(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 584 577**

(51) Int. CI.:

A61M 5/168 (2006.01)
A61M 5/50 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2010 E 10763931 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2411071**

(54) Título: **Sistema para evaluar la funcionalidad de dispositivos de válvulas de retención dobles en conjuntos de tubos médicos**

(30) Prioridad:

29.09.2009 US 246714 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.09.2016

(73) Titular/es:

LIEBEL-FLARSHEIM COMPANY LLC (100.0%)
675 McDonnell Boulevard
Hazelwood MO 63042, US

(72) Inventor/es:

STROBL, GEOFFREY, S.

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

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

Sistema para evaluar la funcionalidad de dispositivos de válvulas de retención dobles en conjuntos de tubos médicos

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud de patente reivindica prioridad por la Solicitud de Patente Provisional de Estados Unidos número de serie 61/246.714 titulada “Sistemas y método para evaluar la funcionalidad de dispositivos de válvulas de retención dobles en conjuntos de tubos médicos” presentada el 29 de Septiembre de 2009.

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al campo de los sistemas de administración de fluidos médicos y, más en concreto, a sistemas y métodos para supervisar una condición operativa de una o más válvulas de retención de un sistema de administración de fluido médico.

Antecedentes

Varios procedimientos médicos requieren que uno o varios fluidos médicos sean inyectados a un paciente. Por ejemplo, los procedimientos de formación de imágenes médicas implican con frecuencia la inyección de medio de contraste a un paciente, posiblemente junto con salina y/u otros fluidos. Otros procedimientos médicos implican inyectar uno o más fluidos a un paciente para fines terapéuticos. Se puede usar inyectores de potencia para estos tipos de aplicaciones.

Un inyector de potencia incluye por lo general lo que se denomina comúnmente un cabezal de potencia. Una o más jeringas pueden ir montadas en el cabezal de potencia de varias maneras (por ejemplo, soltablemente; por carga trasera; por carga frontal; por carga lateral). Cada jeringa incluye típicamente lo que se puede caracterizar como un émbolo de jeringa, pistón, o análogos. Cada émbolo de jeringa está diseñado para estar en interfaz (por ejemplo, contactar y/o interconectar temporalmente) con un accionador de émbolo de jeringa apropiado que está incorporado en el cabezal de potencia, de tal manera que la operación del accionador de émbolo de jeringa avance axialmente el émbolo de jeringa asociado dentro y con relación a un cilindro de la jeringa. Un accionador de émbolo de jeringa típico tiene la forma de un pistón que está montado en un canal roscado o tornillo de accionamiento. La rotación del tornillo de accionamiento en una dirección rotacional avanza el pistón asociado en una dirección axial, mientras que la rotación del tornillo de accionamiento en la dirección rotacional contraria avanza el pistón asociado en la dirección axial opuesta.

Una forma de categorizar las jeringas usadas por inyectores de potencia es la manera en que se llenan o cargan con fluido. Las jeringas de inyector de potencia pueden ser prellenadas: jeringas que se llenan de fluido en una instalación y luego se envían a otra instalación (por ejemplo, una instalación de uso final). Las jeringas vacías pueden ser enviadas a la instalación de uso final, y luego se pueden llenar con fluido al menos de dos formas generales. Una jeringa vacía se puede llenar con fluido en una posición dentro de la instalación de uso final (por ejemplo, en una estación de llenado), y luego ser transferida a otra posición dentro de la instalación de uso final (por ejemplo, una sala de formación de imágenes) donde la jeringa conteniendo fluido se instala entonces en un inyector de potencia. Alternativamente, una jeringa vacía se puede instalar en un inyector de potencia en la instalación de uso final (por ejemplo, en una sala de formación de imágenes) y luego cargar o llenar de fluido.

Las jeringas vacías individuales se pueden llenar según lo anterior a partir de lo que se puede caracterizar como un recipiente de una sola dosis. En este caso, la jeringa se usa para una sola inyección en un solo paciente. Con ello se desperdicia el medio de contraste que quede en la jeringa después de esta inyección única. También se desecha todo el conjunto de tubos que se extiende desde el inyector de potencia al paciente (incluyendo los varios componentes que pueden ir incorporados al conjunto de tubos, tal como una o más válvulas y un catéter).

US-A-5688244 describe un conjunto de tubos médicos a partir del que se puede derivar la porción precaracterizante de la reivindicación 1.

Resumen

La presente invención se refiere a un conjunto de tubos de fluido médico como el definido en la reivindicación 1, incluyendo:

una sección de tubo específica de paciente incluyendo un tubo adaptado para ser interconectado por fluido por un conector con el tubo de descarga común de una sección de tubo de pacientes múltiples situada entre un primer y un segundo dispositivo de inyección y la sección de tubo específica de paciente; válvulas de retención primera y segunda situadas en serie a lo largo del tubo de la sección de tubo específica de paciente; y un sensor de presión sensible a una presión de fluido en el tubo entre dichas válvulas de retención primera y segunda, donde dicho sensor de presión incluye medios para supervisar una condición de fallo, donde dicha condición de fallo es cuando

se supone que ha fallado al menos una de dichas válvulas de retención primera y segunda, caracterizado porque el sensor de presión indica la condición de fallo en respuesta a que la presión de fluido cae por debajo de una presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda.

Varios refinamientos de elementos y elementos adicionales son aplicables al primer aspecto de la presente invención. Estos refinamientos de elementos y elementos adicionales pueden ser usados individualmente o en cualquier combinación. Como tal, cada uno de los elementos siguientes que se explicarán se puede usar, aunque no es necesario que lo sea, con cualquier otro elemento o combinación de elementos del primer aspecto. La explicación siguiente es aplicable al primer aspecto, hasta el inicio de la explicación de un segundo aspecto de la presente invención.

Por ejemplo, la condición de fallo puede haber permitido el flujo de fluido en más de una dirección a través de la válvula de retención; cuando una válvula de retención ha permitido un reflujo indeseado. Como un ejemplo, la indicación puede ser al menos visual, audible, táctil, o cualquier combinación de las mismas. El sensor de presión puede ser útil al determinar si es posible que una o varias porciones del conjunto de tubos de fluido médico tengan que ser sustituidas antes de un procedimiento de inyección posterior. El conjunto de tubos de fluido médico incluye una segunda sección de tubos médicos interconectables por fluido a la primera sección de tubos médicos, y la segunda sección de tubos médicos puede ser reutilizable (por ejemplo, para uso con múltiples pacientes, o una sección de tubo de pacientes múltiples). A este respecto, la porción reutilizable del conjunto de tubos de fluido médico puede ser desechada y/o sustituida si el sensor de presión determina que se ha producido una condición de fallo o proporciona de otro modo una indicación de que se supone al menos que ha fallado al menos una de las válvulas de retención primera y segunda.

En una realización, el sensor de presión puede ser sensible a una presión de fluido en la sección específica de paciente del tubo de fluido médico. Esta primera región está situada entre las válvulas de retención primera y segunda. El sensor de presión responde a la presión de fluido cambiando de un primer estado a un segundo estado a una presión de fluido dentro de la primera región que caiga por debajo de la presión de apertura (por ejemplo, una presión diferencial requerida para abrir la válvula de retención correspondiente) de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda.

El sensor de presión puede estar sujeto a varias caracterizaciones. En una realización, el sensor de presión puede estar situado en la sección específica de paciente del tubo de fluido médico.

En una realización, el sensor de presión puede incluir un elemento móvil. Por ejemplo, el elemento móvil del sensor de presión puede operar para realizar al menos uno de medir la presión de fluido y proporcionar una indicación relacionada con la presión de fluido medida. En una variante, una primera posición del elemento móvil puede estar asociada con un funcionamiento apropiado de las válvulas de retención primera y segunda y una segunda posición del elemento móvil puede estar asociada con al menos un supuesto fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda. Estas dos posiciones del elemento móvil pueden ser visibles o discernibles desde fuera del sensor de presión (por ejemplo, proporcionando un cambio de la forma del exterior del sensor de presión).

En una disposición, el sensor de presión puede incluir además un elemento de empuje (por ejemplo, muelle de compresión, resorte ondulado) interconectado con el elemento móvil, y que empuja el elemento móvil a una de sus dos posiciones primarias. También se podría emplear múltiples elementos de empuje. Al menos un elemento de empuje puede empujar el elemento móvil a la primera posición (que está asociada con un supuesto funcionamiento apropiado de las válvulas de retención primera y segunda) o la segunda posición (que está asociada al menos con la suposición de que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda ha fallado). Además, el sensor de presión puede incluir además un alojamiento construido de cualquier material apropiado (por ejemplo, plástico, metal). En una configuración, el elemento móvil puede incluir una porción que sobresale del alojamiento en la primera posición y está sustancialmente ocultado por el alojamiento en la segunda posición. En otra configuración, el elemento móvil puede incluir una porción que sobresale del alojamiento en la segunda posición y que está sustancialmente ocultado por el alojamiento en la primera posición.

El elemento móvil antes indicado puede estar caracterizado como móvil entre dos posiciones diferentes: una asociada con suponer que las válvulas de retención primera y segunda son funcionales, y la otra asociada con la suposición de que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda ha fallado. Este cambio en la posición del elemento móvil puede ser visualmente perceptible en el exterior del sensor de presión (por ejemplo, viendo el exterior del sensor de presión). El movimiento del elemento móvil entre dos posiciones diferentes también se puede caracterizar como proporcionar un cambio visualmente perceptible de la forma del exterior del sensor de presión.

En otra disposición, al menos una porción del elemento móvil puede ser discernible en una de las posiciones primera y segunda y puede no ser discernible en la otra de las posiciones primera y segunda. Por ejemplo, se puede suponer una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda cuando la porción del elemento móvil no es discernible y se puede suponer una condición de funcionamiento adecuado de cada una de las válvulas de retención primera y segunda cuando la porción del elemento móvil es discernible, o viceversa. En

una variante, el alojamiento puede incluir una ventana (por ejemplo, una porción semitransparente o transparente). En una realización, la porción del elemento móvil puede ser discernible a través de la ventana en una de las posiciones primera y segunda y puede no ser discernible en la otra de las posiciones primera y segunda. En otra realización, el elemento móvil puede ser discernible a través de la ventana en cada una de las posiciones primera y segunda, y un cambio en la forma del elemento móvil puede ser discernido por un movimiento entre las posiciones primera y segunda. En otra realización, al menos parte del elemento móvil puede ser discernible en una de las posiciones primera y segunda, y la totalidad del elemento móvil puede no ser discernible a través de la ventana en la otra de las posiciones primera y segunda.

El elemento móvil puede tener cualquier forma apropiada. Por ejemplo, en una variante, el elemento móvil puede tener forma de un pistón sustancialmente no deformable: el pistón puede ser movido por algo distinto de una deformación o cambio de forma entre las dos posiciones indicadas. En otra variante, el elemento móvil puede incluir un diafragma. El exterior de este diafragma puede experimentar un cambio de forma visualmente discernible en respuesta a al menos una supuesta condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda.

En una realización, el sensor de presión puede incluir un orificio que es interconectable por fluido con la primera sección del tubo de fluido médico. El sensor de presión también puede incluir un transductor de presión interconectado al orificio. Se apreciará que el transductor de presión puede medir o supervisar apropiadamente la presión de fluido en la primera sección del tubo médico y puede comunicar con cualquier dispositivo apropiado (por ejemplo, dispositivo informático, sistema de control) para transmitirle las lecturas de presión de fluido y/o permitir el control del transductor de presión de cualquier manera apropiada.

En una realización, cualquiera de los conjuntos de tubos de fluido médico anteriores puede ser utilizable como parte de un sistema de inyección de fluido médico. Por ejemplo, un sistema de inyección de fluido médico puede incluir un dispositivo de inyección, una sección de tubo de pacientes múltiples interconectada con el dispositivo de inyección, y cualquiera de los conjuntos de tubos de fluido médico antes descritos. En esta realización, el conjunto de tubos de fluido médico incluye o puede ser caracterizado como una sección de tubo específica de paciente y está interconectado con la sección de tubo de pacientes múltiples de tal manera que la sección de tubo de pacientes múltiples esté situada entre el dispositivo de inyección y la sección de tubo específica de paciente. En una variante, una fuente de fluido puede estar interconectada por fluido con el dispositivo de inyección. Por ejemplo, la fuente de fluido puede incluir un volumen de cualquier fluido apropiado (por ejemplo, salina, medio de contraste) para acomodar múltiples inyecciones realizadas por el dispositivo de inyección.

También se describe un método de evaluar un conjunto de tubos de fluido médico antes del uso, incluyendo una primera sección de tubo médico y válvulas de retención primera y segunda que están espaciadas dentro de dicha primera sección de tubo médico, incluyendo el método: supervisar una presión de fluido en dicha primera sección de tubo médico entre dichas válvulas de retención primera y segunda; evaluar una condición operativa de al menos una de dichas válvulas de retención primera y segunda en base a dicho paso de supervisión; y proporcionar una indicación, después de dicho paso de evaluación, que identifica al menos un supuesto fallo de al menos una de dichas válvulas de retención primera y segunda.

El paso de supervisar se puede seleccionar a partir del grupo que consiste en supervisar mecánicamente la presión de fluido (por ejemplo, con un elemento móvil), supervisar eléctricamente la presión de fluido (por ejemplo, con un transductor de presión), o una combinación de los mismos. Por ejemplo, la indicación se puede seleccionar a partir del grupo que consta de visual, audible, táctil, o cualquier combinación de las mismas.

El paso de evaluación incluye comparar la presión de fluido del paso de supervisión con una presión de apertura de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda. El paso de evaluación puede incluir asociar una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda con el paso de supervisión que identifica una caída predeterminada de la magnitud de la presión de fluido. El paso de evaluación puede incluir asociar una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda con el paso de supervisión que identifica que la presión de fluido es menor que una presión de apertura de al menos una o cada una de las válvulas de retención primera y segunda. En una disposición, el conjunto de tubos de fluido médico puede ser desechado si el paso de evaluación identifica la aparición de la condición de fallo. En otra disposición, es posible que solamente una porción del conjunto de tubos de fluido médico tenga que ser desechada si el paso de evaluación no identifica la aparición de una condición de fallo.

El método puede incluir los pasos de dirigir un flujo de fluido a través del conjunto de tubos de fluido médico, abrir cada una de las válvulas de retención primera y segunda en respuesta al paso de dirección, terminar el paso de dirigir, y cerrar las válvulas de retención primera y segunda en respuesta al paso de terminación. A continuación, el paso de evaluación puede incluir determinar si al menos una de las válvulas de retención primera y segunda se ha abierto después del paso de cierre y antes de cualquier iniciación adicional del paso de dirigir. Por ejemplo, se puede determinar que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda se ha abierto si la presión de fluido identificada en el paso de supervisión es menor que una presión de apertura de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda.

Un método de usar una disposición de tubos puede incluir ejecutar alguno de los métodos de evaluación antes descritos.

Varios refinamientos de elementos y elementos adicionales son aplicables a la invención antes indicada. Estos refinamientos de elementos y elementos adicionales se pueden usar individualmente o en cualquier combinación. Cualquier elemento de cualquier otro aspecto de la presente invención que se pretenda limitar a un contexto "singular" o análogos, se indicará aquí claramente con términos como "solamente", "solo", "limitado a" o análogos. La simple introducción de un elemento según la práctica base de los antecedentes comúnmente aceptada no limita el elemento correspondiente al singular (por ejemplo, indicar que un inyector de potencia incluye "una jeringa" sola, no significa que el inyector de potencia incluya solamente una sola jeringa). Además, la no utilización de expresiones como "al menos uno" tampoco limita el elemento correspondiente al singular (por ejemplo, indicar que un inyector de potencia incluye "una jeringa" sola no significa que el inyector de potencia incluya solamente una sola jeringa). El uso de la expresión "al menos en general" o análogos en relación a un elemento concreto abarca las variaciones características correspondientes y no sustanciales del mismo (por ejemplo, indicar que un cilindro de jeringa es al menos generalmente cilíndrico abarca el cilindro de jeringa que es realmente cilíndrico). Finalmente, una referencia a un elemento en unión con la expresión "en una realización" no limita el uso del elemento a una sola realización.

Cualquier inyector de potencia que pueda ser utilizado para realizar una descarga de fluido puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. Cualquier inyector de potencia puede utilizar uno o más accionadores de émbolo de jeringa de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados, donde cada accionador de émbolo de jeringa es capaz de al menos movimiento bidireccional (por ejemplo, un movimiento en una primera dirección para descargar fluido; un movimiento en una segunda dirección para acomodar una carga y/o aspiración de fluido y/o con el fin de volver a una posición para una operación posterior de descarga de fluido), y donde cada accionador de émbolo de jeringa puede interactuar con su pistón de jeringa correspondiente de cualquier manera apropiada (por ejemplo, por contacto mecánico; por un acoplamiento apropiado (mecánico o de otro modo)) de manera que sea capaz de avanzar el émbolo de jeringa en al menos una dirección (por ejemplo, para descargar fluido). Cada accionador de émbolo de jeringa puede utilizar una o más fuentes de accionamiento de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. Se puede combinar múltiples salidas de fuentes de accionamiento de cualquier manera apropiada para avanzar un solo pistón de jeringa en un tiempo dado. Una o más fuentes de accionamiento pueden estar dedicadas a un solo accionador de émbolo de jeringa, una o más fuentes de accionamiento pueden estar asociadas con múltiples accionadores de émbolo de jeringa (por ejemplo, incorporando una transmisión de tipos para cambiar la salida de un émbolo de jeringa a otro émbolo de jeringa), o su combinación. Las formas de fuentes de accionamiento representativas incluyen un motor eléctrico con o sin escobillas, un motor hidráulico, un motor neumático, un motor piezoeléctrico, o un motor paso a paso.

Se puede usar cualquier inyector de potencia así para cualquier aplicación apropiada donde se desee la administración de uno o más fluidos médicos, incluyendo, sin limitación, cualquier aplicación apropiada de formación de imágenes médicas (por ejemplo, formación de imágenes por tomografía computerizada o CT; formación de imágenes por resonancia magnética o MRI; tomografía computerizada por emisión de fotón único o formación de imágenes por tomografía por emisión de positrones o SPECT; formación de imágenes PET; formación de imágenes por rayos X; formación de imágenes angiográficas; formación de imágenes ópticas; formación de imágenes por ultrasonido) y/o cualquier aplicación apropiada de diagnóstico médico y/o terapéutica (por ejemplo, inyección de quimioterapia, gestión del dolor, etc). Se puede usar cualquier inyector de potencia así en unión con cualquier componente o combinación de componentes, tal como un sistema apropiado de formación de imágenes (por ejemplo, un escáner CT). Por ejemplo, la información podría ser transportada entre cualquier inyector de potencia así y uno u otros varios componentes (por ejemplo, información de retardo de exploración, señal de inicio de inyección, tasa de inyección).

Se puede utilizar cualquier número apropiado de jeringas con cualquier inyector de potencia así de cualquier manera apropiada (por ejemplo, soltablemente; de carga frontal; de carga posterior; de carga lateral), cualquier fluido médico apropiado puede ser descargado de una jeringa dada de cualquier inyector de potencia así (por ejemplo, medio de contraste, fluido terapéutico, un radiofármaco, salina, y cualquier combinación de los mismos), y cualquier fluido apropiado puede ser descargado de una configuración de múltiples inyectores de potencia de jeringa de cualquier manera apropiada (por ejemplo, secuencialmente, simultáneamente), o cualquier combinación de los mismos. En una realización, el fluido descargado de una jeringa por operación del inyector de potencia es dirigido a un conducto (por ejemplo, conjunto de tubos médicos), donde este conducto está interconectado por fluido con la jeringa de cualquier manera apropiada y dirige fluido a una posición deseada (por ejemplo, a un catéter que se inserta en un paciente para inyección). Múltiples jeringas pueden descargar a un conducto común (por ejemplo, para provisión a un solo lugar de inyección), o una jeringa puede descargar a un conducto (por ejemplo, para provisión a un lugar de inyección), mientras que otra jeringa puede descargar a un conducto diferente (por ejemplo, para provisión a un lugar de inyección diferente). En una realización, cada jeringa incluye un cilindro de jeringa y un pistón que está dispuesto dentro y es móvil con relación al cilindro de jeringa. Este pistón puede estar en interfaz con el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa del inyector de potencia de tal manera que el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa sea capaz de avanzar el émbolo en al menos una dirección, y posiblemente en dos direcciones opuestas diferentes.

En el sentido en que se usa aquí, el término “interconectado por fluido” se refiere a dos o más componentes o entidades que están conectados (directa o indirectamente) de tal manera que pueda fluir fluido (por ejemplo, unidireccional o bidireccionalmente) en un recorrido de flujo predeterminado entremedio al menos en algún punto del tiempo (por ejemplo, después de abrir una o más válvulas). Por ejemplo, “un dispositivo de inyección interconectado por fluido a un paciente” describe una configuración donde puede fluir fluido desde el dispositivo de inyección a través de cualesquiera dispositivos de interconexión (por ejemplo, tubos, conectores) al paciente (por ejemplo, a la vasculatura del paciente).

Breve descripción de las figuras

La figura 1 es un esquema de una realización de un inyector de potencia.

La figura 2A es una vista en perspectiva de una realización de un inyector de potencia de cabezal doble montado en soporte portátil.

La figura 2B es una vista en perspectiva ampliada, parcialmente despiezada, de un cabezal de potencia usado por el inyector de potencia de la figura 2A.

La figura 2C es un esquema de una realización de un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa usado por el inyector de potencia de la figura 2A.

La figura 3 es un esquema de una realización de un sistema de inyección de dosis múltiples que usa tanto una sección de tubo de pacientes múltiples como una sección de tubo específica de paciente, pero no según la invención.

La figura 4 es un esquema de otra realización de un sistema de inyección de dosis múltiples que usa tanto una sección de tubo de pacientes múltiples como una sección de tubo específica de paciente, pero no según la invención.

La figura 5 es una vista en perspectiva de una realización de un dispositivo de válvula de retención doble que puede ser usado por las secciones de tubo específicas de paciente de los sistemas de inyección de dosis múltiples de las figuras 3 y 4.

La figura 6A es una vista en sección transversal de un sensor de presión que puede ser usado por el dispositivo de válvula de retención doble de la figura 5, tomada a lo largo de la línea 6-6 en la figura 5, que ilustra una condición en la que se supone que ambas válvulas de retención son operativas.

La figura 6B es una vista en sección transversal del sensor de presión de la figura 6A, que ilustra una condición en la que se supone al menos que al menos una de las válvulas de retención ha fallado.

La figura 7A es una vista en sección transversal de otro sensor de presión que puede ser usado por el dispositivo de válvula de retención doble de la figura 5, que ilustra una condición en la que se supone que ambas válvulas de retención son operativas.

La figura 7B es una vista en sección transversal del sensor de presión de la figura 7A, que ilustra una condición en la que se supone al menos que al menos una de las válvulas de retención ha fallado.

La figura 8A es una vista en sección transversal de otro sensor de presión que puede ser usado por el dispositivo de válvula de retención doble de la figura 5, que ilustra una condición en la que se supone que ambas válvulas de retención son operativas.

La figura 8B es una vista en sección transversal del sensor de presión de la figura 8A, que ilustra una condición en la que se supone al menos que al menos una de las válvulas de retención ha fallado.

La figura 9 es una vista en perspectiva de otro sensor de presión que puede ser usado por el dispositivo de válvula de retención doble de la figura 5.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un método de usar y/o evaluar una disposición de tubo (por ejemplo, conjunto de tubos de fluido médico).

Descripción detallada

La figura 1 presenta un esquema de una realización de un inyector de potencia 10 que tiene un cabezal de potencia 12. Una o más interfaces gráficas de usuario o GUIs 11 pueden estar asociadas con el cabezal de potencia 12. Cada GUI 11: 1) puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados; 2) puede estar

operativamente interconectada con el cabezal de potencia 12 de cualquier manera apropiada; 3) se puede disponer en cualquier posición apropiada; 4) puede estar configurada para realizar alguna de las funciones siguientes: controlar uno o más aspectos de la operación del inyector de potencia 10; introducir/editar uno o más parámetros asociados con la operación del inyector de potencia 10; y presentar información apropiada (por ejemplo, asociada con la operación del inyector de potencia 10); o 5) cualquier combinación de lo anterior. Se puede utilizar cualquier número apropiado de GUIs 11. En una realización, el inyector de potencia 10 incluye una GUI 11 realizada por una consola que está separada pero que comunica con el cabezal de potencia 12. En otra realización, el inyector de potencia 10 incluye una GUI 11 que es parte del cabezal de potencia 12. En otra realización, el inyector de potencia 10 utiliza una GUI 11 en una consola separada que comunica con el cabezal de potencia 12, y también utiliza otra GUI 11 que está en el cabezal de potencia 12. Cada GUI 11 podría realizar la misma funcionalidad o conjunto de funcionalidades, o las GUIs 11 pueden diferir en al menos algún aspecto en relación a sus respectivas funcionalidades.

Una jeringa 28 puede estar instalada en el cabezal de potencia 12 y, cuando está instalada, se puede considerar que es parte del inyector de potencia 10. Algunos procedimientos de inyección pueden dar lugar a que se genere una presión relativamente alta dentro de la jeringa 28. A este respecto, puede ser deseable disponer la jeringa 28 dentro de una camisa de presión 26. La camisa de presión 26 está asociada típicamente con el cabezal de potencia 12 de una manera que permita disponer en él la jeringa 28 como una parte o después de instalar la jeringa 28 en el cabezal de potencia 12. La misma camisa de presión 26 permanecerá típicamente asociada con el cabezal de potencia 12, cuando varias jeringas 28 se coloquen dentro y quiten de la camisa de presión 26 para múltiples procedimientos de inyección. El inyector de potencia 10 puede eliminar la camisa de presión 26 si el inyector de potencia 10 está configurado/es utilizado para inyecciones a presión baja y/o si la(s) jeringa(s) 28 a utilizar con el inyector de potencia 10 es (son) de durabilidad suficiente para resistir inyecciones a alta presión sin el soporte adicional que proporciona una camisa de presión 26. En cualquier caso, el fluido descargado de la jeringa 28 puede ser dirigido a un conducto 38 de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados, que puede estar interconectado por fluido con la jeringa 28 de cualquier manera apropiada, y que puede dirigir fluido a cualquier posición apropiada (por ejemplo, a un paciente).

El cabezal de potencia 12 incluye un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa o accionador de émbolo de jeringa 14 que interactúa (por ejemplo, está en interfaz) con la jeringa 28 (por ejemplo, su émbolo 32) para descargar fluido de la jeringa 28. Este conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 incluye una fuente de accionamiento 16 (por ejemplo, un motor de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados, engranaje opcional, y análogos) que mueva una salida de accionamiento 18 (por ejemplo, un tornillo de accionamiento rotativo). Un pistón 20 puede hacerse avanzar a lo largo de un recorrido apropiado (por ejemplo, axial) por la salida de accionamiento 18. El pistón 20 puede incluir un acoplador 22 para interactuar o estar en interfaz con una porción correspondiente de la jeringa 28 de una manera que se explicará más adelante.

La jeringa 28 incluye un pistón o émbolo 32 que está dispuesto de forma móvil dentro de un cilindro de jeringa 30 (por ejemplo, para movimiento axial alternativo a lo largo de un eje que coincide con la flecha de doble cabeza B). El émbolo 32 puede incluir un acoplador 34. Este acoplador de émbolo de jeringa 34 puede interactuar o estar en interfaz con el acoplador de pistón 22 para permitir que el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 retire el émbolo de jeringa 32 dentro del cilindro de jeringa 30. El acoplador de émbolo de jeringa 34 puede tener forma de un eje 36a que se extiende desde un cuerpo del émbolo de jeringa 32, conjuntamente con un cabezal o botón 36b. Sin embargo, el acoplador de émbolo de jeringa 34 puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados.

En general, el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 del inyector de potencia 10 puede interactuar con el émbolo de jeringa 32 de la jeringa 28 de cualquier manera apropiada (por ejemplo, por contacto mecánico; por un acoplamiento apropiado (mecánico u otro)) de manera que sea capaz de mover o avanzar el émbolo de jeringa 32 (con relación al cilindro de jeringa 30) en al menos una dirección (por ejemplo, para descargar fluido de la jeringa correspondiente 28). Es decir, aunque el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 pueda ser capaz de movimiento bidireccional (por ejemplo, mediante la operación de la misma fuente de accionamiento 16), el inyector de potencia 10 puede estar configurado de tal manera que la operación del conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 solamente mueva realmente cada émbolo de jeringa 32 que sea utilizado por el inyector de potencia 10 en una dirección solamente. Sin embargo, el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 puede estar configurado para interactuar con cada émbolo de jeringa 32 usado por el inyector de potencia 10 de manera que sea capaz de mover cada émbolo de jeringa 32 en cada una de dos direcciones diferentes (por ejemplo en direcciones diferentes a lo largo de un recorrido axial común).

La retracción del émbolo de jeringa 32 puede ser utilizada para introducir una carga de fluido en el cilindro de jeringa 30 para una inyección o descarga posterior, puede ser utilizada para aspirar realmente fluido al cilindro de jeringa 30 para una inyección o descarga posterior, o para cualquier otra finalidad apropiada. Algunas configuraciones pueden no requerir que el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 sea capaz de retirar el émbolo de jeringa 32, en cuyo caso el acoplador de pistón 22 y el acoplador de émbolo de jeringa 34 pueden no ser deseables. En este caso, el conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 14 se puede retirar para efectuar otra operación de administración de fluido (por ejemplo, después de instalar otra jeringa prellenada 28). Incluso cuando se utiliza un

acoplador de pistón 22 y un acoplador de émbolo de jeringa 34, estos componentes pueden estar acoplados o no cuando el pistón 20 avance el émbolo de jeringa 32 para descargar fluido de la jeringa 28 (por ejemplo, el pistón 20 puede “empujar” simplemente el acoplador de émbolo de jeringa 34 o directamente un extremo próximo del émbolo de jeringa 32). Se puede utilizar cualquier movimiento único o combinación de movimientos en cualquier dimensión apropiada o combinación de dimensiones para disponer el acoplador de pistón 22 y el acoplador de émbolo de jeringa 34 en un estado o condición acoplado, para disponer el acoplador de pistón 22 y el acoplador de émbolo de jeringa 34 en un estado o condición no acoplado, o ambos.

La jeringa 28 se puede instalar en el cabezal de potencia 12 de cualquier manera apropiada. Por ejemplo, la jeringa 28 podría estar configurada para instalarse directamente en el cabezal de potencia 12. En la realización ilustrada, se monta apropiadamente un alojamiento 24 en el cabezal de potencia 12 para proporcionar una interfaz entre la jeringa 28 y el cabezal de potencia 12. Este alojamiento 24 puede tener forma de un adaptador en el que se pueda instalar una o varias configuraciones de jeringas 28, y donde se podría instalar directamente al menos una configuración para una jeringa 28 en el cabezal de potencia 12 sin usar ningún adaptador. El alojamiento 24 también puede tener forma de una placa frontal en la que se puede instalar una o varias configuraciones de jeringas 28. En este caso, puede ser que se necesite una placa frontal para instalar una jeringa 28 en el cabezal de potencia 12: la jeringa 28 no podría instalarse en el cabezal de potencia 12 sin la placa frontal. Cuando se use una camisa de presión 26, se puede instalar en el cabezal de potencia 12 de las varias maneras aquí explicadas en relación a la jeringa 28, y entonces la jeringa 28 se instalará a continuación en la camisa de presión 26.

El alojamiento 24 se puede montar y permanecer en una posición fija con relación al cabezal de potencia 12 al instalar una jeringa 28. Otra opción es interconectar de forma móvil el alojamiento 24 y el cabezal de potencia 12 para poder instalar una jeringa 28. Por ejemplo, el alojamiento 24 se puede mover dentro de un plano que contenga la flecha de doble cabeza A para proporcionar uno o varios de un estado o condición acoplado y un estado o condición no acoplado entre el acoplador de pistón 22 y el acoplador de émbolo de jeringa 34.

Una configuración concreta de inyector de potencia se ilustra en la figura 2A, se identifica con el número de referencia 40, y es, al menos en general, según el inyector de potencia 10 de la figura 1. El inyector de potencia 40 incluye un cabezal de potencia 50 que se monta en un soporte portátil 48. Dos jeringas 86a, 86b para el inyector de potencia 40 están montadas en el cabezal de potencia 50. Se puede descargar fluido de las jeringas 86a, 86b durante la operación del inyector de potencia 40.

El soporte portátil 48 puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. Se puede utilizar ruedas, rodillos, ruedas para muebles, o análogos para hacer que el soporte 48 sea portátil. El cabezal de potencia 50 se podría mantener en una posición fija con relación al soporte portátil 48. Sin embargo, puede ser deseable poder regular la posición del cabezal de potencia 50 con relación al soporte portátil 48 al menos de alguna manera. Por ejemplo, puede ser deseable poner el cabezal de potencia 50 en una posición con relación al soporte portátil 48 al cargar fluido en una o varias jeringas 86a, 86b, y poner el cabezal de potencia 50 en una posición diferente con relación al soporte portátil 48 para la realización de un procedimiento de inyección. A este respecto, el cabezal de potencia 50 puede estar interconectado de forma móvil con el soporte portátil 48 de cualquier manera apropiada (por ejemplo, de tal manera que el cabezal de potencia 50 se pueda pivotar al menos un cierto rango de movimiento; y a continuación sujetar en la posición deseada).

Se deberá apreciar que el cabezal de potencia 50 podría soportarse de cualquier manera apropiada para proporcionar fluido. Por ejemplo, en lugar de montarse en una estructura portátil, el cabezal de potencia 50 podría estar interconectado con un conjunto de soporte, que, a su vez, esté montado en una estructura apropiada (por ejemplo, techo, pared, suelo). Cualquier conjunto de soporte para el cabezal de potencia 50 puede ser posicionalmente regulable al menos en algún aspecto (por ejemplo, por tener una o varias secciones de soporte que se pueden recolocar con relación a una u otras varias secciones de soporte), o mantenerse en una posición fija. Además, el cabezal de potencia 50 puede estar integrado con cualquier conjunto de soporte de manera que se mantenga en una posición fija o de manera que se pueda regular con relación al conjunto de soporte.

El cabezal de potencia 50 incluye una interfaz gráfica de usuario o GUI 52. Esta GUI 52 puede estar configurada para realizar una o alguna combinación de las funciones siguientes: controlar uno o más aspectos de la operación del inyector de potencia 40; introducir/editar uno o más parámetros asociados con la operación del inyector de potencia 40; y presentar información apropiada (por ejemplo, asociada con la operación del inyector de potencia 40). El inyector de potencia 40 también puede incluir una consola 42 y un bloque de alimentación 46 que pueden estar en comunicación con el cabezal de potencia 50 de cualquier manera apropiada (por ejemplo, mediante uno o más cables), que se pueden colocar en una mesa o montar en un rack electrónico en una sala de examen o en cualquier otra posición apropiada, o ambos. El bloque de alimentación 46 puede incluir uno o varios de los siguientes y en cualquier combinación apropiada: una fuente de alimentación para el inyector 40; circuitería de interfaz para proporcionar comunicación entre la consola 42 y el cabezal de potencia 50; circuitería para permitir la conexión del inyector de potencia 40 a unidades remotas tal como consolas remotas, conmutadores de control remoto con la mano o el pie, u otras conexiones de control remoto de fabricante de equipo original (OEM) (por ejemplo, para que la operación de inyector de potencia 40 pueda ser sincronizada con la exposición a rayos X de un sistema de formación de imágenes); y cualquier otro conjunto de componentes apropiado. La consola 42 puede incluir una

pantalla táctil 44, que, a su vez, puede realizar una o varias de las funciones siguientes y en cualquier combinación apropiada: permitir que un operador controle a distancia uno o más aspectos de la operación del inyector de potencia 40; permitir que el operador introduzca/edite uno o más parámetros asociados con la operación del inyector de potencia 40; permitir que el operador especifique y almacene programas para operación automatizada del inyector de potencia 40 (que más tarde pueden ser ejecutados automáticamente por el inyector de potencia 40 a la iniciación por parte del operador); y presentar cualquier información apropiada en relación al inyector de potencia 40 e incluyendo cualquier aspecto de su operación.

Varios detalles relativos a la integración de las jeringas 86a, 86b con el cabezal de potencia 50 se presentan en la figura 2B. Cada jeringa 86a, 86b incluye los mismos componentes generales. La jeringa 86a incluye un émbolo o pistón 90a que está dispuesto de forma móvil dentro de un cilindro de jeringa 88a. El movimiento del pistón 90a a lo largo de un eje 100a (figura 2A) mediante la operación del cabezal de potencia 50 descargará fluido desde dentro de un cilindro de jeringa 88a a través de una boquilla 89a de la jeringa 86a. Un conducto apropiado (no representado) estará interconectado típicamente por fluido con la boquilla 89a de cualquier manera apropiada para dirigir fluido a una posición deseada (por ejemplo, un paciente). Igualmente, la jeringa 86b incluye un émbolo o pistón 90b que está dispuesto de forma móvil dentro de un cilindro de jeringa 88b. El movimiento del pistón 90b a lo largo de un eje 100b (figura 2A) mediante la operación del cabezal de potencia 50 descargará fluido desde dentro del cilindro de jeringa 88b a través de una boquilla 89b de la jeringa 86b. Un conducto apropiado (no representado) estará interconectado típicamente por fluido con la boquilla 89b de cualquier manera apropiada para dirigir fluido a una posición deseada (por ejemplo, un paciente).

La jeringa 86a está interconectada con el cabezal de potencia 50 mediante una placa frontal intermedia 102a. Esta placa frontal 102a incluye una cuna 104 que soporta al menos parte del cilindro de jeringa 88a, y que puede proporcionar/acomodar cualquier funcionalidad adicional o combinación de funcionalidades. Un montaje 82a está dispuesto y está fijado con relación al cabezal de potencia 50 para interfaz con la placa frontal 102a. Un acoplador de pistón 76 de un pistón 74 (figura 2C), que son parte de un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa o accionador de émbolo de jeringa 56 (figura 2C) para la jeringa 86a, está colocado cerca de la placa frontal 102a cuando se monta en el cabezal de potencia 50. Detalles relativos al conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 56 se explicarán con más detalle más adelante en relación a la figura 2C. En general, el acoplador de pistón 76 puede estar acoplado con el émbolo de jeringa 90a de la jeringa 86a, y el acoplador de pistón 76 y el pistón 74 (figura 2C) se pueden mover entonces con relación al cabezal de potencia 50 para mover el émbolo de jeringa 90a a lo largo del eje 100a (figura 2A). Puede suceder que el acoplador de pistón 76 enganche con, pero no se acople realmente a, el émbolo de jeringa 90a al mover el émbolo de jeringa 90a para descargar fluido a través de la boquilla 89a de la jeringa 86a.

La placa frontal 102a se puede mover, al menos en general, dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringa 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la figura 2A), tanto para montar la placa frontal 102a como para quitar la placa frontal 102a de su montaje 82a en el cabezal de potencia 50. La placa frontal 102a se puede usar para acoplar el émbolo de jeringa 90a con su acoplador de pistón correspondiente 76 en el cabezal de potencia 50. A este respecto, la placa frontal 102a incluye un par de asas 106a. En general y con la jeringa 86a inicialmente colocadas dentro de la placa frontal 102a, las asas 106a se pueden mover, a su vez, para mover/trasladar la jeringa 86a al menos en general dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringa 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la figura 2A). El movimiento de las asas 106a a una posición mueve/traslada la jeringa 86a (con relación a la placa frontal 102a) al menos en general en una dirección hacia abajo para acoplar su émbolo de jeringa 90a con su acoplador de pistón correspondiente 76. El movimiento de las asas 106a a otra posición mueve/traslada la jeringa 86a (con relación a la placa frontal 102a) en al menos una dirección generalmente hacia arriba para desacoplar su émbolo de jeringa 90a de su acoplador de pistón correspondiente 76.

La jeringa 86b está interconectada con el cabezal de potencia 50 mediante una placa frontal intermedia 102b. Un montaje 82b está dispuesto en y fijado con relación al cabezal de potencia 50 para interfaz con la placa frontal 102b. Un acoplador de pistón 76 de un pistón 74 (figura 2C), que son parte de un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 56 para la jeringa 86b, está colocado cerca de la placa frontal 102b cuando está montada en el cabezal de potencia 50. Detalles relativos al conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 56 se explicarán de nuevo con más detalle más adelante en relación a la figura 2C. En general, el acoplador de pistón 76 puede estar acoplado con el émbolo de jeringa 90b de la jeringa 86b, y el acoplador de pistón 76 y el pistón 74 (figura 2C) se pueden mover con relación al cabezal de potencia 50 para mover el émbolo de jeringa 90b a lo largo del eje 100b (figura 2A). Puede suceder que el acoplador de pistón 76 enganche con, pero no se acople realmente a, el émbolo de jeringa 90b al mover el émbolo de jeringa 90b para descargar fluido a través de la boquilla 89b de la jeringa 86b.

La placa frontal 102b se puede mover al menos en general dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringa 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la figura 2A), tanto para montar la placa frontal 102b como para quitar la placa frontal 102b de su montaje 82b en el cabezal de potencia 50. La placa frontal 102b también se puede usar para acoplar el émbolo de jeringa 90b con su acoplador de pistón correspondiente 76 en el cabezal de potencia 50. A este respecto, la placa frontal 102b puede incluir un asa 106b. En general y con la jeringa 86b colocada inicialmente dentro de la placa frontal 102b, la jeringa

86b se puede girar a lo largo de su eje largo 100b (figura 2A) y con relación a la placa frontal 102b. Esta rotación puede ser realizada moviendo el asa 106b, agarrando y girando la jeringa 86b, o ambos. En cualquier caso, esta rotación mueve/traslada tanto la jeringa 86b como la placa frontal 102b al menos en general dentro de un plano que es ortogonal a los ejes 100a, 100b (asociados con el movimiento de los émbolos de jeringa 90a, 90b, respectivamente, e ilustrados en la figura 2A). El giro de la jeringa 86b en una dirección mueve/traslada la jeringa 86b y la placa frontal 102b en al menos una dirección generalmente hacia abajo para acoplar el émbolo de jeringa 90b con su acoplador de pistón correspondiente 76. El giro de la jeringa 86b en la dirección opuesta mueve/traslada la jeringa 86b y la placa frontal 102b en al menos una dirección generalmente hacia arriba para desacoplar su émbolo de jeringa 90b de su acoplador de pistón correspondiente 76.

Como se ilustra en la figura 2B, el émbolo de jeringa 90b incluye un cuerpo de émbolo 92 y un acoplador de émbolo de jeringa 94. Este acoplador de émbolo de jeringa 94 incluye un eje 98 que se extiende desde el cuerpo de émbolo 92, junto con un cabezal 96 que está espaciado del cuerpo de émbolo 92. Cada uno de los acopladores de pistón 76 incluye una ranura más grande que está colocada detrás de una ranura más pequeña en la cara del acoplador de pistón 76. El cabezal 96 del acoplador de émbolo de jeringa 94 puede estar colocado dentro de la ranura más grande del acoplador de pistón 76, y el eje 98 del acoplador de émbolo de jeringa 94 se puede extender a través de la ranura más pequeña en la cara del acoplador de pistón 76 cuando el émbolo de jeringa 90b y su acoplador de pistón correspondiente 76 están en un estado o condición acoplado. El émbolo de jeringa 90a puede incluir un acoplador de émbolo de jeringa similar 94 para interfaz con su acoplador de pistón correspondiente 76.

El cabezal de potencia 50 se utiliza para descargar fluido de las jeringas 86a, 86b en el caso del inyector de potencia 40. Es decir, el cabezal de potencia 50 proporciona la fuerza motriz para descargar fluido de cada una de las jeringas 86a, 86b. Una realización de lo que se puede caracterizar como un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa o accionador de émbolo de jeringa se ilustra en la figura 2C, se identifica con el número de referencia 56, y puede ser utilizado por el cabezal de potencia 50 para descargar fluido de cada una de las jeringas 86a, 86b. Un conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa separado 56 puede estar incorporado en el cabezal de potencia 50 para cada una de las jeringas 86a, 86b. A este respecto y con referencia de nuevo a las figuras 2A-B, el cabezal de potencia 50 puede incluir mandos de mano 80a y 80b para uso al controlar por separado cada uno de los conjuntos de accionamiento de émbolo de jeringa 56.

Inicialmente y en relación al conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 56 de la figura 2C, cada uno de sus componentes individuales puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. El conjunto de accionamiento de émbolo de jeringa 56 incluye un motor 58, que tiene un eje de salida 60. Un engranaje de accionamiento 62 está montado en el eje de salida 60 del motor 58 y gira con él. El engranaje de accionamiento 62 engancha o se puede enganchar al menos con un engranaje movido 64. Este engranaje movido 64 está montado en un tornillo de accionamiento o eje 66 y gira con él. El eje alrededor del que gira el tornillo de accionamiento 66 se identifica con el número de referencia 68. Uno o más cojinetes 72 soportan apropiadamente el tornillo de accionamiento 66.

Un carro o pistón 74 está montado de forma móvil en el tornillo de accionamiento 66. En general, la rotación del tornillo de accionamiento 66 en una dirección avanza axialmente el pistón 74 a lo largo del tornillo de accionamiento 66 (y por ello a lo largo del eje 68) en la dirección de la jeringa correspondiente 86a/b, mientras que la rotación del tornillo de accionamiento 66 en la dirección opuesta avanza axialmente el pistón 74 a lo largo del tornillo de accionamiento 66 (y por ello a lo largo del eje 68) alejándolo de la jeringa correspondiente 86a/b. A este respecto, el perímetro de al menos parte del tornillo de accionamiento 66 incluye roscas helicoidales 70 que están en interfaz con al menos parte del pistón 74. El pistón 74 también está montado de forma móvil dentro de un casquillo apropiado 78 que no permite que el pistón 74 gire durante una rotación del tornillo de accionamiento 66. Por lo tanto, la rotación del tornillo de accionamiento 66 proporciona un movimiento axial del pistón 74 en una dirección determinada por la dirección rotacional del tornillo de accionamiento 66.

El pistón 74 incluye un acoplador 76 que puede estar acoplado soltablemente con un acoplador de émbolo de jeringa 94 del émbolo de jeringa 90a/b de la jeringa correspondiente 86a/b. Cuando el acoplador de pistón 76 y el acoplador de émbolo de jeringa 94 están acoplados apropiadamente, el émbolo de jeringa 90a/b se mueve junto con el pistón 74. La figura 2C ilustra una configuración donde la jeringa 86a/b se puede mover a lo largo de su eje correspondiente 100a/b sin estar acoplada al pistón 74. Cuando la jeringa 86a/b se mueve a lo largo de su eje correspondiente 100a/b de tal manera que el cabezal 96 de su émbolo de jeringa 90a/b esté alineado con el acoplador de pistón 76, pero con los ejes 68 todavía en la configuración desviada de la figura 2C, la jeringa 86a/b se puede trasladar dentro de un plano que es ortogonal al eje 68 a lo largo del que se mueve el pistón 74. Esto establece un enganche acoplado entre el acoplador de pistón 76 y el acoplador de émbolo de jeringa 96 de la manera antes indicada.

Cada inyector de potencia 10, 40 de las figuras 1 y 2A-C puede ser usado para cualquier aplicación apropiada, incluyendo sin limitación para aplicaciones de formación de imágenes médicas donde se inyecta fluido a un sujeto (por ejemplo, un paciente) y/o cualquier aplicación apropiada de diagnóstico médico y/o terapéutica (por ejemplo, inyección de quimioterapia, gestión de dolor, etc). Las aplicaciones representativas de formación de imágenes médicas para los inyectores de potencia 10, 40 incluyen, sin limitación, formación de imágenes por tomografía

computerizada o CT, formación de imágenes por resonancia magnética o MRI, tomografía computerizada por emisión de fotón único o formación de imágenes por tomografía por emisión de positrones o SPECT o formación de imágenes PET, formación de imágenes por rayos X, formación de imágenes angiográficas, formación de imágenes ópticas, y formación de imágenes por ultrasonido. Los inyectores de potencia 10, 40 podrían usarse solos o en combinación con uno u otros varios componentes. Los inyectores de potencia 10, 40 pueden estar interconectados operativamente con uno o varios componentes, por ejemplo de modo que la información puede ser transportada entre el inyector de potencia 10, 40 y uno u otros varios componentes (por ejemplo, información de retardo de exploración, señal de inicio de inyección, tasa de inyección).

Cualquier número de jeringas puede ser utilizado por cada uno de los inyectores de potencia 10, 40, incluyendo, sin limitación, configuraciones de cabezal único (para una sola jeringa) y configuraciones de cabezal doble (para dos jeringas). En el caso de una configuración de jeringas múltiples, cada inyector de potencia 10, 40 puede descargar fluido de las varias jeringas de cualquier manera apropiada y según cualquier secuencia de temporización (por ejemplo, descargas secuenciales de dos o más jeringas, descarga simultánea de dos o más jeringas, o cualquier combinación de las mismas). Múltiples jeringas pueden descargar a un conducto común (por ejemplo, para provisión a un solo lugar de inyección), o una jeringa puede descargar a un conducto (por ejemplo, para provisión a un lugar de inyección), mientras que otra jeringa puede descargar a un conducto diferente (por ejemplo, para provisión a un lugar de inyección diferente). Cada jeringa utilizada por cada uno de los inyectores de potencia 10.40 puede incluir cualquier fluido apropiado (por ejemplo, un fluido médico), por ejemplo medio de contraste, fluido terapéutico, un radiofármaco, salina, y cualquier combinación de los mismos. Cada jeringa utilizada por cada uno de los inyectores de potencia 10, 40 se puede instalar de cualquier manera apropiada (por ejemplo, se puede utilizar configuraciones de carga trasera; se puede utilizar configuraciones de carga frontal; se puede utilizar configuraciones de carga lateral).

La figura 3 presenta una realización de un sistema de inyección 220 (por ejemplo, un sistema de inyección de dosis múltiples; un sistema de inyección de fluido médico; un sistema de inyección de dosis múltiples de fluido médico) que puede incorporar uno o más componentes del inyector de potencia 40 de la figura 2A. Una primera fuente de fluido 222 puede estar interconectada por fluido con un primer dispositivo de inyección 226 por un tubo de primera fuente de fluido 224. Una segunda fuente de fluido 228 puede estar interconectada por fluido con un segundo dispositivo de inyección 232 por un tubo de segunda fuente de fluido 230. Cualquier fluido apropiado puede ser utilizado por cada una de la primera fuente de fluido 222 y la segunda fuente de fluido 228. En una realización, la primera fuente de fluido 222 utiliza medio de contraste, mientras que la segunda fuente de fluido 228 utiliza salina o cualquier otro medio de lavado biocompatible apropiado. Cada una de la primera fuente de fluido 222 y la segunda fuente de fluido 228 puede tener un volumen de fluido que sea suficiente para múltiples inyecciones o procedimientos de inyección (por ejemplo, para múltiples pacientes).

El primer dispositivo de inyección 226 y el segundo dispositivo de inyección 232 pueden ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados (por ejemplo, un inyector de potencia). El tubo de primera fuente de fluido 224 y el tubo de segunda fuente de fluido 230 pueden tener forma de cualquier conducto apropiado (por ejemplo, tubo médico). Se puede incorporar cualquier componente apropiado o combinación de componentes en o uno o cada uno del tubo de primera fuente de fluido 224 y el tubo de segunda fuente de fluido 230 (por ejemplo, una o más válvulas de cualquier tipo apropiado).

Una sección de tubo reutilizable, multiuso o pacientes múltiples 234 puede estar interconectada por fluido con cada uno de los dispositivos de inyección 226, 232. Puede haber tres partes o secciones diferentes de la sección de tubo de pacientes múltiples 234: el tubo del primer dispositivo de inyección 236 que se extiende desde el primer dispositivo de inyección 226, el tubo de segundo dispositivo de inyección 238 que se extiende desde el segundo dispositivo de inyección 232, y el tubo de descarga común 240. El fluido descargado del primer dispositivo de inyección 226 puede ser dirigido al tubo de primer dispositivo de inyección 236, y luego al tubo de descarga común 240. El fluido descargado del segundo dispositivo de inyección 232 puede ser dirigido al tubo de segundo dispositivo de inyección 238, y luego al tubo de descarga común 240.

El tubo de primer dispositivo de inyección 236, el tubo de segundo dispositivo de inyección 238, y el tubo de descarga común 240 pueden estar formados integralmente, o se puede utilizar uno o más conectores apropiados para interconectar por fluido secciones adyacentes de la sección de tubo de pacientes múltiples 234. Se puede usar un conector apropiado para instalar el tubo de primer dispositivo de inyección 236 en el primer dispositivo de inyección 226, mientras que se puede usar un conector apropiado para instalar el tubo de segundo dispositivo de inyección 238 en el segundo dispositivo de inyección 232. Se puede disponer un conector 242 de cualquier tipo apropiado en un extremo libre del tubo de descarga común 240.

Un conjunto de tubos o sección de tubos desechable, de un solo uso, de paciente único o específico de paciente 244 puede estar interconectado por fluido con el tubo de descarga común 240 de la sección de tubo de pacientes múltiples 234 por un conector 246 de cualquier tipo apropiado de tal manera que la sección de tubo de pacientes múltiples 234 esté situada entre los dispositivos de inyección primero y segundo 226, 232 y la sección de tubo específica de paciente 244. La sección de tubo específica de paciente 244 incluye el tubo 248. Un dispositivo apropiado de acceso a vasculatura (por ejemplo, un catéter) 250 puede estar interconectado apropiadamente con el

tubo 248 (por ejemplo, mediante un conector apropiado).

Se puede incorporar cualquier componente apropiado o combinación de componentes en una o cada una de la sección de tubo de pacientes múltiples 234 y la sección de tubo específica de paciente 244 (por ejemplo, una o más válvulas de cualquier tipo apropiado). El tubo utilizado por cada una de la sección de tubo de pacientes múltiples 234 y la sección de tubo específica de paciente 244 puede ser de cualquier tipo apropiado (por ejemplo, tubo médico).

La figura 4 presenta otra realización de un sistema de inyección 260 (por ejemplo, un sistema de inyección de dosis múltiples; un sistema de inyección de fluido médico; un sistema de inyección de dosis múltiples de fluido médico). El sistema de inyección 260 puede incluir una primera fuente de fluido 262, una segunda fuente de fluido 266, un inyector de potencia 270, una sección de tubo reutilizable o de pacientes múltiples 276, y dicha sección de tubo específica de paciente 244. La primera fuente de fluido 262 puede estar interconectada por fluido con una primera jeringa 272 instalada en el inyector de potencia 270 por el tubo de primera fuente de fluido 278 (que puede ser parte de la sección de tubo de pacientes múltiples 276). La segunda fuente de fluido 266 puede estar interconectada por fluido con una segunda jeringa 274 instalada en el inyector de potencia 270 por un tubo de segunda fuente de fluido 280 (que puede ser parte de la sección de tubo de pacientes múltiples 276). Cualquier fluido apropiado puede ser utilizado por cada una de la primera fuente de fluido 262 y la segunda fuente de fluido 266. En una realización, la primera fuente de fluido 262 utiliza medio de contraste, mientras que la segunda fuente de fluido 266 utiliza salina o cualquier otro medio de lavado biocompatible apropiado. Cada una de la primera fuente de fluido 262 y la segunda fuente de fluido 266 puede tener un volumen de fluido que sea suficiente para múltiples inyecciones o procedimientos de inyección (por ejemplo, para múltiples pacientes). El tubo de primera fuente de fluido 278 y el tubo de segunda fuente de fluido 280 pueden tener forma de cualquier conducto apropiado (por ejemplo, tubo médico). Se puede incorporar cualquier componente apropiado o combinación de componentes en uno o cada uno del tubo de primera fuente de fluido 278 y el tubo de segunda fuente de fluido 280 (por ejemplo, una o más válvulas de cualquier tipo apropiado).

La sección de tubo de pacientes múltiples 276 puede incluir un tubo de primera jeringa 282 que se extiende desde la primera jeringa 272 en el inyector de potencia 270, un tubo de segunda jeringa 284 que se extiende desde la segunda jeringa 274 en el inyector de potencia 270, y un tubo de descarga común 286. El fluido descargado por el inyector de potencia 270 de la primera jeringa 272 es dirigido al tubo de primera jeringa 282, y luego al tubo de descarga común 286. El fluido descargado por el inyector de potencia 270 de la segunda jeringa 274 es dirigido al tubo de segunda jeringa 284, y luego al tubo de descarga común 286.

El tubo de primera fuente de fluido 278, el tubo de segunda fuente de fluido 280, el tubo de primera jeringa 282, el tubo de segunda jeringa 284, y el tubo de descarga común 286 pueden estar formados integralmente, se puede utilizar un conector apropiado para interconectar por fluido cada par de secciones adyacentes de la sección de tubo de pacientes múltiples 276, o parte de la sección de tubo de pacientes múltiples 276 puede estar formada integralmente con una u otras varias porciones de la sección de tubo de pacientes múltiples 276 incorporadas por uno o más conectores. Se puede usar un conector apropiado para instalar el tubo de primera jeringa 282 en la primera jeringa 272, mientras que se puede usar un conector apropiado para instalar el tubo de segunda jeringa 284 en la segunda jeringa 274. Se puede disponer un conector 290 de cualquier tipo apropiado en un extremo libre del tubo de descarga común 286.

Se puede incorporar cualquier componente apropiado o combinación de componentes en una o cada una de la sección de tubo de pacientes múltiples 276 y la sección de tubo específica de paciente 244 como se ha indicado previamente (por ejemplo, una o más válvulas de cualquier tipo apropiado). Por ejemplo, cada uno del tubo de primera jeringa 282 y el tubo de segunda jeringa 284 puede incluir una válvula apropiada 288 (por ejemplo, una llave de paso) para poder cargar fluido procedente de las fuentes de fluido 262.266 en las jeringas respectivas 272, 274 sin ser dirigido a la sección de tubo específica de paciente 244. El tubo utilizado por la sección de tubo de pacientes múltiples 276 puede ser de cualquier tipo apropiado (por ejemplo, tubo médico).

La figura 5 presenta un dispositivo de válvula de retención doble 300 que puede ser usado por los sistemas de inyección 220, 260 de las figuras 3 y 4, o cualquier otro sistema apropiado de administración de fluido. Por ejemplo, el dispositivo 300 puede estar incorporado a la sección de tubo específica de paciente 244 de las figuras 3 y 4, aunque se contempla que el dispositivo 300 se pueda incorporar apropiadamente a cualquier otra porción de tubo (por ejemplo, tubo médico) donde se desee a al menos intentar reducir la posibilidad de flujo de fluido desde un lado del dispositivo 300 (por ejemplo, el lado situado hacia abajo 312) a otro lado del dispositivo 300 (por ejemplo, el lado situado hacia arriba 316). A continuación, el dispositivo de válvula de retención 300 se puede describir en relación al sistema de inyección 220 de la figura 3 y donde el dispositivo 300 está incorporado a la sección de tubo específica de paciente 244 (aunque, naturalmente, la explicación es aplicable igualmente al sistema de inyección 260 de la figura 4). Como tal: 1) el lado situado hacia arriba 316 del dispositivo 300 estaría situado entre la sección de tubo de pacientes múltiples 234 y el lado situado hacia abajo 312 del dispositivo 300; y 2) el lado situado hacia abajo 312 del dispositivo 300 estaría situado entre el dispositivo de acceso a vasculatura 250 y el lado situado hacia arriba 316 del dispositivo 300.

El dispositivo 300 incluye en sentido amplio válvulas de retención primera y segunda 304, 308, respectivamente (que a continuación se pueden denominar simplemente en conjunto “válvulas de retención primera y segunda 304, 308”), dispuestas apropiadamente a lo largo/dentro del tubo 248 que incluye porciones primera, segunda y tercera 320, 324, 328, respectivamente. Las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, junto con el tubo 248, pueden ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. El dispositivo 300 también incluye lo que se puede caracterizar como un dispositivo de detección de esterilidad en forma de un sensor de presión 332 que se describirá más plenamente a continuación. Se apreciará que el dispositivo 300 puede servir para al menos intentar reducir la posibilidad de flujo de fluido desde la sección de tubo específica de paciente 244 hacia arriba (por ejemplo, en una dirección “A dispositivo de inyección” como se indica en la figura 5) a la sección de tubo de pacientes múltiples 234 (ilustrada en la figura 3; o a la sección de tubo de pacientes múltiples 276 en el sistema de inyección 260 de la figura 4) y así al menos intentar permitir solamente el flujo de fluido hacia abajo (por ejemplo, en una dirección “A paciente” como se indica en la figura 5). A este respecto, el dispositivo 300 puede al menos intentar reducir la posibilidad de contaminación de la sección de tubo de pacientes múltiples 234 con fluidos de cualquier paciente. Como tal, la sección de tubo de pacientes múltiples 234 puede ser usada para suministrar fluido a uno o más pacientes con el dispositivo 300. Las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 pueden tener forma de una válvula de retención unidireccional (es decir, configurada para permitir el flujo solamente en una sola dirección, cuando funcione adecuadamente) y pueden estar dispuestas apropiadamente en serie a lo largo/dentro del tubo 248 (por ejemplo, las válvulas de retención 304, 308 están dispuestas en relación espaciada dentro del recorrido de flujo a través del tubo 248). Tal disposición proporciona un nivel de redundancia en el que, si falla una de las válvulas de retención unidireccionales, la otra válvula de retención unidireccional puede seguir siendo funcional y reducir la posibilidad de reflujo de fluidos desde el paciente a la sección de tubo de pacientes múltiples 234.

El sensor de presión 332 sirve en sentido amplio para proporcionar al menos una indicación perceptible por el usuario (por ejemplo, visual, táctil, audible, o cualquier combinación de las mismas) de que una o ambas (por ejemplo, al menos una) válvulas de retención primera y segunda 304, 308 puede haber fallado. Indicado de otro modo, el sensor de presión 332 puede proporcionar al menos una señal a un usuario de que la barrera estéril entre los lados situados hacia abajo y hacia arriba 312, 316, respectivamente, del dispositivo 300 puede estar funcionando adecuadamente (por ejemplo, está intacta) y/o puede haber fallado. El sensor de presión 332 funciona al menos en parte supervisando apropiadamente una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 (por ejemplo, que se supone al menos que ha fallado al menos una de las válvulas de retención primera y segunda, e incluyendo por ello una situación donde solamente una de las válvulas de retención 304, 308 puede haber fallado, o donde ambas válvulas de retención 304, 308 pueden haber fallado) midiendo, registrando o supervisando apropiadamente de otro modo (por ejemplo, mecánica y/o eléctricamente) una primera región de presión de fluido en la segunda porción 324 del tubo 248 en la porción del recorrido de flujo que se extiende entre las válvulas de retención primera y segunda 304, 308.

Cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 puede requerir una presión diferencial de fluido entre los lados situados hacia arriba y hacia abajo de cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 (a continuación “presión diferencial de fluido”) que sea igual o mayor que una “presión de apertura” (es decir, la cantidad mínima que la presión hacia arriba de una válvula de retención debe ser más grande que la presión hacia abajo de la válvula de retención antes de que las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se abran y dejen fluir fluido en la dirección hacia abajo). A continuación, cuando la presión diferencial de fluido de cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 cae por debajo de su respectiva presión de apertura, cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 deberá cerrarse suponiendo operación normal, y así intentar evitar que fluya fluido desde su lado situado hacia abajo a su lado situado hacia arriba. En este punto (suponiendo que cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 tenga la misma presión de apertura), la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 siempre deberá ser igual o mayor que la presión de apertura de al menos una de las válvulas de retención 304, 308.

Por ejemplo, supóngase que cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 tiene una presión de apertura de 0,5 psi, que fluye fluido a través del tubo 248 y las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 en 10 psi en la dirección hacia abajo (por ejemplo, a un paciente), y que la presión diferencial de fluido de cada válvula de retención 304, 308 es mayor que su presión de apertura (por ejemplo, cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 está abierta). Después de apagar la fuente de fluido o de parar de otro modo el flujo, la presión hacia arriba de cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 caerá de tal manera que la presión diferencial de fluido caiga a un nivel aproximadamente igual a la presión de apertura y las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se deberán cerrar. Cuando ambas válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se cierren, la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 deberá permanecer constante (puesto que no podrá pasar fluido a través de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 en funcionamiento adecuado en la dirección hacia arriba) y en este ejemplo puede ser aproximadamente igual a inferior a 10 psi. No obstante, lo importante es que la presión de fluido siempre sea al menos aproximadamente igual o superior a la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 suponiendo un funcionamiento normal de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Así, suponiendo que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 es igual o superior a la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, solamente la sección de tubo específica de paciente 244 (que incorpora el dispositivo 300) y/u otros componentes situados hacia abajo tienen que ser sustituidos antes de una inyección

posterior usando el sistema de inyección 220 (por ejemplo, en relación a otro paciente).

Sin embargo, cuando la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 cae por debajo de la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, se puede suponer que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 deja que fluya fluido desde su lado situado hacia abajo a su lado situado hacia arriba y que la barrera estéril entre los lados situados hacia abajo y hacia arriba 312, 316, respectivamente, del dispositivo 300 puede haber fallado. Como tal, puede ser necesario en este punto sustituir todos los componentes del sistema de inyección 220 que hayan estado en contacto con el fluido (por ejemplo, la sección de tubo específica de paciente 244 y la sección de tubo de pacientes múltiples 234 (que de nuevo lleva incorporado el dispositivo 300)).

Con referencia ahora a las figuras 5, 6A y 6B se ilustra una realización del sensor de presión 332 para supervisar una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. El sensor de presión 332 puede funcionar para supervisar apropiadamente (por ejemplo, medir, registrar, observar) la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y proporcionar una indicación perceptible por el usuario de que una o varias válvulas de retención primera y segunda 304, 308 pueden haber fallado. El sensor de presión 332 puede ser interconectable por fluido con el tubo 248 y puede estar situado en serie en el recorrido de flujo entre las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 en la segunda porción 324 del tubo 248. El sensor de presión 332 puede incluir un alojamiento 336, un elemento móvil 340 que se puede mover con relación al alojamiento 336, y un elemento de empuje en forma de un muelle 360, cada uno de los cuales puede ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. En general, la posición del elemento móvil 340 con relación al alojamiento 336 está influenciada al menos por la magnitud de la presión de fluido dentro del sensor de presión 332, o más específicamente la presión dentro de la segunda porción 324 del tubo 248.

La segunda porción 324 del tubo 248 puede estar interconectada apropiadamente por fluido al alojamiento 336, permitiendo que el fluido dentro del sistema de inyección 200 entre y salga de una cámara 344 (ilustrada en las figuras 6A y 6B) dentro del alojamiento 336. A este respecto, se puede suponer que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 es al menos aproximadamente igual a la presión de fluido dentro de la cámara 344. Una porción (por ejemplo, el elemento móvil 340) del sensor de presión 332 puede operar para cambiar de un primer estado a un segundo estado (por ejemplo, de la posición de la figura 6B a la posición de la figura 6A) después de que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 sea igual o superior a un nivel predeterminado de presión de fluido (por ejemplo, la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308). Además, el elemento móvil 340 puede operar para cambiar del segundo estado de nuevo al primer estado (por ejemplo, desde la posición de la figura 6A a la posición de la figura 6B) después de que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 (correspondiente a la presión dentro de la cámara 344) cae por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido. Por ejemplo, el elemento móvil 340 puede operar para movimiento a lo largo de una dirección axial 348 entre los estados primero y segundo.

Con referencia ahora en particular a las figuras 6A y 6B, el elemento móvil 340 puede incluir un pistón 352 (por ejemplo, un pistón sustancialmente no deformable) y un vástago de pistón 356. Aunque el pistón 352 y el vástago de pistón 356 se representan conectados integralmente, se apreciará que el pistón 352 y el vástago de pistón 356 pueden estar unidos apropiadamente o conectados uno a otro de otro modo. El pistón 352 puede operar para deslizar o moverse de otro modo dentro de la cámara 344 en una primera dirección (por ejemplo, alejándose de la segunda porción 324 del tubo 248) en respuesta a la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y la cámara 344, y en una segunda dirección (por ejemplo, hacia la segunda porción 324 del tubo 248; contraria a la primera dirección indicada) en respuesta a una fuerza de empuje de un elemento de empuje que puede tener forma de un muelle 360 (por ejemplo, helicoidal, de compresión) que puede estar interconectado apropiadamente (por ejemplo, permanentemente, extraíblemente) al elemento móvil 340, y/o interactuar con él, y una o varias porciones del alojamiento 336. Se puede utilizar cualquier elemento de empuje apropiado o combinación de elementos de empuje para empujar el elemento móvil 340 hacia la segunda posición indicada.

El pistón 352 del elemento móvil 340 puede estar diseñado para reducir la posibilidad de flujo de fluido entre un primer lado del pistón 352 (por ejemplo, adyacente a la cámara 344; el lado que está en interfaz con la cámara 344) y un segundo lado opuesto del pistón 352. El vástago de pistón 356 se puede extender desde el segundo lado opuesto del pistón 352 y operar para deslizar selectivamente apropiadamente y sobresalir a través de una abertura 364 en el alojamiento 336 de la manera que se describe más adelante. Lo importante con respecto al elemento móvil 340 es lo siguiente: 1) la posición del elemento móvil 340 con relación al alojamiento 336 está influenciada por la presión dentro de la cámara 344, que está directamente relacionada con la presión dentro de la segunda porción 324 del tubo 248; y 2) cuando haya un cambio de presión dentro de la cámara 344 que sea indicativo de un fallo de una o ambas válvulas de retención 304, 308, la posición del elemento móvil 340 con relación al alojamiento 336 deberá cambiar, y este cambio de posición deberá ser visualmente discernible desde fuera del sensor de presión 332 (por ejemplo, por un cambio de forma resultante del sensor de presión 332).

El muelle 360 se puede seleccionar (por ejemplo, según la constante elástica, el tipo y el grado de material, el número de vueltas, diámetro de control) para proporcionar una fuerza de empuje contra una porción del elemento móvil 340 (por ejemplo, el pistón 352) que sea menor que el nivel predeterminado de presión de fluido (por ejemplo,

la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308). A este respecto, hasta que el fluido en la sección de tubo específica de paciente 244 haya sido presurizado a al menos la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, la fuerza de empuje creada por el muelle 360 deberá servir para empujar el elemento móvil 340 en la segunda dirección hacia la segunda porción 324 del tubo 248 donde el vástago de pistón 356 puede estar ocultado al menos sustancialmente por el alojamiento 336 (más generalmente, una posición retirada) como se ilustra en la figura 6B. A continuación, una vez que el fluido de la sección de tubo específica de paciente 244 ha sido presurizado a al menos la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, tal presión de fluido deberá superar la fuerza de empuje creada por el muelle 360 y empujar el elemento móvil 340 en la primera dirección de alejamiento de la segunda porción 324 del tubo 248 hasta que el vástago de pistón 356 sobresalga del alojamiento 336 como se ilustra en la figura 6A (más generalmente, una posición sobresaliente o una posición más sobresaliente que la descrita anteriormente). En este punto y suponiendo la funcionalidad normal de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, el vástago de pistón 356 deberá permanecer sobresaliendo del alojamiento 336 porque la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 (y por lo tanto la cámara 344) no deberá caer por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido (por ejemplo, la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308) como se ha descrito previamente si las válvulas de retención 304, 308 están funcionando adecuadamente. A este respecto, una orientación o posición sobresaliente o primera del elemento móvil 340 ilustrada en la figura 6A puede estar asociada con un funcionamiento apropiado de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. El vástago de pistón 356 puede estar marcado o indicado apropiadamente (por ejemplo, de color brillante o con dibujo) para ayudar al usuario a percibir la primera orientación sobresaliente del vástago de pistón 356. Como se ha explicado previamente, es posible que solamente la sección de tubo específica de paciente 244 (que incorpora el dispositivo de tubos 300) tenga que ser sustituida después de un procedimiento de inyección si el elemento móvil 340 ha permanecido en la primera orientación o posición sobresaliente.

En el caso de que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y la cámara 344 caiga por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido, el muelle 360 deberá superar dicha presión de fluido y empujar el elemento móvil 340 en la segunda dirección hacia la segunda porción 324 del tubo 248. La fuerza de empuje generada por el muelle 360 deberá mover el vástago de pistón 356 a una posición retirada (por ejemplo, al alojamiento 336) donde puede estar ocultado al menos sustancialmente por el alojamiento 336 como se ilustra en la figura 6B. Dado que una caída de presión de fluido dentro de la segunda porción 324 y la cámara 344 por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido puede indicar que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 ha fallado al menos presumiblemente, una orientación o posición segunda o sustancialmente ocultada del elemento móvil 340 puede estar asociada con una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 e indicar que ahora ambas secciones de tubo específica de paciente y de pacientes múltiples 244, 234, respectivamente, deberán ser sustituidas antes de un procedimiento de inyección posterior.

El sensor de presión 332 se puede caracterizar como de forma o aspecto cambiante para proporcionar una indicación visual de al menos un fallo potencial de la válvula de retención 304, la válvula de retención 308 o ambas. El sensor de presión 332 es de una forma cuando se supone al menos que ambas válvulas de retención 304, 308 son funcionales (figura 6A, y donde el vástago de pistón 356 está en una posición extendida o sobresaliente). El sensor de presión 332 es de una forma diferente cuando al menos una de las válvulas de retención 304, 308 puede haber fallado (figura 6B, y donde el vástago de pistón 356 se extiende menos en comparación con la posición de la figura 6A (por lo general, una posición retirada), y donde, de hecho, el vástago de pistón 356 puede estar ocultado por el alojamiento 336).

Aunque la presión de apertura de la primera válvula de retención 304 se ha explicado como la misma que la de la segunda válvula de retención 308, en otras realizaciones las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 pueden tener presiones de apertura diferentes. A este respecto, el nivel predeterminado de presión de fluido se puede crear intencionadamente de modo que sea diferente de la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Por ejemplo, se puede elegir que la primera válvula de retención 304 tenga una presión de apertura menor que la de la segunda válvula de retención 308. Dado que la segunda válvula de retención 308 requeriría así una presión diferencial mayor que la primera válvula de retención 304 para abrirse, puede ser más sensible a fluctuaciones de presión en la sección de tubo específica de paciente 244. Así, a una disminución de la presión de fluido dentro de la sección de tubo específica de paciente 244, la segunda válvula de retención 308 se puede cerrar antes que la primera válvula de retención 304, y así el fluido dentro de la segunda porción 324 y la cámara 344 puede mantener una presión menor que la presión de apertura de la segunda válvula de retención 308 incluso cuando ambas válvulas de retención primera y segunda 304, 308 estén funcionando adecuadamente. Así, el nivel predeterminado de presión de fluido para el dispositivo 300 en esta situación se puede diseñar de manera que esté a una presión entre la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Consiguientemente, el muelle 360 puede estar diseñado para proporcionar una fuerza de empuje contra el elemento móvil 340 que sea justo menor que dicho nivel predeterminado de presión de fluido. También se contemplan otras disposiciones de válvulas de retención primera y segunda 304, 308 que tengan varias presiones de apertura que creen consiguientemente varios niveles predeterminados de presión de fluido.

Las figuras 7A y 7B presentan otra realización de un sensor de presión que puede ser usado en lugar del sensor de

presión 332 de las figuras 5, 6A y 6B. Los componentes correspondientes entre las realizaciones son identificados con números de referencia comunes. Los componentes correspondientes que difieren en al menos algún aspecto de la realización de las figuras 5, 6A y 6B son identificados por una designación de “primo único” en las figuras 7A y 7B. El uno o varios componentes del sensor de presión 332’ pueden ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. Por ejemplo, el sensor de presión 332’ puede incluir un alojamiento 336’ que tenga un elemento móvil 340 y un muelle 360’ (o cualquier otro elemento de empuje apropiado o combinación de elementos de empuje) montados apropiadamente dentro del alojamiento 336’ para indicar que al menos se supone que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 ha fallado. Las diferencias primarias entre el sensor de presión 332 de las figuras 5, 6A y 6B y el sensor de presión 332’ de las figuras 7A y 7B son: el uso de un resorte ondulado como el muelle 360’ en lugar del muelle de compresión de las figuras 5 y 6 (aunque también se podría usar otros tipos de muelles (por ejemplo, de compresión) y/o elementos de empuje); y una posición u orientación sustancialmente ocultada o primera del elemento móvil 340 como se ilustra en la figura 7A para indicar una función normal o apropiada de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 y una posición u orientación sobresaliente o segunda como se ilustra en la figura 7B para indicar al menos un supuesto fallo o condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, en lugar de viceversa como en las figuras 5, 6A y 6B. Es decir y para el caso del sensor de presión 332’, el elemento móvil 340 está en una posición retirada cuando se supone al menos que las válvulas de retención 304, 308 son funcionales, y se mueve a una posición extendida o más sobresaliente cuando se supone al menos que al menos una de las válvulas de retención 304, 308 ha fallado.

En la realización de las figuras 7A y 7B, el muelle 360’ se puede seleccionar apropiadamente para proporcionar una fuerza de empuje contra el elemento móvil 340 (por ejemplo, contra el pistón 352) que empuja el elemento móvil 340 a la segunda posición (de tal manera que el vástago de pistón 356 sobresalga del alojamiento 336’, como se representa en la figura 7B) después de que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y la cámara 344 caiga por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido. De nuevo, el vástago de pistón 356 puede estar configurado apropiadamente o ser de color de tal manera que cuando el usuario observe el vástago de pistón 356, se pueda suponer una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, indicando por ello que las secciones específica de paciente y de pacientes múltiples 244, 234 deberán ser sustituidas antes de un procedimiento de inyección posterior (por ejemplo, para un segundo paciente). Se deberá apreciar que el vástago de pistón 356 podría estar incorporado por el muelle 360’ (aliviando la necesidad del pistón 352, estando por lo tanto el muelle 360’ en forma de un diafragma o análogos que esté expuesto al fluido de la cámara 344).

Las figuras 8A y 8B presentan otra realización del sensor de presión 332 de las figuras 5, 6A, y 6B, y los componentes correspondientes entre las realizaciones son identificados con números de referencia comunes. Los componentes correspondientes que difieren al menos en algunos aspectos con respecto a la realización de las figuras 5, 6A, y 6B son identificados con una designación de “doble primo” en las figuras 8A y 8B. El uno o varios componentes del sensor de presión 332” pueden ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. La diferencia primaria entre el sensor de presión 332 de las figuras 5, 6A, y 6B y el sensor de presión 332” de las figuras 8A y 8B es el uso de un diafragma flexible 368 como el elemento móvil 340” en lugar del muelle 360, el pistón 352 y el vástago de pistón 356 de las figuras 5, 6A y 6B, así como el uso de una ventana 372 (por ejemplo, transparente; semitransparente) que permita ver desde fuera algún tipo de cambio en relación al diafragma 368 (por ejemplo, un cambio en el estado de algún tipo). Un estado del diafragma 368 está asociado con el supuesto funcionamiento apropiado de las válvulas de retención 304, 308, y el otro estado del diafragma 368 está asociado con el al menos supuesto fallo de una o ambas válvulas de retención 304, 308. El sensor de presión 332” puede estar configurado de tal manera que el diafragma 368 sea visible a través de la ventana 372 cuando se suponga que las válvulas de retención 304, 308 funcionan adecuadamente y no sea visible a través de la ventana 372 cuando se suponga al menos que al menos una de las válvulas de retención 304, 308 ha fallado, o viceversa.

En la realización de las figuras 8A y 8B, el diafragma flexible 368 se puede seleccionar apropiadamente para proporcionar una fuerza de empuje que empuje el diafragma flexible 368 a una posición tal que no sea discernible (por ejemplo, visualmente) desde fuera del sensor de presión 332” a través de la ventana 372. Así, cuando el usuario puede observar visualmente o discernir de otro modo la existencia o la presencia del diafragma flexible 368 a través de la ventana 372 (por ejemplo, una primera posición u orientación, representada en la figura 8A), la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y la cámara 344 es presumiblemente igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido, y se supone que las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 están en una condición de funcionamiento normal o apropiado. Cuando el usuario ya no puede observar visualmente o discernir de otro modo la existencia o presencia del diafragma flexible 368 a través de la ventana 372 (por ejemplo, una segunda posición u orientación, representada en la figura 8B), la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 y la cámara 344 ha caído por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido y se puede suponer una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308.

El alojamiento 336” puede incluir cualquier porción apropiada que ayude a intentar discernir visualmente la existencia o la presencia del diafragma flexible 368 después de suponer que la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 del tubo 248 es una presión igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido. Por

ejemplo, el alojamiento 336” puede incluir la ventana indicada 372 (por ejemplo, una porción transparente o semitransparente) a través de la que el diafragma flexible 368 puede ser discernible en la primera posición y que no es discernible en la segunda posición en una realización. Por ejemplo, el diafragma flexible 368 puede entrar realmente en contacto con la ventana 372 cuando el diafragma flexible 368 esté en su primera posición en la realización ilustrada (asociada con una condición donde se suponga al menos que las válvulas de retención 304, 308 están funcionando adecuadamente) y puede no contactar la ventana 372 cuando el diafragma flexible 368 esté en su segunda posición en la realización ilustrada (asociada con una condición donde se suponga que ha fallado al menos una de las válvulas de retención 304, 308).

El exterior del diafragma flexible 368 también podría experimentar un cambio de forma visualmente discernible al pasar entre las posiciones primera y segunda, donde el diafragma flexible 368 sería visible a través de la ventana 372 en cada una de las posiciones primera y segunda. En cualquier caso, el diafragma flexible 368 puede estar configurado apropiadamente o ser de color para ayudar al usuario a percibir visualmente o discernir de otro modo el diafragma flexible 368 en al menos su primera posición (de nuevo, asociada con una supuesta condición de funcionamiento normal de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308). Otras porciones del alojamiento 336” también pueden ser al menos semitransparentes para ayudar a percibir visualmente el diafragma flexible 368. Aunque se han explicado sensores de presión incluyendo un elemento de empuje (por ejemplo, muelle) y un elemento móvil y/o un diafragma flexible, se contempla que se pueda utilizar apropiadamente cualquier otro dispositivo mecánico que responda a la presión de fluido en unión con o como parte del sensor de presión para medir o supervisar de otro modo la presión de fluido dentro de la sección de tubo específica de paciente 244 entre las válvulas de retención primera y segunda 304, 308.

La figura 9 presenta otra realización del sensor de presión 332 de las figuras 5, 6A, y 6B. Los componentes correspondientes entre las realizaciones son identificados con números de referencia comunes. Los componentes correspondientes que difieren en al menos algunos aspectos con respecto a la realización de las figuras 5, 6A y 6B son identificados por una designación de “triple primo” en la figura 9. El uno o varios componentes del sensor de presión 332”’ pueden ser de cualquier tamaño, forma, configuración y/o tipo apropiados. Las diferencias primarias entre el sensor de presión 332 de las figuras 5, 6A, y 6B y el sensor de presión 332’” de la figura 9 son: el uso de un alojamiento 336”’ que incluye un orificio de fluido 376 en lugar del elemento móvil 340 y el muelle 360; y un transductor de presión reutilizable 380 de cualquier tipo apropiado (por ejemplo, piezorresistivo, capacitivo) interconectado al orificio de fluido 376 para medir o supervisar de otro modo la presión de fluido dentro de la segunda porción 324 y la cámara 344 (no representada en la figura 9). Más en general, aunque las realizaciones antes descritas se basan en movimientos mecánicos que son visualmente discernibles para proporcionar una indicación de que al menos una de las válvulas de retención 304, 308 puede haber fallado, la realización de la figura 9 se puede caracterizar por adquirir una medición de presión y enviar una señal resultante (por ejemplo, eléctrica, óptica) que puede ser usada para proporcionar una indicación de al menos un fallo potencial de una o ambas válvulas de retención 304, 308.

Cuando el orificio de fluido 376 proporciona acceso a la cámara 344 del alojamiento 336’”, el orificio 376 se puede caracterizar como interconectable por fluido con la segunda porción 324 del tubo 248. Además, el orificio de fluido 376 del alojamiento 336”’ y una porción del transductor de presión 380 pueden tener estructuras de acoplamiento correspondientes (no etiquetadas) para poder interconectar por fluido extraíblemente el transductor de presión 380 a la cámara 344 del alojamiento 336”’. Como un ejemplo, una superficie interior del orificio de fluido 376 y una porción del transductor de presión 380 podrían tener una rosca correspondiente o tener cualesquiera otros tipos apropiados de estructuras de acoplamiento. En una disposición, el transductor de presión 380 puede ser un dispositivo autónomo que pueda funcionar para proporcionar una señal discernible o perceptible por el usuario (por ejemplo, visual, audible, táctil) o realimentación de que la presión de fluido dentro de la cámara 344 y la segunda porción 324 es al menos una que está por debajo, es igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido o que las secciones de tubo específica de paciente y pacientes múltiples 234, 244 están experimentando una presurización inicial para purgar el aire del sistema de inyección 220 (por ejemplo, al inicio de un procedimiento de inyección). Por ejemplo, el transductor de presión 380 puede incluir una primera luz de color (por ejemplo, LED, no representado) que indique que las secciones de tubo específica de paciente y de pacientes múltiples 234, 244 están experimentando una presurización inicial y todavía no han alcanzado el nivel predeterminado de presión de fluido, una segunda luz de color diferente que indique una condición de funcionamiento normal de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 (por ejemplo, la presión de fluido dentro de la cámara 344 es igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido), y una tercera luz de color diferente que indique una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 (por ejemplo, la presión de fluido dentro de la cámara 344 está por debajo del nivel predeterminado de presión de fluido). Como otro ejemplo, el transductor de presión 380 puede incluir una o varias señales audibles para indicar al menos una de una presurización inicial, una condición normal y una condición de fallo.

En otras disposiciones, el transductor de presión 380 puede estar en comunicación apropiada (por ejemplo, mediante una línea de señal 384, de forma inalámbrica) con cualquier tipo de dispositivo informático o sistema de control que permitiría al usuario controlar el transductor de presión 384 y/u obtener de él lecturas de presión de fluido. En una disposición, el transductor de presión 384 puede estar acoplado apropiadamente a otro componente del sistema de inyección 220 (por ejemplo, la consola 42 y/o GUI 52 de la figura 2A) de modo que el sistema de

inyección 220 pueda, entre otros, indicar apropiadamente (por ejemplo, de forma audible, visual) al usuario una condición de trabajo o de fallo de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308, presentar un mensaje para cambiar las secciones de tubo específica de paciente y/o de pacientes múltiples 234, 244, y/o intentar evitar la reutilización de las secciones de tubo específica de paciente y/o de pacientes múltiples 234, 244. Se apreciará que, después de un procedimiento en un primer paciente, el transductor de presión 380 se puede quitar o desconectar apropiadamente (por ejemplo, desenroscar) del alojamiento 336"' y luego volver a montar o conectar al alojamiento 336'" de otra (por ejemplo, una nueva) sección de tubo específica de paciente 244 para un procedimiento posterior (por ejemplo, en otro paciente). Para permitir tal reutilización del transductor de presión 380, el transductor de presión 380 puede estar aislado por un diafragma apropiado. El transductor de presión 380 también puede ser esterilizado apropiadamente entre usos.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un método 400 de usar y/o evaluar una disposición de tubo (por ejemplo, un conjunto de tubos de fluido médico). Un paso 404 puede ser interconectar por fluido apropiadamente o unir de otro modo una nueva sección de tubo multiuso 234 al primer y/o al segundo dispositivo de inyección 226, 232. Se puede usar cualesquiera conectores apropiados para instalar la sección de tubo multiuso 234 en el primer y/o el segundo dispositivo de inyección 226, 232. En el paso 408, una sección de tubo específica de paciente 244 puede estar interconectada por fluido o unida de otro modo con la sección de tubo de pacientes múltiples 234 por un conector de cualquier tipo apropiado de tal manera que la sección de tubo de pacientes múltiples 234 esté situada entre los dispositivos de inyección primero y segundo 226, 232 y la sección de tubo específica de paciente 244. En este punto, las secciones de tubo específica de paciente y de pacientes múltiples 234, 244 funcionan como una primera disposición de tubos o conjunto de tubos. También como parte de este paso, cualquier dispositivo apropiado de acceso a vasculatura (por ejemplo, un catéter) puede estar interconectado apropiadamente con la sección de tubo específica de paciente 244 mediante un conector apropiado, aunque el dispositivo de acceso a vasculatura también puede estar interconectado a la sección de tubo específica de paciente 244 antes de que la sección de tubo específica de paciente 244 esté interconectada con la sección de tubo de pacientes múltiples 234.

El paso siguiente 412 puede ser distribuir o dirigir de otro modo un flujo de fluido a través de la disposición de tubos hasta que al menos cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se abra (por ejemplo, hasta que la presión de fluido en la sección de tubo específica de paciente 244 sea igual o más alta que la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308). Este paso 412 puede cumplir la función de purgar aire del sistema de inyección y de preparar el sistema de inyección para una secuencia de inyección. En algún momento posterior, la administración de fluido se puede terminar en el paso 416 después de que cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se cierre eventualmente suponiendo condiciones de funcionamiento normal de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Según el paso 420, la presión de fluido en la sección de tubo específica de paciente 244 entre las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 puede ser supervisada apropiadamente. Esta función de supervisión de presión del paso 420 puede ser ejecutada después del paso 412 y/o después del paso 416. Se apreciará que la supervisión del paso 420 se puede seleccionar a partir del grupo que consta de supervisar eléctricamente la presión de fluido, supervisar mecánicamente la presión de fluido, o una combinación de supervisar eléctrica y mecánicamente la presión de fluido (por ejemplo, usando cualquiera de las realizaciones aquí descritas).

Una forma de supervisar la presión de fluido puede ser medir la presión de fluido (por ejemplo, absoluta) dentro de la sección de tubo específica de paciente 244 entre las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Una condición operativa de una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 puede ser evaluada en base a la supervisión realizada en el paso 420. Por ejemplo, una manera de evaluar la condición operativa puede ser determinar si la presión de fluido supervisada es igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido en el paso 424. Como se ha explicado previamente, el nivel predeterminado de presión de fluido puede ser igual a la presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 o puede ser igual a una presión de fluido superior o inferior a la presión de apertura de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 si las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se seleccionan de manera que tengan diferentes presiones de apertura. No obstante, si la presión de fluido supervisada es igual o superior al nivel predeterminado de presión de fluido, la sección de tubo específica de paciente 244 se puede desechar y sustituir en el paso 428 antes de una administración de fluido posterior. Las secciones de tubo específicas de pacientes múltiples y paciente nuevo originales 234, 244 forman ahora otra disposición de tubo (por ejemplo, segunda) y el método puede volver al paso 412 para distribuir fluido de nuevo a través de la disposición de tubos (por ejemplo, para otro paciente) hasta que al menos cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se abra.

Si la presión de fluido supervisada no es igual o superior (por ejemplo, es inferior) a la presión predeterminada de fluido a través de la ejecución del paso 420, se puede suponer una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308. Indicado de otro modo, se puede suponer que al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se ha abierto o no se ha cerrado adecuadamente de otro modo y deja pasar flujo de fluido hacia arriba hacia la sección de tubo de pacientes múltiples 234. Dado que este escenario puede dar lugar a la contaminación de la sección de tubo de pacientes múltiples 234 con fluido de la sección de tubo específica de paciente 244, puede ser necesario desechar y sustituir ambas secciones de tubo específicas de paciente y de pacientes múltiples 234, 244 antes de que se inicie una operación de administración de fluido posterior. También pueden ser necesarias otras acciones (por ejemplo, la sustitución de una o varias jeringas

en el dispositivo de inyección asociado). Las nuevas secciones de tubo específicas de paciente y de pacientes múltiples 234, 244 forman ahora otra disposición de tubos o conjunto de tubos, y el método puede volver al paso 412 para distribuir de nuevo fluido a través de la disposición de tubos (por ejemplo, para otro paciente) hasta que al menos cada una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 se abra. En otras disposiciones, se puede suponer una condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 si la supervisión del paso 420 identifica una caída de magnitud predeterminada. No obstante, una supuesta condición de fallo de al menos una de las válvulas de retención primera y segunda 304, 308 puede dar lugar a una indicación perceptible por el usuario que se selecciona a partir del grupo que consta de indicación visual, audible, táctil, o cualquier combinación de visual, audible o táctil.

La descripción anterior de la presente invención se ha presentado a efectos de ilustración y descripción. Además, no se pretende que la descripción limite la invención a la forma aquí descrita. En consecuencia, las variaciones y modificaciones en consonancia con las ideas anteriores, y la destreza y conocimientos de la técnica relevante, caen dentro del alcance de la presente invención. Las realizaciones descritas anteriormente tienen la finalidad de explicar los mejores modos conocidos de llevar a la práctica la invención y de permitir que otros expertos en la técnica utilicen la invención en dicha realización u otras realizaciones y con las varias modificaciones que requiera(n) la(s) aplicación(es) concreta(s) o el (los) uso(s) de la presente invención. Se ha previsto que las reivindicaciones anexas sean interpretadas incluyendo realizaciones alternativas en la medida que permita la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de tubos de fluido médico, incluyendo:

una sección de tubo específica de paciente (244) incluyendo un tubo (248) adaptado para ser interconectado por fluido por un conector (246) con el tubo de descarga común (240) de una sección de tubo de pacientes múltiples (234) situada entre un primer y un segundo dispositivo de inyección (226, 232) y la sección de tubo específica de paciente;

válvulas de retención primera y segunda (304, 308) situadas en serie a lo largo del tubo (248) de la sección de tubo específica de paciente (244); y

un sensor de presión (332) sensible a una presión de fluido en el tubo (248) entre dichas válvulas de retención primera y segunda, donde dicho sensor de presión incluye medios para supervisar una condición de fallo, donde dicha condición de fallo es cuando se supone que ha fallado al menos una de dichas válvulas de retención primera y segunda, **caracterizado porque** el sensor de presión (332) indica la condición de fallo en respuesta a que la presión de fluido cae por debajo de una presión de apertura de las válvulas de retención primera y segunda (304, 308).

2. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 1, donde dicho sensor de presión (332) incluye un elemento móvil (340), donde una primera posición de dicho elemento móvil está asociada con un funcionamiento apropiado supuesto de dichas válvulas de retención primera y segunda (304, 308) y donde una segunda posición de dicho elemento móvil está asociada con un fallo supuesto de al menos una de dichas válvulas de retención primera y segunda.

3. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 2, donde dicho sensor de presión (332) incluye además un elemento de empuje (360) que está interconectado con dicho elemento móvil (340).

4. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 3, donde dicho elemento de empuje (360) empuja dicho elemento móvil (340) a dicha segunda posición.

5. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 2, donde dicho sensor de presión (332) incluye además un alojamiento (336), donde dicho elemento móvil (340) incluye una porción (356) que sobresale de dicho alojamiento en dicha primera posición y es ocultado sustancialmente por dicho alojamiento en dicha segunda posición.

6. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 2, donde dicho sensor de presión (332) incluye además un alojamiento (336), y donde dicho elemento móvil (340) incluye una porción (356) que sobresale de dicho alojamiento en dicha segunda posición y es ocultado sustancialmente por dicho alojamiento en dicha primera posición.

7. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 2, donde dicho sensor de presión (332) incluye además un alojamiento (336), donde al menos una porción de dicho elemento móvil (340) es discernible en una de dichas posiciones primera y segunda y es generalmente no discernible en la otra de dichas posiciones primera y segunda.

8. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 7, donde dicho alojamiento (336) incluye una ventana (372), donde dicha al menos una porción de dicho elemento móvil (340) es discernible a través de dicha ventana en una de dichas posiciones primera y segunda y no es discernible a través de la ventana en la otra de dichas posiciones primera y segunda.

9. El conjunto de tubos de fluido médico de la reivindicación 1, donde dicho sensor de presión (332) incluye un orificio (376) que se puede interconectar por fluido con dicha sección de tubo específica de paciente (244), y donde dicho sensor de presión incluye además un transductor de presión (380) interconectado a dicho orificio.

10. Un sistema de inyección de fluido médico, incluyendo:

dispositivos de inyección primero y segundo (226, 232);

una sección de tubo de pacientes múltiples (234) interconectada con dichos dispositivos de inyección; y

una sección de tubo específica de paciente (244) que está interconectada con dicha sección de tubo de pacientes múltiples de tal manera que dicha sección de tubo de pacientes múltiples esté situada entre dichos dispositivos de inyección y dicha sección de tubo específica de paciente, donde dicha sección de tubo específica de paciente incluye el conjunto de tubos de fluido médico de cualquiera de las reivindicaciones 1-9.

11. El sistema de inyección de fluido médico de la reivindicación 10, incluyendo además una fuente de fluido (222, 228) interconectada por fluido con dichos dispositivos de inyección, donde dicha fuente de fluido incluye un volumen

de fluido para acomodar múltiples inyecciones por dichos dispositivos de inyección.

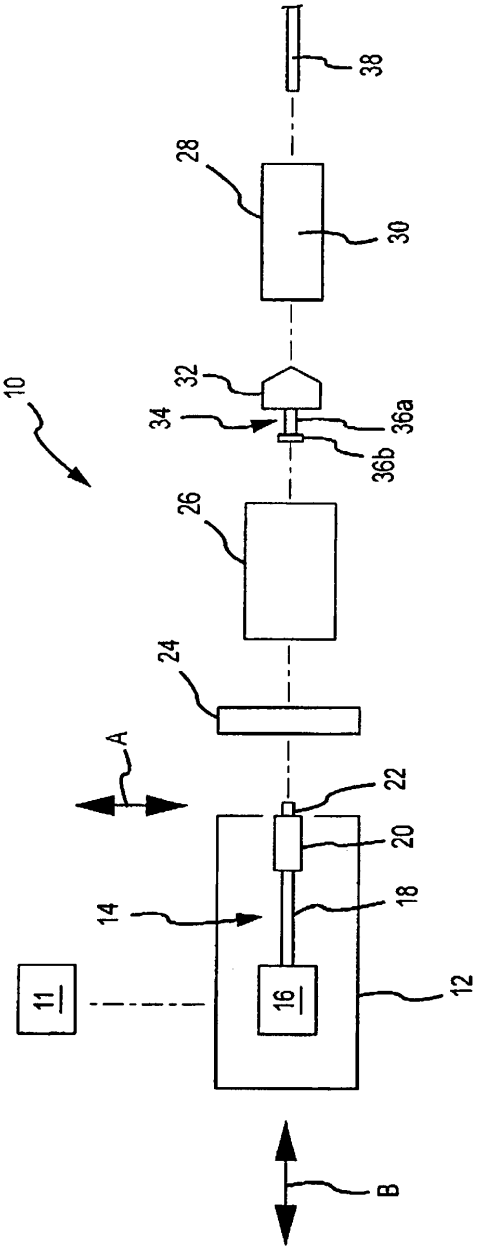

FIG.1

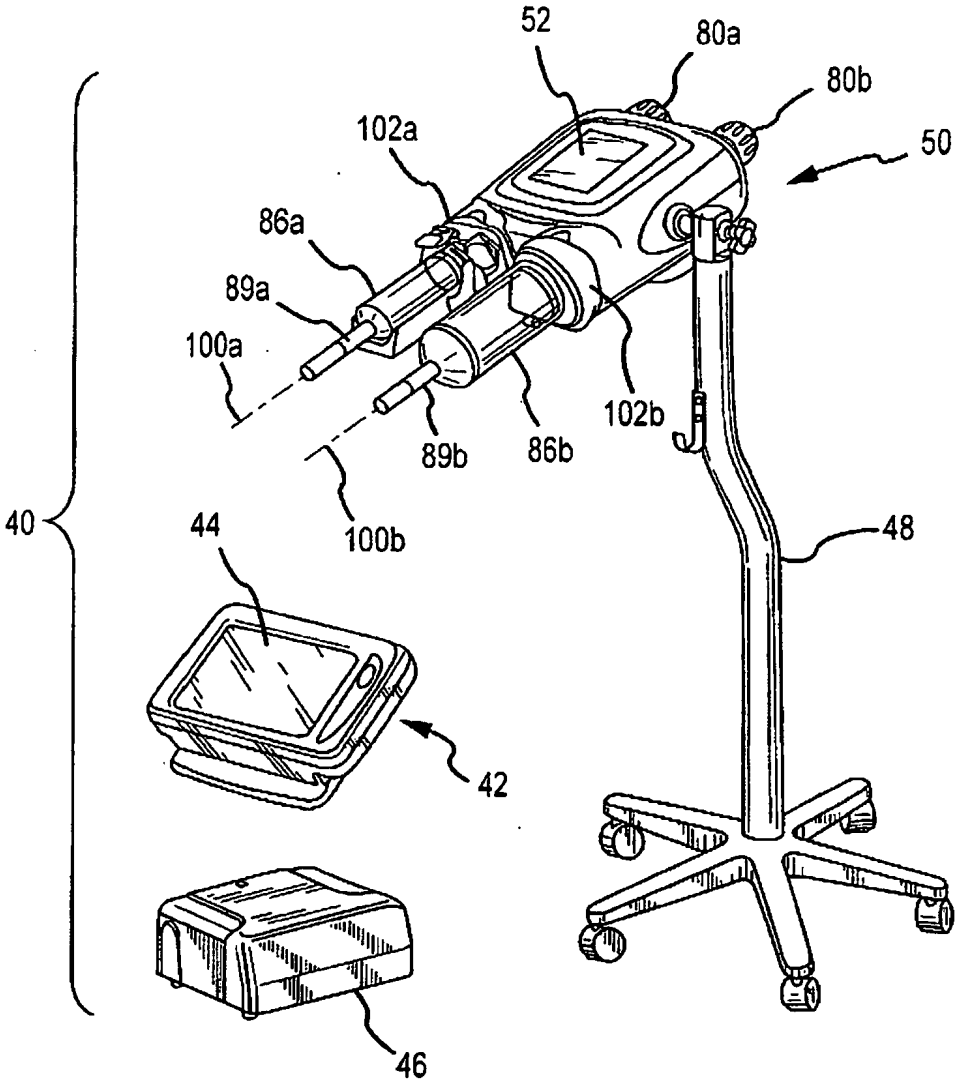

FIG.2A

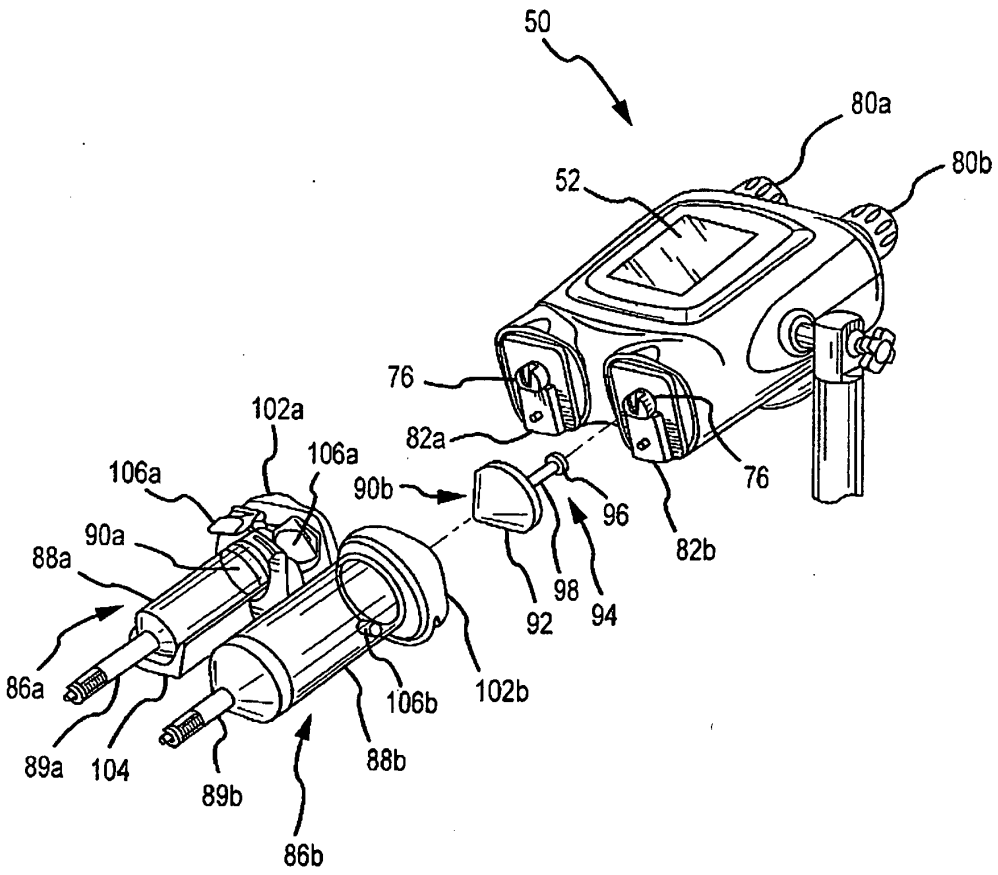
50
80a
80b
52
76
102a
106a
82a
106a
90b
76
90a
96
88a
82b
98
92
94
86a
106b
102b
89a
104
88b
89b
86b

FIG.2B

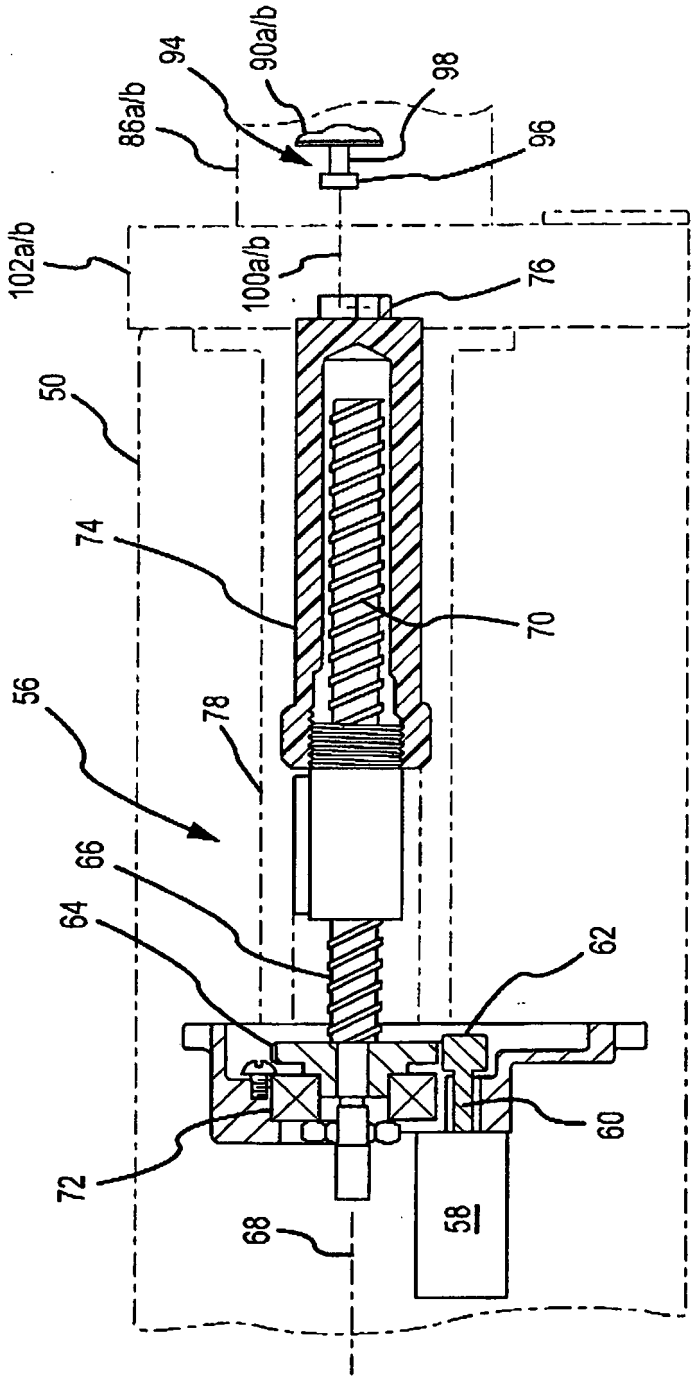
94
90a/b
98
86a/b
96
102a/b
100a/b
76
50
74
70
56
78
66
64
62
72
60
68
58

FIG.2C

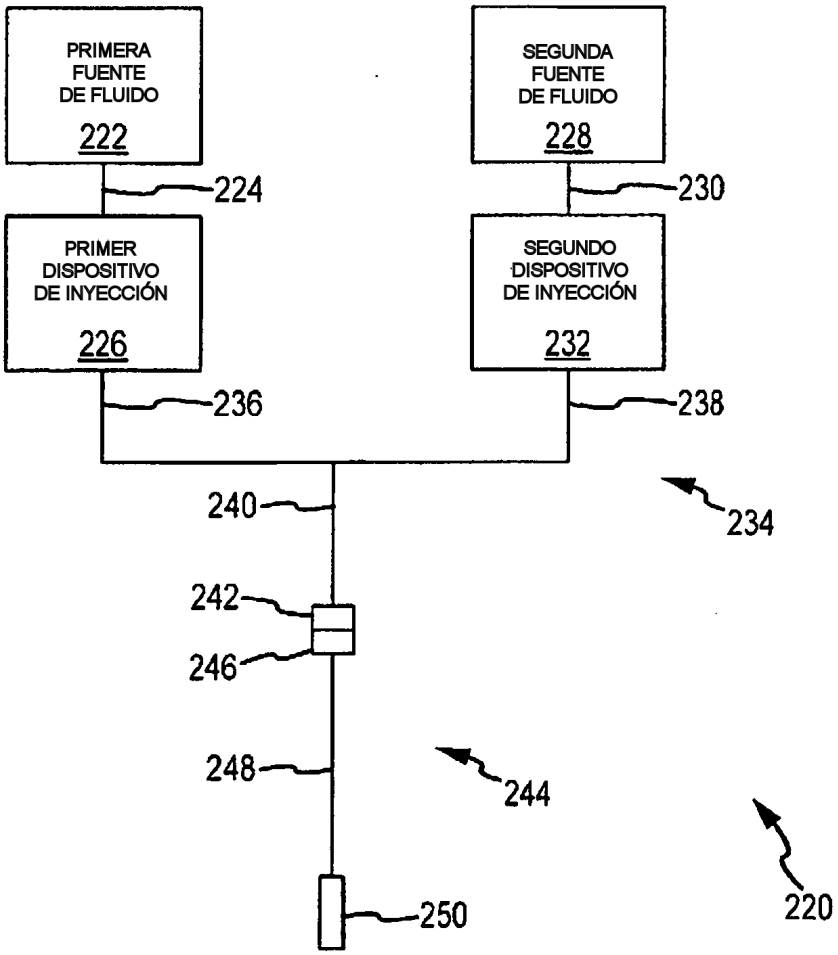
PRIMERA FUENTE DE FLUIDO
222
224
PRIMER DISPOSITIVO DE INYECCIÓN
226
236
SEGUNDA FUENTE DE FLUIDO
228
230
SEGUNDO DISPOSITIVO DE INYECCIÓN
232
238
240
234
242
246
248
244
250
220

FIG.3

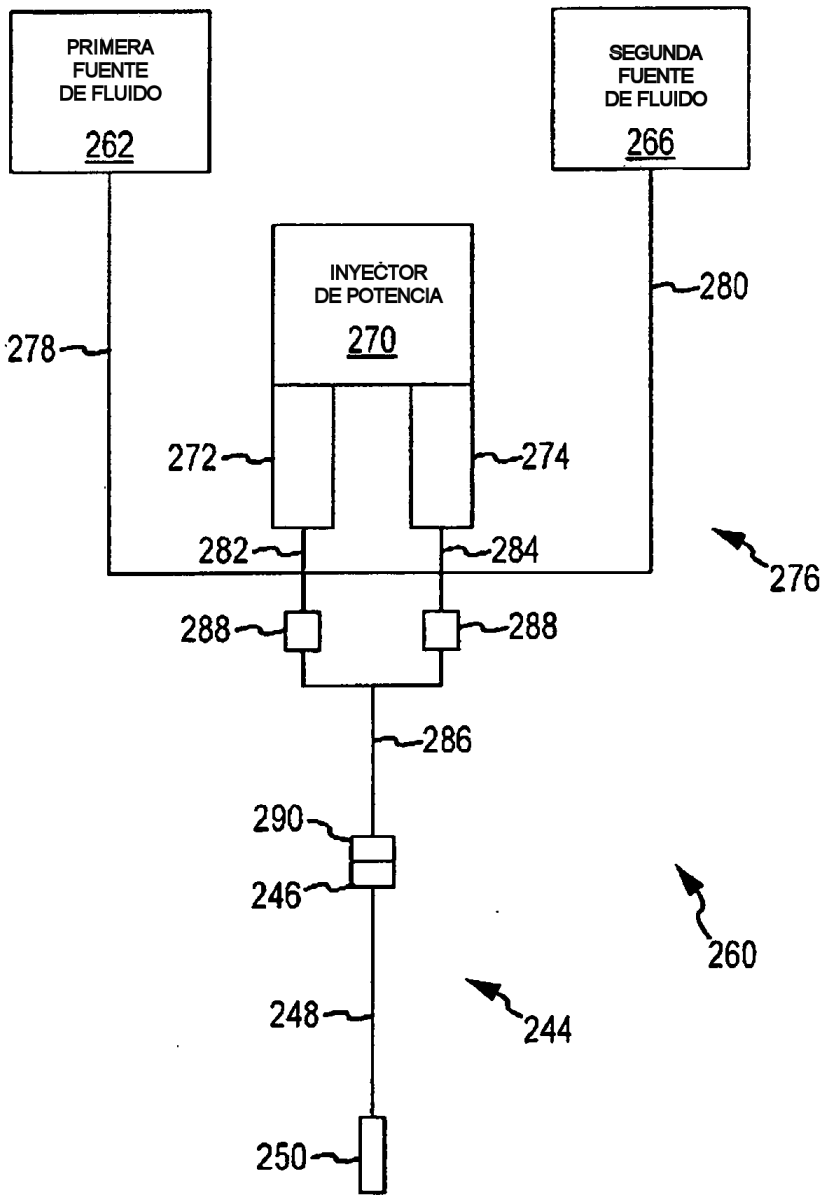
PRIMERA
FUENTE
DE FLUIDO
262
SEGUNDA
FUENTE
DE FLUIDO
266
INYECTOR
DE POTENCIA
270
278
280
272
274
282
284
276
288
288
286
290
246
260
248
244
250

FIG.4

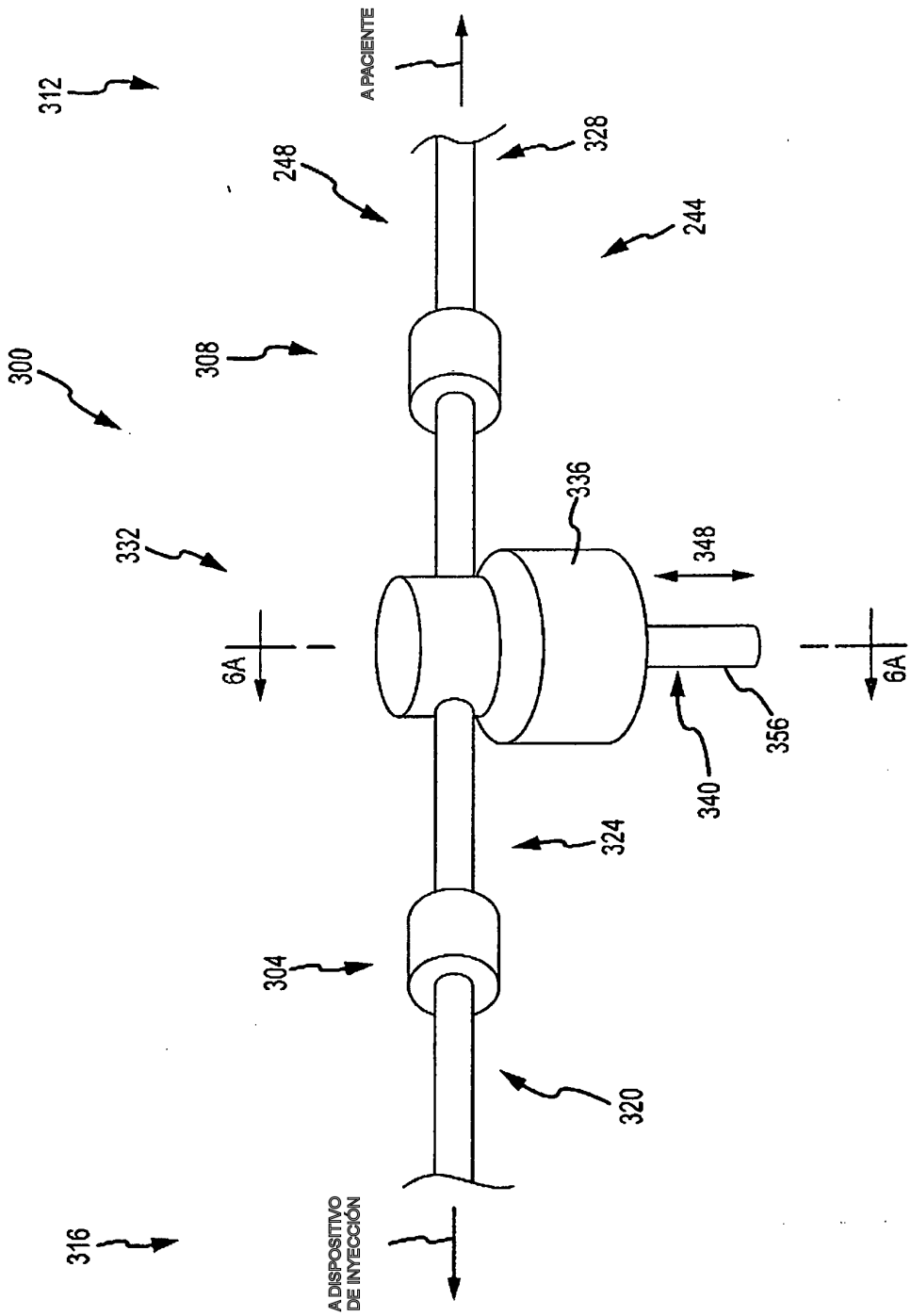
A PACIENTE
312
328
248
244
300
308
336
332
348
6A
6A
356
340
324
304
320
316
A DISPOSITIVO DE INYECCIÓN

FIG.5

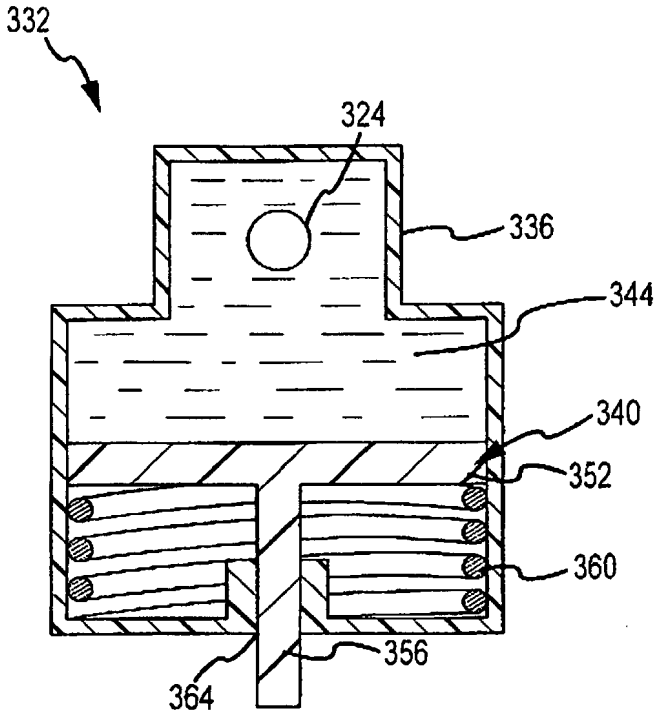
332
324
336
344
340
352
360
356
364

FIG.6A

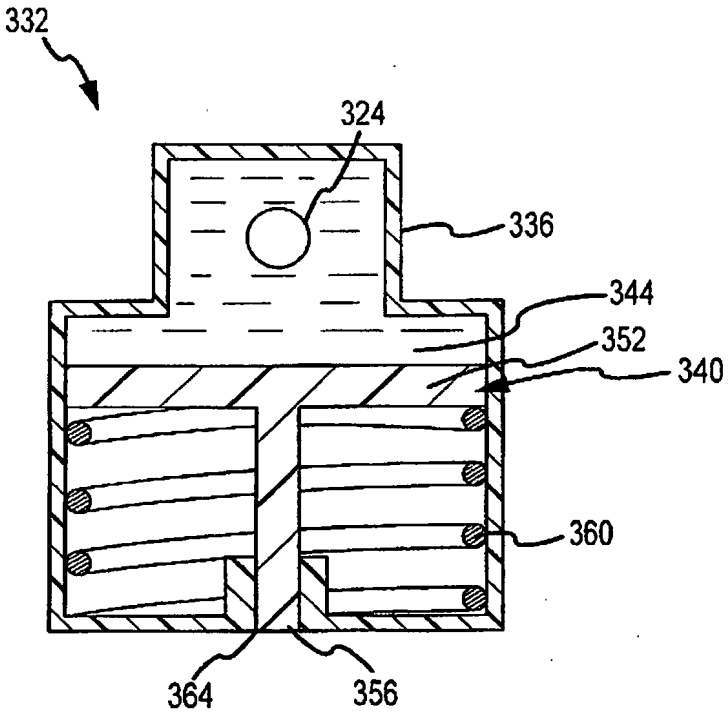
332
324
336
344
352
340
360
364
356

FIG.6B

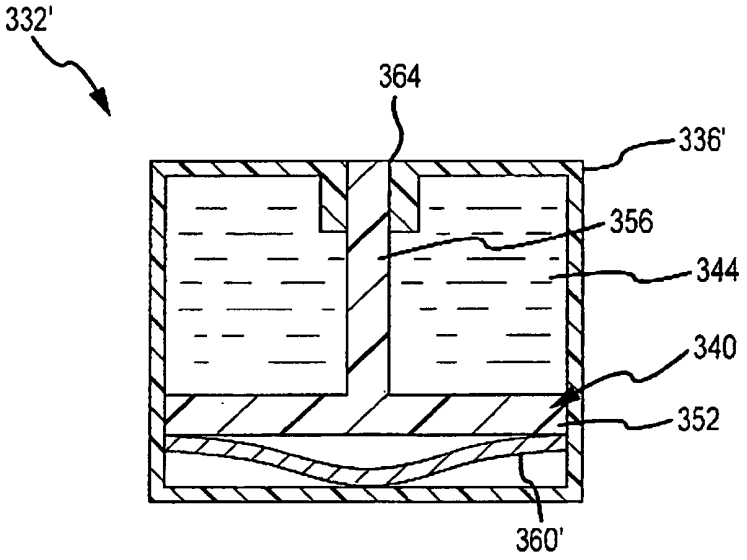

FIG.7A

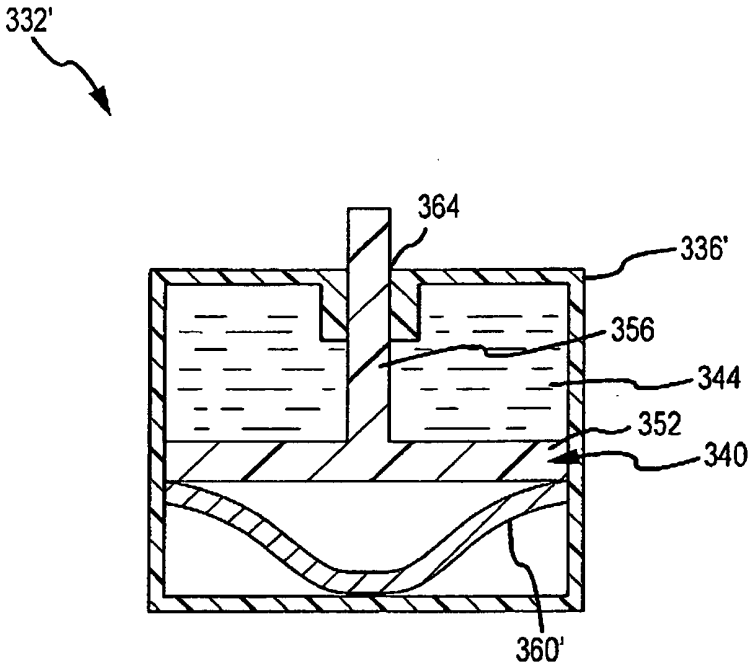

FIG.7B

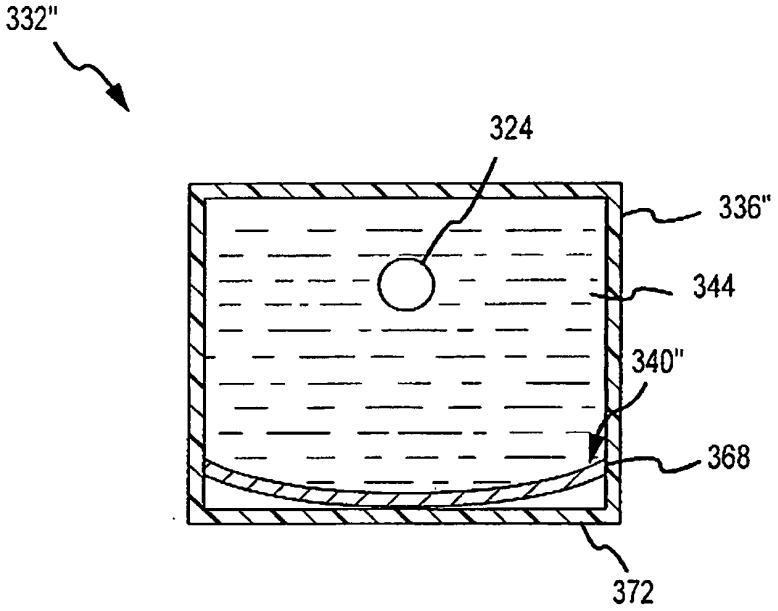

FIG.8A

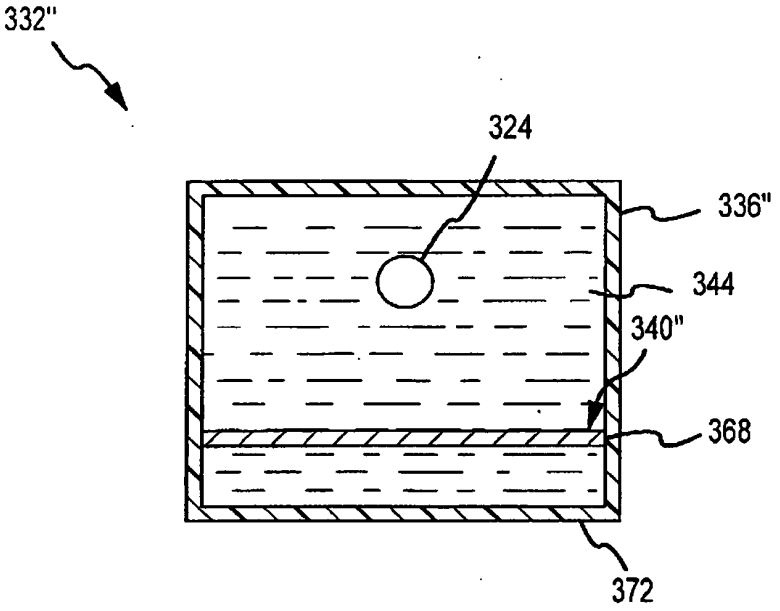

FIG.8B

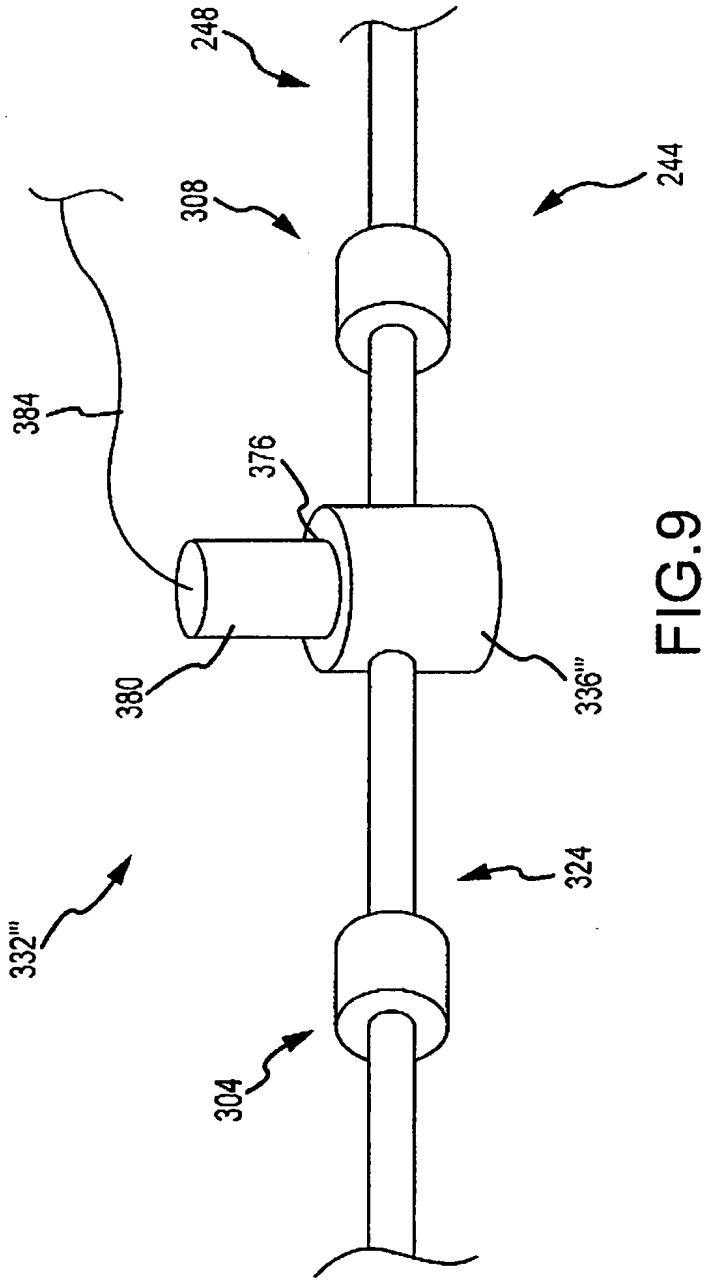

FIG.9

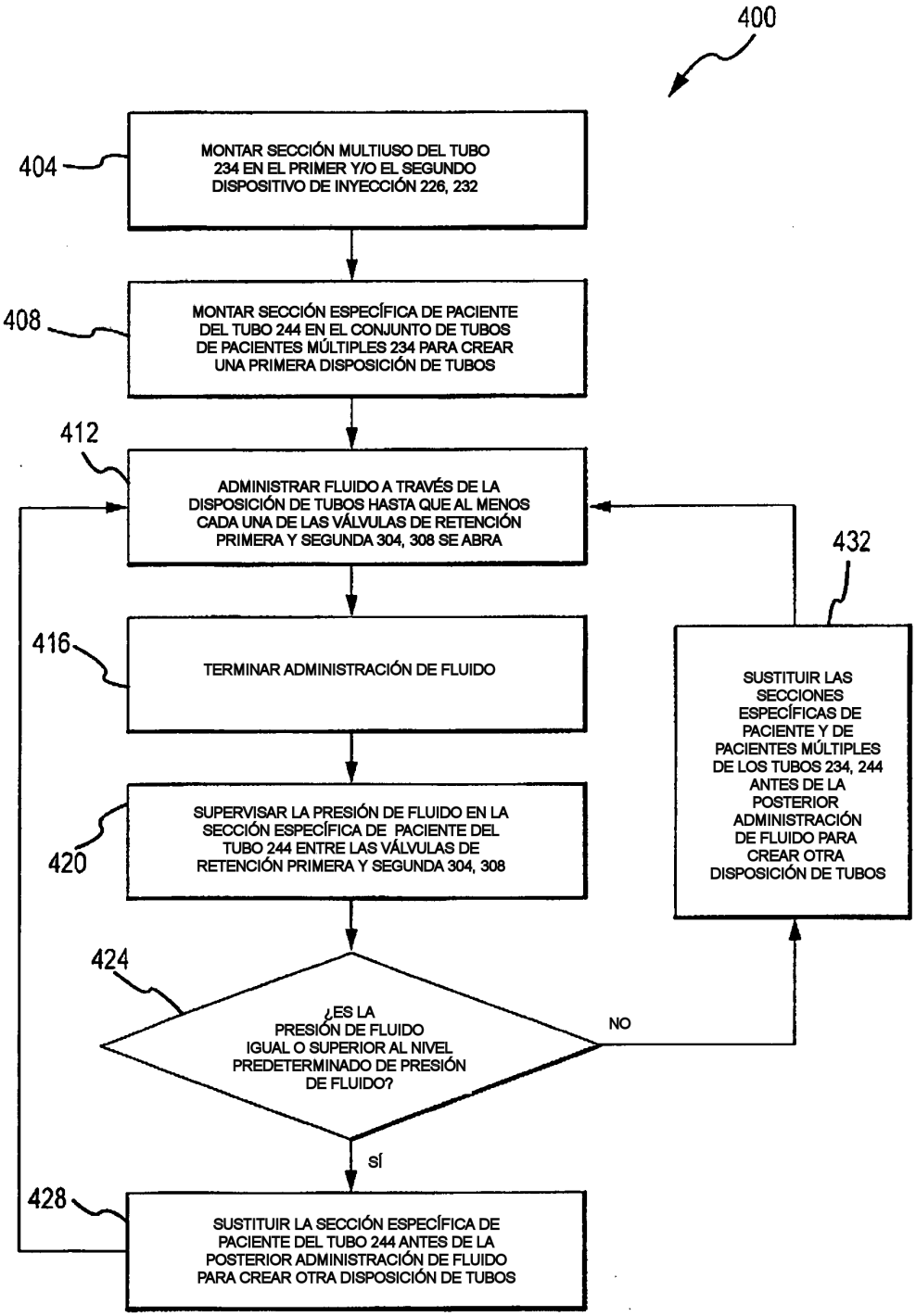
400
404
MONTAR SECCIÓN MULTIUSO DEL TUBO 234 EN EL PRIMER Y/O EL SEGUNDO DISPOSITIVO DE INYECCIÓN 226, 232
408
MONTAR SECCIÓN ESPECÍFICA DE PACIENTE DEL TUBO 244 EN EL CONJUNTO DE TUBOS DE PACIENTES MÚLTIPLES 234 PARA CREAR UNA PRIMERA DISPOSICIÓN DE TUBOS
412
ADMINISTRAR FLUIDO A TRAVÉS DE LA DISPOSICIÓN DE TUBOS HASTA QUE AL MENOS CADA UNA DE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN PRIMERA Y SEGUNDA 304, 308 SE ABRA
416
TERMINAR ADMINISTRACIÓN DE FLUIDO
420
SUPERVISAR LA PRESIÓN DE FLUIDO EN LA SECCIÓN ESPECÍFICA DE PACIENTE DEL TUBO 244 ENTRE LAS VÁLVULAS DE RETENCIÓN PRIMERA Y SEGUNDA 304, 308
424
¿ES LA PRESIÓN DE FLUIDO IGUAL O SUPERIOR AL NIVEL PREDETERMINADO DE PRESIÓN DE FLUIDO?
NO
SÍ
428
SUSTITUIR LA SECCIÓN ESPECÍFICA DE PACIENTE DEL TUBO 244 ANTES DE LA POSTERIOR ADMINISTRACIÓN DE FLUIDO PARA CREAR OTRA DISPOSICIÓN DE TUBOS
432
SUSTITUIR LAS SECCIONES ESPECÍFICAS DE PACIENTE Y DE PACIENTES MÚLTIPLES DE LOS TUBOS 234, 244 ANTES DE LA POSTERIOR ADMINISTRACIÓN DE FLUIDO PARA CREAR OTRA DISPOSICIÓN DE TUBOS

FIG.10