

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 124**

51 Int. Cl.:

G01F 1/58 (2006.01)

G01F 15/14 (2006.01)

G01F 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2016 E 18194819 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2020 EP 3435040**

54 Título: **Sensor de flujo electromagnético**

30 Prioridad:

28.07.2015 GB 201513271

26.08.2015 GB 201515159

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

25.11.2020

73 Titular/es:

**SENTEC LTD (100.0%)
5 The Westbrook Centre Milton Road
Cambridge, Cambridgeshire CB4 1YG, GB**

72 Inventor/es:

**DAMES, ANDREW NICHOLAS y
HAYTON, CARL MARTIN**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 796 124 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

Sensor de flujo electromagnético

Campo de la invención

5 La presente invención se relaciona con un sensor de flujo electromagnético, con un subconjunto que comprende un registro y con el sensor de flujo electromagnético, y con un conjunto de medidor de flujo electromagnético que comprende el subconjunto y una carcasa a través de la cual el agua (u otro conductor fluido) puede fluir.

Antecedentes

10 Son conocidos los medidores de flujo electromagnéticos alimentados por batería (que también pueden denominarse "medidores de flujo magnéticos" o "medidores magnéticos") para la medición de agua residencial y los ejemplos incluyen la gama iPERL (RTM) de medidores de agua disponibles de Sensus Inc. También se hace referencia al documento WO 00/19174 A1.

Los medidores de flujo electromagnético existentes pueden sufrir una o más limitaciones.

15 En primer lugar, muchos tipos existentes de medidores de flujo electromagnéticos no son particularmente adecuados para la fabricación a bajo costo y/o alto volumen. Típicamente, se necesitan los medidores de flujo electromagnéticos en una gama de diferentes tamaños para diferentes tamaños de tuberías. Sin embargo, muchas partes de componentes de un medidor de flujo electromagnético típico, como electrodos sensores, bobinas electromagnéticas y similares, tienden a depender del tamaño del tubo de flujo. Por lo tanto, se fabrica un conjunto específico de partes de componentes para cada tamaño de medidor de flujo y cada tamaño de medidor de flujo tiende a tener una línea de ensamblaje diferente. Esto puede aumentar los costes de fabricación.

20 En segundo lugar, los tipos existentes de medidor de flujo electromagnético tienden a tener bobinas electromagnéticas que están dispuestas alrededor del exterior de una tubería de flujo de plástico. Por lo tanto, estos tipos de medidores de flujo pueden ser propensos a daños, ya que a menudo se usan en situaciones donde las tuberías están desalineadas y, por lo tanto, están sujetas a tensión durante la instalación y el uso. Como resultado de estar formado de plástico y estar conectado a tuberías de metal (que generalmente son más resistentes al estrés), estos tipos de medidores de flujo pueden agrietarse. Además, las bobinas electromagnéticas están ubicadas más lejos del canal de flujo, lo que dará como resultado un campo magnético más débil que una bobina más cercana, lo que reduce la sensibilidad o requiere más potencia para compensar y así aumentar el consumo de energía del medidor de flujo.

30 En tercer lugar, los medidores de flujo electromagnéticos tienden a instalarse dentro y alrededor de las tuberías de flujo. Por lo tanto, para desalentar o evitar la entrada de agua desde el exterior del medidor de flujo a las partes eléctricas del medidor de flujo (como las bobinas y electrodos), las partes eléctricas a menudo se encapsulan con un compuesto de encapsulación después de que el medidor de flujo se haya ensamblado.

35 El documento US 5 325 728 A describe un medidor de flujo electromagnético para medir el flujo de sangre a través de un conducto. La rata de flujo se mide aplicando un campo electromagnético alrededor del conducto, y la sangre electrolítica en movimiento induce una corriente que es detectada por los electrodos. El medidor de flujo incluye una estructura de núcleo magnético sustancialmente en forma de "E", así como una pieza de cubierta con bisagras en forma de "E" para definir un circuito de flujo completo. En los circuitos, se proporciona una disposición de tierra flotante para mejorar la estabilidad y la sensibilidad del medidor y para asegurar el aislamiento apropiado del paciente. Un campo magnético fuerte, que cubre la región de detección y con poca fuga de flujo, alterna alternativamente en polaridad. El circuito controlador de la bobina magnética emplea una disposición de interruptores para facilitar la inversión de polaridad muy rápida. Una fuente de corriente de dos niveles en el controlador de corriente de la bobina mejora en gran medida la eficiencia del medidor y las características de disipación de potencia. Se hacen amplias disposiciones, tanto eléctricas como mecánicas, para reducir los efectos del acoplamiento capacitivo, las corrientes inducidas espurias, la interferencia electromagnética y la susceptibilidad al ruido y los campos magnéticos externos. Un circuito de retención de muestra de doble compuerta muestrea la señal del sensor durante intervalos constantes.

40 Un segundo circuito promediado dual de muestreo y retención minimiza los efectos de la deriva de la línea base en la señal de detección y el ruido de baja frecuencia en la etapa del amplificador. El medidor de flujo incluye un circuito de detección de errores de dos secciones que genera una señal de error cuando la señal de flujo excede los límites de la fuente de alimentación o cuando la rata de cambio de la señal de flujo excede una rata clínicamente razonable.

50 El documento US 4 554 828 A describe un dispositivo para la medición magneto-inductiva de la rata de flujo de un medio líquido en el que se sumerge una sonda cilíndrica en un tubo o en un canal abierto. La sonda contiene un canal de medición cilíndrico a través del cual fluye el fluido que se va a medir. La sonda incluye una bobina, que genera un campo magnético que se extiende a través del canal de medición y cuyo eje es normal a la dirección del flujo del fluido. Los electrodos se montan sobre la pared del canal de medición, de donde se puede tomar un voltaje que sea proporcional a la rata de flujo del fluido.

55

Resumen

5 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sensor de flujo electromagnético. El sensor comprende un cuerpo o marco, un paso a través del cuerpo o marco, al menos parte de un circuito magnético soportado por el cuerpo o marco para dirigir un campo magnético a través del paso y al menos los electrodos primero y segundo soportados por el cuerpo o marco. Los electrodos primero y segundo están dispuestos para detectar un voltaje en respuesta a un fluido conductor (tal como el agua) que fluye a través del paso. La al menos parte del circuito magnético comprende una pieza polar central y piezas polares externas que se extienden alrededor de la pieza polar central y el pasaje para servir como pantalla magnética desde un campo magnético externo. El pasaje tiene un saliente central que se extiende dentro y a lo largo del pasaje para presentar un perfil en forma de 'U' al flujo del fluido conductor del fluido conductor, en el que el saliente central está aislado eléctricamente e incluye la pieza polar central.

10 Se pueden aislar eléctricamente las partes del circuito magnético del fluido conductor, por ejemplo, por medio de un recubrimiento aislante.

15 Se pueden configurar al menos una porción del cuerpo o marco que soporta la parte del circuito magnético y los al menos electrodos primero y segundo para ser insertables en un tubo de flujo a través de una única abertura en el tubo de flujo.

La pantalla magnética puede comprender un grosor suficiente de material magnético para evitar la saturación cuando se coloca un imán de una fuerza especificada por la Measuring Instruments Directive contra el medidor.

20 El cuerpo o marco puede, en uso, estar en contacto directo con el fluido iónico y las partes conductoras de la electricidad, excepto que los al menos electrodos primero y segundo están aislados eléctricamente del agua.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un subconjunto que comprende un sensor de flujo electromagnético y un registro de medidor. El sensor de flujo electromagnético y el registro del medidor forman una sola unidad.

Se pueden formar integralmente la parte del circuito magnético y los electrodos en el registro del medidor.

25 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un medidor de flujo electromagnético que comprende un sensor.

30 De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un medidor de flujo electromagnético que comprende una carcasa de fluido tubular que tiene una pared de carcasa de fluido y una abertura de carcasa de fluido en la pared de carcasa de fluido, tuberías de acondicionamiento opcionales dispuestas dentro del carcasa de fluido y que tiene una pared de tubo de acondicionamiento de agua y una abertura de tubo de acondicionamiento en la pared de tubo de acondicionamiento y un sensor o un subconjunto que comprende un sensor, de manera que el sensor insertado en la carcasa de agua tubular pase al menos parcialmente a través de la abertura de carcasa de fluido y al menos pase parcialmente a través de la abertura del tubería de acondicionamiento.

35 Se puede insertar el sensor de forma desmontable en la carcasa tubular. Sin embargo, el sensor puede estar montado permanentemente en la carcasa tubular.

La carcasa tubular puede tomar la forma de una tubería de pieza T.

El medidor puede ser un medidor de flujo de flujo completo.

Se puede configurar un medidor de modo que el cuerpo principal del medidor forme una conexión eléctrica a tierra continua desde un extremo del medidor al otro, y al agua.

40 Se puede configurar un cuerpo de medidor para proporcionar un punto de referencia eléctrico para un módulo electrónico.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirán ciertas realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 La Figura 1 es una vista en perspectiva despiezada de un conjunto de medidor de flujo que comprende un subconjunto de medidor de flujo que tiene un elemento de medición de flujo integrado que se puede insertar de forma desmontable en un tubo de flujo y que es capaz de ajustar un intervalo de diferentes diámetros de tubo de flujo;

La Figura 2a es una vista lateral esquemática ligeramente oculta de un subconjunto medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN15;

- La Figura 2b es una vista de extremo esquemática ligeramente oculta de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN15;
- La Figura 2c es una vista en sección transversal de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN15;
- 5 La Figura 2d es una vista en sección transversal longitudinal de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN15;
- Las Figuras 3a es una vista lateral esquemática ligeramente oculta de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN20;
- 10 La Figura 3b es una vista de extremo esquemática ligeramente oculta de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN20;
- La Figura 3c es una vista en sección transversal transversa de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN20;
- La Figura 3d es una vista en sección transversal longitudinal de un subconjunto de medidor de flujo insertado en un tubo de flujo DN20;
- 15 La Figura 4 es una vista lateral de un elemento de medición de flujo que comprende una placa de circuito impreso, electrodos, un circuito magnético, una bobina de detección y un electrodo de tierra auxiliar;
- La Figura 5 es una vista en sección transversal de un elemento de medición de flujo insertado en un tubo de flujo DN15 e ilustra líneas de campo magnético y campo eléctrico inducido que resulta de un flujo de agua a través del tubo de flujo
- 20 La Figura 6a es una vista en perspectiva de un elemento de medición de flujo con acondicionador de flujo DN15;
- La Figura 6b es una vista lateral de un elemento de medición de flujo con acondicionador de flujo DN15;
- La Figura 7 es una vista de extremo de un elemento de medición de flujo en un tubo de flujo DN20;
- La Figura 8a es una vista en perspectiva de un elemento de medición de flujo con acondicionador de flujo DN20;
- La Figura 8b es una vista lateral de un elemento de medición de flujo con acondicionador de flujo DN20;
- 25 La Figura 9 es una vista lateral de un elemento de medición de flujo y acondicionador de flujo DN50;
- La Figura 10 es una vista de extremo de un tubo de acondicionamiento DN50 que muestra un cambio de perfil desde una entrada redonda y una ubicación central del elemento de medición de flujo;
- La Figura 11 es una sección transversal a través del tubo de flujo DN50 tomada a lo largo de la línea A-A' en la Figura 9 que muestra el montaje de un elemento de medición de flujo en el tubo de flujo;
- 30 La Figura 12 es una vista de extremo de un elemento de medición de flujo de inserción en un tubo de flujo con electrodos de placa de circuito impreso, circuito magnético, bobina de detección y electrodo de tierra auxiliar e ilustra líneas de campo magnético y campo eléctrico inducido como resultado de un flujo de agua a través del tubo de flujo;
- La Figura 13 es una vista lateral de un elemento de flujo de inserción en un tubo de flujo;
- 35 La Figura 14 es una vista en perspectiva despiezada de otro conjunto medidor de flujo que comprende un subconjunto medidor de flujo que tiene un inserto que aloja un elemento de medición de flujo que se puede insertar de forma desmontable en un tubo de flujo y que es capaz de ajustar un intervalo de diferentes diámetros de tubo de flujo;
- La Figura 15a es una vista en perspectiva del inserto que se muestra en la Figura 14;
- La Figura 15b es una vista en perspectiva despiezada del inserto que se muestra en la Figura 14;
- La Figura 15c es una vista en planta superior del inserto que se muestra en la Figura 14;
- 40 La Figura 15d es una vista lateral en alzado del inserto que se muestra en la Figura 14;
- La Figura 15e es la sección transversal del inserto que se muestra en la Figura 15d tomada a lo largo de la línea C-C';
- La Figura 15f es una vista frontal en alzado del inserto que se muestra en la Figura 14;
- 45 La Figura 15g es la sección transversal del inserto que se muestra en la Figura 15f tomada a lo largo de la línea D-D';
y

La Figura 16 ilustra el campo magnético generado por el circuito magnético en el elemento de medición de flujo que se muestra en la Figura 14 y un campo eléctrico generado cuando el agua fluye a través del elemento de medición de flujo.

Descripción detallada de ciertas realizaciones

5 Conjunto 1 medidor de flujo

Con referencia a las Figuras 1 y 2a a 2d, un primer conjunto 1 medidor de flujo (en lo sucesivo denominado aquí simplemente "medidor de flujo"), que no forma parte de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

10 Se puede usar el medidor 1 de flujo para la medición de agua usando sensores electromagnéticos alimentados por batería para fines comerciales e industriales residenciales. En particular, se puede usar el medidor 1 de flujo como un medidor de agua fiscal alimentado por batería que cumple con los estándares internacionales reconocidos para la precisión de la medición del agua.

15 El primer conjunto 1 medidor de flujo incluye un subconjunto 2 medidor de flujo (también denominado aquí como una "unidad de medidor de flujo") que comprende un registro 3 que tiene un inserto 4 integrado (o "tapón") que comprende un elemento 5 de medición de flujo (también denominado aquí como "elemento de medición de flujo", "sensor de flujo" o simplemente "sensor") que proporciona un sensor de flujo electromagnético que se puede insertar de forma desmontable en una carcasa 7 de agua generalmente tubular que tiene un tubo 7 de acondicionamiento interior.

20 La carcasa 6 de agua puede tener un diámetro nominal de 20 mm, es decir, es un accesorio DN20 (o los tamaños NPS o American Standard equivalentes o correspondientes). Sin embargo, como se explicará con más detalle a continuación, se puede insertar el tapón 4 en diferentes tamaños de carcasa 6 de agua tubular, por ejemplo, DN15, DN50, etc., para proporcionar diferentes tamaños de medidor de flujo (en otras palabras, para proporcionar medidores de agua que se puedan utilizar con diferentes tamaños de tuberías).

Subconjunto 2 medidor de flujo

-Registro 3-

25 Con referencia aún a las Figuras 1 y 2a a 2d, el subconjunto 2 medidor de flujo incluye una carcasa 11 para el registro 3 que comprende una lata 12 cilíndrica de plástico o metal poco profunda y una tapa 13 transparente poco profunda (en lo sucesivo denominada aquí como "ventana"). La carcasa 11 tiene un diámetro, d, de aproximadamente 75 mm.

30 La lata 12 de registro tiene un borde 14 inferior y un borde 15 superior (también denominado aquí como "borde superior"), una pared 16 lateral que corre entre los bordes 14, 15 inferior y superior, una pared 17 de extremo del fondo que tiene una abertura 18 central. Un collar 19, que es coaxial con la abertura 18, depende de la pared 17 de extremo del fondo y tiene pasadores 20 que sobresalen hacia dentro proporcionando una parte macho de un conector 21 de bayoneta. Un tapón 22 en forma de 'U' (o "inserto"), también alineado con la abertura 18, depende de la pared 17 de extremo del fondo. El tapón 22 comprende placas 23, 24 paralelas primera y segunda (o "paredes laterales") conectadas por una pieza 25 transversal inferior, definiendo así las caras 26, 27 abiertas primera y segunda y un paso 28 entre las caras 26, 27.

35 Con referencia aún a las Figuras 1 y 2a a 2d, el subconjunto 2 medidor de flujo incluye un módulo 29 de electrónica de accionamiento (también denominado aquí simplemente como la "electrónica") y una pantalla 30 que se encuentra en la lata 12 de registro debajo de la ventana 13. El módulo 29 de electrónica de accionamiento incluye una placa de circuito impreso de registro (PCB) 31 que admite componentes electrónicos de accionamiento (no mostrados) y una batería 33 AA que se mantiene en su lugar mediante un clip 34 de resorte.

40 La lata 12 de registro está llena con el compuesto de encapsulamiento (no se muestra). El elemento 5 de medición está conectado de manera insertada a un conector 36 sobre la parte inferior del PCB 31 de registro y encapsulado usando, por ejemplo, el compuesto de encapsulamiento.

45 El módulo 29 de electrónica se mantiene en un ambiente seco usando métodos estándar, tales como, por ejemplo, encapsulamiento, usando una construcción de vidrio-metal, plásticos de baja permeabilidad al agua, desecante y similares.

-Elemento 5 de medición-

Con referencia todavía a las Figuras 1 y 2a a 2d y también a las Figuras 4 y 5, el elemento 5 de medición toma la forma de un sensor de flujo electromagnético de inserción.

50 El elemento 5 de medición incluye partes 42, 43 planas, rectangulares en forma de placa primera y segunda enfrentadas entre sí en disposición simétrica, es decir, simétricas alrededor de un plano P central. Cada parte 42, 43 comprende una PCB 44 plana que tiene una primera cara 46 ("cara interior") y segunda cara 48 ("cara exterior") que se extiende entre los extremos 50, 51 primero y segundo ("extremos inferior y superior") y entre los bordes 54, 55 primero y segundo ("bordes delanteros y traseros"). En aproximadamente dos tercios de la trayectoria entre los

ES 2 796 124 T3

extremos 50, 51 inferior y superior, cada PCB 44 tiene una ranura 58 que va desde el borde 54 delantero hacia, pero no alcanzándolo, el borde 55 trasero.

5 Cada PCB 44 soporta los electrodos 60, 61, 62 rectangulares primero, segundo y tercero en una porción inferior de su cara 46 interior. Los electrodos 60, 61, 62 están separados entre el extremo 50 inferior y la ranura 58. El segundo electrodo 61 se interpone entre los electrodos 60, 62 primero y tercero y proporciona un electrodo de tierra.

10 Los electrodos 60, 61, 62 son preferiblemente electrodos de media celda anodizados de plata/cloruro de plata (Ag/AgCl) formados sobre la superficie 46 orientada hacia dentro de la placa 44 de circuito usando procesos estándar de chapado y grabado. Los electrodos 60, 61, 62 pueden estar protegidos por un recubrimiento permeable a los iones, tal como Nafion, u otros materiales porosos, que pueden ser conductores, tal como el grafito, o aislantes, como el plástico cerámico o poroso. También se pueden formar a partir de materiales conductores e inertes que incluyen grafito, plástico conductor o metales inertes.

15 Se pueden usar múltiples electrodos, por ejemplo, para mejorar el rendimiento de medición de flujo, para actuar como electrodos de referencia o polarización y/o para detectar cuándo el sensor está lleno de agua o no. En la realización ilustrada que no forma parte de la invención como se define en las reivindicaciones, se usa un único electrodo 61 de tierra, que puede emplearse para polarizar la electrónica para las entradas de electrodo de modo que estén dentro de un intervalo de entrada de modo común aceptable.

20 Cada PCB 44 también soporta una bobina 66 de detección sobre la porción inferior de su cara 46 interior, que se usa para medir el campo B magnético. La bobina 66 de detección puede comprender uno o más circuitos que están conectados a un conjunto de conectores 68 en el extremo 51 superior del sensor 44 de PCB a través de pistas 70 conductoras.

25 Cada PCB 44 soporta una pieza 72 polar aislada eléctricamente respectiva sobre la porción inferior de su cara 48 exterior. Las piezas 72 polares están aisladas, por ejemplo, pintando, recubriendo o encapsulando las piezas 72 polares con un material aislante (no mostrado) o colocando las piezas 72 polares de manera que las partes plásticas circundantes separen las piezas 72 polares o las mantengan lo suficientemente lejos del flujo de agua para que las piezas 72 polares no generen cortocircuito con la emf inducida. En uso, las piezas 72 polares aisladas eléctricamente están mojadas. Cada pieza 72 polar toma la forma de una lámina, por ejemplo, una tira, o pieza, por ejemplo, un bloque o varilla, de material magnético blando, tal como un acero inoxidable eléctrico de alta permeabilidad, por ejemplo, 430FR, que se extiende desde el extremo inferior 50 de la PCB 44 hacia el extremo 51 superior. Cuando la pieza 72 polar alcanza la ranura 58, se dobla hacia afuera para formar un ala 74 estrecha (o "repisa").

30 La cara 76 superior del ala 74 soporta una o más láminas, por ejemplo, tiras o piezas 78 de material magnético remanente. El material magnético remanente es un material magnético semiduro, como Vacuumschmelze SENSORVAC (RTM), Hitachi ZMG423 o MagneDur 20-4. La una o más partes 78 magnéticas remanentes pasan a través de una bobina 79 de accionamiento y unen los dos piezas 72 polares de PCB 44.

35 Las piezas 72 polares están hechas preferiblemente de acero inoxidable permeable, aunque pueden usarse otros materiales magnéticos blandos adecuados. Esta disposición puede evitar la necesidad de pasar flujo magnético a través de una pared de tubo de flujo resistente a la presión. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia de la generación de campo a través del agua para una potencia de accionamiento magnético dada. Esto puede permitir un menor consumo de energía para una sensibilidad de flujo dada. Esto también puede permitir que se use una variedad más amplia de materiales para construir la pared de la tubería de flujo.

40 Se genera preferiblemente el campo magnético usando el elemento 78 magnético remanente que funciona a baja frecuencia, tal como 1 Hz, para ayudar a reducir o minimizar el consumo de energía y así permitir que los sensores se alimenten usando una batería 33.

Las piezas 72 polares pueden montarse sobre el inserto de medición o moldearse por inserción en la tubería 7 de flujo.

45 -Carcasa 6 de agua tubular-

50 Con referencia aún a las Figuras 1 y 2a a 2d, la carcasa 6 de agua tubular comprende una pared 82 de tubería que corre entre los extremos 83, 84 abiertos primero y segundo, y proporciona un espacio 85 tubular. La carcasa 6 también incluye una abertura 86 dispuesta a medio camino entre los extremos 83, 84 primero y segundo que están provistos de un collar 87 anular corto que se levanta de la pared 82 de tubería y que tiene un par de ranuras 88 en forma de "L" en rebaje en la pared exterior del collar 87 sobre lados opuestos del collar 87 que proporcionan una parte hembra del conector 21 de bayoneta.

El subconjunto 2 medidor de flujo y la carcasa 6 de agua tubular están conectados por el conector 21 de bayoneta. Un sello 89, tal como una junta tórica, se asienta en un estante 90 anular dentro del collar 87 y ayuda a proporcionar un sello hermético al agua y, por lo tanto, ayuda a desalentar o evitar que el agua escape de la carcasa 6.

La carcasa 6 puede fabricarse a partir de una amplia gama de materiales que incluyen metales y plásticos. Los metales pueden ser no ferrosos, tal como el bronce o el latón, o materiales magnéticos tal como el hierro dúctil, y pueden estar recubiertos con un recubrimiento impermeable adecuado, tal como epoxi o recubrimiento en polvo para evitar la corrosión. La carcasa 6 tubular puede estar dispuesta dentro de un escudo magnético tubular (no mostrado). El escudo (no mostrado) puede estar formado de acero dulce u otro material adecuado. La pantalla (no mostrada) puede tener recubrimientos de plástico (no mostrados), por ejemplo, para apariencia cosmética y/o aislamiento eléctrico.

-Tubería 7 de acondicionamiento-

Con referencia aún a las Figuras 1 y 2a a 2d y también a las Figuras 6a y 6b, la tubería 7 de acondicionamiento comprende una pared 91 de tubería que corre entre los extremos 92, 93 abiertos primero y segundo, y tiene superficies 94, 95 de pared interior y exterior. La superficie 94 de pared interior proporciona un paso 96 de flujo. El perfil del paso 96 generalmente se estrecha desde el primer extremo 92 del tubo 7 hacia el centro 97, sirviendo para acelerar la velocidad del agua a través del sensor, típicamente en un factor de 2 a 3, y por lo tanto aumentan la señal generada entre los electrodos para una tasa de flujo volumétrico dado. El perfil del paso 96 en el perfil de sección transversal transverso también puede cambiar de ser circular o elíptico a ser rectangular para coincidir con las dimensiones del elemento de medición de flujo.

En el centro 97 de la tubería 7, la pared 91 de la tubería incluye una ranura 98 orientada longitudinalmente. La ranura 98 tiene un perfil y está dimensionada para recibir el tapón 22 y, por lo tanto, insertar el elemento 5 de medición de flujo hacia el paso 96 de flujo. La pared 91 de la tubería puede incluir otra ranura 99 sobre el lado opuesto de la tubería 7 para permitir que un extremo distal del tapón 22 salga de la tubería.

Diferentes tamaños de medidor

Se puede usar un único elemento 4 de inserción para una gama de tamaños de tuberías de flujo.

Con referencia en particular a las Figuras 2a a 2d y 5, para el tamaño más pequeño de la carcasa 6, en este caso DN15, el elemento 4 sensor está ligeramente sobredimensionado para las dimensiones de la tubería de flujo. Esto es acomodado por un saliente 100 (que se muestra mejor en la Figura 2d) en la carcasa 6 exterior de modo que el sensor 4 está ubicado simétricamente.

Con referencia también a las Figuras 6a y 6b, el único camino para el agua a través del medidor es a través del elemento 4 sensor, y los insertos 7 plásticos de acondicionamiento de flujo se usan para acelerar y desacelerar el flujo corriente arriba y corriente abajo para minimizar la carga pérdida no recuperable.

Con referencia en particular a las Figuras 3a a 3d y 7, un medidor DN20 sigue un patrón similar, pero en este caso el elemento 4 sensor se ajusta exactamente al fondo de la tubería de flujo. En este caso, la carcasa 6' está dimensionada para la conexión a accesorios DN20.

Con referencia a las Figuras 8a y 8b, las partes 7' plásticas de acondicionamiento de flujo controlan la transición de una región circular a una rectangular acelerada y de nuevo a circular nuevamente.

En los medidores DN15 y DN20, la tubería 7, 7" de flujo de sección rectangular puede proporcionar una independencia casi total de la sensibilidad del perfil de flujo, generación eficiente de campo magnético, generación de señal grande debido a la relación de aspecto y generación de señal grande debido a que la velocidad del flujo se acelera en relación con el camino circular entre dos y tres veces.

Los tamaños más grandes de medidores requieren un enfoque diferente ya que no es posible pasar el volumen de flujo completo de, por ejemplo, un medidor DN50, a través de la pequeña abertura del sensor de flujo de inserción.

Con referencia a las Figuras 9, 10 y 11, se muestra una disposición mediante la cual esto se puede lograr. Los elementos de acondicionamiento de flujo están dispuestos de manera que la abertura del elemento 4 de inserción permanece central en el área de flujo de abertura reducida de modo que los efectos del perfil de flujo, tales como codos y válvulas, tengan un efecto mínimo de precisión. Las partes 7" de acondicionamiento de flujo están configuradas para mantener una buena inmunidad de perfil de flujo en estos tamaños más grandes. La relación señal-a-ruido de un medidor de diámetro mayor debe coincidir con la de los tamaños más pequeños, si los elementos de acondicionamiento de flujo están dispuestos para proporcionar la misma aceleración de velocidad que en los tamaños más pequeños, mientras que los requisitos de potencia para generar el campo magnético son los mismos que para los medidores de diámetro más pequeño.

Segundo elemento 104 de medición de flujo

Con referencia a las Figuras 12 y 13, se muestra un segundo elemento 104 de medición. El segundo elemento 104 de medición de flujo es similar al primer elemento 5 de medición (Figura 1) descrito aquí anteriormente y puede usarse como el elemento de medición en el conjunto 1 medidor de flujo (Figura 1) descrito aquí anteriormente.

- El segundo elemento 104 de medición de flujo difiere en que la primera y segunda PCB 144 confina un elemento central, por ejemplo, en forma de una tira, de material 172 magnético blando que tiene lados 174, 175 opuestos primero y segundo.
- 5 Cada placa de circuito 144 tiene al menos dos electrodos 160, 161, 162 para medir una señal diferencial causada cuando el agua fluye a través del sensor. En la configuración más común, los electrodos 160, 161, 162 están conectados en una configuración antiparalela ya que la dirección del campo E eléctrico inducido con flujo es opuesta sobre los dos lados del sensor 104. Esto crea un sistema equilibrado con respecto a campos externos uniformes.
- 10 El circuito magnético consiste en una sección exterior generalmente rectangular aislada eléctricamente de material 173 magnético blando y la pieza 172 polar central plana que está intercalada entre las dos placas 144 de circuito. Estas partes son preferiblemente de acero inoxidable permeable, recubierto con un material aislante tal como PTFE, recubrimiento en polvo, epoxi, pintura, barniz o polímero.
- El elemento 178 generador de campo está ubicado entre la caja 173 exterior y el elemento 172 central. Uno o más elementos 178 remanentes, que pueden tomar la forma de una tira, varilla u otra parte con una geometría adecuada, pasan a través de la bobina 179.
- 15 Los elementos de acondicionamiento del flujo deben ser aislantes y coincidir estrechamente con la parte 173 de circuito magnético exterior con el fin de evitar acortar la señal del electrodo a través de caminos adicionales a través del agua o donde se utiliza una tubería de flujo conductor. Los elementos de acondicionamiento de flujo requieren un plano aislante adicional en línea con el elemento 172 magnético central con el fin de evitar acortar la señal alrededor de los lados de las placas 144 de circuito.
- 20 Hay múltiples electrodos 160, 161, 162 de medición en el elemento de inserción. Los electrodos 160, 161, 162 sobre las dos PCB 144 pueden conectarse ya sea en forma antiparalela sujeta a la geometría, conectarse en serie si las extensiones axiales de los aisladores y elementos de acondicionamiento son lo suficientemente largos, o simplemente pueden conectarse a entradas de electrodos de diferencial adicional en la electrónica. Esta última disposición proporciona un medio para gestionar la falta de uniformidad severa del perfil de flujo, al permitir que se combinen combinaciones arbitrarias de señales de múltiples conjuntos de electrodos distribuidos en un software para sintetizar un sensor inmune de perfil de flujo.
- 25 La posición exacta de los electrodos 160, 161, 162 sobre las placas 144 de circuito puede alterarse para ajustar la respuesta del diseño al flujo laminar frente al turbulento, para minimizar cualquier cambio en la sensibilidad frente a la rata de flujo.
- 30 El segundo elemento 104 de medición puede proporcionar inmunidad mejorada a campos magnéticos externos. Se puede omitir un escudo magnético externo adicional (no se muestra), si se exige inmunidad a campos externos por parte de la ley (como la EU Measuring Instruments Directive), la autoridad reguladora, el fabricante, la empresa de servicios públicos u otra parte relevante. Esto se debe a que la caja 173 exterior puede servir como un escudo magnético.
- 35 Conjunto 201 medidor de flujo
- Con referencia a la Figura 14, se muestra un segundo conjunto 201 medidor de flujo (denominado aquí simplemente como "medidor de flujo") de acuerdo con la presente invención.
- 40 El segundo 201 conjunto medidor de flujo incluye un subconjunto 202 medidor de flujo que comprende un registro 203 que tiene un inserto 204 integrado (o "tapón") que comprende un elemento 205 de medición de flujo (también denominado aquí como "elemento de medición de flujo", "sensor de flujo" o simplemente "sensor") que proporciona un sensor de flujo electromagnético que se puede insertar de forma desmontable en una carcasa 206 de agua tubular generalmente que tiene una tubería de acondicionamiento interior (no mostrada).
- El segundo conjunto 201 medidor de flujo es similar al primer conjunto 1 medidor de flujo (Figura 1). El segundo conjunto 201 medidor de flujo difiere principalmente en la configuración del elemento 205 de medición de flujo.
- 45 Subconjunto 202 medidor de flujo
- Registro 203-
- Con referencia todavía a la Figura 14, el registro 203 es similar al registro 3 (Figura 1) descrito aquí anteriormente. El registro 203 incluye una carcasa que comprende una lata 212 metálica cilíndrica y una ventana 213 transparente plana provista con un sello 208 de ventana perimetral. La carcasa 211 tiene un diámetro, d, de aproximadamente 75 mm.
- 50 La carcasa 211 contiene electrónica 229 de accionamiento y una pantalla 230 que son sustancialmente iguales o similares a las descritas anteriormente y, por lo tanto, no se describirán aquí de nuevo en detalle.
- Inserto 204 y elemento 205 de medición -

Como se mencionó anteriormente, el segundo conjunto 201 medidor de flujo difiere principalmente del primer conjunto 1 medidor de flujo (Figura 1) en la configuración del elemento 205 de medición de flujo.

5 En el primer conjunto 1 medidor de flujo (Figura 1), el primer elemento 5 de medición de flujo (Figura 1) comprendía partes 42, 43 de sensor planas, rectangulares en forma de placa (Figura 1) que definen un canal entre las partes 42, 43 de sensor (Figura 1) que presentan un perfil rectangular orientado verticalmente al flujo de agua.

El segundo elemento 5 de medición de flujo (Figura 12), que no forma parte de la invención como se define en las reivindicaciones, comprende dos canales, cada uno de los cuales presenta un perfil rectangular orientado verticalmente al flujo de agua. Por lo tanto, cada mitad puede considerarse como una celda rectangular separada. La electrónica podría tratar cada mitad por separado o unir los electrodos en serie.

10 En el segundo conjunto 201 medidor de flujo, el tercer elemento 205 de medición de flujo define un canal que presenta un perfil en forma de 'U' para el flujo de agua, como se describirá ahora con más detalle.

15 Con referencia también a las Figuras 15a a 15g, el inserto 204 comprende un cuerpo 241 que generalmente tiene forma cilíndrica y es simétrico alrededor de un plano central vertical (no mostrado). El cuerpo 241 de inserto tiene extremos 242, 243 primero y segundo (denominados aquí "inferior" y "superior" del cuerpo respectivamente) y paredes 244 externas que se extienden entre el fondo 242 y la parte 243 superior del inserto.

El cuerpo 204 del inserto comprende porciones 245, 246 inferiores y superiores divididas por un piso 247 interno.

20 La porción 245 de cuerpo inferior del cuerpo 204 de inserto comprende una pared 248 generalmente en forma de 'U' que comprende porciones 249, 250 de pared lateral planas primera y segunda, y una porción 251 de pared curva inferior. La pared 248 se extiende entre los extremos 253, 254 primero y segundo (también denominados aquí "frontal" y "trasero" respectivamente). La pared 248 define una cavidad 252 (también denominada aquí como "paso de flujo" o simplemente "paso"). La porción 245 inferior de cuerpo incluye una pared 255 frontal tipo cortina que se extiende aproximadamente a la mitad entre el piso 247 y el fondo 244.

25 La pared 248 en forma de 'U' y la pared 255 en forma de cortina definen las aberturas 256, 257 primera y segunda que tienen un perfil de ventana de arco invertido. Debido a la pared 255 en forma de cortina, la primera abertura 256 es menos alta que la segunda abertura 257.

30 Un marco 258 a manera de soporte acanalado de forma ovalada, en general plano (también denominado aquí como "un formador"), se proyecta desde una cara 259 interior de la pared 255 en forma de cortina a través de la cavidad 252. En la parte 260 superior del marco 258, el marco 258 cae con dos conjuntos de paredes 261, 262 verticales formando un canal 263 superior más ancho que tiene repisas 264 y un canal 265 inferior más estrecho que tiene un fondo 266, formando así una porción 267 de canal inferior en forma de "U" y dos, porciones 268 de canal superior generalmente en forma de triángulo. La porción caída del marco 258 (es decir, las paredes 261, 262, las repisas 264 y el fondo 266) forman un saliente central que proporciona una barrera aislante. El fondo del marco 258 cae por debajo del borde inferior de la pared 255 cerca del fondo 269 de la cavidad 252.

Un espacio 270 generalmente anular se define entre el interior de la pared 248 del cuerpo y el exterior 258 del marco.

35 La porción 246 de cuerpo superior del cuerpo 204 de inserto incluye la pared 271 anular dividida en secciones 272, 273 de pared anular inferior y superior. La sección 272 de pared inferior tiene diámetros interior y exterior más pequeños que la sección 273 de pared superior, definiendo de este modo los escalones 274, 275 interior y exterior en la pared 271. La sección 272 de pared inferior incluye una nervadura 276 anular que se proyecta radialmente hacia afuera que corre alrededor del exterior de la sección 262 de pared inferior a lo largo de su borde inferior. El escalón 40 275 exterior y la nervadura 276 definen una ranura 277 anular que puede acomodar una junta 278 tórica. La sección 273 de pared anular superior está provista con un labio 279 que se proyecta radialmente hacia afuera que tiene un borde 280 superior inclinado y un borde 281 inferior plano definiendo así un perfil punzante.

Con referencia todavía a las Figuras 14 y 15a a 15g, el elemento 205 de medición se ensambla dentro del cuerpo 241 del inserto 204, en particular, alrededor del marco 258.

45 El inserto 204 incluye un circuito 291 magnético que incluye un elemento central, por ejemplo una lámina, varilla u otra parte con geometría adecuada, de material 292 magnético blando, elementos 293 de material magnético remanente primer y segundo, por ejemplo láminas, varillas u otras partes con geometría adecuada, que atraviesan una bobina 294 electromagnética y un circuito 295 de material magnético de dos piezas (o "yugo") que comprende una porción 296 en forma de 'U' y una porción 297 de cubierta. La pieza 292 polar comprende material magnético blando. El 50 elemento 292 central proporciona un polo magnético central.

La pieza 292 polar se puede intercalar entre dos PCB 244 que aíslan eléctricamente la pieza 292 polar.

El inserto 204 también incluye una disposición de medición de campo eléctrico que comprende electrodos 298 primero y segundo y barras 299 de conexión de electrodos primero y segundo. Las barras 299 de conexión y los cables 300

de conexión de la bobina están conectados a un conector 301 flexible. Los electrodos 298 y el electrodo que conecta varillas comprenden preferiblemente grafito.

- 5 Los electrodos 298 generalmente tienen forma de prisma triangular y están dispuestos en las respectivas porciones 268 de canal en forma de triángulo. Los electrodos 298 pueden tener otras formas, tales como, por ejemplo, tiras, barras, varillas o similares. Las barras 299 de conexión pasan a través de agujeros pasantes respectivos (no mostrados) en el piso 247 divisorio y se acoplan con agujeros ciegos (no mostrados) en los electrodos 298 respectivos.

La pieza 292 polar está dispuesta en el canal 265 de marco interior inferior y la bobina 294 está dispuesta en el canal 263 de marco interior superior. El circuito 295 de material magnético de dos piezas se asienta en el espacio 270 de marco exterior. El inserto 204 puede llenarse con material 302 de encapsulación.

- 10 Con referencia a la Figura 16, en esta disposición, el campo B magnético pasa lateralmente y radialmente hacia abajo desde la pieza 292 polar hacia el circuito 295 de material magnético. El flujo de agua a través del espacio lleno de campo magnético hace que se genere un campo eléctrico que se va a generar que es detectado por los electrodos 298.

Modificaciones

- 15 Se apreciará que pueden hacerse diversas modificaciones a las realizaciones descritas aquí anteriormente. Dichas modificaciones pueden implicar características equivalentes y otras que ya se conocen en el diseño, fabricación y uso del medidor de flujo electromagnético y sus partes de componentes y que pueden usarse en lugar de, o además de, las características ya descritas aquí. Las características de una realización pueden ser reemplazadas o complementadas por características de otra realización.

20 Montaje

El subconjunto del medidor de flujo no necesita ser desmontable montable a la carcasa utilizando un conector de bayoneta. Se pueden usar otras formas para conector desmontable, por ejemplo, similares a las utilizadas para conexiones de tubería de manguera desmontables. Además, el subconjunto del medidor de flujo se puede montar de forma permanente.

25 Acondicionamiento de flujo

Son posibles diferentes geometrías de elementos acondicionadores de flujo, particularmente para los tamaños más grandes. Las longitudes de tendido típicas de los medidores más grandes brindan un amplio espacio para administrar los perfiles de flujo de manera que el elemento de inserción en sí vea la misma rata de flujo independientemente de las condiciones corriente arriba o corriente abajo.

30 Electrodos

- Se pueden usar múltiples electrodos de medición en el elemento de inserción. Estos pueden conectarse en paralelo sujetos a la geometría, o simplemente pueden conectarse a entradas de electrodos adicionales en la electrónica. Esta última disposición proporciona un medio para gestionar la falta de uniformidad severa del perfil de flujo, al permitir que se combinen combinaciones arbitrarias de señales de múltiples conjuntos de electrodos distribuidos en un software para sintetizar un sensor inmune de perfil de flujo. Se pueden usar otros materiales de electrodo de uso común, independientemente de las características de esta invención.
- 35

Magnética

- El campo magnético puede generarse usando elementos remanentes, solenoides convencionales u otros componentes magnéticos biestables o giratorios. El modo de funcionamiento del medidor (campo vs. tiempo) puede variar, independientemente de las características centrales de esta invención.
- 40

Materiales

- Las partes magnéticas blandas (por ejemplo, las piezas polares) pueden estar hechas de acero eléctrico, ferrita blanda, aceros inoxidable magnéticos, tales como 9CR (disponible de Vacuumschmelze GmbH & Co. KG, Alemania), Chrome Core 12FM y similares. Las partes magnéticas blandas pueden estar hechas de aceros no inoxidables u otros materiales corrosivos, como CoFe, siempre que tengan un recubrimiento protector o empleen alguna otra forma de evitar la oxidación u otra corrosión.
- 45

El material de la parte semidura (es decir, los elementos remanentes) puede comprender SENSORVAC (RTM) (disponible de Vacuumschmelze GmbH & Co. KG, Alemania) o similares.

- Los electrodos pueden estar hechos de grafito, platino, oro, plata/cloruro de plata, plástico conductor, acero inoxidable, etc.
- 50

ES 2 796 124 T3

El aislamiento puede formarse a partir de un plástico tal como PPS, ABS o acrílico, vidrio, epoxi, pintura, barniz, óxido o una capa de polvo (por ejemplo, poliéster).

5 Las partes del sensor pueden estar hechas de latón (no magnético) o acero inoxidable 316L, hierro colado o dúctil recubierto de energía y/o acero inoxidable (magnético) magnético, tal como 12FM (disponible en Ugitech). Todos los polímeros compatibles con el agua, incluidos PPS, poliamida, polipropileno, se pueden usar para partes húmedas eléctricamente y magnéticamente inertes.

10 El acero inoxidable magnético puede actuar tanto como agua subterránea y como una pantalla magnética, y como la pieza polar exterior en una geometría de polo interno/polo externo. La conexión a tierra puede ser la continuidad de conexión a tierra de seguridad eléctrica a través del medidor y/o el punto de referencia eléctrico conectado a la electrónica para proporcionar inmunidad a la interferencia eléctrica en modo común.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor de flujo electromagnético para un medidor (201) de flujo electromagnético, comprendiendo el sensor:
un cuerpo (204) o marco;
un paso (252) a través del cuerpo o marco;
- 5 al menos parte de un circuito (248, 295) magnético soportado por el cuerpo o marco para dirigir un campo magnético a través del paso; y
al menos electrodos (298) primero y segundo soportados por el cuerpo o marco, los al menos electrodos primero y segundo dispuestos para detectar un voltaje en respuesta a un fluido conductor que fluye a través del paso;
en el que la al menos parte del circuito magnético comprende:
- 10 una pieza (172; 292) polar central; y
piezas (173; 295) polares exteriores que se extiende alrededor de la pieza polar central y el paso para servir como pantalla magnética desde un campo magnético externo
caracterizado porque
el paso tiene un saliente (261, 262, 264, 266) central que se extiende dentro y a lo largo del paso para presentar un
15 perfil en forma de 'U' al flujo del fluido conductor, en el que el saliente central está aislado eléctricamente e incluye la pieza polar central.
2. Un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las partes del circuito magnético están aisladas eléctricamente del fluido conductor.
3. Un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una porción del cuerpo
20 o marco que soporta la parte del circuito magnético y los al menos electrodos primero y segundo están configurados para ser insertables en un tubo de flujo a través de una única abertura en el tubo de flujo
4. Un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pantalla magnética comprende un grosor suficiente de material magnético para evitar la saturación cuando un imán de una fuerza especificada por la Measuring Instruments Directive se coloca contra el medidor.
- 25 5. Un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo o marco está, en uso, en contacto directo con el fluido conductor y las partes conductoras de la electricidad, excepto que los electrodos primero y segundo están aislados eléctricamente del fluido conductor.
6. Un subconjunto que comprende:
un sensor de flujo electromagnético de acuerdo con cualquier reivindicación precedente; y
- 30 un registro de medidor;
en el que el sensor de flujo electromagnético y el sensor de flujo forman una sola unidad.
7. Un subconjunto de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la parte del circuito magnético y los electrodos están formados integralmente en el registro del medidor.
8. Un medidor de flujo electromagnético que comprende:
- 35 un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
9. Un medidor de flujo electromagnético que comprende:
una carcasa de fluido tubular que tiene una pared de carcasa de fluido y una abertura de carcasa de fluido en la pared de carcasa de fluido;
- 40 tubería de acondicionamiento opcional dispuesta dentro de la carcasa de fluido y que tiene una pared de tubería de acondicionamiento de fluido y una abertura de tubería de acondicionamiento en la pared de tubería de acondicionamiento; y
un sensor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 o un subconjunto de acuerdo con la reivindicación 6 o 7 que comprende un sensor, de manera que el sensor insertado en la carcasa de fluido tubular pase parcialmente a través de la abertura de la carcasa de fluido y al menos parcialmente pase a través de la abertura de la tubería de
45 acondicionamiento.

ES 2 796 124 T3

10. Un medidor de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el sensor se inserta de forma desmontable en la carcasa tubular.
11. Un medidor de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que la carcasa tubular es un tubo de pieza en T.
12. Un medidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que es un medidor de flujo de flujo completo.
- 5 13. Un medidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que el cuerpo del medidor está configurado para proporcionar continuidad de conexión a tierra de seguridad eléctrica a través del medidor.
14. Un medidor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que el cuerpo del medidor está configurado para proporcionar un punto de referencia eléctrico para un módulo electrónico.

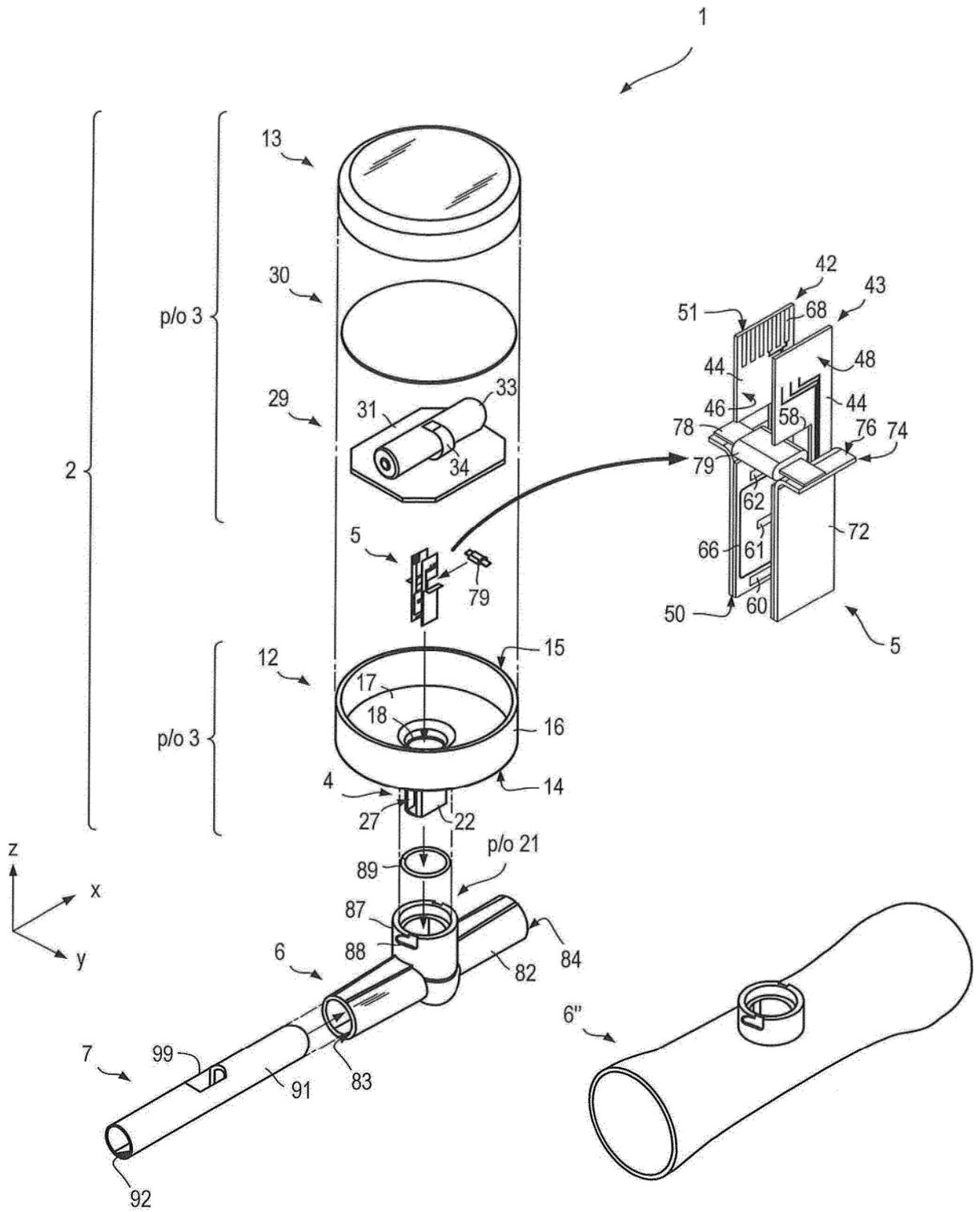


Fig. 1

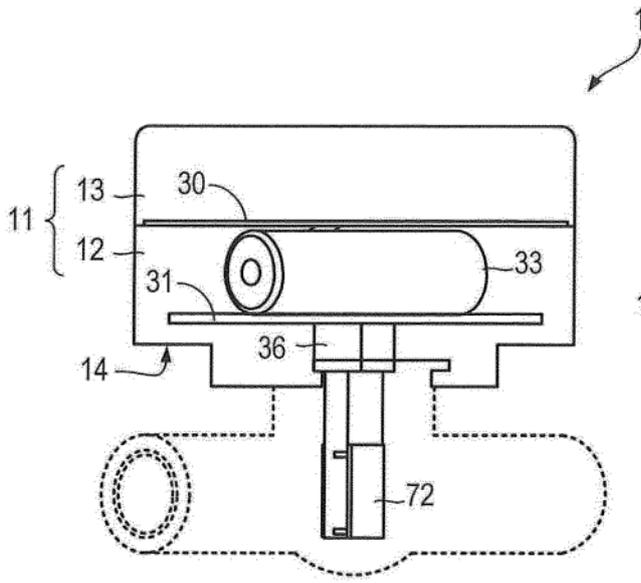


Fig. 2a

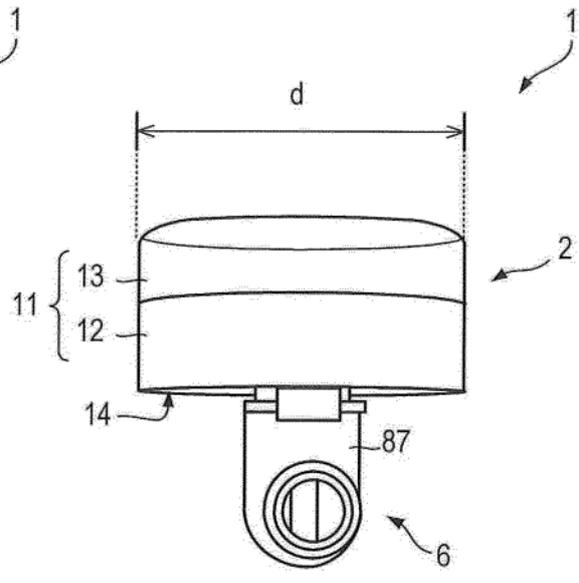


Fig. 2b

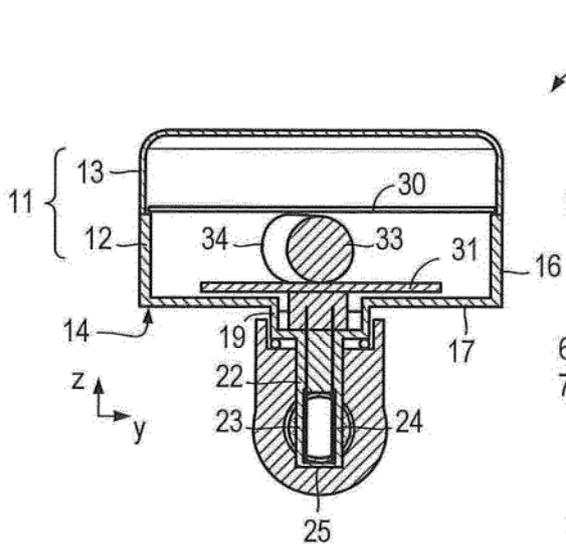


Fig. 2c

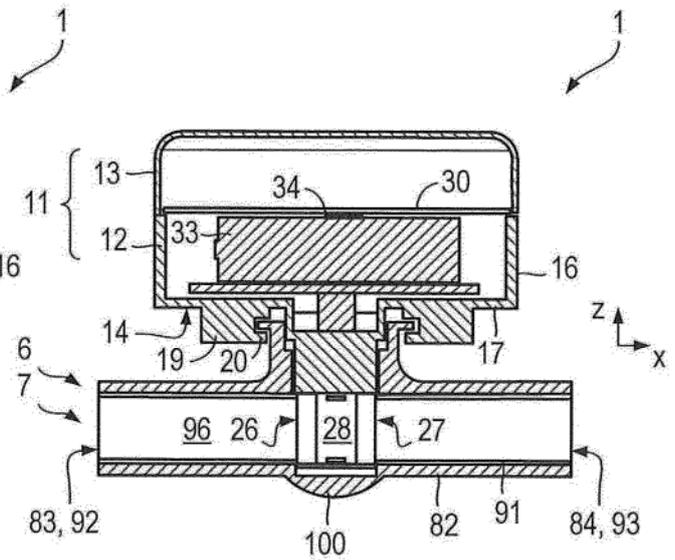


Fig. 2d

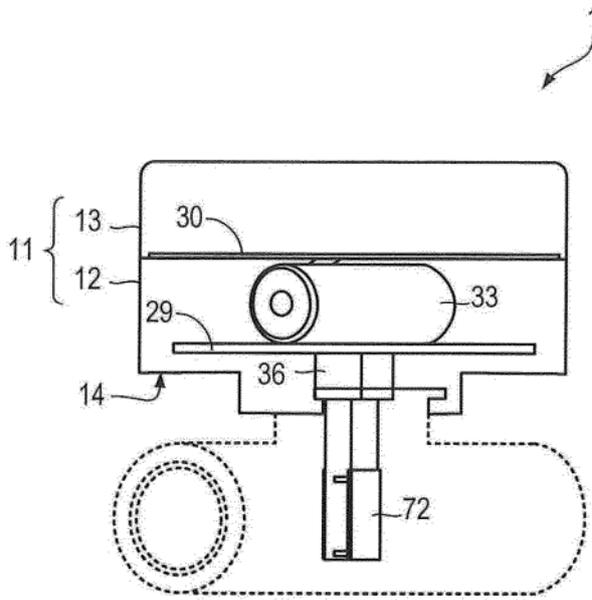


Fig. 3a

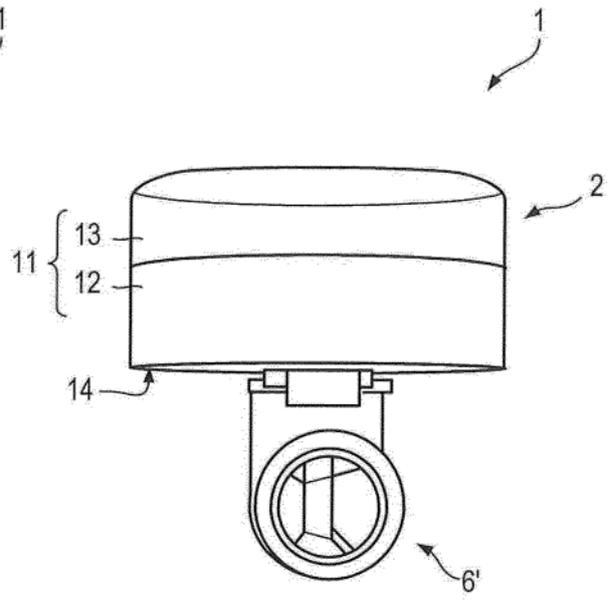


Fig. 3b

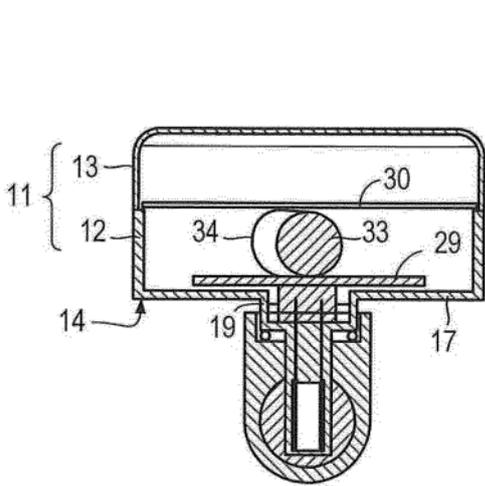


Fig. 3c

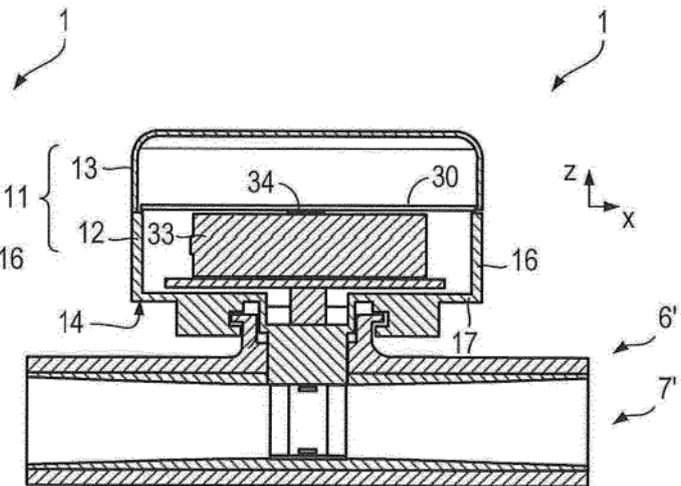


Fig. 3d

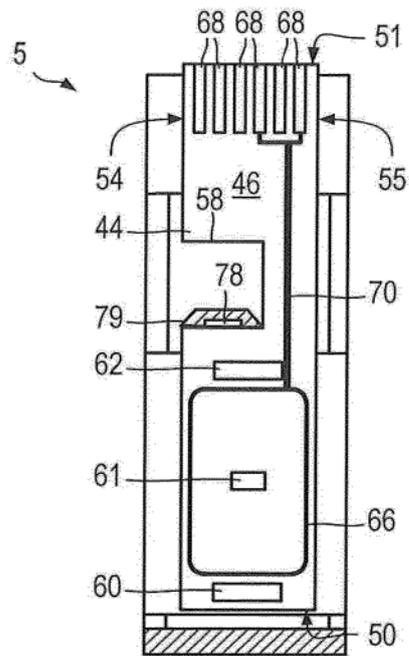


Fig. 4

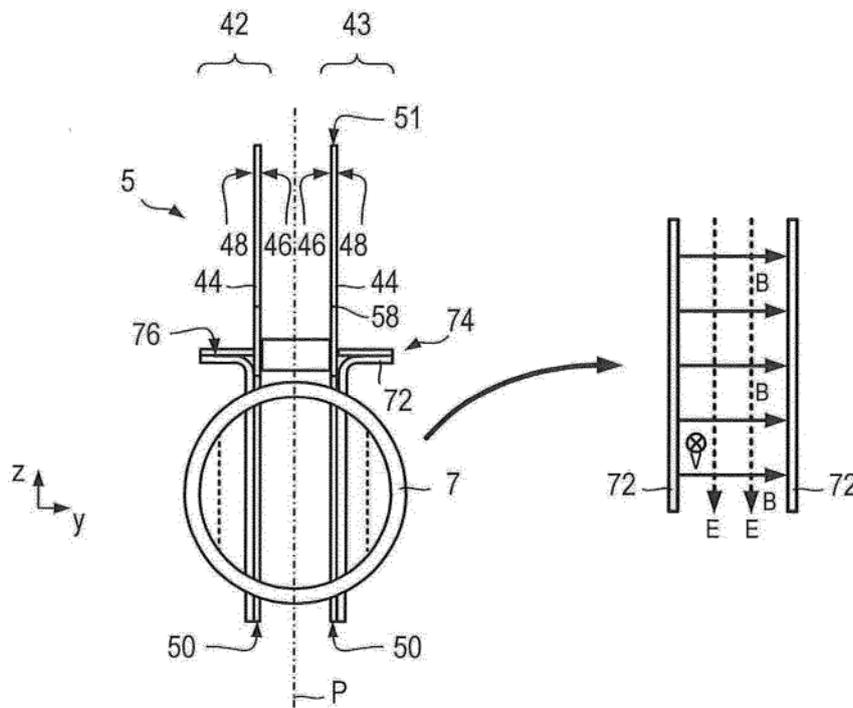


Fig. 5

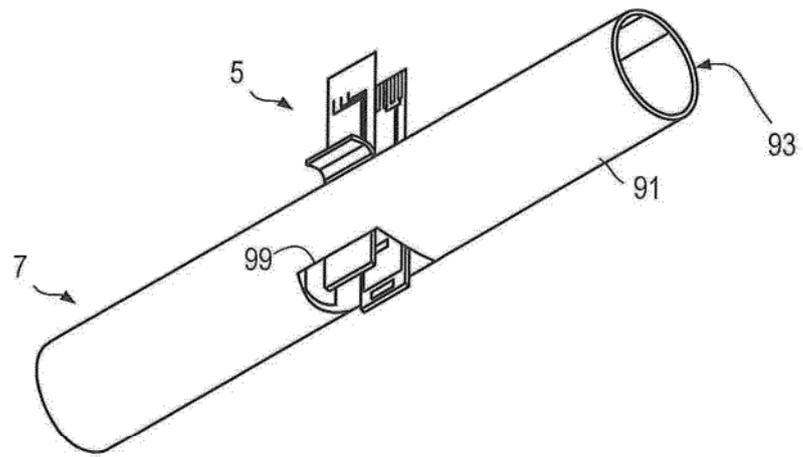


Fig. 6a

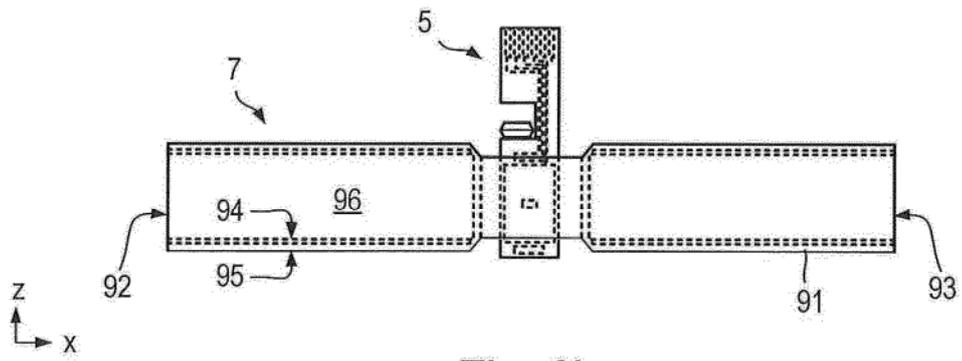


Fig. 6b

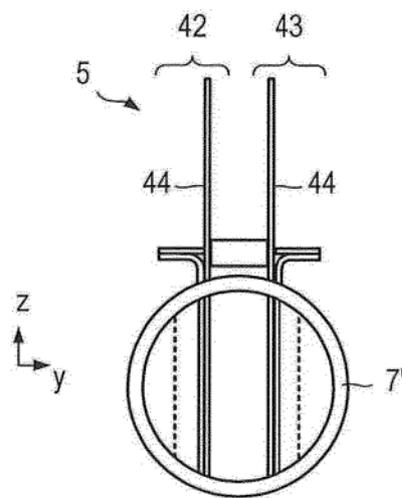


Fig. 7

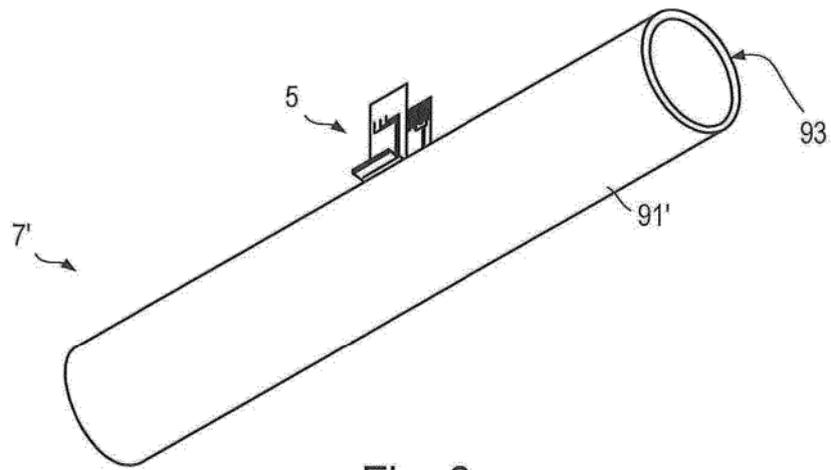


Fig. 8a

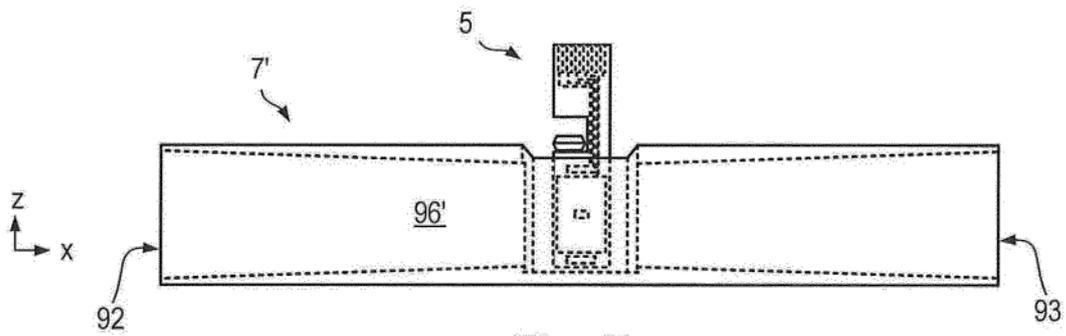


Fig. 8b

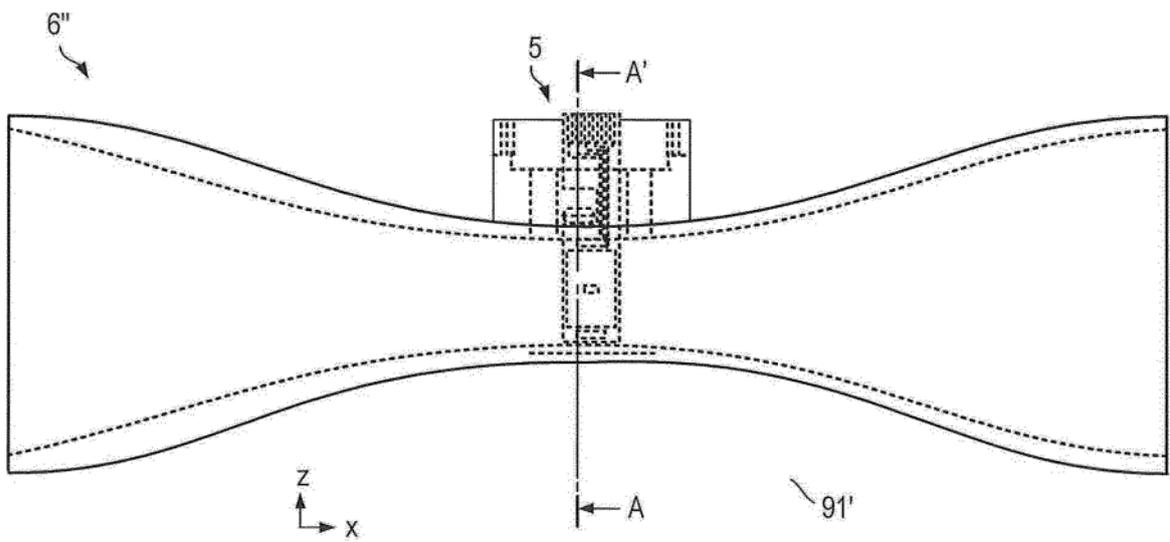


Fig. 9

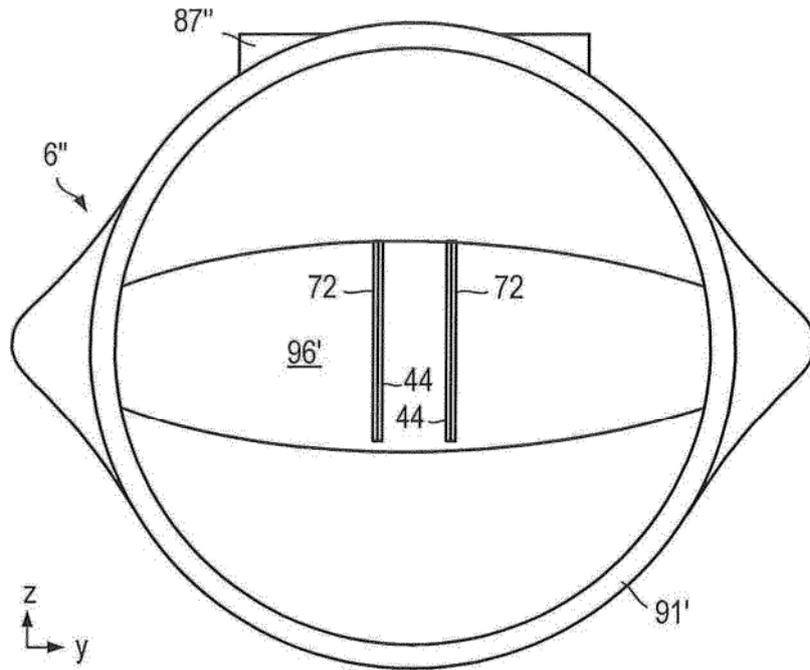


Fig. 10

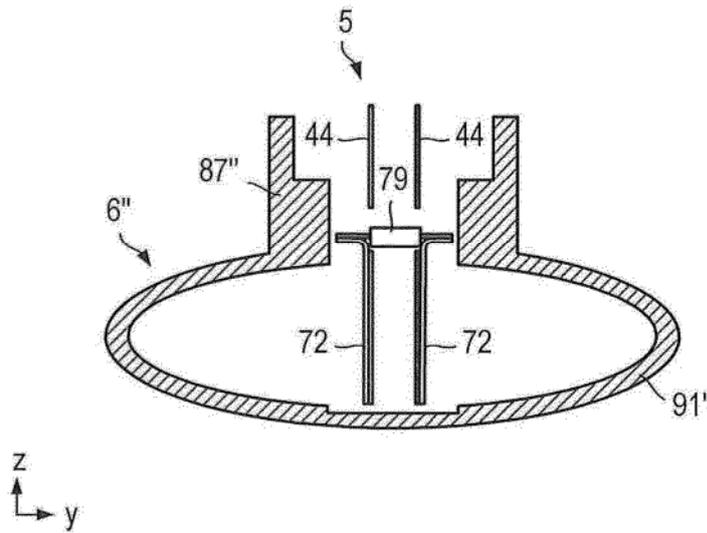


Fig. 11

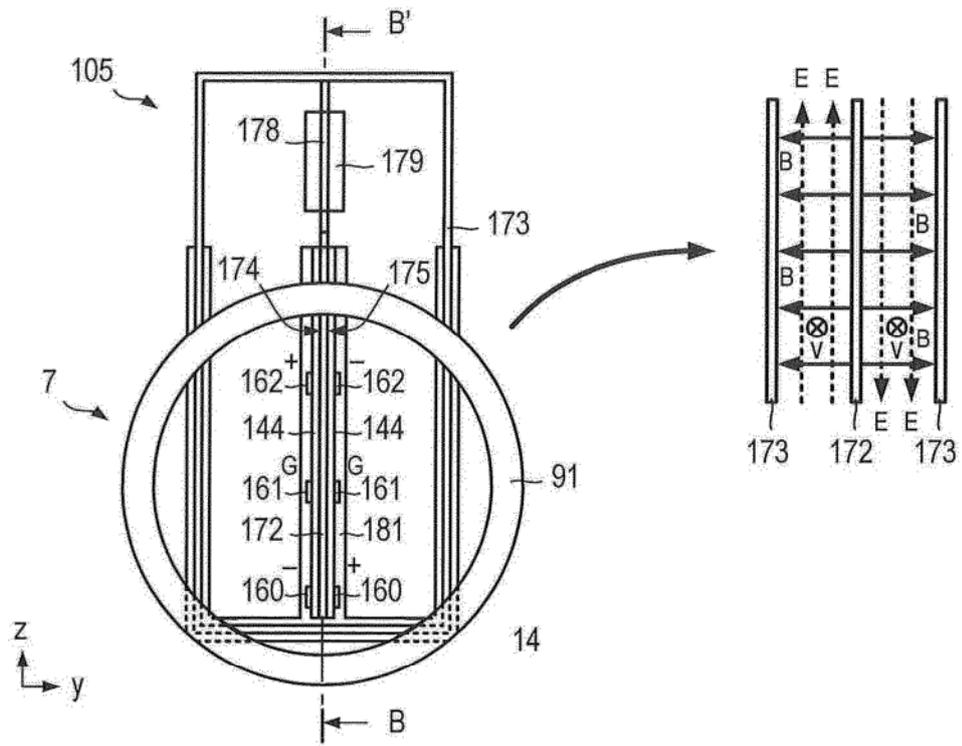


Fig. 12

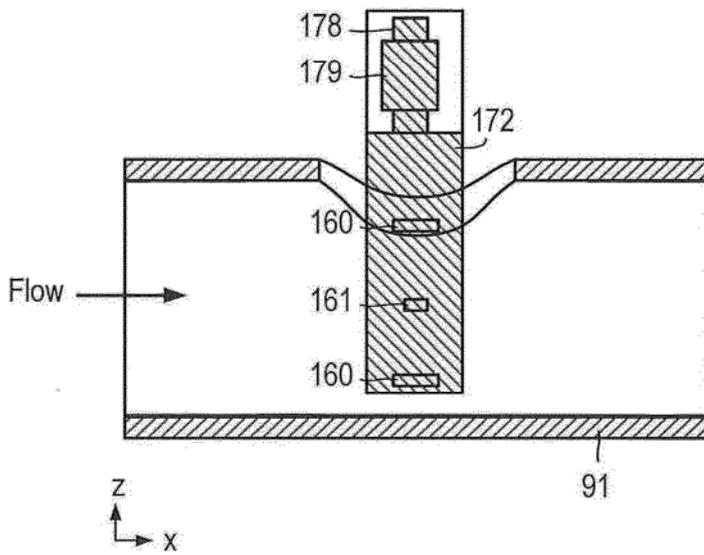


Fig. 13

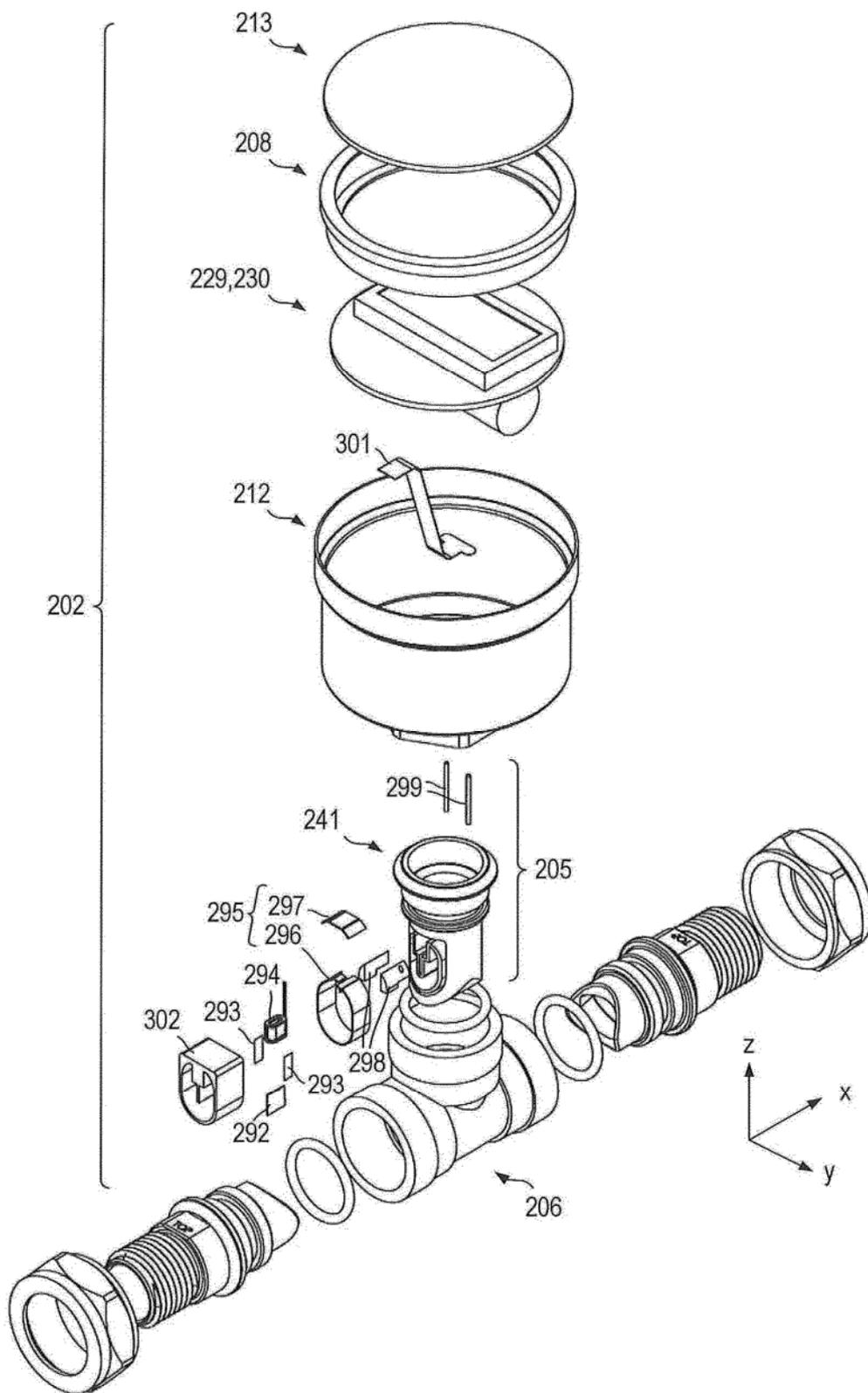


Fig. 14

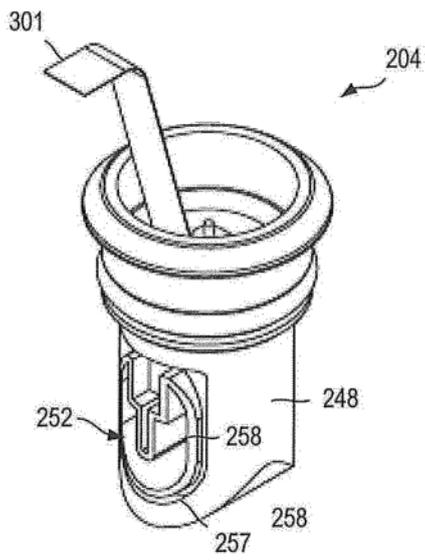


Fig. 15a

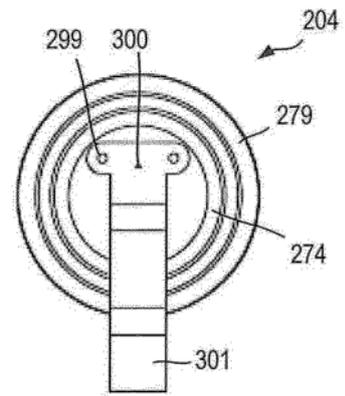


Fig. 15c

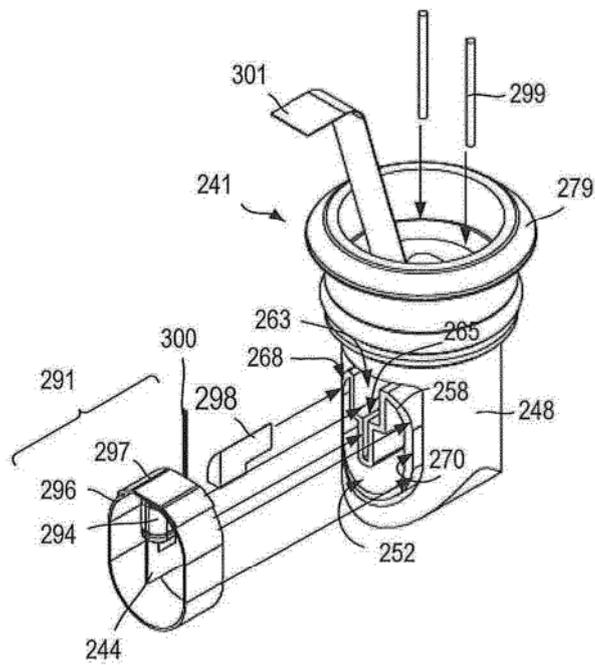


Fig. 15b

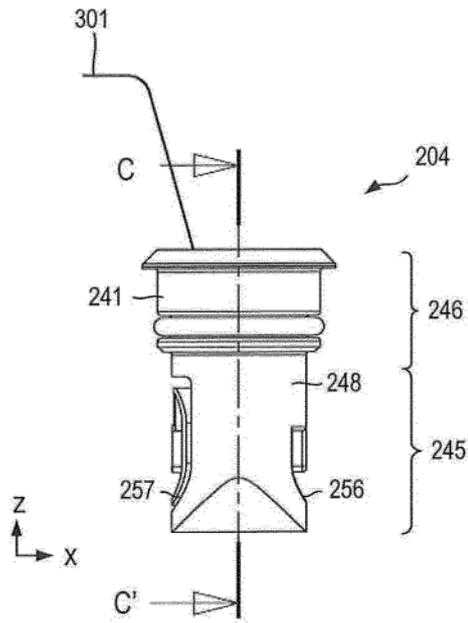


Fig. 15d

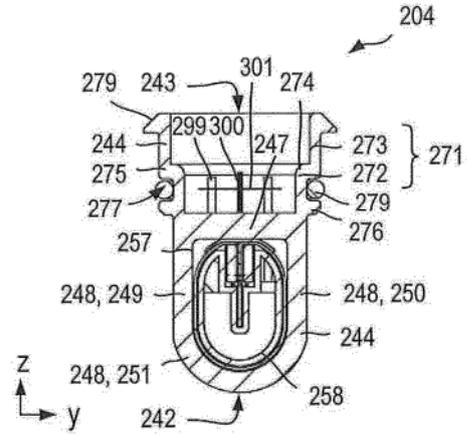


Fig. 15e

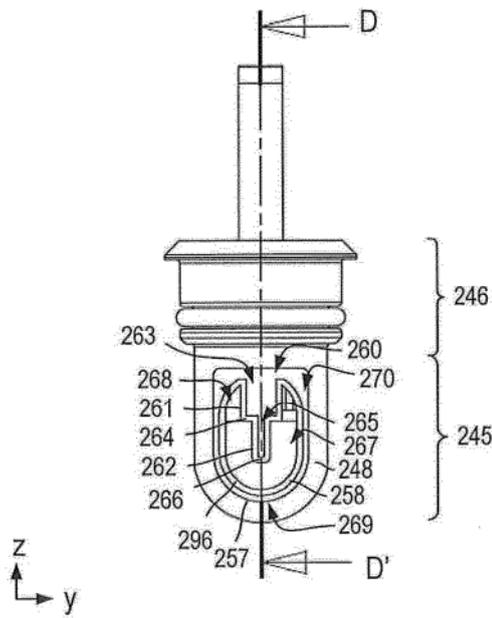


Fig. 15f

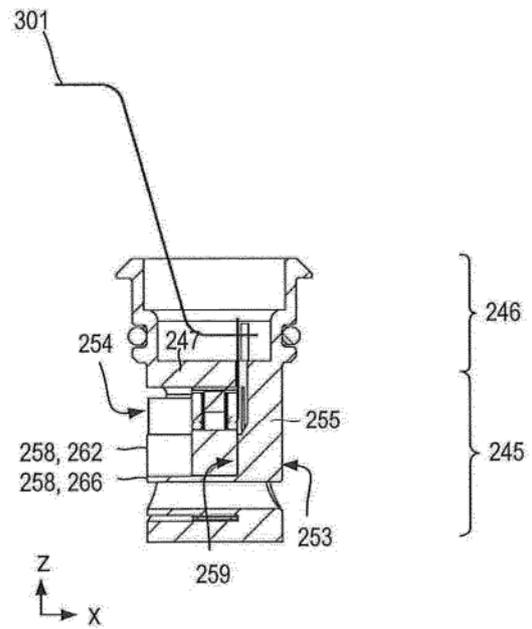


Fig. 15g

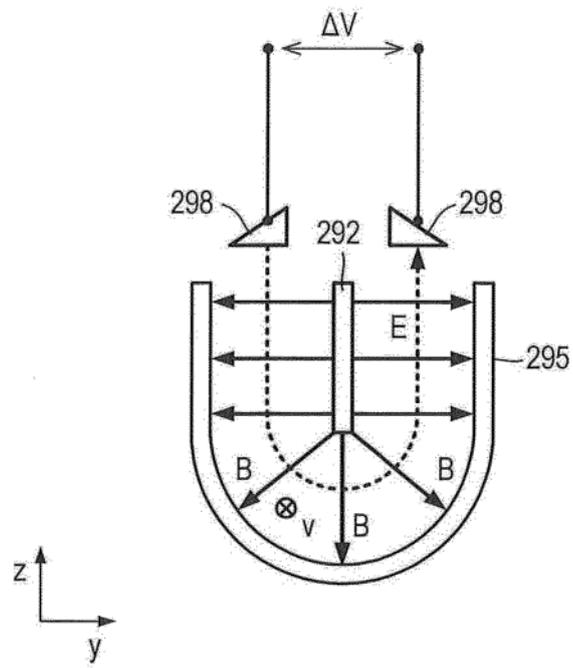


Fig. 16