

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 472**

51 Int. Cl.:

G02B 6/38 (2006.01)

G02B 6/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2013 E 19218077 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2022 EP 3650898**

54 Título: **Ensamble de Fibra Óptica**

30 Prioridad:

20.02.2012 US 201261600915 P

19.06.2012 US 201261661667 P

29.06.2012 US 201261666683 P

21.08.2012 US 201261691621 P

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

29.11.2022

73 Titular/es:

**COMMSCOPE TECHNOLOGIES LLC (100.0%)
1100 CommScope Place SE
Hickory, NC 28602, US**

72 Inventor/es:

**OTT, MICHAEL JAMES;
HUEGERICH, THOMAS P.;
ZIMMEL, STEVEN C. y
NHEP, PONHARITH**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 929 472 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

Ensamble de Fibra Óptica

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere generalmente a un método para fabricar un conector de fibra óptica.

10 Antecedentes

10 Los sistemas de comunicación de fibra óptica están volviéndose frecuentes en parte porque los proveedores de servicios quieren suministrar a los clientes capacidades de comunicación de gran ancho de banda (por ejemplo, datos y voz). Los sistemas de comunicación de fibra óptica emplean una red de cables de fibra óptica para transmitir grandes volúmenes de datos y señales de voz a distancias relativamente largas. Los conectores de fibra óptica son una parte importante de la mayoría de los sistemas de comunicación de fibra óptica. Los conectores de fibra óptica permiten que dos fibras ópticas se conecten y desconecten ópticamente de forma rápida.

20 Un conector de fibra óptica típico incluye un conjunto de férula que se soporta en un extremo frontal de la carcasa del conector. El conjunto de férula incluye una férula y un cubo montado en un extremo trasero de la férula. Se usa un resorte para desviar el conjunto de férula en una dirección hacia delante con relación a la carcasa del conector. La férula funciona para soportar una porción de extremo de al menos una fibra óptica (en el caso de una férula multifibra, se soportan los extremos de múltiples fibras). La férula tiene una cara de extremo frontal en la que se ubica un extremo pulido de la fibra óptica. Cuando se interconectan dos conectores de fibra óptica, las caras de extremo frontales de sus férulas respectivas colindan entre sí y las férulas se fuerzan juntas mediante las cargas de resorte de sus respectivos resortes. Con los conectores de fibra óptica conectados, sus fibras ópticas respectivas se alinean coaxialmente de manera que las caras de extremo de las fibras ópticas se oponen directamente entre sí. De esta manera, puede transmitirse una señal óptica de fibra óptica a fibra óptica a través de las caras de extremo alineadas de las fibras ópticas. Para muchos estilos de conectores de fibra óptica, la alineación entre dos conectores de fibra óptica se proporciona mediante el uso de un adaptador de fibra óptica que recibe los conectores, alinea las férulas y sujeta mecánicamente los conectores en una orientación conectada entre sí.

30 Un conector de fibra óptica a menudo se fija al extremo de un cable de fibra óptica correspondiente mediante el anclaje de una estructura de resistencia a la tracción (por ejemplo, miembros de resistencia como hilos de aramida, varillas reforzadas con fibra de vidrio, etc.) del cable a la carcasa del conector. El anclaje se logra típicamente mediante el uso de técnicas convencionales tales como engarces o adhesivos. El anclaje de la estructura de resistencia a la tracción del cable a la carcasa del conector es ventajoso porque permite que la carga de tracción aplicada al cable se transfiera desde los miembros de resistencia del cable directamente a la carcasa del conector. De esta forma, la carga de tracción no se transfiere al conjunto de férula del conector de fibra óptica. Si la carga de tracción se aplicara al conjunto de férula, tal carga de tracción podría causar que el conjunto de férula se tirase en una dirección proximal contra el empuje del resorte del conector, de esta manera, posiblemente causaría una desconexión óptica entre el conector y su correspondiente conector acoplado. Los conectores de fibra óptica del tipo descrito anteriormente pueden denominarse conectores a prueba de tracción. En otros estilos de conector, la capa de resistencia a la tracción del cable de fibra óptica puede anclarse al cubo del conjunto de férula.

45 Los conectores típicamente se instalan en los cables de fibra óptica en la fábrica mediante un proceso de terminación directa. En un proceso de terminación directa, el conector se instala en el cable de fibra óptica asegurando una porción de extremo de una fibra óptica del cable de fibra óptica dentro de una férula del conector. Una vez asegurada la porción de extremo de la fibra óptica dentro de la férula, la cara de extremo de la férula y la cara de extremo de la fibra óptica se pulen y se procesan de cualquier otra manera para proporcionar una interfaz óptica aceptable en el extremo de la fibra óptica. Se prefiere una terminación directa porque es bastante simple y no tiene pérdidas del tipo asociado con una conexión empalmada.

50 El documento WO 02/079840 A1 describe un conjunto de férula que tiene estrías y un miembro de posición que tiene una superficie de abertura deformable de manera que el miembro de posición no puede girar alrededor del conjunto de férula una vez que se efectúa una primera interfaz entre los empalmes y la superficie de abertura. Además, se describe el uso de la alineación activa para determinar una dirección de desplazamiento del núcleo del conjunto de férula antes de montar el miembro de posición.

60 Un número de factores son importantes con respecto al diseño de un conector de fibra óptica. Un aspecto se refiere a la facilidad de fabricación y ensamble.

Otro aspecto se refiere al tamaño del conector y la compatibilidad con el equipamiento heredado. Aún otro aspecto se refiere a la capacidad para proporcionar conexiones de alta calidad de la señal con degradación mínima de la señal.

65 Un problema es proporcionar un método para fabricar una fibra óptica que resuelva al menos uno de los problemas

mencionados anteriormente.

La invención se define mediante un método con las medidas de acuerdo con la reivindicación 1.

5 La invención se refiere a un método para fabricar un conector de fibra óptica, el método que comprende:

determinar una dirección de desplazamiento del núcleo de un conjunto de férula que incluye una férula y un tope de fibra óptica asegurado dentro de la férula, en donde la dirección de desplazamiento del núcleo se determina antes de que se monte un cubo en la férula;

10 proporcionar un identificador de dirección de desplazamiento del núcleo en la férula una vez que se ha identificado la dirección de desplazamiento del núcleo; y
orientar de manera giratoria el cubo en la férula mediante el uso del identificador de dirección de desplazamiento del núcleo.

15 En una modalidad, el cubo se enchaveta de manera giratoria con relación a un cuerpo de conector correspondiente.

En la descripción que sigue se establecerán una variedad de aspectos adicionales. Los aspectos se refieren a características individuales y combinaciones de características. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son únicamente ilustrativas y explicativas y no limitan los conceptos inventivos amplios en los que se basan las modalidades descritas en la presente descripción.

20 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal, en perspectiva, frontal de un conjunto de férula de acuerdo con los principios de la presente descripción;

La Figura 2 es una vista en perspectiva, trasera del conjunto de férula de la Figura 1;

La Figura 3 es una vista en sección transversal longitudinal del conjunto de férula de la Figura 1 con una tapa guardapolvo instalada en la férula;

30 La Figura 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 4-4 de la Figura 3, la vista en sección transversal muestra una porción de fibra desnuda de una fibra óptica del conjunto de férula;

La Figura 5 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 5-5 de la Figura 3, la sección transversal muestra una porción de fibra recubierta del conjunto de férula;

La Figura 6 es una vista en sección transversal que muestra una configuración alternativa para la porción de fibra recubierta de la Figura 5;

35 La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra una secuencia del proceso para fabricar el conjunto de férula de la Figura 1;

La Figura 8 es una vista lateral que muestra el conjunto de férula de la Figura 1 en el proceso de ser pulido en una mesa de pulido;

La Figura 9 es una vista superior del conjunto de férula y la mesa de pulido de la Figura 8;

40 La Figura 10 muestra el conjunto de férula de la Figura 1 en el proceso de ser ajustado con respecto a la concentricidad del núcleo;

La Figura 11 es una vista posterior del conjunto de férula de la Figura 1 con la férula marcada con el propósito del ajuste de la concentricidad del núcleo;

45 La Figura 12 es un gráfico usado como una herramienta para determinar la dirección del desplazamiento del núcleo establecida durante el ajuste de la concentricidad del núcleo;

La Figura 13 es una vista en sección transversal, en perspectiva, frontal de un conjunto de cable y conector de fibra óptica;

La Figura 14 es otra vista en sección transversal del conjunto de cable y conector de fibra óptica de la Figura 13, el conector se muestra sin una tapa guardapolvo;

50 La Figura 15 es una vista en sección transversal, longitudinal del conjunto de cable y conector de fibra óptica de la Figura 13;

La Figura 16 es un diagrama de flujo que ilustra una secuencia de etapas para fabricar en fábrica el conjunto de cable y conector de fibra óptica de la Figura 13;

La Figura 17 muestra el conjunto de férula de la Figura 1 que se sujeta para pelar, limpiar y cortar por láser;

55 La Figura 18 muestra el cable de fibra óptica del el conjunto de cable y conector de fibra óptica de la Figura 13 con su fibra óptica siendo sujeta para pelar, limpiar y cortar por láser;

La Figura 19 muestra la fibra óptica del conjunto de férula de la Figura 1 en alineación gruesa de la fibra óptica del cable de fibra óptica;

60 La Figura 20 muestra la fibra de férula alineada exactamente con la fibra de cable de fibra óptica, las fibras alineadas se muestran en una estación de tratamiento de arco, también se muestra el blindaje de arco;

La Figura 21 muestra la disposición de la Figura 20 con el blindaje bajado para proteger la férula y las porciones recubiertas de las fibras cuando se activa el dispositivo de tratamiento de arco para formar un empalme por fusión entre las fibras ópticas alineadas;

65 La Figura 22 muestra la disposición de la Figura 21 después de que se ha formado una capa de recubrimiento protectora inicial o de sobremoldeo sobre el empalme por fusión;

La Figura 23 muestra la disposición de la Figura 22 después de que un cubo se ha sobremoldeado sobre la

porción trasera de la férula del conjunto de férula y también sobre el empalme entre las fibras alineadas;
La Figura 24 es una vista en sección transversal que ilustra un molde para formar el cubo de sobremoldeado de la Figura 23;
La Figura 25 es una vista en perspectiva del conjunto de férula de la Figura 1 empalmado al cable de fibra óptica y sobremoldeada con el cubo;
La Figura 26 es una vista posterior frontal de otro conector de fibra óptica de acuerdo con los principios de la presente descripción;
La Figura 27 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 27-27 de la Figura 26;
La Figura 27A es una vista ampliada de una porción de la Figura 27;
La Figura 28 es una vista posterior frontal de un conector de fibra óptica adicional;
La Figura 29 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 29-29 de la Figura 28;
La Figura 29A es una vista ampliada de una porción de la Figura 29;
La Figura 30 es una vista posterior frontal de otro conector de fibra óptica;
La Figura 31 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 31-31 de la Figura 30;
La Figura 31A es una vista ampliada de una porción de la Figura 31;
La Figura 32 es una vista posterior frontal de un conector de fibra óptica adicional;
La Figura 33 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 33-33 de la Figura 32;
La Figura 33A es una vista ampliada de una porción de la Figura 33;
La Figura 34 es una vista posterior frontal de otro conector de fibra óptica;
La Figura 35 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 35-35 de la Figura 34;
La Figura 35A es una vista ampliada de una porción de la Figura 35;
Las Figuras 36-40 muestran una secuencia de fabricación de ejemplo para empalmar un tope de fibra de una férula a una fibra de un cable y para encerrar el empalme y una porción de la férula dentro de un cubo compuesto adecuado para usar en cualquiera de los conectores de fibra óptica descritos en la presente descripción;
La Figura 41 ilustra una férula multifibra que no forma parte de la invención reivindicada, la férula multifibra se muestra soportando un tope de fibra óptica que tiene una pluralidad de fibras ópticas;
La Figura 42 ilustra un conector óptico de multifibra que incorpora la férula multifibra de la Figura 41; Las Figuras 43-48 ilustran una secuencia de etapas para preparar un cable óptico multifibra para empalmar al tope de fibra óptica de la férula multifibra de la Figura 41; Las Figuras 49-51 muestran una secuencia de etapas del proceso para preparar el tope de fibra óptica de la férula multifibra de la Figura 41 para empalmar al cable multifibra de las Figuras 43-48;
La Figura 52 es una vista en perspectiva de una bandeja de empalme de fusión para usar en el empalme de fusión del cable multifibra de las Figuras 43-48 al tope de fibra de la férula de la Figura 41;
La Figura 53 es una vista superior de la bandeja de empalme de fusión de la Figura 52;
La Figura 53A es una vista ampliada de una porción de la Figura 53;
La Figura 54 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 54-54 de la Figura 53;
La Figura 54A es una vista ampliada de una porción de la Figura 54; y
Las Figuras 55-62 muestran una secuencia de etapas para ensamblar el conector multifibra de la Figura 42 después de que se ha empalmado el tope de fibra de la férula multifibra de la Figura 41 al cable multifibra de las Figuras 43-48;
Las Figuras 63-67 muestran una modalidad alternativa que muestra una secuencia de fabricación que no forma parte de la invención reivindicada para empalmar un tope de fibra de una férula a una fibra de un cable y para encerrar el empalme y una porción de la férula dentro de un cubo compuesto adecuado para usar en cualquiera de los conectores de fibra óptica descritos en la presente descripción;
La Figura 68 es una representación preensamblada de una férula y una brida de acuerdo con los principios de la presente invención;
La Figura 69 es una vista lateral de la Figura 68;
La Figura 70 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 70-70 de la Figura 69;
La Figura 71 es una vista superior de la Figura 68;
La Figura 72 es una vista en perspectiva del conjunto de férula de las Figuras 63-65 empalmadas al cable de fibra óptica y sobremoldeadas con el cubo;
La Figura 73 es una vista lateral de la Figura 72; y
La Figura 74 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea de sección 74-74 de la Figura 73;
La Figura 75 es una vista frontal en perspectiva de un conjunto de molde;
La Figura 76 es una vista lateral del conjunto de molde mostrado en la Figura 75
La Figura 77 es una vista inferior en perspectiva del conjunto de molde mostrado en la Figura 75;
La Figura 78 es una vista en sección transversal del conjunto de molde mostrado en la Figura 75;
La Figura 79 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de la vista del conjunto de molde representado en la Figura 78;
La Figura 80 es una vista superior de una porción de cavidad de una parte superior del conjunto de molde mostrado en la Figura 75;
La Figura 81 es una vista superior de una porción de cavidad de una parte inferior del conjunto de molde mostrado en la Figura 75;
La Figura 82 es un diagrama de flujo de un proceso de moldeo por inyección que se puede usar con el conjunto de molde mostrado en la Figura 75;

La Figura 83 es una vista despiezada de otro conjunto de férula y cubo de acuerdo con los principios de la presente descripción;

La Figura 84 es una vista parcialmente ensamblada del conjunto de férula y cubo de la Figura 83;

5 La Figura 85 es una vista lateral del conjunto de férula de la Figura 83 con una porción de cubo frontal sobremoldeada sobre la férula;

La Figura 86 es una vista en perspectiva, trasera del conjunto de férula y la porción de cubo frontal de la Figura 85;

La Figura 87 es una vista despiezada de un conjunto de férula y cubo adicional de acuerdo con los principios de la presente descripción;

10 La Figura 88 muestra el conjunto de férula y cubo de la Figura 87 en una configuración parcialmente ensamblada;

La Figura 89 es una vista en perspectiva de una carcasa del conjunto de férula y cubo de las Figuras 87 y 88;

La Figura 90 es una vista despiezada de todavía otro conjunto de férula y cubo de acuerdo con los principios de la presente descripción;

15 La Figura 91 muestra una carcasa de cubo alternativa que puede usarse con la férula y la porción de cubo frontal de la modalidad de las Figuras 87 y 88;

La Figura 92 es una vista despiezada que ilustra un conector estilo LC que incorpora el conjunto de férula y cubo de las Figuras 83 y 84; y

20 La Figura 93 es una vista en sección transversal del conector de la Figura 92.

Descripción detallada

25 Las Figuras 1 y 2 ilustran un conjunto de férula 20 de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de férula 20 incluye una férula 22 y un tope de fibra óptica 24 asegurados a la férula 22. El tope de fibra óptica 24 puede denominarse como una "primera fibra óptica". La férula 22 incluye un extremo frontal 26 colocado opuesto a un extremo trasero 28. El extremo frontal 26 incluye preferentemente una cara de extremo 30 en la que se ubica un extremo de interfaz 32 del tope de fibra óptica 24. La férula 22 define un agujero de férula 34 que se extiende a través de la férula 22 desde el extremo frontal 26 hasta el extremo trasero 28. El tope de fibra óptica 24 incluye una primera porción 36 asegurada dentro del agujero de férula 34 y una segunda porción 38 que se extiende hacia atrás desde el extremo trasero 28 de la férula 22. La segunda porción 38 puede denominarse como una "coleta" o como una "porción de extremo libre".

35 La férula 22 se construye preferentemente de un material relativamente duro capaz de proteger y soportar la primera porción 36 del tope de fibra óptica 24. En una modalidad, la férula 22 tiene una construcción cerámica. En otras modalidades, la férula 22 puede hacerse de materiales alternativos tales como Ultem™, materiales termoplásticos tales como Sulfuro de polifenileno (PPS), otros plásticos de ingeniería o diferentes metales. En modalidades de ejemplo, la férula 22 tiene una longitud L1 en el intervalo de 5-15 milímetros (mm), o en el intervalo de 8-12 mm.

40 La primera porción 36 del tope de fibra óptica 24 se asegura preferentemente mediante un adhesivo (por ejemplo, epoxi) dentro del agujero de férula 34 de la férula 22. El extremo de interfaz 32 incluye preferentemente una cara de extremo pulida accesible en el extremo frontal 32 de la férula 22.

45 Refiriéndose a la Figura 3, el agujero de férula 34 tiene una configuración escalonada con un primer segmento de agujero 40 que tiene un primer diámetro d1 y un segundo segmento de agujero 42 que tiene un segundo diámetro d2. El segundo diámetro d2 es mayor que el primer diámetro d1. Un paso de diámetro 44 proporciona una transición del primer diámetro d1 al segundo diámetro d2. El primer segmento de agujero 40 se extiende desde el extremo frontal 26 de la férula 22 hasta el paso de diámetro 44. El segundo segmento de agujero 42 se extiende desde el paso de diámetro 44 hacia el extremo trasero 28 de la férula 22. El agujero de la férula 34 incluye además una transición cónica 39 que se extiende desde el segundo segmento de agujero 42 al extremo trasero 28 de la férula 22. En ciertas modalidades, el primer diámetro d1 es aproximadamente 125,5 micras con una tolerancia de +1 micra. En ciertas modalidades, el segundo diámetro d2 puede ser aproximadamente 250 micras para alojar a una fibra óptica recubierta, o aproximadamente 900 micras para alojar a una fibra óptica recubierta y amortiguada. En un ejemplo, d1 está en el intervalo de 230-260 micras y d2 está en el intervalo de 500-1100 micras.

55 La primera porción 36 del tope de fibra óptica 24 incluye un segmento de fibra desnuda 46 que se ajusta dentro del primer segmento de agujero 40 de la férula 22 y un segmento de fibra recubierta 48 que se ajusta dentro del segundo segmento de agujero 42 de la férula 22. El segmento de fibra desnuda 46 es preferentemente vidrio desnudo y, como se muestra en la Figura 4, incluye un núcleo 47 rodeado por una capa de revestimiento metálico 49. En una modalidad preferida, el segmento de fibra desnuda 46 tiene un diámetro exterior que no es más de 0,4 micras más pequeño que el primer diámetro d1. En ciertas modalidades, el segmento de fibra recubierta 48 incluye una o más capas de recubrimiento 51 que rodean la capa de revestimiento metálico 49 (ver la Figura 5). En ciertas modalidades, la capa o capas de recubrimiento 51 pueden incluir un material polimérico tal como acrilato que tiene un diámetro exterior en el intervalo de aproximadamente 230-260 micras. En aún otras modalidades, la capa/capas de recubrimiento 51 pueden rodearse por una capa de amortiguación 53 (por ejemplo, una capa de amortiguación ajustada o suelta) (ver la Figura 6) que tiene un diámetro exterior en el intervalo de aproximadamente 500-1100 micras.

La segunda porción 38 del tope de fibra óptica 24 preferentemente tiene una longitud L2 que es relativamente pequeña. Por ejemplo, en una modalidad, la longitud L2 de la segunda porción 38 es menor que la longitud L1 de la férula 22. En aún otras modalidades, la longitud L2 no es más de 20 mm, o no es más de 15 mm, o no es más de 10 mm. En aún otras modalidades, la longitud L2 de la segunda porción 38 está en el intervalo de 1-20 mm, o en el intervalo de 1-15 mm, o en el intervalo de 1-10 mm, o en el intervalo de 2-10 mm, o en el intervalo de 1-5 mm, o en el intervalo de 2-5 mm, o menos de 5 mm, o menos de 3 mm, o en el intervalo de 1-3 mm.

La Figura 7 describe un proceso para fabricar el conjunto de férula 20 de las Figuras 1-3. El proceso de fabricación comienza en la etapa 100 donde la férula 22 se alimenta a una estación de procesamiento o ubicación. Se apreciará que la férula 22 puede alimentarse mediante un mecanismo de alimentación automatizado tal como un mecanismo de alimentación de tazón.

Una vez que se ha seleccionado la férula 22 y alimentado o se ha movido de cualquier otra manera a la estación de procesamiento, el diámetro interno de la férula 22 se mide preferentemente (ver la etapa 102). Por ejemplo, el primer diámetro d1 definido por el primer segmento de agujero 40 del agujero de férula 34 se mide preferentemente. Un manipulador de férulas automatizado (por ejemplo, un sujetador/sopORTE 37 como se muestra esquemáticamente en la Figura 8) puede recibir la férula 22 del mecanismo de alimentación automatizado y puede sostener y/o manipular la férula 22 durante la medición.

Una vez que se ha determinado el primer diámetro d1 del agujero de férula 34, se selecciona una fibra óptica adecuada para la inserción dentro de la férula (ver la etapa 104). Preferentemente, se proporciona una pluralidad de carretes de fibra 60a-60d en la estación de procesamiento. Cada uno de los carretes de fibra 60a-60d incluye una fibra óptica independiente 62a-62d. Cada una de las fibras ópticas 62a-62d preferentemente tiene un diámetro exterior de revestimiento diferente. Es conveniente seleccionar la fibra óptica 62a-62d que tiene un diámetro exterior de revestimiento que está más cerca al diámetro medido d1 de la férula 22. En ciertas modalidades, el primer diámetro medido d1 no es más de 0,4 micras más grande que el diámetro exterior de revestimiento de la fibra óptica seleccionada 62a-62d.

Para mejorar la concetricidad del núcleo con respecto al diámetro exterior de la férula 22, es conveniente que las fibras ópticas 62a-62d sean fibras ópticas de alta precisión en las que los parámetros tales como el diámetro exterior de revestimiento y la concetricidad del núcleo al revestimiento se fabrican para una tolerancia relativamente ajustada. En ciertas modalidades, cada una de las fibras ópticas 62a-62d tiene un diámetro de revestimiento exterior fabricado dentro de una tolerancia de +/-0,7 micras y también tiene un desplazamiento de concetricidad del núcleo al revestimiento menor o igual a 0,5 micras (es decir, el centro del núcleo se desplaza desde el centro del diámetro de revestimiento en no más de 0,5 micras). La férula 22 también se fabrica preferentemente con especificaciones de tolerancia relativamente precisas. Por ejemplo, en una modalidad, el diámetro d1 de la férula tiene una dimensión de 125,5 micras más 1,0 micras, menos 0,0 micras. Adicionalmente, la férula 22 puede tener una concetricidad de agujero de fibra a diámetro exterior desplazada menos de o igual a 1 micra (es decir, el centro del agujero de férula se desplaza desde el centro del diámetro exterior de la férula en no más de 1 micra). Mediante el uso de una férula de precisión en combinación con una fibra óptica de precisión, y teniendo varias fibras ópticas de precisión de diferentes tamaños de las cuales seleccionar la fibra óptica que se insertará en la férula, es posible optimizar la concetricidad de la fibra óptica dentro de la férula 22 sin ajuste giratorio y más aún con ajuste giratorio. En una modalidad económicamente razonable, se podrían emplear cuatro fibras de diámetros conocidos de 125,3 micras, 125,6 micras, 125,9 micras, y 126,2 micras para hacer coincidir con el diámetro interno de la férula dentro de 0,2 a 0,3 micras. Mediante el uso de este proceso de selección de fibra como parte del proceso de fabricación, es posible que todos los conjuntos de férulas 20 salidos del proceso de fabricación tengan un primer diámetro medido d1 que no sea más de 0,4 micras más grande que el diámetro exterior de revestimiento de la fibra óptica seleccionada 62a-62d. Aquellos que caen fuera de la tolerancia pueden rechazarse, pero debido al proceso solo un número relativamente pequeño puede caer fuera de la tolerancia mejorando de esta manera la efectividad de los costos del proceso. En otras modalidades, los conjuntos de férulas 20 fabricados y sacados de acuerdo con el proceso pueden tener primeros diámetros medidos d1 que en promedio no son más de 0,4 micras más grandes que los diámetros exteriores de revestimiento de la fibra óptica seleccionada 62a-62d.

Una vez que se ha seleccionado la fibra óptica 62a-62d del diámetro apropiado, la fibra óptica se corta a la longitud para formar el tope de fibra óptica 24 (ver la etapa 106). En ciertas modalidades, la fibra óptica cortada 24 tiene una longitud de menos de 40 micras. En otras modalidades, la fibra óptica 24 tiene una longitud de menos de 30 micras, o menos de 25 micras, o menos de 20 micras, o menos de 15 micras. En aún otras modalidades, la fibra óptica cortada tiene una longitud en el intervalo de 12-25 micras.

En la etapa 108, se pela la fibra óptica 24. Al pelar la fibra óptica 24, se expone el segmento de fibra desnuda 46. El segmento de fibra desnuda 46 incluye preferentemente un núcleo de vidrio 47 y revestimiento 49 como se muestra en la Figura 4. Las etapas de corte y pelado se pueden automatizar.

Después de pelar la fibra óptica 24, la epoxi se dispensa en el agujero de férula 34 de la férula 22 (ver la etapa 110), y la fibra óptica 24 se inserta en el agujero de férula 34. Debido a la tolerancia relativamente ajustada entre el primer diámetro d1 del segmento de fibra desnuda 46 del tope de fibra óptica 24 y la primera porción 36 del agujero de fibra

34, la tensión superficial entre la epoxi con en el agujero de férula 34 y el tope de fibra óptica 24 proporciona una función de autocentrado que ayuda a centrar el segmento de fibra desnuda 46 dentro del primer segmento de agujero 40. Dicha inserción de fibra se indica en la etapa 112 del proceso. El tope de fibra óptica 24 se inserta en el agujero de férula 34 a través del extremo trasero 28 de la férula 22. Durante la inserción, el tope de fibra óptica 24 se orienta de manera que el segmento de fibra desnuda 46 conduce el tope de fibra óptica 24 a través de la férula 22. Después de la inserción, una porción de extremo del segmento de fibra desnuda 46 se proyecta hacia fuera desde la cara de extremo 34 de la férula 22. Las etapas de aplicación de epoxi e inserción de fibra pueden automatizarse. Durante dichas etapas, la férula se puede sujetar por el manipulador de férulas automatizado.

En la etapa 114, el conjunto de férula 20 se cura (por ejemplo, se cura en el horno), se enfría y se corta. Se observa que el proceso de curado es particularmente eficiente porque la férula 22 puede calentarse directamente y el calor no necesita pasar a través de un cuerpo de conector u otra estructura rodeando la férula 22. De manera similar, el proceso de enfriamiento es eficiente ya que solo necesita enfriarse la férula 22 y el tope de fibra óptica 24. El corte se puede realizar mediante el uso de un láser o una herramienta de corte mecánica. Las etapas de curado, enfriamiento y corte pueden automatizarse.

Una vez que el tope de fibra óptica 24 se ha cortado adyacente a la cara de extremo 30 de la férula 22, el extremo de la interfaz cortada 32 de la fibra óptica 24 puede pulirse como se indica en la etapa 116. Se apreciará que el proceso de pulido puede incluir múltiples etapas de pulido mediante el uso de diferentes almohadillas de pulido y compuestos de pulido que tienen diferentes grados de abrasividad. Debido a que el conjunto de férula 20 no se conecta a una longitud extendida de cable, se puede aplicar presión de pulido vertical descendente sin la carga lateral de un cable. La ausencia de una longitud extendida del cable acoplado a la férula 22 también permite que el conjunto de férula 20 gire alrededor de su eje 76 durante el proceso de pulido. El conjunto de férula 20 puede girar alrededor de su eje 76 a una velocidad de al menos $1/6 \text{ s}^{-1}$, o al menos $5/6 \text{ s}^{-1}$, o al menos $5/3 \text{ s}^{-1}$, o al menos $25/3 \text{ s}^{-1}$.

Las Figuras 8 y 9 muestran la cara de extremo de férula 30 y el extremo de interfaz 32 de la fibra óptica 24 que se está puliendo mediante el uso de una mesa de pulido giratoria 70 que gira alrededor de un eje 72. Se puede proporcionar una almohadilla de pulido 74 en la mesa de pulido giratoria 70. En otras modalidades, en lugar de girar, la tabla de pulido 70 puede oscilar, corresponder, moverse a lo largo de una trayectoria de órbita aleatoria o moverse de cualquier otra manera. Además, durante el proceso de pulido, puede ser conveniente girar la férula 22 alrededor de su eje de rotación 76 como se describió anteriormente.

Como se muestra en las Figuras 8 y 9, se usa un proceso de pulido mecánico para pulir la cara de extremo 30 de la férula y el extremo de interfaz 32 del tope de fibra óptica 24. En otras modalidades, puede usarse un láser para cortar y pulir/procesar el extremo de interfaz 32 del tope de fibra óptica 24. Cuando se procesa el extremo 32 del tope de fibra óptica 24 con un láser, puede ser conveniente girar la férula 22 alrededor de su eje 76 como se describió anteriormente.

Las etapas de pulido descritas anteriormente pueden automatizarse. Durante el pulido, la férula 22 se puede sujetar por el manipulador de férula automatizado. En ciertas modalidades, el manipulador automatizado puede incluir un accionamiento giratorio 35 para girar la férula 22 alrededor de su eje 76 durante el pulido u otras etapas descritas en la presente descripción aquí el giro de la férula 22 alrededor de su eje central es conveniente.

Durante el proceso de pulido, es conveniente interrumpir el pulido y proporcionar ajuste del conjunto de férula 20 (ver la etapa 118). Se apreciará que el ajuste es un proceso donde se establece una dirección de desplazamiento del núcleo 47 y se proporciona una indicación de la dirección de desplazamiento del núcleo en la férula 22. La indicación de la dirección de desplazamiento del núcleo puede incluir cualquier número de técnicas tales como imprimir una marca en la férula 22, grabar una marca en la férula 22, o marcar la férula 22 de cualquier otra manera. La dirección de desplazamiento del núcleo es la dirección en la que el núcleo 47 se desplaza desde una línea central (por ejemplo, el eje 76) de la férula 22.

Como se muestra en la Figura 10, el conjunto de férula 20 se ajusta al brillar una luz 80 a través de un extremo trasero del tope de fibra óptica 24 de manera que la luz se transmite a través del tope de fibra óptica 24 y hacia afuera del extremo de interfaz 32 del tope de fibra óptica 24. Puede usarse una cámara 82 u otra estructura para ver y monitorear la salida de luz a través del núcleo de fibra 47 en el extremo 32 para determinar la posición del núcleo. El conjunto de férula 20 se gira entonces alrededor de su eje 76 mientras la luz 80 se continúa dirigiendo a través del tope de fibra óptica 24 y la cámara 82 continúa viendo el extremo 32 del tope de fibra óptica 24. A medida que el conjunto de férula 20 se gira alrededor de su eje 76, el núcleo 47 del tope de fibra óptica 24 cambia las elevaciones con relación a una línea horizontal H (ver la Figura 11) que se cruza con la línea central 76 de la férula 22.

La Figura 12 es un gráfico que ilustra la altura del núcleo 47 con relación a la línea horizontal H cuando la férula 22 se gira alrededor de su eje de línea central 76. Como se muestra en la Figura 12, la altura máxima del núcleo 89 es indicativa de una dirección de desplazamiento 91 del núcleo 47 con relación al eje 76 del conjunto de férula 20. El eje 76 del conjunto de férula 20 se define por el diámetro exterior de la férula 22. Una vez que se ha establecido la dirección de desplazamiento del núcleo 91, la férula 22 se marca en consecuencia de manera que la dirección de

desplazamiento se puede identificar en un momento posterior en el proceso de fabricación. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 11, se proporciona una marca 93 en alineación directa con la dirección de desplazamiento del núcleo 91. En otras modalidades, la marca se puede desplazar 180° desde la dirección de desplazamiento del núcleo 91 o en otras ubicaciones en la férula 22. Cuando el conjunto de férula 20 se instala más tarde en un cuerpo de conector, la marca 93 se usa para orientar el desplazamiento del núcleo a una ubicación deseada con relación al cuerpo del conector. Por ejemplo, en una modalidad preferida, la dirección de desplazamiento del núcleo 91 se orienta en la posición de las doce en punto con relación al cuerpo del conector. La marca 93 también puede usarse para orientar el desplazamiento del núcleo con relación a un cubo que se monta subsecuentemente en la férula 22. El cubo puede incluir una estructura de chaveta para garantizar que la férula se monta en una posición giratoria deseada dentro del cuerpo del conector de manera que el desplazamiento del núcleo se orienta en una posición giratoria deseada con relación al cuerpo del conector.

Debido a que el conjunto de férula 20 se ajusta antes de la inserción dentro de un cuerpo de conector y/o antes de montar el cubo en la férula 22, el ajuste se puede proporcionar en un número infinito de incrementos (es decir, la ubicación de la marca puede elegirse de un número infinito de posiciones giratorias/circunferenciales alrededor de la línea central de la férula) para proporcionar una alineación precisa de la marca 93 con la dirección de desplazamiento del núcleo 91. En otra modalidad, la ubicación de la marca puede elegirse de un número discreto de posiciones giratorias/circunferenciales alrededor de la línea central de la férula, donde el número de posiciones giratorias/circunferenciales discretas es al menos 6, o al menos 12, o al menos 18, o al menos 24, o al menos 30. En otros ejemplos, el conjunto de férula 20 se ajusta después de que al menos una porción del cubo se monta en la férula y el cubo puede definir un número discreto de posiciones giratorias/circunferenciales. En tales ejemplos, se puede proporcionar una marca de desplazamiento del núcleo en el cubo. La etapa de ajuste puede automatizarse y el giro de la férula 22 durante el ajuste puede lograrse mediante el manipulador de férula automatizado.

Después del ajuste, el proceso de pulido se completa en la etapa 116 y se llevan a cabo varias inspecciones en la etapa 118. Las inspecciones pueden incluir una inspección del norma de calidad corporativa en la que el extremo 32 del tope de fibra óptica 24 se inspecciona con un microscopio para garantizar que no haya arañazos, hoyos o astillas inaceptables en la cara de extremo. La cara de extremo 32 del tope de fibra óptica 24 y la cara de extremo 30 de la férula 22 también se pueden inspeccionar y analizar para garantizar que las caras de extremo cumplan con ciertas especificaciones de geometría para las caras de extremo. Finalmente, se puede llevar a cabo una verificación de continuidad mediante la cual se hace brillar una luz a través del tope de fibra óptica 24 para asegurarse de que el tope de fibra óptica 24 es capaz de transmitir luz. Después de que se haya completado la verificación de continuidad, se puede instalar una tapa guardapolvo en la férula 22 y el conjunto de férula 20 se puede empaquetar en lo mostrado en la etapa 120. Las diferentes etapas descritas anteriormente pueden automatizarse.

Las Figuras 13-15 ilustran un conjunto de conector y cable de fibra óptica 200. El conjunto de conector y cable de fibra óptica 200 incluye un conector de fibra óptica 202 que tiene un cuerpo de conector 204. El cuerpo de conector tiene un extremo frontal 206 y un extremo posterior 208. El conjunto de férula 20 se coloca al menos parcialmente dentro del conjunto del cuerpo del conector 204. Específicamente, el conjunto de férula 20 se coloca con la férula 22 colocada adyacente al extremo frontal 206 del cuerpo de conector 204. El conector de fibra óptica 202 incluye además una bota 210 montada adyacente al extremo posterior 208 del cuerpo de conector 204. Como se usa en la presente descripción, la palabra "adyacente" significa en o cerca. El conector 202 puede ser compatible con los conectores existentes, el adaptador de fibra óptica, los paneles de conexión y los cables de fibra óptica.

El conjunto de conector y cable de fibra óptica 200 incluye además un cable de fibra óptica 212 que se extiende a través de la bota 210. El cable de fibra óptica 212 incluye una cubierta 214 y una fibra óptica 216 colocada dentro de la cubierta 214. La fibra óptica 216 puede denominarse como una "segunda fibra óptica". La fibra óptica 216 se conecta ópticamente en un empalme por fusión 217 a la fibra óptica 24 del conjunto de férula 20. El empalme por fusión 217 se coloca en una ubicación del empalme 218 separada del extremo trasero 28 (es decir, la base) de la férula 22. La ubicación del empalme 218 puede estar dentro del cuerpo del conector 204 y se coloca a no más de 20 mm del extremo trasero 28 de la férula 22. El empalme por fusión 217 es preferentemente un empalme por fusión de fábrica. Un "empalme por fusión de fábrica" es un empalme realizado en una instalación de fabricación como parte de un proceso de fabricación. El conector de fibra óptica 202 puede cumplir completamente con Telcordia GR-326 o especificaciones rigurosas similares industriales o de clientes. En otros ejemplos, el empalme puede ser un empalme de campo.

Refiriéndose a la Figura 15, el cuerpo de conector 204 incluye una pieza frontal 220 y una pieza trasera 222. La pieza frontal 220 forma un extremo de interfaz frontal del conector de fibra óptica 202 y la pieza trasera 222 se configura para permitir que se anclen los miembros de resistencia 224 (por ejemplo, hilo de aramida, fibra de vidrio u otros miembros de resistencia capaces de proporcionar refuerzo de tensión al cable de fibra óptica 212) del cable de fibra óptica 212. Los miembros de resistencia 224 pueden fijarse a la pieza trasera 222 del cuerpo de conector 204 con un retenedor mecánico tal como un manguito de engarce. Puede usarse adhesivo u otros medios para asegurar los miembros de resistencia 224 al cuerpo de conector 204.

Aun refiriéndose a la Figura 15, las piezas frontal y trasera 220, 222 del cuerpo de conector 204 se interconectan entre sí mediante una conexión tal como una conexión de ajuste con broche a presión, una conexión adhesiva u otro

tipo de conexión. Cuando las piezas frontal y trasera 220, 222 se conectan juntas, un resorte 228 y un cubo 230 se capturan entre las piezas frontal y trasera 220, 222. El cubo 230 se asegura sobre el extremo trasero 28 de la férula 22. El concentrador 230 también cubre la ubicación del empalme 218 de manera que el empalme por fusión 217 se ubica dentro del cubo 230. En la modalidad representada, se proporciona una capa intermedia 232 (por ejemplo, una capa de recubrimiento, una capa de sobremoldeo, u otra capa) entre el empalme por fusión 217 y el cubo 230. El resorte 228 se captura dentro de un bolsillo de resorte 229 definido por la pieza trasera 222 y funciona para desviar el conjunto de férula 20 y el cubo 230 que se transporta con el cubo 230 en una dirección hacia adelante con relación al cuerpo de conector 204. El cubo 230 es una estructura asegurada en la férula 22 de manera que la férula 22 y el cubo 230 se mueven juntos como una unidad. El conector 230 puede proporcionar una estructura contra la cual el empuje del resorte 228 puede aplicarse para desviar el cubo 230 y la férula 22 hacia adelante con relación al cuerpo del conector 204. El cubo 230 incluye además una estructura que interfiere con una estructura interna (por ejemplo, un tope) del cuerpo del conector 204 para limitar el movimiento hacia adelante de la férula 22 y para evitar que la férula 22 se empuje hacia afuera del frente del cuerpo de conector 204 por el resorte 228. El cubo 230 y la ubicación del empalme 218 pueden colocarse dentro del bolsillo de resorte 229. La bota 210, la pieza trasera 222 y el resorte 228 pueden todos tener dimensiones internas (por ejemplo, diámetros internos) más grandes que una dimensión exterior (por ejemplo, un diámetro exterior) del cable 212 de manera que durante el ensamble/fabricación de la bota 210, la pieza trasera 222 y el resorte 228 se pueden deslizar de regreso sobre la cubierta 212 para proporcionar espacio/limpieza para el empalme y la aplicación del cubo sobre el empalme 217.

El conector de fibra óptica 202 se muestra como un conector tipo SC estándar. Como tal, el conector de fibra óptica 202 se adapta para recibirse dentro de un adaptador de fibra óptica tipo SC que se usa para acoplar dos de los conectores de fibra óptica juntos para proporcionar una conexión óptica entre ellos. El conector de fibra óptica 202 incluye un manguito de liberación 236 que se monta de manera deslizable en el cuerpo de conector 204. Cuando el conector de fibra óptica 202 se inserta dentro de un adaptador de fibra óptica, los rebordes del cuerpo de conector 204 se acoplan mediante los cierres del adaptador de fibra óptica para retener el conector de fibra óptica 202 dentro del adaptador de fibra óptica. Para liberar el conector de fibra óptica 202 del adaptador de fibra óptica, el manguito de liberación 236 se desliza hacia atrás con relación al cuerpo de conector 204 causando de esta manera que los cierres del adaptador de fibra óptica se desacoplen de los rebordes del cuerpo de conector 204 de manera que el conector de fibra óptica 202 puede retirarse del adaptador de fibra óptica. Un adaptador de fibra óptica de ejemplo se describe en la patente de los Estados Unidos Núm. 5,317,663 La ubicación del empalme 218 puede ser relativamente cerca del extremo trasero 28 de la férula 22. Por ejemplo, la ubicación del empalme 218 no está a más de 15 mm de la férula 22. La ubicación del empalme 218 puede estar a no más de 10 mm de la férula 22. En aún otra modalidad, la ubicación del empalme 218 no está a más de 5 mm de la férula 22. La ubicación del empalme puede estar separada 1-20 mm de la férula 22, o 1-15 mm de la férula 22 o separada 1-10 mm de la férula 22, o 1-5 mm de la férula 22, o 2-10 mm de la férula 22, o 2-5 mm de la férula 22, o 1-3 mm de la férula 22, o menos de 4 mm de la férula 22, o menos de 3 mm de la férula 22, o 1-4 mm de la férula 22, o 2-3 mm de la férula 22.

En la medida que en algunas modalidades de la presente descripción que no forman parte de la invención reivindicada, puede no proporcionarse un cubo, la ubicación del empalme 218 (es decir, la interfaz entre las dos fibras ópticas 24, 216) se localiza preferentemente en la región que normalmente estaría ocupada por un cubo. En ciertas modalidades, la ubicación del empalme se proporciona entre la base de la férula 22 y el extremo trasero del resorte 228. En ciertas modalidades, la ubicación del empalme 218 es dentro de la cámara de resorte 229. En ciertas modalidades, el resorte 228 desvía la férula 20 hacia una posición más hacia adelante (es decir, una posición más distal o posición no conectada) y durante una conexión con otro conector el resorte 228 permite que la férula 22 se mueva hacia atrás desde la posición más hacia adelante, contra la inclinación del resorte 228, a una posición más trasera (es decir, posición proximal o posicionada conectada). En ciertas modalidades, la ubicación del empalme 218 se coloca entre los extremos hacia adelante y hacia atrás 228a, 228b del resorte 228 cuando la férula está en la posición más hacia adelante, y también se coloca entre los extremos hacia adelante y hacia atrás 228a, 228b del resorte 228 cuando la férula 22 está en la posición hacia atrás.

En ciertas modalidades, el cubo 230 tiene una construcción polimérica que se ha sobremoldeado sobre el extremo trasero de la férula 22 y sobre la ubicación del empalme 218. Al proteger el empalme por fusión 217 dentro del cubo 230 en una ubicación en proximidad cercana a la férula 22, es posible fabricar un conector de fibra óptica que es relativamente corto en longitud. El conector de fibra óptica 202 puede tener una longitud L3 que es menos de 57 mm. Se apreciará que la longitud L3 del conector de fibra óptica 202 se mide desde el extremo frontal 26 de la férula 22 a un extremo trasero 240 de la bota 210. En ciertas modalidades, una porción 231 del cubo 230 que se extiende hacia atrás de la férula 22 tiene una longitud L4 que es más corta que la longitud L1 de la férula 22. En ciertos ejemplos, la ubicación del empalme 218 está a menos de 5 mm del extremo trasero de la férula 22. Proporcionar la ubicación del empalme 218 a menos de 5 mm del extremo trasero de la férula 22 ayuda a diseñar el conector de fibra óptica de acuerdo con las especificaciones estándar de longitud y carga lateral de la industria o el cliente (por ejemplo, requisitos de longitud y carga lateral de GR-326).

La bota 210 se muestra ajustada a presión sobre la pieza trasera 222 del cuerpo de conector 204. Específicamente, la bota 210 se ajusta a presión sobre la ubicación donde los miembros de resistencia 224 se unen al cuerpo de conector 204. Se apreciará que la bota 210 tiene una configuración flexible, cónica que proporciona a la fibra óptica 216 con una protección de radio de curvatura cuando se aplica una carga lateral al conector de fibra óptica 202 a

través del cable de fibra óptica 212.

El empalme por fusión 217 puede ser un empalme por fusión de fábrica que tiene una pérdida de inserción relacionada con el empalme de 0,1 decibelios o menos, 0,05 decibelios o menos, o 0,02 decibelios o menos en el intervalo de longitud de onda de señal de 1260 nanómetro a 1630 nanómetro. Además, en la preparación de las fibras ópticas para el empalme por fusión 217, se puede utilizar un sistema de alineación activo para alinear con precisión las fibras ópticas 216, 24. Sistemas de alineación activos de ejemplo son vendidos por Sumitomo, Furukawa, Vytran, 3SAE y Fujikura. El sistema de alineación activo puede garantizar que los centros de los núcleos de las fibras ópticas 216, 24 siendo empalmados y se desplazan no más de 0,01 micras por el sistema de alineación antes del empalme. El sistema de alineación puede utilizar cámaras que ven los núcleos de las fibras ópticas 216, 24 a lo largo de líneas de visualización que son perpendiculares entre sí (por ejemplo, una vista superior y una vista lateral).

Como se describió anteriormente, el tope de fibra óptica 24 puede fabricarse mediante el uso de una fibra de precisión que tiene parámetros de tolerancia ajustada tales como la concentricidad del núcleo al revestimiento y la variación del diámetro exterior del revestimiento. Con respecto a esto, el tope de fibra óptica 24 puede ser diferente (por ejemplo, puede tener una construcción diferente, características mecánicas diferentes, atributos físicos diferentes, características de rendimiento óptico diferentes, grados de precisión diferentes, etc.) que la fibra óptica 216 del cable de fibra óptica. Por ejemplo, el tope de fibra óptica 24 puede ser una fibra óptica fabricada con más precisión que la fibra óptica 216 del cable de fibra óptica 212 (es decir, la fibra de tope se fabrica de acuerdo con tolerancias más estrictas que la fibra óptica del cable 216). Por ejemplo, el tope de fibra óptica 24 puede tener mejor concentricidad del núcleo al revestimiento promedio que la fibra óptica 216. Además, el diámetro exterior del revestimiento del tope de fibra óptica 24 puede tener una tolerancia más precisa que el diámetro exterior del revestimiento de la fibra óptica 216. Además, el tope de fibra óptica 24 puede tener una longitud de onda de corte de fibra diferente (por ejemplo, más baja) que la fibra óptica 216. Además, el tope de fibra óptica 24 puede tener características de supresión del modo de revestimiento diferentes en comparación con la fibra óptica 216. Por ejemplo, en comparación con la fibra óptica 216, el tope de fibra óptica 24 puede tener una construcción adaptada para proporcionar una supresión del modo de revestimiento mejorada para suprimir la interferencia modal. Las fibras ópticas de ejemplo que tienen construcciones adaptadas para reducir/suprimir la interferencia modal se describen en las patentes de Estados Unidos núms. 6,498,888; 5,241,613; y 4,877,306

Es bien conocido en la técnica que los empalmes pueden introducir pérdidas (por ejemplo, pérdida de inserción, pérdida de retorno). Sin embargo, el conjunto de conector y cable de fibra óptica 200 incluye varias características que proporcionan un excelente rendimiento a pesar de la presencia de un empalme interno. Tales características incluyen: a) alineación precisa del núcleo a núcleo de las fibras ópticas empalmadas; b) centrado preciso del tope de fibra óptica 24 dentro del agujero de férula 34, ajuste preciso de la dirección de desplazamiento del núcleo dentro del cuerpo de conector, y centrado preciso del agujero de férula 34 dentro de la férula 22.

El conector de fibra óptica 202 puede estar en pleno cumplimiento con los requisitos de Telcordia GR-326. Las secciones específicas de Telcordia GR-326 en las que el conector de fibra óptica 202 puede estar en cumplimiento incluyen secciones relativas a la transmisión con carga aplicada, pruebas de instalación y la prueba de ciclo térmico después de la condensación.

La Figura 16 muestra un proceso para fabricar un cable de conexión formado mediante el montaje de conectores de fibra óptica 202 en extremos opuestos del cable de fibra óptica 212. En la etapa 300 del método, el cable de fibra óptica 212 se enrolla y los componentes de los conectores de fibra óptica 202 se montan. A continuación, en la etapa 302, los extremos de la cubierta 214 del cable de fibra óptica 212 se cortan y rajan, y la capa de resistencia 224 se recorta. Como se preparó así, las porciones de extremo de la fibra óptica 216 se extienden hacia fuera desde cada extremo de la cubierta 214. Las porciones de extremo de la fibra óptica 216 se pelan, limpian y cortan (por ejemplo, cortada por láser) (ver la etapa 304). Durante el pelado, la limpieza y el corte, las porciones de extremo de la fibra óptica 216 pueden sujetarse en un soporte 217 (por ejemplo, una presilla de soporte u otra estructura) (ver la Figura 18).

En la etapa 306, los conjuntos de férulas 20 se alimentan (por ejemplo, se alimentan con un alimentación de tazón) a un soporte 240 o soportes que sujetan/soportan la férula 22. Un soporte de ejemplo 240 se muestra en la Figura 17. En algunos ejemplos, las férulas 22 se orientan dentro de los soportes 240 con las marcas de ajuste 93 en la posición de las doce en punto de modo que los conjuntos de férulas 20 se puedan cargar subsecuentemente en sus correspondientes cuerpos de conector 204 en la posición de las doce en punto. De esta manera, se asegura que la dirección de desplazamiento del núcleo se orienta en la posición/sector más alto de cada conector. Aunque se prefiere la posición de las doce en punto, la dirección de desplazamiento del núcleo puede establecerse también dentro del cuerpo de conector en otras posiciones giratorias.

Mientras que cada férula 22 se sujeta por el soporte 240, el extremo libre del tope de fibra óptica 24 se pela, limpia (por ejemplo, limpia por arco) y se corta (por ejemplo, cortada por láser) (ver etapa 308). Se apreciará que los conjuntos de férulas 20 se preparan para cada extremo del cable de conexión.

Una vez las fibras se han pelado, limpiado y cortado, el tope de fibra óptica 24 de cada conjunto de férula 20 se alinea burdamente con una correspondiente porción de extremo de fibra óptica 216 (ver la Figura 19), y luego se alinea de manera precisa (ver la Figura 20). La alineación precisa de las fibras ópticas puede lograrse mediante el uso de un dispositivo de alineación activo. Al usar el dispositivo de alineación activo, se sujeta la fibra 216 dentro de los soportes 217 con una porción de extremo de la fibra 216 que se proyecta hacia fuera desde un extremo del soporte 217 (como se muestra en las Figuras 20-23, el cable 212 que se proyecta desde el extremo opuesto del soporte 217 se ha omitido). Además, la férula 22 se sujeta dentro de un bolsillo del soporte 240 mientras la fibra 24 se proyecta desde la base de la férula 222 y no se pone en contacto directamente con el soporte 240 o cualquier otra estructura. El soporte 240 puede incluir una presilla u otra estructura que tiene dos o más piezas que sujetan y soportan la férula 22 durante la alineación activa de las fibras 216, 24. El bolsillo del soporte 240 puede incluir una estructura interna (por ejemplo, una ranura en V, una ranura semicircular, etc. para alinear/colocar la férula 22). Las porciones de extremo de las fibras son preferibles sin soporte (por ejemplo, no están en contacto directo con una estructura tal como una ranura en v). En un ejemplo, la fibra 24 se proyecta a menos de 5 mm del extremo base de la férula 22. Esta longitud relativamente corta facilita el proceso de alineación activo. En ciertos ejemplos, el eje central de la fibra 24 se inclina no más de 0,1 grados con relación a la línea central de la férula. Esto también ayuda al proceso de alineación activo. Aunque idealmente no hay desplazamiento angular entre el eje central de la fibra 24 y la férula 22, la longitud corta de tope de la fibra 24 ayuda a minimizar el efecto durante la alineación activa de cualquier desplazamiento angular que pueda existir. La robótica se usa preferentemente para manipular los soportes 240, 217 para lograr la alineación axial entre los núcleos de las fibras 24, 216. Debido a que la alineación no se basa en poner en contacto longitudes extendidas de las fibras 24, 216 con la estructura de alineación tal como ranuras en v, la ubicación de empalme puede proporcionarse en proximidad cercana a la base de la férula 22 (por ejemplo, a menos de 5 mm de la base). En ciertas modalidades, solo los empalmes en los que los centros de los núcleos de las fibras ópticas 216, 24 que se empalman se desplazan en no más de 0,01 micras son aceptables, y los empalmes que caen fuera de este parámetro se rechazan. En otras modalidades, el desplazamiento del núcleo promedio para las fibras empalmadas por el proceso es de menos de 0,01 micras.

Después de que se ha logrado una alineación axial precisa, se baja una unidad de blindaje 250 sobre la ubicación del empalme 218 y se usa una máquina de empalme por fusión 251 (por ejemplo, una máquina de tratamiento de arco) para fusionar las fibras ópticas 24, 216 juntas. La unidad de blindaje 250 incluye porciones de blindaje para blindar la férula 22 y porciones recubiertas de las fibras ópticas 24, 216 destinadas a empalmarse juntas. La estructura de blindaje 250 puede tener una construcción de cerámica, una construcción de Poliéter éter cetona (PEEK), otra construcción de plástico resistente al calor u otro tipo de construcción resistente al calor. Preferentemente, la estructura de blindaje 250 incluye un espacio g a través del cual un arco u otra fuente de energía de la máquina de empalme por fusión 251 puede pasar a empalmar por fusión las fibras ópticas 24, 216 juntas. Preferentemente el espacio g es 1-3 mm, o 2-2,5 mm. La Figura 20 muestra la estructura de blindaje 250 en la orientación elevada y la Figura 21 muestra la estructura de blindaje en una posición de blindaje. La estructura de blindaje puede incluir paredes laterales 253 que protegen los lados de la férula 22 y se extienden a lo largo de las longitudes de las fibras ópticas 24, 216, y paredes cruzadas 255 que se extienden entre las paredes laterales 253. Las paredes cruzadas 255 se extienden a través de las fibras ópticas 24, 216 (por ejemplo, transversales a las fibras ópticas 24, 216) e incluyen ranuras 257 para recibir las fibras ópticas 24, 216. Las paredes laterales 253 también protegen las porciones de las fibras 24, 216 adyacentes a la ubicación del empalme y los soportes 214, 240. Las paredes cruzadas 255 protegen las fibras 24, 216, el extremo trasero 28 de la férula 22 y los soportes 214, 240. Una sección de puente se extiende a través del espacio g entre las paredes cruzadas 255. La etapa 310 de la Figura 16 es representativa de las operaciones de alineación, blindaje y empalme por fusión.

Después de que se ha completado el empalme por fusión, una capa protectora 232 puede colocarse, aplicarse o proporcionarse de cualquier otra manera sobre las fibras ópticas 24, 216 en la región entre el extremo trasero 28 de la férula 22 y una porción amortiguada/recubierta de la fibra óptica 216. En un ejemplo, la capa protectora 232 se extiende completamente desde el extremo trasero 28 de la férula 22 a una porción recubierta y amortiguada de la fibra óptica 216. Como se representa, la porción recubierta y amortiguada de la fibra óptica 216 incluye recubrimientos en la forma de capas de acrilato de 220-260 micras las que cubren la porción de vidrio de la fibra óptica, y una capa amortiguada 221 (por ejemplo, un tubo amortiguado suelto o apretado) que tiene un diámetro exterior que varía de 500-1100 micras. En la Figura 22, la capa protectora 232 se muestra extendiéndose sobre la ubicación del empalme 218 completamente desde el extremo trasero 28 de la férula 22 a la capa amortiguada de la fibra óptica 216. La capa protectora 232 puede ser generalmente cilíndrica (ver la Figura 15) y tiene un diámetro ligeramente mayor que la capa amortiguada y generalmente el mismo que un diámetro mayor de la transición cónica 39 del agujero de férula 34. La capa protectora 232 puede tener una configuración cónica truncada (ver la Figura 22) con un diámetro mayor generalmente igual al diámetro exterior de la férula 22 y un diámetro menor generalmente igual al diámetro exterior de la capa amortiguada de la fibra óptica 216. Se apreciará que la capa protectora 232 puede aplicarse mediante el uso de una técnica de sobremoldeado. Alternativamente, pueden usarse técnicas de recubrimiento, rociado, laminado u otras para aplicar la capa protectora.

La capa protectora 232 puede estar hecha de un material que es más suave (por ejemplo, tiene una dureza menor) que el material usado para fabricar el cubo 230. La porción sin pelar de la fibra óptica 216 puede tener una capa de recubrimiento interior que rodea la capa de revestimiento, y la capa protectora 232 puede tener atributos mecánicos tales como suavidad/dureza que coinciden sustancialmente o son comparables a los atributos mecánicos de la capa

de recubrimiento interna de la porción sin pelar de la fibra óptica 216. La capa protectora 232 puede estar hecha de un material termoplástico, un material termoestable (un material donde se establece el entrecruzamiento durante el curado por calor), otros tipos de materiales entrecruzados u otros materiales. Materiales de ejemplo incluyen los acrilatos, epoxis, uretanos, siliconas y otros materiales.

Al menos algunos de los materiales pueden ser curables por UV (es decir, los materiales se curan cuando se exponen a la radiación/luz ultravioleta). Un material de ejemplo incluye un compuesto de empalme curable por UV tal como DSM-200 que se vende por DSM Desotech, Inc. de Elgin Illinois. Un proceso de moldeo por inyección (por ejemplo, un proceso de moldeo por inyección termoplástico) puede usarse para aplicar y formar la capa protectora 232 alrededor de la ubicación del empalme 218.

Una vez que la capa protectora 232 se ha aplicado y curado, el cubo 230 se sobremoldea preferentemente sobre la capa protectora 232 como se muestra en la Figura 23. El cubo 230 se sobremoldea preferentemente sobre el extremo trasero 28 de la férula 22 y también sobre la ubicación del empalme 218. La Figura 24 muestra un conjunto de molde 400 piezas de molde 400a, 400b que tienen una forma interna que coincide con la forma externa del cubo 230. El conjunto de molde 410 mostrado en las Figuras 75-81, descrito a continuación, también puede usarse para formar el cubo 230. Preferentemente, un material polimérico se inyecta desde una máquina de inyección 403 en una cavidad 401 definida por las piezas de molde 400a, 400b para sobremoldear el material polimérico sobre la ubicación del empalme 218 y el extremo trasero 28 de la férula 22. El cubo 230 puede moldearse mediante la inyección de un material curable por UV en el molde, y las piezas de molde 400a, 400b se hacen de un material transmisor por UV (por ejemplo, Teflon®) de manera que la luz/radiación UV puede transmitirse a través de las piezas de molde 400a, 400b para curar el cubo 230 dentro del molde.

Refiriéndose de nuevo a la Figura 15, el cubo 230 se forma para incluir una brida 260 que se acopla al resorte 228. Adicionalmente, el cubo 230 se configura para soportar el extremo trasero 28 de la férula 22 dentro del cuerpo de conector 204. Además, un extremo delantero o brida 263 del cubo 230 se configura para acoplar un reborde 261 dentro del cuerpo de conector 204 para detener el movimiento hacia delante del conjunto de férula 20 causado por el empuje hacia delante proporcionado por el resorte 228. De esta manera, la brida 263 funciona para retener la férula 22 dentro del cuerpo de conector 202. La Figura 25 muestra el conjunto de férula 20 después de que el cubo 230 se ha sobremoldeado sobre el extremo trasero 28 de la férula 22, sobre la ubicación de empalme 218 y sobre una porción amortiguada de la fibra óptica 216 del cable de fibra óptica 212. La etapa 312 de la Figura 16 es representativa de las operaciones de sobremoldeado.

El cubo 230 puede estar hecho de un material termoplástico, un material termoestable (un material donde se establece el entrecruzamiento durante el curado por calor), otros tipos de materiales entrecruzados, u otros materiales. Materiales de ejemplo incluyen los acrilatos, epoxis, uretanos, siliconas y otros materiales. Al menos algunos de los materiales pueden curarse por UV (es decir, los materiales se curan cuando se exponen a radiación/luz ultravioleta). Como se describió anteriormente, en ciertas modalidades, un proceso de moldeo por inyección (por ejemplo, un proceso de moldeo por inyección termoplástico) puede usarse para aplicar y formar el cubo 230 alrededor de la ubicación de empalme 218 y la férula 22. Un material termofundido puede inyectarse al molde para formar el cubo 230. El uso de materiales termofundidos (por ejemplo, materiales termoplásticos termofundidos) y/o materiales curables por UV permite que el proceso de sobremoldeado del cubo se lleve a cabo a presiones relativamente bajas (por ejemplo, menores que 6 895 000 Pa (1000 psi)) y a temperaturas relativamente bajas (por ejemplo, menores que 300 grados Celsius). En algunos ejemplos, el curado puede tener lugar a temperaturas menores que 200 grados Celsius, o menores que 100 grados Celsius, o a temperatura ambiente, y a presiones menores que 689 500 Pa (100 psi) o a presiones menores que 68 950 Pa (10 psi) o 34 960 Pa (5 psi).

Después de que los cubos 230 se han sobremoldeado en cada extremo del cable de fibra óptica 212, los otros componentes de los conectores de fibra óptica 202 se ensamblan sobre el conjunto de férula 20 y el cubo 230 (ver la etapa 314 en la Figura 16). Adicionalmente, los miembros de resistencia del cable de fibra óptica 212 se unen a los extremos traseros de los cuerpos de conectores 204 de los conectores de fibra óptica 202. Se puede realizar una verificación de continuidad para el cable de conexión y las tapas guardapolvo se colocan sobre las férulas 22 (ver la etapa 316 en la Figura 16). Finalmente, los cables de conexión se empaquetan y etiquetan (ver la etapa 318 de la Figura 16). Se apreciará que cualquiera y/o todas las etapas de fabricación de conector anteriores pueden automatizarse. La robótica puede mejorar la consistencia y calidad del proceso de conectorización y la automatización puede ayudar a bajar los costes relacionados con la mano de obra.

A continuación se describen varias modalidades adicionales de conectores de fibra óptica que no forman parte de la invención reivindicada. Se apreciará que los diferentes materiales, propiedades, dimensiones y otras características descritas anteriormente con respecto a los componentes tales como la férula, las fibras ópticas, el cubo, el cuerpo del conector y la bota también son aplicables a componentes similares descritos a continuación.

Las Figuras 26, 27 y 27A ilustran otro conjunto de cable y conector de fibra óptica 200a de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de cable y conector de fibra óptica 200a incluye un conector de fibra óptica 202a que tiene un cuerpo de conector 204a en el que se monta una férula 22a. La férula 22a soporta un tope de fibra óptica 24a que tiene un segmento de fibra óptica desnuda 46a empalmado a un segmento de fibra desnuda

291a de una fibra óptica 216a de un cable óptico. La fibra óptica 216a incluye una porción recubierta 293a. Un tubo amortiguado suelto 221a rodea y protege al menos una porción de la porción recubierta 293a de la fibra óptica 216a. El segmento de fibra desnuda 46a se empalma con el segmento de fibra desnuda 291a en una ubicación de empalme 218a. Una capa protectora generalmente cilíndrica 232a se recubre o sobremoldea sobre la ubicación del empalme 218a. Más específicamente, la capa protectora 232a se muestra extendiéndose desde un extremo trasero de la férula 22a a un extremo delantero del tubo amortiguador 221a. La capa protectora 232a encapsula completamente los segmentos de fibra desnuda 46a, 291a y también encapsula una porción de un segmento de fibra revestida 48a del talón de fibra óptica 24a y una porción de la porción revestida 293a de la fibra óptica 216a. La capa protectora 232a además encapsula el extremo delantero del tubo amortiguador suelto 221a. En ciertas modalidades, parte del material que forma la capa protectora 232a fluye alrededor del exterior del tubo amortiguador 221a y también fluye dentro del tubo amortiguador 221a entre el interior del tubo amortiguador 221a y la porción de revestimiento 293a de la fibra óptica 216a. Un cubo 230a se sobremoldea alrededor del extremo trasero de la férula 22 y encapsula y protege la capa protectora 232a así como también la ubicación del empalme 218a dentro de la capa protectora 232a. El cubo 230a se enlaza o asegura/une de cualquier otra manera a la férula 22a. Un resorte 228a empuja el cubo 230a y la férula 222a en una dirección hacia delante. Como se muestra en la Figura 27, el cubo 232a se extiende desde el extremo trasero de la férula 22a al tubo amortiguador suelto 221a y encapsula completamente la capa protectora 232a. Adicionalmente, una porción trasera del cubo 232a rodea y se enlaza a una superficie exterior del tubo amortiguador 221a para evitar que el tubo amortiguador 221a se saque del conector. Debido a que tanto la capa protectora 232a como el cubo 230a se enlazan o se unen de cualquier otra manera al tubo amortiguador 221a, el tubo amortiguador 221a tiene características de extracción mejoradas. Tales características se mejoran adicionalmente si la capa protectora 232a se enlaza tanto al exterior como al interior del tubo amortiguador 221a.

En la modalidad de la Figura 27, la porción del cubo 230a unida a la superficie exterior del tubo amortiguador 221a tiene una longitud axial que es más larga que una longitud axial correspondiente de la porción de la capa protectora 232a que se une al tubo amortiguador 221a. Las Figuras 28, 29 y 29A muestran otro conjunto de cable y conector de fibra óptica 200b que tiene la misma construcción básica que el conjunto de cable y conector de fibra óptica 200a excepto que se ha alargado una capa protectora 232b para aumentar la longitud de contacto entre la capa protectora 232b y un tubo amortiguador 221b, y se ha modificado un cubo 230b para acomodar la capa protectora alargada 232b. De esta manera, la porción de la capa protectora 232b unida al tubo amortiguador 221b es más larga que la porción del cubo 232b que se acopla y se enlaza o une al tubo amortiguador 221b. La modalidad de las Figuras 28, 29 y 29a es particularmente ventajosa para aplicaciones donde la capa protectora 232 tiene mejores características de adhesión con respecto al tubo amortiguador 221 comparado con el material del cubo 230b. Por el contrario, la modalidad de las Figuras 27, 28 y 28A se prefiere para las modalidades donde el material del conector 230a tiene características de enlace mejoradas con respecto al tubo amortiguador 221a comparado con el material de la capa protectora 232a. En ambas modalidades, la porción trasera del cubo se enlaza y rodea circunferencialmente (es decir, se cierra contra) el tubo amortiguador.

Las Figuras 30, 31 y 31A muestran otro conjunto de cable y conector de fibra óptica 200c adicional de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de cable y conector de fibra óptica 200c tiene una estructura adaptada para mejorar la retención de un tubo amortiguador 221c dentro de un conector de fibra óptica 202c. Como se muestra en las Figuras 31 y 31A, el conector de fibra óptica 202c incluye un anillo de engarce 295 engarzado mecánicamente adyacente a un extremo delantero del tubo amortiguador 221c. El anillo de engarce 295 incluye una cavidad o receptáculo en la forma de una ranura anular 296 que se extiende alrededor de un perímetro del anillo de engarce 295. El conector de fibra óptica 202c incluye además un cubo 230c sobremoldeado sobre el anillo de engarce 295 y el extremo delantero del tubo amortiguador 221c. El cubo 230c incluye una proyección anular 297 que se proyecta radialmente hacia dentro de la ranura anular 296 del anillo de engarce 295. De esta manera, existe un enganche mecánico entre el cubo 230c y el anillo de engarce 295. El enganche mecánico resiste el movimiento axial relativo entre el anillo de engarce 295. El anillo de engarce tiene un extremo delantero que colinda con una capa protectora 232c que protege una ubicación de empalme 218c entre un tope de fibra óptica 24c y una fibra óptica 216. El tope de fibra óptica 24c tiene extremos delanteros soportados en una férula 22c y porciones de extremos posteriores que se proyectan hacia atrás desde la férula 22c. La fibra óptica 216c corresponde a un cable de fibra óptica. La capa protectora 232c protege un segmento de fibra desnuda 291c y una porción recubierta 293c de la fibra óptica 216c, así como también un segmento de fibra recubierta 48c y un segmento de fibra desnuda 46c del tope de fibra óptica 24c. El cubo 230c rodea y se acopla a (es decir, enlazado a, fijado a, unido a) un extremo trasero de la férula 22c y envuelve completamente la capa protectora 232c, el extremo delantero del tubo amortiguador 221c y el anillo de engarce 295. Un extremo trasero del cubo 230c forma una superficie de contacto del tubo amortiguador anular que se cierra contra un exterior del tubo amortiguador 221c en una ubicación hacia atrás del anillo de engarce 295.

En las modalidades de las Figuras 27, 29 y 31, los cubos tienen porciones traseras que se acoplan circunferencialmente a sus tubos amortiguadores correspondientes. Por lo tanto, los moldes usados para formar los cubos se cierran en los tubos amortiguadores. Por el contrario, las Figuras 32, 33 y 33a muestran un conjunto de cable y conector de fibra óptica 200d adicional de acuerdo con los principios de la presente descripción donde un cubo 230d de un conector de fibra óptica 202d no se acopla a un tubo amortiguador correspondiente 221d del conjunto de cable y conector de fibra óptica 200d. En su lugar, el conjunto de cable y conector de fibra óptica 200d

incluye una capa protectora alargada 232d que encapsula un extremo delantero del tubo amortiguador 221d y también encapsula la ubicación del empalme 218d. La capa protectora 232d define una ranura anular 298 que se extiende alrededor de su perímetro en una ubicación adyacente a la ubicación del empalme 218d. El cubo 230d se sobremoldea sobre la capa protectora 232d e incluye una proyección anular 299 que se llena y se ajusta dentro de la ranura anular 298. De esta manera, se forma un enganche mecánico entre la capa de protección 232d y el cubo 230d para evitar un movimiento axial relativo entre el cubo 230d y la capa protectora 232d. La capa protectora 232d se fija preferentemente o se enlaza de cualquier otra manera a la superficie exterior del tubo amortiguador 221d y también puede llenar una porción del tubo amortiguador 221d para enlazarse con una superficie interior del tubo amortiguador 221d. La capa protectora 232d se proyecta hacia atrás más allá de un extremo trasero del cubo 230d. De esta manera, el extremo trasero del cubo 230d rodea circunferencialmente y entra en contacto con la capa protectora 232d pero no entra en contacto con el tubo amortiguador 221d. Por lo tanto, un molde para formar el cubo 230d se configura para cerrarse alrededor de la capa protectora 232d en lugar del tubo amortiguador 221d. En otras modalidades puede proporcionarse más de una estructura de cierre interno entre el cubo 230d y la capa protectora 232d. Adicionalmente, las estructuras de cierre interno pueden proporcionarse en diferentes ubicaciones a lo largo de la longitud de la capa protectora 232d. La capa protectora 232d tiene un diámetro exterior más largo que un diámetro exterior del tubo amortiguador 221d.

Las Figuras 34, 35 y 35a muestran otro conjunto de cable y conector de fibra óptica 200e de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de cable y conector de fibra óptica 200e incluye un conector de fibra óptica 202e que tiene una férula 22e que soporta un tope de fibra óptica 24e. El conjunto de cable y conector de fibra óptica 200e también incluyen una fibra óptica 216e empalmada al tope de fibra óptica 24e en una ubicación de empalme 218e. La fibra óptica 216 corresponde a un cable óptico que tiene un tubo amortiguador 221e. El tope de fibra óptica 24e incluye un segmento de fibra recubierto 48e y un segmento de fibra desnuda 46c (es decir, un segmento de vidrio desnudo). La fibra óptica 216 incluye un segmento de fibra desnuda 291e y una porción recubierta 293e. Una capa protectora 232e se extiende desde un extremo trasero de la férula 22e hasta un extremo delantero del tubo amortiguador 221e. En la modalidad representada, la capa protectora 232e es generalmente cilíndrica y tiene un diámetro exterior máximo que es más pequeño que un diámetro interno del tubo amortiguador 221e. La capa protectora 232e protege la ubicación del empalme 218e y los segmentos de fibra desnuda 46e y 291e. La capa protectora 232e también encapsula porciones del segmento de fibra recubierto 48e y la porción recubierta 293e. Un cubo 230e se sobremoldea sobre el extremo trasero de la férula 22e, y sobre el extremo delantero del tubo amortiguador 221e. La capa protectora 232e está completamente envuelta o encapsulada dentro del cubo 230e. Un molde usado para formar el cubo 230e se cierra en el tubo amortiguador 221e. De esta manera, la porción trasera del cubo 230e rodea circunferencialmente y se fija a una superficie exterior del tubo amortiguador 221e. Una porción frontal del cubo 230e rodea circunferencialmente y se acopla al extremo trasero de la férula 22e.

Las Figuras 36-40 muestran una secuencia para empalmar un tope de fibra óptica 24f soportado por una férula 22f a una fibra óptica 216f de un cable de fibra óptica. El tope de fibra óptica 24f incluye un segmento de fibra desnuda 46f y un segmento de fibra recubierta 48f. La fibra óptica 216f incluye un segmento de fibra desnuda 291f y una porción recubierta 293f. El cable de fibra óptica también incluye un tubo amortiguador 221f que rodea la porción recubierta 293f de la fibra óptica 216f. La Figura 36 muestra la fibra óptica 216f alineada coaxialmente con el tope de fibra óptica 24f en preparación para el empalme. La Figura 37 muestra el tope de fibra óptica 24f empalmada a la fibra óptica 216f. La Figura 38 muestra una capa protectora 232f sobremoldeada o aplicada de cualquier otra manera sobre una ubicación de empalme 218f entre la fibra óptica 216f y el tope de fibra óptica 24f. La capa protectora 232f se extiende desde un extremo trasero de la férula 22f a un extremo delantero del tubo amortiguador 221f. La Figura 39 muestra un bastidor de cubo 300 (por ejemplo, un estuche o armazón) montado sobre el extremo trasero de la férula 22f y el extremo delantero de la capa protectora 232f. El bastidor de cubo 300 es preferentemente una parte premoldeada que puede insertarse sobre la férula 22f. En ciertas modalidades, el bastidor de cubo 300 se fabrica de un material plástico relativamente duro tal como un material de poliamida. Como se muestra en la Figura 39, el bastidor de cubo 300 incluye un anillo delantero 302 que se monta sobre la férula 22f y un anillo trasero 304 colocado sobre la capa protectora 232f. Una pluralidad de nervaduras axiales 306 conectan el anillo delantero 302 al anillo trasero 304. Un diámetro interno del anillo delantero 302 preferentemente coincide estrechamente con el tamaño del diámetro exterior de la férula 22f. Un extremo frontal del anillo delantero 302 puede incluir una pluralidad de superficies biseladas 308 adaptadas para asentarse dentro de un cuerpo de conector cuando el conjunto se inclina por resorte a una posición delantera dentro de un conector. Una pluralidad de aberturas 310 se definen entre las nervaduras axiales 206. Por ejemplo, en la modalidad representada, dos nervaduras axiales 206 separadas aproximadamente 180° entre sí se proporcionan entre los anillos delantero y trasero 302, 304. En otras modalidades, pueden proporcionarse más de dos nervaduras axiales 306. El anillo trasero 304 tiene un diámetro interior que es sustancialmente más largo que un diámetro exterior de la capa protectora 232f. De esta manera, se define un espacio anular 312 entre la superficie interna del anillo de trasero 304 y la superficie exterior de la capa protectora 232f. El bastidor de cubo 300 puede estar hecho de un material que es más duro y más robusto que el material usado para formar una porción trasera del cubo. El bastidor de cubo 300 puede sobremoldearse sobre la férula 22f y puede incluir una porción interna que llena o se ajusta dentro de una ranura/cavidad 23f de la férula 22f para mejorar la retención del bastidor de cubo 300 en la férula 22f. El bastidor de cubo 300 puede sobremoldearse mediante el uso de un proceso de sobremoldeado que tiene temperaturas y presiones de proceso mayores que un proceso de sobremoldeado usado para formar una porción del cubo (por ejemplo, la porción de cubo 314) que cubre la ubicación del empalme. De esta manera, el cubo se proporciona con una construcción robusta sin exponer la

ubicación del empalme a altas temperaturas y presiones de procesamiento.

Después de que el bastidor de cubo 300 se ha montado sobre la férula 22f como se muestra en la Figura 39, una porción de cubo sobremoldeada 314 puede sobremoldearse dentro y sobre el bastidor de cubo 300 para formar un cubo compuesto 230f que se acopla a la férula 22f y contiene la ubicación de empalme 218f. La porción sobremoldeada 314 preferentemente llena las regiones de vacío entre las nervaduras axiales 306 y también llena el espacio anular 312 entre el anillo trasero 304 y la capa protectora 232f. En la modalidad representada, la porción de cubo sobremoldeada 314 encapsula completamente la capa protectora 232f e incluye una porción trasera que se cierra alrededor del tubo amortiguador 221f. El bastidor de cubo 300 y la porción de cubo sobremoldeada 314 cooperan para definir el cubo compuesto 230f que se ancla a la férula 22f. La porción de cubo sobremoldeada fluye hacia los espacios entre las nervaduras anulares 306 del bastidor de cubo 300 y se enlaza a una superficie exterior de la férula y funciona para bloquear el bastidor de cubo 300 en su lugar con relación a la férula 22f. Las nervaduras axiales 306 se muestran empotradas dentro de la porción de cubo sobremoldeada 314 y una porción de la porción de cubo sobremoldeada forma un anillo 316 que rodea las nervaduras axiales 306. El anillo 316 colinda con una parte trasera del anillo delantero 302 y tiene una superficie exterior que generalmente está alineada con una superficie exterior del anillo delantero 302. El extremo frontal del anillo delantero 302 no se cubre por la porción sobremoldeada 314. De esta manera, el extremo delantero del anillo delantero 302 forma una nariz frontal del cubo compuesto 230f.

Se apreciará que el cubo compuesto 230f puede usarse en cualquiera de los conectores de fibra óptica de acuerdo con los principios de la presente descripción. Adicionalmente, en ciertas modalidades, la porción de cubo sobremoldeada 314 se forma de un adhesivo termofundido u otro material que puede aplicarse y curarse a temperaturas y presiones de moldeo relativamente bajas. En ciertas modalidades, la porción de cubo sobremoldeada 314 se hace de un material que tiene propiedades de material diferentes a las del material del bastidor de cubo 300. Por ejemplo, la porción de cubo sobremoldeada 314 puede ser más blanda o más resiliente que el bastidor de cubo 300. La naturaleza compuesta del cubo 230f simplifica la operación de moldeo.

La construcción compuesta del cubo compuesto 230f se basa en el bastidor de cubo 300 para proporcionar resistencia mecánica y precisión. La construcción compuesta del cubo compuesto 230f se basa en la porción de cubo sobremoldeada 314 para el asegurado del cubo compuesto 230f a la férula 22f, para el asegurado del cubo compuesto 230f al tubo amortiguador 221f y para proporcionar protección adicional con respecto a la ubicación de empalme 218f y los segmentos de fibra desnuda 46f, 291f.

Se apreciará que diferentes aspectos de la presente descripción también son aplicables a conectores multifibra. Por ejemplo, la Figura 41 muestra una férula multifibra 422 que soporta una pluralidad de topes de fibra óptica que tienen una pluralidad de fibras ópticas 424. La férula 422 puede incluir aberturas 427 en las que pueden montarse pasadores de alineación para configurar la férula 422 como un componente macho. Las fibras ópticas 424 se alinean preferentemente a lo largo de una hilera dentro de la férula 422 y tienen caras de extremo que se pulen y se acceden en un extremo delantero 426 de la férula 422. Las porciones traseras 438 de las fibras ópticas 424 se proyectan hacia atrás desde un extremo trasero 428 de la férula 422. Similar a las modalidades anteriores, las fibras ópticas 424 pueden ser fibras ópticas de precisión que tienen propiedades o características diferentes a las fibras ópticas del cable de fibra óptica al que se va a empalmar el tope de fibra óptica.

En ciertas modalidades, las fibras ópticas 424 del tope de fibra óptica se empalman a las fibras ópticas del cable en una ubicación en proximidad cercana al extremo trasero 428 de la férula 422. Por ejemplo, en una modalidad, la ubicación del empalme está a menos de 10 milímetros del extremo trasero 428 de la férula 422. En otras modalidades, la ubicación del empalme está a menos de 5 milímetros del extremo trasero de 428 de la férula 422. En aún otras modalidades, la ubicación del empalme está en el intervalo de 2-5 milímetros del extremo trasero 428 de la férula 422.

La Figura 42 muestra la férula 422 montada dentro de un conector de fibra óptica multifibra 430. El conector 430 incluye un cuerpo de conector 432 que tiene una pieza frontal 432a y una pieza trasera 432b. Una bota 434 se monta en un extremo trasero de la pieza trasera 432b del cuerpo del conector 432. El extremo frontal 426 de la férula 422 es accesible en el extremo frontal del cuerpo de conector 432. Se muestra una tapa guardapolvo desmontable 435 montada sobre el extremo frontal 426 de la férula 422. Un manguito de liberación 437 se monta sobre el cuerpo de conector 432. Un resorte 439 empuja la férula 422 en una dirección hacia delante. Para usar el conector de fibra óptica 430, la tapa guardapolvo 435 se retira permitiendo de esta manera que el extremo frontal del conector se inserte dentro de un adaptador de fibra óptica correspondiente (por ejemplo, un adaptador MPO). Como se conoce en la técnica, el conector de fibra óptica 430 (por ejemplo, un conector MPO) se acopla dentro del adaptador de fibra óptica. Al tirar hacia atrás en el manguito de liberación 437, el conector de fibra óptica 430 puede liberarse del adaptador de fibra óptica.

Las Figuras 43-48 muestran una secuencia de etapas para preparar un cable de fibra óptica multifibra 440 para empalmarse con las fibras ópticas 424 de la férula 422 de la Figura 41. El cable multifibra 440 puede incluir una pluralidad de fibras ópticas 442 colocadas dentro de una cubierta 444. Una capa de resistencia 446 para proporcionar refuerzo de tracción al cable 440 puede colocarse entre la cubierta 444 y las fibras ópticas 442. En

ciertas modalidades, la capa de resistencia 446 se hace de un material de refuerzo de tracción tal como hilado de aramida.

5 Como se muestra en la Figura 43, la cubierta exterior 444 se ha pelado para exponer aproximadamente 25-35 milímetros de las fibras ópticas 442. La capa de resistencia 446 se muestra separada de las fibras 442 y se dobla de vuelta sobre la cubierta 444. Las fibras ópticas 442 se han ordenado y dispuesto en una hilera. Un material tal como la cinta 448 puede usarse para sujetar las fibras ópticas recubiertas 442 en el orden deseado. En la modalidad representada, las fibras ópticas 442 incluyen doce fibras dispuestas en una matriz plana 12x1. En otras modalidades, pueden usarse otros tipos de adhesivo instantáneo para asegurar las fibras ópticas 442 en la
10 secuencia de orden deseada.

La Figura 44 muestra la capa de resistencia 446 recortada a una longitud adecuada para el asegurado al conector multifibra 430. En una modalidad, la capa de resistencia 446 se recorta a una longitud de aproximadamente 4-6 milímetros.

15 La Figura 45 muestra una sección de termoplástico sobremoldeada 450 que se moldea sobre las fibras ópticas ordenadas 442. En una modalidad, la sección sobremoldeada 450 se separa de la cubierta del cable 444 por una distancia d1 en el intervalo de aproximadamente 9-13 milímetros. En ciertas modalidades, la sección sobremoldeada 450 tiene una longitud d2 de aproximadamente 3-6 milímetros. En ciertas modalidades, d1 puede ser igual a aproximadamente 11 milímetros y d2 puede ser igual a aproximadamente 4,5 milímetros.

20 La Figura 46 muestra el resorte 439 del conector multifibra 430 insertado sobre las fibras ópticas 442 del cable 440. La Figura 47 muestra los recubrimientos de las fibras ópticas 442 pelados de las fibras ópticas 442. De esta manera, se exponen porciones de vidrio desnudo de las fibras ópticas 442. En ciertas modalidades, las porciones de vidrio desnudo pueden comenzar en un punto separado a una distancia d3 de aproximadamente 15-17 milímetros del extremo de la cubierta del cable 444. Después de la etapa de pelado, las fibras ópticas desnudas se pueden limpiar e inspeccionar por defectos. La Figura 48 muestra las fibras ópticas 442 después de que las fibras ópticas 442 se han cortado (por ejemplo, cortado por láser). En ciertas modalidades, después del corte, las porciones de fibra desnuda de las fibras ópticas 442 tienen una longitud d4 de aproximadamente 5 milímetros. Después del corte, el cable de fibra óptica 440 está listo para empalmarse a las fibras ópticas 424 soportadas por la férula multifibra 422.

25 El conjunto de la férula multifibra 422 y las fibras ópticas 424 se muestra en la Figura 49. Para acceder al conjunto representado, la férula 422 puede alimentarse por alimentación de tazón y recogerse y colocarse a la salida del alimentación de tazón. Se apreciará que el extremo frontal 426 de la férula 422 se ha preprocesado y las caras finales de las fibras ópticas 424 en el extremo frontal 426 se han pulido previamente. Adicionalmente, en el alimentación de tazón, la cara de extremo 426 está protegida preferentemente por una tapa guardapolvo. Un sistema automatizado puede escanear y leer la información proporcionada en la férula 422 (o en la tapa guardapolvo) que identifica la férula 422. El sistema automatizado también puede retirar la tapa guardapolvo empaquetada, girar la férula 422 en un sistema de visión para encontrar con precisión la ventana en la férula, y
30 puede colocar con precisión la férula en un sujetador/portador sin tocar o dañar la cara frontal 426 de la férula 422.

35 Las Figuras 50 y 51 muestran las etapas para preparar las fibras ópticas 424 de la férula multifibra 422 para el acoplado a las fibras ópticas del cable multifibra 440. Para preparar la férula 422 y las fibras ópticas 424 para el empalme, se pelan los recubrimientos de las fibras ópticas 424 para exponer porciones de vidrio desnudo de las fibras ópticas 424 como se muestra en la Figura 50. Además, las fibras ópticas pueden limpiarse e inspeccionarse por defectos. Como se muestra en la Figura 51, las fibras ópticas desnudas se cortan luego a una longitud d5 de preferentemente 5 milímetros o menos. Como se muestra en la Figura 51, las porciones amortiguadas de las fibras ópticas se proyectan hacia fuera desde el lado trasero de la férula 422 por una distancia menor que aproximadamente 1 milímetro. En la modalidad representada de la Figura 51, se muestra una bota 450 posicionada esquemáticamente dentro de la férula 422 adyacente al extremo trasero 428. La bota 450 se configura para proporcionar protección contra el radio de curvatura y alivio de deformación a las fibras ópticas 424 adyacentes al extremo trasero 428 de la férula 422. Preferentemente, la bota 450 proyecta no más de 2 milímetros hacia atrás desde el extremo trasero 428 de la férula 422. En la modalidad representada, un extremo trasero de la bota se alinea con el extremo trasero 428 de la férula 422. En otras modalidades, el extremo trasero de la bota 450 puede empotrarse dentro de la férula 422 para desplazarse hacia delante del extremo trasero 428 de la férula. De esta manera, la bota 450 proporciona protección de las fibras ópticas 424 sin interferir con las operaciones de empalme subsecuentes que tienen lugar en proximidad cercana al extremo trasero 428 de la férula 422.

40 La Figura 52 muestra los topes de fibras ópticas 424 de la férula 422 que se empalman por fusión a las fibras ópticas 442 del cable multifibra 440. Una bandeja de empalme por fusión 600 se usa para proporcionar alineación de las fibras ópticas 442, 424 y para proteger diferentes componentes de la exposición al arco de empalme por fusión. La bandeja tiene una longitud L, un ancho W y una altura H. El ancho W se extiende en una dirección paralela a las fibras ópticas 442, 424 cuando las fibras ópticas 442, 424 se soportan en la bandeja 600. Como se muestra en la Figura 53, cuando se ve en vista en planta superior, la bandeja 600 tiene una región de cintura estrechada 602 (es decir, una región estrechada o una región de cintura) en una ubicación intermedia a lo largo de la longitud L. La región de cintura, estrecha 602 tiene un ancho reducido W1 que es menor que el ancho w de la bandeja 600 en los
60
65

extremos de la bandeja 600. La región estrecha 602 se proporciona mediante las muescas 603 que se extienden hacia un cuerpo principal de la bandeja 600 en lados opuestos de la bandeja 600. En otras modalidades, solo puede proporcionarse una de las muescas para formar la región estrechada 602.

5 La región estrechada 602 corresponde a una región/zona de empalme 613 donde las fibras ópticas 442, 424 se dirigen a través de la bandeja 600 y se empalman por fusión juntas. Las estructuras de alineación en forma de ranuras en v 604 se proporcionan en un lado superior de la bandeja 600 adyacente a la región estrecha 602 para soportar las fibras ópticas 442, 424 y para alinear coaxialmente las fibras ópticas 442, 424. En otras modalidades, el equipo de alineación activo del tipo descrito anteriormente también puede usarse para alinear coaxialmente las
10 fibras ópticas. La región estrecha 602 proporciona espacio libre para permitir que las fibras ópticas 442 se empalmen con las fibras ópticas 424 en proximidad cercana al extremo trasero 428 de la férula 422.

La bandeja 600 también incluye una estructura para evitar que los restos contaminen la región de empalme 613. Como se muestra en las Figuras 52 y 53, los electrodos de empalme por arco/fusión 610 encajan dentro de una
15 ranura 612 que se extiende a lo largo de la longitud L de la bandeja 600. La ranura 612 se estrecha a una porción estrechada 615 a medida que la ranura pasa la región donde las ranuras en v 604 soportan las fibras ópticas 442, 424. La porción estrechada 615 corresponde a la región de empalme 613. Los electrodos 610 se colocan en lados opuestos de la región de empalme 613 de la bandeja 600. Los extremos libres de las fibras ópticas 442, 424 que se pretenden empalmar juntos sobresalen de la porción estrecha 615 de la ranura 612. Las ranuras de reducción de
20 contaminación 616 se colocan adyacentes a cada uno de los conjuntos de ranuras en v 604. Específicamente, las ranuras de reducción de contaminación 616 se colocan entre las ranuras en v 604 y la porción estrechada 165 de la ranura 612. Preferentemente, las ranuras de reducción de contaminación 616 se extienden completamente a través de la altura H de la bandeja 600 y permiten que la contaminación caiga a través de la bandeja 600 en lugar de contaminar los extremos de las fibras antes del empalme. Los rieles 618 se colocan entre las ranuras de reducción
25 de contaminación 616 y la porción estrechada 615 de la ranura 612. Los rieles 618 preferentemente se empotra ligeramente con relación a la profundidad de las ranuras en v 604. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 54a, los lados superiores 620 del riel 16 se colocan más abajo que los valles 622 de las ranuras en v 604. Se apreciará que la profundidad de la ranura 612 se extiende sustancialmente debajo de los lados superiores 620 de los rieles 618. Los rieles 618 funcionan para atrapar los restos antes de que los restos entren en la ranura 612.

30 La ranura 612 es preferentemente lo suficientemente profunda como para que un arco eléctrico pase entre los electrodos 610 y se use para calentar y fusionar juntos los extremos de las fibras ópticas 442, 424. Al empotrar el electrodo 610 dentro de la ranura 612, la bandeja 600 funciona para proteger la férula 422 y otros componentes del calor asociado con el arco. Antes de fusionar los extremos de las fibras ópticas juntas a través del arco generado a lo largo de los electrodos 610, se puede usar una ráfaga corta de arco eléctrico para limpiar la zona de empalme.
35 Las ranuras en v pueden definirse en una porción de cerámica de la bandeja 600 (o la bandeja puede estar completamente hecha de cerámica o materiales similares) y pueden usarse para proporcionar la alineación final de las fibras ópticas 442, 424. La bandeja 600 también puede proteger las áreas fuera de la zona de empalme de la exposición no deseada al arco eléctrico. El arco proporcionado entre el electrodo 610 refluye el vidrio de las fibras ópticas y de esta manera proporciona un empalme entre ellas. En otras modalidades, pueden usarse también fuentes de calor alternativas.

Después de que se ha completado el proceso de empalme por fusión, los componentes se retiran de la bandeja 600 y el área de empalme por fusión se sobremoldea preferentemente con un material de recubrimiento protector tal
45 como un polímero curado con ultravioleta. El polímero curado con ultravioleta se cura preferentemente para garantizar que sea estable a temperaturas que exceden los 100 °C. La férula 422 se configura entonces para ser un componente hembra (ver Figura 56) o un componente macho (ver Figura 57). Se puede montar una presilla de resorte adyacente al lado posterior de la férula según sea necesario ya sea para la configuración hembra o la configuración macho del conector.

50 Subsecuentemente, la férula 424 y el resorte se cargan en la porción frontal 432a de la carcasa del conector 432 (ver la Figura 58) y la porción trasera 432b de la carcasa del conector 432 se asegura a la porción frontal 432a reteniendo de esta manera el resorte y la férula en la misma (ver la Figura 59). La capa de resistencia 446 del cable 440 se asegura entonces (por ejemplo, se engarza con un anillo de engarce 460) a un tope trasero 462 de la porción trasera 432b de la carcasa del conector 432 (ver las Figuras 59 y 60). A continuación, se instala la bota 434 sobre la banda de engarce como se muestra en la Figura 61 y la tapa guardapolvo 435 se instala sobre el extremo frontal del conector 430 como se muestra en la Figura 62.

60 Las Figuras 63-67 muestran una secuencia para empalmar un tope de fibra óptica 24g soportado por una férula 22g a una fibra óptica 216g de un cable de fibra óptica. El tope de fibra óptica 24g incluye un segmento de fibra desnuda 46g y un segmento de fibra recubierta 48g. La fibra óptica 216g incluye un segmento de fibra desnuda 291g y una porción recubierta 293g. El cable de fibra óptica también incluye un tubo amortiguador 221g que rodea la porción recubierta 293g de la fibra óptica 216g. La Figura 63 muestra la fibra óptica 216g coaxialmente alineada con el tope de fibra óptica 24g en la preparación para el empalme. La Figura 64 muestra el tope de fibra óptica 24g empalmado
65 a la fibra óptica 216g. La Figura 65 muestra una capa protectora 232 g sobremoldeada o aplicada de cualquier otra manera sobre una ubicación del empalme 218g entre la fibra óptica 216g y el tope de fibra óptica 24g. La capa

5 protectora 232g se extiende desde un extremo trasero de la férula 22g hasta un extremo delantero del tubo amortiguador 221g. La Figura 66 muestra un cuerpo 500 que tiene una porción de cubo frontal 502 y una porción de cubo trasera 504. La porción de cubo frontal 502 incluye lados planos 506 y una porción de interbloqueo 508, tal como una cola de paloma. En ciertas modalidades, la porción de cubo frontal 502 del cuerpo 500 puede fabricarse de un material plástico relativamente duro tal como un material de poliamida. Como se muestra en la Figura 66, la porción de cubo frontal 502 se premoldea (por ejemplo, sobremoldeada) sobre la férula 22g antes de que el tope de fibra óptica 24g se empalme con la fibra óptica 216g. De acuerdo con la invención, en una modalidad, la marca puede colocarse en los lados planos 506 de la porción de cubo frontal 502 para ayudar en el ajuste. En ciertas modalidades, la porción de cubo frontal 502 tiene 6 u 8 planos. El plano 506 más cercano a la dirección de desplazamiento del núcleo puede marcarse para su identificación posterior cuando el conjunto de férula 22g se carga en un cuerpo de conector. Por lo tanto, el plano marcado 506 puede usarse para identificar (ya sea manual o automáticamente) la dirección de desplazamiento del núcleo de la férula 22g.

15 Después de que la porción de cubo frontal 502 se ha moldeado sobre la férula 22g y las fibras 24g, 216g se han empalmado juntas, como se muestra en la Figura 64, la porción de cubo trasera 504 puede sobremoldearse dentro y sobre la porción de cubo frontal 502 para formar un cubo compuesto 230g que se acopla a la férula 22g y contiene la ubicación del empalme 218g. La porción de cubo trasera 504 se sobremoldea para encapsular la cola de paloma de la porción de cubo frontal 502 y la capa protectora 232g. En la modalidad representada, la porción de cubo trasera 504 encapsula completamente la capa protectora 232g e incluye una porción trasera que se cierra alrededor del tubo amortiguador 221g. El extremo frontal de la porción de cubo frontal 502 no se cubre por la porción de cubo trasera 504. De esta manera, el extremo delantero de la porción de cubo frontal 502 forma una nariz frontal del cubo compuesto 230g. La Figura 67 muestra una modalidad alternativa de la porción de cubo trasera 504. Refiriéndose a la Figura 68, la férula 22g se muestra sin la porción de cubo trasera 504 y el tubo amortiguador 221g retirado. Las Figuras 69-70 son vistas en sección transversal y laterales de la figura 68. La Figura 71 es una vista superior de la Figura 69 y la figura 72 es una vista en perspectiva de la modalidad alternativa. Las Figuras 73-74 son una vista en sección transversal y lateral de la Figura 72.

30 Se apreciará que el cubo compuesto 230g puede usarse en cualquiera de los conectores de fibra óptica que no forman parte de la invención reivindicada de acuerdo con los principios de la presente descripción. Adicionalmente, en ciertas modalidades, la porción de cubo trasera 504 se forma de un adhesivo termofundido que se puede aplicar y curar a temperaturas y presiones de moldeo relativamente bajas. La porción de cubo trasero 504 también puede formarse a partir de un material curable por UV (es decir, los materiales se curan cuando se exponen a radiación/luz ultravioleta), por ejemplo, acrilatos curables por UV, tales como OPTOCAST™ 3761 fabricado por Electronic Materials, Inc. de Breckenridge, Colorado; ULTRA LIGHT-WELD® 3099 fabricado por Dymaxring Corporation de Torrington, Connecticut; y 3M™ SCOTCH- WELD™ fabricado por 3M de St. Paul, Minnesota. El uso de materiales curables por UV es ventajoso en que el curado puede ocurrir a temperaturas ambiente y a presiones generalmente más bajas (por ejemplo, menos de 30 kpsi, y generalmente entre 20 - 30 kpsi). La disponibilidad de curado a baja presión ayuda a garantizar que los componentes, tales como la(s) fibra(s) óptica(s), siendo sobremoldeados no se dañen durante el proceso de moldeo. En ciertas modalidades, puede usarse un proceso de moldeo por inyección para aplicar y formar la porción de cubo trasera 504 a partir de un material curable por UV alrededor de la capa protectora 232g y la porción de cubo frontal 502. En ciertas modalidades, la porción de cubo trasera 504 se hace de un material que tiene propiedades de material diferentes que el material de la porción de cubo frontal 502. Por ejemplo, la porción de cubo trasera 504 puede ser más suave o más resiliente que la porción de cubo frontal 502. La naturaleza compuesta del cubo 230g simplifica la operación de moldeo. La porción de cubo frontal 502 puede sobremoldearse mediante el uso de un proceso de sobremoldeo que tiene temperaturas y presiones más altas que el proceso de sobremoldeo usado para formar la porción de cubo trasera 504. La porción de cubo frontal puede engancharse con la férula 22g.

50 En algunas modalidades, la construcción compuesta del cubo compuesto 230g se basa en la porción de cubo frontal 502 para proporcionar resistencia mecánica y precisión y para el asegurado del cubo compuesto 230g a la férula 22g (por ejemplo, la porción de cubo frontal 502 se enlaza a la férula 22g). En algunas modalidades, la construcción compuesta del cubo compuesto 230g se basa en la porción de cubo trasera 504 para el asegurado del cubo compuesto 230g al tubo amortiguador 221g y para proporcionar protección adicional con respecto a la ubicación de empalme 218g y los segmentos de fibra desnuda 46g, 291g.

55 En una modalidad, la porción de cubo frontal 504 puede montarse (por ejemplo, sobremoldeada) en la férula 22g antes del pulido, la limpieza, el corte, el pelado, el ajuste, la alineación activa y el empalme del conjunto de férula. De esta manera, la porción de cubo frontal 504 puede usarse para facilitar la manipulación y la colocación de la férula 22g durante las diferentes etapas de procesamiento. En un ejemplo, un plano de la porción de cubo frontal 504 puede marcarse para propósitos de ajuste.

60 En una modalidad, la porción de cubo trasera 504 puede sobremoldearse para encapsular la cola de paloma de la porción de cubo frontal 502 y la capa protectora 232g en un conjunto de molde por inyección 700, como se muestra en las Figuras 75-81. Como se muestra, el conjunto de molde 700 incluye un conjunto de molde superior 702 y un conjunto de molde inferior 704. El conjunto de molde superior 702 incluye un bloque de molde superior 706 unido a y operado por el conjunto de molde 700 a través de una pieza del bastidor superior 708. Igualmente, el conjunto de

molde inferior 704 incluye un bloque de moldeo inferior 710 unido a y operado por el conjunto de molde 700 a través de una pieza del bastidor inferior 712. El accionamiento de las piezas del bastidor 708, 712 puede ser manual o automático.

5 En una modalidad que no forma parte de la invención reivindicada, los bloques de molde superior e inferior 706, 710 se forman a partir de un material transmisivo de luz UV, tal como Resina de Fluoropolímero Dupont™ TEFLON® FEP 100. Se ha encontrado que este material tiene suficientes características de transmisión de luz UV por encima de longitudes de onda de 300 nm en grosores que corresponden a aquellos usados para bloques de molde 706, 710 (por ejemplo, aproximadamente 50 - 75% de transmisividad para grosores de material entre 1-2 milímetros a longitudes de onda UV de 365 nm a una intensidad inicial de aproximadamente 1,7 - 2,0 vatios / centímetro cuadrado). Además, el TEFLON® tiene propiedades beneficiosas que permiten que los bloques de molde 706, 710 se moldeen con formas de cavidades de moldes complejas mientras que también son resistentes a la adhesión al material curado en las cavidades de moldeo. Este material también permite que los bloques de molde 706, 710 tengan superficies de acoplamiento que están suficientemente formadas para evitar destellos no deseados en la parte moldeada.

El bloque de molde superior 706 y el bloque de molde inferior 710 pueden tener una pluralidad de porciones de cavidad que cooperan 714, 716 para formar la porción de cubo trasera 504. Como se puede ver más fácilmente en las Figuras 80-81, el bloque de molde superior 706 tiene una porción de cavidad superior 714 que coopera con una porción de cavidad inferior 716 en el bloque de molde inferior 710. Como se muestra, la porción de cavidad superior 714 incluye una porción de cavidad del molde 714a, una porción que asegura la férula 714b, y una porción de bolsillo del tubo amortiguador 714c mientras que la porción de cavidad inferior 716 incluye una porción de cavidad del molde 716a, una porción que asegura la férula 716b y una porción de bolsillo del tubo amortiguador 716c. Cuando los bloques de molde superior e inferior 706, 710 se presionan entre sí mediante el funcionamiento de las piezas del bastidor 708, 712, las porciones de la cavidad superior e inferior 714, 716 forman una cavidad del molde con porciones 714a, 716a, y aseguran la férula 22g con porciones 714b, 716b. Los bolsillos del tubo amortiguador 714c, 716c crean un pasaje para el tubo amortiguador 221g durante el proceso de moldeo.

Se observa que los bloques de molde 706, 710 pueden incluir canales de vacío superiores e inferiores 724, 726, conectados a una fuente de vacío (no mostrada), para asegurar las férulas 22g contra las porciones 714b, 716b para evitar el movimiento no deseado durante el proceso de moldeo. Como se muestra, los canales 724, 726 se extienden a lo largo de los bloques de molde 706, 710 a cada una de las porciones de cavidad 714b, 716b. Se observa además que los contornos de las porciones de la cavidad de molde 714a, 716a coinciden con la forma de la porción de cubo trasera completamente formada 504 mostrada en las Figuras 67 y 72-74. En la modalidad mostrada en las Figuras 75-79, hay doce pares de porciones de cavidad de molde que cooperan 714, 716 de manera que doce porciones de cubo traseras 504 pueden formarse simultáneamente por el conjunto de molde 700.

Como se muestra, la unidad de moldeo 700 incluye además una serie de agujas de inyección 718. En una modalidad, hay una aguja de inyección 718 para cada cavidad de molde. Sin embargo, puede proporcionarse más de una aguja de inyección para cada cavidad de molde. Las agujas de inyección 718 son para inyectar material no curado para la porción de cubo trasera 504 en las cavidades de molde formadas una vez que los bloques de molde 706, 710 se han presionado entre sí. En una modalidad, el bloque de molde inferior 710 incluye conductos 752 que proporcionan una trayectoria de comunicación de fluidos entre las agujas de inyección 718 y las cavidades de molde correspondientes. Se observa que las agujas de inyección 718 pueden hacerse a partir de un material que no es transmisivo a la luz UV, tal como un metal, para evitar el curado no deseado o prematuro dentro de la aguja de inyección 718.

Refiriéndose a las Figuras 78-79, una válvula 720 que tiene un pasaje 722 se proporciona dentro del pasaje 752 del bloque de molde inferior 710. En una modalidad, la válvula 720 se hace de un material que no es transmisivo a la luz UV, tal como silicona opaca o goma EPDM. Tal material ayudará a evitar que el material no curado dentro de la válvula 720 y/o la aguja de inyección 718 se cure de manera no deseada durante el proceso de moldeo. En una modalidad, la válvula 720 se configura como una válvula unidireccional de manera que el material no curado puede fluir hacia dentro de la cavidad de molde a través del pasaje 722, pero puede no fluir desde la cavidad del molde de vuelta hacia la aguja de inyección 718.

En una modalidad, la válvula 720 se hace de un material polimérico flexible y se configura de manera que el pasaje 722 se abre cuando se excede una presión umbral ejercida por el material no curado dentro de la aguja de inyección 718, y se cierra cuando la presión se reduce suficientemente. En una modalidad, la válvula 720 es una válvula de tipo hendidura. Se observa que las Figuras 78-79 muestran la válvula 720 en una posición abierta con el pasaje 722 que se muestra con un tamaño exagerado para el propósito de claridad. Las características combinadas de la válvula 720 también resultan en una porción de cubo trasero moldeado 504 que está libre de patas o guías que normalmente necesitarían retirarse de un producto moldeado después del proceso de moldeo.

Adicionalmente, cada aguja de inyección 718 puede configurarse para insertarse a través de su válvula respectiva 720 y en el área de cavidad 716a, 714a cuando se inyecta material de moldeo en las cavidades. En tal configuración, las agujas de inyección 718 pueden replegarse fuera de las cavidades de molde después de que las

cavidades se llenan suficientemente y antes de que comience el proceso de curado. También se observa que el conjunto de molde 700 puede también configurarse para extraer un ligero vacío en el material no curado dentro de las agujas de inyección 718 después de llenar la cavidad de molde para ayudar a garantizar que el material no curado se retire más lejos del área de exposición a la luz UV.

5 Como se muestra, el conjunto de molde 700 incluye además una pluralidad de accesorios de luz UV 728 (728a, 728b, 728c). Los accesorios de luz UV 728 son para dirigir la luz UV hacia las porciones de la cavidad de molde 714b, 716b de manera que el material sensible a UV dentro de las cavidades puede curarse durante el proceso de moldeo. En la modalidad mostrada, se disponen tres luces UV para dirigir la luz UV sobre cada cavidad de molde desde diferentes ángulos. Se observa que podrían usarse más o menos luces UV. En la modalidad mostrada, los accesorios de luz UV 728 incluyen bombillas LED que emiten 365 nanómetros (nm) de luz ultravioleta a 3 vatios por centímetro cuadrado. Se observa que pueden usarse otras longitudes de onda e intensidades, y que la longitud de onda y la intensidad de las luces elegidas son generalmente una función de los materiales seleccionados usados para los bloques de molde y la porción de cubo trasera 504. Refiriéndose a la Figura 75, se proporcionan un total de 14 conjuntos de accesorios de luz UV 728a, 728b, 728c para las doce cavidades de molde. Mientras que 12 conjuntos exponen directamente la luz en una cavidad particular de molde, se proporciona un conjunto adicional de accesorios de luz UV en cada extremo de los bloques de molde 706, 708 para garantizar que las cavidades de molde más externas se exponen al mismo nivel de luz UV que las cavidades interiores del molde.

20 Como se ve más fácilmente en la Figura 78, el bloque de molde superior 708 tiene una pluralidad de cavidades 730 para recibir las luces UV 728a. Las luces UV 728a se orientan para dirigir la luz hacia abajo sobre la porción de cavidad superior 714b. El bloque de molde inferior 710 tiene cavidades 732 y 734 para recibir las luces UV 728b y 728c, respectivamente. Las cavidades 732 y 734 se disponen en ángulos debido a la presencia de las agujas de inyección 718, las válvulas 720, y los pasadores eyectores (descritos más adelante). Se observa que dado que las válvulas 720 y las agujas de inyección 718 pueden no ser transmisivas a la luz UV, que las luces UV 728b y 728c deben orientarse para garantizar que la cavidad de molde se exponga suficientemente a la luz UV alrededor de estos componentes. Como se mencionó anteriormente, debido a que los bloques de molde 706, 710 son transmisivos a la luz UV, las luces UV son capaces de curar el material moldeado dentro de las cavidades de molde mientras que los bloques de molde 706, 710 se cierran juntos.

30 Una vez que el material de molde se ha curado suficientemente para formar las porciones de cubo traseras 504, el vacío que asegura las férulas puede interrumpirse y los bloques de molde 706, 710 pueden separarse. Para facilitar la extracción del cubo compuesto 230g de los bloques de molde 706, 710, el conjunto de molde 700 puede proporcionarse con un conjunto eyector 736. En una modalidad, el conjunto eyector 736 incluye un conjunto eyector superior 738 ubicado en el conjunto de molde superior 702 y un conjunto eyector inferior 740 en el conjunto de molde inferior 704. Como se muestra, cada uno de los conjuntos eyectores 738, 740 incluye una pluralidad de pasadores eyectores 740, 742 conectados a un riel de soporte común 744, 746. El número de pasadores eyectores 738 corresponde al número de cavidades de molde. En consecuencia, el bloque de molde superior tiene un pasaje 748 para los pasadores eyectores 740 mientras que el bloque de molde inferior tiene un pasaje 750 para los pasadores eyectores 742. Para retirar el cubo 230g de los bloques de molde 706, 710, los pasadores eyectores 740, 742 se introducen en los pasajes 748, 742 hasta que entran en contacto y desalojan la porción de férula 22g ubicada dentro de las porciones de cavidad 714b, 716b. Los rieles de soporte 744, 746 que accionan los pasadores 740, 742 pueden accionarse ya sea manual o automáticamente. Se observa que los pasadores eyectores 740, 742 pueden fabricarse a partir de un material transmisivo de luz UV para minimizar la interferencia con el proceso de curado. Ejemplos de materiales transmisivos de luz UV para los pasadores eyectores 740, 742 son vidrio transparente y policarbonato. También se observa que los pasadores eyectores pueden retirarse o retraerse parcialmente de las cavidades en los bloques de molde 706, 710 durante el proceso de curado para reducir la interferencia con la transmisión de luz UV.

50 Refiriéndose a la Figura 82, se muestra un proceso de moldeo por inyección 1000 en el que el conjunto de molde 700 puede usarse para formar una férula sobremoldeada y un cubo compuesto. En una primera etapa 1002, las férulas con collares premoldeados, que pueden empalmarse a fibras amortiguadas de conjuntos de cables, se colocan sobre las cavidades en el conjunto de molde. En una segunda etapa 1004, se enciende un vacío para sujetar las férulas y evitar movimiento no deseado ya sea en los modos axial o giratorio. Se observa que el vacío puede estar activo antes de que las férulas con collares premoldeados se coloquen sobre las cavidades. En una tercera etapa 1006, una vez que se llenan todas las cavidades deseadas en el molde, los bloques de molde del conjunto de molde se cierran juntos. En otra etapa 1008, las unidades dispensadoras de EFD o similares se usan para suministrar material UV en las cavidades de molde a baja presión a través de las agujas de inyección y las válvulas asociadas. La cantidad de material inyectado puede calcularse o determinarse empíricamente mediante el uso de ensayos para optimizar el volumen de llenado sin causar un destello no deseado u otras protusiones. En otra etapa 1010, las luces UV se activan y se encienden a una intensidad y duración optimizadas para curar completamente los materiales con un tiempo de ciclo mínimo. En una modalidad, el tiempo de ciclo es de aproximadamente 10 segundos cuando se usa una luz UV de 365nm a 3 vatios por centímetro cuadrado. En una modalidad, la intensidad de la luz UV es inicialmente baja, por ejemplo durante los primeros 5 segundos de un ciclo de 10 segundos, y luego se eleva a un valor más alto. Tal enfoque es beneficioso donde el material que se va a curar puede ser sensible a la volatilización si se expone inicialmente al valor de mayor intensidad. En otra etapa

1012, los bloques de molde se separan. También se pueden usar pasadores eyectores durante la separación en la ubicación de la férula para desalojar la férula sobremoldeada y el conector. En otra etapa 1014, la férula y el cubo sobremoldeados se retiran del conjunto de molde. Se observa que otras aplicaciones de moldeo por inyección pueden usarse con el conjunto y proceso de moldeo descritos anteriormente, y que la descripción no se limita a las partes y componentes de moldeo por inyección relacionados con la tecnología de fibra óptica.

Las Figuras 83 y 84 muestran otro conjunto de férula 20h y cubo 230h de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de férula 20h incluye una férula 22h que soporta un tope de fibra óptica 24h. El tope de fibra óptica 24h se empalma por fusión a una fibra óptica 216h de un cable de fibra óptica 212h en una ubicación de empalme 218h. El cubo 230h se monta en el extremo trasero de la férula 22h y cubre la ubicación del empalme 218h. El cubo 230h incluye una porción de cubo frontal 502h y una porción de cubo trasera 504h. La porción de cubo trasera 504h incluye una carcasa de cubo exterior 900 que define una cavidad interior 902. La carcasa de cubo exterior 900 incluye una ranura axial/longitudinal 904 que permite que la carcasa de cubo exterior 900 se inserte lateralmente sobre el tope de fibra óptica 24h y la fibra óptica 216h en la ubicación de empalme 218h después de que el tope de fibra óptica 24h se haya empalmado con la fibra óptica 216h. La carcasa de cubo exterior 900 incluye además un puerto 906 para permitir que la carcasa de cubo exterior 900 se llene con un material sobremoldeado (por ejemplo, un material curable por UV, un material termofundido, un material termoplástico, un material epoxi, un material termoestable, u otros materiales). El material sobremoldeado 908 no se muestra en las Figuras 83 y 84, pero se representa en la Figura 93. La carcasa de cubo exterior 900 puede funcionar como un molde para dar forma al material sobremoldeado 908 alrededor de la ubicación de empalme 218h y a lo largo de las longitudes de la fibra óptica 216h y el tope de fibra óptica 24h. Una pieza de molde temporal puede usarse para recubrir la ranura axial 904 a medida que el material sobremoldeado 908 se inyecta en la carcasa de cubo exterior 900 a través del puerto 906. La carcasa de cubo exterior 900 sigue siendo una parte permanente del cubo 230h después de que el material sobremoldeado 908 se ha inyectado en el mismo.

La porción de cubo frontal 502h puede sobremoldearse en la férula 22h o montarse de cualquier otra manera en la férula 22h. Porciones de la porción de cubo frontal 502h pueden engancharse con las ranuras correspondientes u otras aberturas en el lado de la férula 22h para limitar el movimiento axial de la porción de cubo frontal 502h con relación a la férula 22h. Como se muestra en las Figuras 85 y 86, la porción de cubo frontal 502h incluye un extremo frontal 910 y un extremo trasero 912. El extremo trasero 912 se desplaza hacia delante desde un extremo trasero 28h del cubo 230h. De esta manera, el extremo trasero 28h del cubo 230h se proyecta hacia atrás desde el extremo trasero 912 de la porción de cubo frontal 502h. En ciertos ejemplos, la porción de cubo frontal 502h se hace de un material más duro, más resistente que el material sobremoldeado 908. En ciertos ejemplos, la porción de cubo frontal 502h puede sobremoldearse en la férula 22h mediante el uso de un proceso de moldeo a mayor temperatura y/o mayor presión en comparación con el proceso de moldeo usado para instalar el material sobremoldeado 908 en la carcasa de cubo exterior 900. Aun refiriéndose a las Figuras 85 y 86, la porción de cubo frontal 502h puede incluir una serie de planos 914 usados para inclinar o de cualquier otra manera colocar de manera giratoria el conjunto de férula 20h en un conector tal como el conector LC 990 de las Figuras 92 y 93. La porción de cubo frontal 502h también puede incluir secciones biseladas frontales 916 para asentar el cubo 230h dentro del conector 990.

La porción de cubo frontal 502h puede sobremoldearse en la férula 22h antes de las operaciones de pelado, limpieza, corte, alineación activa, y empalme. De esta manera, la porción de cubo frontal 502h puede usarse para facilitar la manipulación del conjunto de férula 20h durante las diferentes operaciones descritas anteriormente. Durante la alineación activa del tope de fibra óptica 24h y la fibra óptica 216h, el extremo frontal 910 de la porción de cubo frontal 502h puede colindar contra un tope, pared lateral u otra estructura del soporte de férula (por ejemplo, ver el soporte de férula 240 de la Figura 19) para garantizar que la férula 22h se coloca en una posición axial precisa con relación al soporte de férula. Por lo tanto, la porción de cubo frontal 502h puede usarse como un tope positivo para controlar la colocación axial de la férula 22h durante las diferentes operaciones descritas anteriormente.

En ciertas modalidades, la carcasa de cubo exterior 900 colinda con el extremo trasero de la porción de cubo frontal 502h. Como se muestra en la Figura 93, la carcasa de cubo exterior 900 puede incluir regiones abiertas 918 (cavidades internas, ranuras internas, rebajes internos, etc.) que se solapan axialmente en el extremo trasero 28h de la férula 22h para permitir que el material sobremoldeado 908 llene esta región y solape axialmente en el extremo trasero 28h de la férula 22h. En ciertos ejemplos, este tipo de figuración puede proporcionar una mejor aseguramiento de la férula 22h. En ciertos ejemplos, la carcasa de cubo exterior 900 es una parte polimérica moldeada tal como una parte moldeada por inyección. La carcasa exterior del cubo 900 puede hacerse de un material que es más duro y más duradero/robusto que el material sobremoldeado 908 para reforzar la porción de cubo trasera 504h y para proteger y contener el material sobremoldeado 908. En el caso donde el material sobremoldeado 908 se cura por UV, la carcasa de cubo exterior 900 puede fabricarse de un material que es transmisor con respecto a la luz UV de manera que el material sobremoldeado 908 puede curarse mediante la transmisión de luz/radiación UV a través de la carcasa de cubo exterior 900.

Las Figuras 87 y 88 muestran otro conjunto de férula 20i y cubo 230i de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de férula 20i y cubo 230i puede tener la misma construcción que el conjunto de férula 20h y cubo 230h excepto que el cubo 230i incluye una carcasa de cubo exterior 900i que tiene un extremo macho 920 que se ajusta dentro de un receptáculo hembra 922 definido en un lado posterior de una porción de cubo frontal 502i. El

extremo macho 920 y el receptáculo hembra 922 pueden tener formas complementarias. Como se muestra, el extremo macho 920 y el receptáculo hembra 922 incluyen cada uno una serie de planos que evitan la rotación relativa entre la carcasa de cubo exterior 900i y la porción de cubo frontal 502i. El extremo macho 920 de la cubierta de cubo exterior 900i se muestra mejor en la Figura 89.

La Figura 90 muestra un conjunto de férula adicional 20j y cubo 230j de acuerdo con los principios de la presente descripción. El conjunto de férula 20j y el cubo 230j tienen la misma configuración básica que el conjunto de férula 20h y el cubo 230h excepto que el cubo 230j incluye una carcasa de cubo exterior 900j que tiene una construcción de dos piezas. Las dos piezas de la carcasa de cubo exterior 900j se acoplan juntas con una ubicación de empalme 218j capturada entre ellas para formar la carcasa de cubo exterior 900j.

La Figura 91 muestra una carcasa de cubo exterior alternativa 900k que puede usarse con el conjunto de férula 20i y la porción de cubo frontal 502i de las Figuras 87 y 88. La carcasa de cubo exterior 900k incluye dos medias piezas intermedias 950 que cooperan para definir una cámara/cavidad interna 902k para recibir material de sobremoldeado. Un puerto 906k para llenar la cámara/cavidad 902k con material sobremoldeado se define por al menos una de las medias piezas 950. Las medias piezas 950 cooperan para definir un extremo macho 920k en el extremo frontal de la carcasa de cubo exterior 900k. Las características de alineación tales como los postes 956 y las aberturas correspondientes 958 aseguran la alineación adecuada entre las medias piezas 950 de la carcasa de cubo exterior 900k durante el ensamble.

Las Figuras 92 y 93 muestran el conector 990 que incluye el conjunto de férula 20h y el cubo 230h. El conector 990 incluye un cuerpo de conector principal 991 que tiene un factor de forma de estilo LC estándar y una disposición de cierre mecánico. El conector 990 incluye además un resorte 992 para empujar el conjunto de férula 20h y el cubo 230h en una dirección de avance de manera que la sección biselada 916 del cubo 230h se asienta dentro del cuerpo de conector principal 991. El conector 990 incluye además una carcasa trasera 993 que retiene el resorte dentro del cuerpo de conector principal 991. El conector 990 incluye además un engarce 996 para asegurar los miembros de resistencia del cable a la carcasa trasera 993, y una bota 998 para proporcionar alivio de deformación y control del radio de curvatura de la fibra en la interfaz de cable a conector.

Aunque se prefiere que tanto el proceso de fabricación del conjunto de férula como el proceso de fabricación del cable y conector de fibra óptica se automaticen completamente, se apreciará que ciertas etapas de cualquiera de los procesos se pueden realizar manualmente. Adicionalmente, si bien se prefiere que la tecnología y procesamiento de empalmes descritos en la presente descripción se usen en una instalación de fábrica, dicha tecnología y procesamiento también pueden usarse lejos de la fábrica en el campo para aplicaciones de empalme de campo (por ejemplo, en una ubicación del cliente). En otras palabras, el empalme por fusión, la protección de empalme, el sobremoldeado, la fijación del miembro de resistencia y el ensamble de la parte o partes del conector pueden realizarse fuera de una fábrica, por ejemplo, en un sitio del cliente. Además, mientras que el procesamiento se describió con respecto a los cables de conexión, se apreciará que la misma tecnología de procesamiento puede usarse para unir un conector a cualquier tipo de cable de fibra óptica de cable. Además, mientras se muestran conectores SC, se apreciará que la tecnología es aplicable a cualquier tipo de conector de fibra óptica.

Otro aspecto de la presente descripción se refiere a un método para producir y distribuir en masa conjuntos de conector de fibra óptica. Un aspecto significativo del método se refiere a la fabricación centralizada de grandes cantidades de conjuntos de férulas cada uno que tiene una férula que soporta una fibra de tope. En ciertos ejemplos, el volumen de los conjuntos de férulas fabricados en una ubicación de fabricación centralizada dada puede superar un volumen de 500 000; 1 000 000; 2 000 000; o 3 000 000 conjuntos de férula. Al fabricar tales grandes volúmenes de conjuntos de férulas en una ubicación centralizada, los conjuntos de férulas se pueden hacer eficientemente y se puede hacer una inversión de capital considerable en equipos y procesos de fabricación de calidad superior. Por ejemplo, los conjuntos de férulas pueden fabricarse en una ubicación de fábrica mediante el uso de la tecnología y el equipo de pulido de alta precisión. Además, las férulas y fibras de tope de alta calidad y con tolerancia precisa se pueden hacer coincidir efectivamente para proporcionar a los conjuntos de férulas niveles extremadamente altos de rendimiento óptico. Los grandes volúmenes de conjuntos de férulas fabricados en una ubicación centralizada dada proporcionan la eficiencia de fabricación para hacer este tipo de operación factible. Ejemplos de tales operaciones de fabricación y equipos de alta calidad se describen a lo largo de la presente descripción. La fabricación centralizada también permite una inversión sustancial en automatización.

El método también se refiere a distribuir conjuntos de férulas fabricados en una ubicación centralizada a ubicaciones de fábricas regionales/producción en masa ubicadas más cerca del punto de ventas previsto. El tamaño relativamente pequeño de los conjuntos de férulas permite que grandes volúmenes de tales conjuntos de férulas se envíen efectivamente a costos relativamente bajos. Los altos costos asociados con el extenso envío de cables pueden reducirse significativamente. En las ubicaciones regionales, los conjuntos de cables de fibra óptica conectorizados pueden producirse en masa efectivamente y eficientemente en un entorno de fábrica mediante el empalme de los conjuntos de férulas a los cables como se describió en la presente descripción. El alto nivel de precisión proporcionado en las férulas, fibras ópticas, técnicas de empalme y procesos de fabricación usados en la ubicación central compensa efectivamente cualquier pérdida asociada con añadir empalmes a los conjuntos de conector de fibra óptica producidos en masa. Una vez más, los altos volúmenes de conjuntos de férulas fabricados

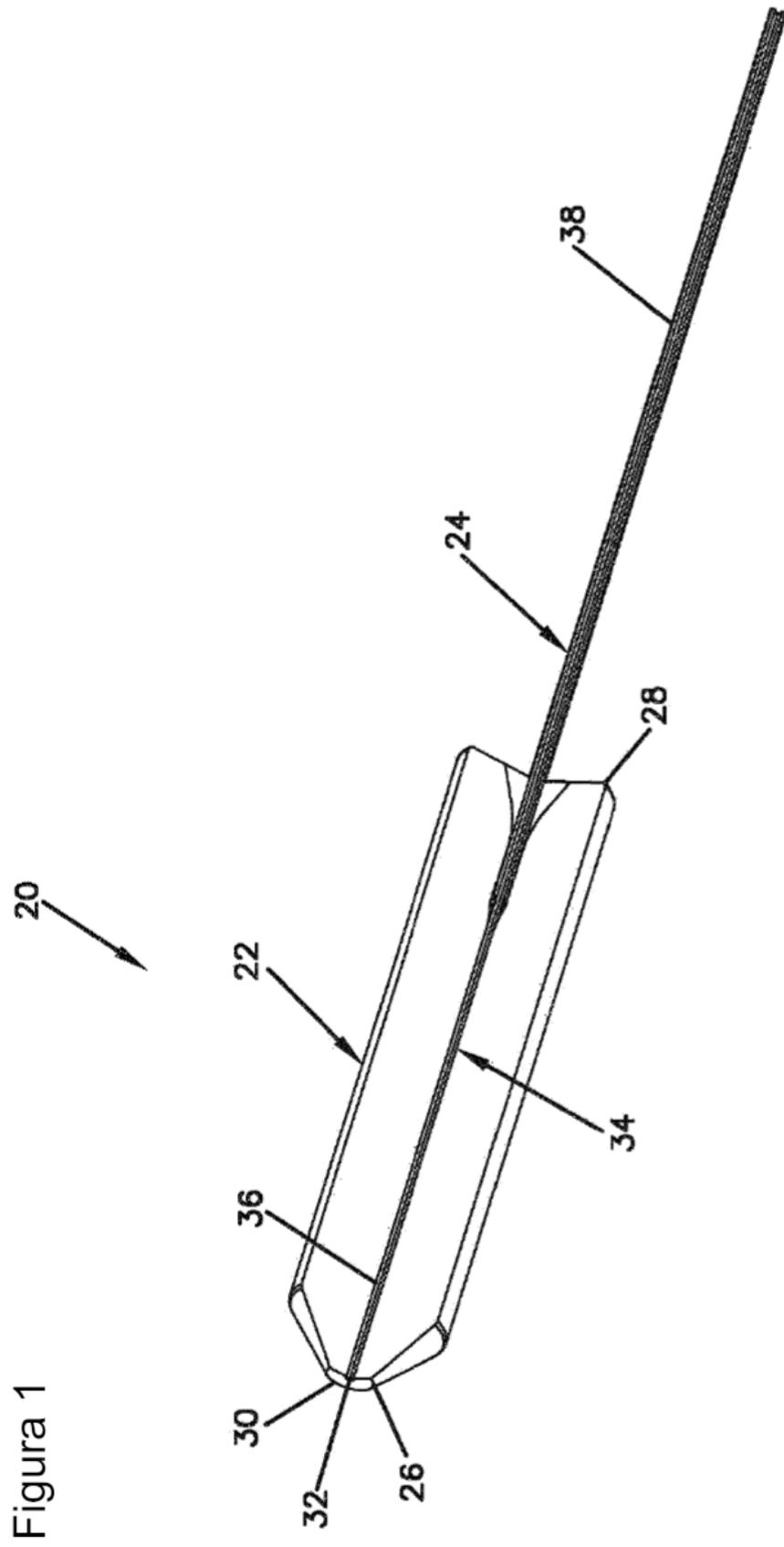
en las ubicaciones centralizadas proporcionan la justificación para hacer los gastos de capital necesarios para proporcionar el nivel de calidad de equipo, la automatización y la precisión de fabricación para hacer este sistema de fabricación y distribución factible.

5 Los aspectos de la presente descripción permiten que los conjuntos de férulas se fabriquen en grandes volúmenes en ubicaciones de fabricación donde el proceso es más rentable. Los conjuntos de férula, que son pequeños en tamaño, se pueden enviar eficientemente a granel a ubicaciones de fábrica/ensamble más cercanas a las ubicaciones de cliente donde los conjuntos de férulas se pueden empalmar a cables de fibra óptica y puede tener lugar el ensamble de conector final. De esta manera, el envío del cable en sí (que tiende a ser mayor en tamaño y peso) puede minimizarse. Además, el ensamble final puede hacerse más cerca de las ubicaciones de cliente, de esta manera reduciendo los tiempos de entrega. También pueden mejorarse las cadenas de suministro globales.

15 Aunque anteriormente se proporcionan varias dimensiones específicas, se apreciará que las dimensiones son aplicables a algunas modalidades y que otras modalidades dentro del alcance de la presente descripción pueden usar dimensiones distintas de las proporcionadas específicamente. De manera similar, aunque anteriormente se proporcionan varias tolerancias de fabricación, se apreciará que las tolerancias de fabricación son aplicables a algunas modalidades y que otras modalidades dentro del alcance de la presente descripción pueden usar tolerancias de fabricación distintas de las proporcionadas específicamente. La especificación, los ejemplos y los datos anteriores proporcionan una descripción de los aspectos inventivos de la descripción. Se pueden hacer muchas modalidades de la descripción sin apartarse del alcance de la invención que se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método para fabricar un conector de fibra óptica, el método que comprende:
 - 5 determinar una dirección de desplazamiento del núcleo (91) de un conjunto de férula que incluye una férula (22) y un tope de fibra óptica (24) asegurado dentro de la férula (22), en donde la dirección de desplazamiento del núcleo (91) se determina antes de que se monte un cubo en la férula (22); proporcionar un identificador de dirección de desplazamiento del núcleo (93) en la férula (22) una vez que se ha identificado la dirección de desplazamiento del núcleo (91); y
 - 10 orientar de manera giratoria el cubo en la férula (22) mediante el uso del identificador de dirección de desplazamiento del núcleo (93).
2. El método de la reivindicación 1, en donde el cubo se introduce de manera giratoria con relación a un cuerpo de conector correspondiente.
- 15 3. El método de la reivindicación 1, en donde el identificador de dirección de desplazamiento del núcleo (93) incluye una marca proporcionada en alineación directa con la dirección de desplazamiento del núcleo (91).
- 20 4. El método de la reivindicación 1, en donde el identificador de dirección de desplazamiento del núcleo (93) incluye un desplazamiento de la marca 180 grados desde la dirección de desplazamiento del núcleo (91).
- 25 5. El método de la reivindicación 1, en donde el identificador de dirección de desplazamiento del núcleo (93) es una marca, y en donde el método incluye además instalar el conjunto de férula en un cuerpo de conector que incluye usar la marca para orientar el desplazamiento del núcleo en una ubicación deseada con relación al cuerpo de conector.
- 30 6. El método de la reivindicación 5, en donde orientar de manera giratoria el cubo en la férula (22) incluye orientar la dirección de desplazamiento del núcleo (91) a una posición de las doce en punto con relación a un cuerpo de conector.
- 35 7. El método de la reivindicación 1, en donde el cubo incluye una estructura de chaveta para garantizar que la férula (22) se monte en una posición giratoria deseada dentro de un cuerpo de conector de manera que el desplazamiento del núcleo se orienta en una posición giratoria deseada con relación al cuerpo del conector.
- 40 8. El método de la reivindicación 1, en donde una ubicación de la marca puede elegirse de al menos seis posiciones discretas giratorias/circunferenciales.
- 45 9. El método de la reivindicación 8, en donde una ubicación de la marca puede elegirse de al menos doce posiciones discretas giratorias/circunferenciales.
- 50 10. El método de la reivindicación 1, en donde el conjunto de férula se ajusta después de que al menos una porción del cubo se monta en la férula (22) y el cubo define un número discreto de posiciones giratorias/circunferenciales.
11. El método de la reivindicación 10, en donde puede proporcionarse una marca de desplazamiento del núcleo en el cubo.
12. El método de la reivindicación 11, en donde el cubo incluye un cuerpo (500) que tiene una porción de cubo frontal (502) y una porción de cubo trasera (504), en donde la marca de desplazamiento del núcleo puede colocarse en lados planos (506) de la porción de cubo frontal (502) para ayudar en el ajuste.
13. El método de la reivindicación 1, en donde la etapa de ajuste puede automatizarse y el giro de la férula (22) durante el ajuste puede lograrse mediante un manipulador de férula automatizado (37).



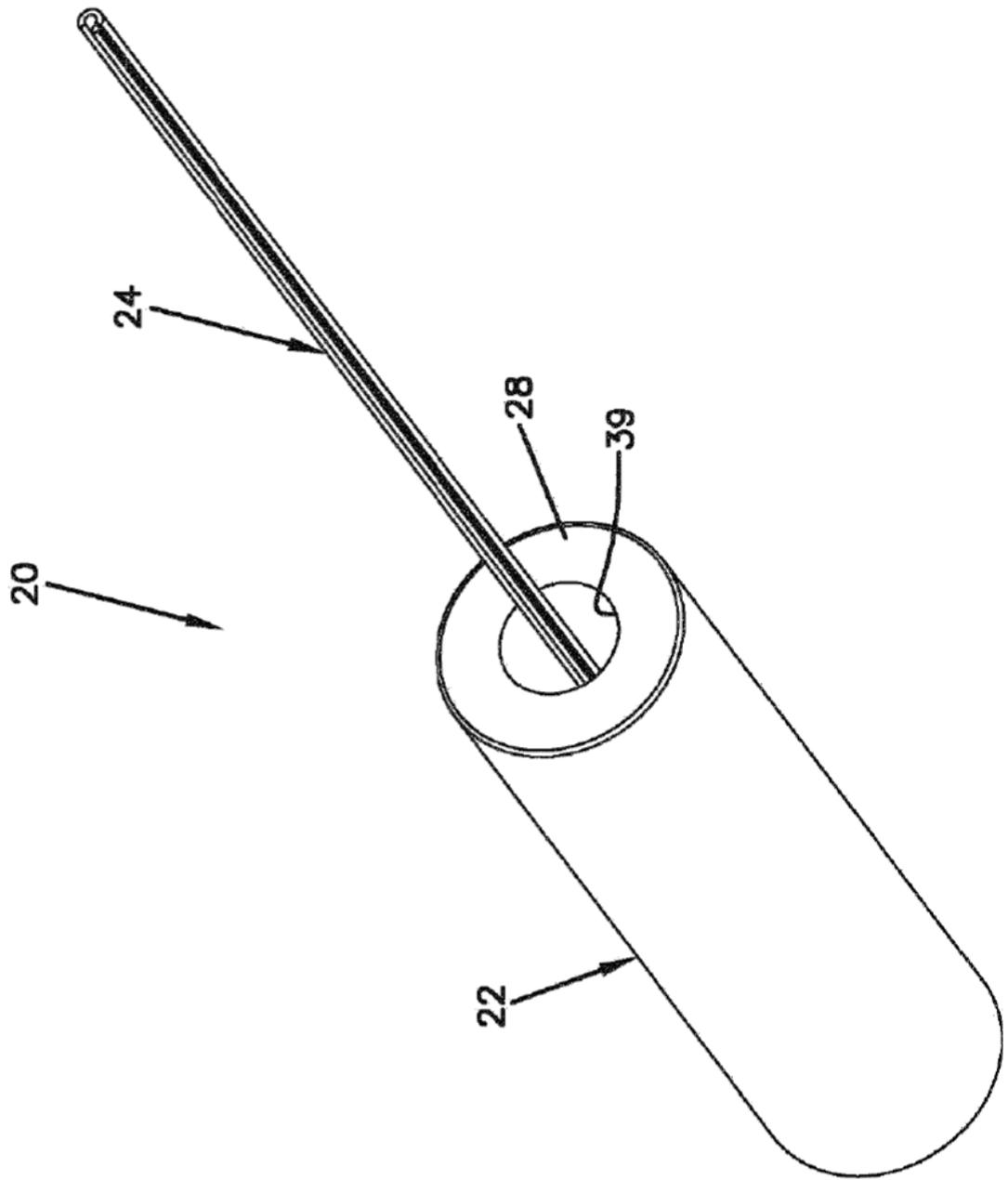


Figura 2

Figura 3

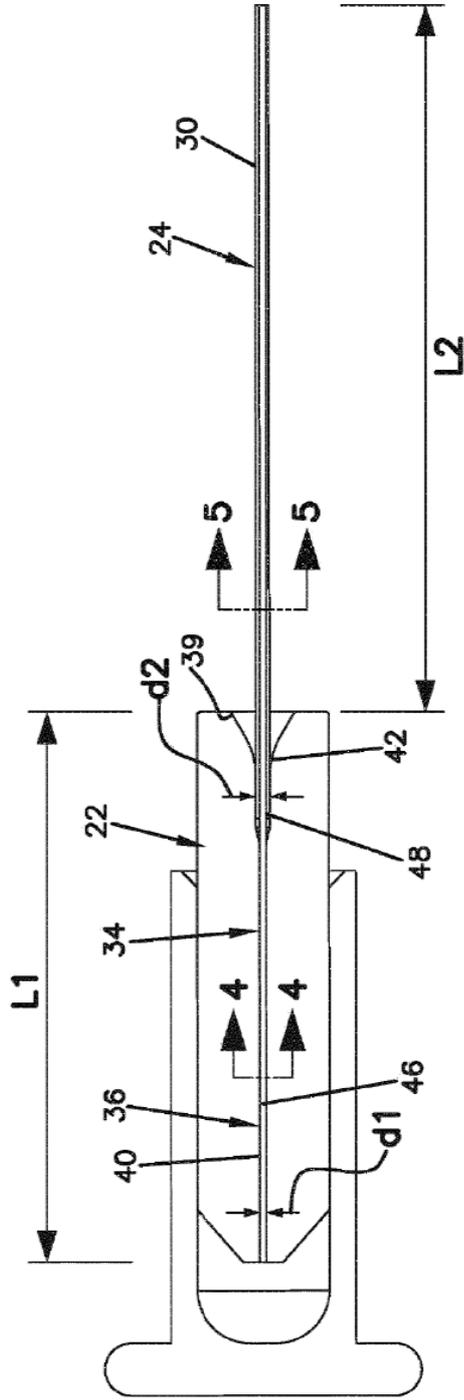


Figura 4



Figura 5

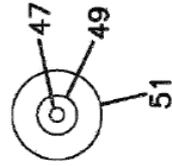
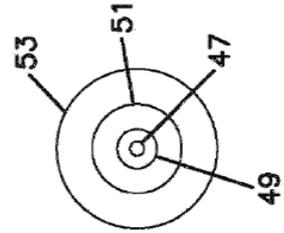


Figura 6



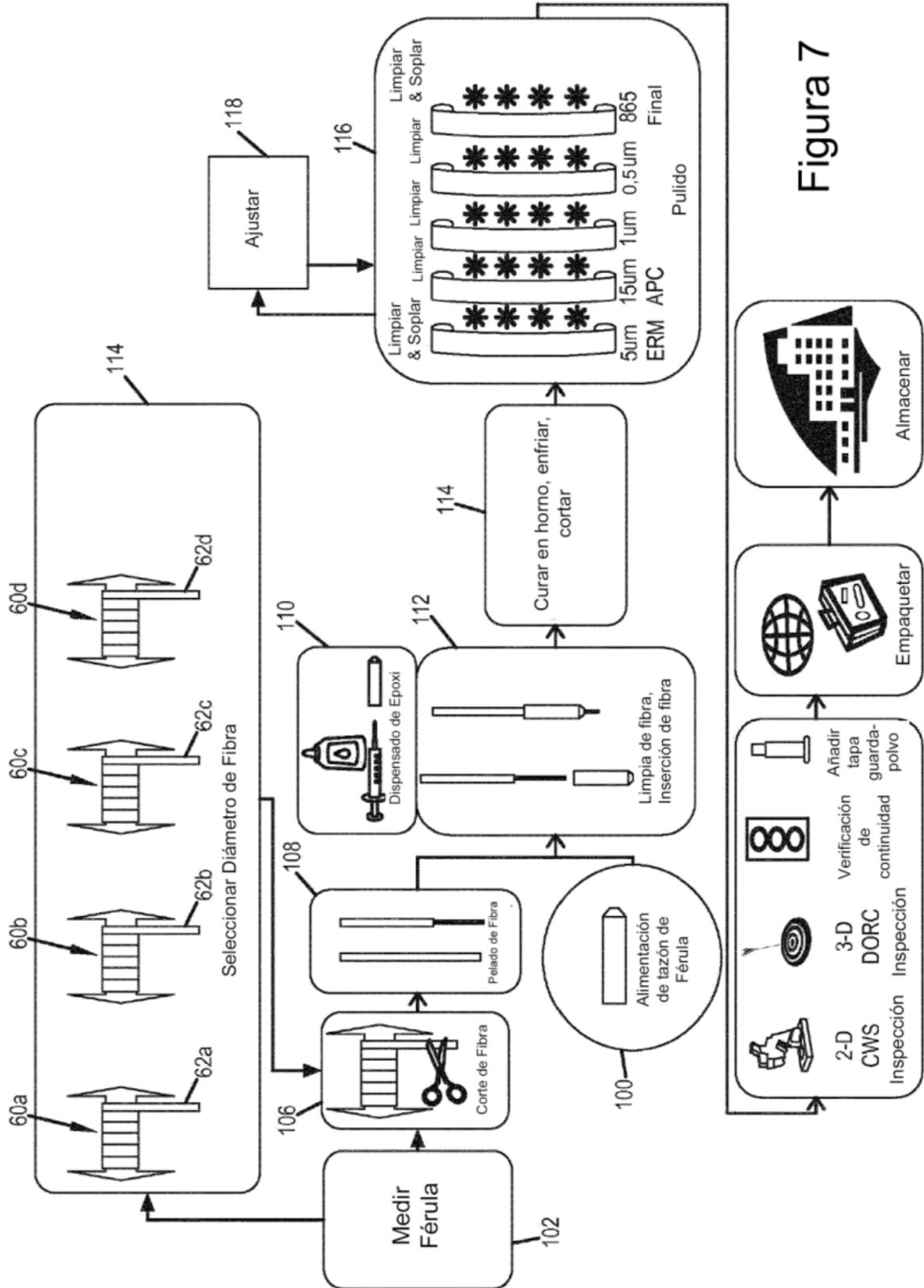
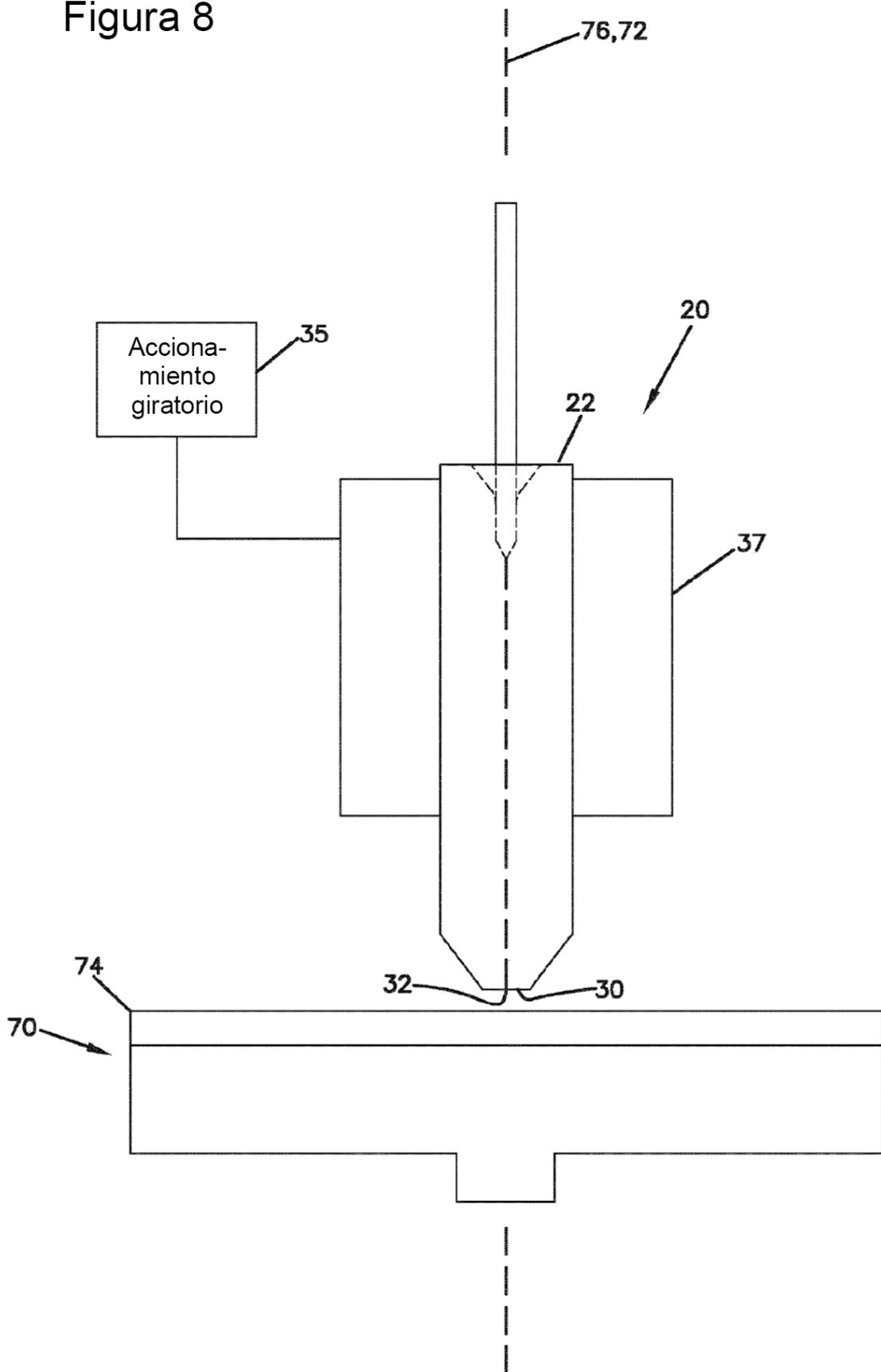


Figura 7

Figura 8



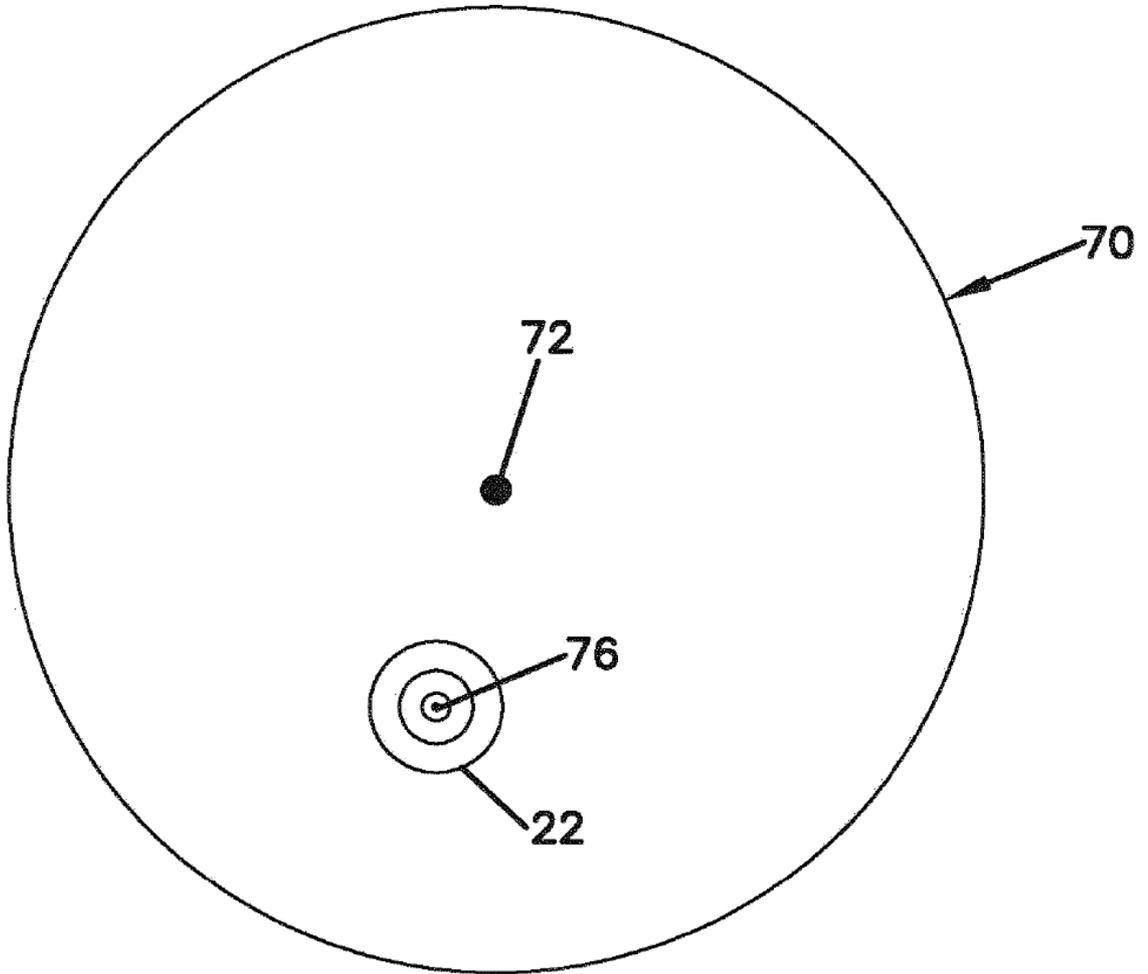


Figura 9

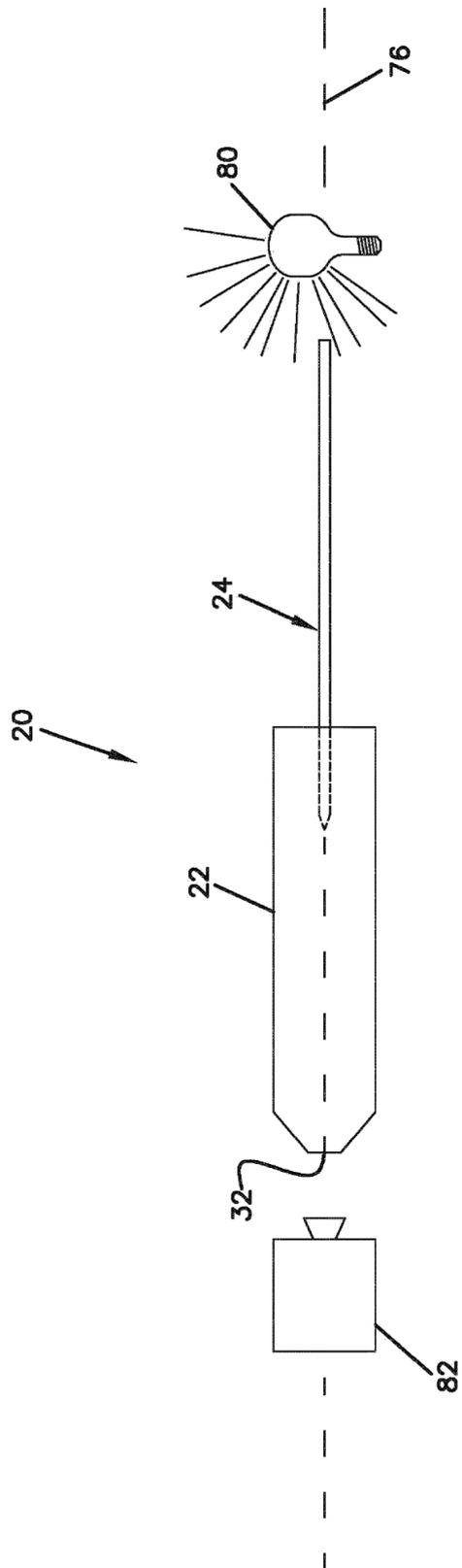


Figura 10

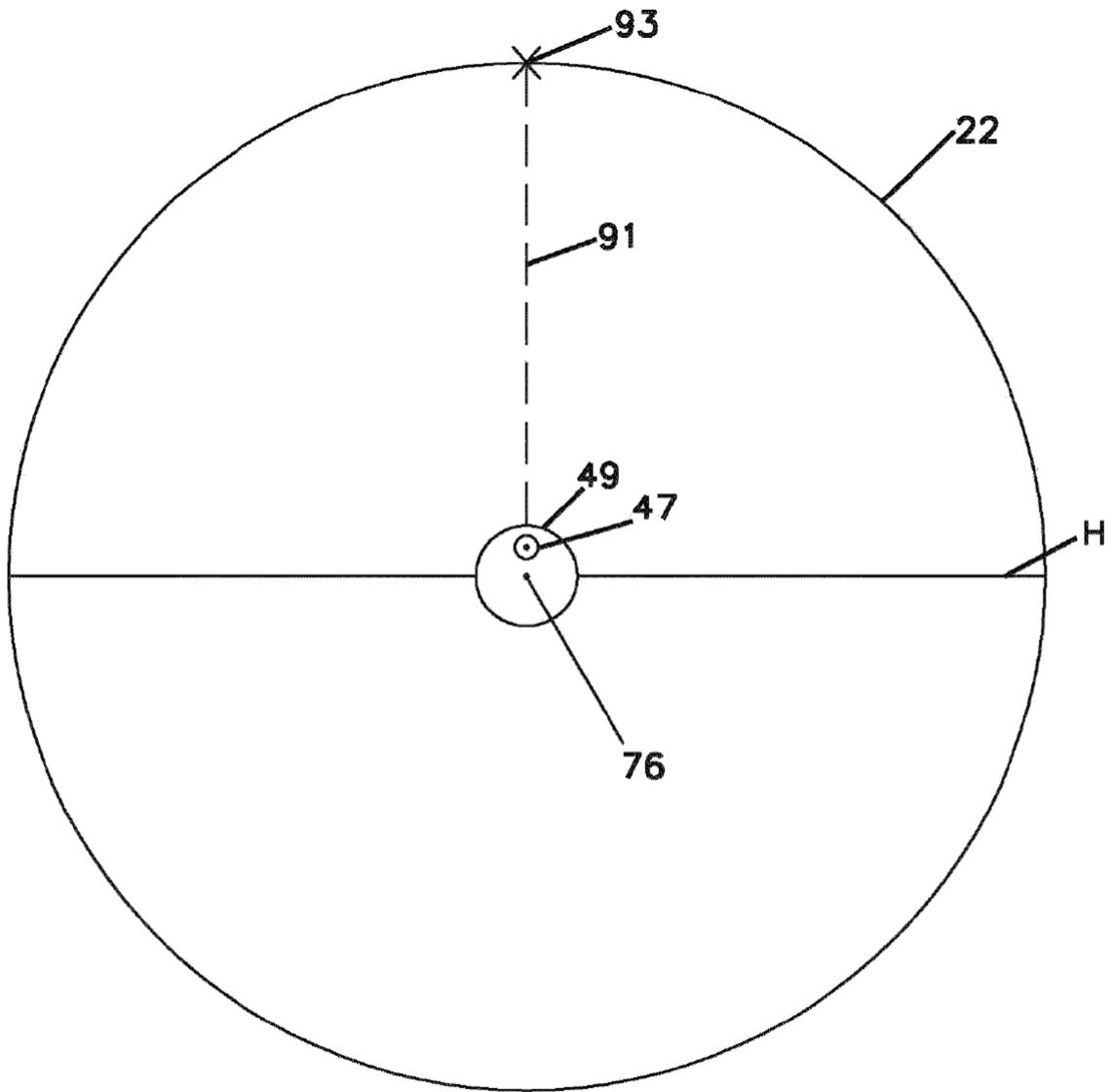


Figura 11

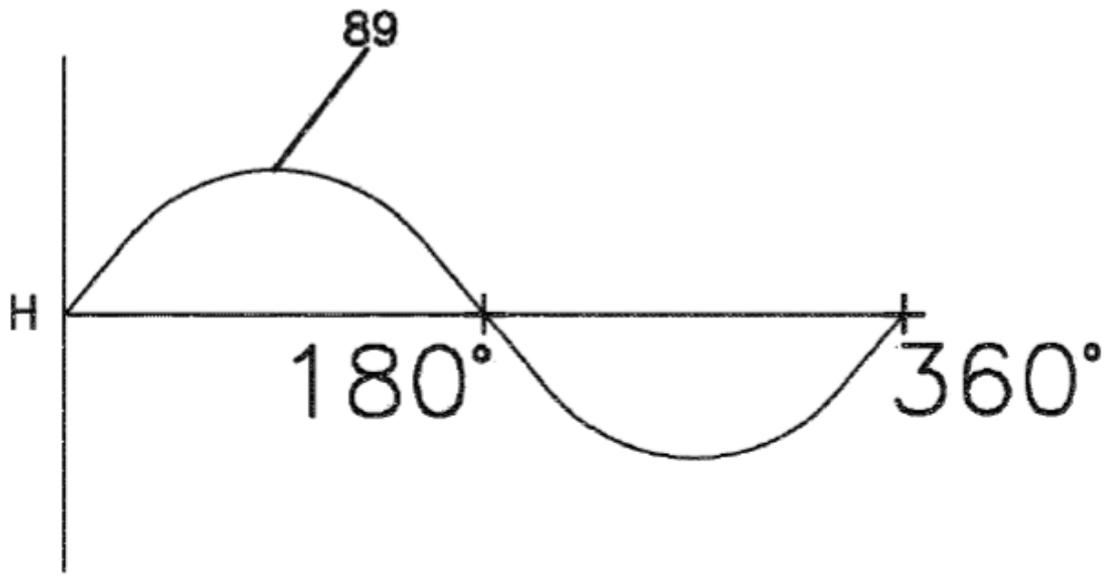


Figura 12

Figura 13

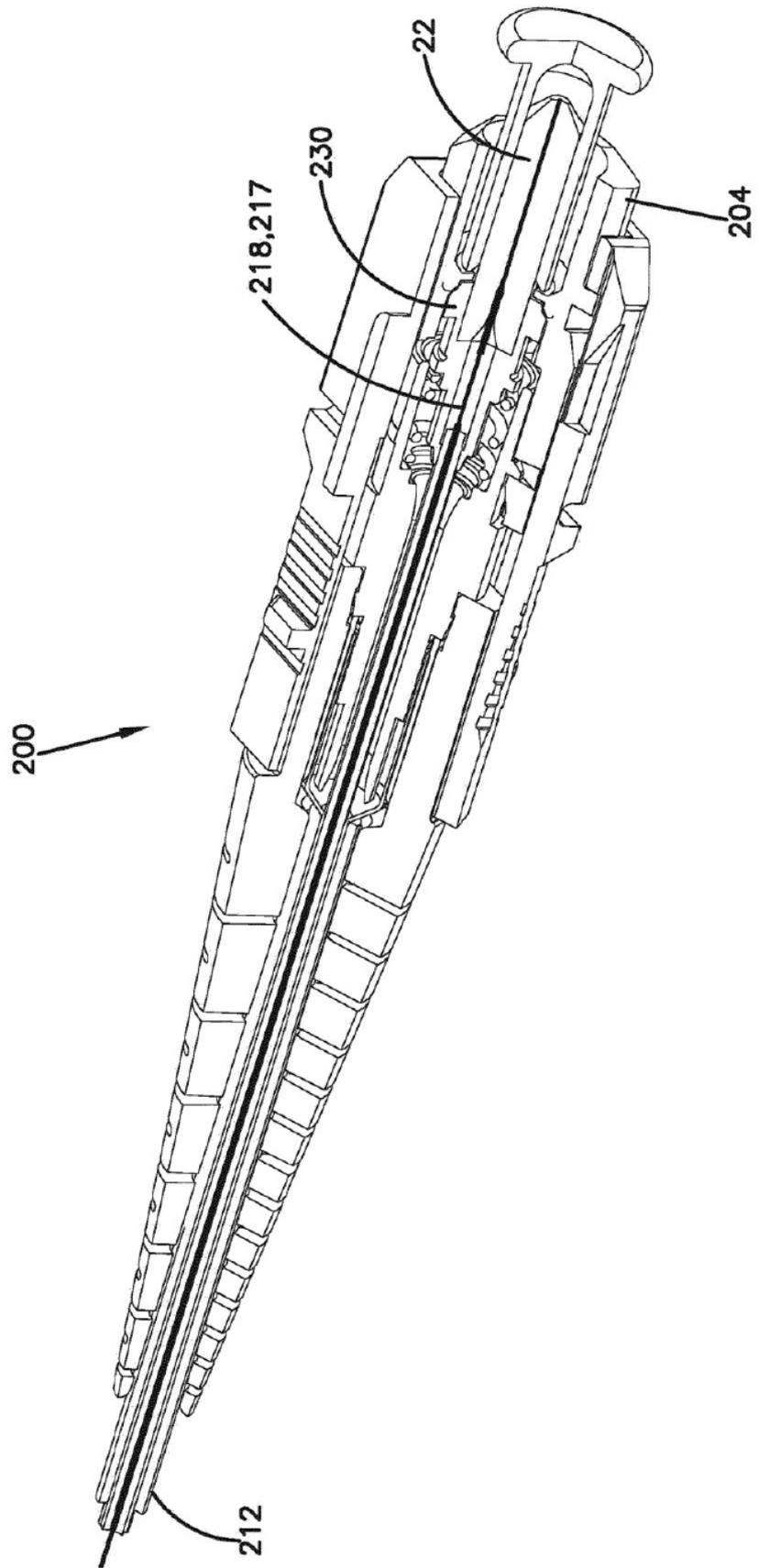


Figura 14

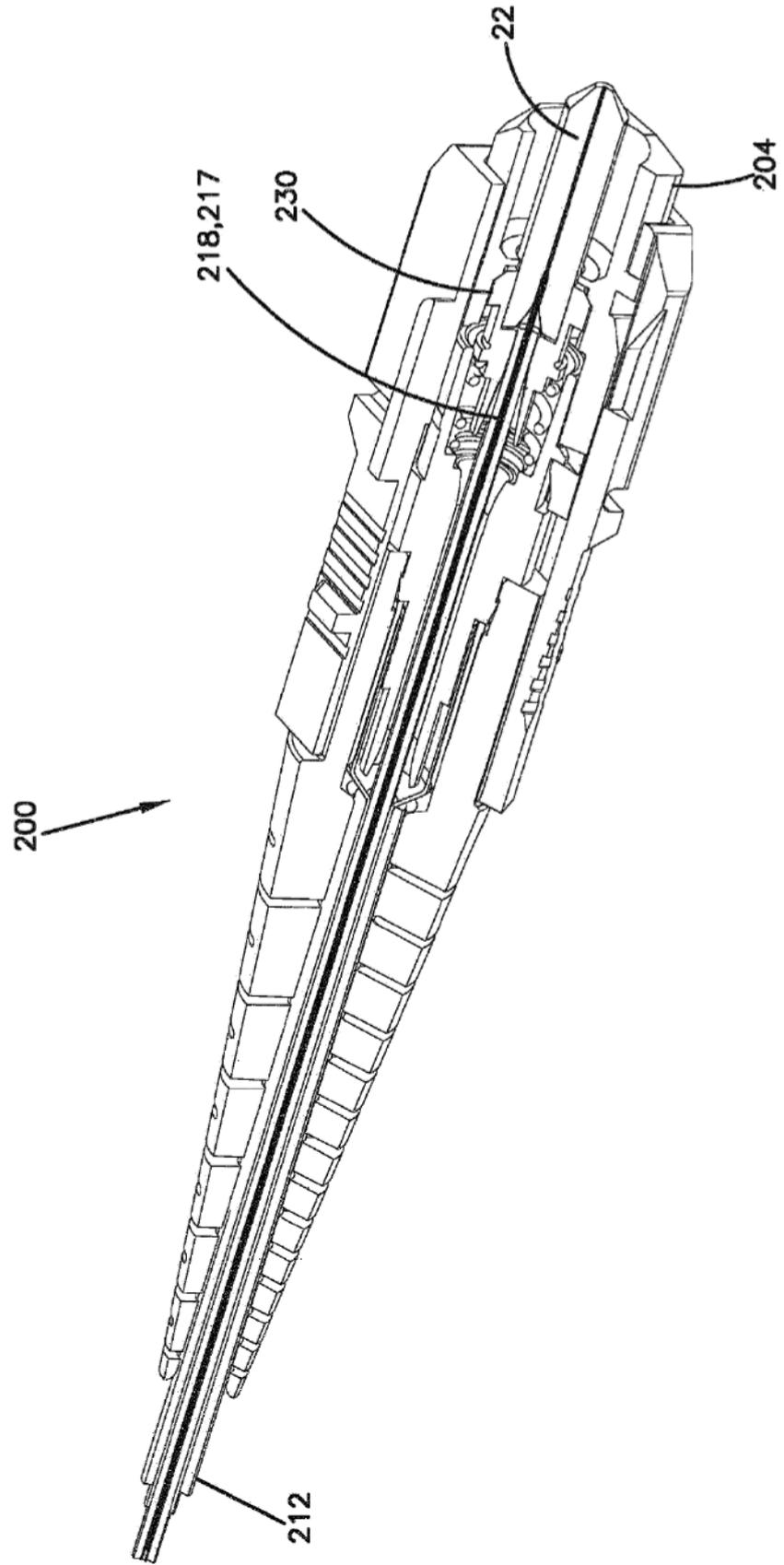


Figura 15

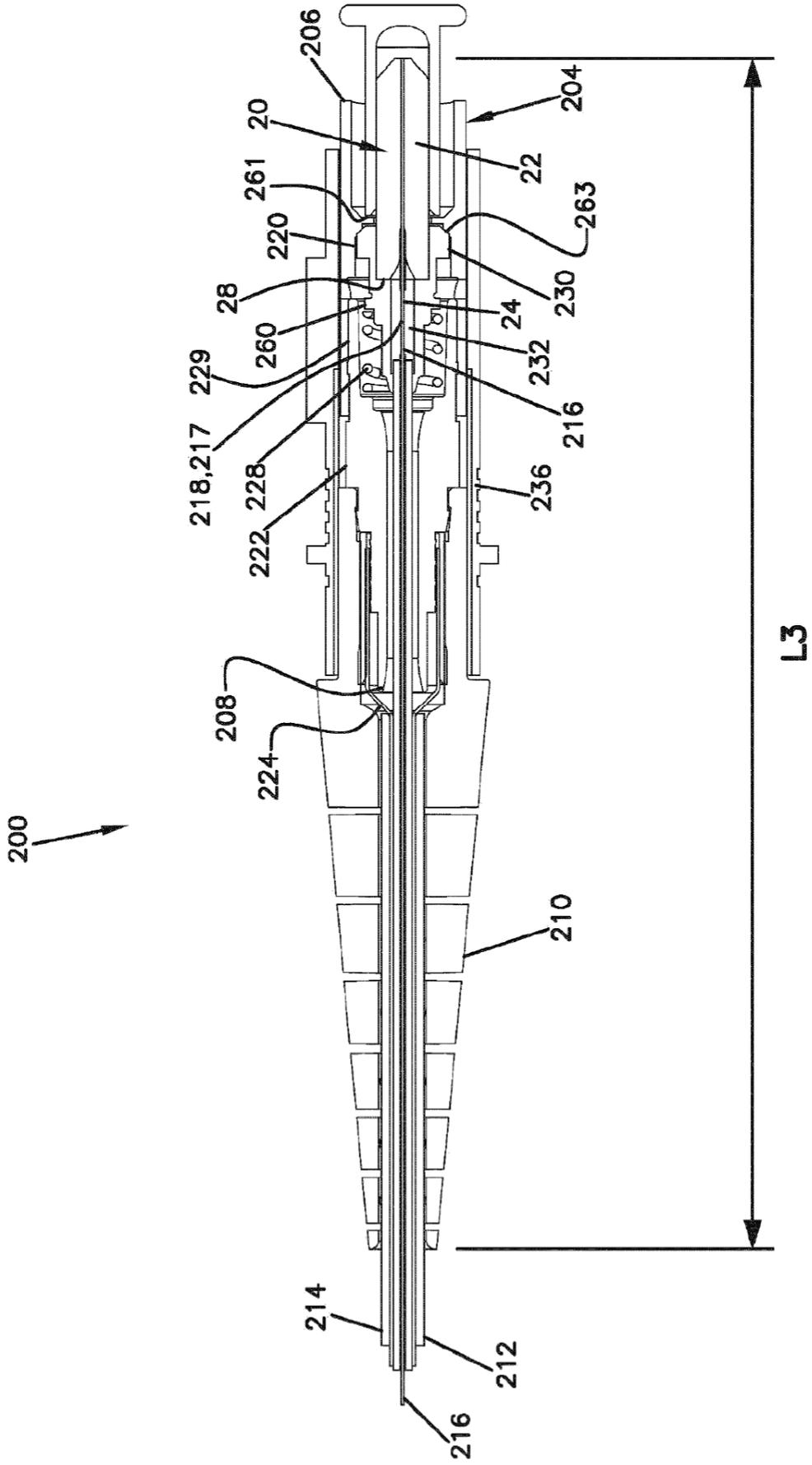
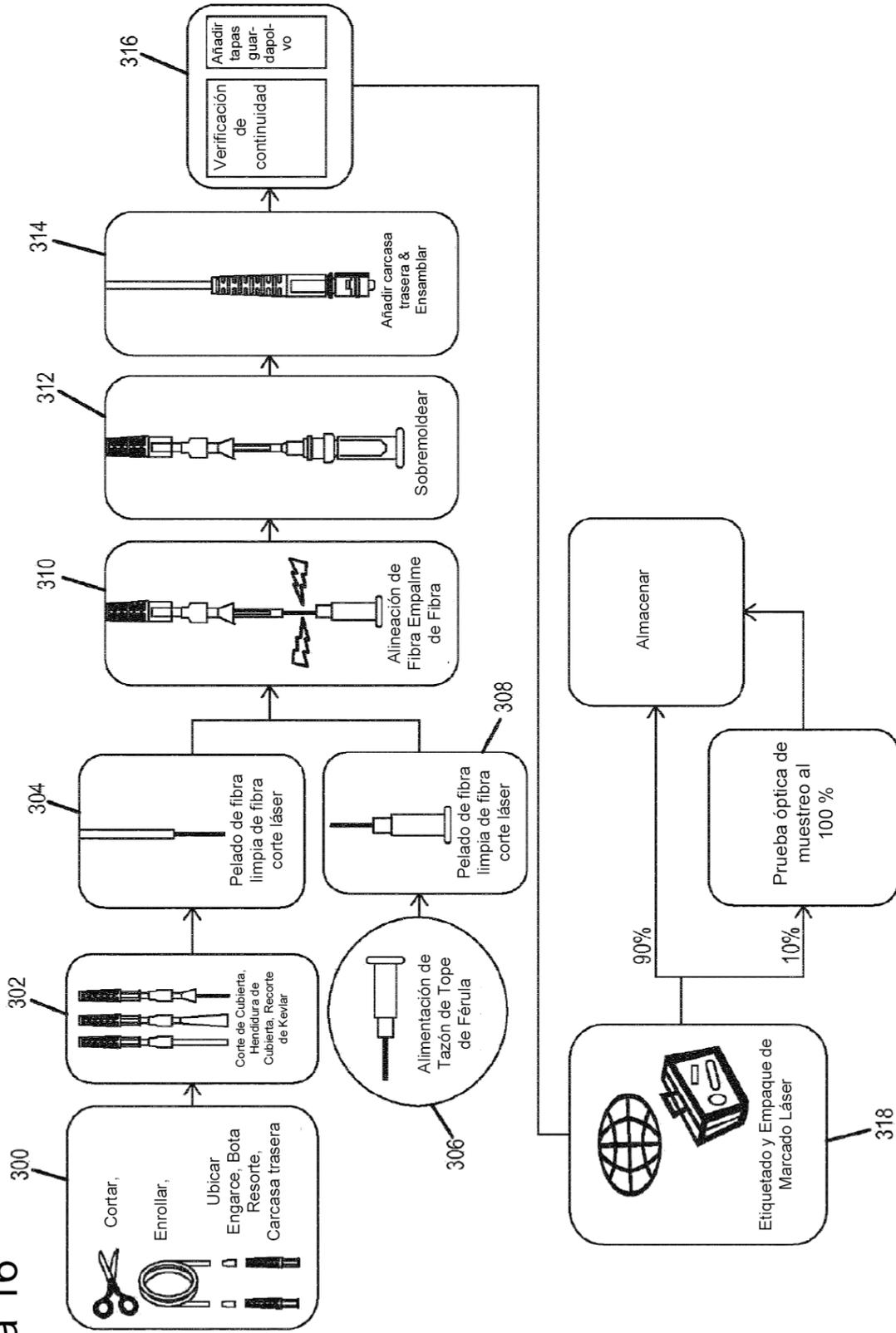


Figura 16



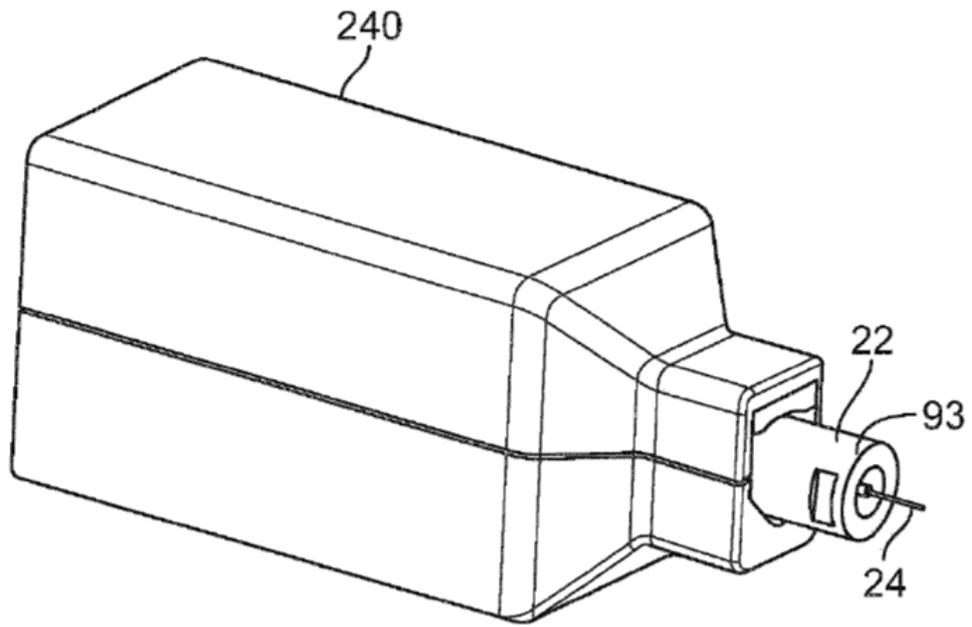


Figura 17

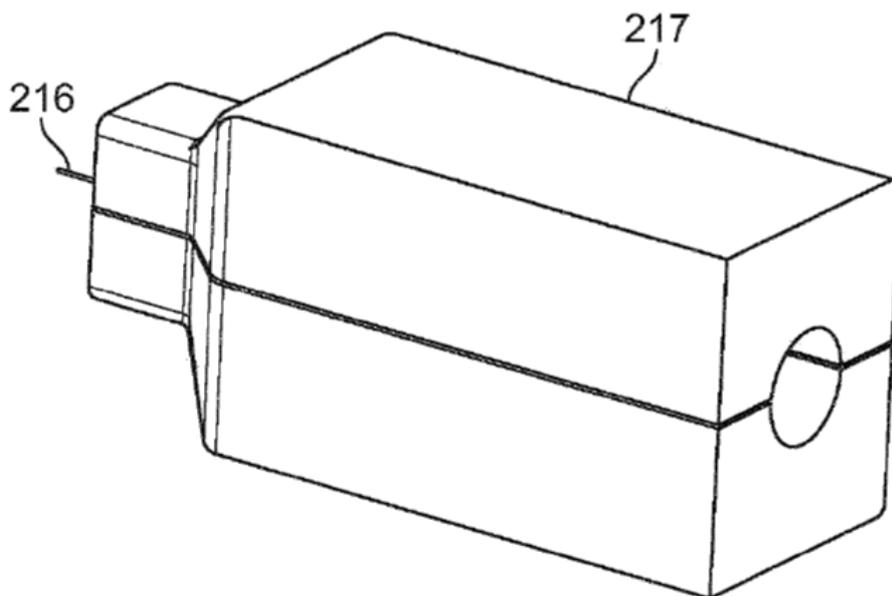


Figura 18

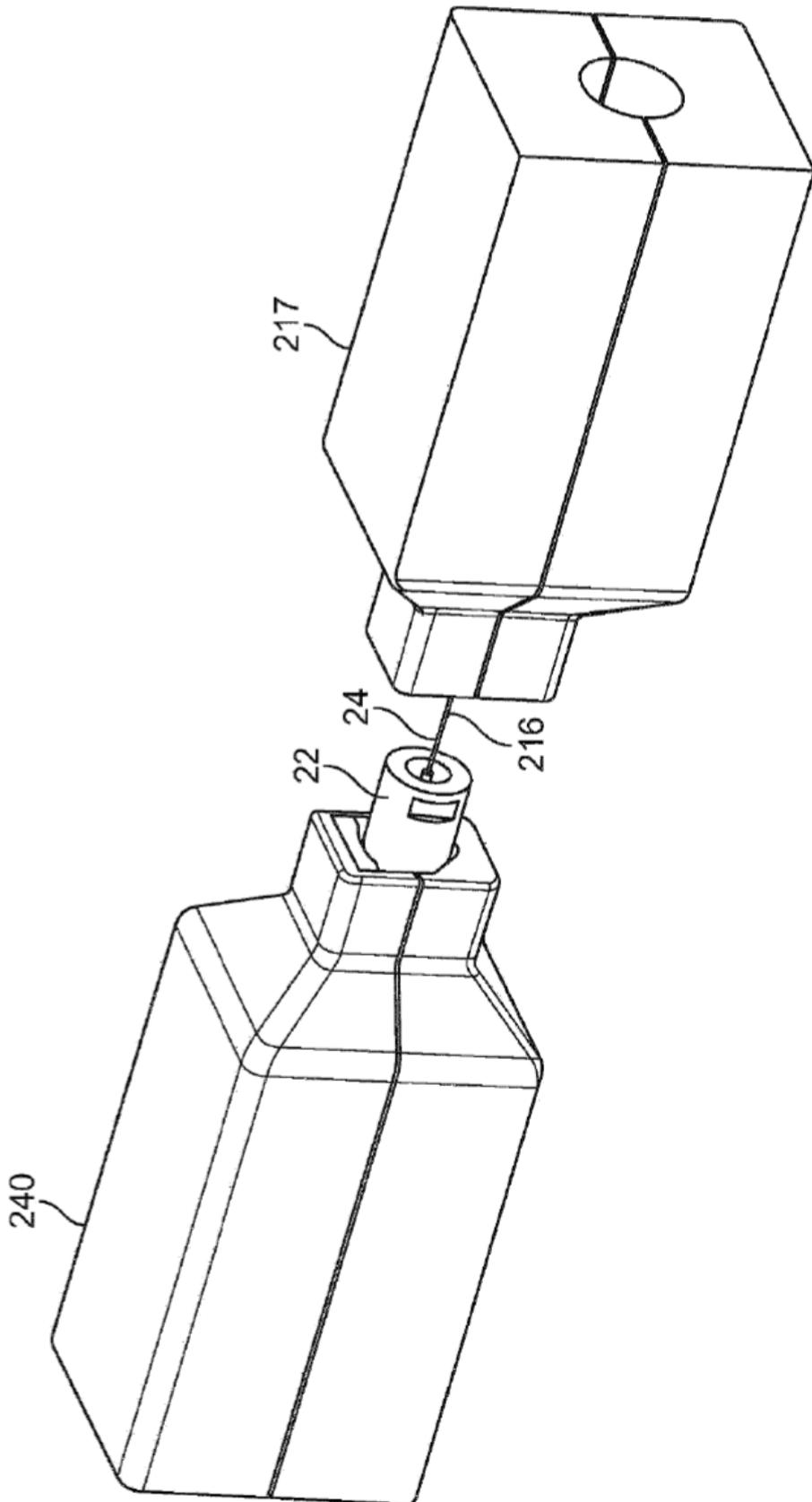


Figura 19

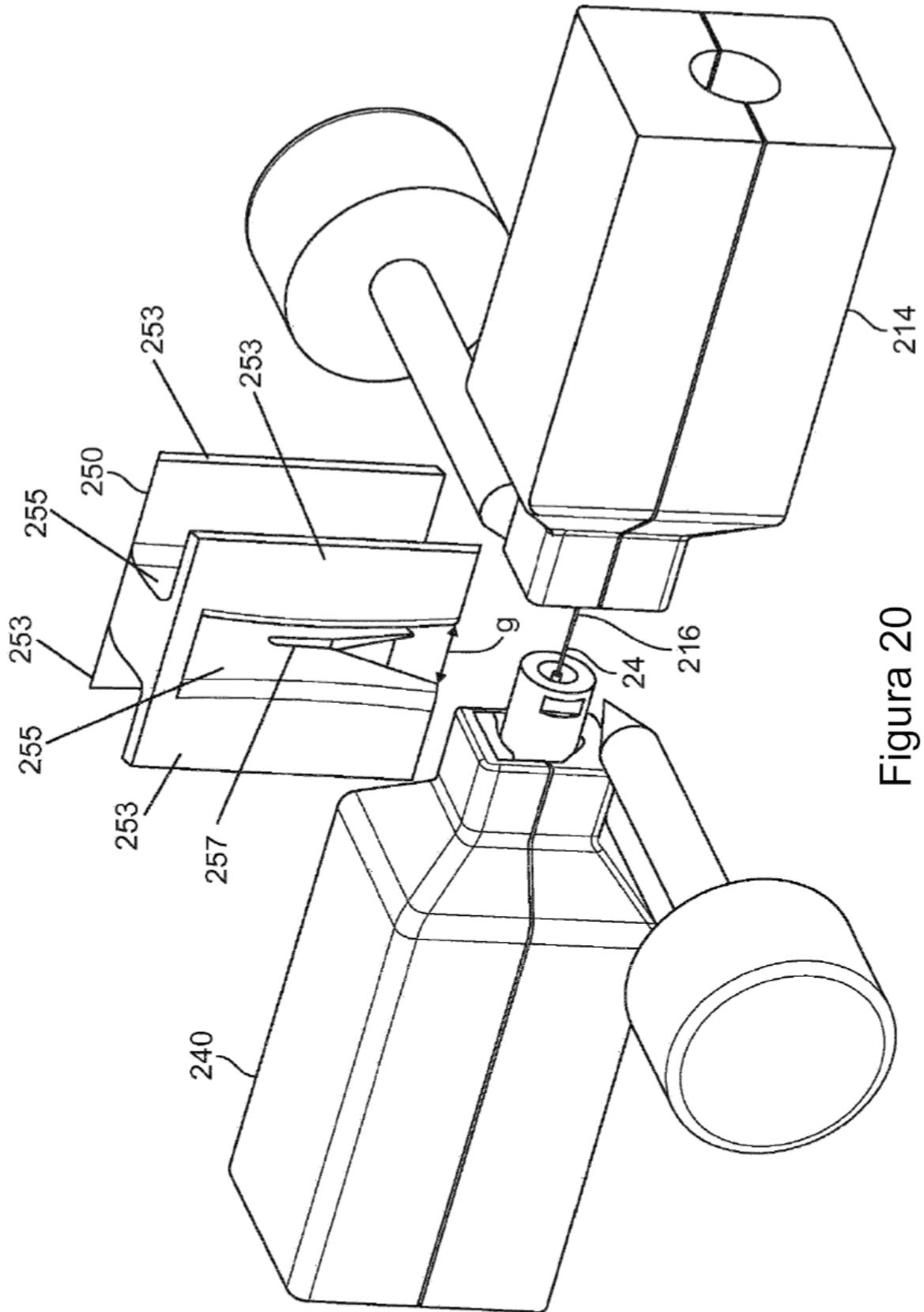


Figura 20

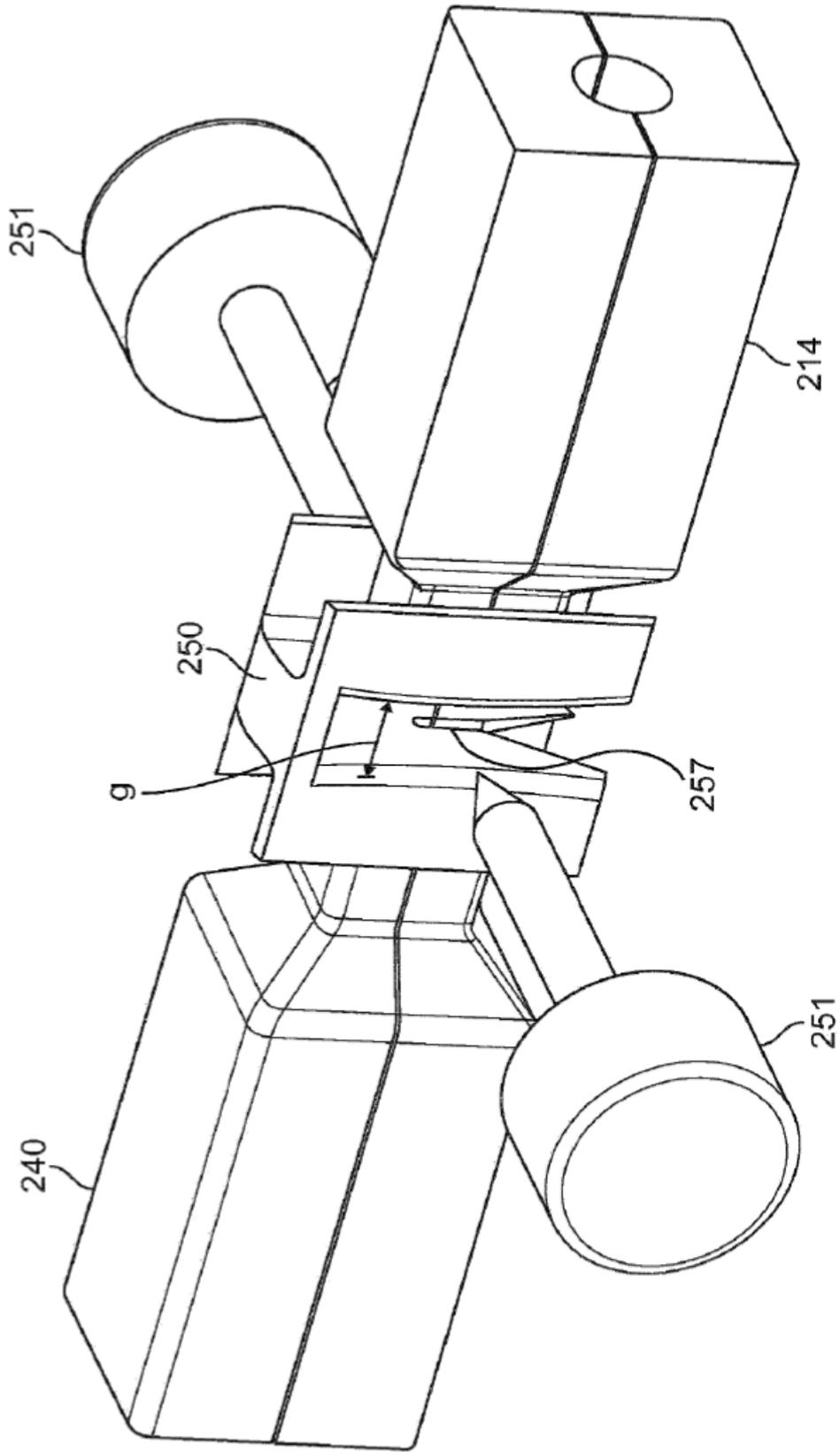


Figura 21

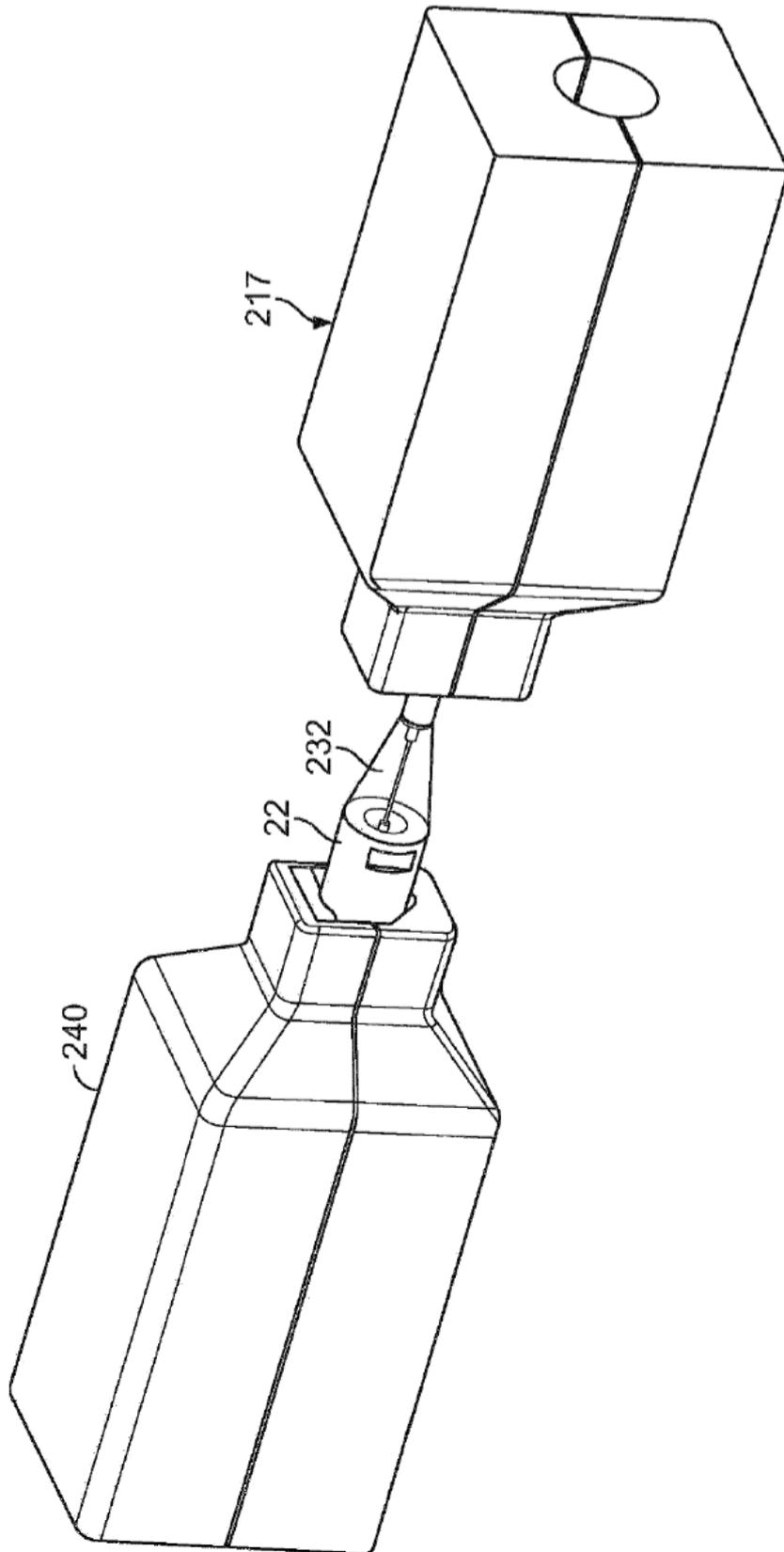


Figura 22

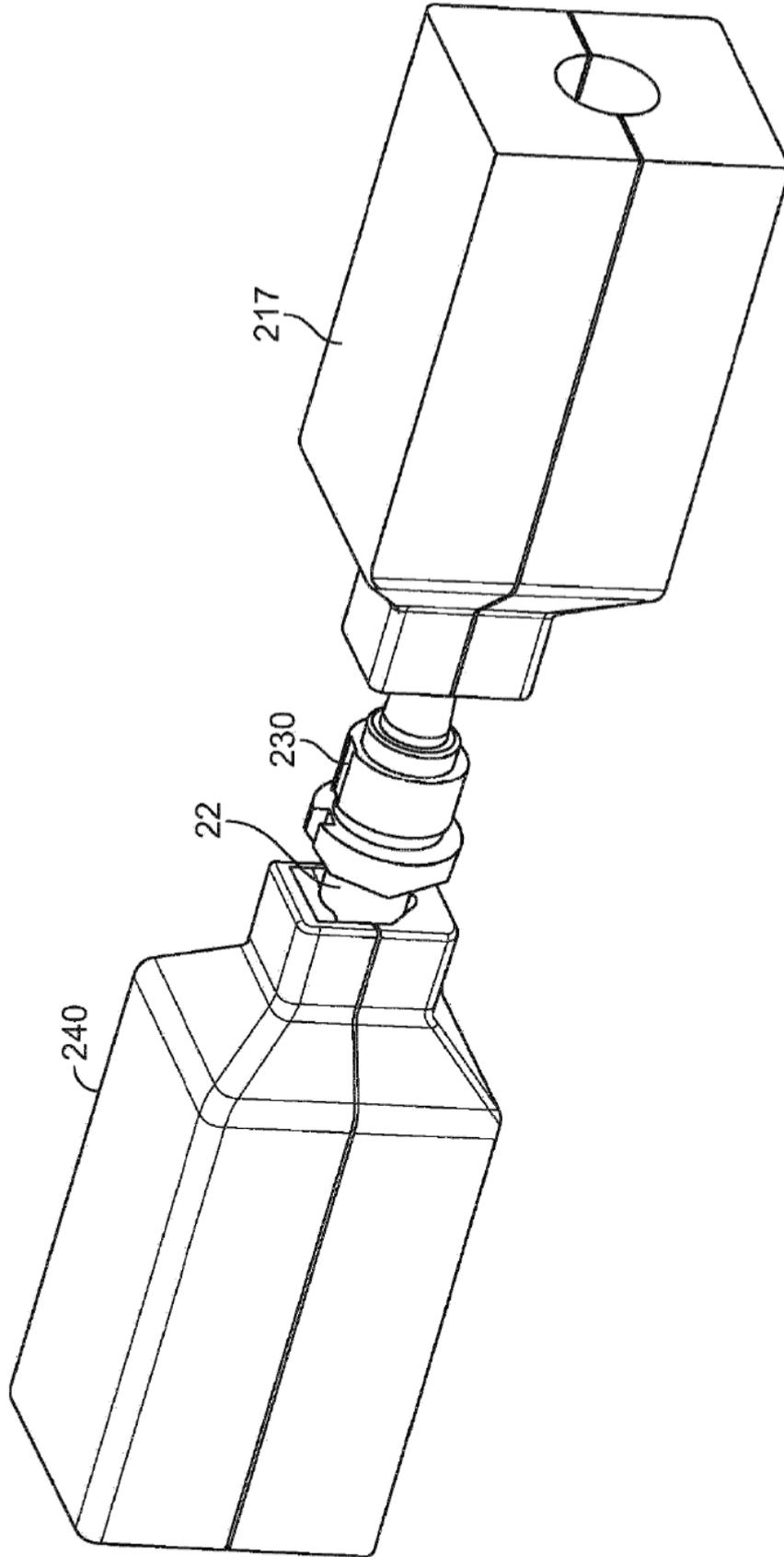


Figura 23

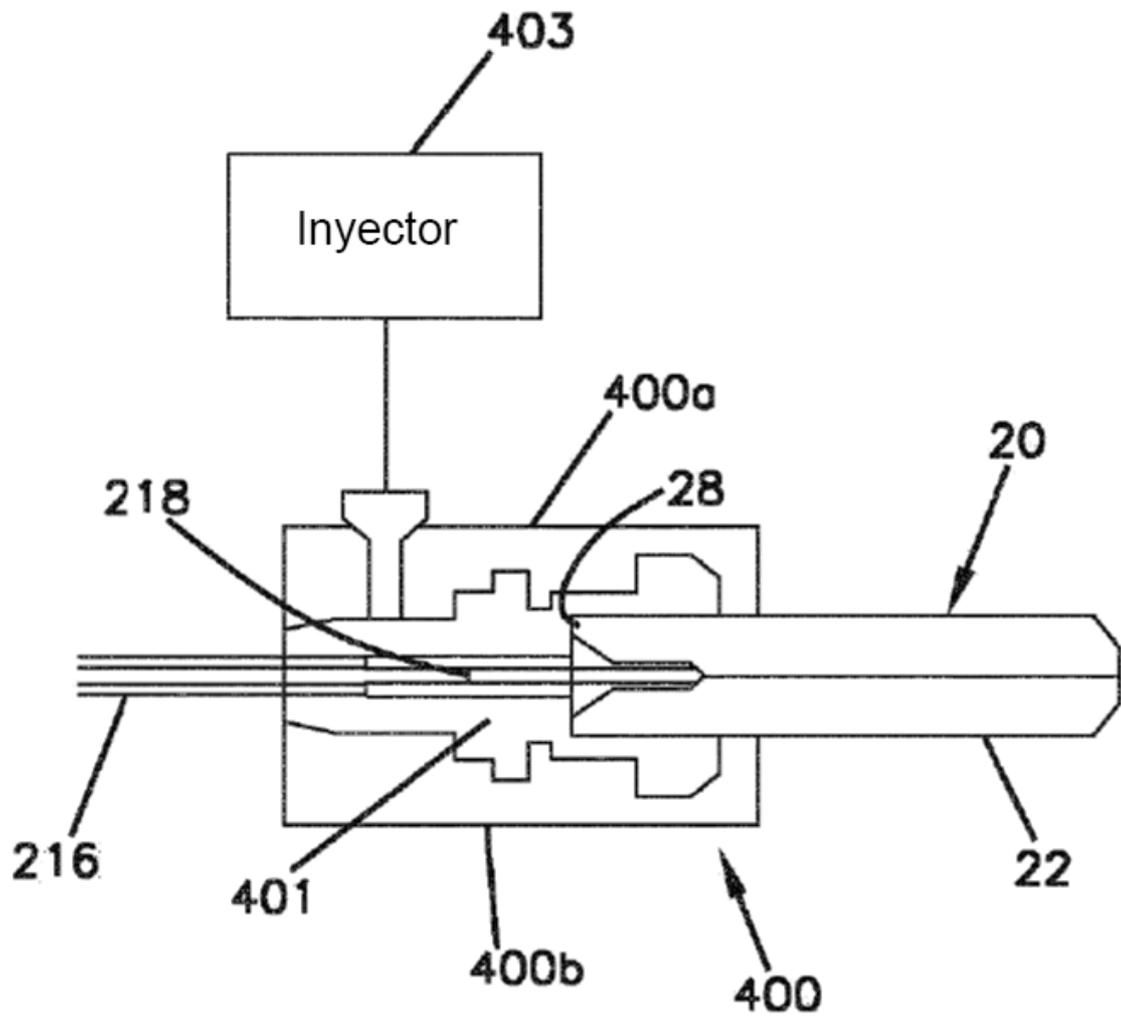


Figura 24

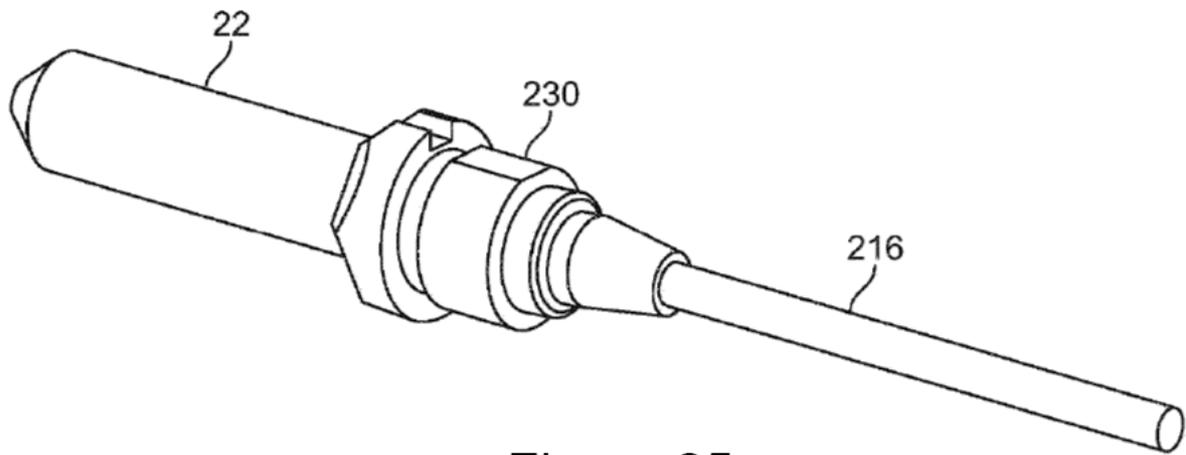


Figura 25

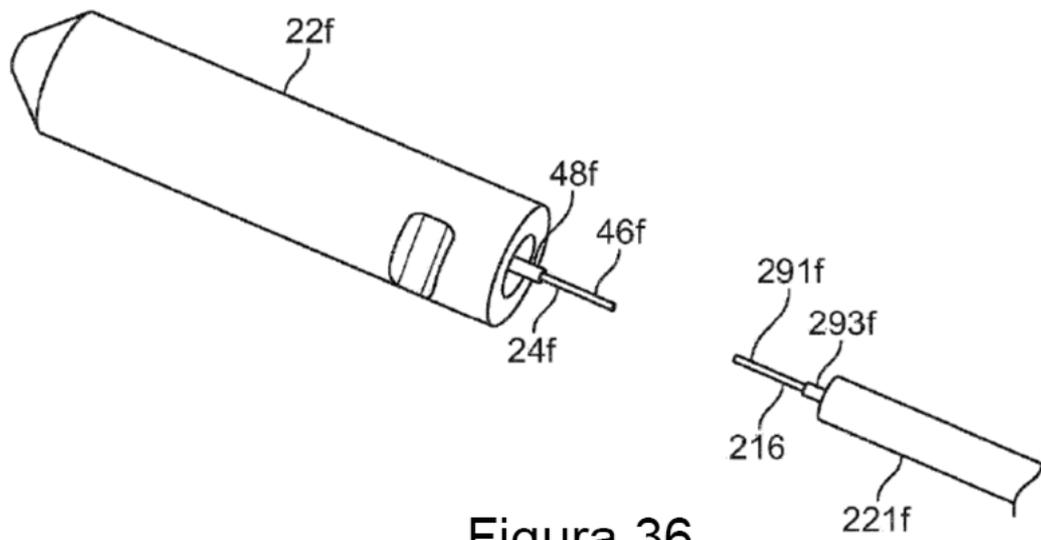


Figura 36

Figura 26

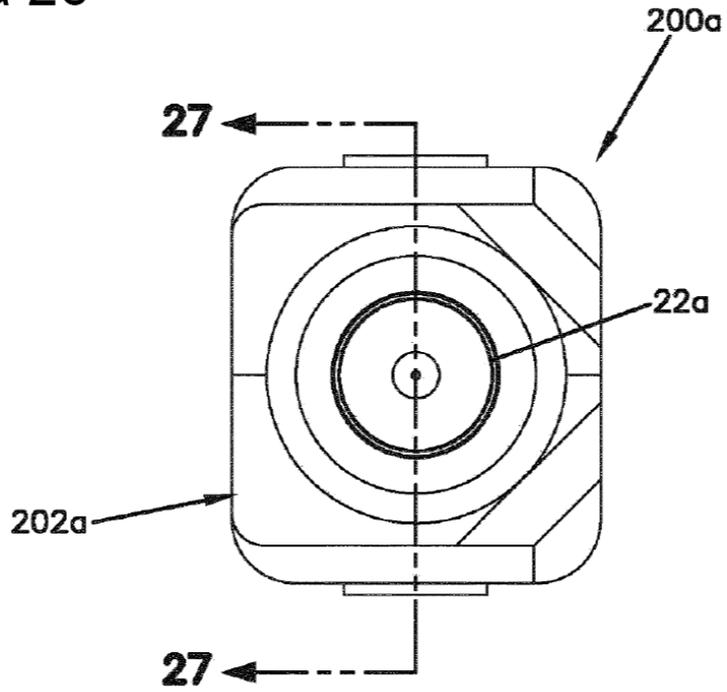
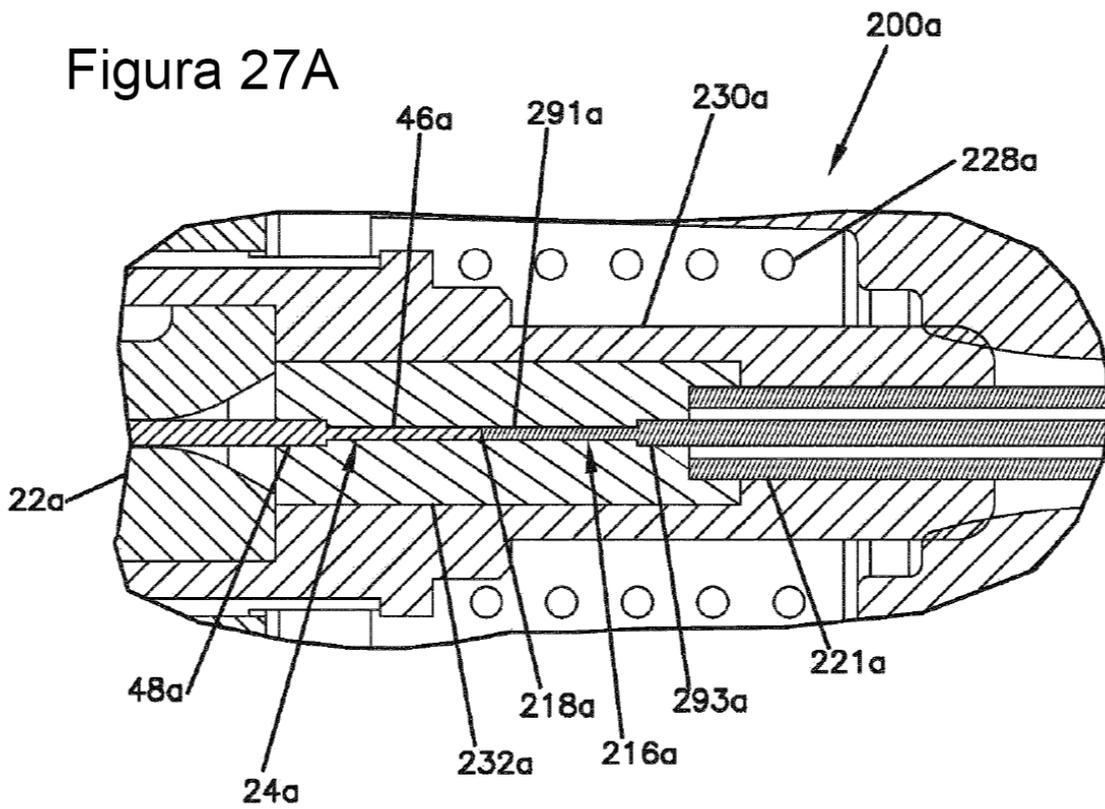


Figura 27A



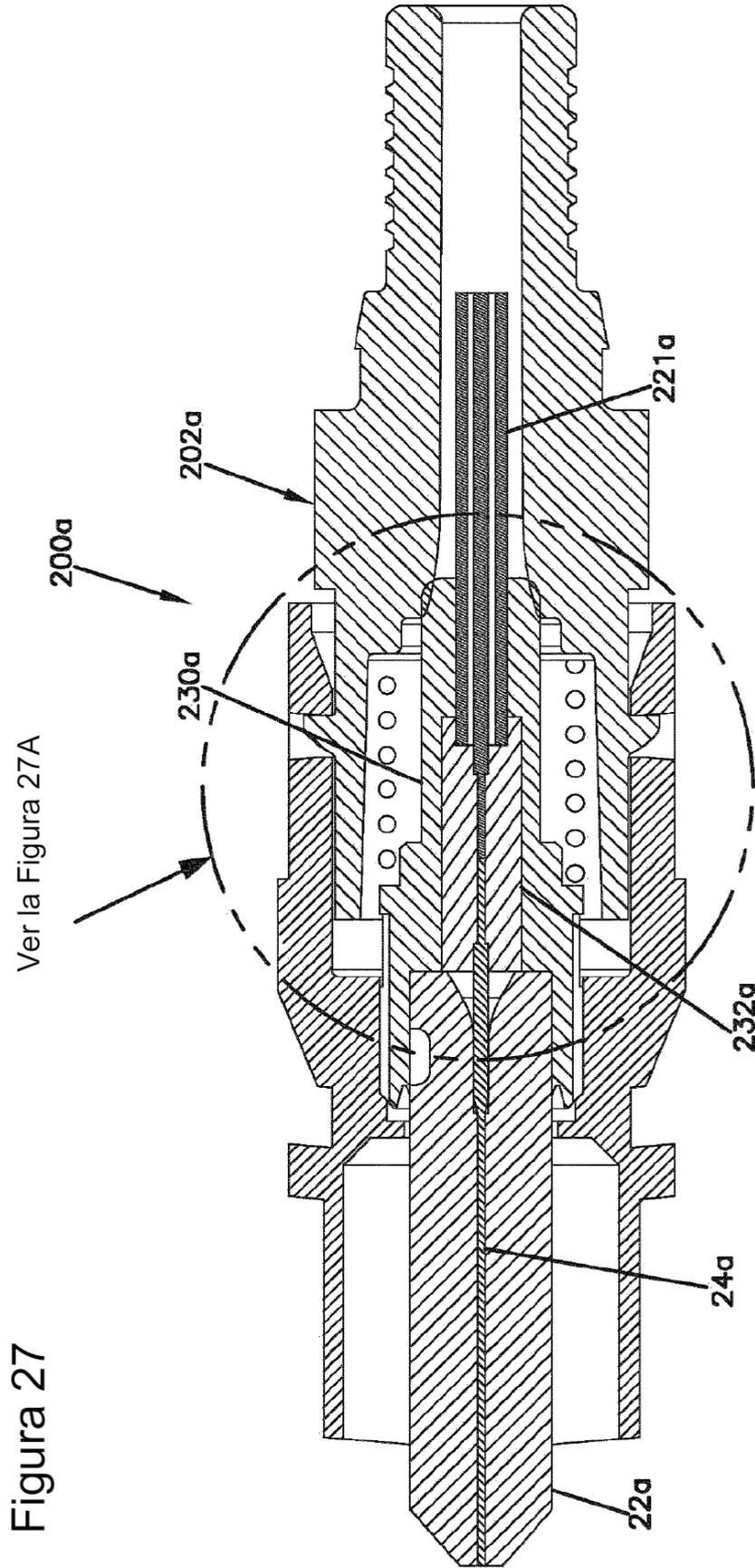


Figura 28

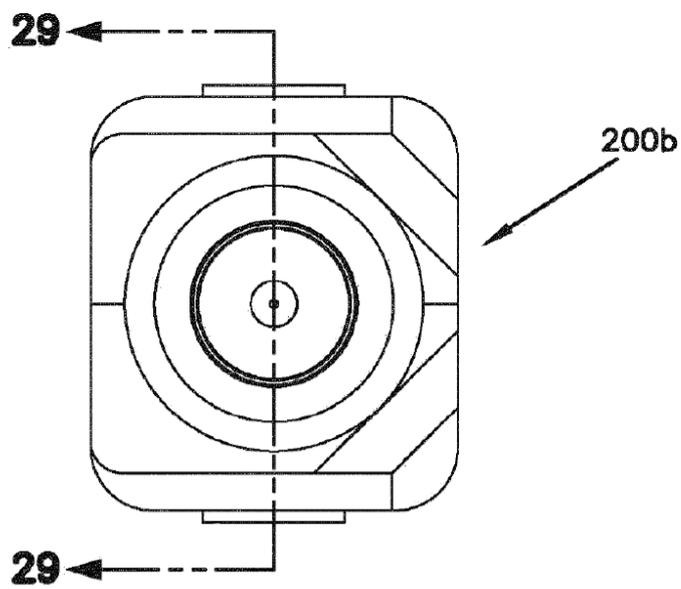
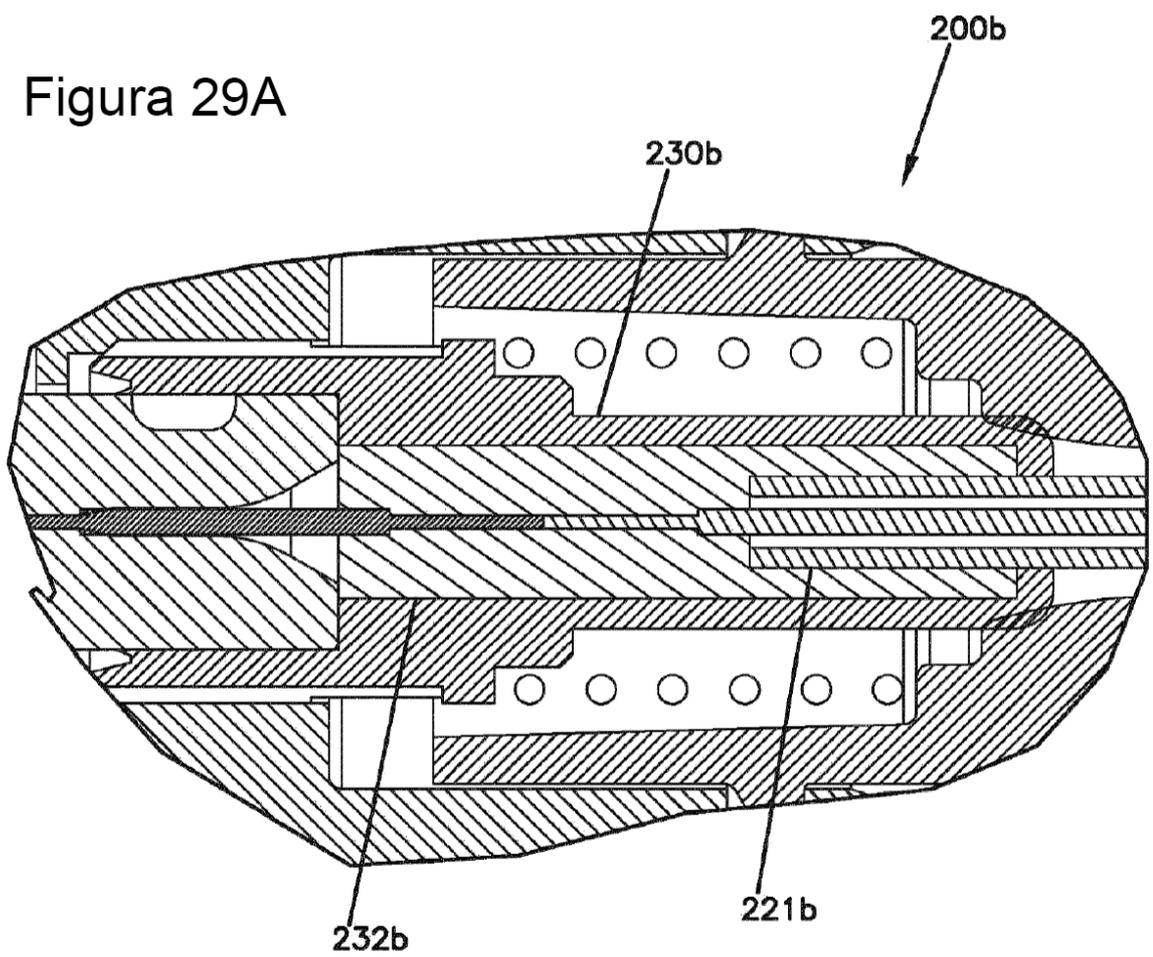


Figura 29A



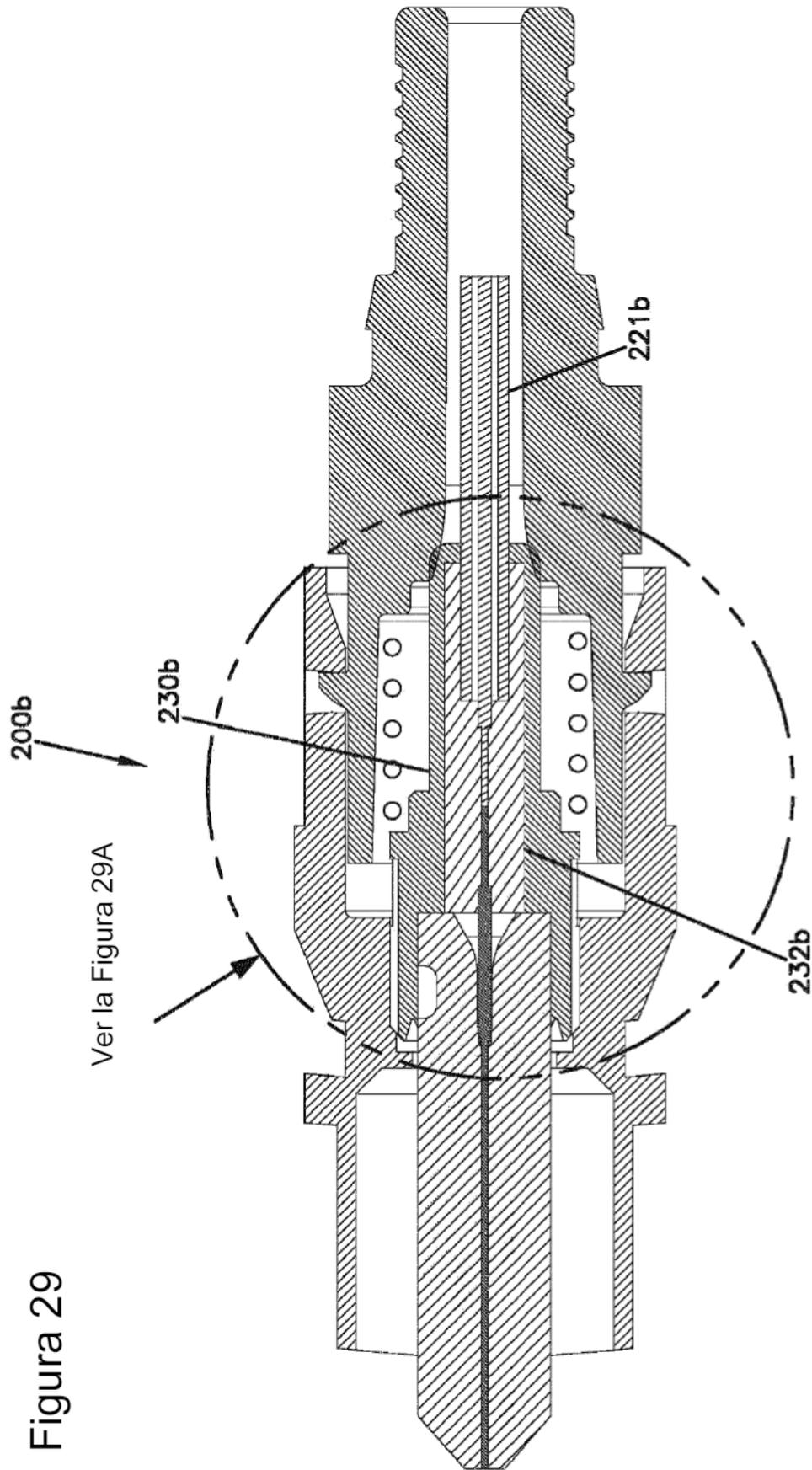


Figura 30

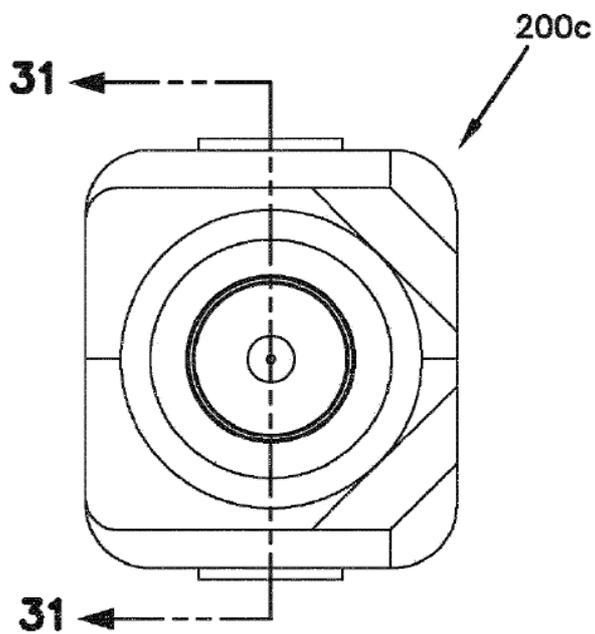
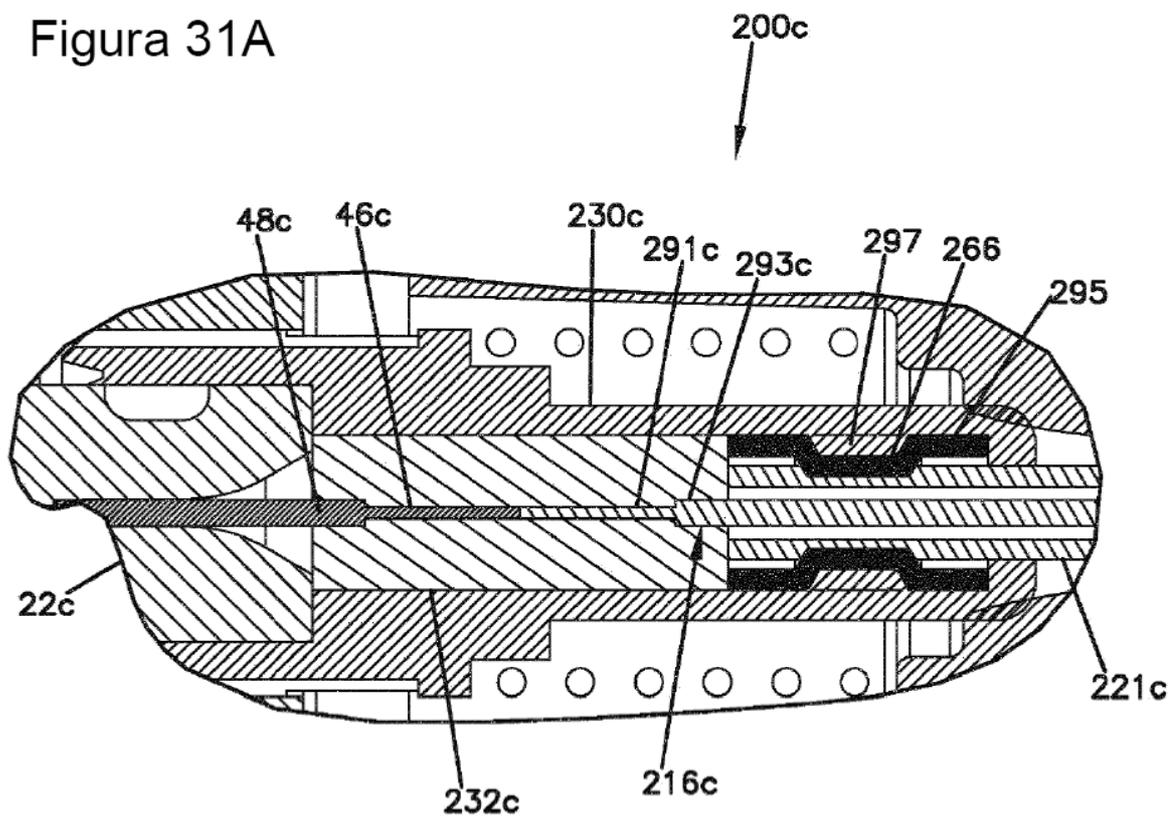


Figura 31A



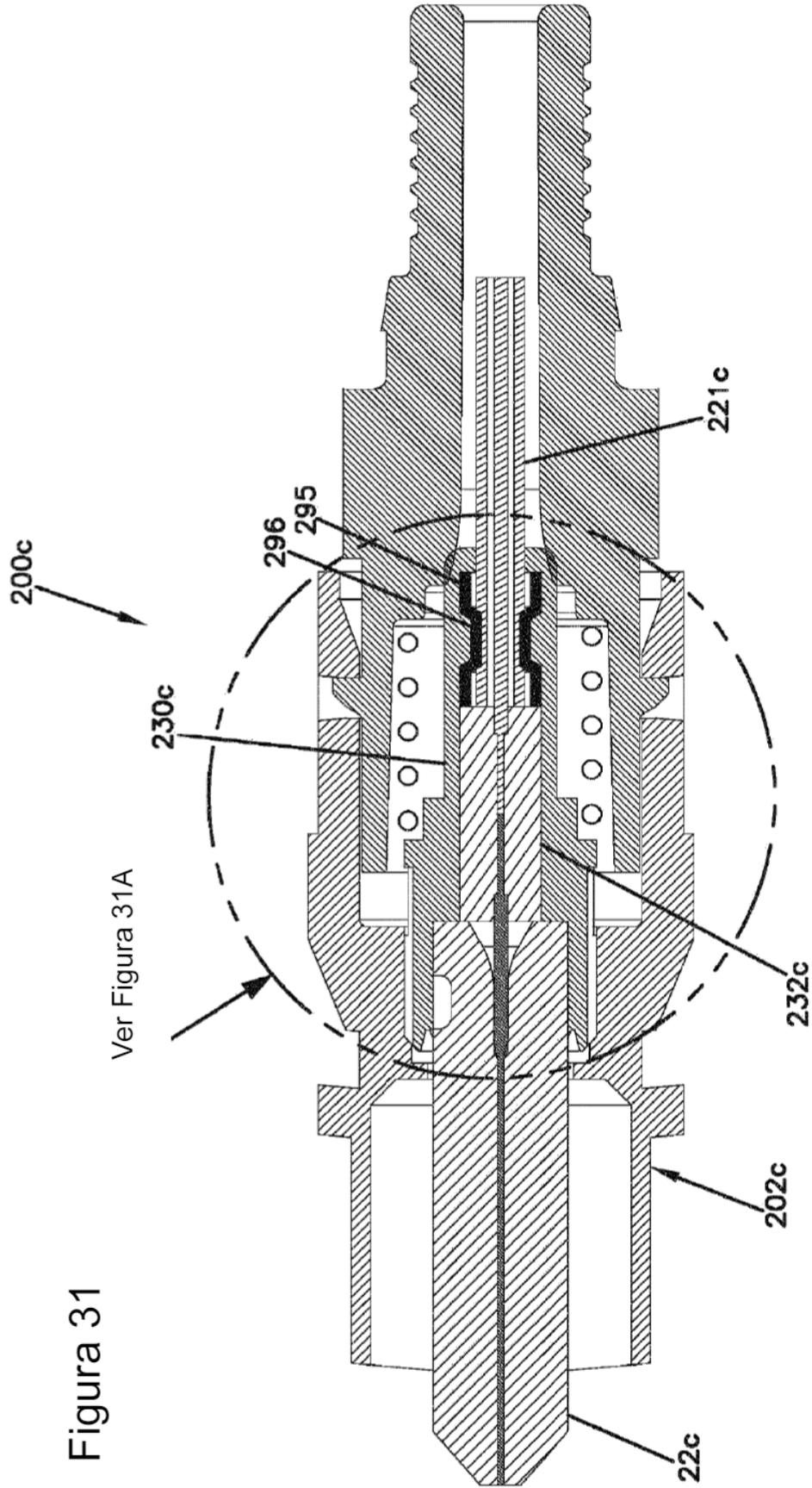


Figura 31

Figura 32

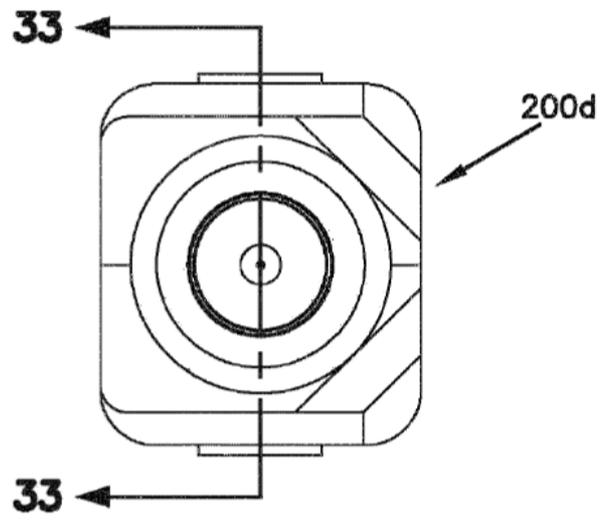
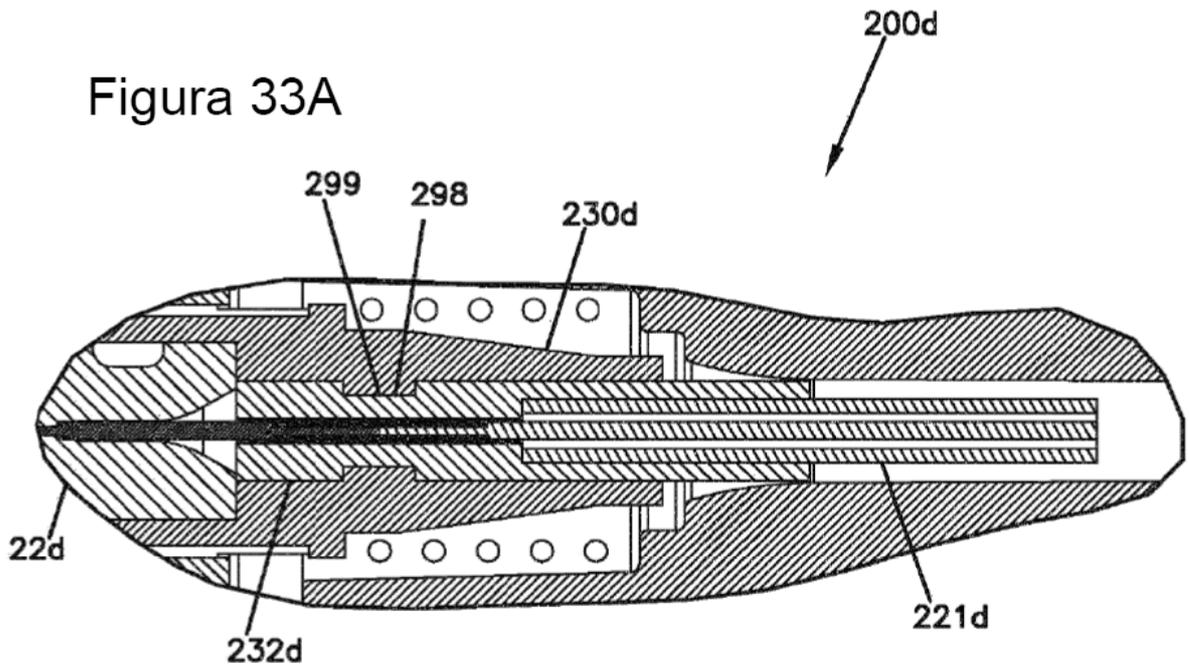


Figura 33A



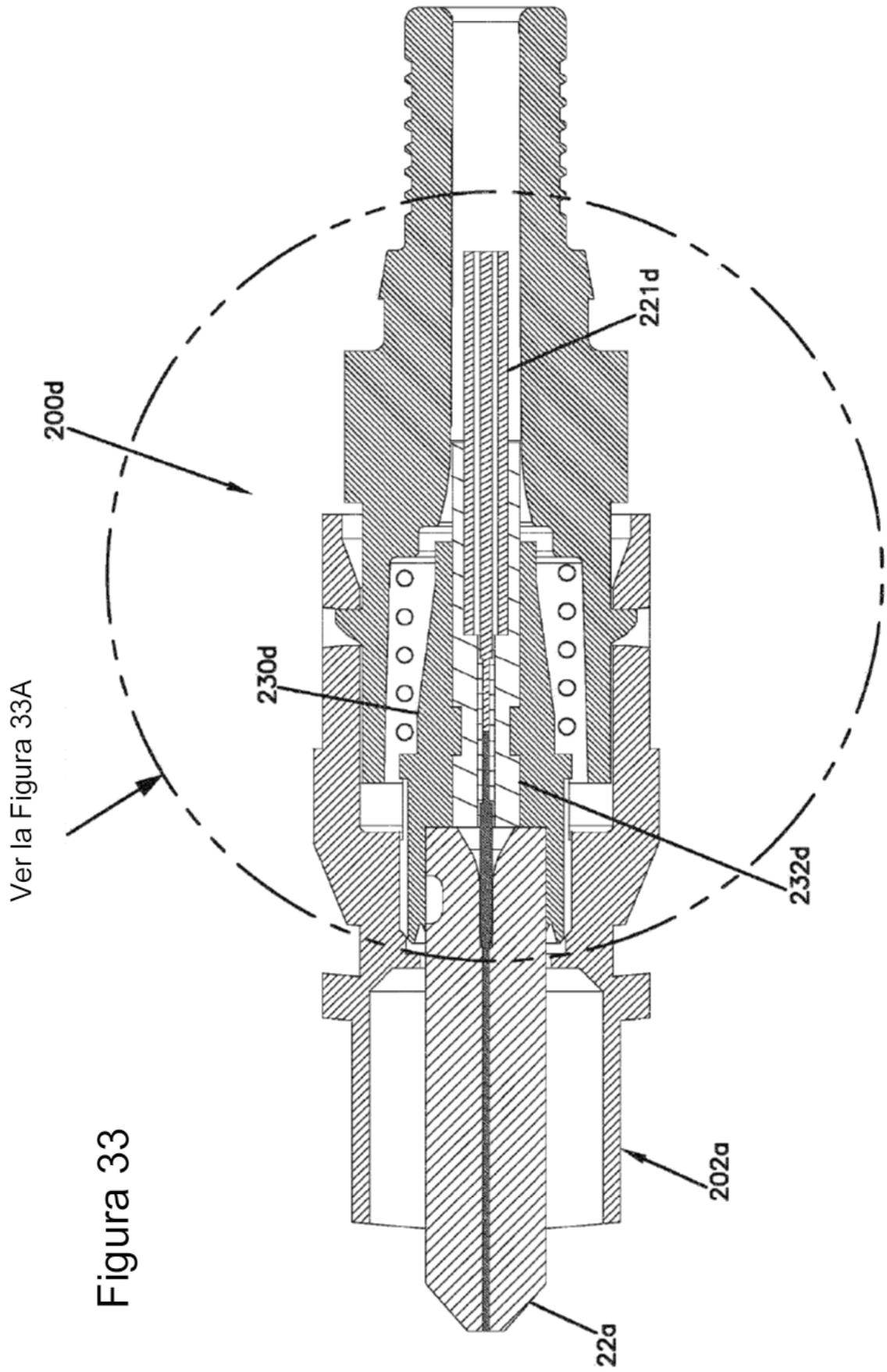


Figura 34

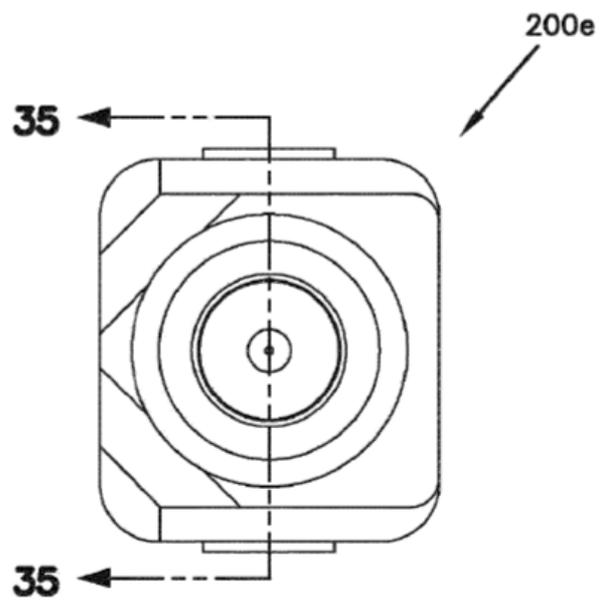
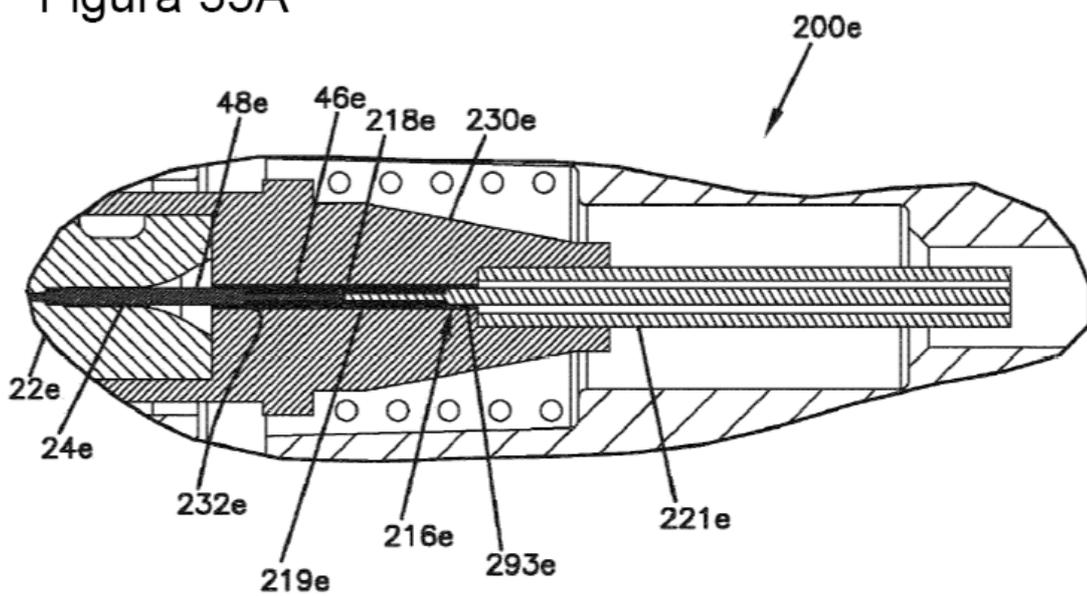


Figura 35A



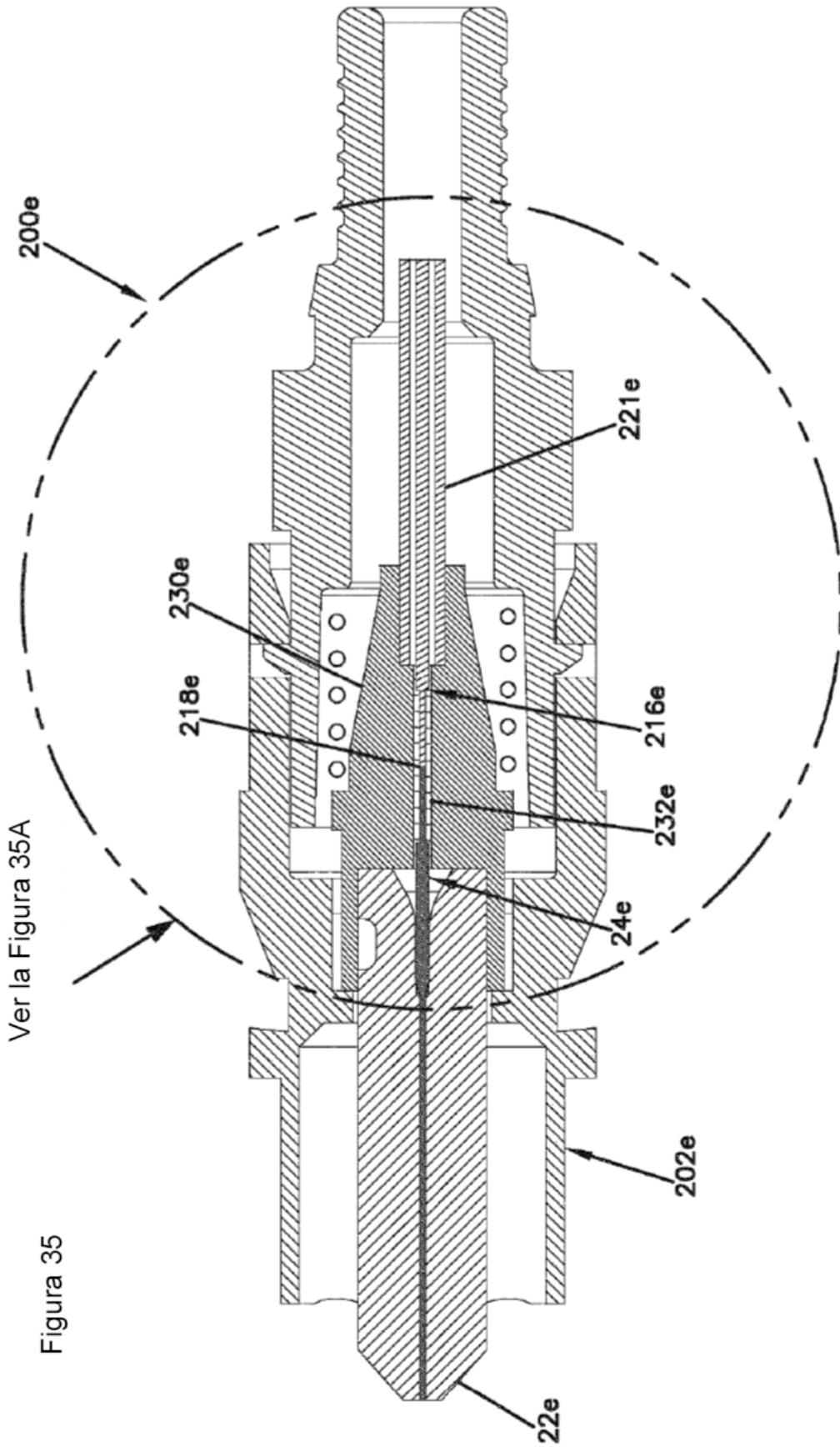


Figura 35

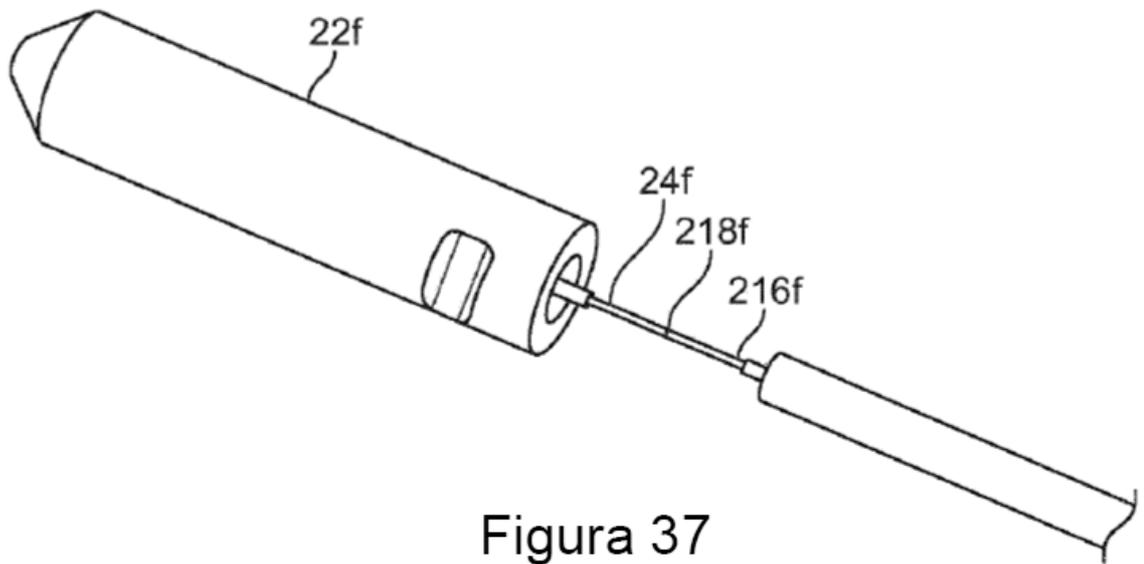


Figura 37

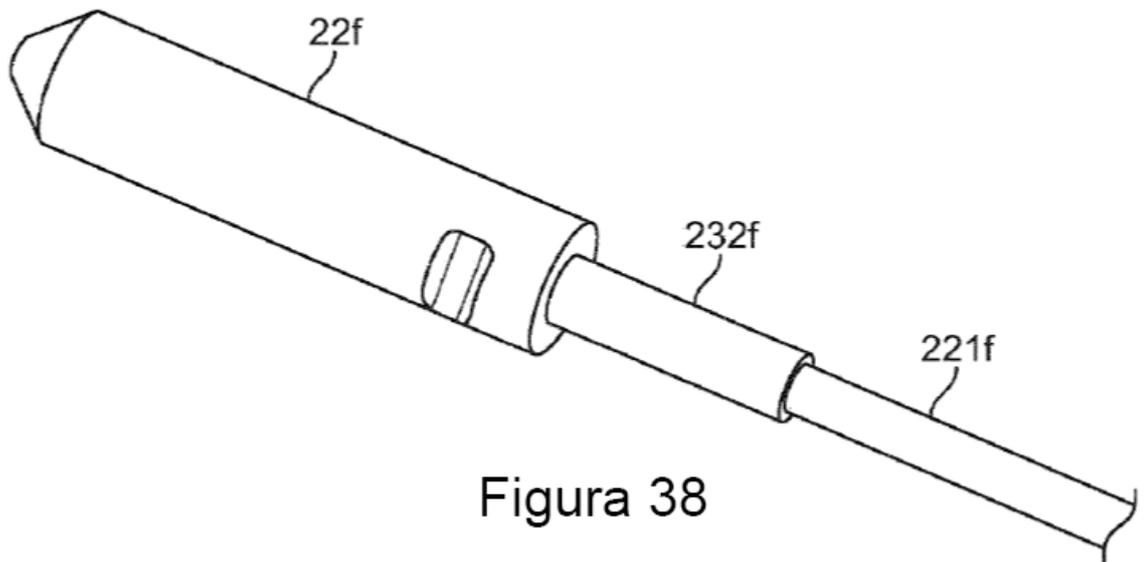


Figura 38

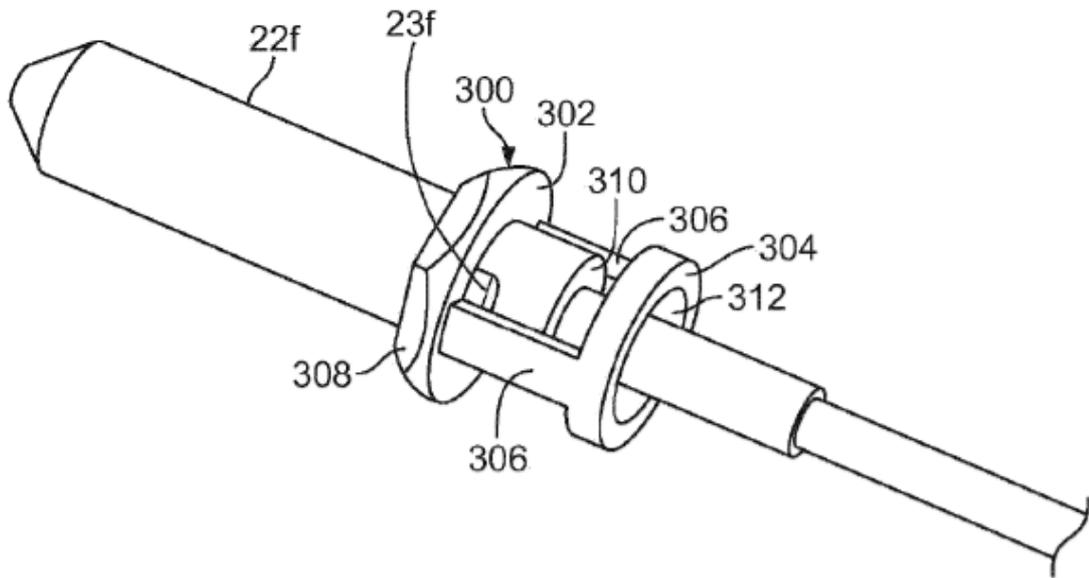


Figura 39

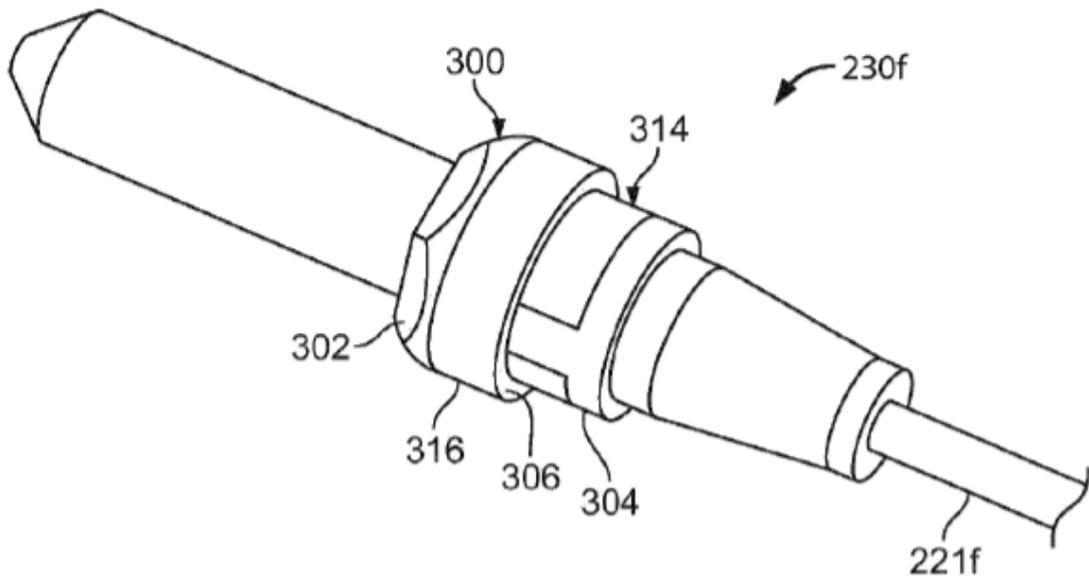


Figura 40

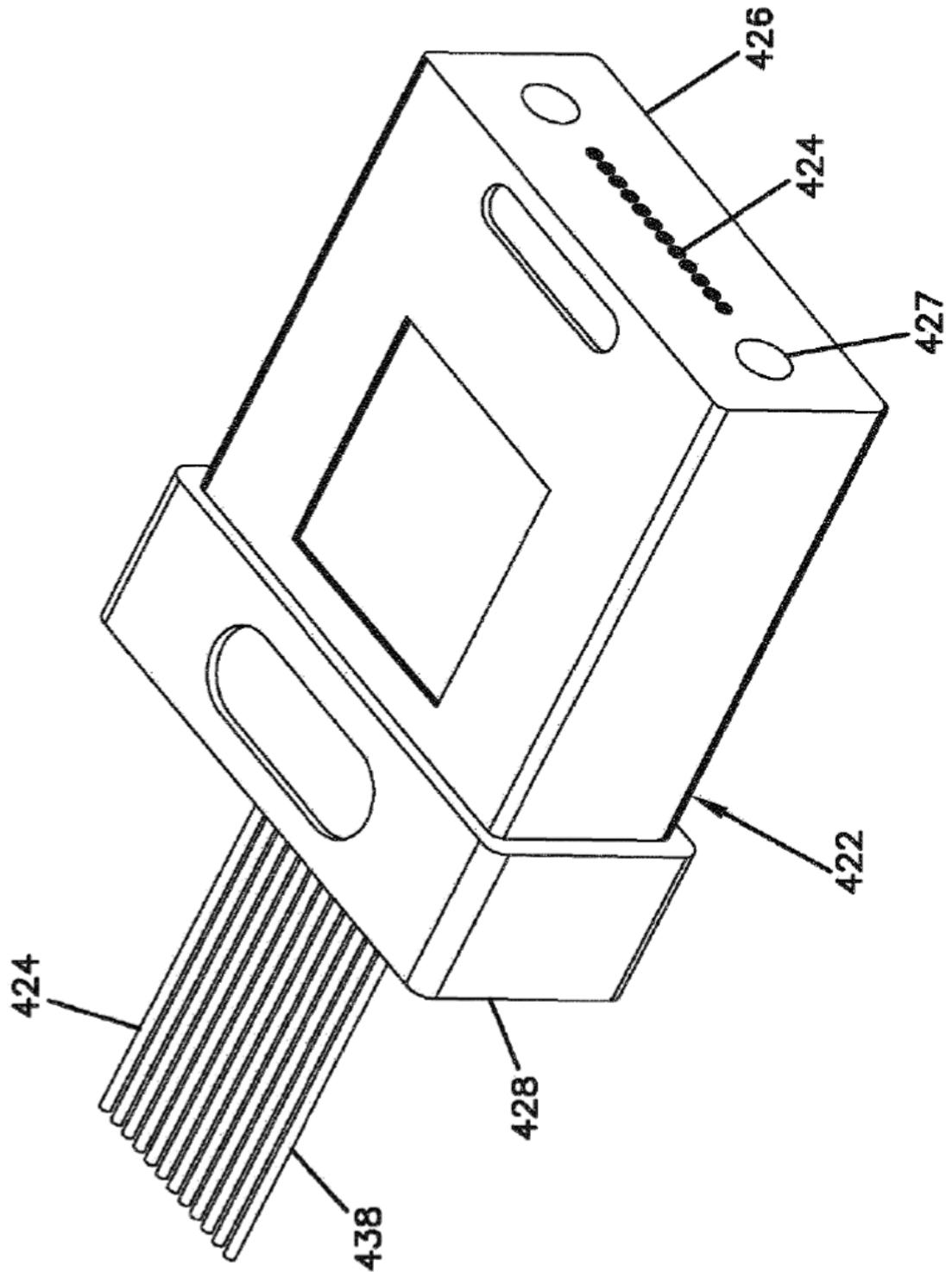


Figura 41

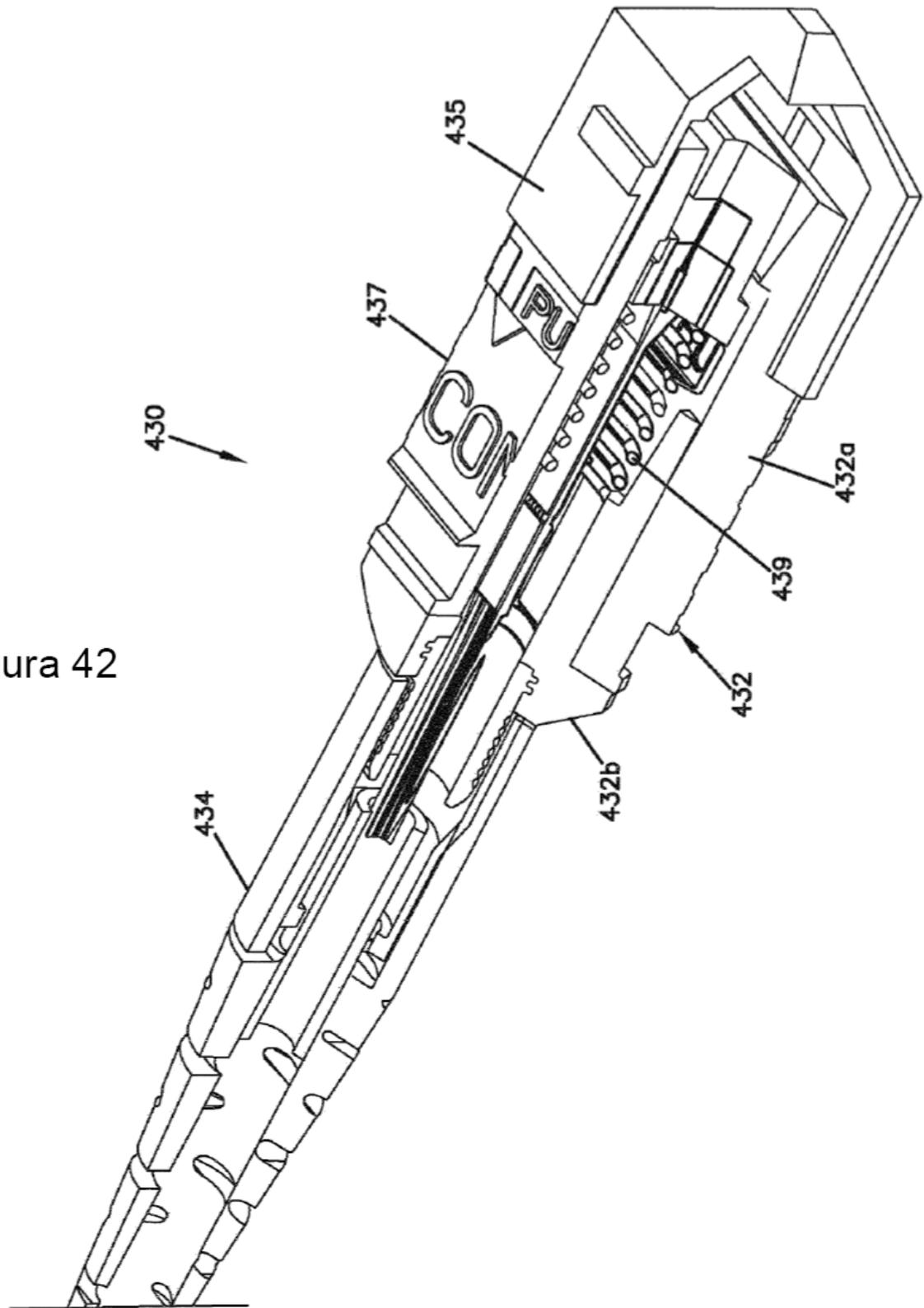


Figura 42

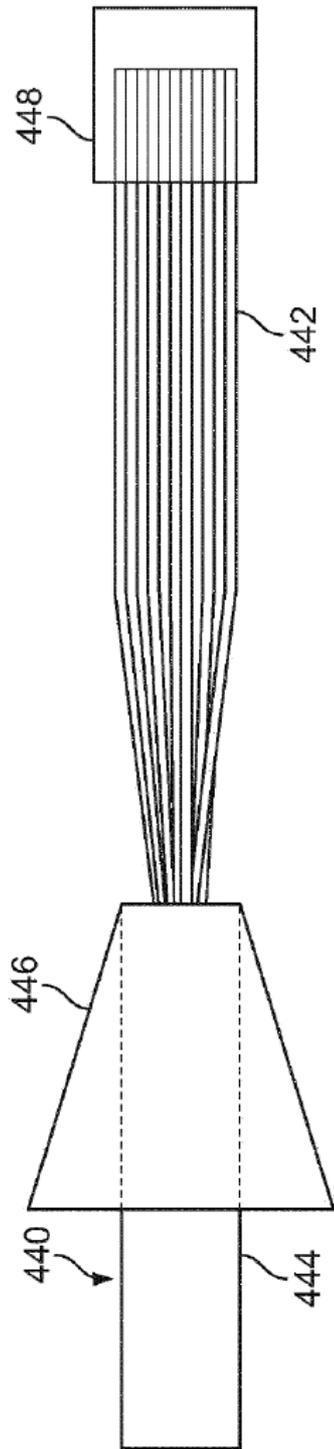


Figura 43

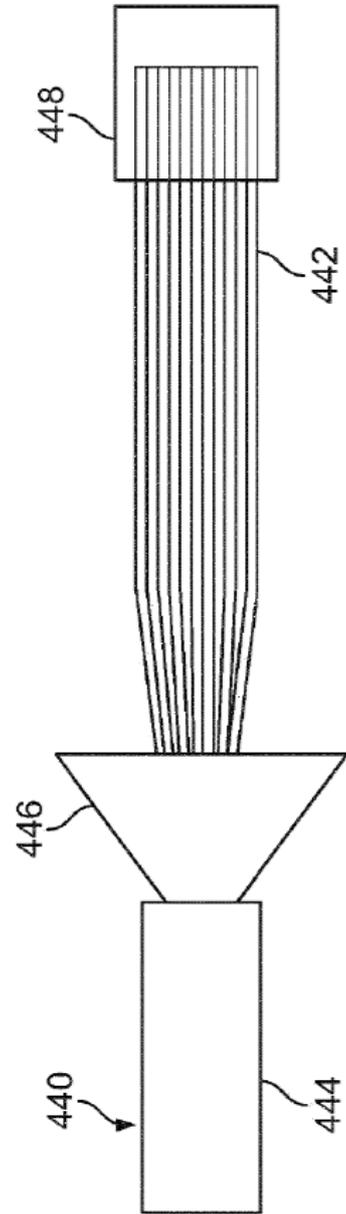


Figura 44

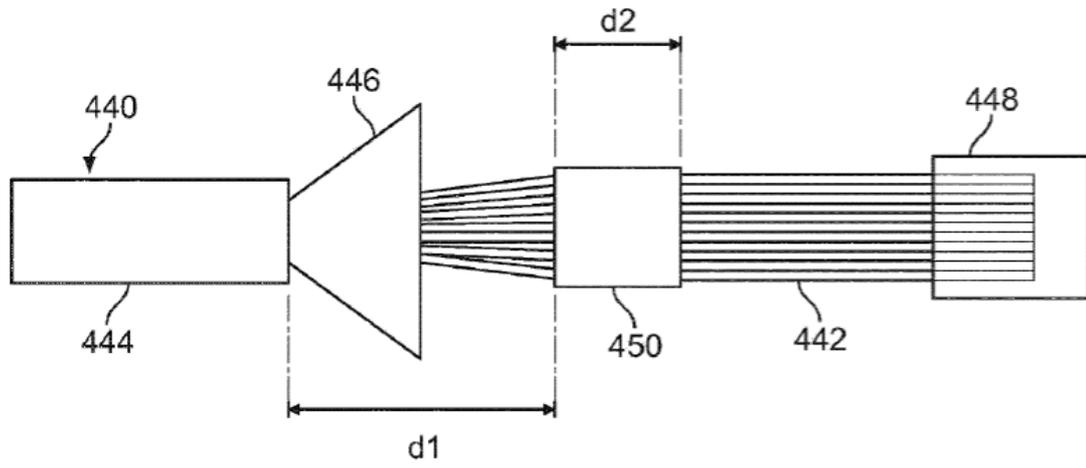


Figura 45

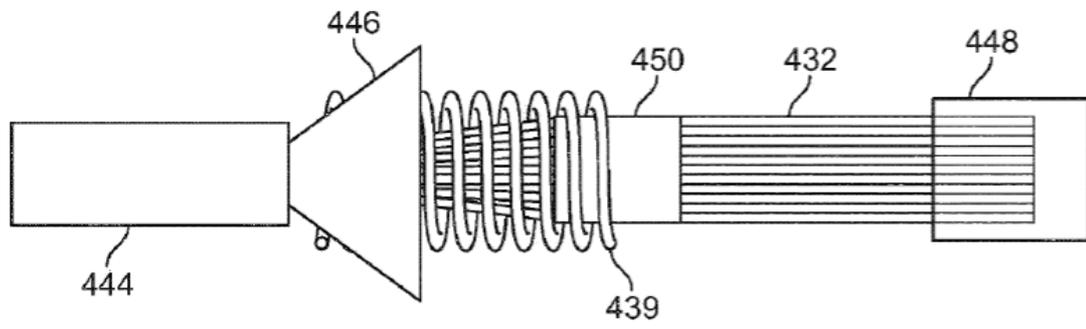


Figura 46

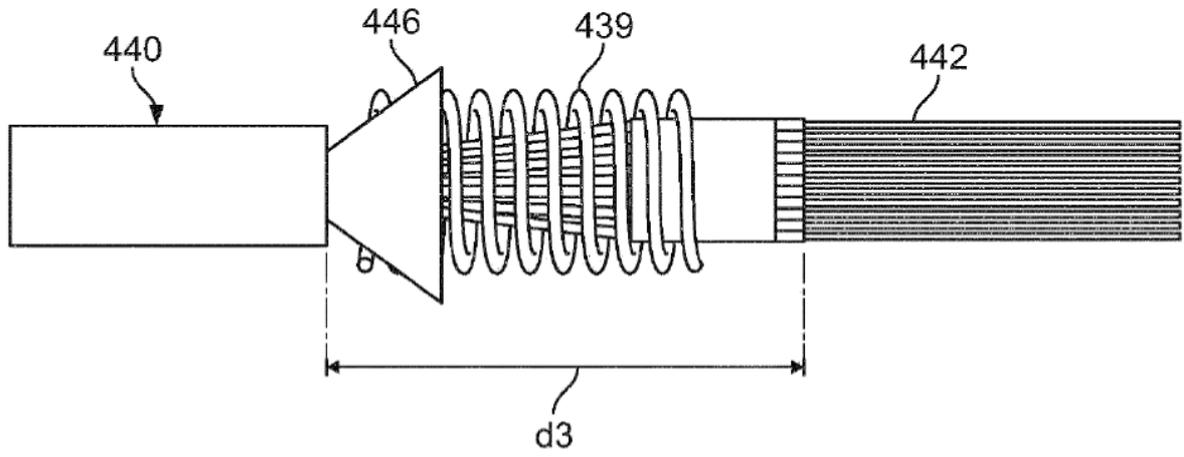


Figura 47

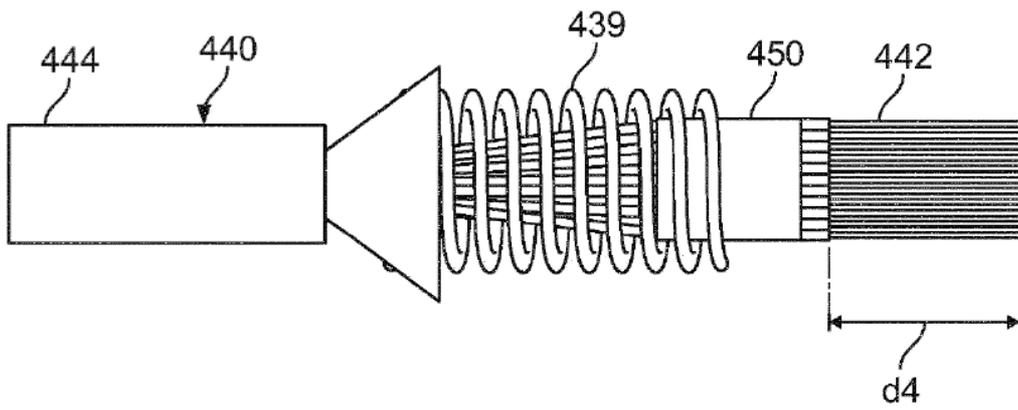


Figura 48

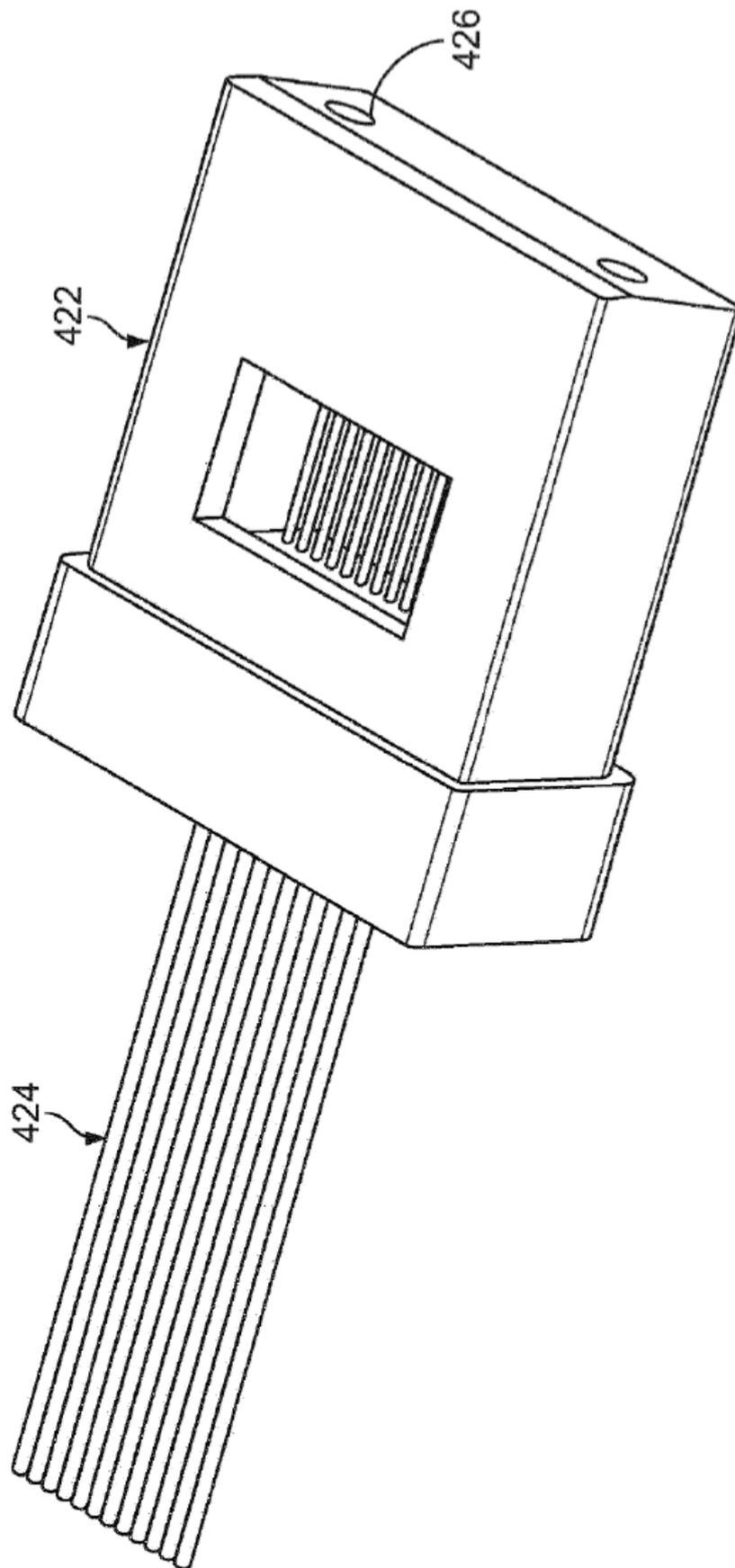


Figura 49

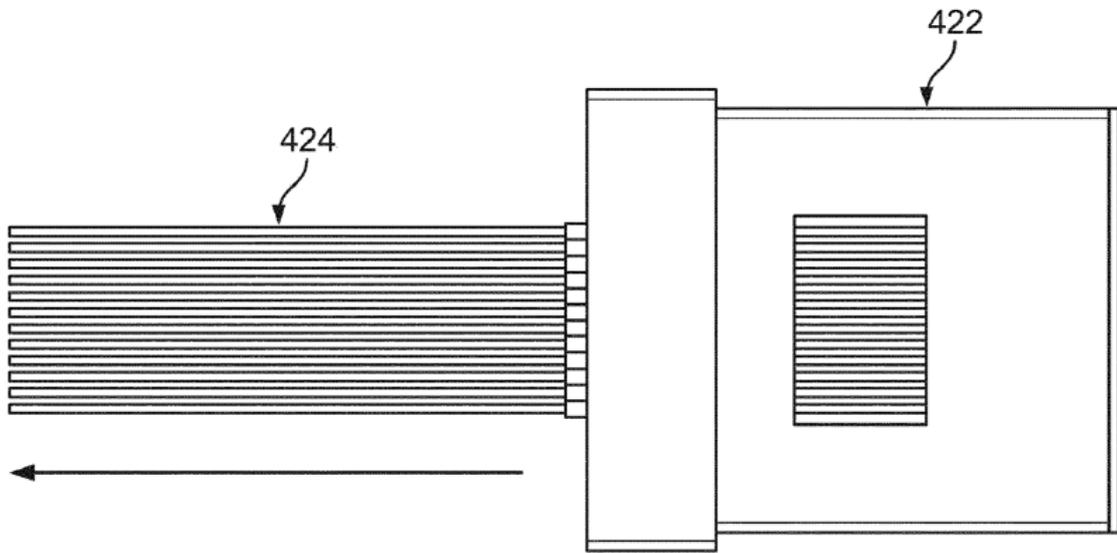


Figura 50

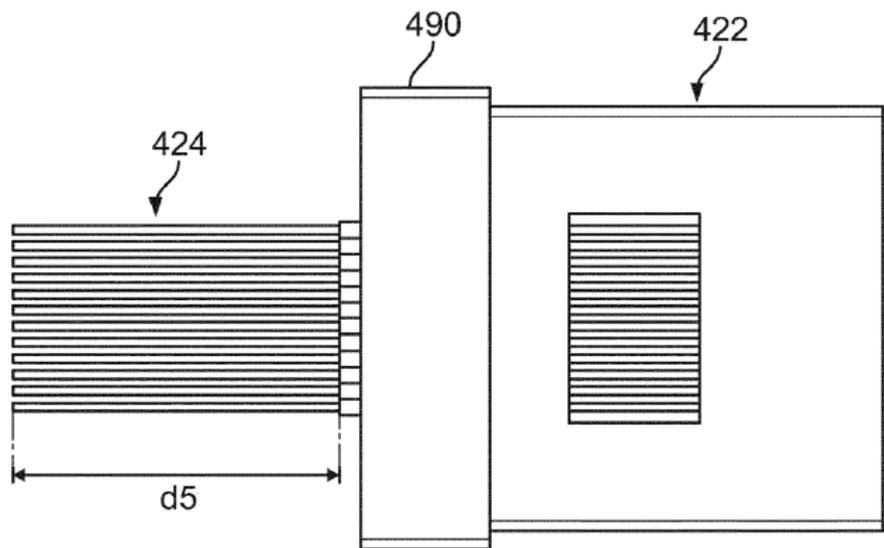


Figura 51

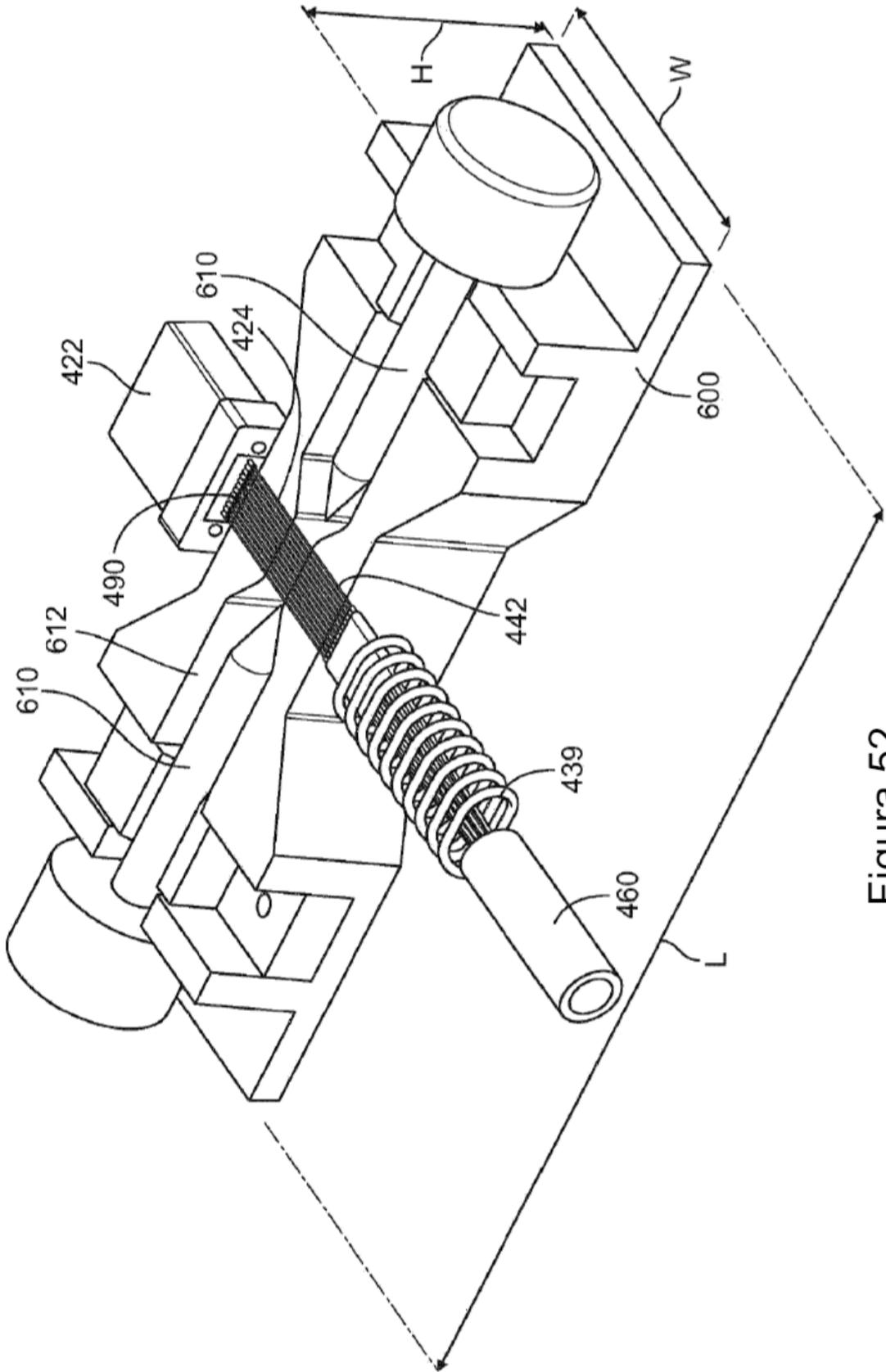
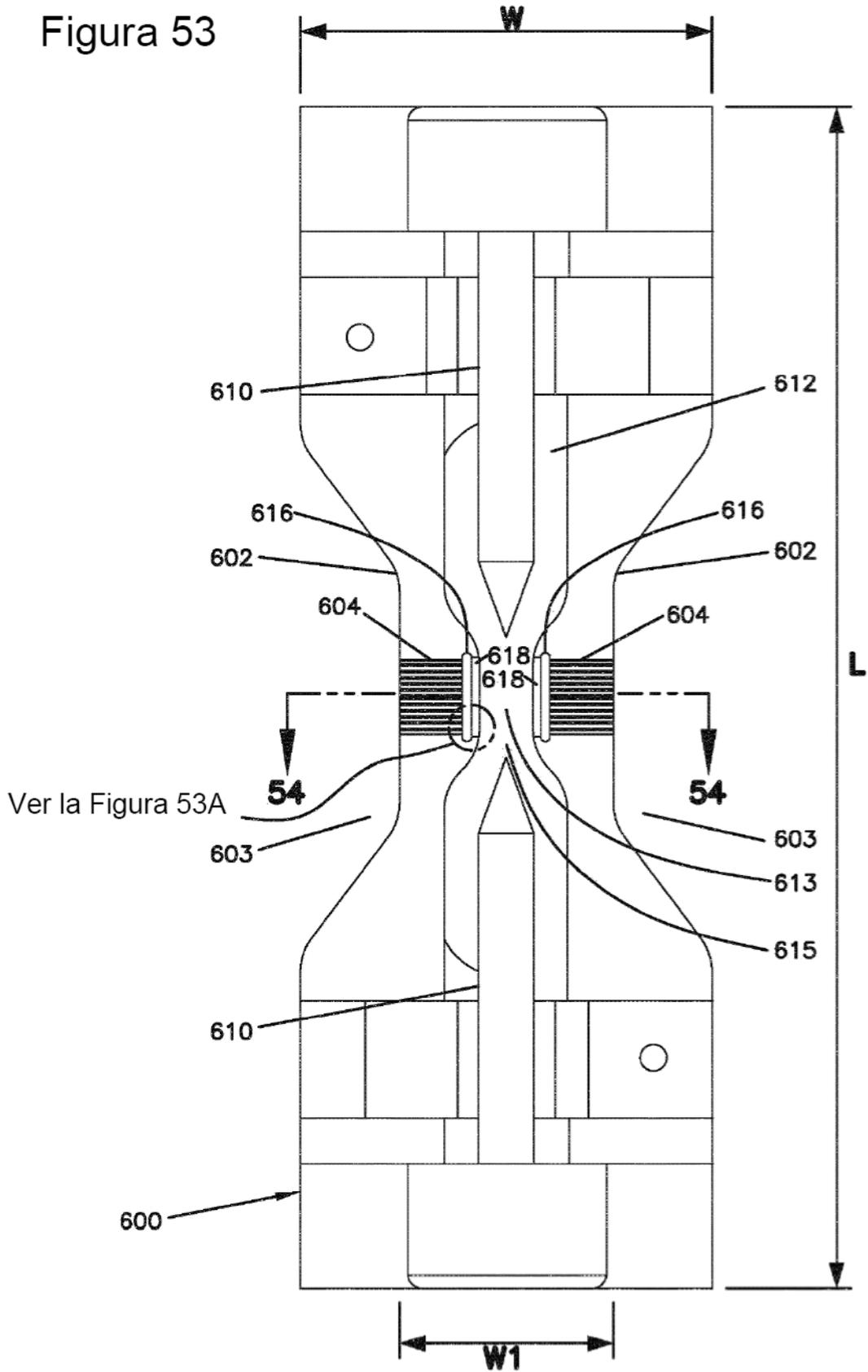


Figura 52

Figura 53



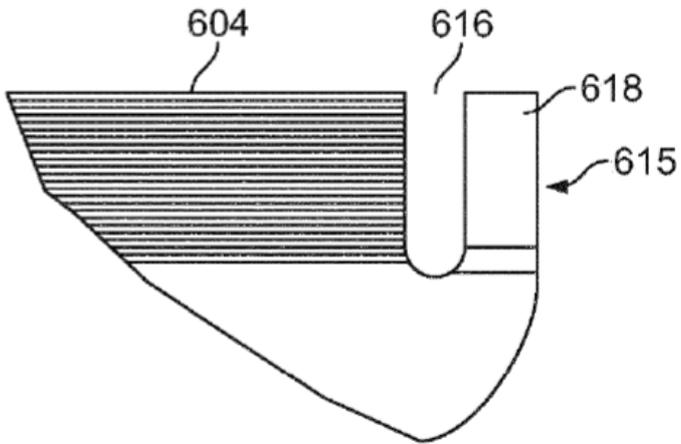


Figura 53A

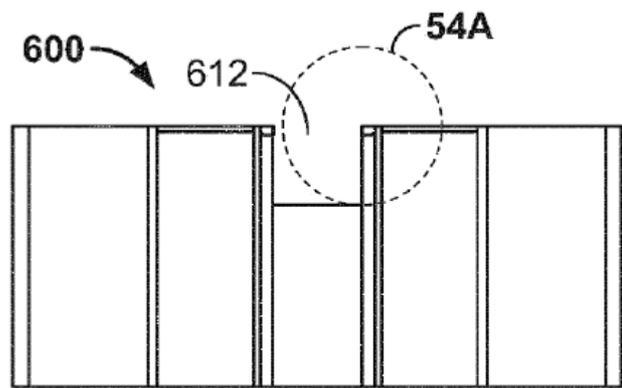


Figura 54

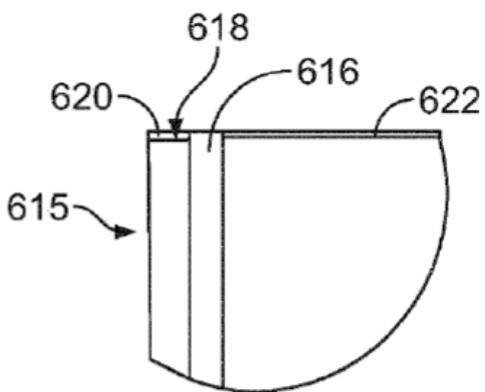


Figura 54A

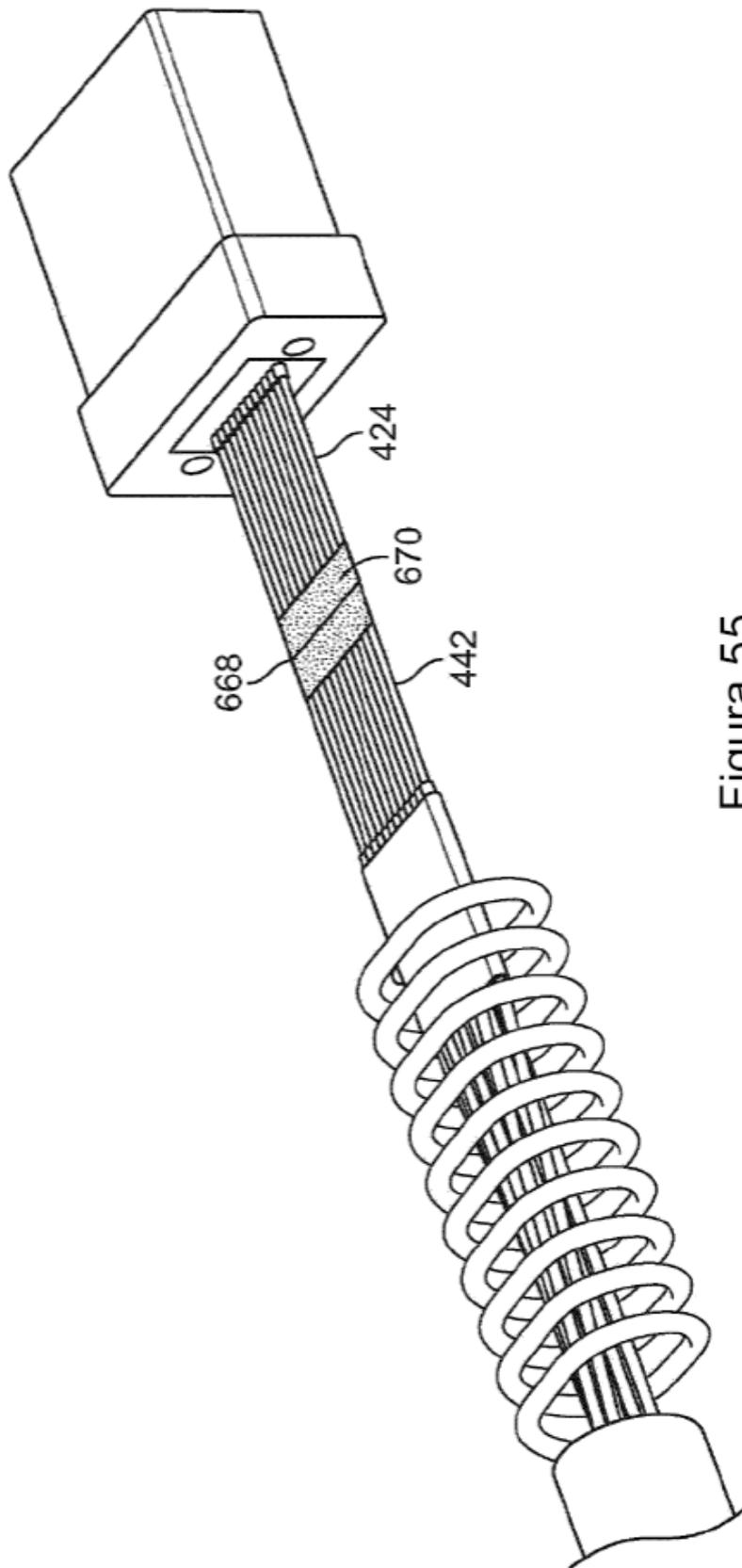


Figura 55

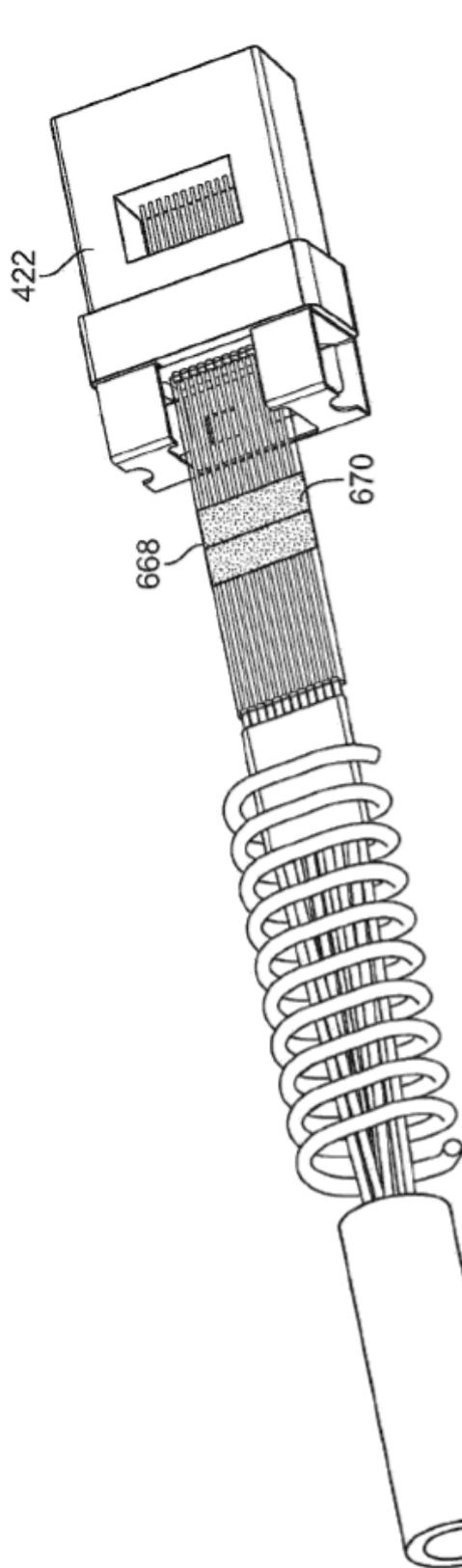


Figura 56

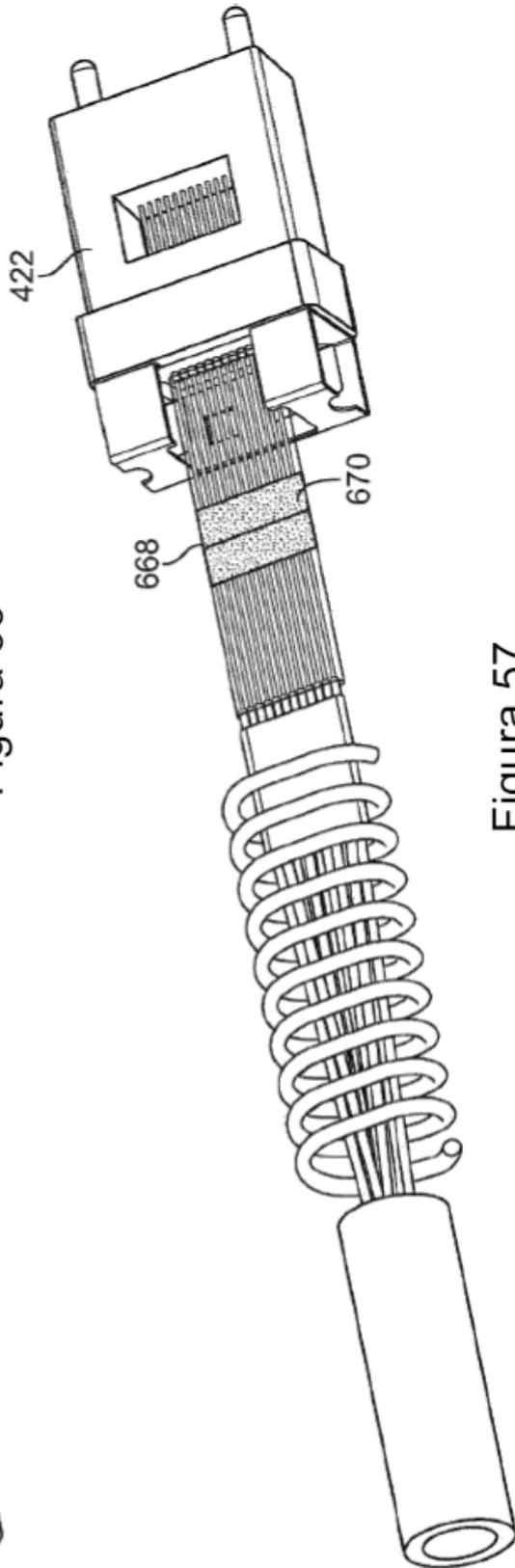


Figura 57

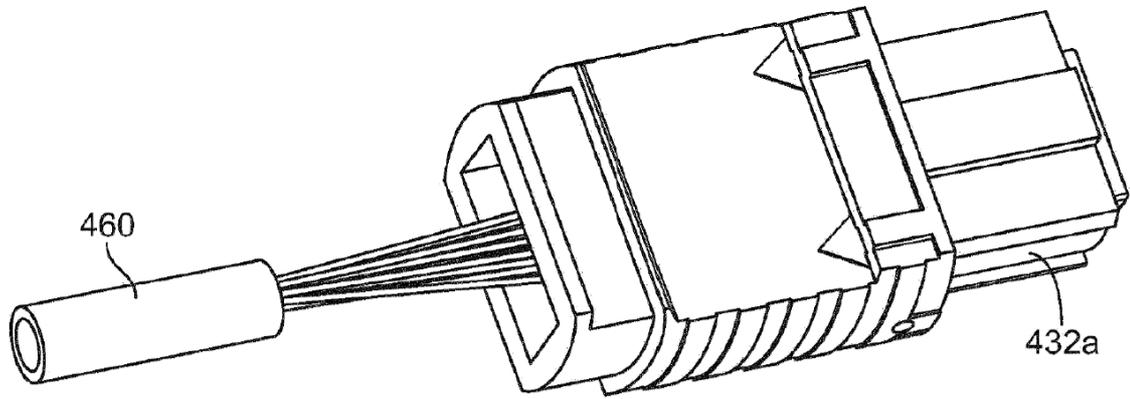


Figura 58

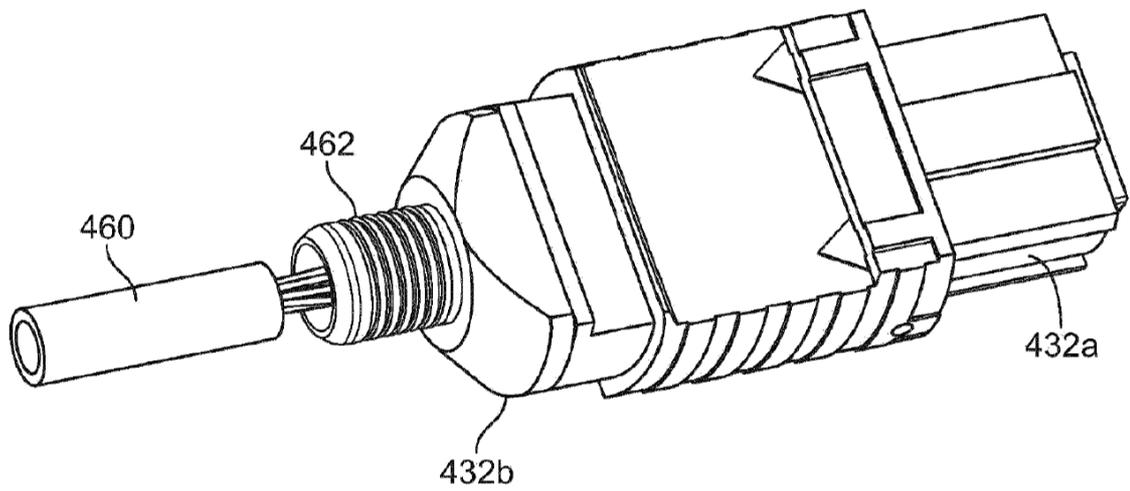


Figura 59

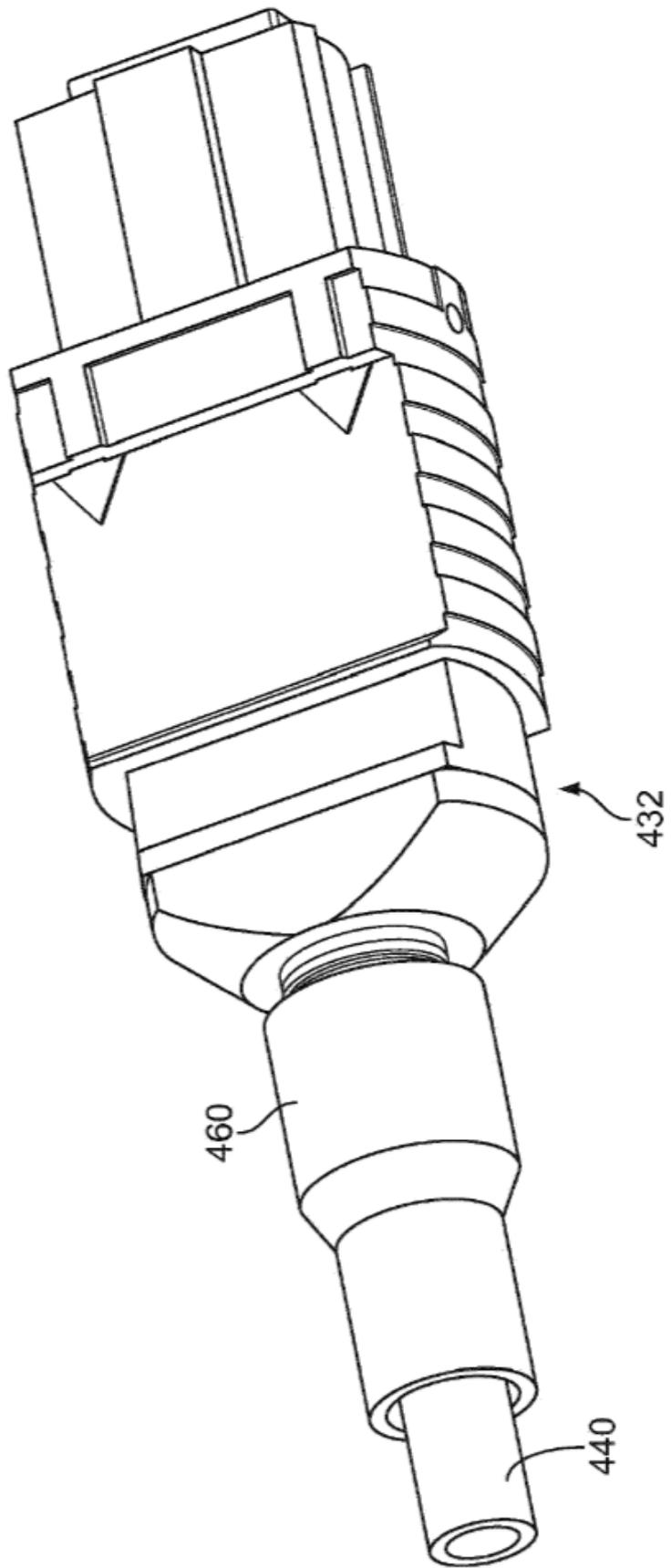


Figura 60

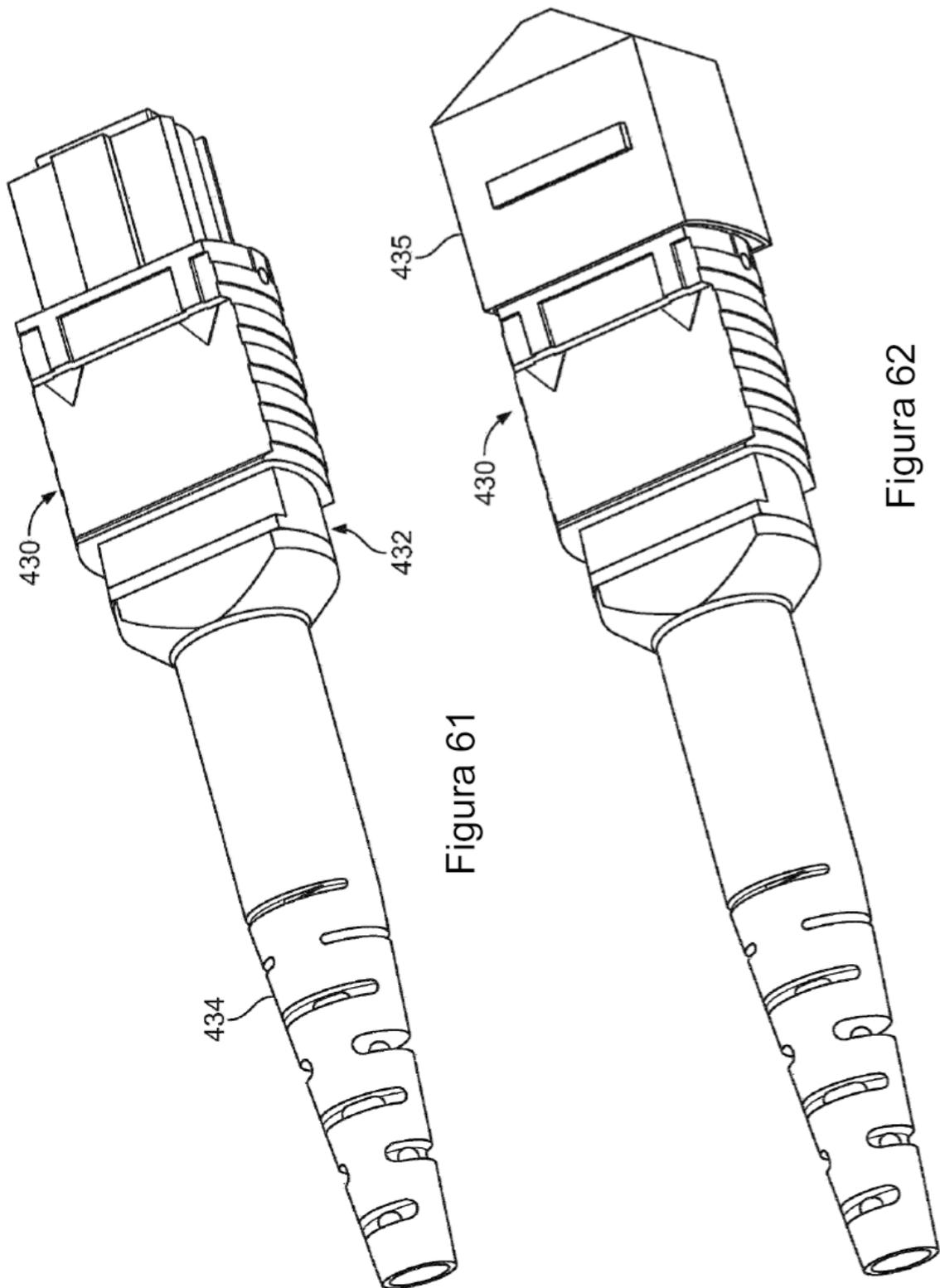


Figura 61

Figura 62

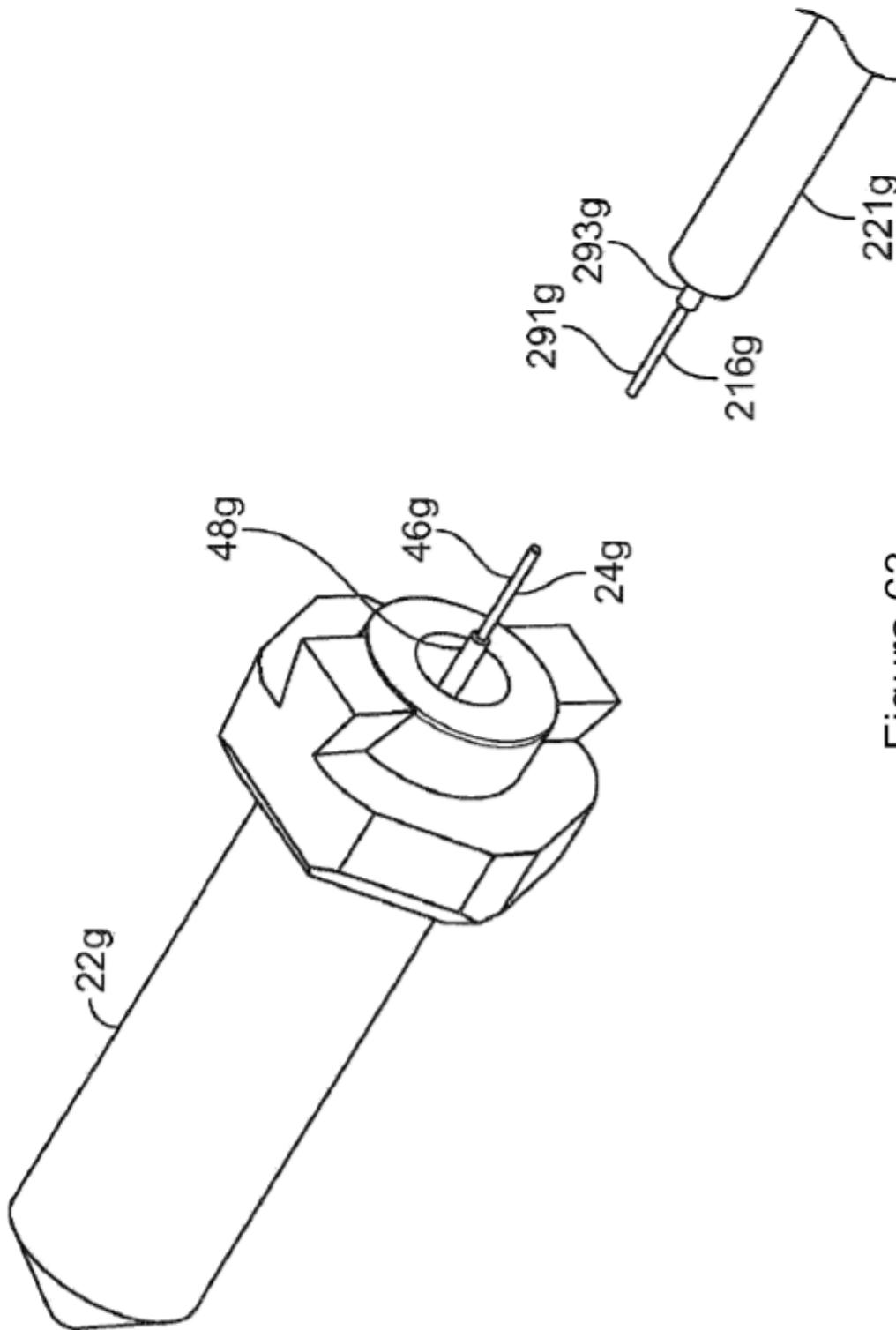


Figura 63

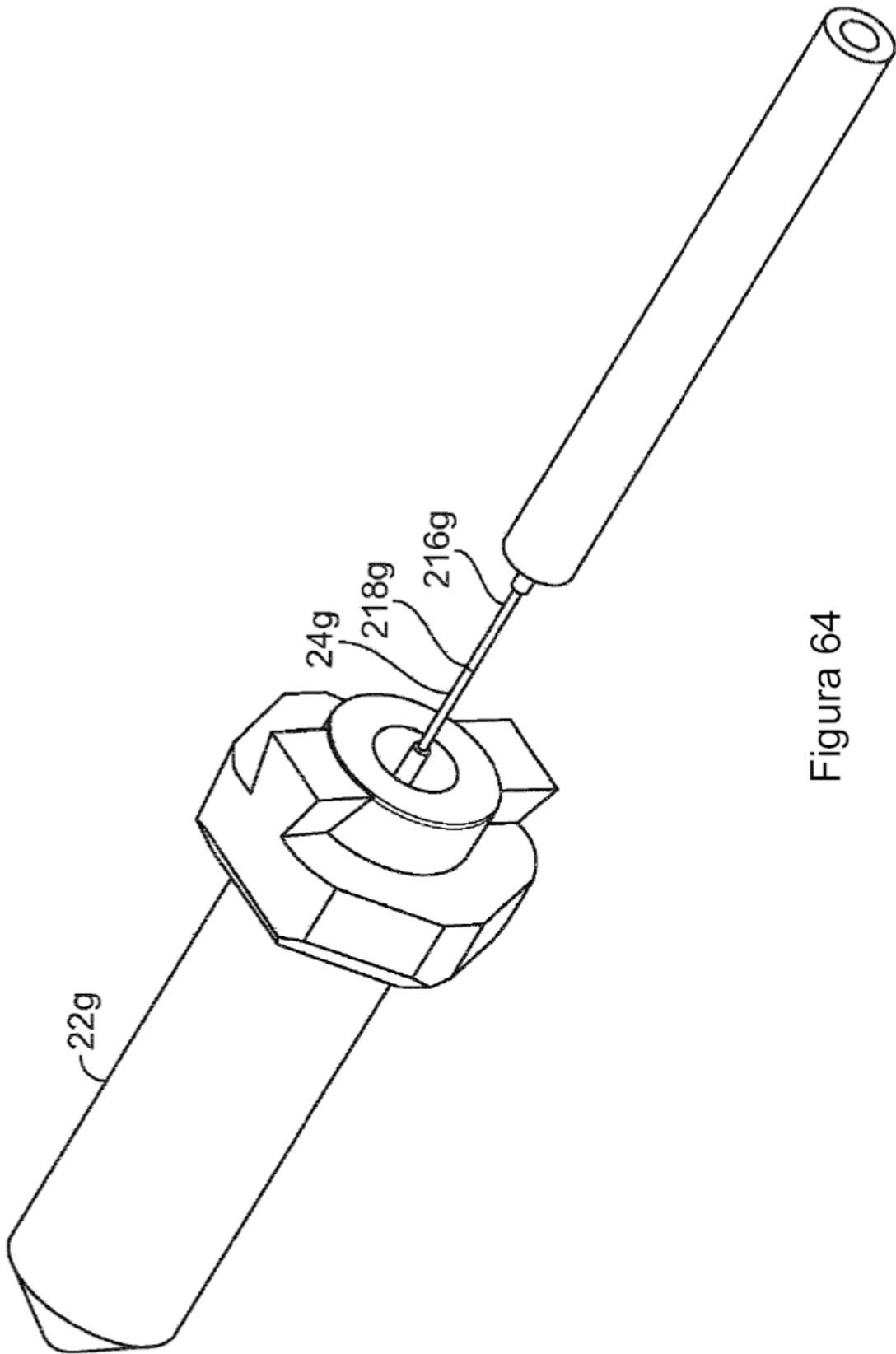


Figura 64

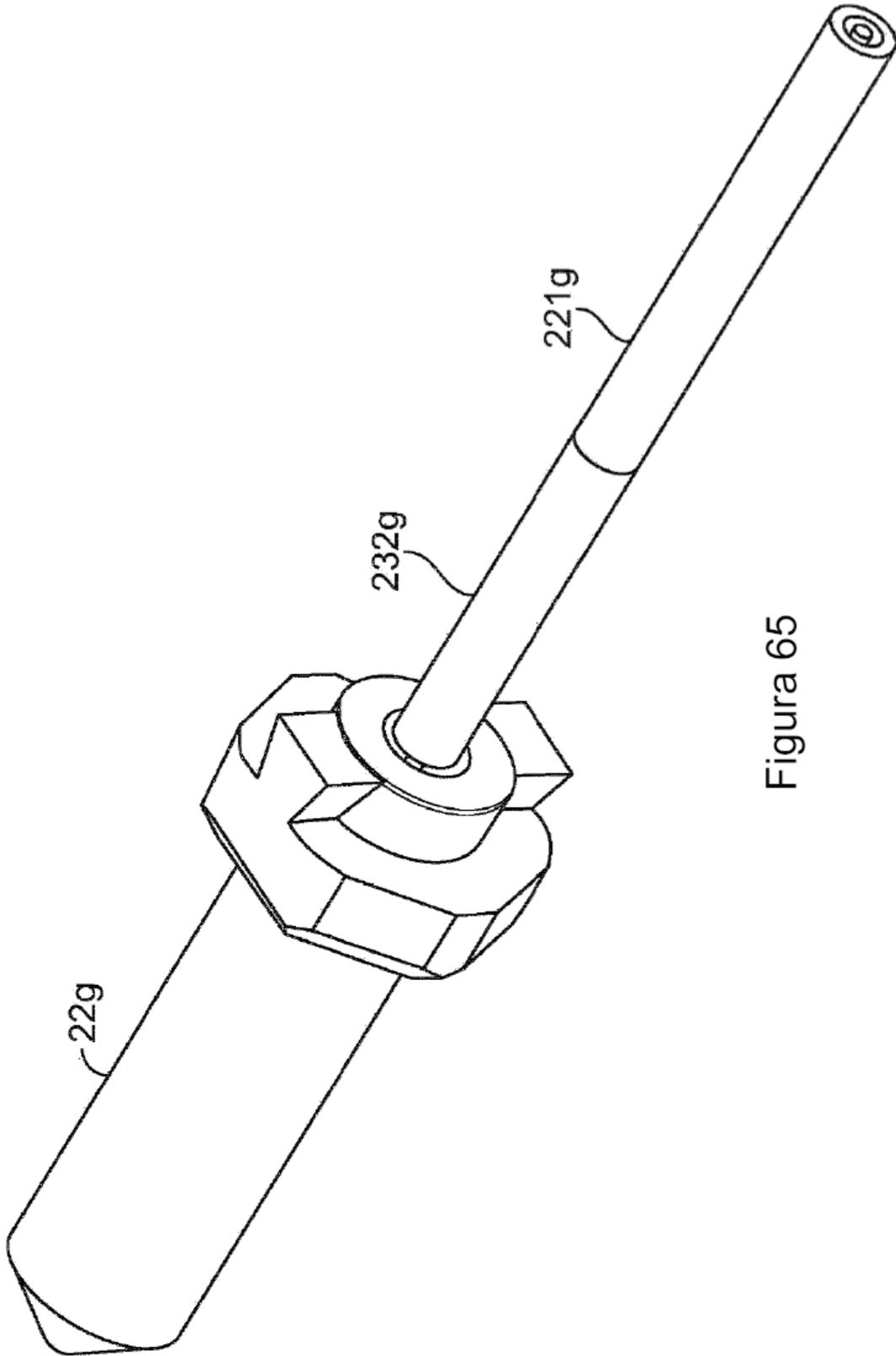


Figura 65

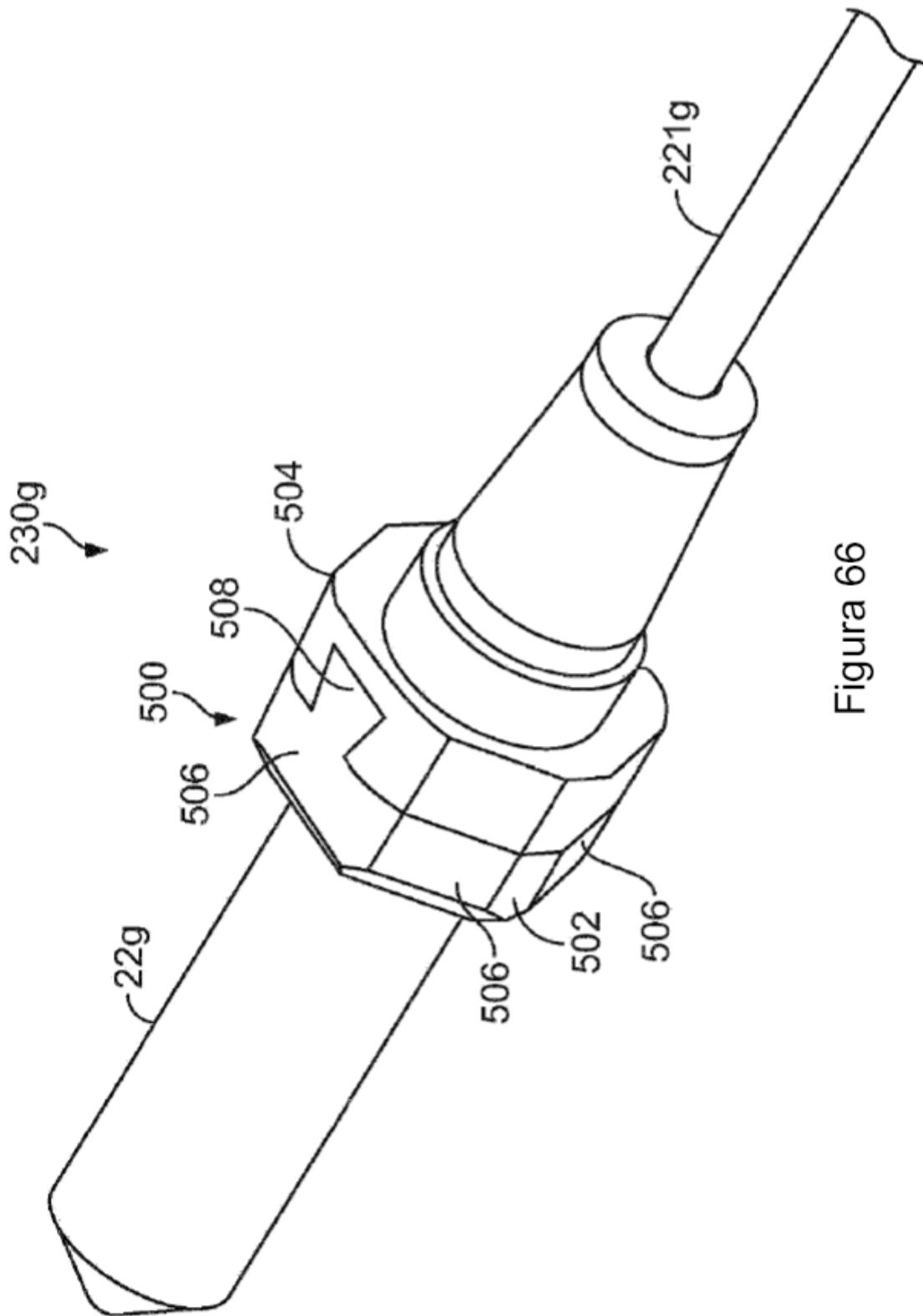


Figura 66

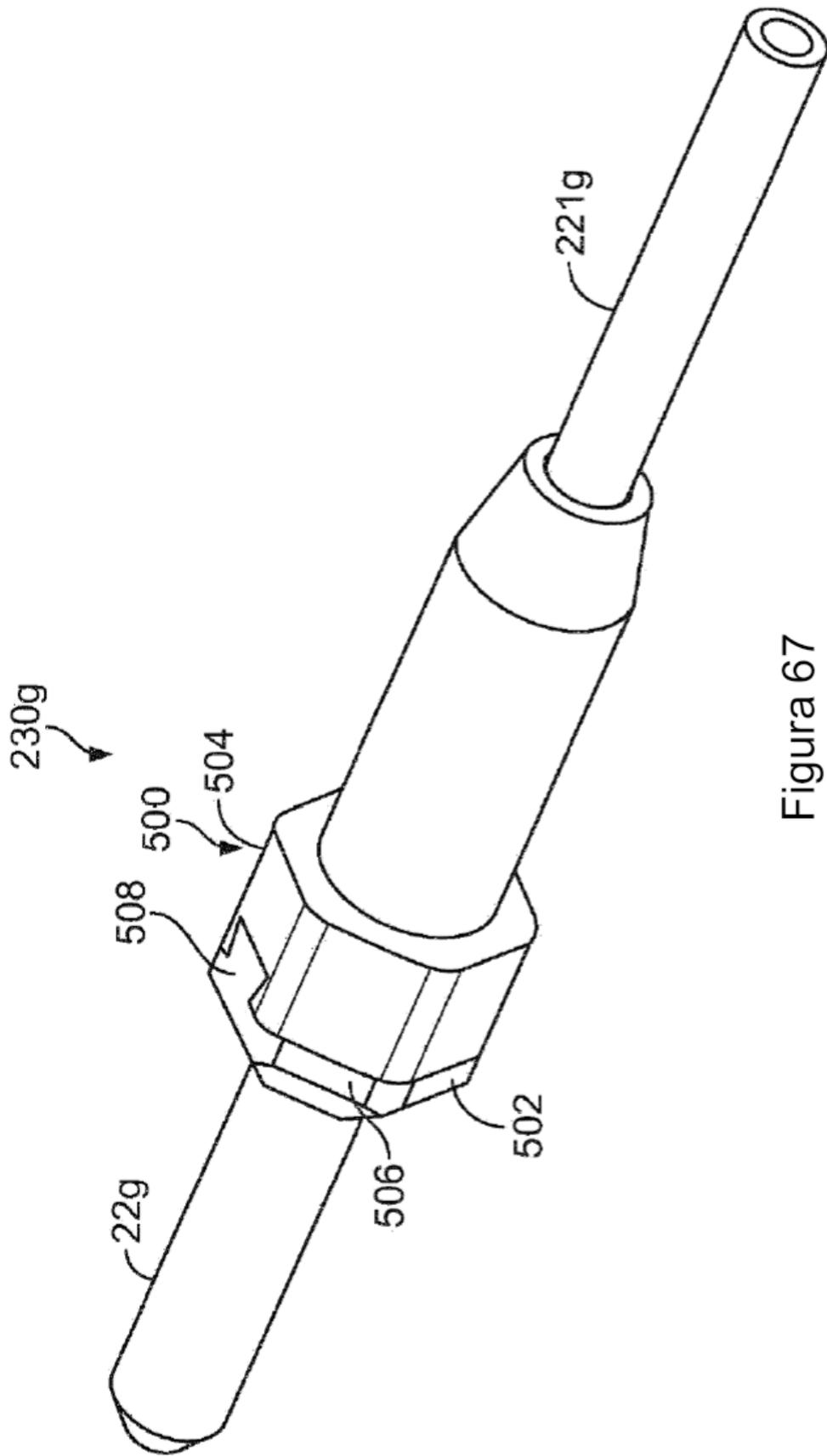


Figura 67

Figura 68

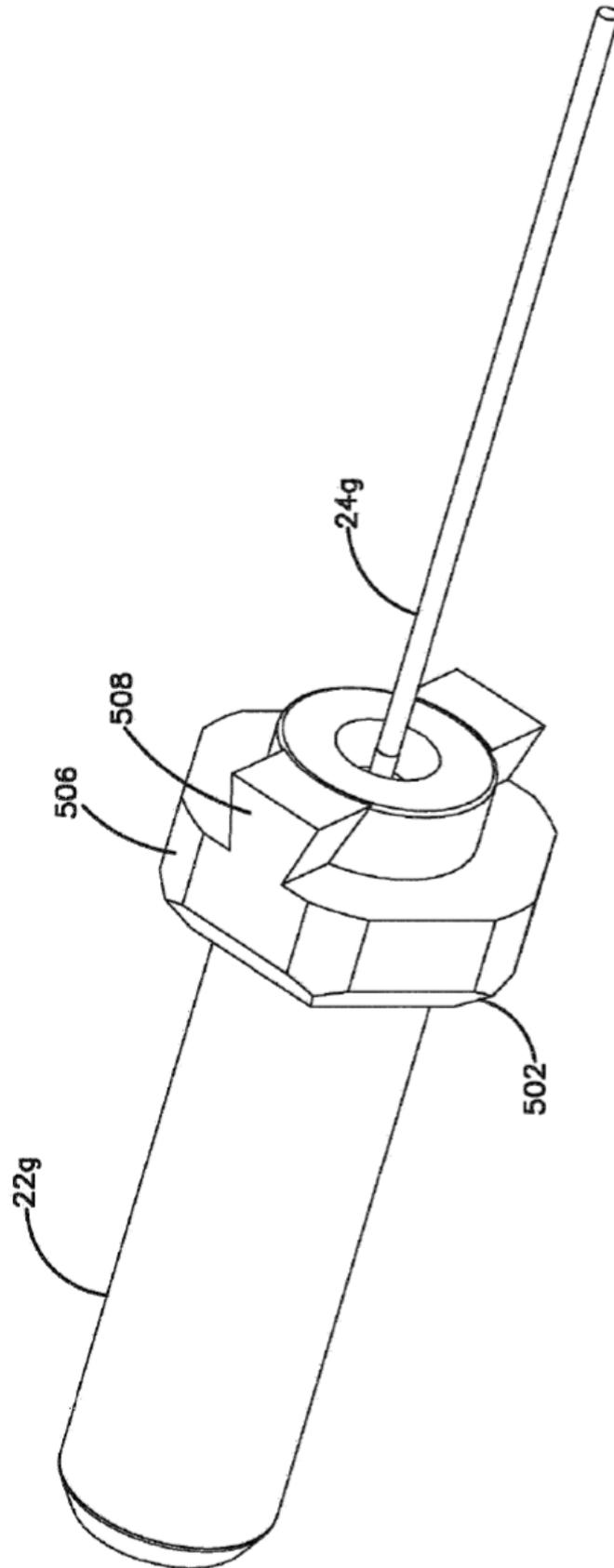


Figura 69

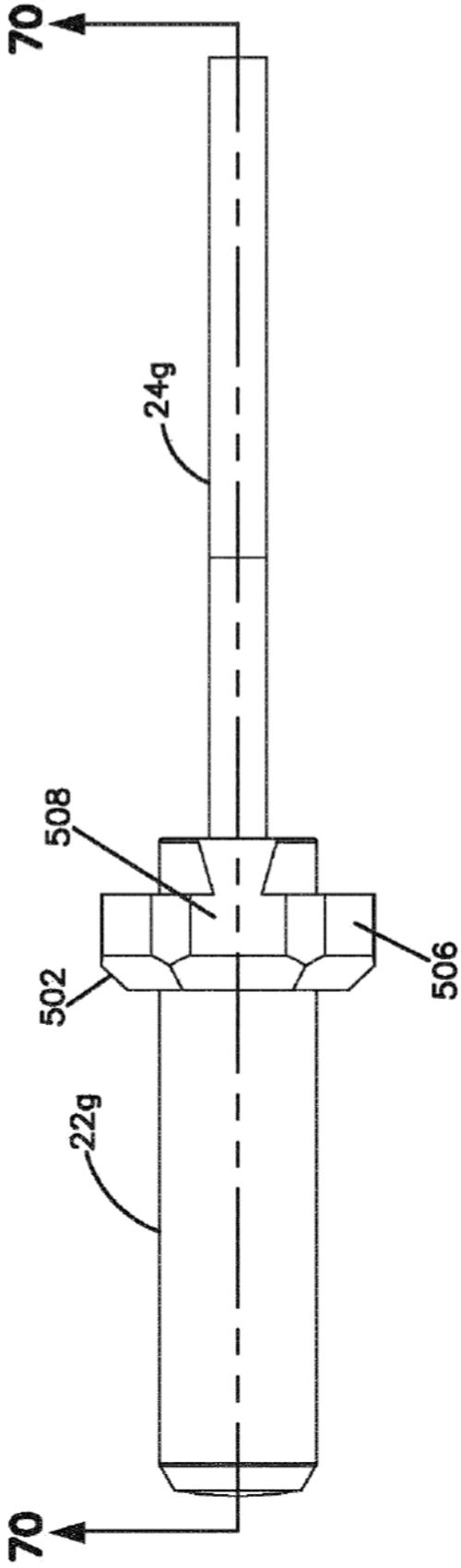
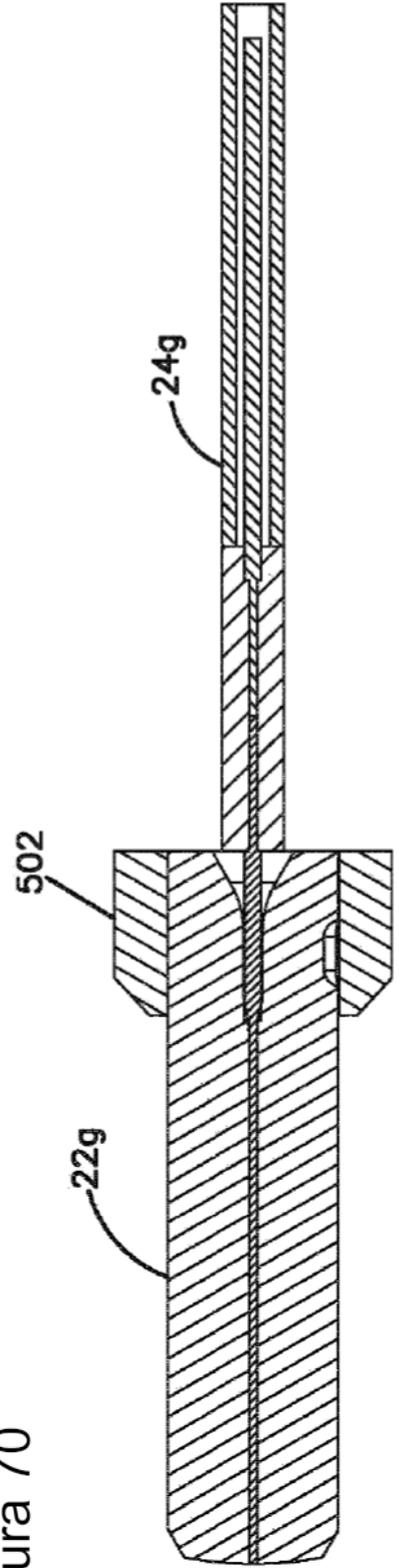


Figura 70



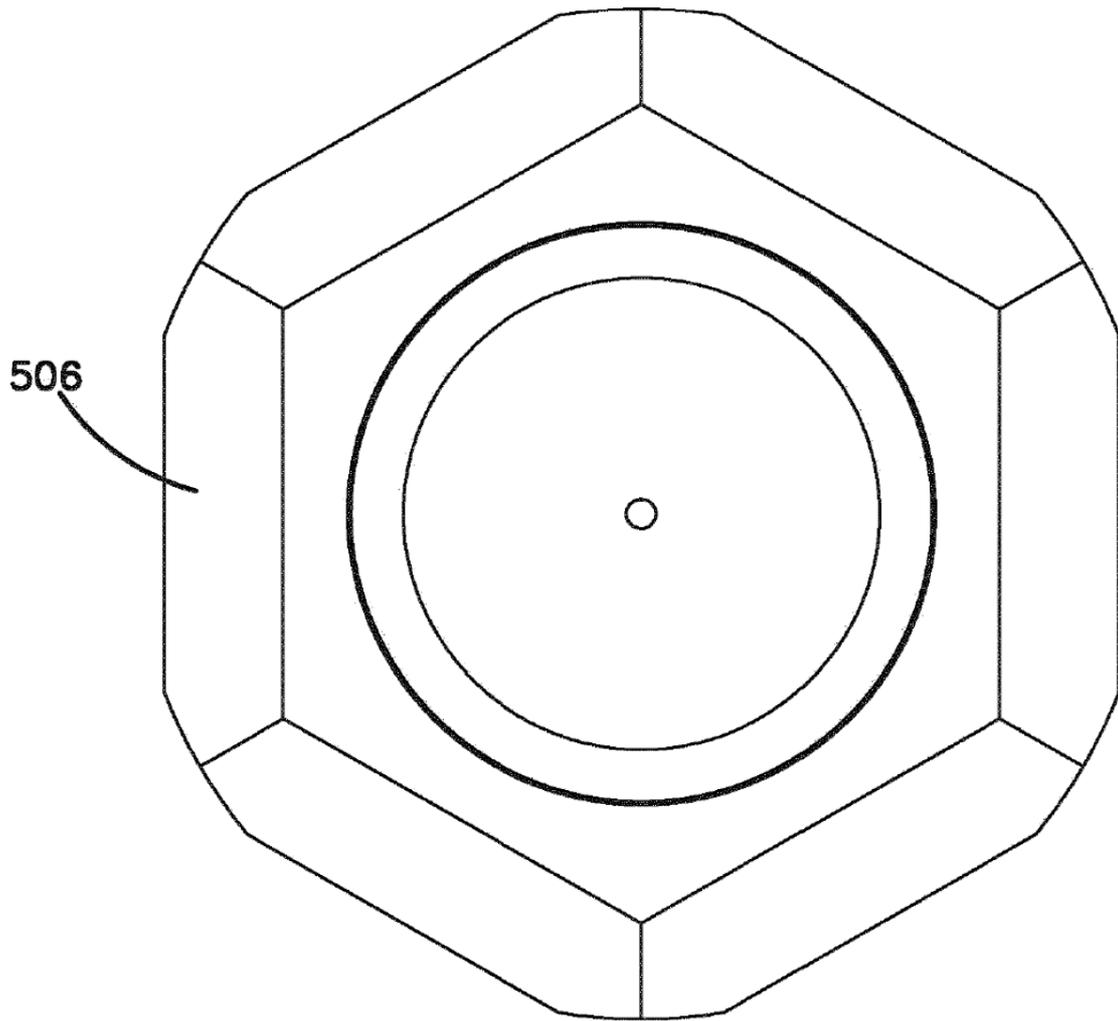


Figura 71

Figura 72

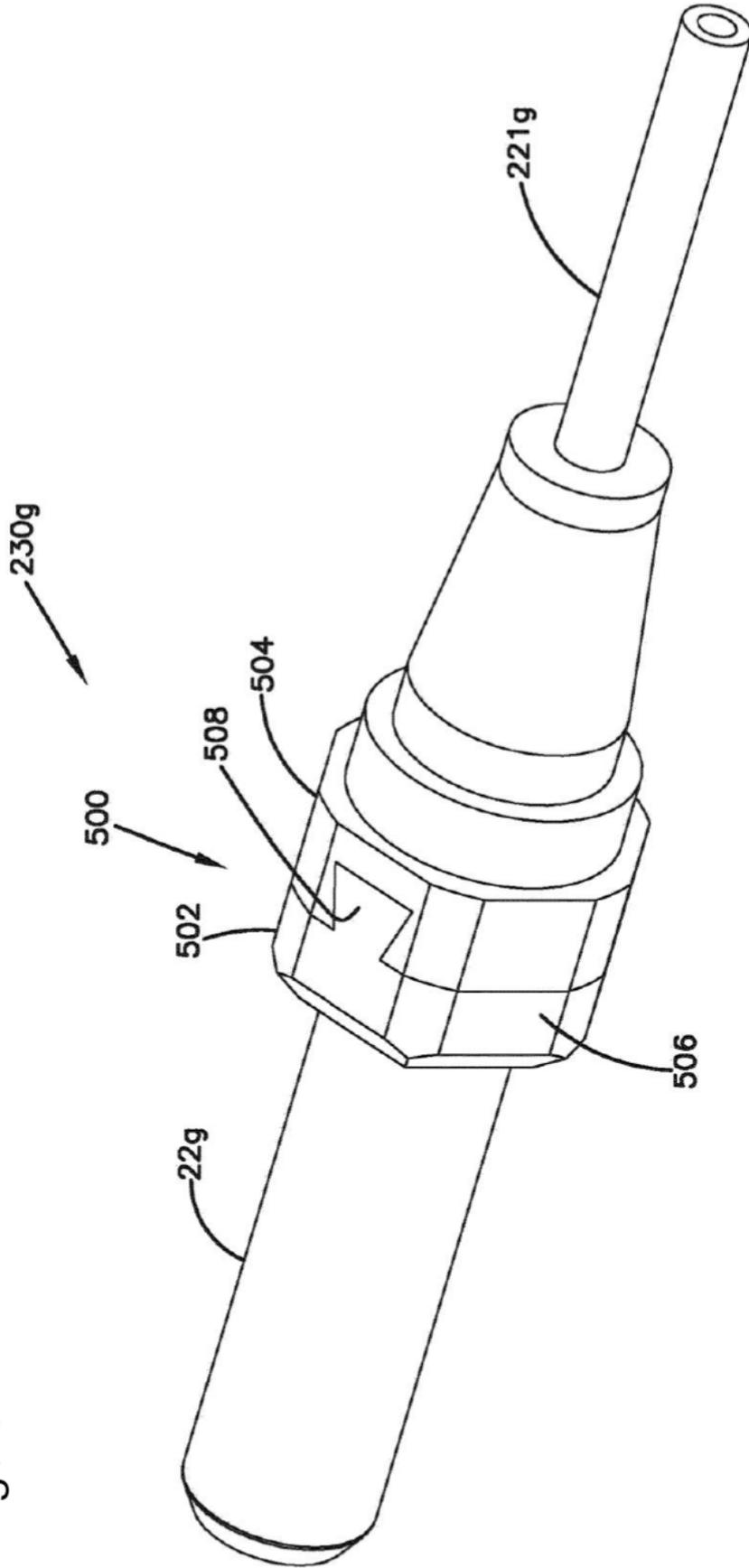


Figura 73

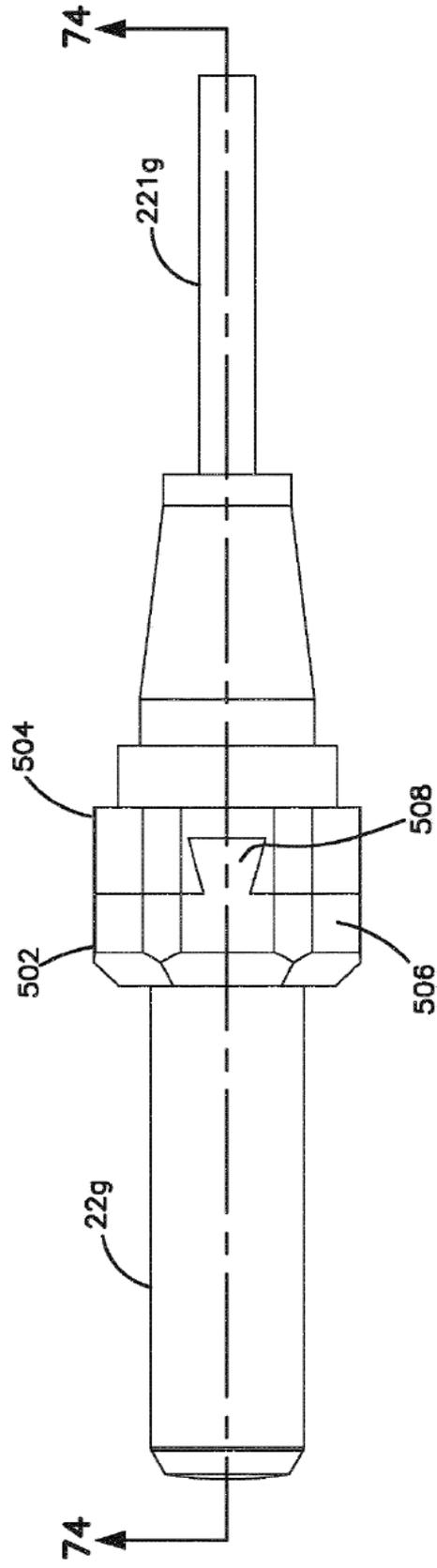
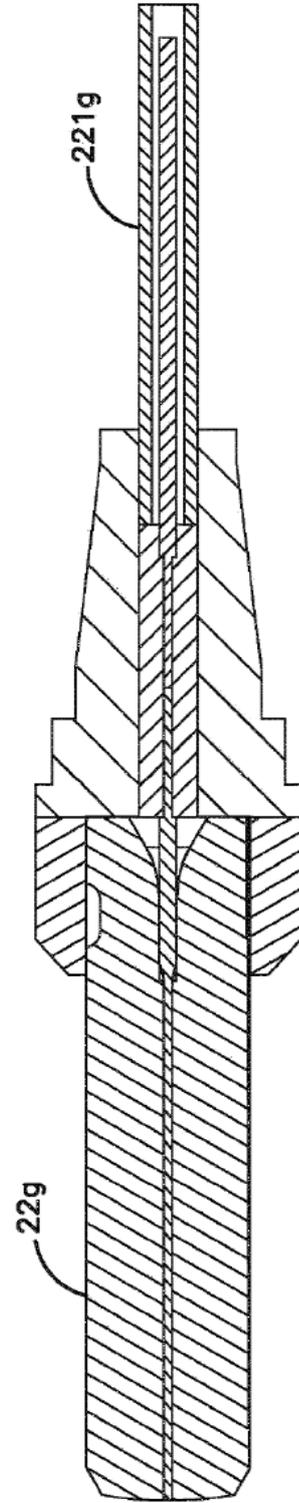


Figura 74



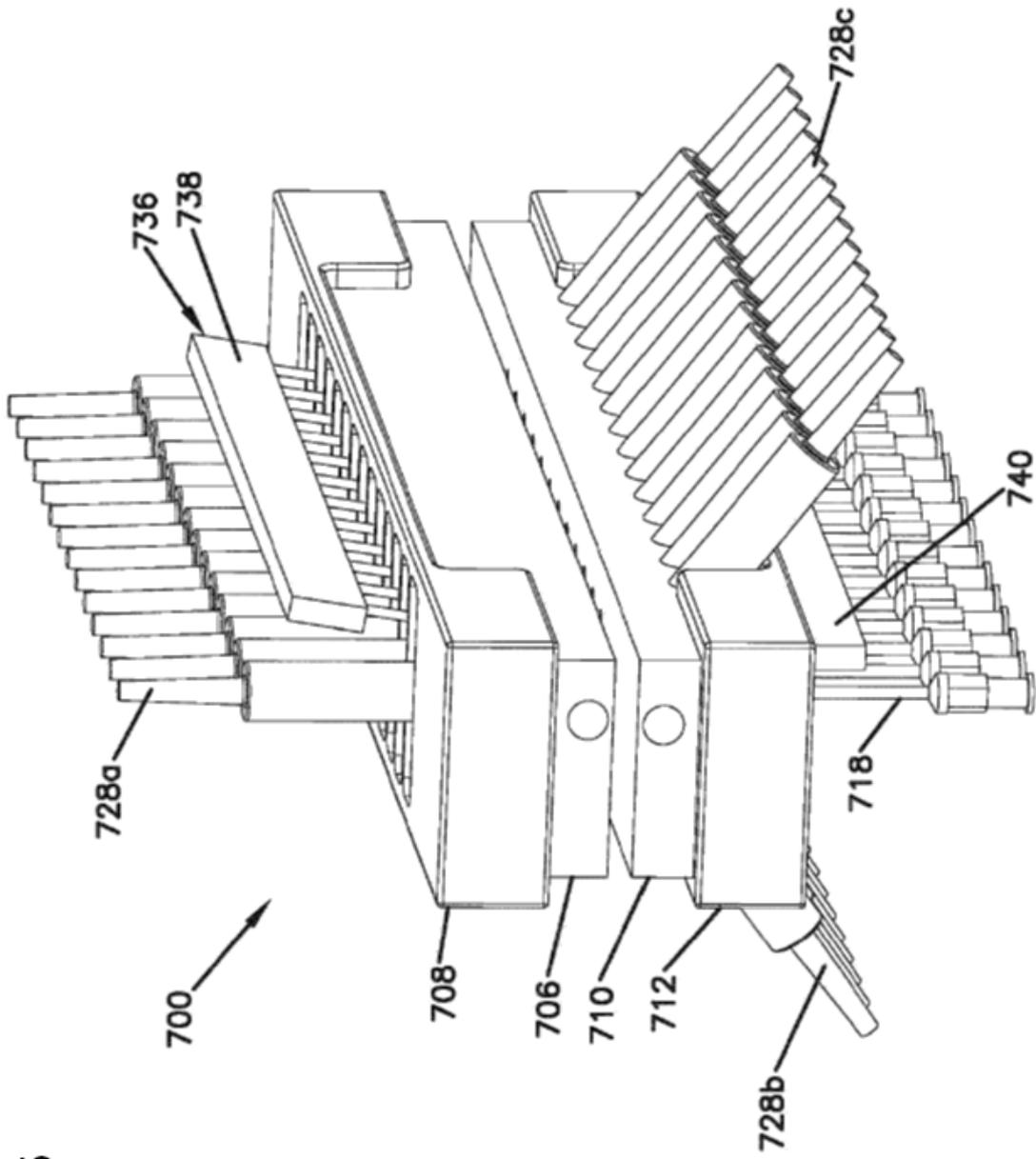


Figura 75

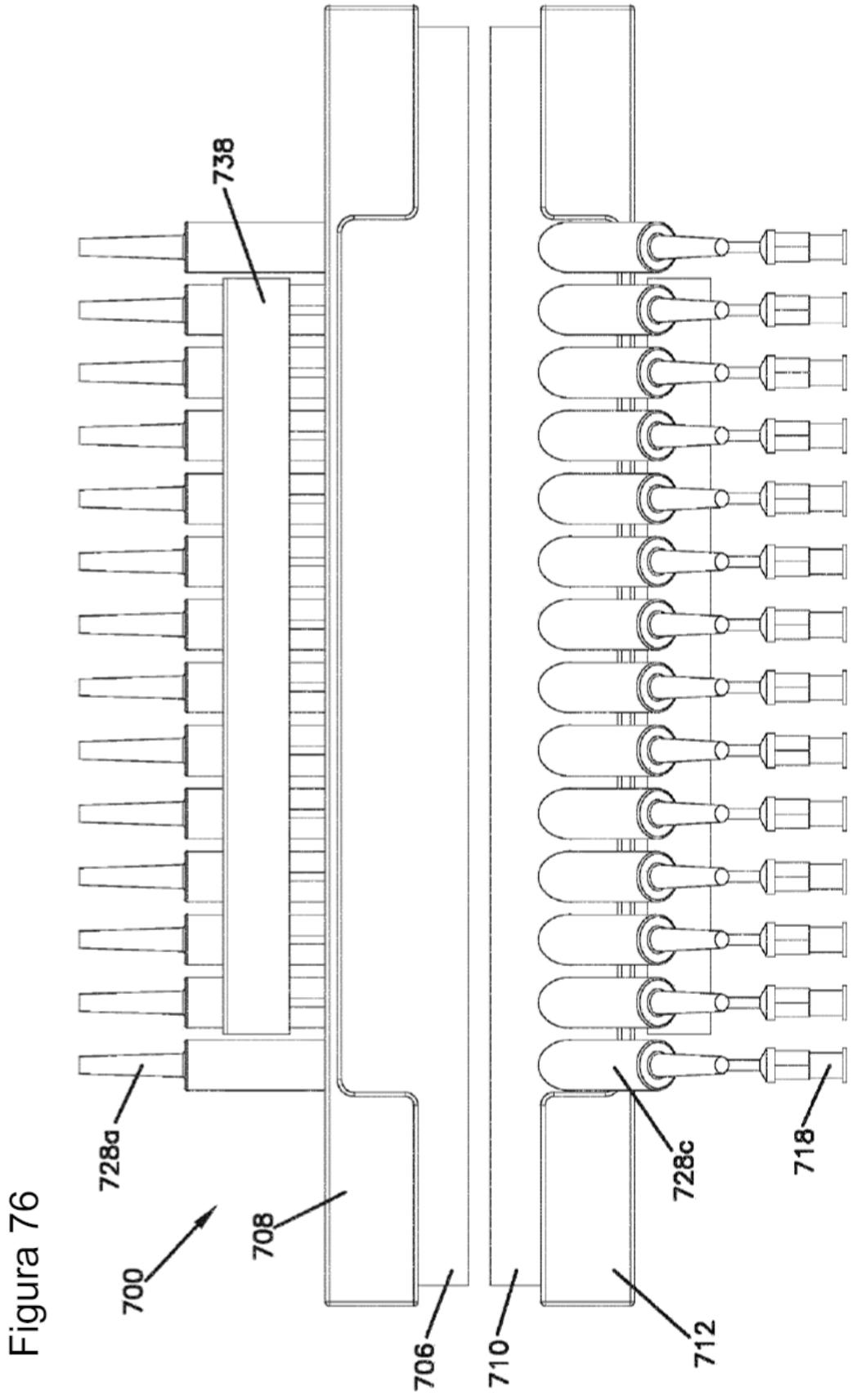


Figura 76

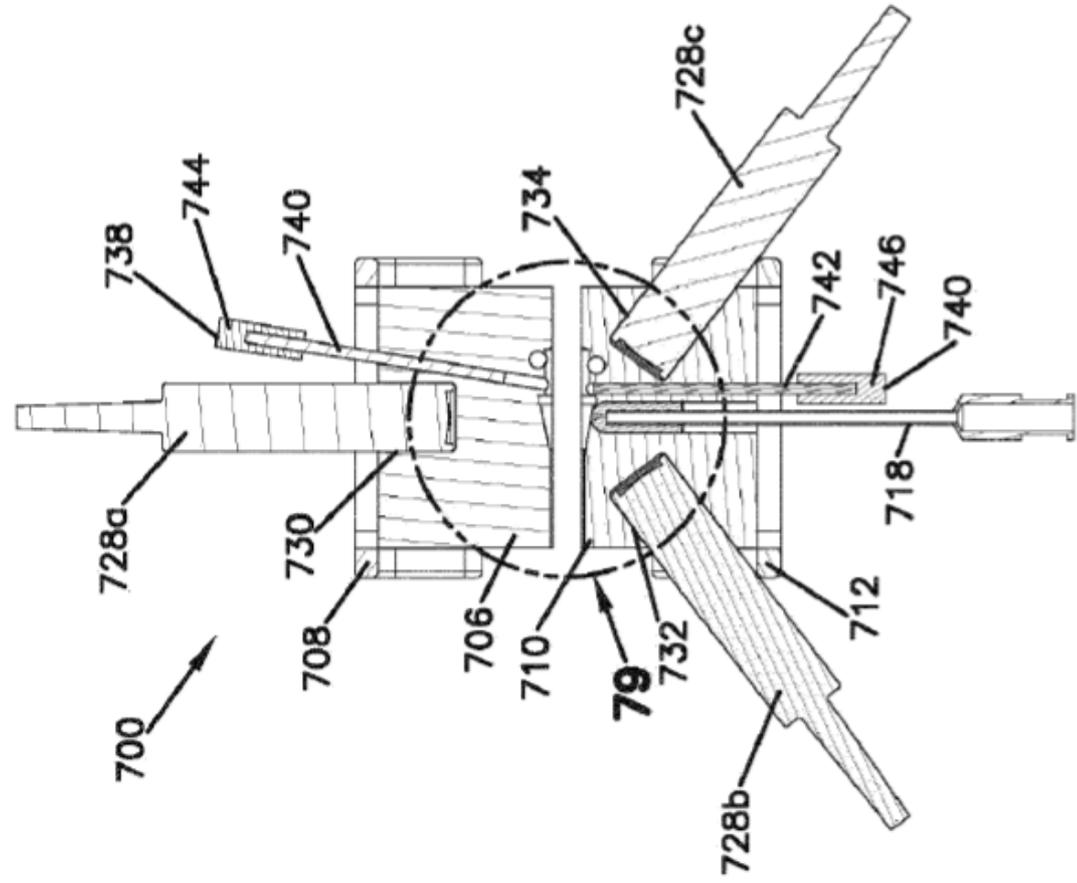


Figura 78

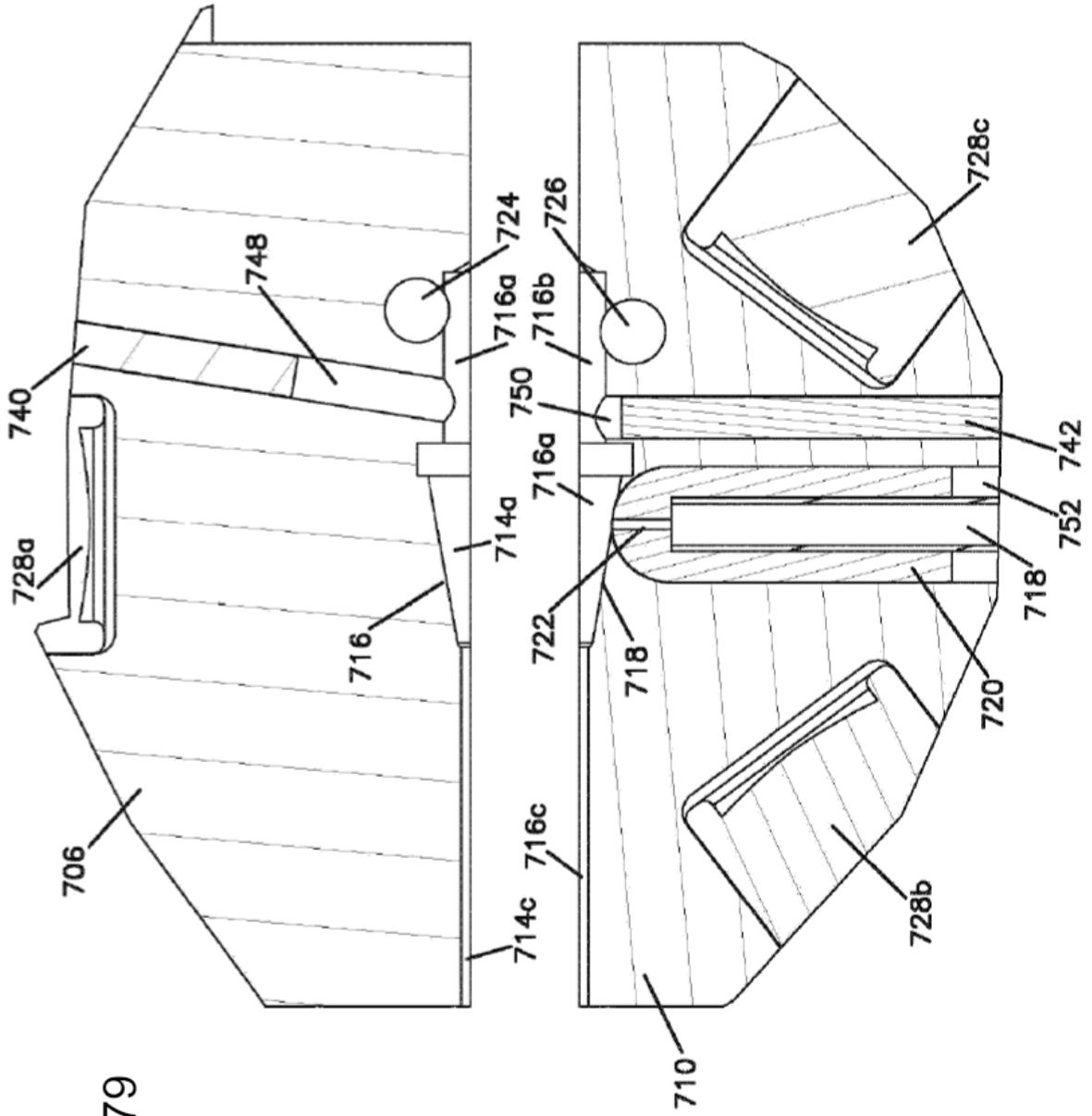


Figura 79

Figura 80

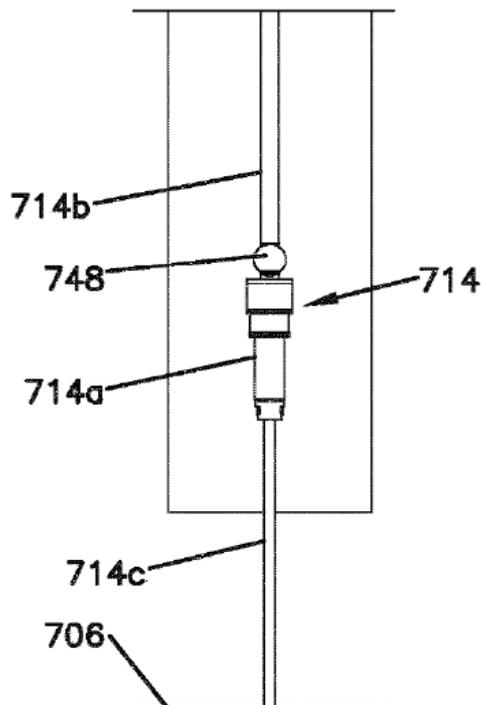
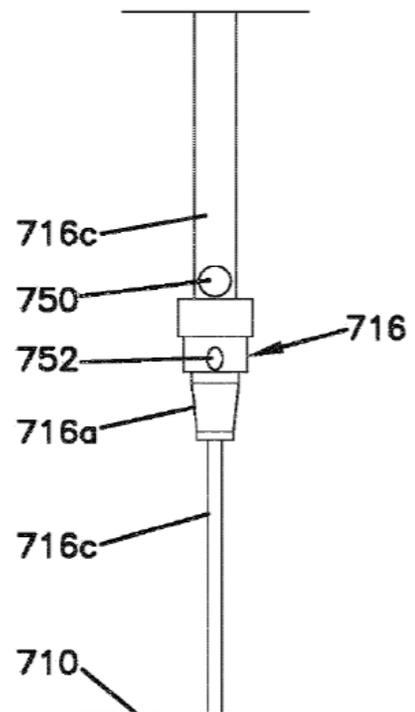


Figura 81



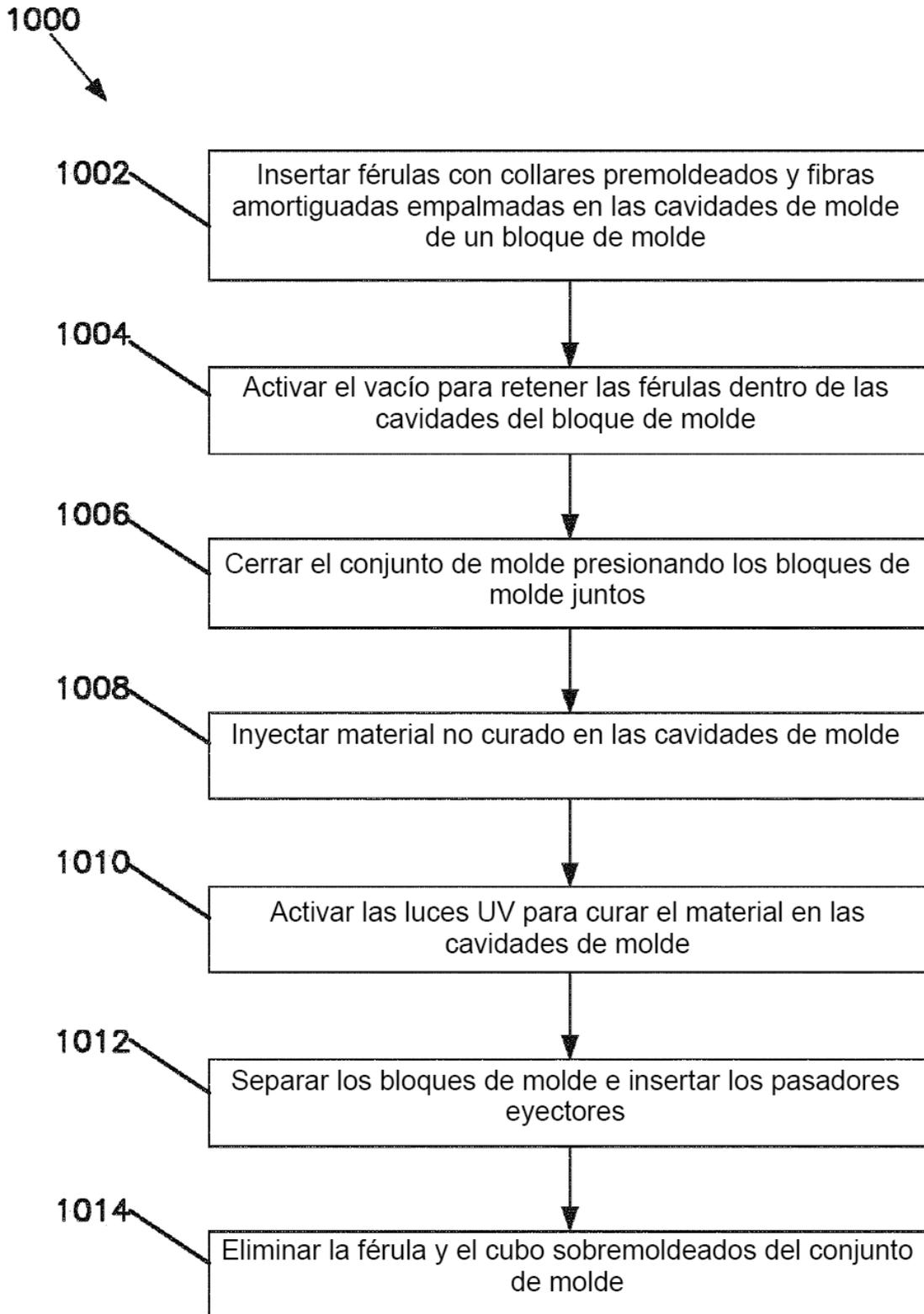


Figura 82

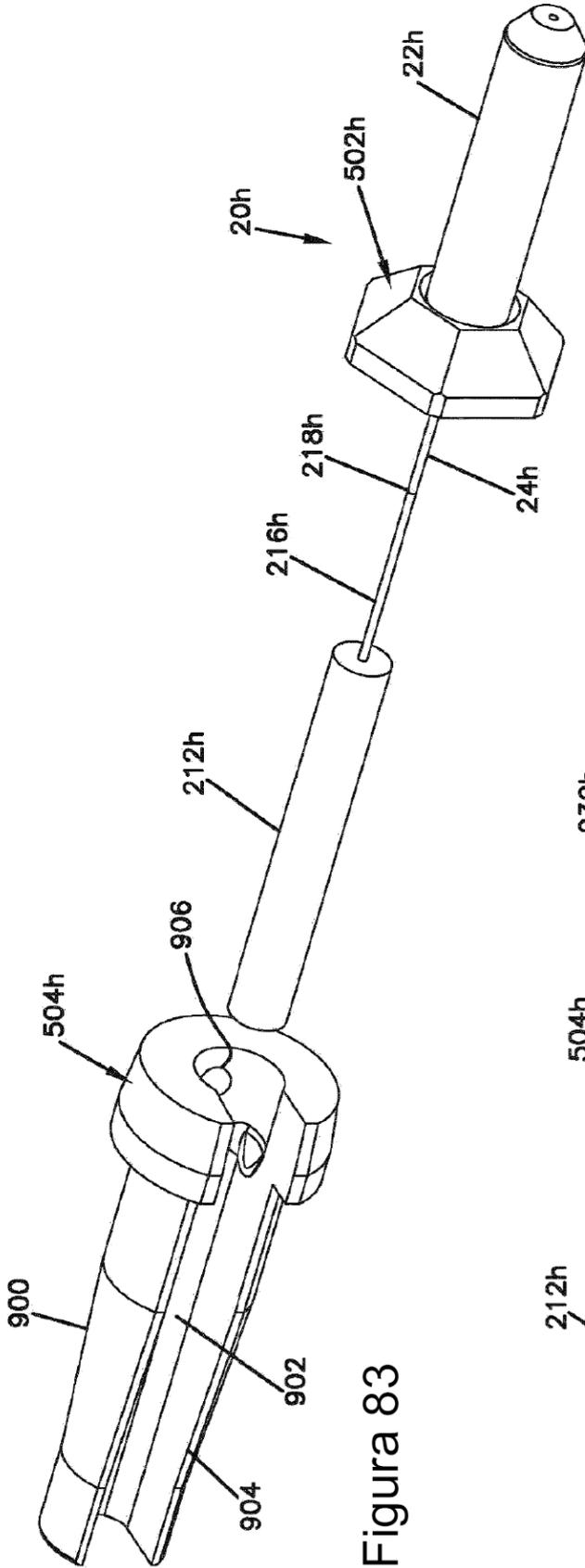


Figura 83

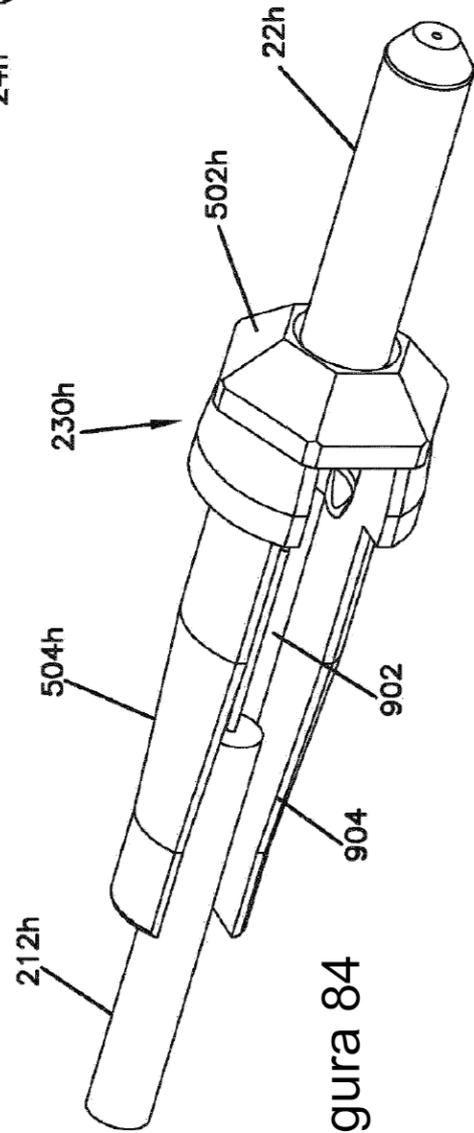


Figura 84

Figura 85

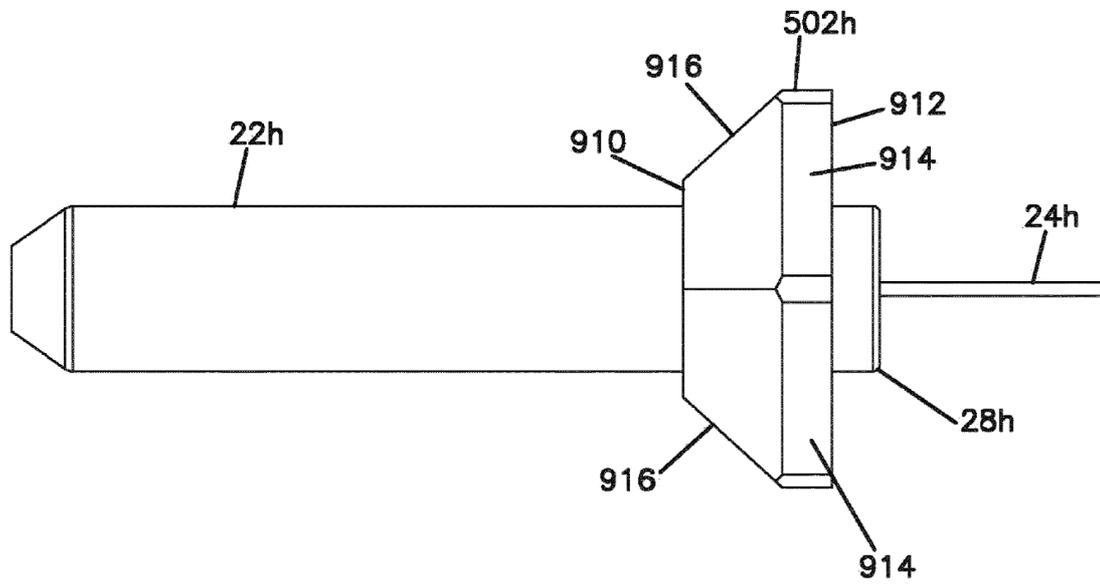


Figura 86

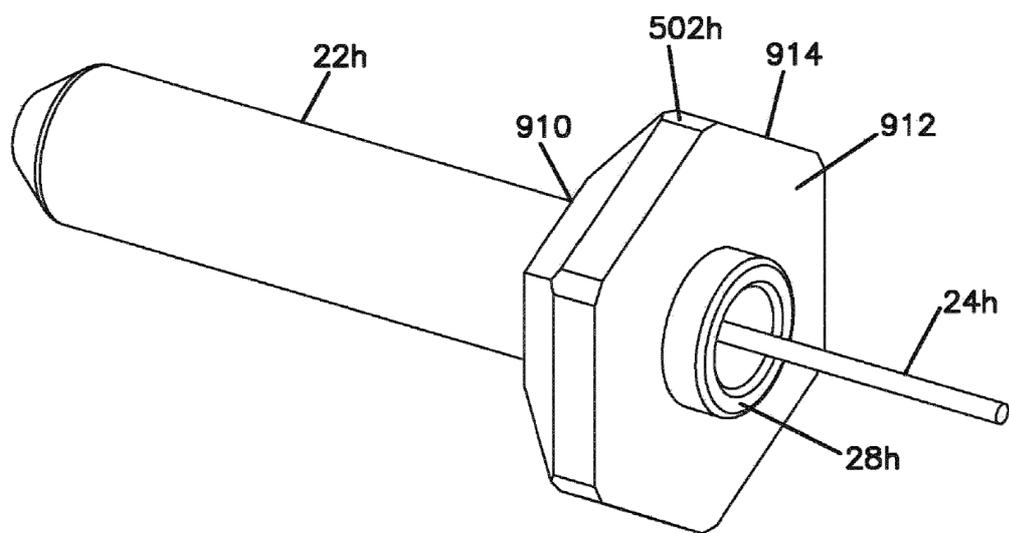


Figura 87

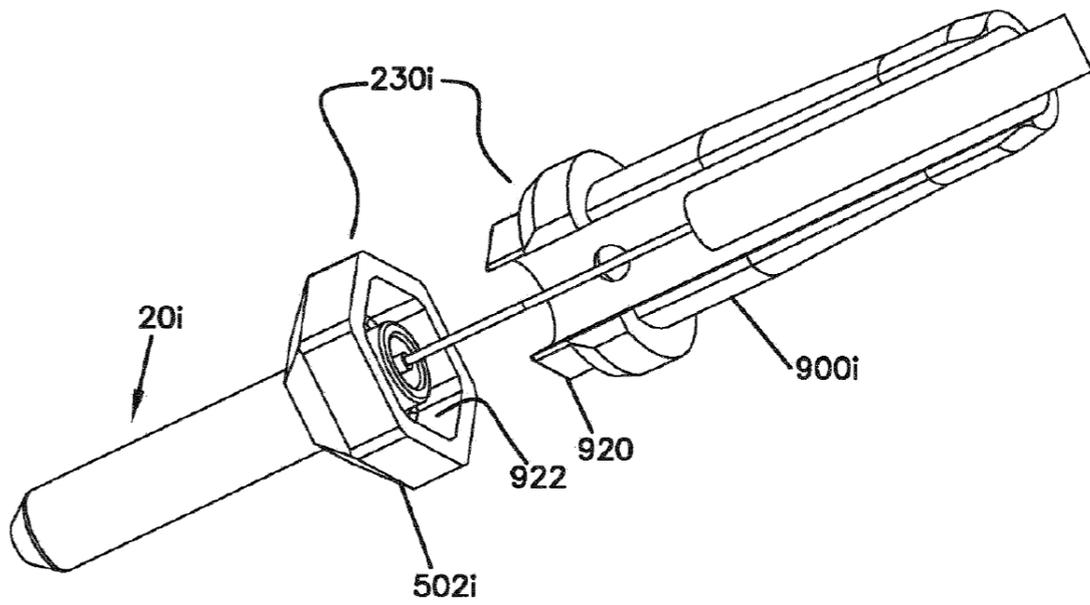


Figura 88

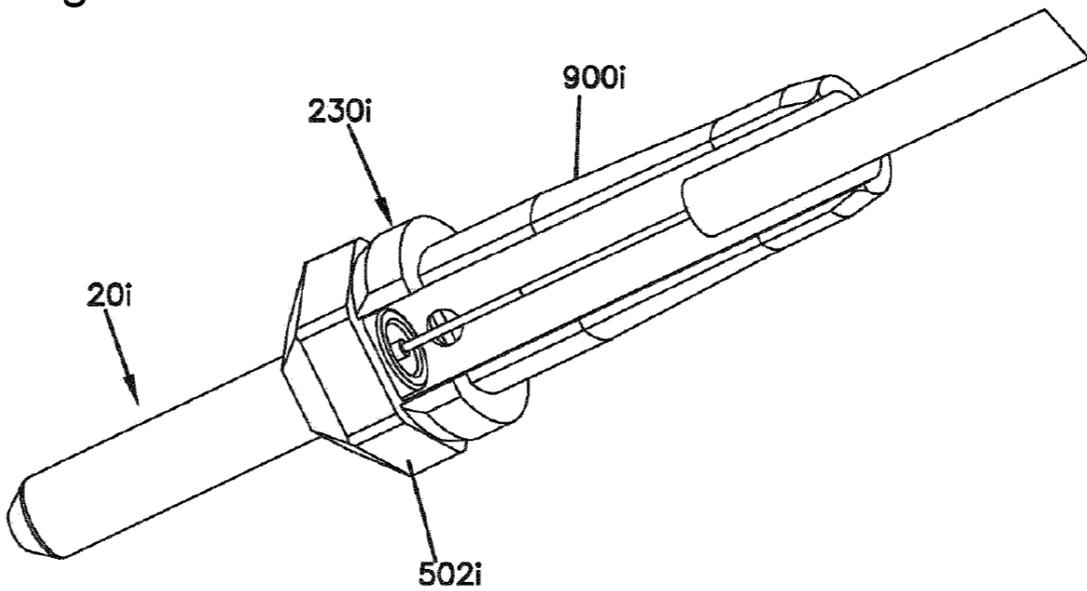


Figura 89

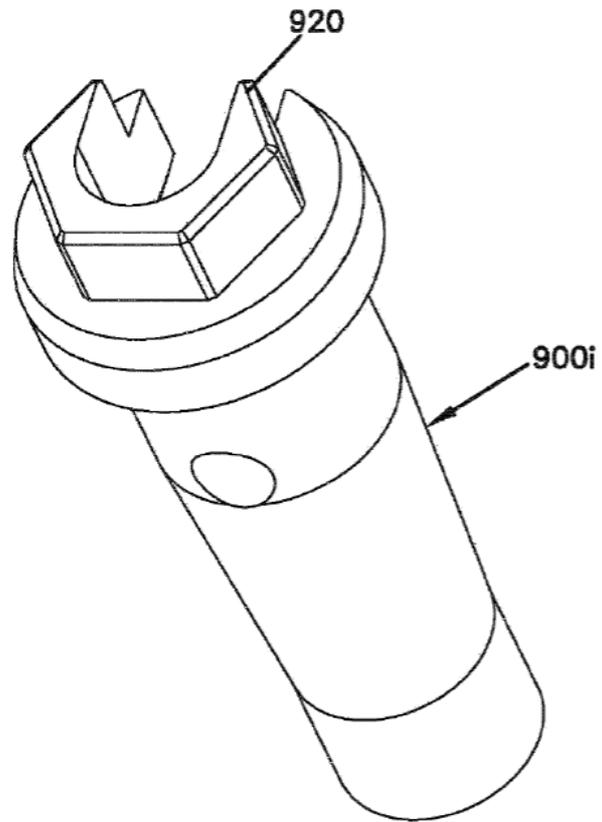
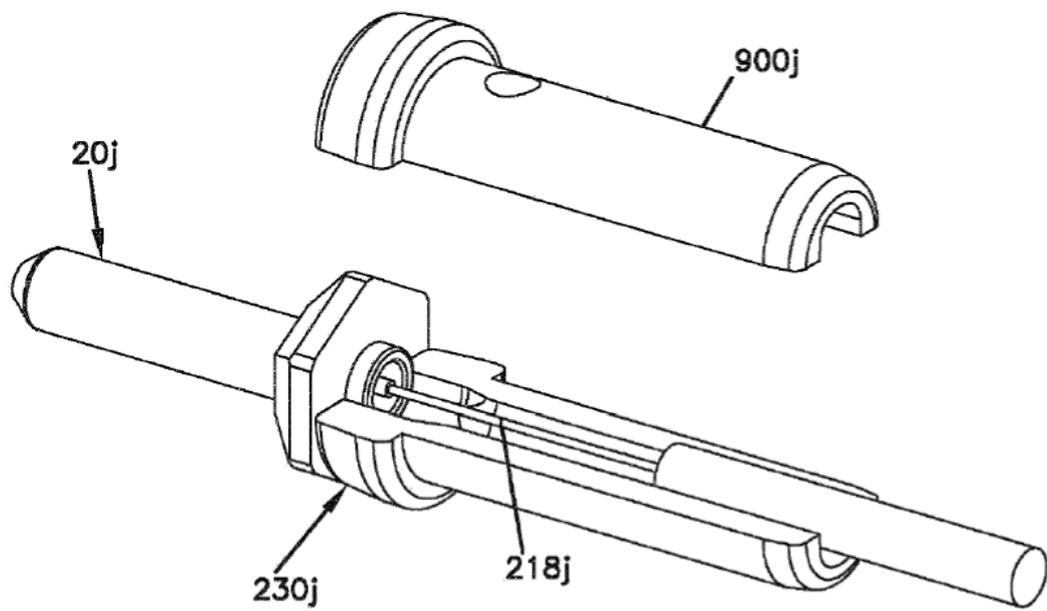


Figura 90



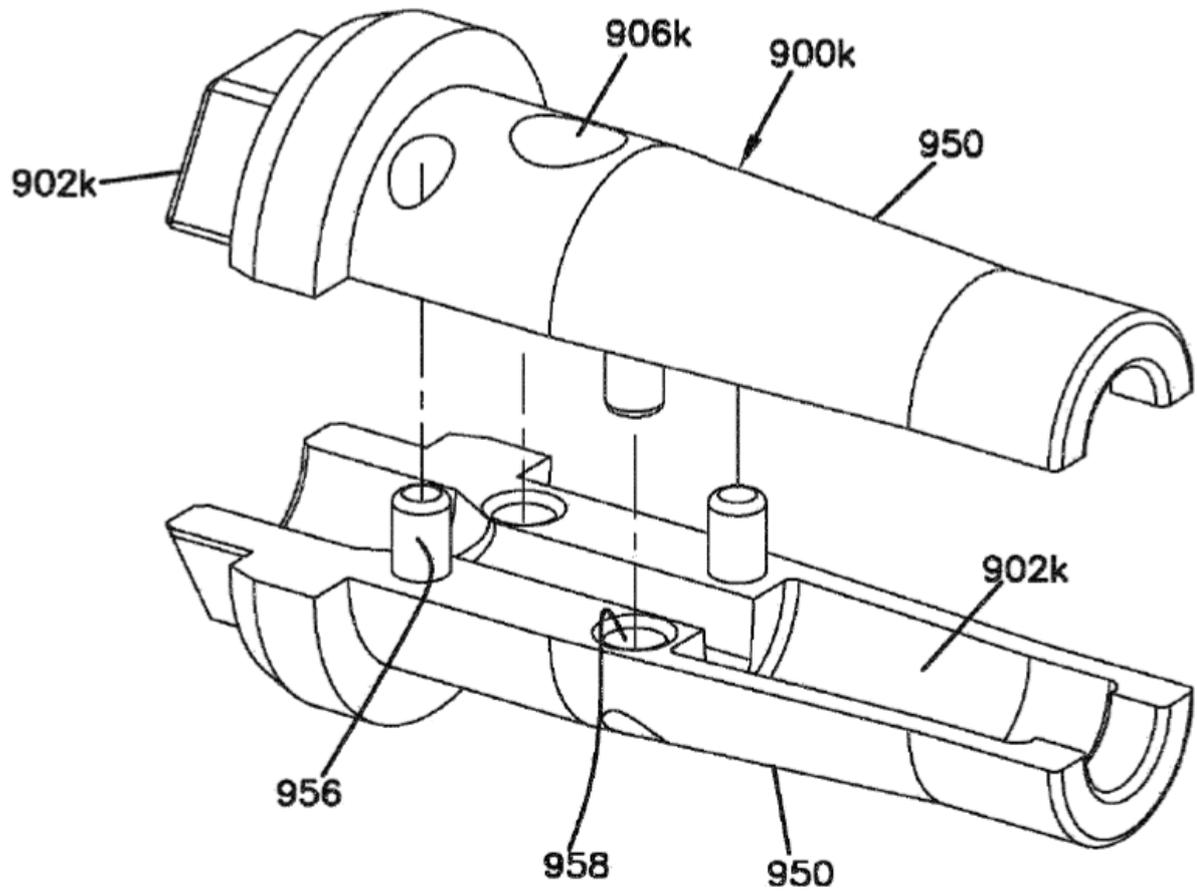


Figura 91

Figura 92

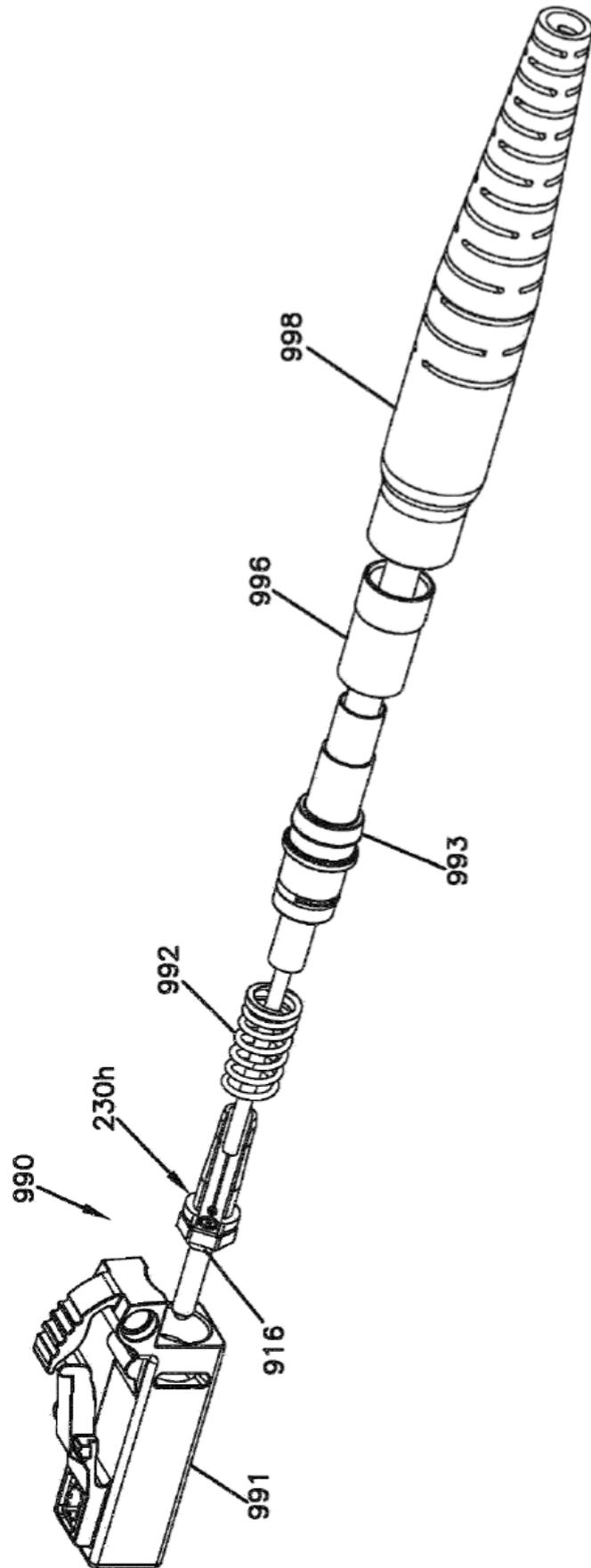


Figura 93

