de un dispositivo de acoplamiento según la reivindicación 11. La presente invención proporciona un dispositivo de acoplamiento para acoplar física y ópticamente un extremo de entrada/salida de una fibra óptica para encaminar señales ópticas. El dispositivo puede ser implementado para acoplar física y ópticamente una fibra óptica a un receptor y/o transmisor óptico, lo que mejora la capacidad de fabricación, la facilidad de uso y la fiabilidad a costes reducidos, por lo que supera muchos de los inconvenientes de las estructuras de la técnica anterior.

De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de acoplamiento incluye una superficie estructurada que funciona como un elemento óptico que dirige la luz a/desde los extremos de entrada/salida de la fibra óptica por reflexión (lo que puede también incluir deflexión y difracción de la luz incidente). El dispositivo de acoplamiento incluye también una estructura de retención de la fibra óptica, que alinea de modo seguro y exacto la fibra óptica con respecto a la superficie reflectante estructurada. La estructura de retención de la fibra incluye al menos una ranura (o una o más en ranuras) que reciben positivamente la fibra óptica de una manera con el extremo de la fibra óptica a una distancia definida y alineada con la superficie reflectante estructurada. La ubicación y orientación de la superficie reflectante estructurada es fija en relación a la estructura de retención de la fibra. En una realización, la estructura de retención de la fibra y la superficie reflectante estructurada son definidas en la misma estructura (por ejemplo, monolítica) del dispositivo de acoplamiento. En una realización alternativa, la estructura de retención de la fibra y la superficie reflectante de la estructura son definidas en estructuras separadas que son acopladas juntas para formar el dispositivo de acoplamiento.

La superficie reflectante estructurada puede ser configurada para ser plana, cóncava o convexa. En una realización, la superficie reflectante estructurada tiene una superficie lisa con un acabado especular. En lugar de ello puede ser una superficie texturizada que sea reflectante. La superficie reflectante estructurada puede tener una característica superficial uniforme, o características superficiales variables, tales como un grado variable de lisura y/o texturas, o una combinación de distintas regiones de superficies lisas y texturizadas que constituyen la superficie reflectante estructurada. La superficie reflectante estructurada puede tener un perfil superficial y/o una característica óptica correspondientes al menos a uno de los siguientes elementos ópticos equivalentes: espejo, lente concentradora, lente divergente, rejilla de difracción, o una combinación de los anteriores. La superficie reflectante estructurada puede tener más de una región correspondiente a un elemento óptico equivalente diferente (por ejemplo, una región central que es concentradora rodeada por una región anular que es divergente). En una realización, la superficie reflectante estructurada es definida sobre un material opaco que no transmite la luz a través de la superficie.

La superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra pueden ser definidas por una estructura abierta, que conduce por sí misma a procesos de producción en serie tales como estampación, que son procesos de elevado rendimiento, de bajo coste. En una realización, la superficie reflectante estructurada y las ranuras de retención de la fibra son formadas por estampación de un material metálico. En una realización, el material metálico puede ser elegido para que tenga una elevada rigidez (por ejemplo, acero inoxidable), inercia química (por ejemplo, titanio), estabilidad a elevada temperatura (aleación de níquel), baja expansión térmica (por ejemplo, Invar), o para que corresponda a la expansión térmica de otros materiales (por ejemplo, Kovar para que corresponda con el vidrio). Alternativamente, el material puede ser un plástico duro u otro material polímero duro.

En una realización, el dispositivo de acoplamiento puede ser fijado a un transmisor y/o receptor óptico, con la superficie reflectante estructurada alineada con la fuente de luz (por ejemplo un láser) en el transmisor o con el detector (por ejemplo un fotodiodo) en el receptor. El transmisor/receptor puede ser herméticamente sellado al dispositivo de acoplamiento. El transmisor/receptor puede ser provisto de almohadillas de contacto conductoras para acoplamiento eléctrico a los circuitos externos. Dado que la superficie reflectante estructurada fija y la estructura de retención de la fibra son definidas de modo preciso en el mismo dispositivo de acoplamiento, alineando la fuente de luz en el transmisor o el detector de luz en el receptor a la superficie reflectante estructurada en el dispositivo de acoplamiento, la fuente de luz/detector sería alineado de manera precisa al extremo de entrada/salida de la fibra óptica. En una realización, un método de alineación precisa del transmisor/receptor al dispositivo de acoplamiento comprende superponer marcas de alineación complementarias previstas en el transmisor/receptor y en el dispositivo de acoplamiento.

En otro aspecto de la presente invención, una fibra óptica es estructurada como un cable óptico activo (COA), que es un cable conocido en la técnica para tener un transmisor en un extremo terminal de la fibra óptica para conversión de eléctrica a óptica, y un receptor en otro extremo terminal de la fibra óptica para conversión de óptica a eléctrica.

El dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la presente invención resuelve muchas de las deficiencias de la técnica anterior, lo que proporciona facilidad de uso y elevada fiabilidad con una baja sensibilidad medioambiental, y que puede ser fabricado a bajo coste. El dispositivo de acoplamiento de la invención puede estar configurado para soportar una sola fibra o múltiples fibras, para entrada óptica, salida óptica, o ambas (para comunicación bidireccional de datos).

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la naturaleza y ventajas de la invención, así como del modo preferido de uso,

debería hacerse referencia a la siguiente descripción detallada leída en combinación con los dibujos adjuntos. En los siguientes dibujos, los números de referencia similares designan partes iguales o similares a lo largo de todos los dibujos.

La fig. 1 es un diagrama esquemático de la configuración de transmisión de datos sobre una fibra óptica, en la que el dispositivo de acoplamiento de la presente invención está implementado.

- 5 La fig. 2 es un diagrama esquemático que ilustra el patrón de iluminación óptico en el extremo de entrada de la fibra óptica.

La fig. 3 es un diagrama esquemático que ilustra el patrón de iluminación óptico en el extremo de salida de la fibra óptica.

La fig. 4 es un diagrama esquemático que ilustra la huella de iluminación sobre las superficies reflectantes estructuradas en el extremo de entrada y en el extremo de salida.

- 10 La fig. 5 es un diagrama esquemático que ilustra la formación de un espejo plano con un punzón esférico que tiene una superficie plana lisa.

La fig. 6 es una vista en perspectiva de la geometría del punzón para estampar una ranura y un perfil de superficie estructurada en el dispositivo de acoplamiento.

- 15 La fig. 7A es una vista en sección a lo largo de un eje longitudinal de la fibra óptica; la fig. 7B es una vista en sección en perspectiva de la misma.

La fig. 8 es una vista en perspectiva de un módulo transmisor/receptor integrado de acuerdo con una realización de la presente invención; la fig. 8B es una vista en perspectiva del transmisor de acuerdo con una realización de la presente invención; la fig. 8C es una vista en perspectiva del receptor de acuerdo con una realización de la presente invención.

- 20 La fig. 9 es una vista en perspectiva de un cable óptico activo (COA) de acuerdo con una realización de la presente invención.

La fig. 10A es otra realización de un dispositivo de acoplamiento que tiene una marca de alineación; la fig. 10B es otra realización de un transmisor/receptor.

La fig. 11 ilustra esquemáticamente un puesto de ensamble y un proceso de ensamblaje incluyendo la alineación, de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

Esta invención está descrita a continuación en referencia a distintas realizaciones con referencia a las figuras, aunque esta invención está descrita en términos del mejor modo para conseguir los objetivos de esta invención, se apreciará por los expertos en la técnica que pueden conseguirse variaciones en vista de estas enseñanzas sin salir del espíritu o alcance de la invención.

- 30 La presente invención proporciona un dispositivo de acoplamiento para acoplar física y ópticamente un extremo de entrada/salida de una fibra óptica para encaminar señales ópticas. El dispositivo puede ser implementado para acoplar física y ópticamente una fibra óptica a un receptor y/o transmisor óptico, lo que mejora la capacidad de fabricación, la facilidad de uso y la fiabilidad a costes reducidos, resuelve por ello muchos de los inconvenientes de las estructuras de la técnica anterior. De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de acoplamiento incluye una superficie estructurada que funciona como un elemento óptico que dirige la luz a/desde los extremos de entrada/salida de la fibra óptica por reflexión (lo que puede también incluir deflexión y difracción de la luz incidente).

La fig. 1 ilustra esquemáticamente la configuración de enlace de datos para transmitir información sobre una fibra óptica, en la que el dispositivo de acoplamiento de la presente invención está implementado. Por simplicidad, solamente se han incluido algunos de los elementos básicos en la fig. 1 para explicar la invención.

- 40 En la fig. 1, las secciones de extremo de terminación de las fibras ópticas 10 (siendo el extremo 17 de entrada y el extremo 19 de salida secciones desnudas con el revestimiento expuesto, sin capas 11 recubrimiento y de encamisado protectoras) son dirigidas a superficies reflectantes estructuradas 12 y 14. Un transmisor 16 que tiene una fuente de luz (por ejemplo, un láser, tal como un Láser Emisor de Superficie de Cavidad Vertical - VCSEL) convierte señales eléctricas en señales ópticas. La salida de luz colimada del transmisor es dirigida a la superficie reflectante estructurada 12 de un dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la presente invención, que concentra la luz en el extremo 17 de entrada de la fibra óptica 10. Las señales luminosas son transmitidas a través de la fibra óptica 10, y emitidas a la superficie reflectante estructurada 14 en otro dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la presente invención, que concentra la luz emitida en un detector óptico (por ejemplo, un fotodiodo PIN) en un receptor 18. El receptor convierte las señales ópticas en señales eléctricas. Modulando de manera apropiada la señal eléctrica introducida en el transmisor 16, los datos son transmitidos mediante señales ópticas sobre la fibra óptica 10, y recuperados como señales eléctricas en el receptor 18 correspondientes a los datos de entrada.

En la realización ilustrada, la fibra óptica puede ser una fibra óptica de índice clasificado de 50/125, con una abertura numérica (AN) de 0,2 +/- 0,015. Las superficies reflectantes estructuradas 12 y 14 están configuradas como espejos cóncavos, con una anchura de abertura que no excede de 250 μm para hacer corresponder el paso estándar entre dos fibras ópticas en un cable de cinta. Los ejes ópticos de los espejos cóncavos están alineados con el eje de la fibra óptica 10. Los extremos 17 y 19 (caras de extremo planas o pulidas en ángulo) de las fibras ópticas están a una distancia efectiva (a lo largo del eje óptico) de aproximadamente 0,245 mm desde las superficies reflectantes estructuradas 12 y 14 respectivas. La fuente de luz en el transmisor 16 y el detector óptico en el receptor 18 están a una distancia efectiva (a lo largo del eje óptico) de aproximadamente 0,1 mm desde las superficies reflectantes estructuradas 12 y 14 respectivas. La fuente óptica puede ser un VCSEL, que tiene una longitud de onda de 850 nm, una potencia de salida óptica de 6 mW, y una divergencia de haz de 20 a 30 grados. El detector óptico puede ser un fotodiodo PIN con un área activa de aproximadamente 70 μm .

Las figs. 2 y 3 ilustran esquemáticamente además el patrón de iluminación óptico en la entrada y salida respectivas de la fibra óptica 10.

La fig. 4 ilustra esquemáticamente la huella de iluminación sobre las superficies reflectantes estructuradas 12 y 14. Los espejos cóncavos definidos por estas superficies reflectantes pueden tener la misma forma, pero el tamaño de ambos espejos es establecido por puntos de mayor tamaño sobre el espejo en el extremo de salida/receptor. En el ejemplo ilustrado, los espejos pueden ser de 170 μm , siendo el tamaño de punto en la entrada/transmisor (Tx) de 64 μm , y siendo el tamaño de punto en el extremo de salida/receptor (Rx) de 108 μm .

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la superficie reflectante estructurada puede ser formada mediante estampación con precisión de un material metálico. La fig. 5 ilustra esquemáticamente la formación de un espejo plano con un punzón esférico con una superficie plana pulida. Un proceso y un aparato de estampación con precisión han sido descritos en la patente de los EE.UU N° 7.343.770, que ha sido cedida al mismo cesionario de la presente invención.

El proceso y aparato de estampación descritos en este documento pueden ser adaptados para estampar con precisión las características del dispositivo de acoplamiento de la presente invención (incluyendo la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra óptica descritas adelante). El proceso y sistema de estampación pueden producir piezas con una tolerancia como mínimo de 1000 nm.

Con referencia a la fig. 7, en otro aspecto de la presente invención, el dispositivo de acoplamiento incluye una estructura de retención de la fibra óptica, que alinea de modo seguro y exacto la fibra óptica 10 con respecto a la superficie reflectante estructurada 13. En otro aspecto de la presente invención, la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra son definidas por una estructura abierta, lo que conduce por sí mismo a procesos de producción en serie tales como estampación, que son procesos de alto rendimiento, de bajo coste. La fig. 7A es una vista en sección tomada a lo largo del eje longitudinal de la fibra óptica 10. La fig. 7B es una vista en sección en perspectiva tomada a lo largo del eje longitudinal de la fibra óptica 10. En la realización ilustrada, la superficie de retención de la fibra incluye una ranura 22 que recibe positivamente la fibra óptica de una manera con el extremo de la fibra óptica 10 a una distancia definida y alineada con la superficie reflectante estructurada 13. La ubicación y orientación de la superficie reflectante estructurada 13 es fija en relación a la estructura de retención de la fibra. En la realización ilustrada, la estructura de retención de la fibra y la superficie reflectante estructurada están definidas sobre la misma (por ejemplo monolítica) base 26 del dispositivo de acoplamiento. En una realización alternativa (no ilustrados) la estructura de retención de la fibra y la superficie reflectante estructurada están definidas en estructuras separadas que son acopladas juntas para formar el dispositivo de acoplamiento. La ranura 22 tiene una sección 24 que define un espacio entre la cara 15 de extremo de la fibra óptica 10. En la realización ilustrada, esta sección 24 tiene una anchura similar pero un fondo más somero que las secciones restantes de la ranura 22. La sección 24 define un escalón 27 que proporciona un tope contra el cual viene a apoyarse una parte (extrema) de la cara 13 de extremo de la fibra óptica 10. Consecuentemente, una distancia (por ejemplo, 245 μm) a lo largo del eje óptico es definida en la cara 15 de extremo y la superficie reflectante estructurada 13. En la realización ilustrada, la fibra óptica es recibida completamente en la ranura 22, con la superficie exterior de la fibra óptica 22 al ras con la superficie superior 29 de la base 26. Dada una fibra óptica que tiene un diámetro de 125 μm , y una fuente de luz 30 VCSEL a una distancia efectiva (por ejemplo desde la superficie plana del VCSEL 30 a lo largo del eje óptico) de 100 μm desde la superficie reflectante estructurada 13, la distancia de la superficie plana del VCSEL desde la superficie superior 29 de la base 26 sería de aproximadamente 37,5 μm .

La ranura 22 está estructurada para retener de manera segura la fibra 10 (sección desnuda con revestimiento expuesto, sin capas de recubrimiento y de encamisado protectoras) sujetando la fibra 10, por ejemplo, mediante un ajuste mecánico o por interferencia (o ajuste por presión). El ajuste por interferencia asegura que la fibra 10 es sujeta en su sitio y consecuentemente la posición y orientación de la fibra 10 son establecidas por la ubicación y el eje longitudinal de la ranura 22. En la realización ilustrada, la ranura 22 tiene una sección transversal en forma de U que recibe de manera ajustada la fibra óptica desnuda 10 (es decir, con el revestimiento expuesto, sin las capas de recubrimiento y de protección). Las paredes laterales de la ranura 22 son sustancialmente paralelas, en donde la abertura de la ranura puede ser ligeramente más estrecha que la separación paralela entre las paredes laterales (es decir, con una sección transversal en forma de C ligera) para proporcionar un ajuste mecánico o por interferencia adicional para la fibra 10. Otros detalles de la estructura de ranura abierta pueden ser encontrados en la solicitud de patente de los EE.UU en tramitación con la presente N° 13/440.970 presentada el 5 abril de 2012. La base 26 que tiene la ranura 22 es

efectivamente un casquillo abierto de una pieza que soporta la fibra óptica 10 en ubicación y alineación precisas con la superficie reflectante estructurada 13. La ubicación de la superficie reflectante estructurada 13 es fija con respecto a la ranura 22 y al escalón 27, y por tanto fija con respecto a la cara de extremo de la fibra óptica 10. La superficie reflectante estructurada 13 no está soportada sobre una parte móvil y no implica ninguna parte móvil.

- 5 En una realización, la base 26 del dispositivo de acoplamiento está formada de un material metálico. En una realización, el material metálico puede ser elegido para que tenga una elevada rigidez (por ejemplo acero inoxidable), inercia química (por ejemplo, titanio), estabilidad a elevada temperatura (aleación de níquel), baja expansión térmica (por ejemplo, Invar), o para que corresponda con la expansión térmica de otros materiales (por ejemplo, Kovar para que corresponda con el vidrio). Para reflectancia, la base 26 puede ser formada de un metal tal como aluminio o cobre, que ofrecen una mayor reflectancia óptica. La reflectancia también puede ser conseguida por revestimiento con materiales tales como oro, plata, níquel, aluminio, etc. sobre el cuerpo 26. Alternativamente, el material puede ser un plástico duro u otro material polímero duro. La estructura abierta ante descrita del dispositivo de acoplamiento que tiene la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra conduce por sí misma a procesos de producción en serie tales como estampación, que son procesos de elevado rendimiento de bajo coste. Un proceso y un aparato de estampación con precisión, han sido descritos en la patente de los EE.UU N° 7.343.770, que ha sido cedida al mismo cesionario de la presente invención. El proceso y aparato de estampación descritos en ella pueden ser adaptados a estampación con precisión de los casquillos de la presente invención.

La fig. 6 ilustra un punzón 200 configurado para estampar la ranura 22 y la superficie reflectante estructurada 13 en la base 26. El punzón 200 tiene un perfil de superficie convexo que es esencialmente la inversa de la superficie reflectante estructurada y de la ranura. El perfil superficial del punzón 200 se adapta a las características para ser estampado.

La fig. 8A ilustra una realización de un módulo 40 transmisor/receptor integrado que comprende un transmisor/receptor 38 fijado a un dispositivo 39 de acoplamiento óptico, con la superficie reflectante estructurada en el dispositivo de acoplamiento alineada con la fuente de luz/detector en el transmisor/receptor. La fig. 8B ilustra una realización de un transmisor/receptor 38. El transmisor/receptor 38 incluye una base 150 que soporta una placa 51 de circuito sobre la que están montados una fuente de luz/detector 52 (por ejemplo, un VCSEL/un fotodiodo) y un circuito de control asociado (por ejemplo, un chip IC). Una superficie 53 de unión está definida en el perímetro del transmisor/receptor 38.

La fig. 8C ilustra la estructura abierta interna del dispositivo 39 de acoplamiento, que es muy similar a la estructura abierta del dispositivo de acoplamiento descrito anteriormente. Esencialmente, el dispositivo 39 de acoplamiento tiene una base 46 que tiene una ranura 42 y una superficie reflectante estructurada 43 definida en ella similar a la ranura 22 y una superficie reflectante estructurada 13 definida en la base 26 en la realización anterior de las figs. 6 y 7 descritas anteriormente. En esta realización, la sección 44 de la ranura 22 es más ancha, pero sin embargo tiene una profundidad que define un escalón 47 para posicionar de manera precisa la cara de extremo de la fibra 10. Una ranura 34 más ancha está prevista en la base 46 para recibir la sección más gruesa de la fibra que tiene la capa protectora 11. Puede aplicarse resina epoxi para fijar la capa protectora 11 en la ranura 34.

En esta realización, la base 46 tiene paredes laterales 37 levantadas que definen una cavidad 36 en la que están situadas la superficie reflectante estructurada 43 y las ranuras. La cavidad 36 proporciona espacio para acomodar la altura del chip IC montado sobre la placa 51 de circuito. La altura de las paredes laterales 37 define la distancia entre la fuente de luz/detector en el transmisor/receptor 38 y la superficie reflectante estructurada 43 en el dispositivo 39 de acoplamiento. Con referencia también a la fig. 7A, dada una fibra óptica que tiene un diámetro de 125 μm , y la superficie de salida plana del VCSEL a lo largo del eje óptico de 100 μm desde la superficie reflectante estructurada 43, la altura de las paredes laterales 37 define la distancia de la superficie de salida plana del VCSEL desde la superficie de la cavidad 36 (correspondiente a la superficie superior 29 de la base 26 en la fig. 7A) para que sea de aproximadamente 37,5 μm .

Como se puede apreciar, en el módulo 40, dado que la superficie reflectante estructurada fija y la estructura de retención de la fibra son definidas de manera precisa sobre el mismo dispositivo de acoplamiento, alineando la fuente de luz en el transmisor o el detector de luz en el receptor con la superficie reflectante estructurada en el dispositivo de acoplamiento, la fuente de luz/detector sería alineado de manera precisa con el extremo de entrada/salida de la fibra óptica.

Desde otra perspectiva, la combinación anteriormente escrita de transmisor/receptor y dispositivo de acoplamiento puede ser percibida como un módulo transmisor/receptor integrado que incluye una superficie reflectante estructurada y una estructura de acoplamiento integral que alinea una fibra óptica con la superficie reflectante estructurada.

El dispositivo 39 de acoplamiento puede ser estampado a partir de un material metálico maleable, como se ha descrito anteriormente. La superficie superior 33 de las paredes laterales 37 proporciona un área de unión para fijar al transmisor/receptor 38. El transmisor/receptor 38 puede ser fijado al dispositivo 39 de acoplamiento mediante pegamento, epoxi, soldadura con metal de aportación o soldadura sin metal de aportación. En una realización, el transmisor/receptor 38 puede ser sellado herméticamente contra el dispositivo 39 de acoplamiento, por ejemplo, medite soldadura sin metal de aportación por láser, soldadura con metal de aportación, o soldadura dura. El transmisor/receptor 38 y el dispositivo de acoplamiento pueden ser fabricados y ensayados por separado antes de ensamblarlos.

En otro aspecto de la presente invención, una fibra óptica es estructurada como un cable óptico activo (COA), que es un cable conocido en la técnica para tener transmisor en un extremo terminal de la fibra óptica para conversión de eléctrica a óptica, y un receptor en otro extremo terminal de la fibra óptica para conversión de óptica a eléctrica. La fig. 9 es una realización de un COA 48 que adopta el módulo 50 transmisor/receptor de acuerdo con la presente invención. (Sólo un extremo del COA está mostrado en la fig. 9, el otro extremo es de estructura similar, en donde un extremo es un módulo transmisor que tiene un láser o fuente de luz y el otro extremo es un módulo receptor que tiene un detector fotónico). La estructura del módulo 50 es similar a la estructura del módulo 40 en la realización anterior de la fig. 8, con la excepción de almohadillas 49 de contacto eléctrico previstas en el exterior del transmisor/receptor 39. Las almohadillas 49 de contacto eléctrico proporcionan acceso eléctrico externo al circuito 54 de control dentro del módulo 50.

Con referencia también al dibujo esquemático de la fig. 1, el COA 48 incluye esencialmente los componentes ilustrados en la fig. 1. El COA 48 incluye una fibra óptica (fibra 10 desnuda y capas protectoras), un módulo transmisor 50 correspondiente a la combinación del transmisor 16 y un dispositivo de acoplamiento que tiene la superficie reflectante estructurada 12 y una estructura de retención de la fibra descrita anteriormente que soporta el extremo 17 de la fibra 10, un módulo receptor 50 correspondiente a la combinación del receptor 18 y un dispositivo de acoplamiento que tiene la superficie reflectante estructurada 14 y una estructura de retención de la fibra descrita anteriormente que soporta el extremo 19 de la fibra 10.

Las figs. 10 y 11 ilustran una realización de un proceso de ensamblaje, que incluye la alineación precisa del transmisor/receptor del dispositivo de acoplamiento superponiendo marcas de alineación complementarias previstas en el transmisor/receptor y en el dispositivo de acoplamiento. La fig. 10A es otra realización de un dispositivo de acoplamiento 46' que es similar a la fig. 8C, excepto la omisión de las paredes laterales levantadas del dispositivo de acoplamiento. Una marca de alineación está prevista en la superficie superior de la base 46' del acoplamiento 39' óptico. La base 46' se alinea de manera precisa con la fibra óptica 10 sujeta en una ranura, con respecto a la superficie reflectante estructurada 43'. La marca de alineación comprende tres puntos 64 (que pueden ser hundimientos producidos por el proceso de estampación que forma la ranura y la superficie reflectante estructurada) dispuestos en una configuración en L alrededor de la superficie reflectante estructurada 43', proporcionando así alineación espacial en dos ejes/direcciones. Los puntos 64 de alineación están separados de modo que corresponden a ciertas características en la fuente de luz/detector en el transmisor/receptor. Por ejemplo, la fig. 11B representa la vista superior de la suficiente superior cuadrada 72 de un VCSEL 70. El VCSEL 70 tiene un área de salida 71 que está desplazada más cerca de una esquina de la superficie superior cuadrada 72. Por consiguiente, colocando los tres puntos 64 sobre la superficie superior 66 adyacente a dos lados de la superficie reflectante estructurada 43', y además con los puntos 64 separados para corresponder a las esquinas de la superficie superior cuadrada 72 del VCSEL 70, el área 71 de salida puede ser alineada con la superficie reflectante estructurada 43' alineando los puntos 64 con las esquinas de la superficie superior cuadrada 72 del VCSEL 70. La alineación similar del fotodiodo en un receptor con una superficie reflectante estructurada definida en un dispositivo de acoplamiento, proporcionando marcas de alineación similares en la superficie superior del dispositivo de acoplamiento de una manera similar a como se ha descrito anteriormente. Con referencia de nuevo a la fig. 8C, una marca de alineación similar (puntos 64) está prevista en la parte inferior de la cavidad alrededor de la superficie reflectante estructurada 43.

La fig. 10 ilustra otra realización del transmisor 38'. La base 150' tiene paredes laterales levantadas que tienen un relieve 79 de ranura para acomodar el grosor adicional de la capa protectora 11 de la fibra óptica 10. El VCSEL 70 está montado en una placa 51' de circuito.

La fig. 11A ilustra esquemáticamente un puesto 80 de montaje que incluye un sistema de alineación que adopta las marcas de alineación descritas anteriormente. El puesto 80 de montaje incluye una base 81 que soporta una etapa 82 de alineación (por ejemplo, traslaciones X-Y en el plano horizontal X-Y y ortogonales al eje Z fuera del plano, rotación alrededor del eje Z). El puesto 80 de montaje incluye además un brazo giratorio 83 que tiene un cabezal de captación y colocación, que está soportado para girar alrededor de un cojinete 84 para hacer oscilar el brazo sobre la etapa 82 de alineación. El dispositivo 39' de acoplamiento (o el dispositivo 39 de acoplamiento en las figs. 8 y 9) está soportado sobre la etapa 82 de alineación, con los puntos 64 de alineación en un plano horizontal. El transmisor/receptor 38' (o el transmisor/receptor 38 en las figs. 8 y 9) es soportado por el cabezal de captación y colocación del brazo giratorio 83. Con el brazo superior 83 en una posición vertical como se ha mostrado en la fig. 11A, la superficie superior cuadrada 72 del VCSEL 70 está en un plano vertical. El eje ortogonal al plano de la superficie superior cuadrada 72 del VCSEL 70 es ortogonal al eje ortogonal al plano de los puntos 64 de alineación. Utilizando una cámara 86 y un divisor 85 de haz se proporciona una formación de imágenes simultánea tanto de la superficie superior cuadrada 72 del VCSEL 70 como de los puntos 64 de alineación. Activando la etapa 82 de alineación, la imagen de los puntos 64 de alineación puede ser llevada a alineación con la imagen de la superficie superior cuadrada 72, como se ha mostrado en la fig. 11B. El brazo giratorio 83 es a continuación hecho oscilar para colocar el transmisor 38' sobre la parte superior del dispositivo 39' de acoplamiento, como se ha mostrado en la fig. 11C. El transmisor 38' y el dispositivo 39' de acoplamiento son unidos, por ejemplo, mediante soldadura sin metal de aportación por láser, soldadura con metal de aportación asistida por láser, o soldadura con metal de aportación por infrarrojos.

El dispositivo de acoplamiento de acuerdo con la presente invención resuelve muchas de las deficiencias de la técnica anterior, lo que proporciona una facilidad de uso y una elevada fiabilidad con una baja sensibilidad medioambiental, y que

puede ser fabricado a bajo coste. El dispositivo de acoplamiento de la invención puede ser configurado para soportar una sola fibra o múltiples fibras, para entrada óptica, salida óptica o ambas (para comunicación bidireccional de datos).

5 Aunque las realizaciones anteriormente se han descrito en referencia a un dispositivo de acoplamiento para una sola fibra óptica, está dentro del alcance y espíritu de la presente invención adaptar las estructuras del dispositivo de acoplamiento antes descritas para múltiples fibras ópticas previendo ranuras paralelas en el dispositivo de acoplamiento.

Para todas las realizaciones descritas anteriormente, desde otra perspectiva, la combinación de transmisor/receptor y dispositivo de acoplamiento puede en vez de ello ser percibida como un módulo transmisor/receptor integrado que incluye una o más fuentes de luz/detectores, una estructura de acoplamiento integral que incluye una o más superficies reflectantes estructuradas y alinea una o más fibras ópticas con las superficies reflectantes estructuradas.

10 En todas las realizaciones anteriores descritas, la superficie reflectante estructurada puede estar configurada para ser plana, cóncava o convexa, o una combinación de las mismas para estructurar una superficie reflectante compuesta. En una realización, la superficie reflectante estructurada tiene una superficie especular lisa (pulida). En lugar de ello puede ser una superficie texturizada que es reflectante. La superficie reflectante estructurada puede tener una característica superficial uniforme, o características superficiales variables, tales como un grado variable de lisura y/o texturas a lo largo de la superficie, o una combinación de distintas regiones de superficies lisas y texturizadas que constituyen la superficie reflectante estructurada. La superficie reflectante estructurada puede tener un perfil superficial y/o características ópticas correspondientes al menos a uno de los siguientes elementos ópticos equivalentes: espejo, lente concentradora, lente divergente, rejilla de difracción, o una combinación de los anteriores. La superficie reflectante estructurada puede tener más de una región correspondiente a un elemento óptico equivalente diferente (por ejemplo, una región central que es concentradora rodeada por una región anular que es divergente). En una realización, la superficie reflectante estructurada es definida sobre un material opaco que no transmite la luz a través de la superficie.

25 Aunque la invención ha sido particularmente mostrada y descrita con referencia a las realizaciones preferidas, los expertos en la técnica comprenderán que pueden hacerse distintos cambios en forma y detalle sin salir del alcance, y enseñanzas de la invención. Por consiguiente, la invención descrita ha de ser considerada simplemente como ilustrativa y limitada en su alcance solamente según se ha especificado en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para fabricar un dispositivo (39, 46) de acoplamiento para acoplar física y ópticamente una fibra óptica (10) para encaminar señales ópticas, que comprende:
- 5 formar una base (26, 46, 150) que tiene una superficie reflectante estructurada (12, 13, 43) y una estructura de retención de la fibra óptica, de tal modo que una cara (15) de extremo de la fibra óptica está situada a una distancia predeterminada de la superficie reflectante estructurada a lo largo del eje de la fibra óptica, en donde la estructura de retención de la fibra óptica alinea de manera exacta la fibra óptica con respecto a la superficie reflectante estructurada a lo largo de una trayectoria óptica, de modo que la luz emitida desde la fibra óptica pueda ser reflejada por la superficie reflectante estructurada al exterior del dispositivo de acoplamiento o la luz introducida desde el exterior del dispositivo de acoplamiento incidente en la superficie reflectante estructurada pueda ser reflejada hacia la fibra óptica, en donde la estructura de retención de la fibra óptica comprende una ranura (22, 42, 34) prevista en la base, en la que la ranura está alineada con respecto a la superficie reflectante estructurada, caracterizado por que la base está hecha de un material metálico maleable, y la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra óptica que comprende la ranura están formadas por estampación del material metálico maleable para definir integralmente la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra óptica sobre la base.
- 10 2. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según la reivindicación 1, en donde la ranura incluye un escalón (27, 47) que define un tope contra el que una parte de la cara de extremo de la fibra óptica puede apoyarse para definir la distancia predeterminada entre la cara de extremo de la fibra óptica y la superficie reflectante estructurada.
- 20 3. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según las reivindicaciones 1 o 2, en donde la superficie reflectante estructurada comprende un perfil de superficie curvado.
4. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el perfil de superficie de la superficie reflectante estructurada es cóncavo.
5. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la estampación del material metálico maleable define integralmente la superficie reflectante estructurada y la estructura de retención de la fibra óptica sobre la base con una tolerancia como mínimo de 1000 nm.
- 25 6. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para acoplar física y ópticamente la fibra óptica a un receptor óptico y/o a un transmisor óptico.
7. El proceso para fabricar un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la ranura es una ranura abierta.
- 30 8. Un proceso para fabricar un módulo transmisor/receptor que comprende:
- fabricar un dispositivo de acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
- soportar al menos uno de una fuente de luz (30) y un detector de luz con respecto a la superficie reflectante estructurada, en donde la fuente de luz produce que la luz introducida sea reflejada por la superficie reflectante estructurada y el detector de luz recibe la luz emitida reflejada por la superficie reflectante estructurada.
- 35 9. El proceso según la reivindicación 8, en donde la fuente de luz es parte de un transmisor (16), y el detector de luz es parte de un receptor (18).
10. Un proceso para fabricar un cable óptico activo, que comprende:
- proporcionar un cable de fibra óptica que tiene al menos una fibra óptica;
- 40 proporcionar un módulo transmisor hecho mediante un proceso según las reivindicaciones 8 o 9, acoplado física y ópticamente a un primer extremo de la fibra óptica; y
- proporcionar un módulo receptor hecho mediante un proceso según las reivindicaciones 8 o 9, acoplado física y ópticamente a un segundo extremo de la fibra óptica.

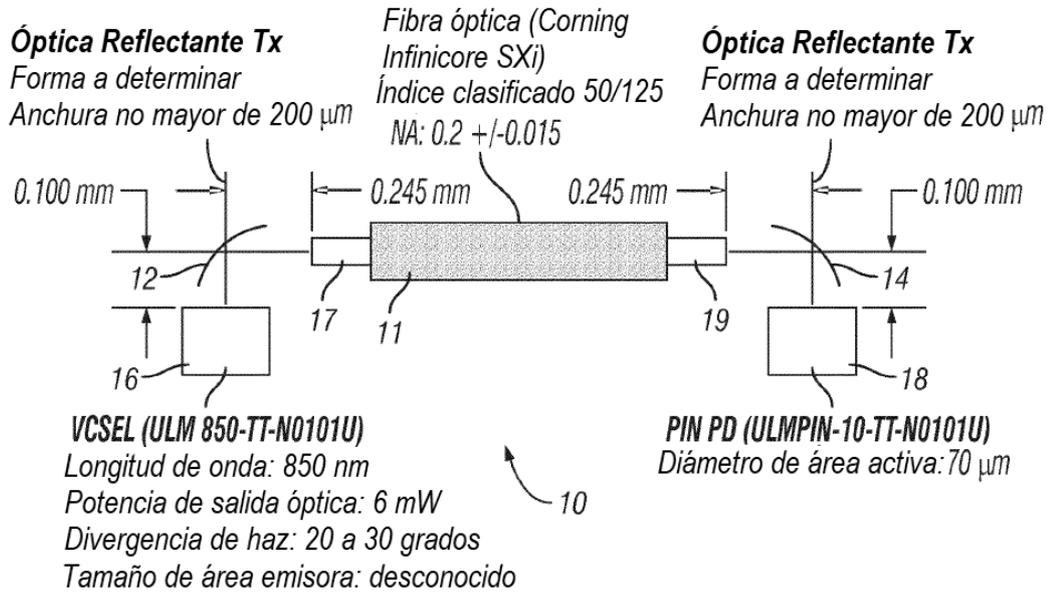


FIG. 1

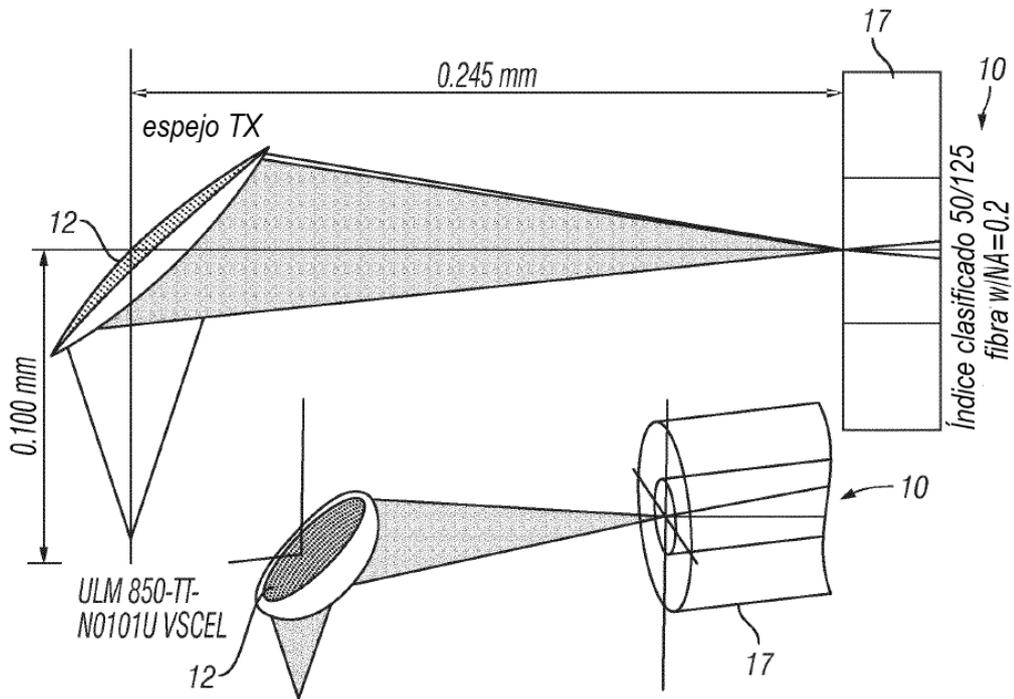


FIG. 2

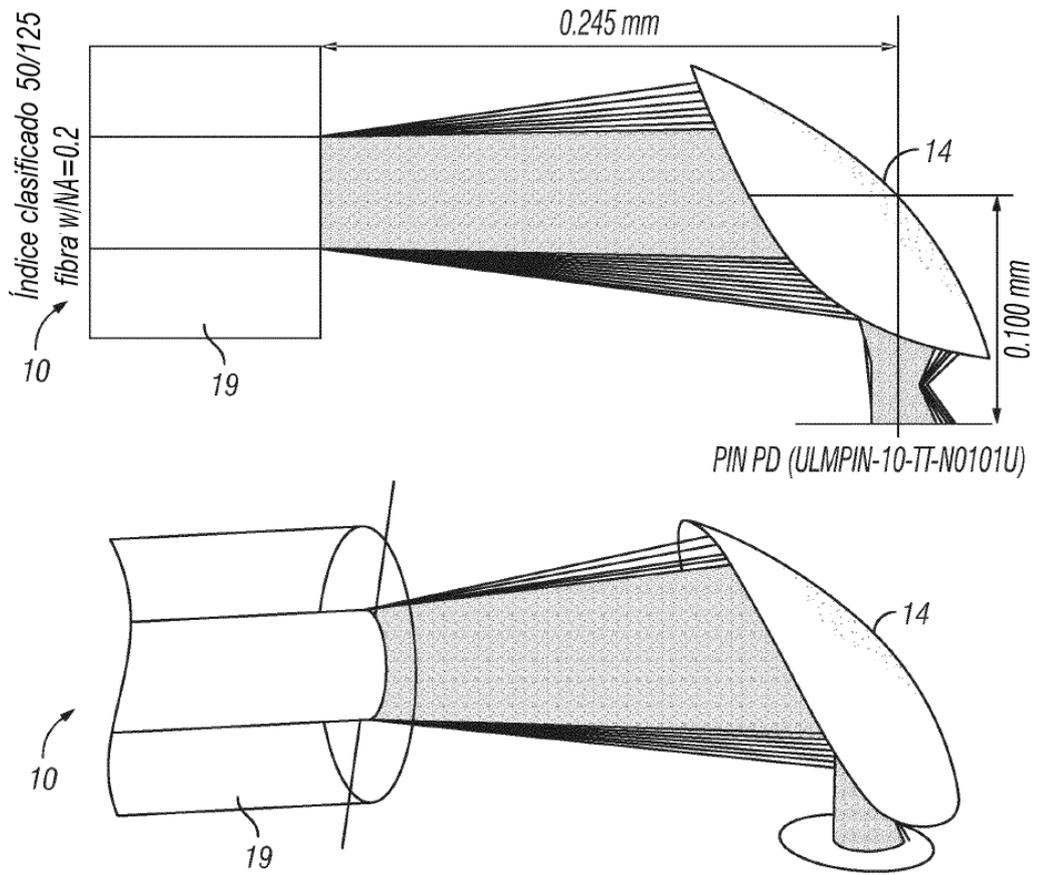


FIG. 3

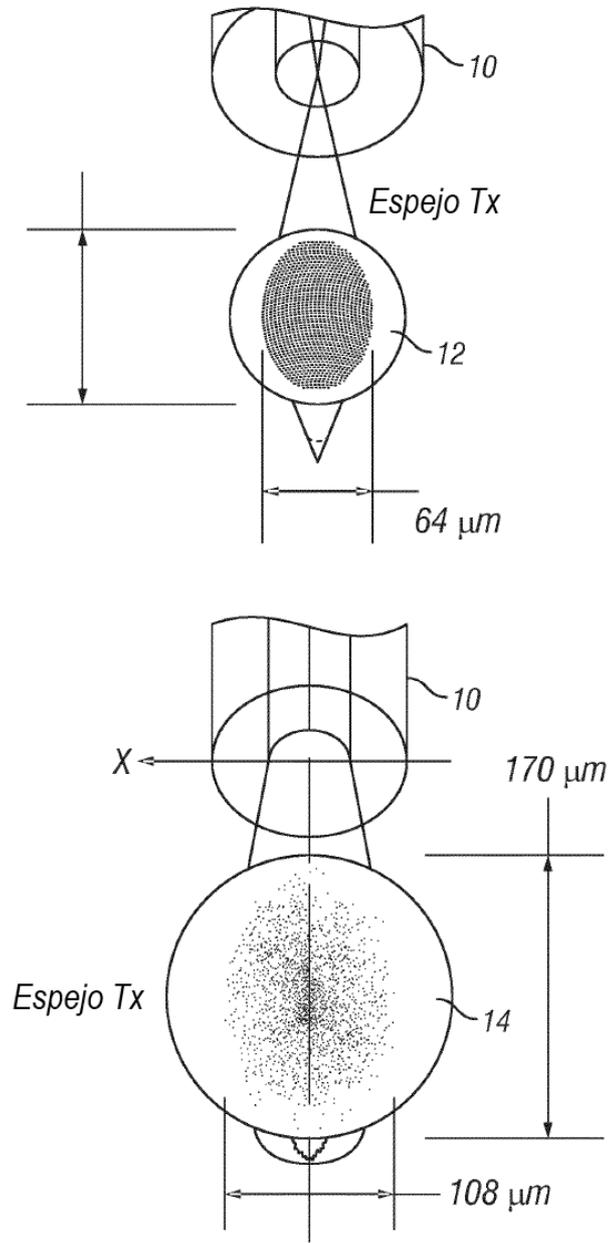


FIG. 4

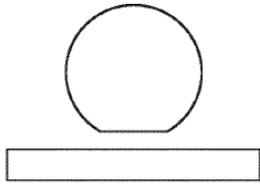


FIG. 5A

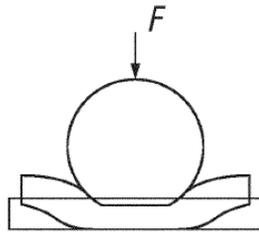


FIG. 5B

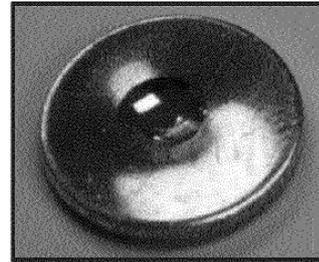


FIG. 5C

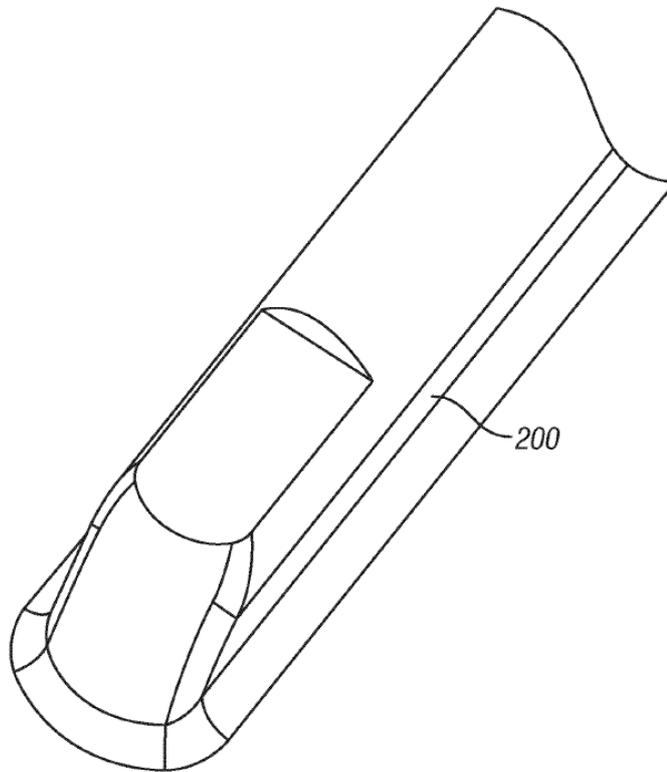


FIG. 6

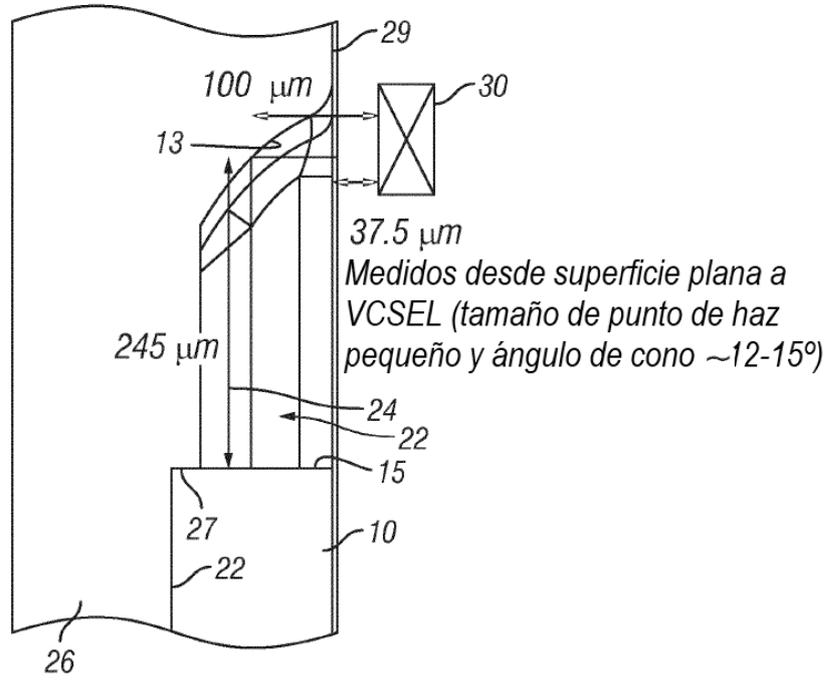


FIG. 7A

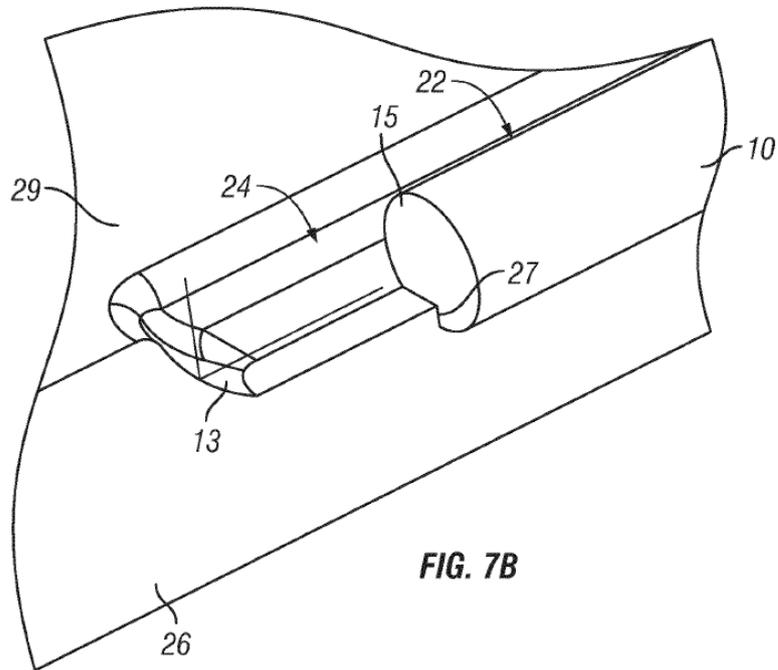


FIG. 7B

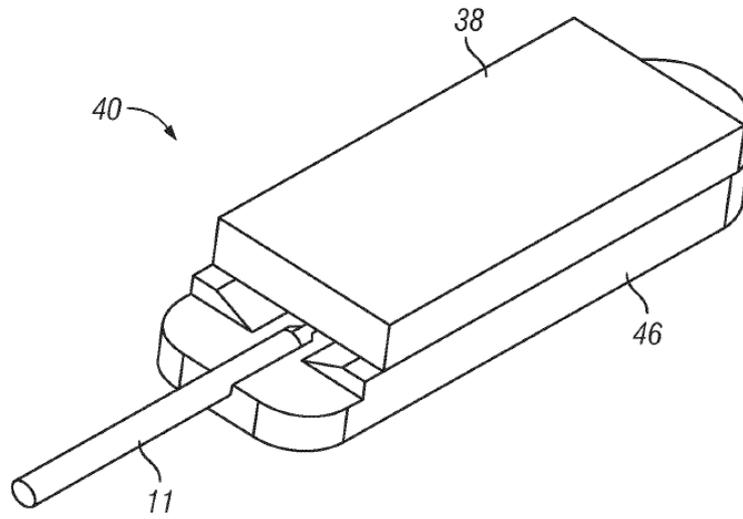


FIG. 8A

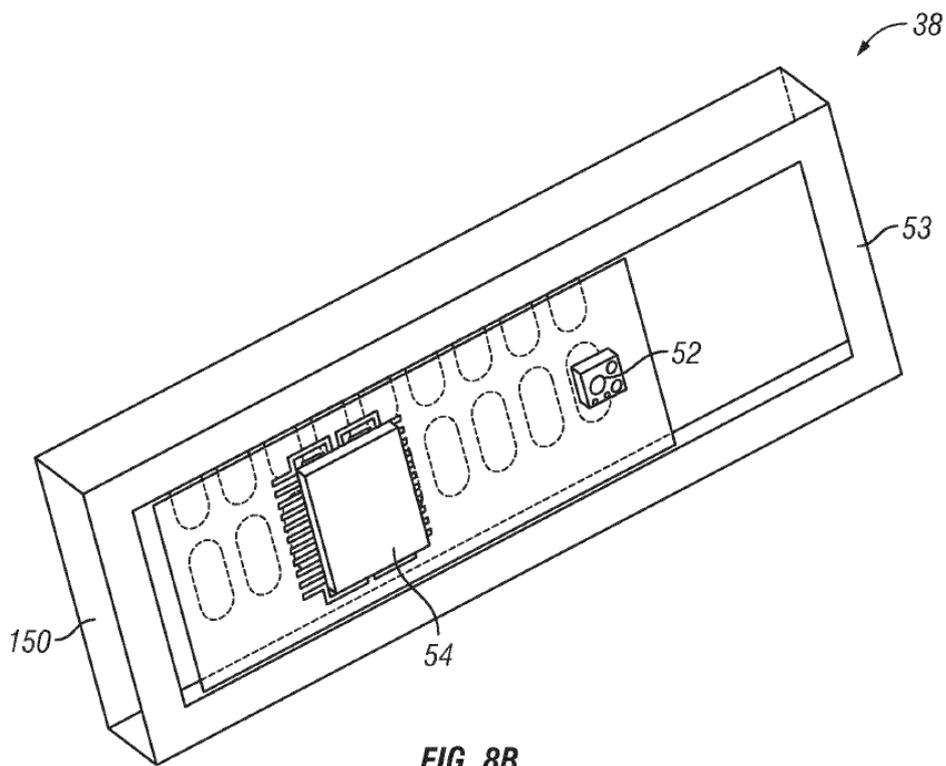


FIG. 8B

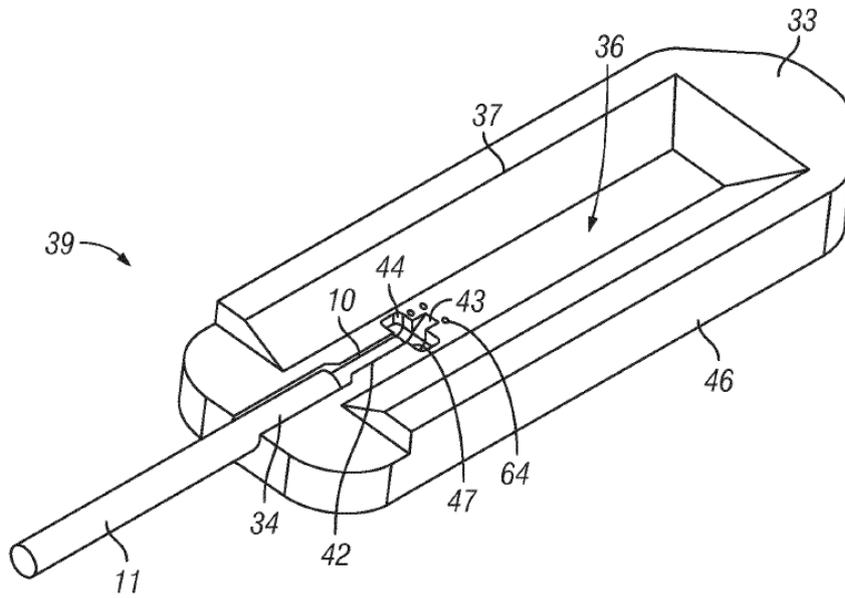


FIG. 8C

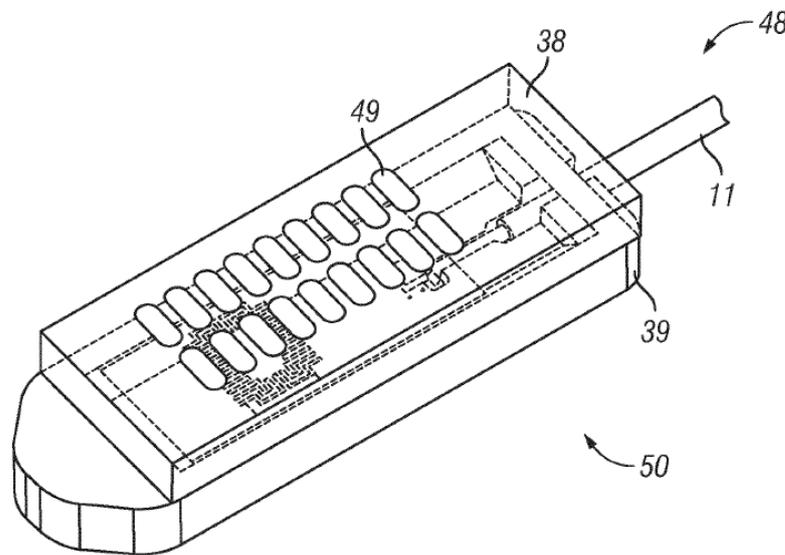
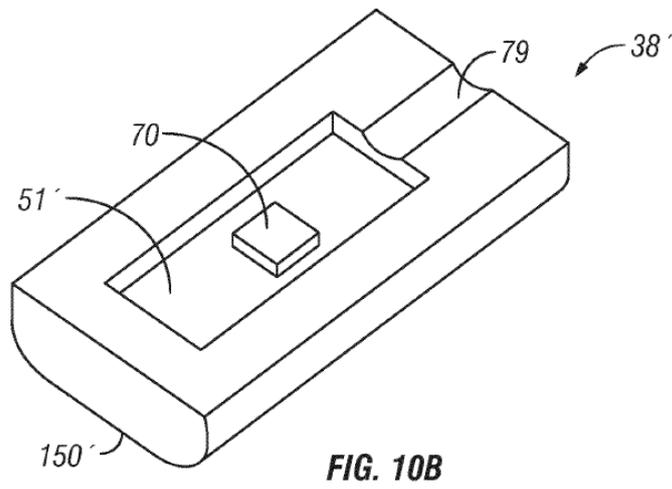
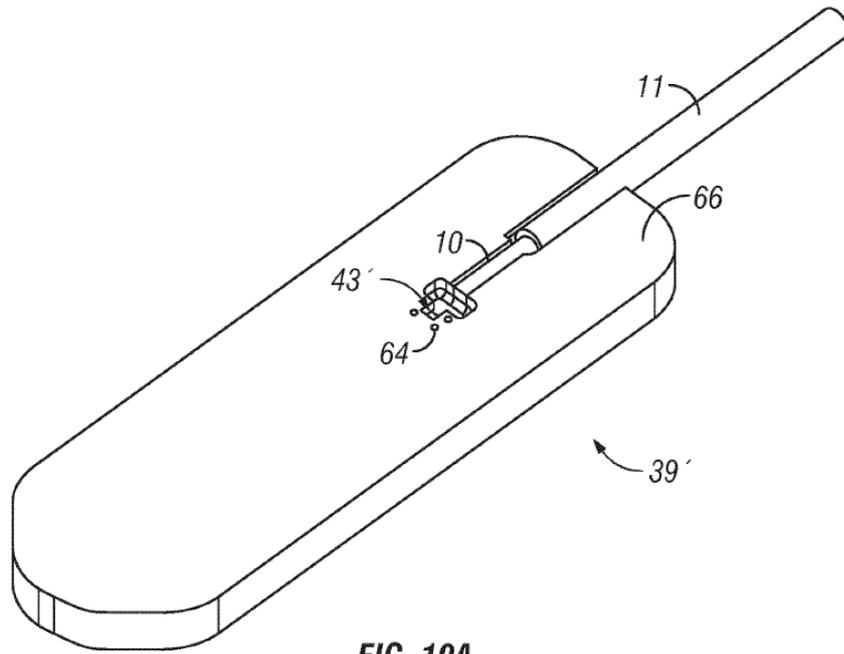
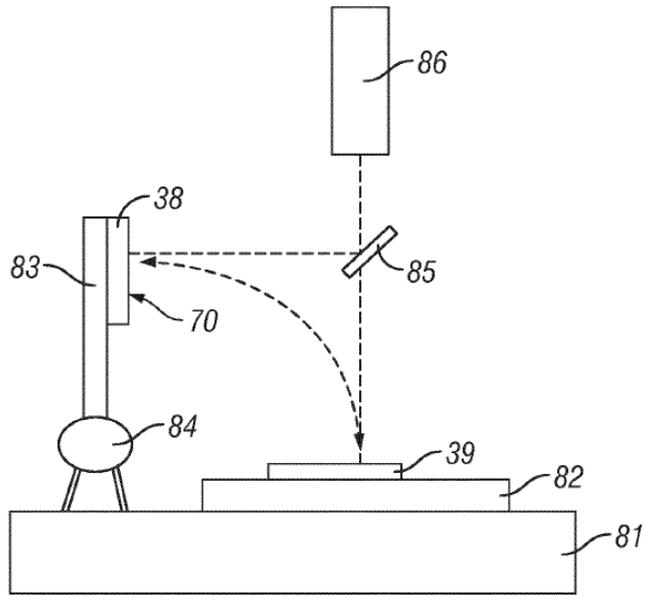


FIG. 9





Etapa de alineación Tx, Ty, Tz, θ_z

FIG. 11A

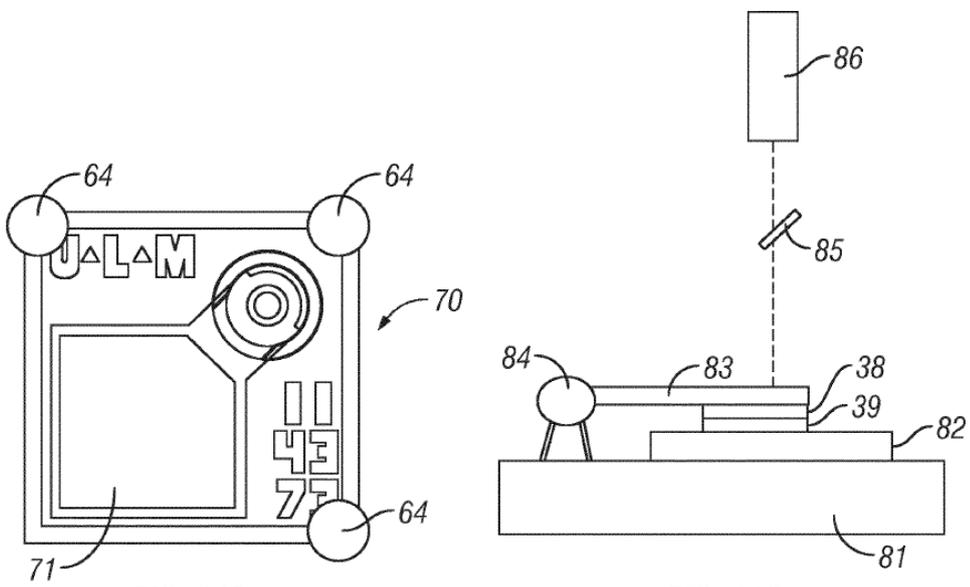


FIG. 11B

FIG. 11C