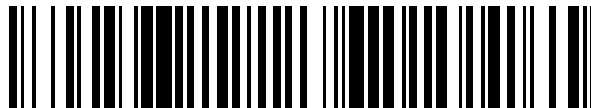


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 759**

51 Int. Cl.:

G02B 6/38

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2011 PCT/US2011/001473**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2012 WO12030377**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2011 E 11754556 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2612186**

54 Título: **Procedimiento de ensamblaje de férula**

30 Prioridad:

31.08.2010 US 872315

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

25.02.2019

73 Titular/es:

TE CONNECTIVITY CORPORATION (50.0%)

1050 Westlakes Drive

Berwyn, PA 19312, US y

TE CONNECTIVITY NEDERLAND B.V. (50.0%)

72 Inventor/es:

VAN GEFFEN, SJOERD;

HULTERMANS, ANTONIUS, P.C.M.;

KADAR-KALLEN, MICHAEL, AARON;

BUIJS, MARCELLUS, P.J. y

SCHNEIDER, PAUL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 701 759 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

Procedimiento de ensamblaje de férula

La presente invención se refiere, en general, a un procedimiento de fabricación de un conjunto de férula, más específicamente, para controlar la protuberancia de la fibra de un conjunto de férula.

5 Los conectores de fibra óptica son una parte esencial de prácticamente todos los sistemas de comunicación de fibra óptica. Por ejemplo, los conectores ópticos se usan para unir segmentos de fibra en longitudes más largas, para conectar fibra a dispositivos activos como fuentes de radiación, detectores y repetidores, y para conectar fibra a dispositivos pasivos como interruptores y atenuadores. La función principal de un conector de fibra óptica es sostener un extremo de la fibra de modo que el núcleo de la fibra esté alineado axialmente con la vía óptica del
10 componente al que se acopla el conector (por ejemplo, otra fibra, una guía de onda plana o un dispositivo opto-eléctrico). De esta manera, la luz de la fibra se acopla ópticamente al otro componente.

Es bien sabido que para efectuar el acoplamiento óptico y minimizar la pérdida de Fresnel, se puede hacer un "contacto físico" entre la cara de extremo de la fibra y la vía óptica del dispositivo de acoplamiento. Para efectuar el contacto físico, los conectores ópticos han empleado usualmente una "férula", que es un componente bien conocido
15 para sujetar una o más fibras de manera que se presenten las caras de extremo de las fibras para el acoplamiento óptico. Los conectores de férula típicamente cargan o empujan la férula hacia delante de manera tal que, cuando el conector se acopla a un componente de acoplamiento, la férula empuja contra el componente de acoplamiento para contactar físicamente la cara de extremo de la fibra con la vía óptica del componente de acoplamiento.

Para efectuar dicho contacto físico, una férula convencional normalmente requiere pulido. Una férula pulida puede describirse mejor por medio del contraste con una férula sin pulir. Una férula sin pulir tiene una geometría y anomalías en su cara de extremo que hacen que sea difícil, si no imposible, poner la cara de extremo de la fibra alojada en ella contacto físico con la vía óptica del componente de acoplamiento. Además, cuando se fijan múltiples
20 fibras a una férula sin pulir, la posición de las caras de extremo de las fibras tiende a variar a lo largo del eje de acoplamiento, lo que dificulta el acoplamiento óptico con todas las fibras. El pulido de la cara de extremo de la férula con las fibras que contiene, conforma y alisa la cara de extremo de la férula, mientras que al mismo tiempo pule las caras de extremo de la fibra y las hace coplanares. Para minimizar las variaciones en la forma de la férula y la coplanaridad de las caras de extremo de la fibra, el pulido se realiza normalmente según normas exigentes. Por lo tanto, el pulido tiende a ser costoso y propenso a reelaboración y desperdicio, lo que reduce los rendimientos. Los problemas asociados con el pulido de la férula se agravan en férulas de múltiples fibras, que son más complicadas
25 de pulir.

Este problema se abordó en la patente de EE. UU. n.º 7.377.700, que describe un enfoque para producir un conjunto de férula usando un conjunto sin pulir. Brevemente, el enfoque implica (a) colocar al menos una fibra en una férula de modo que una porción de la fibra se extienda más allá de la cara de extremo de la férula; (b) fijar la fibra con respecto a la férula; y (c) escindir o cortar la porción de la fibra. Este enfoque es beneficioso porque separa las
35 funciones de preparación de la cara de extremo de la fibra para el acoplamiento óptico y el posicionamiento la fibra dentro de la férula. Al tratar estas funciones por separado, la cara de extremo de la fibra se puede preparar independientemente de la férula, eliminando así la necesidad de pulir el conjunto de la férula/fibra, mientras se facilita el posicionamiento preciso de la cara de extremo de la fibra con respecto a la férula. La presente patente reconoce también que generalmente se prefiere que la cara de extremo de la fibra sobresalga de la férula para mejorar su capacidad para hacer contacto físico.

Aunque el presente enfoque ofrece ventajas significativas, los solicitantes reconocen que la coplanaridad entre las fibras tiende a ser problemática a medida que aumenta el número de fibras en la férula. Es decir, que escindir las fibras y colocarlas en la férula de modo que todas las caras de extremo de la fibra estén esencialmente en el mismo plano es muy difícil cuando las fibras no se pulen *in situ* en la férula. Esta dificultad aumenta necesariamente a
45 medida que aumenta el número de fibras. El problema de la coplanaridad se aborda en la publicación de patente de EE. UU. n.º 2009/0271126.

La publicación de patente de EE. UU. n.º 2001/0036341 describe una férula que tiene una cara de extremo y un miembro de presión de fibra óptica que tiene una cara de conexión de la férula. Está formado un rebaje en la cara de extremo entre un par de orificios de inserción del pasador guía, y está formada una porción saliente de
50 posicionamiento en la cara de conexión de la férula entre un par de pasadores guía que se extienden desde la cara de conexión de la férula. El miembro de presión de fibra óptica está colocado de manera que los pasadores guía se insertan en sus respectivos orificios de inserción del pasador guía y el miembro de presión se mueve hacia la férula hasta que la cara de conexión de la férula hace tope con la cara de extremo de la férula en la que la porción sobresaliente de posicionamiento se encaja en el rebaje. Se escinde una pluralidad de fibras ópticas y cada fibra
55 óptica escindida tiene una cara de punta. Luego, las fibras se colocan en la férula de modo que una porción de cada fibra se extienda más allá de la parte inferior del rebaje con las caras de la punta a tope contra la porción sobresaliente de posicionamiento. Luego, se fijan las fibras con respecto a la férula con adhesivo.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento para producir un conjunto de férula en el que se logre una protuberancia precisa de la fibra entre las fibras sin pulir. La presente invención satisface esta necesidad, entre otras.

5 A continuación se presenta un resumen simplificado de la invención para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la invención. Este resumen no es una visión general amplia de la invención. No se pretende identificar elementos clave/críticos de la invención ni definir el alcance de la invención. Su único fin es presentar algunos conceptos de la invención en una forma simplificada como introducción a la descripción más detallada que se presenta más abajo.

10 De acuerdo con la invención, se proporciona un procedimiento para preparar fibras terminadas que comprende: a) colocar una o más fibras en una férula que tiene una cara de extremo de la férula y al menos un primer miembro de alineación de manera que una porción de cada fibra se extienda hacia delante más allá de dicha cara de extremo de la férula; (b) después de la etapa (a), escindir dicha porción de cada fibra, formando así caras de extremo de la fibra escindida; (c) después de la etapa (b), acoplar un segundo miembro de alineación de una herramienta con dicho primer miembro de alineación de tal manera que una superficie de coincidencia de dicha herramienta esté alineada con dicha férula, y poner en coincidencia dichas caras de extremo de fibra escindida contra dicha superficie de coincidencia, en el que uno de dicho primer o segundo miembro de alineación es un pasador de alineación y el otro es un orificio de alineación para recibir dicho pasador de alineación, y dicha herramienta tiene solo un miembro de alineación; y (d) después de la etapa (c), fijar dichas fibras con relación a dicha férula.

20 La presente invención proporciona una férula en la que se logra que sobresalga de manera precisa la fibra sin pulir. Por medio de la invención, que usa una herramienta que tiene una superficie de coincidencia y un miembro de alineación que coopera con uno o más miembros de alineación de una férula para alinear la superficie de coincidencia de la herramienta con la cara de extremo de la férula, se proporciona una superficie de coincidencia contra la cual cada fibra puede apoyarse para asegurar que sobresalga adecuadamente. La protuberancia adecuada de la fibra facilita el contacto físico entre las fibras como se describió anteriormente. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita a las aplicaciones de contacto físico y puede ponerse en práctica siempre que se requiera un posicionamiento preciso de la cara de extremo de la fibra (como, por ejemplo, cuando se acopla ópticamente una fibra a través de un espacio (lleno de aire o gel) a una lente, dispositivo opto-electrónico activo, dispositivo pasivo o una guía de ondas). Así, la invención explota miembros de alineación que se encuentran comúnmente en férulas estándar para establecer una protuberancia de la fibra.

30 La invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figs. 1(a) a 1(d) muestran esquemáticamente varias etapas de preparación de un conjunto de férula de múltiples fibras de acuerdo con una realización de la presente invención. La Fig. 2 muestra esquemáticamente una herramienta de alineación de fibra usada en el procedimiento representado en las Figs. 1(a) a 1(d).

35 La Fig. 3 muestra esquemáticamente una realización de una herramienta de alineación de fibras similar a la mostrada en la Fig. 1, pero con dos miembros de alineación, y que no está dentro del alcance de la invención.

Las Figs. 4(a) a 4(d) muestran esquemáticamente diferentes perfiles de fibra y su superficie de coincidencia correspondiente en realizaciones de la herramienta de alineación de fibras que no están dentro del alcance de la invención.

40 Las Figs. 5(a) a 5(g) muestran esquemáticamente diferentes superficies de coincidencia en realizaciones de la herramienta de alineación de fibras para series de fibras tridimensionales y que no están dentro del alcance de la invención.

Con referencia a las Figs. 1(a) a 1(d), se muestra un procedimiento para preparar fibras terminadas de acuerdo con una realización de la presente invención. (Aunque la presente descripción considera en detalle una férula de múltiples fibras, debe entenderse que la invención también puede ponerse en práctica en férulas de fibra única). Como se muestra esquemáticamente en la Fig. 1(a), se colocan múltiples fibras 101 en una férula 102 que tiene una cara de extremo 103 de férula y al menos un primer miembro de alineación 104, de manera que una porción 105 de cada una de las fibras 101 se extiende más allá de la cara de extremo 103 de la férula. La porción de las fibras 101 que se extiende desde la cara de extremo 103 de la férula se escinde entonces para formar extremos de fibra escindidos 106, como se muestra en la Figura 1(b). A continuación, como se muestra en la Fig. 1(c), un segundo miembro de alineación 151 de una herramienta 150 se acopla con el primer miembro de alineación 104, de manera que una superficie de coincidencia 152 de la herramienta 150 se alinea con la férula 102. Luego se hacen coincidir las caras de extremo 106 de fibra escindida contra la superficie de coincidencia 152, estableciendo así un perfil de protuberancia de fibra deseado. En la Fig. 1(d), las fibras están fijadas a la férula 102. A continuación, se considera en mayor detalle cada una de estas etapas.

55 La etapa representada en la Fig. 1(a) implica proporcionar una férula 102, que tiene una cara de extremo 103, y al menos un primer miembro de alineación 104. Aunque la cara de extremo 103 se representa como una superficie plana en la Fig. 1(a), debe entenderse que una cara de extremo de la férula no es necesariamente plana y, en cambio, puede ser, por ejemplo, curvada o abovedada, o puede tener diferentes facetas o pasos. En una realización,

la férula tiene una o más vías (que no se muestran), estando cada una de ellas adaptada para recibir una de las fibras 101. Las vías pueden ser, por ejemplo, perforaciones o ranuras en V. Debe entenderse, sin embargo, que la invención puede ponerse en práctica con cualquier férula que tenga un miembro de alineación, incluidas las férulas que no tienen vías individuales para cada fibra. Por ejemplo, la férula 102 puede configurarse para contener un cable de cinta o un conjunto de fibras colectivamente.

El primer miembro de alineación 104 se puede incorporar en la férula 102 específicamente para el acoplamiento con el segundo miembro de alineación 151 o puede ser inherente al diseño de la férula. Más específicamente, el miembro de alineación se puede usar para alinear la férula 102 no solo con la herramienta 150, sino también con una estructura de acoplamiento (que no se muestra). Dichos miembros de alineación son bien conocidos e incluyen, por ejemplo, un pasador de alineación/orificio de alineación para recibir el pasador, un manguito y ranuras en V a lo largo de los lados de la férula. En la realización mostrada en la Fig. 1(a), el primer miembro de alineación 104 es un orificio de alineación 104a para recibir un pasador de alineación 151a. Dichos orificios de alineación son bien conocidos, y se usan, por ejemplo, en férulas estándar de tipo Mold-Transfer (MT), como las que se usan en las férulas MT-RJ y Lightray MPX®.

Como se mencionó anteriormente, una cara de extremo de la férula convencional generalmente se pule, lo que implica desgastar la cara de extremo de la férula para eliminar todas las anomalías de la misma y para suavizar las caras de extremo de la fibra lo suficiente para el acoplamiento óptico. Sin embargo, la férula de la presente invención no requiere tal pulido, ya que las caras de extremo de la fibra son adecuadas para el acoplamiento óptico después de la etapa de escisión (que se grafica en la Fig. 1(b)). Por lo tanto, en una realización, la férula no está pulida.

Tal como se usa en el presente documento, la expresión "férula sin pulir" se refiere a una férula que no se ha pulido o no se ha pulido en la medida en que típicamente se requiere para lograr un contacto físico. Una férula sin pulir en este contexto tiene un número de características distintivas. En primer lugar, tiene una superficie moldeada en lugar de una superficie pulida o mecanizada. Una superficie moldeada se caracteriza típicamente (aunque no necesariamente) por una superficie rugosa, que puede no estar orientada con precisión con respecto a los elementos de guía de la férula. Tal superficie también tiende a no ser reflectante. La superficie de la férula también puede contener la impresión de los elementos que soportan los pasadores de núcleo usados para moldear la férula, y puede incluir una línea de separación en la que se encuentran dos lados del molde. En segundo lugar, una férula sin pulir comprende partículas incrustadas (por ejemplo, partículas de vidrio usadas para darle dureza) que carecen de una superficie plana. Es decir, que, durante el pulido, las partículas incrustadas en la cara de extremo de la férula tendrán una superficie plana rectificada en ellas en la superficie de la cara de extremo a medida que la cara de extremo se desgasta. Obviamente, en una férula sin pulir, las partículas incrustadas en la cara de extremo no tendrán una superficie plana rectificada. En tercer lugar, una férula sin pulir tiene típicamente (aunque no necesariamente) anomalías en la superficie en su cara de extremo que tienden a interferir con la superficie de acoplamiento del conector o dispositivo de acoplamiento y evitan que las caras de extremo de las fibras hagan contacto físico con las vías ópticas de acoplamiento. Por ejemplo, las aristas o protuberancias en la cara de extremo de una férula sin pulir impiden que la cara de extremo haga buen contacto físico con una superficie perfectamente plana. Obviamente, a medida que la cara de extremo de la férula se hace más grande en área, al igual que con las férulas de MT, la probabilidad de variaciones e imperfecciones de la superficie aumenta junto con el número de fibras. El pulido de la férula elimina estas anomalías de la superficie. Por lo tanto, como se usa en el presente documento, la expresión "férula sin pulir" se refiere a una férula que tiene una cara de extremo que tiene un acabado moldeado y no un acabado pulido, y/o una cara de extremo que tiene partículas incrustadas que no tienen una superficie plana.

Aunque la férula puede estar hecha de cualquier material conocido, generalmente las férulas de MT están hechas de material polimérico, tal como el sulfuro de polifenileno (SPF) altamente cargado con fibra de vidrio. Las férulas de una sola fibra están hechas típicamente de una cerámica como la zirconia, o de metal como el acero inoxidable o níquel-plata o titanio.

Como se muestra en la Fig. 1(a), las fibras 101 están dispuestas en la férula 102 de manera que una porción 105 de la fibra se extiende más allá de la cara de extremo 103 de la férula. Cada fibra está posicionada de tal manera que una porción suficiente se extiende más allá de la cara de extremo de la férula para facilitar la escisión de la misma. El grado al que una fibra se extiende desde la férula dependerá de las técnicas de escisión usadas. Por ejemplo, un método de escisión de tipo mecánico requiere típicamente más espacio que un enfoque de escisión por láser y, por lo tanto, la fibra necesita extenderse más allá de la cara de extremo de la férula para acomodar el mecanismo. Un experto en la técnica entenderá fácilmente en qué medida las fibras deberían extenderse más allá de la cara de extremo de la férula para facilitar su escisión.

Como se representa en la Fig. 1(b), después de que las fibras 101 se disponen en la férula 102, sus porciones sobresalientes se escinden para formar caras de extremo 106 de la fibra escindida. Una cara de extremo de la fibra escindida es adecuada para el acoplamiento óptico, es decir que es sustancialmente plana y generalmente libre de defectos ópticos como ralladuras o rebabas.

La escisión de las fibras se puede realizar mecánicamente o mediante escisión por láser. Con respecto a la escisión mecánica, esta es una técnica bien conocida e implica esencialmente cortar las fibras limpiamente para proporcionar

una cara de extremo. Puede preferirse pulir una cara de extremo de la fibra escindida mecánicamente. Los métodos para realizar este pulido son bien conocidos y pueden incluir, por ejemplo, el amolado/pulido físico y el "pulido con láser", en el que se usa un láser para fundir y, por lo tanto, suavizar la cara de extremo de la fibra. Aunque la escisión mecánica ciertamente se contempla en la presente invención, el método preferido de escisión es la escisión por láser, que es la realización mostrada en la Fig. 1(b).

Con respecto a la escisión por láser, procedimientos adecuados se describen, por ejemplo, en las patentes de EE.UU. n.º 6.246.026, 6,963,687 y 7.377.700. En el procedimiento de escisión por láser, el material de fibra óptica se corta normalmente en lugar de fundirse. Esto requiere que un láser produzca un haz que tenga suficiente energía para efectuar la sublimación inmediata de las fibras. Se han logrado resultados adecuados usando un láser con una longitud de onda entre 0,1 μm y 1,5 μm y de 8,5 μm a 10,6 μm . Láseres adecuados incluyen, por ejemplo, láseres de CO_2 y excímero (dímero excitado), aunque se prefiere, aunque no necesariamente, en general, un láser de CO_2 . Los láseres de CO_2 han demostrado ser particularmente ventajosos debido a la alta velocidad a la que pueden operarse y a la rentabilidad resultante en cuanto al coste.

Equilibrar el objetivo de aportar alta energía a la fibra para cortar el vidrio es la necesidad de minimizar la energía absorbida por el vidrio que rodea el corte con el fin de minimizar la fusión adyacente al corte. Por esta razón, el láser se opera preferiblemente en un modo de impulsos para cortar la fibra. En el modo de impulsos, el láser transmite impulsos cortos de alta energía de luz láser, de modo que el material de la fibra se sublima. Los impulsos son muy cortos y tienen bordes muy inclinados, por lo tanto, la energía máxima del impulso se alcanza muy rápidamente. Por ejemplo, se han logrado resultados adecuados en los que la potencia máxima del impulso está entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 1.000 vatios y la longitud del impulso es mayor que aproximadamente 50 fs. Se consiguen buenos resultados con un láser de CO_2 (longitud de onda de 10,6 μm) que tiene una longitud de pulso de 35 μs y una potencia máxima de 600 vatios.

Aunque generalmente se prefiere operar el láser en modo de impulsos, particularmente con láseres de alta potencia como un láser de CO_2 , algunas aplicaciones pueden favorecer el funcionamiento del láser en un modo de ondas continuas. Por ejemplo, si el tiempo de contacto entre el láser y la fibra disminuye, es decir, el láser corta a través de la fibra más rápidamente, puede desearse operar el láser en modo de ondas continuas.

La dirección del haz de láser sobre la fibra para efectuar el corte está sujeta a diversas variables que involucran el ángulo del haz con respecto a la fibra, la posición axial del haz a lo largo de la fibra, el ángulo de convergencia del haz, el tiempo de corte/nivel de energía del haz, y la geometría deseada de la cara de extremo. Estas variables se consideran en detalle en la patente de EE. UU. n.º 7.377.700.

La forma en que las fibras y el haz de láser se mueven entre sí para efectuar los cortes descritos anteriormente puede variar y se anticipa que cualquier enfoque que sea preciso, exacto y repetible será suficiente. En una realización, se usa un dispositivo que mantiene un cierto ángulo entre el haz y la fibra y mueve las fibras en uno o más ángulos predeterminados con respecto al haz de láser. Está dentro del alcance de la presente invención, sin embargo, mover el haz de láser con relación a la fibra. Como alternativa, se puede usar un haz elíptico estacionario para cortar fibras estacionarias como se hace en el sistema disponible comercialmente, vendido por OpTek Systems Inc., Greenville, SC.

Como se muestra en la Fig. 1(c), después de escindir las fibras, las caras de extremo de la fibra se ponen en coincidencia contra la superficie de coincidencia 152 de la herramienta 150. Esto se puede lograr de varias maneras, incluyendo, por ejemplo, empujando las fibras hacia la superficie de coincidencia 152 o empujando la superficie de coincidencia 152 hacia las fibras. En la realización mostrada en la Fig. 1(c), las caras de extremo de las fibras se hacen coincidir contra la superficie de coincidencia 152 por el hecho de mover la superficie de coincidencia hacia atrás, hacia la cara de extremo 103 de la férula. Específicamente, en la posición (1), la superficie de coincidencia 152 está separada una distancia d_i de la cara de extremo 103 de la férula. Cuando se empuja la superficie de coincidencia 152 hacia atrás a la posición (2), alinea las caras de extremo 106 de la fibra escindida en el mismo plano y ajusta el grado de protuberancia de la fibra a la distancia deseada d_f antes de que las fibras 101 sean aseguradas en su lugar. Debe quedar claro que el grado en que la superficie de coincidencia 152 es empujada hacia atrás depende del grado deseado de protuberancia de la fibra. Debido a que una cierta cantidad de protuberancia de las fibras desde la cara de extremo de la férula es generalmente, aunque no necesariamente, deseable, la distancia d_f es en general, aunque no necesariamente, mayor que 0. Por ejemplo, se han logrado resultados adecuados con una cierta distancia d_f de aproximadamente 1 a aproximadamente 3,5 μm .

Con referencia a la Fig. 2, se explica la herramienta 150 en mayor detalle. La herramienta 150 comprende una porción de cuerpo 153 que define la superficie de coincidencia 152. La superficie de coincidencia puede ser plana/planar o no planar. Una superficie de coincidencia no plana incluye, por ejemplo, superficies escalonadas y curvas, y una combinación de las mismas. Una superficie escalonada es una superficie que tiene bordes o escalones, y puede parecerse, por ejemplo, a una forma de U escalonada o una forma de V escalonada. A la inversa, una superficie curva es aquella que tiene una línea o superficie que varía suavemente. Los ejemplos de curvas incluyen un arco (o más precisamente un arco circular), un arco no circular (o una curva sin radio), una curva gaussiana o una curva parabólica. También debe entenderse que los perfiles explicados en el presente documento pueden aplicarse no solo a lo largo de las filas (eje x), sino también a través de las filas (eje y) en el caso de una

férula de varias filas. Por ejemplo, en un contexto tridimensional, las superficies curvas incluyen una superficie esférica, una superficie gaussiana o una superficie parabólica, solo por nombrar algunas. Además, las superficies curvas pueden comprender cualquier combinación de curvas o curvas compuestas. En otra realización más, el perfil de las fibras puede describirse mediante una función polinómica uniforme de x e y , en la que el perfil será simétrico alrededor del centro de la férula. Si las tolerancias angulares no son simétricas o en el caso de una férula que tiene una cara de extremo que no es perpendicular al eje del pasador guía por diseño (por ejemplo, una cara de extremo de 8 grados en una férula de modo único), puede ser ventajoso tener un perfil de cara de extremo no simétrico. Esto puede llevar a un perfil de fibras deseado que se exprese como un polinomio con términos pares e impares (con el perfil de fibras medido con respecto a la cara de extremo en ángulo). En otra realización, la superficie de coincidencia puede estar configurada para perfilar las caras de extremo de las fibras de modo que su coplanaridad sea mayor que 100 nm, ocurriendo la mayor variación entre las fibras internas y las fibras externas.

La geometría de la superficie de coincidencia depende de la aplicación. Por ejemplo, en la realización mostrada en la Fig. 2, la superficie de coincidencia es plana. Dicha configuración alineará las caras de extremo de las fibras a lo largo de un plano común, estableciendo así una buena coplanaridad de los extremos de las fibras. Como alternativa, puede ser deseable en algunas aplicaciones usar una superficie de coincidencia no plana para impartir un perfil a la protuberancia de las fibras desde la cara de extremo de la férula. Por ejemplo, algunas aplicaciones, puede ser favorable que las fibras externas de la férula sobresalgan más que las del interior. Una configuración como esta puede mejorar el contacto físico de las fibras hacia la periferia de la férula, ya que el contacto físico con estas fibras es tradicionalmente más difícil de mantener porque el procedimiento típico de pulido tiende a producir protuberancias en la fibra que son más cortas para las fibras exteriores. Por consiguiente, en una realización, la superficie coincidente es una superficie convexa. El elemento de alineación está espaciado en relación con la superficie convexa, de manera que el vértice de la superficie convexa se ubica en el centro de la cara de extremo de la férula cuando la herramienta está acoplada con la férula. En otra realización más, puede ser deseable hacer que las fibras sobresalgan para acoplarse con una estructura de acoplamiento que tenga una superficie no planar. Por ejemplo, en una realización, las fibras pueden acoplarse ópticamente con una lente cuyas imágenes se iluminan en las caras de extremo de una serie de fibras que están dispuestas a lo largo de una superficie no planar. En una realización tal, la superficie de coincidencia se perfilará para coincidir con la superficie no planar de la estructura de acoplamiento.

Con referencia a las Figs. 4(a) a 4(d), se muestran ejemplos de diferentes perfiles de protuberancia de fibras y la superficie de coincidencia no plana correspondiente en realizaciones de la herramienta (que no están dentro del alcance de la invención) para producirlos. (Debe apreciarse que la protuberancia de las fibras en estos dibujos no está a escala, sino que se exageró en gran medida para ilustrar las realizaciones). En la Fig. 4(a), se muestra un perfil 401 de protuberancia de fibras curvado junto con la correspondiente superficie 402 de coincidencia curvada. La curva definida en este perfil es una curva con radio, aunque, como se mencionó anteriormente, la curva puede tener cualquier forma de curva, incluidas las curvas sin radio (véase Fig. 4(d)) o curvas compuestas. En la Fig. 4(b), se muestra un perfil 403 de protuberancia de fibras en forma de V, junto con la correspondiente superficie 404 de coincidencia en forma de V. En la Fig. 4(c), se muestra un perfil 405 de protuberancia de fibras escalonado junto con la correspondiente superficie 406 de coincidencia escalonada. En la Fig. 4(d), se muestra otra protuberancia de fibra curvada, en este caso, un perfil 407 de protuberancia de fibras gaussiano (o curva de campana invertida), junto con la correspondiente superficie 408 de coincidencia gaussiana. Otros perfiles de protuberancia de las fibras y las superficies de coincidencia correspondientes serán evidentes para un experto a la luz de esta descripción.

Debe apreciarse que los perfiles descritos anteriormente con respecto a una sola fila de fibras pueden combinarse, mezclarse y corresponderse para formar una variedad de diferentes perfiles de fibras tridimensionales en realizaciones que tienen tres o más filas de fibras. En otras palabras, cada perfil a lo largo de una fila (eje x) también se puede aplicar a través de filas (eje y). Por ejemplo, con referencia a las Figs. 5(a) a 5(g), se describen diversas superficies de coincidencia para producir diferentes perfiles de fibra tridimensionales. La Fig. 5(a) es una superficie elipsoidal formada al aplicar el perfil curvo de la Fig. 4(a) en los ejes x e y . La Fig. 5(b) es una superficie de aristas intersectadas formada por la aplicación del perfil en forma de V de la Fig. 4(b) en los ejes x e y . La Fig. 5(c) es una superficie cuadrada de pirámide escalonada formada al aplicar el perfil escalonado de la Fig. 4(c) en los ejes x e y . La Fig. 5(d) es una superficie cilíndrica formada al aplicar el perfil de la Fig. 4(a) justo a lo largo del eje y . La Fig. 5(e) es una superficie alargada en forma de cono, formada al girar el perfil de la Fig. 4(b) alrededor del eje z (perpendicular a los ejes x e y) y luego alargándola a lo largo del eje x . La Fig. 5(f) es un conjunto alargado de columnas concéntricas escalonadas o, más comúnmente, una superficie de pastel de bodas alargada, formada al girar el perfil de la Fig. 4(c) alrededor del eje z y luego al alargándola a lo largo del eje x . La Fig. 5(g) es una arista redondeada o superficie con forma de balón de rugby formada al aplicar el perfil de la Fig. 4(a) a lo largo del eje x y el perfil de la Fig. 4(b) a lo largo del eje y . Los ejemplos anteriores pretenden ser ilustrativos, y otras superficies serán obvias para los expertos en la técnica a la luz de la presente descripción.

Para garantizar que la superficie de coincidencia esté orientada adecuadamente con respecto a la férula, la herramienta 150 comprende al menos un segundo miembro de alineación 151 en un cierto ángulo desde la superficie de coincidencia 152. El segundo miembro de alineación está configurado para cooperar con el primer miembro de alineación de la férula. Como se mencionó anteriormente, los miembros de alineación pueden ser cualquier medio de alineación conocido. En la realización mostrada en la Fig. 2, el segundo miembro de alineación 151 es un pasador de alineación 151a adaptado para ser recibido en el orificio de alineación 104a de la férula 102. Debe entenderse que, en lugar de que el pasador de alineación esté dispuesto en la herramienta 150, está dentro

del alcance de la invención que la configuración del primer y segundo miembros de alineación esté invertida de manera que el pasador de alineación esté dispuesto en la férula, mientras que el orificio de alineación esté definido en la herramienta. Como es sabido en la técnica, los componentes cooperantes que tienen configuraciones de orificio/pasador de alineación se hacen típicamente definiendo primero los orificios de alineación en ambos componentes y luego colocando un pasador de alineación en el orificio de alineación de uno de los componentes.

Debido a que la herramienta 150 comprende una superficie de coincidencia 152 para empujar contra las caras de extremo de las fibras escindidas y empujarlas hacia atrás en la férula, debe consistir en un material que tenga una tenacidad y una resistencia a la abrasión adecuadas. Los materiales adecuados incluyen, por ejemplo, acero inoxidable, acero para herramientas, Stavax® y zafiro. Además, la superficie puede estar tratada o revestida para mejorar la durabilidad.

En la realización mostrada en la Fig. 2, el primer y el segundo miembros de alineación se acoplan para establecer una relación precisa entre la superficie de coincidencia y las fibras en la férula. Esta relación puede variar según la aplicación. Por ejemplo, en una realización, el primer miembro de alineación puede ser perpendicular a la cara de extremo de la férula y paralelo a las fibras, como en el caso de una férula de MT. Del mismo modo, el segundo miembro de alineación puede ser perpendicular a la superficie de coincidencia, de manera que, cuando el primer y el segundo miembros de alineación se acoplan, la superficie de coincidencia está alineada paralelamente a la cara de extremo de la férula y perpendicularmente a las fibras. Como alternativa, el primer y/o el segundo miembros de alineación pueden estar en ángulo con respecto a la cara de extremo de la férula/superficie de coincidencia, respectivamente, de manera que la superficie de coincidencia está en ángulo con respecto a la cara de extremo de la férula cuando el primer y el segundo miembros de alineación están acoplados.

La herramienta 150 que se muestra en la Fig. 2 tiene un solo miembro de alineación 151. Una realización como esta tiene ciertos beneficios. Por ejemplo, cuando se usa un accesorio de este tipo, la férula puede colocarse contra la superficie de coincidencia en muchas posiciones diferentes. Esto permite que la férula se posicione en cualquier lugar en un círculo alrededor del pasador de alineación único, lo que prolonga así la vida útil de la herramienta. Además, tener un solo miembro de alineación permite que el orificio del pasador/pasador se mecanice con un torno durante la misma operación/etapa que cuando se mecaniza la superficie de coincidencia (que se explica a continuación).

Como alternativa, con referencia a la Fig. 3, una realización de la herramienta 301 que no está dentro del alcance de la invención puede tener dos segundos miembros de alineación 302. El uso de un par de miembros de alineación ofrece ciertos beneficios. Primero, bloquea la herramienta 301 en una cierta orientación con respecto a la cara de extremo 103 de la férula. En otras palabras, la férula no puede pivotar sobre un solo miembro de alineación como podría hacerlo con la herramienta de la Fig. 2. Mantener una orientación entre la herramienta y la férula puede ser importante, especialmente si la superficie de coincidencia 352 no es plana sino que tiene un perfil, en este caso, una curva convexa. (Cabe señalar que el perfil o la curva en este caso puede ser tan leve que no sea perceptible a simple vista). En esta realización, es importante que el vértice 353 de la curva convexa esté posicionado cerca de las fibras centrales 356 de la serie de modo que la protuberancia de las fibras centrales 356 sea más corta que la protuberancia de las fibras externas 355 hacia el perímetro de la férula 102. Tener un par de elementos de alineación asegura este posicionamiento cuando la herramienta se acopla con la férula. Además, el elemento de alineación adicional tiende a aumentar la precisión de la alineación de la superficie de coincidencia a las fibras. Debido a que muchas férulas estándar ya tienen dos orificios de alineación, el aumento del número de puntos de alineación usados por la herramienta no afectará negativamente el costo de las férulas.

La herramienta 150 puede fabricarse por moldeo o mecanización. En una realización, la superficie de coincidencia se produce en un torno. Antes de retirar la herramienta del plato del torno, se puede formar el orificio de alineación 154 para recibir el pasador. Dicho procedimiento garantiza que el orificio de alineación (y, por lo tanto, el pasador de alineación) sea perpendicular a la superficie de coincidencia 152.

En una realización, la herramienta 150 también está configurada para controlar el grado en que la superficie de coincidencia 152 se empuja hacia atrás hacia la cara de extremo de la férula. Por ejemplo, puede ser ventajoso formar la superficie de coincidencia 152 con topes (no mostrados) que se sobresalen hacia la cara de extremo de la férula de modo que entren en contacto con la cara de extremo de la férula cuando la superficie de coincidencia está a la distancia deseada de la cara de extremo de la fibra. Como alternativa, se puede colocar una arandela o dispositivo similar alrededor del pasador de alineación 151a para que actúe como espaciador con el fin de colocar la superficie de coincidencia 152 a la distancia deseada de la cara de extremo de la férula. Otros topes y separadores para colocar la superficie de coincidencia con precisión en relación con la cara de extremo de la férula serán obvios para los expertos en la técnica a la luz de la presente descripción.

Como se muestra en la Fig. 1(d), una vez que las fibras se empujan hacia atrás hasta el punto d_f deseado, se fijan de manera tal que se mantiene su posición relativa con respecto a la férula. Métodos para fijar las fibras son bien conocidos e incluyen, por ejemplo, aplicar adhesivo en las vías de la férula. Otras técnicas para fijar la posición de las fibras pueden incluir, por ejemplo, sujetar la fibra en un objeto que está en relación fija con respecto a la férula (véase, por ejemplo, la patente de EE. UU. n.º 6.200.040, que describe dicho mecanismo de sujeción, es decir, el elemento de empalme). En una realización, un adhesivo curable por luz se inyecta en la ventana 110 antes de que

las fibras se empujen hacia atrás. Luego, una vez que se empujan nuevamente a la posición d_f deseada, se cura el adhesivo usando una cierta longitud de onda (por ejemplo, luz UV). Este procedimiento tiene la ventaja de humedecer una longitud sustancial de las fibras en virtud de que las fibras se mueven durante la etapa de alineación de la Fig. 1(c).

5 El conjunto de férula es especialmente adecuado para facilitar la protuberancia de la fibra, ya que la cara de extremo de la fibra y la cara de extremo de la férula no se pulen simultáneamente como en la técnica anterior. Pulir juntos una férula y un conjunto de fibras requiere necesariamente un desgaste diferencial de la férula y de la fibra para obtener una protuberancia de las fibras. Sin embargo, dicho desgaste diferencial puede ser difícil de controlar y, además, no facilita la variación de la protuberancia de las fibras a través de la férula. El enfoque de la presente
10 invención, por otra parte, prepara la cara de extremo de la fibra con independencia de la cara de extremo de la férula (de hecho, preferiblemente, la férula no está incluso pulida). Por lo tanto, la posición y la forma de la cara de extremo de la fibra con respecto a la cara de extremo de la férula son totalmente configurables. Por ejemplo, en una realización, las fibras pueden acoplarse ópticamente con una lente cuyas imágenes se iluminan en las caras de extremo de una serie de las fibras que están dispuestas a lo largo de una superficie no planar.

15 Una vez preparado el conjunto de férula, se puede ensamblar en un paquete óptico. Tal como se usa en el presente documento, la expresión "paquete óptico" se refiere en términos generales a un conjunto que comprende un conjunto de férula terminada con fibra y puede incluir, por ejemplo, un conector que contiene una férula (por ejemplo, conectores de múltiples fibras como el conector Lightray MPX®, el conector MT-RJ y el conector MPO, o un dispositivo que contiene una férula (por ejemplo, dispositivos pasivos, tales como filtros de inserción/extracción,
20 rejillas de guía de onda en serie (AWG, por sus siglas en inglés), divisores/acopladores y atenuadores, y dispositivos activos, como amplificadores ópticos, transmisores, receptores y transceptores). Como es bien sabido, el conjunto de férula en el paquete óptico sostiene un extremo de fibra de tal manera que el núcleo de la fibra está alineado axialmente con la vía óptica del componente de acoplamiento al que se acopla el conector o dispositivo. De esta manera, la luz de la fibra se acopla ópticamente al otro componente. La expresión "vía óptica", como se usa en el presente documento, se refiere a cualquier medio para conducir señales ópticas e incluye, por ejemplo, una fibra o guía de ondas, una estructura de sílice o polímero en un sustrato, o un componente óptico de sílice o polímero. La expresión "componente de acoplamiento" se refiere a un paquete óptico que contiene o comprende la vía óptica, y puede incluir, por ejemplo, conectores ópticos y dispositivos ópticos como se mencionó anteriormente. Un
25 componente de acoplamiento comprende típicamente una superficie de acoplamiento que está adaptada para recibir la cara de extremo de la férula para acoplar ópticamente la o las fibras con la o las vías ópticas de acoplamiento. Tales superficies de acoplamiento son bien conocidas en la técnica.

Los paquetes ópticos que comprenden el conjunto de férula tienen un número de ventajas sobre los paquetes tradicionales que contienen férula. En primer lugar, como se mencionó anteriormente, el conjunto de férulas de la presente invención elimina la necesidad de pulir. Esto da lugar a una simplificación significativa del procedimiento de
35 ensamblaje y una reducción significativa en los costes. Sin embargo, aparte de esta ventaja, el paquete de la presente invención también tiene ventajas relacionadas con el rendimiento con respecto a los conectores y paquetes tradicionales. Quizás la ventaja de rendimiento más significativa se deriva de la capacidad de configuración de la protuberancia de las fibras de la cara de extremo de la férula. La protuberancia no solo permite el uso de una férula sin pulir, sino que también facilita el acoplamiento con una férula sin pulir. Por lo tanto, el conjunto de férula elimina la necesidad de férulas pulidas por completo, lo que reduce los costes entre varios paquetes ópticos. Además, la
40 protuberancia de la fibra puede incluso aprovecharse para compensar la entalladura de una férula pulida o no pulida.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para preparar fibras terminadas que comprende:
- 5 (a) colocar una o más fibras (101) en una férula (102) que tiene una cara de extremo (103) de la férula y al menos un primer miembro de alineación (104) de manera que una porción de cada fibra se extienda hacia adelante más allá de dicha cara de extremo (103) de la férula;
- (b) después de la etapa (a), escindir dicha porción de cada fibra, formando así caras de extremo (106) de fibras escindidas;
- 10 (c) después de la etapa (b), acoplar un segundo miembro de alineación (151) de una herramienta (150) con dicho primer miembro de alineación (104) de manera que una superficie de coincidencia (152) de dicha herramienta esté alineada con dicha férula (102) y hacer coincidir dichas caras de extremo (106) de fibras escindidas contra dicha superficie de coincidencia (152), en el que uno de dichos primer o segundo miembros de alineación es un pasador de alineación y el otro es un orificio de alineación que recibe dicho pasador de alineación, y dicha herramienta (150) tiene un solo miembro de alineación (151); y
- d) después de la etapa (c), fijar dichas fibras (101) con relación a dicha férula (102).
- 15 2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que hacer coincidir dichas caras de extremo de fibras escindidas comprende mover dicha superficie de coincidencia (152) hacia atrás, empujando así dichas fibras (101) hacia atrás hasta que todas dichas caras de extremo (106) de fibras escindidas hagan tope con dicha superficie de coincidencia y hasta que dicha superficie de coincidencia (152) se encuentre a una cierta distancia de dicha cara de extremo (103) de la férula .
- 20 3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha cierta distancia es de aproximadamente 1 µm a aproximadamente 3,5 µm.
4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dicha cierta distancia es esencialmente una distancia nula, dando lugar así a que no sobresalgan dichas fibras.
5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha escisión es una escisión por láser.
- 25 6. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho primer miembro de alineación (104) es un orificio de alineación y dicho segundo miembro de alineación (151) es un pasador de alineación.
7. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha superficie de coincidencia (152) es plana.
8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha férula (102) es una férula de tipo MT.
9. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha férula es una férula de múltiples fibras.
- 30 10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, en la etapa (c), dos segundos miembros de alineación se acoplan con dos primeros miembros de alineación.
11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha superficie de coincidencia (152) no es plana y es al menos una de entre: curvada, con forma de V, escalonada, elipsoidal, de aristas intersectadas, pirámide cuadrada escalonada, cilíndrica, cónica, de columnas concéntricas escalonadas alargadas, y de aristas curvadas.
- 35 12. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha cara de extremo de la férula no está pulida.
13. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa (d), antes de la etapa (b), dichas fibras se empujan a través de dicha férula de manera que se extienden más allá de dicha cara de extremo de la férula, se aplica adhesivo sobre dichas fibras, y luego dichas fibras se extraen mientras se deja dicha porción de cada fibra extendida más allá de dicha cara de extremo de la férula.

40

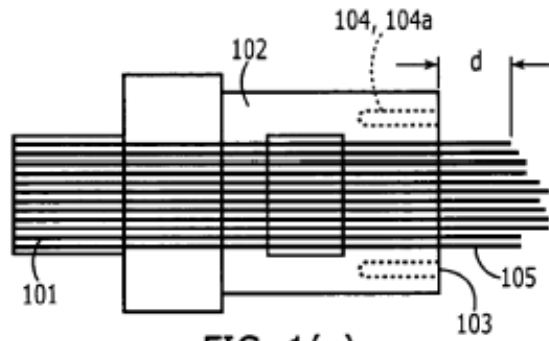


FIG. 1(a)

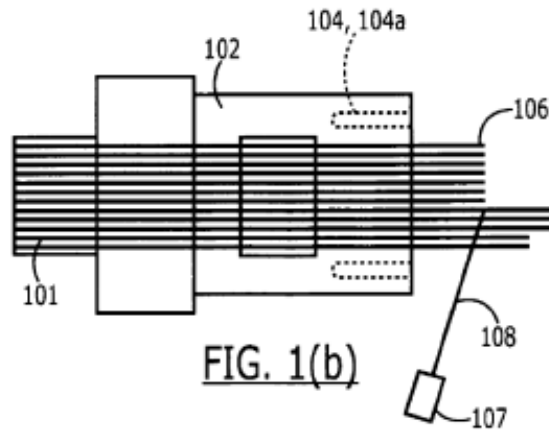


FIG. 1(b)

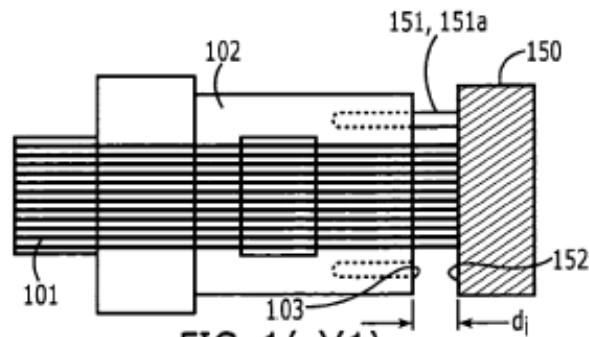
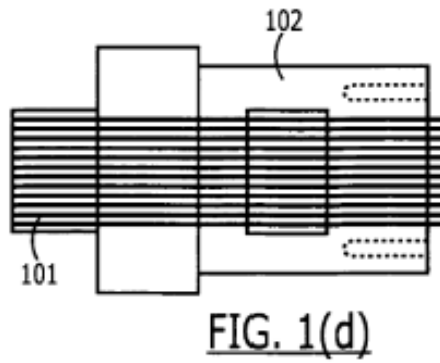
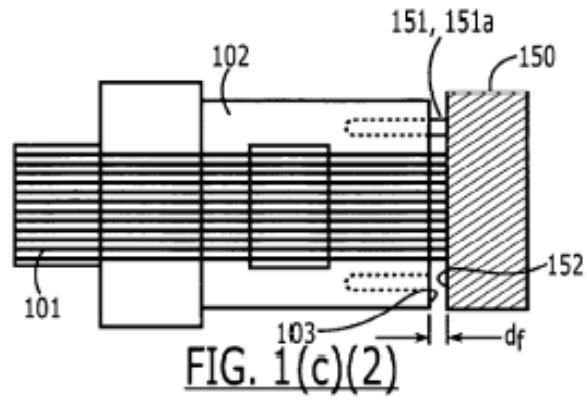


FIG. 1(c)(1)



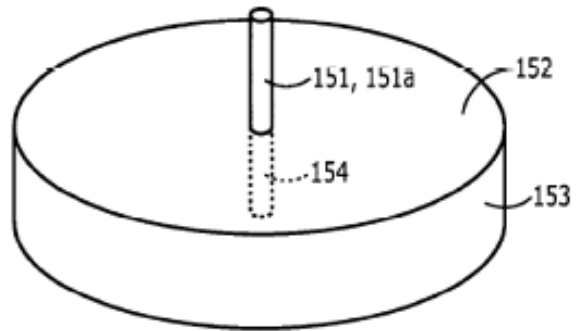


FIG. 2

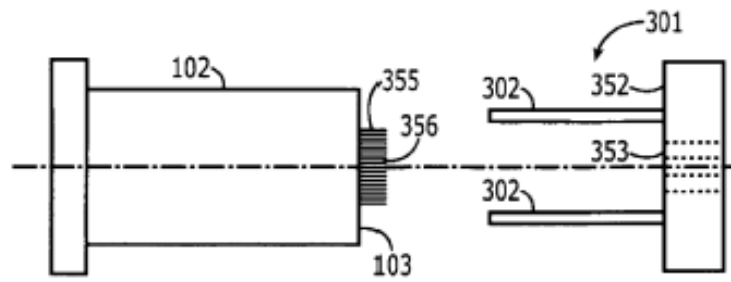
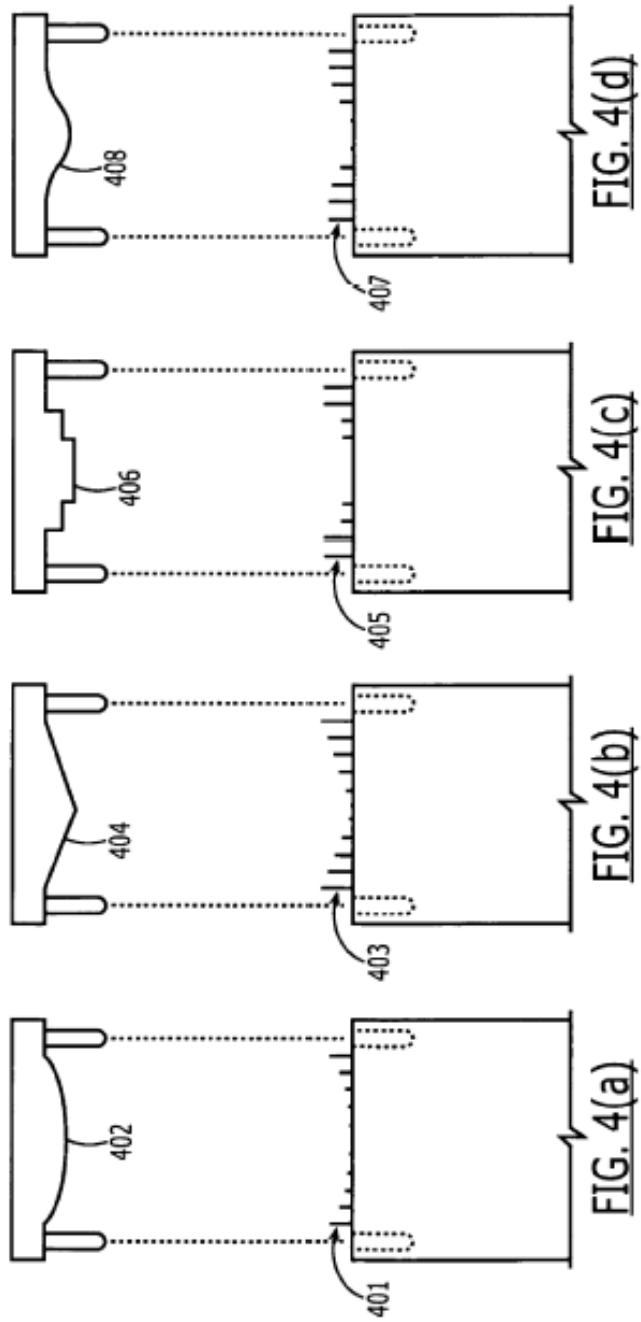


FIG. 3



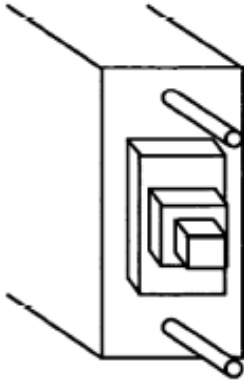


FIG. 5(a)

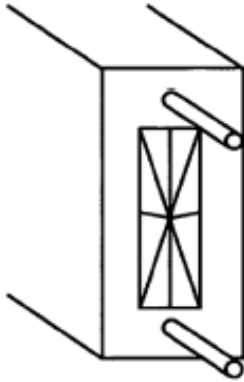


FIG. 5(b)

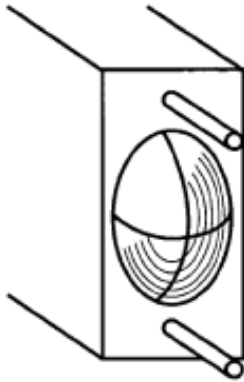


FIG. 5(c)

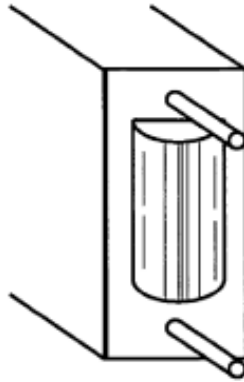


FIG. 5(d)

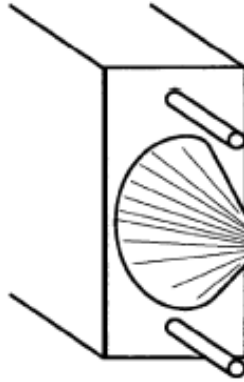


FIG. 5(e)

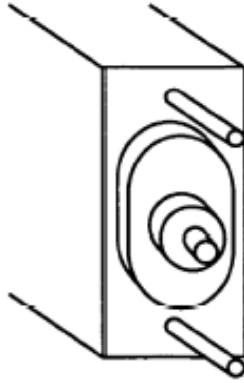


FIG. 5(f)

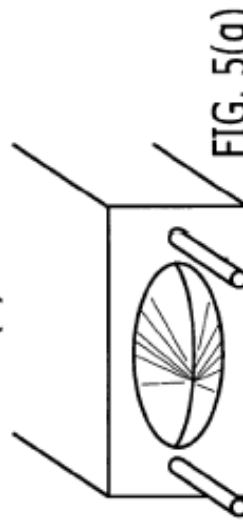


FIG. 5(g)