

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 005**

51 Int. Cl.:

**C01B 21/24** (2006.01)

**C01B 21/32** (2006.01)

**A61K 33/00** (2006.01)

**A61P 9/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.12.2017 PCT/US2017/066216**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018 WO18112105**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2017 E 17881840 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2023 EP 3554995**

54 Título: **Dispositivo y método para producir monóxido de nitrógeno a alta concentración y baja temperatura**

30 Prioridad:

**14.12.2016 US 201662434018 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.11.2023**

73 Titular/es:

**ORIGIN, INC. (100.0%)  
2 Research Way  
Princeton, NJ 08540, US**

72 Inventor/es:

**PARIS, MICHAEL;  
GUTSOL, KIRILL;  
NELSON, HOWARD;  
MECK, DAVID;  
CURAMENG, LINDLEY y  
DIMINO, ANDRE'**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 955 005 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Dispositivo y método para producir monóxido de nitrógeno a alta concentración y baja temperatura

**5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas****Campo de la descripción**

10 La presente divulgación se refiere generalmente a equipos médicos y, más específicamente, a dispositivos y métodos destinados a proporcionar el tratamiento de un objeto biológico con gases mixtos que contienen monóxido de nitrógeno. Los métodos y dispositivos descritos pueden ser adecuados para tratar diversos procesos patológicos en general, como la cirugía abdominal, torácica, purulenta, vascular y anaplásica, la oncología, urología, combustiología, odontología, oftalmología, podiatría, neurocirugía y otros campos de la medicina.

**15 Antecedentes de la descripción**

Se tiene conocimiento de un dispositivo y un método de preparación de una mezcla que contiene aire y nitrógeno para tratar patologías médicas al aplicar directamente la mezcla al tejido de un paciente. Por ejemplo, la patente U.S. Pat. No. 7.498.000 describe un dispositivo y un método de generación de un flujo de gas que contiene monóxido de nitrógeno (NO) para tratar un objeto biológico.

25 El NO es una molécula farmacéutica que genera una respuesta relacionada con la dosis cuando se utiliza para tratar un objeto biológico. Por lo tanto, el NO debe administrarse en una dosis o concentración que logre el efecto terapéutico deseado. Debido a las complejidades de los sistemas biológicos y los tejidos, los niveles de concentración del NO necesarios para lograr el efecto deseado diferirán en función de la aplicación. Los niveles altos de concentración de NO necesarios para determinado tratamiento pueden ser tóxicos si se utilizan en otro tratamiento. En las aplicaciones médicas y veterinarias, es esencial que el dispositivo tenga la capacidad de generar NO a diversos niveles de concentración. Una limitación de los dispositivos y métodos conocidos es que la concentración de NO generada está limitada por el dispositivo que tiene una distancia fija entre el ánodo y el cátodo, y los parámetros eléctricos fijos coincidentes de la descarga.

30 Para que el tratamiento sea eficaz, también es importante que la concentración de NO generada a partir del dispositivo sea constante.

35 Además, la fabricabilidad repetible y constante del dispositivo es importante, aunque difícil de lograr. Para que un dispositivo generador de NO funcione de manera eficaz, es importante mantener constante y repetible el espacio del arco para controlar los parámetros de salida. Sin embargo, la fabricación exacta de un dispositivo que conste de varios componentes interconectados puede ser un desafío.

40 A la vista de la invención, sería deseable proporcionar un dispositivo y un método mejorados que superasen las deficiencias y limitaciones relacionadas con el dispositivo de la técnica anterior. Asimismo, sería deseable proporcionar un dispositivo mejorado que fuera más fácil de fabricar.

45 Según su resumen, el documento US2005/218007A1 se refiere a un método y aparato de generación de un flujo de gas que contiene NO para tratar un objeto biológico. El flujo de gas que contiene NO se forma a partir de un gas fuente que consta de, como mínimo, oxígeno y nitrógeno dentro de una carcasa que consta de, como mínimo, dos electrodos aislados entre sí, por lo que una descarga de arco estacionaria se genera y se mantiene entre los electrodos. El flujo de gas que contiene NO se forma a partir del gas fuente en el área situada entre los electrodos bajo el efecto de la descarga del arco y se extrae a través de un canal refrigerado, lo que permite que el monóxido de nitrógeno se fije en el flujo y que la temperatura del flujo y el contenido de NO del mismo se lleven hasta los valores necesarios para proporcionar una terapia eficaz a un objeto biológico.

50 Según su resumen, el documento US2015/122632A1 se refiere al sistema de arco eléctrico de flujo continuo que incluye una cámara dentro de un manguito aislado que tiene un ánodo en un extremo del manguito aislado y un cátodo en un extremo distal del manguito aislado. El líquido fluye desde una entrada de la cámara a través del manguito aislado, en la que se expone a un arco eléctrico formado entre el ánodo y el cátodo, y, posteriormente, fluye hacia el exterior por una salida de la cámara. Mediante el aumento del caudal del líquido, los biproductos que se liberan desde una reacción del líquido hacia el arco eléctrico son purgados por el líquido y, al menos, se impide que algunos de los biproductos se acumulen en cualquiera de los ánodos, cátodos o en ambos.

**60 Resumen de la descripción**

65 El presente Resumen se proporciona para presentar de manera simplificada una serie de conceptos que se describen más adelante en la descripción detallada. El presente Resumen no pretende indicar las características principales ni las características esenciales del objeto reivindicado, ni pretende servir de ayuda para determinar el ámbito de aplicación del objeto reivindicado.

En la presente divulgación se describe un dispositivo mejorado de generación de un flujo de gas de plasma que contiene NO para tratar un objeto biológico. En un modo de realización, el dispositivo puede incluir un ánodo, un cátodo, un área interelectrodos entre el cátodo y el ánodo, un canal de salida del flujo de gas que contiene NO que sale desde el área interelectrodos hacia una boquilla para dirigir y liberar desde el dispositivo el flujo de gas que contiene NO, y medios para  
5 ajustar la posición relativa entre el ánodo y el cátodo para generar concentraciones variables de NO.

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir una pluralidad de orificios formados en un perímetro externo de un extremo distal del cátodo, por lo que los orificios crean un vórtice de flujo de aire, a medida que el flujo de gas atraviesa el área interelectrodos.  
10

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir una vía del refrigerante acoplada a un puerto de entrada de líquidos y un puerto de salida de líquidos, de modo que pueda introducirse un líquido refrigerante en el dispositivo a través del puerto de entrada de líquidos, que circulan por el dispositivo a través de la vía del refrigerante antes de salir atravesando el puerto de salida de líquidos. El líquido refrigerante puede ser dieléctrico. Opcionalmente, el líquido refrigerante puede ser electroconductor.  
15

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir, además, un divisor del refrigerante para separar del líquido refrigerante el canal de salida del flujo de gas que contiene NO, mientras se dirige hacia la boquilla el gas que contiene NO.

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir, además, una carcasa exterior; el ánodo está acoplado eléctricamente a la carcasa exterior del dispositivo. El dispositivo también puede incluir un aislante colocado entre un tramo del cátodo y un tramo de la carcasa exterior del dispositivo para aislar de la carcasa exterior del dispositivo el tramo del cátodo. El dispositivo también puede incluir un electrodo provisional acoplado al aislante; el electrodo provisional está colocado adyacente a una punta de hafnio unida al cátodo, de modo que se produzca un arco eléctrico entre el electrodo provisional y la punta de hafnio; el arco eléctrico emana hacia el interior del área interelectrodos.  
20  
25

En un modo de realización, la carcasa exterior del dispositivo puede incluir una cubierta inferior y una cubierta superior. La cubierta inferior puede incluir una pluralidad de roscas para acoplar a la cubierta superior la pluralidad correspondiente de roscas formadas. En un modo de realización, el cátodo puede estar ubicado dentro de la cubierta inferior; el aislante se coloca entre el cátodo y la cubierta inferior para aislar entre sí el cátodo y la cubierta inferior.  
30

En un modo de realización, la cubierta inferior puede incluir una primera vía inferior del refrigerante acoplada a un puerto de entrada de líquidos y una segunda vía inferior del refrigerante acoplada a un puerto de salida de líquidos. La cubierta superior puede incluir una primera vía superior del refrigerante en comunicación fluida con la primera vía inferior del refrigerante y una segunda vía superior del refrigerante en comunicación fluida con la segunda vía inferior del refrigerante, de modo que, cuando la cubierta inferior esté acoplada a la cubierta superior, las vías primera y segunda inferiores del refrigerante estén alineadas con las vías primera y segunda superiores del refrigerante.  
35

En un modo de realización, el aislante puede incluir una o más entradas de refrigerante para proporcionar una vía para que el líquido refrigerante interactúe con el cátodo. Una sola o más entradas del refrigerante pueden proporcionar una vía para que el líquido refrigerante entre en contacto directo con el tramo superior del cátodo antes del área interelectrodos.  
40

En un modo de realización, la boquilla incluye una tuerca de compresión para que la rotación de la boquilla haga avanzar el ánodo hacia el cátodo; la tuerca incluye una pluralidad de roscas para acoplar a una carcasa exterior del dispositivo la correspondiente pluralidad de roscas formadas. En un modo de realización, la boquilla puede incluir, además, un conjunto de vainas, un accionador de la punta de la boquilla y una punta de la boquilla para liberar el gas que contiene NO. El conjunto de vainas puede tener la forma de la tuerca de compresión, de modo que la rotación del accionador de la punta de la boquilla haga avanzar el ánodo (p. ej., la punta de la boquilla, el divisor del refrigerante y la cámara del arco) hacia el cátodo. El conjunto de vainas puede incluir una pluralidad de roscas para acoplar a una carcasa exterior del dispositivo la pluralidad correspondiente de roscas formadas. El accionador de la punta de la boquilla puede incluir una pluralidad de roscas para acoplar al conjunto de vainas la correspondiente pluralidad de roscas formadas.  
45  
50

En un modo de realización, el cátodo puede incluir un tramo hueco central para proporcionar una vía para que el aire sea empujado a través del cátodo y hacia el interior del área interelectrodos.  
55

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir, además, un aislante colocado entre un tramo del cátodo y un tramo de una carcasa exterior del dispositivo para aislar de la carcasa exterior del dispositivo el cátodo. El dispositivo también puede incluir un aislante del cátodo para proporcionar una barrera dieléctrica entre un tramo de la carcasa exterior del dispositivo y un tramo del cátodo. El aislante puede acoplarse al aislante del cátodo mediante una característica complementaria de acoplamiento.  
60

En un modo de realización, la característica complementaria de acoplamiento puede incluir una hendidura formada en el aislante o el aislante del cátodo para recibir un saliente formado en el otro aislante o el aislante del cátodo. El aislante del cátodo puede incluir un orificio interno para recibir una parte del aislante; la hendidura y el saliente se acoplan entre sí cuando el aislante se recibe dentro del orificio interno del aislante del cátodo para afianzar la posición del aislante del cátodo con respecto al aislante.  
65

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir, además, un casquillo de alineación y una característica complementaria de acoplamiento para acoplar el casquillo de alineación al aislante del cátodo. En un modo de realización, la característica complementaria de acoplamiento para acoplar el casquillo de alineación al aislante del cátodo puede incluir una hendidura formada en el casquillo de alineación o el aislante del cátodo para recibir un saliente formado en otro casquillo de alineación o aislante del cátodo para afianzar la posición del aislante del cátodo con respecto al casquillo de alineación.

En un modo de realización, el dispositivo también puede incluir una característica complementaria de acoplamiento para acoplar el casquillo de alineación al divisor del refrigerante. En un modo de realización, la característica complementaria de acoplamiento para acoplar el casquillo de alineación al divisor del refrigerante puede incluir una hendidura formada en el casquillo de alineación o el divisor del refrigerante para recibir un saliente formado en otro casquillo de alineación o divisor del refrigerante para afianzar la posición del divisor del refrigerante con respecto al casquillo de alineación.

En un modo de realización, el casquillo de alineación puede incluir un orificio interno para recibir un tramo del divisor del refrigerante; la hendidura y el saliente se acoplan entre sí cuando el divisor del refrigerante se recibe dentro del orificio interno del casquillo de alineación para afianzar la posición del divisor del refrigerante con respecto al casquillo de alineación.

En un modo de realización, el dispositivo puede incluir un aislante colocado entre un tramo del cátodo y un tramo de una carcasa exterior del dispositivo para aislar del tramo del cátodo la carcasa exterior del dispositivo. Además, el dispositivo puede incluir un electrodo provisional acoplado al aislante y un separador de la cámara colocado entre el electrodo provisional y el área interelectrodos. El separador de la cámara puede fabricarse con un material dieléctrico que evite la conexión eléctrica.

#### Breve descripción de las figuras

A modo de ejemplo, se describirán a partir de ahora los modos de realización específicos del dispositivo divulgado, haciendo referencia a las figuras adjuntas:

La **Figura 1** es una vista en perspectiva que ilustra el ejemplo de un modo de realización de un dispositivo generador de NO para tratar un objeto biológico con gases mixtos que contienen monóxido de nitrógeno;

La **Figura 2** es una vista transversal del dispositivo mostrado en la **Figura 1**, tomada a lo largo de la línea 2-2 de la **Figura 1**;

La **Figura 3** es una segunda vista transversal del dispositivo mostrado en la **Figura 1**, tomada a lo largo de la línea 2-2 de la **Figura 1**;

La **Figura 3A** es una vista detallada que ilustra un área interelectrodos del dispositivo que se muestra en la **Figura 3**;

La **Figura 4** es una vista de las piezas del dispositivo que se muestra en la **Figura 1**;

La **Figura 5A** es una vista lateral del ejemplo de un modo de realización de un aislante y un ejemplo de modo de realización de un electrodo provisional acoplado al aislante para utilizarlo en el dispositivo mostrado en la **Figura 1**;

La **Figura 5B** es una vista de las piezas del aislante y el electrodo provisional que se muestra en la **Figura 5A**;

La **Figura 5C** es una vista detallada del aislante y el electrodo provisional que se muestra en la **Figura 5A**;

La **Figura 6A** es una vista en perspectiva del aislante mostrado en la **Figura 5A**;

La **Figura 6B** es una vista en perspectiva del ejemplo de un modo de realización del aislante de un cátodo para utilizarlo en el dispositivo mostrado en la **Figura 1**;

La **Figura 6C** es una vista del extremo del aislante del cátodo mostrado en la **Figura 6B** acoplado al aislante mostrado en la **Figura 6A**;

La **Figura 7A** es una vista lateral del ejemplo de un modo de realización de un casquillo de alineación acoplado al aislante del cátodo mostrado en la **Figura 6B**;

La **Figura 7B** es una vista de las piezas del casquillo de alineación y del aislante del cátodo mostrado en la **Figura 7A**;

La **Figura 8A** es una vista en perspectiva detallada de las piezas del ejemplo de un modo de realización de un divisor del refrigerante y un casquillo de alineación;

La **Figura 8B** es una vista del extremo del casquillo de alineación acoplado al divisor del refrigerante mostrado en la **Figura 8A**;

La **Figura 9A** es una vista lateral del ejemplo de un modo de realización de una punta del cátodo que puede utilizarse con el dispositivo mostrado en la **Figura 1**;

5 La **Figura 9B** es una vista transversal de la punta del cátodo mostrada en la **Figura 9A**, tomada a lo largo de la línea **9B-9** en la **Figura 9A**;

La **Figura 9C** es una vista transversal de la punta del cátodo mostrada en la **Figura 9A**, tomada a lo largo de la línea **9C-9C** en la **Figura 9A**;

10 La **Figura 10A** es una vista lateral del ejemplo de un modo de realización alternativo de un ánodo ajustable enroscándolo; y

La **Figura 10B** es una vista transversal del ánodo ajustable mostrado en la **Figura 10A**, tomada a lo largo de la línea **10B-10B** en la **Figura 10A**.

### 15 Descripción detallada

A partir de ahora se describirá más detalladamente el dispositivo y el método según la presente descripción haciendo referencia a las ilustraciones adjuntas, en las que se muestran los modos de realización preferentes del dispositivo y el método. El dispositivo y el método descritos, sin embargo, pueden presentar modos de realización de muy distintos tipos y no debe interpretarse que se limitan a los modos de realización expuestos en la presente descripción. Más bien, estos modos de realización se proporcionan de manera que esta descripción sea minuciosa y completa y transmita en su totalidad el ámbito de aplicación del dispositivo y el método para los expertos técnicos. Asimismo, se ilustrará y describirá que el dispositivo descrito contiene varias características novedosas; debe entenderse que el dispositivo no se limita a contener todas las características descritas, sino que puede contener una o más de las características descritas. En las ilustraciones, los números similares se refieren a elementos similares a lo largo del texto.

La presente descripción describe un dispositivo y un método mejorados para tratar un objeto biológico con gases mixtos que contienen monóxido de nitrógeno (denominado “gas que contiene NO” en el presente documento). Con referencia a las **Figuras 1 a 4**, se muestra el dispositivo 10 mejorado para generar y administrar gas que contiene NO. En términos generales, el dispositivo 10 puede generar un gas que contiene NO para tratar un objeto biológico. El dispositivo 10 puede generar el gas que contiene NO utilizando una descarga de arco de CC para generar NO en un área interelectrodos 500 (p. ej., un área entre un cátodo y un ánodo). Como se describirá más detalladamente, el dispositivo 10 puede configurarse para generar y liberar, desde una punta del dispositivo 10, diversas concentraciones de monóxido de nitrógeno (“NO”) en una salida más constante, en comparación con los dispositivos actuales. Específicamente, el dispositivo 10 puede, debido a una o más confluencias diseñadas específicamente de descarga de arco eléctrico de alta tensión, impacto de aire a alta velocidad y líquido refrigerante recirculante, generar varias concentraciones de gas que contiene NO, en comparación con los dispositivos de la técnica anterior, para que el dispositivo mejorado permita el tratamiento selectivo de un objeto biológico específico como, por ejemplo, la coagulación sanguínea, la cicatrización de heridas, la eliminación de cicatrices, la desinfección, etc.

En términos generales, el dispositivo 10 incluye un ánodo 20, un cátodo 60, un electrodo provisional 120 para generar gas que contiene NO y un canal de salida del flujo de gas 152 que contiene NO que sale del área interelectrodos 500 hacia una boquilla 200 para dirigir y liberar del dispositivo 10 el flujo de gas que contiene NO. Durante el uso, el ánodo 20 puede formarse como un solo componente. Opcionalmente, el ánodo 20 puede fabricarse a partir de varios componentes que, posteriormente, se acoplan entre sí. Como se ve en la ilustración, el ánodo 20 puede incluir un ánodo proximal 150, un divisor del refrigerante 160 y la boquilla 200. Además, como se ve en la ilustración, el ánodo proximal 150, el divisor del refrigerante 160 y la boquilla 200 pueden acoplarse entre sí enroscándolos, aunque se prevé que puedan acoplarse por cualquier otro medio, como, por ejemplo, una soldadura, un ajuste a presión, etc.

50 Como se describirá con mayor detalle más adelante, la posición del ánodo 20 con respecto al cátodo 60 puede ajustarse deliberadamente para generar diversas concentraciones de gas que contiene NO. Es decir, con referencia a la **Figura 3A**, de acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, el ánodo 20, y, más específicamente, el ánodo proximal 150, puede tener una superficie proximal 21. Además, el cátodo 60, y, más específicamente, la punta de hafnio 80 puede tener una superficie distal 61. La distancia longitudinal X, medida entre el extremo distal 61 del cátodo 60 y la superficie proximal 21 del ánodo 20, puede modificarse para generar diferentes concentraciones de NO. Como se entenderá, si se modifica el desplazamiento o la distancia X entre el extremo distal 61 del cátodo 60 y la superficie proximal 21 del ánodo 20, variará la cantidad de tensión necesaria para aplicarse al cátodo 60 para mantener el arco de plasma y, por lo tanto, variará la concentración de NO en el gas. Durante el uso, la distancia X entre el extremo distal 61 del cátodo 60 y la superficie proximal 21 del ánodo 20 puede ajustarse mediante mecanismos adecuados actualmente conocidos o desarrollados más adelante, que incluyen, entre otros, los mecanismos descritos en el presente documento.

65 El dispositivo 10 también puede incluir una carcasa exterior 30. La carcasa exterior 30 puede constar de la carcasa exterior o la carcasa del dispositivo 10. Además, durante el uso y como se describirá con mayor detalle más adelante, la carcasa exterior 30 actúa o recibe una toma de tierra eléctrica. Además, la carcasa exterior 30 actúa de recipiente o carcasa para contener y dirigir el líquido dentro del dispositivo 10. En el modo de realización que

aparece en la ilustración, la carcasa exterior 30 puede estar constituida por dos componentes, p. ej., una cubierta inferior 32 y una cubierta superior 40, para facilitar su ensamblado. Como se describirá con mayor detalle más adelante, la cubierta inferior 32 y la cubierta superior 40 pueden acoplarse entre sí enroscándolas, aunque se prevé que puedan acoplarse por otros medios, como, por ejemplo, fabricándolas como un único componente.

El cátodo 60 puede fabricarse como un solo componente. Opcionalmente, el cátodo 60 puede fabricarse a partir de varios componentes, que luego se acoplan entre sí. Como aparece en la ilustración, el cátodo 60 puede incluir un cátodo proximal 62 y un cátodo distal 64. Durante el uso, el cátodo 60 puede estar ubicado centralmente dentro de la cubierta inferior 32. Como aparece en la ilustración, el cátodo proximal 62 y el cátodo distal 64 pueden acoplarse entre sí enroscándolos, aunque se prevé que puedan acoplarse por cualquier otro medio como, por ejemplo, una soldadura, un ajuste a presión, etc.

En un modo de realización, el cátodo 60 también puede incluir una punta de hafnio 80 unida al cátodo distal 64. La punta de hafnio 80 puede acoplarse al cátodo 60 (p. ej., el cátodo distal 64) por cualquier medio, entre otros, un ajuste a presión. Durante el uso, la punta de hafnio 80 actúa para proporcionar o liberar electrones que estabilicen o mantengan el arco. Opcionalmente, se prevé que también puedan utilizarse metales distintos del hafnio. Además, en un modo de realización alternativo, se prevé que el cátodo pueda “carecer de punta”, por ejemplo, en las versiones de alta tensión/baja corriente del dispositivo. Como se ha mencionado anteriormente, la posición del cátodo 60 con respecto al ánodo 20 puede ajustarse para generar diversas concentraciones de gas que contiene NO. Es decir, como se describirá con mayor detalle, en un modo de realización, la distancia entre el cátodo 60 y el ánodo 20 puede ajustarse para generar diferentes concentraciones de gas que contengan NO.

El dispositivo 10 también puede incluir un aislante 100 colocado entre al menos un tramo del cátodo 60 y al menos un tramo de la carcasa exterior 30, por ejemplo, la cubierta inferior 32, para aislar al menos un tramo de la carcasa exterior 30 del cátodo 60. Como se describirá con mayor detalle más adelante, un electrodo provisional 120 puede colocarse en un extremo distal del aislante 100. Como se describirá con mayor detalle más adelante, el aislante 100 puede acoplarse mediante, por ejemplo, un acoplamiento roscado a la carcasa exterior 30 (p. ej., en un extremo proximal 34 de la cubierta inferior 32). Además, el aislante 100 puede acoplarse mediante, por ejemplo, un acoplamiento roscado al cátodo 60 (p. ej., en el extremo proximal del cátodo proximal 62). Al proporcionar una conexión roscada entre el cátodo 60 (p. ej., el cátodo proximal 62) y el aislante 100, el ajuste de la posición relativa del cátodo 60 (y, por lo tanto, la punta de hafnio 80 acoplada a un extremo distal del mismo) con respecto al electrodo provisional 120, que está acoplado al extremo distal del aislante 100, puede modificarse ajustándolo para, por ejemplo, variar la concentración de NO. Como tal, durante el uso, el aislante 100 ayuda a fijar el espacio entre el electrodo provisional 120 y el cátodo 60. Durante el uso, cuando se ensambla, el electrodo provisional 120 puede colocarse dentro o adyacente al ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150) y el cátodo 60 para proporcionar ignición y estabilidad del arco eléctrico entre el ánodo 20 y el cátodo 60.

Durante el uso, se puede conectar una fuente de alta tensión al cátodo 60 mientras que la carcasa exterior 30 se puede conectar a tierra. Además, la carcasa exterior 30 puede estar en contacto eléctrico con el ánodo 20, por ejemplo, la cubierta superior 40 puede estar en contacto eléctrico con la punta de la boquilla 200, permitiendo así que el ánodo 20 se conecte eléctricamente de modo que, durante el uso, se genere un arco en el área interelectrodos 500 (p. ej., el área entre el cátodo 60 y el ánodo 20). Es decir, durante el uso, la punta de la boquilla 200, el accionador de la punta de la boquilla 220 y un conjunto de vainas 210 unido a la punta de la boquilla 200 pueden estar en contacto con la carcasa exterior 30 y, por lo tanto, conectarse eléctricamente. La conexión a tierra puede transferirse eléctricamente al divisor del refrigerante 160 y al ánodo proximal 150, que también puede, por consiguiente, conectarse a tierra, de modo que el arco se generará en el área interelectrodos 500 entre el cátodo 60 y el ánodo 20. Como se ha mencionado anteriormente, el aislante 100 puede colocarse entre el cátodo 60 y un tramo de la carcasa exterior 30 (p. ej., entre el cátodo 60 y un tramo de la cubierta inferior 32) para aislar al menos un tramo de la carcasa exterior 30 del cátodo 60. Además, el ánodo 20 y el cátodo 60 están aislados eléctricamente con respecto al electrodo provisional 120, que está ubicado adyacente a la punta de hafnio 80. Como tal, se dice que el electrodo provisional 120 tiene un potencial “variable”. Con esta disposición, el arco eléctrico se genera en la unión entre el electrodo provisional 120 y la punta de hafnio 80, que emana hacia el interior del área interelectrodos 500. Al generarse en el área interelectrodos 500, el gas que contiene NO se dirige a través del canal 152 de salida del flujo de gas que contiene NO hasta la punta de la boquilla 200. Específicamente, el gas que contiene NO atraviesa los respectivos canales de flujo de salida formados en el ánodo proximal 150, el divisor del refrigerante 160 y la punta de la boquilla 200; los canales del flujo de salida están en línea con el cátodo 60 para proporcionar el flujo de salida del gas que contiene NO a través de la punta de la boquilla 200.

El dispositivo 10 puede utilizar cualquier método actualmente conocido o desarrollado más adelante para crear la descarga del arco de CC en el área interelectrodos 500 (p. ej., el área entre el cátodo 60 y el ánodo 20). Por ejemplo, el dispositivo 10 puede incluir un suministro de tensión para aplicar una tensión al cátodo 60 para generar y mantener una descarga del arco de CC entre ellos, en el cual se aplica un potencial positivo a la carcasa exterior 30 y se aplica un potencial negativo al cátodo 60. El ánodo proximal 150 puede estar en comunicación fluida con una vía 330 (p. ej., un tramo hueco central) formada en el cátodo 60 para inyectar un gas fuente en el área interelectrodos 500 (p. ej., el área entre el cátodo 60 y el ánodo 20), donde el gas fuente contiene, como mínimo, oxígeno y nitrógeno. El área interelectrodos 500 también puede estar en comunicación fluida con el canal de salida del flujo de gas 152 que contiene NO formado en el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150, el divisor del refrigerante 160 y la punta de la boquilla 200) para dirigir el flujo de gas que contiene NO desde el área interelectrodos 500. El canal 152 de salida del flujo de gas

que contiene NO puede dirigir adicionalmente el flujo de gas que contiene NO hacia la punta de la boquilla 200, de modo que el flujo de gas que contiene NO pueda utilizarse para tratar un objeto biológico. Como se entenderá, el flujo del gas que contiene NO se genera en el área interelectrodos 500 entre el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150), el electrodo provisional 120 y el cátodo 60 desde un gas fuente bajo el efecto de una descarga del arco de CC generada y mantenida en el área interelectrodos 500 entre el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150) y el cátodo 60.

La descarga del arco entre el ánodo 20 y el cátodo 60 puede generarse proporcionando una tensión de CC de circuito abierto a través del cátodo 60 y formando un pulso o una serie de pulsos de alta tensión para generar una chispa de descarga entre el ánodo 20 y el cátodo 60. Puede seleccionarse y ajustarse un valor de la tensión de circuito abierto para modificar la chispa de descarga a una descarga de arco estacionario. En los ejemplos de modo de realización no limitantes, la tensión de circuito abierto puede ser de al menos 200 V, y el pulso de alta tensión puede ser de al menos 4 kV, aunque pueden implementarse otras combinaciones de valores de tensiones abiertas y de alta tensión. Además, la descarga del arco de CC estacionario puede mantenerse mediante una corriente de al menos 1,8 A, cuando la descarga del arco se estabiliza utilizando el electrodo provisional 120 para proporcionar una generación estable de plasma en el área interelectrodos 500 (p. ej., el área entre el cátodo 60 y el ánodo 20) a través del arco eléctrico formado entre el cátodo 60 y el ánodo 20.

Con referencia de nuevo a la **Figura 1**, la punta del dispositivo 10 puede incluir un conjunto de vainas 210, un accionador de la punta de la boquilla 220 y la punta de la boquilla 200 para liberar el gas que contiene NO. Opcionalmente, se prevé que la punta del dispositivo 10 pueda fabricarse a partir de más o menos componentes. En el modo de realización ilustrado, como se describirá con mayor detalle más adelante, el conjunto de vainas 210 puede tener la forma de una tuerca de compresión. Durante el uso, la rotación del accionador de la punta de la boquilla 220 puede avanzar o mover el ánodo 20 (p. ej., la punta de la boquilla 200, el divisor del refrigerante 160 y el ánodo proximal 150) hacia el electrodo provisional 120 y el cátodo 60 hasta que el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150) entre en contacto con un separador de la cámara, un espaciador o un cilindro (utilizados indistintamente en el presente documento sin la intención de limitarlos) 400 dispuestos entre el electrodo provisional 120 y el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150) para garantizar la precisión de la distancia entre el electrodo provisional 120 y el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150).

Como se muestra en las **Figuras 2 a 4**, y, como se mencionó anteriormente, la carcasa exterior 30 puede estar formada por dos componentes: una cubierta inferior 32 y una cubierta superior 40. La cubierta inferior 32 puede incluir un extremo proximal 34 y un extremo distal 36. De manera similar, la cubierta superior 40 puede incluir un extremo proximal 42 y un extremo distal 44. El extremo distal 36 de la carcasa 30 exterior puede incluir una pluralidad de roscas 38 para acoplar una correspondiente pluralidad de roscas 46 formadas al extremo 42 proximal de la cubierta superior 40. Como se ha mencionado anteriormente, el extremo proximal 34 de la carcasa exterior 30 también puede incluir una pluralidad de roscas internas 39 para acoplar roscas externas 106 formadas al extremo proximal 102 del aislante 100. Además, el aislante 100 puede incluir una pluralidad de roscas internas 107 para acoplar roscas externas 63 formadas al cátodo 60 (p. ej., el cátodo proximal 62). Durante el uso, al acoplar el cátodo 60 al aislante 100 enroscándolos, el usuario puede ajustar la posición relativa del cátodo 60 (y, por lo tanto, la punta de hafnio 80 acoplada a un extremo distal del mismo) con respecto al electrodo provisional 120, que se acopla al extremo distal del aislante 100, y con respecto al ánodo 20, para lograr la concentración deseada de NO. Por ejemplo, durante el uso, el usuario puede acoplar un extremo proximal del cátodo 60 utilizando, por ejemplo, herramientas, entre otras, un destornillador, una llave de tubo, etc. y, rotando el cátodo 60, ajustar la posición del cátodo 60 con respecto al ánodo 20 y el electrodo provisional 120.

Además, el conjunto de vainas 210 puede incluir un extremo proximal 212 y un extremo distal 214. El extremo distal 44 de la cubierta superior 40 puede incluir una pluralidad de roscas 48 para acoplar la correspondiente pluralidad de roscas 216 formada al extremo proximal 212 del conjunto de vainas 210. De manera similar, el accionador de la punta de la boquilla 220 puede incluir una pluralidad de roscas 222 para acoplar la correspondiente pluralidad de roscas 218 formadas al extremo distal 214 del conjunto de vainas 210. El apriete o el aflojamiento del accionador de la punta de la boquilla 220, cuando se enrosca en el conjunto de vainas 210, puede permitir la colocación ajustable del ánodo 20 con respecto al cátodo 60 para generar diversas concentraciones deseadas de NO. Debe entenderse que, aunque se ha descrito e ilustrado que la cubierta inferior 32, la cubierta superior 40, las roscas externas 106 formadas en el aislante 100, el conjunto de vainas 210 y el accionador de la punta de la boquilla 220 incluyen una pluralidad de roscas para acoplarse entre sí, se contempla que los componentes puedan acoplarse entre sí de otra manera por cualquier otro medio actualmente conocido o desarrollado más adelante, que incluye, por ejemplo, que se fabriquen como un único componente unitario.

Como se ha mencionado anteriormente, la cubierta inferior 32 puede encerrar el cátodo 60 (p. ej., el cátodo proximal 62, el cátodo distal 64 y la punta de hafnio 80). Además, la carcasa exterior 30 y, más específicamente, la cubierta inferior 32, pueden encerrar, además, el electrodo provisional 120 y el aislante 100. El aislante 100 puede estar fabricado con un material dieléctrico, por ejemplo, un polímero, cerámica, PTFE (politetrafluoroetileno), etc. El aislante 100 puede colocarse entre el cátodo 60 y la carcasa exterior 30, por ejemplo, entre el cátodo 60 y la cubierta inferior 32 para aislar el cátodo 60 y la cubierta inferior 32 entre sí. Además, como se ha mencionado anteriormente, el aislante 100 también aísla el cátodo 60 (p. ej., los cátodos proximal y distal 62, 64) del electrodo provisional 120. El electrodo provisional 120 se utiliza para iniciar el arco y mantener/estabilizar la continuidad de la descarga eléctrica desde el cátodo 60 hasta el ánodo 20.

El dispositivo 10 y, más específicamente la cubierta inferior 32, también puede incluir un aislante del cátodo 85 para proporcionar una barrera dieléctrica entre la carcasa exterior 30 (p. ej., la cubierta inferior 32) y el cátodo 60 para proporcionar aislamiento eléctrico suficiente.

La carcasa exterior 30 y, más específicamente, la cubierta superior 40, puede encerrar el ánodo 20, como el ánodo proximal 150, el divisor del refrigerante 160 y la punta de la boquilla 200. Durante el uso, cuando la fuente de alta tensión se conecta al cátodo 60, se produce un arco eléctrico entre el electrodo provisional 120 y el cátodo 60 (por ejemplo, la punta de hafnio 80) y sobre el ánodo 20 por lo que se genera el plasma de gas que contiene NO en el área interelectrodos 500 (p. ej., el área entre el cátodo 60 y el ánodo 20) a través del arco eléctrico formado entre el cátodo 60 y el ánodo 20. A continuación, el gas que contiene NO se dirige a través de los canales del flujo de salida formados en el ánodo proximal 150, el divisor del refrigerante 160 y la punta de la boquilla 200, todos los cuales están en línea con el cátodo 60. De esta manera, un flujo de salida del gas que contiene NO se descarga a través de la punta de la boquilla 200.

Como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo 10 puede incluir una o más vías para recibir líquido en su interior. Con referencia a las **Figuras 2y 3**, en un modo de realización, el dispositivo 10 y, más específicamente, la cubierta inferior 32 y el aislante 100 pueden formar una primera y una segunda vías inferiores del refrigerante 310, 312 acopladas, respectivamente, al puerto de entrada de líquidos 300 y al puerto de salida de líquidos 302. De manera similar, el dispositivo 10 y, más específicamente, la cubierta superior 40 y el divisor del refrigerante 160 pueden formar una primera y una segunda vías superiores del refrigerante 320, 322 que están en comunicación fluida con las primera y segunda vías inferiores del refrigerante 310, 312, respectivamente. Durante el uso, cuando la cubierta inferior 32 está acoplada a la cubierta superior 40, las vías inferiores primera y segunda 310, 312 del refrigerante están alineadas con las vías superiores primera y segunda 320, 322 del refrigerante. De esta manera, puede introducirse un líquido en el dispositivo 10 a través del puerto de entrada de líquidos 300, que circula por el dispositivo 10 a través de la primera vía inferior del refrigerante 310 y la primera vía superior del refrigerante 320 ubicada entre las cubiertas inferior y superior 32, 40 y el cátodo 60 y el ánodo 20, respectivamente. En el extremo distal de la cubierta superior 40, el líquido refrigerante puede pasar a la segunda vía superior del refrigerante 322, luego a la segunda vía inferior del refrigerante 312, donde sale a través del puerto de salida de líquidos 302 ubicado en el extremo proximal 34 de la carcasa exterior 30. Más específicamente, el líquido refrigerante puede introducirse en el dispositivo 10 a la altura del puerto de entrada de líquidos 300, ubicado en el extremo proximal 34 de la cubierta inferior 32. El líquido refrigerante puede recorrer las vías de líquidos formadas en la cubierta inferior 32 y dentro de la cubierta superior 40 adyacente al divisor del refrigerante 160, después hacia abajo y fuera del dispositivo 10 a través del puerto de salida de líquidos 302 ubicado en el extremo proximal 34 de la cubierta inferior 32.

En general, a medida que el líquido refrigerante se desplaza a través de las vías del refrigerante formadas dentro de la carcasa exterior 30, el calor del gas que contiene NO se transfiere a través del divisor del refrigerante 160 y al líquido refrigerante, por lo que se reduce la temperatura del gas que contiene NO, a medida que se desplaza hacia la punta de la boquilla 200.

Como se describirá con mayor detalle más adelante, el aislante 100 también puede incluir una o más formas de entrada del refrigerante 108 para proporcionar una vía para que el líquido refrigerante interactúe con el cátodo 60. Es decir, el aislante 100 puede incluir una o más vías de entrada del refrigerante 108 para proporcionar una vía para que el líquido refrigerante entre directamente en contacto con al menos un tramo del cátodo 60 (p. ej., el cátodo distal 64) antes que el electrodo provisional 120. La configuración de estas vías de entrada del refrigerante 108 está diseñada para maximizar la extracción térmica del cátodo 60 al líquido refrigerante, por lo que así se reduce la temperatura de funcionamiento del cátodo 60 mientras está cargándose.

En un modo de realización, el líquido podría ser electroconductor. Por el contrario, el líquido dieléctrico, como el etilenglicol, el propilenglicol o el aceite de silicona, puede utilizarse para maximizar la extracción térmica y evitar que el electrodo provisional 120 logre un potencial eléctrico del cátodo 60.

Como aparece en la ilustración, el aislante 100, el divisor del refrigerante 160 y otros componentes ubicados adyacentes a las vías del refrigerante 310, 320, 322, 312 pueden tener una forma sustancialmente plana o estriada o un área superficial para permitir que se refrigeren más los componentes internos. De esta manera, el área de contacto se maximiza entre el aislante 100, el divisor del refrigerante 160 y el líquido refrigerante, lo que, por consiguiente, mejora la transferencia de calor (p. ej., la eficiencia de la refrigeración) entre ellos.

En contraste con los dispositivos anteriores, que refrigeran más allá de la punta de la boquilla (es decir, la mayor parte de la refrigeración del gas que contiene NO se produce después de que el gas que contiene NO haya salido de la punta de la boquilla), el dispositivo 10 descrito permite que la refrigeración, a través del líquido refrigerante, comience dentro del dispositivo 10 igual que, por ejemplo, en el ánodo proximal 150. Es decir, según un solo aspecto de la presente descripción, el líquido refrigerante puede interactuar con y enfriar el gas que contiene NO a lo largo de una longitud sustancial del canal de salida del flujo de gas 152 que contiene NO entre el ánodo proximal 150 hasta la punta de la boquilla 200. De esta manera, el gas saliente que contiene NO se enfría mucho más antes de salir del dispositivo 10, en comparación con los dispositivos anteriores. Debido a la temperatura reducida del gas que contiene NO que sale de la punta de la boquilla 200, la concentración del gas que contiene NO que puede dirigirse inmediatamente al lugar del tratamiento puede ser mayor en comparación con los dispositivos anteriores. En los ejemplos de un modo de realización no limitantes, el gas que contiene NO que sale de la punta de la boquilla 200 puede alcanzar aproximadamente 50 grados Celsius o menos y puede contener entre 700 y 1100 ppm de NO.

Como se ha mencionado anteriormente, el cátodo 60 puede incluir, además, un tramo hueco central que proporciona una vía 330 para que el aire sea empujado a través del cátodo 60 y hacia el área interelectrodos 500 para utilizarlo en la generación de plasma en el área interelectrodos 500. Con referencia a las **Figuras 9A, 9B y 9C**, en un modo de realización, el extremo distal del cátodo 60 puede incluir uno o más orificios tangenciales 600. Durante el uso, los orificios 600 transfieren el aire alrededor de la punta de hafnio 80 y al interior del área interelectrodos 500. Los orificios tangenciales 600 pueden configurarse para crear un vórtice en el flujo de aire, a medida que el gas atraviesa el área interelectrodos 500. Es decir, en relación con el ejemplo de un modo de realización de la punta del cátodo representada en las **Figuras 9A, 9B y 9C**, a medida que el aire entra a través del tramo hueco central y fuera de los orificios 600, el aire gira alrededor del cátodo 60 (p. ej., la punta de hafnio 80). El flujo de aire turbulento rodea el plasma y su posluminiscencia, a medida que sale por el electrodo provisional 120 y el ánodo 20, lo que ayuda a estabilizar el arco, lo que da como resultado una generación de NO más constante.

Durante el uso, una bomba de aire (no mostrada) puede suministrar aire empujándolo a través del extremo proximal 34 del dispositivo 10 (a través de la vía 330) hacia el cátodo 60 y empujarlo fuera de la punta de la boquilla 200. Esto permite que el gas que contiene NO creado en el área interelectrodos 500 sea empujado hacia arriba y a través de la punta de la boquilla 200 para permitir que se haga que incida en el área de tratamiento.

Como se ha mencionado anteriormente, el electrodo provisional 120 puede acoplarse al aislante 100. Con referencia a las **Figuras 5A y 5B**, el aislante 100 puede incluir un extremo proximal 102, un extremo distal 104, una pluralidad de roscas 106 formadas en el extremo proximal 102 para acoplar las roscas 39 formadas a la carcasa exterior 30, y una pluralidad de roscas 110 (p. ej., las roscas internas) formadas a un extremo distal 104 del mismo para acoplar enroscándolas las roscas 126 (p. ej., las roscas externas) formadas a un extremo proximal 122 del electrodo provisional 120. Además, como aparece en la ilustración, el electrodo provisional 120 puede incluir una brida ampliada 128 formada en un extremo distal 124 del mismo, de manera que el electrodo provisional 120 pueda ubicarse en una posición fija con respecto al aislante 100 y el cátodo 60 cuando las roscas 126 formadas en el electrodo provisional 120 y las roscas 110 formadas en el aislante 100 estén completamente acopladas. Es decir, al proporcionar una brida 128 en el electrodo provisional 120 para hacer de tope contra el extremo distal 104 del aislante 100, se puede mantener una distancia constante entre el electrodo provisional 120 y el cátodo 60. Cabe señalar que, aunque se ha ilustrado y descrito que el aislante 100 y el electrodo provisional 120 se acoplan enroscándolos, se prevé que puedan acoplarse entre sí por otros medios. Además u opcionalmente, el dispositivo 10 también puede incorporar un separador de electrodos provisionales 90 dispuesto entre el extremo distal del cátodo distal 64 adyacente al electrodo provisional 120 y la punta de hafnio 80. En un ejemplo de modo de realización, el separador de electrodos provisionales 90 puede fabricarse a partir de un material dieléctrico. El separador de electrodos provisionales 90 puede utilizarse en lugar de la brida 128 formada en el electrodo provisional para proporcionar una distancia de hueco precisa entre el cátodo distal 64 y el electrodo provisional 120.

Con referencia a la **Figura 5C**, el aislante 100 también puede incluir una o más características geométricas 115 en comunicación fluida con las vías de entrada del refrigerante 108 para dirigir el refrigerante en una dirección preferente para refrigerar el electrodo provisional 120. Es decir, como aparece en la ilustración, el extremo distal 104 del aislante 100 puede incluir una o más características geométricas 115 tales como, por ejemplo, una superficie con hendiduras, rebordes, etc. para ayudar directamente al líquido de salida desde las vías de entrada del refrigerante 108 sobre el electrodo provisional 120. De esta manera, puede esperarse que una mayor cantidad de líquido salga de las vías de entrada del refrigerante 108 y pase a través de o por encima del electrodo provisional 120.

El dispositivo 10 puede incluir, además, una o más características de alineación para interconectar diversos componentes del dispositivo 10 y facilitar el ensamblado del dispositivo 10. Por ejemplo, con referencia a las **Figuras 6A a 6C**, el aislante 100 (**Figura 6A**) puede incluir una o más características complementarias para acoplar al aislante del cátodo 85 (**Figura 6B**). Al proporcionar características complementarias de acoplamiento para acoplar el aislante 100 al aislante del cátodo 85, el dispositivo 10 es más capaz de mantener una alineación fija y constante entre el aislante 100 y el aislante del cátodo 85. Las características complementarias de acoplamiento entre el aislante 100 y el aislante del cátodo 85 pueden ser características adecuadas actualmente conocidas o que se desarrollarán más adelante. En el ejemplo de un modo de realización, como aparece en la ilustración, el aislante 100 puede incluir una o más hendiduras 116 formadas en, por ejemplo, el extremo distal 104 del aislante 100. Mientras tanto, el aislante del cátodo 85 puede incluir uno o más salientes 88 que sobresalen hacia dentro formados en un extremo distal 87 del mismo, de manera que, cuando el aislante 100 se inserta en un orificio interno 86 formado en el aislante del cátodo 85, los salientes 88 formados en el aislante del cátodo 85 se acoplan a las hendiduras 116 formadas en el aislante 100 y, por lo tanto, fijan la posición del aislante 100 con respecto al aislante del cátodo 85.

Con referencia a **Figuras 7A y 7B**, el aislante de cátodo 85 también puede incluir una o más características complementarias para acoplar al casquillo de alineación 450, por ejemplo, a un extremo proximal 452 del casquillo de alineación 450. Al proporcionar características complementarias de acoplamiento para acoplar el aislante del cátodo 85 al casquillo de alineación 450, el dispositivo 10 es más capaz de mantener una alineación fija entre el aislante del cátodo 85 y el casquillo de alineación 450. Las características complementarias de acoplamiento entre el aislante del cátodo 85 y el casquillo de alineación 450 pueden ser características adecuadas actualmente conocidas o que se desarrollarán más adelante. En un modo de realización de ejemplo, como aparece en la ilustración, el aislante del cátodo 85 puede incluir una o más hendiduras 91 formadas en, por ejemplo, el extremo distal 87 del aislante del cátodo 85. Mientras tanto, el casquillo de alineación 450 puede incluir uno o más salientes 454 formados en un extremo

proximal 452 del mismo, de manera que, cuando el aislante del cátodo 85 se acopla al casquillo de alineación 450, los salientes 454 formados en el casquillo de alineación 450 se acoplan a las hendiduras 91 formadas en el aislante del cátodo 85 y, por lo tanto, fijan la posición del aislante del cátodo 85 con respecto al casquillo de alineación 450.

5 Con referencia a las **Figuras 8A y 8B**, el casquillo de alineación 450 también puede incluir una o más características complementarias para acoplarse al divisor del refrigerante 160. Al proporcionar características complementarias de acoplamiento para acoplar el casquillo de alineación 450 al divisor del refrigerante 160, el dispositivo 10 es más capaz de mantener una alineación fija entre el casquillo de alineación 450 y el divisor del refrigerante 160, y, por lo tanto, la alineación constante del ánodo proximal 150, que está acoplado al divisor del refrigerante 160, y el electrodo provisional 120 y el cátodo 60. Las características de acoplamiento complementarias entre el casquillo de alineación 450 y el divisor del refrigerante 160 pueden ser características adecuadas actualmente conocidas o que se desarrollarán más adelante. En una realización de ejemplo, como se ilustra, el divisor del refrigerante 160 puede incluir una o más hendiduras 164 formadas, por ejemplo, en el extremo proximal 162 del mismo. Mientras tanto, el casquillo 450 de alineación puede incluir uno o más salientes 456 que sobresalen hacia dentro formados en el extremo proximal 452 del mismo de manera que cuando el divisor del refrigerante 160 se inserta en un orificio 458 interno de perforación formado en el casquillo 450 de alineación, los salientes 456 formados en el casquillo de alineación 450 se acoplan con las hendiduras 164 formadas en el divisor del refrigerante 160 y, por lo tanto, fijan la posición del divisor del refrigerante 160 con respecto al casquillo de alineación 450. El divisor del refrigerante 160 también puede incluir uno o más elementos de tope 166 formados sobre el mismo para proporcionar un tope del límite para insertar el divisor del refrigerante 160 en el casquillo de alineación 450 y proporcionar una separación adecuada entre el divisor del refrigerante 160 y el casquillo de alineación 450, y así proporcionar una separación adecuada entre el ánodo 150 proximal y el electrodo provisional 120.

Al fabricar y ensamblar un dispositivo de acuerdo con las características descritas en la presente descripción, se contempla que la alineación y la colocación adecuada y acorde de los diversos componentes que incluyen, por ejemplo, el cátodo distal 64, el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150 se pueden lograr cuando las roscas 126 formadas en el electrodo provisional 120 se acoplan a las roscas 110 formadas en el aislante 100, de manera que la brida 128 del electrodo provisional 120 entre en contacto con el extremo distal 104 del aislante 100, y cuando, tras la colocación adecuada de los diversos componentes, el conjunto de vainas 210 se fije sobre el extremo distal 44 de la cubierta superior 40 y el accionador de la punta de la boquilla 220 se enrosque acoplándolo a las roscas formadas en el conjunto de vainas 210, de modo que la rotación del accionador de la punta de la boquilla 220 haga avanzar la punta de la boquilla 200, el divisor del refrigerante 160 y el ánodo proximal 150 hacia el cátodo 60. También se contempla que la rotación del accionador de la punta de la boquilla 220 permita el ajuste de la distancia entre el ánodo 20 y el cátodo 60 para variar la concentración de NO.

Además, la incorporación de características complementarias de acoplamiento para acoplar el aislante 100 al aislante del cátodo 85, para acoplar el casquillo de alineación 450 al aislante del cátodo 85 y para acoplar el casquillo de alineación 450 al divisor del refrigerante 160, ayuda a facilitar la alineación interna de los diversos componentes del dispositivo 10, que, a su vez, ayuda a garantizar el adecuado ensamblado del dispositivo 10 y permite ajustar la separación entre el electrodo provisional 120, el cátodo 60 y el ánodo 20.

40 Con referencia a las **Figuras 2 a 4**, el dispositivo 10 puede incluir, además, un separador o espaciador de la cámara 400 dispuesto entre el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150. El separador de la cámara 400 puede estar unido a un precinto de la cámara 402; por ejemplo, el precinto de la cámara 402 puede tener la forma de un precinto para rodear externamente el separador de la cámara 400, el precinto de la cámara 402 precinta el área de la cámara comprendida entre el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150. En el modo de realización 45 ilustrado, el separador de la cámara 400 está adyacente al extremo distal 36 de la cubierta inferior 32 y el extremo proximal 42 de la cubierta superior 40. El separador de la cámara 400 puede, en algunos modos de realización, simplificar la fabricación y el ensamblado del dispositivo 10. Es decir, en combinación con el accionador de la punta de la boquilla 200, el separador de la cámara 400 puede utilizarse para garantizar la precisión de la distancia entre el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150 se logra independientemente de las tolerancias de fabricación de los otros elementos del dispositivo 10. Cuando se ensambla, la rotación del accionador de la punta de la boquilla 220 comprime la punta de la boquilla 200, el divisor del refrigerante 160 y el ánodo 150 proximal hacia el cátodo 60 hasta que el separador de la cámara 400, que está en contacto con el ánodo 150 proximal, entra en contacto con la superficie distal 124 del electrodo provisional 120 para proporcionar una distancia de separación exacta entre el ánodo 20 y el cátodo 60. Como se apreciará, proporcionar un desplazamiento repetible con precisión entre el ánodo 20 y el cátodo 60 puede ser importante, porque proporciona un espacio de arco constante, por lo que así se mantienen los parámetros de salida unidad por unidad. En un modo de realización, el separador de la cámara 400 puede fabricarse a partir de un material cerámico, aunque se prevé que haya otros materiales adecuados.

60 Durante el uso, el accionador de la punta de la boquilla 220 permite aplicar torsión a los componentes internos (p. ej., la punta de la boquilla 200, el divisor del refrigerante 160, el ánodo proximal 150, etc.) hacia abajo sobre el extremo distal del separador de la cámara 400. Como se ha mencionado, independientemente de las tolerancias de fabricación de estos elementos, al proporcionar un separador de la cámara 400 de alta tolerancia, puede lograrse un desplazamiento o una separación altamente precisos de alta tolerancia entre el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150. Como tal, el separador de la cámara 400 proporciona un único componente de alta tolerancia, por lo que se minimiza la necesidad de que los componentes restantes se ajusten individualmente, lo que aumenta

en gran medida la fabricabilidad, la repetibilidad y verificabilidad del dispositivo 10 simplemente aplicando torsión al accionador de la punta de la boquilla 220 hacia abajo sobre el separador de la cámara 400.

5 El dispositivo 10 también puede incluir una pluralidad de juntas tóricas 475 y ranuras mecanizadas entre los componentes para mantener los precintos de líquidos adecuados entre los componentes internos y evitar que el líquido refrigerante penetre en las secciones que contienen aire y eléctricas (y viceversa). Por ejemplo, se puede colocar una junta tórica entre el conjunto de vainas 210 y el extremo distal 44 de la cubierta superior 40; entre la punta de la boquilla 200 y el divisor del refrigerante 160; entre el extremo distal 36 de la cubierta inferior 32 y el extremo proximal 42 de la cubierta superior 40; entre el cátodo distal 64 y el aislante 100; etc.

10 Como se mencionó anteriormente, durante el uso, el ajuste de la concentración de NO se puede lograr adaptando cualquiera o ambos de (i) la distancia entre el ánodo 20 y el cátodo 60 (p. ej., la distancia relativa entre el ánodo 20 y el cátodo 60 (punta de hafnio 80), y/o (ii) la tensión aplicada al cátodo 60 (p. ej., la punta de hafnio 80). Como se entenderá, si se modifica el desplazamiento o la distancia (p. ej., la distancia X en la **Figura 3A**) entre el cátodo 60 y el ánodo 20, variará la cantidad de tensión necesaria para aplicar al cátodo 60 para mantener el arco de plasma, y, por lo tanto, la concentración de NO en el gas también variará.

20 Durante el uso, la distancia o la posición relativa entre el ánodo 20 y el cátodo 60 puede lograrse mediante los mecanismos actualmente conocidos o los desarrollados más adelante. En un modo de realización, como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo puede incluir un separador o espaciador de la cámara 400 colocado entre el electrodo provisional 120 y el ánodo proximal 150. El separador o espaciador de la cámara 400 se utiliza para proporcionar un desplazamiento o una distancia conocidos y repetibles entre el ánodo 20 y el cátodo 60. En un modo de realización, el dispositivo puede estar provisto de una pluralidad o un conjunto de separadores o espaciadores de la cámara 400 que tienen varias dimensiones (p. ej., diferentes anchos). Durante el uso, cada ancho correspondería a un desplazamiento diferente entre el ánodo 20 y el cátodo 60, y una tensión diferente aplicada al cátodo 60. El resultado es que cada separador o espaciador de la cámara 400 podría proporcionar una concentración predeterminada de NO en el gas resultante. Los diversos separadores o espaciadores de la cámara 400 proporcionan una concentración diferente. Como tal, para ajustar la concentración de NO hasta un nivel deseado, el usuario solo necesita insertar el separador o espaciador de la cámara 400 correspondiente en el dispositivo y ensamblar el dispositivo con el ánodo 20 en contacto con el separador o espaciador de la cámara 400, como se ha descrito anteriormente. A continuación, el usuario aprieta el accionador de la punta de la boquilla 220 hasta que el ánodo 20 se fije en su posición. El desplazamiento o la distancia deseados entre el ánodo 20 y el cátodo 60 se logra automáticamente en función del separador o espaciador de la cámara 400 que se haya seleccionado. Por ejemplo, en un modo de realización, al proporcionar un cátodo 60 a una distancia del ánodo 20 de 5 mm, mediante, por ejemplo, un separador o espaciador de la cámara 400 del tamaño adecuado, con 230 V a 1,8 amperios aplicados al cátodo, genera aproximadamente 1000 ppm de NO en la corriente de gas resultante. Se apreciará que este ejemplo no es limitante, y que se pueden utilizar otras configuraciones de desplazamiento/separadores, tensiones/corrientes aplicadas y caudales de aire para ajustar la concentración de NO en el gas resultante, así como la concentración de NO en la corriente de gas resultante.

40 En modo de realización alternativo, como se ha mencionado anteriormente, la distancia entre el ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150) y el cátodo 60 (p. ej., la punta de hafnio 80) puede ajustarse girando el cátodo 60 (p. ej., el cátodo proximal 62) con respecto al aislante 100 utilizando, por ejemplo, herramientas como un destornillador, una llave de tubo, etc. acoplados a la hendidura correspondiente en el extremo proximal del cátodo 60. Durante el uso, la rotación del cátodo 60 con respecto al aislante 100 hace que las roscas de acoplamiento avancen o retrocedan, dependiendo de la dirección de la rotación, el cátodo 60 (p. ej., la punta de hafnio 80) con respecto al ánodo 20 (p. ej., el ánodo proximal 150). Se aplicarían tensiones similares (dependiendo de la magnitud del desplazamiento resultante) y se obtendrían los intervalos resultantes de las concentraciones de NO. Por ejemplo, se podría ajustar el funcionamiento del dispositivo seleccionando un separador o espaciador de la cámara 400 del tamaño adecuado, a continuación, hacer pequeños ajustes adicionales del desplazamiento utilizando la conexión roscada entre el cátodo 60 y el aislante 100 para avanzar o retraer ligeramente el cátodo 60 (p. ej., la punta de hafnio 80).

55 No obstante, en otro modo de realización, la distancia entre el ánodo 20 y el cátodo 60 puede ajustarse utilizando un ánodo ajustable 800. Con referencia a las **Figuras 10A y 10B**, el ánodo ajustable 800 puede incluir componentes interiores y exteriores 820, 840, por ejemplo, un componente interno de electroconductor 820 y un componente externo 840. Durante el uso, el ánodo ajustable 800 puede tomar el lugar del ánodo 20 ubicado dentro de la carcasa exterior 30 del dispositivo. El componente interior 820 puede ser funcionalmente idéntico al ánodo 20 descrito anteriormente, y puede fabricarse como un solo componente (como se ilustra en las **Figuras 10A y 10B**) o de varios componentes, como se ha descrito anteriormente. Durante el uso, el componente interno electroconductor 820 puede ajustarse aplicando movimiento con respecto al componente exterior 840. Por ejemplo, como aparece en la ilustración, el componente interno electroconductor 820 puede incluir una pluralidad de roscas externas 822 para acoplar las roscas internas 842 formadas a una superficie interior del componente exterior 840. Como tal, la distancia entre el ánodo y el cátodo puede ajustarse girando el componente interior 820 del ánodo con respecto al componente exterior 840 del ánodo utilizando, por ejemplo, herramientas como, por ejemplo, una llave inglesa, etc.

65 Durante el uso, la rotación del componente interno 820 del ánodo con respecto al componente exterior 840 del ánodo hace que las roscas de acoplamiento avancen o retrocedan, dependiendo de la dirección de la rotación, el

ánodo con respecto al cátodo. Se aplicarían tensiones similares (dependiendo de la magnitud del desplazamiento resultante) y se obtendrían los intervalos resultantes de las concentraciones de NO.

5 No obstante, en otro modo de realización, la posición del cátodo 60 puede moverse (p. ej., extenderse o retraerse) con respecto al ánodo 20 girando el aislante 100 con respecto a la carcasa exterior 30 (p. ej., la cubierta inferior 32) del dispositivo. Ajustando la posición del aislante 100 con relación a la carcasa exterior 30 se puede ajustar la posición del cátodo 60 con relación al ánodo 20.

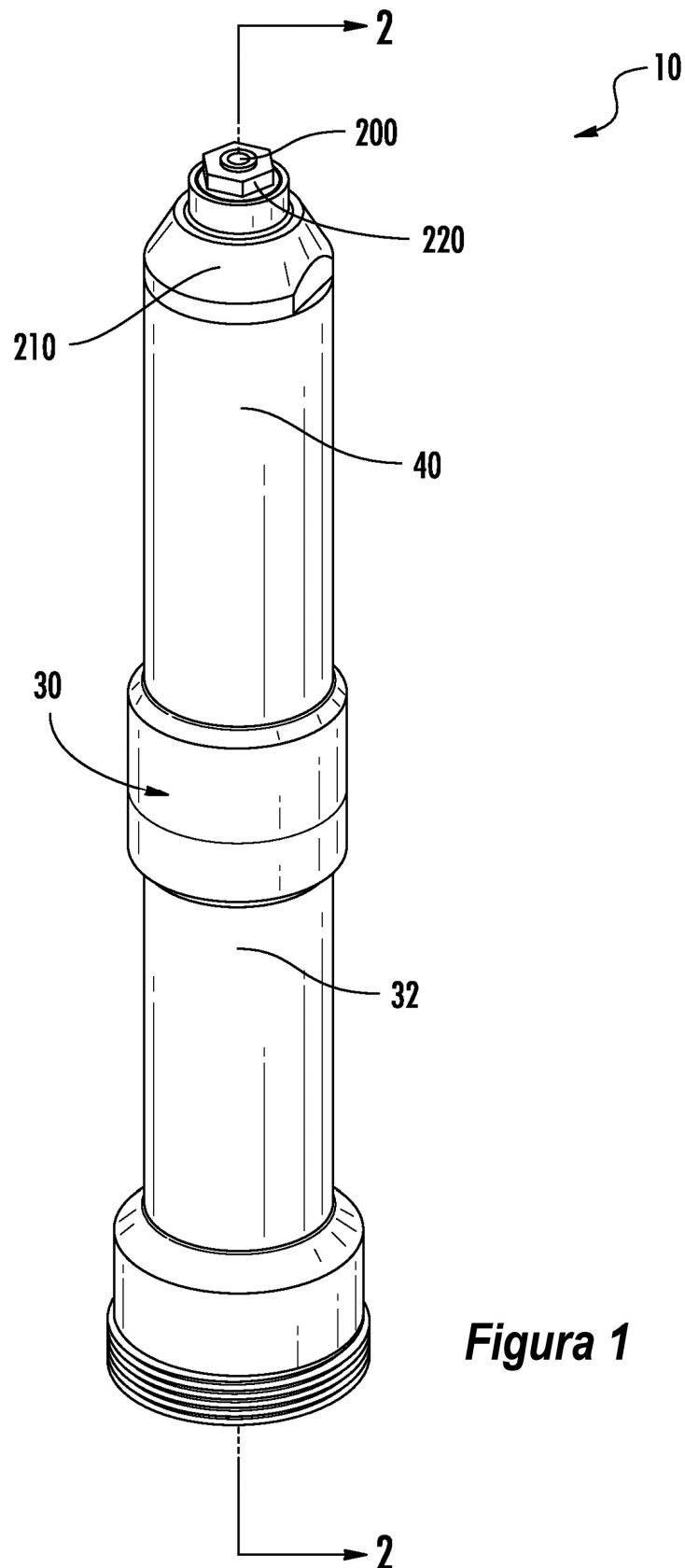
10 Como se utiliza en el presente documento, debe entenderse que el elemento o la etapa mencionados en singular y precedidos de la palabra “un” o “una” no excluyen los elementos o las etapas plurales, a menos que dicha exclusión se mencione explícitamente. Además, las referencias a “un modo de realización” de la presente invención no pretenden interpretarse como que excluyen la existencia de modos de realización adicionales que también incorporan las características mencionadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo para generar un flujo de gas de plasma que contiene monóxido de nitrógeno (NO) para tratar un objeto biológico; el dispositivo consta de:
  - 5 un ánodo;
  - un cátodo;
  - un área interelectrodos entre el cátodo y el ánodo;
  - un canal de salida del flujo de gas que contiene NO que sale desde el área interelectrodos hacia una boquilla para dirigir y liberar el flujo de gas que contiene NO desde el dispositivo, en el cual la boquilla incluye una tuerca de compresión para que la rotación de la boquilla haga avanzar el ánodo hacia el cátodo; la tuerca de compresión incluye una pluralidad de roscas para acoplar a una carcasa exterior del dispositivo una correspondiente pluralidad de roscas formadas; y
  - 10 en el cual la conexión roscada entre la tuerca de compresión y la carcasa exterior está configurada para ajustar la posición relativa entre el ánodo y el cátodo para generar concentraciones variables de NO.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, que consta, además, de una pluralidad de orificios formados en un perímetro exterior de un extremo distal del cátodo, por lo que los orificios crean un vórtice de flujo de aire, a medida que el flujo de gas atraviesa el área interelectrodos.
- 20 3. El dispositivo, según la reivindicación 1 o 2;
  - 25 en el cual el ánodo está acoplado eléctricamente al dispositivo; y
  - en el cual un aislante se coloca entre un tramo del cátodo y un tramo de la carcasa exterior del dispositivo para aislar de la carcasa exterior del dispositivo el tramo del cátodo.
4. El dispositivo de la reivindicación 3, que consta, además, de un electrodo provisional acoplado al aislante; el electrodo provisional está colocado adyacente a una punta de hafnio unida al cátodo, de modo que se produce un arco eléctrico entre el electrodo provisional y la punta de hafnio, por lo que el arco eléctrico se emana hacia el interior del área interelectrodos.
- 30 5. El dispositivo, según la reivindicación 3 o 4, en el cual la carcasa exterior del dispositivo incluye una cubierta inferior y una cubierta superior; el cátodo se ubica dentro de la cubierta inferior; el aislante se coloca entre el cátodo y la cubierta inferior para aislar entre sí el cátodo y la cubierta inferior.
- 35 6. El dispositivo, según la reivindicación 3 o 4, cuya carcasa exterior incluye una cubierta inferior y una cubierta superior; la cubierta inferior incluye una primera vía inferior de refrigerante acoplada a un puerto de entrada de líquidos y una segunda vía inferior de refrigerante acoplada a un puerto de salida de líquidos; la cubierta superior incluye una primera vía superior del refrigerante en comunicación fluida con la primera vía inferior del refrigerante y una segunda vía superior del refrigerante en comunicación fluida con la segunda vía inferior del refrigerante, de modo que, cuando la cubierta inferior está acoplada a la cubierta superior, las trayectorias inferiores primera y segunda del refrigerante están alineadas con las trayectorias superiores primera y segunda del refrigerante.
- 40 7. El dispositivo de la reivindicación 6, en el que el aislante incluye una o más entradas del refrigerante para proporcionar una vía para que el líquido refrigerante entre en contacto directo con un tramo superior del cátodo antes del área interelectrodos.
- 45 8. El dispositivo de la reivindicación 1 consta, además, de:
  - 50 un aislante colocado entre un tramo del cátodo y un tramo de una carcasa exterior del dispositivo para aislar el cátodo de la carcasa exterior del dispositivo;
  - un aislante del cátodo para proporcionar una barrera dieléctrica entre un tramo de la carcasa exterior del dispositivo y un tramo del cátodo; y
  - 55 una característica complementaria para acoplar el aislante al aislante del cátodo; la característica complementaria es una hendidura formada en el aislante o el aislante del cátodo para recibir un saliente formado en otro aislante o aislante del cátodo.
- 60 9. El dispositivo de la reivindicación 8, en el cual el aislante del cátodo incluye un orificio interno para recibir un tramo del aislante; la hendidura y el saliente se acoplan entre sí cuando el aislante se recibe dentro del orificio interno del aislante del cátodo para afianzar la posición del aislante del cátodo con respecto al aislante.
- 65 10. El dispositivo, según la reivindicación 8 o 9 consta, además, de:
  - un casquillo de alineación; y

una característica complementaria para acoplar el casquillo de alineación al aislante del cátodo; la característica complementaria para acoplar el casquillo de alineación al aislante del cátodo es una hendidura formada en el casquillo de alineación o el aislante del cátodo para recibir un saliente formado en otro casquillo de alineación o aislante de cátodo para afianzar la posición del aislante del cátodo con respecto al casquillo de alineación.

- 5
11. El dispositivo de la reivindicación 10 consta, además, de:
- 10 un divisor del refrigerante; y  
una característica complementaria para acoplar el casquillo de alineación al divisor del refrigerante; la característica complementaria para acoplar el casquillo de alineación al divisor del refrigerante es una hendidura formada en el casquillo de alineación o el divisor de refrigerante para recibir un saliente formado en otro casquillo de alineación o divisor de refrigerante para afianzar la posición del divisor del refrigerante con respecto al casquillo de alineación.
- 15
12. El dispositivo de la reivindicación 11, en el cual el casquillo de alineación incluye un orificio interno para recibir un tramo del divisor del refrigerante; la hendidura y el saliente se acoplan entre sí cuando el divisor del refrigerante se recibe dentro del orificio interno del casquillo de alineación para afianzar la posición del divisor del refrigerante con respecto al casquillo de alineación.
- 20
13. El dispositivo de la reivindicación 1, que consta, además, de:
- 25 un aislante colocado entre un tramo del cátodo y un tramo de la carcasa exterior del dispositivo para aislar del tramo del cátodo la carcasa exterior del dispositivo;  
un electrodo provisional acoplado al aislante; y  
un separador de la cámara dispuesto entre el electrodo provisional y el área interelectrodos; el separador de la cámara está fabricado con un material dieléctrico que impide la conexión eléctrica.



**Figura 1**

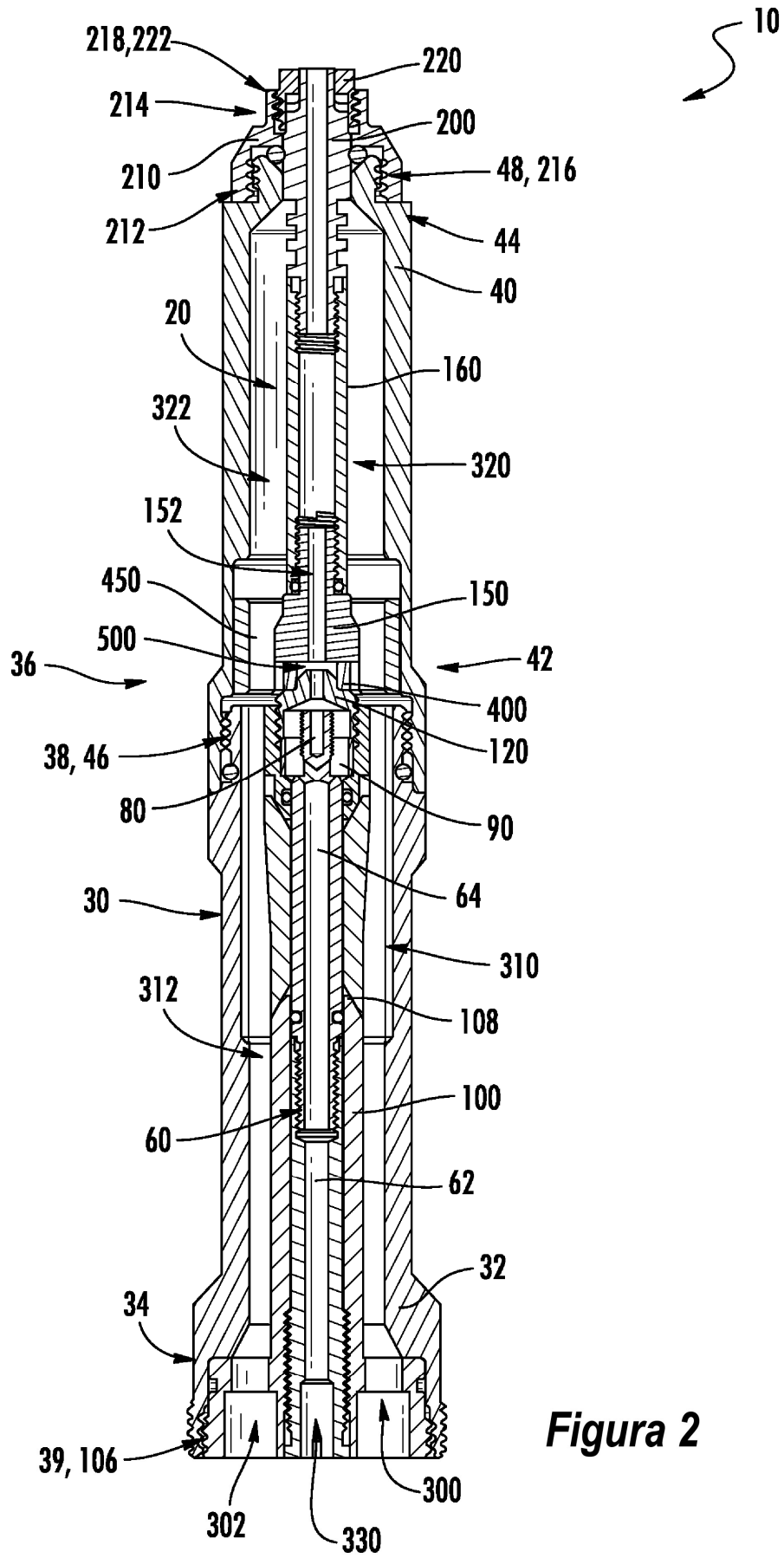


Figura 2

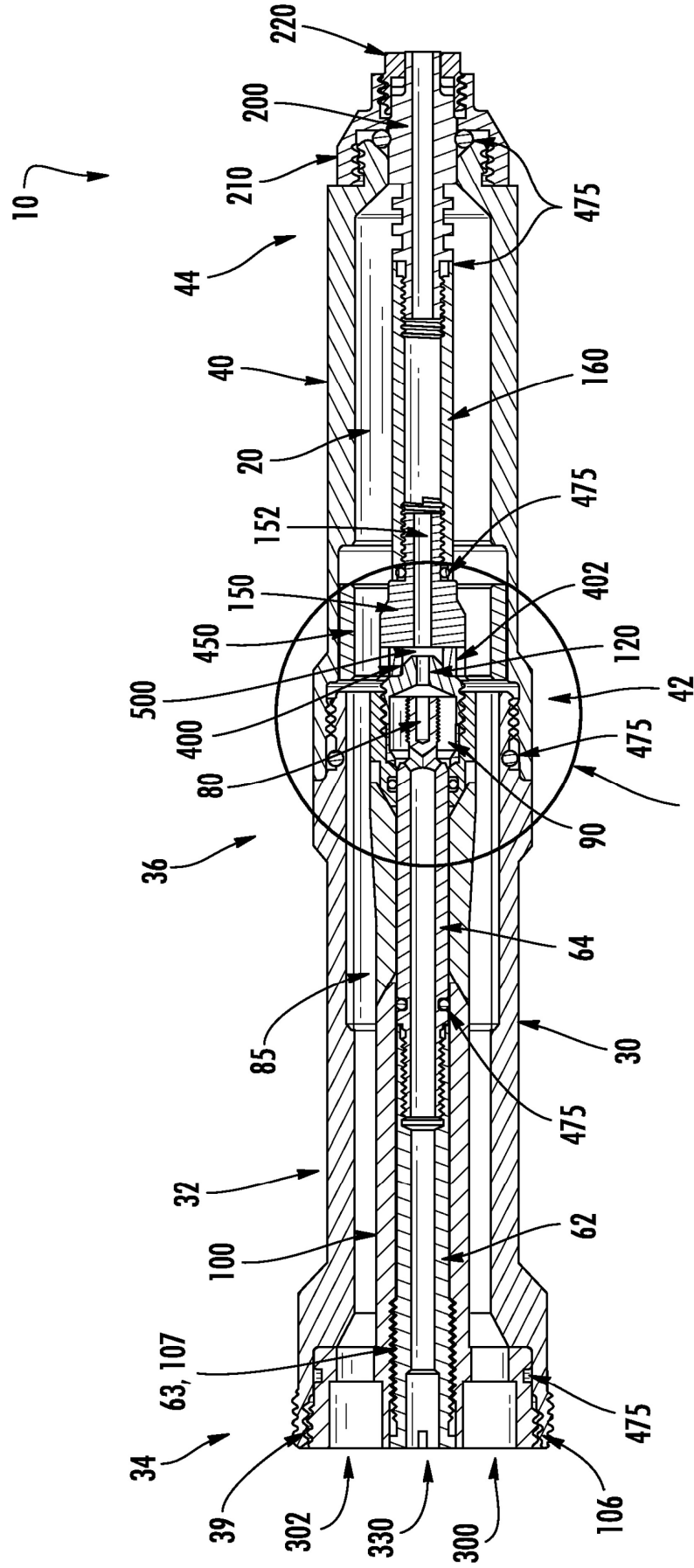
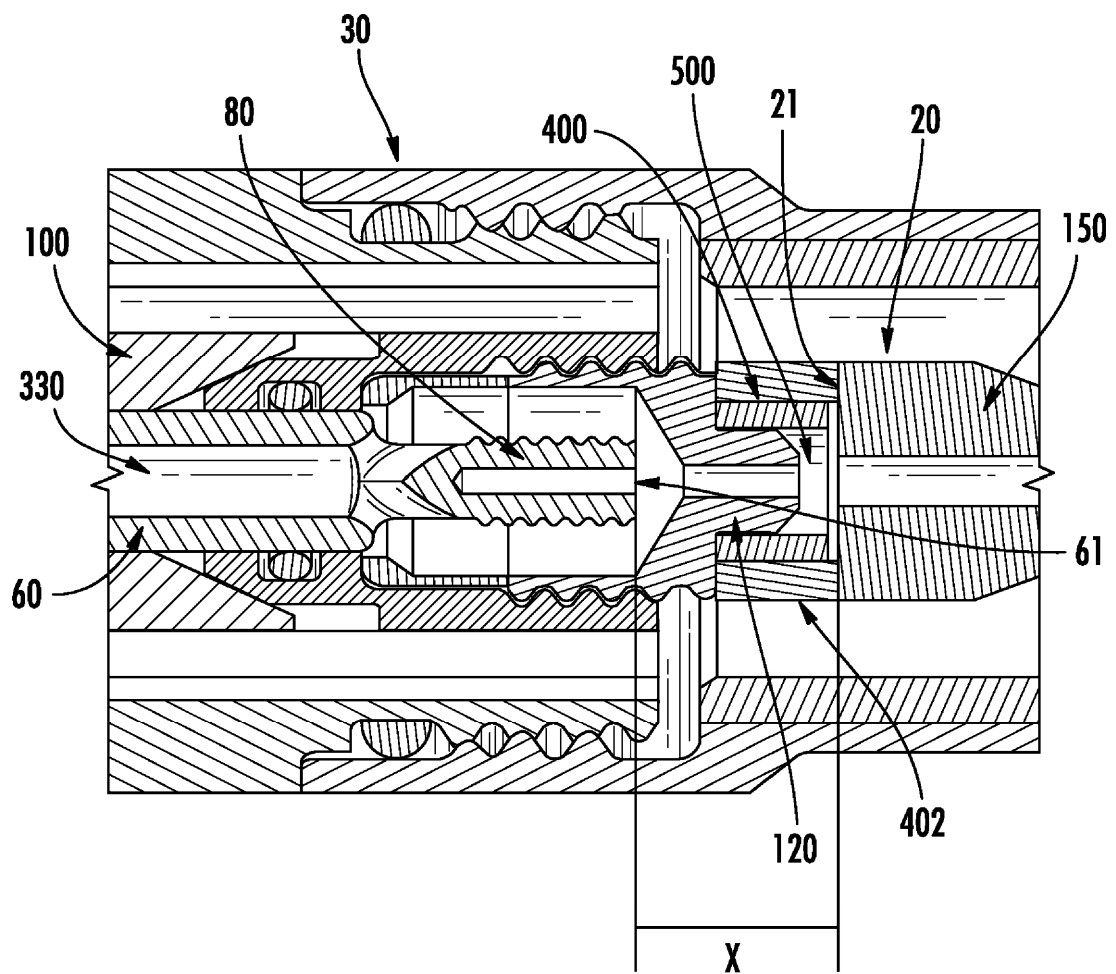


Figura 3  
Figura 3A



**Figura 3A**

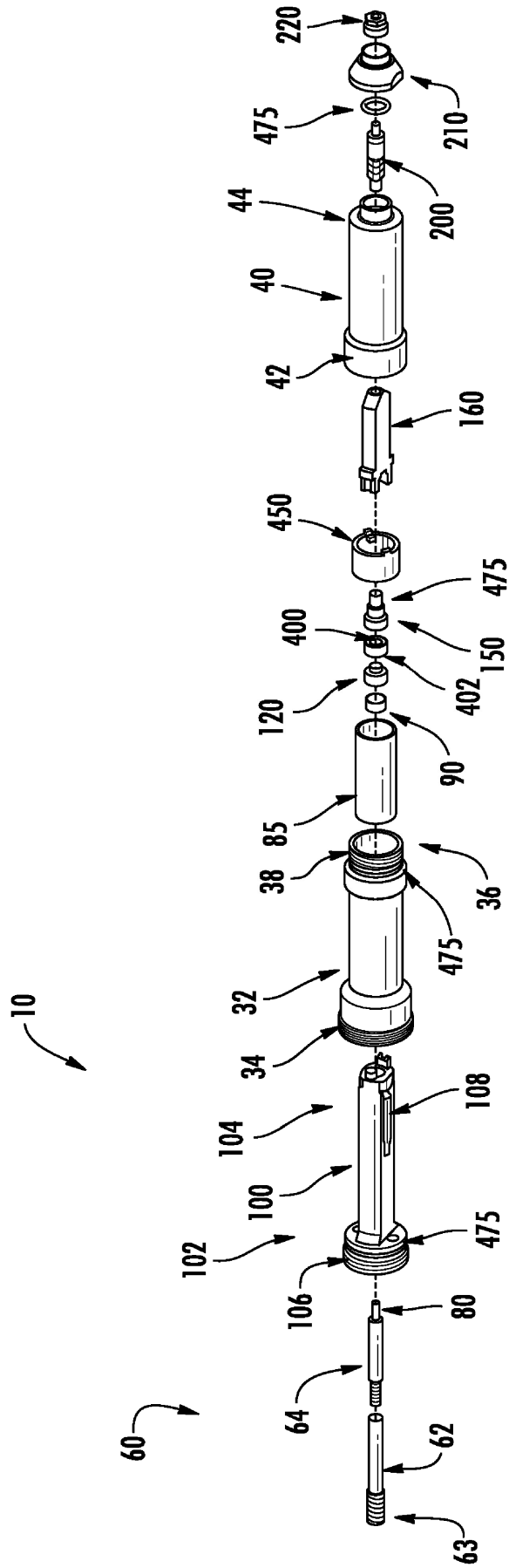
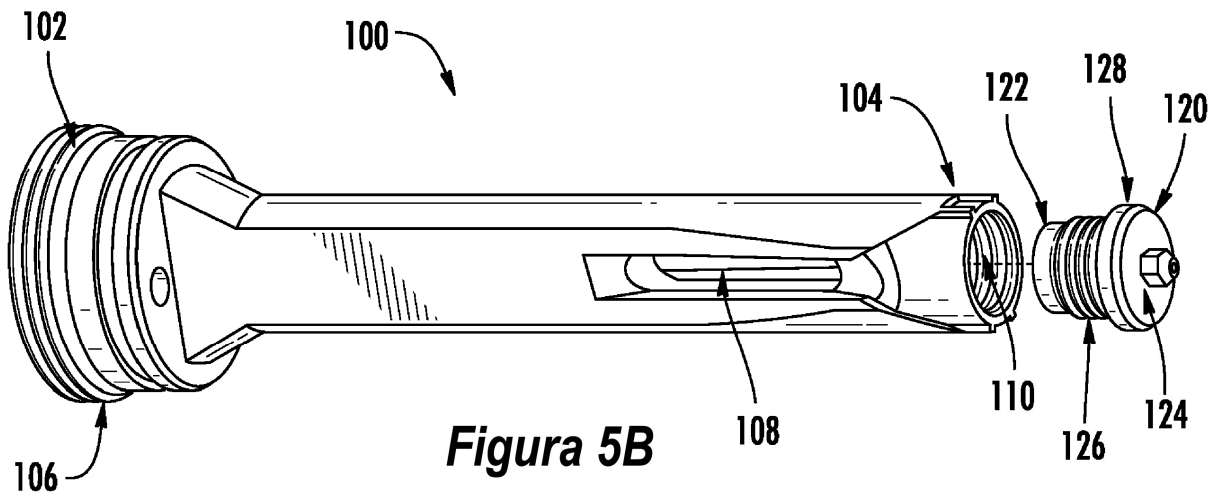
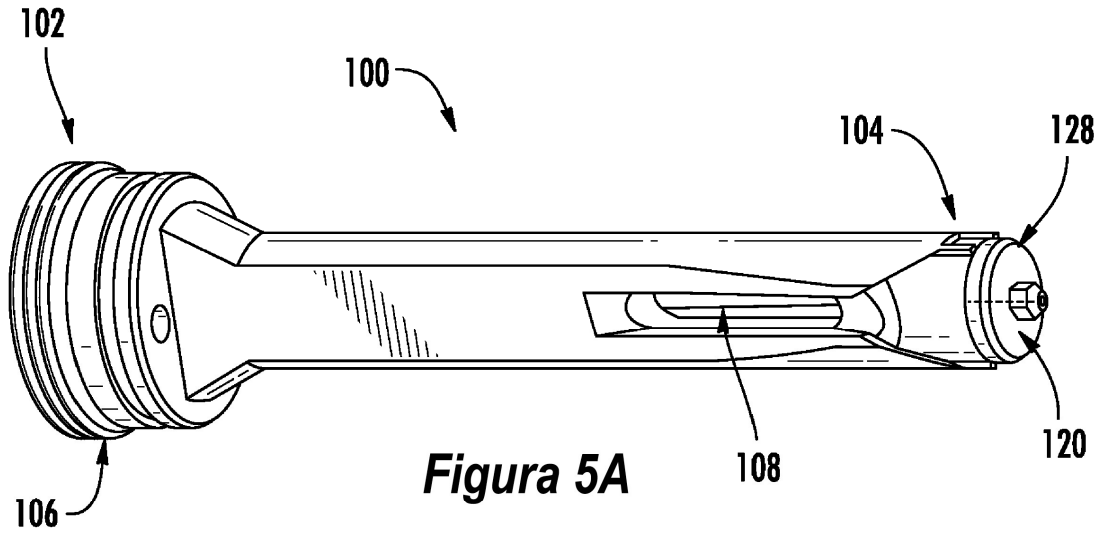
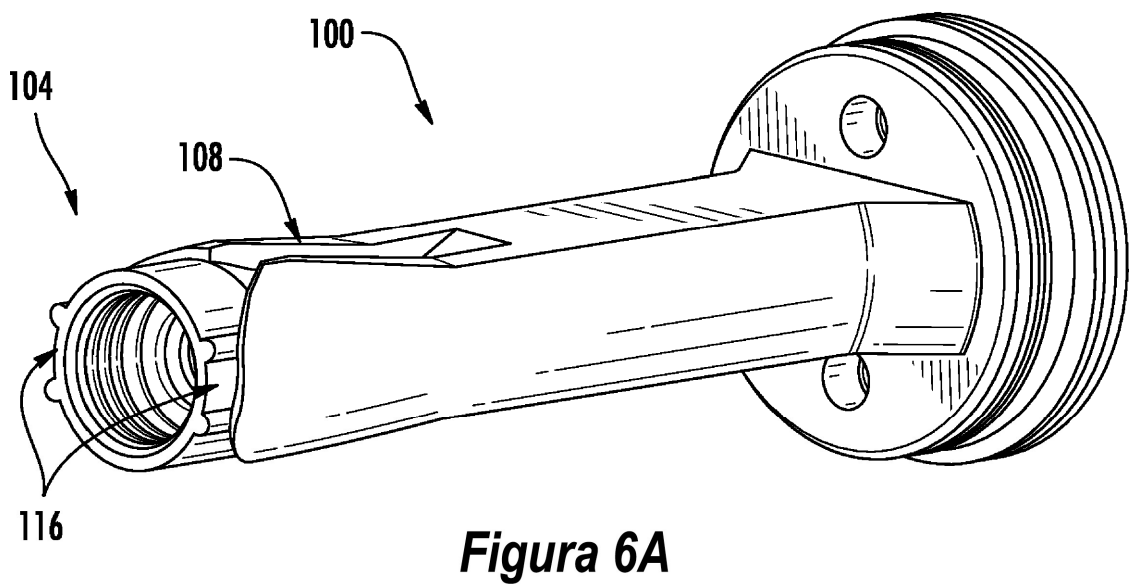
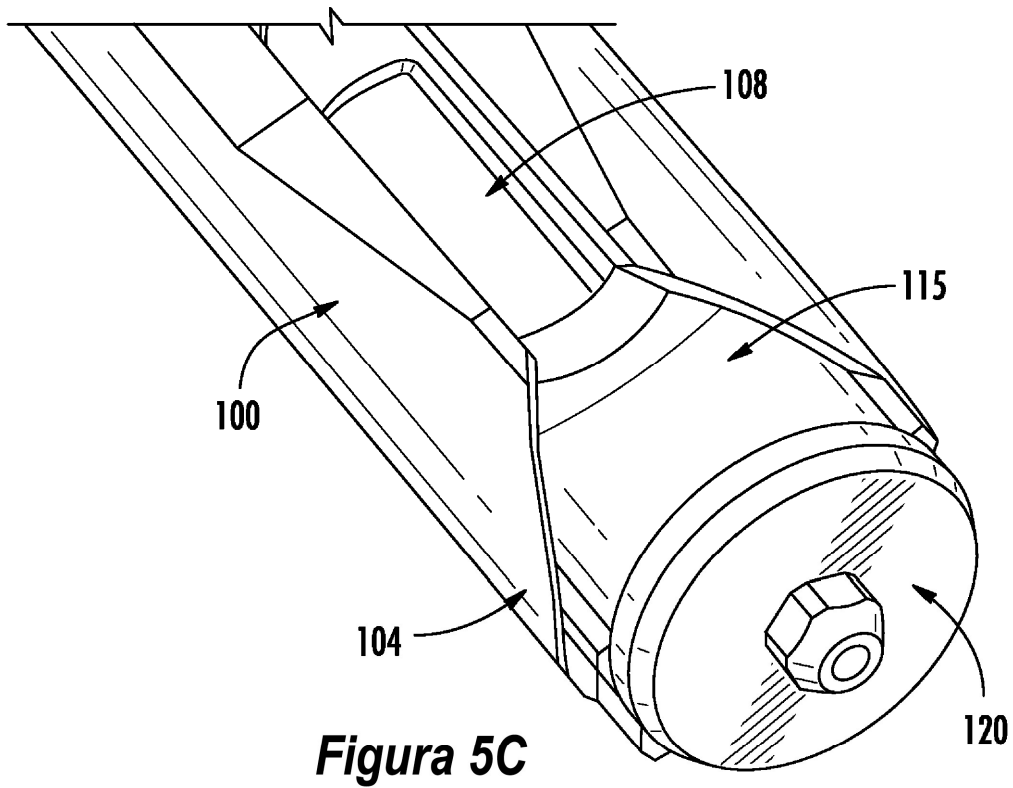
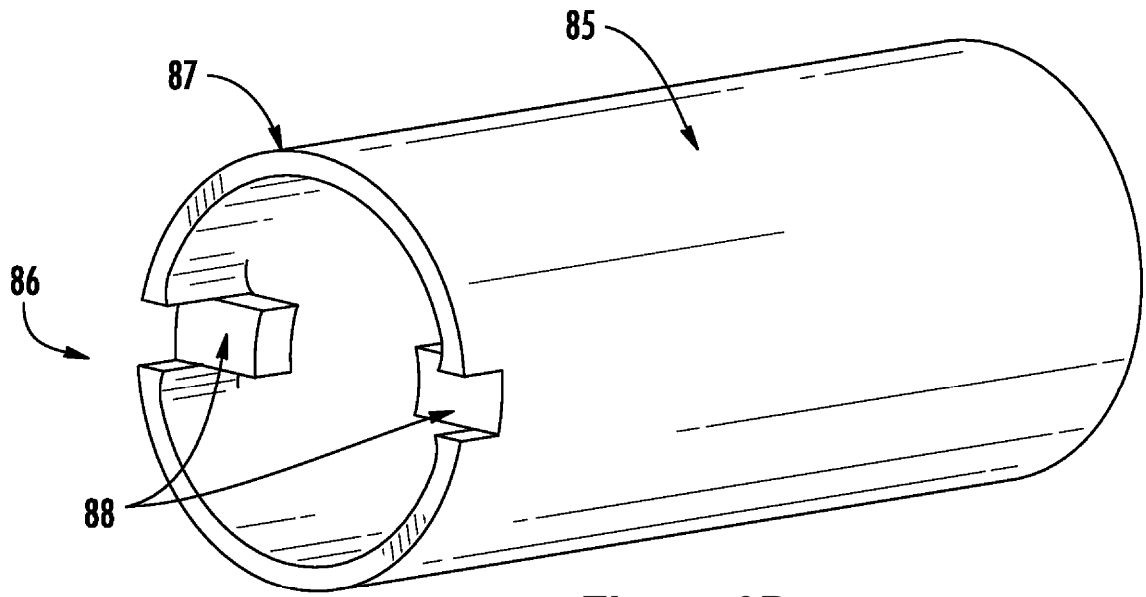


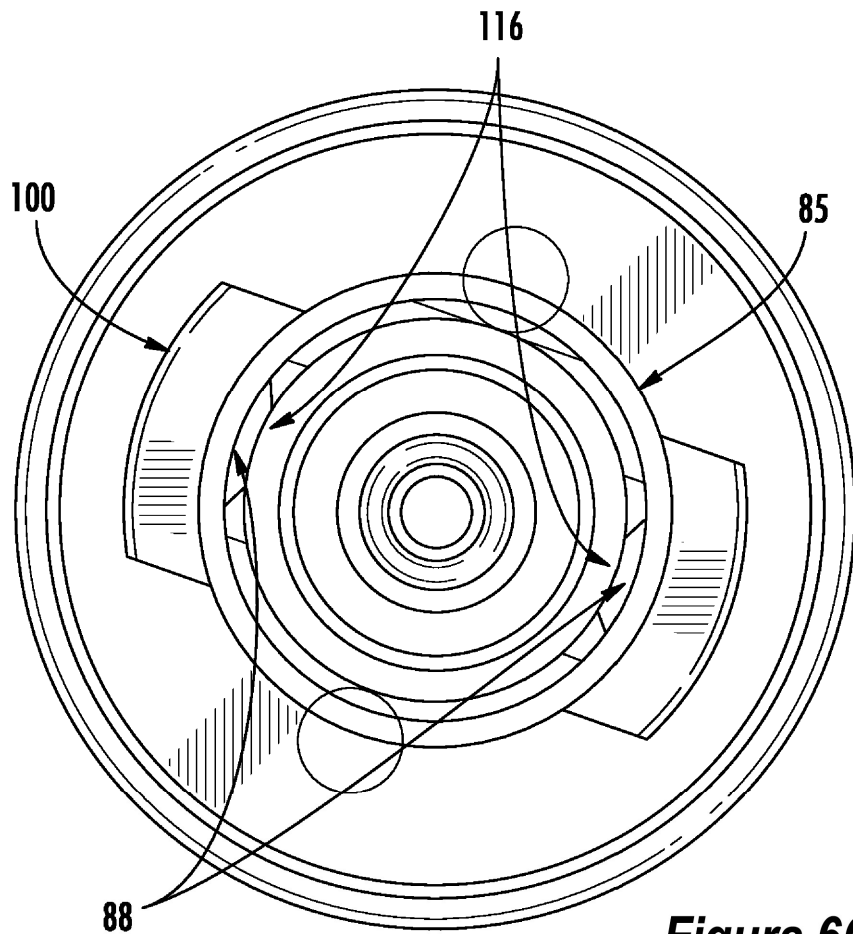
Figura 4



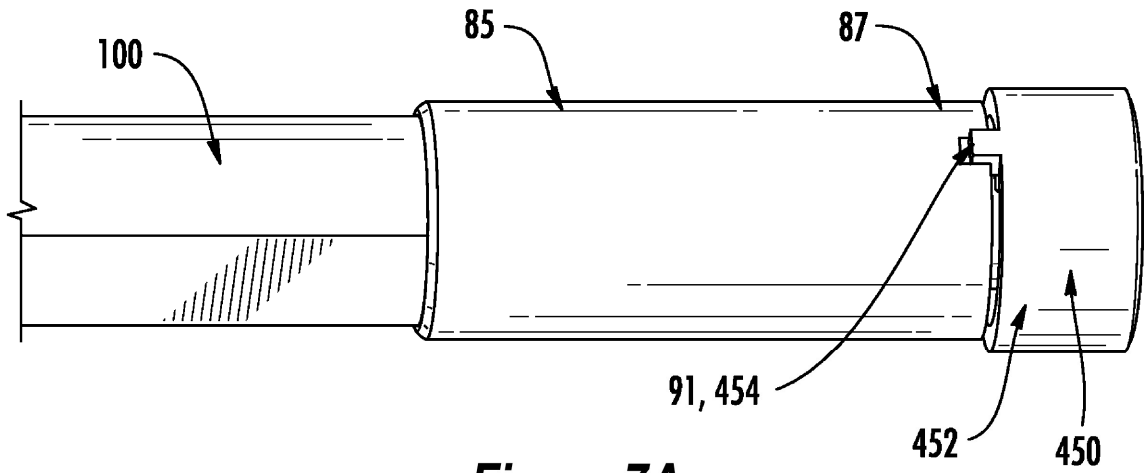




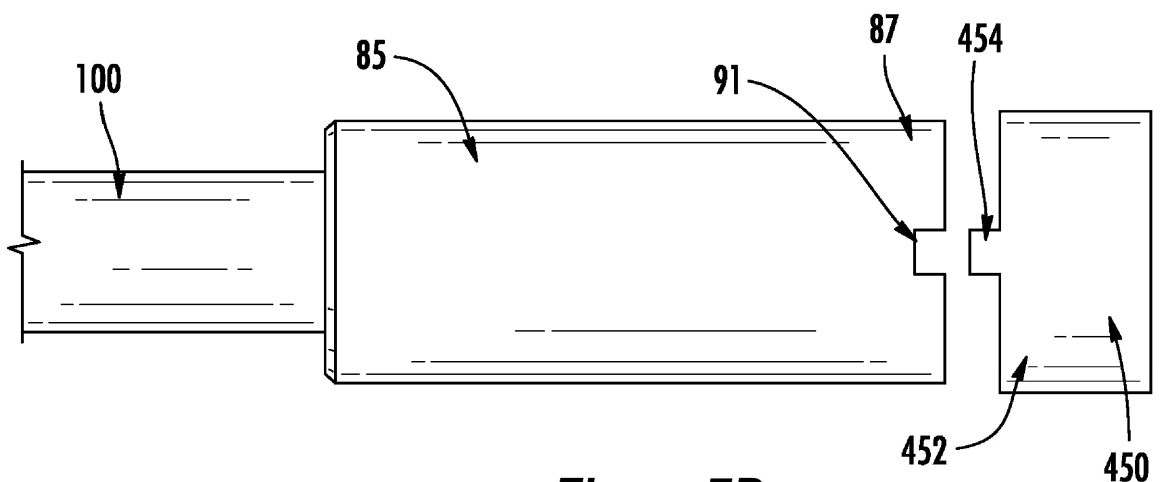
**Figura 6B**



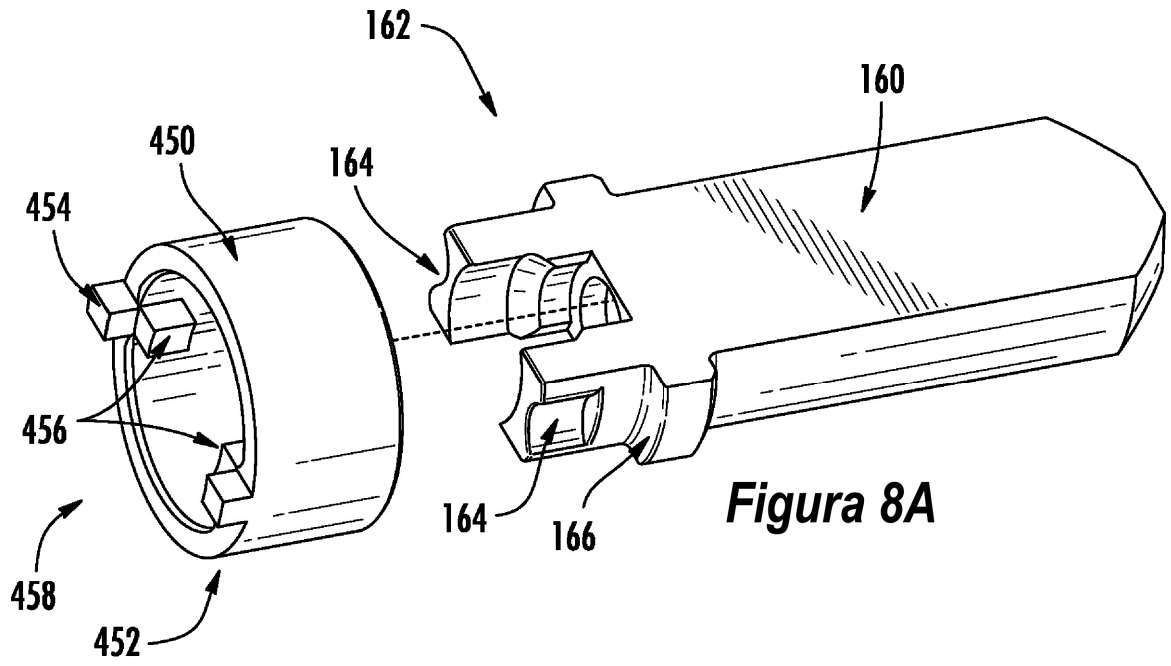
**Figura 6C**



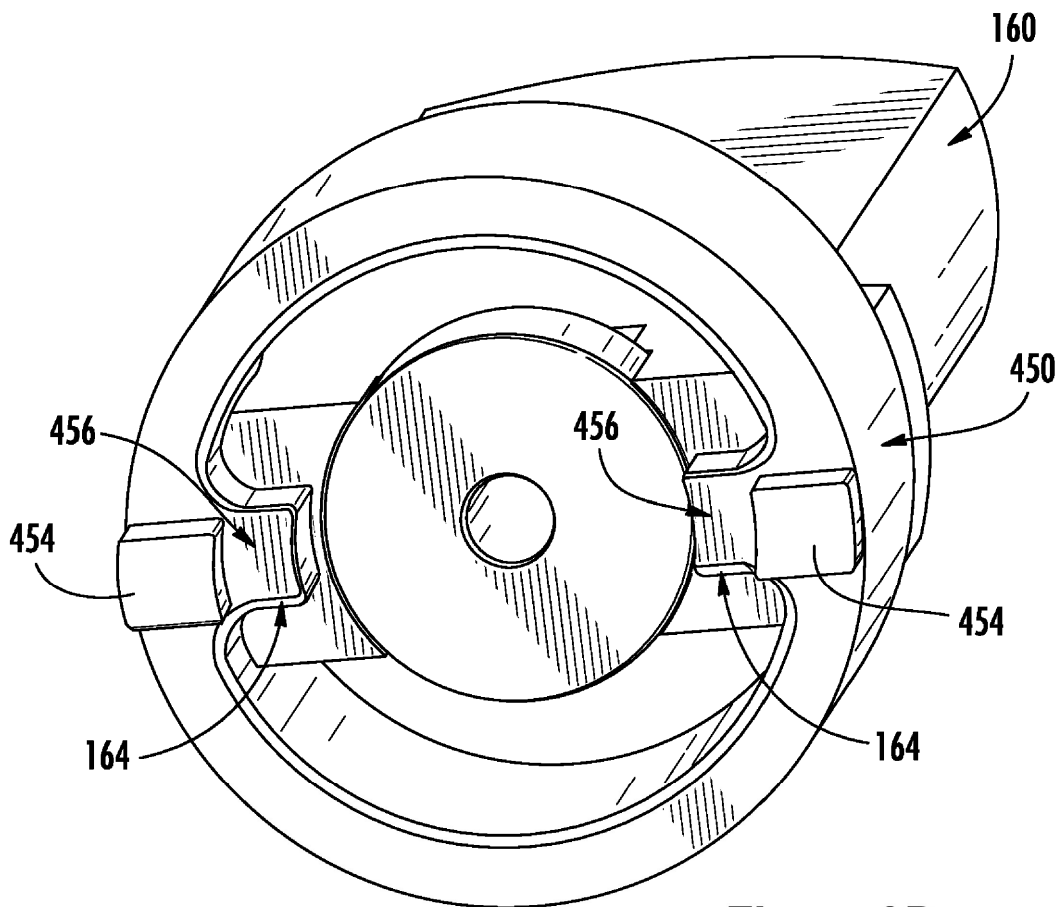
**Figura 7A**



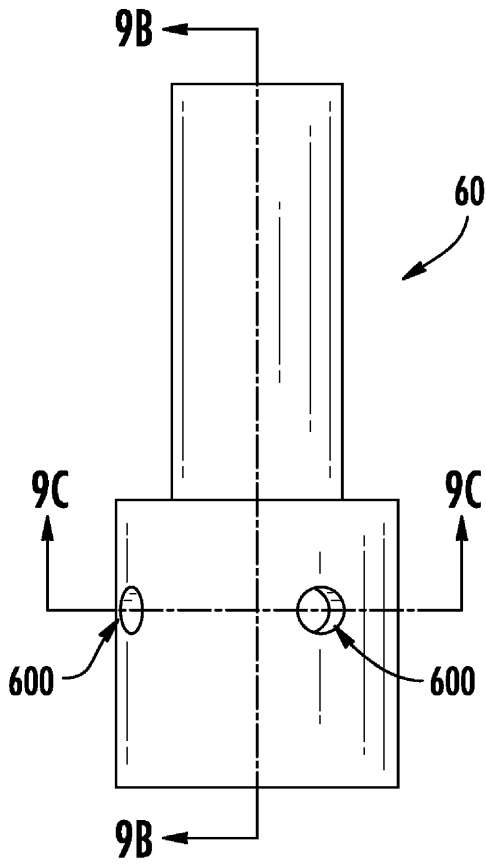
**Figura 7B**



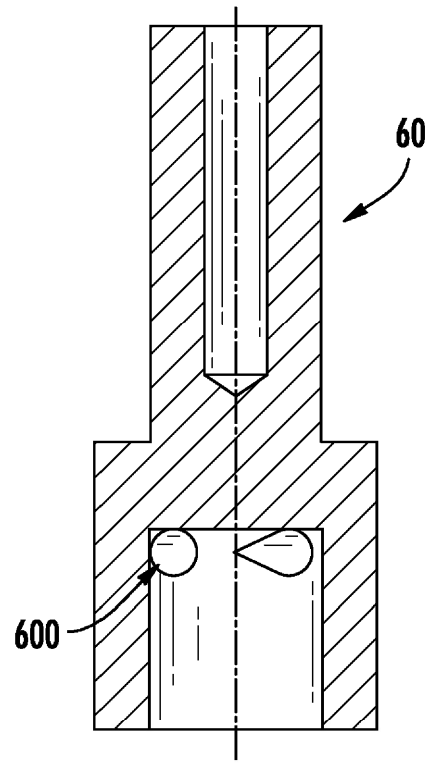
**Figura 8A**



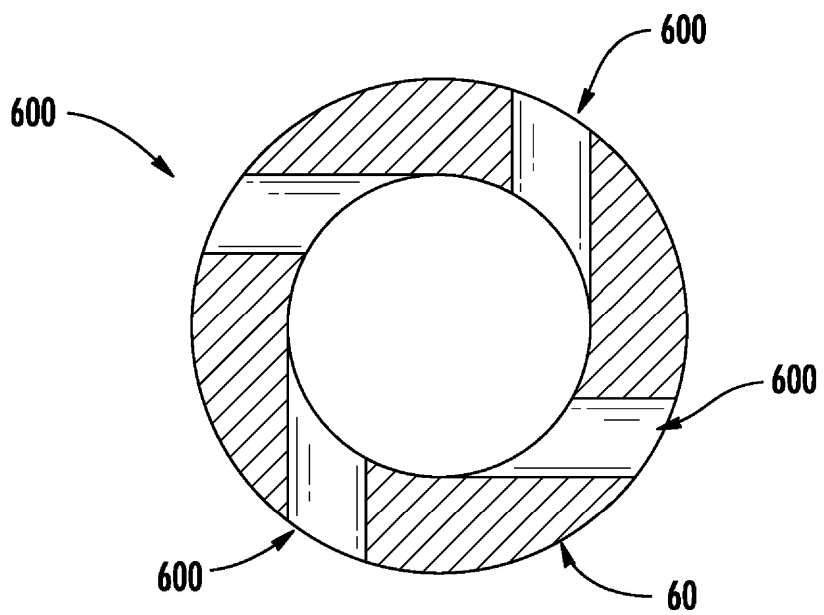
**Figura 8B**



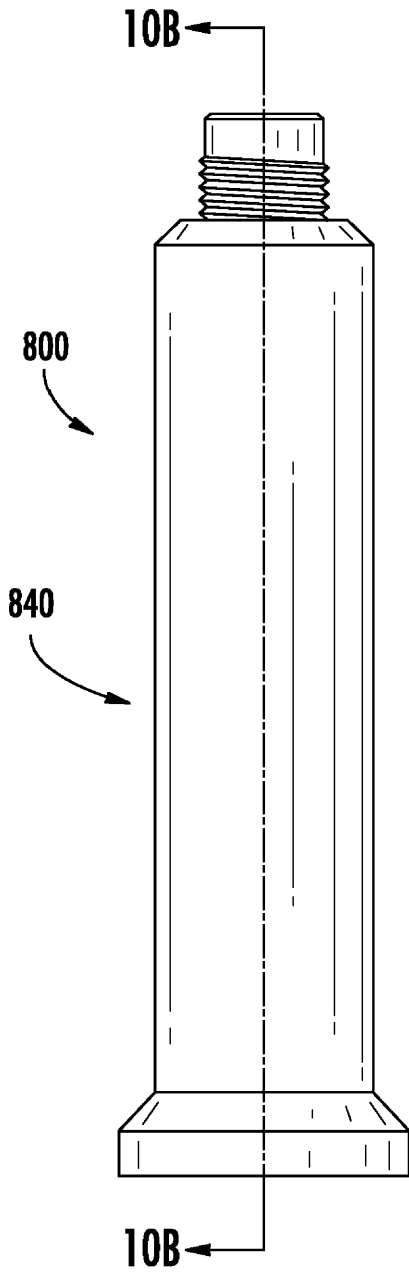
**Figura 9A**



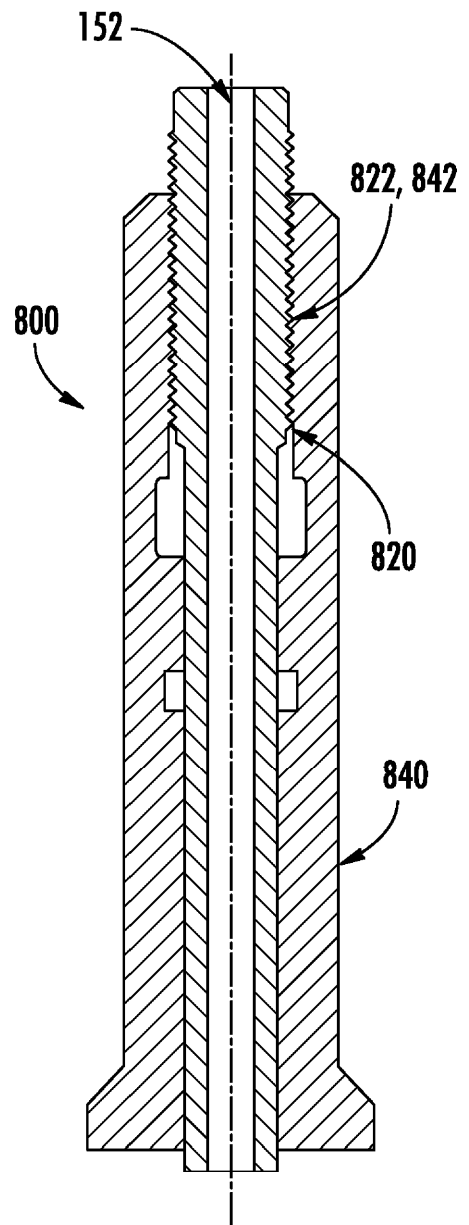
**Figura 9B**



**Figura 9C**



**Figura 10A**



**Figura 10B**

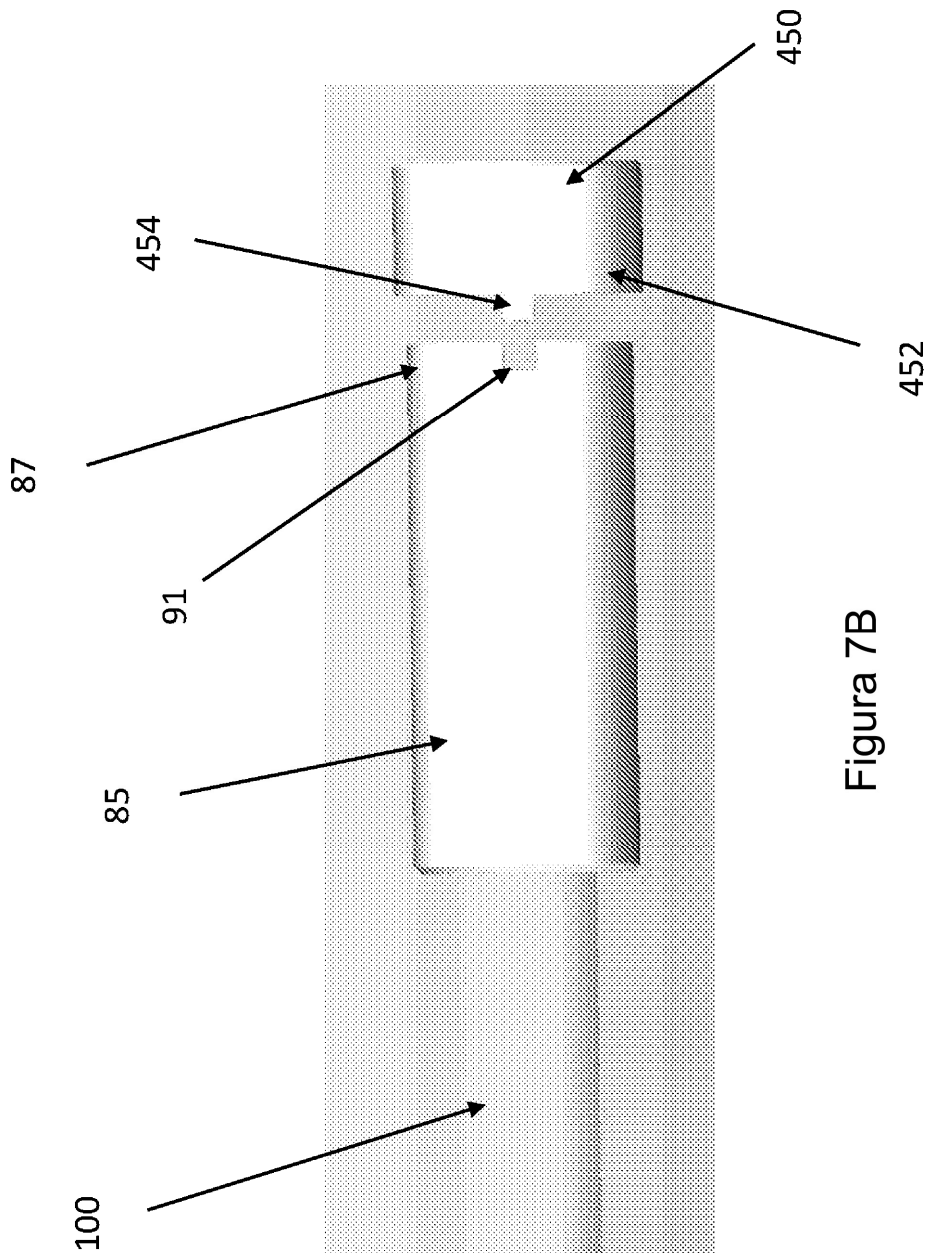


Figura 7B

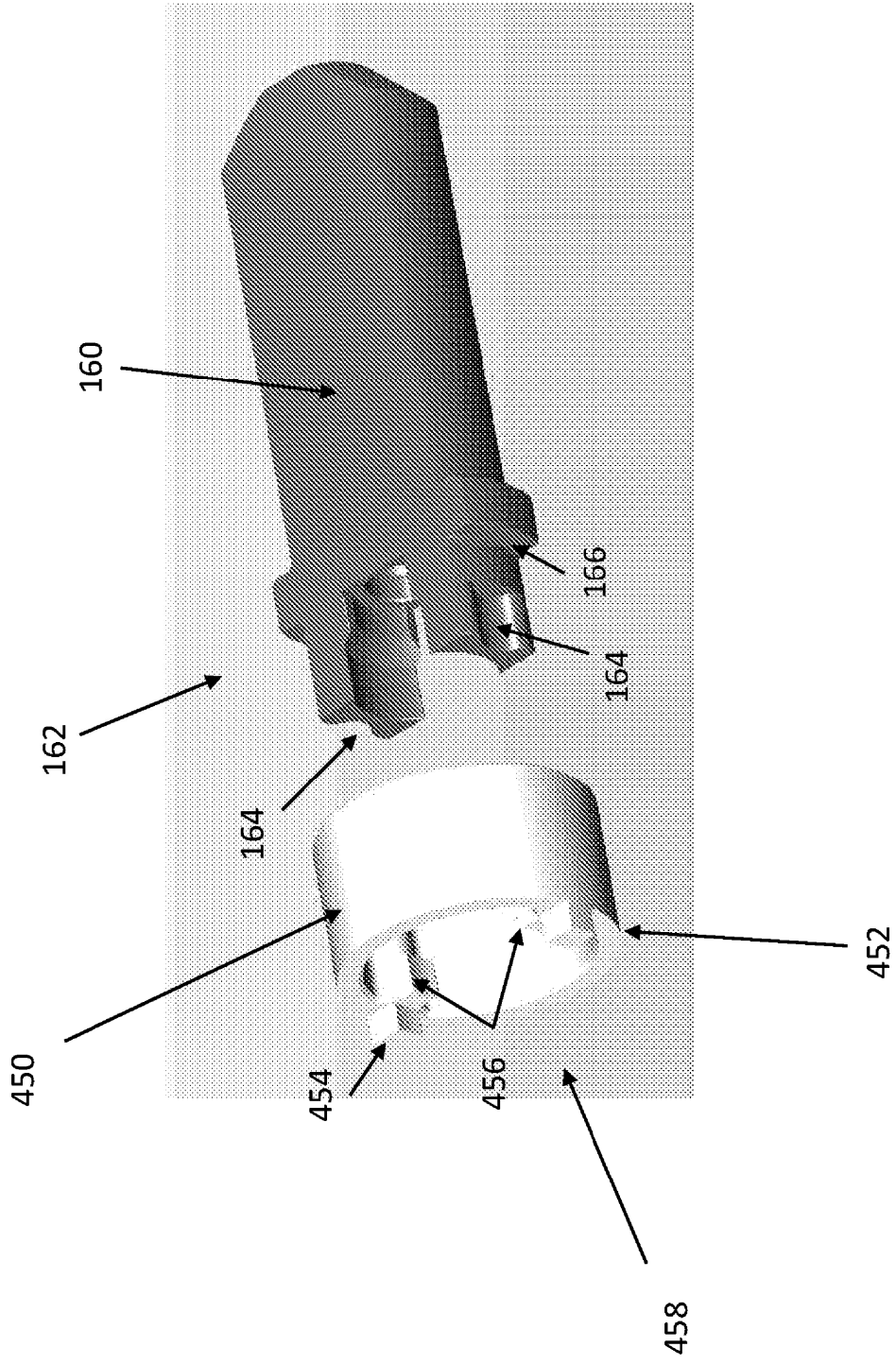


Figura 8A

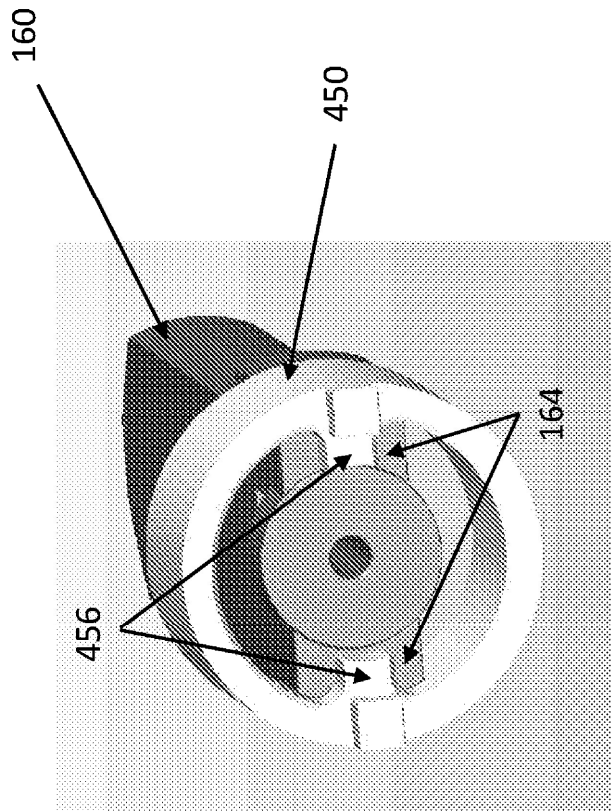


Figura 8B

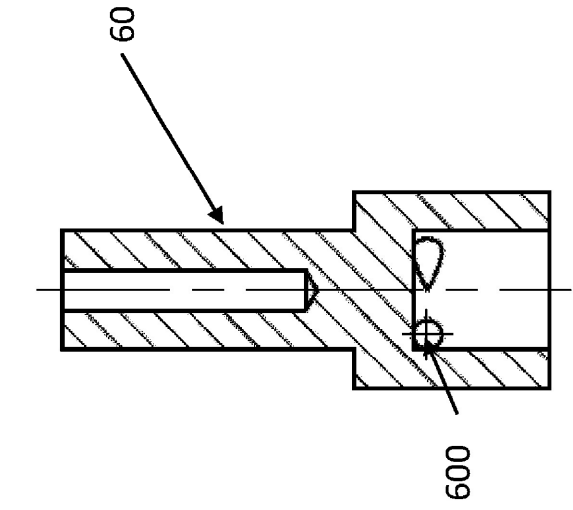


Figura 9B

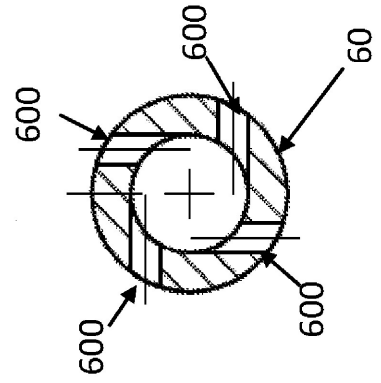


Figura 9C

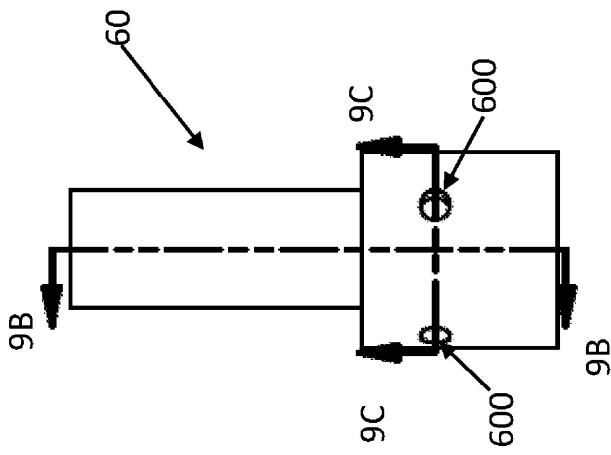


Figura 9A

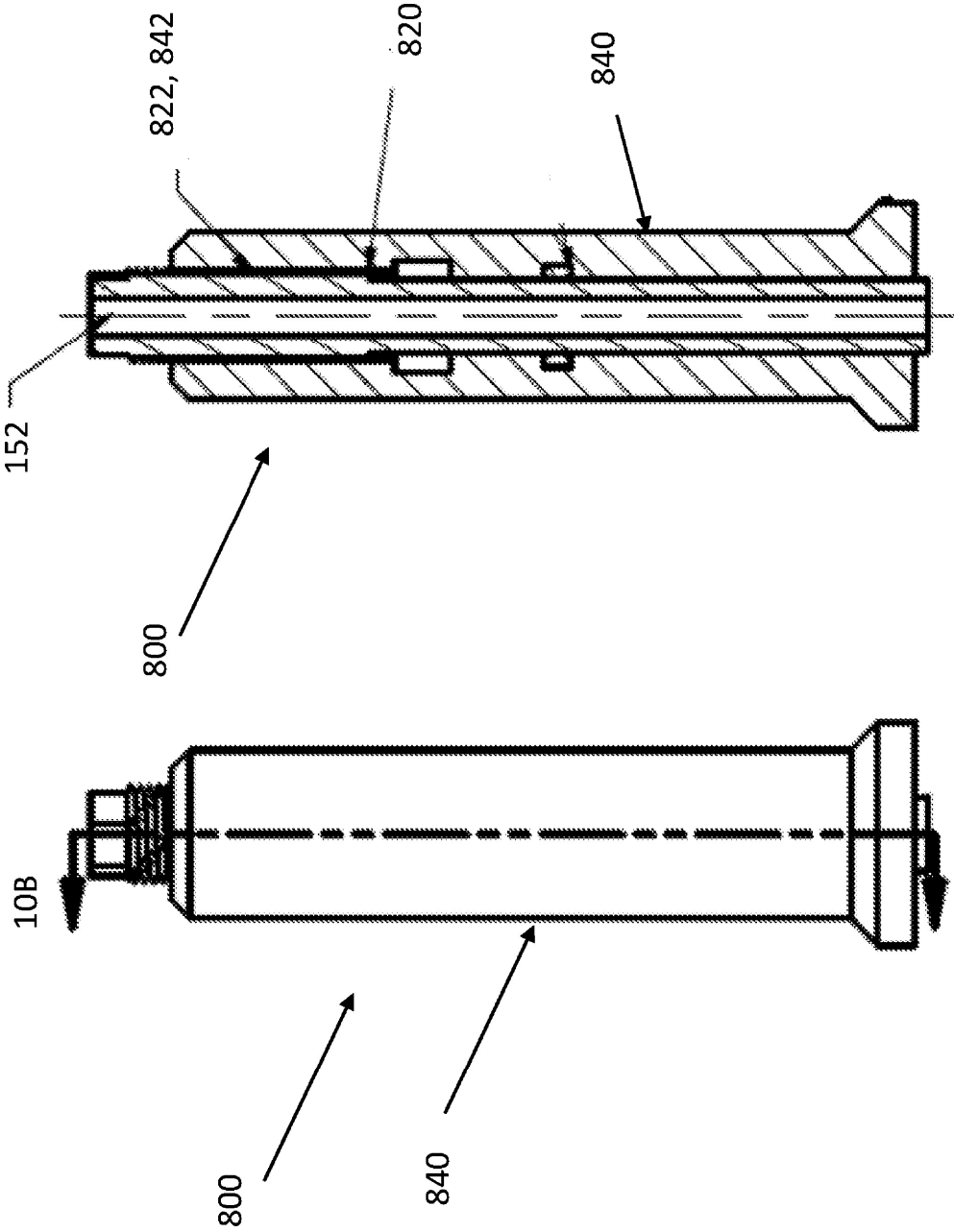


Figura 10B

Figura 10A