

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 578 266**

51 Int. Cl.:

G01L 7/08 (2006.01)
G01L 9/10 (2006.01)
G01L 9/12 (2006.01)
G01L 9/14 (2006.01)
G01L 11/02 (2006.01)
G01L 19/06 (2006.01)
A61M 5/142 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2011 E 11759899 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016 EP 2550518**

54 Título: **Sistema y método de detección de presión**

30 Prioridad:

24.03.2010 US 731001

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

22.07.2016

73 Titular/es:

**CAREFUSION 303 INC. (100.0%)
3750 Torrey View Court
San Diego, California 92130, US**

72 Inventor/es:

BUTTERFIELD, ROBERT, D.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 578 266 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 detección de presión

5 CAMPO

La presente descripción se refiere a la detección de presión. En particular, esta descripción se refiere a sistemas y métodos para medir la presión de fluidos dentro de un conjunto IV (intravenoso) desechable conectado a una bomba de suministro de fluido.

10 ANTECEDENTES

Las bombas de suministro de líquidos se utilizan extensamente en los campos médicos y otros. En los campos médicos, por ejemplo, ha sido una práctica ampliamente extendida en hospitales el uso de bombas intravenosas (IV) para el suministro de fluidos, tales como medicamentos y soluciones nutricionales. Las bombas IV han alcanzado amplia aceptación debido a que son capaces de suministrar fluidos IV bajo condiciones precisas y estrictamente controladas para que los medicamentos y similares puedan ser suministrados de manera intravenosa a un paciente, al que desviaciones de la tasa de aportación deseada pueden producir consecuencias dañinas.

Un dispositivo de bomba IV está provisto a menudo de un mecanismo de bombeo que está adaptado para aceptar una casete que contiene una cámara de bombeo. La casete está diseñada normalmente para un solo uso, y es necesario que sea fabricada económicamente para reducir su coste. La casete es normalmente activada por una fuerza de accionamiento de movimiento alternativo (por ejemplo, peristáltica) del mecanismo de bombeo y tiene una entrada de fluido para conectar a un tubo que conduce al recipiente de suministro y una salida de fluido para conectar a un tubo que suministra el fluido IV al paciente.

Para fines de control y vigilancia, es deseable medir la presión del fluido dentro de la casete IV desechable. Por ejemplo, la señal de presión del fluido se puede utilizar para detectar, *inter alia*, una botella de suministro vacía, una trayectoria de admisión o salida ocluida, una asociación de botella-canal, el nivel de fluido en la botella y la resistencia al flujo del conducto de fluido. Un reto consiste en proporcionar un sistema de detección de la presión para medir la presión del fluido dentro de la casete, que sea tanto económico como exacto. Idealmente, el sensor mide exactamente tanto presiones positivas como negativas, presentándose comúnmente las presiones negativas debido a la elevación del paciente del recipiente con respecto al elemento sensor. Es necesaria una elevada resolución, del orden de 1 mmHg, así como para los fines anteriormente mencionados.

Convencionalmente, la presión del fluido dentro de la casete es medido mediante un método de medición por contacto, en el que la casete, o un objeto unido a la casete, contacta físicamente con una disposición de detección (por ejemplo, un sensor de fuerza de medición de deformación resistiva) para ejercer una presión/fuerza de contacto sobre la disposición de detección. En tales sistemas de detección de presión basados en el contacto, la disposición de detección es normalmente precargada intencionadamente con una presión/fuerza positiva tal como la ejercida por una pared de tubo deformada con el fin de cargar artificialmente un punto de presión nula de manera que se pueda medir una presión negativa. Un problema de tal esquema de carga positiva con una disposición de detección precargada es que la fuerza de precarga puede disminuir a lo largo del tiempo debido a la relajación de tensión que da lugar a que el punto de carga correspondiente se desplace hacia abajo en el transcurso del tiempo. Esto puede originar una subestimación de la verdadera presión del fluido.

El documento WO2010/030390 A1 describe dispositivos que tienen un cartucho sustituible para la administración programable de micro-dosis de fármacos líquidos y otros fluidos, que incluyen un sistema sensor para transformar un parámetro geométrico asociado ya sea con un volumen interno local total de una sección de indicación de un depósito o un cambio dependiente del tiempo del mismo volumen en señales de salida correspondientes. El documento WO 03/074121 A1 describe un sensor de estado de flujo para un dispositivo de infusión que comprende al menos un sensor dispuesto para proporcionar una señal de umbral cuando una superficie de un diafragma elástico se expande hacia dentro de una cámara en respuesta al menos a una estado predeterminado de flujo de fluido que ocurre en la trayectoria de flujo.

55 COMPENDIO

La invención se define en la reivindicación 1.

Las realizaciones descritas en esta memoria abordan el problema anteriormente indicado, asociado con la medición de presión basada en el contacto, proporcionando sistemas y métodos para la medición sin contacto de la presión de un fluido dentro de una casete conectada a una bomba de suministro de fluido, tal como una bomba IV. En un ejemplo, la detección de presión sin contacto implica acoplar a la bomba una base de sensor que tiene una disposición de detección sin contacto y acoplar un elemento movable que tiene un elemento de variación de la medición del sensor a un elemento en el conjunto IV desechable. El elemento de medición del sensor se mueve en respuesta a cambios de la presión del fluido dentro de la trayectoria del fluido y origina con ello un cambio proporcionado de la señal de salida procedente de la disposición de detección. La presión del fluido se determina a partir de una señal de medición indicativa de la variable de medición detectada.

Ciertas realizaciones proporcionan un sistema de detección de presión para medir la presión de fluido dentro de un conjunto desechable IV conectado a una bomba de suministro del fluido. El sistema puede comprender una base de sensor acoplada a una bomba. La base del sensor puede tener al menos una disposición de detección que sea estacionaria con respecto a la base del sensor. La disposición de detección puede estar configurada para generar una señal de medición basada en una variable de medición detectada. El sistema puede comprender además un elemento dentro del conjunto IV desechable configurado para situarse en estrecha proximidad con la base del sensor. El componente desechable puede tener una entrada de fluido y una salida de fluido, y un elemento movable para moverse con cambios de la presión del fluido dentro de la casete. La cantidad de movimiento del elemento movable puede estar relacionada con la magnitud de cambio de la presión del fluido. El sistema puede comprender además un elemento de variación de la medición del sensor, acoplado para moverse con el elemento movable mediante un campo de detección sin contacto, tal como luz u otros campos electromagnéticos. El elemento de variación de la medición del sensor puede originar con ello un cambio en la variable de medición detectada sin contactar con la disposición de detección.

Todavía de acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método de medir la presión de un fluido en un conjunto IV desechable conectado a una bomba de suministro de fluido, comprendiendo el método proporcionar al menos una disposición de detección acoplada a la bomba de suministro de fluido, proporcionar una cámara que tenga un elemento movable y un elemento deformable configurado para deformarse en respuesta a cambios en la presión del fluido dentro del conjunto IV desechable para hacer que se mueva el elemento movable y originar con ello un cambio en la variable de medición detectada, asociada con la disposición de detección sin contactar con la disposición de detección, generar una señal de medición indicativa de la variable de medición detectada, y determinar la presión del fluido dentro del conjunto IV desechable basándose en la señal de medición, en el que el elemento movable es no flexible cuando se somete a una presión de fluido distinta de cero, y el elemento deformable está acoplado entre el perímetro del elemento movable y una pared de la cámara.

Se ha de entender que tanto el compendio precedente como la descripción detallada que sigue son ejemplares y explicativos y pretenden proporcionar una explicación adicional de las realizaciones según se reivindican.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos que se acompañan, que se incluyen para proporcionar comprensión adicional de la invención y se incorporan y constituyen una parte de esta memoria, ilustran las realizaciones descritas y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de las realizaciones descritas.

La figura 1 es una vista en sección transversal de un sistema ejemplar 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, que está basado en la capacitancia como una variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La figura 2 es un diagrama del sistema ejemplar de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, de la figura 1, mostrado con la casete, separada de la base del sensor.

La figura 3 es una vista desde debajo de un sustrato de circuito impreso que muestra las placas primera y segunda formadas en el sustrato.

La figura 4 es una vista desde arriba de una estructura de diafragma que muestra una capa conductora formada sobre un elemento movable de la estructura de diafragma.

La figura 5 es una vista en perspectiva, en sección transversal, de la estructura de diafragma y un acoplador configurado para acoplar la estructura de diafragma a la casete, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La figura 6 es una vista en sección transversal de un sistema ejemplar de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, que está basado en la intensidad de la luz como la variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La figura 7 es una vista en sección transversal de un sistema ejemplar de detección de presión sin contacto, de tipo magnético, que está basado en el campo magnético como la variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para efectuar una medición sin contacto de la presión de fluido dentro de una casete, de acuerdo con ciertas realizaciones.

La figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra un sistema de ordenador ejemplar sobre el cual se pueden incorporar ciertas características de los sistemas y métodos descritos en esta memoria.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

En la siguiente descripción detallada se exponen numerosos detalles concretos para proporcionar un completo entendimiento de las realizaciones descritas y reivindicadas. Resultará evidente, sin embargo, para un experto ordinario en la técnica, que las realizaciones pueden ser practicadas sin algunos de estos detalles concretos. En otros casos, no han sido mostradas con detalle estructuras y técnicas bien conocidas para evitar obscurecer innecesariamente la descripción.

La palabra "ejemplar" se utiliza aquí con el significado de "servir como un ejemplo, caso o ilustración". Cualquier

realización o diseño descrito en esta memoria como "ejemplar" no se ha de interpretar necesariamente como preferido o ventajoso sobre otras realizaciones o diseños.

5 Diversas realizaciones de la presente invención abordan y resuelven problemas asociados con sistemas y métodos convencionales de medición de la presión de un fluido dentro de una casete, que se basan en una carga o empuje positivo con el fin de medir presiones de fluidos negativas, así como positivas. Ciertas realizaciones de la presente invención proporcionan un sistema de detección de presión sin contacto para medir presiones de fluidos dentro de una casete conectada a una bomba de suministro de fluido. Una base de sensor que tiene al menos una disposición de detección está acoplada a la bomba, y un elemento movable que tiene un elemento de variación de la medición del sensor está acoplado a la casete. El elemento de variación de la medición se mueve con los cambios en la presión del fluido dentro de la casete, y origina con ello un cambio en una variable de medición detectada (por ejemplo, capacitancia, intensidad de luz y campo magnético) sin ponerse en contacto con la disposición de detección. El elemento de detección de presión puede estar incorporado dentro de una 'casete' desechable estéril, multi-funcional, o dentro de un alojamiento de finalidad única utilizado sólo para la medición de presión.

10 La figura 1 es una sección transversal de un sistema ejemplar 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, que está basado en la capacitancia como una variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones. El sistema 100 incluye una base 101A de sensor acoplada a un cuerpo de bomba 110 y una casete 102A. La casete 102A está configurada para la unión o carga en la bomba o, más particularmente, a la base 101A del sensor. Se puede utilizar una estructura de conexión convencional para unir la casete 102A a la base 101A del sensor, tal como una conexión liberable de salto elástico. La figura 1 muestra la base 101A del sensor y la casete 102A en un estado unido o cargado, y la figura 2 muestra la base 101A del sensor y la casete 102A en un estado separado o no cargado, indicando una flecha 201 la carga o conexión de la casete 102A a la base 101A del sensor. En el ejemplo ilustrado, la base 101A del sensor incluye una estructura 130 de bastidor cargada por muelles y un sustrato 140 de circuito impreso (PC). La estructura 130 de bastidor cargada por muelles está conectada al cuerpo de bomba 110 por medio de muelles 120 y mantiene el sustrato 140 del PC estacionario con respecto al resto de la base 101A del sensor.

15 El sustrato 140 del PC tiene una primera placa 103A y una segunda placa 104A formadas (por ejemplo depositadas y modeladas) sobre el lado inferior del sustrato 140 del PC vuelto hacia la casete 102A, y un circuito de medición 105A dispuesto en el lado superior del sustrato 140 del PC. Las placas primera y segunda 103A, 104A constituyen elementos o disposiciones de detección para el sistema 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo. La figura 3 es una vista desde abajo (por ejemplo, en la dirección +z) del sustrato 140 del PC, que muestra las placas primera y segunda 103A, 104A. En el ejemplo ilustrado, las placas primera y segunda 103A, 104A son dos placas de forma semicircular separadas por un pequeño hueco de aislamiento 310 (por ejemplo de 0,127 mm). Alternativamente, una o ambas primera y segunda placas 103A, 104A pueden tener diferentes formas, incluyendo, pero sin limitación, rectangular, triangular, circular completa y de círculo y un aro anular rodeando el círculo.

20 Volviendo a la figura 1, las placas primera y segunda 103A, 104A están conectadas eléctricamente a un circuito de medición 105A a través conductores revestidos por orificios 142, dispuestos en el sustrato 140 del PC. En ciertas realizaciones, el circuito de medición 105A incluye un IC de medición del sensor, tal como un Dispositivo Analógico AD7754 y similar con la capacidad para medir capacitancias diferenciales. Alternativamente, el circuito de medición 105A puede comprender una pluralidad de componentes discretos analógicos y/o digitales que proporcionen funciones de excitación de señal y de acondicionamiento de señal, por ejemplo. En el ejemplo ilustrado, la base 101A del sensor incluye además una delgada capa aislante 160 que comprende un material aislante, tal como Mylar o Paryleno, para cubrir las placas primera y segunda 103A, 104A para proporcionar protección contra daños por descargas electrostáticas al circuito de medición 105A y otros componentes electrónicos.

25 La casete 102A incluye un cuerpo de casete 180 y una estructura de diafragma 170 acoplada al cuerpo 180 de la casete. El cuerpo 180 de la casete incluye una cámara de bombeo 182 y una pared 184 para la cámara de bombeo 182. Aunque no se muestra en la parte mostrada de la figura 1, el cuerpo 180 de la casete incluye además una entrada de fluido que conduce a un recipiente de suministro para recibir el fluido en cámara de bombeo 182, y una salida de fluido que conduce el fluido que sale a un dispositivo o parte de recepción (por ejemplo, un paciente).

30 La estructura 170 del diafragma incluye un elemento movable 172, un elemento deformable 176 y una pared lateral 178. En el ejemplo ilustrado, el elemento movable 172 es un disco plano. El elemento movable 172 está acoplado a la pared lateral 178 por medio del elemento deformable 176 acoplado al perímetro del elemento movable 172 por un lado y al perímetro interior de la pared lateral 178, por el otro lado. La estructura 170 del diafragma incluye también una cavidad 179 que está configurada para recibir fluido desde el cuerpo 180 de la casete (por ejemplo, la cámara de bombeo 182).

35 La casete 102 incluye además una capa conductora 109A formada sobre (por ejemplo, depositada o aplicada como revestimiento sobre, fijada o unida a) el disco 172. La figura 4 es una vista desde arriba (por ejemplo, en la dirección -z) de la estructura 170 del diafragma, que muestra una capa conductora 109A formada sobre el elemento movable 172 de la estructura del diafragma. Como se explicará más adelante, la capa conductora 109A constituye un

elemento de variación de la medición del sensor del sistema 100 de detección sin contacto, de tipo capacitivo. Según se usa en esta memoria, la expresión “elemento de variación de la medición del sensor” se refiere a una estructura, un dispositivo, una capa o una característica que puede ser acoplada con un elemento móvil (por ejemplo, el disco 172) para moverse con respecto a una o más disposiciones de detección (por ejemplo, las placas primera y segunda 103A, 104A) en respuesta a cambios de la presión del fluido dentro de la casete y originar con ello un cambio correspondiente en la variable de medición detectada (por ejemplo, la capacitancia entre las placas primera y segunda 103A, 104A). Ejemplos de otros elementos de variación de la medición del sensor incluyen un atenuador óptico utilizado en un sistema de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, y un imán para usar en un sistema de detección de presión sin contacto de tipo magnético (figura 7). Las realizaciones ilustradas son ejemplares solamente, y se pueden emplear otros tipos de sistemas de detección de presión sin contacto.

La figura 5 es una vista en perspectiva, en sección transversal, de la estructura 170 del diafragma y de un acoplador 500 para acoplar la estructura de diafragma al cuerpo 180 de la casete 1 (figura 1), de acuerdo con ciertas realizaciones. En algunas realizaciones, el acoplamiento comprende colocar el elemento de detección en la proximidad de un aparato detector dentro de la bomba. Por claridad, la estructura 170 del diafragma está mostrada sin un elemento de variación de la medición del sensor (por ejemplo, la capa conductora 109A) dispuesto sobre el elemento móvil 172. El elemento deformable 176 está conectado entre la circunferencia exterior del elemento móvil 172 y la circunferencia interior de la pared lateral 178. El elemento deformable 176 está configurado para deformarse en respuesta a cambios de la presión del fluido dentro de la casete 102A, o, más concretamente, dentro de la cámara de bombeo 182 del cuerpo 180 de la casete, y hacer con ello que el elemento móvil 172 se mueva en la dirección +z si la presión está aumentando, o en la dirección -z si la presión está disminuyendo. En el ejemplo ilustrado, la sección transversal del elemento deformable 176 tiene una forma de “S” o “sigmoide”, pero la sección transversal puede tener otra forma, tal como de un rectángulo delgado, una forma curvilínea, una forma de “Z” o una forma de “U”.

El elemento móvil 172 es no flexible, lo que significa que el elemento móvil no se flexiona o deforma cuando se somete a una presión de fluido no nula. En esas realizaciones, sólo el elemento deformable 176 se flexiona o deforma cuando se somete a una presión no nula de fluido. El elemento móvil 172 y el elemento deformable 176 pueden estar hechos para tener diferentes flexibilidad o deformabilidad (por ejemplo, el primero no flexible y el último flexible), haciéndolos, por ejemplo, de materiales diferentes, grosores diferentes y/o formas de sección transversal diferentes. En un aspecto, el uso de un elemento móvil no flexible es ventajoso debido a que cambia menos de volumen neto durante la medición de presión. En otras palabras, el tener el miembro de movimiento rígido no flexible ayuda a minimizar el valor de deformación, por ejemplo, bajando hasta aproximadamente 0,1 $\mu\text{L}/\text{mmHg}$. La menor deformación para un sensor de presión significa que el acto de medición de presión tiene un efecto pequeño sobre el estado de lo que se mide, a saber, la presión del fluido, así como del propio desplazamiento del fluido. Además, el elemento móvil no flexible puede preservar mejor la integridad estructural del elemento de variación de la medición del sensor tal como la capa conductora 109A unida al miembro móvil. Por ejemplo, una capa conductora que está aplicada como revestimiento sobre el miembro móvil flexible puede ser desprendida o pelada del miembro móvil después de la flexión repetida del miembro móvil. Además, el uso del elemento móvil no flexible en las presentes realizaciones puede dar lugar también a una sensibilidad (cambio de desplazamiento por cambio unitario de presión) más controlada, lineal y repetible.

Así mismo, en el ejemplo ilustrado, el elemento móvil 172, el elemento deformable 176 y la pared lateral 178 están formados con el mismo material, tal como un policarbonato, en un molde único. Alternativamente, el elemento móvil 172, el elemento deformable 176 y la pared lateral 178 están hechos de dos o más materiales diferentes y están moldeados conjuntamente. En algunas de tales realizaciones, el elemento móvil 172 y la pared lateral 178 están hechos de un material de policarbonato, mientras que el elemento deformable está hecho de un elastómero de plástico para obtener flexibilidad. Todavía en otras realizaciones, el disco móvil 172 está hecho de un metal y funciona como la capa conductora 109A, por lo que se elimina la necesidad de una capa conductora separada.

Haciendo referencia ahora a la figura 5, el acoplador 500 está configurado para acoplar o conectar la estructura 170 del diafragma al cuerpo 180 de la casete o, más concretamente, a la cámara de bombeo 182, tanto para paso de fluido como mecánicamente. En el ejemplo ilustrado, el acoplador 500 incluye una primera pared exterior 501 y una segunda pared exterior 502. La primera pared exterior 501 se utiliza para formar un acoplamiento mecánico obturado (por ejemplo, un ajuste a presión) entre el acoplador 500 y la estructura 170 del diafragma. La segunda pared exterior 502 se utiliza para formar un acoplamiento mecánico obturado entre la estructura compuesta de diafragma-acoplador y el cuerpo 180 de la casete (figura 1). En la realización ilustrada, la segunda pared exterior 502 está insertada (por ejemplo, ajustada a presión) en una abertura formada en la pared 184 de la cámara de bombeo 182 (figura 1). El acoplador 500 incluye también aberturas 510 para establecer una conexión para paso de fluido entre la cavidad 179 y la cámara de bombeo 182 e igualar la presión del fluido entre ellas.

En funcionamiento, la casete 102A es cargada o conectada a la base 101A del sensor como se indica por la flecha 201 de la figura 2. Cuando la casete 102A está inicialmente acoplada con la base 101A del sensor, los muelles 120 se comprimen y ejercen una fuerza de restauración (por ejemplo, en la dirección -z) contra la casete 102A por medio de la estructura de bastidor 130. Esta disposición carga por muelles evita la mayoría de los errores

acumulados de tolerancias mecánicas y los ruidos creados por el movimiento relativo entre la base 101A del sensor y la casete 102A. En esta etapa, no existe presión neta dentro de la cavidad 109, y no existe fuerza neta ejercida sobre el elemento movable 172. El elemento movable 172 está por lo tanto en su punto inactivo de presión nula. Después que la casete 102A está acoplada con la base 110A y un fluido (por ejemplo, medicamento líquido) es introducido en la cámara de bombeo 182 de la casete 102A, la cavidad 179 recibe una porción del fluido a través de las aberturas 510 del acoplador 500 (figura 5). La presión del fluido dentro de la cavidad 179 se hace con ello que sea esencialmente la misma que la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo 182 (con una posible pequeña desviación de DC). La presión del fluido (positiva o negativa) dentro de la cavidad 179 ejerce una fuerza (positiva o negativa) sobre el elemento movable 172 y origina el movimiento del elemento movable 172. Por ejemplo, si la presión es positiva, el elemento movable 172 se mueve en la dirección +z desde el punto inactivo de presión nula hacia las placas primera y segunda 103A, 104A. Por el contrario, si la presión es negativa, el elemento movable 172 se mueve en la dirección -z desde el punto inactivo de presión nula, alejándose de las placas primera y segunda 103A, 104A. Por lo tanto, la presión positiva hace que la capa conductora 109A, que está acoplada al elemento movable 172, se mueva acercándose a las placas primera y segunda 102A, 104A y dando lugar a una capacitancia incrementada entre las dos placas 103A, 104A. Por el contrario, la presión negativa hace que la capa conductora 109A se mueva alejándose de las placas primera y segunda 103A, 104A, dando lugar a una capacitancia reducida entre las dos placas 103A, 104A.

El circuito de medición 105A está configurado para medir la capacitancia entre las placas primera y segunda 103A, 104A y proporciona una señal de medición indicativa de la capacitancia. Esto se puede conseguir con uno de muchos métodos conocidos de medición de capacitancia que incluyen la medición de capacitancia diferencial que implica a uno o más condensadores de referencia fijos. Están comercialmente disponibles circuitos integrados (ICs) que están diseñados para tales mediciones de capacitancia diferencial, siendo un ejemplo los Dispositivos Analógicos AD7754. Algunos de tales ICs de aplicación específica pueden dar salida a datos digitales indicativos de la capacitancia medida. Alternativamente, un IC o una combinación de componentes discretos analógicos/digitales diseñados para la medición de capacitancia pueden emitir una señal de medición analógica que puede ser entonces convertida en datos digitales para utilizar por un procesador mediante un convertidor de analógico en digital. Un procesador puede entonces recibir los datos digitales indicativos de la capacitancia y determinar la presión del fluido dentro de la casete a partir de una relación conocida entre las dos cantidades – ya sea una ecuación o una tabla de consulta que pueda tener en cuenta una no linealidad de la capacitancia en función de la respuesta de la presión del fluido. La ecuación y la tabla de consulta pueden también tener en cuenta cualquier desviación de presión de DC previamente establecida entre la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo 182 y la presión del fluido dentro de la cavidad 179. El resultado es una medición exacta y repetible sin contacto tanto de presiones de fluido positiva como negativa dentro de la casete (por ejemplo, la cámara de bombeo 182) sin precarga de la disposición de detección y carga relacionada de un punto de presión nula.

Aunque la explicación anterior se ha enfocado sobre la capacitancia como la variable de medición detectada, los expertos en la técnica apreciarán, a la vista de la presente descripción, que se pueden utilizar varias realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, la figura 6 es una vista en sección transversal de un sistema ejemplar 600 de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, que está basado en la intensidad de luz como la variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones. El sistema ilustrado 600 de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, de la figura 6, comparte muchos elementos estructurales con el sistema ilustrado 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, de la figura 1, y no se repetirán las descripciones para los elementos compartidos. En su lugar, la descripción que sigue se enfoca en la comparación y contraste de los dos sistemas de detección de presión.

En el ejemplo ilustrado de la figura 6, el sistema 600 de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, utiliza una fuente de luz 103B y un detector de luz 104B como las disposiciones de detección, y un atenuador óptico 109B como el elemento de variación de la medición de detección. La fuente de luz 103B puede ser un láser o una fuente de luz no láser, tal como un LED. El detector de luz 104B puede incluir uno o más elementos de foto-detección, tales como foto-diodos o foto-resistencias, que son capaces de proporcionar una indicación de una intensidad de luz recibida en la forma de un cambio de corriente o resistencia, por ejemplo. En el ejemplo ilustrado, el detector 104B de luz incluye una serie vertical de elementos foto-detectores 610 con la finalidad de proporcionar un promedio de ruido integral de intensidades de luz recibidas. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el detector 104B de luz contiene sólo un elemento de foto-detección, y el promediado del ruido se realiza por medio de mediciones repetidas. Como con la capa conductora 109A del sistema 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, el atenuador óptico 109B está acoplado (por ejemplo, unido a, pegado sobre, fijado a, integrado con) el elemento movable 172 de manera que el atenuador óptico 109B se mueve en concordancia con el elemento movable 172 con cambios de la presión de fluido dentro de la casete 102B. El atenuador óptico 109B puede comprender un material absorbente ópticamente (por ejemplo, un plástico estructural tal como policarbonato, isoplast, acrílico y similares, que pueden ser hechos opacos con la adición de colorantes) que tenga valores de absorbencia relativamente elevados.

En funcionamiento, el atenuador óptico 109B recibe haces de luz incidente 602 emitidos por la fuente de luz 103B y transite haces de luz atenuada 604. Dependiendo de las posiciones relativas de las disposiciones de detección y del

atenuador óptico 109B, a ciertas presiones, una parte superior de los haces de luz incidentes 602 pueden incluso no pasar a través del atenuador óptico 109B. Los haces 604 de luz atenuada (y posiblemente una parte no atenuada de los haces de luz incidentes 602) son recibidos por la serie vertical de elementos de foto-detección 610 y proporcionan señales de medición. Un circuito de medición 105B recibe señales de medición de elementos de foto-detección individuales y suma las señales de medición ya sea en el dominio analógico o en el dominio digital. Alternativamente, la suma de las señales de medición (por ejemplo, foto-corrientes) es realizada físicamente dentro de detector de luz 104B para producir una señal de medición sumada, y el circuito de medición 105B recibe y trata las señales de medición sumadas. Independientemente de la elección del mecanismo, la suma de las señales de medición procedentes de elementos de foto-detección múltiples 610 proporciona un promedio de ruido integral de las intensidades de luz recibida, cada una de las cuales puede tener una componente de ruido significativa en relación con el ruido térmico intrínseco y el ruido relativo a factores externos, tales como la vibración del atenuador óptico 109B, y se mejora con ello la exactitud y carácter repetible de la medición de la presión del fluido.

En el ejemplo ilustrado de la figura 6, el espesor del atenuador óptico 109B en la dirección de desplazamiento de la luz (por ejemplo, el espesor en la dirección x) varía a lo largo de la dirección de movimiento del elemento movable 172 (por ejemplo, la dirección z). Por lo tanto, cuanto mayor es el movimiento en la dirección +z del elemento movable (correspondiente a un aumento de la presión del fluido dentro de la casete), mayor es la atenuación neta de los haces de luz incidente 602 por el atenuador óptico 109B y por tanto menores son las intensidades de luz recibidas, producida por el detector de luz 104B. Inversamente, cuando menor es el movimiento en dirección +z del elemento movable (correspondiente a una disminución de las presiones del fluido dentro de la casete), menor es la atenuación neta de los haces de luz incidentes 602 producida por el atenuador óptico 109B y por tanto mayores son las intensidades de luz recibidas por el detector de luz 104B. En consecuencia, en la disposición particular ilustrada, la variable de medición detectada –las intensidades de luz recibida – tiene una relación negativa o inversa con respecto a las presiones del fluido dentro de la casete 102B. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán, a la vista de la presente descripción, que la disposición particular y la relación inversa resultante son proporcionadas con fines de ilustración solamente, y que son posibles otras disposiciones y otras relaciones sin salirse de alcance de la presente invención. Por ejemplo, el atenuador óptico 109B puede ser un trapecoide invertido con el lado más corto unido al elemento movable 172, en cuyo caso las intensidades de luz recibidas tendrían una relación lineal directa o positiva con respecto a la presión del fluido dentro de la casete 102B.

En el ejemplo ilustrado, la variación de atenuación por el atenuador óptico 109B a lo largo de la dirección z se consigue proporcionando un atenuador óptico que tenga un valor de absorbencia uniforme en todo él, en el cual varíe el espesor en la dirección x a lo largo de la dirección z. Alternativamente, la variación de atenuación se puede conseguir proporcionando un atenuador óptico que tenga un espesor uniforme en la dirección x, en el cual la absorbencia varíe a lo largo de la dirección z. Esto se puede conseguir, por ejemplo, variando la composición del material, las impurezas, o un revestimiento en la dirección z, de manera que el atenuador óptico cambie de ser transparente en un extremo a ser opaco en el otro extremo.

Los expertos en la técnica apreciarán además, a la vista de la presente descripción, que la disposición de detección particular empleada, a saber, la fuente de luz 103B y el detector de luz 104B alineados a lo largo de la dirección x para emitir y recibir luz a través del atenuador óptico 109B, es una de muchas maneras de medir ópticamente el movimiento relativo del elemento movable 172, y se pueden utilizar otras disposiciones sin salirse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, en un sistema alternativo de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, la detección de presión está basada en la cantidad de luz reflejada desde una superficie reflectante acoplada al elemento movable 172. En un tal sistema, la fuente de luz puede emitir los haces de luz incidentes con un ángulo de incidencia (por ejemplo, de -30°) y el detector de luz recibir los haces de luz reflejados propagándose con un ángulo reflejado (por ejemplo, $+30^\circ$). Dependiendo de las posiciones relativas del detector de luz y de la superficie reflectante, la cantidad de luz recibida en el detector de luz varía con la cantidad máxima que ocurre en el intervalo máximo del sistema de detección, por ejemplo. Esta variación puede estar correlacionada con la presión del fluido dentro de la casete. En varias realizaciones ópticas, el elemento de control de luz (por ejemplo, un atenuador de luz o una superficie reflectante) está acoplado a un elemento movable que es parte de una casete desechable.

La figura 7 es una sección transversal de un sistema ejemplar 700 de detección de presión sin contacto, de tipo magnético, que está basado en el campo magnético como la variable de medición detectada, de acuerdo con ciertas realizaciones. Como con el sistema 600 de detección de presión sin contacto, de tipo óptico, de la figura 6, el sistema 700 de detección de presión sin contacto, de tipo magnético, comparte muchos elementos estructurales con el sistema ilustrado 100 de detección de presión sin contacto, de tipo capacitivo, de la figura 1, y no se repetirán las descripciones de los elementos compartidos.

En el ejemplo ilustrado de la figura 7, el sistema 700 de detección de presión sin contacto, de tipo magnético, utiliza un detector 104C de campo magnético como la disposición de detección, y un imán 109C como el elemento de variación de la medición de detección. El detector 104C del campo magnético puede ser cualquier dispositivo que sea capaz de proporcionar una indicación de un campo magnético, ejemplos no limitativos del cual incluyen un sensor de efecto Hall, un sensor de magneto-resistencia (MR) (por ejemplo, el sensor de GMR), y un magnetómetro de puerta de flujo. El imán 109C puede ser cualquier imán permanente que incluya cualesquiera materiales

magnetizables, incluyendo, pero sin limitación, hierro, níquel, cobalto, algunos metales de las tierras raras, y algunas de sus aleaciones (por ejemplo, Alnico). El sensor 104C de campo magnético (por ejemplo, un sensor de efecto Hall) está dispuesto en el substrato 140 del PC y situado directamente sobre el imán 109C para medir principalmente la componente z del campo magnético generado por el imán 109C.

En funcionamiento, un campo magnético 702 sale del imán 109C y llena la región circundante como se muestra en la figura 7. El detector 104C del campo magnético detecta un campo magnético local 704 y proporciona señales de medición indicativas del campo magnético local 704. Se mide la señal de medición y se trata mediante un circuito de medición 105C dispuesto también en el substrato 140 del PC. En ciertas realizaciones, la función de detección magnética del sensor 104C del campo magnético y la función de medición/tratamiento del circuito de medición 105C se combinan en un solo sensor/IC de medición integrado.

La intensidad de la componente z del campo magnético 702 de un imán en forma de barra a lo largo del eje disminuye inversamente con el cuadrado de la distancia al imán. Por lo tanto, la componente z del campo magnético local 704, detectada por el detector 104C del campo magnético, varía de acuerdo con el movimiento del elemento movable 172. Cuanto mayor sea el movimiento en la dirección +z del elemento movable 172 (correspondiente a un aumento de la presión del fluido dentro de la casete), menor será la distancia entre el imán 109C y el sensor 104C del campo magnético y por lo tanto mayor será la intensidad de la componente z del campo magnético local 704 detectado por el sensor 104C del campo magnético. Inversamente, cuanto menor es el movimiento en la dirección +z del elemento movable 172 (correspondiente a una disminución de la presión del fluido dentro de la casete), mayor será la distancia entre el imán 109C y el sensor 104C del campo magnético y, por lo tanto, menor será la intensidad de la componente z del campo magnético local 704 detectado por el detector 104C del campo magnético. En consecuencia, con la disposición particular ilustrada, la variable de edición detectada – la intensidad del campo magnético local 104C – tiene una relación positiva, directa, con respecto a la presión del fluido dentro de la casete 102B. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán, a la vista de la presente descripción, que son posibles muchas otras disposiciones y relaciones sin salirse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, en realizaciones alternativas, el imán en barra 109C puede estar dispuesto horizontalmente (por ejemplo con su eje a lo largo de la dirección x) sobre el elemento movable 172, en lugar de estar dispuesto verticalmente como se muestra. En tales realizaciones alternativas, el sensor 104C de campo magnético puede estar configurado para medir la intensidad de la componente x del campo magnético local 704.

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento ejemplar para efectuar una medición sin contacto de la presión del fluido dentro de una casete, de acuerdo con ciertas realizaciones. El procedimiento 800 comienza en un estado 810, en el cual se proporcionan una o más disposiciones de detección acopladas a la bomba. Ejemplos de las una o más realizaciones de detección explicadas anteriormente incluyen las placas primera y segunda 103A, 104A (figura 1), la fuente de luz y el detector de luz 103B, 104B (figura 6), y el sensor 104C de campo magnético (figura 7). Tales disposiciones de detección están fijadas dentro del elemento 130 de bastidor y se mantienen estacionarias con respecto a la base 101A,B,C del sensor y el cuerpo 110 de la bomba durante la operación de la bomba. La bomba puede ser cualquier bomba de suministro de fluido, configurada para recibir casetes, incluyendo bombas IV para suministrar medicamentos líquidos y nutrientes a pacientes.

El procedimiento 800 prosigue a un estado 820, en el cual se dispone un elemento movable acoplado a una casete. Las casetes pueden ser permanentes, semi-permanentes o desechables. En ciertas realizaciones, la casete es una casete IV desechable. El elemento movable está configurado para moverse hacia o desde la disposición de detección (por ejemplo, en las direcciones +/-z – véanse las figuras 1, 6 y 7), dependiendo de si la presión del fluido está aumentando o disminuyendo. El elemento movable está también configurado para moverse hacia fuera de la disposición de detección desde su punto inactivo de presión nula. En algunas realizaciones, el elemento movable es un disco no flexible que no se flexiona o deforma cuando se somete a una presión de fluido no nula. El disco puede formar parte de una estructura de diafragma que también incluya una parte deformable acoplada al disco por su perímetro. Un ejemplo de una tal estructura de diafragma se ha descrito con detalle anteriormente en relación con la figura 5. Un elemento de variación de la medición del sensor está acoplado para moverse con el elemento movable en respuesta a cambios de la presión de fluido dentro de la casete. La elección partícula del elemento de variación de la medición del sensor depende de la elección de la variable de medición detectada. Ejemplos de elemento de variación de la medición del sensor incluyen (variable de medición detectada, entre paréntesis): la capa conductora 109A (capacitancia), el atenuador óptico 109B (intensidades de transmitida), una capa reflectante (intensidades de luz reflejada), y el imán 109C (intensidad del campo magnético local).

El procedimiento 800 prosigue a un estado 830, en el que es generada una señal de medición, indicativa de la variable de medición detectada, mediante la disposición o disposiciones de detección y recibida y tratada por un circuito de medición conectado eléctricamente a la o las disposiciones de detección. El procedimiento 800 prosigue a un estado 840, en el que la presión del fluido dentro de la casete es determinada sobre la base de la señal de medición. En ciertas realizaciones, la presión del fluido es determinada por un procesador o un ordenador configurado (por ejemplo, programado) para recibir datos digitales indicativos de la variable de medición detectada (por ejemplo, la capacitancia, la intensidad de luz, la intensidad del campo magnético local), ya sea directamente desde la disposición o disposiciones o del circuito de medición o desde un convertidor de analógico en digital que

reciba una señal de medición analógica. El procesador puede determinar la presión de fluido dentro de la casete mediante el uso de una ecuación o de una tabla de consulta que tiene en cuenta una no linealidad de la variable de medición detectada en función de la respuesta de la presión del fluido. La ecuación y la tabla de consulta pueden tener en cuenta cualquier desviación de DC entre la presión del fluido en la cámara de bombeo y la presión del fluido en la cavidad.

De acuerdo con ciertas realizaciones, algunos aspectos de mediciones de presión de fluido dentro de la casete descritos aquí se realizan mediante un sistema de ordenador 900 en respuesta al procesador 904 que ejecuta una o más secuencias de una o más instrucciones contenidas en la memoria 906. Por ejemplo, el procesador 904 puede determinar la presión de fluido dentro de la casete a partir de datos digitales indicativos de la variable de medición detectada ejecutando instrucciones que impliquen una ecuación o una tabla de consulta que tenga en cuenta una no linealidad en la variable de medición detectada en función de la respuesta de la presión del fluido. El procesador 904 puede ser un micro-procesador, un micro-controlador, y un ordenador de señales digitales (DSP) capaz de ejecutar instrucciones de ordenador. Tales instrucciones pueden ser leídas en la memoria 906 desde otro medio legible por máquina, tal como un dispositivo 910 de almacenamiento de datos. La ejecución de las secuencias de instrucciones contenidas en la memoria principal 906 hace que el procesador 904 realice los pasos del procedimiento descrito en esta memoria. Se pueden emplear uno o más procesadores en una disposición de tratamiento múltiple para ejecutar las secuencias de instrucciones contenidas en la memoria 906. En realizaciones alternativas, se pueden utilizar circuitos de cableados en lugar de, o en combinación con, instrucciones de software para ejecutar varias realizaciones. De ese modo, las realizaciones no están limitadas a ninguna realización concreta de circuitería de hardware y software.

La expresión “medio legible por máquina”, según se utiliza en esta memoria, se refiere a cualquier medio que participe en proporcionar instrucciones al procesador 904 para la ejecución o almacenamiento de resultados de o parámetros (por ejemplo, variables o constantes) para cálculos tales como para la determinación de la presión del fluido dentro de la casete basándose en una variable de medición detectada. Un tal medio puede adoptar muchas formas, incluyendo, pero sin limitación, medio no volátil, medio volátil y medio de transmisión. El medio no volátil incluye, por ejemplo, discos ópticos o magnéticos, tales como el dispositivo 910 de almacenamiento de datos. Los medios volátiles incluyen memoria dinámica, tal como la memoria 906. Los medios de transmisión incluyen cables coaxiales, hilo de cobre y fibras ópticas, incluyendo los cables que constituyen el bus 902. El medio de transmisión puede adoptar también la forma de ondas acústicas o luminosas, tales como las generadas durante comunicaciones de datos radio-frecuencia e infrarrojos. Formas comunes de medios legibles por máquina incluyen, por ejemplo, disquete flexible, disco flexible, disco duro, cinta magnética, cualquier otro medio magnético, un CD-ROM, DVD, cualquier otro medio óptico, tarjetas perforadas, cinta de papel, cualquier otro medio físico con patrones de agujeros, una RAM, una PROM, una EPROM, una FLASH EPROM, cualquier otro chip o cartucho de memoria, una onda portadora, o cualquier otro medio del cual pueda leer un ordenador.

En algunas realizaciones, después que el procesador 904 determina programáticamente la presión del fluido dentro de la casete, los valores de presión se pueden ya sea almacenar en el medio legible por máquina (no mostrado) o hecho pasar a otro programa o a una sub-rutina, ejecutado por el mismo procesador o un procesador diferente para tratamiento adicional. Por ejemplo, la presión del fluido en la casete puede ser utilizada por otro programa o sub-rutina para controlar el caudal del medicamento en una bomba IV o para detectar una oclusión o un recipiente de suministro vacío.

La descripción anterior es proporcionada para permitir a cualquier persona experta en la técnica practicar las diversas realizaciones descritas en esta memoria. Aunque las realizaciones precedentes han sido descritas en particular con referencia las diversas figuras y realizaciones, se ha de entender que estas tienen finalidad ilustrativa solamente y no deben tomarse como limitativas del alcance de la invención.

Existen muchos otros modos de ejecutar la invención sin apartarse del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, ciertas realizaciones descritas en esta memoria se pueden ejecutar como sistemas de medición “diferencial”, en los cuales existe un segundo canal de detección o elementos que “ven” sólo el movimiento de la parte fija del desechable. Tales sistemas de medición diferencial permiten la substracción de movimiento del desechable como podría ser causado por el mecanismo de bombeo a partir del movimiento del objetivo asociado a la presión. El sistema óptico de detección de presión descrito anteriormente con respecto a la figura 6 puede usar una serie de foto-sensores en un paquete lineal. Algunos de los foto-sensores pueden estar dispuestos para detectar el movimiento del “bastidor” desechable.

Varias funciones y elementos descritos en esta memoria pueden ser presentados de manera diferente de los mostrados. A los expertos en la técnica les resultarán fácilmente evidentes varias modificaciones de estas realizaciones, y los principios genéricos definidos aquí pueden ser aplicados a otras realizaciones. De ese modo, se pueden hacer muchos cambios y modificaciones de la invención, por parte de un experto ordinario en la técnica, sin apartarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones.

Una referencia a un elemento en singular no pretende significar “uno y solo uno”, a menos que se indique

específicamente, sino más bien “uno o más”. El término “alguno” se refiere a uno o más. Encabezamientos o subencabezamientos subrayados o en cursiva se usan por conveniencia solamente, no para limitar la invención, y no se hace referencia a ellos en relación con la interpretación de la descripción de la invención. Además, nada descrito en esta memoria pretende estar dedicado al público con independencia de si tal invención está explícitamente relatada en la anterior descripción.

Todos los elementos, partes o pasos descritos aquí están preferiblemente incluidos. Se ha de entender que ninguno de estos elementos, partes o pasos pueden ser sustituidos por otros elementos, partes y pasos, o suprimidos completamente, como resultará evidente a los expertos en la técnica.

En sentido amplio, este texto describe sistemas y métodos de medir presión de un fluido en un conjunto IV desechable conectado a una bomba de suministro de fluido. Se proporciona al menos una disposición de detección acoplada a la bomba de suministro de fluido. Se proporciona una cámara que tiene un elemento movable, estando el elemento movable configurado para moverse en respuesta a cambio de la presión del fluido dentro del conjunto IV desechable y originar con ello un cambio en una variable de medición detectada asociada con la disposición de detección sin contactar con la disposición de detección. Es generada una señal de medición indicativa de la variable de medición detectada. La presión del fluido dentro del conjunto IV desechable se determina basándose en la señal de medición.

CONCEPTOS

En este texto se han descrito al menos los siguientes conceptos.

Concepto 1. Un sistema de detección de presión sin contacto para medir presiones de fluido ya sea positivas o negativas dentro de un camino de fluido aislado utilizando una cámara incorporada dentro del camino de fluido aislado y conectada a un bomba de suministro de fluido, comprendiendo el sistema:

una base de sensor acoplada a una bomba y que tiene al menos una disposición de detección que es estacionaria con respecto a la base del sensor, estando la disposición de detección configurada para generar una señal de medición indicativa de una variable de medición detectada;

un circuito de medición conectado eléctricamente a la disposición de detección para recibir la señal de medición;

una cámara o alojamiento configurado para unirse a la base del sensor, teniendo la cámara:

una entrada de fluido y una salida de fluido, y

un elemento movable configurado para moverse con cambios de la presión de fluido dentro de la cámara y causar con ello un cambio en la variable de medición detectada sin contactar con la disposición de detección, estando la cantidad de movimiento del elemento movable relacionada con la cantidad de cambio de la presión del fluido.

Concepto 2. El sistema del Concepto 1, en el que el elemento movable no flexiona cuando se somete a una presión del fluido no nula.

Concepto 3. El sistema del Concepto 1, en el que la bomba de suministro de fluido es una bomba intravenosa (IV).

Concepto 4. El sistema del Concepto 1, en el que la cámara es un alojamiento que está configurado para recibir un fluido IV para medir la presión del fluido IV.

Concepto 5. El sistema del Concepto 1, en el que la cámara es una casete configurada para contener un fluido IV que es administrado a un paciente.

Concepto 6. El sistema del Concepto 5, en el que la casete es una casete IV desechable.

Concepto 7. El sistema del Concepto 1, en el que el elemento movable se mueve hacia la disposición de detección cuando aumenta la presión del fluido y se aleja de la disposición de detección cuando disminuye la presión del fluido.

Concepto 8. El sistema del Concepto 1, en el que el elemento movable está configurado para responder a presiones del fluido tanto positivas como negativas dentro de la casete sin que sea precargada.

Concepto 9. El sistema el Concepto 5, en el que la base del sensor está conectada a la bomba por medio de al menos un muelle para hacer que la base del sensor ejerza una fuerza contra la casete cuando se acopla la casete con la base.

Concepto 10. El sistema del Concepto 1, que comprende además un elemento de variación de la medición de

detección acoplado al elemento móvil y configurado para producir el cambio en la variable de medición detectada.

5 Concepto 11. El sistema del Concepto 10, en el que:
 la disposición de detección comprende una primera placa y una segunda placa acopladas a la base del sensor;
 el elemento de variación de la medición de detección comprende una capa conductora; y
 la variable de medición detectada comprende una capacitancia entre las placas primera y segunda.

10 Concepto 12. El sistema del Concepto 8, que comprende además un sustrato de circuito impreso, en el que las placas primera y segunda y el circuito de medición están dispuestos sobre el sustrato de circuito impreso.

15 Concepto 13. El sistema del Concepto 10, en el que:
 la disposición de detección comprende una fuente de luz y un detector de luz acoplado a la base del sensor.
 el elemento de variación de la medición de detección comprende un atenuador óptico; y
 la variable de medición detectada comprende una intensidad de luz recibida en el detector de luz.

20 Concepto 14. El sistema del Concepto 13, en el que el atenuador óptico tiene un espesor en la dirección de desplazamiento de la luz, en el que el espesor varía a lo largo de una dirección de movimiento del atenuador óptico.

25 Concepto 15. El sistema del Concepto 10, en el que:
 la disposición de detección comprende un detector de campo magnético acoplado a la base del sensor;
 el elemento de variación de la medición de detección comprende un imán; y
 la variable de medición detectada comprende una intensidad de un campo magnético en el sensor del campo magnético.

30 Concepto 16. El sistema del Concepto 15, en el que el sensor de campo magnético es un sensor de efecto Hall, un sensor magneto-resistivo o un magnetómetro de puerta de flujo.

35 Concepto 17. Una casete configurada para unirse a una bomba de suministro de fluido, comprendiendo la casete:
 una cámara de bombeo que tiene un entrada de fluido y una salida de fluido configuradas para recibir un fluido desde una unidad de almacenamiento de fluido a través de la entrada de fluido, y
 una estructura de diafragma acoplada a la cámara de bombeo, comprendiendo la estructura de diafragma un elemento móvil configurado para moverse con cambios de la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo y causar por ello un cambio en una variable de medición detectada, que es detectada por al menos una disposición de detección acoplada a la bomba de suministro de fluido, sin contacto con la disposición de detección, estando la cantidad de movimiento del elemento móvil relacionada con la cantidad de cambio en la presión del fluido.

40 Concepto 18. La casete del Concepto 17, en la que la estructura de diafragma comprende un elemento deformable conectado al perímetro del elemento móvil y configurado para deformarse en respuesta a los cambios de la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo.

50 Concepto 19. La casete del Concepto 18, en la que el elemento deformable tiene una sección transversal de forma sigmoide o de S.

55 Concepto 20. La casete del Concepto 18, en la que el elemento móvil no flexiona cuando se somete a una presión de fluido no nula.

Concepto 21. La casete del Concepto 18, en la que el elemento móvil y el elemento deformable comprenden el mismo material y se forman en el mismo molde.

60 Concepto 22. La casete del Concepto 21, en la que el mismo material incluye un policarbonato.

Concepto 23. La casete del Concepto 18, en la que el elemento móvil y el elemento deformable comprenden diferentes materiales y son moldeados conjuntamente.

65 Concepto 24. La casete del Concepto 23, en la que el elemento deformable comprende un elastómero

termoplástico.

5 Concepto 25. La casete del Concepto 18, en la que la estructura de diafragma comprende una cavidad dispuesta entre la cámara de bombeo y el elemento movable, estando la cavidad en comunicación de fluido con el fluido dentro de la cámara de bombeo.

10 Concepto 26. La casete del Concepto 17, que comprende además un elemento de variación de la medición del sensor acoplado al elemento movable, en la que el elemento de variación de la medición del sensor comprende una capa conductora, y la variable de medición detectada comprende una capacitancia entre dos palcas.

15 Concepto 27. La casete del Concepto 17, que comprende además un elemento de variación de la medición del sensor acoplado al elemento movable, en la que el elemento de variación de la medición del sensor comprende un atenuador óptico, y la variable de medición detectada comprende una intensidad de luz medida por un detector de luz.

20 Concepto 28. La casete del concepto 17, que comprende además un elemento de variación de la medición del sensor, en la que el elemento de variación de la medición del sensor comprende un imán, y la variable de medición detectada comprende una intensidad de un campo magnético medido por un sensor del campo magnético.

25 Concepto 29. Un método de medir la presión de un fluido en un conjunto IV desechable conectado a una bomba de suministro de fluido, comprendiendo el método:

30 proporcionar al menos una disposición de detección acoplada a la bomba de suministro de fluido;
proporcionar una cámara que tiene un elemento movable, configurada para moverse con el elemento movable en respuesta a cambios de la presión del fluido dentro del conjunto IV desechable y causar con ello un cambio en una variable de medición detectada asociada con la disposición de detección sin contactar con la disposición de detección;
generar una señal de medición indicativa de la variable de medición detectada; y
determinar la presión del fluido dentro del conjunto IV desechable basándose en la señal de medición.

35 Concepto 30. El método del Concepto 29, que comprende además medir una presión negativa dentro del conjunto IV desechable sin tener cargada positivamente la disposición de detección.

40 Concepto 31. El método del Concepto 29, que comprende además proporcionar un elemento de variación de la medición del sensor acoplado al elemento movable.

40 Concepto 32. El método del Concepto 31, en el que:

la disposición de detección comprende una primera placa y una segunda placa;
el elemento de variación de la medición del sensor comprende una capa conductora; y
la variable de medición detectada comprende una capacitancia entre las placas primera y segunda.

45 Concepto 33. El método del Concepto 31, en el que:

50 la disposición de detección comprende una fuente de luz y un detector de luz;
el elemento de variación de la medición de detección comprende un atenuador óptico; y
la variable de medición detectada comprende una intensidad de luz recibida en el detector de luz.

55 Concepto 34. El método del Concepto 31, en el que:

la disposición de detección comprende un sensor de campo magnético;
el elemento de variación de la medición de detección comprende un imán; y
la variable de medición detectada comprende una intensidad de un campo magnético en el sensor del campo magnético.

REIVINDICACIONES

1. Una casete desechable (102A) configurada para unirse a una bomba (110) de suministro de fluido, comprendiendo la casete:
- 5 una cámara de bombeo (182) que tiene una pared (184), una entrada de fluido y una salida de fluido y configurada para recibir un fluido de una unidad de almacenamiento de fluido a través de la entrada de fluido, y
- 10 un estructura de diafragma (170) acoplada a la cámara de bombeo (182), comprendiendo la estructura de diafragma (170) un elemento movable (172) configurado para moverse con cambios de la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo (182) y causar con ello un cambio en una variable de medición detectada, que es detectada por al menos una disposición de detección (103A, 104A) acoplada a la bomba (110) de suministro de fluido sin contactar con la disposición de detección (103A, 104A), estando la cantidad de movimiento del elemento movable (172) relacionada con la magnitud de cambio de la presión del fluido;
- 15 en la que la estructura de diafragma (170) comprende un elemento deformable (176) conectado entre un perímetro del elemento movable (172) y una pared lateral (178); estando el elemento deformable (176) configurado para deformarse en respuesta a cambios de la presión del fluido dentro de la cámara de bombeo (182);
- 20 estando la casete **caracterizada por que** comprende:
- un acoplador (500) que conecta la estructura de diafragma (170) con la cámara de bombeo (182); en la que la estructura de diafragma (170) comprende una cavidad (179) dispuesta entre la cámara de bombeo (182) y el elemento movable (172), teniendo el acoplador (500) una pared exterior (502) insertada en una abertura de la pared (184) de la cámara de bombeo (182), teniendo la citada pared exterior (502) de acoplador aberturas (510) para establecer una conexión de paso de fluido entre la cavidad (179) y la cámara de bombeo (182) de tal manera que la cavidad (179) recibe una porción del fluido introducido en la cámara de bombeo (182) a través de las aberturas (510).
- 25
2. La casete de la reivindicación 1, en la que el elemento deformable (176) tiene una sección transversal de forma sigmoidea.
- 30
3. La casete de la reivindicación 1, en la que el elemento movable (172) no flexiona cuando se somete a una presión de fluido no nula.
- 35
4. La casete de la reivindicación 1, en la que el elemento movable (172) y el elemento deformable (176) comprenden el mismo material y se forman en un molde único.
- 40
5. La casete de la reivindicación 4, en la que el mismo material consiste en un policarbonato.
6. La casete de la reivindicación 1, en la que el elemento movable (172) y el elemento deformable (176) consisten en materiales diferentes y están moldeados conjuntamente.
- 45
7. La casete de la reivindicación 6, en la que el elemento deformable (176) comprende un elastómero termoplástico.
8. La casete de la reivindicación 1, que comprende además un elemento (109A) de variación de la medición del sensor acoplado al elemento movable (172), en la que el elemento (109A) de variación de la medición del sensor comprende una capa conductora, y la variable de medición detectada comprende una capacitancia entre dos placas (103A, 104A).
- 50
9. La casete de la reivindicación 1, que comprende además un atenuador óptico (109B) acoplado al elemento movable (172), y la variable de medición detectada comprende una intensidad de luz medida por un detector de luz (104B).
- 55
10. La casete de la reivindicación 9, en el que el atenuador óptico (109B) está configurado con una variación de atenuación a lo largo de una dirección de movimiento del atenuador óptico (109B).
11. La casete de la reivindicación 1, que comprende además un elemento de variación de la medición del sensor, en la que el elemento de variación de la medición del sensor comprende un imán (109C), y la variable de medición detectada comprende una intensidad de un campo magnético medida por un sensor (104C) del campo magnético.
- 60
12. Una bomba (110) de suministro de fluido para recibir la casete de las reivindicaciones 1 a 11, en la que la al menos una disposición de detección (103A, 104A) está acoplada a una estructura (130); estando la estructura (130) de bastidor acoplada a la bomba (110) de suministro de fluido por medio de al menos un muelle (120) dispuesto para ejercer una fuerza contra la casete (102A) cuando la casete está unida a la bomba (110) de suministro de fluido.
- 65

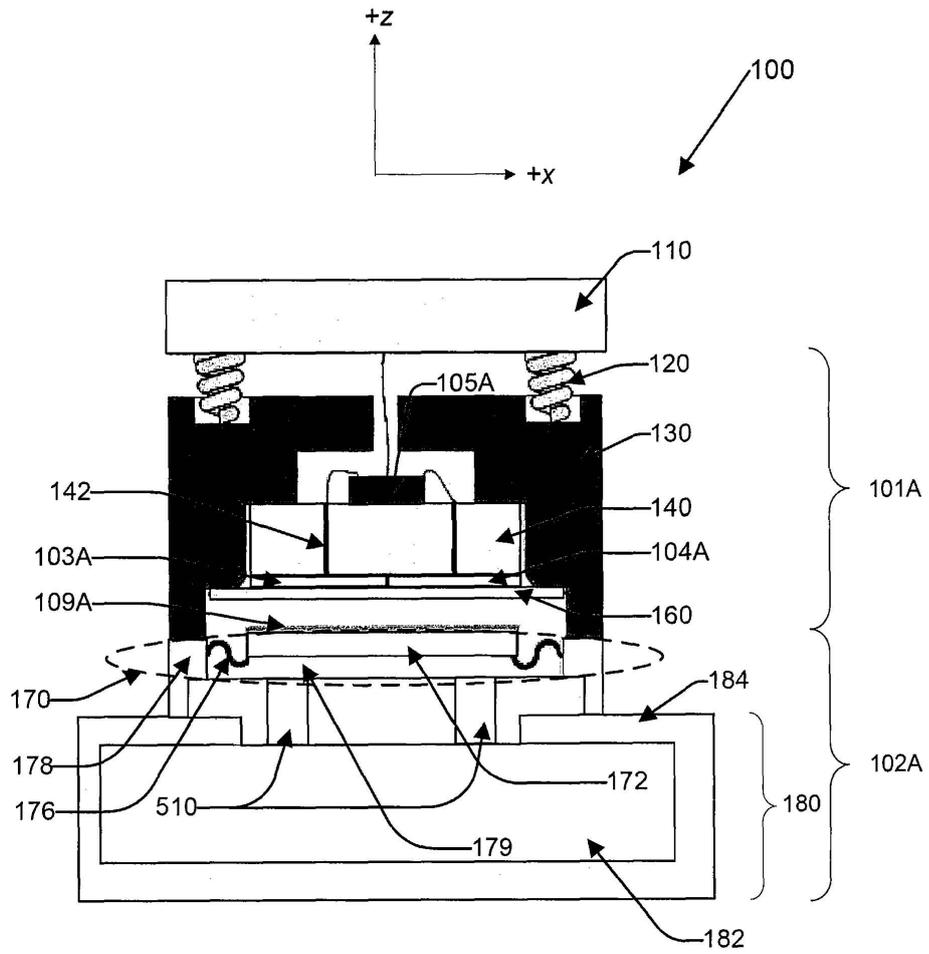


FIG. 1

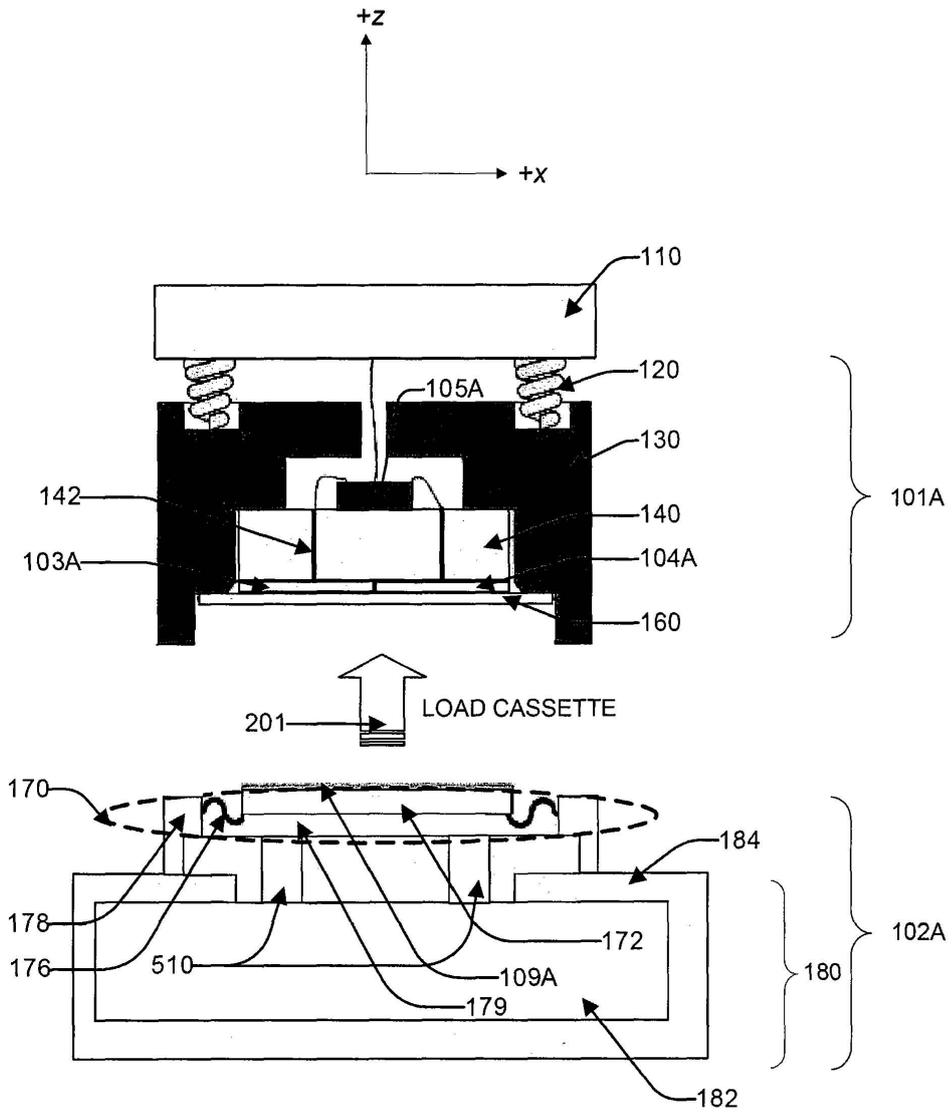


FIG. 2

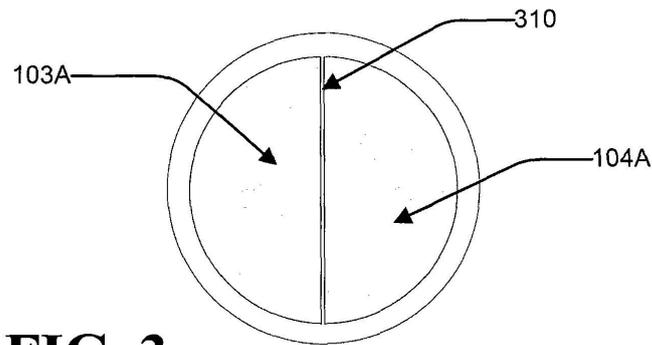


FIG. 3

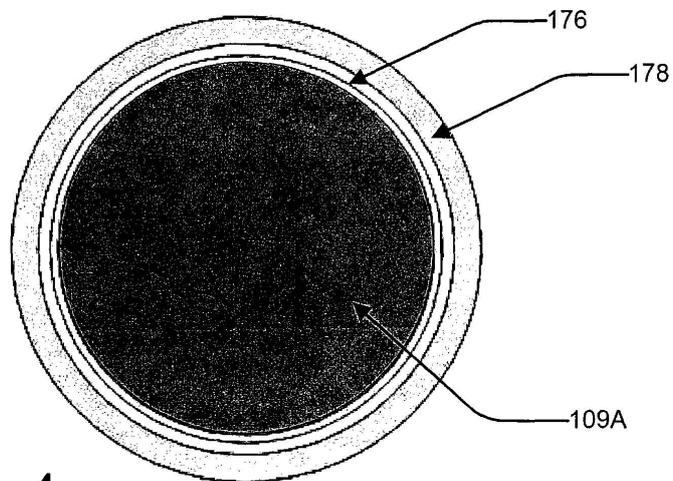


FIG. 4

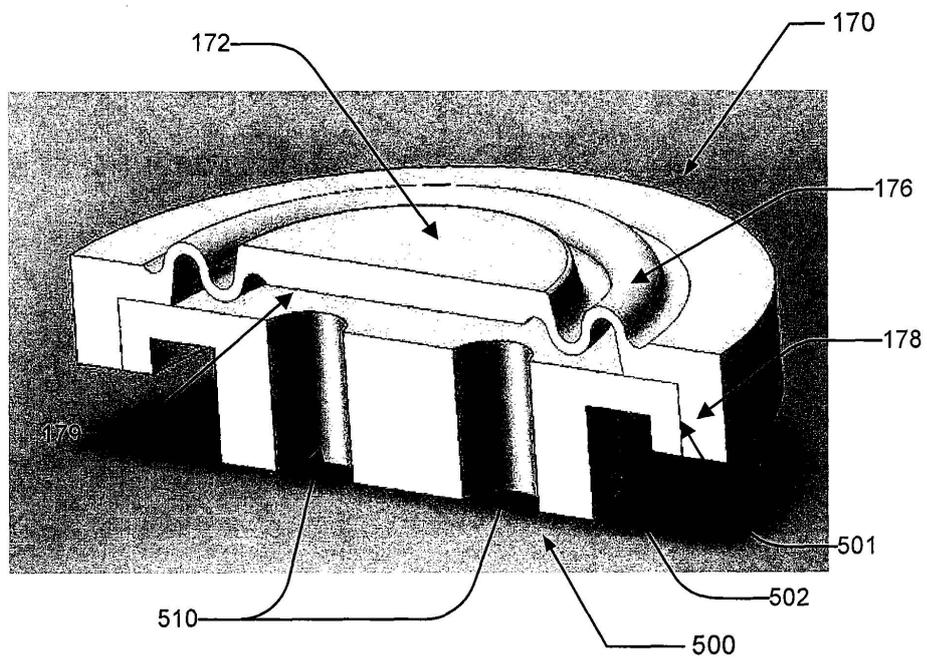


FIG. 5

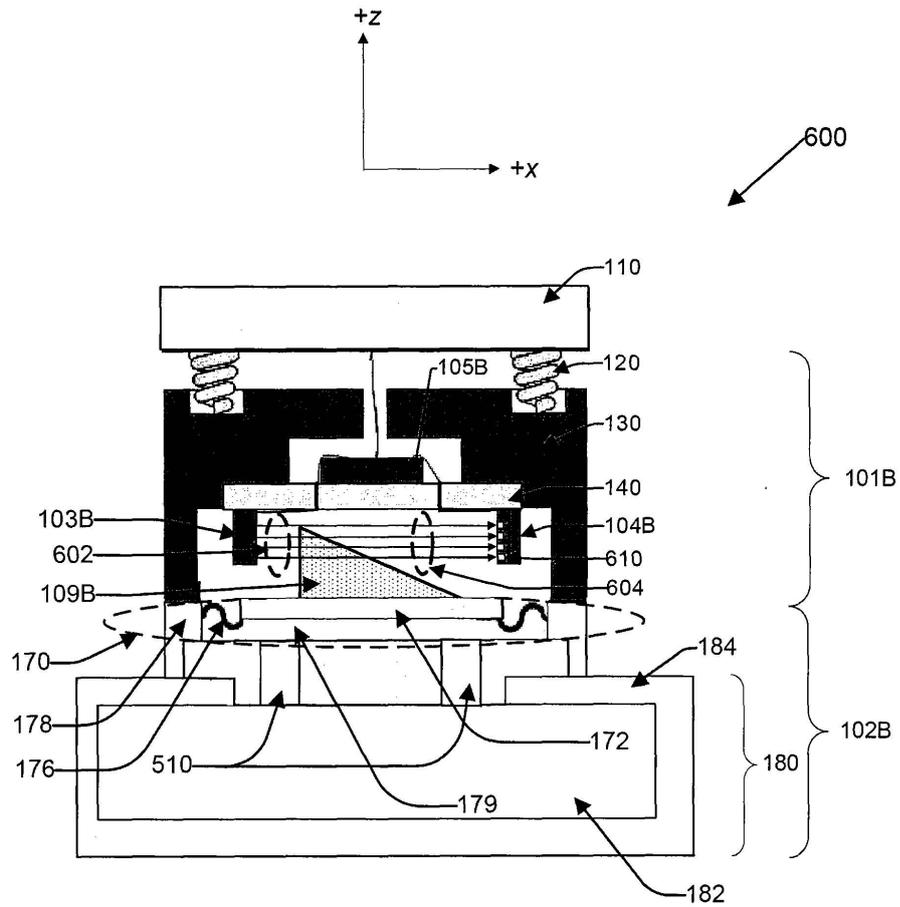


FIG. 6

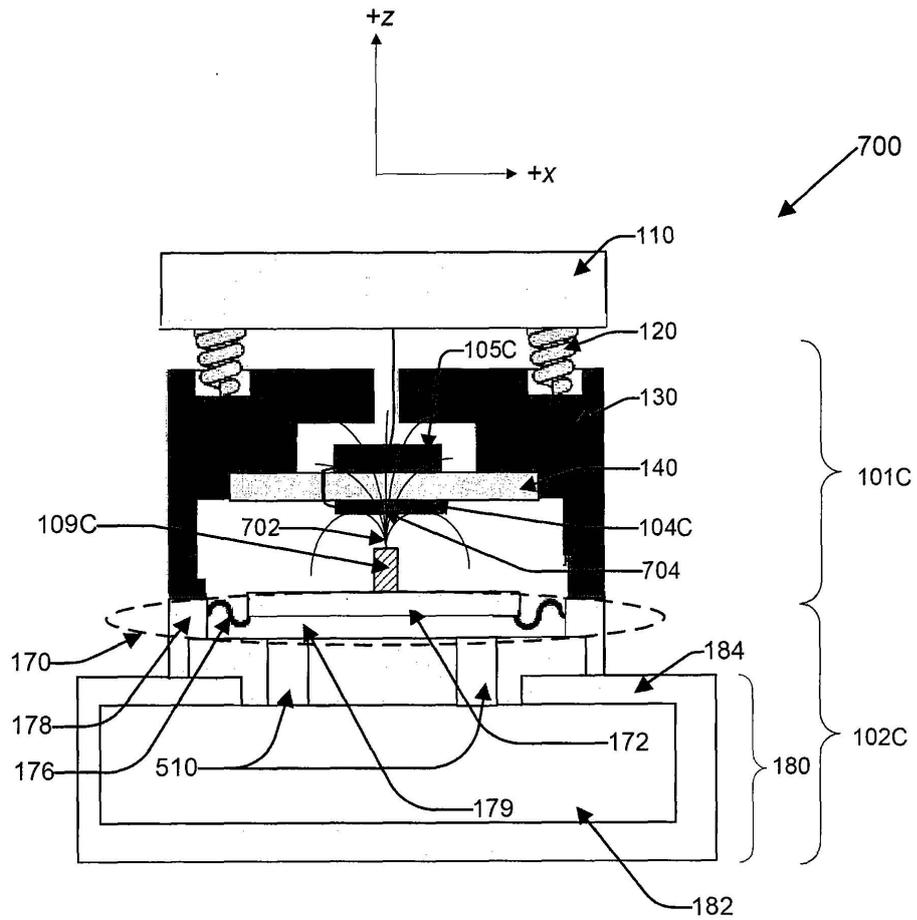


FIG. 7

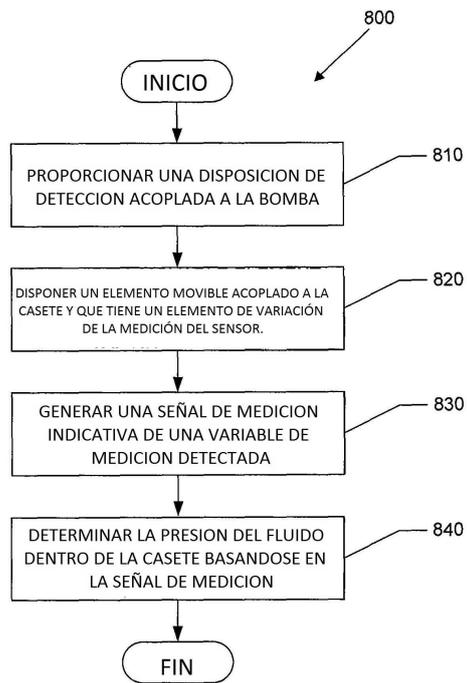


FIG. 8

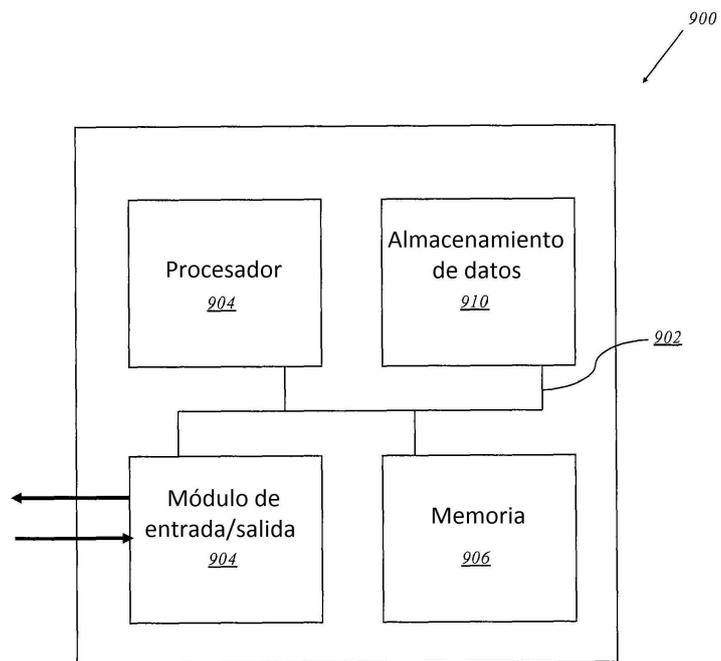


FIG. 9