

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 961 926**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2019 PCT/NL2019/050741**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2020 WO20101489**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2019 E 19806064 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3880141**

54 Título: **Accionador de vitrectomía y herramienta de corte**

30 Prioridad:

16.11.2018 NL 2022011

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

14.03.2024

73 Titular/es:

**CREA IP B.V. (100.0%)
Seggelant-Noord 2
3237 MG Vierpolders, NL**

72 Inventor/es:

DAM-HUISMAN, ADRIAANTJE COLIENE

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 961 926 T3

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

DESCRIPCIÓN

Accionador de vitrectomía y herramienta de corte

5 Campo de la invención

[0001] La invención se refiere a un conjunto de corte quirúrgico de un sistema de accionamiento y una herramienta de corte oftálmica manual accionada neumáticamente, tal como una herramienta de vitrectomía.

10 Antecedentes de la invención

[0002] Los procedimientos quirúrgicos oftálmicos para la extracción de tejido del ojo requieren instrumentos de corte quirúrgicos pequeños y precisos. La vitrectomía es un procedimiento quirúrgico en el que se extrae el humor vítreo del interior del globo ocular. Dicho procedimiento puede estar indicado o ser necesario en casos de desprendimiento de retina, enredo del vítreo con una lente intraocular, humor turbio o ensangrentado, u otras afecciones oculares en las que esté indicada la retirada de todo o parte del humor vítreo.

[0003] Los dispositivos de vitrectomía conocidos pueden comprender una cuchilla de corte alternativo hueca y una funda, una dispuesta dentro de la otra.

[0004] La patente de EE. UU. con número de publicación 5,106,364 describe un instrumento de corte quirúrgico oftálmico conocido que comprende un miembro tubular exterior con un extremo distal cerrado, una abertura adyacente al extremo distal cerrado y un tubo interior dispuesto de forma deslizante dentro del tubo exterior. El tubo interior oscila entre la primera y la segunda posición, y a medida que el tejido se introduce en el tubo interior mediante succión, el movimiento alternativo del miembro de corte secciona el tejido para que pueda ser aspirado a través del miembro tubular interior.

[0005] La solicitud de patente estadounidense con número de publicación US2012/310146 describe un sistema para realizar vitrectomía, que incluye una fuente de gas, un vitrector que incluye un mecanismo de corte que se abre y se cierra según una presión en el vitrector y un sistema generador de pulsos que recibe gas desde la fuente de gas y genera pulsos en el vitrector. Los pulsos provocan que la presión en el vitrector varíe según un ciclo, y la presión variable en el vitrector provoca que el mecanismo de corte del vitrector se abra y se cierre.

[0006] Las herramientas de vitrectomía conocidas y los sistemas de control neumático asociados adolecen de un alto consumo de gas, altos niveles de ruido durante el funcionamiento, y tiempos de respuesta subóptimos para la herramienta de corte. La presente invención busca proporcionar un sistema de accionamiento mejorado para una herramienta de corte quirúrgico oftálmico que supere los problemas asociados con los sistemas y dispositivos conocidos.

[0007] La patente de EE. UU. con número de publicación US2018/243134 da a conocer una herramienta quirúrgica manual de movimiento alternativo, que tiene un conjunto de diafragma para accionar una herramienta de corte, así como un amortiguador de inercia. El conjunto de diafragma 304 es accionado neumáticamente.

[0008] La patente japonesa con número de publicación JP-2010-057642 da a conocer un aparato para cirugía del cuerpo vítreo, que es accionado neumáticamente.

[0009] La patente de EE. UU. con número de publicación US2010/145374 da a conocer un sistema para operar y controlar sondas de vitrectomía accionadas neumáticamente. Una cámara de presión cerrada está provista de un transductor de presión, que permite controlar el nivel de presión en la cámara de presión cerrada. El accionador de la herramienta de corte está provisto de un resorte de desviación para el movimiento hacia atrás.

Breve descripción de la invención

[0010] La invención se define mediante el sistema de la reivindicación independiente 1 y la reivindicación independiente 8. En un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un sistema de accionamiento para una herramienta de corte oftálmica que comprende una cámara separada fluidamente por un diafragma en un primer compartimento que define un primer volumen interno y un segundo compartimento que define un segundo volumen interno. Se proporciona un primer puerto en comunicación fluida con el primer compartimento y está configurado para su conexión a un primer conducto conectado a una herramienta de corte oftálmica manual. Se proporciona un segundo puerto en comunicación fluida con el segundo compartimento, y está configurado para su conexión a un segundo conducto conectado a la herramienta de corte oftálmica.

[0011] El diafragma se monta de forma móvil dentro de la cámara y está configurado para un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento desde la primera posición hasta la segunda posición disminuye el primer volumen y aumenta el segundo volumen. Se entenderá

que a medida que aumenta el volumen del primer compartimento, disminuye el volumen de la segunda cámara, y viceversa.

5 [0012] Para mover el diafragma hacia delante y hacia atrás dentro de la cámara para variar alternativamente el volumen del primer y segundo compartimento, se acopla un accionador de diafragma al diafragma, y está configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para mover el diafragma entre la primera posición y la segunda posición. Un sistema de accionamiento está configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma.

10 [0013] En un segundo aspecto de la divulgación, el primer y el segundo compartimento de volumen variable pueden estar separados fluidamente entre sí mediante dos diafragmas. Estos aspectos funcionan según el mismo principio que el primer aspecto de la invención, ya que la oscilación del primer y el segundo diafragma puede ser impulsada por un sistema de accionamiento común. En el segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema de accionamiento para una herramienta de corte oftálmica que comprende una cámara que comprende un primer compartimento definido al menos parcialmente por un primer diafragma y que tiene un primer volumen interno, un segundo compartimento definido al menos parcialmente por un segundo diafragma y que tiene un segundo volumen interno. El primer compartimento está separado fluidamente del segundo compartimento.

15 [0014] Se proporciona un primer puerto en comunicación fluida con el primer compartimento, y está configurado para su conexión a un primer conducto conectado a una herramienta de corte oftálmica manual. Se proporciona un segundo puerto en comunicación fluida con el segundo compartimento, y está configurado para su conexión a un segundo conducto conectado a la herramienta de corte oftálmica.

20 [0015] El primer diafragma está montado de forma móvil con respecto a la cámara, y está configurado para un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento del primer diafragma desde su primera posición hasta su segunda posición reduce el primer volumen. El segundo diafragma está montado de forma móvil con respecto a la cámara, y está configurado para un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento del segundo diafragma desde su primera posición hasta su segunda posición aumenta el segundo volumen. Puesto que el movimiento del primer y el segundo diafragma en la primera dirección provoca un aumento en el volumen del primer compartimento y una disminución en el volumen del segundo compartimento, el funcionamiento de los aspectos de dos diafragmas de la invención funciona de manera similar a las formas de realización de un solo diafragma.

25 [0016] Para mover el primer y el segundo diafragma hacia atrás y hacia delante dentro de la cámara para variar alternativamente el volumen del primer y el segundo compartimento, se acopla un accionador de diafragma al diafragma, y está configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para mover simultáneamente el primer y el segundo diafragma entre la primera posición y la segunda posición. Un sistema de accionamiento está configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma.

30 [0017] En un tercer aspecto de la divulgación, se proporciona un conjunto de corte quirúrgico que comprende un sistema de accionamiento según se ha descrito anteriormente y una herramienta de corte quirúrgica que comprende una herramienta de corte oftálmica manual accionada neumáticamente que incluye un conducto que comprende una abertura de corte y una cuchilla de corte dispuesta para el movimiento alternativo dentro de la abertura de corte. La herramienta manual comprende un separador alternativo que separa fluidamente una primera cámara sellada en comunicación fluida con el primer compartimento del sistema accionador de una segunda cámara sellada en comunicación fluida con el segundo compartimento del sistema accionador. El separador alternativo está acoplado a la cuchilla de corte y está configurado para un movimiento alternativo en respuesta a un cambio relativo de presión en la primera y la segunda cámara sellada.

35 [0018] En cualquiera de los aspectos de la divulgación descritos anteriormente, se pueden incorporar características adicionales para proporcionar beneficios adicionales. Por ejemplo, el sistema de accionamiento para accionar el accionador de membrana puede comprender un motor eléctrico lineal, tal como un motor Lorentz o un motor de reluctancia. El motor eléctrico puede comprender una bobina energizable y una matriz de imanes (por ejemplo, una matriz Hallbach) que proporcionan una disposición estátor-motor. La bobina energizable puede montarse de forma móvil con respecto a una matriz Hallbach fija, o la matriz Hallbach puede montarse de forma móvil con respecto a una bobina fija.

40 [0019] Para guiar al motor en un movimiento alternativo lineal, el sistema de accionamiento puede comprender, además, uno o más elementos flexibles. El elemento flexible puede estar configurado para guiar el movimiento del motor directamente, o puede estar configurado para guiar el movimiento del accionador de membrana.

45 [0020] Opcionalmente, el accionador de diafragma puede estar situado dentro de la cámara, mientras que el motor lineal puede estar situado fuera de la cámara. En tales casos, el sistema comprende, además, un acoplamiento entre el motor lineal y el accionador de diafragma que se extiende a través de la pared de la

cámara. Una disposición de este tipo puede permitir una mejor insonorización de las partes oscilantes de la membrana, y estructuras de refrigeración mejoradas (por ejemplo, aletas de refrigeración) para disipar el calor del motor eléctrico.

5 [0021] En formas de realización que comprenden una primera y segunda membrana, el motor puede estar dispuesto en el espacio de la cámara entre la primera y la segunda membrana, y el acoplamiento puede extenderse desde el motor hacia la primera y la segunda membrana.

10 [0022] Opcionalmente, se pueden emplear sensores de posición para monitorizar la posición del/de los diafragma(s) dentro de la cámara. Por ejemplo, se pueden emplear sensores de posición para medir directamente la posición del/de los diafragma(s) y/o se puede emplear un sensor de posición para medir la posición del estátor con respecto a la posición del motor del motor lineal. En ambos casos, se puede utilizar un sensor de posición óptico.

15 [0023] También se pueden emplear sensores de presión para determinar la presión (i) dentro del primer y el segundo compartimento; (ii) dentro del primer y el segundo conducto que conducen al dispositivo manual; y/o (iii) dentro de la primera y la segunda cámara del reciprocador en el mango de la herramienta. En cada caso, se pueden emplear sensores de presión absoluta para medir la presión absoluta en uno o más lugares, o se puede emplear un sensor de presión diferencial para medir la presión diferencial entre dos componentes.

20 [0024] Se pueden emplear componentes neumáticos adicionales para proporcionar funcionalidad y seguridad mejoradas. Por ejemplo, los sistemas según la presente invención pueden comprender una válvula de "retracción" configurada para ventilar uno del primer y segundo conducto tras la desactivación del motor (es decir, cuando el modo de corte no está en uso). La ventilación de uno del primer y segundo conducto de fluido hace que la presión superior a la atmosférica dentro del sistema desvíe el diafragma dentro de la cámara 44 hacia la primera posición o bien hacia la segunda posición (dependiendo de qué conducto se ventile). La desviación del diafragma hacia la primera o la segunda posición significa que el miembro de corte está completamente avanzado o bien completamente retraído con respecto al conducto. Se puede utilizar una disposición de este tipo para garantizar que la abertura de corte no quede (sustancialmente) ocluida durante un modo de aspiración (modo de corte desactivado).

25 [0025] Otras ventajas de diversos aspectos de la presente invención resultarán evidentes para el experto a partir de la siguiente descripción y de las reivindicaciones adjuntas.

35 **Breve descripción de los dibujos**

[0026] La presente invención se describirá en referencia a los siguientes dibujos, que ilustran ejemplos no limitativos de formas de realización de la invención. En los dibujos:

40 la figura 1 muestra un ejemplo de disposición de corte para un dispositivo de vitrectomía;
 la figura 2 muestra una herramienta de vitrectomía manual, que comprende un accionador neumático;
 la figura 3 muestra una vista esquemática de un sistema de vitrectomía que comprende una herramienta de vitrectomía manual, un sistema de accionamiento neumático y un bucle de control;
 45 la figura 4 muestra una vista esquemática de un sistema de accionamiento según una primera forma de realización de la invención;
 la figura 5 muestra una vista esquemática de un sistema de accionamiento según una segunda forma de realización de la invención;
 la figura 6 muestra una vista en sección transversal detallada de un sistema de accionamiento según la presente invención;
 50 la figura 7 muestra un diagrama neumático para un ejemplo de bucle de control;
 la figura 8 muestra una vista lateral de un ejemplo de forma de realización de un conjunto de motor aplicado en un sistema de accionamiento según la presente invención.

55 **Descripción detallada de formas de realización ilustrativas**

[0027] La siguiente descripción proporciona una serie de ejemplos de formas de realización que ilustran la invención y no deben interpretarse como limitativas del alcance de la invención. Se pueden realizar modificaciones o adiciones a las formas de realización ilustradas sin apartarse del alcance de la invención, según lo definido por las reivindicaciones.

60 [0028] Aunque la presente invención se describe en este documento en referencia a una herramienta de vitrectomía que comprende partes de corte alternativo dispuestas concéntricamente, que proporcionan integralmente un conducto de aspiración, se apreciará que la presente invención se puede aplicar a otros instrumentos de corte alternativo, con o sin aspiración integrada.

65

[0029] La figura 1 muestra una punta de corte de un ejemplo de dispositivo de vitrectomía. Como se muestra en la figura 1, la punta de corte 10 comprende una funda exterior hueca 12, que tiene un extremo distal cerrado 14. Un tubo interior 16 que tiene un extremo distal abierto está dispuesto dentro de la funda exterior 12. El tubo interior 16 define un lumen a través del cual se puede aspirar material del ojo y, por tanto, puede acoplarse operativamente a una fuente de vacío (no representada) que está configurada para arrastrar material hacia la punta de corte 10 y a través del lumen proporcionado por el tubo interior 16.

[0030] La funda exterior 12 y el tubo interior 16 están configurados para un movimiento relativo entre sí entre una primera posición "avanzada" en la que el tubo interior 16 está completamente avanzado dentro de la funda exterior 12 (como se muestra en la vista A de la figura 1) y una segunda posición "retraída" (que se muestra en la vista B de la figura 1) en la que el tubo interior 16 está completamente retraído con respecto a la funda exterior 12.

[0031] Como se muestra en la figura 1, la funda exterior 12 comprende una primera abertura 18 y el tubo interior 16 comprende una segunda abertura 20. Cuando el tubo interior 16 está en la posición avanzada con respecto a la funda exterior 12, la primera y la segunda abertura 18, 20 están alineadas y registradas entre sí (como se muestra en la vista A). A medida que el tubo interior 16 se retrae con respecto a la funda exterior 12, la segunda abertura 20 se retrae con respecto a la primera abertura 18, dicho borde distal de la segunda abertura 20 se mueve al menos hasta una posición en la que se encuentra con un borde proximal de la primera abertura 18 (como se muestra en la vista B). Preferiblemente, cuando el tubo interior 16 está en la posición completamente retraída, un extremo distal del tubo interior se sitúa proximalmente (hacia el usuario) de la primera abertura 18, de manera que la primera abertura 18 no quede ocluida por el tubo interior 16.

[0032] Un borde de al menos una de la primera abertura 18 y la segunda abertura 20 forma un primer borde de corte 22, de modo que el tejido puede cortarse en el punto donde el borde de corte 22 se encuentra con una superficie opuesta formada por el borde de la otra abertura (que se muestra en la vista B). En la forma de realización representada en la figura 1, se forma un primer borde de corte 22 en el borde distal de la segunda abertura 20 en el tubo interior 16. Sin embargo, el experto apreciará que de manera similar se puede formar un borde de corte en un borde proximal de la primera abertura 18, o que ambas aberturas pueden comprender bordes de corte.

[0033] En referencia ahora a la vista C de la figura 1, también se puede formar un segundo borde de corte 24 en el extremo distal abierto del tubo interior 16, de modo que el tejido extraído a través de la primera abertura 18 con el tubo interior 16 en la posición retraída pueda ser cortado conforme el tubo interior 16 regresa a su posición avanzada. El experto apreciará que, de forma alternativa o adicional, se puede formar un borde de corte en el borde distal de la primera abertura 18.

[0034] La oscilación de la punta de corte 10 se puede controlar neumáticamente. En referencia ahora a la figura 2, se muestra la porción manual de una herramienta de vitrectomía. Como se muestra en la figura 2, la porción manual de la herramienta comprende la punta de corte 10 descrita en referencia a la figura 1 y una carcasa 26. La carcasa 26 tiene la forma y el tamaño para su uso con una sola mano por parte de un profesional sanitario, y comprende una forma generalmente alargada. La funda exterior 12 y el tubo interior 16 se extienden dentro de la carcasa 26. Como se muestra en la figura 2, la funda exterior 12 está fija con respecto a la carcasa 26, mientras que el tubo interior 16 está montado de forma deslizable en esta. El tubo interior 16 está acoplado operativamente a un conjunto reciprocador 28, que está configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para impulsar el movimiento alternativo del tubo interior 16 con respecto a la funda 12 en una acción de corte, como se describe en referencia a la figura 1.

[0035] El conjunto reciprocador 28 comprende una primera cámara 30 y una segunda cámara 32 separadas fluidamente entre sí por un separador 34 o membrana flexible. El separador 34 comprende una conexión o acoplamiento 36, que acopla el separador 34 al tubo interior 16. La primera cámara 30 está en comunicación fluida con un primer conducto o línea neumática 38 y la segunda cámara 32 está en comunicación fluida con un segundo conducto o línea neumática 40. Para impulsar la oscilación del separador 34 (y, por lo tanto, el tubo interior 16) hacia atrás y hacia delante, la presión dentro de la primera y la segunda cámara 30, 32 aumenta y disminuye alternativamente. Cuando el diferencial de presión entre la primera cámara 30 y la segunda cámara 32 desvía la membrana flexible en una dirección distal, el tubo interior 16 se mueve distalmente con respecto a la funda exterior fija 12. Cuando el diferencial de presión entre la primera cámara 30 y la segunda cámara 32 desvía la membrana 34 en una dirección proximal, el tubo interior 16 se mueve proximalmente con respecto a la funda exterior 12. El diferencial de presión entre la primera cámara 30 y la segunda cámara 12 se controla a través de la primera y la segunda línea neumática 38, 40.

[0036] En referencia ahora a la figura 3, las líneas neumáticas 38, 40 están acopladas a un sistema de accionamiento 42 que varía alternativamente la presión dentro de la primera y segunda cámara 30 y 32. Como se muestra en la figura 3, el sistema 42 comprende una carcasa que forma una cámara 44, que está separada fluidamente por un diafragma 46 en un primer compartimento 48 que define un primer volumen interno y un segundo compartimento 50 que define un segundo volumen interno. Se proporciona un primer puerto 49 en

comunicación fluida con el primer compartimento 48, y está configurado para su conexión a un primer conducto 38. Se proporciona un segundo puerto 51 en comunicación fluida con el segundo compartimento 50, y está configurado para su conexión a un segundo conducto 40.

5 [0037] El diafragma 46 está montado de manera móvil dentro de la cámara 44. El diafragma puede estar formado por un material flexible (tal como un elastómero termoplástico o un caucho) y/o puede fijarse dentro de la cámara con cierta holgura para permitir el movimiento alternativo. En cualquier caso, el diafragma 46 mostrado en la figura 3 está configurado para alternar el movimiento entre una primera posición y una segunda posición, de manera que el movimiento desde la primera posición hasta la segunda posición disminuya el primer volumen (en el primer compartimento 48) y aumente el segundo volumen (en el segundo compartimento 50). Por el contrario, el movimiento del diafragma 46 en la dirección opuesta, desde la segunda posición hasta la primera posición, aumenta el volumen del primer compartimento 48, y disminuye el volumen del segundo compartimento 50. El sistema comprende, además, un accionador de diafragma 52 configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para mover el diafragma 46 entre la primera posición y la segunda posición y un sistema de accionamiento 54 configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma 52.

[0038] Para accionar el accionador de diafragma 52 hacia atrás y hacia delante, el sistema de accionamiento 54 puede comprender un motor lineal. En algunas formas de realización, el motor lineal es un motor oscilador lineal configurado para impulsar el diafragma 46 hacia delante y hacia atrás a una frecuencia deseada en respuesta a una corriente o voltaje de control alterno suministrado al motor. En ejemplos de formas de realización, el impulsor 54 puede comprender un accionador de tipo Lorentz, también conocido como controlador Lorentz, por ejemplo, implementado usando un motor lineal de la serie Tecnotion UL. En otras formas de realización, el impulsor 54 puede comprender un motor de reluctancia. A continuación, se describirán más detalles del impulsor 54 en referencia a la figura 6.

25 [0039] Cada uno del primer y segundo compartimento 48, 50 pueden acoplarse a un suministro de aire por encima del ambiente. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3, cada uno del primer y segundo compartimento puede estar en comunicación fluida con un suministro de aire de 1,5 bar, por ejemplo, a través de restricciones de flujo R_1 y R_2 . Al proporcionar al primer y segundo compartimento con suministro de aire por encima de la atmósfera, se aumenta la rigidez del "resorte de gas" que acciona el reciprocador en la carcasa 26 del mango, mejorando la capacidad de respuesta del sistema neumático. Además, una presión por encima de la atmosférica dentro de los compartimentos primero y segundo 48, 50 puede permitir que el diafragma sea desviado a la primera o segunda posición si uno de los compartimentos 48, 50 o una de las líneas neumáticas 38, 40 está ventilado/a. Cabe destacar que el sistema neumático completo es un volumen cerrado, y parte de este sólo se ventila cuando se abre la válvula de retracción 61 (ver abajo). Por lo tanto, el consumo de aire de todo el sistema es bajo, y un compresor incorporado muy pequeño puede ser suficiente para el suministro de aire, eliminando la necesidad de una línea de suministro de aire externa.

40 [0040] Como se muestra en la figura 3, se puede implementar un bucle de control para proporcionar los niveles de presión deseados dentro del primer y segundo compartimento 48, 50 (y, por tanto, dentro de las cámaras 30 y 32 de la herramienta manual). El bucle de control puede comprender un suministro de corriente o voltaje alterno configurado para impulsar el motor lineal hacia delante y hacia atrás. El bucle de control puede accionar el accionador a una frecuencia oscilante de entre 5-200 Hz, por ejemplo, 166 Hz. Esto permite contar con una herramienta de vitrectomía manual que puede funcionar a 10 000 movimientos por minuto o más. El experto apreciará que la frecuencia de oscilación del sistema de accionamiento 54 puede modificarse continuamente dependiendo de los requisitos del procedimiento, la arquitectura del dispositivo manual y la preferencia del proveedor de atención médica.

50 [0041] Para proporcionar un control mejorado del accionador, el bucle de control puede comprender, además, uno o más sensores para determinar la oscilación del diafragma 46 dentro de la cámara 44.

[0042] Por ejemplo, se puede integrar un sensor de posición para medir la posición del diafragma 46 dentro de la cámara 44. La posición del diafragma 46 proporciona información acerca de los volúmenes relativos del primer y segundo compartimentos 48, 50 y, por lo tanto, las presiones suministradas a través de líneas neumáticas 38, 40.

60 [0043] De manera adicional o alternativa, se pueden incorporar uno o más sensores de presión al sistema de accionamiento. Por ejemplo, como se muestra en la figura 3, se puede proporcionar un sensor de presión P1 en comunicación fluida con el primer compartimento 48 para medir la presión dentro del primer compartimento 48 y la primera línea neumática 38. De manera adicional o alternativa, un sensor de presión P2 puede proporcionarse en comunicación fluida con el segundo compartimento 50 para medir la presión dentro del segundo compartimento y la segunda línea neumática 40. Como alternativa o en combinación con P1 y/o P2, se puede proporcionar un sensor de presión diferencial ΔP para medir la presión diferencial entre la primera línea neumática 38 y la segunda línea neumática 40. El sensor de presión diferencial se puede implementar para medir la presión diferencial entre el primer y segundo compartimento 48, 50, o se puede implementar para medir la presión diferencial entre el primer y segundo conducto 38, 40, cerca del dispositivo manual.

[0044] Los sensores de presión conectados a cada compartimento permiten monitorizar la diferencia de presión lograda entre el primer y el segundo compartimento 48, 50. Cada sensor de presión, solo o en combinación, puede permitir la verificación del funcionamiento adecuado y puede usarse para la retroalimentación del controlador.

5

[0045] En al menos algunas formas de realización, el sistema de accionamiento comprende, además, una válvula de retracción 61 configurada para mover el diafragma 34 hasta la primera posición tras la desactivación del sistema de accionamiento. Una disposición de válvula de retracción de este tipo puede permitir ventajosamente que la posición neutra del diafragma corresponda a una posición intermedia del tubo interior 16 con respecto a la funda exterior 12, sin comprometer el flujo de aspiración a través de la abertura de corte mientras la cuchilla de corte está en reposo (con el motor desactivado). Esto se debe a que la válvula de retracción ventila un compartimento/línea neumática mientras el otro se mantiene a 1,5 bar. Por lo tanto, el diferencial de presión desvía el diafragma hacia la primera posición mientras el modo de corte está desactivado, incluso aunque la posición neutra de la membrana equivalga a una posición intermedia del tubo interior 16 con respecto a la funda exterior 12. Dicha posición de reposo neutra permite una carrera corta para el tubo interior 16 y, en consecuencia, una carrera corta para el motor. Dicha válvula de retracción 61 podría ser una válvula de solenoide 3/2 normal mostrada en la figura 3, o alternativamente un conjunto de válvulas de solenoide 2/2, dispuestas de manera que el conducto 38 pueda ventilarse a presión ambiente, y el suministro desde el volumen 48 pueda ser bloqueado.

10

15

20

[0046] Para garantizar que la presión dentro del primer y segundo compartimento 48, 50 no exceda un nivel predeterminado, también se pueden proporcionar válvulas de ventilación para ventilar el gas de los compartimentos primero y segundo 48, 50 a un nivel de presión predeterminado o dentro de un intervalo de presión predeterminado. Se describirá con más detalle un ejemplo de sistema neumático que comprende una serie de válvulas de ventilación y una válvula de retracción en referencia a la figura 7.

25

[0047] La disposición del impulsor 54 y la cámara 44 se describirá ahora con más detalle en referencia a la figura 4.

30

[0048] Como se muestra en la figura 4, el impulsor 54 puede comprender una bobina 60 configurada para ser energizada por una corriente o voltaje aplicado, y una matriz de imanes 62 (por ejemplo, una matriz Hallbach). La matriz de imanes puede configurarse como estátor, o puede configurarse como motor en el sistema de accionamiento 54 de la presente invención.

35

[0049] Se proporciona un elemento guía, por ejemplo, un elemento flexible tal como un resorte radial 66, para guiar el motor en un movimiento lineal alternativo. La parte móvil del motor (la matriz o la bobina) está acoplada al accionador de diafragma 52 directamente o mediante un acoplamiento 56.

40

[0050] Como se muestra en la figura 4, el accionador de diafragma 52 está colocado dentro de la cámara 44. El accionador de diafragma 52 puede acoplarse a la membrana 46 de diferentes maneras. Por ejemplo, el accionador de diafragma 52 puede fijarse de forma segura al diafragma con adhesivo, o puede comprender partes opuestas entre las cuales se sujeta el diafragma. Alternativamente, el accionador de diafragma 52 puede estar parcialmente incrustado dentro del material del diafragma 46.

45

[0051] El estátor está situado fuera de la cámara 44, y un acoplamiento 56 se extiende a través de una pared de la cámara 44 hacia el primer compartimento 48. Un sello 58 sella la abertura en la pared de la cámara a través de la cual se extiende el acoplamiento 56. En algunas formas de realización, se puede proporcionar una abertura adicional (no mostrada) en el segundo compartimento 50, que comprende un sello similar al sello 58. La abertura adicional se puede proporcionar para aproximar o reflejar la fuga experimentada a través del sello 58, para compensar cualquier desequilibrio en la presión a causa de la fuga desde el primer compartimento 48.

50

[0052] El experto apreciará que el acoplamiento entre el accionador de membrana 52, el acoplamiento 56 y el motor puede adaptarse para ajustarse a los requisitos del sistema, y que estos componentes también pueden estar formados como una sola pieza.

55

[0053] La figura 5 muestra un aspecto adicional de la invención en el que la configuración del impulsor 54 y los compartimentos primero y segundo 48, 50 difiere de la disposición mostrada en la figura 4.

60

[0054] Como se muestra en la figura 5, un sistema de accionamiento de herramienta de corte oftálmica según un segundo aspecto de la invención comprende una carcasa 44' que tiene un primer compartimento 48' definido al menos parcialmente por un primer diafragma 46a y que tiene un primer volumen interno. Un segundo compartimento 50' está definido al menos parcialmente por un segundo diafragma 46b y tiene un segundo volumen interno.

65

[0055] Se proporciona un primer puerto en comunicación fluida con el primer compartimento 48' y está configurado para su conexión a un primer conducto conectado a una herramienta de corte oftálmica manual, de

la manera descrita en relación con las figuras 2 y 3. De manera similar, se proporciona un segundo puerto en comunicación fluida con el segundo compartimento 50', y está configurado para su conexión a un segundo conducto conectado a la herramienta de corte oftálmica.

5 [0056] El primer diafragma 46a está montado de forma móvil con respecto a la carcasa 44', y está configurado para un movimiento alternativo entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento del primer diafragma 46a desde su primera posición hasta su segunda posición disminuya el primer volumen del primer compartimento 48'. El segundo diafragma 46b está montado de un modo similar de manera móvil con respecto a la carcasa 44', y está configurado para un movimiento alternativo entre una primera posición y una
10 segunda posición, de modo que el movimiento del segundo diafragma 46b desde su primera posición hasta su segunda posición aumente el segundo volumen del segundo compartimento 50'.

[0057] El sistema comprende, además, un accionador de diafragma 52' configurado para oscilar hacia delante y hacia atrás para mover el primer diafragma 46a y el segundo diafragma 46b simultáneamente entre la primera
15 posición y la segunda posición. Un sistema de accionamiento 54', dispuesto dentro de la carcasa 44' en la forma de realización mostrada en la figura 5, está configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma 52'.

[0058] El movimiento simultáneo del accionador de diafragma 52' hacia delante y hacia atrás dentro de la
20 carcasa 44' mueve los diafragmas primero y segundo 46a, 46b hacia atrás y hacia delante al unísono, aumentando y disminuyendo alternativamente los volúmenes interiores del primer y el segundo compartimento 48', 50' de manera similar a la forma de realización de diafragma único descrita en referencia a la figura 4. Los dos diafragmas que actúan al unísono funcionan de manera equivalente al diafragma único de la figura 4.

[0059] Como se muestra en la figura 5, el primer y segundo diafragma 46a, 46b pueden estar separados por un espacio dentro de la carcasa 44', y el sistema de accionamiento 54' puede estar dispuesto al menos parcialmente dentro del espacio entre los diafragmas primero y segundo 46a, 46b. Esto proporciona una construcción simple para el accionador 52' y permite el movimiento alternativo del motor que se transmite directamente a las partes
25 52a, 52b del accionador de diafragma 52'.

[0060] El sistema de accionamiento 54' puede configurarse de manera similar al sistema de accionamiento 54 descrito en referencia a la figura 4 y puede comprender un motor lineal que comprende una bobina y una matriz Hallbach. El motor puede comprender un controlador Lorentz o un motor de reluctancia.

[0061] El accionador de diafragma 52' puede comprender múltiples partes o puede estar formado como una sola pieza, accionada por el motor. En la forma de realización mostrada en la figura 5, el accionador de diafragma 52' comprende un primer accionador de diafragma 52a que sujeta el primer diafragma 46a, y un segundo accionador de diafragma 52b que sujeta el segundo diafragma 46b. Un acoplamiento común 56' puede conectar de forma fija las dos partes 52a, 52b. El acoplamiento común puede formarse integralmente o estar conectado al
30 accionador motor del motor.

[0062] En la forma de realización mostrada en la figura 5, el sistema de accionamiento 54 comprende un primer y un segundo elemento guía flexible 66a, 66b para guiar el movimiento lineal del accionador.

[0063] El conjunto de accionador y cámara representado en la figura 5 se puede combinar con el bucle de control descrito en referencia a la figura 5. Por ejemplo, se puede proporcionar un bucle de control que comprenda un sensor de posición configurado para monitorizar la posición de al menos uno del primero y segundo diafragma dentro de la carcasa.

[0064] De forma adicional o alternativa, se pueden proporcionar sensores de presión para medir la presión dentro de uno o ambos del primer y segundo compartimento 48', 50'. El sistema puede comprender un primer sensor de presión configurado para medir la presión dentro del primer compartimento y un segundo sensor de presión configurado para monitorizar la presión dentro del segundo compartimento.

[0065] También se pueden proporcionar una primera y segunda válvula de ventilación en la disposición representada en la figura 5, para ventilar el primer y segundo compartimento 48', 50' en caso de que se alcance una presión máxima predeterminada.

[0066] Como se muestra en la figura 3, se puede proporcionar un sensor de presión diferencial para medir la presión diferencial entre el primer y el segundo compartimento. También se puede incorporar una válvula de retracción 61 en el sistema que se muestra en la figura 5 (similar a la forma de realización descrita en referencia a la figura 3 anterior), configurada para mover el diafragma 34 (y el tubo interior 16) hasta su primera posición respectiva tras la desactivación del sistema de accionamiento.

[0067] La figura 6 muestra con más detalle un sistema de accionamiento 54 y una cámara 44 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Como se muestra en la figura 6, el sistema de accionamiento

54 comprende un motor lineal que tiene un motor-bobina 60 y una matriz Hallbach 62 que forma el estátor. Los imanes de la matriz Hallbach están montados en soportes traseros 64. El motor-bobina 60 está acoplado mediante un acoplamiento 56 al accionador de diafragma 52, que en la forma de realización mostrada en la figura 6 está parcialmente incrustado dentro del material del diafragma 46.

[0068] Un sensor óptico 68 está configurado para medir la posición del estátor 62 con respecto a la bobina 60 y, por lo tanto, la posición del accionador de diafragma 52 dentro de la cámara 44. Las flexiones de guía recta 66 están acopladas fijamente al motor-bobina 60 para asegurar que el motor-bobina se mueve hacia delante y hacia atrás en una línea recta. El motor-bobina 60 puede comprender, además, aletas de enfriamiento para disipar el calor generado durante el uso.

[0069] Como se muestra en la figura 6, la cámara 44, el diafragma 46 y el accionador 52 de diafragma se pueden configurar para minimizar el volumen de aire dentro del primer y segundo compartimento 48, 50. El volumen de cámara minimizado da como resultado la mayor relación de compresión (relación entre volumen neutro y volumen comprimido).

[0070] La carrera del motor en el ejemplo de forma de realización representada en la figura 6 es de aproximadamente 4 mm (2 mm en una primera dirección desde una posición de reposo neutra, y 2 mm en una dirección opuesta lejos de la posición de reposo neutra). El volumen de aire total de la cámara (que consta del volumen de aire del primer y segundo compartimento) es de aproximadamente 20 ml. Dicha configuración permite una presión diferencial máxima dentro del primer y segundo compartimento de la cámara de aproximadamente 1000 mbar, mientras que el intervalo de trabajo preferido es de entre 300 y 700 mbar.

[0071] En la forma de realización representada en la figura 6, el sello 58 comprende un fuelle de sellado. El fuelle de sellado permite que el movimiento del acoplamiento 56 se transfiera a través de la pared de la cámara al diafragma 46, sin componentes deslizantes y sin fugas.

[0072] La figura 8 muestra una vista lateral de un ejemplo de forma de realización del motor-bobina 60 como se puede usar en el sistema de accionamiento 54 de la presente invención. Junto con un conjunto de imanes permanentes (por ejemplo, como parte del estátor 62 según se ha descrito anteriormente), este motor-bobina 60 forma el motor que acciona las formas de realización del sistema de accionamiento de la presente invención. El motor-bobina 60 comprende una bobina (devanada plana) 63 que se enrolla alrededor de un núcleo (no visible en la figura 8) y luego se inserta en un marco de aluminio 67. A continuación, se llena con una resina de fundición, formando un compuesto de fundición 65, y se retira el núcleo. Los cables de conexión 63a están dispuestos en la parte inferior de la bobina 63 en la forma de realización mostrada. El marco 67 comprende puntos de fijación 57 para el acoplamiento 56 al accionador de diafragma 52, así como una extensión 69 para la cooperación con el sensor (óptico) 68.

[0073] El compuesto de fundición 65 comprende varias extensiones 65b en el marco 67 para proporcionar una estructura rígida, así como una parte de puente 65a que se proporciona en el centro a la altura de los puntos de unión 57. La parte de puente 65a permite que las fuerzas se transfieran en línea con el punto donde actúan las fuerzas, sin añadir demasiada masa. Además, el marco 67 está provisto de aletas de refrigeración 67a, que tienen un corte hasta un máximo de la mitad de la anchura del marco 67, de modo que el marco 67 del motor sea más rígido y pueda soportar mejor las fuerzas.

[0074] La estructura del motor-bobina 60 que tiene la parte de puente 65a en el centro del compuesto de fundición 65 evita eficazmente daños en el motor-bobina 60. Como efecto secundario, se proporciona una producción de ruido acústico mucho menor con la misma amplitud del motor. Esto se logra mediante la combinación del marco 67 y el compuesto de fundición 65 que tiene una estructura más rígida, de modo que las vibraciones parásitas (distintas del movimiento lineal en la dirección a lo largo del acoplamiento 56) tienen una amplitud mucho menor. El menor nivel de ruido es beneficioso para el usuario que trabaja durante largos períodos cerca del sistema de accionamiento de la presente invención. Una ventaja adicional es que la amplitud del sistema de accionamiento 54 (y, por lo tanto, la presión de accionamiento sobre el instrumento) se puede aumentar sin producir niveles de ruido excesivos.

[0075] En referencia ahora a la figura 7, se describirá con más detalle un ejemplo de forma de realización de un sistema de control neumático. Como se muestra en la figura 7, el sistema de control comprende sensores de presión P1 y P2, en comunicación fluida con el primer y segundo compartimento de la cámara 44, respectivamente. Los sensores de presión P1 y P2 son sensores de presión absoluta. El sensor de presión diferencial ΔP está dispuesto entre la primera y segunda línea neumática 38, 40 y está configurado para monitorizar la presión diferencial dentro del sistema. Al configurar el sensor de presión diferencial ΔP para medir la presión diferencial entre la primera y segunda línea neumática 38, 40, se observa el diferencial de presión logrado cerca del reciprocador 28.

[0076] También se proporciona una entrada de presión 74 desviada que comprende un regulador de presión para suministrar una presión superior a la atmosférica suministrada a la cámara 44 (por ejemplo, 1,5 bar). La

5 presión superior a la atmosférica conduce a una mayor rigidez del resorte de gas efectivo que impulsa el reciprocador 28 dentro del dispositivo manual. Se proporcionan una válvula de entrada de presión desviada 72 y una válvula de ventilación de presión desviada 70 para aplicar la presión de desviación antes de su uso, y ventilarla hasta un estado seguro después de su uso, respectivamente. En ejemplos de formas de realización, el suministro a la cámara 44 se mantiene a 1,5 bar. Un intervalo de error permitido en este respecto sería de 0... +0,2 mbar, es decir, de 1,5 a 1,7 bar.

10 [0077] Se puede proporcionar una válvula de retracción 61 en comunicación fluida con una de la primera y segunda línea neumática 38, 40. En el sistema mostrado en la figura 6, la válvula de retracción 61 se proporciona en comunicación con la primera línea neumática. La válvula de retracción 61 está configurada para ventilar una de las líneas neumáticas 38, 40. La presión de desviación suministrada por el sistema a través de la otra línea neumática (sin ventilación) empuja el accionador en el dispositivo manual a un extremo (véanse las figuras 1A-C) para asegurar que la primera abertura en la funda exterior no quede ocluida por la funda interior, permitiendo así el flujo máximo a través del tubo interior cuando no se utiliza una acción de corte. Como ejemplo de
15 implementación, se aplica una válvula SMC VDW 250 3/2, que es una válvula disponible comercialmente. En algunas formas de realización, la válvula de retracción 61 está configurada para desviar el diafragma 46 en una dirección que da como resultado la retracción del tubo interior 16 hasta su máxima extensión dentro de la funda exterior 12 cuando cesa la operación de corte. Sin embargo, el experto apreciará que la válvula de retracción 61 puede configurarse para desviar el tubo interior 16 distalmente hacia su máxima extensión distal. En cualquier
20 forma de realización, la ubicación extrema distal o extrema proximal del tubo interior 16 con respecto a la funda exterior 12 significa que la primera abertura 18 en comunicación con el lumen de aspiración no está (sustancialmente) ocluida para permitir el libre flujo de material (incluido el material cortado y fluido) a través del lumen del tubo interior 16.

25 [0078] Se apreciará que el sistema de accionamiento descrito en referencia a la figura 6 y el bucle de control descrito en referencia a la figura 7 se pueden emplear en combinación con cualquiera de los conjuntos de cámara descritos en referencia a las figuras 4 y 5. Otras disposiciones estructurales que comprenden dos cámaras de volumen variable que se pueden combinar con el ejemplo de sistema de accionamiento 54 serán evidentes para el experto en la técnica a la luz de la presente divulgación, y se pretende que dichas
30 disposiciones se encuadren dentro del alcance de la presente invención.

[0079] La descripción anterior proporciona una serie de ejemplos de formas de realización que ilustran la invención y no deben interpretarse como limitativas del alcance de la invención. Se pueden realizar modificaciones o adiciones a las formas de realización ilustradas sin apartarse del alcance de la invención.
35 Aunque la presente invención se describe en este documento en referencia a una herramienta de vitrectomía que comprende partes de corte alternativo dispuestas concéntricamente, con aspiración integrada, se apreciará que la presente invención se puede aplicar a otros instrumentos de movimiento alternativo.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de corte quirúrgico de un sistema de accionamiento y una herramienta de corte oftálmica manual accionada neumáticamente que comprende:

5 una carcasa que comprende una cámara (44) separada fluidamente por un diafragma (46) en un primer compartimento (48) que define un primer volumen interno y un segundo compartimento (50) que define un segundo volumen interno;

10 se proporciona un primer puerto (49) en comunicación fluida con el primer compartimento (48), y configurado para su conexión a un primer conducto (38) conectado a una herramienta de corte oftálmica manual;

se proporciona un segundo puerto (51) en comunicación fluida con el segundo compartimento (50), y configurado para su conexión a un segundo conducto (40) conectado a la herramienta de corte oftálmica;

15 donde el diafragma (46) está montado de forma móvil dentro de la cámara (44) y está configurado para alternar el movimiento entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento desde la primera posición hasta la segunda posición disminuye el primer volumen y aumenta el segundo volumen;

donde el sistema comprende, además:

20 un accionador de diafragma (52) configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para mover el diafragma (46) entre la primera posición y la segunda posición, y

un sistema de accionamiento (54) configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma (52), donde la herramienta de corte comprende

25 un conducto que comprende una abertura de corte;

una cuchilla de corte dispuesta para el movimiento alternativo dentro de la abertura de corte;

un separador alternativo que separa fluidamente una primera cámara sellada en comunicación fluida con el primer compartimento del sistema accionador y una segunda cámara sellada en comunicación fluida con el segundo compartimento del sistema accionador;

30 donde el separador alternativo está acoplado a la cuchilla de corte, y donde el separador alternativo está configurado para el movimiento alternativo en respuesta al cambio relativo de presión en la primera y segunda cámara selladas.

35 2. Sistema según la reivindicación 1, donde el sistema de accionamiento (54) comprende un motor lineal configurado para accionar el accionador de diafragma (52) en al menos una primera dirección.

3. Sistema según la reivindicación 2, donde el sistema de accionamiento comprende, además, un elemento flexible (66) configurado para guiar el movimiento lineal del accionador (52).

40 4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el accionador de diafragma (52) está situado dentro de la cámara (44).

45 5. Sistema según la reivindicación 4, donde el motor lineal está situado fuera de la cámara (44), y donde el sistema de accionamiento (54) comprende, además, un acoplamiento (56) entre el motor lineal y el accionador (52), extendiéndose el acoplamiento (56) a través de una pared de la cámara (44).

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende, además, un sensor de posición (68) configurado para monitorizar la posición del diafragma (52) dentro de la cámara (44).

50 7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende, además, un primer sensor de presión (P1) configurado para medir la presión dentro del primer compartimento (48) y/o un segundo sensor de presión (P2) configurado para medir la presión dentro del segundo compartimento (50).

55 8. Conjunto de corte quirúrgico de un sistema de accionamiento y una herramienta de corte oftálmica manual accionada neumáticamente que comprende:

una carcasa (44') que comprende:

60 un primer compartimento (48') definido al menos parcialmente por un primer diafragma (46a) y que tiene un primer volumen interno, un segundo compartimento (50') definido al menos parcialmente por un segundo diafragma (46b) y que tiene un segundo volumen interno, donde el primer compartimento (48') está separado fluidamente del segundo compartimento (50');

un primer puerto (49') en comunicación fluida con el primer compartimento (48'), y configurado para su conexión a un primer conducto (38) conectado a una herramienta de corte oftálmica manual;

65 un segundo puerto (51') en comunicación fluida con el segundo compartimento (50'), y configurado para su conexión a un segundo conducto (40) conectado a la herramienta de corte oftálmica;

- donde el primer diafragma (46a) está montado de forma móvil con respecto a la carcasa (44'), y está configurado para alternar el movimiento entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento del primer diafragma (46a) desde su primera posición hasta su segunda posición disminuye el primer volumen;
- 5 donde el segundo diafragma (46b) está montado de forma móvil con respecto a la carcasa (44'), y está configurado para alternar el movimiento entre una primera posición y una segunda posición, de modo que el movimiento del segundo diafragma (46b) desde su primera posición hasta su segunda posición aumenta el segundo volumen;
- donde el sistema comprende, además:
- 10 un accionador de diafragma (52') configurado para oscilar hacia atrás y hacia delante para mover el primer diafragma (46a) y el segundo diafragma (46b) simultáneamente entre la primera posición y la segunda posición simultáneamente, y
- un sistema de accionamiento (54') configurado para impulsar la oscilación del accionador de diafragma (52'),
- 15 donde la herramienta de corte comprende
- un conducto que comprende una abertura de corte;
- una cuchilla de corte dispuesta para el movimiento alternativo dentro de la abertura de corte;
- 20 un separador alternativo que separa fluidamente una primera cámara sellada en comunicación fluida con el primer compartimento del sistema accionador y una segunda cámara sellada en comunicación fluida con el segundo compartimento del sistema accionador;
- donde el separador alternativo está acoplado a la cuchilla de corte, y donde el separador alternativo está configurado para el movimiento alternativo en respuesta al cambio relativo de presión en la primera y segunda cámaras selladas.
- 25
9. Sistema según la reivindicación 8, donde el sistema de accionamiento (54') comprende un motor lineal configurado para accionar el accionador de diafragma (52') en al menos una primera dirección.
- 30
10. Sistema según la reivindicación 9, donde el sistema de accionamiento (54') comprende, además, al menos un elemento flexible (66a, 66b) configurado para guiar el movimiento lineal del accionador de diafragma (52').
11. Sistema según la reivindicación 8, donde el primer y segundo diafragma (46a, 46b) están separados por un espacio dentro de la carcasa (44'), y donde el motor lineal está dispuesto al menos parcialmente dentro del espacio entre el primer y el segundo diafragma (46a, 46b).
- 35
12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-11, donde el accionador de diafragma (52') comprende un primer miembro accionador de diafragma (52a) y un segundo miembro accionador de diafragma (52b) acoplados fijamente entre sí con un acoplamiento (56').
- 40
13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-12, que comprende, además, un sensor de posición (68) configurado para monitorizar la posición de al menos uno del primer y segundo diafragma (46a, 46b) dentro de la carcasa (44').
- 45
14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8-13, que comprende, además, un primer sensor de presión (P1) configurado para medir la presión dentro del primer compartimento (48') y un segundo sensor de presión (P2) configurado para monitorizar la presión dentro del segundo compartimento (50').

Fig. 1A

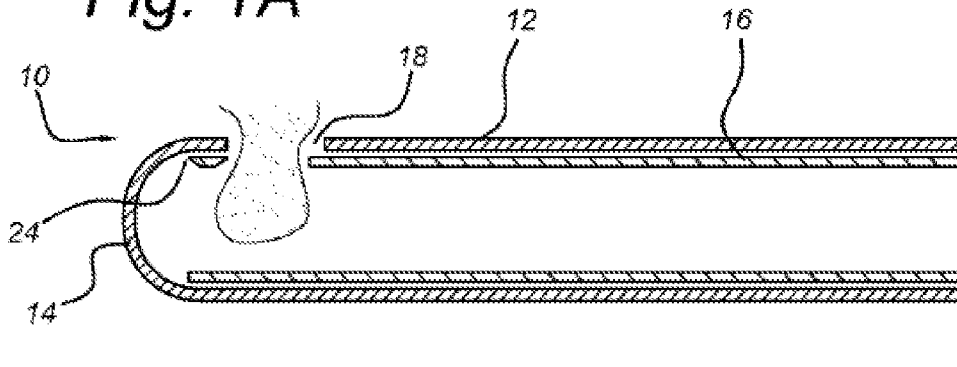


Fig. 1B

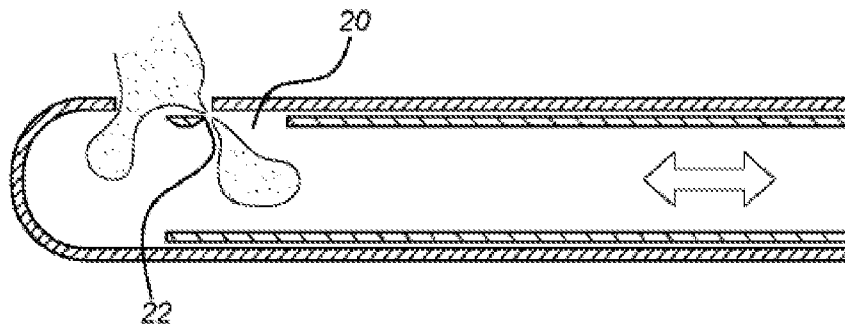


Fig. 1C

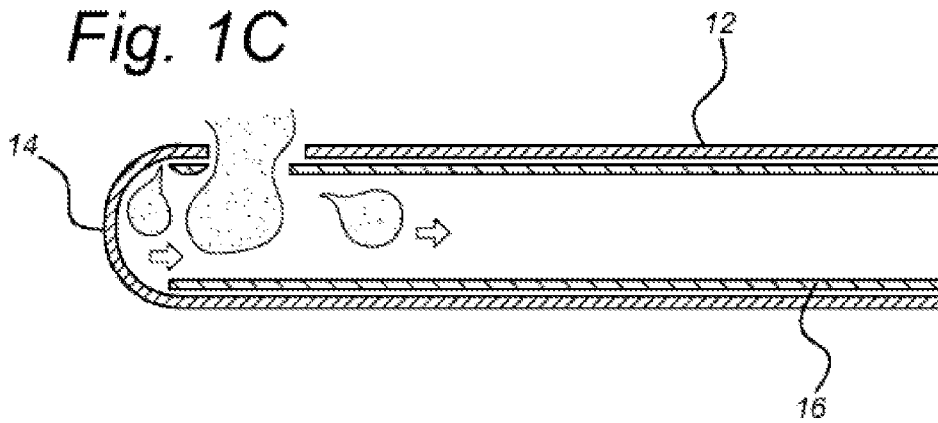
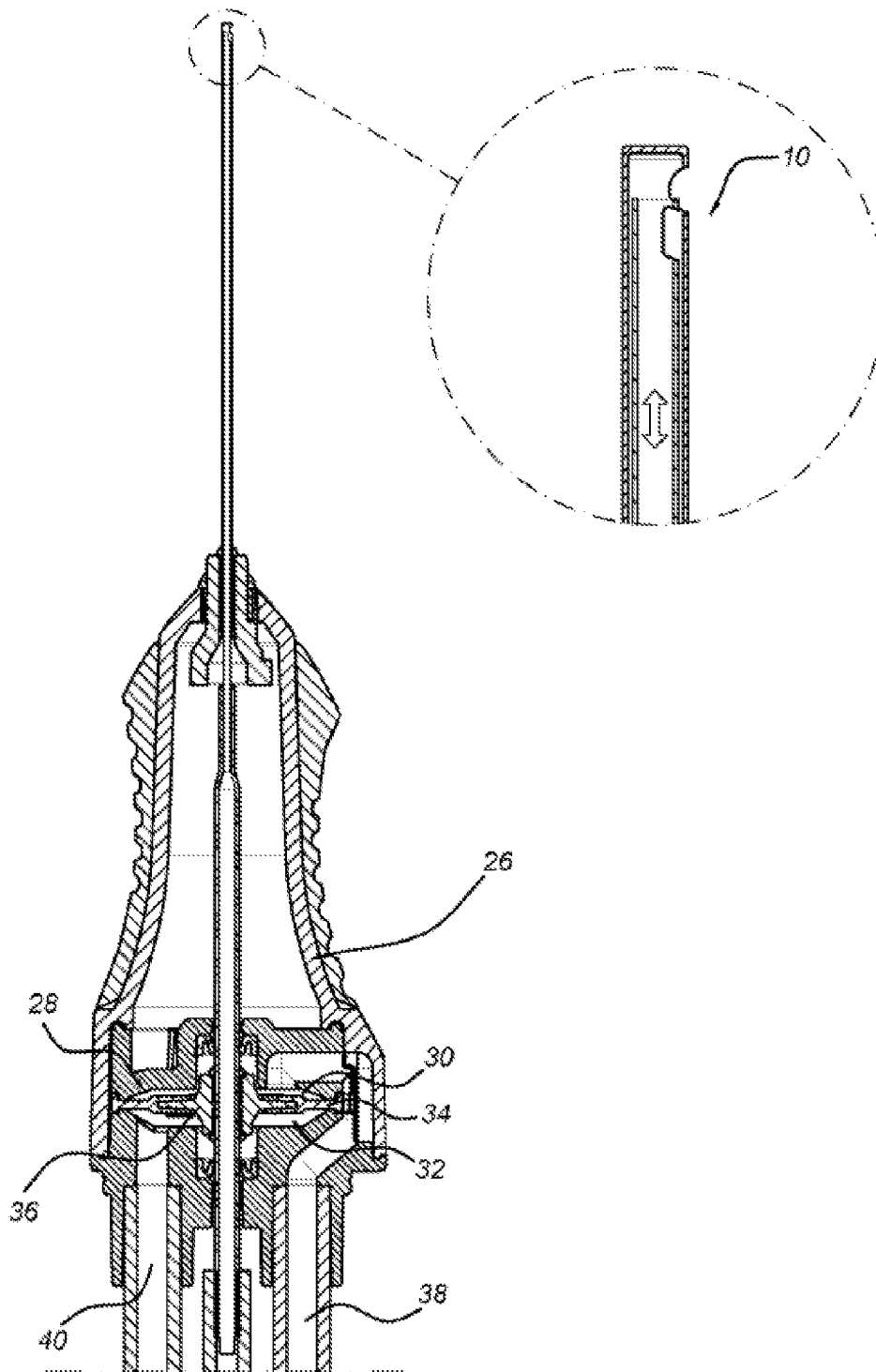


Fig. 2



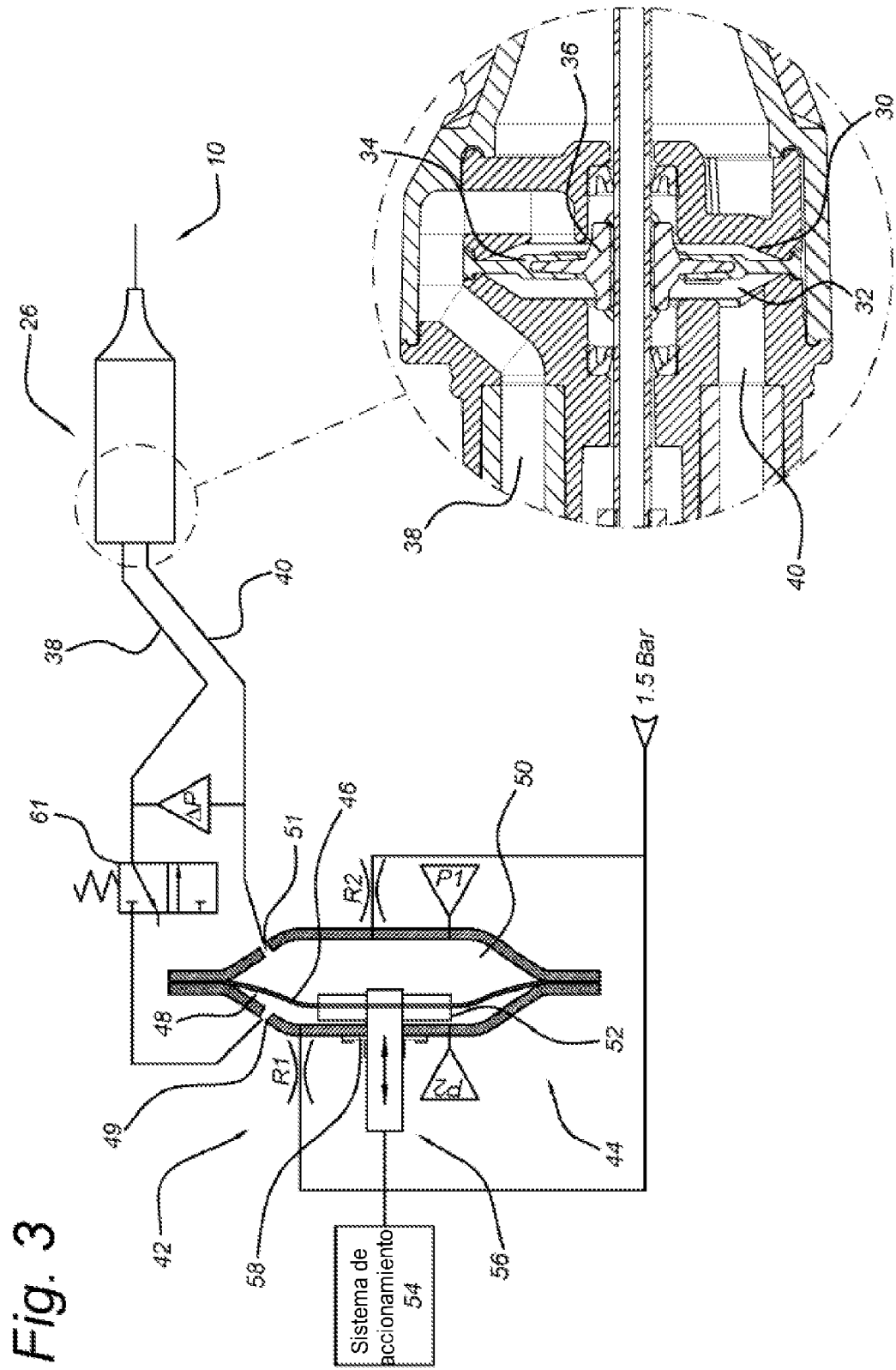


Fig. 3

Fig. 4

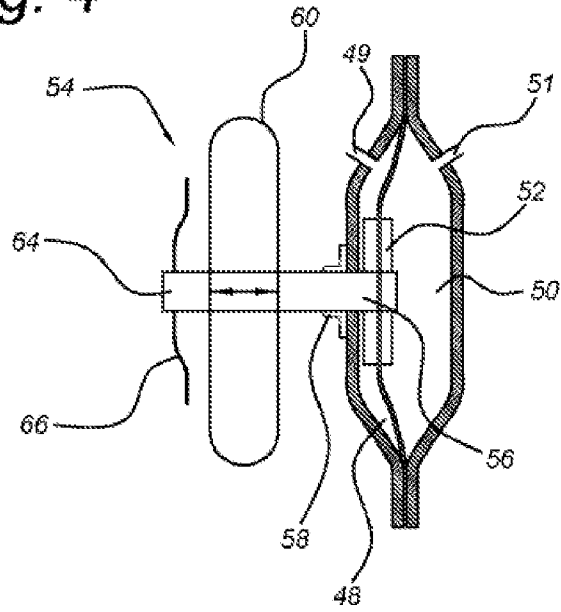
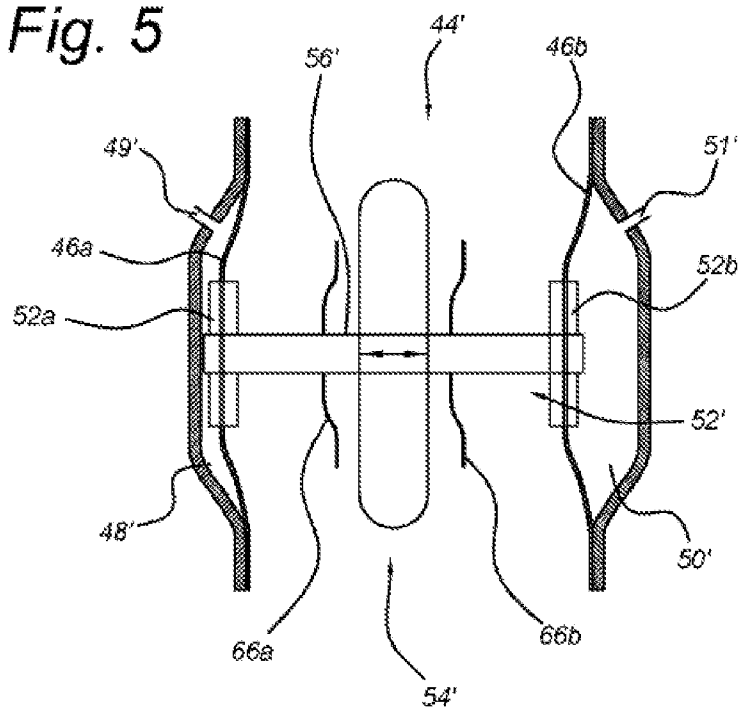


Fig. 5



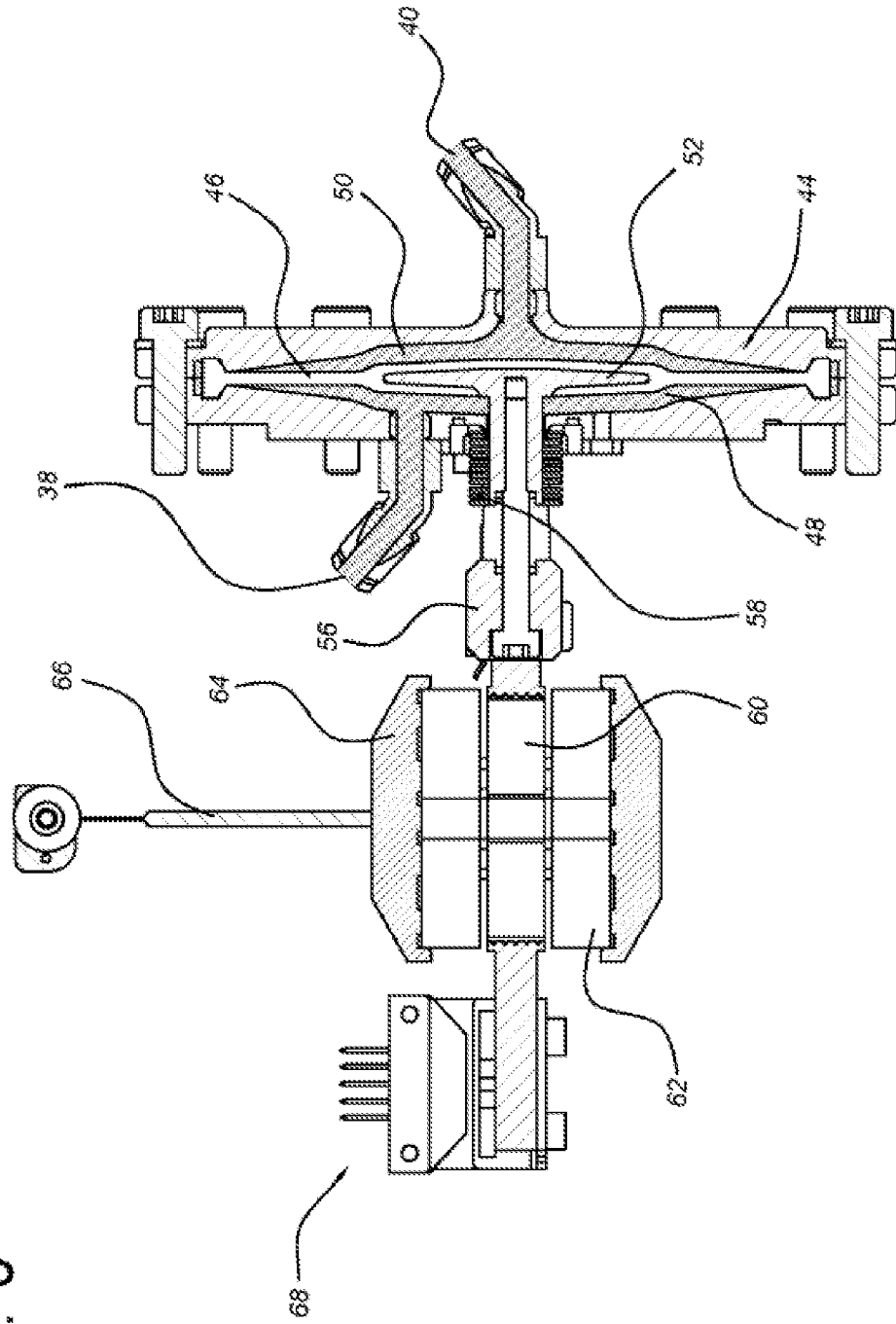


Fig. 6

Fig. 7

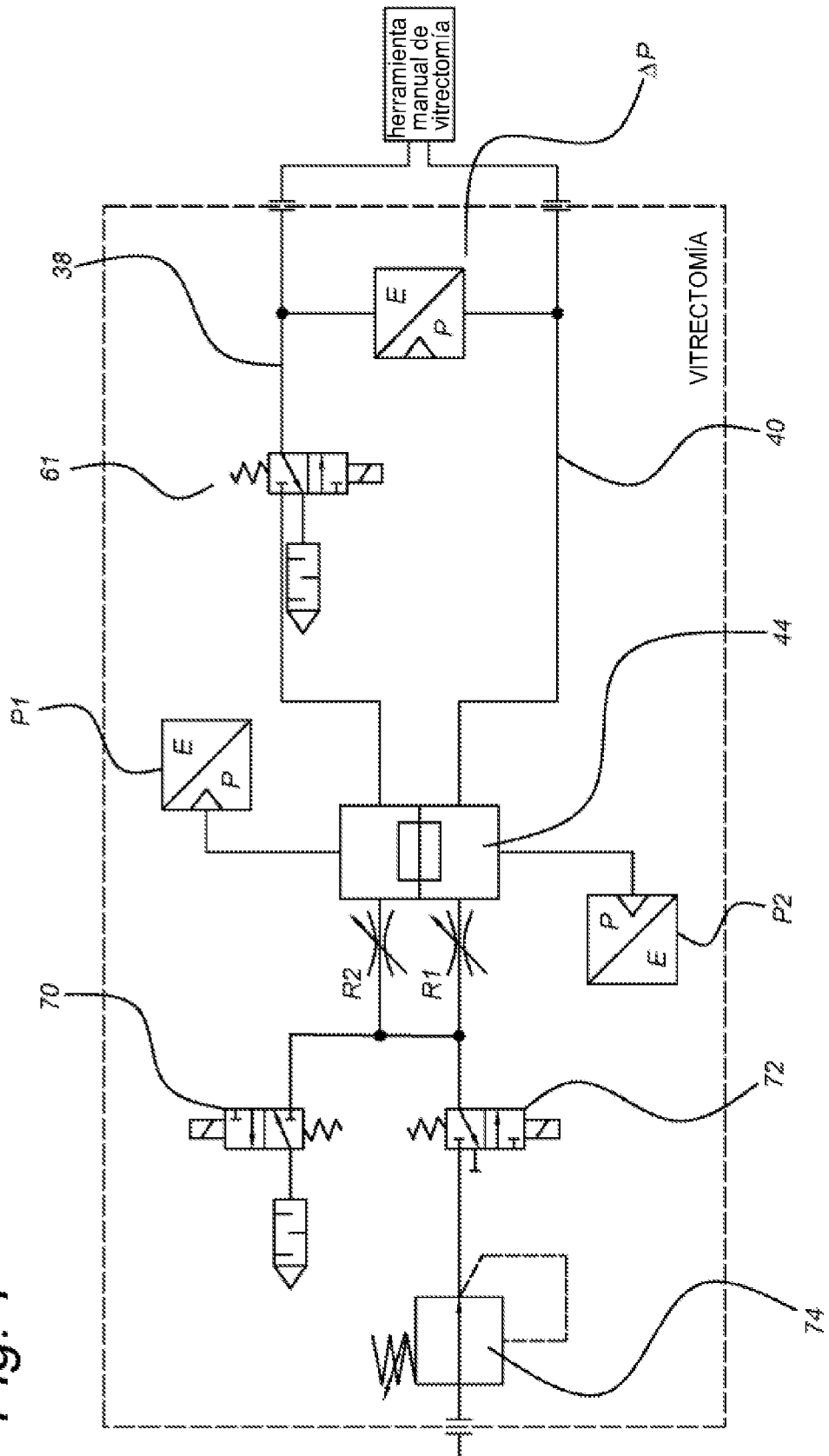


Fig. 8

