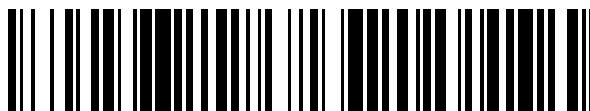


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 712**

51 Int. Cl.:

A61M 1/00 (2006.01)

A61F 9/007 (2006.01)

A61M 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2012 E 16171180 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3081239**

54 Título: **Elementos de válvula movibles selectivamente para circuitos de aspiración y de irrigación**

30 Prioridad:

08.12.2011 US 201161568220 P

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

02.07.2020

73 Titular/es:

**ALCON INC. (100.0%)
Rue Louis-d'Affry 6
1701 Fribourg, CH**

72 Inventor/es:

**OLIVEIRA, MEL MATTHEW;
SORENSEN, GARY P. y
MORGAN, MICHAEL D.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 770 712 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

Elementos de válvula movibles selectivamente para circuitos de aspiración y de irrigación.

Campo técnico

La presente exposición se refiere generalmente a sistemas quirúrgicos.

- 5 Más específicamente, la presente exposición se refiere a sistemas para controlar el flujo de fluido en los circuitos de aspiración y/o de irrigación durante un procedimiento quirúrgico que usa uno o más elementos de válvula movibles selectivamente.

Antecedentes

- 10 El ojo humano funciona para proporcionar visión transmitiendo luz a través de una porción externa transparente llamada córnea, y enfocando la imagen por medio del cristalino sobre la retina. La calidad de la imagen enfocada depende de muchos factores, incluidos el tamaño y la forma del ojo, y la transparencia de la córnea y del cristalino.

- 15 Cuando la edad o la enfermedad hacen que el cristalino se vuelva menos transparente, la visión se deteriora debido a la disminución de la luz que puede transmitirse a la retina. Esta deficiencia en el cristalino del ojo se conoce como catarata. Se requiere cirugía oftálmica para tratar esta afección. Más específicamente, extirpación quirúrgica del cristalino deteriorado y su reemplazo con una lente intraocular artificial (IOL).

- Una técnica conocida para eliminar cristalinos con cataratas es la facoemulsión. Durante este procedimiento, se inserta una punta de corte delgada de facoemulsión en el cristalino enfermo y se hace vibrar ultrasónicamente. La punta de corte vibrante licua o emulsiona el cristalino para que el cristalino enfermo pueda ser aspirado fuera del ojo. Una vez retirado, se inserta una lente artificial en él.

- 20 Un dispositivo quirúrgico ultrasónico típico adecuado para procedimientos oftálmicos incluye una pieza de mano accionada por ultrasonidos, una punta de corte unida, un manguito de irrigación y una consola de control electrónico. El conjunto de la pieza de mano está unido a la consola de control mediante un cable eléctrico y un tubo flexible. A través del cable eléctrico, la consola varía el nivel de potencia transmitido por la pieza de mano a la punta de corte unida y el tubo flexible suministra fluido de irrigación al ojo y extrae fluido de aspiración del ojo a través del conjunto de la pieza de mano.

- La parte operativa de la pieza de mano incluye una barra o bocina resonante hueca unida directamente a un conjunto de cristales piezoeléctricos. Los cristales suministran la vibración ultrasónica requerida necesaria para impulsar la bocina y la punta de corte unida durante la facoemulsión y son controlados por la consola. El conjunto de cristal/bocina está suspendido dentro del cuerpo hueco o envolvente de la pieza de mano. El cuerpo de la pieza de mano termina en una porción o nariz de diámetro reducido en el extremo distal del cuerpo. La nariz acepta el manguito de irrigación. Del mismo modo, el orificio de la bocina recibe la punta de corte. La punta de corte se ajusta para que la punta sobresalga solo una cantidad predeterminada más allá del extremo abierto del manguito de irrigación

- 30 En uso, los extremos de la punta de corte y del manguito de irrigación se insertan en una pequeña incisión de tamaño predeterminado en la córnea, la esclerótica u otra ubicación del ojo. La punta de corte se hace vibrar ultrasónicamente a lo largo de su eje longitudinal dentro del manguito de irrigación por la bobina ultrasónica accionada por cristal, emulsionando así el tejido seleccionado in situ. Un orificio hueco de la punta de corte se comunica con el orificio en la bocina que a su vez se comunica con la tubería de aspiración desde la pieza de mano a la consola. Una fuente de presión reducida o vacío en la consola extrae o aspira el tejido emulsionado del ojo a través del extremo abierto de la punta de corte, a través de la punta de corte y los orificios de la bocina y a través de la tubería de aspiración, en un dispositivo de recogida. La aspiración de tejido emulsionado se ve favorecida por una solución de descarga salina o de irrigación que se inyecta en la zona quirúrgica a través de un pequeño espacio anular entre la superficie interior del manguito de irrigación y la punta de corte.

- Los sistemas de facoemulsión conocidos pueden incluso usar un casete quirúrgico para proporcionar una variedad de funciones para los procedimientos quirúrgicos vitreo-retinianos para ayudar a gestionar eficazmente los flujos de irrigación y aspiración hacia dentro y hacia fuera de la zona quirúrgica a través del dispositivo quirúrgico. Más específicamente, el casete actúa como la interfaz entre la instrumentación quirúrgica y el paciente y proporciona flujos de irrigación y de aspiración presurizados hacia dentro y hacia fuera del ojo. Se ha utilizado una variedad de sistemas de bombeo en conexión con un casete quirúrgico en sistemas fluidicos para cirugía de cataratas, incluidos los sistemas de desplazamiento positivo (más comúnmente, bombas peristálticas) y fuentes de aspiración a base de vacío. Un sistema peristáltico utiliza una serie de rodillos que actúan sobre un conducto de elastómero para crear flujo en la dirección de rotación, mientras que los sistemas a base de vacío emplean una fuente de vacío, típicamente aplicada al flujo de aspiración a través de una interfaz aire-líquido. Los documentos WO 89/03230 A1, EP 0 555 625 A1 y US 2008/114290 A1 son representativos del estado de la técnica.

Durante los procedimientos quirúrgicos, la punta hueca, resonante puede resultar ocluida con el tejido. En tal caso, el vacío puede acumularse en la tubería de aspiración aguas abajo de la oclusión. Cuando la oclusión finalmente se rompe, este vacío acumulado puede, dependiendo del nivel de vacío y de la cantidad de cumplimiento de la trayectoria de aspiración, extraer una cantidad significativa de líquido del ojo, aumentando por ello el riesgo de adelgazamiento o colapso de la cámara anterior. Esta situación se conoce comúnmente como sobrecarga por rotura de oclusión.

Para abordar esta cuestión, las consolas quirúrgicas están configuradas con sensores en la trayectoria de aspiración para permitir la detección del nivel de vacío y la limitación del vacío por parte del sistema a un nivel máximo predeterminado. Si bien limitar el nivel máximo de vacío de tal manera puede ser efectivo para reducir la magnitud potencial de una oleada de rotura de oclusión, tales limitaciones en el nivel máximo de vacío pueden reducir la efectividad de la extracción de la lente y aumentar el tiempo quirúrgico total. En algunos sistemas, se puede proporcionar una indicación audible del nivel de vacío relativo y/o el vacío que alcanza el límite preestablecido por el usuario para que el cirujano pueda tomar las precauciones adecuadas.

Por ejemplo, en algunos sistemas, el vacío se alivia comúnmente tras una orden del cirujano de abrir una válvula de ventilación que conecta la tubería de aspiración a una fuente de presión que se mantiene a la presión atmosférica o por encima de ella. Dependiendo del sistema, esta podría ser la tubería de irrigación, la tubería de evacuación de la bomba o una tubería conectada al aire atmosférico (sistema de ventilación de aire). Sin embargo, existen algunas cuestiones con las válvulas de ventilación conocidas. En primer lugar, las válvulas de ventilación conocidas solo están configuradas para una simple acción de "activado/desactivado". Por ejemplo, las válvulas de tubería comprimidas o las válvulas tipo domo de elastómero pueden proporcionar un control de activado/desactivado satisfactorio del flujo de fluido, pero no exhiben características de flujo variable consistentes. Como tal, este tipo de válvula tiene una curva de recuperación de sobrecarga muy pronunciada. Además, la configuración de válvulas tipo domo también puede presentar desafíos operativos. Por ejemplo, el funcionamiento de la válvula depende en gran medida del material elastómero para obtener una posición de asiento adecuada, por lo que la consistencia del material es muy importante. Además, el flujo a través de la válvula también puede obstruirse por los residuos si la abertura formada por el elastómero es pequeña. Además, dicha configuración puede atrapar indeseablemente burbujas de aire. El uso de este tipo de válvulas también está limitado porque, debido a la naturaleza de la limitación de control de flujo de encendido/apagado, se necesita un conjunto de válvulas para soportar la dirección del flujo de fluido desde un circuito a otro.

Alternativamente, el vacío puede reducirse o aliviarse mediante la inversión de la rotación de la bomba en los sistemas de desplazamiento positivo. Aunque se conoce emplear un sistema que tiene una rotación bidireccional de la bomba para permitir el control del nivel de presión/vacío basado en la entrada del usuario y la realimentación desde un sensor de presión en la tubería de aspiración, dicho sistema requiere una aceleración y desaceleración rápidas de la masa del cabezal de la bomba. Esto puede limitar el tiempo de respuesta y causar ruido acústico objetable.

Los casetes conocidos utilizados con consolas también permiten que la tubería de aspiración sea ventilada, ya sea a la atmósfera o a un líquido, para reducir o eliminar la sobrecarga de vacío en la rotura de la oclusión. Los casetes ventilados con aire de la técnica anterior permiten que el aire ambiente entre en la tubería de aspiración, sin embargo, la ventilación de aire a la tubería de aspiración cambia el rendimiento fluídico del sistema de aspiración al aumentar en gran medida el cumplimiento de la trayectoria de aspiración. Un mayor cumplimiento puede aumentar significativamente la magnitud de la sobrecarga de la rotura de la oclusión y también afectar negativamente a la capacidad de respuesta del sistema. Los sistemas de ventilación de líquidos permiten que el fluido de irrigación se purgue en la tubería de aspiración, reduciendo así cualquier impacto en el rendimiento de fluido del sistema de aspiración. Cuando se utilizan vacíos de aspiración más elevados, los casetes que ventilan la tubería de aspiración a la tubería de irrigación pueden causar sobrecargas de alta presión en la tubería de irrigación. Otros sistemas proporcionan una fuente separada de fluido de irrigación para ventilar la tubería de aspiración, lo que requiere el uso de dos fuentes de fluido de irrigación y aumenta el costo y la complejidad del sistema.

Breve resumen

La presente invención proporciona un circuito de aspiración para un sistema fluídico para controlar selectivamente la aspiración, de acuerdo con las reivindicaciones que siguen. Se describen diversas disposiciones de sistemas fluídicos. En una disposición ejemplar, se propone un circuito de aspiración para un sistema fluídico que controla selectivamente la aspiración. Por ejemplo, un circuito de aspiración ejemplar comprende una tubería de aspiración conectada operativamente a un instrumento quirúrgico, una tubería de aspiración de evacuación conectada operativamente a un receptáculo de residuos; una tubería de ventilación por aspiración conectada en un primer extremo a la tubería de aspiración; y una válvula de ventilación selectivamente variable conectada operativamente a la tubería de ventilación por aspiración. La válvula de ventilación variable se puede accionar selectivamente para variar la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración. En otra disposición ejemplar, la válvula de ventilación variable está configurada como una válvula multipropósito que puede variar la presión de aspiración e interrumpir selectivamente el flujo de fluido de irrigación. En otra disposición ejemplar más, la válvula de ventilación variable está configurada como una válvula multipropósito que puede variar la presión de aspiración, así como la aspiración directa desde una fuente de aspiración basada en desplazamiento y/o basada en vacío.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones ejemplares de la presente exposición se describirán ahora a modo de ejemplo con mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 5 La FIG. 1 es una vista en sección transversal de una disposición ejemplar de una bomba peristáltica utilizada en una máquina de facoemulsión para procedimientos oftálmicos.
- La FIG. 2 es una vista en perspectiva de una consola quirúrgica que puede usarse en una máquina de facoemulsión.
- La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula de ventilación selectivamente variable dispuesta entre una tubería de aspiración y una tubería de evacuación de aspiración.
- 10 La FIG. 4 es una vista en sección transversal de una configuración ejemplar de una válvula de ventilación variable para su uso en un sistema fluido de faco.
- La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula de ventilación selectivamente variable dispuesta entre una tubería de aspiración y la atmósfera.
- 15 La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula de ventilación selectivamente variable dispuesta entre una tubería de aspiración y una fuente de presión de ventilación.
- La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula de ventilación selectivamente variable dispuesta entre una tubería de aspiración y una tubería de irrigación.
- 20 La FIG. 8 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula de ventilación selectivamente variable dispuesta entre una tubería de aspiración y una tubería de evacuación de escape, y una válvula de irrigación de múltiples posiciones.
- La FIG. 9A es una vista en sección transversal de una válvula de irrigación ejemplar para usar en el sistema fluido de faco de la FIG. 8.
- 25 La FIG. 9B es una vista en sección transversal de una válvula de irrigación ejemplar alternativa para uso en un sistema fluido de faco.
- La FIG. 10A es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que incorpora la válvula de irrigación de múltiples posiciones de la FIG. 9B en una posición "desactivada".
- 30 La FIG. 10B es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que incorpora la válvula de irrigación de múltiples posiciones de la fig. 9B en una posición de "irrigación".
- La FIG. 10C es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que incorpora la válvula de irrigación de múltiples posiciones de la FIG. 9B en una posición de "derivación".
- 35 La FIG. 11 es un diagrama esquemático de una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco para una máquina de facoemulsión que tiene una válvula multipropósito dispuesta entre una tubería de aspiración y una tubería de irrigación.
- La FIG. 12A es una vista en perspectiva parcialmente despiezada ordenadamente de una válvula multipropósito ejemplar y un casete quirúrgico para usar en el sistema fluido de faco de la FIG. 11.
- 40 La FIG. 12B es una vista en sección transversal de la válvula multipropósito tomada a lo largo de las líneas 12B-12B en la FIG. 12A.
- La FIG. 13 es un diagrama esquemático parcial de un circuito de aspiración para una disposición ejemplar de un sistema fluido de faco que emplea un sistema de bomba de aspiración múltiple que utiliza tanto sistemas de bomba venturi como peristáltica.
- 45 La FIG. 14A es un diagrama esquemático de una configuración ejemplar de una válvula multipropósito en una posición completamente abierta entre la tubería de aspiración y un puerto de entrada de la bomba de modo que la presión de vacío total se entrega a través de la tubería de aspiración a la pieza de mano.

La FIG. 14B es un diagrama esquemático de la válvula multipropósito en una oposición abierta parcial entre la tubería de aspiración y la tubería de evacuación de aspiración, así como entre la tubería de aspiración y un puerto de entrada de la bomba.

La FIG. 14C es un diagrama esquemático de la válvula multipropósito en una posición completamente abierta con el depósito venturi de tal manera que la aspiración se dirige desde el mismo.

Descripción detallada

Con referencia ahora a la discusión que sigue y también a los dibujos, se muestran en detalle enfoques ilustrativos de los dispositivos y métodos descritos. Aunque los dibujos representan algunos enfoques posibles, los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características pueden estar exageradas, eliminadas o seccionadas parcialmente para ilustrar y explicar mejor la presente exposición. Además, las descripciones establecidas en este documento no pretenden ser exhaustivas ni limitar o restringir de otro modo las reivindicaciones a las formas y configuraciones precisas mostradas en los dibujos y expuestas en la siguiente descripción detallada.

Las máquinas de facoemulsión se usan típicamente en la cirugía ocular de cataratas para extraer cristalinus oculares afectados por cataratas, dichas máquinas suelen emplear sistemas fluidicos para introducir líquido de irrigación en la zona quirúrgica, así como proporcionan aspiración desde la zona quirúrgica para eliminar el tejido emulsionado. En algunos sistemas conocidos, se emplea un sistema de desplazamiento positivo, tal como una bomba, para proporcionar la aspiración adecuada. Con referencia a la FIG. 1, se muestra una disposición ejemplar de una bomba 20 para un sistema de facoemulsión. La bomba 20 incluye un motor 22 de bomba y un cabezal 24 de rodillo que contiene uno o más rodillos 26. La bomba 20 puede usarse en combinación con un casete 28 que tiene una lámina 30 de elastómero aplicada al exterior de un cuerpo o sustrato 32 relativamente rígido. El motor 22 de la bomba puede ser un servomotor paso a paso o de CC. El cabezal 24 de rodillo está unido a un árbol 34 del motor 22 de bomba de tal manera que el motor 22 de bomba hace girar el cabezal 24 de rodillo en un plano generalmente perpendicular al eje A-A del árbol 34. El árbol 34 también puede contener un codificador 36 de posición del árbol.

La lámina 30 del casete 28 contiene un canal 38 de fluido que puede estar moldeado en la misma, estando configurado el canal 38 para ser generalmente plano y de forma arqueada (dentro del plano). El canal 38 de fluido tiene un radio que se aproxima al de los rodillos 26 alrededor del árbol 34.

El casete 28 está diseñado para ser montado en un receptor 36 de casete de una consola 40 (como se muestra en la FIG. 2). El casete 28 acopla operativamente la consola 40 a una pieza de mano 42 (en la FIG. 3 se muestra una disposición esquemática ejemplar de la pieza de mano 42). La pieza de mano 42 generalmente incluye un manguito 44 de infusión y un miembro de punta 46, por lo que el miembro de punta 46 se coloca coaxialmente dentro del manguito 44 de infusión. El miembro de punta 46 está configurado para su inserción en un ojo 47. El manguito 44 de infusión permite que el fluido de irrigación fluya desde la consola 40 y/o el casete 28 hacia el ojo. El fluido de aspiración también puede extraerse a través de un lumen del miembro de punta 46, con la consola 40 y el casete 28 generalmente proporcionando aspiración/vacío al miembro de punta 46. Colectivamente, las funciones de irrigación y aspiración del sistema 10 de facoemulsión se denominan aquí como un sistema 11 fluido de faco.

Con referencia ahora a la FIG. 3, se describirá un sistema 11 fluido de faco ejemplar para usar con un sistema de desplazamiento positivo (es decir, la bomba 20). El manguito 44 de infusión de la pieza de mano 42 está conectado a una fuente 48 de irrigación, que contiene un fluido de irrigación, mediante un tubo adecuado (es decir, la tubería 50 de irrigación). En una disposición ejemplar, la fuente 48 de irrigación puede ser una fuente de irrigación a presión (por ejemplo, una bolsa de fluido de irrigación que se comprime selectivamente para suministrar fluido de irrigación a una tubería de suministro de irrigación). El miembro de punta 46 está conectado a un puerto 53 de entrada de una bomba, tal como la bomba 20, mediante una longitud de un tubo adecuado (es decir, tubería 52 de aspiración).

Una tubería 54 de evacuación de aspiración se extiende desde la bomba 20. En una disposición ejemplar, la tubería 54 de evacuación de aspiración está conectada de forma fluida a un depósito 56 de tubería de drenaje. El depósito 56 también puede drenar a una bolsa 58 de drenaje opcional. Alternativamente, como se muestra en líneas de trazos, la tubería de escape 54' puede conectarse de manera fluida de forma directa a la bolsa 58 de drenaje.

Una tubería 60 de ventilación por aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y la tubería 54 de evacuación de aspiración. La tubería 60 de ventilación está configurada como un circuito de derivación. Una válvula 62 de ventilación, que se tratará con más detalle a continuación, está conectada de manera fluida a la tubería 60 de ventilación por aspiración para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Un sensor 63 de presión también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración para detectar la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. El sensor 63 de presión también está conectado operativamente a un sistema de control en la consola 40. El sistema de control puede configurarse para proporcionar niveles de presión de aspiración preestablecidos para el sistema 11 fluido, como se explicará a continuación con más detalle.

Como se describió anteriormente, la fuente 48 de irrigación, que puede estar presurizada, está conectada de manera fluida a la pieza de mano 42 por la tubería 50 de irrigación. Una válvula 64 de irrigación está conectada y posicionada de manera fluida entre la tubería 50 de irrigación y el manguito 44 de infusión. La válvula 64 de irrigación proporciona control selectivo de activación/desactivación del fluido de irrigación en la tubería 50 de irrigación.

- 5 La válvula 62 de ventilación está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable dentro de la tubería 60 de ventilación para modular selectivamente la aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Más específicamente, el uso de una válvula 62 de ventilación variable permite la rotación unidireccional de la bomba 20 en una primera dirección para generar flujo/vacío, al tiempo que permite un mecanismo para controlar dinámicamente la presión de aspiración a la pieza de mano 42. En un ejemplo, la válvula 62 de ventilación puede configurarse como una válvula de tipo giratorio de
- 10 múltiples posiciones que permitiría un control predecible y preciso del tamaño del orificio basado en la posición angular de la válvula 62 de ventilación dentro de la tubería 60 de ventilación.

- Una configuración ejemplar de la válvula 62 de ventilación se muestra en la FIG. 4. En la FIG. 4, en una configuración ejemplar, la válvula 62 de ventilación de múltiples posiciones incluye un canal 66 definido por la primera y segunda aberturas 68 y 69. Aunque el canal 66 se muestra en la FIG. 4 como generalmente de tamaño uniforme desde la primera
- 15 abertura 68 a la segunda abertura 69, se entiende que el canal 66 puede configurarse con un tamaño variable. Por ejemplo, la primera y segunda aberturas 68 y 69 pueden configurarse con un diámetro que es mayor que una porción central del canal 66 de tal manera que la primera y segunda aberturas 68 y 69 se ensanchan hacia afuera hacia una periferia 70 de la válvula 62 de ventilación.

- En funcionamiento, la válvula 62 de ventilación es giratoria selectivamente en un circuito de aspiración, de modo que la posición angular del canal 68 se puede mover selectivamente dentro de la tubería 60 de ventilación. Tal movimiento puede abrir por completo, ocluir parcialmente y/u ocluir completamente, la primera y la segunda aberturas 68 y 69 para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración.
- 20

- El sensor 63 de presión está operativamente conectado a un sistema de control montado en la consola 40. El sensor 63 de presión detecta y comunica los cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, se pueden establecer umbrales de presión predeterminados dentro del sistema de control de tal modo que cuando las lecturas de presión del sensor 63 de presión excedan esos umbrales, el sistema de control puede modificar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Por ejemplo, si el sensor 63 de presión detecta que la presión de aspiración ha excedido el umbral de presión predeterminado, la consola 40 dispara el movimiento de la válvula 62 de ventilación dentro de la tubería 60 de ventilación
- 25 en una cantidad predeterminada para permitir una ventilación de la tubería 52 de aspiración suficiente para disminuir la presión de aspiración por debajo del umbral preestablecido. Por lo tanto, el sensor 63 de presión, la válvula 62 de ventilación y el sistema de control cooperan para permitir la modulación en tiempo real de la aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración, lo que permite utilizar un nivel de aspiración máximo más alto, pero aún proporcionando sobrecargas de rotura de la oclusión efectivas.
- 30

- Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la FIG. 3, el canal 66 de la válvula 62 de ventilación está colocado de tal manera que la primera y segunda aberturas 68 y 69 están colocadas fuera de alineación con la tubería 60 de ventilación. En esta posición, la válvula 62 de ventilación está en una posición "completamente cerrada", bloqueando así la tubería 60 de ventilación y proporcionando presión de aspiración sin obstáculos a la tubería 52 de aspiración. Si el sensor 63 de presión detecta que la presión de aspiración ha aumentado dentro de la tubería 52 de aspiración por encima del nivel de umbral, la válvula 62 de ventilación puede ser movida selectivamente en una cantidad predeterminada para mover las aberturas primera y segunda 68 y 69 al menos a una alineación parcial, abriendo así parcialmente la tubería 54/54' de evacuación de aspiración. Esta acción restaura de manera rápida y efectiva la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración a una cantidad aceptable predeterminada, sin requerir la inversión de la bomba. Sin embargo, se entiende que debido a la configuración del canal 66, se puede lograr una variedad de presiones de aspiración mediante el movimiento selectivo de la válvula 62 de ventilación.
- 35
- 40
- 45

- La válvula 62 de ventilación está operativamente conectada a un accionador, tal como un motor 71, que tiene un codificador de posición angular (tal como el codificador 36). Uno de tales motores ejemplares 71 incluye un motor paso a paso. Cuando el sensor 63 de presión detecta que la presión de aspiración ha excedido un umbral predeterminado, el controlador puede operar automáticamente el motor 71 para hacer girar la válvula 62 de ventilación a una posición angular predeterminada, cambiando así rápidamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Además, el controlador, en cooperación con un sensor de presión colocado en la tubería 50 de irrigación, puede configurarse para detectar y minimizar un inicio de rotura de oclusión. Más específicamente, la válvula 62 de ventilación puede ser hecha girar automáticamente mediante el motor 71 a una presión de aspiración reducida dentro de la tubería 52 de aspiración. Esta función serviría para disminuir el efecto de una sobrecarga de rotura posterior a la oclusión.
- 50
- 55 Debido a que la válvula 62 de ventilación permite un control selectivo y dinámico de los niveles de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración, los niveles de vacío pueden modularse fácilmente según las preferencias del usuario, proporcionando así una extracción del cristalino más rápida y eficiente.

Con referencia ahora a la FIG. 5, se muestran los componentes de un sistema 100 fluido de faco ejemplar alternativo para usar con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 100 fluido de faco incluye muchos de los

misimos componentes que se han mostrado y descrito anteriormente en relación con la FIG. 3. En consecuencia, los componentes similares han recibido los mismos números de referencia. Para una descripción de esos componentes, se hace referencia a la discusión anterior con respecto a la FIG. 3.

En el sistema 100 flúidico de faco, una tubería 54' de evacuación de aspiración se extiende desde la bomba 20 y está conectada de manera fluida a una bolsa 58 de drenaje. Alternativamente, como se muestra en la FIG. 3, el sistema 100 flúidico de faco puede incluir una tubería 54 de evacuación que está conectada de manera fluida a un depósito de tubería de drenaje.

Una tubería 160 de ventilación de aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y la atmósfera 102. Una válvula 62 de ventilación variable está conectada de manera fluida a la tubería 160 de ventilación de aspiración para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. El sensor 63 de presión también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración.

Como se ha tratado anteriormente, la válvula 62 de ventilación está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable para modular selectivamente el vacío, permitiendo así la rotación unidireccional de la bomba 20 para generar flujo/vacío, mientras que permite el control selectivo de vacío/aspiración a la pieza de mano 42 en función de la posición angular de la válvula 62 de ventilación. La válvula 62 de ventilación está configurada para que pueda girar selectivamente para controlar dinámicamente la aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración.

Como se ha tratado anteriormente, en funcionamiento, el sensor 63 de presión está conectado operativamente a un sistema de control montado en la consola 40. El sensor 63 de presión detecta y comunica los cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, los usuarios establecen umbrales de presión predeterminados dentro del sistema de control. En consecuencia, cuando el sensor 63 de presión detecta un nivel de presión de aspiración que excede los umbrales preestablecidos, el sistema de control mueve la válvula 62 de ventilación en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración colocando el canal 66 en la válvula 62 de ventilación en comunicación parcial al menos con la atmósfera 102. También se entiende que la válvula 62 de ventilación puede abrirse completamente a la atmósfera 102 para ventilar efectivamente la tubería 52 de aspiración. También se entiende que la válvula 62 de ventilación se puede mover selectivamente para cerrar completamente la tubería 160 de ventilación a la atmósfera 102, proporcionando así de manera efectiva presión de vacío/aspiración completa en la tubería 52 de aspiración al miembro de punta 46. El movimiento de la válvula 62 de ventilación para ajustar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración puede llevarse a cabo manualmente (por ejemplo, operación selectiva de un interruptor de pedal basado en configuraciones anteriores del usuario) o automáticamente por el motor 71 que está conectado operativamente al sistema de control.

Con referencia ahora a la FIG. 6, se muestran componentes de otro sistema 200 flúidico de faco alternativo ejemplar para uso con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 200 flúidico de faco incluye muchos de los mismos componentes que se muestran y describen anteriormente con relación a las FIGS. 3 y 5. En consecuencia, los componentes similares han recibido los mismos números de referencia. Para una discusión detallada de esos componentes, se hace referencia a la discusión anterior con respecto a la FIG. 3.

Una tubería 260 de ventilación de aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y una fuente 202 de presión de ventilación. Los ejemplos de fuentes de presión de ventilación adecuadas incluyen, entre otros, un fluido o solución salina presurizado. La válvula 62 de ventilación variable está conectada de manera fluida a la tubería 260 de ventilación de aspiración para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. El sensor 63 de presión también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración.

La válvula 62 de ventilación está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable para modular selectivamente el vacío, permitiendo así la rotación unidireccional de la bomba 20 en una primera dirección para generar flujo/vacío, al tiempo que permite el control selectivo del vacío/aspiración a la pieza de mano 42 en función de la posición angular de válvula 62 de ventilación.

El sensor 63 de presión está conectado operativamente a un sistema de control montado en la consola 40 y detecta y comunica los cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, los umbrales de presión predeterminados se establecen dentro del sistema de control de modo que cuando las lecturas de presión del sensor 63 de presión exceden esos umbrales, la válvula 62 de ventilación es movida en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Esto se logra colocando el canal 66 en la válvula 62 de ventilación en comunicación al menos parcial con una fuente 202 de presión de ventilación, abriendo así la tubería 260 de ventilación y permitiendo que el fluido presurizado (por ejemplo) entre en la tubería 52 de aspiración. El motor 71 puede conectarse operativamente a la válvula 62 de ventilación para mover automáticamente la válvula 62 de ventilación en una cantidad predeterminada para controlar automáticamente el nivel de presión de vacío/aspiración en la tubería 52 de aspiración en base a la información recibida del sensor 63. También se entiende que la válvula 62 de ventilación se puede abrir completamente para ventilar la fuente 202 de presión para negar efectivamente la presión de aspiración en la tubería 52 de aspiración, sin necesidad de interrumpir el funcionamiento de la bomba 20. Alternativamente, también se entiende que la válvula 62 de ventilación

puede estar completamente cerrada, es decir, el canal 66 estar posicionado completamente fuera de alineación con la tubería 260 de ventilación, de modo que la fuente 202 de presión de ventilación no está en comunicación con la tubería 260 de ventilación. Esta configuración proporciona efectivamente presión de vacío/aspiración completa en la tubería 52 de aspiración al miembro de punta 46.

5 Con referencia ahora a la FIG. 7, se muestran los componentes de otro sistema 300 fluídico de faco ejemplar alternativo para usar con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 300 fluídico de faco incluye muchos de los mismos componentes que se han mostrado y descrito anteriormente con relación a las FIGS. 3 y 5-6. En consecuencia, los componentes similares han recibido los mismos números de referencia. Para una discusión detallada de esos componentes, se hace referencia a la discusión anterior con respecto a la FIG. 3.

10 Una tubería 360 de ventilación de aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y la tubería 50 de irrigación. La válvula 62 de ventilación variable está conectada de manera fluida a la tubería 360 de ventilación de aspiración para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Un sensor 63 de presión también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración.

15 La válvula 62 de ventilación está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable para modular selectivamente el vacío, permitiendo así la rotación unidireccional ininterrumpida de la bomba 20 en una primera dirección para generar flujo/vacío, mientras que permite el control selectivo del vacío/aspiración a la pieza de mano 42 en función de la posición angular de válvula 62 de ventilación.

20 El sensor 63 de presión está conectado operativamente a un sistema de control montado en la consola 40 y detecta y comunica cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, los umbrales de presión predeterminados se establecen dentro del sistema de control de tal manera que cuando las lecturas de presión del sensor 63 de presión exceden esos umbrales, la válvula 62 de ventilación puede ser movida selectivamente en una cantidad predeterminada para reducir, por ejemplo, la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Por ejemplo, el canal 66 en la válvula 62 de ventilación es movido para estar en alineación al menos parcial con la tubería 360 de ventilación, colocando así la tubería 52 de aspiración en comunicación al menos parcial con la tubería 50 de irrigación en una cantidad predeterminada para controlar automáticamente el nivel de vacío/presión de aspiración en la tubería 52 de aspiración basada en la información recibida del sensor 63. Se entiende que la válvula 62 de ventilación puede abrirse completamente a la tubería 50 de irrigación para negar efectivamente la presión de aspiración en la tubería 52 de aspiración. Alternativamente, también se entiende que la válvula 62 de ventilación puede colocarse de manera que cierre completamente la tubería 50 de irrigación, proporcionando de ese modo efectivamente una presión de vacío/aspiración completa en la tubería 52 de aspiración al miembro de punta 46. En dicha configuración, el canal 66 está totalmente alineado con la tubería 360 de ventilación.

Con referencia ahora a la FIG. 8, se muestran los componentes de otro sistema 400 fluídico de faco ejemplar alternativo para usar con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 400 fluídico de faco incluye muchos de los mismos componentes que se han mostrado y descrito anteriormente con relación a las Figs. 3 y 5-7.

35 El sistema 400 fluídico de faco incluye el manguito 44 de infusión de la pieza de mano 42 que está conectada a una fuente 448 de irrigación por la tubería 50 de irrigación. El sistema 400 fluídico de faco también puede incluir una válvula 464 de irrigación de múltiples posiciones que está conectada de manera fluida y posicionada en una unión de tres vías entre una tubería 473 de suministro de irrigación, la tubería 50 de irrigación y una tubería 476 de derivación. Se puede colocar un sensor 475 de presión de la tubería de irrigación en la tubería 50 de irrigación entre la tubería 476 de derivación y el manguito 42 de infusión. La pieza de mano 42 también puede estar provista de un sensor 443 de presión de la pieza de mano.

40 Aunque la fuente 448 de irrigación puede ser cualquier fuente de irrigación adecuada, en una disposición ejemplar, la fuente 448 de irrigación está presurizada. Más específicamente, puede haber prevista una bolsa 449 de irrigación que está colocada contra una plataforma 451 y se aplica una fuerza de presurización, representada por las flechas 453, a la bolsa 449 de irrigación para forzar el fluido de infusión fuera de la bolsa 449 de irrigación y dentro de la tubería 473 de suministro de irrigación. También se contemplan otros sistemas de fluido presurizados.

45 El miembro de punta 46 está conectado al puerto 53 de entrada de una bomba peristáltica 420 por la tubería 52 de aspiración. Aunque se puede utilizar cualquier disposición de bomba adecuada, en una configuración ejemplar, la bomba 420 es una bomba tal como se describe en la Publicación de Solicitud de Patente de EE. UU. N° 20100286651, titulada "Multiple Segmented Peristaltic Pump and Cassette" ("Bomba y casete peristálticas segmentadas múltiples") o una bomba tal como se describe en la Patente de EE. UU. N° 6.962.488, titulada "Surgical cassette Having an Aspiration Pressure Sensor" ("Casete quirúrgico con un sensor de presión de aspiración"). La tubería 54 de evacuación de aspiración se extiende desde la bomba 420 y está conectada de manera fluida a un depósito 456 de ventilación. El depósito de ventilación 546 está conectado de manera fluida a una bolsa 58 de drenaje.

50 Una tubería 460 de ventilación de aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y el depósito 456 de ventilación, para puentear la bomba 420. La válvula 62 de ventilación variable está conectada de forma fluida a la tubería 460 de ventilación de aspiración para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la

tubería 52 de aspiración. Un sensor 63 de presión de aspiración también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración. La válvula 62 de ventilación está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable dentro de la tubería 460 de ventilación para modular selectivamente el vacío, permitiendo así la rotación unidireccional de la bomba 420 en una primera dirección para generar flujo/vacío, al tiempo que permite el control selectivo del vacío/aspiración a la pieza de mano 42 basado en la posición angular de la válvula 62 de ventilación.

En funcionamiento, el sensor 63 de presión está operativamente conectado a un sistema de control montado en la consola 40. El sensor 63 de presión detecta y comunica los cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, los umbrales de presión predeterminados se establecen dentro del sistema de control de tal manera que cuando las lecturas de presión del sensor 63 de presión exceden esos umbrales, la válvula 62 de ventilación se puede mover selectivamente en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Esto se logra colocando el canal 66 en la válvula 62 de ventilación en comunicación al menos parcial con la tubería 460 de ventilación. Debido a que la tubería 460 de ventilación está operativamente conectada al depósito 456 de ventilación, la comunicación parcial del canal 66 con la tubería 460 de ventilación reduce efectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. El movimiento de la válvula 62 de ventilación puede realizarse mediante el motor 71 que está conectado a la válvula 62 de ventilación. Más específicamente, el motor 71 puede configurarse para mover automáticamente la válvula 62 de ventilación en una cantidad predeterminada para controlar automáticamente el nivel de presión de vacío/aspiración en la tubería 52 de aspiración en base a la información recibida del sensor 63. Se entiende que la válvula 62 de ventilación puede estar orientada a una posición completamente abierta para ventilar completamente la tubería de aspiración para ventilar el depósito 456 para cerrar efectivamente el puerto 53 de entrada a la bomba 420. Alternativamente, también se entiende que la válvula 62 de ventilación puede estar completamente cerrada, es decir, de modo que el canal 66 esté desalineado con la tubería 460 de ventilación, cerrando así el depósito 456 de ventilación a la tubería 52 de aspiración, proporcionando de ese modo efectivamente presión de vacío/aspiración total en la aspiración tubería 52 al miembro de punta 46.

Como se indicó anteriormente, el sistema 400 fluido de faco también proporciona una válvula 464 de irrigación de múltiples posiciones que está colocada en una unión entre la tubería 473 de suministro de irrigación, la tubería 50 de irrigación y la tubería 476 de derivación. Como se explica con más detalle a continuación, la válvula 464 de irrigación está configurada como una válvula rotativa que puede colocarse operativamente para controlar selectivamente la irrigación en el sistema 400 fluido de faco. Como se muestra en la FIG. 9A, en una disposición ejemplar, la válvula 464 de irrigación de múltiples posiciones incluye una configuración 474 de canal de intersección. Más específicamente, el canal 474 incluye una primera rama 474A, una segunda rama 474B y una tercera rama 474C. Aunque se muestra que tiene una configuración en forma de T, se entiende que se puede utilizar otra configuración de intersección, dependiendo de la configuración de las diversas tuberías de fluido en el sistema 400 fluido.

En funcionamiento, como se muestra en la FIG. 8, cuando la válvula 464 de irrigación está orientada de manera que la primera rama 474A está completamente alineada con la tubería 473 de suministro de irrigación y la tercera rama 474B está completamente alineada con la tubería 50 de irrigación, pero la segunda rama 474C está orientada fuera de alineación con la tubería 476 de derivación, se proporciona flujo de irrigación normal, completo a la tubería 50 de irrigación. Sin embargo, para cebar el suministro 448 de irrigación del sistema 400 fluido de faco, la válvula 464 de irrigación puede rotarse selectivamente de modo que la primera rama 474A esté completamente alineada con la tubería 476 de derivación y la tercera rama 474C esté completamente alineada con la tubería 473 de suministro de irrigación. En consecuencia, cuando se opera el sistema 400 fluido de faco, el fluido procedente del suministro 448 de irrigación es dirigido a la bolsa 58 de drenaje. Para cebar el sensor 475 de presión de irrigación, la válvula 464 de irrigación puede ser girada selectivamente de tal modo que el segundo brazo 474B esté completamente alineado con la tubería 476 de derivación y el tercer brazo 474C esté completamente alineado con la tubería 50 de irrigación.

Aunque las diversas ramas de la válvula 464 de irrigación mostradas en la FIG. 8 han sido descritas como operativas de forma que estén completamente alineadas con la tubería 50 de irrigación, la tubería 476 de derivación y la tubería 473 de suministro de irrigación, también se entiende que las ramas 474a-474c no necesitan estar completamente alineadas con las tuberías respectivas 50, 476, y 473. De hecho, la válvula 464 de irrigación puede configurarse para ser colocada selectivamente para controlar efectivamente la cantidad de fluido que se administrará al ojo 47. De hecho, en algunos pacientes, un flujo de irrigación completo (como se muestra en la FIG. 8) puede provocar molestias al paciente, mientras que una abertura controlada por la cual ciertas ramas de la válvula 464 de irrigación se colocan en varias posiciones angulares con respecto a la tubería 50 de irrigación puede ser deseable. Así, de manera similar a la válvula 62 de ventilación, la válvula 464 de irrigación también puede configurarse para suministro de irrigación variable.

Otra configuración alternativa para una válvula de irrigación de múltiples posiciones se muestra en la FIG. 9B. En esta disposición, se proporciona una válvula 464' de irrigación de múltiples posiciones que tiene un paso en forma de L formado en ella. La válvula 464' de irrigación de múltiples posiciones incluye una primera rama 474A' y una segunda rama 474B'. El uso de la válvula 464' de irrigación de múltiples posiciones se describirá a continuación con relación a las FIGS. 10A-10C.

Con referencia a las FIGS. 10A-10C, se muestran los componentes de otro sistema 400' fluido de faco alternativo ejemplar para usar con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 400' fluido de faco incluye

muchos de los mismos componentes que se han mostrado y descrito anteriormente con relación a las FIGS. 3 y 5-8. En algunas realizaciones, los componentes dentro de la caja de trazos pueden incluirse al menos parcialmente en un casete fluidica configurado para ser asegurado a una consola quirúrgica.

El sistema 400' fluidico de faco incluye el manguito 44 de infusión de la pieza de mano 42 que está conectada a una fuente 448 de irrigación por la tubería 50 de irrigación. Una válvula 464' de irrigación de múltiples posiciones está conectada y posicionada de manera fluida en una unión de tres vías entre una tubería 473 de suministro de irrigación, la tubería 50 de irrigación y una tubería 476 de derivación. Un sensor 475 de presión de la tubería de irrigación puede colocarse en la tubería 50 de irrigación entre el suministro 448 de irrigación y la pieza de mano 42. Aunque la fuente 448 de irrigación puede ser cualquier fuente de irrigación adecuada, en una disposición ejemplar, la fuente 448 de irrigación incluye un recipiente de irrigación que utiliza la gravedad para forzar el fluido de infusión fuera del recipiente de irrigación y a la tubería 473 de suministro de irrigación.

La válvula 464' de irrigación de múltiples posiciones puede estar configurada como una válvula rotativa que puede colocarse operativamente para la irrigación de control selectivo en el sistema 400' fluidico de faco. Así, en funcionamiento, como se muestra en la FIG. 10A, cuando la válvula 464' de irrigación está orientada de tal manera que la primera rama 474A' está alineada con la tubería 50 de irrigación y la segunda rama 474B' está orientada para que no esté alineada con la tubería 473 de suministro de irrigación y la tubería 476 de derivación, no se suministra irrigación a tubería 50 de irrigación.

Con referencia ahora a la FIG. 10B, para suministrar irrigación a la pieza de mano 42, la válvula 464' de irrigación puede ser girada selectivamente de modo que la primera rama 474A' esté al menos parcialmente alineada con la tubería 473 de suministro de irrigación y la segunda rama 474B' esté al menos parcialmente alineada con la tubería 50 de irrigación. En consecuencia, el fluido procedente del suministro 448 de irrigación es dirigido a través de la tubería 473 de suministro de irrigación, a la tubería 50 de irrigación a través de la válvula 464' de irrigación y a la pieza de mano 42. Al igual que con la válvula 464 de irrigación, puede ser deseable colocar selectivamente la primera y la segunda ramas 474A' y 474B' para controlar de manera efectiva la cantidad de fluido que se administrará al ojo 47. Así, se contempla que la tubería 50 de irrigación pueda estar sujeta a una apertura controlada con la tubería 473 de suministro de irrigación, por lo que las ramas primera y segunda 474A' y 474B' de la válvula 464' de irrigación se colocan en varias posiciones angulares para proporcionar un flujo de irrigación inferior al total a través de la tubería 50 de irrigación. Por lo tanto, de forma similar a la válvula 62 de ventilación, la válvula 464' de irrigación también puede configurarse para suministro de irrigación variable.

La FIG. 10C ilustra una operación de cebado para el suministro 448 de irrigación del sistema 400' fluidico de faco por accionamiento de la válvula 464' de irrigación. Más específicamente, la válvula 464' de irrigación puede girarse selectivamente de modo que la primera rama 474A' esté al menos parcialmente alineada con la tubería 476 de derivación y la segunda rama 474B' esté al menos parcialmente alineada con la tubería 473 de suministro de irrigación. En consecuencia, cuando se opera el sistema 400 fluidico de faco, el fluido procedente del suministro 448 de irrigación se dirige a la bolsa 58 de drenaje.

Aunque las válvulas 464 y 464' de irrigación de múltiples posiciones se han descrito ambas en relación con un sistema 400 fluidico de faco que también incorpora una válvula 62 de ventilación variable, se entiende que el alcance de la presente exposición no se limita a un sistema 400 fluidico de faco que incluye una válvula 464/464' de irrigación de múltiples posiciones y una válvula 62 de ventilación variable. Además, las válvulas de irrigación 464/464' de múltiples posiciones son capaces de operar de una manera "tipo activado/desactivado", o, como se describió anteriormente, las válvulas 464/464' de irrigación de múltiples posiciones también pueden configurarse para proporcionar un orificio variable para para controlar selectivamente la cantidad de irrigación, de una manera similar a la que se ha descrito previamente en relación con la válvula 62 de ventilación variable. Por ejemplo, la cantidad de irrigación que se proporcionará a la pieza de mano 42 desde la tubería 473 de suministro de irrigación puede controlarse selectivamente mediante una tubería de irrigación variable de múltiples posiciones, de modo que se pueda suministrar menos de la irrigación completa desde la tubería 473 de suministro de irrigación a la tubería 50 de irrigación (y, así la pieza de mano 42). En tal caso, la válvula 464/464' de irrigación variable de múltiples posiciones se hace girar selectivamente para proporcionar solo una comunicación parcial tanto con la tubería 473 de suministro de irrigación como con la tubería 50 de irrigación.

Con referencia ahora a la FIG. 11, se muestran los componentes de otro sistema 500 fluidico de faco alternativo ejemplar más para usar con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo. El sistema 500 fluidico de faco incluye muchos de los mismos componentes que se han mostrado y descrito anteriormente con relación a las FIGS. 3 y 5-10. En consecuencia, los componentes similares han recibido los mismos números de referencia. Para una discusión detallada de esos componentes, se hace referencia a la discusión anterior con respecto a la FIG. 3.

El sistema 500 fluidico de faco incluye el manguito 44 de infusión de la pieza de mano 42 que está conectada a la fuente 48 de irrigación por una tubería 549 de suministro de irrigación que está conectada de manera fluida a una tubería 50 de irrigación. Una tubería 54 de evacuación de aspiración se extiende desde la bomba 20. En una disposición ejemplar, la tubería 54 de evacuación de aspiración está conectada de manera fluida a un depósito 56 de tubería de drenaje. El depósito 56 también puede drenar en una bolsa 58 de drenaje opcional. Alternativamente, como se muestra en la imagen fantasma, la tubería 54' de evacuación puede conectarse de manera fluida directamente a la bolsa 58 de drenaje.

Una tubería 560 de ventilación de aspiración está conectada de manera fluida entre la tubería 52 de aspiración y la tubería 50 de irrigación. Una válvula 562 proporcional multipropósito está conectada de manera fluida entre la tubería 560 de ventilación de aspiración y la tubería 50 de irrigación para controlar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración y el flujo de irrigación dentro de la tubería 50 de irrigación. El sensor 63 de presión también está en comunicación fluida con la tubería 52 de aspiración.

La válvula 562 multipropósito está configurada para proporcionar un tamaño de orificio variable para modular selectivamente la aspiración, permitiendo así la rotación unidireccional de la bomba 20 en una primera dirección para generar flujo/vacío, al tiempo que permite el control selectivo del vacío/aspiración a la pieza de mano 42 en función del ángulo posición de la válvula 62 multipropósito, además de proporcionar control de irrigación. Más específicamente, en una configuración ejemplar, haciendo referencia a las FIGS. 12A-12B, el cuerpo de la válvula 562 multipropósito está definido por una periferia 570. El cuerpo tiene una primera trayectoria 563A de flujo formada en una porción de la periferia 570 y una segunda trayectoria 563B de flujo formada en otra porción de la periferia 570.

Con referencia de nuevo a la FIG. 12A, en funcionamiento, la válvula 562 multipropósito es hecha girar selectivamente dentro de una ranura 600 formada en el casete 28. Más específicamente, operativamente conectada a la ranura 600 hay una pluralidad de tuberías de fluido que se pueden conectar selectivamente entre sí a través de la posición angular de la válvula 562 multipropósito. Por ejemplo, en el sistema 500 fluido de faco mostrado en la FIG. 11, la válvula 562 multipropósito sirve para conectar operativamente la tubería 549 de suministro de irrigación, la tubería 50 de irrigación, la tubería 52 de aspiración y la tubería 54/54' de evacuación de aspiración a través de la primera y segunda trayectorias 563A, 563B de flujo. La válvula 562 multipropósito se puede mover dentro de la ranura 600 para proporcionar una variedad de disposiciones de conexión con respecto a la tubería 52 de aspiración, a la tubería 50 de irrigación, a la tubería 549 de suministro de irrigación y a la tubería 54/54' de evacuación de aspiración, como se explicará con más detalle a continuación.

El sensor 63 de presión está conectado operativamente a un sistema de control montado en la consola 40 y está configurado para detectar y comunicar cambios de presión en la tubería 52 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, se establecen umbrales de presión predeterminados dentro del sistema de control de modo que cuando las lecturas de presión del sensor 63 de presión exceden esos umbrales, el sistema de control puede mover selectivamente la válvula 562 multipropósito en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Más específicamente, la segunda trayectoria 563B de flujo en la válvula 562 multipropósito es móvil con respecto a la tubería 560 de ventilación por aspiración.

Por ejemplo, la válvula 562 multipropósito puede colocarse dentro de la ranura 600 y hacerse girar selectivamente de modo que la segunda trayectoria 563B de flujo cierre completamente la tubería 560 de ventilación por aspiración de la tubería 52 de aspiración, de modo que se proporcione el vacío total, según lo dicten los ajustes de presión preseleccionados por el usuario. Sin embargo, si la presión ha aumentado dentro de la tubería 52 de aspiración en una cantidad indeseable (tal como, por ejemplo, debido a una sobrecarga de rotura de la oclusión), la válvula 562 multipropósito puede ser movida selectivamente en una cantidad predeterminada, de modo que la segunda trayectoria 563B de flujo conecte operativamente la tubería 54/54' de aspiración directamente a la tubería 52 de aspiración, a través de la tubería 560 de ventilación por aspiración, puenteando así la bomba 20. Esta acción restaura de forma rápida y efectiva la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración a la cantidad aceptable predeterminada, sin requerir la inversión de la bomba.

En una disposición ejemplar, la válvula 562 multipropósito puede estar conectada operativamente a un interruptor de pedal. En consecuencia, el usuario puede operar el interruptor de pedal para hacer girar la válvula 562 multipropósito para ventilar selectivamente (por ejemplo, levantando su pie del pedal) la tubería 52 de aspiración. El pedal del interruptor de pedal se puede configurar para hacer girar la válvula 562 multipropósito en una cantidad predeterminada y en una dirección predeterminada, en base a la configuración del sistema de control, en base a la entrada del usuario. Debido a la configuración de la segunda trayectoria 563B de flujo, se puede lograr una variedad de presiones de aspiración mediante el movimiento selectivo de la válvula 562 multipropósito. En algunas situaciones ejemplares, puede ser deseable abrir completamente la tubería 54/54' de evacuación, ventilando así completamente la tubería 52 de aspiración.

En otra disposición ejemplar, la válvula 562 multipropósito está operativamente conectada a un motor 71 tal como un motor paso a paso, que tiene un codificador de posición angular (tal como el codificador 36). Cuando el sensor 63 de presión detecta que la presión de aspiración ha excedido un umbral predeterminado, el controlador opera automáticamente el motor 71 para hacer girar la válvula 562 multipropósito a una posición predeterminada, cambiando así rápidamente la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Como el controlador, en cooperación con el sensor 63 de presión, puede estar configurado para detectar un inicio de rotura de oclusión, la válvula 562 multipropósito puede ser hecha girar automáticamente por el motor 71 para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración por debajo de los ajustes predeterminados. Esta función operaría para disminuir la sobrecarga posterior a la oclusión. Debido a que la válvula 562 multipropósito permite un control selectivo y dinámico de los niveles de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración, el usuario puede seleccionar y emplear tasas de vacío más altas para una extracción del cristalino más rápida y eficiente.

Además de controlar selectivamente los niveles de aspiración dentro del sistema 500, la válvula 562 multipropósito también tiene un propósito adicional, en particular controlar la irrigación a través de la tubería 50 de irrigación. Más específicamente, la primera trayectoria 563A de flujo está configurada para conectar selectivamente la tubería 549 de suministro de irrigación a la tubería 50 de irrigación cuando la primera trayectoria 563A de flujo está en comunicación con la tubería 549 de suministro de irrigación y la tubería 50 de irrigación. Sin embargo, la válvula 562 multipropósito puede hacerse girar selectivamente de tal manera que la primera trayectoria 563A de flujo quede fuera de comunicación con la tubería 549 de suministro de irrigación, cerrando así efectivamente la irrigación.

Además, la configuración de la válvula 562 multipropósito también permite el control selectivo del nivel de aspiración al mismo tiempo que controla la irrigación. Por ejemplo, la válvula 562 multipropósito y las tuberías 549, 50, 54/54' y 52 de fluido están configuradas de modo que cuando la primera trayectoria 563A de flujo está en comunicación con la tubería 50 de irrigación y la tubería 549 de suministro de irrigación, la segunda trayectoria 563B de flujo está solo en comunicación con la tubería 54/54' de evacuación, dejando la tubería 52 de aspiración cerrada a la tubería 54/54' de evacuación. En esta disposición, se suministra irrigación a la pieza de mano 42 y la tubería 560 de ventilación está cerrada. Alternativamente, la válvula 562 multipropósito se puede hacer girar ligeramente desde la posición de "tubería de irrigación abierta, tubería de ventilación cerrada" de modo que la segunda trayectoria 563B de flujo esté abierta tanto a la tubería 52 de aspiración como a la tubería 54/54' de evacuación, mientras que la primera trayectoria 563A de flujo está en comunicación con la tubería 50 de irrigación y la tubería 549 de suministro de irrigación. En esta configuración, se está suministrando irrigación a la pieza de mano 42 y la tubería 52 de aspiración está operativamente conectada a la tubería 54/54' de evacuación, reduciendo así, si no eliminando, la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Este diseño elimina efectivamente un elemento de válvula del sistema 500, al tiempo que proporciona una presión de aspiración que varía selectivamente y que controla selectivamente la irrigación.

Con referencia ahora a la FIG. 13, se muestra un esquema parcial de un circuito 700 de aspiración alternativo para uso en un sistema fluido de faco. El circuito 700 de aspiración emplea modos de aspiración basados tanto en desplazamiento como en vacío. El circuito 700 de aspiración incluye una tubería 752 de aspiración que se conecta de manera fluida a la pieza de mano 742, bien a un puerto 753 de entrada de la bomba peristáltica 720 o bien a un puerto 731 de entrada de un depósito venturi 760. Las tuberías 754/754' de evacuación de aspiración se extienden desde el puerto 731 de entrada del depósito venturi 760 y desde el puerto 753 de entrada de la bomba peristáltica 720, respectivamente. Aunque las configuraciones de la técnica anterior usaban válvulas separadas para cerrar y abrir el puerto 731 de entrada del depósito venturi 760 y proporcionar ventilación selectiva de la tubería 752 de aspiración a una bolsa 758 de drenaje, el circuito 700 de aspiración emplea una válvula 732 multipropósito que está dispuesta dentro de una ranura sellada de un casete (similar al que se muestra en la FIG. 12A anterior) que proporciona ambas funciones.

Más específicamente, haciendo referencia a las Figs. 14A-14C, en una disposición ejemplar, la válvula 732 multipropósito está configurada con un canal 763 que está definido por una primera abertura 765 y una segunda abertura 767. En una disposición ejemplar, la segunda abertura 767 puede configurarse con un ensanchamiento que se extiende hacia afuera. Alternativamente, el canal 763 puede configurarse con una forma triangular que se ensancha hacia afuera hacia una periferia 770 de la válvula 732 multipropósito. La primera abertura 765 está dispuesta transversal al canal 763. La segunda abertura se forma a través de una periferia 770 de la válvula 732 multipropósito.

Con referencia a la FIG. 14A, durante el funcionamiento, la válvula 732 multipropósito puede colocarse de tal manera que la aspiración sea suministrada a la tubería 752 de aspiración por la bomba 720. En esta configuración, la válvula 732 multipropósito es hecha girar selectivamente de modo que la tubería 731 de entrada al depósito venturi se cierra y la tubería 754 de evacuación de aspiración se cierra desde la tubería 752 de aspiración. En esta configuración, la bomba 720 proporciona la aspiración completa.

Se puede colocar un sensor 769 de presión en la tubería 753 de entrada para detectar y controlar la presión en la tubería 752 de aspiración. El sensor 769 de presión está conectado operativamente a un sistema de control montado en una consola. El sensor 769 de presión detecta y comunica los cambios de presión en la tubería 752 de aspiración durante el funcionamiento de la máquina de facoemulsión. En una configuración ejemplar, se pueden establecer umbrales de presión predeterminados dentro del sistema de control de modo que cuando las lecturas de presión del sensor 769 de presión superen esos umbrales, el sistema impulse el movimiento de la válvula 732 multipropósito en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración dentro de la tubería 52 de aspiración. Más específicamente, haciendo referencia a la FIG. 14B, la válvula 732 multipropósito puede hacerse girar de tal manera que la segunda abertura 767 del canal 763 esté en comunicación de fluido al menos parcial con la tubería 754 de evacuación de aspiración. Así, si la presión ha aumentado dentro de la tubería 752 de aspiración en una cantidad indeseable (como, por ejemplo, debido a una sobrecarga de rotura de la oclusión), la válvula 732 multipropósito puede ser movida selectivamente en una cantidad predeterminada para abrir parcialmente la tubería 754 de evacuación de aspiración, como se muestra en la FIG. 14B. Esta acción restaura de manera rápida y efectiva la presión de aspiración dentro de la tubería 752 de aspiración a la cantidad aceptable predeterminada, sin requerir la inversión de la bomba. Sin embargo, se entiende que el canal 763 puede ser hecho girar de modo que la tubería 752 de aspiración esté completamente abierta a la tubería 754 de evacuación de aspiración, si es necesario.

Como se trató anteriormente, la válvula 732 multipropósito también se puede usar para cambiar la fuente de aspiración desde la bomba 720 al depósito venturi 760. Con referencia a la FIG. 14C, en esta configuración, el canal 763 está

posicionado de tal manera que la segunda abertura 767 está en comunicación con la entrada 731 del depósito venturi 760, conectando así la tubería 752 de aspiración al depósito venturi 760. Sin embargo, la tubería 754 de evacuación de aspiración está sellada desde la tubería 752 de aspiración.

- En algunas realizaciones, un sistema fluido para uso en un sistema quirúrgico puede incluir un circuito de aspiración (que comprende una tubería de aspiración conectada operativamente a un instrumento quirúrgico, una tubería de evacuación de aspiración conectada operativamente a un receptáculo de residuos, una tubería de ventilación por aspiración conectada en un primer extremo a la tubería de aspiración, y una válvula selectivamente variable conectada operativamente a la tubería de ventilación por aspiración (en donde la válvula variable puede ser activada selectivamente para cambiar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración) y un circuito de irrigación (que comprende una fuente de irrigación, una tubería de suministro de irrigación conectada a la fuente de irrigación, y una tubería de irrigación que tiene un primer extremo conectado operativamente a la tubería de suministro de irrigación y un segundo extremo conectado operativamente al dispositivo quirúrgico). El sistema fluido puede incluir además una trayectoria de derivación, en donde un primer extremo de la trayectoria de derivación está conectado operativamente a la tubería de suministro de irrigación y un segundo extremo de la trayectoria de derivación está conectado al receptáculo de residuos. El sistema fluido puede incluir además una válvula de irrigación que se puede posicionar selectivamente que conecta operativamente la tubería de suministro de irrigación, la tubería de irrigación y la trayectoria de derivación de modo que la válvula de irrigación que se puede posicionar selectivamente pueda ser movida para dirigir la irrigación desde la tubería de suministro de irrigación. En algunas realizaciones, la válvula de irrigación puede ser una válvula giratoria e incluir un canal de intersección formado en ella, definiendo el canal una primera rama, una segunda rama y una tercera rama. En algunas realizaciones, la válvula de irrigación se puede mover selectivamente entre una primera posición, una segunda posición y una tercera posición, en donde en la primera posición, la primera rama se coloca en comunicación con la tubería de suministro de irrigación y la segunda rama se coloca en comunicación con la tubería de irrigación; en donde en la segunda posición, la primera rama se coloca en comunicación con la trayectoria de derivación y la tercera rama se comunica con la tubería de suministro de irrigación; y en donde en la tercera posición, la primera rama se coloca en comunicación con la tubería de irrigación, la segunda rama se coloca en comunicación con la tubería de suministro de irrigación y la tercera rama se coloca en comunicación con la trayectoria de derivación. En algunas realizaciones, la válvula variable también se puede conectar a la tubería de irrigación de manera que la válvula variable se pueda mover selectivamente para interrumpir selectivamente el flujo de fluido en la tubería de irrigación y variar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración. En algunas realizaciones, la válvula variable puede configurarse con la primera y segunda trayectorias de flujo formadas en la misma, en donde la primera trayectoria de flujo puede alinearse selectivamente con la tubería de suministro de irrigación y la tubería de irrigación para abrir la tubería de irrigación a la fuente de suministro de irrigación, y en donde la segunda trayectoria de flujo puede alinearse selectivamente con la tubería de aspiración y la tubería de evacuación de aspiración para variar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración.
- En algunas realizaciones, un circuito de aspiración para un sistema fluido para controlar selectivamente la aspiración puede incluir una tubería de aspiración conectada operativamente a un instrumento quirúrgico, una primera tubería de evacuación de aspiración conectada operativamente a un receptáculo de residuos, una segunda tubería de aspiración conectada operativamente a un receptáculo de residuos, una fuente de aspiración basada en desplazamiento conectada operativamente a la primera tubería de evacuación de aspiración, una fuente de aspiración basada en vacío conectada operativamente a la segunda tubería de evacuación de aspiración y una válvula selectivamente variable conectada operativamente tanto a la fuente de aspiración basada en desplazamiento como a la fuente de aspiración basada en vacío; en donde la válvula variable puede ser accionada para cambiar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración cuando se emplea la fuente de aspiración basada en desplazamiento. En algunas realizaciones, la válvula variable puede ser accionada selectivamente para proporcionar presión de aspiración a la tubería de aspiración desde la fuente de aspiración basada en vacío. En algunas realizaciones, la fuente de aspiración basada en desplazamiento es una bomba peristáltica y la fuente de aspiración basada en vacío incluye un depósito venturi. En algunas realizaciones, la válvula variable comprende además un cuerpo de válvula que incluye un canal que está definido por una primera abertura y una segunda abertura, en donde la primera abertura está dispuesta transversal a la longitud del canal y en donde la segunda abertura se forma a través de una periferia del cuerpo de la válvula.
- Se apreciará que los dispositivos y métodos descritos en este documento tienen amplias aplicaciones. Las realizaciones anteriores se eligieron y describieron para ilustrar los principios de los métodos y aparatos, así como algunas aplicaciones prácticas. La descripción anterior permite a otros expertos en la técnica utilizar métodos y aparatos en diversas realizaciones y con diversas modificaciones de tal modo que sean adecuadas para el uso particular contemplado. De acuerdo con las disposiciones de los estatutos de patentes, los principios y modos de funcionamiento de esta invención se han explicado e ilustrado en realizaciones ejemplares.

Se pretende que el alcance de los presentes aparatos sea definido mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito de aspiración para un sistema (11) fluídico para controlar selectivamente la aspiración, que comprende:
 - una tubería (52) de aspiración conectada operativamente a un instrumento quirúrgico (42), una tubería (54) de evacuación de aspiración conectada operativamente a un receptáculo (58) de residuos;
- 5 una tubería (60) de ventilación de aspiración conectada en un primer extremo a la tubería de aspiración;
 - una válvula (62) de ventilación selectivamente variable conectada operativamente a la tubería de ventilación de aspiración, en la que la válvula de ventilación variable puede ser movida selectivamente para cambiar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración,
 - una tubería (50) de irrigación conectada operativamente al instrumento quirúrgico (42);
- 10 un sensor de presión de irrigación, en el que el sensor de presión de irrigación está conectado operativamente a la tubería (50) de irrigación, y
 - un accionador, estando el accionador conectado operativamente a la válvula (62) de ventilación, en el que el sensor de presión de irrigación y el accionador están conectados a un controlador (40), y
 - caracterizado por que
- 15 el controlador utiliza el sensor de presión de irrigación para detectar un inicio de rotura de la oclusión y es operativo para iniciar el accionador para mover la válvula de ventilación para minimizar el inicio de rotura de la oclusión reduciendo la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración;
 - en el que la válvula (62) de ventilación es una válvula giratoria que comprende además una abertura (68) de entrada, una abertura (69) de salida y un canal (66) que conecta la abertura de entrada a la abertura de salida;
- 20 en el que la válvula (62) de ventilación puede ser hecha girar selectivamente para posicionar selectivamente el canal (66) en comunicación al menos parcial con la tubería (60) de ventilación por aspiración.
2. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que el sensor de presión de irrigación está situado en la tubería (50) de irrigación entre una tubería (476) de derivación y un manguito (42) de infusión.
3. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que el sensor (443) de presión está ubicado dentro del instrumento quirúrgico.
- 25 4. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que el instrumento quirúrgico es una pieza de mano de facoemulsión.
5. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que la tubería (60) de ventilación de aspiración está conectada en un segundo extremo a la tubería (54) de evacuación de aspiración.
- 30 6. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que la tubería (60) de ventilación de aspiración está conectada en un segundo extremo a la atmósfera.
7. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que la tubería (60) de ventilación de aspiración está conectada en un segundo extremo a una fuente de presión de ventilación de fluido o solución salina presurizados.
8. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que la tubería (60) de ventilación de aspiración está conectada en un segundo extremo a la tubería (50) de irrigación.
- 35 9. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, que comprende, además:
 - un sensor (63) de presión de aspiración, estando el sensor de presión de aspiración conectado operativamente a la tubería (52) de aspiración y estando el accionador conectado operativamente a la válvula (62) de ventilación,
 - en el que el sensor de presión de aspiración y el accionador están conectados al controlador (40), y
- 40 en el que el controlador está operativo para iniciar el accionador para mover la válvula de ventilación en respuesta a valores de presión predeterminados detectados por el sensor de presión de aspiración para variar la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración.
10. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que la válvula (62) de ventilación variable está operativamente conectada a la tubería (50) de irrigación de modo que la válvula de ventilación variable puede ser movida selectivamente para interrumpir selectivamente el flujo de fluido en la tubería de irrigación y para variar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería (52) de aspiración.
- 45

- 5 11. El circuito de aspiración de la reivindicación 10, en el que la válvula (562) de ventilación variable está configurada con una primera y segunda trayectorias de flujo formadas en ella, en donde la primera trayectoria de flujo puede estar selectivamente, y al menos parcialmente, alineada con una tubería de suministro de irrigación y la tubería (50) de irrigación para abrir la tubería de irrigación a una fuente de suministro de irrigación, y en donde la segunda trayectoria de flujo puede estar selectivamente, y al menos parcialmente, alineada con la tubería (52) de aspiración y la tubería (54) de aspiración para variar selectivamente la presión de aspiración dentro de la tubería de aspiración.
12. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que el accionador es un motor (71) que tiene un codificador de posición angular.
- 10 13. El circuito de aspiración de la reivindicación 12, en el que el accionador está configurado para mover la válvula (62) de ventilación para proporcionar un tamaño de orificio variable para modular selectivamente la aspiración dentro de la tubería (52) de aspiración.
14. El circuito de aspiración de la reivindicación 1, en el que el controlador (40) está operativo para mover la válvula (62) de ventilación en una cantidad predeterminada para reducir la presión de aspiración en la tubería (52) de aspiración cuando se detecta un valor de presión predeterminado.

15

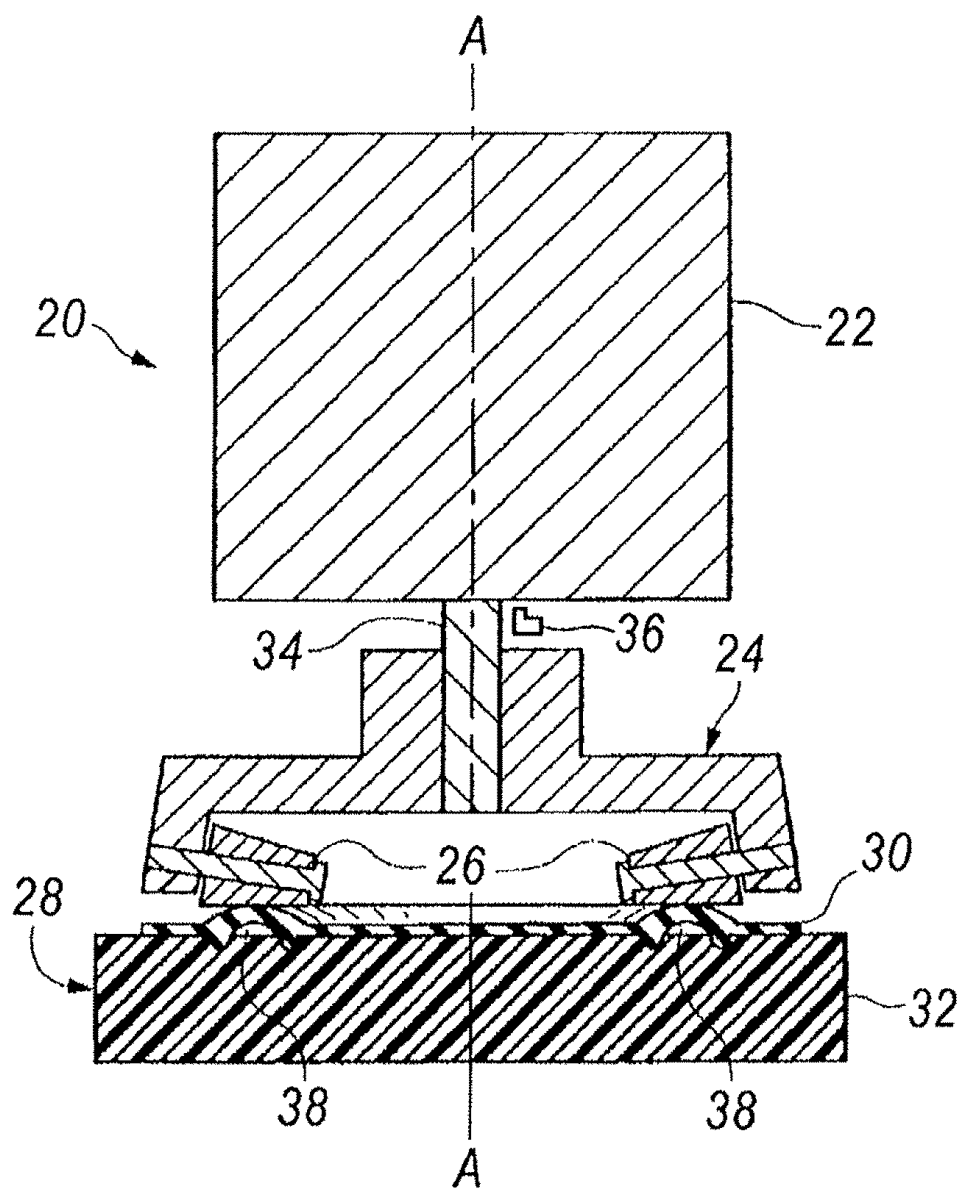


FIG. 1

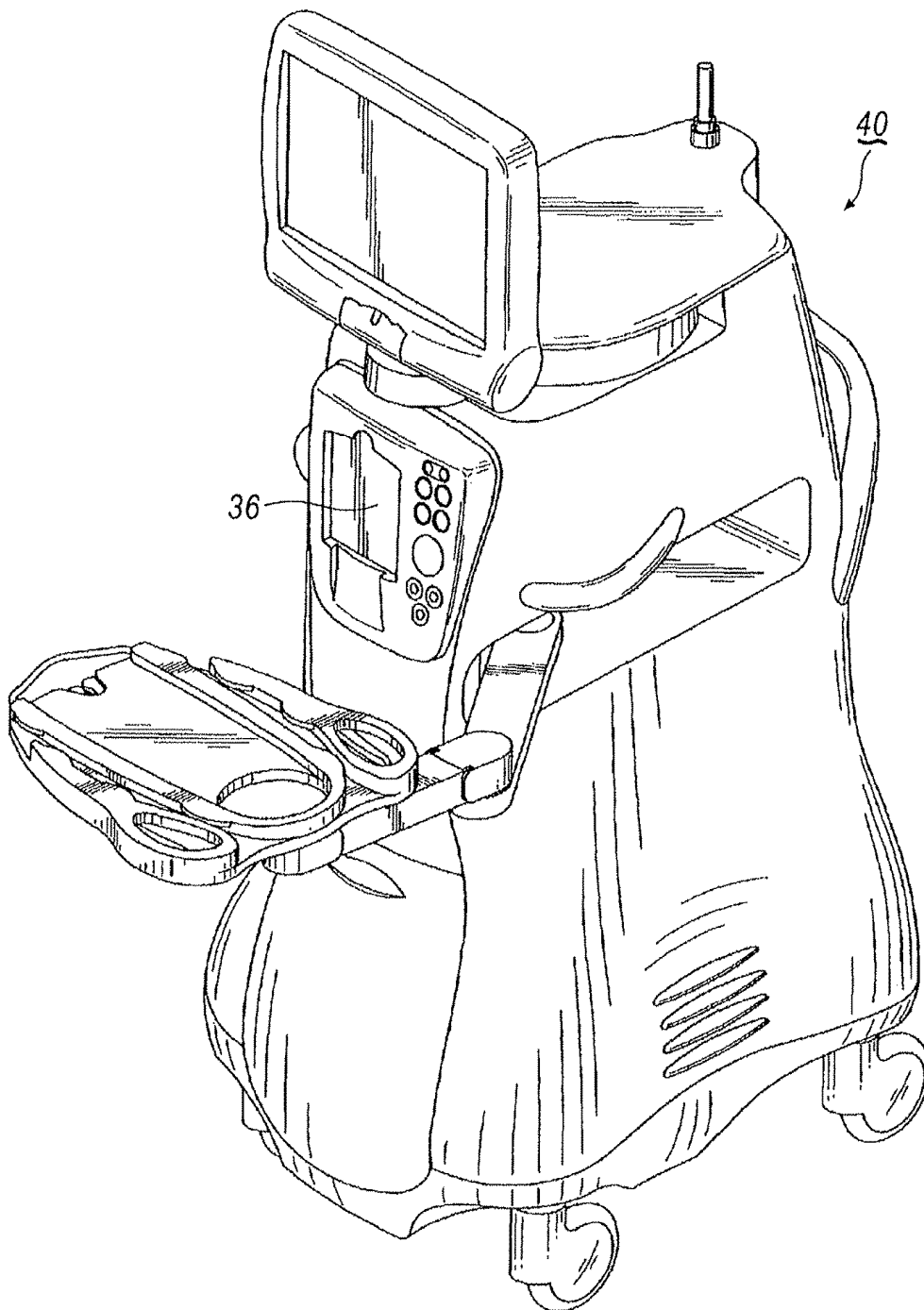


FIG. 2

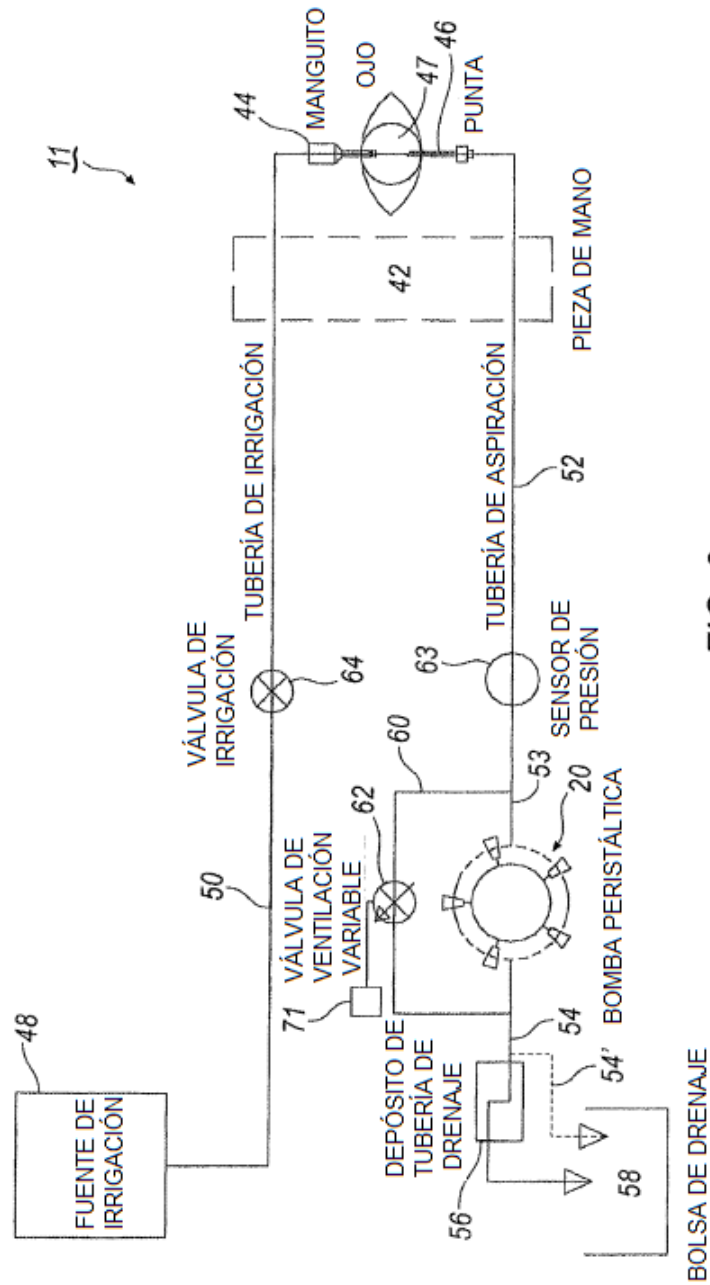


FIG. 3

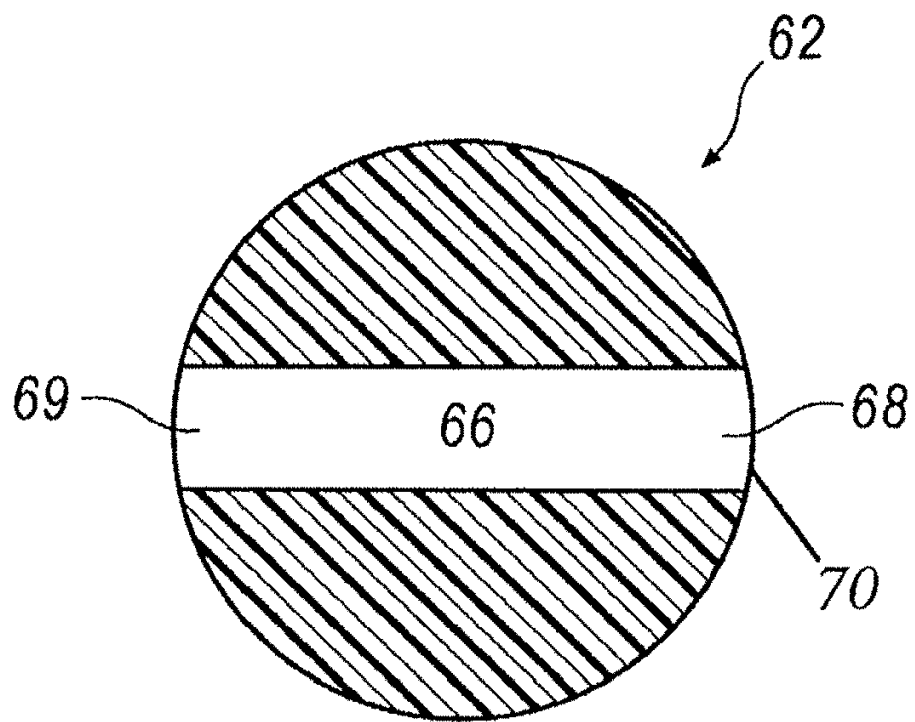


FIG. 4

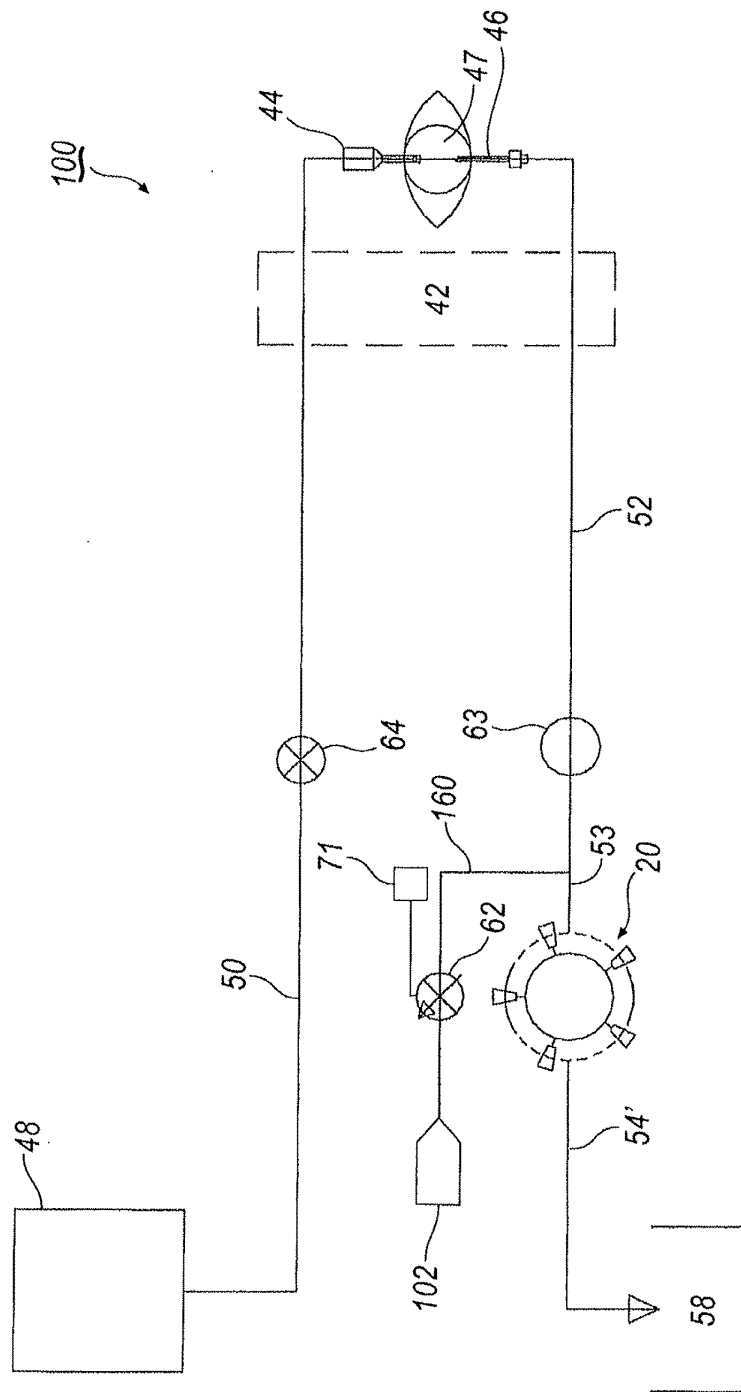


FIG. 5

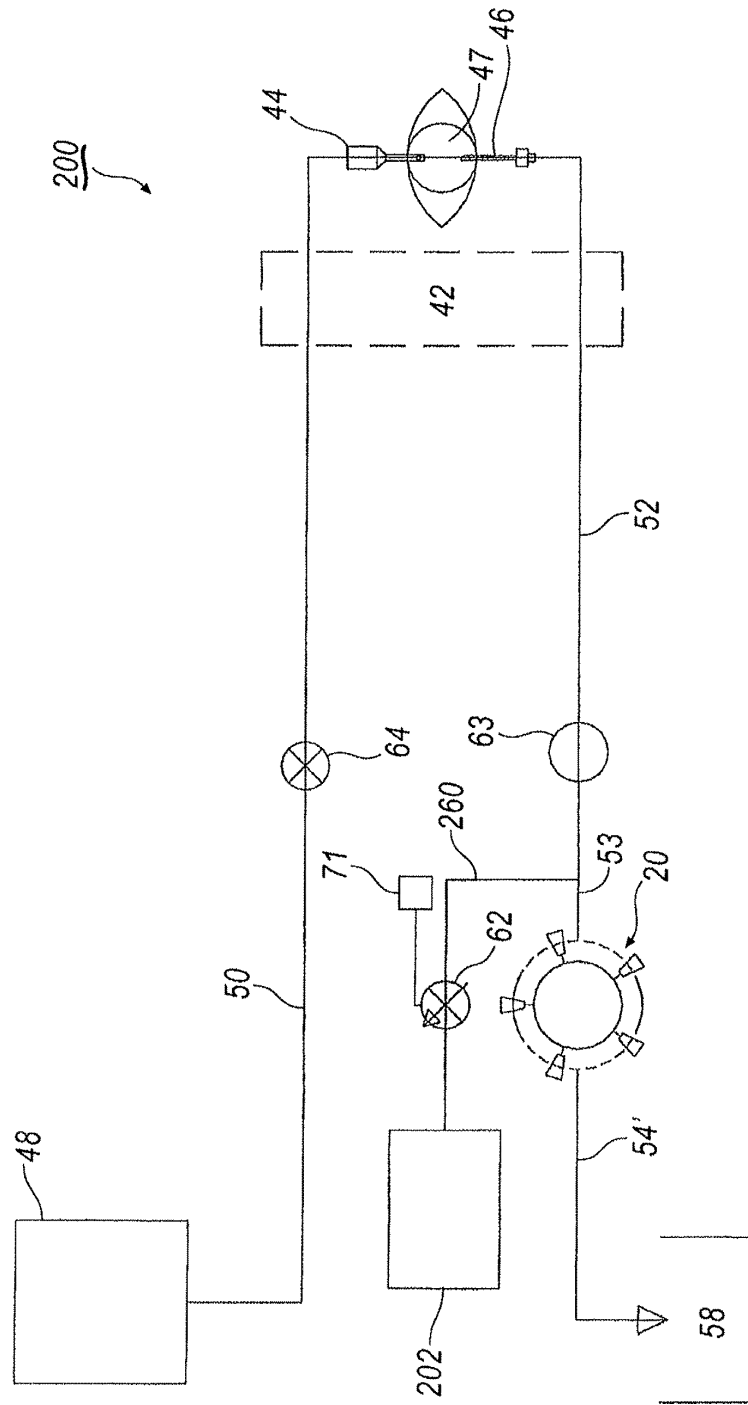


FIG. 6

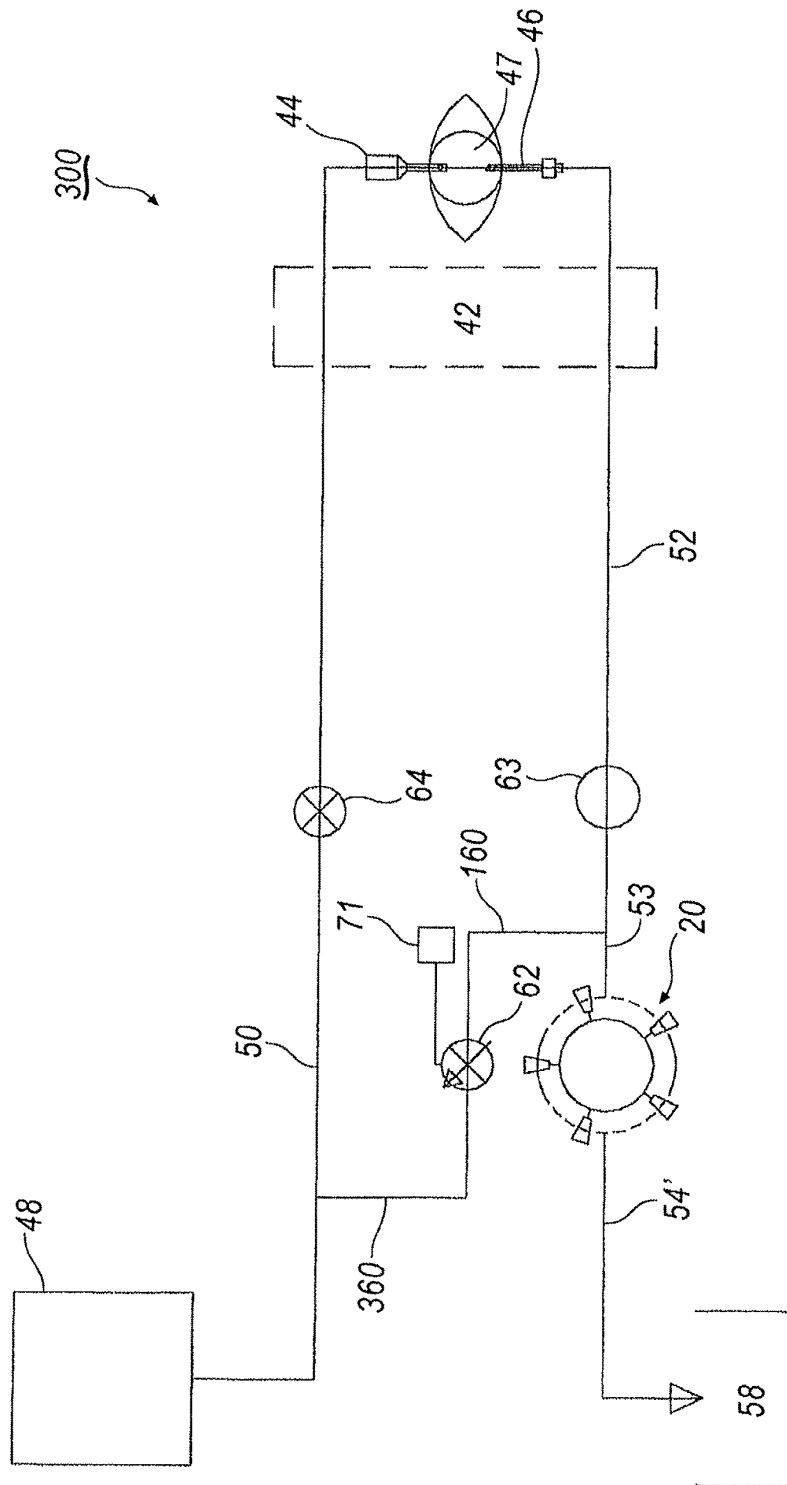


FIG. 7

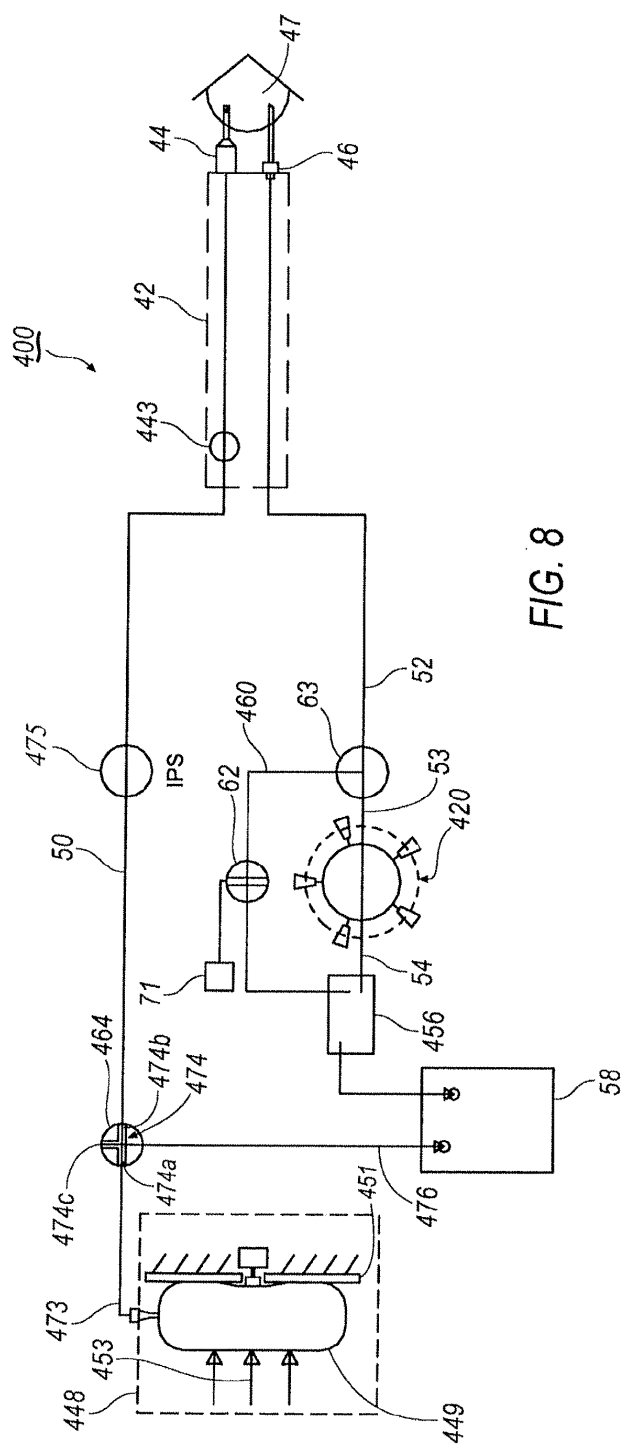


FIG. 8

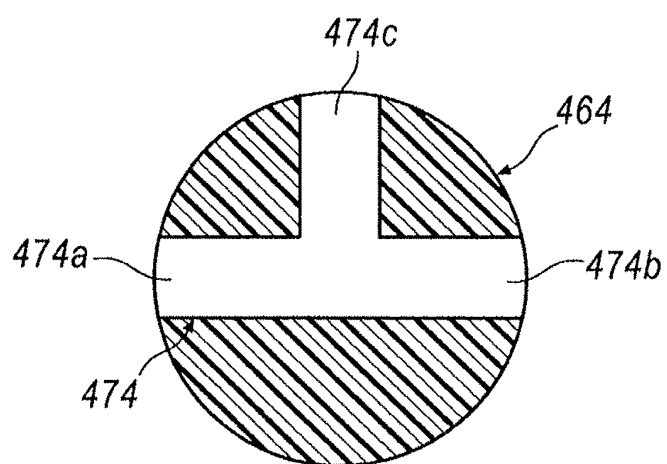


FIG. 9A

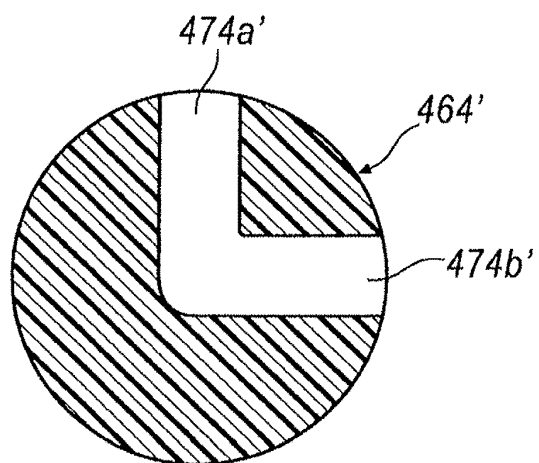


FIG. 9B

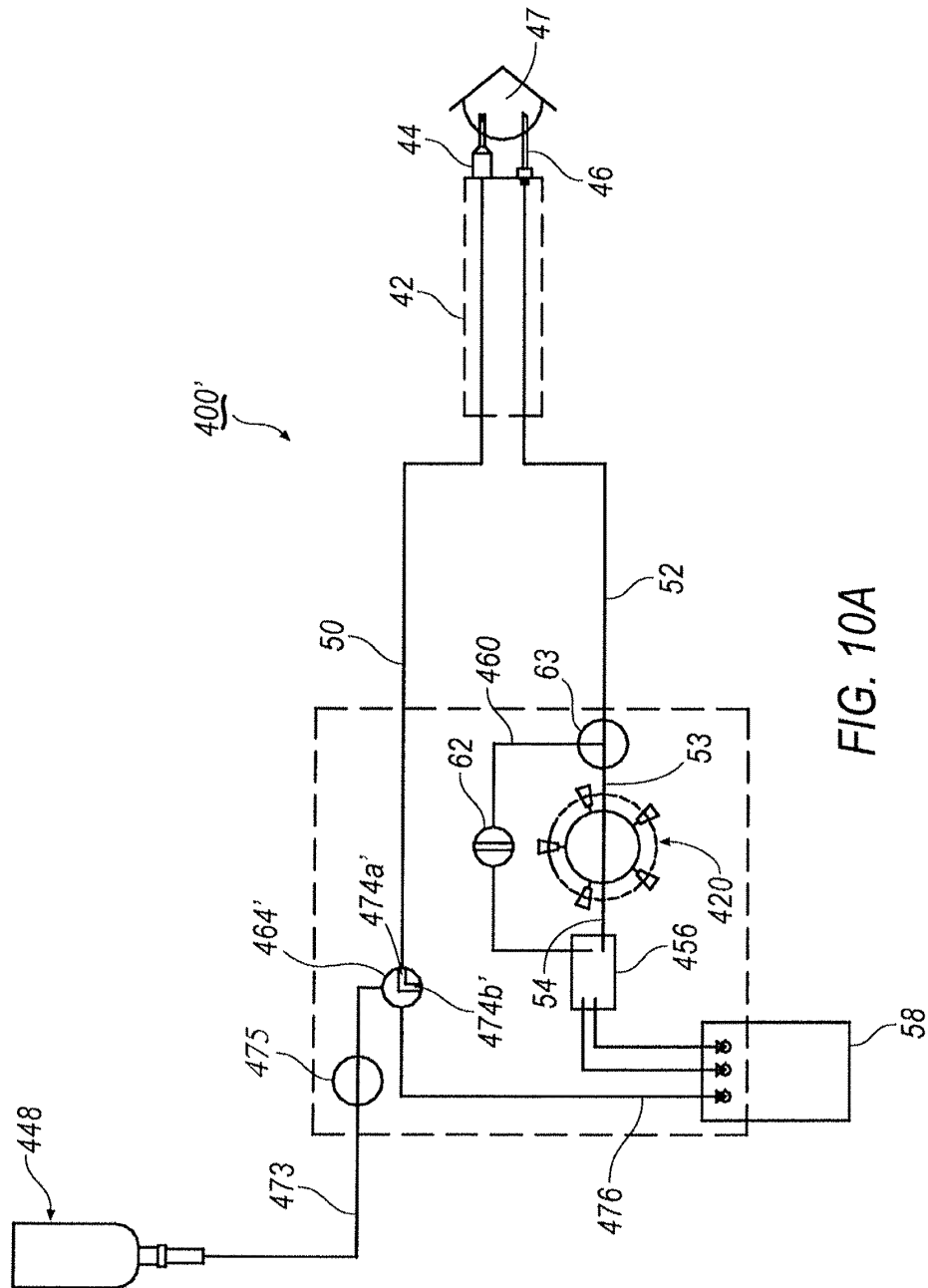


FIG. 10A

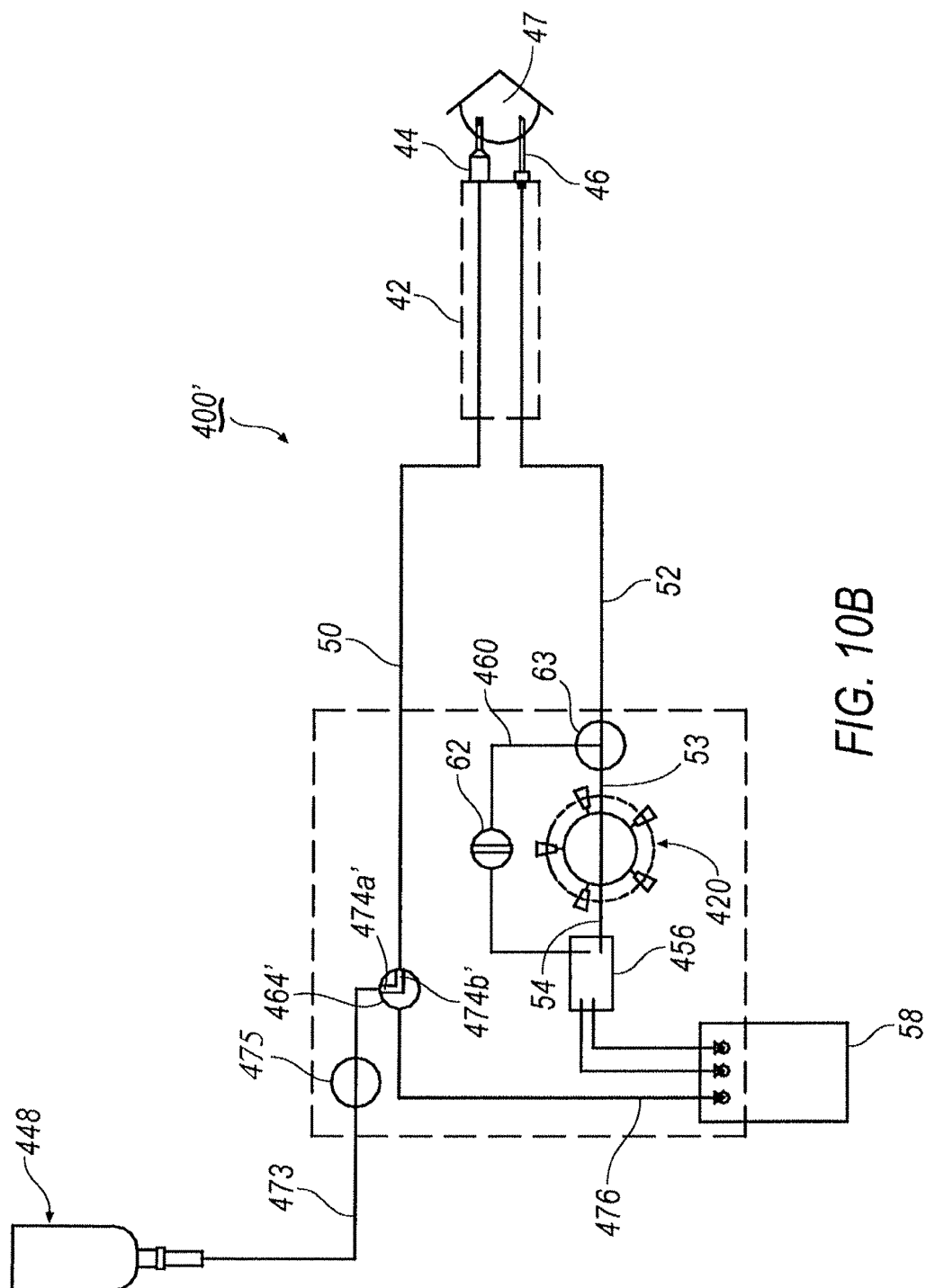


FIG. 10B

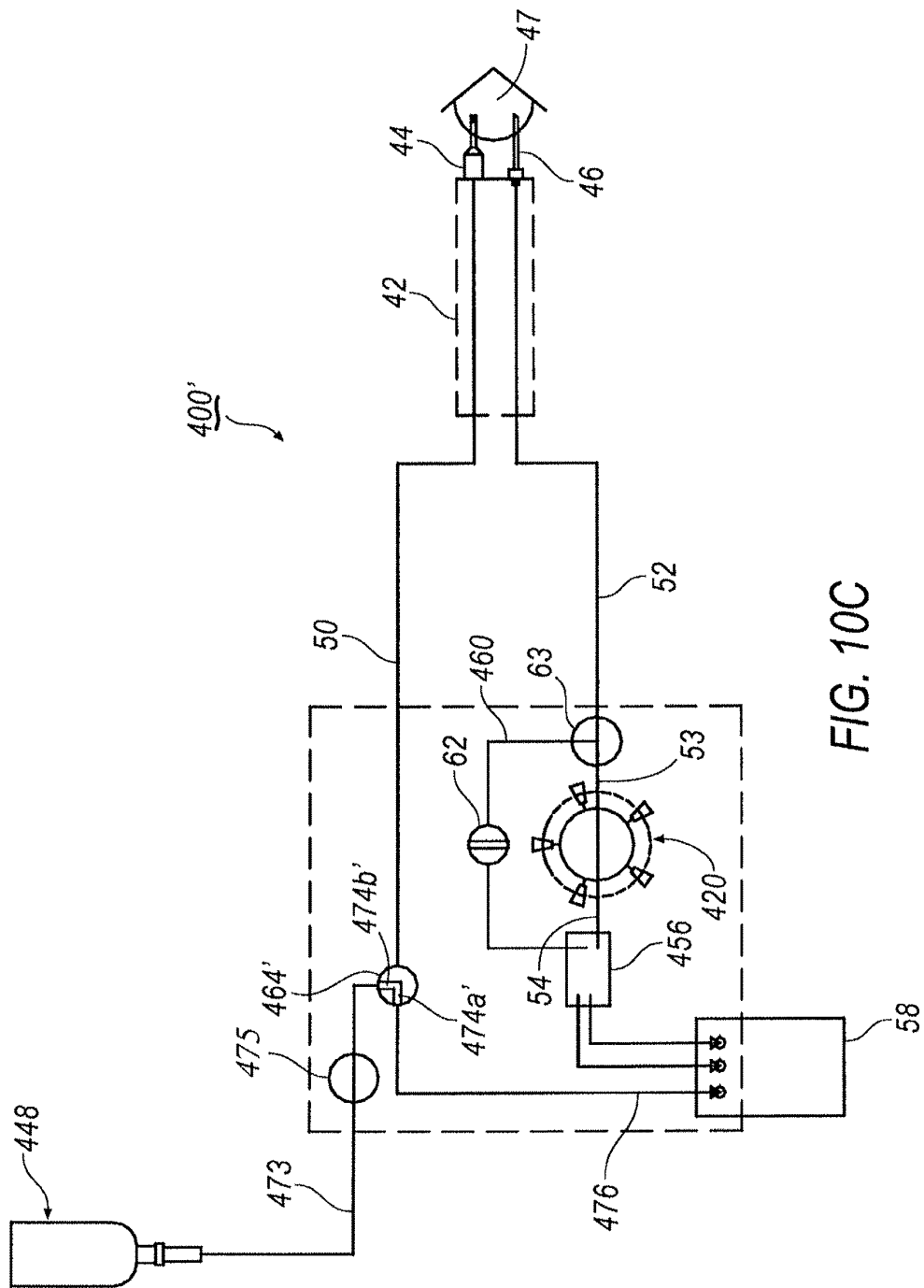


FIG. 10C

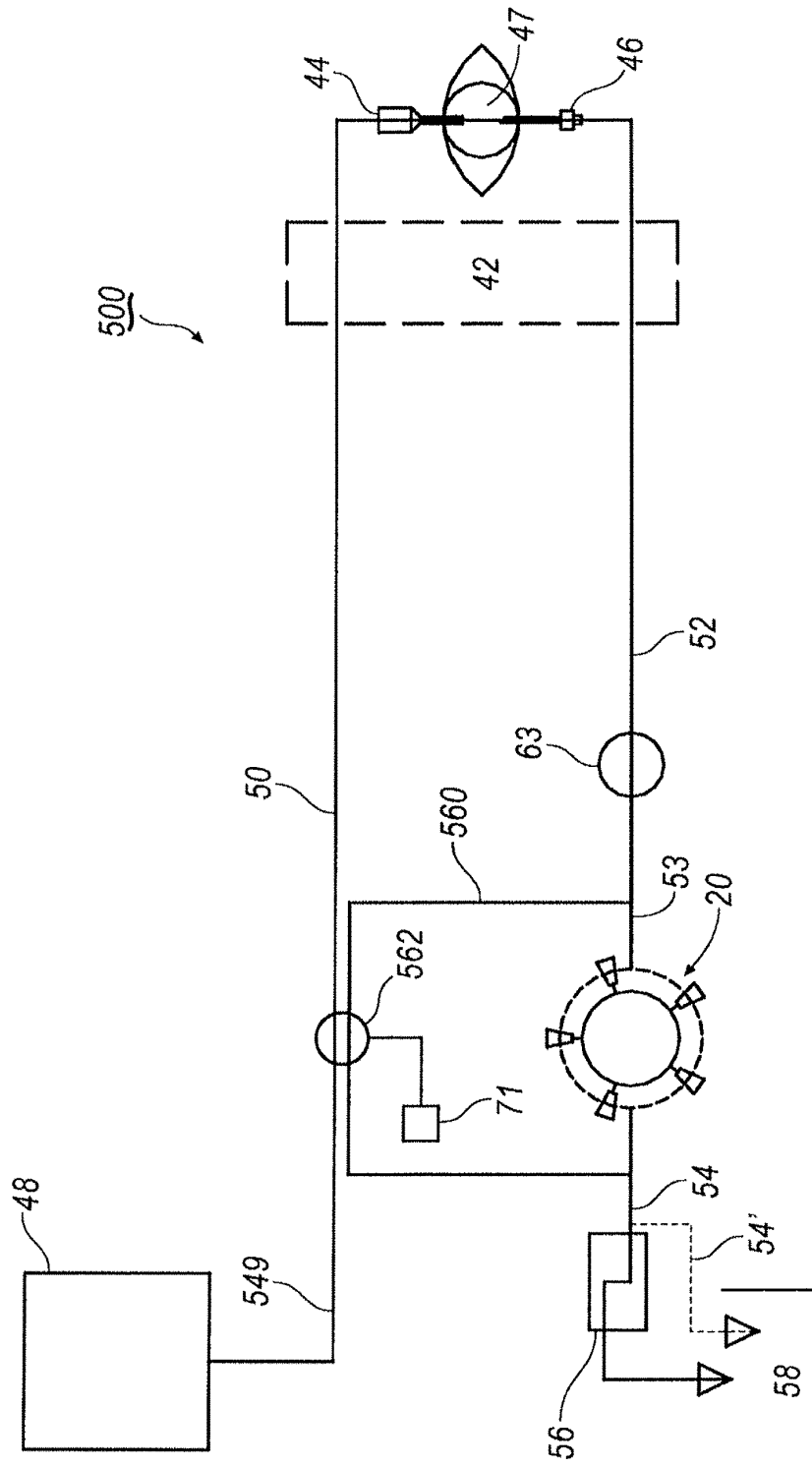


FIG. 11

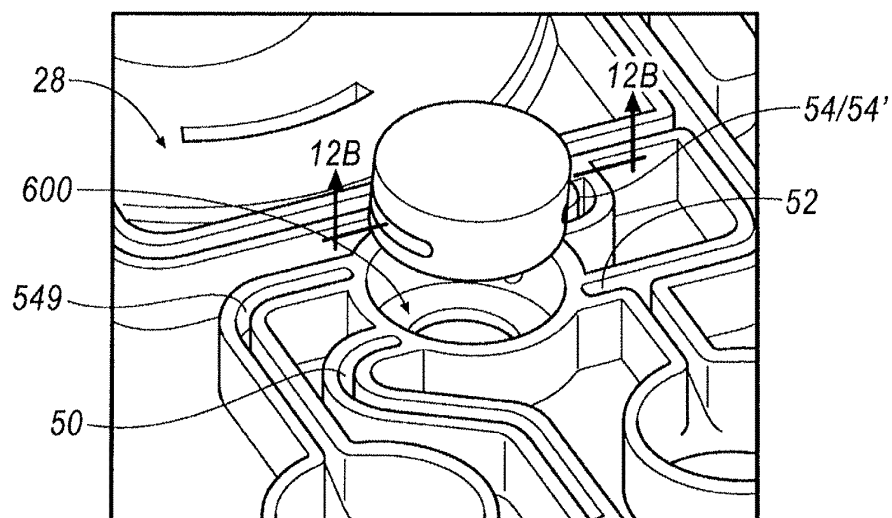


FIG. 12A

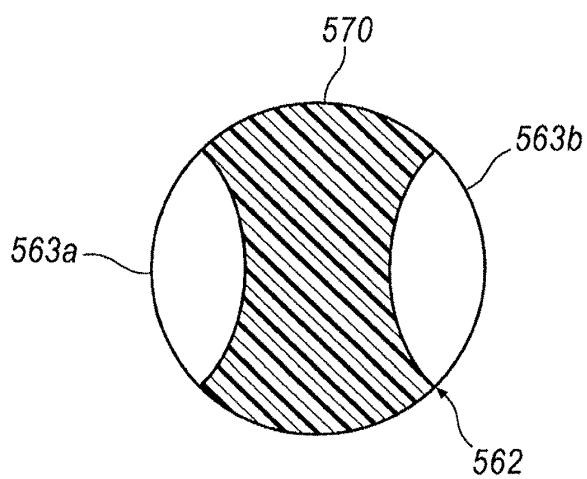


FIG. 12B

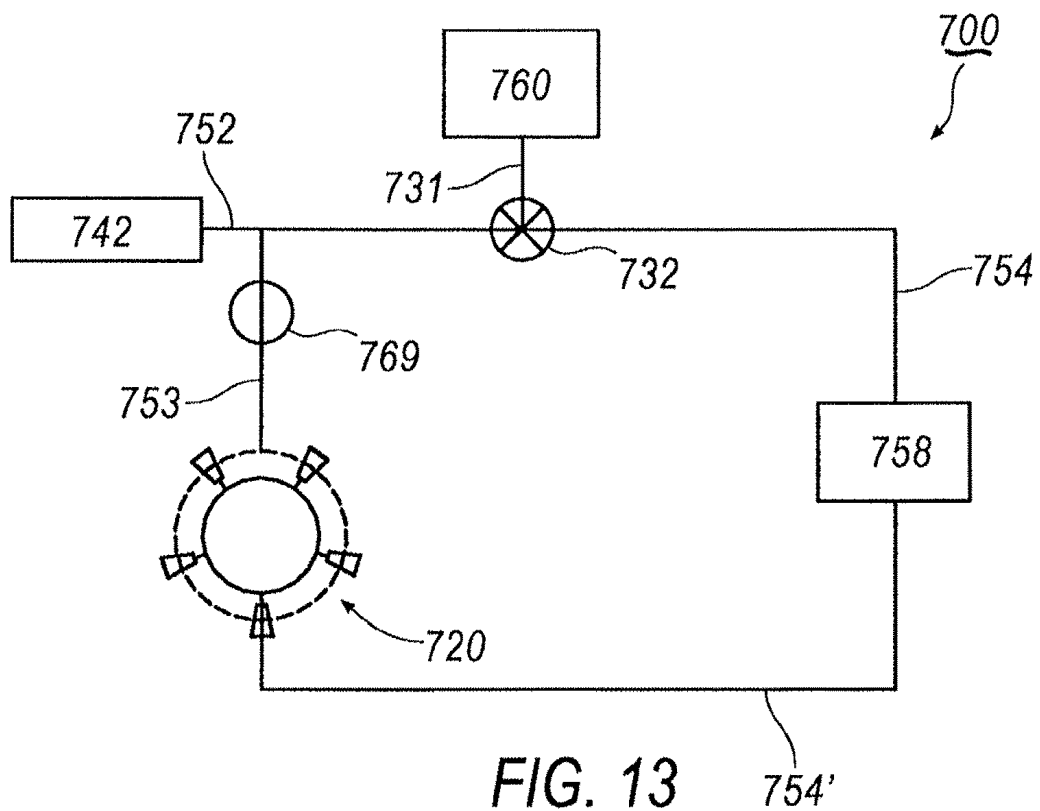


FIG. 13

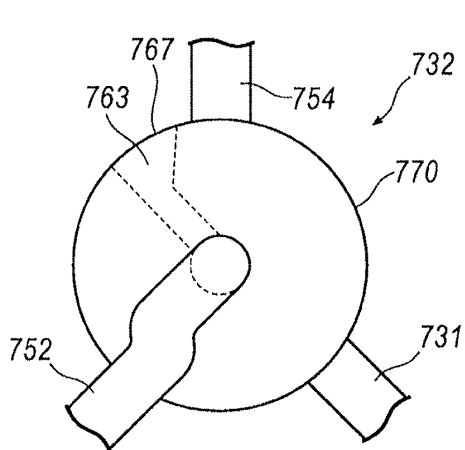


FIG. 14A

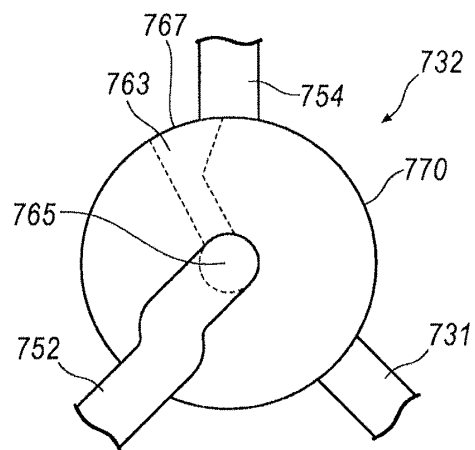


FIG. 14B

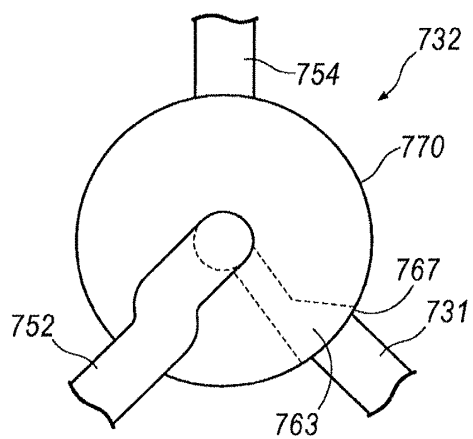


FIG. 14C