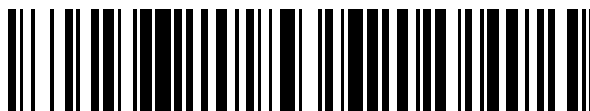


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 672**

51 Int. Cl.:

A61F 9/007 (2006.01)
A61M 5/142 (2006.01)
A61M 5/14 (2006.01)
F04D 9/00 (2006.01)
A61M 1/00 (2006.01)
A61M 5/168 (2006.01)
A61M 5/31 (2006.01)
A61M 3/02 (2006.01)
A61M 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.08.2013 PCT/US2013/055287**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14042816**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2013 E 13837767 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2882388**

54 Título: **Sistema y método de cebado de una casete quirúrgica**

30 Prioridad:

13.09.2012 US 201213614745

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

21.09.2018

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD (100.0%)
Mail Code TB4-8 6201 South Freeway
Fort Worth, Texas 76134, US**

72 Inventor/es:

**GAO, SHAWN X. y
VAN, RODERICK S.**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 682 672 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

Sistema y método de cebado de una casete quirúrgica

ANTECEDENTES

- 5 Durante una cirugía con una incisión pequeña, y particularmente durante la cirugía oftálmica, se insertan pequeñas sondas en la zona de la operación para cortar, retirar, o manipular tejido de otra manera. Durante estos procedimientos quirúrgicos, se infunde fluido típicamente en el ojo utilizando un sistema de infusión, y el fluido de infusión y el tejido son aspirados de la zona quirúrgica utilizando un sistema de aspiración. Los sistemas de infusión y de aspiración deben ser cebados antes de la cirugía. Puede quedar gas atrapado dentro del sistema de infusión y del sistema de aspiración, lo que puede causar ciertos problemas. En sistemas anteriores, el sistema y el método de cebar la casete quirúrgica no
- 10 habían eliminado el gas atrapado de los sistemas. Por lo tanto, continúa existiendo una necesidad de un sistema y un método mejorados para cebar una casete quirúrgica.

RESUMEN

La presente descripción se refiere en general a un aparato y a un método para cebar una casete de líquido o quirúrgica. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones.

- 15 En una realización, un sistema de infusión dentro de la casete de líquido es cebado utilizando un líquido que fluye hacia delante y un líquido que fluye hacia atrás. En una realización, el aparato comprende una cámara de infusión configurada para recibir un líquido de infusión procedente de una fuente de líquido a través de una válvula de fuente; una fuente de presión de infusión conectada a la cámara de infusión a través de una válvula de aislamiento; un conducto de infusión conectado a la cámara de infusión, teniendo el conducto de infusión una primera válvula, teniendo el conducto de
- 20 infusión, que puede incluir un tubo de infusión, un puerto de infusión expuesto a un entorno no líquido que tiene una primera presión; un conducto transversal que corta el conducto de infusión en una ubicación entre la cámara de infusión y la primera válvula, el conducto transversal conectado a una fuente de vacío, teniendo el conducto transversal una segunda válvula; y un controlador acoplado eléctricamente a la primera válvula, la segunda válvula, la válvula de fuente, la válvula de aislamiento, la fuente de presión de infusión y la fuente de vacío, el controlador controla la apertura y el
- 25 cierre de la primera válvula, la segunda válvula, la válvula de aislamiento, y la válvula de fuente y también controla la activación de la fuente de vacío y de la fuente de presión. El controlador abre la válvula de fuente para llenar la cámara de infusión primero, y luego abre la primera válvula y la segunda válvula para permitir que el líquido de infusión llene el conducto de infusión con un primer volumen del líquido de infusión, y para llenar al menos parcialmente la cámara de infusión y el conducto transversal con el líquido de infusión. El controlador cierra la primera, segunda, fuentes, y las
- 30 válvulas de aislamiento para aislar la cámara de infusión. El controlador opera la fuente de vacío para crear una segunda presión en la cámara de aspiración. El controlador abre luego la segunda válvula para crear la segunda presión en la cámara de infusión, siendo la segunda presión inferior a la primera presión. El controlador abre la primera válvula y la segunda válvula o solo la primera válvula para permitir que un segundo volumen del líquido de infusión contenido en el conducto de infusión se mueva sobre la primera válvula; y en el que el segundo volumen del líquido de infusión es menor o igual que el primer volumen del líquido de infusión.
- 35

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La fig. 1 es una representación diagramática de una realización de una consola quirúrgica;

La fig. 2 es una representación diagramática de una realización de un receptor de casete;

La fig. 3 es una representación diagramática de una realización de una casete quirúrgica;

- 40 La fig. 4 es una representación diagramática de un sistema de infusión, de acuerdo con una realización ejemplar;

La fig. 5 es una representación diagramática del sistema de infusión, de acuerdo con una realización ejemplar.

La fig. 6A es una ilustración del diagrama de flujo de un método para hacer funcionar el sistema de la fig. 5, de acuerdo con una realización ejemplar;

- 45 La fig. 6B es una ilustración del diagrama de flujo de un método de operar el sistema de la fig. 5, de acuerdo con una realización ejemplar; y

La fig. 6C es una ilustración del diagrama de flujo de un método de operar el sistema de la fig. 5, de acuerdo con una realización ejemplar.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 50 La siguiente descripción proporciona muchas realizaciones o ejemplos diferentes. Se han descrito a continuación ejemplos específicos de componentes y disposiciones para simplificar la presente descripción. Estos son, por supuesto, meramente ejemplos y no están destinados a ser limitativos. Además, la presente descripción puede repetir números y/o

letras de referencia en los distintos ejemplos. Esta repetición es con el propósito de simplicidad y calidad y no dicta en sí misma una relación entre las distintas realizaciones y/o configuraciones tratadas.

En una realización ejemplar, como se ha ilustrado en la fig. 1, una consola quirúrgica oftálmica está referenciada generalmente por el número de referencia 100. La consola quirúrgica 100 puede incluir un monitor giratorio 126 que tiene una pantalla táctil 128. El monitor giratorio 126 puede ser posicionado en una variedad de orientaciones para quienquiera que necesite ver la pantalla táctil 128. El monitor giratorio 126 puede bascular de un lado a otro, así como girar e inclinarse. La pantalla táctil 128 proporciona una interfaz gráfica de usuario ("GUI") que permite a un usuario interactuar con la consola 100.

La consola quirúrgica 100 también incluye un panel de conexión 130 utilizado para conectar distintas herramientas y consumibles a la consola quirúrgica 100. El panel de conexión 130 puede incluir, por ejemplo, un conector de coagulación, conectores para distintas piezas manuales, y un receptor 132 de casete. La consola quirúrgica 100 también puede incluir una variedad de características fáciles de utilizar, tales como un control de pedal (por ejemplo, almacenado detrás de un panel 134) y otras características.

La fig. 2 es una representación diagramática de una realización del receptor 132 de casete sin una casete 300 (mostrada en la fig. 3). El receptor 132 de casete puede tener distintos puertos de entrada y salida neumáticos para interconectar con la casete 300 de líquido. El receptor 132 de casete puede incluir además una abertura para permitir que los rodillos 248 de la bomba peristáltica hagan contacto con la casete 300 durante la operación. Una realización de una bomba peristáltica y casete complementaria se ha descrito en la Patente de los EE.UU. N° 6.293.926 de Sorensen.

El receptor 132 de casete, está configurado para mantener la casete 300 en su lugar mediante un elemento de sujeción que tiene una carril inferior 250 y un carril superior (no mostrado). Cada carril puede tener dedos de sujeción exteriores (por ejemplo, el dedo de sujeción 252) que hacen contacto con la casete 300 en zonas de sujeción correspondientes y dedos de sujeción interiores para situar la casete 300 durante la inserción y empujar la casete 300 fuera del receptor 132 de casete durante la liberación. Un botón 254 de liberación es apretado para iniciar la liberación de la casete 300 del elemento de sujeción. El receptor 132 de casete puede incluir fuentes de luz lineales 256 y 258. La fuente de luz lineal 256 proyecta luz sobre las paredes de la cámara de casete y una agrupación 260 de sensores detecta la luz refractada a través de las paredes de la cámara. Cada una de las fuentes de luz lineales 256 y 258 puede incluir una pluralidad de fuentes de luz dispuestas verticalmente (es decir, para proyectar luz a lo largo de trayectos de transmisión espaciados verticalmente) y posicionadas para proyectar luz sobre una pared de una cámara. Las agrupaciones de sensores lineales respectivos pueden recibir luz refractada a través de la cámara o reflejada en la superficie de la cámara.

La configuración de la fig. 2 es proporcionada a modo de ejemplo. El factor de forma del receptor 132 de casete, la colocación y el número de puertos de entrada/salida y otras características del receptor 132 de casete pueden depender de la consola quirúrgica 100, el procedimiento quirúrgico que es realizado, u otros factores.

En una realización ejemplar, como se ha ilustrado en la fig. 3, una representación diagramática de una casete de líquido es referenciada generalmente por el número de referencia 300. La casete 300 puede proporcionar un dispositivo hidráulico de sistema cerrado que puede ser desechado siguiendo un procedimiento quirúrgico. Un procedimiento quirúrgico es realizado generalmente en un cuerpo humano e implica típicamente formar un paso a través de una superficie externa del cuerpo, pero también puede ser realizado a través de un orificio natural. La casete 300 puede incluir un cuerpo 312 de casete y partes que interconectan con un elemento de sujeción (por ejemplo, indicado generalmente en las zonas de sujeción 314 y 316) que sobresalen del cuerpo 312 de casete. La casete 300 puede estar formada de plástico ABS u otro material adecuado. En la realización mostrada, la casete 300 está formada de tres secciones principales: una sección 318 de interfaz de consola interior o quirúrgica que mira hacia la consola quirúrgica 100 cuando la casete 300 es insertada en la consola quirúrgica 100, una sección central 322, y una placa 324 de cubierta. Las distintas secciones de la casete 300 pueden estar acopladas juntas mediante un ajuste a presión, apéndices de interbloqueo, unión química, unión térmica, sujetadores mecánicos u otros mecanismos de unión. En otras realizaciones, la casete 300 puede estar formada una sola pieza o de múltiples piezas.

En funcionamiento, la casete 300 puede ser colocada en el receptor 132 de casete. Un elemento de sujeción en la consola quirúrgica 100 sujeta la casete 300 en su lugar para minimizar el movimiento de la casete 300 durante la utilización. El elemento de sujeción puede sujetar la parte superior y la parte inferior de la casete 300, los lados de la casete 300 o sujetar de otra manera la casete.

La casete 300 puede estar configurada de modo que se puedan iniciar y/o completar operaciones específicas, tales como el cebado de al menos una parte de la casete 300, tras seleccionar una opción de instrucción de cebado en la GUI o accionando físicamente un interruptor, apretando un botón, o similar. Por ejemplo, una opción para completar automáticamente un cebado del sistema de infusión puede ser seleccionada por un usuario en la GUI y el cebado del sistema de infusión será completado sin interacción adicional del usuario.

La sección 318 de interfaz de consola quirúrgica puede mirar hacia la consola 100 durante su utilización y proporcionar una interfaz para canales de flujo líquido (por ejemplo, el canal 336 de flujo para la bomba peristáltica proporcionado por una membrana de bomba de elastómero), válvulas (por ejemplo, válvulas de infusión/aspiración), y otras características

para gestionar el flujo de líquido. La casete 300 también se puede unir a una bolsa de líquido (no mostrada) para recoger líquidos durante un procedimiento.

En una realización, la casete 300 de líquido incluye cámaras para contener líquidos para aspiración e infusión. Por ejemplo, el cartucho 338 de cámara puede incluir cámaras 340 y 342 de infusión. Una cámara 344 de aspiración puede ser interna a la casete 300 en el lado opuesto de la casete 300 del cartucho 338 de la cámara (por ejemplo, en el lado de la casete 300 indicado por 346). De acuerdo con una realización, el nivel de líquido en las cámaras 340, 342, y 344 puede ser determinado de una manera no invasiva a través de un sensor de nivel. Una realización de un método no invasivo para medir el líquido en las cámaras se ha descrito en la Patente de los EE.UU N° 7.956.341 de Gao.

Una realización de un sistema de infusión, que está situado al menos parcialmente dentro de la casete 300 de líquido, se ha mostrado en la fig. 4 y es referenciada generalmente por el número 400. El sistema 400 de infusión tiene la cámara 340 de infusión configurada para contener un líquido 466 y configurada para acoplarse hidráulicamente a una fuente 468 de presión de infusión a través de un conducto 470 que tiene una válvula 472 de aislamiento de infusión. Adicionalmente, la cámara 340 de infusión está configurada para acoplarse hidráulicamente a una fuente de líquido presurizado (no mostrada) a través de un conducto 474 de fuente que tiene una válvula 476 de fuente. La cámara 340 de infusión también está unida a un conducto 478 de infusión, con una parte de extremo del conducto 478 de infusión conectada a la cámara 340 de infusión y una parte de extremo opuesta que tiene un puerto 480 de infusión configurado para unirse a un dispositivo quirúrgico, tal como una cánula, a través de un tubo 481 de infusión, incluyendo el conducto 478 de infusión el tubo 481 de infusión. El conducto 478 de infusión tiene una válvula 482 de infusión posicionada entre el puerto 480 de infusión y una intersección del conducto 478 de infusión y un conducto 484 transversal. El conducto 484 transversal se extiende entre el conducto 478 de infusión y un conducto 486 de aspiración y tiene una válvula 488 transversal. El conducto 486 de aspiración está unido a la cámara 344 de aspiración y tiene un puerto 492 de aspiración, teniendo el conducto 486 de aspiración una válvula 494 de aspiración ubicada entre el puerto 492 de aspiración y la intersección del conducto 484 transversal con el conducto 486 de aspiración. La cámara 344 de aspiración está configurada para contener el líquido 466 y configurada para acoplarse hidráulicamente con una fuente 496 de vacío.

En una realización, la cámara 340 de infusión está situada por encima del conducto 478 de infusión, discurriendo al menos partes del conducto 478 de infusión verticalmente desde una altura inferior cerca del puerto 480 de infusión hacia una altura superior cerca de la cámara 340 de infusión.

La fuente 496 de vacío puede ser cualquier dispositivo adecuado para generar vacío pero es preferiblemente un chip de vacío o un chip Venturi. Los sensores de nivel pueden ser cualquier dispositivo adecuado para medir el nivel del líquido 466 dentro de las cámaras 340, 342 y 344, pero es preferiblemente capaz de medir niveles de líquido de una manera continua. El dispositivo quirúrgico puede ser cualquier dispositivo que aspira líquido y/o tejido, pero es preferiblemente un dispositivo quirúrgico oftálmico tal como una sonda de facoemulsión, una sonda de vitrectomía, una sonda de aspiración, o cánula. El dispositivo quirúrgico (no mostrado) tiene una punta con un puerto que está acoplado hidráulicamente al conducto 478 de infusión a través del puerto 480 de infusión. El líquido 466 puede ser cualquier líquido de infusión adecuado, tal como, a modo de ejemplo, una solución de irrigación intraocular BSS PLUS® disponible en Alcon Laboratories, Inc. de Fort Worth, Texas.

En una realización, como se ha mostrado en la fig. 5, el sistema 400 tiene un controlador 500, que incluye un procesador 505 y una memoria 510 acoplada al mismo. El controlador 500 también incluye un módulo 515 de comunicación. El módulo 515 de comunicación está acoplado electrónicamente a las válvulas 472, 476, 482, 488, y 494 a través de líneas 520 de control. El controlador 500 controla la apertura y cierre de las válvulas 472, 476, 482, 488, y 494. El controlador 500 es capaz de implementar control de realimentación, y preferiblemente es un controlador proporcional-integral-derivado (controlador PID). El controlador 500 también está acoplado operativamente a la fuente 468 de presión de infusión y la fuente 496 de vacío mediante las líneas de control 520, y controla la operación de la fuente 468 de presión y la fuente 496 de vacío. El controlador 500 está también acoplado operativamente a los sensores de nivel y recibe datos procedentes de los sensores de nivel.

En una realización ejemplar, como se ha ilustrado por los diagramas de flujo en las figs. 6A y 6B, un método para cebar el sistema 400 de infusión está referenciado generalmente por el número de referencia 600. A continuación se describe un método para cebar el sistema 400 de infusión de la fig. 5. En la operación 638, el controlador 500 abre la válvula 476 de fuente para permitir que el líquido 466 entre a la cámara 340 de infusión y al conducto 474 de fuente desde la fuente de líquido presurizado.

En la operación 639, el controlador 500 cierra la válvula 476 de fuente, dejando que la cámara 340 de infusión que contiene suficiente fluido 466 llene sustancialmente los conductos 484, 486, y 478 y el dispositivo quirúrgico. La operación 639 puede ocurrir después de un tiempo predeterminado o alternativamente, el sensor de nivel de líquido puede señalar al controlador 500 cuando se alcanza un nivel de líquido predeterminado dentro de la cámara 340 de infusión.

En la operación 640, el controlador 500 abre la válvula 472 de aislamiento. En la operación 641, el controlador 500 hace funcionar la fuente 468 de presión de infusión para presurizar la cámara 340 de infusión. Durante la operación 641, las válvulas 476, 482 y 488 están cerradas, permitiendo que la presión se acumule en la cámara 340 de infusión. En la

operación 642, el controlador 500 abre la válvula 488 transversal, dando como resultado un flujo hacia delante de presión elevada del líquido 466 desde la cámara 340 de infusión hacia la cámara 344 de aspiración a través del conducto transversal 484, del conducto 486 de aspiración y de la válvula 488 transversal. En la operación 643, el controlador 500 cierra la válvula 488 transversal. En la operación 645, el controlador 500 abre la válvula 482 de infusión, dado como resultado un flujo hacia delante de presión elevada del líquido 466 desde la cámara 340 de infusión hacia el puerto 480 de infusión a través del conducto 478 de infusión y de la válvula 482 de infusión. La fuente 468 de presión de infusión empuja el líquido 466 de infusión desde la cámara 340 de infusión. Una parte del conducto 478 de infusión es llenada con un primer volumen del líquido 466 para crear un depósito del fluido 466. En una realización, el primer volumen o depósito del líquido 466 en el conducto 478 de infusión puede ser un volumen de entre 10 a 20 centímetros cúbicos. El dispositivo quirúrgico y la punta del dispositivo quirúrgico también son llenados con el líquido 466, con la punta expuesta a una atmósfera no líquida que tiene una primera presión. Gas, tal como aire, puede resultar atrapado dentro de los conductos 474, 478, 484, y 486 y alrededor o en las válvulas 482, 488 y 494. Esta aplicación de presión elevada al líquido 466 puede comprimir el tamaño de cualquier gas atrapado y por lo tanto hacer difícil la retirada del gas atrapado. Adicionalmente, debido a que la cámara 340 de infusión está situada por encima del conducto 478 de infusión, cualquier fuerza de flotación asociada con el gas atrapado en el conducto 478 de infusión tira del gas verticalmente hacia arriba a través del conducto 478 de infusión y hacia la superficie del líquido 466 en la cámara 340 de infusión. El flujo hacia delante del líquido 466 hacia el puerto 480 de infusión causado por el funcionamiento de la fuente 468 de presión de infusión está destinado a descargar el gas desde el conducto 478 de infusión, sin embargo la fuerza de flotación del gas actúa para resistir a ser descargado lejos por el flujo hacia delante del líquido 466 y el gas puede permanecer en el conducto 478 de infusión. Adicionalmente, la punta del dispositivo quirúrgico tiene generalmente un diámetro muy pequeño, por lo tanto cuando se aplica presión al líquido 466 dentro del conducto 478 de infusión, resulta un flujo hacia delante bajo en el conducto 478 de infusión. El diámetro de la punta del dispositivo quirúrgico puede ser de calibre 25 aproximadamente. Las operaciones 638 - 645 pueden ser omitidas si se desea y sustituidas con operaciones para cualquier método convencional para cebar un sistema 400 de infusión utilizando el flujo hacia delante del líquido 466.

En la operación 646, el controlador 500 cierra la válvula 472 de aislamiento. Las válvulas 482, 488, y 476 permanecen cerradas. Cerrar la válvula 472 de aislamiento aísla la cámara 340 de infusión.

En la operación 647, el controlador 500 activa la fuente 496 de vacío para crear una segunda presión dentro de la cámara 344 de aspiración y dentro de al menos una parte del conducto 484 transversal. La segunda presión es inferior a la primera presión asociada con la atmósfera no líquida en la punta del dispositivo quirúrgico. Debido a que las válvulas 494 y 488 están cerradas, la fuente 496 de vacío crea la segunda presión dentro del conducto 486 de aspiración en la sección entre la válvula 494 de aspiración y la cámara 344 de aspiración y dentro del conducto 484 transversal en la sección entre la válvula 488 transversal y la cámara 344 de aspiración.

En las operaciones 648 y 650, el controlador 500 abre momentáneamente la válvula 488 transversal para crear la segunda presión dentro de la cámara 340 de infusión. Se puede determinar un segundo volumen del líquido 466, que es el volumen necesario del líquido 466 que igualaría la presión de la cámara 340 de infusión y la primera presión. En una realización, el segundo volumen del líquido 466 es de entre 5 a 8 centímetros cúbicos.

En la operación 652, el controlador 500 abre la válvula 482 de infusión que hace que el segundo volumen del líquido 466 fluya sobre la válvula 482 de infusión. El segundo volumen del líquido 466 fluye lejos de la punta del dispositivo quirúrgico (asociado con la primera presión) y hacia la cámara 340 de infusión (asociada con una segunda presión, inferior). El segundo volumen del líquido 466 es menor o igual que el primer volumen del líquido 466. Un volumen de una sustancia no líquida en la atmósfera no líquida que está en contacto con la punta del dispositivo quirúrgico es aspirado hacia el dispositivo quirúrgico para sustituir el segundo volumen del líquido 466 que está siendo aspirado hacia la cámara 340 de infusión. En una realización, la sustancia no líquida puede ser cualquier gas o mezcla gaseosa. Debido a que el segundo volumen del líquido 466 es igual o menor que el primer volumen del líquido 466, la sustancia no líquida no es aspirada hacia la casete 300. En una realización, la sustancia no líquida solo es aspirada hacia una parte del conducto 478 de infusión situada fuera de la casete 300. Este flujo de líquido, en una dirección que se aleja de la punta del dispositivo quirúrgico o se aleja del puerto 480 de infusión y hacia la cámara 340 de infusión, es considerado un flujo inverso. Este flujo inverso da como resultado que el líquido 466 fluye en la misma dirección (verticalmente hacia la cámara 340 de infusión) que la fuerza de flotación de cualquier gas atrapado, por lo tanto, se promueve que el gas atrapado fluya hacia y a la cámara 340 de infusión, donde el gas escapa luego a la cámara 340 de infusión y puede ser retirado. Adicionalmente, exponer el líquido 466 a la segunda presión, que es inferior a la primera presión, permite que el gas atrapado se expanda, haciendo por lo tanto que el gas atrapado sea más fácil de desalojar que cuando es presurizado en un volumen más pequeño durante el flujo hacia delante.

En la operación 654, el controlador 500 impulsa la válvula 482 de infusión desde una posición abierta a una posición cerrada. La operación 654 es opcional, y puede ser omitida si se desea. El propósito de la operación 654 es crear un flujo transitorio del líquido 466 y desalojar el gas atrapado situado cerca o dentro de la válvula 482 de infusión.

Las operaciones 656, 658, y 660 dan como resultado un flujo hacia delante presurizado del líquido 466 en el sistema 400. En una realización, en la operación 656, el controlador 500 desactiva la fuente 496 de vacío. Esta operación 656 puede ser omitida si la fuente 496 de vacío ya ha sido desactivada o si la fuente 496 de vacío ha sido aislada de otra manera del sistema 400. En la operación 658, el controlador 500 abre la válvula 482 de infusión y la válvula 472 de

aislamiento. En la operación 660, el controlador 500 activa la fuente 468 de presión de infusión, dando como resultado un flujo hacia delante de presión elevada del líquido 466 desde la cámara 340 de infusión hacia el puerto 480 de infusión a través del conducto 478 de infusión. Esto asegura que el conducto 478 de infusión y la válvula 482 de infusión son llenados con el líquido 466. Las operaciones 656, 658, y 660 pueden ser omitidas si se desea y sustituidas con cualquier método convencional de provocar un flujo de líquido hacia delante en el sistema 400.

En una realización ejemplar, como se ha ilustrado en las figs. 6A y 6C, un método para hacer funcionar el sistema 400 está referenciado generalmente por el número de referencia 700. El método 700 incluye las operaciones 638-643 y 645-647, pero no incluye las operaciones 648, 650, 652, 654, 656, 658, y 660 del método 600. En su lugar, después de la operación 647 del método 700, el controlador 500 abre la válvula 482 de infusión en la operación 750. En la operación 752 el controlador 500 abre la válvula 488 transversal. La apertura de las válvulas 482 y 488 permite que el segundo volumen del líquido 466 contenido dentro del conducto 478 de infusión se mueva a través de la válvula 482 de infusión en un flujo inverso hacia la cámara 344 de aspiración en lugar de a la cámara 340 de infusión.

En la operación 754, el controlador 500 impulsa la válvula 482 de infusión y la válvula 488 transversal desde una posición abierta a una posición cerrada. La operación 754 es opcional, y puede ser omitida si se desea. El propósito de la operación 754 es crear un flujo transitorio del líquido 466 y desalojar el gas atrapado situado cerca o dentro de la válvula 482 de infusión y la válvula 488 transversal. En la operación 755, la válvula 488 transversal y la válvula 482 de infusión están cerradas.

Las operaciones 756, 758, y 760 son sustancialmente similares a las operaciones 656, 658, y 660, respectivamente, y por lo tanto no serán tratadas en detalle. De manera similar a las operaciones 656, 658, y 660, una o todas las operaciones 756, 758, y 760 pueden ser omitidas si se desea. Las operaciones 756, 758, y 760 pueden ser sustituidas con cualquier método convencional de provocar un flujo de líquido hacia delante en el sistema 400.

En una realización, el sistema 400 de infusión como se ha mostrado en la fig. 4 puede ser cebado por el método 600 o el método 700 sin la asistencia de un controlador 500. Todas y cada una de las operaciones pueden ser realizadas manualmente.

El flujo inverso, como se ha descrito anteriormente, puede dar como resultado un caudal mayor que un caudal asociado con el flujo hacia delante. Esto es porque, como se ha descrito anteriormente, la interacción del fluido 466 con el pequeño diámetro de la punta del dispositivo quirúrgico prohíbe un elevado caudal hacia delante. Sin embargo, con un flujo inverso, la atmósfera no líquida está entrando en la punta del dispositivo quirúrgico y da como resultado un caudal dentro del conducto 478 de infusión mayor que el caudal en el conducto 478 de infusión asociado con el fluido 466 que fluye hacia la punta del dispositivo quirúrgico. Adicionalmente, la fuente 468 de presión de infusión puede estar limitada a funcionar con una presión máxima de aproximadamente 120 mm de Hg debido a cuestiones de seguridad. Sin embargo, la fuente 496 de vacío puede funcionar a un vacío máximo de aproximadamente 650 mm de Hg, dando como resultado un diferencial de presión potencial mayor dentro del sistema 400 durante el flujo inverso.

En una realización, las válvulas 476, 482, 488, y 494 pueden estar situadas al menos parcialmente en la casete 300. En una realización, al menos una parte del conducto 478 de infusión, tal como el tubo 481 de infusión, está situado fuera de la casete 300. En una realización, un comando procedente de un usuario para cebar el sistema 400 de infusión puede ser recibido a través de la GUI en la consola 100 y el controlador 500 puede cebar el sistema 400 de infusión utilizando el método 600 o el método 700 sin interacción adicional del usuario.

Se entiende que pueden realizarse variaciones en lo anterior sin salirse del alcance de la presente descripción.

En varias realizaciones ejemplares, los elementos y enseñanzas de las diferentes realizaciones ejemplares ilustrativas pueden ser combinados en su totalidad o en parte en algunas o todas las realizaciones ejemplares ilustrativas. Además, uno o más de los elementos y enseñanzas de las diferentes realizaciones ejemplares ilustrativas pueden ser omitidos, al menos en parte, y/o combinados, al menos en parte, con uno o más de los otros elementos y enseñanzas de las diferentes realizaciones ilustrativas.

Cualesquiera referencias espaciales tales como, por ejemplo, "superior", "inferior", "por encima de", "por debajo de", "entre", "parte inferior", "vertical", "horizontal", "angular", "hacia arriba", "hacia abajo", "lado a lado", "izquierda a derecha", "derecha a izquierda", "de parte superior a parte inferior", "de parte inferior a parte superior", "parte superior", "parte inferior", "de abajo hacia arriba", "de arriba hacia abajo", etc., son solo para el propósito de ilustración y no limitan la orientación o ubicación específica de la estructura descrita anteriormente.

En varias realizaciones ejemplares, aunque se han descrito diferentes operaciones, procesos, y procedimientos que aparecen como actos distintos, una o más de las operaciones, uno o más de los procesos, y/o uno o más de los procedimientos también pueden ser realizados en diferentes órdenes, simultánea y/o secuencialmente. En varias realizaciones ejemplares, las operaciones, procesos y/o procedimientos pueden ser combinados en una o más operaciones, procesos y/o procedimientos.

En varias realizaciones ejemplares, se pueden omitir una o más de las operaciones de funcionamiento en cada realización. Además, en algunos casos, algunas características de la presente descripción pueden ser empleadas sin

una utilización correspondiente de las otras características. Además, una o más de las realizaciones y/o variaciones descritas anteriormente pueden ser combinadas en todo o en parte con una o más de las realizaciones y/o variaciones descritas anteriormente.

- 5 Aunque se han descrito varias realizaciones ejemplares en detalle anteriormente, las realizaciones descritas son solo ejemplares y no limitativas, y los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que son posibles muchas otras modificaciones, cambios y/o sustituciones en las realizaciones ejemplares sin salirse materialmente de las nuevas enseñanzas y ventajas de la presente descripción. Por consiguiente, la totalidad de dichas modificaciones, cambios y/o sustituciones están destinadas a ser incluidas dentro del marco de esta descripción como se ha definido en las siguientes reivindicaciones. En las reivindicaciones, cualesquiera cláusulas medio-más-función están destinadas a cubrir las
- 10 estructuras descritas en este documento como que realizan la función enumerada y no solo equivalencias estructurales, sino también estructuras equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un método (400) para cebar un sistema de infusión, que comprende:

proporcionar un sistema que tiene una cámara (340) de infusión provista de un líquido (466) de infusión, estando la cámara de infusión conectada a un conducto (478) de infusión que tiene una primera válvula (482), teniendo el sistema un conducto transversal (484) que corta el conducto de infusión en una ubicación entre la cámara de infusión y la primera válvula, estando el conducto transversal acoplado a una cámara de aspiración (344), teniendo el conducto transversal una segunda válvula (488), estando la cámara de aspiración acoplada a una fuente de vacío;

llenar el conducto (478) de infusión con un primer volumen del líquido de infusión, teniendo el conducto de infusión un puerto de infusión expuesto a un entorno no líquido que tiene una primera presión, en donde la sustancia no líquida es cualquier gas o mezcla gaseosa;

cerrar la primera y segunda válvulas para aislar la cámara de infusión;

hacer funcionar la fuente de vacío para crear una segunda presión en la cámara de aspiración que es inferior a la primera presión;

abrir la primera válvula y la segunda válvula para conseguir que un segundo volumen del líquido de infusión en el conducto de infusión que fluya sobre la primera válvula hacia la cámara de infusión, en donde la apertura de la primera válvula y de la segunda válvula para conseguir que produzca el segundo volumen del líquido de infusión en el conducto de infusión fluya sobre la primera válvula comprende:

abrir la segunda válvula para crear la segunda presión en la cámara de infusión;

cerrar la segunda válvula para aislar la cámara de infusión en la segunda presión; y

después de abrir y cerrar la segunda válvula, abrir la primera válvula para permitir que el segundo volumen del líquido de infusión fluya sobre la primera válvula;

en donde el segundo volumen del líquido de infusión es menor o igual que el primer volumen del líquido de infusión.

2. El método de la reivindicación 1, en el que abrir la primera válvula y la segunda válvula para conseguir que el segundo volumen del líquido de infusión en el conducto de infusión fluya sobre la primera válvula comprende:

abrir la primera válvula; y

después de abrir la primera válvula, abrir la segunda válvula para permitir que el segundo volumen de líquido de infusión en el conducto de infusión fluya sobre la primera válvula.

3. El método de la reivindicación 1, que comprende además las operaciones de:

proporcionar un controlador acoplado electrónicamente a la primera válvula, a la segunda válvula, y a la fuente de vacío; y

en donde el controlador controla la apertura y el cierre de la primera válvula y de la segunda válvula y el controlador controla el funcionamiento de la fuente de vacío.

4. El método (400) de la reivindicación 1, en el que:

la cámara de infusión está acoplada a una fuente (468) de presión de infusión a través de una válvula (472) de aislamiento;

en donde la cámara de infusión está acoplada hidráulicamente a la cámara de aspiración a través del conducto transversal;

en donde la cámara de infusión está acoplada hidráulicamente con una fuente de líquido a través de un conducto de fuente que tiene una válvula (476) de fuente; y

en donde la cámara de aspiración está acoplada hidráulicamente con la fuente de vacío;

en donde el sistema comprende un controlador (500), comprendiendo el método:

controlar el sistema para abrir la válvula de fuente y la segunda válvula;

controlar el sistema para cerrar la válvula de fuente;

controlar el sistema para abrir la primera válvula, la segunda válvula, y la válvula de aislamiento;

controlar el sistema para hacer funcionar la fuente de presión de infusión para empujar el líquido desde la cámara de infusión, llenando de este modo el conducto de infusión con el primer volumen de líquido;

5 controlar el sistema para cerrar la primera válvula, la segunda válvula, y la válvula de aislamiento para aislar la cámara de infusión; y

controlar el sistema para hacer funcionar la fuente de vacío, creando de este modo la segunda presión en la cámara de aspiración, siendo la segunda presión inferior a la primera presión.

5. El método de la reivindicación 4, en el que controlar el sistema para abrir la primera válvula y la segunda válvula para conseguir que el segundo volumen del líquido fluya sobre la primera válvula comprende:

10 abrir la primera válvula; y

abrir la segunda válvula para permitir que el segundo volumen del líquido fluya sobre la primera válvula.

6. El método de la reivindicación 4 que comprende además una operación para controlar el sistema para abrir y cerrar de forma rápida la primera válvula y la segunda válvula para crear un flujo transitorio del líquido.

15 7. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que el puerto de infusión está configurado para acoplarse hidráulicamente con un dispositivo y en donde una sustancia no líquida en el entorno no líquido entra al dispositivo cuando el segundo volumen de líquido se mueve sobre la primera válvula, en donde la sustancia no líquida es cualquier gas o mezcla gaseosa.

8. El método de la reivindicación 4, que comprende además las operaciones de:

controlar el sistema para abrir la primera válvula y la válvula de aislamiento; y

20 controlar el sistema para activar la fuente de presión de infusión para empujar el líquido lejos de la cámara de infusión y hacia el puerto de infusión.

9. El método de la reivindicación 4, que comprende además las operaciones de:

25 proporcionar el controlador acoplado electrónicamente a la primera válvula, a la segunda válvula, a la válvula de fuente, y a la válvula de aislamiento, a la fuente de presión de infusión y a la fuente de vacío a través de líneas de control; y

en donde el controlador controla la apertura y cierre de la primera válvula, de la segunda válvula, de la válvula de fuente, y de la válvula de aislamiento y el controlador controla el funcionamiento de la fuente de presión de infusión y la fuente de vacío.

30 10. El método de la reivindicación 1 o la reivindicación 4, en el que el primer volumen del líquido es de entre 10 y 20 centímetros cúbicos y el segundo volumen del líquido es menor o igual que 10 centímetros cúbicos.

FIG. 1

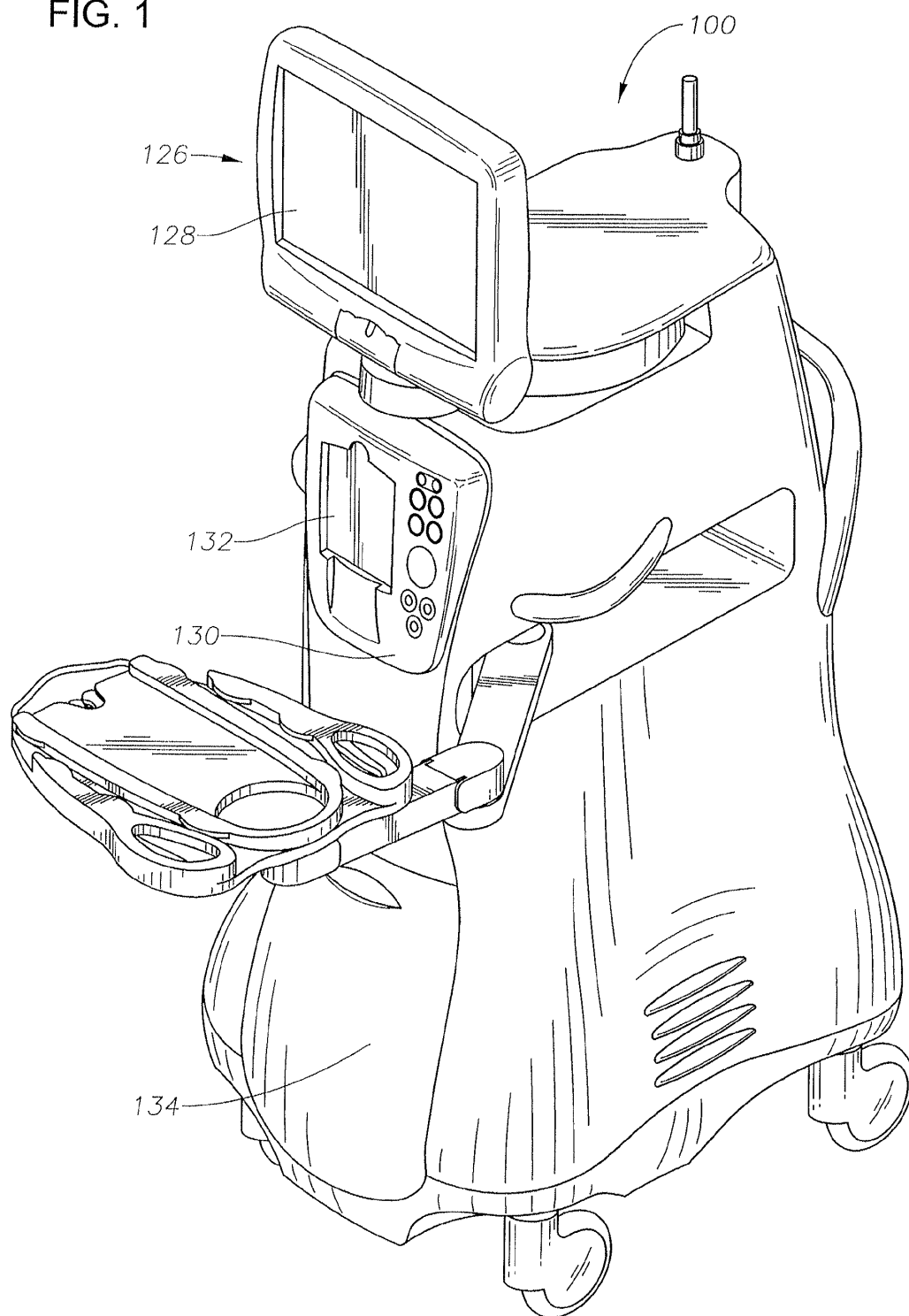


FIG. 2

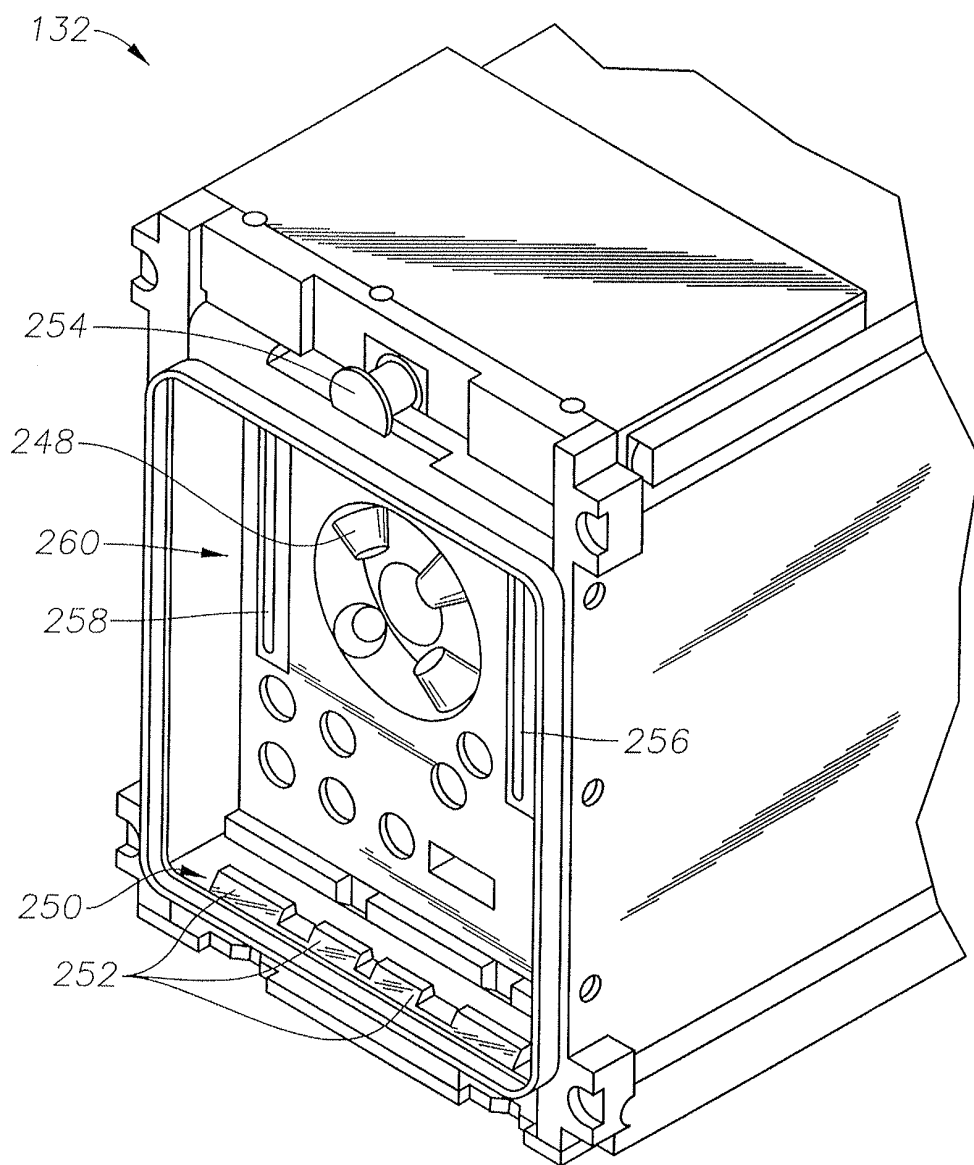


FIG. 3

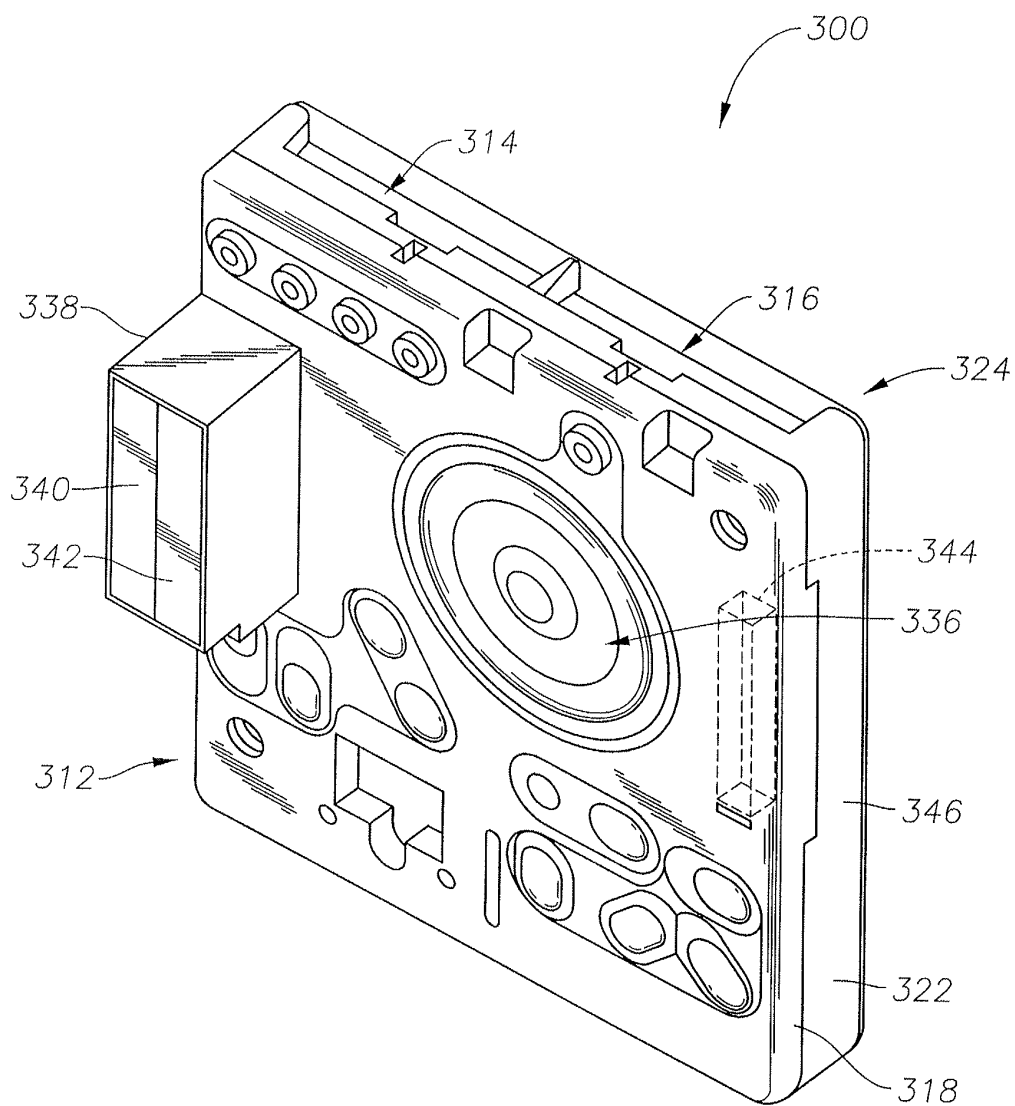


FIG. 4

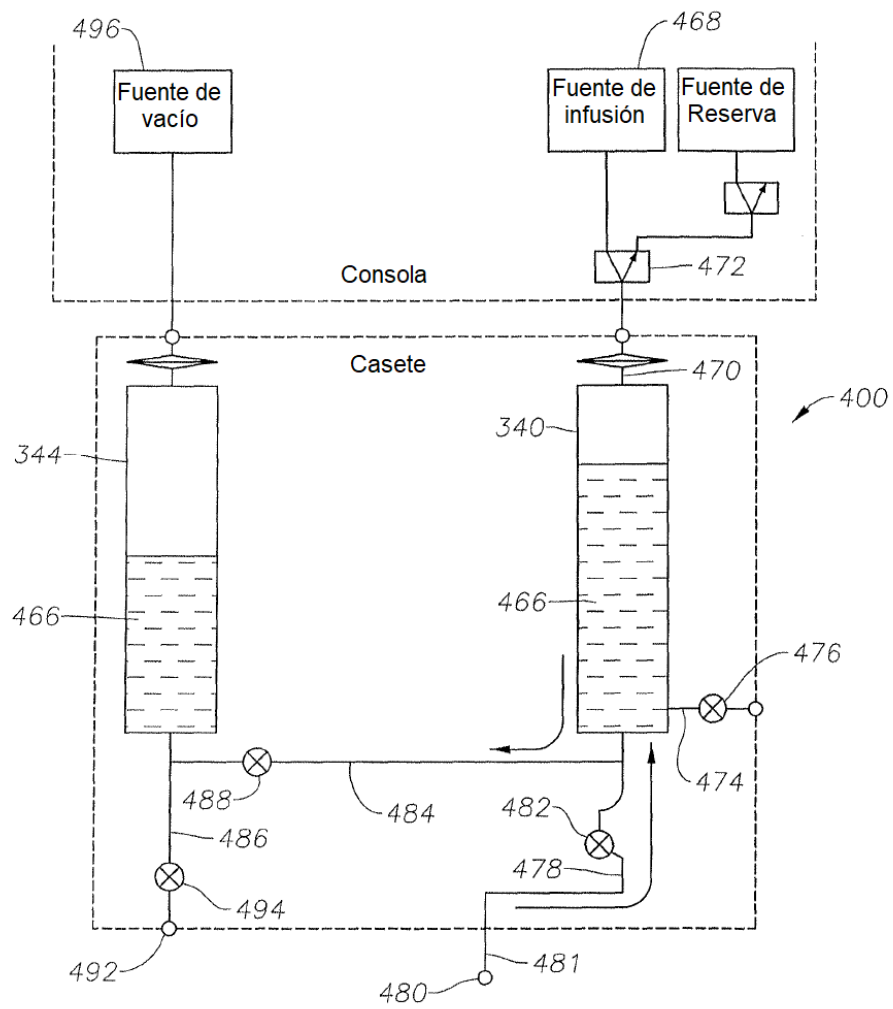


FIG. 5

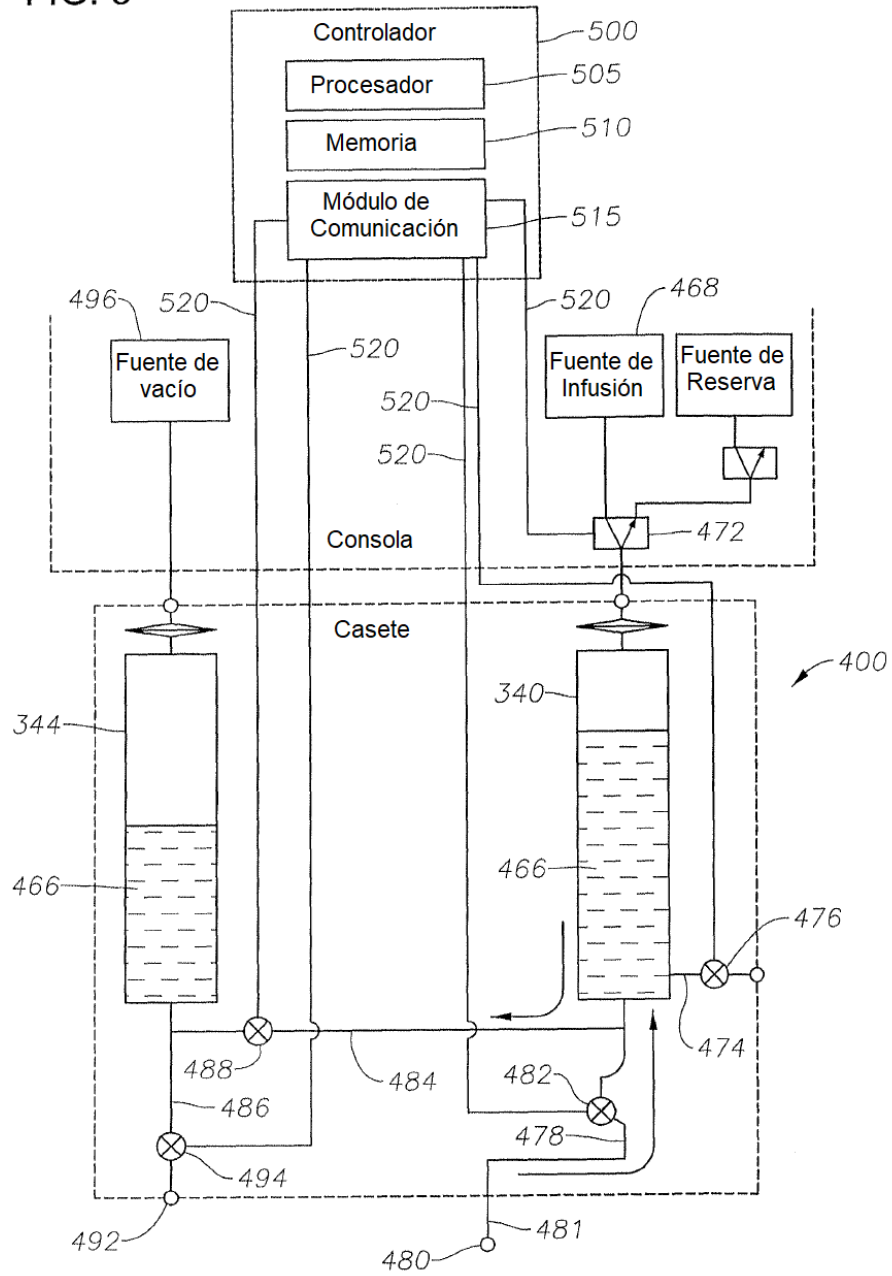


FIG. 6A

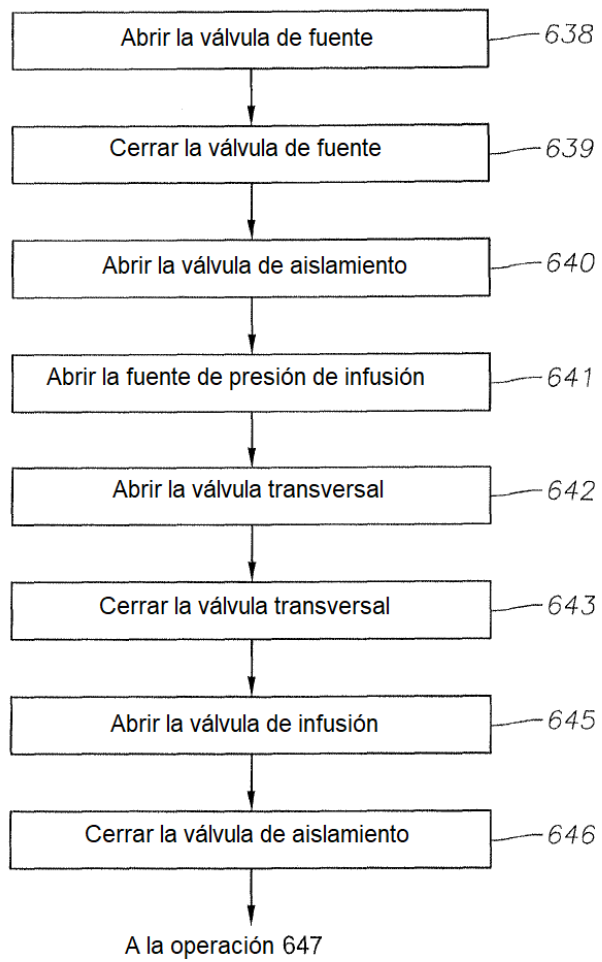


FIG. 6B

600

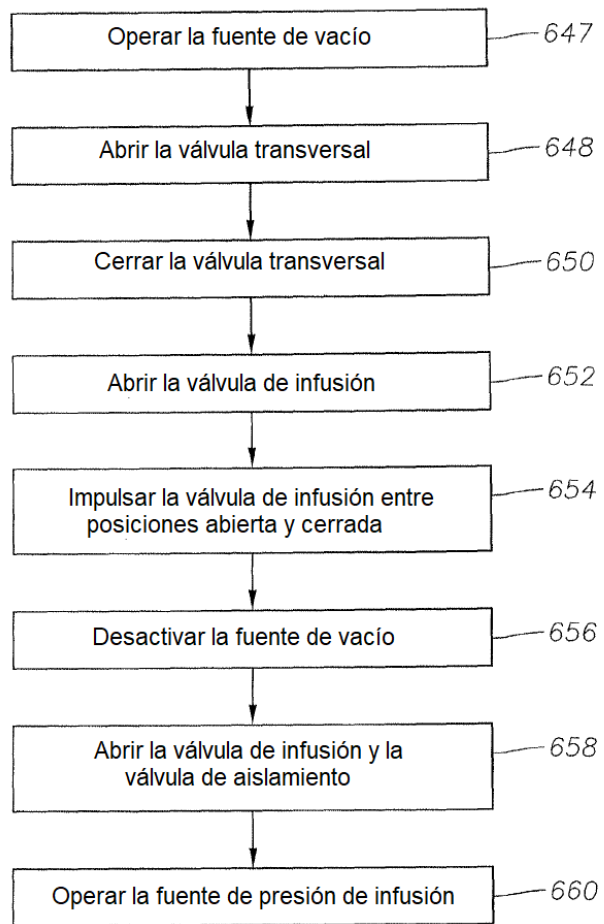


FIG. 6C

700 →

