

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 480**

51 Int. Cl.:

A61M 5/20 (2006.01)

A61M 5/315 (2006.01)

A61M 5/50 (2006.01)

A61M 5/145 (2006.01)

A61M 5/168 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.12.2013 PCT/US2013/077926**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.07.2014 WO14106008**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2013 E 13821400 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 2938370**

54 Título: **Aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos**

30 Prioridad:

28.12.2012 US 201261746697 P

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

18.05.2018

73 Titular/es:

GAMBRO LUNDIA AB (100.0%)

P.O. Box 10101

220 10 Lund, SE

72 Inventor/es:

**O'MAHONY, JOHN y
CHAMBERS, JOSHUA**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 668 480 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos

- 5 En el presente documento se describe un aparato y métodos para detectar un acoplamiento adecuado de un sistema de accionamiento con una jeringa en una bomba de jeringa.

Antecedentes

- 10 Las bombas de jeringa se usan en muchos aparatos diferentes para suministrar o extraer fluidos usando una jeringa al mover un émbolo dentro de un cilindro de jeringa. Los ejemplos de algunos aparatos potenciales que pueden usar una bomba de jeringa incluyen, pero sin limitación, bombas de infusión usadas para suministrar una sustancia usando una jeringa, dispositivos de tratamiento de sangre extracorpóreo, etc.

- 15 El tratamiento de sangre extracorpóreo conlleva sacar la sangre de un paciente, tratar la sangre fuera del paciente y devolver la sangre tratada al paciente. El tratamiento de sangre extracorpóreo puede usarse para extraer materia o moléculas no deseada(s) de la sangre del paciente y/o añadir una o más sustancias beneficiosas a la sangre. En muchos dispositivos de tratamiento de sangre extracorpóreo en los que se introduce una o más sustancias beneficiosas en forma líquida en la sangre que se está tratando de manera extracorpórea, los líquidos se suministran usando una bomba de jeringa. Un ejemplo de una sustancia beneficiosa suministrada en forma líquida usando una bomba de jeringa en un dispositivo de tratamiento de sangre extracorpóreo es un anticoagulante (por ejemplo, heparina).

- 20 Las bombas de jeringa convencionales, incluyendo aquellas usadas en dispositivos de tratamiento de sangre extracorpóreo, incluyen habitualmente aparatos y controles necesarios para dispensar material desde la jeringa, sin preocuparse por si la jeringa está completamente sujeta o no en la bomba de jeringa. En concreto, los sistemas de control de bomba de jeringa convencionales están diseñados para detectar obstrucciones que puedan dificultar o evitar el suministro preciso de la sustancia beneficiosa en la jeringa.

- 25 El documento WO2005102418A1 se refiere a un sistema para detectar el posicionamiento adecuado de una jeringa empujando dos veces el émbolo de jeringa y verificando si la fuerza de empuje ha pasado un umbral dos veces.

Sumario

- 35 El aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos tal y como se describe en el presente documento puede usarse para detectar el acoplamiento adecuado o inadecuado de un sistema de accionamiento de bomba de jeringa con una jeringa en la bomba de jeringa. En concreto, el aparato y los métodos descritos en el presente documento pueden determinar el acoplamiento adecuado o inadecuado entre un sistema de accionamiento y el émbolo de una jeringa en una bomba de jeringa, al detectar la fuerza requerida para mover una presilla de émbolo mientras que se limita que entre y/o salga flujo en el/del cilindro de jeringa.

- 40 Una posible ventaja del aparato y/o métodos descritos en el presente documento consiste en reducir la probabilidad de que los contenidos de una jeringa en una bomba de jeringa se vacíen involuntariamente en un conducto de fluido conectado a la jeringa. Por ejemplo, en algunos casos, los contenidos de una jeringa en una bomba de jeringa pueden vaciarse en un conducto de fluido conectado a la salida de la bomba de jeringa si la presión en un conducto de salida conectado a la salida de una jeringa alcanza una presión negativa (es decir, un vacío) lo suficientemente alto como para superar la fuerza requerida para avanzar la punta de émbolo a través del cilindro de la jeringa. A veces, a este fenómeno se hace referencia como "sifonado" de los contenidos en la jeringa.

- 45 Para evitar que esto suceda, puede acoplarse una presilla de émbolo con el émbolo para evitar un movimiento no deseado del émbolo con respecto a la presilla de émbolo. En la patente de Estados Unidos 5.254.096 (Rondelet y col.) se describe un ejemplo de una presilla de émbolo diseñada para abordar el sifonado en conexión con una bomba de jeringa. Este enfoque, sin embargo, se centra en observar la estructura usada para capturar el émbolo directamente para determinar si la estructura se cierra, con independencia de si el émbolo está realmente capturado o no en el dispositivo.

- 50 Para detectar el acoplamiento adecuado o inadecuado de la presilla de émbolo con el émbolo de la jeringa, el aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento determina si la presilla de émbolo se acopla adecuadamente o no al mover la presilla de émbolo a la inversa mientras que se observa la fuerza requerida para mover la presilla de émbolo. Si la presilla de émbolo se acopla adecuadamente con el émbolo de jeringa, la fuerza requerida para mover la presilla de émbolo alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado porque se limita que el fluido fluya al interior de la jeringa, dando lugar, de este modo, a una presión negativa en la jeringa. Si la presilla de émbolo no se acopla adecuadamente, la fuerza requerida para mover la presilla de émbolo a la inversa no alcanzará el nivel de fuerza seleccionado porque la presilla de émbolo no moverá el émbolo y la presión negativa no se desarrollará en la jeringa.

5 Mover el émbolo de una jeringa en un aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento
 podría, en algunos casos, arrastrar aire al interior de la jeringa o del conducto de suministro al que se una la jeringa.
 Si los contenidos de la jeringa están concebidos para su suministro a un paciente, ya sea directamente a la
 vasculatura del paciente o al interior de un conducto, por ejemplo, un conducto de sangre conectado a la vasculatura
 del paciente, la inclusión de aire en el líquido suministrado desde la jeringa puede resultar problemática. El aparato
 de bomba de jeringa descrito en el presente documento puede, en una o más realizaciones en las que el aire en la
 10 jeringa y/o conducto de suministro puede resultar problemático, suministrar los contenidos de la jeringa a uno o más
 componentes aguas abajo de la jeringa que están diseñados para extraer aire y/o detectar el aire y detener su
 movimiento a través del sistema para reducir la probabilidad de que cualquier aire de este tipo se suministre con el
 líquido en la jeringa. Los componentes usados para extraer y/o detectar aire en conductos de líquido pueden incluir,
 por ejemplo, trampas de burbuja, detectores de aire y abrazaderas, etc.

15 Otro posible beneficio del aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos descritos en el
 presente documento consiste en que en una o más realizaciones, el sensor de fuerza usado para determinar el
 acoplamiento adecuado o inadecuado de la presilla de émbolo con la jeringa es el mismo sensor de fuerza usado
 para detectar una obstrucción en el conducto de suministro a través del cual se suministran fluidos desde una jeringa
 en la bomba de jeringa. Esto puede reducir el coste y/o la complejidad del aparato en comparación con un aparato
 que requiere un sensor adicional para detectar la captura del émbolo de jeringa.

20 En una o más realizaciones, el aparato de bomba de jeringa y métodos descritos en el presente documento también
 pueden proporcionar oportunidades para determinar si la jeringa en un aparato de bomba de jeringa se conecta
 adecuadamente a un conducto de suministro.

25 En una o más realizaciones, un aparato de bomba de jeringa configurado para detectar el acoplamiento entre un
 sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en el aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en
 el presente documento puede incluir: un elemento de retención de jeringa configurado para retener una jeringa en
 posición fija en el aparato de bomba de jeringa; un dispositivo de control de flujo configurado para evitar que entre
 flujo en una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa; una presilla de émbolo configurada para capturar
 30 un émbolo de una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa; un sistema de accionamiento configurado
 para mover la presilla de émbolo con respecto al elemento de retención de jeringa; y un sensor de fuerza
 configurado para medir una fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento. El aparato
 puede incluir, además, una unidad de control conectada de manera operable al sistema de accionamiento y el
 sensor de fuerza, en el que la unidad de control está configurada para: alejar la presilla de émbolo del elemento de
 retención de jeringa usando el sistema de accionamiento; medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el
 35 sistema de accionamiento usando el sensor de fuerza; y determinar que la presilla de émbolo está adecuadamente
 acoplada con un émbolo de una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida por el
 sensor de fuerza alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado mientras que el dispositivo de control de flujo
 evita que entre flujo en la jeringa.

40 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, la unidad de control
 está configurada para determinar que la presilla de émbolo no se acopla adecuadamente con un émbolo de una
 jeringa en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida por el sensor de fuerza no ha alcanzado el nivel de
 fuerza seleccionado después de que el sistema de accionamiento haya movido la presilla de émbolo una distancia
 límite seleccionada.

45 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, el nivel de fuerza
 seleccionado depende de una distancia sobre la que el sistema de accionamiento ha movido la presilla de émbolo,
 en el que el nivel de fuerza seleccionado aumenta a medida que aumenta la distancia.

50 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, la unidad de control
 está configurada para hacer que el sistema de accionamiento pare de alejar la presilla de émbolo del elemento de
 detención de jeringa cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado.

55 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, la unidad de control
 está configurada para medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento mientras que
 el sistema de accionamiento está moviendo la presilla de émbolo.

60 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, la unidad de control
 está configurada para hacer que el sistema de accionamiento pare de alejar la presilla de émbolo del elemento de
 retención de jeringa cuando el sistema de accionamiento ha movido la presilla de émbolo sobre una distancia límite
 seleccionada.

65 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, el dispositivo de
 control de flujo está configurado para cerrarse de manera selectiva para evitar que entre flujo en una jeringa retenida
 en el elemento de retención de jeringa, en el que el dispositivo de control de flujo está conectado de manera
 operable a la unidad de control que está configurada para cerrar de manera selectiva el dispositivo de control de flujo

5 antes de que el sistema de accionamiento aleje la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa. En una o más realizaciones, el dispositivo de control de flujo está normalmente abierto. En una o más realizaciones, la unidad de control está configurada para mover la presilla de émbolo hacia delante hacia el elemento de retención de jeringa usando el sistema de accionamiento, y en el que el dispositivo de control de flujo está normalmente abierto cuando la presilla de émbolo se está moviendo hacia delante hacia el elemento de retención de jeringa. En una o más realizaciones, el dispositivo de control de flujo comprende una abrazadera o una válvula.

10 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, el dispositivo de control de flujo está configurado para evitar de manera selectiva que salga flujo de la jeringa, y en el que la unidad de control está configurada para: cerrar el dispositivo de control de flujo para evitar que salga flujo de la jeringa; mover la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa usando el sistema de accionamiento mientras que se cierra el dispositivo de control de flujo; medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento usando el sensor de fuerza; y determinar que una jeringa se conecta adecuadamente a un conducto de suministro si la fuerza medida por el sensor de fuerza mientras que mueve la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza de suministro seleccionado.

15 En una o más realizaciones del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento, se posiciona un aparato de control de aire aguas abajo de una salida de una jeringa en el elemento de retención de jeringa.

20 En una o más realizaciones de los métodos para detectar el acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en una bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento, los métodos pueden incluir: alejar una presilla de émbolo de un elemento de retención de una jeringa configurada para retener una jeringa en una posición fija; evitar que entre flujo en la jeringa en el elemento de retención de jeringa mientras se aleja la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa; medir una fuerza ejercida en la presilla de émbolo mientras se evita que entre flujo en la jeringa; y determinar que la presilla de émbolo se acopla adecuadamente con el émbolo de la jeringa en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado.

25 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método comprende determinar que la presilla de émbolo no se acopla adecuadamente con el émbolo si la fuerza medida no ha alcanzado el nivel de fuerza seleccionado después de mover la presilla de émbolo una distancia límite seleccionada.

30 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el nivel de fuerza seleccionado depende de una distancia sobre la que se mueve la presilla de émbolo, y en la que el nivel de fuerza seleccionado aumenta a medida que aumenta la distancia.

35 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método comprende detener el alejamiento de la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado.

40 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método comprende medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo mientras mueve la presilla de émbolo.

45 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, evitar que entre flujo en la jeringa comprende cerrar un dispositivo de control de flujo. En una o más realizaciones, el método comprende cerrar el dispositivo de control de flujo antes de alejar la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa.

50 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método comprende alejar la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa hasta una posición seleccionada después de determinar que la presilla de émbolo se acopla adecuadamente con el émbolo de la jeringa en el elemento de retención de jeringa. En una o más realizaciones, la posición seleccionada comprende una posición inicial de la presilla de émbolo, en la que la posición inicial comprende una posición de la presilla de émbolo antes de alejar la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa.

55 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método comprende: mover la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa mientras se evita que salga flujo de la jeringa; medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento usando el sensor de fuerza mientras se mueve la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa y se evita que salga flujo de la jeringa; y determinar que la jeringa se conecta adecuadamente a un conducto de suministro si la fuerza medida por el sensor de fuerza mientras que mueve la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza de suministro seleccionado.

60 Tal y como se usan en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas del singular "un", "una", "el" y "la" incluyen referencias en plural a no ser que el contexto lo defina claramente de otra forma. De este modo, por ejemplo, la referencia a "un" o "el" componente puede incluir uno o más de los componentes y

equivalentes del mismo conocidos para los expertos en la técnica. Además, la expresión "y/o" significa uno de o todos los elementos enumerados o una combinación de dos o más cualesquiera elementos enumerados.

5 Cabe destacar que la expresión "que comprende" y variaciones de la misma no tienen un significado limitante donde aparezcan estos términos en la descripción adjunta. Además, "un", "una", "el", "la", "al menos uno/a" y "uno/a o más" se usan indistintamente en el presente documento.

10 El sumario anterior no pretende describir cada realización o cada implementación del aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos descritos en el presente documento. Más bien, un entendimiento más completo de la invención resultará evidente y se apreciará en referencia a la siguiente Descripción de realizaciones ilustrativas y reivindicaciones a la vista de las figuras del dibujo adjuntas.

Breve descripción de las vistas del dibujo

15 La FIG. 1 es una representación esquemática de una realización ilustrativa de un aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento provisto en conexión con un dispositivo de tratamiento de sangre extracorpóreo.

20 La FIG. 2 representa una realización ilustrativa de un aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento.

La FIG. 3 es un diagrama de flujo que representa una realización ilustrativa de un método tal y como se describe en el presente documento.

25 Descripción de las realizaciones ilustrativas

30 En la siguiente descripción de las realizaciones ilustrativas, se hace referencia a las figuras adjuntas del dibujo que forma una parte de la misma, y en las que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones específicas. Ha de entenderse que pueden utilizarse otras realizaciones y que pueden hacerse cambios estructurales sin alejarse del alcance de la presente invención.

35 Aunque en el presente documento se describen realizaciones ilustrativas del aparato de bomba de jeringa y métodos en el contexto de un dispositivo de tratamiento de sangre extracorpóreo, el aparato de detección de acoplamiento de bomba de jeringa y métodos descritos en el presente documento pueden usarse en cualquier otro dispositivo adecuado que incluya una bomba de jeringa tal como, por ejemplo, bombas de infusión, etc.

40 Con referencia a la figura 1, una realización ilustrativa de un aparato 10 de bomba de jeringa configurado para detectar el acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en el aparato 10 de bomba de jeringa se representa en conexión con un diagrama simplificado de una realización ilustrativa de un dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo. El dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo representado puede, por ejemplo, estar configurado para realizar uno o más de los siguientes tratamientos: hemodiálisis, ultrafiltración pura, hemofiltración, hemodiafiltración, intercambio plasmático terapéutico, etc.

45 El dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo representado esquemáticamente en la FIG. 1 puede usarse, por ejemplo, para el tratamiento de un fallo renal usando un filtro 2 que se asocia de manera operativa con un circuito de sangre que incluye una vía arterial 6 a través de la cual se extrae sangre de un paciente *P* y se suministra al filtro 2 usando, por ejemplo, una bomba 4 de sangre. El circuito de sangre también incluye una vía venosa 8 usada para hacer retroceder la sangre al paciente *P* desde el filtro 2.

50 En la realización representada, un aparato 9 de control de aire se ubica en la vía venosa 8 para extraer y/o detectar aire en el líquido (principalmente sangre) que pasa a través de la vía venosa 8. El aparato 9 de control de aire puede adoptar una variedad de formas diferentes que incluyen uno o más de los siguientes componentes: una trampa de burbuja usada para extraer aire atrapado en un líquido, un detector de aire usado para detectar aire en un líquido junto con una abrazadera, válvula, etc. que pueden usarse para cerrar la vía venosa 8 para reducir la probabilidad de que el aire en la vía venosa 8 alcance al paciente *P*. Aunque no se representa en la FIG. 1, el aparato 9 de control de aire puede conectarse de manera operativa con la unidad 40 de control, que puede, en una o más realizaciones, estar configurada para detener el flujo de todo el líquido a través del aparato 9 de control de aire si se detecta aire en el líquido.

60 El dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo también incluye una realización ilustrativa de un aparato 10 de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento que puede usarse para suministrar uno o más líquidos médicos (por ejemplo, líquidos de sustitución, anticoagulante, etc.) a una o más ubicaciones en el dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo. Por ejemplo, si el aparato 10 de bomba de jeringa se usa para suministrar un anticoagulante líquido, habitualmente el aparato 10 de bomba de jeringa incluirá un conducto 12 de suministro conectado al dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo de vía arterial 6 para que pueda suministrarse anticoagulante (o cualquier otro líquido seleccionado) a la sangre en la vía arterial 6. En una o más realizaciones

alternativas, el aparato 10 de bomba de jeringa puede conectarse para suministrar líquido desde una jeringa a cualquier ubicación adecuada en el dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo distinta de la vía arterial 6 (tal como, por ejemplo, la vía venosa 8 de retroceso, el conducto 7 de prefiltro, etc.). En otra variante, por ejemplo, el conducto 12 de suministro del aparato 10 de bomba de jeringa puede estar configurado para suministrar líquido directamente al paciente *P*.

El aparato 10 de bomba de jeringa representado esquemáticamente en la FIG. 1 está configurado para dispensar líquido desde una jeringa 20 retenida en el aparato 10 de bomba de jeringa al conducto 12 de suministro. Habitualmente, las jeringas 20 usadas en conexión con el aparato 10 de bomba de jeringa son de un tipo de un solo uso, de tal manera que se desechen después de su uso, aunque en una o más realizaciones, una jeringa puede reutilizarse.

La jeringa 20, para la que se diseña el aparato 10 de bomba de jeringa, incluye habitualmente un cilindro 22 de jeringa, una salida 24 y un émbolo 26 que incluye un vástago 27 que conecta una junta de estanqueidad 28 a una base 29 de émbolo con la junta de estanqueidad 28 que se aloja en el cilindro 22. El líquido contenido en el cilindro 22 sale de la jeringa 20 a través de la salida 24 a medida que la junta de estanqueidad 28 del émbolo 26 avanza hacia la salida 24.

El aparato 10 de bomba de jeringa representado en la FIG. 1 incluye un elemento 16 de retención de jeringa que está configurado para retener una jeringa 20 en una posición fija en el aparato 10 de bomba de jeringa. En una realización tal y como se representa en la FIG. 1, el elemento 16 de retención de jeringa puede tener la forma de una abrazadera diseñada para sujetar el cilindro 22 de jeringa. Los elementos de retención de jeringa usados en el aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento pueden, sin embargo, adoptar cualesquiera otras formas incluyendo cualquier estructura capaz de retener una jeringa en una posición fija según se necesite para una operación adecuada del aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento.

Otro componente del aparato 10 de bomba de jeringa representado en la FIG. 1 es un dispositivo 14 de control de flujo que está configurado para evitar que entre flujo en la jeringa 20 retenida en el elemento 16 de retención de jeringa del aparato 10 de bomba de jeringa. En concreto, el dispositivo 14 de control de flujo está configurado para evitar que entre flujo en el cilindro 22 de la jeringa 20. Aunque se describe que el dispositivo 14 de control de flujo evita que entre flujo en la jeringa 20, tal y como se usa en el presente documento, "evitar" (y variaciones del mismo) se usa para describir una obstrucción completa (de manera que no se permite pasar nada de flujo) o una limitación de flujo que es lo suficientemente grande como para proporcionar una presión negativa en la jeringa tal y como se describe en el presente documento que, a su vez, da lugar a una fuerza requerida para mover el émbolo 26 lo suficientemente grande como para determinar que una presilla 30 de émbolo (descrita en mayor detalle en el presente documento) se conecta adecuadamente con el émbolo 26 de la jeringa 20 retenida en el elemento 16 de retención de jeringa (es decir, puede no requerirse una obstrucción completa).

En una o más realizaciones, el dispositivo 14 de control de flujo puede ubicarse en cualquier lugar a lo largo del conducto 12 de suministro. En una o más realizaciones alternativas, el dispositivo 14 de control de flujo puede ubicarse en la salida 24 de la jeringa 20 de tal manera que, por ejemplo, el dispositivo 14 de control de flujo se ubique entre el conducto 12 de suministro y el volumen interior del cilindro 22 de jeringa.

En una o más realizaciones, el dispositivo 14 de control de flujo puede estar configurado para cerrarse de manera selectiva para evitar que entre flujo en la jeringa 20 retenida en el elemento 16 de retención de jeringa. Por ejemplo, el dispositivo 14 de control de flujo puede tener la forma de una válvula o una abrazadera que un operador o una unidad 40 de control (descritos en mayor detalle en el presente documento) puede cerrar de manera selectiva. Si el dispositivo 14 de control de flujo se proporciona en la forma de una válvula, abrazadera, etc. que debe cerrarse de manera selectiva, el dispositivo 14 de control de flujo puede estar abierto normalmente de manera que, en ausencia de un cierre selectivo, el dispositivo 14 de control de flujo está abierto para permitir el flujo a través del mismo. En una o más realizaciones alternativas, el dispositivo 14 de control de flujo puede tener la forma de una válvula de una vía de tal manera que se permita salir flujo de la jeringa 20 (cuando, por ejemplo, el émbolo avanza en la dirección hacia delante), pero se evite flujo inverso, es decir, flujo que entra en la jeringa 20, sin ninguna acción, por ejemplo, por un operador, una unidad de control, etc. En una o más realizaciones en las que el dispositivo 14 de control de flujo es una válvula, esta puede ser una válvula de liberación de presión de una vía.

Las unidades de control usadas en el aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento pueden proporcionarse en cualquier forma adecuada y pueden, por ejemplo, incluir memoria y un controlador. El controlador puede, por ejemplo, tener la forma de uno o más microprocesadores, matrices de puertas programables en campo (FPGA por sus siglas en inglés), procesadores digitales de señales (DSP por sus siglas en inglés), microcontroladores, máquinas de estado de circuito integrado de aplicación específica (ASIC por sus siglas en inglés), etc. Las unidades de control pueden incluir uno o más de cualesquiera dispositivos de entrada adecuados configurados para permitir a un usuario operar el aparato (por ejemplo, teclados, pantallas táctiles, ratones, bolas de seguimiento, etc.), así como dispositivos de representación visual configurados para transmitir información a un usuario (por ejemplo, monitores (que pueden o pueden no ser pantallas táctiles), señales luminosas, etc.).

La realización ilustrativa del aparato 10 de bomba de jeringa descrito en el presente documento, tal como se representa en la FIG. 1, también incluye una presilla 30 de émbolo, un sistema 32 de accionamiento configurado para mover la presilla 30 de émbolo con respecto al elemento 16 de retención de jeringa (en el que se retiene la jeringa 20), un sensor 34 de fuerza configurado para medir la fuerza ejercida en la presilla 30 de émbolo por el sistema 32 de accionamiento y una unidad 40 de control conectada de manera operativa al sistema 32 de accionamiento y el sensor 34 de fuerza. La realización ilustrativa del aparato 10 de bomba de jeringa representado en la FIG. 1 también incluye un sensor 36 de desplazamiento opcional configurado para determinar la distancia sobre la que el sistema 32 de accionamiento mueve la presilla 30 de émbolo durante la operación del aparato 10 de bomba de jeringa. Aunque el sensor 36 de desplazamiento opcional del aparato 10 de bomba de jeringa de la FIG. 1 se representa como un componente por separado, en una o más realizaciones el sensor 36 de desplazamiento puede integrarse en el sistema 32 de accionamiento.

La presilla 30 de émbolo está configurada para capturar el émbolo 26 de la jeringa 20 retenida en el elemento 16 de retención de jeringa. En la realización representada en la Figura 1, la presilla 30 de émbolo está configurada para capturar la base 29 de émbolo, aunque en una o más realizaciones alternativas, la presilla 30 de émbolo puede capturar cualquier porción del émbolo 26, siempre y cuando el sistema 32 de accionamiento sea capaz de mover el émbolo 26 usando la presilla 30 de émbolo sobre la distancia necesaria.

La unidad 40 de control está configurada para mover la presilla 30 de émbolo con respecto al elemento 16 de retención de jeringa usando el sistema 32 de accionamiento. La unidad 40 de control (que usa el sistema 32 de accionamiento) está, en una o más realizaciones, configurada tanto para mover la presilla 30 de émbolo hacia como para alejarla del elemento 16 de retención de jeringa usando el sistema 32 de accionamiento. En concreto, la unidad 40 de control (que usa el sistema 32 de accionamiento) está configurada para alejar la presilla 30 de émbolo del elemento 16 de retención de jeringa (a cuya dirección se hará referencia como inversa); medir la fuerza ejercida en la presilla 30 de émbolo por el sistema 32 de accionamiento usando el sensor 34 de fuerza; y determinar que la presilla 30 de émbolo se conecta adecuadamente con el émbolo 26 de la jeringa 20 retenida en el elemento 16 de retención de jeringa si la fuerza medida por el sensor 34 de fuerza alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado mientras que el dispositivo 14 de control de flujo evita que entre flujo en la jeringa 20. Además, la unidad 40 de control (que usa el sistema 32 de accionamiento) estará, en una o más realizaciones, configurada habitualmente para terminar el movimiento del sistema 32 de accionamiento a la inversa cuando la fuerza medida por el sensor 34 de fuerza alcance o sobrepase el nivel de fuerza seleccionado.

La fuerza aplicada por el sistema 32 de accionamiento en la presilla 30 de émbolo alcanzará el nivel de fuerza seleccionado cuando el dispositivo 14 de control de flujo evite que entre flujo en la jeringa 20 porque el movimiento de la presilla 30 de émbolo a la inversa por el sistema 32 de accionamiento dará lugar a una presión negativa en la jeringa 20. La presión negativa requerirá que el sistema 32 de accionamiento ejerza una fuerza mayor porque resultará cada vez más difícil mover la presilla 30 de émbolo a medida que la presión en la jeringa 20 disminuya. La presión negativa se produce al aumentar el volumen encerrado dentro del cilindro 22 de jeringa a medida que la junta de estanqueidad 28 de émbolo se mueve a la inversa y que el dispositivo 14 de control de flujo se cierra para evitar que entre fluido adicional en la jeringa 20.

El nivel de fuerza seleccionado en el que puede determinarse que la presilla 30 de émbolo se conecta adecuadamente con un émbolo 26 de jeringa variará según el tamaño de la jeringa 20, la ubicación del dispositivo 14 de control de flujo con respecto a la salida 24 de la jeringa 20 y una variedad de otros factores.

En una o más realizaciones en las que el dispositivo 14 de control de flujo es de un tipo en el que el dispositivo 14 de control de flujo debe cerrarse de manera selectiva para evitar que entre flujo en la jeringa 20, la unidad 40 de control está configurada para cerrar de manera selectiva el dispositivo 14 de control de flujo antes de o mientras que el sistema 32 de accionamiento aleja la presilla 30 de émbolo del elemento 16 de retención de jeringa. Aunque puede resultar ventajoso cerrar el dispositivo 14 de control de flujo en tal sistema antes de mover la presilla 30 de émbolo a la inversa, el sistema puede operar incluso si el dispositivo 14 de control de flujo se cierra después de que el sistema 32 de accionamiento haya empezado a mover la presilla 30 de émbolo a la inversa. En una o más realizaciones en las que el dispositivo 14 de control de flujo no necesita cerrarse de manera selectiva, no se requiere esta función de la unidad 40 de control. Por ejemplo, si el dispositivo 14 de control de flujo es una válvula antirretorno de una vía, la unidad de control no necesita cerrar de manera selectiva el dispositivo 14 de control de flujo.

Puesto que el sistema 32 de accionamiento del aparato 10 de bomba de jeringa descrito en el presente documento necesita mover el émbolo 26 en la dirección inversa, la presilla 30 de émbolo debe acoplar el émbolo 26 de una forma que sea capaz de mover el émbolo 26 en la dirección inversa. En otras palabras, a diferencia de muchas bombas de jeringa convencionales, el aparato 10 de bomba de jeringa debe incluir una presilla 30 de émbolo que sea capaz no solo de empujar o mover el émbolo 26 en la dirección hacia delante para dispensar material desde una jeringa, sino que también debe ser capaz de desplazar o mover el émbolo 26 en la dirección inversa. En una o más realizaciones, la presilla de émbolo puede incluir una ranura en la que puede insertarse la base 29 de émbolo, abrazaderas que proporcionen la conexión deseada entre la presilla 30 de émbolo y el émbolo 26 o cualquier otra estructura adecuada capaz de mover el émbolo de la jeringa en la dirección inversa (en la patente de Estados Unidos 5.254.096 (Rondelet y col.) se describe un posible ejemplo de esto).

En una o más realizaciones, la unidad 40 de control está configurada para determinar que la presilla 30 de émbolo no se conecta adecuadamente con el émbolo 26 de una jeringa 20 en el elemento 16 de retención de jeringa si la fuerza medida por el sensor 34 de fuerza no ha alcanzado el nivel de fuerza seleccionado después de que el sistema 32 de accionamiento haya movido la presilla 30 de émbolo una distancia límite seleccionada. En tal situación, en la que la presilla 30 de émbolo se ha movido la distancia límite seleccionada y el sensor 34 de fuerza no ha detectado el nivel de fuerza seleccionado, puede determinarse que la presilla 30 de émbolo no se acopla con el émbolo 26 porque el movimiento del émbolo 26 a la inversa daría lugar, de otro modo, a una presión negativa dentro de la jeringa 20. El fallo a la hora de alcanzar la presión negativa y el nivel de fuerza seleccionado resultante son indicativos de un fallo de la presilla 32 de émbolo acoplada adecuadamente con el émbolo 26. En la realización ilustrativa del aparato 10 de bomba de jeringa representado en la FIG. 1, la distancia sobre la que la presilla 30 de émbolo discurre puede medirse usando un sensor 36 de desplazamiento.

En una o más realizaciones, el nivel de fuerza seleccionado en el que puede determinarse que la presilla 30 de émbolo no se acopla adecuadamente con el émbolo 26 de una jeringa en el elemento 16 de retención de jeringa puede depender de una distancia sobre la que el sistema 32 de accionamiento ha movido la presilla 30 de émbolo (y el émbolo 26 si se ha acoplado adecuadamente con la presilla 30 de émbolo). En tal situación, el nivel de fuerza seleccionado aumenta habitualmente a medida que aumenta la distancia sobre la que la presilla 30 de émbolo se mueve a la inversa. En una o más realizaciones, la unidad 40 de control puede estar configurada para determinar que la presilla 30 de émbolo no se acopla adecuadamente con el émbolo 26 de una jeringa en el elemento 16 de retención de jeringa basándose en una combinación de la fuerza detectada por el sensor 34 de fuerza y la distancia sobre la que la presilla 30 de émbolo se mueve tal y como ha medido el sensor 36 de desplazamiento. En una o más realizaciones, la unidad 40 de control puede estar configurada para medir la fuerza ejercida en la presilla 30 de émbolo por el sistema 32 de accionamiento mientras que el sistema 32 de accionamiento está moviendo la presilla 30 de émbolo y, basándose en una combinación de la fuerza tal y como ha medido el sensor 34 de fuerza y la distancia sobre la que la presilla 30 de émbolo se ha movido tal y como ha medido el sensor 36 de desplazamiento, determinar que la presilla 30 de émbolo se acopla o no adecuadamente con el émbolo 26 de una jeringa 20 en el elemento 16 de retención de jeringa.

En una o más realizaciones, la unidad 40 de control también puede estar configurada para terminar el movimiento de la presilla 30 de émbolo en la dirección inversa por el sistema 32 de accionamiento después de que la presilla 30 de émbolo se haya movido sobre una distancia seleccionada tal y como determina el sensor 36 de desplazamiento mientras que el sensor 34 de fuerza no haya indicado que se ha alcanzado el nivel de fuerza seleccionado. En tal situación, la unidad 40 de control puede determinar esto, porque el fallo a la hora de alcanzar el nivel de fuerza seleccionado ocurre porque la presilla 30 de émbolo no está moviendo el émbolo 26 en la dirección inversa y, por lo tanto, no se está obteniendo una presión negativa en la jeringa 20.

En una o más realizaciones, la unidad 40 de control también puede estar configurada para terminar el movimiento de la presilla 30 de émbolo en la dirección inversa por el sistema 32 de accionamiento después de que la presilla 30 de émbolo se haya movido sobre una distancia seleccionada tal y como determina el sensor 36 de desplazamiento con independencia de las señales recibidas por el sensor 34 de fuerza.

En una o más realizaciones, el aparato y métodos descritos en el presente documento también pueden conllevar mover la presilla 30 de émbolo hacia delante (hacia el elemento 16 de retención de jeringa) hasta una ubicación seleccionada (por ejemplo, la posición inicial original de la presilla 30 de émbolo, etc.) después de haber movido la presilla 30 de émbolo a la inversa para detectar un acoplamiento adecuado o inadecuado de una presilla 30 de émbolo con un émbolo de una jeringa 20. Por ejemplo, una unidad 40 de control puede estar configurada para operar el sistema 32 de accionamiento para completar estas acciones.

Aunque el aparato 9 de control de aire en la realización del dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo representado en la FIG. 1 se ubica bastante lejos del aparato 10 de bomba de jeringa, este está aguas abajo de la salida 24 de una jeringa 20 retenida en el aparato 10 de bomba de jeringa porque el líquido suministrado desde la jeringa 20 al conducto 12 de suministro entra en el dispositivo 1 de tratamiento de sangre extracorpóreo a través de la línea arterial 6 tal y como se describe en el presente documento. El líquido (y cualquier aire atrapado en el mismo) pasaría, antes de alcanzar al paciente *P*, a través del aparato 9 de control de aire en el que se extraería el aire y/o se podría detener su avance.

En una o más realizaciones alternativas, un aparato 9 de control de aire podría ubicarse aguas abajo de la salida de una jeringa 20 en el aparato 1 de bomba de jeringa al incorporarse en el propio conducto 12 de suministro o podría proporcionarse un aparato 9 de control de aire entre la salida 24 de la jeringa 20 y el conducto 12 de suministro para detener el avance del aire atrapado. También pueden existir otras muchas ubicaciones para el aparato 9 de control de aire y pueden resultar eficaces siempre y cuando estén aguas abajo de la salida 24 de la jeringa 20 y aguas arriba del punto en el que el líquido de la jeringa 20 entra en el paciente *P*. En una o más realizaciones, el aparato 9 de control de aire puede ubicarse aguas abajo del dispositivo 14 de control de flujo descrito en el presente documento.

En la FIG. 2 se representa una realización ilustrativa del aparato 110 de bomba de jeringa. El aparato 110 de bomba de jeringa incluye un elemento 116 de retención de jeringa en la forma de presillas que reciben un cilindro 122 de una jeringa 120. El aparato 110 de bomba de jeringa también incluye una presilla 130 de émbolo montada en un soporte 131 que se acciona por un sistema 132 de accionamiento tal y como se describe en el presente documento. La presilla 130 de émbolo es capaz de capturar la base 129 de émbolo del émbolo 126 de la jeringa 120 para mover el émbolo 126 tanto en la dirección hacia delante (hacia el elemento 116 de retención de jeringa) como la dirección inversa (alejándose del elemento 116 de retención de jeringa). El aparato 110 de bomba de jeringa también incluye un sensor 134 de fuerza capaz de detectar la fuerza ejercida en el soporte 131 y, de este modo, en la presilla 130 de émbolo. El sensor 134 de fuerza puede ser, en una o más realizaciones, un sensor de fuerza bidireccional de tal manera que pueda detectar las fuerzas ejercidas en el soporte 131 a medida que la presilla 130 de émbolo se mueve en ambas direcciones hacia delante e inversa. Como mínimo, sin embargo, el sensor 134 de fuerza está configurado para determinar la fuerza ejercida en el soporte 131 por el sistema 132 de accionamiento cuando la presilla 130 de émbolo se está moviendo en la dirección inversa.

Los sistemas de accionamiento usados en el aparato y/o métodos descritos en el presente documento pueden tener una variedad de formas siempre y cuando estos sean capaces de mover las presillas de émbolo tal y como se describe en el presente documento. Por ejemplo, en una o más realizaciones, el sistema de accionamiento puede incluir un husillo conectado de manera operable a un motor. La conexión entre el motor y el husillo puede ser directa (es decir, el husillo puede acoplarse directamente a un árbol de salida del motor) o el motor puede acoplarse al husillo usando uno o más componentes intermedios tales como, por ejemplo, un engranaje, una correa, etc. Los motores usados pueden ser de cualquier tipo adecuado, por ejemplo, un motor con escobillas, un motor sin escobillas, un motor paso a paso, etc.

Los sensores de desplazamiento usados en el aparato y/o métodos descritos en el presente documento pueden tener una variedad de formas siempre y cuando estos sean capaces de medir el desplazamiento de las presillas de émbolo tal y como se describe en el presente documento. Por ejemplo, en una o más realizaciones, los sensores de desplazamiento pueden tener la forma de codificadores, sensores de proximidad, fotodetectores, etc. En una o más realizaciones, el sensor de desplazamiento puede tener la forma de un codificador unido al motor del sistema de accionamiento, con posiciones de referencia independientes al inicio y término del recorrido para determinar la distancia recorrida por las presillas de émbolo en el aparato y métodos descritos en el presente documento. En una o más realizaciones alternativas, el sensor de desplazamiento puede formar parte del sistema de accionamiento, por ejemplo, si el sistema de accionamiento usa un motor paso a paso, el desplazamiento de la presilla de émbolo puede determinarse basándose en el número de pulsos suministrados al motor paso a paso (por ejemplo, los pulsos pueden sumarse para determinar la distancia de desplazamiento basándose en estimaciones de la distancia recorrida por la presilla de émbolo con cada pulso suministrado al motor paso a paso).

Los sensores de fuerza usados en el aparato y/o métodos descritos en el presente documento pueden tener una variedad de formas siempre y cuando estos sean capaces de medir la fuerza ejercida en las presillas de émbolo tal y como se describe en el presente documento. Por ejemplo, en una o más realizaciones, los sensores de fuerza pueden tener la forma de un extensiómetro (por ejemplo, un extensiómetro resistivo, capacitivo o piezoeléctrico). En una o más realizaciones alternativas, el sensor de fuerza podría tener la forma de un interruptor de resorte que se abre o se cierra cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado tal y como se describe en el presente documento.

Aunque los métodos para detectar el acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en un aparato de bomba de jeringa se describen en conexión con el aparato representado en la FIG. 1, una o más realizaciones de los métodos para detectar el acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en un aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento puede(n) incluir las etapas representadas en el diagrama de flujo de la FIG. 3. La realización ilustrativa del método representado en el diagrama de flujo de la FIG. 3 incluye mover una presilla de émbolo a la inversa 151, por ejemplo, alejar la presilla de émbolo de un aparato de bomba de jeringa de un elemento de retención de jeringa configurado para retener una jeringa en una posición fija. El método incluye, además, evitar que entre flujo en la jeringa 152 mientras que se aleja la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa en el que se ubica la jeringa. La fuerza ejercida en la presilla de émbolo se mide 153 mientras que se evita que entre flujo en la jeringa y se aleja la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa. Si la fuerza ejercida en la presilla de émbolo mientras que se aleja la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel 154 de fuerza seleccionado, entonces se determina que la presilla de émbolo se acopla adecuadamente con el émbolo de la jeringa en el elemento 155 de retención de jeringa. En una o más realizaciones, el método puede incluir detener el alejamiento de la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado.

El método puede incluir, además, medir la distancia sobre la que la presilla de émbolo ha discurrido para determinar si se ha alcanzado 156 una distancia límite seleccionada. El método puede incluir, además, determinar que la presilla de émbolo no se acopla adecuadamente con el émbolo si la fuerza medida no ha alcanzado o sobrepasado el nivel de fuerza seleccionado cuando la presilla de émbolo ha discurrido sobre una distancia 157 límite seleccionada.

En una o más realizaciones, el nivel de fuerza seleccionado puede depender de la distancia sobre la que se mueve la presilla de émbolo. En tal disposición, el nivel de fuerza seleccionado en el que una determinación de que la presilla de émbolo se acopla o no adecuadamente con un émbolo de jeringa puede aumentar a medida que aumenta la distancia sobre la que ha discurrido la presilla de émbolo.

5 En una o más realizaciones del aparato y métodos descritos en el presente documento, la fuerza ejercida en la presilla de émbolo puede medirse mientras que se mueve la presilla de émbolo. En una o más realizaciones del aparato y métodos descritos en el presente documento, la fuerza ejercida en la presilla de émbolo puede medirse mientras que la presilla de émbolo está en una posición estacionaria después de haberse movido en la dirección inversa, es decir, alejándose del elemento de retención de jeringa.

15 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método puede incluir, además, cerrar un dispositivo de control de flujo, tales como, por ejemplo, una válvula, una abrazadera, etc. En los métodos en los que el dispositivo de control de flujo se cierra, el método puede incluir cerrar de manera selectiva el dispositivo de control de flujo antes de alejar la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa. En una o más realizaciones distintas, sin embargo, un dispositivo de control de flujo que debe cerrarse de manera selectiva puede cerrarse después de que la presilla de émbolo haya empezado a alejarse del elemento de retención de jeringa.

20 La adición de los dispositivos de control de flujo y sensores de fuerza en el aparato de bomba de jeringa descrito en el presente documento también puede proporcionar oportunidades en la sustitución de jeringas en las bombas de jeringa. En una o más realizaciones, un método para sustituir una jeringa en un aparato de bomba de jeringa tal y como se describe en el presente documento puede incluir cerrar de manera selectiva el conducto de suministro (usando, por ejemplo, el dispositivo de control de flujo u otro dispositivo, por ejemplo, una abrazadera o válvula si el dispositivo de control de flujo es una válvula antirretorno de una vía), seguido de desconectar el conducto de suministro de la salida de la jeringa en la bomba de jeringa. En una o más realizaciones, el sistema de accionamiento puede activarse por la unidad de control para mover la presilla de émbolo a la inversa (es decir, alejándose del elemento de retención de jeringa) después de que se haya desconectado el conducto de suministro de la salida de la jeringa.

30 La jeringa puede, en una o más realizaciones, extraerse del elemento de retención de jeringa después de que se haya desconectado el conducto de suministro de la salida de la jeringa y, en esas realizaciones en las que la presilla de émbolo se mueve a la inversa, después de que la presilla de émbolo se haya movido a la inversa. La extracción de la jeringa del elemento de retención de jeringa habitualmente incluye extraer la base de émbolo de la presilla de émbolo.

35 Después de que se haya extraído la jeringa del aparato de bomba de jeringa, se coloca una nueva jeringa en el elemento de retención de jeringa y se conecta el conducto de suministro a la salida de la nueva jeringa. En una o más realizaciones, el sistema de accionamiento se activa, entonces, por la unidad de control para mover la presilla de émbolo hacia delante (es decir, hacia el elemento de retención de jeringa) para que la presilla de émbolo actúe contra la base de émbolo. El conducto de suministro sigue cerrado (por, por ejemplo, el dispositivo de control de flujo u otro dispositivo, por ejemplo, una abrazadera o válvula si el dispositivo de control de flujo es una válvula antirretorno de una vía) durante el movimiento hacia delante de la presilla de émbolo y, como resultado, el sistema de accionamiento ejerce una fuerza creciente en la presilla de émbolo porque no se permite que el fluido abandone la jeringa. El sistema de accionamiento puede desactivarse después de que el movimiento hacia delante de la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento dé lugar a una fuerza ejercida en el émbolo que sobrepase un nivel de fuerza de suministro seleccionado. Alcanzar ese nivel de fuerza de suministro seleccionado durante el movimiento hacia delante de la presilla de émbolo puede, en una o más realizaciones, tomarse como indicador fiable de que el conducto de suministro se conecta adecuadamente a la salida de la jeringa. Por el contrario, un fallo a la hora de alcanzar el nivel de fuerza de suministro seleccionado puede dar lugar a una determinación de que el suministro no se conecta adecuadamente a la salida de jeringa.

55 Una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento pueden incluir, además, acoplar la presilla de émbolo con el émbolo (por ejemplo, la base de émbolo). Esta acción puede realizarse antes o después de que la presilla de émbolo accione el émbolo en la dirección hacia delante. En una o más realizaciones, el usuario puede proporcionar una indicación a la una unidad de control del aparato de bomba de jeringa de que la presilla de émbolo se ha acoplado con el émbolo (usando cualquier dispositivo de entrada adecuado, por ejemplo, botón, interruptor, pantalla táctil, alfombra táctil, etc.).

60 Después de acoplar la presilla de émbolo con el émbolo, el método puede conllevar mover la presilla de émbolo a la inversa tal y como se describe en el presente documento para determinar si la presilla de émbolo se ha acoplado adecuadamente o no con el émbolo de la nueva jeringa.

65 En una o más realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, el método puede incluir mover la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa hasta una posición seleccionada después de determinar que la presilla de émbolo se conecta adecuadamente con el émbolo de la jeringa en el elemento de retención de jeringa. En una o más realizaciones, la posición seleccionada de la presilla de émbolo puede ser una posición inicial

de la presilla de émbolo, en la que la posición inicial era/es la posición de la presilla de émbolo antes de que se alejase la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa para determinar si la presilla de émbolo se acoplaba adecuadamente con un émbolo de una jeringa.

5 Seguidamente a la inversión de la presilla de émbolo, una o más realizaciones de los métodos y aparato descritos en el presente documento pueden incluir mover la presilla de émbolo en la dirección hacia delante hasta que se haya alcanzado un nivel de fuerza de suministro seleccionado tal y como se mide por un sensor de fuerza y/o hasta que la presilla de émbolo esté en su posición inicial original. El nivel de fuerza de suministro seleccionado puede corresponder, por ejemplo, a una presión de fluido en la salida de jeringa que es apropiada para el suministro de los contenidos de jeringa a través del conducto de suministro cuando el conducto de suministro se reabre. En una o más realizaciones en las que, por ejemplo, el dispositivo de control de flujo tiene la forma de una válvula antirretorno de una vía, el nivel de fuerza de suministro seleccionado puede corresponder a una presión en el conducto de suministro que es igual o superior a la presión de distensión (o de apertura) de la válvula antirretorno de una vía.

15 Las acciones anteriores pueden, obviamente, implementarse usando un aparato de bomba de jeringa operado en la manera descrita anteriormente. Con referencia, por ejemplo, al aparato tal y como se representa en la FIG. 1, en una o más realizaciones, el dispositivo 14 de control de flujo en un aparato 10 de bomba de jeringa puede estar configurado para evitar de manera selectiva que salga flujo de la jeringa 20 (y que entre, por ejemplo, en el conducto 12 de suministro). La unidad 40 de control puede estar configurada para cerrar el dispositivo 14 de control de flujo para evitar que salga flujo de la jeringa 20. La unidad 40 de control puede estar configurada, además, para mover la presilla 30 de émbolo hacia el elemento 16 de retención de jeringa usando el sistema 32 de accionamiento mientras que se cierra el dispositivo 14 de control de flujo. La unidad 40 de control también puede estar configurada para medir la fuerza ejercida en la presilla 30 de émbolo por el sistema 32 de accionamiento usando el sensor 34 de fuerza. Y además, la unidad 40 de control puede estar configurada para determinar que la jeringa 20 se conecta adecuadamente a, por ejemplo, el conducto 12 de suministro si la fuerza medida por el sensor de fuerza mientras que mueve la presilla 30 de émbolo hacia el elemento 16 de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza de suministro seleccionado. La unidad 40 de control puede estar configurada para determinar que la jeringa 20 no se conecta adecuadamente si la fuerza medida no alcanza o sobrepasa el nivel de fuerza de suministro seleccionado después de que la presilla 30 de émbolo se haya movido sobre una distancia seleccionada.

30 La adición de sensores de fuerza y/o sensores de desplazamiento en las presillas de émbolo del aparato de bomba de jeringa descritos en el presente documento puede, en una o más realizaciones, ofrecer también una oportunidad para proporcionar una característica de movimiento automatizado sin requerir al usuario interconectarse directamente con los controles del aparato (por ejemplo, una pantalla táctil, alfombra táctil, interruptores, ratón, etc.). Si un usuario quisiera que la presilla de émbolo se moviese en la dirección hacia delante, el usuario podría simplemente empujar la presilla de émbolo en la dirección hacia delante. El sistema de control podría estar configurado para accionar el sistema de accionamiento para mover la presilla de émbolo en la dirección hacia delante a medida que la presilla de émbolo se mueve en una dirección hacia delante porque hacer eso daría lugar a una fuerza ejercida en un sensor de fuerza y/o un desplazamiento en la presilla de émbolo que podría detectar el sensor de desplazamiento. Podrían ocurrir acciones similares si el usuario empujase la presilla de émbolo en la dirección inversa. En otras palabras, el sistema de control podría estar configurado para accionar el sistema de accionamiento para mover la presilla de émbolo en la dirección inversa a medida que la presilla de émbolo se mueve en la dirección inversa porque hacer eso daría lugar a una fuerza ejercida en un sensor de fuerza y/o un desplazamiento en la presilla de émbolo que podría detectar el sensor de desplazamiento.

45 Se tratan realizaciones ilustrativas de un aparato de bomba de jeringa configurado para detectar un acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en el aparato de bomba de jeringa y métodos para usar los mismos y se ha hecho referencia a posibles variaciones. Estas y otras variaciones y modificaciones en la invención resultarán aparentes a los expertos en la técnica sin alejarse del alcance de la invención, y debería entenderse que esta invención no está limitada a las realizaciones ilustrativas expuestas en el presente documento. En consecuencia, la invención solo ha de estar limitada por las reivindicaciones proporcionadas a continuación y los equivalentes de las mismas.

50

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10, 110) de bomba de jeringa configurado para detectar un acoplamiento entre un sistema de accionamiento y un émbolo de una jeringa en el aparato de bomba de jeringa, comprendiendo el aparato:

- un elemento (16, 116) de retención de jeringa configurado para retener una jeringa (20, 120) en una posición fija en el aparato de bomba de jeringa;
- un dispositivo (14) de control de flujo configurado para evitar que entre flujo en una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa;
- una presilla (30, 130) de émbolo configurada para capturar un émbolo (26, 126) de una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa;
- un sistema (32, 132) de accionamiento configurado para mover la presilla de émbolo con respecto al elemento de retención de jeringa;
- un sensor (34, 134) de fuerza configurado para medir una fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento; y
- una unidad (40) de control conectada al sistema de accionamiento y al sensor de fuerza, en el que la unidad de control está configurada para:

- alejar la presilla (30, 130) de émbolo del elemento (16, 116) de retención de jeringa usando el sistema (32, 132) de accionamiento;
- medir la fuerza ejercida en la presilla (30, 130) de émbolo por el sistema (32, 132) de accionamiento usando el sensor (34, 134) de fuerza; y
- determinar que la presilla (30, 130) de émbolo se acopla adecuadamente con un émbolo de una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida por el sensor de fuerza alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado mientras que el dispositivo de control de flujo evita que entre flujo en la jeringa.

2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la unidad (40) de control está configurada para determinar que la presilla (30, 130) de émbolo no se acopla adecuadamente con un émbolo de una jeringa en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida por el sensor de fuerza no ha alcanzado el nivel de fuerza seleccionado después de que el sistema de accionamiento haya movido la presilla de émbolo una distancia límite seleccionada.

3. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el nivel de fuerza seleccionado depende de una distancia sobre la que el sistema de accionamiento ha movido la presilla de émbolo, en el que el nivel de fuerza seleccionado aumenta a medida que aumenta la distancia.

4. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la unidad (40) de control está configurada para hacer que el sistema de accionamiento pare de alejar la presilla (30, 130) de émbolo del elemento de retención de jeringa cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado.

5. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la unidad (40) de control está configurada para medir la fuerza ejercida en la presilla (30, 130) de émbolo por el sistema de accionamiento mientras que el sistema de accionamiento está moviendo la presilla de émbolo.

6. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la unidad (40) de control está configurada para hacer que el sistema de accionamiento pare de alejar la presilla (30, 130) de émbolo del elemento de retención de jeringa cuando el sistema de accionamiento ha movido la presilla de émbolo sobre una distancia límite seleccionada.

7. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo (14) de control de flujo está configurado para cerrarse de manera selectiva para evitar que entre flujo en una jeringa retenida en el elemento de retención de jeringa, en el que el dispositivo de control de flujo está conectado de manera operable a la unidad de control que está configurada para cerrar de manera selectiva el dispositivo de control de flujo antes de que el sistema de accionamiento aleje la presilla (30, 130) de émbolo del elemento de retención de jeringa.

8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el dispositivo (14) de control de flujo está normalmente abierto; o en el que la unidad de control está configurada para mover la presilla de émbolo hacia delante hacia el elemento de retención de jeringa usando el sistema de accionamiento, y en el que el dispositivo de control de flujo está normalmente abierto cuando la presilla de émbolo se está moviendo hacia delante hacia el elemento de retención de jeringa.

9. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el dispositivo (14) de control de flujo está configurado para evitar de manera selectiva que salga flujo de la jeringa (20, 120), y en el que la unidad (40) de control está configurada para:

- 5 cerrar el dispositivo (14) de control de flujo para evitar que salga flujo de la jeringa (20; 120);
 mover la presilla (30, 130) de émbolo hacia el elemento (16, 116) de retención de jeringa usando el sistema (32, 132) de accionamiento mientras que se cierra el dispositivo de control de flujo;
 medir la fuerza ejercida en la presilla (30, 130) de émbolo por el sistema de accionamiento usando el sensor (34, 134) de fuerza; y
 determinar que una jeringa se conecta adecuadamente a un conducto (12) de suministro si la fuerza medida por el sensor (34, 134) de fuerza mientras que mueve la presilla (30, 130) de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza de suministro seleccionado.
- 10 10. Un método para detectar un acoplamiento entre un sistema (32, 132) de accionamiento y un émbolo (26, 126) de una jeringa (20, 120) en una bomba de jeringa, comprendiendo el método:
- 15 alejar una presilla (30, 130) de émbolo de un elemento (16, 116) de retención de jeringa configurado para retener una jeringa en una posición fija;
 evitando que entre flujo en la jeringa (20, 120) en el elemento de retención de jeringa mientras se aleja la presilla (30, 130) de émbolo del elemento (16, 116) de retención de jeringa;
 medir una fuerza ejercida en la presilla (30, 130) de émbolo mientras se evita que entre flujo en la jeringa; y
 determinar que la presilla (30, 130) de émbolo se acopla adecuadamente con el émbolo de la jeringa en el elemento de retención de jeringa si la fuerza medida alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza seleccionado.
- 20 11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el método comprende determinar que la presilla (30, 130) de émbolo no se acopla adecuadamente con el émbolo si la fuerza medida no ha alcanzado el nivel de fuerza seleccionado después de mover la presilla de émbolo una distancia límite seleccionada.
- 25 12. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, en el que el nivel de fuerza seleccionado depende de una distancia sobre la que se mueve la presilla (30,130) de émbolo, y en el que el nivel de fuerza seleccionado aumenta a medida que aumenta la distancia.
- 30 13. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el método comprende detener el alejamiento de la presilla (30, 130) de émbolo del elemento de retención de jeringa cuando se alcanza el nivel de fuerza seleccionado.
- 35 14. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el método comprende medir la fuerza ejercida en la presilla (30, 130) de émbolo mientras mueve la presilla (30, 130) de émbolo.
- 40 15. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que evitar que entre flujo en la jeringa comprende cerrar un dispositivo (14) de control de flujo, opcionalmente en el que el método comprende cerrar el dispositivo de control de flujo antes de alejar la presilla de émbolo del elemento de retención de jeringa.
- 45 16. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, en el que el método comprende:
 mover la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa mientras se evita que salga flujo de la jeringa;
 medir la fuerza ejercida en la presilla de émbolo por el sistema de accionamiento usando el sensor de fuerza
 mientras se mueve la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa y se evita que salga flujo de la jeringa; y
 determinar que la jeringa se conecta adecuadamente a un conducto de suministro si la fuerza medida por el sensor de fuerza mientras que mueve la presilla de émbolo hacia el elemento de retención de jeringa alcanza o sobrepasa un nivel de fuerza de suministro seleccionado.
- 50

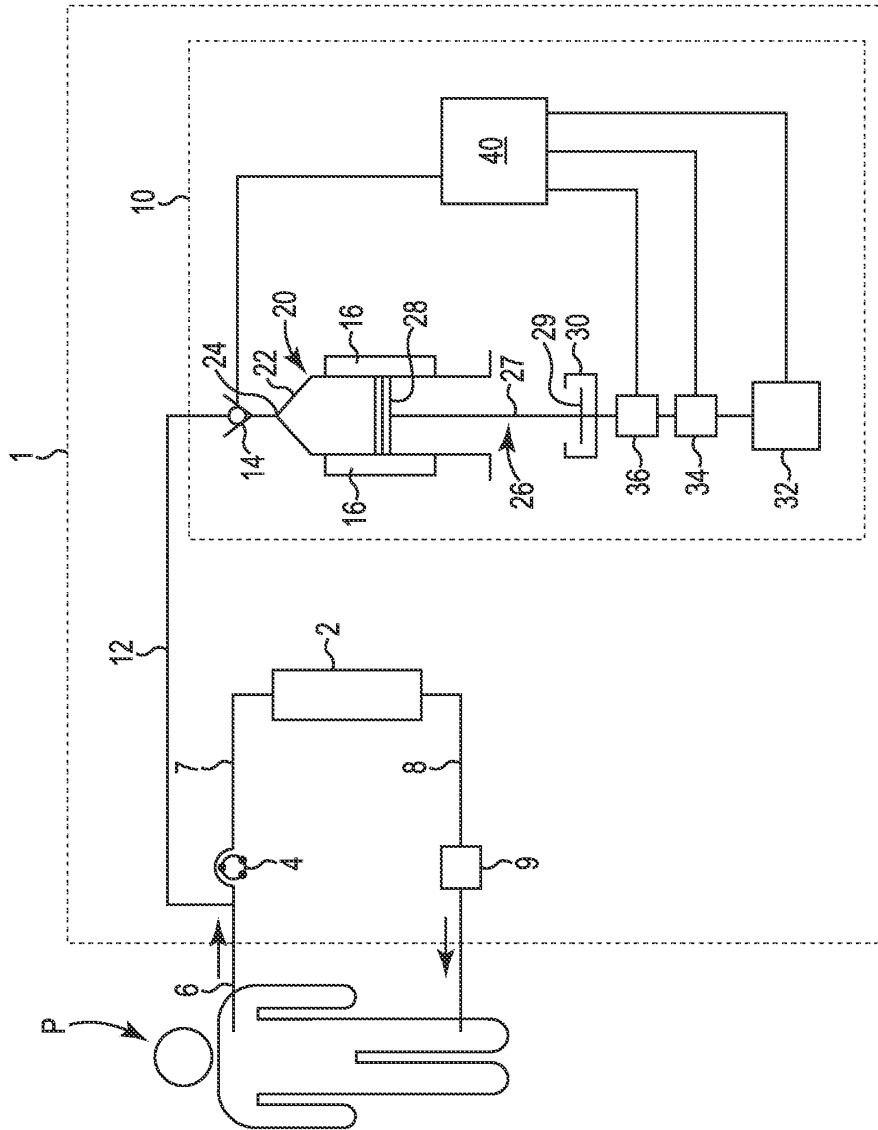


Fig. 1

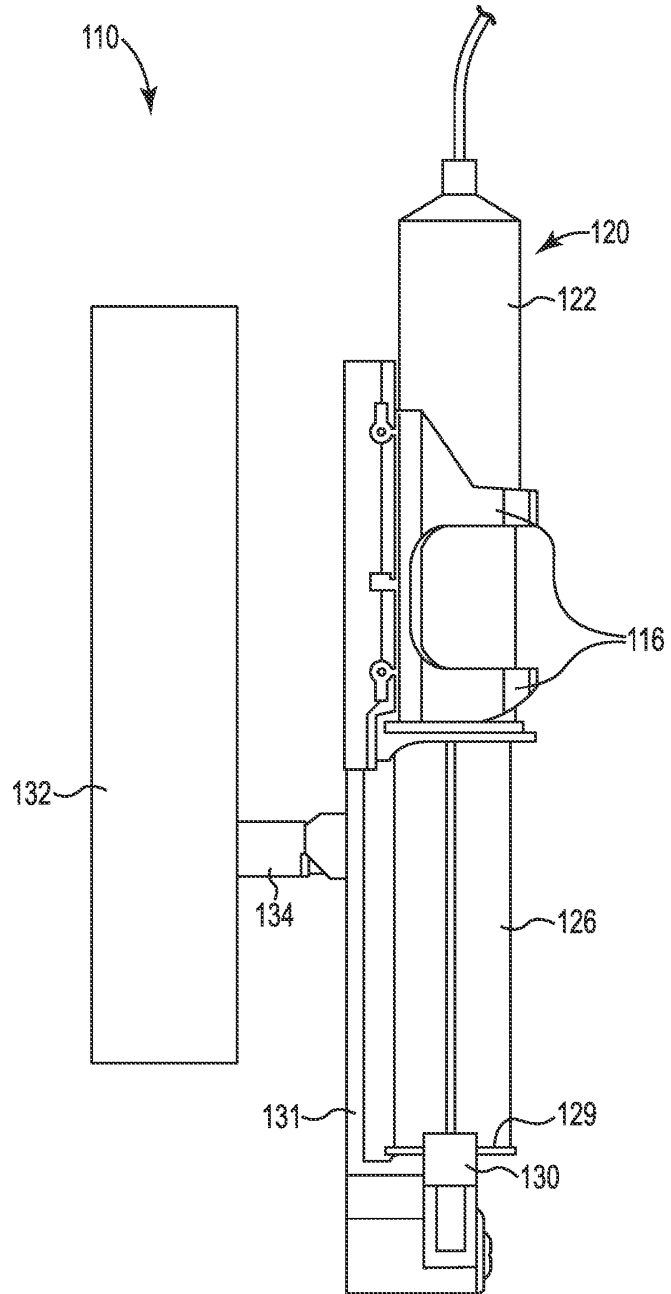


Fig. 2

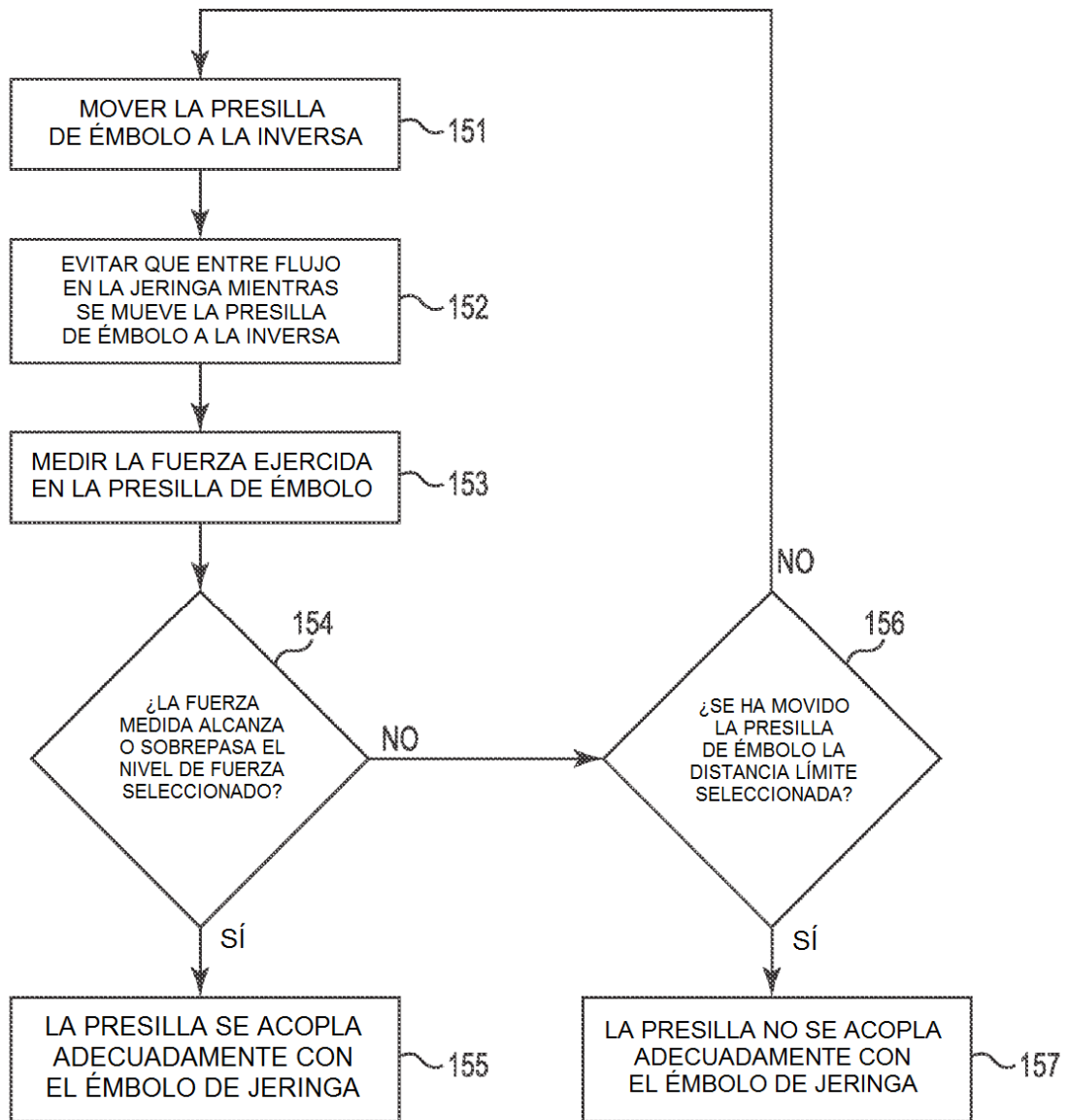


Fig. 3