

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 607**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

A61F 9/00 (2006.01)

A61M 39/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2012 PCT/US2012/053641**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13039742**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2012 E 12830951 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2755616**

54 Título: **Sistemas y dispositivos para la extracción de tejidos**

30 Prioridad:

16.09.2011 US 201113234672

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

04.10.2017

73 Titular/es:

**MED-LOGICS, INC. (100.0%)
1627 Enterprise St.
Athens, TX 75751, US**

72 Inventor/es:

**ROSS, RODNEY, L.;
DENNEWILL, JAMES y
HUGHES, GREGG**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 635 607 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).

Sistemas y dispositivos para la extracción de tejidos

Descripción

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención está relacionada, en general, con la extirpación de tejidos; así, un ejemplo -no limitativo- relacionado con esta práctica es la extirpación de material de las cataratas del ojo de un paciente. La invención también está relacionada con el uso de pulsos de vacío para fragmentar y/o degradar el tejido que se va a eliminar.

ANTECEDENTES

Existen muchos procedimientos quirúrgicos que conllevan la extirpación de tejido(s) (también denominada 'extracción', 'eliminación', 'remoción' o 'retirada' -de tejidos-) del sitio de intervención quirúrgica, incluyendo diversos tipos de procedimientos oftalmológicos. Un ejemplo de un procedimiento que se realiza con frecuencia es la cirugía de cataratas. El instrumento elegido para eliminar las cataratas suele ser un dispositivo o aparato de facoemulsificación (abreviada como 'faco' o 'phaco'). La tecnología faco utiliza los ultrasonidos como forma de energía para fragmentar y eliminar las cataratas. Más específicamente, la tecnología faco utiliza la energía ultrasónica mecánica para hacer vibrar una pequeña aguja de titanio que fragmenta el material que forma las cataratas. A través de la aguja de titanio se aplica una fuerza de aspiración (o fuerza de succión) para extraer el material de las cataratas del ojo. Durante el procedimiento, un tubo coaxial proporciona fluido de irrigación al ojo y ayuda a neutralizar la gran cantidad de calor que genera la aguja vibratoria.

La tecnología faco (o tecnología de faco) presenta numerosos defectos. La alta energía ultrasónica que se utiliza puede provocar daños térmicos en el tejido ocular del sitio de incisión. Además, la tecnología faco es cara y el procedimiento de faco es complejo, además de requerir una prolongada curva de aprendizaje. Los países en desarrollo llevan años intentando adoptar la tecnología faco, pero en muchos de estos países el progreso ha sido lento debido al elevado coste de los aparatos de faco y las dificultades a las que deben hacer frente los cirujanos a la hora de aprender el método quirúrgico de facoemulsificación. También existe un deseo o necesidad por parte de los cirujanos para realizar incisiones más pequeñas que el estándar actual de 3,0 mm con el objetivo de reducir el astigmatismo inducido quirúrgicamente que puede provocarse en el sitio de incisión durante el procedimiento de faco. Las técnicas de faco tienden a provocar quemaduras térmicas en el sitio de incisión si la incisión se ciñe demasiado alrededor de la punta de faco y la funda (o capuchón) de irrigación de silicona. Independientemente del grado de 'ceñimiento', el alto nivel de energía ultrasónica que se emplea puede provocar una quemadura térmica en la incisión o una quemadura corneal. Además, algunas de las nuevas lentes intraoculares plegables ('LIO's o 'IOL's', por sus siglas en inglés) que se están desarrollando pueden introducirse en el ojo a través de una incisión de 2,5 mm. Si el cirujano intenta extirpar la catarata mediante una incisión de este tamaño, existe una mayor probabilidad de que sienta un efecto térmico debido a la fricción provocada por la punta ultrasónica de titanio y la funda de irrigación de silicona. Este efecto térmico puede hacer que el tejido se contraiga y provocar astigmatismo inducido.

Además, la energía ultrasónica mecánica que se aplica a través de la punta de titanio del aparato de faco crea un campo de cavitación con el que se pretende -junto con el movimiento mecánico de la punta- fragmentar el material de la catarata, pero puede dañar el iris o cualquier tejido o estructura oculares con los que entre en contacto durante la cirugía. El cirujano debe ser muy cuidadoso cuando activa la energía de ultrasonidos dentro del ojo. Debido a la dificultad para controlar la energía de ultrasonidos, a menudo el cirujano intenta dirigir las partículas de la catarata hacia la punta de titanio a través de un flujo de fluidos relativamente elevado. La mayoría de los cirujanos intentan reducir al mínimo el movimiento de la punta de faco en el ojo, ya que el elevado flujo de fluidos y el campo de energía ultrasónica llegan bastante más allá de la propia punta de faco. La amplia propagación de las ondas ultrasónicas y la cavitación son consecuencias inevitables de la técnica de faco; ambas son potencialmente dañinas y, actualmente, son limitaciones que presenta la facoemulsificación convencional.

Asimismo, la energía ultrasónica tiene tendencia a provocar edema corneal, especialmente a niveles más elevados. Para proteger la córnea, muchos cirujanos inyectan material viscoelástico en el ojo antes de introducir la punta de faco en la cámara anterior del ojo. Algunos cirujanos usan material viscoelástico durante la fase de la intervención de cataratas en la que la LIO se introduce en el ojo. El material viscoelástico es caro, por lo que cualquier disminución de su uso reduciría el coste del procedimiento de cataratas.

Además, se sabe que la energía ultrasónica producida por el aparato de faco daña las células endoteliales, ubicadas en el revestimiento interior de la córnea. Estas células son de vital importancia para la calidad de la visión. Cuanto más dura sea la catarata, mayor será la pérdida de células endoteliales debido al mayor nivel de ultrasonidos que se requiere para emulsionar la catarata. Se ha señalado que, en el uso de la tecnología faco, el promedio de pérdida de células endoteliales es de un 13,74% (de 1,5 a 46,66%) en el caso de las cataratas que tienen una dureza de entre 1+ (uno plus) y 3+ (tres plus). También se ha señalado que el promedio de pérdida de células endoteliales es de un 26,06% (de 6,81 a 58,33%) cuando se eliminan con un aparato faco las cataratas con una dureza de 4+ (cuatro plus).

La cantidad de fluido que se utiliza en una cirugía de cataratas puede tener un impacto considerable en la claridad de la córnea después de la operación y en la eficacia general del procedimiento quirúrgico. Los aparatos de faco actuales realizan una incisión de faco parcialmente cerrada debido a los problemas de calor térmico. Esta incisión hace que una cantidad considerable de fluido salga del ojo durante la cirugía. Para compensarlo, muchos sistemas deben usar unos índices de aspiración más elevados para atraer el material de la lente hacia la aguja de titanio. Junto con estos índices de flujo más elevados, tiende a crearse una mayor turbulencia y a poner en peligro la estabilidad general de la cámara ocular. Por lo tanto, sería más ventajoso poder operar con una incisión completamente cerrada, de manera que el flujo de fluidos saliente se condujera únicamente a través de la cánula de extracción. Con un aparato no ultrasónico, como el aparato que se muestra en la presente divulgación -el cual, a diferencia de los otros, se basa en un principio de oclusión-, el consumo de fluidos puede ser mínimo y el procedimiento quirúrgico se puede mejorar, reduciendo el tiempo de cirugía.

Además, en el futuro será necesario realizar incisiones más pequeñas (aproximadamente de 1 mm) para llevar a cabo una extracción intracapsular de cataratas y acomodar las LIOs inyectables que están desarrollando diversos fabricantes de LIOs. Con la tecnología faco actual no será posible realizar un procedimiento intracapsular debido a las limitaciones relacionadas con la gestión del calor producido por los ultrasonidos mecánicos.

En vista de lo anterior, actualmente existe una necesidad de contar con equipos y métodos para la extirpación de tejidos que sean más rentables; reduzcan el riesgo de daños y provoquen un daño menor a los tejidos circundantes del sitio quirúrgico, como el ojo de un paciente, lo cual incluye reducir o eliminar la energía térmica ultrasónica; reduzcan el riesgo de que surjan complicaciones postoperatorias; simplifiquen y reduzcan el tiempo de duración del procedimiento; y reduzcan el tamaño del sitio de incisión requerido para un procedimiento dado, lo cual incluye adaptar las nuevas tecnologías de lentes intraoculares (LIO) que se están desarrollando en la actualidad.

US 2007/0016174 A1 desvela un sistema quirúrgico que utiliza una bomba de fluidos como fuente de vacío. Se proporciona un dispositivo para la extracción de tejidos (instrumento quirúrgico) que tiene un almacén o cubierta y un tubo hueco. La succión se aplica a la punta distal partiendo desde el tubo hueco y a través de una válvula. El accionador que controla las válvulas puede tener un accionamiento neumático.

US 2008/0319374 A1 también guarda relación con un instrumento quirúrgico que tiene un dispositivo para la extracción de tejidos e incluye una sonda hueca. Una bomba de aspiración succiona el fluido mediante una vía de fluidos y una válvula de oclusión en dirección a la punta de la sonda hueca.

De manera similar, esto también se aplica a US 2010/0191178 A1, que muestra un dispositivo para la extracción de tejidos con una cánula que sobresale del almacén. Se proporcionan una válvula y un dispositivo de pulsos (también llamados 'impulsos' o 'pulsaciones') de vacío.

RESUMEN

La invención se define y determina en las reivindicaciones 1 y 9. Las realizaciones particulares se especifican en las reivindicaciones subordinadas.

Para abordar los problemas previamente expuestos, ya sea completa o parcialmente, y/u otros problemas que hayan podido observar las personas con conocimientos y habilidades en este campo, la presente divulgación proporciona diversos métodos, procesos, sistemas, equipos, instrumentos, aparatos y/o dispositivos, los cuales se describen a modo de ejemplo mediante la puesta en práctica y las aplicaciones (o implementaciones) que se explican más adelante.

De acuerdo con una aplicación (o implementación), un dispositivo o aparato para la extirpación de tejidos incluye: una cubierta o almacén; una cánula de aspiración (o cánula de succión) rígida que se extiende desde el almacén hasta una punta distal fuera del almacén; una válvula situada en el almacén y diseñada para comunicarse con una fuente de vacío, de manera que la válvula contiene un puerto que se comunica con la cánula de aspiración por una vía sellada a los fluidos, y de manera que el diámetro interno del puerto de la válvula es mayor que el diámetro interno de la punta distal; y un accionador o mecanismo de encendido que funciona mecánicamente y está diseñado para mover la válvula entre una posición abierta y una posición cerrada, de manera que: en la posición abierta, el puerto de la válvula está abierto y la válvula determina una ruta de aspiración a través de la cánula de aspiración y la propia válvula; y, en la posición cerrada, el puerto de la válvula está cerrado, de modo que la válvula evita que se aplique vacío en la punta distal. En la reivindicación 1 se especifican otras características adicionales.

De acuerdo con otra aplicación, un sistema para la extracción de tejidos incluye: el aparato para la extracción de tejidos; una vía o línea de aspiración que se comunica con la válvula y pasa a través del almacén del aparato de extracción de tejidos; y un cartucho o casete que contiene un interior, una entrada o válvula de aspiración que se comunica con la vía de aspiración y el interior del cartucho, y una salida de vacío que se comunica con el interior del cartucho y está diseñada para comunicarse con la fuente de vacío, de manera que el cartucho está diseñado para funcionar en una posición de instalación (o posición instalada) en la que el cartucho se introduce -de modo que puede extraerse- en una consola o compartimento; así, en la posición instalada, la salida de vacío se

comunica con la fuente de vacío, de manera que la ruta de aspiración empieza en la cánula interior, atraviesa la vía de aspiración y llega hasta el interior del cartucho.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

5 La invención puede comprenderse mejor tomando como referencia las siguientes figuras. Los elementos o componentes de las figuras no están necesariamente a escala, de manera que lo que se pretende verdaderamente es ilustrar los principios de la invención. En las figuras, los mismos números de referencia designan las partes correspondientes a través de las diferentes vistas.

10 La Figura 1 ("Figure 1") es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de extracción de tejidos de acuerdo con una aplicación de la presente invención.
 La Figura 2 es un ejemplo de una señal de vacío pulsado que puede aplicarse mediante el sistema de extracción de tejidos.
 15 La Figura 3 es otro ejemplo de una señal de vacío pulsado que puede aplicarse mediante el sistema de extracción de tejidos.
 La Figura 4 es una vista transversal de un ejemplo de un elemento o componente térmico y una cánula que pueden incluirse junto con un aparato de extracción de tejidos de acuerdo con una aplicación que se desvela en el presente documento.
 20 La Figura 5 es una vista frontal del elemento térmico y la cánula desde una perspectiva exterior.
 La Figura 6 es una vista superior del elemento térmico y la cánula ilustrados en las Figuras 5 y 6.
 Las Figuras 7, 8 y 9 son vistas en perspectiva de la cánula y los correspondientes ejemplos que muestran cómo puede ser la estructura del elemento térmico.
 La Figura 10 es una vista transversal de un ejemplo de la estructura de un aparato para la extracción de tejidos que forma su propia vía de aspiración, con un dispositivo de pulsos de vacío en una posición abierta.
 25 La Figura 11 es otra vista transversal de la estructura que se ilustra en la Figura 10, con el dispositivo de pulsos de vacío en una posición cerrada.
 La Figura 12 es una vista transversal de otro ejemplo de un dispositivo de pulsos de vacío que tiene un miembro móvil en una posición retraída.
 30 La Figura 13 es una vista transversal del dispositivo de pulsos de vacío que se ilustra en la Figura 12, con el miembro móvil en su posición extendida.
 La Figura 14 es una vista lateral en alzado de un ejemplo de un miembro móvil que puede proporcionarse en un dispositivo de pulsos de vacío.
 La Figura 15 es una vista transversal de otro ejemplo de un dispositivo de pulsos de vacío con un miembro móvil en una posición retraída.
 35 La Figura 16 es una vista transversal del dispositivo de pulsos de vacío que se ilustra en la Figura 14, con el miembro móvil en su posición extendida.
 La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de extracción de tejidos de acuerdo con otra aplicación de la presente invención.
 40 La Figura 18 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un aparato o dispositivo de extracción de tejidos de acuerdo con otra aplicación de la presente invención.
 La Figura 19 es una vista en planta superior del aparato de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 18.
 La Figura 20 es una vista transversal del aparato de extracción de tejidos tomada a lo largo de la línea B-B de la Figura 19.
 45 La Figura 21 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un instrumento quirúrgico de mano de acuerdo con otra aplicación de la presente invención.
 La Figura 22 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un sello o cierre para incisiones expandible de acuerdo con una aplicación que se desvela en el presente documento, con el sello en una posición expandida.
 50 La Figura 23 es una vista en perspectiva del sello expandible que se ilustra en la Figura 22, con el sello en una posición retraída.
 La Figura 24A es una vista lateral invertida de un ejemplo de un dispositivo de extracción de tejidos de acuerdo con otra aplicación de la presente invención.
 55 La Figura 24B es una vista en perspectiva de otro ejemplo de un dispositivo de extracción de tejidos de acuerdo con una aplicación de la presente invención.
 La Figura 25 es una vista transversal del dispositivo de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 24A.
 La Figura 26 es una vista en perspectiva despiezada del dispositivo de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 24A y que presenta los componentes del montaje o estructura de la válvula rotativa.
 60 La Figura 27 es una vista esquemática de la ruta del flujo de fluidos del dispositivo de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 24A, que muestra un ejemplo de la configuración de una vía de aspiración expandible.
 La Figura 28 es una vista transversal de una membrana de punta I/A de la presente invención aplicada a un extremo distal de la cánula.
 65 La Figura 29 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un método para extirpar o eliminar tejido a partir de una incisión en el ojo de acuerdo con la presente invención.

La Figura 30A es una vista transversal de un dispositivo para aplicar una membrana de punta I/A al extremo distal de un aparato de extracción de tejidos de la presente invención.

La Figura 30B es una vista transversal del aparato que se ilustra en la Figura 29A que muestra el extremo distal de un aparato de extracción de tejidos introducido en el aparato.

La Figura 30C es una vista lateral que muestra una membrana de punta I/A aplicada al extremo distal de un aparato para la extracción de tejidos de la presente invención.

La Figura 31 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un aparato de extracción de tejidos de acuerdo con otra aplicación.

La Figura 32 es una vista en planta del aparato para la extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 31.

La Figura 33 es una vista en perspectiva de un ejemplo de una válvula (o un montaje de válvula) que puede proporcionarse con el aparato para la extracción de tejidos que se ilustra en las Figuras 31 y 32.

La Figura 34 es una vista transversal del aparato para la extracción de tejidos que se ilustra en las Figuras 31 y 32, con el montaje de válvula en posición abierta.

La Figura 35 es una vista transversal del aparato para la extracción de tejidos que se ilustra en las Figuras 31 y 32, con el montaje de válvula en posición cerrada.

La Figura 36 es una vista lateral de un ejemplo de una cánula de aspiración de acuerdo con otra aplicación.

La Figura 37 es una vista esquemática de un ejemplo de un aparato para la extracción de tejidos de acuerdo con otra aplicación.

La Figura 38 es una vista esquemática de un ejemplo de un cartucho o casete, un regulador de vacío y una fuente de vacío que pueden proporcionarse con el sistema de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 37.

La Figura 39 es una vista en perspectiva -y parcialmente en sección- de un ejemplo de un cartucho que puede proporcionarse con el sistema de extracción de tejidos que se ilustra en la Figura 37.

La Figura 40 es una vista lateral -y parcialmente en sección- del cartucho que se ilustra en la Figura 39.

La Figura 41 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un sello de cánulas cilíndrico de acuerdo con una aplicación.

La Figura 42 es una vista lateral del sello de cánulas que se ilustra en la Figura 41.

La Figura 43A es una vista en sección de un dispositivo para aplicar una membrana elástica al extremo distal de la cánula de aspiración, de acuerdo con una aplicación.

La Figura 43B es una vista en sección del dispositivo que se ilustra en la Figura 43A, que muestra una cánula que se introduce en el mismo.

La Figura 43C es una vista lateral de la cánula con la membrana elástica instalada en la misma.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de extracción de tejidos (también denominado 'sistema de extirpación o eliminación de tejidos') 100 de acuerdo con una aplicación que se desvela en el presente documento. Normalmente, el sistema de extracción de tejidos 100 incluye un aparato de extracción de tejidos (también llamado 'dispositivo para la extracción de tejidos') 104, una bomba de vacío 108 y uno o más dispositivos de control del sistema como una consola de control 112 y un dispositivo de control manejado o accionado con el pie 116. En las aplicaciones habituales, el aparato de extracción de tejidos 104 tiene un tamaño y estructura adecuados para que un usuario lo pueda manejar cómodamente con sus manos y, por lo tanto, es posible referirse al aparato como pieza de mano, instrumento de mano y dispositivo de mano. Otros componentes del sistema de extracción de tejidos 100 pueden ser móviles o inmóviles, o ser adecuados o estar indicados para un procedimiento particular en el que se utilice el sistema de extracción de tejidos 100. El aparato de extracción de tejidos 104 y otros componentes pueden proporcionarse al cirujano en una forma esterilizada y previamente montada que está adaptada para interconectarse fácil y rápidamente y completar el sistema de extracción de tejidos 100. El aparato de extracción de tejidos 104 y otros componentes diversos pueden fabricarse a partir de materiales desechables.

Normalmente, el sistema de extracción de tejidos 100 está adaptado para que lo use un cirujano (u otro tipo de usuario) a fin de extraer o eliminar el tejido objetivo o tejido de actuación ('target tissue', en inglés) 120 de un sitio quirúrgico 124 mediante la aplicación controlada de vacío -o de vacío y energía térmica- en una punta distal del aparato de extracción de tejidos 104. En este contexto, el tejido objetivo 120 incluye normalmente cualquier tejido que se desee extirpar del sitio quirúrgico 124. Por ejemplo, el tejido objetivo 120 puede ser el material de cataratas que se ha de eliminar del ojo de un paciente. El vacío se puede utilizar no solo para aspirar el tejido objetivo 120 del sitio quirúrgico 124, sino también como método para deshacer o separar el tejido objetivo 120. La energía térmica también se puede utilizar para ayudar a deshacer el tejido objetivo 120. El sistema de extracción de tejidos 100 también puede incluir un punto o lugar de recogida de tejidos 128, que puede ser cualquier receptáculo o recipiente -o similar- adecuados, y que se comunica con la bomba de vacío 108 mediante una línea o vía de salida 130, para permitir la recogida y la eliminación esterilizadas del tejido aspirado. Dependiendo de la aplicación particular, el sistema de extracción de tejidos también puede estar configurado para añadir ciertos tipos de materiales al sitio quirúrgico por medio del aparato de extracción de tejidos. Por ejemplo, el sistema de extracción de tejidos puede estar adaptado para aplicar fluido de irrigación al sitio quirúrgico, o puede ser otro instrumento diferente el que se encargue de dicha función. Citando otros ejemplos, el aparato de extracción de tejidos puede estar diseñado para inyectar un material que absorbe el material cortical, o un gel u otro material refractivo que sustituye el cristalino

humano, un material de LIOs fluible, etc.

Generalmente, el aparato de extracción de tejidos 104 incluye un extremo distal abierto 132 que está adaptado para colocarse y manejarse en el sitio quirúrgico 124, y un extremo proximal opuesto 136. El aparato de extracción de tejidos también incluye un armazón 140 que encierra o incluye en su interior a diversos componentes. Como se ha señalado previamente, el armazón 140 puede estar diseñado (en cuanto a su forma, tamaño, etc.) para que un cirujano lo pueda sujetar en su mano. En las aplicaciones ventajosas, el armazón 140 está fabricado a partir de un material que aísla tanto eléctrica como térmicamente para proteger al cirujano; diversos termoplásticos y otros compuestos poliméricos son algunos ejemplos no limitativos de esto. Uno o más de los componentes del aparato de extracción de tejidos 104 (conductos, tuberías, cámaras, etc.) forman una línea o vía de vacío interna 144 que pasa a través del armazón 140, y que normalmente procede del extremo distal abierto 132 y va hasta -o, al menos, hacia- el extremo proximal 136. Parte de la línea de aspiración interna 144 está formada por una cánula 148 que puede extenderse desde una abertura distal del armazón 140 a lo largo de una pequeña distancia y terminar en una punta distal abierta que se corresponde con el extremo distal abierto 132 del aparato de extracción de tejidos 104. Por medio de un accesorio adecuado (no se muestra) del aparato de extracción de tejidos 104, que normalmente está situado en o cerca del extremo proximal 136 (es decir, una abertura proximal del armazón 140), la línea de aspiración interna 144 puede tener una 'comunicación fluida' ('una comunicación de fluidos') con la bomba de vacío 108 por medio de una conexión con una línea de aspiración externa 152 con una longitud adecuada.

El aparato de extracción de tejidos 104 también puede incluir un dispositivo de pulsos de vacío 156 situado en el armazón 140 y comunicado de forma operativa con la línea de aspiración interna 144. Cuando la bomba de vacío 108 determina un nivel controlado de vacío, el dispositivo de pulsos de vacío 156 puede controlarse para que genere pulsos de vacío con una frecuencia y una duración controladas. Con este propósito, el dispositivo de pulsos de vacío 156 puede comunicarse eléctricamente con la consola de control 112 mediante una vía o línea de señales de control de los pulsos de vacío 160. El dispositivo de pulsos de vacío 156 también puede estar configurado de cualquier modo que sea adecuado para generar pulsos de vacío (también llamados 'impulsos de vacío' o 'pulsaciones de vacío'); más adelante se describen algunos ejemplos de esto. Para optimizar el efecto de los pulsos de vacío, la parte de la línea de aspiración interna 144 que se encuentra entre el dispositivo de pulsos de vacío 156 y el extremo distal abierto 132 debería ser rígida a fin de que la energía pulsada que se genera se conserve mientras se transfiere al extremo distal 132. Es decir, deben evitarse los materiales de conducción blandos (por ejemplo, los tubos flexibles) en esta parte de la línea de succión interna 144, ya que estos materiales pueden proporcionar a la energía pulsada un efecto amortiguador no deseado. Por tanto, la cánula 148 debe fabricarse con materiales rígidos. Dependiendo del diseño del aparato de extracción de tejidos 104, la cánula ilustrada 148 puede extenderse desde la punta distal de este hasta el dispositivo de pulsos de vacío 156, es decir, a lo largo de la parte entera de la línea de aspiración interna 144 que debe ser rígida. De manera alternativa, puede haber uno o más conductos distintos entre la cánula 148 y el dispositivo de pulsos de vacío 156 y, en tal caso, estos conductos distintos también deben ser rígidos.

Cuando está en funcionamiento, la bomba de vacío 108 suministra un nivel básico de vacío al aparato de extracción de tejidos 104. El cirujano puede controlar y regular este nivel de vacío a su gusto para aspirar o succionar tejido. En un procedimiento de eliminación de tejidos, el cirujano puede ajustar el nivel de vacío para que sea constante o puede modificar el nivel de vacío -durante cualquier periodo de tiempo-. El dispositivo de pulsos de vacío 156 puede controlarse para que 'pulse' -o emita pulsos de- el vacío que genera la bomba de vacío 108. Los pulsos o pulsaciones de vacío pueden realizarse por muy diversos motivos; por ejemplo, para separar o deshacer el tejido objetivo 120 antes de aspirarlo. En un ejemplo particular, la energía de vacío pulsada se usa para deshacer material de cataratas. El cirujano puede determinar la duración media de los pulsos de vacío (esto es, el tiempo durante el que está activo el dispositivo de pulsos de vacío 156), así como los parámetros de los pulsos (por ejemplo, la magnitud y duración/frecuencia de los pulsos). Por ejemplo, el cirujano puede escoger entre diversos programas preestablecidos (predeterminados, preprogramados, etc.) de pulsos de vacío y/o puede ajustar los parámetros de los pulsos de vacío en tiempo real (sobre la marcha). El cirujano puede controlar los parámetros de funcionamiento de la bomba de vacío 108 y el dispositivo de pulsos de vacío 156 utilizando la consola de control 112 y/o el dispositivo de control accionado con el pie 116.

En las Figuras 2 y 3 se ilustran unos cuantos ejemplos de programas (o perfiles) de pulsos de vacío que pueden implementarse con el dispositivo de pulsos de vacío 156. Más específicamente, la Figura 2 es un ejemplo de una señal de vacío pulsado que se caracteriza por tener un pulso con una frecuencia relativamente alta y un nivel de vacío moderado. La Figura 3 es un ejemplo de una señal de vacío pulsado que se caracteriza por tener un pulso con una frecuencia relativamente baja y un nivel de vacío elevado. En las aplicaciones ventajosas, los trenes de pulsos (también llamados 'trenes de impulsos') tienen un perfil escalonado (esto es, son funciones escalonadas u ondas cuadradas), tal y como se muestra en las Figuras 2 y 3, en el que el nivel de vacío cambia abruptamente entre un valor alto y un valor bajo (que puede corresponder a un vacío cero o a un vacío muy bajo). Esto es, las transiciones entre los valores altos y bajos no se ven mejoradas por pendientes o funciones curvas. De este modo, los pulsos conforman, en efecto, una secuencia de impactos separados que son eficaces para deshacer el tejido objetivo 120.

Para algunos propósitos específicos de los pulsos de vacío, como deshacer ciertos tipos de tejidos, puede ser deseable o necesario que la magnitud de los pulsos de vacío sea significativamente más alta que la magnitud del

vacío básico proporcionado por la bomba de vacío 108. Por consiguiente, el manejo del dispositivo de pulsos de vacío 156 puede coordinarse con el manejo de la bomba de vacío 108, lo cual puede hacerse automáticamente mediante la consola de control 112. Por ejemplo, la consola de control 112 puede estar configurada para aumentar el nivel de vacío generado por la bomba de vacío 108 tras la activación del dispositivo de pulsos de vacío 156, y, de forma similar, puede estar configurada para disminuir el nivel de vacío tras la desactivación del dispositivo de pulsos de vacío 156. Además, como medida de seguridad, la consola de control 112 puede estar configurada para apagar la bomba de vacío 108 tras la desactivación del dispositivo de pulsos de vacío 156, o cuando se detecte un fallo en el dispositivo de pulsos de vacío 156. Este tipo de coordinación resulta particularmente útil para ciertos tipos de procedimientos de eliminación de tejidos como la extracción de cataratas y otros procedimientos oftalmológicos. En estas condiciones de trabajo, los niveles de vacío más elevados en los que funcionan los pulsos de vacío podrían provocar -en ausencia de pulsos- unas condiciones de índices elevados de flujo de fluidos potencialmente perjudiciales. Es decir, cuando la punta distal del dispositivo de extracción de tejidos 104 está situada en un medio fluido como el interior del ojo de un paciente, el vacío que se crea por el funcionamiento de la bomba de vacío 108 crea un flujo de fluido que va desde el medio fluido hacia la bomba de vacío 108, atravesando la cánula 148 y todos los demás conductos de fluidos que forman parte de la línea de aspiración. Cuando el dispositivo de pulsos de vacío 156 no está en funcionamiento, la tasa -o índice- de flujo depende principalmente del nivel de vacío que crea la bomba de vacío 108. El sistema de extracción de tejidos 100 está configurado para controlar la bomba de vacío 108 de manera que el vacío que se aplique se encuentre en un rango de magnitudes que sean eficaces para aspirar el tejido objetivo 120 sin dañar o afectar negativamente a los tejidos cercanos o a otras estructuras. Por otra parte, cuando el dispositivo de pulsos de vacío 156 también está activo, los pulsos de vacío -es decir, la ruptura y el restablecimiento cíclicos del vacío que se aplica en la punta distal- afectan de forma considerable al índice del flujo de fluidos. Normalmente, cuanto mayor sea la tasa de pulsos de vacío, menor será la tasa de flujo de fluidos; y cuanto menor sea la tasa de pulsos de vacío, mayor será la tasa de flujo de fluidos. Así, los pulsos de vacío de alta frecuencia pueden aplicarse a una magnitud relativamente alta para deshacer el tejido objetivo 120 de una forma muy eficaz y segura, puesto que la tasa resultante de flujo de fluidos sigue estando dentro de un rango seguro. Sin embargo, si el vacío permaneciera en una magnitud tan elevada después de que cesaran los pulsos o pulsaciones -debido a la desactivación o a un fallo del dispositivo de pulsos de vacío 156-, la tasa del flujo de fluidos podría aumentar rápidamente hasta alcanzar unos niveles peligrosos. En el caso de algunos sitios quirúrgicos delicados, como el ojo de un paciente, este cambio brusco del flujo de fluidos y/o transición repentina a un vacío de alta magnitud aplicado continuamente (no pulsado) podría provocar una pérdida rápida de fluidos y provocar daños al paciente. Por lo tanto, para eliminar el riesgo de lesiones, resulta ventajoso coordinar los respectivos manejos de la bomba de vacío 108 y el dispositivo de pulsos de vacío 156.

Como se acaba de explicar, unas tasas de pulsos de vacío más elevadas causan unas tasas de flujo de fluidos más bajas, y unas tasas de pulsos de vacío más bajas causan unas tasas de flujo de fluidos más elevadas. Así, cuando el aparato de extracción de tejidos 104 está funcionando en el modo de pulsos de vacío, el cirujano puede controlar la tasa de flujo de fluidos -y, por lo tanto, también la tasa de flujo del tejido deshecho que se está succionando por medio del aparato de extracción de tejidos 104- modificando la frecuencia de los pulsos de vacío que se aplican mediante el dispositivo de pulsos de vacío 156. Por ejemplo, la frecuencia de los pulsos de vacío puede modificarse manejando el botón de ajuste apropiado, situado en la consola de control 112, o el dispositivo de control accionado con el pie 116. Como medida de seguridad -similar a la que se acaba de describir-, el sistema de circuitos que se incluye en la consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116 puede configurarse para detectar si se ha alcanzado el umbral más bajo predeterminado de la frecuencia de pulsos de vacío y, en caso afirmativo, dar respuesta a esta situación disminuyendo automáticamente la magnitud del vacío aplicado a fin de evitar una tasa de flujo peligrosamente alta. Como medida de seguridad adicional, el dispositivo de control accionado con el pie 116 puede estar configurado para que un interruptor de pie del dispositivo de control accionado con el pie 116 tenga que permanecer presionado para que el modo de pulsos de vacío siga activo. Con esta configuración, si el cirujano retira su pie del interruptor de pie intencionada o accidentalmente, el sistema de extracción de tejidos 100 cambia automáticamente a un modo de vacío continuo con un nivel de vacío o succión bajo, o la bomba de vacío 108 se apaga automáticamente, o un mecanismo de válvula del dispositivo de pulsos de vacío 156 cierra automáticamente la línea de succión 144 para cortar la aplicación de vacío a la punta distal de la cánula 148, etc.

Como adicionalmente se muestra en la Figura 1, en algunas aplicaciones el sistema de extracción de tejidos 100 puede incluir una línea de vacío bajo y una línea separada de vacío alto. La primera línea de succión 152 previamente descrita se utiliza como línea de vacío bajo y una segunda línea de succión 164 se utiliza como línea de vacío alto. La primera línea de succión 152 y la primera bomba de vacío 108 permanecen activas durante el modo de vacío continuo o constante, en el que el cirujano puede modificar el nivel de vacío dentro de un rango de niveles de vacío relativamente bajos. La línea de succión de alta presión 164 conecta el dispositivo de pulsos de vacío 156 con una entrada de fluidos de una segunda bomba de vacío 168 que está configurada para aplicar niveles de vacío relativamente más altos junto con el modo de pulsos de vacío. De manera similar a la primera bomba de vacío 108, la segunda bomba de vacío 168 se controla mediante la consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116 por medio de líneas de señales eléctricas adecuadas (no se muestra). La primera bomba de vacío 108 y la segunda bomba de vacío 168 pueden ser del mismo tipo o ser de tipos diferentes de bombas. La consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116 están configurados para alternar entre el manejo de la primera bomba de vacío 108 y la segunda bomba de vacío 168 según la selección del cirujano entre el modo de

vacío continuo o el modo de pulsos de vacío, o automáticamente como respuesta a diversas situaciones, tal y como se describe en otros pasajes de la presente divulgación. El dispositivo de pulsos de vacío 156 puede estar configurado para modificar la ruta de flujo desde la cánula 148 a la primera línea de succión 152 o a la segunda línea de succión 164, dependiendo del modo seleccionado. De este modo, el fluido y los tejidos extirpados viajarán por la primera línea de succión 152 o la segunda línea de succión 164. Una línea o vía de salida 172 puede interconectar una salida de fluidos de la segunda bomba de vacío 168 y el punto de recogida de tejidos 128.

El aparato de extracción de tejidos 104 también puede incluir un componente térmico o elemento 176 situado en la punta distal de la cánula 148. El componente térmico 176 está adaptado para aplicar energía térmica localizada en el tejido objetivo 120. La energía térmica tiene el efecto de degradar el tejido objetivo 120. En el contexto de este documento, 'degradar' significa -generalmente- que el tejido objetivo 120 se transforma y pasa a un estado diferente a su estado original, de manera que este estado diferente hace más fácil extraer el tejido objetivo del sitio quirúrgico 124 y/o succionarlo mediante el aparato de extracción de tejidos 104. El mecanismo de degradación exacto dependerá de la naturaleza o composición del tejido objetivo 120. Por ejemplo, la degradación puede conllevar -de forma no limitativa- separar el tejido objetivo 120 en fragmentos más pequeños, desnaturalizar el tejido objetivo 120, despolimerizar el tejido objetivo 120, fundir el tejido objetivo 120, etc. En algunas aplicaciones, el componente térmico 176 es un componente calefactor eléctricamente resistente y sensible a la corriente continua. El componente térmico 176 puede controlarse con la consola de control 112 mediante una línea de señales de calor (o línea de señales térmicas) 180 que transmite una magnitud deseada de corriente continua al componente térmico 176 a través de uno o más componentes electroconductores (conductores de electricidad) del aparato de extracción de tejidos 104. Como ejemplo no limitativo, la consola de control 112 puede estar configurada para suministrar energía al componente térmico 176 usando un rango de corriente que permite modificar la temperatura del componente térmico 176 en un rango de entre alrededor de 40 y 70° C. La consola de control 112 también puede configurarse para transmitir pulsos de corriente continua a través de la línea de señales de calor 180 a fin de que el componente térmico 176 aplique energía térmica pulsada. La línea de señales de calor 180 puede constar de dos líneas eléctricas que se comunican, respectivamente, con dos terminales o puntos de contacto del componente térmico 176, de manera que se crea un circuito en el que la corriente pasa a través de una línea eléctrica, a través del componente térmico 176 y a través de la otra línea eléctrica. De manera adicional o alternativa, uno o más parámetros de funcionamiento del componente térmico 176 pueden controlarse mediante el dispositivo de control accionado con el pie 116, tal y como se explicará con más detalle más adelante.

En general, el componente térmico 176 puede fabricarse con cualquier material electroconductor pero eléctricamente resistente, por ejemplo, un material que sea eficaz y pueda convertir una parte considerable de la energía eléctrica que pasa a través de él en energía térmica. Por tanto, pueden utilizarse diversos metales y aleaciones de metal. Preferiblemente, el componente térmico 176 está compuesto de un material altamente sensible a la corriente eléctrica, esto es, un material altamente resistente (o poco conductor); o, dicho de otro modo, un material que disipa el calor inmediatamente en respuesta a la corriente eléctrica. Un ejemplo no limitativo es el nicromo. En algunas aplicaciones, el componente térmico 176 puede estar revestido de un material que confiere al componente térmico 176 propiedades antiadherentes para evitar la adherencia o la retención del tejido objetivo 120 en el componente térmico 176. Los ejemplos -no limitativos- de revestimientos antiadherentes adecuados incluyen diversos compuestos de polímeros de la familia del parileno, así como sus derivados químicos y otros compuestos relacionados.

La Figura 4 es una vista transversal de un ejemplo de una zona distal del aparato de extracción de tejidos 104. Más específicamente, la Figura 4 ilustra, en sección transversal, una zona distal de la cánula 148 y el componente térmico 176 situado en una punta distal 402 de la cánula 148. Una superficie interior 406 de la cánula 148 circunscribe el interior de la cánula 148. El diámetro interno de la superficie interior 406 establece el área de flujo transversal de la cánula 148. En este ejemplo, el componente térmico 176 y la cánula 148 están dispuestos coaxialmente alrededor de un eje longitudinal 410. Una línea, colineal con el eje longitudinal 410, representa de forma general la dirección del gradiente de presión establecido por el vacío aplicado y, por tanto, la dirección del flujo de fluidos y la succión de tejidos. En este ejemplo, el componente térmico 176 se proporciona en forma de bucle de alambre que define o delimita una abertura que funciona como una entrada de fluidos 414 en la cánula 148, y, por tanto, se corresponde con el extremo distal abierto 132 (Figura 1) del aparato de extracción de tejidos 104. Por consiguiente, el componente térmico 176 es anular y rodea coaxialmente la ruta de flujo para el fluido y el tejido aspirados. El tamaño (diámetro interno) de la entrada de fluidos 414 determina el área de flujo de la cánula 176. Esto también se ilustra en la Figura 5, que es una vista frontal del componente térmico 176 y la cánula 148 desde una perspectiva exterior. El diámetro interno del componente térmico 176 puede ser el mismo o básicamente el mismo que el diámetro interno de la cánula 148 y, en tal caso, el área de flujo se mantiene a lo largo de la longitud axial de la cánula 148. En otras aplicaciones, tal y como se ilustra en las Figuras 4 y 5, el diámetro interno del componente térmico 176 puede ser menor que el diámetro interno de la cánula 148, de manera que es una sección ahusada (o cónica) 418 de la cánula la que permite o proporciona la transición diametral (o cambio de diámetro). Esta configuración puede ser útil para evitar que la cánula 148 se obstruya debido a que cualquier resto de tejido lo suficientemente pequeño como para atravesar la entrada de fluidos 414, delimitada por el componente térmico -con un diámetro menor- 176, tiene poco riesgo de obstruir el área de flujo transversal, más grande, delimitada por la cánula 148. Como se muestra en la Figura 5, el componente térmico 176 puede tener forma de C, ya que tiene dos extremos terminales 502, 504 separados por un espacio o hueco 508. En esta configuración, los respectivos cables

eléctricos pueden acoplarse o conectarse eléctricamente de otro modo con los extremos terminales 502, 504 y completar así un circuito para que la corriente continua pase a través del componente térmico 176. A su vez, los cables eléctricos pueden comunicarse con la consola de control 112 mediante la línea de señales de calor 180 que se representa a modo de diagrama en la Figura 1.

El aparato de extracción de tejidos 104 puede usarse en diversos procedimientos que requieren introducir la cánula 148 en un sitio quirúrgico mediante una incisión. Por ejemplo, en diversos procedimientos oftalmológicos puede realizarse una incisión a través de una membrana del ojo de un paciente. La incisión puede llevarse a cabo usando diversas técnicas como, por ejemplo, un procedimiento láser. Para minimizar los daños en el ojo y reducir la recuperación postoperatoria y los periodos de curación, la incisión debe ser tan pequeña como sea posible. Por consiguiente, la cánula 148 debe ser tan pequeña como sea posible, siempre que sea viable. El diseño de la cánula 148 y el componente térmico 176 que se desvelan en el presente documento hace posible que se reduzcan los tamaños de estos componentes sin afectar negativamente a sus funciones. En algunas aplicaciones, el diámetro exterior de la cánula 148 es de entre alrededor de 1,0 y 3,0 mm. En algunos ejemplos, el diámetro exterior de la cánula 148 es de alrededor de 3,0 mm, 2,5 mm, 2,0 mm, 1,5 mm o 1,0 mm. Como se ha mencionado en otras partes de este documento, el diámetro exterior del componente térmico 176 puede ser casi el mismo o menor que el diámetro exterior de la cánula 148. En algunos ejemplos, el diámetro exterior del componente térmico 176 es de alrededor de 1,7 mm o menos. El tamaño de la cánula 148 puede reducirse parcialmente porque el aparato de extracción de tejidos 104 en sí no tiene por qué proporcionar un medio para suministrar fluido de irrigación al sitio quirúrgico. El uso de los efectos de los pulsos de vacío y los efectos térmicos que se desvelan en el presente texto no requiere tanto fluido de irrigación como las técnicas previas de extracción de tejidos usadas hasta ahora en este campo. Cualquier fluido de irrigación que tenga que añadirse al sitio quirúrgico puede suministrarse por medio de un dispositivo de mano independiente. Puede hacerse referencia a esto como una técnica bimanual en la que el cirujano sostiene a conveniencia el aparato de extracción de tejidos 104 en una mano y el dispositivo de irrigación en la otra mano. De manera alternativa, el aparato de extracción de tejidos 104 puede estar configurado para realizar una técnica coaxial en la que el fluido de irrigación se suministra por medio del aparato de extracción de tejidos 104 mediante una funda -o manga- anular (no se muestra) que es coaxial con la cánula 148. Esta última alternativa requeriría una incisión mayor, si bien la incisión todavía podría ser de menos de 3,0 mm.

La Figura 4 también ilustra un ejemplo del efecto térmico implementado por medio del componente térmico 176. En este ejemplo, el tejido objetivo 120 (como, por ejemplo, una catarata o una parte de una catarata) se ha dirigido hacia la entrada de fluidos 414 por medio de los efectos del vacío aplicado. Sin embargo, el tejido objetivo 120 es más grande que la entrada de fluidos 414 y, por lo tanto, en un principio entra en contacto con el componente térmico 176 y bloquea la entrada de fluidos 414. En algunos casos, el vacío aplicado puede bastar para deformar el tejido objetivo 120 lo suficiente como para permitir que el tejido objetivo 120 atraviese la entrada de fluidos 414 y pase por la cánula 148, salga del aparato de extracción de tejidos 104, y atravesase las líneas de succión asociadas hasta llegar a su destino deseado (por ejemplo, el punto de recogida 128 que se ilustra en la Figura 1). En otros casos, el tejido objetivo 120 puede ser demasiado grande y/o no ser lo suficientemente deformable como para que se pueda aspirar únicamente mediante los efectos del vacío aplicado, y/o la implementación de los efectos de los pulsos de vacío puede no ser lo suficientemente eficaz como para separar o deshacer el tejido objetivo 120. En estos casos, puede suministrarse energía al componente térmico 176 para que este aplique energía térmica al tejido objetivo 120 y, de este modo, separe el tejido objetivo 120 en fragmentos más pequeños 422, que se pueden transportar más fácilmente a través de la entrada de fluidos 414 y la cánula 148.

De forma adicional, el sistema de extracción de tejidos 100 puede estar configurado para detectar la presencia de una obstrucción y activar automáticamente el componente térmico 176. Pueden emplearse diversos enfoques para detectar las obstrucciones. En un ejemplo no limitativo, el sistema de extracción de tejidos 100 puede incluir un transductor de presión 184 (Figura 1), que está interconectado operativamente con la línea de succión 152 en una ubicación apropiada, lo que proporciona señales de retroalimentación de presión continuas o intermitentes a la consola de control 112 mediante una línea de señales de retroalimentación de presión 188. La detección de un cambio brusco en el nivel de presión (o vacío) en la línea de succión 152 puede interpretarse como la existencia de una obstrucción en la entrada de fluidos 414 (Figura 4) y provocar automáticamente la activación del componente térmico 176. De manera similar, cuando el sistema de extracción de tejidos 100 está funcionando en el modo de vacío continuo, la detección de una obstrucción puede provocar la activación del modo de pulsos de vacío. La consola de control 112 puede configurarse para que decida si debe activar automáticamente el modo de pulsos de vacío y/o el modo de aplicación de calor (o modo de aplicación térmica), y si debe activar ambos modos de forma simultánea o secuencial, dependiendo del estado de funcionamiento actual del aparato de extracción de tejidos 104 en el momento de la detección de la obstrucción. Cuando, posteriormente, se detecta que la obstrucción ha sido eliminada, la consola de control 112 puede estar configurada para desactivar el dispositivo de pulsos de vacío 156 y/o el componente térmico 176, y/o puede apagar la(s) bomba(s) de vacío 108, 168 o provocar de cualquier otra forma que se interrumpa el vacío que se aplica en la punta distal 402. A fin de detectar las obstrucciones, el transductor de presión 184 puede estar situado en el armazón 140 (Figura 1) del aparato de extracción de tejidos 104 y estar comunicado operativamente con alguna parte de la línea de succión interna 144. De forma alternativa, tal y como se muestra en la Figura 1, el transductor de presión 184 puede estar situado en un sitio en el que está comunicado operativamente con la línea de succión externa 152 o 164, o puede estar situado en el armazón de la bomba de vacío 108 o 168.

Debe entenderse que, para que el efecto térmico sea eficaz, no es necesario que en todos los casos exista un contacto real entre el tejido objetivo 120 y el componente térmico 176. Por ejemplo, después de introducir la punta distal 402 de la cánula 148 en un sitio quirúrgico, el componente térmico 176 puede situarse a una pequeña distancia del tejido objetivo 120. Después, el componente térmico 176 puede activarse cuando está cerca de -pero no en contacto con- el tejido objetivo 120. La energía térmica del componente térmico 176 puede transferirse al tejido objetivo 120 a través de una pequeña parte del medio fluido que hay entre el componente térmico 176 y el tejido objetivo 120, como aire o fluido (por ejemplo, fluido intraocular, en el caso de un procedimiento oftalmológico; y/o fluido de irrigación, que puede aplicarse en diversos procedimientos quirúrgicos). Puede transferirse una cantidad suficiente de energía térmica a través del medio fluido para hacer que el tejido objetivo 120 empiece a deshacerse antes de que el tejido objetivo 120 sea conducido a la entrada de fluidos 414 rodeada por el componente térmico 176. De manera alternativa o adicional, el tejido objetivo 120 puede empezar a deshacerse o separarse cuando todavía está en camino hacia la entrada de fluidos 414 debido a la transferencia de calor proveniente del componente térmico 176.

Es evidente que, en todos estos casos, el efecto térmico está muy localizado. El componente térmico 176 tiene una forma diseñada para tener un área de superficie exterior que concentra la energía térmica emitida directamente en la entrada de fluidos 414 y en las inmediaciones de la entrada de fluidos 414. El efecto térmico es lo suficientemente rápido y eficaz como para que no sea necesario que ninguna parte sustancial del volumen de fluido en el que se encuentra el tejido objetivo 120 tenga que calentarse de un modo apreciable. El efecto térmico también es lo suficientemente rápido y eficaz como para que la energía térmica solo tenga que aplicarse durante un corto periodo de tiempo. Este periodo de tiempo no es suficiente para que el tejido circundante -tejido no objetivo- se vea afectado de forma negativa por la energía térmica aplicada. Esto es así sobre todo en los procedimientos que requieren que el fluido de irrigación circule por el sitio quirúrgico, puesto que el fluido de irrigación absorbe el exceso de energía térmica proporcionada por el componente térmico 176. Como se ha explicado previamente, el periodo de tiempo para la activación térmica también puede reducirse aplicando pulsos de energía térmica en los procedimientos en los que un efecto térmico pulsado es más eficaz que la aplicación constante de calor. Además, el componente térmico 176 tiene una ubicación, un tamaño y una forma adecuados para que el sitio quirúrgico quede expuesto a un área de superficie mínima del componente térmico 176. Por ejemplo, la distancia sobre la que el componente térmico 176 se extiende axialmente hacia afuera desde la punta distal 402 de la cánula 148 puede ser de 2 mm o menos. En otras aplicaciones, el componente térmico 176 puede estar situado de tal manera que se empotre o introduzca parcial o totalmente en la punta distal 418 de la cánula 148.

De manera adicional, las Figuras 4 y 5 ilustran una aplicación en la que la estructura de la propia cánula 148 se utiliza para conducir la corriente continua al componente térmico 176. Esta aplicación también se ilustra en la Figura 6, que es una vista superior del componente térmico 176 y la cánula 148 que se ilustran en las Figuras 4 y 5. En este caso, la cánula 148 tiene un diseño con estructuras separadas en el que la cánula 148 tiene dos miembros estructurales 512, 516 semicirculares o con forma de C, eléctricamente conductivos (electroconductores) y que se extienden a lo largo del eje longitudinal 410. Los miembros estructurales 512, 516 pueden estar compuestos de cualquier material conductor adecuado. En las aplicaciones ventajosas, los miembros estructurales 512, 516 están compuestos de un material que es muy buen conductor, es decir, conduce la electricidad de manera muy eficiente y sin generar cantidades no deseadas de calor de resistencia. De este modo, el efecto térmico proporcionado por el componente térmico 176 sigue estando localizado en la punta distal 402 de la cánula 148, de manera que la cánula 148 emite muy poco calor. Esto resulta particularmente útil para evitar que se provoquen daños térmicos a las membranas u otros tejidos a través de los que se haya realizado una incisión y que, por tanto, pueden estar en contacto directo con el perímetro exterior de la cánula 148 que se extiende por la incisión. Algunos ejemplos, no limitativos, de materiales adecuados para los miembros de la cánula 512, 516 incluyen el aluminio, el cobre, el níquel y diversos metales preciosos (por ejemplo, el oro, la plata, el platino, etc.).

Desde la perspectiva de la Figura 5, los miembros estructurales 512, 516 de la cánula 148 están separados el uno del otro por un hueco o espacio superior 520 y un hueco o espacio inferior 524 diametralmente opuesto. Como se muestra en la Figura 6, los espacios 520, 524 son axialmente alargados y continúan a lo largo de toda la distancia axial de la cánula 148. En esta configuración, los dos miembros 512, 516 están aislados eléctricamente el uno del otro y, por lo tanto, pueden usarse como conductos eléctricos para llevar corriente continua al componente térmico 176. Para este propósito, ambos miembros 512, 516 pueden incluir sus respectivas extensiones 602, 604 (o protuberancias, lengüetas o similares) en contacto eléctrico con los extremos terminales 502, 504 del componente térmico 176. Todas las demás partes conductoras de la cánula 148 están separadas físicamente del componente térmico 176. Tal y como se representa en forma de diagrama en la Figura 6, los dos miembros 512, 516 pueden comunicarse, respectivamente, con otros dos conductores eléctricos 608, 612 que pueden proporcionarse junto con el aparato de extracción de tejidos 104, que, a su vez, puede comunicarse con -o formar parte de- la línea de señales térmicas 180 que se muestra en la Figura 1.

Para envolver por completo el volumen de fluido circunscrito por la cánula 148 y sellar esta parte de la línea de succión, pueden colocarse unos sellos -o juntas- axialmente alargados 528, 532 para que ocupen, respectivamente, los espacios 520, 524 situados entre los miembros de la cánula 512, 516. Los sellos axiales 528, 532 pueden estar compuestos de cualquier material adecuado que sea eléctricamente aislante. En otras aplicaciones, los sellos 528, 532 pueden ser protuberancias o salientes radiales que se extienden desde una

estructura del aparato de extracción de tejidos 104 al exterior de la cánula 148, como un cilindro que rodea parcial o completamente los dos miembros 512, 516 de la cánula 148. Los sellos 528, 532 también pueden extenderse desde -o apoyarse en- una parte interna del armazón 140 del aparato de extracción de tejidos 104.

5 Las Figuras 7, 8 y 9 son vistas en perspectiva de la parte distal de la cánula 148 y también son ejemplos del modo en el que puede estructurarse el componente térmico. En cada uno de estos ejemplos, la cánula 148 tiene el diseño con estructuras separadas que se ha descrito previamente, con dos miembros curvos 512, 516 eléctricamente aislados el uno del otro. Para facilitar la comprensión de la ilustración, los sellos o juntas que se interponen entre los miembros 512, 516 no se muestran. Además, en estos ejemplos la cánula 148 tiene un diámetro constante. La Figura 7 ilustra un componente térmico 776 que tiene forma de anillo y un hueco o espacio 508, que es similar al que se ha descrito e ilustrado previamente en las Figuras 4, 5 y 6. La Figura 8 ilustra un componente térmico 876 que también tiene forma de anillo y un espacio 508. En comparación con la Figura 7, el componente térmico 876 de la Figura 8 tiene una mayor dimensión axial. Esto hace más fácil dar la forma adecuada al componente térmico 876 para fines específicos. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 8, la parte más distal 802 del componente térmico 876 puede reducirse o estrecharse paulatinamente hasta formar un borde afilado 806, que puede servir de ayuda para deshacer el tejido objetivo grande que entra en contacto con el componente térmico 876 y/o proporcionar al borde afilado 806 un efecto térmico incluso más localizado. Además, el diámetro interno de la parte más distal 802 puede estrecharse paulatinamente desde el diámetro interno de la cánula 148 para evitar que se creen obstrucciones de una manera similar a la sección cónica o ahusada 418 de la cánula 148 que se ilustra en las Figuras 4, 5 y 6. La Figura 9 ilustra un componente térmico 976 que incluye dos patas axiales 902, 906 que se extienden en dirección axial a lo largo de al menos una parte de la longitud de la cánula 148. Por ejemplo, las patas axiales 902, 906 pueden estar situadas en uno de los espacios que hay entre los miembros estructurales 512, 516 de la cánula 148. Las patas axiales 902, 906 pueden proporcionarse para propagar el efecto térmico por la longitud deseada de la zona distal de la cánula 148.

25 Las posiciones de los componentes térmicos 776, 876, 976 pueden establecerse en relación con sus respectivas cánulas 148 de cualquier manera que sea apropiada. Por ejemplo, en la Figura 7 los extremos terminales del componente térmico 776 pueden ponerse en comunicación eléctrica con las respectivas extensiones 602, 604 de la cánula mediante técnicas de soldadura o mediante adhesivos eléctricamente conductores. De manera similar, en la Figura 8 el componente térmico 876 puede estar unido a su cánula 148. En la Figura 9, las patas axiales 902, 906 (que sirven de extremos terminales) del componente térmico 976 pueden estar unidas a los bordes internos respectivos de su cánula 148 de un modo similar. Alternativamente, en la Figura 9 las patas axiales 902, 906 pueden estar unidas a sus respectivos cables aislados (no se muestran), que van por la cánula 148 y están comunicados con la línea de señales térmicas 180 (Figura 1). En este último caso, los miembros estructurales 512, 516 de la cánula 148 están compuestos de un material eléctricamente aislante en vez de un material conductivo.

30 Si bien las diversas cánulas 148 que se han descrito hasta ahora están orientadas a lo largo de un eje recto, con ello no se pretende limitar el alcance de la presente divulgación. En algunas aplicaciones, la cánula 148 que se proporciona junto con el aparato de extracción de tejidos 104 puede ser curva o angulada. En otras aplicaciones, el radio de la curvatura o el ángulo de la cánula 148 pueden ser ajustables. Es decir, el cirujano puede optar por utilizar una cánula 148 con una forma recta o bien puede doblar la cánula 148 para que esta adopte la forma curva o angulada deseada. Esta capacidad de ajuste de la cánula 148 puede implementarse de diversas maneras; por ejemplo, seleccionando un material maleable (pero que también sea rígido, para no disminuir los pulsos de vacío), proporcionando una cánula 148 con diversos segmentos que son móviles entre sí, etc. Una cánula ajustable 148 puede ser útil para ciertos sitios quirúrgicos que tienen un difícil acceso, que no tienen límites rectos o que tienen límites imprevisibles o caprichosos. Los ejemplos incluyen los vasos sanguíneos, diversos conductos biológicos y diversas cavidades anatómicas.

35 Las Figuras 10 y 11 son vistas transversales de un ejemplo de una estructura del aparato de extracción de tejidos 104 que crea su línea de succión interna 144. La Figura 10 muestra la línea de succión 144 en posición abierta, mientras que la Figura 11 muestra la línea de succión 144 en posición cerrada. La estructura incluye la cánula 148, otro conducto para fluidos adecuado como un tubo o canal 1002 que tiene una comunicación fluida (comunicación de fluidos) con la cánula 148, y un dispositivo de pulsos de vacío 1056 que está comunicado operativamente con el canal de succión 1002. La cánula 148 puede tener una estructura de acuerdo con cualquiera de las aplicaciones que se describen en el presente texto. Como se ha explicado anteriormente, la cánula 148 y al menos la parte del canal de succión 1002 situada entre el dispositivo de pulsos de vacío 1056 y la cánula deben ser rígidas para optimizar así los efectos de los pulsos de vacío. El dispositivo de pulsos de vacío 1056 puede tener cualquier diseño que sea adecuado para abrir y cerrar de manera alterna la ruta de fluidos del canal de succión 1002 y, por lo tanto, interrumpir y restaurar el vacío de manera alterna. Para este fin, en algunas aplicaciones el dispositivo de pulsos de vacío 1056 incluye un miembro móvil 1006 que puede activarse para que se extienda a la ruta de fluidos y se retraiga de ella de forma alterna. El miembro móvil 1006 puede estar configurado para bloquear total o parcialmente la ruta de fluidos cuando está extendido, de manera que los ciclos en los que el miembro móvil 1006 alterna entre sus posiciones extendida y retraída generan pulsos de vacío. Como se ha explicado anteriormente, el efecto de los pulsos de vacío puede usarse para deshacer o separar el tejido objetivo. El efecto de los pulsos de vacío puede implementarse de forma alternativa o junto con el efecto térmico. Además, el efecto de los pulsos de vacío y el efecto térmico pueden implementarse de manera secuencial o simultánea. Cuando se

implementa secuencialmente, el efecto de los pulsos de vacío puede ir después del efecto térmico, o viceversa. La secuencia de ambos efectos puede repetirse durante uno o más ciclos alternos. Por consiguiente, en un procedimiento de extracción de tejidos determinado, el cirujano puede optar por activar solamente el efecto de pulsos de vacío, o solamente el efecto térmico, o ambos efectos de acuerdo con una secuencia deseada, o ambos efectos simultáneamente para conseguir un efecto sinérgico.

En el ejemplo que se ilustra de manera específica en las Figuras 10 y 11, el dispositivo de pulsos de vacío 1056 es un dispositivo solenoide que incluye un activador o actuador solenoide 1010. El miembro móvil 1006 funciona como el émbolo que es desplazado por el activador 1010. El miembro móvil 1006 se desplaza a través de una abertura 1014 en el canal de succión 1002. Puede proporcionarse un sello o junta -con cualquier diseño adecuado- en la interfaz o punto de contacto físico entre el miembro móvil 1006 y la abertura del canal 1014, dependiendo de la necesidad de mantener el canal de succión 1002 en unas condiciones de estanqueidad. En un ejemplo no limitativo, el sello puede ser un material elástico que cubre la abertura del canal 1014. A medida que el miembro móvil 1006 se desplaza al tubo de succión 1002 a través de la abertura del tubo 1014, el sello se estira y deforma alrededor del miembro móvil 1006, cubriendo así el miembro móvil 1006 y la abertura del canal 1014, y conservando el aislamiento de los fluidos entre el interior y el exterior del canal de succión 1002.

Las Figuras 12 y 13 son vistas transversales de otro ejemplo de un dispositivo solenoide de pulsos de vacío 1256. El dispositivo de pulsos de vacío 1256 incluye un activador solenoide 1210 y un miembro móvil 1206 que por acción del activador 1210 se mueve de forma alterna adentro y afuera de la ruta de flujo de un canal de succión 1202 del aparato de extracción de tejidos 104. La Figura 12 ilustra el miembro móvil 1206 en su posición retraída y la Figura 13 ilustra el miembro móvil 1206 en su posición extendida. En este ejemplo, el miembro móvil 1206 incluye una sección distal 1218 que tiene un área transversal básicamente igual al área transversal del canal de succión 1202. En esta configuración, el dispositivo de pulsos de vacío 1256 ocluye de manera completa o casi completa la ruta de flujo a través del canal de succión 1202 cuando el miembro móvil 1206 está en una posición completamente extendida.

La Figura 14 es una vista lateral elevada de un miembro móvil 1406 desde una perspectiva transversal respecto a la dirección del flujo de fluido en un canal de succión. El miembro móvil 1406 puede proporcionarse junto con un dispositivo solenoide de pulsos de vacío, tal y como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las Figuras 10 y 11 o las Figuras 12 y 13. En este ejemplo, el miembro móvil 1406 se estrecha paulatinamente hasta tener un borde afilado 1422. Con esta configuración, el miembro móvil 1406 puede usarse para deshacer aún más cualquier tejido que pase por el canal de succión mientras el miembro móvil 1406 completa sus ciclos en el canal de succión.

Las Figuras 15 y 16 son vistas transversales de otro ejemplo de un dispositivo solenoide de pulsos de vacío 1556. El dispositivo de pulsos de vacío 1556 incluye un activador solenoide 1510 y un miembro móvil 1506 que por acción del activador 1510 se acerca y se aleja de la ruta de flujo de un canal de succión 1502 del aparato de extracción de tejidos 104. La Figura 15 ilustra el miembro móvil 1506 en su posición retraída y la Figura 16 ilustra el miembro móvil 1506 en su posición extendida. En este ejemplo, el dispositivo de pulsos de vacío 1556 tiene el diseño de una válvula de pinza o válvula de pellizco ('pinch valve', en inglés). El miembro móvil 1506 incluye una sección distal 1518 que tiene un extremo redondeado. Una sección 1526 del canal de succión 1502 que se encuentra inmediatamente debajo del miembro móvil 1506 está fabricada a partir de un material deformable (por ejemplo, tubos flexibles). A medida que el miembro móvil 1506 se desplaza hasta su posición completamente extendida, el miembro móvil 1506 entra en contacto con la superficie exterior de la sección flexible 1526 y deforma la sección flexible 1526 hasta que las zonas opuestas de la pared interior de la sección flexible 1526 entran en contacto la una con la otra, apretando así la ruta de flujo que atraviesa el canal de succión 1502.

Refiriéndonos de nuevo a la Figura 1, la bomba de vacío 108 incluye generalmente un armazón, una entrada de fluidos, una salida de fluidos y componentes para generar vacío (no se muestran). La entrada de fluidos puede ponerse en una comunicación fluida con el aparato de extracción de fluidos 104 a través de la -primera- línea de succión externa 152. La salida de fluidos puede ponerse en una comunicación fluida con el punto de recogida de tejidos 128 a través de la línea de salida 130. Las líneas de succión externas 152, 130, 164, 172 pueden tener cualquier estructura adecuada que conduzca fluidos (por ejemplo, tubos o tuberías), pueden tener cualquier longitud que sea adecuada y pueden ser tanto rígidas como flexibles. La bomba de vacío 108 puede ser cualquier bomba que sea adecuada para producir un nivel de vacío controlado en el extremo distal 132 del aparato de extracción de tejidos 104. La magnitud (o nivel) de vacío puede ajustarse para que sea lo suficientemente alta como para hacer posible que el tejido objetivo 120 se aspire o succione a través de la cánula 148, la línea de succión interna 144, la primera línea de succión externa 152, la bomba de vacío 108 y la línea de salida 130 hasta llegar al punto de recogida de tejidos 128.

En algunas aplicaciones, la bomba de vacío 108 tiene una configuración con un cilindro doble en la que un par de unidades de bombeo motorizadas tipo jeringa están situadas en el armazón. En este caso, los componentes que generan vacío pueden incluir un par de cilindros, un par de pistones o émbolos que se alternan en sus respectivos cilindros, y un par de motores que controlan el movimiento recíproco de los respectivos pistones. Los canales o pasajes internos de la bomba de vacío 108 pueden incluir un par de canales de entrada que están

interconectados con la primera línea de succión 152 y los respectivos cilindros, y un par de canales de salida que están interconectados con los respectivos cilindros y la línea de salida 130. Pueden proporcionarse válvulas, que se controlan de forma activa, en cada canal de entrada y de salida. Los pistones se alternan con un desfase de 180 grados -o de alrededor de 180 grados- uno respecto al otro. Por consiguiente, cuando un pistón está ejecutando un movimiento de succión, el otro pistón está ejecutando un movimiento de descarga. Por lo tanto, cuando el fluido proveniente de la primera línea de succión 152 está siendo conducido hacia un cilindro, el fluido que previamente ha sido conducido al otro cilindro está descargándose en la línea de salida 130. Además, pueden disponerse un par de transductores de presión en comunicación fluida con los respectivos cilindros para medir así el vacío que hay en cada cilindro. En la Publicación de Solicitud de Patente de EE UU nº 2005/0234394 se describe un ejemplo de este tipo de bombas con dos cilindros.

Siguiendo con este ejemplo, los motores de la bomba de vacío 108 se comunican mediante señales con la consola de control 112 a través de la línea de señales de control de los motores 190. Las válvulas se comunican mediante señales con la consola de control 112 a través de la línea de señales de control de las válvulas 192. Los transductores de presión se comunican mediante señales con la consola de control 112 a través de la línea de señales de la retroalimentación de presión 194. En esta configuración, la consola de control 112 puede monitorizar y regular las velocidades respectivas de los pistones y sus posiciones relativas (esto es, el ritmo relativo o ajuste de fases), alternar las posiciones de las válvulas entre la posición de 'ON' ('encendido') y 'OFF' ('apagado') y entre posibles posiciones intermedias entre las posiciones de 'ON' y 'OFF', y monitorizar los niveles de vacío en cada cilindro para tomar decisiones de control basadas en los niveles de vacío registrados. En esta configuración, la consola de control 112 puede sincronizar las respectivas operaciones de los motores y las válvulas para mantener un nivel constante de vacío en la línea de aspiración 152. El cirujano puede seleccionar el nivel de vacío manejando los mandos de la consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116. Esta configuración también permite que la bomba de vacío 108 responda rápidamente a los ajustes que el cirujano aplica en tiempo real al nivel de vacío, a la vez que se minimizan los desequilibrios temporales en el nivel de vacío que se provocan cuando se modifica dicho nivel de vacío.

Como se ilustra en la Figura 1 en forma de diagrama, la consola de control 112 puede incluir un monitor o pantalla de visualización 114 que ofrece información al cirujano. La consola de control 112 también puede incluir diversos mandos -controles- o mecanismos de introducción -o entrada- de datos 118 (interruptores, botones, teclado, etc.) que permiten que el cirujano introduzca información, establezca y ajuste diversos parámetros de funcionamiento del sistema de extracción de tejidos 100 (por ejemplo, las bombas de vacío 108 y 168, el dispositivo de pulsos de vacío 156, el componente térmico 176, etc.), y programe o ajuste los mecanismos de control que le ofrece el dispositivo de control accionado con el pie 116. La consola de control 112 también incluye un 'hardware' electrónico (sistema de circuitos) y una memoria para guardar el 'software'. El sistema de circuitos incluye una interfaz que permite ejecutar las acciones relacionadas con el monitor 114 y los mecanismos de entrada de datos 118, e interactuar con el dispositivo de control accionado con el pie 116. El sistema de circuitos y el 'software' están configurados para funcionar con las diversas funciones del sistema de extracción de tejidos 100. Por ejemplo, el sistema de circuitos puede estar configurado para monitorizar las operaciones de las bombas de vacío 108 y 168, el dispositivo de pulsos de vacío 156 y el componente térmico 176 y enviar las señales de control adecuadas a estos componentes. Puede proporcionarse un 'software' para programar el sistema de circuitos y controlar estos componentes de una forma que sea adecuada para el procedimiento de extracción de tejidos particular que se vaya a realizar. En algunas aplicaciones, una o ambas bombas de vacío 108 y 168 pueden montarse en o dentro de la consola de control 112. En otras aplicaciones, una o ambas bombas de vacío 108 y 168 pueden montarse en o dentro del dispositivo de control accionado con el pie 116.

Usando los mecanismos de entrada de datos de la consola de control 112, el cirujano puede, por ejemplo, encender o apagar las bombas de vacío 108 y 168, establecer y modificar el nivel de vacío generado por las bombas de vacío 108 y 168, encender o apagar el dispositivo de pulsos de vacío 156, establecer y modificar la frecuencia de pulsos del dispositivo de pulsos de vacío 156 (controlando, de paso, la tasa de flujo del tejido aspirado), establecer y modificar la magnitud de los pulsos de vacío, encender o apagar el componente térmico 176, establecer y modificar la cantidad de corriente que se aplica al componente térmico 176 (y, por lo tanto, controlar la temperatura de trabajo de este), hacer que el componente térmico 176 alterne entre un modo de calentamiento continuo y un modo de calentamiento pulsado, establecer y modificar la frecuencia y la magnitud de los pulsos de la energía térmica aplicada, etc. La consola de control 112 también puede estar configurada para permitir que el cirujano alterne entre un modo en el que el cirujano puede controlar la tasa -o ritmo- de los pulsos de vacío y la magnitud de los pulsos de vacío (o la tasa de pulsos térmicos y la magnitud de pulsos térmicos) de manera conjunta -como un único parámetro de funcionamiento- realizando un solo ajuste, y un modo en el que el cirujano puede controlar la tasa de los pulsos de vacío y la magnitud de los pulsos de vacío (o la tasa de pulsos térmicos y la magnitud de pulsos térmicos) de manera independiente manejando dos mecanismos de entrada de datos separados. De forma similar, la consola de control 112 puede estar configurada para permitir que el cirujano alterne entre un modo en el que el cirujano puede controlar uno o más parámetros de funcionamiento del componente térmico 176 junto con uno o más parámetros del dispositivo de pulsos de vacío 156, y un modo en el que el cirujano puede controlar los parámetros de funcionamiento del componente térmico 176 de forma independiente respecto a los parámetros de funcionamiento del dispositivo de pulsos de vacío 156.

La consola de control 112 también puede configurarse para permitir que el cirujano cambie el dispositivo de pulsos de vacío 156 a un modo de pulso único que activa el dispositivo de pulsos de vacío 156 solo momentáneamente para aplicar un único pulso con una magnitud de pulsos de vacío predeterminada. Por ejemplo, el modo de pulso único puede ser útil en un procedimiento oftalmológico que requiere realizar una entrada o acceso en la cápsula anterior del ojo de un paciente. En este ejemplo, antes de deshacer el tejido objetivo, la punta distal de la cánula 148 puede ponerse en contacto con el exterior de la cápsula anterior. Durante este periodo de tiempo, el aparato de extracción de tejidos 104 puede funcionar en el modo de vacío continuo para ayudar a que la punta distal entre en contacto con la cápsula anterior. Después, se cambia el dispositivo de pulsos de vacío 156 al modo de pulso único, de manera que la fuerza que aplica el pulso único es suficiente para crear una entrada en la cápsula anterior a través del grosor de su estructura exterior. Posteriormente, la punta distal se introduce a través de la entrada, de manera que puede llevarse a cabo un procedimiento de extracción de tejidos. Esta técnica permite crear una entrada que tiene una forma y un tamaño que se adaptan con precisión a la forma y tamaño de la cánula 148, lo que proporciona un mejor sellado entre la cápsula y la cánula 148.

El dispositivo de control accionado con el pie 116 puede configurarse para controlar una o más de las funciones que se pueden controlar con la consola de control 112, como aquellas que se acaban de describir. Así, el dispositivo de control accionado con el pie 116 puede incluir uno o más mecanismos de entrada de datos, como botones ajustables 122 y pedales 'pulsables' (que se pueden pulsar o presionar) 126. Los pedales 126 pueden incluir interruptores de pie y/o pedales giratorios (también llamados 'pedales pivotantes'). Los interruptores de pie pueden manejarse para alternar los componentes del sistema de extracción de tejidos 100 entre los estados de 'ON' y 'OFF', o para realizar ajustes progresivos en los parámetros de funcionamiento (por ejemplo, seleccionar un nivel alto, medio o bajo para el vacío aplicado o la energía eléctrica). Los pedales giratorios pueden usarse para modificar los parámetros de funcionamiento entre los valores mínimos y máximos. Los botones ajustables 122 del dispositivo de control accionado con el pie 116 o los de la consola de control 112 pueden estar configurados para permitir que el cirujano establezca los valores mínimos y máximos para el pedal giratorio, y/o el ritmo (por ejemplo, lineal o exponencial) al que cambia un parámetro de funcionamiento en respuesta al recorrido giratorio del pedal. Por ejemplo, girar el pedal giratorio hacia adelante desde su posición de inicio hasta su posición intermedia puede hacer que el parámetro de funcionamiento relacionado se ajuste a un valor que es exactamente el 50% del valor máximo predeterminado. En otro ejemplo, girar el pedal giratorio hacia adelante desde su posición de inicio hasta su posición intermedia puede hacer que el parámetro de funcionamiento relacionado se ajuste a un valor que es exactamente el 75% de su valor máximo predeterminado, y, en este caso, para ajustar el parámetro de funcionamiento y subirlo el 25% restante hasta alcanzar el valor máximo será necesario girar el pedal hacia adelante desde la posición intermedia y completar la parte restante del recorrido del pedal. La consola de control 112 y/o el dispositivo de control accionado con el pie 116 pueden configurarse para permitir que el cirujano escoja qué funciones o acciones van a controlarse con la consola de control 112 y qué funciones o acciones van a controlarse con el dispositivo de control accionado con el pie 116. Por razones de sencillez, el dispositivo de control accionado con el pie 116 se ilustra en forma de diagrama en la Figura 1 como si se comunicara con la consola de control 112 mediante un enlace -de comunicación- por cable o inalámbrico 196. Sin embargo, debe entenderse que, dependiendo de las funciones que puede controlar el dispositivo de control accionado con el pie 116, puede haber diversas líneas de señales eléctricas que llegan directamente hasta el dispositivo de control accionado con el pie 116, de forma alternativa o adicional a las que se comunican con la consola de control 112.

La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sistema de extracción de tejidos 1700 de acuerdo con otra aplicación. Por razones de sencillez, la consola de control 112 y el dispositivo de control accionado con el pie 116 (Figura 1) no se ilustran en la Figura 17. El sistema de extracción de tejidos incluye una primera bomba de vacío 1708 que proporciona un vacío ajustable en la primera línea de aspiración o succión 152 durante el modo de vacío continuo, y una segunda bomba de vacío 1768 que proporciona un vacío ajustable, a niveles relativamente más elevados, en la segunda línea de succión 164 durante el modo de vacío pulsado. Como se ha explicado previamente, el dispositivo de pulsos de vacío 156 u otro componente del aparato de extracción de tejidos 104 pueden configurarse para cambiar la ruta de succión de la cánula 148 entre la primera línea de succión 152 y la segunda línea de succión 164 de acuerdo con el modo de vacío seleccionado. En este ejemplo, las bombas de vacío 1708, 1768 están configuradas como bombas de gas (por ejemplo, de aire) en lugar de las bombas de líquido que se han descrito previamente en la presente divulgación. El dispositivo de recogida de tejidos 128 está interconectado con el aparato de extracción de tejidos 104 y las bombas de vacío 1708, 1768 mediante las líneas de succión 152, 164 y las respectivas líneas de salida 1742, 1746. El dispositivo de recogida de tejidos 128 puede configurarse de un modo convencional para extraer o eliminar los tejidos y los fluidos aspirados, de manera que a través de las líneas de salida 1742, 1746 solo se envía gas. De forma alternativa, pueden proporcionarse dispositivos de recogida de tejidos separados para las dos líneas de aspiración 152, 164. Normalmente, los depósitos de vacío 1745, 1758 se encuentran antes o 'corriente arriba' de las respectivas bombas de vacío 1708, 1768 para ayudar a producir vacío. De manera alternativa, ambas bombas de vacío 1708, 1768 pueden comunicarse con un solo depósito de vacío. También pueden proporcionarse uno o más reguladores de presión 1762, 1766 que tengan cualquier diseño adecuado, los cuales tendrán una comunicación fluida -comunicación de fluidos- con las respectivas bombas de vacío 1708, 1768, según sea necesario. Los reguladores de presión 1762, 1766 pueden ser de los que pueden controlarse con la consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116. Uno o más de los componentes anteriores (bombas de vacío 1708, 1768, depósitos de vacío 1754, 1758, reguladores de presión 1762, 1766, dispositivo de recogida de tejidos 128) pueden montarse en o dentro de la

consola de control 112 o el dispositivo de control accionado con el pie 116. El sistema de extracción de tejidos 1700 que se ilustra en la Figura 17 puede funcionar de forma similar a la descrita anteriormente en relación con el sistema de extracción de tejidos 100 que se ilustra en la Figura 1.

5 Las Figuras 18, 19 y 20 ilustran un ejemplo de un aparato de extracción de tejidos 1804 de acuerdo con otra aplicación. Más específicamente, la Figura 18 es una vista en perspectiva del aparato de extracción de tejidos 1804, la Figura 19 es una vista en planta superior del aparato de extracción de tejidos 1804 y la Figura 20 es una
10 vista transversal del aparato de extracción de tejidos 1804 tomada a lo largo de la línea B-B de la Figura 19. En este ejemplo, tal y como se ha descrito previamente, el aparato de extracción de tejidos 1804 está configurado para funcionar con dos líneas o vías de succión 152, 164 que se extienden desde las aberturas proximales del armazón
15 140, de manera que una línea de succión 152 se utiliza durante el modo de vacío continuo y la otra línea de succión 164 se utiliza durante el modo de vacío pulsado. De manera alternativa, el aparato de extracción de tejidos 1804 puede estar configurado para funcionar con una sola línea de succión. En este ejemplo, la cánula 148 está conectada con un tubo o canal de succión interno 2002 del armazón 140. La cánula 148 puede tener el diseño con
20 estructuras separadas que se ha descrito previamente en la presente divulgación, de manera que las mitades estructurales de la cánula 148 están conectadas con los respectivos cables aislados que pasan por el armazón 140 y van hasta los respectivos cables de salida que hacen de línea de señales térmicas 180. La cánula 148 puede extenderse hacia afuera desde una abertura distal del armazón 140 formada por un buje interno 2074 y un mecanismo de bloqueo roscado y coaxial 1878 que permiten montar y desmontar rápidamente el aparato de extracción de tejidos 1804.

También en el ejemplo que se ilustra en las Figuras 18, 19 y 20, el aparato de extracción de tejidos 1804 incluye un dispositivo solenoide de pulsos de vacío 1856. El dispositivo de pulsos de vacío 1856 incluye un bloque solenoide 1810 unido al extremo proximal del armazón 140 y un activador solenoide 1806. El bloque solenoide 1810
25 incluye un puerto común 2054 que tiene una comunicación fluida con el canal de succión interno 2002, un puerto de vacío bajo 2062 que tiene una comunicación fluida con la primera línea de succión 152, y un puerto de vacío alto 2066 que tiene una comunicación fluida con la segunda línea de succión 164. El activador 1806 puede tener la forma de una válvula de carrete, cuyo manejo general resulta conocido para las personas versadas en la materia. En este caso, el miembro móvil que es activado por el activador 1806 es un carrete o bobina que se desplaza hacia adelante y hacia atrás en relación con el bloque solenoide 1810. La posición de la bobina determina si el puerto común 2054
30 tiene comunicación fluida con el puerto de vacío bajo 2062 o el puerto de vacío alto 2066, por medio de canales o pasajes interconectados 2068 que están activos o inactivos dependiendo de la posición de la bobina. Por lo tanto, la bobina se utiliza para que el aparato de extracción de tejidos 1804 cambie entre el modo de vacío continuo y el modo de vacío pulsado. En el modo de vacío continuo, el puerto común 2054 tiene comunicación fluida con el puerto de vacío bajo 2062 y el material aspirado se lleva desde la cánula 148 hasta la primera línea de succión 152 con la ayuda de la primera bomba de vacío. En el modo de vacío pulsado, el puerto común 2054 tiene comunicación fluida con el puerto de vacío alto 2066 y el material aspirado se lleva desde la cánula 148 hasta la segunda línea de succión 164 con la ayuda de la segunda bomba de vacío. En este ejemplo, el dispositivo de pulsos de vacío 1856 puede estar configurado para generar pulsos de vacío desplazando la bobina rápidamente hacia atrás y hacia adelante para, de este modo, abrir y cerrar de forma alterna la ruta de fluidos entre el puerto común 2054 y el puerto de vacío alto 2066.

La Figura 21 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un instrumento quirúrgico de mano 2100 de acuerdo con otra aplicación. El instrumento quirúrgico 2100 tiene la configuración de un instrumento multifunción en el que el cirujano puede seleccionar una o más funciones además de la aspiración de tejidos. Con este fin, el instrumento quirúrgico 2100 incluye un buje giratorio 2106 situado en su extremo proximal. El cirujano puede hacer girar el buje giratorio 2106 alrededor de un pivote 2110 que se apoya en el instrumento quirúrgico 2100. El buje giratorio 2106 incluye un puerto u orificio de vacío 2112 que se puede conectar con el sistema de canales de vacío 152, y uno o más puertos u orificios de vacío adicionales 2114 que se pueden conectar con los correspondientes sistemas de canales adicionales 2116. Los puertos adicionales 2114 pueden usarse como orificios de inyección para añadir tipos especiales de materiales al sitio quirúrgico, tal y como se ha explicado previamente en esta divulgación, introduciendo estos materiales a través del instrumento quirúrgico 2100 y la misma cánula que se utiliza para la aspiración de tejidos. La interfaz o punto de contacto entre el buje giratorio 2106 y el instrumento quirúrgico 2100 está diseñada de tal manera que el aumento gradual del movimiento de rotación bloquea la comunicación de fluidos del puerto deseado 2112 o 2114 con los canales o pasajes internos del instrumento quirúrgico 2100 que se emplean normalmente para la aplicación de vacío y el flujo de fluidos y tejido. En una aplicación, el puerto adicional 2114 y el sistema de tubos 2116 se usan para inyectar material líquido para LIOs en un procedimiento intracapsular. Después de utilizar el puerto de vacío 2112 para extirpar una catarata, el cirujano hace girar el buje 2106 para cambiar al puerto adicional 2114 que está conectado con una fuente de material para LIOs. Después, el cirujano utiliza el instrumento quirúrgico 2100 para inyectar el material líquido para LIOs en la bolsa capsular del ojo a través del sistema de tubos o canales 2116 que sirve de línea de suministro del material para LIOs. Esta configuración evita que el cirujano tenga que extraer la cánula de vacío del ojo y posteriormente tenga que insertar -a través de la pequeña incisión en la cápsula anterior que se ha realizado previamente- otra cánula diferente para inyectar el material líquido para LIOs. Esto resulta ventajoso porque, para llevar a cabo el procedimiento intracapsular, la incisión que se realiza en la cápsula anterior debe coincidir perfectamente con la cánula utilizada. Cualquier movimiento de la cánula puede desgarrar o dañar la incisión, lo cual pondría en peligro la incisión y haría más difícil

sellar la incisión para evitar que el material líquido para LIOs se saliera de la bolsa capsular.

Las Figuras 22 y 23 son vistas en perspectiva de un ejemplo de un sello o cierre para incisiones expandible 2200 que puede usarse para sellar una incisión realizada durante un procedimiento intracapsular u otro tipo de procedimiento. La Figura 22 muestra el sello para incisiones 2200 en posición expandida, mientras que la Figura 23 muestra el sello para incisiones 2200 en posición retraída. El sello para incisiones 2200 incluye un eje o mango 2204 cuyo tamaño es adecuado para encajar en la abertura delimitada por la incisión y ocuparla por completo. El mango 2204 incluye un extremo distal 2208 y un extremo proximal 2212. El sello para incisiones 2200 también incluye una parte expandible 2216 contigua al extremo distal 2208. La parte expandible 2216 está diseñada a modo de paraguas. Por consiguiente, la parte expandible 2216 incluye diversos segmentos radiales o paneles 2220 que se extienden hacia afuera en direcciones radiales desde el extremo distal 2208, de manera que los segmentos adyacentes 2220 son contiguos o colindan en las líneas de plegado radiales 2224. La parte expansible 2216 puede moverse desde la posición retraída que se muestra en la Figura 23, en la que los segmentos 2220 están orientados en un primer ángulo en relación con el mango 2204, a la posición expandida que se muestra en la Figura 22, en la que los segmentos 2220 están dispuestos en un segundo ángulo en relación con el mango 2204, el cual es mayor que el primer ángulo. Además de funcionar como un sello o cierre, el sello para incisiones 2200 puede usarse como un émbolo para empujar los materiales viscosos a través de un aparato de extracción de tejidos u otro instrumento quirúrgico (por ejemplo, el instrumento quirúrgico 2100 que se muestra en la Figura 21) hasta el sitio quirúrgico.

En el ejemplo de un procedimiento de LIOs, el sello para incisiones 2200 inicialmente puede estar unido ligeramente (u holgadamente) en su extremo proximal 2212 a una varilla o barra alargada -o a un cable alargado- de un instrumento aparte. El extremo proximal 2212 puede tener cualquier configuración que sea adecuada para conseguir esta unión. Con el instrumento quirúrgico 2100 dispuesto de tal manera que la línea de material para LIOs 2116 (Figura 21) tiene una comunicación fluida con la cánula del instrumento quirúrgico 2100, el cirujano inyecta el material para LIOs en la línea de material para LIOs 2116. Con el mango 2204 del sello para incisiones 2200 unido a la varilla del instrumento aparte, el cirujano puede introducir el sello para incisiones 2200 en la línea de material para LIOs 2116 y empujar el sello para incisiones 2200 por esta empujando la varilla del instrumento separado. El sello para incisiones 2200 recorre con facilidad la línea de material para LIOs 2116 en la posición retraída que se muestra en la Figura 23. El material para LIOs puede ser muy viscoso y puede que se requiera ayuda para introducirlo a través de la incisión en la bolsa capsular. Así, el extremo distal 2208 puede usarse para empujar el material para LIOs a través de la línea de material para LIOs 2116. El cirujano puede empujar el sello para incisiones 2200 a través de la cánula del instrumento quirúrgico 2100 hasta la incisión. El cirujano puede empujar el sello para incisiones 2200 a través de la incisión lo suficientemente lejos como para que la parte expandible 2216 despeje la incisión y quede situada por completo en la bolsa capsular. En ese momento, el mango 2204 del sello para incisiones 2200 se extiende a través de la incisión y el contorno de tejido que delimita la incisión encaja ajustadamente alrededor del mango 2204. Después, el cirujano puede tirar de la varilla del instrumento separado, de manera que el mango 2204 empieza a retraerse fuera de la incisión. Este tirón provoca que la parte expandible 2216 del sello para incisiones 2200 se expanda hacia afuera hasta la posición expandida que se muestra en la Figura 22. En esta posición expandida, la parte expandible 2216 toca contra la superficie posterior de la cápsula anterior, en las inmediaciones del contorno de la incisión. De este modo, el mango 2204 y la parte expandible 2216 forman un sello ajustado y fluido alrededor de la incisión. Además, puesto que la parte expandible 2216 ahora está en su posición expandida y está situada en el lado interior de la incisión, la parte expandible 2216 no puede extraerse de la cápsula anterior y, por lo tanto, el mango 2204 no puede retraerse completamente de la incisión porque la parte expandible 2216 permanece sujeta al mango 2204. Sin embargo, tal y como se ha explicado previamente, la varilla del instrumento separado solo está ligeramente unida al mango 2204. Así, cuando el cirujano tira de la varilla, esta se suelta del mango 2204 y puede sacarse con facilidad del sitio quirúrgico extrayéndola mediante la cánula del instrumento quirúrgico 2100 después de que el sello para incisiones 2200 se haya colocado correctamente en la incisión del modo anteriormente descrito.

El sello para incisiones expandible 2200 puede fabricarse con cualquier material adecuado que permita llevar a cabo las funciones y trabajos que se han descrito previamente haciendo referencia a las Figuras 22 y 23.

Las Figuras 24A, 24B, 25 y 26 ilustran otros ejemplos de un aparato de extracción de tejidos 2402 de acuerdo con aplicaciones de la presente invención. Más específicamente, la Figura 24A es una vista lateral del aparato de extracción de tejidos 2402, la Figura 24B es una vista en perspectiva de una segunda aplicación del aparato de extracción de tejidos 2402, la Figura 25 es una vista transversal del aparato de extracción de tejidos 2402 y la Figura 26 es una vista en perspectiva despiezada del aparato de extracción de tejidos 2402. El aparato de extracción de tejidos 2402 que se describe en estas aplicaciones ejemplares puede usarse en cualquier aplicación de un sistema de extracción de tejidos de acuerdo con las divulgaciones de la presente invención, incluyendo el sistema de extracción de tejidos 100 que se describe en la Figura 1.

En el ejemplo que se ilustra, el aparato de extracción de tejidos 2402 normalmente incluye una estructura alargada y descentrada que tiene un armazón central 2404, un armazón de accionamiento 2406 y un tapón terminal 2422 que tiene una punta roscada 2502 en su extremo distal. Tal y como se utiliza en el presente texto, una 'estructura descentrada' hace referencia a una estructura en la que la línea central del armazón central 2404 está inclinada o desviada verticalmente respecto a la línea central del armazón de accionamiento 2406. Tal y como se

muestra, puede acoplarse una cánula 2408 en la punta roscada 2502 del armazón central 2404 y, además, el aparato de extracción de tejidos 2402 puede incluir otro tapón terminal 2410 para envolver el extremo proximal del armazón de accionamiento 2406.

5 El armazón central 2404 puede incluir una estructura anular que tiene un interior hueco con unas dimensiones lo suficientemente grandes como para albergar una o más líneas de succión que van a la cánula 2408. Asimismo, el armazón de accionamiento 2406 puede incluir una estructura anular que tiene un extremo distal parcialmente cerrado y un interior hueco con unas dimensiones lo suficientemente grandes como para albergar un accionador lineal (o actuador de línea) u otro mecanismo de accionamiento. En algunas aplicaciones, el armazón
10 central 2404 puede estar unido -de forma que se pueda separar- al armazón de accionamiento 2406 mediante miembros de acoplamiento roscados, por ejemplo. En otras aplicaciones, el armazón central 2404 puede estar formado integralmente por el armazón accionador 2406 o soldado, acoplado o permanentemente unido a este.

15 El tapón terminal 2422 puede incluir un cuerpo cilíndrico principalmente sólido que tiene un extremo distal roscado y ahusado 2502. El tapón terminal 2422 también puede incluir en su extremo proximal un 'asiento' o fondo anular 2540 que está diseñado para engranarse o unirse con un extremo distal del armazón central 2404. El tapón terminal 2422 puede fabricarse con un material que es eléctrica y térmicamente aislante; entre los ejemplos -no limitativos- se incluyen los termoplásticos y otros compuestos poliméricos.

20 En este ejemplo, el aparato de extracción de tejidos 2402 está configurado para funcionar con una línea de succión 2412 que se extiende desde una abertura 2414 que se forma en el extremo distal del armazón de accionamiento 2406. De manera alternativa, el aparato de extracción de tejidos 2402 puede configurarse para funcionar con dos líneas de succión, de manera que una línea de succión puede usarse durante el modo de vacío continuo y la otra línea de succión puede usarse durante el modo de vacío pulsado.

25 En la aplicación que se muestra en la Figura 24B, la línea de succión 2412 puede asegurarse a un armazón accionador 2406 por medio de un miembro de retención alargado 2416 que está unido a la superficie exterior del armazón accionador 2406. El miembro de retención 2416 puede incluir una estructura con forma de C que tiene una pareja de extremos de retención 2418 que forman un canal circular 2420 para que pase la línea de succión 2412 desde el armazón central 2404.

30 En algunas aplicaciones, el miembro de retención 2416 puede formarse integralmente con el armazón accionador 2406. En otras aplicaciones, el miembro de retención 2416 puede ser una parte separada que se une al armazón accionador 2406 y se separa de este, o, alternativamente, el miembro de retención 2416 puede estar asegurado de forma permanente al armazón accionador 2406 mediante soldadura o adhesivos, por ejemplo, o mediante otros medios. En algunas aplicaciones, el miembro de retención 2416 puede fabricarse con el mismo material que el armazón accionador 2406, especialmente en las aplicaciones en las que el miembro de retención 2416 se forma integralmente con el armazón accionador 2406 o está unido a este de forma permanente. En otras
35 aplicaciones, el miembro de retención 2416 puede fabricarse con un material elástico y resistente que permite que la línea de succión 2412 encaje a presión en el canal 2420.

40 En este ejemplo, como se muestra mejor en la Figura 25, la cánula 2408 está conectada a un tubo de succión interno 2504 en el armazón central 2404. La cánula 2408 puede incluir una punta con uno o más componentes térmicos que incorporan cualquiera de los diseños de la punta de la cánula que se han descrito anteriormente en esta divulgación. Como se ha explicado previamente, la cánula 2408 puede asegurarse al extremo roscado 2502 del armazón central 2404 en su buje 2506, que incluye un mecanismo de bloqueo coaxial y roscado que permite montar y desmontar rápidamente el aparato de extracción de tejidos 2402.

45 También en el ejemplo que se ilustra en las Figuras 25 y 26, el aparato de extracción de tejidos 2402 incluye un dispositivo de pulsos de vacío -controlado por un accionador- 2510 (dispositivo que en el presente texto también se denomina 'puerta pulsante') que está unido al tubo de succión interno 2504. En este ejemplo, la puerta pulsante 2510 puede incluir una varilla del accionador 2512 que está montada entre un accionador 2514 y la estructura de una válvula giratoria 2516.

50 Como se muestra, la varilla del accionador 2512 puede incluir una varilla alargada que se extiende a través del interior hueco del armazón central 2404. La varilla del accionador 2512 puede estar hecha de un material no corrosivo, como acero inoxidable u otro material apropiado. La varilla del accionador 2512 puede unirse al accionador o actuador 2514 en un extremo por medios convencionales, por ejemplo, un pivote o eje giratorio, y puede sujetarse en voladizo en un extremo distal opuesto mediante un capuchón 2518 unido a un extremo distal del armazón central 2404. El capuchón de válvula 2518 puede presentar un diseño con forma de capuchón o tapón que tiene una ranura (no se muestra) que se forma en una cara trasera del capuchón 2518 y permite que el extremo distal de la varilla del accionador 2512 se extienda por ella y, además, se desplace en una dirección lineal 2520 cuando se acciona por medio del accionador 2514.

65 El accionador 2514 puede guardarse en el armazón del accionador 2406 y, además, puede incluir, por ejemplo, un accionador de movimiento lineal neumático, hidráulico o electromecánico. En otras aplicaciones, el

accionador 2514 puede estar unido directamente con el armazón central 2404. En el ejemplo no limitativo que se muestra en las Figuras 24, 25 y 26, el accionador 2514 incluye un accionador solenoide, lineal y neumático (de empuje). Durante su funcionamiento, el accionador 2514 está configurado para desplazar el extremo distal de la varilla del accionador 2512 hacia la estructura de válvula giratoria 2516 de manera que la varilla del accionador 2512 se engrane con una válvula giratoria de la estructura de válvula giratoria 2516. Como se explicará con más detalle más adelante, cuando la varilla del accionador 2512 se engrana con la válvula giratoria, la válvula giratoria está diseñada para obstruir completa o parcialmente la ruta de fluido del tubo de succión interno 2504, de manera que la rotación cíclica de la válvula giratoria genera pulsos de vacío y modifica la tasa de flujo y el volumen de fluido que pasan a través de la línea de succión 2412. En algunas aplicaciones, el accionador 2514 puede tener comunicación eléctrica con la consola de control 112 y/o el dispositivo de control accionado con el pie 116. En estos casos, la frecuencia del desplazamiento lineal de la varilla del accionador 2512 puede controlarse con un software de ordenador que maneja la consola de control 112 y/o manejando el dispositivo de control accionado con el pie 116.

Refiriéndonos ahora al montaje o estructura de válvula(s) giratoria(s) 2516, como se ilustra mejor en las Figuras 25 y 26, la estructura de válvula 2516 puede incluir un conector de válvula 2522, una válvula giratoria 2524, el tapón de válvula 2518 y una llave de válvula 2526 para asegurar el tapón de válvula 2518 en el tapón terminal 2422. En el ejemplo que se muestra, el conector de válvula 2522 puede incluir un cuerpo anular que tiene paredes laterales anulares 2456, un interior hueco 2604 y una rendija 2548 que se extiende a través de las paredes laterales anulares 2546 del cuerpo. El conector de válvula 2522 queda retenido en una parte ahuecada 2542 que se forma en el tapón terminal 2422. El conector de válvula 2522 está configurado para descansar o apoyarse en la parte ahuecada 2542 de manera que la rendija 2548 queda alineada en un pasaje o canal 2544 que se extiende a través del tapón terminal 2422 para que pase el tubo de aspiración interno 2504.

En este ejemplo, la válvula giratoria 2524 incluye un cuerpo 2528 y un lóbulo con forma de lágrima 2530. El cuerpo 2528 es un miembro sólido cilíndrico que está diseñado para alojarse en el interior 2604 del conector de válvula 2522 y girar en él. El cuerpo 2528 incluye un orificio 2532 que se extiende por el mismo. El lóbulo 2530 funciona como una leva que ayuda a girar la válvula giratoria 2524 del conector de válvula 2522. El lóbulo 2530 incluye un círculo de base o talón 2556 y un flanco o lateral 2558. Las dimensiones diametrales del talón 2556 pueden ser mayores que el diámetro del cuerpo 2528, de manera que una superficie superior anular 2550 del conector de válvula 2522 funciona como superficie de apoyo del lóbulo 2530. Además, el lóbulo 2530 está diseñado para limitar y alinear concéntricamente el orificio 2532 con la rendija del conector de válvula 2548.

Además, la válvula giratoria 2524 puede incluir una clavija o pasador inferior 2534 y una clavija o pasador superior 2536. En este ejemplo, la clavija inferior 2534 se extiende desde una superficie inferior del cuerpo 2528 hasta una muesca circular 2538 que se forma en el tapón terminal 2422. La clavija superior 2536 se extiende desde una superficie superior del lóbulo 2530 hasta una muesca circular 2552 que se forma en el envés del capuchón de válvula 2518. Las clavijas inferior y superior 2534, 2536 delimitan un eje de pivote 2554 alrededor del cual puede girar la válvula giratoria 2524 entre una primera posición y una segunda posición, como se explicará con más detalle más adelante.

En funcionamiento, los pulsos de vacío pueden generarse mediante el movimiento repetitivo de la válvula giratoria 2524. En este ejemplo, el accionador 2514 está configurado para desplazar la varilla del accionador 2512 en una dirección lineal 2520. A medida que la varilla del accionador 2512 se desplaza, se engrana con el flanco 2558 del lóbulo 2530, lo cual hace girar la válvula giratoria 2524 -en este ejemplo, en sentido contrario a las agujas del reloj 2610- alrededor del eje de pivote 2554 entre una primera posición (abierta) y una segunda posición (cerrada). La válvula giratoria 2524 está diseñada de tal manera que, en la posición abierta, el orificio 2532 de la válvula giratoria 2524 queda alineado y tiene una comunicación fluida con la rendija 2548 del conector de válvula 2522, lo que permite que el fluido fluya libremente por el tubo de succión interno 2504. Además, la válvula giratoria 2524 está diseñada de tal manera que, en la posición cerrada, el orificio 2532 gira aproximadamente 90°, interrumpiendo así el flujo de fluido por el tubo de succión interno 2504.

En algunas aplicaciones, la estructura o montaje de la válvula giratoria 2516 puede tener un diseño 'a prueba de fallos'. En estas aplicaciones, debido a un muelle o resorte, la válvula giratoria 2524 puede tener una inclinación hacia la posición abierta. Por lo tanto, la varilla del accionador 2512 debe aplicar la fuerza suficiente para que el flanco 2558 supere la fuerza del resorte. Cuando se interrumpe la fuerza aplicada al flanco 2558, la válvula giratoria 2524 regresa a su posición abierta. En este ejemplo, los pulsos de vacío se generan mediante el movimiento repetitivo de la válvula giratoria 2524 contra la tendencia o inclinación del resorte, entre las posiciones abierta y cerrada. De este modo, el dispositivo de pulsos de vacío 2510 se adapta para generar pulsos de vacío aplicando fuerza y liberando rápidamente la fuerza aplicada al flanco del lóbulo 2558 y haciendo frente a la tendencia del resorte, de manera que la ruta de fluidos del tubo de succión interna 2504 se abre y se cierra de manera alterna.

En algunas aplicaciones, la estructura de la válvula 2516 también puede estar herméticamente sellada para evitar que el fluido se salga de la línea de succión 2412 y, por lo tanto, disminuya la presión del vacío. En algunas aplicaciones, todos los componentes de la estructura de válvula giratoria 2516 pueden fabricarse con materiales no corrosivos; entre los ejemplos -no limitativos- se incluyen el plástico, la cerámica, el acero inoxidable o cualquier otro

material adecuado. En otras aplicaciones, el orificio 2532 puede incluir bordes exteriores afilados para deshacer cualquier tejido que pase por la válvula giratoria 2524 mientras la válvula giratoria 2524 cambia cíclicamente entre las posiciones abierta y cerrada. En otras aplicaciones adicionales de la presente invención, el capuchón de válvula 2518 puede incluir un tope o parada para limitar la rotación de la válvula giratoria 2524.

5 La válvula giratoria 2524 ejemplar que se describe en el presente texto no es limitativa. Las personas versadas en la materia comprenderán que pueden usarse otros dispositivos y otras configuraciones de válvulas giratorias sin salirse por ello de la amplitud de los aspectos que se desvelan en la presente divulgación.

10 Como se muestra correctamente en la Figura 25, la línea de succión 2412 puede incluir múltiples secciones de tubos o canales. En este ejemplo, la línea de succión 2412 puede incluir un tubo o canal de succión externo 2560, el tubo de succión interno 2504 y un tubo de succión intermedio 2562 ubicado entre el tubo de succión interno 2504 y el tubo de succión externo 2560. Como se ha explicado previamente, el tubo de succión interno 2504 está unido por su extremo distal a la cánula 2408, y se extiende desde ahí a través del tapón terminal 2422, donde su extremo proximal está unido al tubo de succión intermedio 2562. Como se muestra, en algunas aplicaciones la puerta de pulsos de vacío 2510 puede estar unida al tubo de succión interno 2504. En otras aplicaciones, la puerta de pulsos de vacío 2510 puede estar unida a otras secciones de la línea de succión 2412. En otras aplicaciones, la puerta de pulsos de vacío 2510 puede incluir un enganche para las secciones adyacentes de la línea de succión 2412. En este ejemplo, el tubo de succión externo 2560 se comunica con la bomba de vacío 108 y está unido en su extremo distal al tubo de succión intermedio 2562. En algunas aplicaciones, las secciones adyacentes de los tubos pueden unirse por ajuste a presión, por ajuste de fricción, mediante adhesivos de grado médico o por medio de cualquier otro método adecuado.

25 Si bien la línea de succión 2412 descrita en el presente texto incluye secciones con tres tubos, las personas versadas en la materia comprenderán que pueden usarse secciones con cuatro o más tubos y otros enganches de tubos sin salirse por ello de la amplitud de los aspectos que se desvelan en la presente divulgación.

30 En algunas aplicaciones -se ilustra mejor en la Figura 27-, la punta de la cánula 2408 puede ser ahusada tanto para deshacer el tejido que pasa por la cánula 2408, como para aumentar la presión trasera en el interior de la línea de succión 2412. Además de ahusar o estrechar la punta de la cánula 2408, en algunas aplicaciones el diámetro interno de las secciones de tubos adyacentes (por ejemplo, el tubo de succión interno 2504 y el tubo de succión intermedio 2562) de la línea de succión 2412 puede aumentar a lo largo de la ruta de fluidos 2702 para aumentar o 'sobrecargar' el flujo de fluido de vacío. Según las leyes que rigen la dinámica de fluidos, incluyendo el principio de Bernoulli y el principio de continuidad, la velocidad de un fluido debe decrecer a medida que se expande, mientras que su presión debe aumentar para satisfacer el principio de conservación de la energía. Si aplicamos estos principios a la presente invención, la presión del vacío en la línea de succión 2412 puede aumentarse gracias a las sucesivas expansiones de las secciones de tubos de la línea de succión 2412. En algunas aplicaciones, una sección difusora ahusada 2704 puede quedar unida entre secciones de tubos adyacentes para reducir las turbulencias y otras pérdidas por fricción causadas por la expansión de la ruta de flujo 2702 a lo largo de la línea de succión 2412. En otras aplicaciones, puede añadirse un bisel u otro medio a la sección difusora 2704 para influir aún más en el flujo de fluido en expansión.

45 Tal y como se explica parcialmente en los Antecedentes, el proceso de facoemulsificación incluye habitualmente un proceso de dos pasos. En primer lugar, se usa un aparato de ultrasonidos de faco (pieza de mano de faco) para extraer el núcleo de la catarata del ojo. Después de eliminar el núcleo de la catarata, se usa un segundo instrumento (pieza de mano I/A) de irrigación y aspiración -o succión- (I/A) para eliminar la corteza blanda que aún queda en el área de la cápsula posterior del cristalino del ojo en el que estaba la catarata. El proceso de extraer la corteza de alrededor de la delicada cápsula posterior del cristalino no puede realizarse con la pieza de mano de faco, ya que se podría rasgar o romper la cápsula posterior, que es una membrana que evita que el humor vítreo se salga o se desplace hacia adelante durante el procedimiento. Así, la pieza de mano I/A cumple una función de irrigación y aspiración -o succión- con un puerto de succión que tiene un diámetro de 0,3 mm y está situado del lado de la cánula. A menudo se utiliza un accesorio de irrigación con la pieza de mano I/A, pero el accesorio puede retirarse para permitir que se realice un procedimiento bimanual (a dos manos) que requiere el uso de una segunda cánula en el ojo para proporcionar irrigación. Una punta de faco convencional puede incluir una cánula de titanio -en un extremo distal abierto- que tiene unas dimensiones con un diámetro de 1 mm, pero también están disponibles otras formas y tamaños.

50 Después de eliminar la catarata, el técnico quirúrgico debe retirar el tubo (o tubos) de irrigación y el tubo (o tubos) de succión de los conectores de la pieza de mano de faco, situados en la parte trasera de la pieza de mano, y conectarlos después a la pieza de mano I/A. El técnico debe asegurarse de que no hay aire en la línea de irrigación, puesto que el aire puede llegar al ojo, lo cual afecta a la visibilidad del cirujano.

60 **[0083]** Una aplicación de la presente invención proporciona una única pieza de mano para realizar las funciones relacionadas con la extracción de las cataratas y la corteza. Como se muestra en la Figura 28, esto puede conseguirse usando una membrana con una punta blanda 2802 que está diseñada para encajar perfectamente en el extremo distal de la cánula 2408. En el ejemplo que se muestra, la membrana para puntas 2802 puede incorporar una funda elástica 2804 que tiene un interior 2814 delimitado por una o más paredes laterales anulares 2816 que se

5 extienden entre un extremo abierto 2810, que sirve para recibir o alojar un extremo distal de la cánula 2408, y un extremo cerrado con forma de copa 2812. Además, la membrana para puntas 2802 puede incluir uno o más puertos de vacío 2806 dispuestos a lo largo de las paredes laterales 2816 de la funda 2804. La funda 2804 puede estar hecha de materiales acrílicos, silicona u otros materiales flexibles que tengan las propiedades de elasticidad apropiadas. La funda 2804 puede adaptarse para que se ajuste a la forma de la cánula 2408 y le proporcione un ajuste de compresión o barrera hermética. Puede formarse una bolsa 2808 entre el extremo distal de la cánula 2408 y el extremo cerrado 2812 que proporciona una ruta de flujo para el tejido y el fluido que pasan del puerto lateral 2806 a la cánula 2408. En algunas aplicaciones, los puertos laterales 2806 pueden tener un diámetro de aproximadamente 0,3 mm u otras dimensiones que sean adecuadas para aspirar el material de la corteza.

10 De acuerdo con los principios del presente documento, el grosor de la funda 2804 puede ser muy fino (del orden de varios cientos de micrómetros) para permitir que la funda 2408 se estire y se ajuste al extremo distal de la cánula 2408 y, además, para permitir que la punta distal de una cánula 2408 vuelva a introducirse en una incisión, sin rasgar o abrir aún más la incisión, después de que la membrana para puntas 2802 se haya aplicado a su extremo distal. Además, la funda 2804 puede estar hecha de un material cuyas propiedades permiten que la funda 2804 se adhiera a la superficie exterior de la cánula 2408. En algunas aplicaciones, el diámetro interior de las paredes laterales 2816 de la membrana para puntas 2802 puede ser ligeramente más pequeño que el diámetro exterior de la cánula 2408; de este modo, se garantiza el ajuste de compresión entre la membrana para puntas 2802 y la cánula 2408.

15 En una aplicación de los principios del presente documento, que se ilustra en la Figura 29, se proporciona un método 2902 para extraer tejido de un ojo usando una única pieza de mano. Tal y como se muestra, el método 2902 incluye un primer paso 2904 que conlleva introducir una punta distal de la cánula 2408 a través de una incisión realizada en el ojo y hasta su interior, de un modo que se ha explicado previamente en el presente documento. En el siguiente paso 2906, el tejido de la catarata que hay en el interior del ojo puede deshacerse aplicando una serie de pulsos de vacío al tejido del ojo mediante la cánula 2408. En este paso, los pulsos de vacío pueden aplicarse al tejido del ojo activando un dispositivo de pulsos de vacío -como, por ejemplo, la válvula giratoria 2524- de forma alterna entre un estado abierto y un estado cerrado. Después de deshacer el tejido, el tejido deshecho puede aspirarse a través de la línea de succión 2412 hasta llegar al punto de recogida de tejidos 218 (paso 2908). Después de aspirar el tejido de cataratas, en el paso 2910 la punta distal de la cánula 2408 puede retirarse de la incisión en el ojo. Una vez que la punta distal de la cánula 2408 se ha retirado del ojo, en el paso 2912 puede aplicarse una membrana para puntas flexible 2802 al extremo distal de la cánula 2408 por medios manuales o mecánicos. En el paso 2914, la punta distal de la cánula 2408, que porta la membrana para puntas 2802, puede volver a introducirse en la incisión a fin de deshacer cualquier remanente de tejido de la corteza que quede en el interior del ojo aplicando, una vez más, una serie de pulsos de vacío al tejido por medio de la cánula 2408 (paso 2916).

20 Para ayudar en el proceso de succión, en algunas aplicaciones la membrana para puntas 2802 puede aplicarse al extremo distal de la cánula 2408 por medios automatizados. La Figura 30A es una vista transversal de un equipo o aparato 3002 para aplicar la membrana para puntas 2802 sobre el extremo distal abierto de la cánula 2408. Como se muestra, el equipo 3002 puede incluir una carcasa o caja protectora 3004 que tiene una sección superior 3006 y la correspondiente base 3008. En algunas aplicaciones, la carcasa 3004 puede incluir una sección transversal cuadrada. En otras aplicaciones, la carcasa 3004 puede tener una forma circular, poligonal o cualquier otra forma adecuada. En algunas aplicaciones, la carcasa 3004 puede estar hecha de plástico. En otras aplicaciones, la carcasa 3004 puede estar hecha de cerámica, acero inoxidable o cualquier otro material adecuado.

25 Como se muestra, la sección superior 3006 puede incluir una superficie superior plana 3010 y un conducto o canal circular de alineamiento 3016 que se extiende desde la superficie superior 3010 hasta el interior 3012 de la carcasa 3004. En este ejemplo, el conducto de alineamiento 3016 puede tener unas dimensiones diametrales que se corresponden con el diámetro exterior de la cánula 2408. Puede ser necesario que haya una tolerancia diametral ajustada entre la cánula 2408 y el conducto de alineamiento 3016 para garantizar que la cánula 2408 queda correctamente centrada, de manera que la membrana para puntas 2802 queda guardada en el interior 3012 de la carcasa 3004. Una cánula 2408 correctamente centrada permite que la membrana para puntas 2802 se asegure correctamente al extremo abierto de la cánula 2408.

30 Un retractor de la membrana, que tiene uno o más 'dedos' o 'lenguas' 3014 que se extienden hacia abajo, puede unirse al fondo o parte inferior de la sección superior 3006, cerca de la base 3008. En algunas aplicaciones, las lenguas 3014 pueden estar dispuestas cónicamente. Las lenguas están diseñadas para retener la membrana para puntas 2802 en el interior 3012 de la carcasa 3004 mediante fricción, estiramiento y/o ajuste por compresión. En algunas aplicaciones, las lenguas 3014 pueden fabricarse con plástico o cualquier otro material adecuado. En otras aplicaciones, el retractor de la membrana puede contener un miembro cónico individual que se extiende desde el fondo o parte inferior de la sección superior 3006.

35 Durante la instalación de la membrana para puntas 2802, la funda 2804 de la membrana para puntas 2802 puede estirarse primero por medio de las lenguas 3014. A medida que la funda 2804 se estira por medio de las lenguas 3014, el interior 2814 de la membrana para puntas 2802 se expande y va adquiriendo una configuración con forma de V para recibir el extremo distal de la cánula 2408. Una vez que la membrana para puntas está instalada

sobre las lenguas 3014, en algunas aplicaciones, la sección superior 3006 se ensambla con la base 3008 para formar la carcasa 3004. Una vez que la carcasa 3004 está ensamblada, el usuario puede introducir el extremo distal de la cánula 2408 en el conducto de alineamiento 3016 hasta que el extremo distal de la cánula 2408 se extienda por el interior 2814 de la membrana para puntas 2802, cerca del extremo cerrado 2812. Cerca del extremo cerrado 2812 de la membrana para puntas 2802, el diámetro interior de las paredes laterales 2816 de la funda se estrechan de manera que la membrana para puntas 2802 se adhiere a la superficie exterior de la cánula 2408. Una vez que la membrana para puntas 2802 se fija al extremo distal de la cánula 2408, el usuario puede aplicar una fuerza adicional hacia abajo para acercar la cánula 2408 a la base 3008. A medida que la cánula 2408 se mueve hacia la base 3008, el ajuste de compresión entre la membrana para puntas 2802 y la cánula 2408 puede hacer que la membrana para puntas 2802 se desplace con respecto a las lenguas 3014. A medida que la membrana para puntas 2802 se desplaza con respecto a las lenguas 3014, la funda elástica 2804 puede contraerse y fijarse a la cánula 2408 de forma segura y, en algunas aplicaciones, de forma permanente. Después de que la membrana para puntas 2802 quede fijada a la cánula 2408, el usuario puede retirar la cánula 2408 de la carcasa 3004, y comenzar con la extracción del material de la corteza. En la mayoría de aplicaciones, debido a cuestiones sanitarias, la membrana para puntas 2802 está diseñada para ser un accesorio de un solo uso.

En este ejemplo, la membrana para puntas 2802 puede estar situada en la carcasa 3004, de manera que se separa o desplaza con respecto a las lenguas 3014 aproximadamente en el mismo punto en el que la membrana para puntas 2802 entra en contacto con el fondo de la carcasa 3004. Este contacto que tiene lugar en el fondo de la carcasa 3004 proporciona al usuario una señal para que este sepa que la membrana para puntas 2802 está conectada a la cánula 2408 y que, además, puede retirarse de la carcasa 3004.

En algunas aplicaciones, la sección superior 3006 puede separarse -ser separable- de la base 3008 para proporcionar un acceso a las lenguas 3014 cuando se instala la membrana para puntas 2802 en el equipo 3002. En otras aplicaciones, la sección superior 3006 puede formarse completamente con la base 3008. En estas aplicaciones, el acceso a las lenguas 3014 puede proporcionarse por medio de una o más aberturas que se forman en las paredes laterales y/o una superficie del fondo de la carcasa 3004.

De acuerdo con esta aplicación, un usuario puede extraer primero el núcleo de la catarata de un sitio diana usando una aplicación o implementación de un aparato de extracción de tejidos 2402 de la presente invención. Después de extraer la catarata, el usuario puede introducir el dispositivo o aparato en la carcasa 3004 para fijar la membrana para puntas 2802 al extremo distal de la cánula 2408. Cuando la membrana para puntas 2802 está asegurada a la cánula 2408, el usuario puede utilizar el mismo aparato para extraer los materiales de la corteza que queden todavía en el sitio diana.

La presente invención proporciona un medio en el que la membrana para puntas 2802 puede conectarse automáticamente a la cánula 2408. Si se desea, el usuario puede hacer esto con facilidad y sin la ayuda de un técnico. Además, no se requiere un técnico para cambiar los tubos del instrumento entre los pasos de la extracción de la catarata y la extracción de la corteza. Esto supone una ventaja, puesto que proporciona una mayor eficacia y ayuda a ahorrar en costes en relación con los procedimientos y el instrumental de faco ya existentes. Además, puesto que los aparatos de extracción de tejidos de la presente invención no se basan en la activación de la punta mediante energía de ultrasonidos mecánica, la membrana para puntas 2802 que se aplica a la cánula 2408 tiene más posibilidades de permanecer asegurada al extremo distal de la cánula 2408, ya que, seguramente, los ultrasonidos mecánicos harían vibrar la membrana para puntas 2802, desplazándola de la punta de la cánula de un dispositivo de ultrasonidos de faco tradicional.

Las Figuras 31 y 32 son, respectivamente, una vista en perspectiva y una vista en planta de un ejemplo de un aparato para la extracción de tejidos 3100 de acuerdo con otra aplicación. Normalmente, el aparato para la extracción de tejidos 3100 está concebido como una pieza de mano, o instrumento de mano portátil, cuya forma y tamaño son adecuados para que los agarre y sujete un usuario. El aparato de extracción de tejidos 3100 incluye un armazón de la pieza de mano 3102 que contiene diversos componentes en su interior, una cánula de aspiración o succión 3104 de estructura rígida que se extiende desde el interior hasta una punta distal 3106 situada fuera del armazón 3102, y un accionador lineal que incluye un montaje o estructura de válvula 3110 situado en el interior. Normalmente, el armazón 3102 puede ser alargado a lo largo de un eje longitudinal del aparato de extracción de tejidos 3100. El armazón 3102 puede incluir diversas secciones ensambladas. En el ejemplo que se ilustra, el armazón 3102 incluye un cuerpo distal (o frontal) 3112 desde el que se extiende la cánula de succión 3104, un cuerpo principal (o intermedio) 3114 que está unido al cuerpo distal 3112 de forma que es hermético a los fluidos y es alargado a lo largo del eje longitudinal, y un cuerpo proximal (o trasero) 3116 que está unido al cuerpo principal 3114 y está enfrente del cuerpo distal 3112. En este contexto, la expresión 'hermético/a a los fluidos' significa 'hermético/a al gas' o 'hermético/a o estanco al vacío' y hace referencia a las propiedades de sellado que permiten eliminar o, al menos, minimizar considerablemente la transferencia o el trasvase de gas a través de la interfaz o el componente que se describe como 'hermético/a a los fluidos'. El cuerpo distal 3112 incluye una abertura del armazón distal 3118 a través de la que se extiende la cánula de succión 3104 de una forma hermética a los fluidos. Con este fin, puede proporcionarse un sello distal 3120, con una configuración y estructura adecuadas, en la interfaz situada entre la cánula de succión 3104 y la abertura del armazón distal 3118.

En algunas aplicaciones, el aparato de extracción de tejidos 3100 está diseñado para ser desechable, en cuyo caso se le proporciona al usuario con una forma permanente. En este contexto, el término 'permanente' (por ejemplo, permanentemente unido, instalado o ensamblado) significa que un usuario no puede desmontar o desensamblar el aparato de extracción de tejidos 3100 sin dañarlo o dejarlo inservible. Por ejemplo, las diversas secciones del almacén 3102 no pueden desmontarse o desensamblarse, la cánula de aspiración 3104 no puede separarse del almacén 3102 y las líneas de fluido tampoco pueden separarse del almacén 3102.

En el ejemplo que se ilustra, el montaje o estructura de la válvula 3110 se acciona neumáticamente y está configurado para aplicar vacío a la cánula de aspiración 3104 y provocar en la misma pulsos de vacío controlados. Con este propósito, el montaje de válvula 3110 está comunicado con la cánula de succión 3104 y con una línea de succión 3222 y una línea de gas presurizado 3224 que se representan en la Figura 32 como líneas discontinuas. La línea de succión 3222 y la línea de gas presurizado 3224 pueden ser tubos o canales flexibles que se extienden hacia afuera del almacén 3102 a través de unos miembros de paso. El montaje de válvula 3110 puede incluir un accesorio para la línea de gas 3126 y un accesorio para la línea de succión 3128, configurados para unirse a los tubos. En el ejemplo que se ilustra, un único miembro de paso 3130 que tiene dos orificios se extiende a través de una abertura del almacén proximal 3132 del cuerpo proximal 3116. Un hueco o espacio situado entre los orificios da cabida a una estructura con dos conductos en la que los respectivos tubos para la línea de aspiración 3222 y la línea de gas presurizado 3224 están conectados íntegramente uno al lado de otro mediante una tira o franja intermedia de material (no se muestra). En el ejemplo que se ilustra, los tubos son flexibles para dar cabida a la acción alterna del montaje de válvula 3110, como se explica más adelante. En otras aplicaciones, la línea de succión 3222 y la línea de gas presurizado 3224 pueden pasar a través del almacén 3102 por una abertura lateral (o aberturas laterales) de este y/o pueden pasar a través del almacén 3102 por aberturas separadas.

La Figura 33 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un montaje de válvula(s) 3110. El montaje de válvula 3110 incluye un conducto de gas (o cánula de gas) 3336, una cánula interior 3338 y un pistón 3340. El conducto de gas 3336, la cánula interior 3338 y el pistón 3340 pueden fabricarse con materiales rígidos como diversos metales y polímeros. El pistón 3340 puede incluir una cabeza (o flanco) del pistón 3342 y una funda 3344 que rodea coaxialmente el conducto de gas 3336 y la cánula interior 3338. El pistón 3340 (por ejemplo, la cabeza del pistón 3342 o una parte del extremo de la funda 3344) puede incluir orificios a través de los que se extienden el conducto de gas 3336 y la cánula interior 3338. Tal y como se describe con más detalle más adelante, el montaje de válvula 3110 está configurado para activarse neumáticamente entre una posición abierta y una posición cerrada. En la posición abierta, el montaje de válvula 3110 completa una ruta de aspiración que parte de la cánula de aspiración 3104, atraviesa la cánula interior 3338 y sale del almacén 3102 para permitir que se aspire el material de succión o aspiración (por ejemplo, tejidos y fluidos) y se lleve hasta un receptáculo de recogida. En la posición cerrada, el montaje de válvula 3110 bloquea la ruta de aspiración. El montaje de válvula 3110 puede alternar entre las posiciones abierta y cerrada de acuerdo con un perfil de pulsos preferido -tal y como se ilustra en las Figuras 2 y 3, por ejemplo- para controlar el flujo de fluidos y deshacer el tejido, como se ha descrito previamente en la presente divulgación. En la presente aplicación, el montaje de válvula 3110 está configurado para tender o inclinarse normalmente hacia la posición cerrada por medio de una fuerza de resorte y para accionarse positivamente y pasar a la posición abierta mediante la aplicación de presión de gas para contrarrestar la fuerza de resorte. Es decir, el empuje hacia adelante que realiza el montaje de válvula 3110 (hacia la posición cerrada) se activa por medio de resortes, y el 'empuje hacia atrás' (hacia la posición abierta) se activa neumáticamente. Para ello, el montaje de válvula 3110 incluye un muelle o resorte 3148 (Figuras 31 y 32) que está montado en el almacén 3102 y situado entre la cabeza del pistón 3342 y una pared interna del almacén 3102, y que rodea coaxialmente la funda 3344. Así, la cabeza del pistón 3342 tiene un diámetro exterior que es mayor que el de la funda 3344, de manera que la cabeza del pistón 3342 está en contacto con el resorte 3148. Una parte proximal 3350 de la funda 3344 puede estar configurada para entrar en contacto o sostenerse con un tope (o miembro de parada) apropiado, como una pared interna (no se muestra) del almacén 3102, a fin de establecer un límite para el 'empuje' hacia atrás máximo del montaje de válvula 3110. La parte proximal 3350 puede proporcionarse con un miembro elástico y resistente (no se muestra) para facilitar el contacto con el miembro de parada.

En la presente aplicación, el montaje de válvula 3110 tiende o se inclina -por la acción del resorte- hacia la posición cerrada como medida de seguridad para evitar que se aplique vacío a un sitio quirúrgico, como el ojo de un paciente, cuando no se desea. En otra aplicación, los componentes del montaje de válvula 3110 pueden estar configurados de tal manera que el montaje de válvula tiende o se inclina -por la acción del resorte- hacia la posición abierta y se acciona neumáticamente para pasar a la posición cerrada. En otra aplicación, el montaje de válvula 3110 puede estar configurado para accionarse neumáticamente, pudiendo pasar tanto a la posición abierta como a la posición cerrada.

La Figura 34 es una vista transversal del aparato de extracción de tejidos 3100, con el montaje de válvula 3110 en la posición abierta. El cuerpo distal 3112 puede asegurarse al cuerpo principal 3114 del almacén 3102 mediante cualquier medio hermético a los fluidos, lo que puede incluir el uso de una o más juntas tóricas u otros tipos de componentes de sellado. En las aplicaciones en las que el aparato de extracción de tejidos 3100 es desechable, el cuerpo distal 3112 puede asegurarse al cuerpo principal 3114 de forma permanente. En la presente aplicación, el accionador lineal incluye un diafragma 3454 que está montado de forma segura y transversalmente respecto al eje longitudinal y que rodea coaxialmente el conducto de gas 3336 y la cánula interior 3338. El diafragma

3454 puede estar compuesto de cualquier material flexible que sea adecuado y que pueda soportar los ciclos repetidos de presurización de gas y el contacto forzoso con la cabeza del pistón 3342. Además, una o más superficies o paredes interiores del armazón 3102 delimitan una cámara de gas 3456 en el lado distal del diafragma 3454. Estas superficies o paredes interiores pueden formar parte del cuerpo distal 3112, del cuerpo principal 3114 o de ambos. La cámara de gas 3456 está limitada por el diafragma 3454 en al menos un lado, de manera que el diafragma 3454 crea una frontera hermética a los fluidos entre la cámara de gas 3456 y la otra parte del interior del armazón 3102. El volumen de la cámara de gas 3456 varía según el grado o nivel al que se expande o contrae el diafragma 3454 en respuesta a la presión del gas que hay en la cámara de gas 3456.

En algunas aplicaciones, el diafragma 3454 incluye un primer orificio 3458 a través del que pasa el conducto de gas 3336 y un segundo orificio 3460 a través del que pasa la cánula interior 3338. El material del diafragma está comprimido firmemente alrededor del conducto de gas 3336 en el primer orificio 3458 y alrededor de la cánula interior 3338 en el segundo orificio 3460. El conducto de gas 3336 pasa a través del primer orificio 3458 hasta llegar a la cámara de gas 3456, de manera que un extremo distal abierto del conducto de gas 3336 está comunicado con la cámara de gas 3456. El extremo distal del conducto de gas 3336 se desplaza hacia adelante y hacia atrás en la cámara de gas 3456, mientras el montaje de válvula 3110 alterna entre el empuje hacia adelante y el 'empuje' hacia atrás. La cámara de gas 3456 tiene la forma adecuada para dar cabida a este desplazamiento.

En el ejemplo que se ilustra, la cánula interior 3338 pasa a través del segundo orificio 3460 y a través de la cámara de gas 3456, y llega hasta la cánula exterior 3466, que está dispuesta en el cuerpo distal 3112. El cuerpo distal 3112 y la cánula exterior 3466 pueden estar aislados -de fluidos- de la cámara de gas 3456 de cualquier modo adecuado. En el ejemplo que se ilustra, la interfaz (o punto de contacto) entre la cánula interior 3338 y la abertura en la cámara de gas 3456 que conduce al cuerpo distal 3112 está sellada mediante un sello (o junta) situado entre la cámara de gas 3456 y la cánula exterior 3466. En el ejemplo que se ilustra, el sello incluye una pareja de juntas tóricas separadas por un separador anular. La cánula exterior 3466 incluye un extremo distal que se bloquea de una forma segura y hermética a los fluidos por medio de un sello resistente y elástico 3468 (por ejemplo, un tapón, un cierre, una tapa, etc.). La cánula exterior 3466 también incluye un puerto de válvula 3470 que está comunicado con la cánula de aspiración 3104. Así, la cánula interior 3338 y la cánula exterior 3466 forman una válvula que se activa de forma lineal y que está comunicada con la cánula de aspiración 3104 de una forma hermética a los fluidos.

El puerto de válvula 3470 puede estar formado a través de la pared cilíndrica de la cánula exterior 3466. En algunas aplicaciones, el puerto de válvula 3470 es un puerto lateral que forma un ángulo de 90 grados con respecto al eje de la cánula de aspiración. En este contexto, la expresión '90 grados' no se limita exactamente a 90 grados y, por lo tanto, también abarca las expresiones 'básicamente 90 grados' y 'alrededor de 90 grados'. El puerto de válvula 3470 puede estar comunicado con la cánula de aspiración 3104 mediante un nexo o punto de conexión 3472 que está situado entre -y se comunica de forma fluida con- la cánula de aspiración 3104 y el puerto de válvula 3470. El nexo 3472 puede ser una sección angulada (por ejemplo, una sección doblada, una sección curva, una sección acodada, etc.). Dependiendo de la estructura, en algunas aplicaciones puede considerarse que el nexo 3472 es una parte integral, o una extensión, de una sección distal de la cánula de aspiración 3104 que se extiende en forma recta a lo largo de un eje de la cánula de aspiración. En otras aplicaciones, el nexo 3472 puede considerarse un componente separado que se ubica entre la cánula de aspiración 3104 y la cánula exterior 3466. El nexo 3472 es 'angulado' en relación con el eje de la cánula de aspiración; esto es, el nexo 3472 sigue una trayectoria curva o doblada desde la cánula de aspiración 3104 hasta el puerto de válvula 3470. A pesar de que el puerto de válvula 3470 tiene una orientación de 90 grados hacia el eje de la cánula de aspiración, en algunas aplicaciones se prefiere que el nexo 3472 tenga un perfil con el que se une al puerto de válvula 3470 formando un ángulo de menos de 90 grados. En la Figura 34, esta configuración se ilustra mediante una línea punteada, y puede proporcionar una ruta de aspiración más suave (menos brusca) desde la cánula de aspiración 3104 hasta la cánula interior 3338. El nexo 3472 está contiguo a -por ejemplo, soldado, unido, etc.- la superficie de la cánula exterior 3466 que rodea el puerto de válvula 3470 de una forma hermética a los fluidos. Si el nexo 3472 es un componente separado de la cánula de aspiración 3104, el nexo 3472 también está contiguo a la cánula de aspiración 3104 de una forma hermética a los fluidos.

En la presente aplicación, la cánula de aspiración 3104, el nexo 3472, la cánula exterior 3466 y la cánula interior 3338 están todos compuestos de un material rígido, como un metal o un polímero rígido. Con esta configuración, toda la ruta de aspiración, desde la punta distal 3106 de la cánula de aspiración 3104 hasta el montaje de válvula 3110, está definida o delimitada por estructuras rígidas, lo que facilita la aplicación de pulsos de vacío muy precisos y controlados de acuerdo con los principios de la presente divulgación. En algunas aplicaciones, el diámetro interior del puerto de válvula 3470 es igual o mayor que el diámetro interior de la punta distal 3106. En algunas aplicaciones, el diámetro interior del puerto de válvula 3470 es mayor que el diámetro interior de la punta distal 3106, lo que facilita que la ruta de aspiración tenga una zona de flujo transversal y expansible y evita que el tejido se quede atascado en la ruta de aspiración. El diámetro interior del nexo 3472 puede aumentar gradualmente desde el de la cánula de aspiración 3104 hasta el del puerto de válvula 3470. En algunas aplicaciones, el diámetro interior de la punta distal 3106 es de entre 0,2 mm y 2 mm, y el diámetro interior del puerto de válvula 3470 es de entre 0,05 mm y 5 mm.

En funcionamiento, el 'empuje' hacia atrás del montaje de válvula 3110 hasta la posición abierta que se

muestra en la Figura 34 se realiza haciendo circular gas presurizado desde una fuente de gas adecuada (no se muestra) a través de la línea de gas 3224 (Figura 32) y el conducto de gas 3336, hasta llegar a la cámara de gas 3456. A medida que aumenta la presión gaseosa en la cámara de gas 3456, obliga al diafragma 3454 a expandirse hacia atrás. En ese momento, el diafragma 3454 o bien ya está en contacto con la cabeza del pistón 3342 o bien se expande hasta entrar en contacto con la cabeza del pistón 3342. En ambos casos, el diafragma 3454 en expansión obliga a la cabeza del pistón 3342 a desplazarse hacia atrás, contrarrestando la fuerza de inclinación o tendencia que imprime el resorte 3148. Durante la expansión del diafragma 3454, la cabeza de pistón 3342 ya está en contacto con el resorte 3148 o entra en contacto con el resorte 3148 como consecuencia de la expansión. Tal y como se muestra en la Figura 34, en la presente aplicación todo el montaje o estructura de la válvula 3110 se desplaza hacia atrás con la cabeza de pistón 3342. Más particularmente, la cánula interior 3338 se desplaza hacia atrás a través de la cánula exterior 3466 inmóvil. Debido al desplazamiento hacia atrás, un extremo distal abierto de la cánula interior 3338 despeja el puerto de válvula 3470. Así, se establece una ruta de aspiración abierta que parte de la punta distal 3106, atraviesa la cánula de aspiración 3104, el nexo 3472, el puerto de válvula 3470, el espacio abierto de la cánula exterior 3466 entre el sello elástico 3468 y el extremo distal abierto de la cánula interior 3338, la cánula interior 3338 y la parte restante de la línea de aspiración 3222 (Figura 32) y llega hasta un receptáculo de recogida (no se muestra) que está fuera del aparato de extracción de tejidos 3100.

La Figura 35 es una vista transversal del aparato de extracción de tejidos 3100, con el montaje de válvula 3110 en la posición cerrada. Se accede a la posición cerrada interrumpiendo el flujo de gas presurizado que va a la cámara de gas 3456, o reduciendo el flujo lo suficiente para permitir que el diafragma 3454 se contraiga y el montaje de válvula 3110 se desplace hacia adelante y recupere su posición cerrada, a la que contribuye el resorte 3148. En la posición cerrada, la cánula interior 3338 es desplazada hacia adelante a través de la cánula exterior 3466 y entra en contacto -hermético a los fluidos- con el sello elástico y flexible 3468. En esta posición, la cánula interior 3338 bloquea (u obstruye) por completo el puerto de válvula 3470, interrumpiendo así la aplicación de vacío en la cánula de aspiración 3104.

Puede observarse que, mediante el correcto control del flujo de gas presurizado hacia el montaje de válvula, el montaje de válvula 3110 puede alternar entre adelante y atrás, entre las posiciones cerrada y abierta, y a cualquier frecuencia que se desee, para obtener el efecto deseado de pulsos de vacío. El nivel de vacío que se aplica a la cánula de aspiración 3104, la activación de los pulsos de vacío y los ajustes de los parámetros de los pulsos pueden ser controlados por un usuario mediante una consola de control y/o un pedal, tal y como se ha explicado previamente en la presente divulgación.

Puede observarse que, en la aplicación que se ilustra en las Figuras 31-35, el aparato de extracción de tejidos 3100 incluye una válvula interna que alterna entre las posiciones abierta y cerrada bajo el control de un accionador impulsado neumáticamente. Una característica de la válvula interna es el puerto de válvula 3470 (que en el ejemplo que se ilustra está delimitado por la cánula exterior inmóvil 3466) con el que la cánula de aspiración 3104 está en comunicación fluida. El puerto de válvula 3470 se abre y cierra de manera alterna debido al movimiento lineal de la cánula interior 3338, que en el ejemplo que se ilustra no solo funciona como un componente de la válvula, sino también como una parte de la línea de aspiración que atraviesa el instrumento de mano. Con esta configuración, el eje de la cánula de aspiración 3104 está inclinado respecto al eje de la cánula interior 3338; la cánula de aspiración 3104 y la cánula interior 3338 pueden ser paralelas o básicamente paralelas; y el puerto de válvula 3470 está orientado de forma transversal o básicamente transversal respecto a la cánula de aspiración 3104 y la cánula interior 3338. Esta configuración permite que la válvula interna se active de manera fiable, entre las posiciones abierta y cerrada, de manera hermética al vacío y en una amplia gama de frecuencias, permitiendo así un control firme y preciso sobre los pulsos de vacío.

Debe entenderse que el aparato de extracción de tejidos 3100 que se ilustra en las Figuras 31-35 tan solo es una aplicación o implementación, y que la presente divulgación comprende otras posibles aplicaciones. Por ejemplo, la cámara de gas 3456 y el diafragma 3454 pueden estar configurados de manera que la cánula interior 3338 no pase a través de ellos, y de manera que la cánula interior 3338 y/u otros componentes de la válvula interna sean herméticos a los fluidos de la cámara de gas 3456 sin tener que usar componentes específicos de sellado. El montaje o estructura de válvula 3110 y el diafragma 3454 pueden estar configurados de manera que el conducto de gas 3336 y la cánula interior 3338 no pasen a través del diafragma 3454. El montaje de válvula 3110 puede estar configurado de manera que el conducto de gas 3336 no pase a través del pistón 3340 y/o el conducto de gas 3336 sea inmóvil. El montaje de válvula 3110 puede estar configurado de manera que la cánula interior 3338 esté unida mecánicamente al pistón 3340 pero no pase a través del pistón 3340. Además, en otras aplicaciones, el accionador lineal puede utilizar un componente controlado mecánicamente en lugar de un diafragma flexible. Y, en otras aplicaciones, el funcionamiento del accionador lineal puede estar basado en medios que no sean neumáticos, como medios eléctricos, electromecánicos o electromagnéticos.

La Figura 36 es una vista lateral de un ejemplo de una cánula de aspiración 3104. En este ejemplo, la punta distal 3106 es menor que la de la parte restante de la cánula de aspiración 3104. El diseño ahusado ayuda a evitar que el tejido se quede atascado en la cánula de aspiración 3104. En otras aplicaciones, todo o parte de la parte restante de la cánula de aspiración 3104 puede ser ahusado, de manera que el diámetro interior aumenta gradualmente en la dirección orientada hacia el extremo proximal de la cánula de aspiración 3104, proporcionando

así una ruta de vacío expandible a través de la cánula de aspiración 3104. En algunas aplicaciones, la pared de la cánula de aspiración 3104 tiene un grosor (en la dirección radial) de 0,3 mm o menos.

La Figura 37 es una vista esquemática de un ejemplo de un sistema de extracción de tejidos 3700 de acuerdo con otra aplicación. El sistema de extracción de tejidos 3700 incluye un aparato de extracción de tejidos y un receptáculo de recogida de tejidos (y fluidos) que está comunicado con el aparato de extracción de tejidos mediante una vía o línea de aspiración 3222. Por ejemplo, el aparato de extracción de tejidos puede ser el mismo o similar al aparato de extracción de tejidos 3100 que se ha descrito previamente y que se ilustra en las Figuras 31-36. Así, el aparato de extracción de tejidos 3100 puede incluir la cánula de aspiración 3104 y un accionador lineal 3780 que acciona la válvula interna. En la presente aplicación, el accionador lineal (o actuador en línea) 3780 se alimenta neumáticamente y, por ello, recibe gas presurizado, proveniente de cualquier fuente apropiada de gas presurizado 3702, a través de una línea de gas 3224. La cánula de aspiración 3104 se muestra esquemáticamente mientras se introduce de forma operativa en un sitio quirúrgico 3704 en el que se necesita la aspiración o succión de tejidos, como el ojo de un paciente. También se muestra un instrumento de irrigación de mano separado 3706 mientras se introduce de forma operativa en el sitio quirúrgico 3704. Una fuente de irrigación de fluidos 3708 proporciona al instrumento de irrigación 3706 el fluido de irrigación mediante una línea de irrigación de fluidos 3710. El flujo del fluido de irrigación puede controlarse mediante una válvula 3712 o cualquier otro medio adecuado.

En la presente aplicación, el receptáculo de recogida está posicionado en línea entre el aparato de extracción de tejidos 3100 y una fuente de vacío (por ejemplo, una bomba) 3714. La fuente de vacío 3714 puede ser cualquier aparato o dispositivo que genera vacío, como, por ejemplo, las fuentes de vacío o bombas que se han descrito previamente en la presente divulgación. El receptáculo de recogida incluye al menos una cámara interna que recibe el fluido y el tejido aspirados. Así, el receptáculo de recogida puede incluir una entrada que se comunica con la línea de aspiración 3222 que viene del aparato de extracción de tejidos 3100, y una salida que se comunica con una línea de vacío que va a la fuente de vacío. En la salida, el receptáculo de recogida puede incluir un filtro, u otro dispositivo, configurado para separar los materiales líquidos y sólidos de los gaseosos, garantizando así que los materiales líquidos y sólidos no pasan a través de la línea de vacío hasta la fuente de vacío 3714. Hay un regulador de vacío 3730 que está situado en línea entre la salida del receptáculo de recogida y la fuente de vacío 3714. El regulador de vacío 3730 puede comprender uno o más componentes -dependiendo de las necesidades- para controlar el nivel de vacío que se aplica al receptáculo de recogida y/o el aparato de extracción de tejidos 3100.

En la presente aplicación, la fuente de vacío 3714, o tanto la fuente de vacío 3714 como la fuente de gas presurizado 3702, están integradas en una consola de control 3732. La consola de control 3732 puede incluir otras características, tal y como se ha explicado previamente y se ilustra en la Figura 1. También puede proporcionarse un dispositivo de control manejado con el pie, tal y como se ha explicado previamente y se ilustra en la Figura 1. La consola de control 3732 también puede incluir un dispositivo de control de válvulas 3784 configurado para controlar el flujo de gas presurizado desde la fuente de gas presurizado 3702 hasta el accionador 3780 del aparato de extracción de tejidos 3100. Para este fin, el dispositivo de control de válvulas 3784 puede tener cualquier configuración mecánica, electromecánica o electromagnética adecuada. El dispositivo de control de válvulas 3784 puede estar comunicado con el sistema de circuitos de control de los pulsos de vacío y/o el software de la consola de control 3732. El usuario puede ajustar los parámetros de funcionamiento del dispositivo de control de válvulas 3784 (por ejemplo, los parámetros de los pulsos de vacío) mediante los mandos o controles de la consola de control 3732 y/o el dispositivo de control accionado con el pie que se ha descrito previamente. También en la presente aplicación, el receptáculo de recogida tiene la forma de un cartucho o casete 3734 que está diseñado para que un usuario lo instale -de forma que se pueda desinstalar- en un receptáculo para cartuchos o casetes 3736 (por ejemplo, un puerto o compartimento, una ranura, etc.) de la consola 3732. La consola 3732 puede incluir un dispositivo (no se muestra) que inmoviliza el casete 3734 en su lugar cuando este está completamente instalado (esto es, en posición de funcionamiento) y que libera el casete 3734 de la posición instalada siempre que el usuario así lo desee. La consola 3732 puede incluir un dispositivo (no se muestra) que indica mediante señales luminosas que el casete 3734 se ha instalado en su posición de instalación.

En la presente aplicación, el casete 3734 incluye un armazón 3738, una primera (o principal) cámara de recogida 3740 situada en el armazón del casete 3738 y una segunda (o secundaria) cámara de recogida 3742 situada en el armazón del casete 3738. La segunda cámara de recogida 3742 está comunicada con la primera cámara de recogida 3740 mediante una válvula de casete 3744 que puede ser una válvula pasiva de sentido único o una válvula de retención. El casete 3734 también incluye una entrada de aspiración o succión 3746 que está comunicada con la línea de aspiración 3222. Por ejemplo, la entrada de aspiración 3746 puede incluir un accesorio al que se une un tubo o canal de la línea de aspiración 3222. La entrada de aspiración 3746 está comunicada con la primera cámara de recogida 3740. El casete 3734 también incluye un primer puerto de vacío 3748 que está comunicado con la primera cámara de recogida 3740, y un segundo puerto de vacío 3750 que está comunicado con la segunda cámara de recogida 3742. El primer puerto de vacío 3748 y el segundo puerto de vacío 3750 pueden comunicarse con el regulador de vacío 3730 por las respectivas líneas de vacío, y el regulador de vacío 3730 puede comunicarse con la fuente de vacío 3714 mediante una línea de vacío compartida. El casete 3734 también puede incluir uno o más filtros hidrofóbicos 3756, que crean una barrera líquida entre la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742 y la fuente de vacío 3714.

El regulador de vacío 3730 puede estar configurado para controlar los niveles de vacío respectivos en la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742. La válvula de casete 3744 está configurada de tal manera que se cierra cuando la presión en la primera cámara de recogida 3740 es menor que la presión en la segunda cámara de recogida 3742 (esto es, cuando el nivel de vacío es mayor en la primera cámara de recogida 3740 que en la segunda cámara de recogida 3742), y se abre cuando la presión en la primera cámara de recogida 3740 es mayor que la presión en la segunda cámara de recogida 3742 (esto es, cuando el nivel de vacío es menor en la primera cámara de recogida 3740 que en la segunda cámara de recogida 3742). En un primer estado (o fase) de recogida de tejidos (que puede ser un estado de recogida de tejidos normal o inicial), la primera cámara de recogida 3740 puede usarse como la única cámara de recogida, es decir, con la válvula del casete 3744 cerrada. El primer estado de recogida de tejidos puede establecerse, por ejemplo, aplicando vacío solamente a la primera cámara de recogida 3740. En el primer estado de recogida, la ruta de aspiración parte de la cánula de aspiración 3104, atraviesa la línea de aspiración 3222 y la entrada de aspiración 3746 y llega a la primera cámara de recogida 3740. La primera cámara de recogida 3740 puede ser más pequeña (o tener menos volumen) que la segunda cámara de recogida 3742 para facilitar los ajustes rápidos que se aplican al nivel de vacío. En un segundo estado (o fase) de recogida de tejidos (que puede suceder al primer estado de recogida de tejidos), pueden usarse tanto la primera cámara de recogida 3740 como la segunda cámara de recogida 3742 para recoger tejidos, de manera que la válvula del casete 3744 está abierta. El segundo estado de recogida de tejidos puede establecerse, por ejemplo, aplicando vacío solamente a la segunda cámara de recogida 3742 o aplicando un mayor nivel de vacío a la segunda cámara de recogida 3742. Así, en el segundo estado de recogida de tejidos, la ruta de aspiración parte de la primera cámara de recogida 3740, atraviesa la válvula del casete 3744 y llega a la segunda cámara de recogida 3742. El segundo estado de recogida de tejidos puede establecerse, por ejemplo, cuando la cantidad de tejidos y fluidos que se ha recogido es lo suficientemente grande como para requerir el uso de la segunda cámara de recogida 3742, que es más grande, para evitar que la primera cámara de recogida 3740 se llene por completo.

El casete 3734 y/o la consola 3732 pueden incluir un indicador o señal que indica el nivel de fluido 3760 para monitorizar el nivel de materiales aspirados (tejidos y fluidos) que se está acumulando en la primera cámara de recogida 3740. El indicador del nivel de fluido 3760 puede monitorizar uno o más niveles de umbral y enviar señales de salida a la consola 3732 para poner en marcha la respuesta adecuada cuando se alcanza un determinado nivel de umbral. Por ejemplo, cuando se detecta un nivel de umbral, el indicador del nivel de fluido 3760 puede emitir una señal de aviso (por medios sonoros, visuales, etc.) al usuario informando de que la primera cámara de recogida 3740 está cerca de desbordarse. Cuando detecta un nivel de umbral más elevado, el indicador del nivel de fluido 3760 puede hacer que el regulador de vacío 3730 cambie de un primer estado de recogida de tejidos a un segundo estado de recogida de tejidos, abriendo así la válvula del casete 3744 y haciendo posible que los materiales aspirados se viertan en la segunda cámara de recogida 3742. Cuando detecta un nivel de umbral aún más elevado, o cuando detecta niveles de umbral consecutivos durante un periodo de tiempo indeseadamente corto (lo cual indica que la primera cámara de recogida 3740 está llenándose demasiado rápido), el indicador del nivel de fluido 3760 puede hacer que el regulador de vacío 3730 desvíe la aplicación de vacío fuera del primer y segundo puertos de vacío 3748, 3750 y/o apague la fuente de vacío 3714. Para ello, puede proporcionarse cualquier indicador del nivel de vacío que sea adecuado. En el ejemplo que se ilustra, el indicador del nivel de vacío 3760 incluye una bola flotante 3762 que sube y baja con el nivel de materiales aspirados que hay en la primera cámara de recogida 3740. El movimiento de la bola 3762 puede limitarse para que esta solo se desplace principalmente en la dirección del material aspirado que sube y baja, y esto se puede conseguir mediante estructuras de guía (o guiado) 3764 en el armazón del casete 3738. Pueden proporcionarse una o más fuentes de luz 3766 (por ejemplo, ledes, láseres, etc.) para dirigir uno o más haces de luz a través de la primera cámara de recogida 3740 hasta uno o más detectores de luz 3768 (por ejemplo, fotodiodos, tubos fotomultiplicadores, etc.). Cada haz de luz puede corresponder a un nivel de umbral que se ha de detectar. A medida que el nivel del material aspirado sube, la bola 3762 entra en la trayectoria de un haz de luz e interrumpe así el haz de luz, de manera que se detecta que se ha alcanzado el correspondiente nivel de umbral. En una aplicación o implementación habitual, la(s) fuente(s) de luz 3766 y el (los) detector(es) de luz 3768 están montados en la consola 3732, y están correctamente situados para dirigir el haz de luz (o los haces de luz) a la(s) altura(s) correcta(s) a través de la primera cámara de recogida 3740 cuando el casete 3734 se instala en la consola 3732.

En algunas aplicaciones, el casete 3734 (esto es, el armazón del casete 3738) incluye una cámara de dirección (o direccionamiento) de fluidos 3772 que es hermética a los fluidos de la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742. La cámara de dirección de fluidos 3772 puede usarse, por ejemplo, para proporcionar un empalme o unión con la línea de aspiración 3222 (o con la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224), de manera que la fuente de vacío 3714 (o tanto la fuente de vacío 3714 como la fuente de gas presurizado 3702) se unen de forma operativa con el aparato de extracción de tejidos 3100 simplemente instalando el casete 3734 en la consola 3732. La cámara de dirección de fluidos 3772 también puede usarse para crear o proporcionar empalmes de fluidos permanentes que el usuario no puede desmontar, convirtiendo el aparato de extracción de tejidos 3100 y el casete 3734 en una sola unidad permanentemente ensamblada, de manera que el usuario puede desechar esta unidad y reemplazarla por una unidad nueva o esterilizada.

En la aplicación que se ilustra específicamente en la Figura 37, la cámara de direccionamiento de fluidos 3772 incluye una entrada de casete 3774 a través de la que pasan la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224 desde fuera del casete 3734. En este ejemplo, la entrada de aspiración 3746 a la que está unida la línea de

aspiración 3222 se ubica en la cámara de direccionamiento de fluidos 3772. También en este ejemplo, la cámara de direccionamiento de fluidos 3772 incluye un puerto de gas 3776 que conduce afuera del casete 3734. La línea de gas 3224 pasa a través de la cámara de direccionamiento de fluidos 3772 y está unida al puerto de gas 3776. El puerto de gas 3776 puede estar situado en el mismo lado del casete 3734 al igual que el primer puerto de vacío 3748 y el segundo puerto de vacío 3750. La consola 3732 puede incluir los respectivos empalmes complementarios, de manera que, cuando se instala el casete 3734, la línea de gas 3224 se comunica automáticamente con la fuente de gas presurizado 3702, y la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742 se comunican automáticamente con la fuente de vacío 3714. El casete 3734, particularmente la entrada del casete 3774, puede estar configurado para que el usuario no pueda separar la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224 del casete 3734. Además, el casete 3734 puede estar configurado para que el usuario no pueda desmontar el armazón del casete 3738 o para que no pueda acceder al interior del casete por la entrada del casete 3774, el puerto de gas 3776, el primer puerto de vacío 3748 o el segundo puerto de vacío 3750.

La Figura 38 es una vista esquemática de un ejemplo de un casete 3734, un regulador de vacío 3730 y una fuente de vacío 3714. En esta aplicación, el regulador de vacío 3730 incluye una primera válvula 3882, una segunda válvula 3884 y una tercera válvula. La primera válvula 3882 está en línea entre la fuente de vacío 3714 y la segunda válvula 3884 y la tercera válvula 3886; la segunda válvula 3884 está en línea entre la primera válvula 3882 y la primera cámara de recogida 3740; y la tercera válvula 3886 está en línea entre la primera válvula 3882 y la segunda cámara de recogida 3742. Las válvulas 3882, 3884, 3886 pueden tener cualquier diseño que sea adecuado, normalmente, un diseño activo, como el de las válvulas solenoides. En un ejemplo de una configuración de las válvulas, las tres válvulas 3882, 3884, 3886 pueden moverse a tres posiciones. La primera válvula 3882 puede moverse a una posición cerrada, una posición abierta que le deja vacío a la segunda válvula 3884 y una posición abierta que le deja vacío a la tercera válvula 3886. La segunda válvula 3884 puede moverse a una posición cerrada, una posición abierta que le deja vacío a la primera cámara de recogida 3740 y una posición abierta que da a un respiradero. La tercera válvula 3886 puede moverse a una posición cerrada, una posición abierta que le deja vacío a la segunda cámara de recogida 3742 y una posición abierta que da a un respiradero. Así, por ejemplo, el primer estado (o fase) de recogida de tejidos (en el que solo se utiliza la primera cámara de recogida 3740) puede establecerse abriendo la primera válvula 3882 a la segunda válvula 3884, abriendo la segunda válvula 3884 a la primera cámara de recogida 3740, y cerrando la tercera válvula 3886. El segundo estado (o fase) de recogida de tejidos (en el que se utilizan la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742) puede establecerse abriendo la primera válvula 3882 a la tercera válvula 3886, abriendo la tercera válvula 3886 a la segunda cámara de recogida 3742, y abriendo la segunda válvula 3884 al respiradero.

Debe entenderse que también son posibles otras configuraciones de las válvulas 3882, 3884, 3886. Por ejemplo, la primera válvula 3882 puede estar configurada para tener una posición en la que el vacío está abierto a la segunda válvula 3884 y a la tercera válvula 3886 simultáneamente. En este caso, la segunda válvula 3884 y la tercera válvula 3886 pueden estar configuradas para tener posiciones variables que permiten que los respectivos niveles de vacío que se aplican a la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742 puedan ajustarse de manera independiente.

Las Figuras 39 y 40 son, respectivamente, una vista en perspectiva y una vista lateral parcialmente cortadas de un ejemplo del casete 3734. El armazón del casete 3738 incluye una estructura interior 3902, como una pared, que aísla -en lo referente a los fluidos- la primera cámara de recogida 3740 de la segunda cámara de recogida 3742. En este ejemplo, la válvula del casete 3744 es una válvula de charnela (o válvula de clapeta) que abre y cierra -de manera alterna- un orificio 3904 que atraviesa la estructura interior 3902. El armazón del casete 3738 también incluye otra estructura interior 3906, como una pared, que aísla -en lo referente a los fluidos- la cámara de direccionamiento de fluidos 3772 de la primera cámara de recogida 3740. La entrada de aspiración 3746 está comunicada con un paso de transferencia de fluidos 3908 que conduce a la primera cámara de recogida 3740. Dentro de la cámara de direccionamiento de fluidos 3772, la entrada de aspiración 3746 y el puerto de gas 3776 están configurados para unirse al sistema de tubos o canales de la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224, respectivamente. La línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224 pasan a través de un miembro de paso (o miembro de apoyo de tubo) 3910 que está montado de forma segura en la entrada del casete 3774. El miembro de paso 3910 puede servir para aliviar la presión o tensión del sistema de tubos flexibles de la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224. En el ejemplo que se ilustra (similar al miembro de paso 3130 del aparato de extracción de tejidos 3100 que se ha descrito previamente y que se ilustra en las Figuras 31 y 32), el miembro de paso 3910 tiene un espacio o hueco entre dos orificios para acomodar o dar cabida a una estructura con dos conductos en la que la línea de aspiración 3222 y la línea de gas 3224 están conectadas integralmente una al lado de la otra. Como se ha descrito anteriormente, pueden colocarse filtros hidrofóbicos entre la primera cámara de recogida 3740 y el primer puerto de vacío 3748 y entre la segunda cámara de recogida 3742 y el segundo puerto de vacío 3750. En la presente aplicación, para este fin se puede proporcionar una tira o franja individual 3912 de material hidrofóbico para filtros, colocada entre el primer puerto de vacío 3748 y el segundo puerto de vacío 3750, por un lado, y la primera cámara de recogida 3740 y la segunda cámara de recogida 3742, por el otro lado.

Las Figuras 41 y 42 son, respectivamente, una vista en perspectiva y una vista lateral de un ejemplo de un sello para cánulas cilíndrico 4100. El sello para cánulas 4100 incluye un extremo distal abierto 4102, un extremo proximal abierto 4104 con un diámetro interior más grande que el extremo distal del sello 4102, y una sección

ahusada 4106 entre el extremo distal del sello 4102 y el extremo proximal del sello 4104, de manera que a lo largo de esta el diámetro interior aumenta gradualmente. El sello para cánulas 4100 puede estar compuesto de un material adecuado que sea elástico y resistente, como, por ejemplo, silicona. Se puede introducir una cánula, como la cánula de aspiración 3104 del aparato de extracción de tejidos 3100, a través del sello para cánulas 4100, de manera que el sello para cánulas 4100 circunscribe al menos una parte de la cánula de aspiración 3104 que incluye la punta distal 3106. De este modo, el sello para cánulas 4100 queda comprimido alrededor de la cánula de aspiración 3104 de una manera hermética a los fluidos. Cuando la cánula de aspiración 3104 se introduce a través de una incisión en un sitio quirúrgico, como una incisión que se realiza en el ojo de un paciente, el sello para cánulas 4100 proporciona una interfaz -hermética a los fluidos- entre la cánula de aspiración 3104 y el tejido que delimita la incisión. De este modo, se evita que el fluido (por ejemplo, el fluido de irrigación) se escape del sitio quirúrgico a través de la incisión. Asimismo, puede instalarse otro sello para cánulas 4100 alrededor del instrumento de irrigación 3706 (Figura 37).

Las Figuras 43A, 43B y 43C ilustran el uso de un dispositivo 4302 que se utiliza para aplicar una membrana resistente y flexible 2802 al extremo distal de la cánula de aspiración 3104. En algunas aplicaciones, el dispositivo 4302 es una modificación del dispositivo 3002 que se ha descrito previamente y que se ilustra en las Figuras 30A, 30B y 30C, y, por lo tanto, los mismos -o similares- números de referencia se usan para designar los mismos -o similares- componentes. En la presente aplicación, la membrana resistente 2802 ya está preinstalada en la carcasa 3004 en el momento en el que el dispositivo 4302 y la membrana resistente 2802 se entregan al usuario. La membrana resistente 2802 incluye un extremo de membrana abierto 4304, un extremo de membrana cerrado y opuesto 4306, una pared de membrana que teóricamente tiene una sección transversal y cilíndrica y está situada entre el extremo de membrana abierto 4304 y el extremo de membrana cerrado 4306, y un puerto de membrana lateral 2806 situado en la pared de membrana, que es proximal al extremo de membrana cerrado 4306. La membrana resistente 2802 puede estar compuesta de un material de sellado resistente y adecuado, como, por ejemplo, silicona. En el estado preinstalado, el extremo de membrana abierto 4304 está sujetado por el miembro de apoyo 3014 en una posición estirada, de manera que el extremo de membrana abierto 4304 tiene un área transversal mayor que el extremo de membrana cerrado 4306. De manera adicional, el dispositivo 4302 incluye una extensión o prolongación de cánula rígida 4312 que hace más fácil aplicar correctamente la membrana resistente 2802 a la cánula de aspiración 3104. La extensión de la cánula 4312 incluye un extremo de extensión abierto 4314, un extremo de extensión cerrado y opuesto 4316, una pared de extensión cilíndrica situada entre el extremo de extensión abierto 4314 y el extremo de extensión cerrado 4316, y un puerto lateral de extensión 4320 en la pared de extensión. En el estado preinstalado, la extensión de la cánula 4312 está situada en la membrana resistente 2802, de tal manera que el puerto lateral de la membrana 2806 está alineado con el puerto lateral de la extensión 4320, la pared de la membrana está comprimida alrededor de la pared de la extensión, y el extremo de membrana cerrado 4306 está comprimido contra el extremo de extensión cerrado 4316. Además, normalmente el extremo de extensión abierto 4314 está alineado con el canal o conducto 3016 a lo largo del eje del conducto. La membrana resistente 2802 se aplica a la cánula de aspiración 3104 introduciendo la cánula de aspiración 3104 a través del conducto 3016 y poniéndola en contacto con el extremo de extensión abierto 4314, tal y como se muestra en la Figura 43B. Si se introduce más, la membrana resistente 2802 se desplaza del miembro de apoyo 3014 y sella compresivamente la cánula de aspiración 3104, tal y como se muestra en la Figura 43C. La membrana resistente 2802 también asegura la extensión de la cánula 4312 al extremo distal de la cánula de aspiración 3104.

Después de aplicar la membrana resistente 2802 a la cánula de aspiración 3104, la cánula de aspiración 3104 puede utilizarse en un procedimiento como, por ejemplo, el que se ha descrito previamente y se ilustra en la Figura 29.

En algunas aplicaciones, el miembro de apoyo 3014 incluye uno o más 'dedos' o lenguas' que se pueden mover (son móviles; por ejemplo, pueden girar) para modificar el área transversal del extremo de membrana abierto 4304. Las lenguas pueden estar unidas mecánicamente a los miembros de ajuste 4326 (por ejemplo, palancas, botones, etc.) que están ubicados fuera de la carcasa 3004 y que el usuario puede manejar para ajustar la membrana resistente 2802, según sus necesidades, para facilitar que se introduzca correctamente la cánula de aspiración 3104 en la membrana resistente 2802.

En general, los términos como 'comunicar(se)' y 'comunicado/a con' (por ejemplo, un primer componente 'se comunica con' o 'está comunicado con' un segundo componente) se usan en el presente texto para indicar una relación estructural, funcional, mecánica, eléctrica, mediante señales, óptica, magnética, electromagnética, iónica o de fluidos entre dos o más componentes o elementos. Así, cuando se afirma que un componente se comunica con un segundo componente, no se pretende descartar la posibilidad de que otros componentes adicionales puedan estar situados entre ellos, y/o estén relacionados operativamente o estén unidos con el primer componente y el segundo componente.

Además, términos como 'unido a/con', 'configurado para unirse a/con' y 'asegurado a' (por ejemplo, un primer componente 'está unido a/con' o 'está configurado para unirse a/con' o 'está asegurado a' un segundo componente) se usan en el presente texto para indicar una relación estructural, funcional, mecánica, eléctrica, mediante señales, óptica, magnética, electromagnética, iónica o de fluidos entre dos o más componentes o elementos. Así, cuando se afirma que un componente está unido a/con un segundo componente, no se pretende

descartar la posibilidad de que otros componentes adicionales puedan estar situados entre ellos, y/o estén relacionados operativamente o estén unidos con el primer componente y el segundo componente.

5 A pesar de que la descripción previa solo ilustra algunos ejemplos particulares de diversas aplicaciones o implementaciones, la invención no se limita a los ejemplos ilustrativos anteriores. Una persona versada en la materia es consciente de que la invención, tal y como se especifica en las reivindicaciones anexas, puede aplicarse a diversas implementaciones y modificaciones adicionales. Más particularmente, es posible combinar diversas características de las implementaciones que se han descrito previamente, siempre y cuando dichas características no se contradigan entre sí. Por lo tanto, la descripción previa de las diversas implementaciones solo se ha realizado
10 por razones descriptivas e ilustrativas.

Reivindicaciones

1. Un aparato de extracción de tejidos (también llamado 'dispositivo de eliminación de tejidos') (104, 3100), que comprende:

5 un armazón (3102)

una cámara de succión o aspiración rígida (148, 3104) que se extiende desde el armazón (140, 3102) hasta una punta distal (3106), fuera del armazón (140, 3102); una válvula (156, 3110) situada en el armazón (140, 3102) y configurada para comunicarse con una fuente de vacío (108), de manera que la válvula comprende un puerto de válvula (3470) que está comunicado con la cánula de aspiración (148, 3104) de un modo hermético a los fluidos, y de manera que el diámetro interior del puerto de válvula (3470) es igual o mayor que el diámetro interior de la punta distal (3106); y

un accionador o actuador activado neumáticamente (3780) y configurado para mover la válvula (156, 3110) entre una posición abierta y una posición cerrada, de manera que:

15 en la posición abierta, el puerto de válvula (3470) está abierto, y la válvula define o delimita una ruta de aspiración o succión a través de la cánula de aspiración (148, 3104) y la válvula; y

en la posición cerrada, el puerto de válvula (3470) está cerrado, y la válvula evita que se aplique vacío en la punta distal (3106);

20 **que se caracteriza por** el hecho de que la válvula (156, 3110) comprende una cánula interior (3338) y una cánula exterior (3466) dispuestas coaxialmente alrededor de al menos una parte de la cánula interior; de manera que la cánula interior está configurada para comunicarse con la fuente de vacío (108), y el accionador (3780) la puede desplazar linealmente a través de la cánula exterior (3466), entre una posición abierta y una posición cerrada; y de manera que el puerto de válvula (3470) se ubica en la cánula exterior, y en la posición abierta la ruta de aspiración pasa a través de la cánula exterior -por el puerto de válvula- y llega hasta la cánula interior, y en la posición cerrada la cánula interior bloquea el puerto de válvula.

25 2. El aparato de extracción de tejidos de la reivindicación 1, que comprende al menos una de las siguientes características:

30 un nexo o punto de conexión (3472) que linda con la cánula exterior (3466) en el puerto de válvula (3470) de una forma hermética a los fluidos, de manera que la cánula de aspiración (148, 3104) se extiende a lo largo de un primer eje de la cánula desde el nexo hasta la punta distal (3106), y la cánula interior (3338) se extiende a lo largo de un segundo eje de la cánula, inclinado respecto al primer eje de la cánula, y de manera que el puerto de válvula (3470), en particular, tiene una orientación de 90° con respecto al segundo eje de la cánula, y el nexo se dobla formando un ángulo de menos de 90° en relación con el primer eje de la cánula;

35 la cánula exterior (3466) comprende un extremo de la cánula, exterior y distal, y un sello o junta flexible y resistente (3468) que cierra el extremo de la cánula, exterior y distal, de una forma hermética a los fluidos; y, en la posición cerrada, la cánula interior (3338) entra en contacto con el sello flexible y resistente de una forma hermética a los fluidos; y

40 el diámetro interior del puerto de válvula (3470) es de entre 0,05 mm y 5 mm, y el diámetro interior de la punta distal es de entre 0,2 mm y 2 mm.

45 3. El aparato de extracción de tejidos de la reivindicación 1, que comprende un conducto de gas (3336) y un diafragma (3454), de manera que el armazón (140) comprende una pared de la cámara; el diafragma y la pared de la cámara definen o delimitan de forma conjunta una cámara de gas (3456) con la que se comunica el conducto de gas; el diafragma puede expandirse en respuesta a una situación en la que el gas fluye desde el conducto de gas hasta la cámara de gas; y el accionador (3780) puede desplazarse de manera alterna en respuesta a la expansión y contracción alternas del diafragma.

50 4. El aparato de extracción de tejidos de la reivindicación 3, en el que el diafragma (3454) comprende al menos uno de los siguientes componentes:

55 una abertura del diafragma, de manera que el conducto de gas (3336) pasa a través de la abertura del diafragma de un modo hermético a los fluidos; y

una primera abertura del diafragma y una segunda abertura del diafragma, de manera que el conducto de gas (3336) pasa a través de la primera abertura del diafragma de un modo hermético a los fluidos, y la cánula interior (3338) pasa a través de la segunda abertura del diafragma y la cámara de gas (3456) de un modo hermético a los fluidos.

60 5. El aparato de extracción de tejidos de la reivindicación 3 o 4, en el que el accionador (3780) comprende un pistón (3340) que se comunica mecánicamente con la cánula interior (3338) y que está posicionado para entrar en contacto con el diafragma (3454).

65 6. El aparato de extracción de tejidos de la reivindicación 5, que comprende al menos una de las siguientes

características:

el pistón (3340) se comunica mecánicamente con el conducto de gas (3336), y la cánula interior (3338) y el conducto de gas pueden moverse linealmente junto con el pistón;

un muelle o resorte (3148), situado para ejercer una fuerza de desvío o inclinación contra el movimiento del pistón (3340) en una dirección orientada hacia la posición abierta, de manera que la cánula interior (3338) está desviada o inclinada hacia la posición cerrada; y

el pistón (3340) comprende una cabeza de pistón (3342), posicionada para entrar en contacto con el diafragma (3454), y una funda que rodea el conducto interior.

7. El aparato de extracción de tejidos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el accionador (3780) está configurado para comunicarse con un dispositivo de control de válvulas, de manera que la cánula interior (3338) puede alternar entre una posición abierta y una posición cerrada para que los pulsos de vacío en la cánula de aspiración (148, 3104) tengan una tasa de pulsos controlada.

8. El aparato de extracción de tejidos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende al menos una de las siguientes características:

un muelle o resorte (3148), posicionado para ejercer una fuerza de desvío o inclinación contra el movimiento del accionador (3780) en una dirección orientada hacia la posición abierta, de manera que la válvula (156) está desviada o inclinada hacia la posición cerrada;

un conducto de gas (3336) que está situado en el armazón (140) y se comunica con el accionador (3780), de manera que el conducto de gas está configurado para comunicarse con una fuente de gas presurizado (3702), que comprende un diafragma (3454), y de manera que el armazón (140) comprende una pared de la cámara; el diafragma y la pared de la cámara definen o delimitan de forma conjunta una cámara de gas (3456) con la que se comunica el conducto de gas (3336); el diafragma puede expandirse en respuesta a una situación en la que el gas fluye desde el conducto de gas hasta la cámara de gas; y la válvula (156) puede desplazarse de manera alterna en respuesta a la expansión y contracción alternas del diafragma;

el accionador (3780) comprende un pistón (3340) que se comunica con la válvula (156), que comprende un conducto de gas (3336) que está situado en el armazón (140) y se comunica con el pistón, y el conducto de gas está configurado para comunicarse con una fuente de gas presurizado (3702), de manera que la válvula (156) y el conducto de gas pueden moverse junto con el pistón;

al menos una parte de la cánula de aspiración (148, 3104) es cónica o ahusada, de manera que el diámetro interior de la punta distal es menor que el diámetro interior de un extremo proximal de la cánula de aspiración; y el accionador (3780) está configurado para comunicarse con un dispositivo de control de válvulas, de manera que la válvula (156) puede moverse entre una posición abierta y una posición cerrada para que los pulsos de vacío en la cánula de aspiración (148, 3104) tengan una tasa de pulsos controlada.

9. Un sistema de extracción de tejidos (100), que comprende:

el aparato de extracción de tejidos (104) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8; una línea o vía de aspiración (152) que se comunica con la válvula (156) y pasa a través del armazón (140) del aparato de extracción de tejidos (104); y un cartucho o casete (3734) que comprende un interior, una entrada de aspiración que se comunica con la línea de aspiración (152) y el interior del casete, y una salida de vacío que se comunica con el interior del casete y está configurada para comunicarse con una fuente de vacío (3714); de manera que el casete está configurado para manejarse cuando está en su posición instalada, en la que el casete se introduce -de forma que se pueda extraer- en una consola (112, 3742), y, en la posición instalada, la salida de vacío está comunicada con la fuente de vacío, de manera que la ruta de aspiración parte de la cánula interior (3338), pasa a través de la línea de aspiración (152) y llega al interior del casete.

10. El sistema de extracción de tejidos de la reivindicación 9, en el que:

el casete (3734) comprende una cámara de direccionamiento de fluidos, una cámara de recogida que está comunicada con la salida de vacío, una estructura interior que aísla a la cámara de direccionamiento de fluidos de los fluidos de la cámara de recogida, y una entrada del casete que va del exterior del casete a la cámara de direccionamiento de fluidos;

la estructura interior comprende un paso de transferencia (3908) entre la cámara de direccionamiento de fluidos y la cámara de recogida;

la entrada de aspiración (3908) está comunicada con el paso de transferencia; y

la línea de aspiración (152) pasa a través de la entrada del casete y se comunica con la entrada de aspiración, de manera que la ruta de aspiración pasa a través del paso de transferencia (3908) y llega a la cámara de recogida.

11. El sistema de extracción de tejidos de la reivindicación 9 o 10, que comprende al menos una de las siguientes características:

el casete (3734) comprende un filtro hidrofóbico (3756) dispuesto en el interior del casete y configurado para evitar que el líquido del interior del casete pase a través de la salida de vacío; y la línea de aspiración (156) está instalada de forma permanente en el armazón del aparato de extracción de tejidos (104) y en el casete (3734), de manera que el aparato de extracción de tejidos está configurado para que un usuario no pueda acceder a su interior, y el casete está configurado para que un usuario no pueda acceder a su interior, y de manera que el aparato de extracción de tejidos y el casete comprenden una unidad individual ensamblada de forma permanente.

5
10 **12.** El sistema de extracción de tejidos de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que:

15 el casete (3734) comprende una primera cámara de recogida que está comunicada con la entrada de aspiración, una segunda cámara de recogida con un volumen mayor que la primera cámara de recogida, una estructura interior que separa la primera cámara de recogida y la segunda cámara de recogida, y que comprende un orificio que va de la primera cámara de recogida a la segunda cámara de recogida; el casete (3734) comprende una válvula de casete (3744), que abre y cierra el orificio de forma alterna y está configurada para cerrarse cuando la presión en la primera cámara de recogida es menor que la presión en la segunda cámara de recogida; y la salida de vacío comprende un primer puerto de vacío que está comunicado con la primera cámara de recogida y un segundo puerto de vacío que está comunicado con la segunda cámara de recogida.

20
25 **13.** El sistema de extracción de tejidos de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende la consola (112, 3742), de manera que la fuente de vacío (3714) está situada en la consola, y de manera que la consola comprende:

30 un receptáculo para alojar o recibir -de manera que se pueda extraer- el casete (3734) en su posición instalada; un empalme de vacío configurado para unirse -de manera que se pueda separar- con la salida de vacío en la posición instalada; y un dispositivo de control de válvulas (3784) configurado para comunicarse con el accionador (3780), en la posición instalada, a fin de controlar el movimiento de la válvula (156) del aparato de extracción de tejidos (104), entre la posición abierta y la posición cerrada, para que los pulsos de vacío en la cánula de aspiración (148, 3104) tengan una tasa de pulsos controlada.

35 **14.** El sistema de extracción de tejidos de la reivindicación 13, que comprende un conducto de gas (3336) que está situado en el armazón (140) del aparato de extracción de tejidos (104) y está comunicado con el accionador (3480), de manera que:

40 el casete (3734) comprende una cámara de recogida que está comunicada con la entrada de aspiración y la salida de vacío, una cámara de direccionamiento de fluidos que está aislada -en lo que respecta a los fluidos- de la cámara de recogida, una entrada de casete que va del exterior del casete a la cámara de direccionamiento de fluidos, y un puerto de gas que va del exterior del casete a la cámara de direccionamiento de fluidos; la consola (112, 3742) comprende una fuente de gas presurizado (3702) que está comunicada con el dispositivo de control de válvulas (3784), y un empalme de gas que está configurado para unirse -de forma que se pueda separar- con el puerto de gas en la posición instalada; y el conducto de gas (3336) atraviesa el armazón (140) del aparato de extracción de tejidos (104) y también la entrada del casete, y se comunica con el puerto de gas, de manera que, en la posición instalada, el conducto de gas está comunicado con el dispositivo de control de válvulas (3784).

50

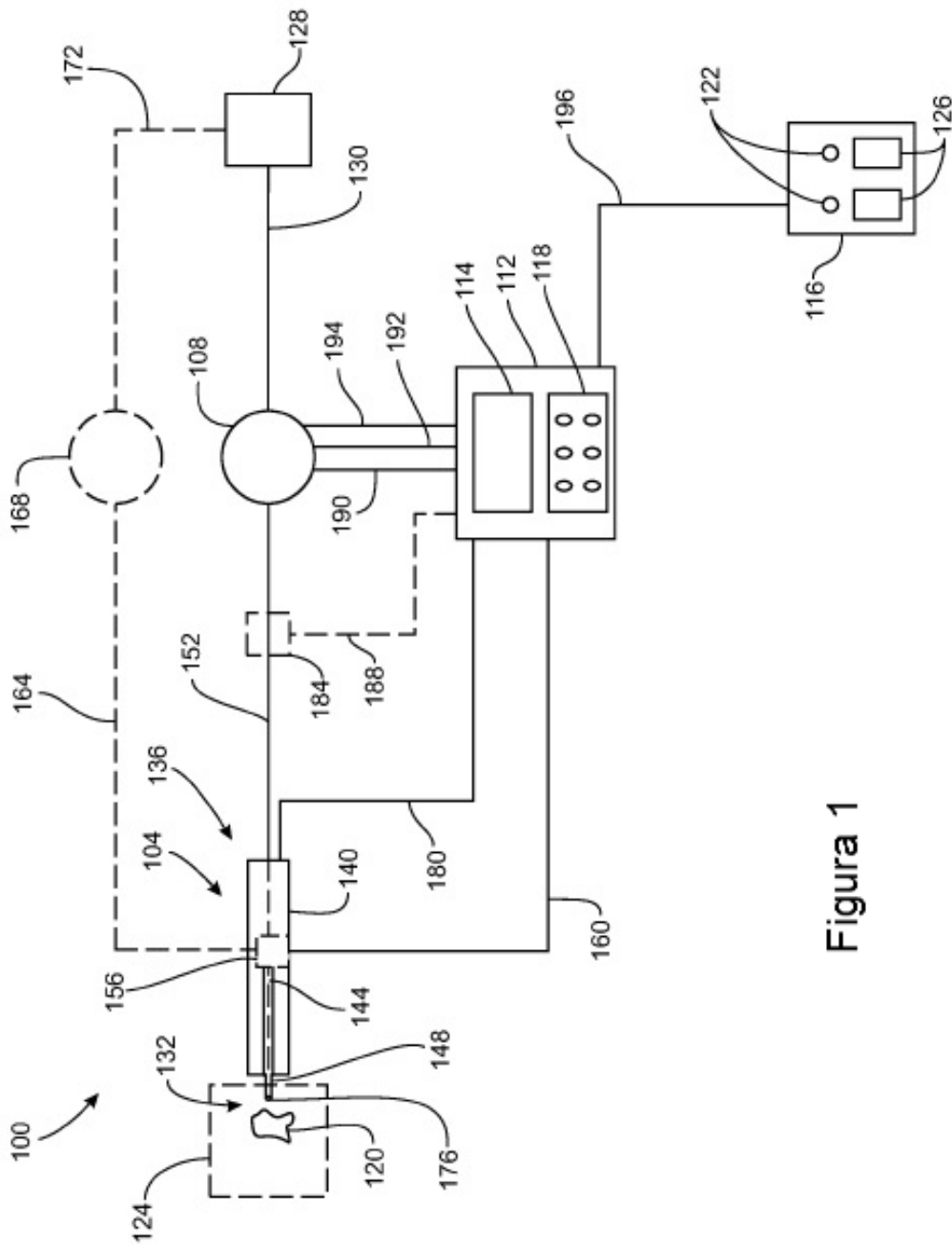


Figure 1

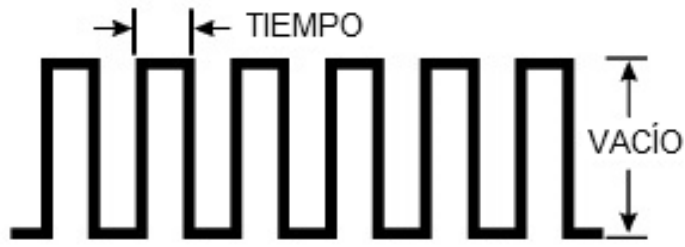


Figura 2

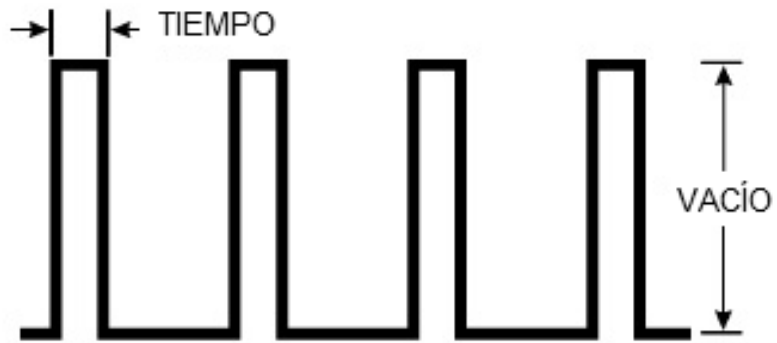


Figura 3

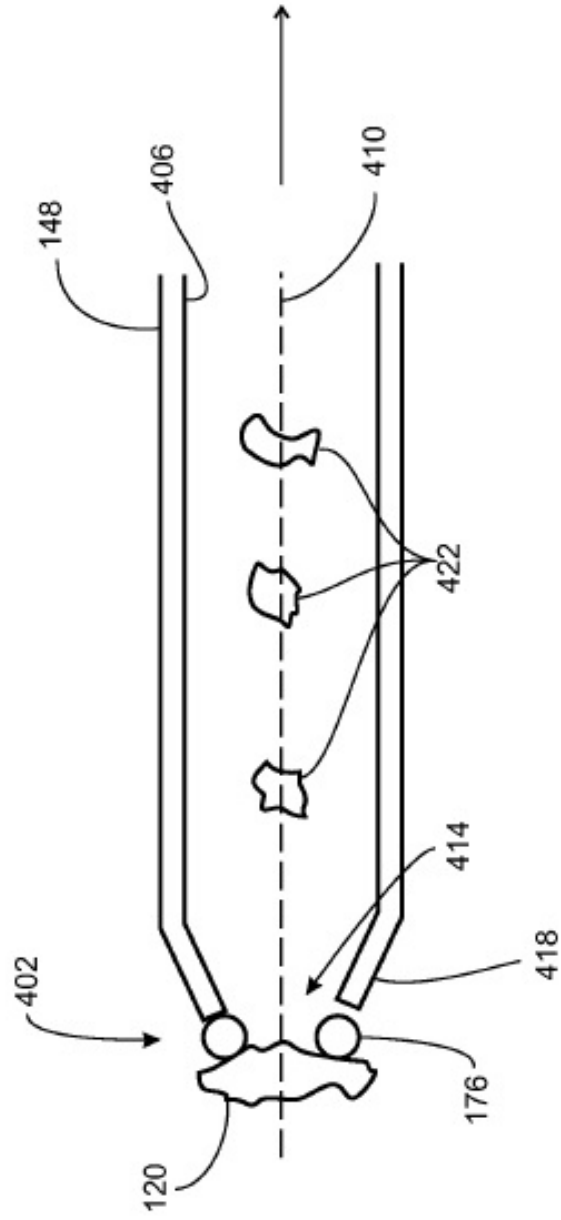


Figura 4

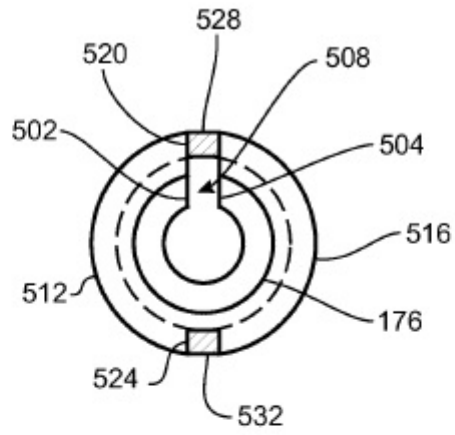


Figura 5

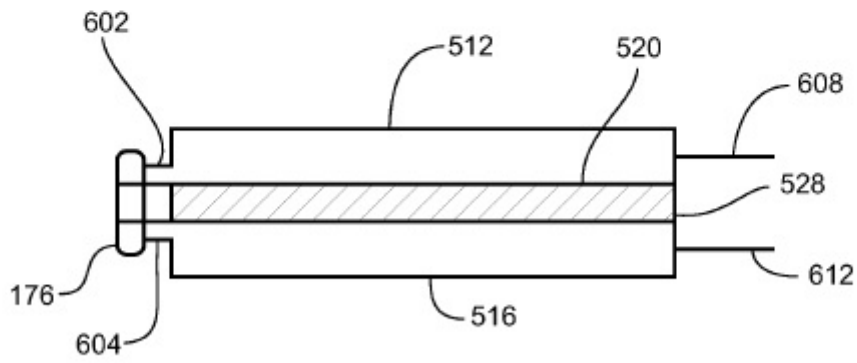


Figura 6

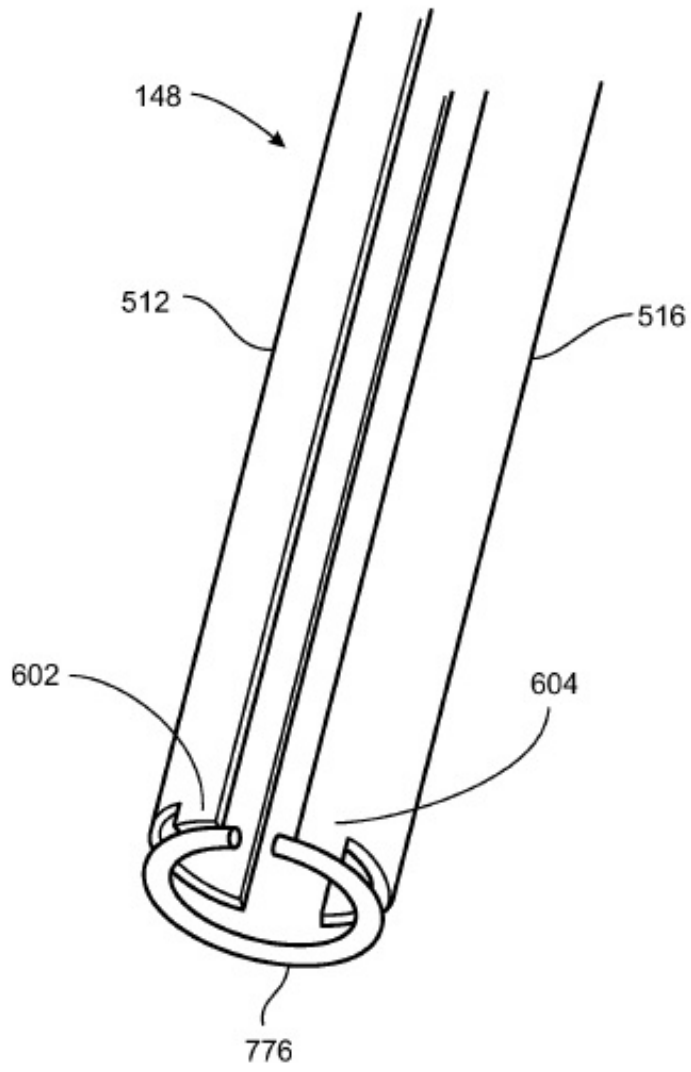


Figura 7

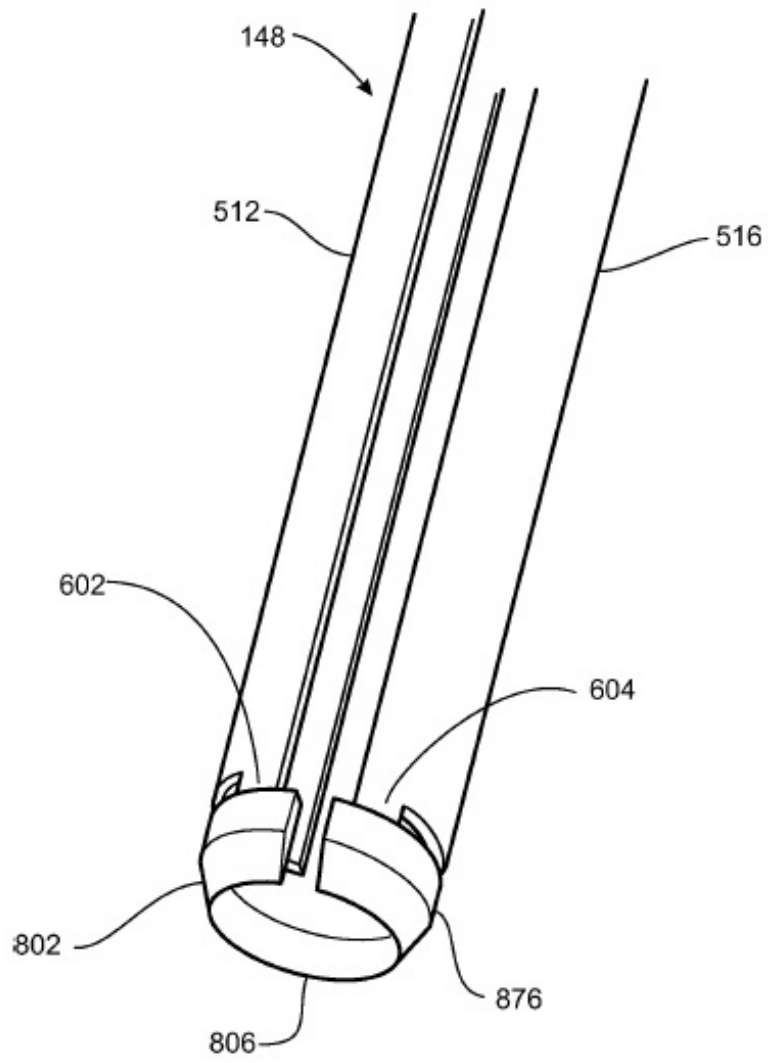


Figura 8

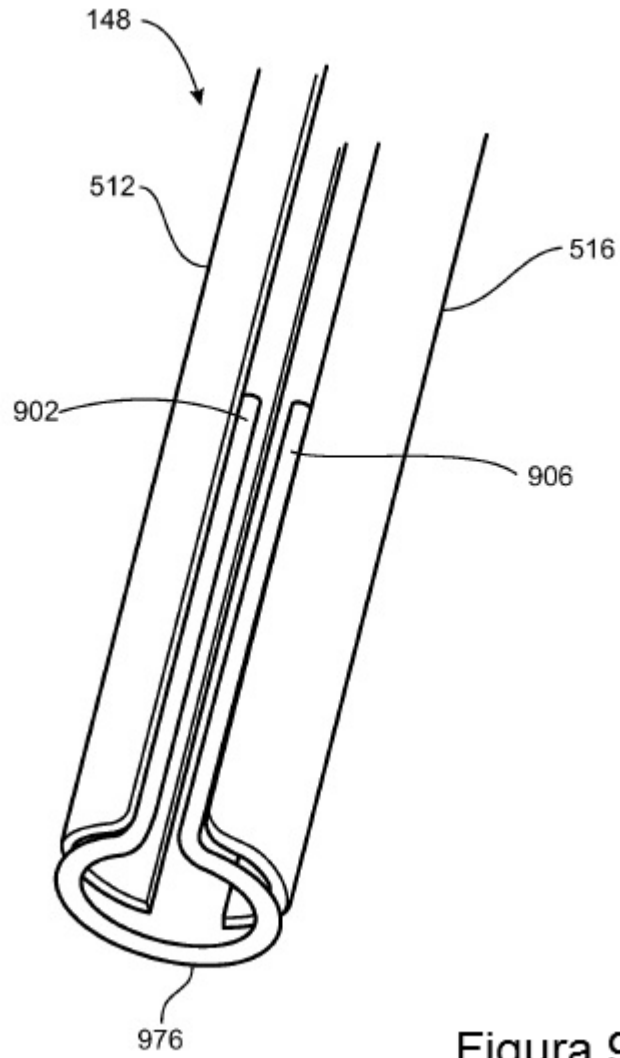


Figura 9

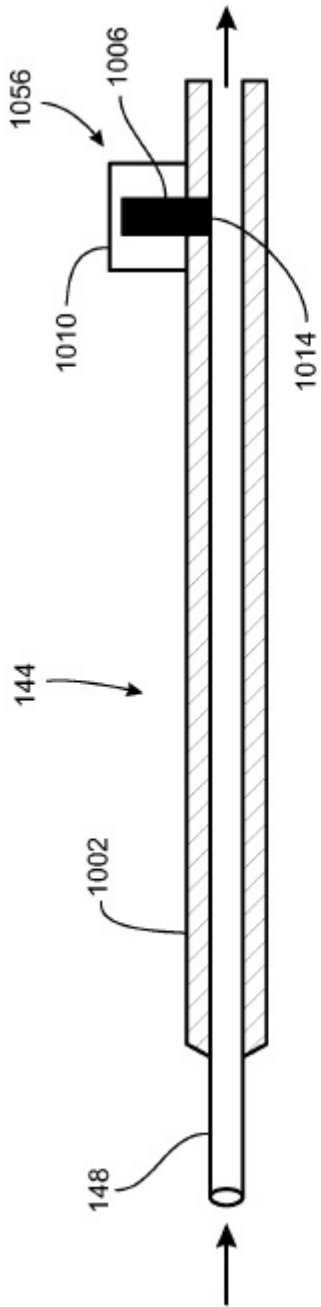


Figure 10

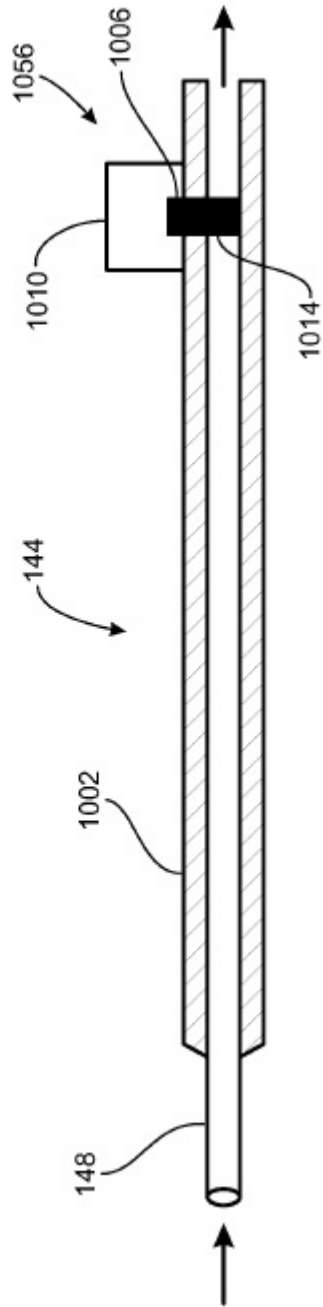


Figure 11

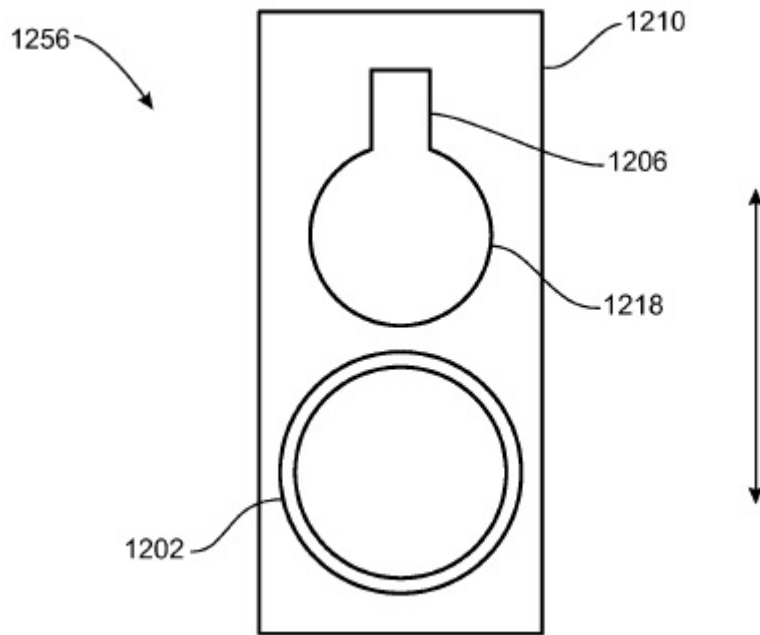


Figura 12

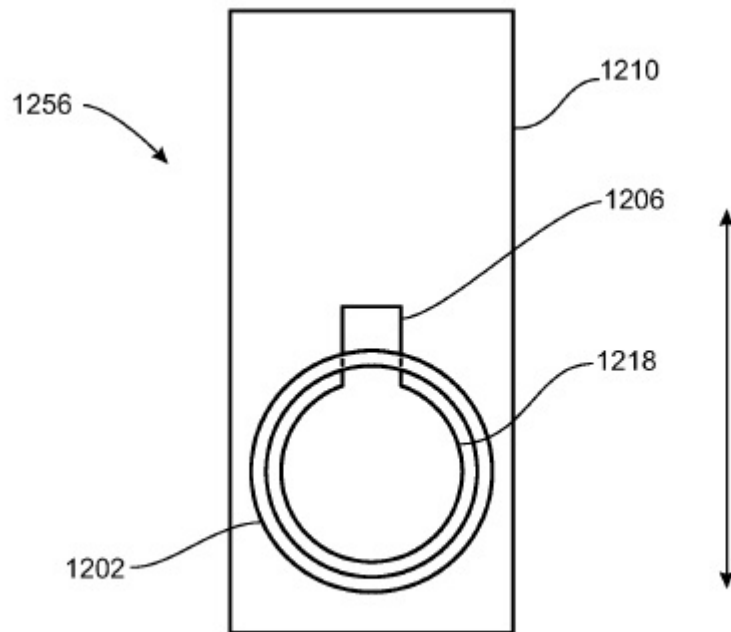


Figura 13

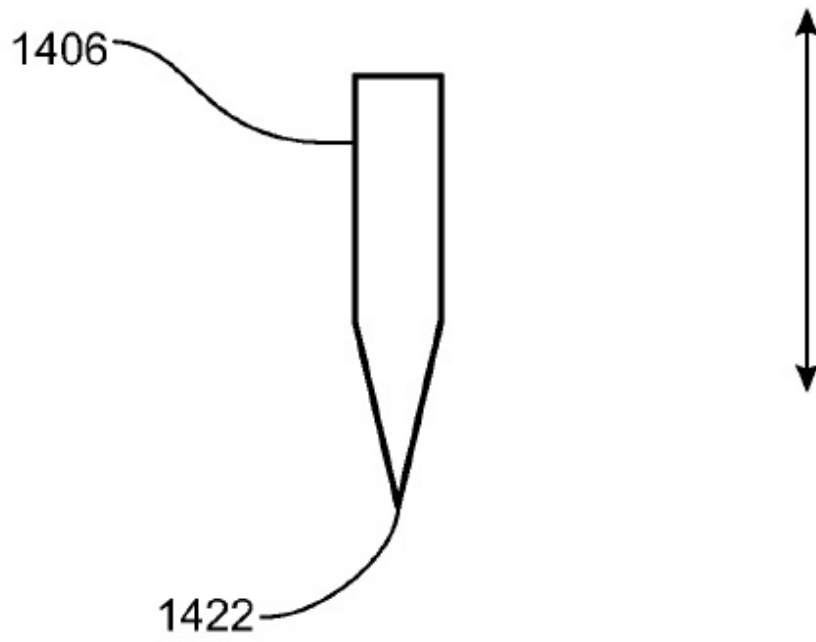


Figura 14

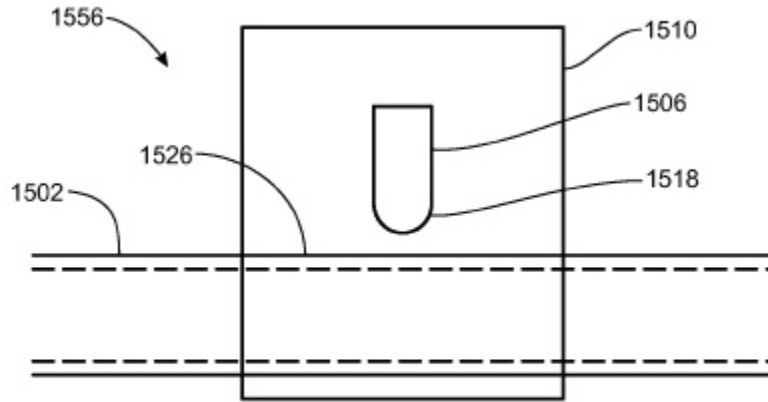


Figura 15

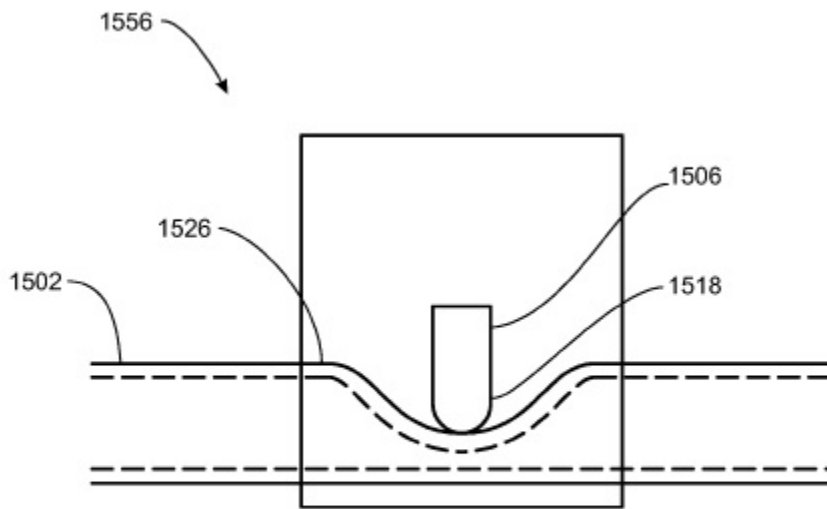


Figura 16

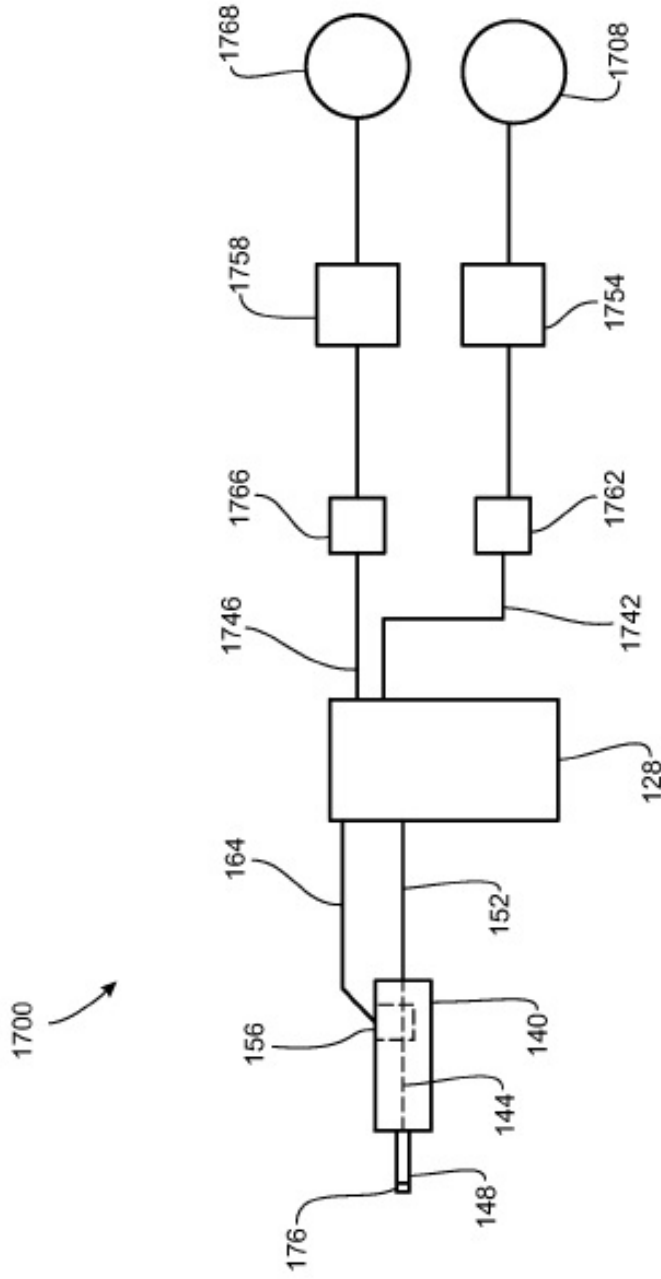


Figura 17

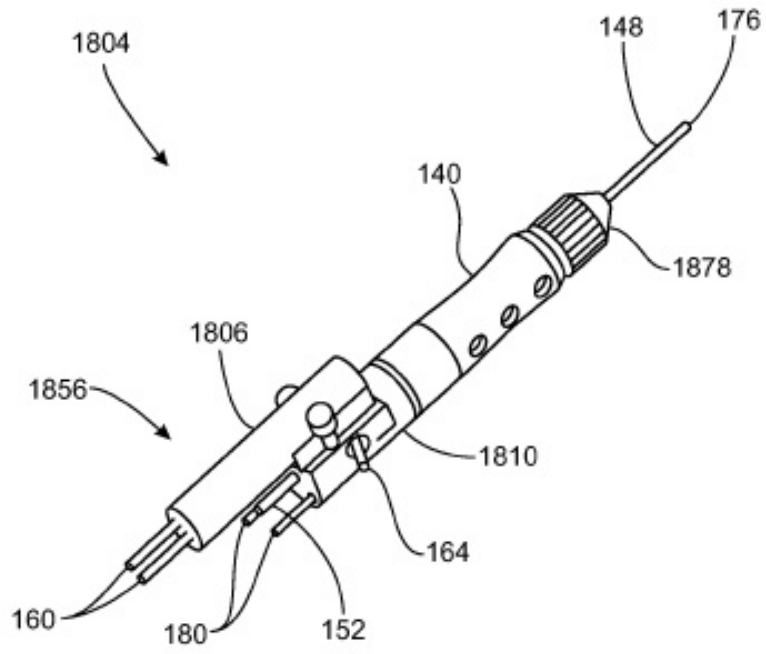


Figura 18

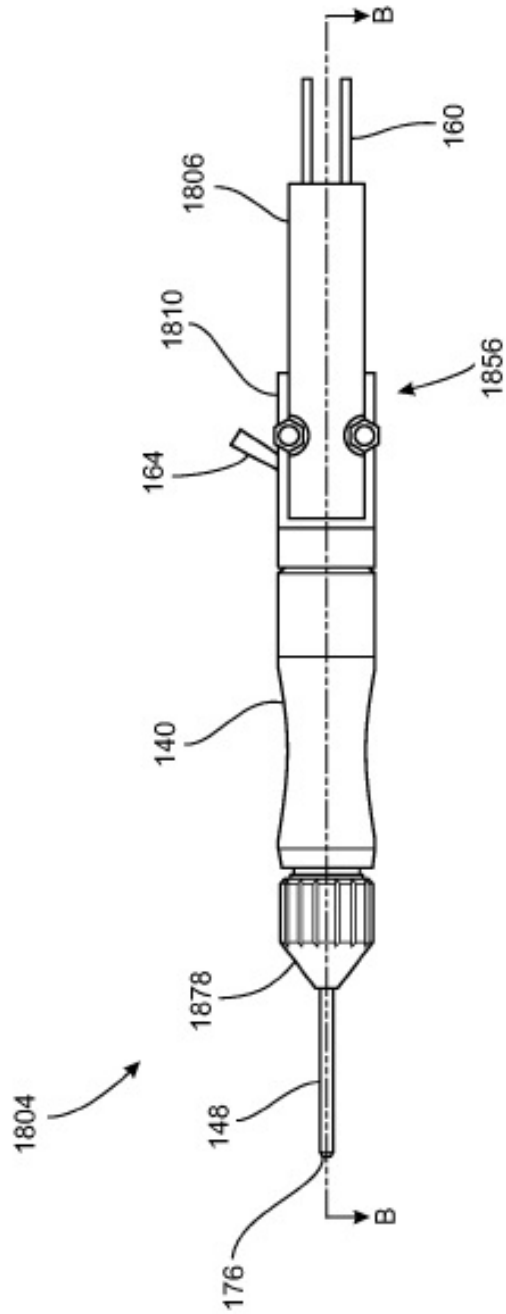


Figura 19

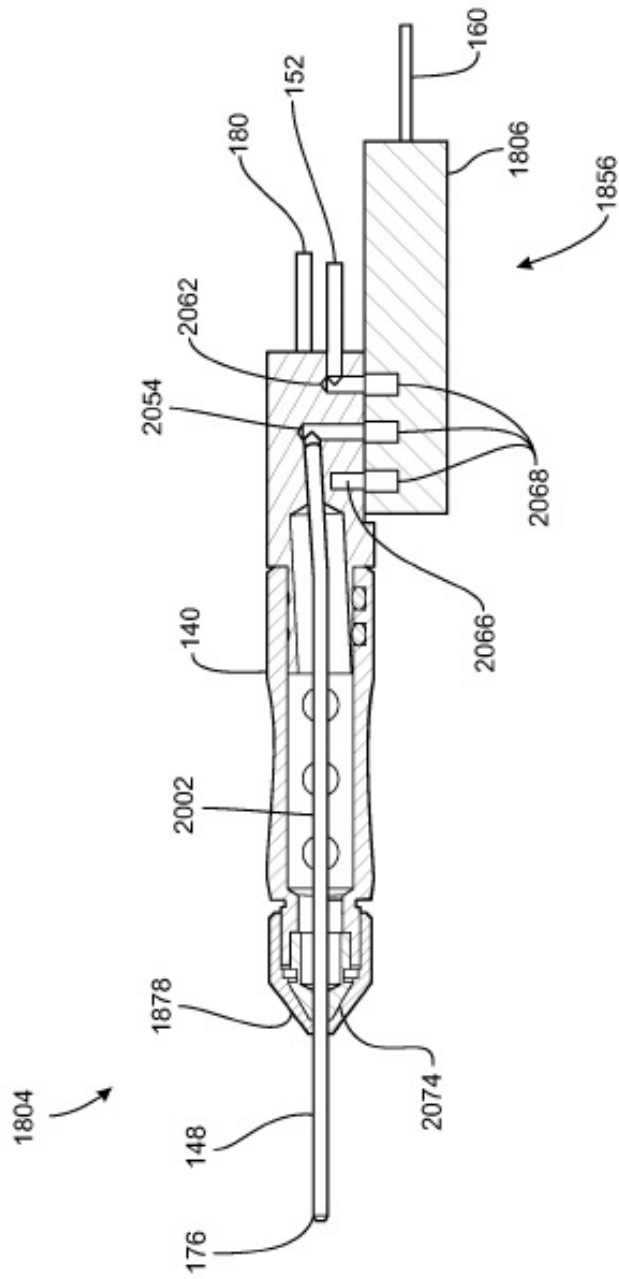


Figura 20

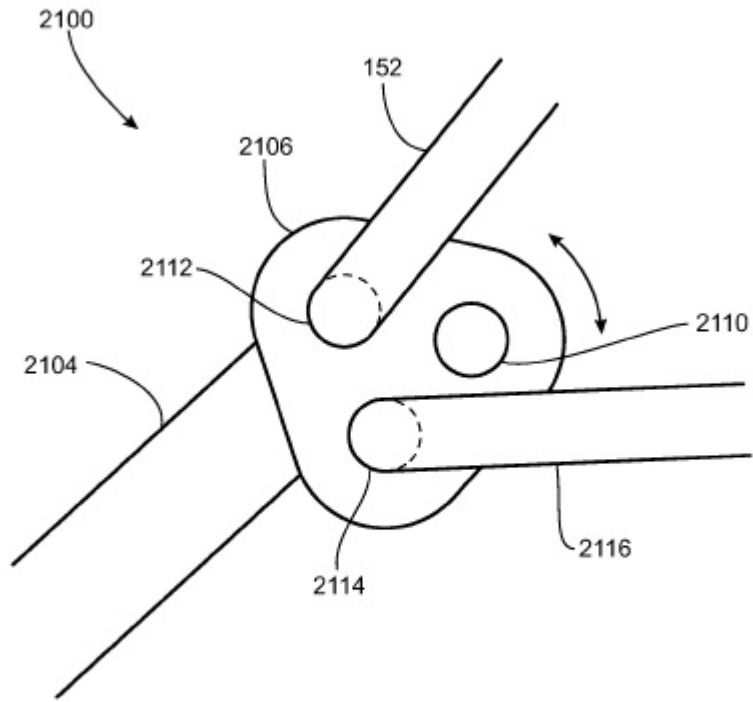


Figura 21

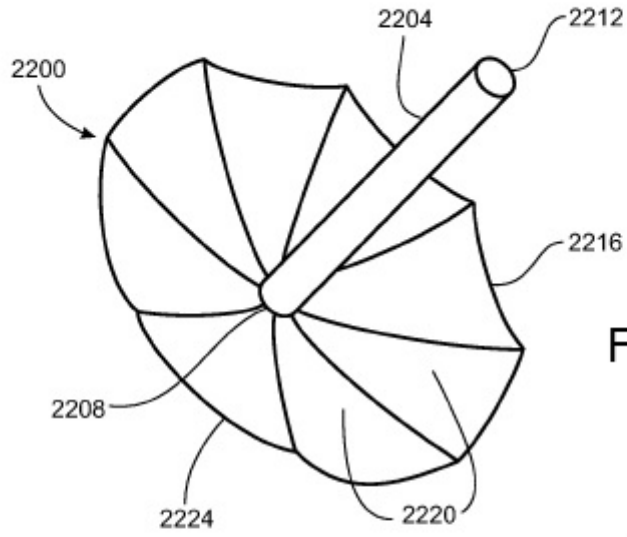


Figura 22

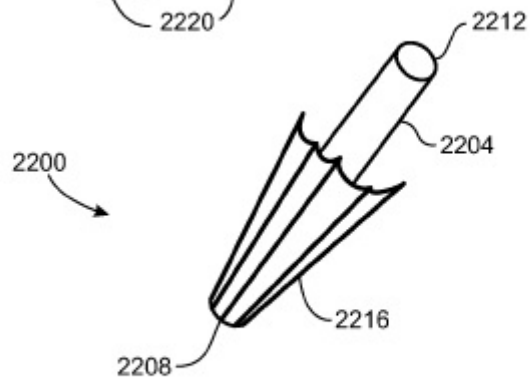


Figura 23

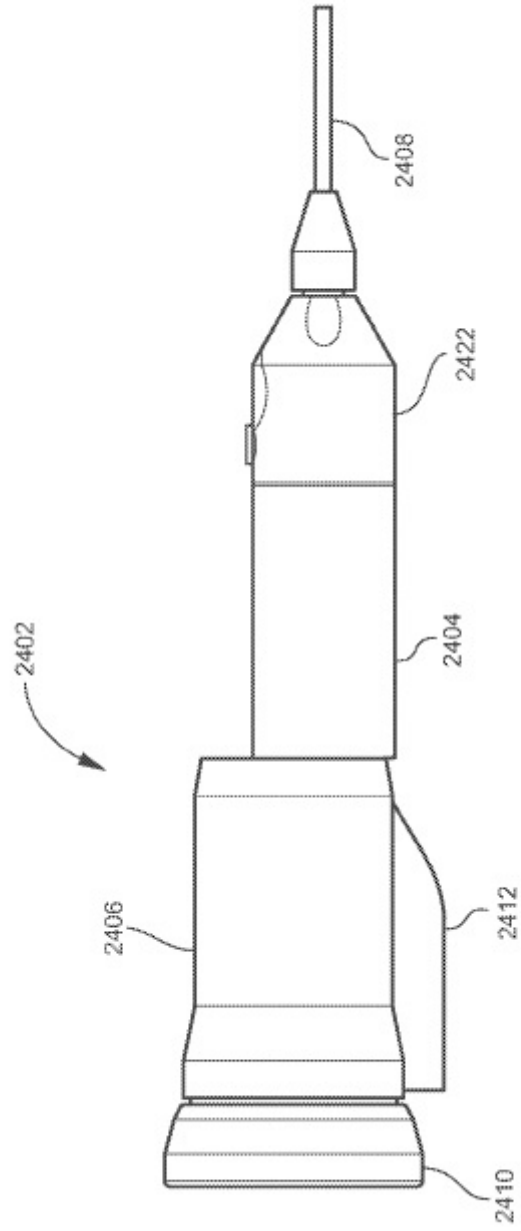
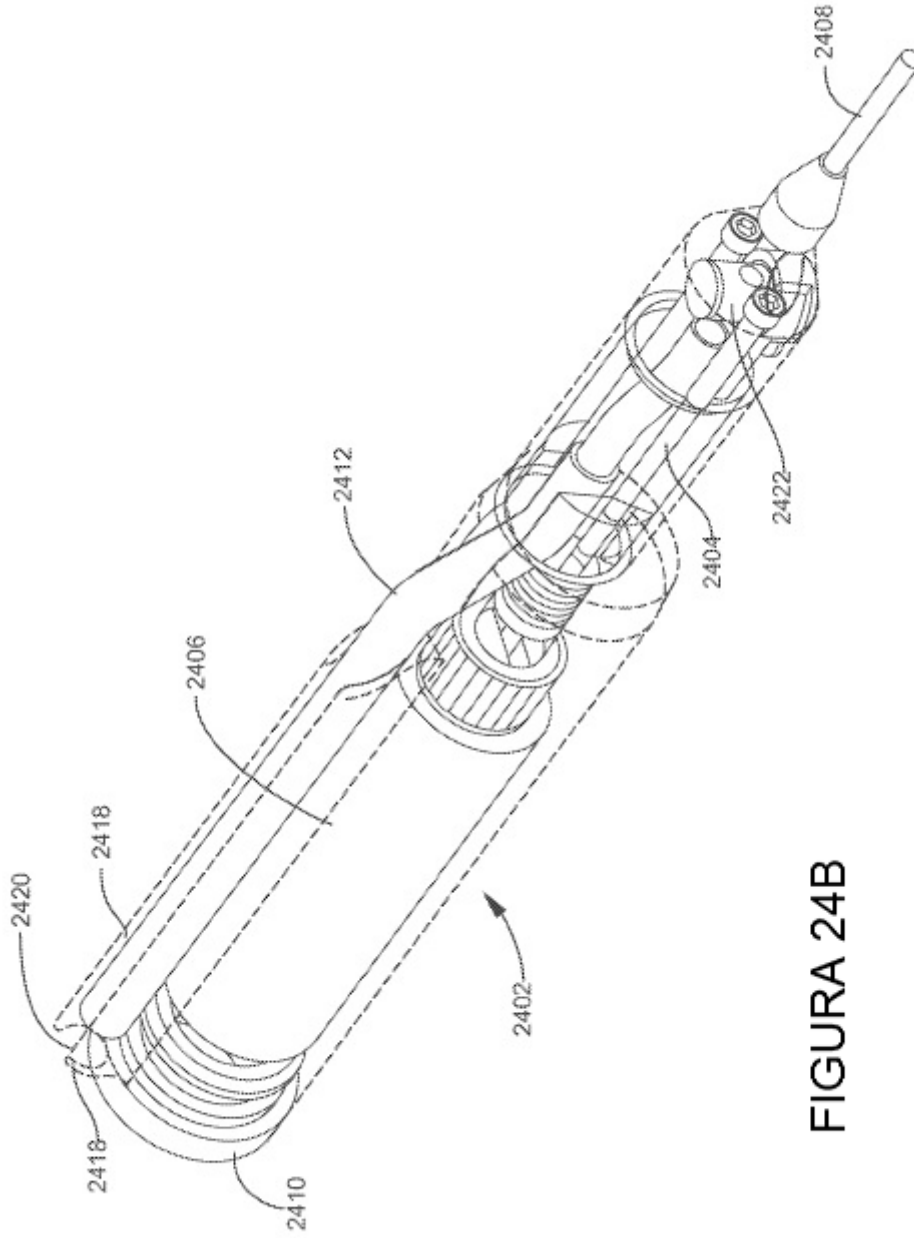


FIGURA 24A



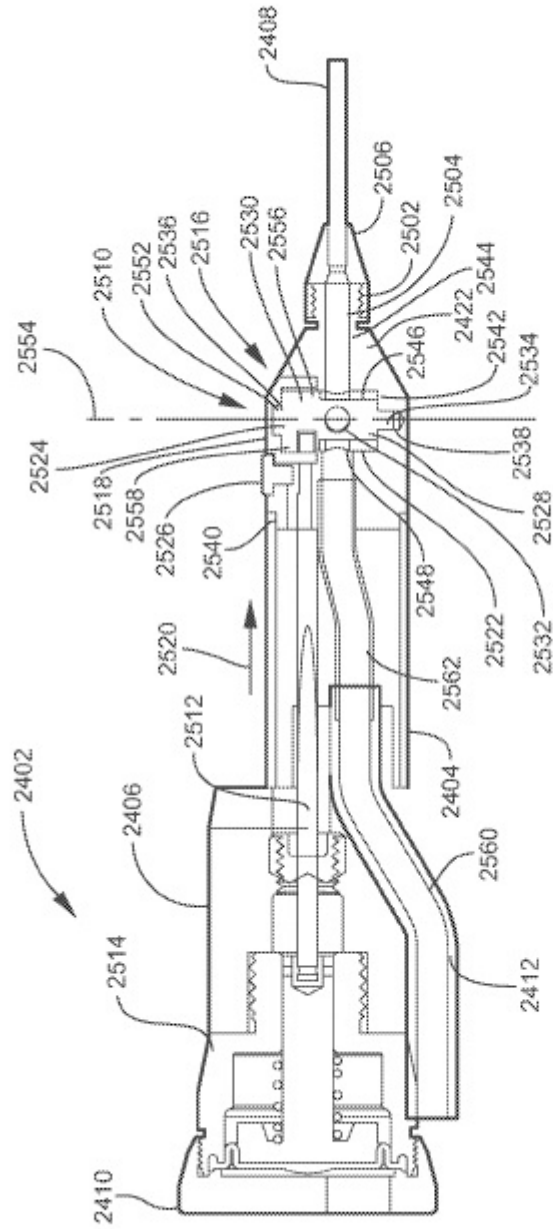


FIGURE 25

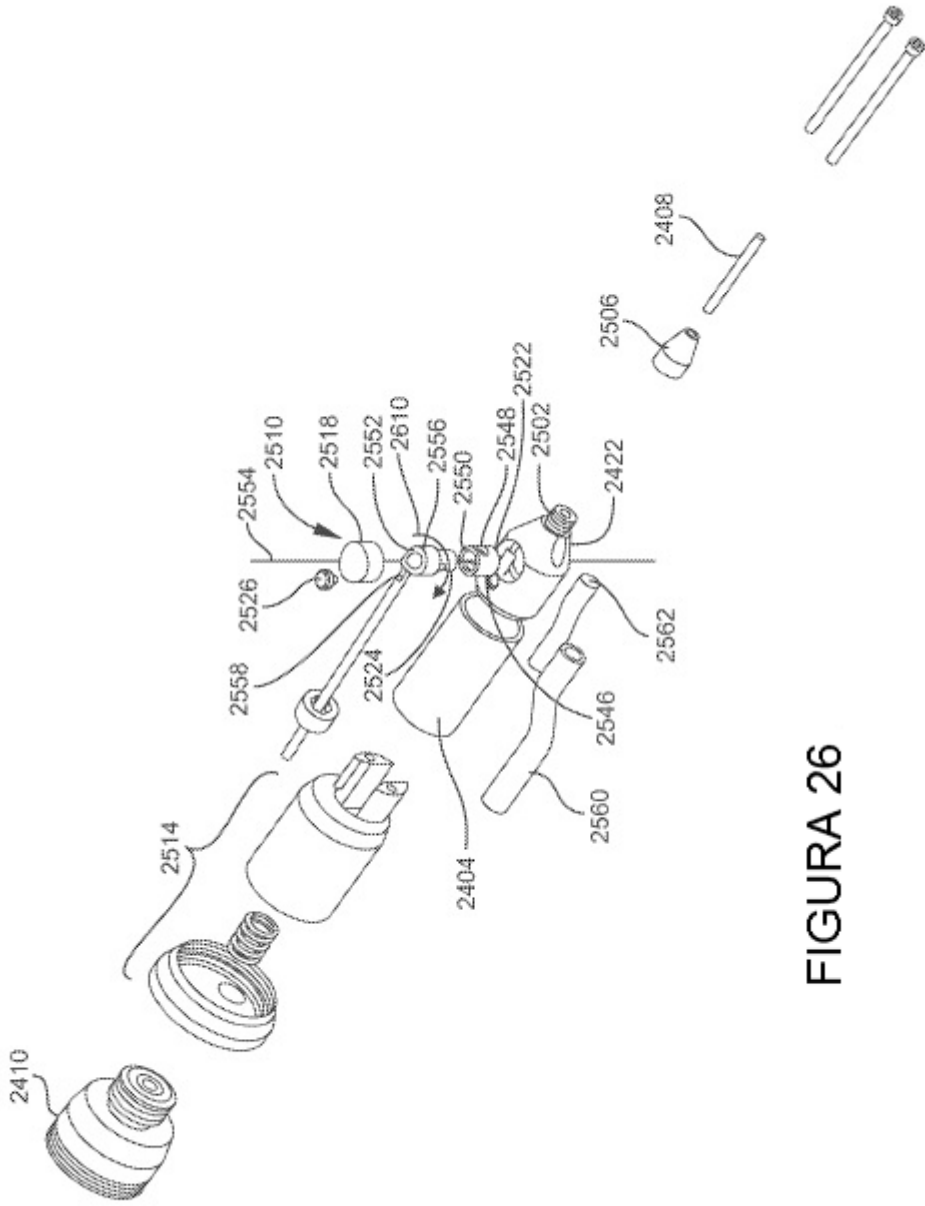


FIGURA 26

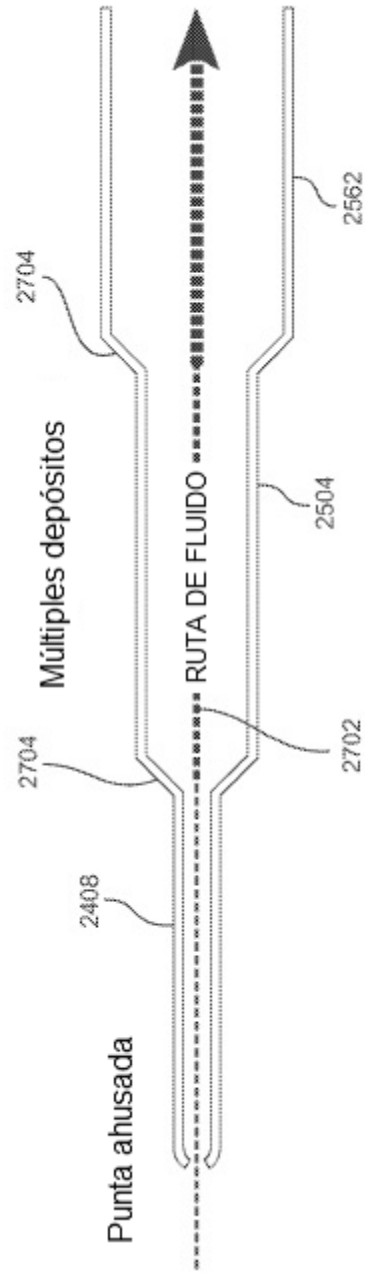


FIGURA 27

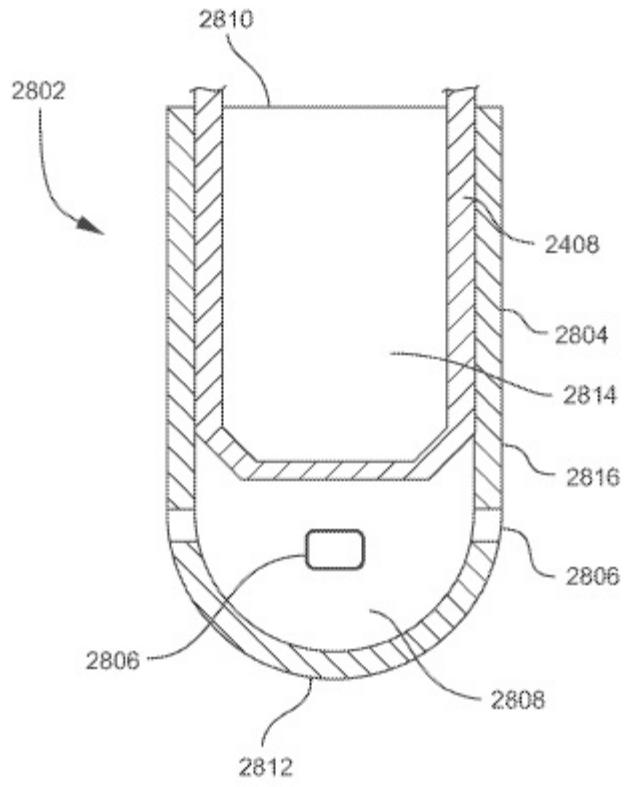


FIGURA 28

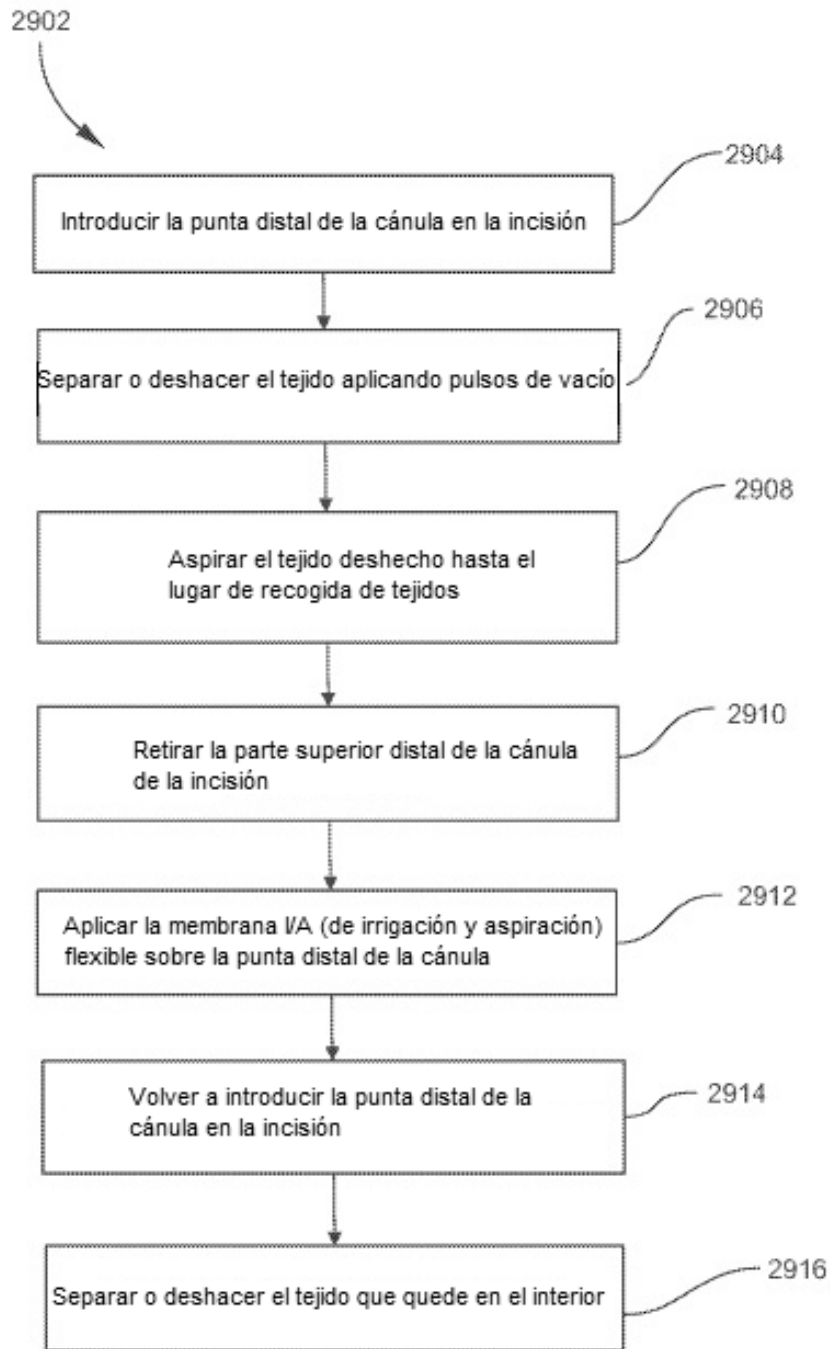


FIGURA 29

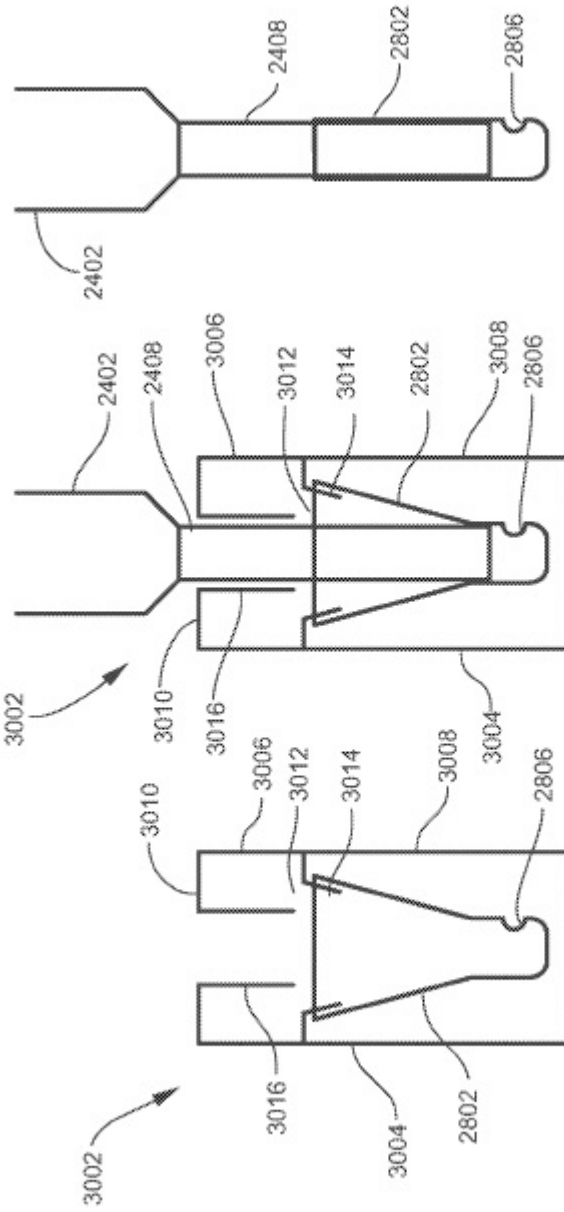


FIGURA 30C

FIGURA 30B

FIGURA 30A

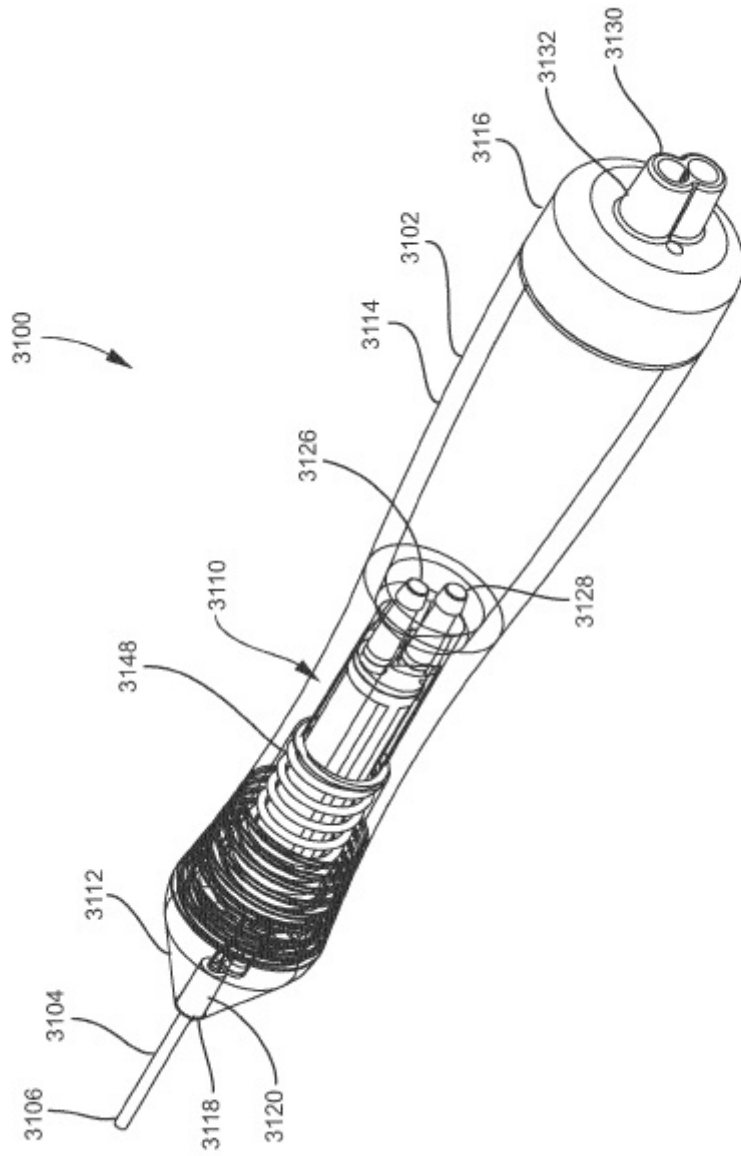


FIGURA 31

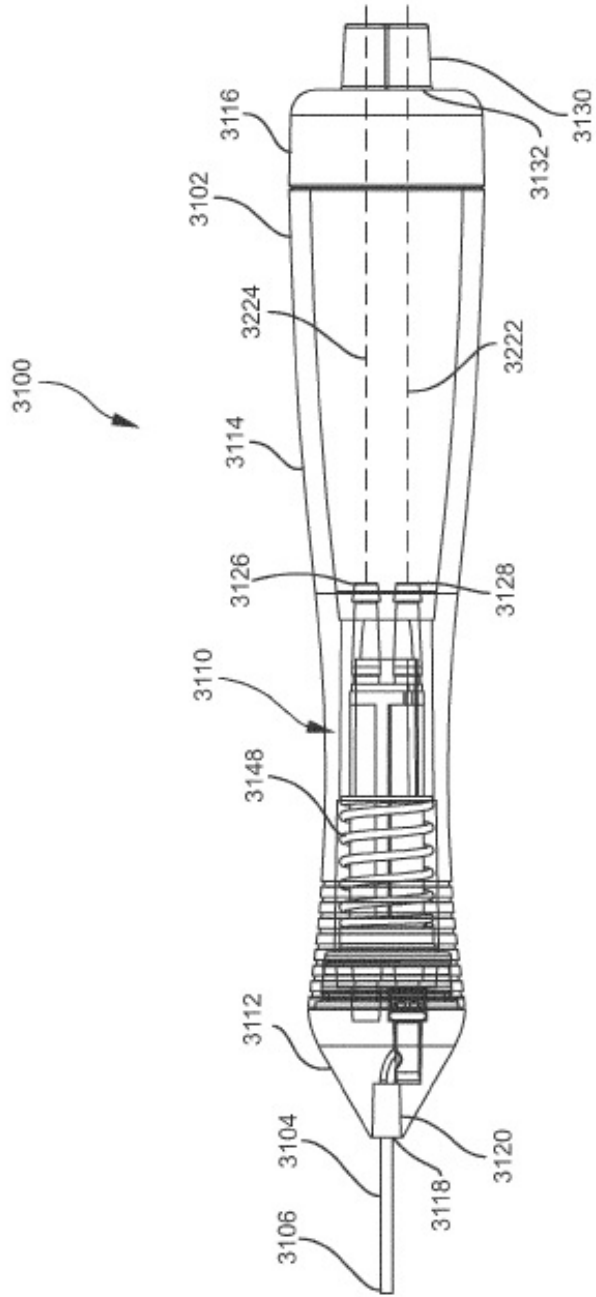


FIGURA 32

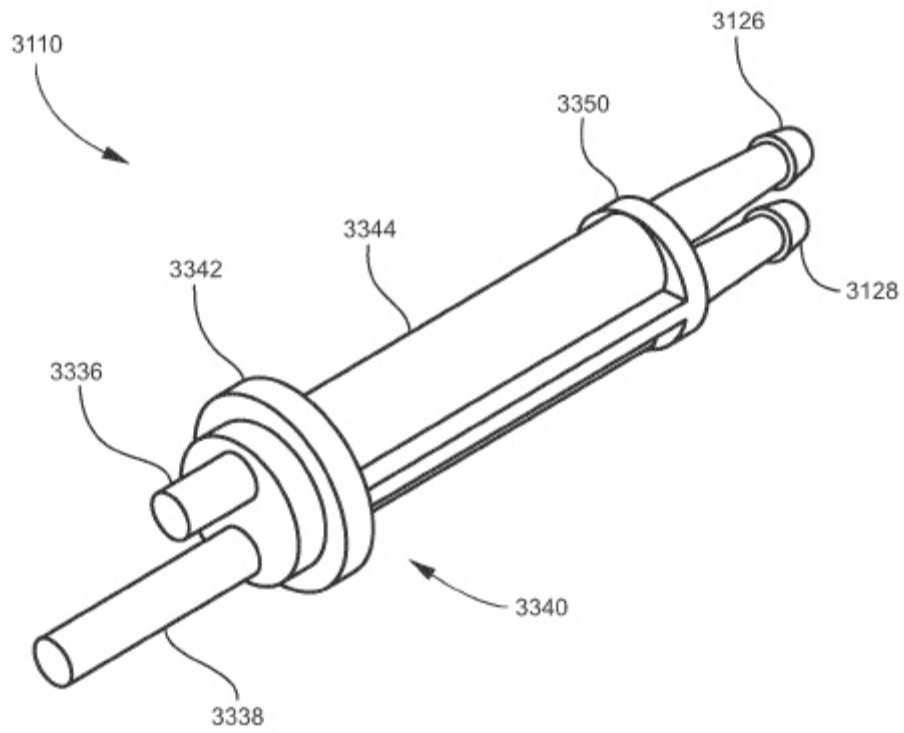


FIGURA 33

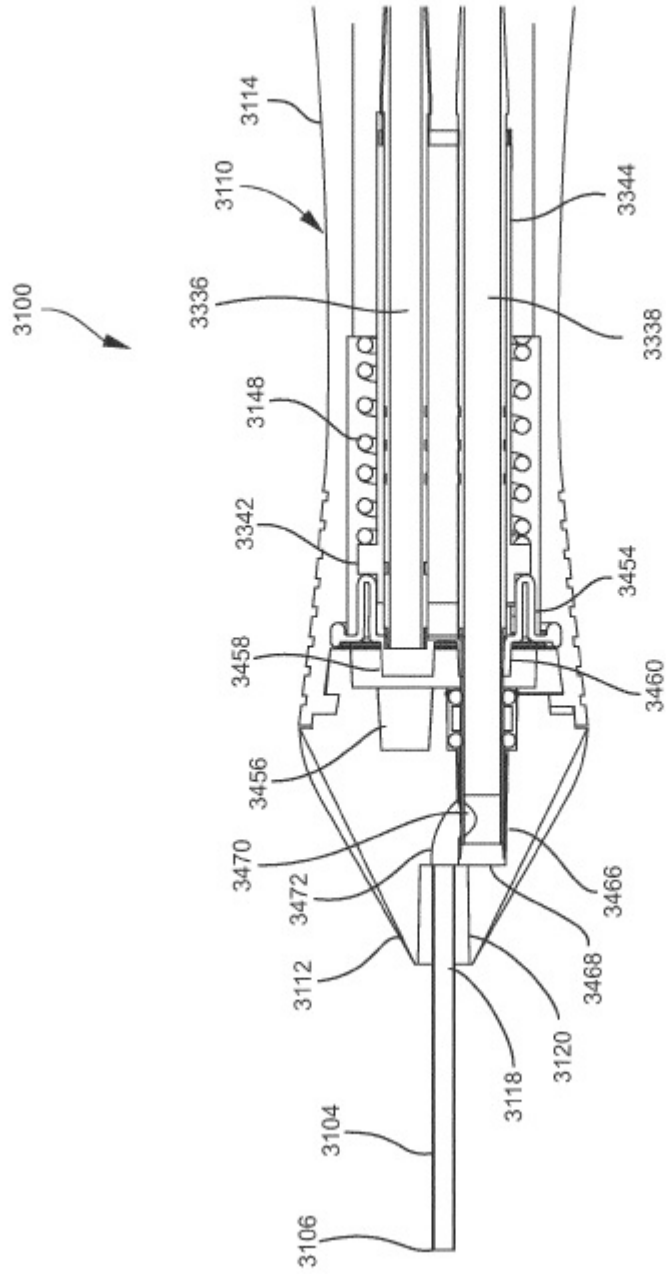


FIGURA 34

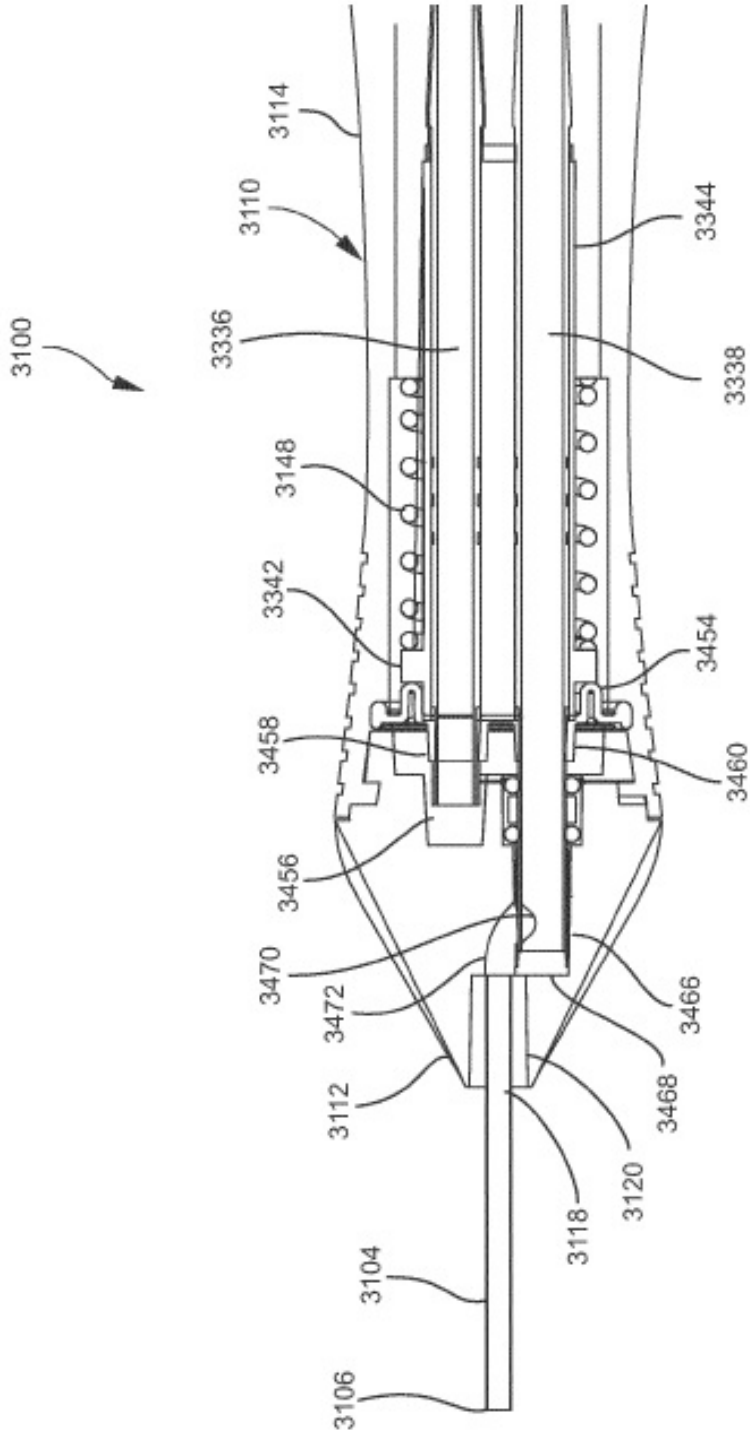


FIGURA 35

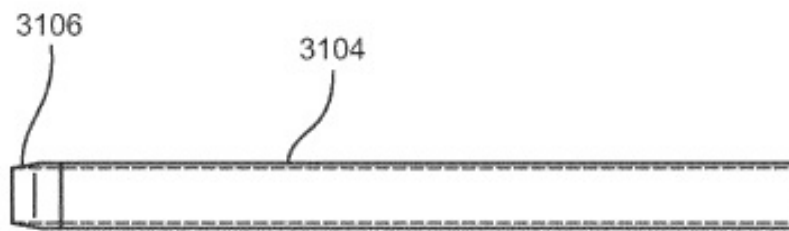


FIGURA 36

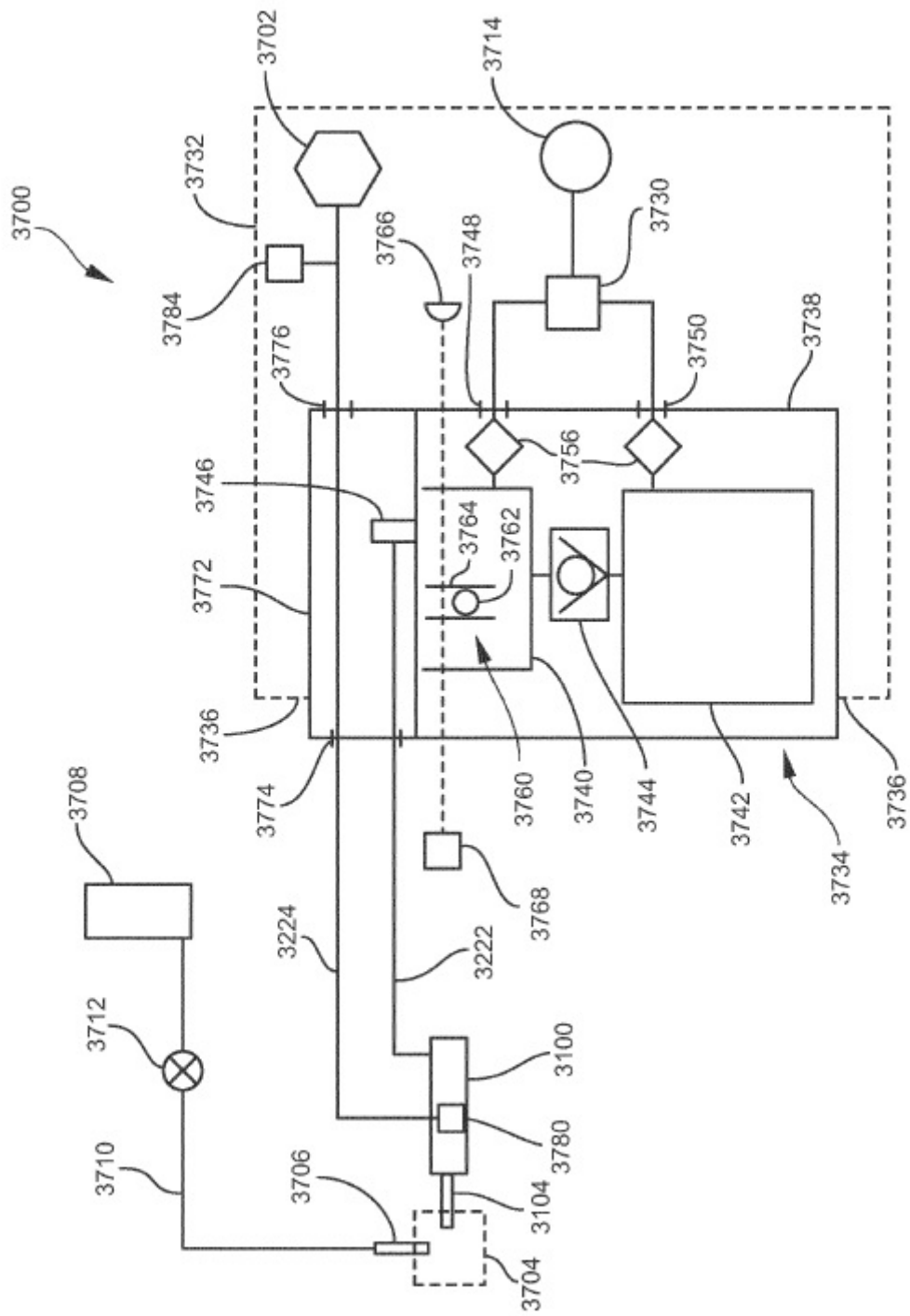


Figura 37

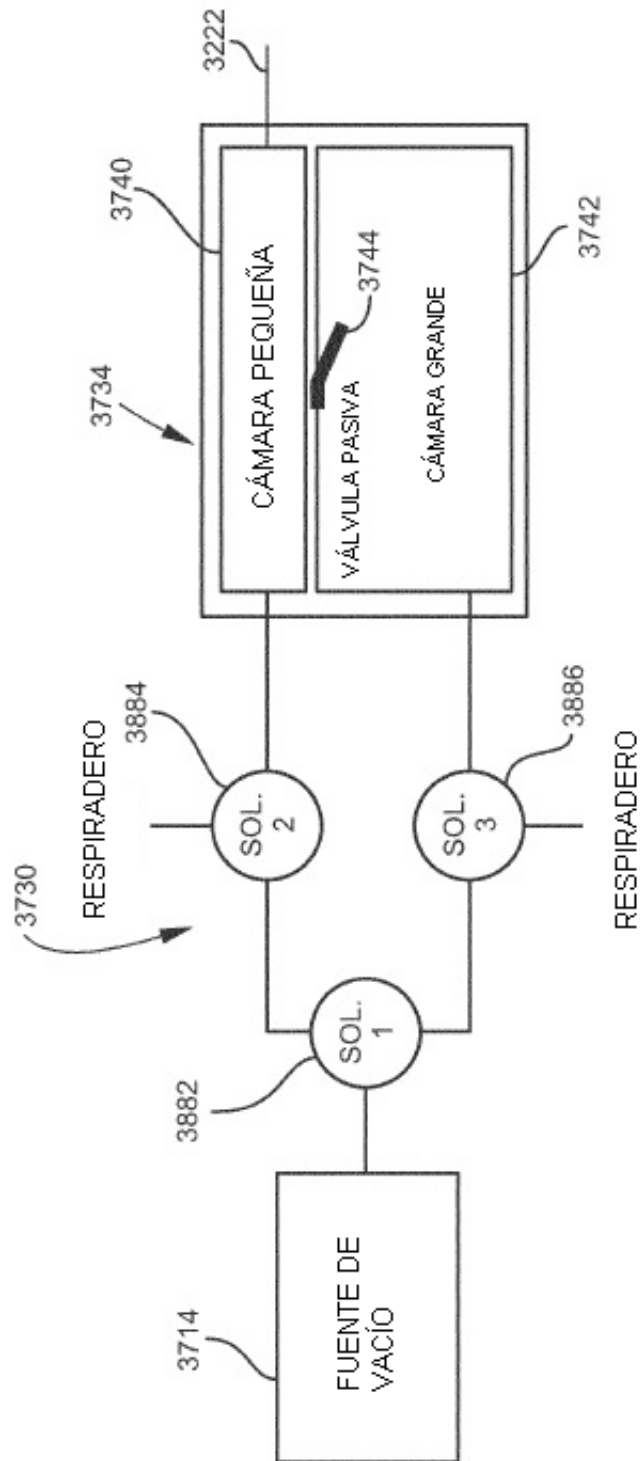


FIGURA 38

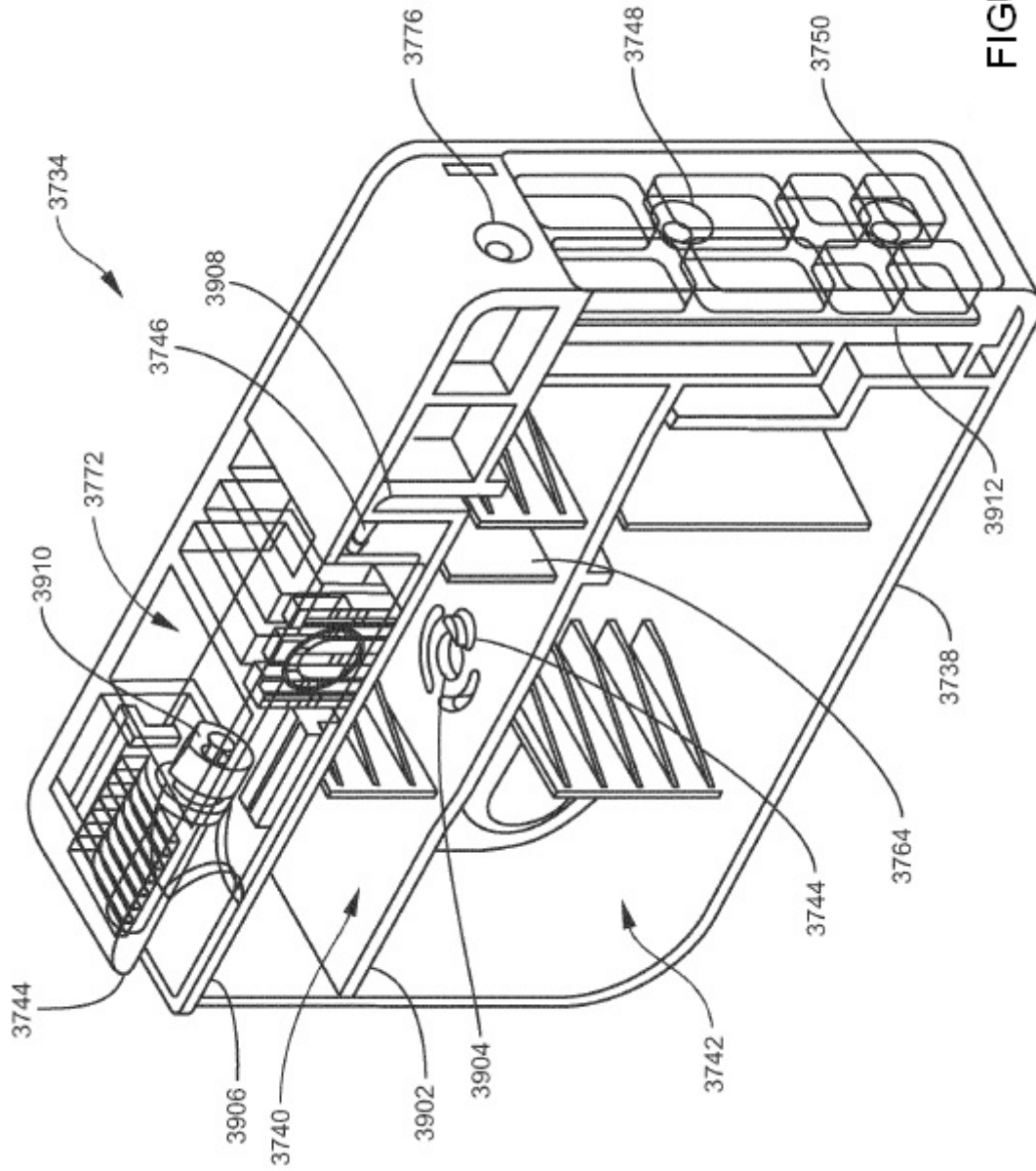


FIGURA 39

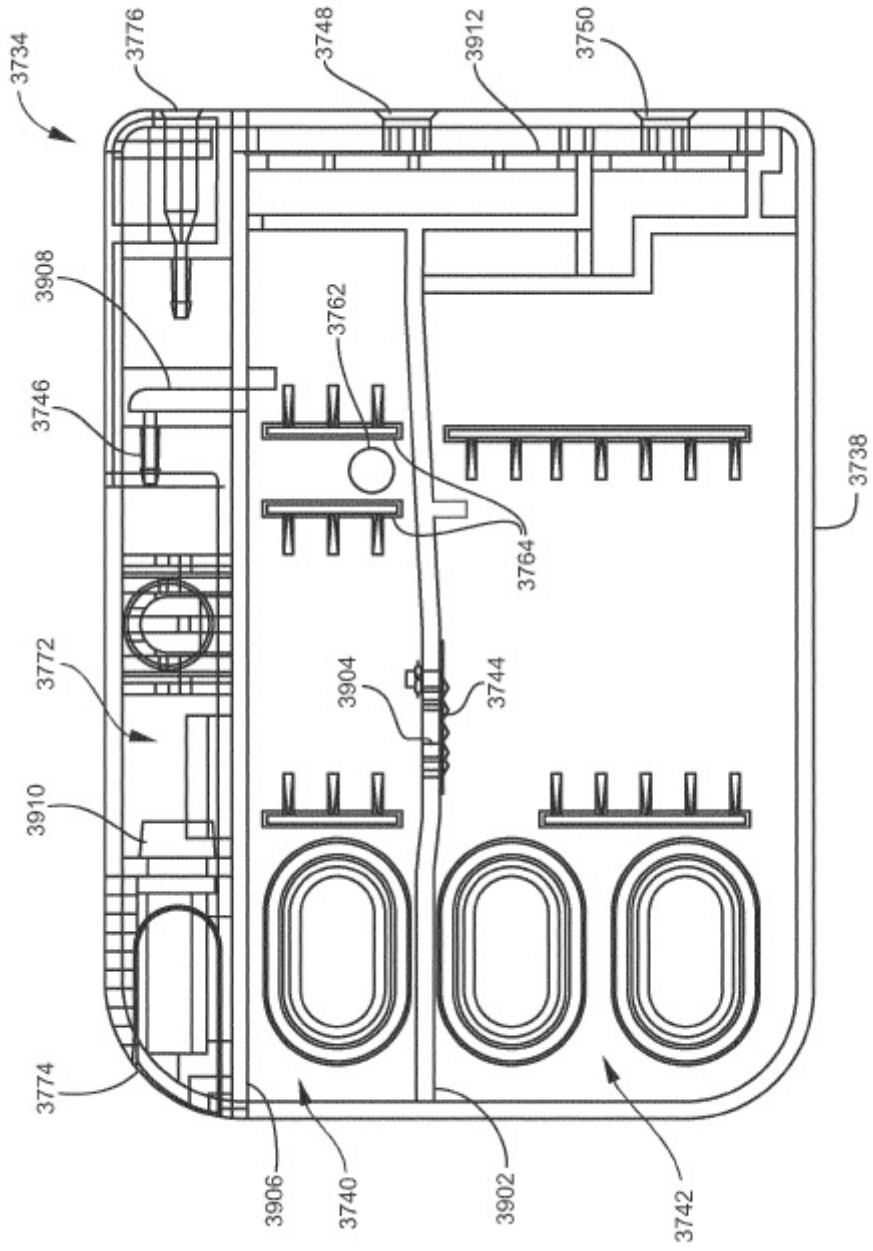


FIGURA 40

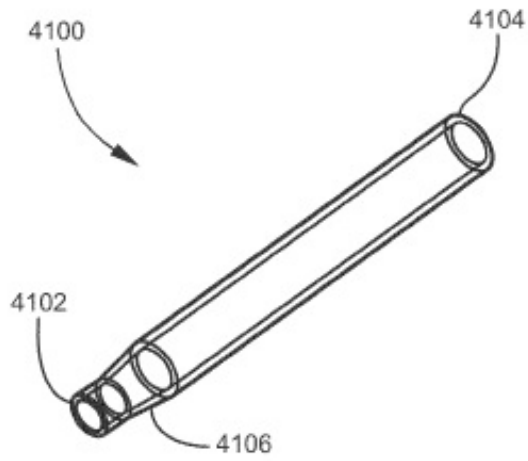


FIGURA 41

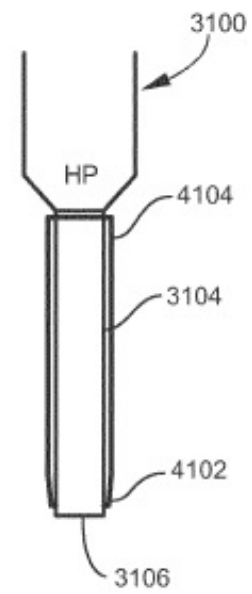


FIGURA 42

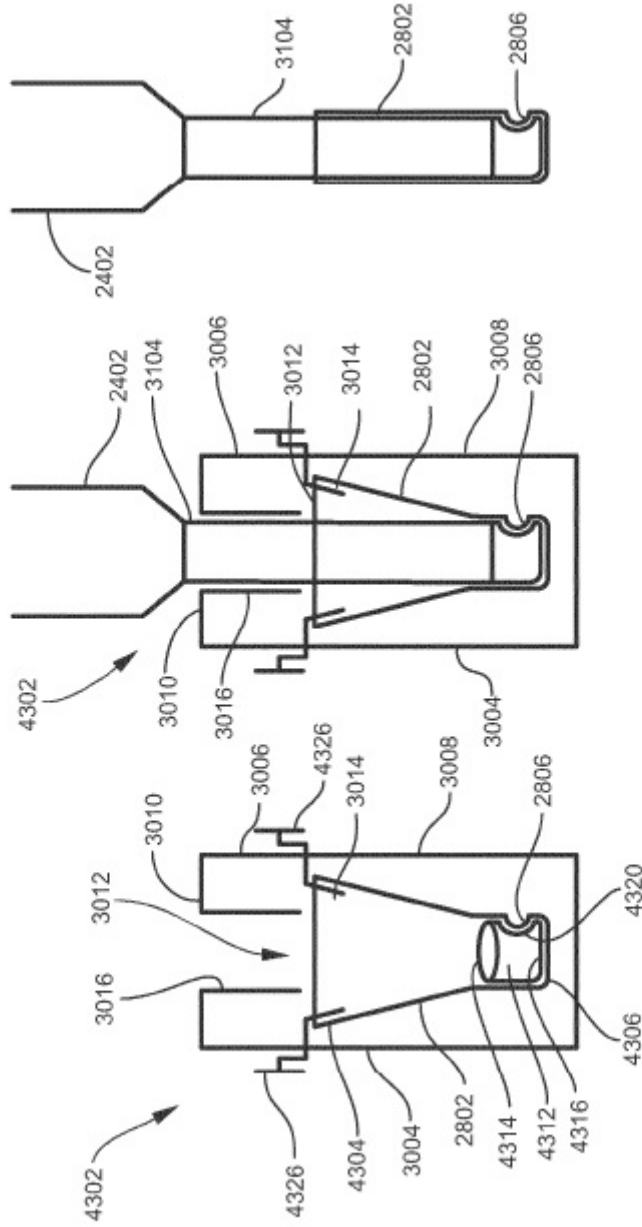


FIGURA 43C

FIGURA 43B

FIGURA 43A