

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 232**

51 Int. Cl.:

**G01F 1/66** (2012.01)

**G01P 5/24** (2006.01)

**G01F 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2018 PCT/IB2018/059960**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2019 WO19116269**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2018 E 18889063 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024 EP 3847423**

54 Título: **Contador de agua ultrasónico fabricado con múltiples materiales**

30 Prioridad:

**14.12.2017 US 201762598719 P**  
**11.12.2018 US 201816216700**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.04.2025**

73 Titular/es:

**ARAD LTD. (100.00%)**  
**Ramot Menashe**  
**19239 Dalia, IL**

72 Inventor/es:

**BAR-ON, OMRI y**  
**FOGEL, DAVID**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 3 015 232 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**

Contador de agua ultrasónico fabricado con múltiples materiales

**5 Antecedentes de la invención**

**Campo de la invención**

10 La presente divulgación se refiere, en general, a un contador de agua y, en particular, a un contador de agua ultrasónico utilizado para determinar el caudal de un fluido que se desplaza a través de una disposición de tuberías.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 Un flujómetro, tal como un contador de agua, es un dispositivo utilizado para medir el volumen o el caudal de un fluido que se desplaza a través de una tubería. Los contadores de agua se utilizan normalmente para medir el volumen de agua consumida por los edificios residenciales y comerciales a los que suministra agua un sistema público de abastecimiento de agua. Los contadores de agua también pueden usarse en la fuente de agua o en varios puntos del sistema de agua para determinar los caudales y los índices de caudal suministrados a través de esa parte del sistema.

20 Hay varios tipos de contadores de agua que se utilizan habitualmente. La selección del contador de agua necesario se basa en distintos métodos de medición de caudal, el tipo de usuario final, los caudales requeridos, así como de los requisitos de precisión de las mediciones. Un tipo de contador de agua es un contador de agua ultrasónico que utiliza un transductor ultrasónico para enviar ondas sonoras ultrasónicas a través del fluido para determinar la velocidad del fluido y traducir la velocidad en una medición del volumen del fluido.

25 La patente de Estados Unidos n.º 9714855, divulga un contador de agua ultrasónico en el que la onda acústica ultrasónica se dirige a través de una sección de medición en un recorrido de desplazamiento en forma de Z y en el que la sección de medición tiene una anchura reducida pero la misma área de sección transversal que los extremos del contador. El documento DE 199 44 411 A1 divulga otro flujómetro ultrasónico con un recorrido acústica en forma de Z y en el que la sección de medición tiene una sección transversal reducida mediante el uso de un manguito interior que sostiene dos reflectores.

**Sumario de la invención**

35 De acuerdo con un ejemplo de la divulgación, un contador de agua ultrasónico incluye un cuerpo exterior de tubería metálica, de acero inoxidable, de latón o bronce que tiene una parte interior sobremoldeada que define el paso de flujo y la sección de medición del contador o en la que se inserta y se asegura longitudinalmente un manguito interior independiente fabricado de un material polimérico. El cuerpo exterior metálico de la tubería se proporciona para mejorar la resistencia del cuerpo y/o de acuerdo con los requisitos operativos del cliente o debido a los requisitos del código de la jurisdicción local. Este acuerdo proporciona un contador de agua ultrasónico de tipo metálico para aquellos clientes que lo soliciten. También permite que todas las partes acústicas quepan dentro del cuerpo interior de polímero, si el cuerpo interior de polímero es un manguito interior insertado en el cuerpo exterior de tubería metálica o está sobremoldeado en una superficie interior del cuerpo exterior de tubería metálica. Además, se ha descubierto que un tubo de contador metálico y una tubería metálica afectarán negativamente a las propiedades acústicas del contador. 45 La disposición de la parte polimérica interior dentro del cuerpo metálico exterior del tubo minimiza el efecto negativo sobre las propiedades acústicas del medidor resultante del material metálico del cuerpo exterior de tubería.

50 De acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación, un contador de agua ultrasónico incluye un cuerpo metálico y un revestimiento interior de polímero. El revestimiento interior de polímero puede ser un inserto o puede estar sobremoldeado sobre el cuerpo metálico. El cuerpo metálico proporciona resistencia y permite usar el contador en instalaciones donde se requiere un cuerpo metálico. El revestimiento interior de polímero proporciona propiedades acústicas similares a las de un medidor ultrasónico de plástico, minimizar los efectos negativos del metal en las lecturas acústicas tomadas en el paso del agua. En el ejemplo que tiene un revestimiento interior sobremoldeado, el paso del agua está completamente aislado del cuerpo metálico.

55 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo de flujómetro ultrasónico. El dispositivo de flujómetro ultrasónico incluye una disposición de tuberías que incluye un cuerpo tubular que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo hasta un segundo extremo y que incluye una sección de medición dispuesta intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo, definiendo el cuerpo tubular un pasaje de fluido que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular del primer extremo al segundo extremo; al menos dos transductores ultrasónicos situados en lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal; y al menos dos elementos reflectantes dispuestos en los lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal. La disposición de tuberías incluye un cuerpo de tubería exterior fabricado con un material metálico; y un manguito interior de material polimérico, estando el manguito interior dispuesto dentro del cuerpo exterior de tubería. El manguito interior está sobremoldeado dentro del cuerpo exterior de tubería. El manguito interior define la sección de medición y el pasaje de fluido de la disposición de tuberías. Cada uno de los al menos dos

elementos reflectantes está dispuesto en un soporte respectivo insertado en el pasaje de fluido.

El cuerpo exterior de tubería puede incluir una parte con estrechamiento que define la sección de medición en el manguito interior sobremoldeado. El material metálico puede ser acero inoxidable, latón o bronce.

5 De acuerdo con la invención, se proporciona un método de fabricación de un dispositivo de flujómetro ultrasónico. El método incluye proporcionar un cuerpo exterior de tubería hecho de un material metálico, teniendo el cuerpo exterior de tubería un interior hueco que define una superficie interior; moldear por inyección un manguito interior hecho de un material polimérico sobre la superficie interior del cuerpo exterior de tubería, en donde el cuerpo exterior de tubería y el manguito interior forman una disposición de tuberías que incluye un cuerpo tubular que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo hasta un segundo extremo y que incluye una sección de medición dispuesta intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo, definiendo el cuerpo tubular un pasaje de fluido que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular del primer extremo al segundo extremo; montar al menos dos transductores ultrasónicos en lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal; montar al menos dos elementos reflectantes en los lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal, y en donde cada uno de los al menos dos elementos reflectantes está dispuesto en un soporte respectivo insertado en el pasaje de fluido.

20 El manguito interior se moldea por inyección sobre la superficie interior del cuerpo del tubo exterior para formar un acoplamiento estanco entre el manguito interior y el cuerpo del tubo exterior. El material metálico puede incluir acero inoxidable, latón o bronce.

25 De acuerdo con otro ejemplo particular de la invención, se proporciona un dispositivo de flujómetro ultrasónico de acuerdo con la reivindicación 12. El dispositivo de flujómetro ultrasónico incluye una disposición de tuberías que incluye un cuerpo tubular que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo hasta un segundo extremo y que incluye una sección de medición dispuesta intermedia entre el primer extremo y el segundo extremo, definiendo el cuerpo tubular un pasaje de fluido que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular del primer extremo al segundo extremo; al menos dos transductores ultrasónicos situados en lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal; y al menos dos elementos reflectantes dispuestos en los lados opuestos del cuerpo tubular y separados a lo largo del eje longitudinal. La disposición de tuberías incluye un cuerpo de tubería exterior fabricado con un material metálico; un manguito interior de material polimérico, estando el manguito interior dispuesto dentro del cuerpo exterior de tubería; y un sujetador configurado para fijar el manguito interior dentro del cuerpo exterior de tubería. El manguito interior define la sección de medición y el pasaje de fluido de la disposición de tuberías. El cuerpo exterior de tubería y el manguito interior incluyen aberturas correspondientes que definen asientos para los al menos dos transductores ultrasónicos y que colocan a los transductores ultrasónicos en comunicación con la sección de medición. El cuerpo exterior de tubería incluye una abertura y el manguito interior incluye un rebaje correspondiente configurado para recibir el elemento de fijación.

40 El material metálico puede ser acero inoxidable, latón o bronce. El dispositivo puede incluir además una junta de estanqueidad dispuesta entre el cuerpo exterior de tubería y el manguito interior. La junta de estanqueidad está configurada para sellar un compromiso entre una superficie interior del cuerpo exterior de tubería y una superficie exterior del manguito interior.

45 Estos y otros rasgos y características de la presente invención, así como los métodos de funcionamiento y las funciones de los elementos relacionados de las estructuras y la combinación de piezas y economías de fabricación, serán más evidentes al considerar la siguiente descripción y con referencia a los dibujos adjuntos, formando todos ellos parte de la presente memoria descriptiva, en donde los números de referencia iguales designan partes correspondientes en las diversas figuras. Expresamente, ha de entenderse, sin embargo, que los dibujos se dan solo con finalidad de ilustración y descripción, y que no están concebidos como una definición de los límites de la invención.

50 **Breve descripción de los dibujos**

la FIG. 1 es una vista lateral de un flujómetro ultrasónico de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada;

55 la FIG. 2 es una vista superior del flujómetro ultrasónico de la FIG. 1;

la FIG. 3 es una vista en sección transversal del flujómetro ultrasónico de la FIG. 1 tomada a lo largo de las líneas 3-3 mostradas en la FIG. 1;

60 la FIG. 4 es una vista en sección transversal en despiece del flujómetro ultrasónico de la FIG. 1;

la FIG. 5 es una vista en perspectiva del flujómetro ultrasónico de la FIG. 1;

65 la FIG. 6 es una vista frontal del flujómetro ultrasónico de la FIG. 1;

la FIG. 7 es una vista en perspectiva de un flujómetro ultrasónico de acuerdo con otro ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada;

5 la FIG. 8 es una vista en sección transversal del flujómetro ultrasónico de la FIG. 7;

la FIG. 9 es una vista en perspectiva de un elemento reflectante y de un conjunto de soporte del flujómetro ultrasónico de la FIG. 7;

10 la FIG. 10 es una vista ampliada de una parte del elemento reflectante y del conjunto de soporte de la FIG. 9;

la FIG. 11 es una vista frontal de un elemento reflectante del conjunto de la FIG. 9;

15 la FIG. 12 es una vista en perspectiva de un flujómetro ultrasónico de acuerdo con otro ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada;

la FIG. 13 es una vista en sección transversal del flujómetro ultrasónico de la FIG. 12 tomada a lo largo de las líneas 13-13 mostradas en la FIG. 12;

20 la FIG. 14 es una vista ampliada del área '14' mostrada en la FIG. 13;

la FIG. 15 es una vista ampliada del área '15' mostrada en la FIG. 13;

la FIG. 16 es una vista en perspectiva del cuerpo exterior del flujómetro ultrasónico de la FIG. 12;

25 la FIG. 17 es una vista en sección transversal del cuerpo exterior de tubería de la FIG. 16 tomada a lo largo de la línea 17-17 mostrada en la FIG. 16;

la FIG. 18 es una vista frontal del cuerpo exterior de tubería de la FIG. 16;

30 la FIG. 19 es una vista en perspectiva de un manguito interior del flujómetro ultrasónico de la FIG. 12;

la FIG. 20 es una vista en sección transversal del manguito interior de la FIG. 19 tomada a lo largo de la línea 20-20 mostrada en la FIG. 19;

35 la FIG. 21 es una vista frontal del manguito interior de la FIG. 19;

la FIG. 22 es una vista en perspectiva de un flujómetro ultrasónico de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación;

40 la FIG. 23 es una vista en sección transversal del flujómetro ultrasónico de la FIG. 22 tomada a lo largo de las líneas 23-23 mostradas en la FIG. 22;

la FIG. 24 es una vista ampliada del área '24' mostrada en la FIG. 23;

45 la FIG. 25 es una vista en perspectiva del cuerpo exterior del flujómetro ultrasónico de la FIG. 22;

la FIG. 26 es una vista en sección transversal del cuerpo exterior de tubería de la FIG. 25 tomada a lo largo de la línea 26-26 mostrada en la FIG. 25;

50 la FIG. 27 es una vista frontal del cuerpo exterior de tubería de la FIG. 25;

la FIG. 28 es una vista en perspectiva de un manguito interior del flujómetro ultrasónico de la FIG. 22;

55 la FIG. 29 es una vista en sección transversal del manguito interior de la FIG. 28 tomada a lo largo de la línea 29-29 mostrada en la FIG. 28;

la FIG. 30 es una vista frontal del manguito interior de la FIG. 28;

60 la FIG. 31 es una vista en perspectiva de un flujómetro ultrasónico de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación;

la FIG. 32 es una vista lateral del sistema de almacenamiento de la FIG. 31; y

65 la FIG. 33 es una vista en perspectiva ampliada de una parte del flujómetro ultrasónico de la FIG. 31.

**Descripción detallada de la invención**

A efectos de la descripción, en lo sucesivo en el presente documento, los términos de orientación espacial, si se usan, se relacionarán con la realización a la que se hace referencia tal como se orienta en el dibujo, figuras adjuntas, o se describe de otro modo en la siguiente descripción detallada. Sin embargo, debe entenderse que las realizaciones  
 5 descritas a continuación pueden asumir muchas variaciones y realizaciones alternativas. También debe entenderse que los dispositivos específicos ilustrados en el dibujo, figuras adjuntas y descritos en el presente documento, son simplemente ejemplos y no deben considerarse como limitantes.

#### Dispositivo termoplástico de flujómetro flujo ultrasónico

10 Con referencia a las FIGS. 1-6, se muestra un dispositivo de flujómetro ultrasónico 100 de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. El dispositivo de medición de caudal ultrasónico 100 puede utilizarse para diversos fines, incluido para determinar el caudal y/o el volumen de un líquido, tal como agua, que pasa a través del flujómetro ultrasónico 100 en un sistema de tuberías. El dispositivo 100 incluye una disposición de tuberías 101  
 15 que tiene un cuerpo tubular 102 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal L desde un primer extremo 103 hasta un segundo extremo 104. El cuerpo tubular 102 incluye una sección de medición 105 dispuesta dentro del cuerpo tubular 102 intermedia entre el primer extremo 103 y el segundo extremo 104. El cuerpo tubular 102 define un pasaje de fluido 108 que se extiende a lo largo del eje longitudinal L, a través del cuerpo tubular 102 desde el primer extremo 103 hasta el segundo extremo 104. El dispositivo 100 incluye también dos transductores ultrasónicos 120a, 120b, que  
 20 están separados a lo largo del eje longitudinal L, dispuestos en lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. El dispositivo 100 incluye además dos elementos reflectantes 130a, 130b, que están separados a lo largo del eje longitudinal L, dispuestos en los lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. Con referencia a las Figuras 5 y 6, la disposición de tuberías 101 puede incluir una base 160 que se extiende desde el lado inferior del cuerpo tubular 102, que está configurada para soportar la disposición de tuberías 101 sobre una superficie de suelo. La disposición  
 25 de tuberías 101 puede incluir también un soporte 162 que se extiende desde el lado superior del cuerpo tubular 102. El soporte 162 está configurado para soportar un dispositivo auxiliar, tal como un registrador 170 (mostrado en la FIG. 3) o una antena, en la disposición de tuberías 101.

30 Como se muestra en las FIGS. 1-6, una pluralidad de aletas 115 se extienden desde y alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 102. Las aletas 115 pueden extenderse alrededor de toda la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 102. Las aletas 115 también pueden extenderse sólo alrededor de una parte de la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 102. En un aspecto, las aletas 115 pueden definirse como miembros salientes que se extienden desde la superficie exterior del cuerpo tubular 102. Las aletas 115 están  
 35 configuradas para minimizar la expansión del cuerpo tubular 102 debido a cualquier aumento de temperatura o presión en el pasaje de fluido 108 a través del cuerpo tubular 102. Las aletas 115 también están configuradas para mantener el diámetro interior de una superficie interior 116 del cuerpo tubular 102.

40 Como se muestra en la FIG. 3, los dos transductores ultrasónicos 120a, 120b generan y reciben, respectivamente, una onda sonora ultrasónica. Los dos elementos reflectantes 130a, 130b dirigen la onda acústica ultrasónica a través del pasaje de fluido 108 en la sección de medición 105 del cuerpo tubular 102 desde uno de los transductores ultrasónicos 120a al otro de los transductores ultrasónicos 120b en un recorrido de desplazamiento 150 que tiene  
 sustancialmente forma de Z.

45 Los transductores ultrasónicos 120a, 120b están configurados para emitir una onda acústica ultrasónica a través del cuerpo tubular 102 y para recibir la onda acústica ultrasónica emitida. Un transductor ultrasónico 120a puede configurarse específicamente como transmisor para emitir la onda sonora ultrasónica, mientras que el otro 120b puede estar configurado específicamente como sensor o receptor para recibir la onda sonora ultrasónica. Como alternativa, ambos transductores ultrasónicos 120a, 120b pueden configurarse como transeptores capaces tanto de transmitir  
 50 como de recibir una onda sonora ultrasónica. Los dos elementos reflectantes 130a, 130b están hechos de un material metálico o están recubiertos con una superficie metálica o reflectante de otro tipo que hace que los elementos reflectantes 130a, 130b apto para reflejar una onda sonora ultrasónica.

55 En particular, como se muestra en la FIG. 3, los dos transductores ultrasónicos 120a, 120b están dispuestos en extremos opuestos 106, 107 de la sección de medición 105 en lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. En particular, como se muestra en la FIG. 4, los dos transductores ultrasónicos 120a, 120b están dispuestos en los respectivos rebajes 113, 114 formados en los lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. Los transductores ultrasónicos 120a, 120b y los rebajes 113, 114 están configurados de tal manera que los transductores 120a, 120b se  
 60 extienden dentro del pasaje de fluido 108 en una cantidad mínima para minimizar la pérdida de carga/interrupción del flujo a través del pasaje de fluido 108 causada por la presencia de los transductores ultrasónicos 120a, 120b. De forma similar, los dos elementos reflectantes 130a, 130b están dispuestos también en los extremos opuestos 106, 107 de la sección de medición 105 y en los lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. Los elementos reflectantes 130a, 130b están dispuestos en el cuerpo tubular 102 en posición opuesta a uno de los dos transductores ultrasónicos 120a, 120b. En particular, los elementos reflectantes 130a, 130b pueden estar sustancialmente alineados con los respectivos  
 65 transductores ultrasónicos 120a, 120b de tal manera que toda la onda sonora ultrasónica emitida por los transductores ultrasónicos 120a, 120b puede ser recibida por los elementos reflectantes 130a, 130b, proporcionando de este modo una lectura más precisa del recorrido 150 de la onda acústica ultrasónica a través del cuerpo tubular 102.

Como tal, el recorrido de desplazamiento 150 de la onda acústica ultrasónica a través de la sección de medición 105 incluye un primer segmento 151 que se extiende lateralmente a través de la sección de medición 105 desde el primer transductor ultrasónico 120a hasta el primer elemento reflectante 130a, un segundo segmento 152 que se extiende lateral y longitudinalmente en un ángulo A con respecto al eje longitudinal L desde el primer elemento reflectante 130a hasta el segundo elemento reflectante 130b, que está dispuesto en el extremo opuesto 107 de la sección de medición 105 y en un lado opuesto 111 del cuerpo tubular 102 desde el primer elemento reflectante 130a, y un tercer segmento 153 que se extiende lateralmente a través de la sección de medición 105 desde el segundo elemento reflectante 130b hasta el segundo transductor ultrasónico 120b. De acuerdo con el ejemplo mostrado, el ángulo A del segundo segmento 152 del recorrido 150 con respecto al eje longitudinal L es de aproximadamente 9°.

Este recorrido 150 se dirige en la misma dirección que el flujo de líquido a través del flujómetro ultrasónico 100. El recorrido de desplazamiento 150 podría dirigirse en dirección opuesta para calcular el caudal del reflujo inverso de agua a través del flujómetro ultrasónico 100. En este aspecto, el segundo transductor ultrasónico 120b emitiría y dirigiría lateralmente una onda acústica ultrasónica hacia el segundo elemento reflectante 130b. El segundo elemento reflectante 130b puede dirigir la onda acústica ultrasónica en el ángulo A a través del pasaje de fluido 108 del cuerpo tubular 102 hacia el primer elemento reflectante 130a. El primer elemento reflectante 130a puede entonces dirigir la onda sonora ultrasónica lateralmente hacia el primer transductor ultrasónico 120a.

Sin embargo, debe apreciarse, que este ángulo A puede ajustarse en función de varios factores, incluida la longitud deseada de la sección de medición 105, y, por tanto, puede ser de cualquier valor conocido como adecuado para un experto habitual en la materia. También, debe apreciarse que la configuración exacta de los transductores ultrasónicos 120a, 120b y los elementos reflectantes 130a, 130b puede ajustarse para modificar la forma exacta del recorrido 150. Por ejemplo, los elementos reflectantes 130a, 130b no necesitan estar alineados justamente con los respectivos transductores ultrasónicos 120a, 120b en la dirección longitudinal y, en su lugar, pueden estar separados de los transductores 120a, 120b en la dirección longitudinal. En consecuencia, el término "sustancialmente" como se utiliza en el presente documento se emplea para abarcar ligeras variaciones en la forma del recorrido de desplazamiento 150, incluida la precisa forma de Z descrita anteriormente. También debe apreciarse que pueden proporcionarse transductores ultrasónicos y/o elementos reflectantes adicionales en la medida en que se conozca que son adecuados para una persona normalmente versada en la técnica para lograr la recorrido de desplazamiento 150 descrita anteriormente.

La cantidad de tiempo que tarda la onda sonora ultrasónica en desplazarse por el líquido que fluye a través del flujómetro ultrasónico 100 puede determinarse utilizando los transductores ultrasónicos 120a, 120b. Los transductores ultrasónicos 120a, 120b pueden medir el tiempo medio que tarda la onda sonora ultrasónica en desplazarse a través de la sección de medición 105 del cuerpo tubular 102. La velocidad del líquido que fluye a través del flujómetro ultrasónico 100 puede determinarse dividiendo la distancia medida del recorrido 150 de la onda acústica ultrasónica entre el tiempo de tránsito medido entre los impulsos de las ondas acústicas ultrasónicas que se propagan hacia y en contra de la dirección del flujo del líquido. Usando la velocidad calculada, puede determinarse el caudal del líquido que atraviesa la sección de medición 105.

El flujómetro ultrasónico 100, mostrado en las FIGS. 1-6, puede tener una alta eficacia del haz o de la onda acústica debido a varias razones relativas a la disposición del flujómetro ultrasónico 100. Dado que el flujómetro ultrasónico 100 utiliza dos elementos reflectantes 130a, 130b, en lugar de tres elementos reflectantes, hay una amortiguación acústica mínima de las ondas sonoras ultrasónicas a través de la sección de medición 105. Durante el funcionamiento del flujómetro ultrasónico 100, la onda sonora ultrasónica emitida por los transductores ultrasónicos 120a, 120b puede experimentar amortiguación acústica cuando se dirige contra un elemento reflectante 130a, 130b. Debido a la amortiguación acústica, la onda acústica ultrasónica puede debilitarse a medida que la onda acústica ultrasónica se desplaza a lo largo del recorrido 150, afectando de este modo a las mediciones de los transductores ultrasónicos 120a, 120b. Por lo tanto, mientras menos superficies reflectantes 130a, 130b se usen, más fuerte puede permanecer la onda sonora ultrasónica, proporcionando de este modo una lectura más precisa del tiempo que tarda en pasar por el flujómetro ultrasónico 100.

El flujómetro ultrasónico 100 puede tener también una alta eficacia del haz o de la onda acústica, ya que la onda acústica ultrasónica cubre toda la sección de flujo. Como se muestra en la FIG. 3, el primer elemento reflectante 130a dirige la onda acústica ultrasónica lateral y longitudinalmente en un ángulo A hacia el segundo elemento reflectante 130b. Por lo tanto, todo el segundo segmento 152 del recorrido 150 de la onda acústica ultrasónica se dirige dentro de una sección transversal restringida del flujómetro ultrasónico 100. Como se muestra con el ángulo A en la FIG. 3, la onda acústica ultrasónica se desvía aproximadamente 9° del eje longitudinal L y de la dirección del flujo. En un aspecto, la onda sonora ultrasónica viaja sustancialmente paralela al flujo de agua a través del cuerpo tubular 102. Dado que la onda sonora ultrasónica está desplazada del flujo transversal del agua por este ángulo menor, puede obtenerse una medición más precisa y ampliada del perfil de velocidad de la onda acústica ultrasónica a través de la sección de medición mediante los transductores ultrasónicos 120a, 120b. Además, posicionando el segundo segmento 152 del recorrido 150 de la onda acústica ultrasónica a lo largo del eje longitudinal L del pasaje de fluido 108 a través del centro del cuerpo tubular 102, se garantiza que los transductores ultrasónicos 120a, 120b estén siempre húmedos. Para obtener una lectura precisa a lo largo del recorrido 150 de la onda acústica ultrasónica, los transductores

ultrasónicos 120a, 120b y los elementos reflectantes 130a, 130b deben permanecer húmedos para asegurar que la onda sonora ultrasónica viaja a través del mismo medio a lo largo de todo el recorrido 150. No es deseable que la onda sonora ultrasónica viaje a través del aire atrapado en el cuerpo tubular 102, lo que puede producirse en las superficies de los transductores ultrasónicos 120a, 120b o los elementos reflectantes 130a, 130b. De forma similar, el recorrido de desplazamiento 150 de la onda acústica ultrasónica está configurado para moverse a lo largo de la línea central del eje longitudinal L del cuerpo tubular 102, de modo que la onda acústica ultrasónica no se desplace a través de ninguna burbuja de aire que esté atrapada en la disposición de tuberías 101.

Un registrador 170 conectado operativamente a los transductores ultrasónicos 120a, 120b, como se muestra en la FIG. 3, puede proporcionarse para operar los transductores ultrasónicos 120a, 120b para emitir y recibir una onda sonora ultrasónica. El registrador 170 puede incorporar un microprocesador controlador configurado para transmitir órdenes a los transductores ultrasónicos 120a, 120b para emitir y recibir una onda ultrasónica. El controlador dentro del registrador 170 también puede recibir señales de los transductores ultrasónicos 120a, 120b que indican que se ha transmitido y recibido una onda sonora ultrasónica. El controlador dentro del registrador 170 también puede programarse para actuar como medios para medir la velocidad de la onda de sonido ultrasónico a través de la sección de medición 105 y también para calcular el caudal del líquido que fluye a través de la disposición de tuberías 101 basándose en la velocidad medida de la onda de sonido ultrasónico. El registrador 170 puede incorporar también una fuente de alimentación, tal como una batería, para alimentar el controlador y los transductores ultrasónicos 120a, 120b. Como alternativa, los transductores ultrasónicos 120a, 120b pueden estar en comunicación con un registrador remoto a través de una antena montada en el cuerpo tubular 102. La antena puede transmitir información al receptor a través de una señal de radio de baja potencia, o a través de BLUETOOTH® o un protocolo similar de comunicaciones de baja potencia, o a través de una conexión Wi-Fi. Como alternativa, los transductores ultrasónicos 120a, 120b pueden estar en comunicación con el registrador remoto a través de un enlace capacitivo. En el caso de que el registrador se proporcione a distancia, la fuente de alimentación puede estar incorporada directamente en el cuerpo tubular 102 o sobre el mismo.

Como se muestra en las FIGS. 1-6, el pasaje de fluido 108 incluye una entrada 109 definida en el primer extremo 103 del cuerpo tubular 102 y una salida 110 definida en el segundo extremo 104 del cuerpo tubular 102. Como se muestra en la FIG. 6, el pasaje de fluido 108 tiene una primera anchura W1 en la entrada 109 y la salida 110, y una segunda anchura W2 en la sección de medición 105 del cuerpo tubular 102. La primera anchura W1 del pasaje de fluido 108 en la entrada 109 y la salida 110 es mayor que la segunda anchura W2 del pasaje de fluido 108 a través de la sección de medición 105. En particular, como se muestra en las FIGS. 3 y 6, el pasaje de fluido 108 tiene una forma de sección transversal circular en la entrada 109 y la salida 110, y una forma circular ovalada u oblonga en la sección de medición 105. La superficie interior 116 del cuerpo tubular 102 está inclinada en el primer extremo 106 y en el segundo extremo 107 de la sección de medición 105, donde el pasaje de fluido 108 transita entre las formas circular ovalada y circular oblonga.

Un área de sección transversal del pasaje de fluido 108 es la misma en toda la longitud del cuerpo tubular 102 a lo largo del eje longitudinal L, incluido en la entrada 109 y la salida 110 y a través de la sección de medición 105. La reducción de la anchura del pasaje de fluido 108 en la sección de medición 105 permite un flujo más uniforme del líquido a través de la sección de medición 105 y alivia los remolinos y remolinos del flujo a través de la sección de medición 105, lo que puede interrumpir la transmisión de la onda sonora ultrasónica. La sección transversal del pasaje de fluido 108 se mantiene a lo largo de toda su longitud, incluido a través de la sección de medición 105, con el fin de evitar la modificación del caudal del líquido (aceleración y ralentización) a medida que el líquido entra y sale de la sección de medición 105.

En particular, la sección de medición 105 está configurada para crear un flujo elíptico de líquido a través del cuerpo tubular 102 en la sección de medición 105. El flujo de líquido elíptico puede moverse desde la parte superior del cuerpo tubular 102 hasta la parte inferior del cuerpo tubular 102, en lugar de lateralmente en el cuerpo tubular 102. La sección transversal del pasaje de fluido 108 a través de la sección de medición 105 se ensancha lateralmente entre los lados opuestos 111, 112 del cuerpo tubular 102. El flujo de agua elíptico proporciona una medición más precisa del tiempo que tarda la onda acústica ultrasónica en recorrer la sección de medición 105, ya que una parte sustancial del flujo de agua se desplaza a lo largo del recorrido de desplazamiento 150 de la onda acústica ultrasónica. Durante el funcionamiento del flujómetro ultrasónico 100, el flujo de líquido puede volverse turbulento al moverse a través del cuerpo tubular 102. Debido a esta turbulencia en el agua, pueden crearse burbujas de aire, que flotan en la parte superior del cuerpo tubular 102. Mediante el uso de un flujo de agua elíptica, sin embargo, cualquier burbuja creada por el flujo turbulento del agua puede dirigirse hacia la parte superior del cuerpo tubular 102, en lugar de los lados 111, 112 del cuerpo tubular 102 que sostienen los elementos reflectantes 130a, 130b y transductores ultrasónicos 120a, 120b.

Con referencia a las Figuras 3 y 4, los dos elementos reflectantes 130a, 130b están dispuestos cada uno en un soporte 131 respectivo insertado en el pasaje de fluido 108 desde un extremo 103, 104 respectivo del cuerpo tubular 102. Cada soporte 131 se inserta de forma extraíble en una ranura respectiva 117, 118 definida en la superficie interior 116 del cuerpo tubular 102 y que se extiende a lo largo del eje longitudinal L desde uno respectivo del primer extremo 103 y del segundo extremo 104 del cuerpo tubular 102 hasta la sección de medición 105. Cada soporte 131 incluye una parte de cuerpo 132 que es deslizable en las respectivas ranuras 117, 118 y una parte inclinada 133 que sujeta uno

de los elementos reflectantes 130a, 130b de tal manera que los elementos reflectantes 130a, 130b pueden extenderse dentro del pasaje de fluido 108 del cuerpo tubular 102.

5 Los elementos reflectantes 130a, 130b no se extienden tanto dentro del pasaje de fluido 108 como para bloquear el pasaje de fluido 108. Los elementos reflectantes 130a, 130b están dispuestos y posicionados adecuadamente para minimizar el área del pasaje de fluido 108 que está bloqueada por los elementos reflectantes 130a, 130b. Minimizando el área del pasaje de fluido 108 que es bloqueada por los elementos reflectantes 130a, 130b, un flujo más uniforme de fluido puede pasar a través del flujómetro ultrasónico 100.

10 La parte inclinada 133 de cada soporte 131 define una superficie inclinada 134 que sostiene el respectivo elemento reflectante 130a, 130b en un ángulo con respecto al eje longitudinal L que es apropiado para dirigir el haz de sonido ultrasónico a lo largo del recorrido de desplazamiento 150, sustancialmente en forma de Z, como se ha explicado anteriormente. El respectivo elemento reflectante 130a, 130b se monta en el soporte 131 deslizando el elemento reflectante 130a, 130b a través de una ranura 136 definida en la parte inferior de la parte de cuerpo 132 del soporte  
15 131 en la base de la parte inclinada 133 que conduce a la superficie inclinada 134. Como alternativa, los elementos reflectantes 130a, 130b pueden fijarse a la respectiva superficie inclinada 134 mediante un adhesivo o pueden moldearse en el respectivo soporte 131.

20 La parte inclinada 133 de cada soporte 131 también define una superficie inclinada opuesta 135 que es angulada y conformada para minimizar la pérdida de carga creada por la parte inclinada 133 que se extiende dentro del pasaje de fluido 108 del cuerpo tubular 102. En particular, la superficie inclinada opuesta 135 del soporte 131 está configurada para minimizar el área del pasaje de fluido 108 que está bloqueada y para mantener un flujo más uniforme a través del pasaje de fluido 108.

25 Cada soporte 131 se mantiene en su lugar dentro de la ranura respectiva 117, 118 formando un ajuste por fricción con la ranura 117, 118 para permitir una fácil instalación y extracción de los soportes 131 desde el cuerpo tubular 102. Los anillos extremos 140 también se insertan en cada uno de los extremos 103, 104 del cuerpo tubular 102 para ayudar a retener los soportes 131 en su lugar en el cuerpo tubular 102. La superficie interior 116 del cuerpo tubular 102 está parcialmente rebajada en los extremos 103, 104 a fin de formar un resalte dentro del diámetro interior del cuerpo  
30 tubular 102 en cada uno de los extremos 103, 104 para recibir los anillos extremos 140. Debe apreciarse que los elementos reflectantes 130a, 130b pueden montarse en la disposición de tuberías 101 mediante otras técnicas, tal como insertarse a través de ranuras en el cuerpo tubular 102 o ensamblarse en cuerpos insertados en rebajes definidos en el cuerpo tubular 102, o de acuerdo con cualquier otra técnica de ensamblaje que resulte adecuada para aquellos expertos en la materia.

35 Con referencia a las Figuras 7 y 8, se muestra un flujómetro ultrasónico 200 de acuerdo con otro ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. El flujómetro ultrasónico 200, mostrado en las FIGS. 7 y 8, es sustancialmente similar al flujómetro ultrasónico 100 comentado anteriormente haciendo referencia a las Figs. 1-6 excepto en lo que se refiere a ciertos aspectos, que se explicarán con mayor detalle a continuación. En consecuencia, los aspectos  
40 anteriormente considerados del flujómetro ultrasónico 100 mostrado en las FIGS. 1-6 deben considerarse aplicables al flujómetro ultrasónico 200 mostrado en las FIGS. 7 y 8, y viceversa, a menos que se indique explícitamente de otra manera.

45 Como se muestra en la FIG. 7, el flujómetro ultrasónico 200 incluye una disposición de tuberías 201 que tiene un cuerpo tubular 202 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal L desde un primer extremo 203 hasta un segundo extremo 204. El cuerpo tubular 202 incluye una sección de medición 205 dispuesta dentro del cuerpo tubular 202 intermedia entre el primer extremo 203 y el segundo extremo 204. El cuerpo tubular 202 define un pasaje de fluido 208 que se extiende a lo largo del eje longitudinal L a través del cuerpo tubular 202 desde el primer extremo 203 hasta el segundo extremo 204. El dispositivo 200 incluye también dos transductores ultrasónicos 220a, 220b, que están  
50 separados a lo largo del eje longitudinal L, dispuestos en lados opuestos 211, 212 del cuerpo tubular 202. El dispositivo 200 incluye además dos elementos reflectantes 230a, 230b, que están separados a lo largo del eje longitudinal L, dispuestos en los lados opuestos 211, 212 del cuerpo tubular 202. Con referencia a la FIG. 7, la disposición de tuberías 201 puede incluir una base 260 que se extiende desde el lado inferior del cuerpo tubular 202, que está configurada para soportar la disposición de tuberías 201 sobre una superficie de suelo. Una pluralidad de aletas 215 de resistencia y rigidez se extienden desde y alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 202. La disposición de tuberías 201 puede incluir también un soporte 262 que se extiende desde el lado superior del cuerpo tubular 202. El soporte 262 está configurado para soportar un dispositivo auxiliar, tal como un registrador 270 (mostrado en la FIG. 8) o una antena, en la disposición de tuberías 201.

60 Como se muestra en la FIG. 8, los dos transductores ultrasónicos 220a, 220b generan y reciben, respectivamente, una onda sonora ultrasónica. Los dos elementos reflectantes 230a, 230b dirigen la onda acústica ultrasónica a través del pasaje de fluido 208 en la sección de medición 205 del cuerpo tubular 202 desde uno de los transductores ultrasónicos 220a al otro de los transductores ultrasónicos 220b en un recorrido de desplazamiento 250 que tiene sustancialmente forma de Z.

65 En particular, los transductores ultrasónicos 220a, 220b están configurados para emitir una onda acústica ultrasónica

a través del cuerpo tubular 202 y para recibir la onda acústica ultrasónica emitida. Un transductor ultrasónico 220a puede configurarse específicamente como transmisor para emitir la onda sonora ultrasónica, mientras que el otro 220b puede estar configurado específicamente como sensor o receptor para recibir la onda sonora ultrasónica. Como alternativa, ambos transductores ultrasónicos 220a, 220b pueden configurarse como transceptores capaces tanto de transmitir como de recibir una onda sonora ultrasónica. Los dos elementos reflectantes 230a, 230b están hechos de un material metálico o están recubiertos con una superficie metálica o reflectante de otro tipo que hace que los elementos reflectantes 230a, 230b apto para reflejar una onda sonora ultrasónica.

En particular, como se muestra en la FIG. 8, los dos transductores ultrasónicos 220a, 220b están dispuestos en extremos opuestos 206, 207 de la sección de medición 205 en lados opuestos 211, 212 del cuerpo tubular 202. En particular, los dos transductores ultrasónicos 220a, 220b están dispuestos en los respectivos rebajes 213, 214 formados en los lados opuestos 211, 212 del cuerpo tubular 202. Los dos transductores ultrasónicos pueden retenerse en los respectivos rebajes 213, 214 mediante bandas 261 que se extienden alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 202 sobre los transductores ultrasónicos 220a, 220b, tal y como se muestra en las FIGS. 7 y 8. Las bandas 261 pueden servir también para proteger los transductores 220a, 220b del desgaste y los daños ambientales.

Los dos elementos reflectantes 230a, 230b están dispuestos también en los extremos opuestos 206, 207 de la sección de medición 205 y en los lados opuestos 211, 212 del cuerpo tubular 202. Los elementos reflectantes 230a, 230b están dispuestos en el cuerpo tubular 202 en posición opuesta a uno de los dos transductores ultrasónicos 220a, 220b. En particular, los elementos reflectantes 230a, 230b pueden estar sustancialmente alineados con los respectivos transductores ultrasónicos 220a, 220b de tal manera que toda la onda sonora ultrasónica emitida por los transductores ultrasónicos 220a, 220b puede ser recibida por los elementos reflectantes 230a, 230b, proporcionando de este modo una lectura más precisa del recorrido 250 de la onda acústica ultrasónica a través del cuerpo tubular 202.

Como tal, el recorrido de desplazamiento 250 de la onda acústica ultrasónica a través de la sección de medición 205 incluye un primer segmento 251 que se extiende lateralmente a través de la sección de medición 205 desde el primer transductor ultrasónico 220a hasta el primer elemento reflectante 230a, un segundo segmento 252 que se extiende lateral y longitudinalmente en un ángulo A con respecto al eje longitudinal L desde el primer elemento reflectante 230a hasta el segundo elemento reflectante 230b, que está dispuesto en el extremo opuesto 207 de la sección de medición 205 y en un lado opuesto 211 del cuerpo tubular 202 desde el primer elemento reflectante 230a, y un tercer segmento 253 que se extiende lateralmente a través de la sección de medición 205 desde el segundo elemento reflectante 230b hasta el segundo transductor ultrasónico 220b. De acuerdo con el ejemplo mostrado, el ángulo A del segundo segmento 252 del recorrido 250 con respecto al eje longitudinal L es de aproximadamente 9°.

Un registrador 270 conectado operativamente a los transductores ultrasónicos 220a, 220b, como se muestra en la FIG. 8, puede proporcionarse para operar los transductores ultrasónicos 220a, 220b para emitir y recibir una onda sonora ultrasónica. El registrador 270 puede incorporar un microprocesador controlador configurado para transmitir órdenes a los transductores ultrasónicos 220a, 220b para emitir y recibir una onda ultrasónica. El controlador dentro del registrador 270 también puede recibir señales de los transductores ultrasónicos 220a, 220b que indican que se ha transmitido y recibido una onda sonora ultrasónica. El controlador dentro del registrador 270 también puede programarse para actuar como medios para medir la velocidad de la onda de sonido ultrasónico a través de la sección de medición 205 y también para calcular el caudal del líquido que fluye a través de la disposición de tuberías 201 basándose en la velocidad medida de la onda de sonido ultrasónico. El registrador 270 puede incorporar también una fuente de alimentación, tal como una batería, para alimentar el controlador y los transductores ultrasónicos 220a, 220b. Como alternativa, los transductores ultrasónicos 220a, 220b pueden estar en comunicación con un registrador remoto a través de una antena montada en el cuerpo tubular 202. La antena puede transmitir información al receptor a través de una señal de radio de baja potencia, o a través de BLUETOOTH® o un protocolo similar de comunicaciones de baja potencia, o a través de una conexión Wi-Fi. Como alternativa, los transductores ultrasónicos 220a, 220b pueden estar en comunicación con el registrador remoto a través de un enlace capacitivo. En el caso de que el registrador se proporcione a distancia, la fuente de alimentación puede estar incorporada directamente en el cuerpo tubular 202 o sobre el mismo.

Como se muestra en las FIGS. 7 y 8, el pasaje de fluido 208 incluye una entrada 209 definida en el primer extremo 203 del cuerpo tubular 202 y una salida 210 definida en el segundo extremo 204 del cuerpo tubular 202. Como se ha considerado anteriormente con respecto al flujómetro ultrasónico 100 como se muestra en la FIG. 6, el pasaje de fluido 208 tiene una primera anchura en la entrada 209 y la salida 210, y una segunda anchura en la sección de medición 205 del cuerpo tubular 202. La primera anchura del pasaje de fluido 208 en la entrada 209 y la salida 210 es mayor que la segunda anchura del pasaje de fluido 208 a través de la sección de medición 205. En particular, el pasaje de fluido 208 tiene una forma de sección transversal circular en la entrada 209 y la salida 210, y una forma circular ovalada u oblonga en la sección de medición 205. Una superficie interior 216 del cuerpo tubular 202 está inclinada en el primer extremo 206 y en el segundo extremo 207 de la sección de medición 205, donde el pasaje de fluido 208 transita entre las formas circular ovalada y circular oblonga.

Un área de sección transversal del pasaje de fluido 208 es la misma en toda la longitud del cuerpo tubular 202 a lo largo del eje longitudinal L, incluido en la entrada 209 y la salida 210 y a través de la sección de medición 205. La

reducción de la anchura del pasaje de fluido 208 en la sección de medición 205 permite un flujo más uniforme del líquido a través de la sección de medición 205 y alivia los remolinos y remolinos del flujo a través de la sección de medición, lo que puede interrumpir la transmisión de la onda sonora ultrasónica. La sección transversal del pasaje de fluido 208 se mantiene a lo largo de toda su longitud, incluido a través de la sección de medición 205, con el fin de evitar la modificación del caudal del líquido (aceleración y ralentización) a medida que el líquido entra y sale de la sección de medición 205.

Como se muestra en las FIGS. 7 y 8, en la entrada 209 del pasaje de fluido 208 puede disponerse un elemento filtrante 240 y disponerse dentro de un resalte definido en la superficie interior 216 del cuerpo tubular 202 en el primer extremo 203 del cuerpo tubular 202. El elemento filtrante 240 está previsto en la entrada 209 para impedir que el flujo de líquido arrastre residuos de mayor tamaño, tales como rocas o grava, del cuerpo tubular 202 a la sección de medición 205, donde los residuos podrían dañar los transductores ultrasónicos 220a, 220b o los elementos reflectantes 230a, 230b.

Con referencia a las FIGS. 8-11, los dos elementos reflectantes 230a, 230b están dispuestos cada uno en un soporte 231 respectivo insertado en el pasaje de fluido 208 desde un extremo 203, 204 respectivo del cuerpo tubular 202. Cada soporte 231 se inserta de forma extraíble en una ranura respectiva 217, 218 definida en la superficie interior 216 del cuerpo tubular 202 y que se extiende a lo largo del eje longitudinal L desde uno respectivo del primer extremo 203 y el segundo extremo 204 del cuerpo tubular 202 hasta la sección de medición 205. Cada soporte 231 incluye una parte de cuerpo 232 que es deslizable en las respectivas ranuras 217, 218 y una parte inclinada 233 que sujeta uno de los elementos reflectantes 230a, 230b de tal manera que los elementos reflectantes 230a, 230b pueden extenderse dentro del pasaje de fluido 208 del cuerpo tubular 202.

Como se muestra en las FIGS. 9 y 10, la parte inclinada 233 del soporte 231 define una superficie inclinada 234 que sostiene un elemento reflectante 230 en un ángulo con respecto al eje longitudinal L que es apropiado para dirigir el haz de sonido ultrasónico a lo largo del recorrido de desplazamiento 250 sustancialmente en forma de Z, como se ha explicado anteriormente. El elemento reflectante 230 está moldeado en la parte inclinada 233 del soporte 231. Para ese fin, el elemento reflectante 230 puede incluir una pluralidad de pestañas 236, mostradas en la FIG. 11, para formar un enganche positivo entre el elemento reflectante 230 y el soporte 231 a medida que el soporte 231 se moldea alrededor del elemento reflectante 230. Adicionalmente, como se muestra en la FIG. 11, el elemento reflectante 230 es simétrico para simplificar el proceso de moldeo al soporte 231.

Como se muestra en la FIG. 9, la parte inclinada 233 del soporte 231 define también una superficie inclinada opuesta 235 que está angulada y conformada para minimizar la pérdida de carga creada por la parte inclinada 233 que se extiende hacia el pasaje de fluido 208 del cuerpo tubular 202. En particular, la superficie inclinada opuesta 235 del soporte 231 está configurada para minimizar el área del pasaje de fluido 208 que está bloqueada y mantener un flujo más uniforme a través del pasaje de fluido 208.

Con referencia a las FIGS. 8-10, cada soporte 231 se mantiene en su lugar dentro de la ranura respectiva 217, 218 formando un ajuste por fricción con la ranura 217, 218 para permitir una fácil instalación y extracción de los soportes 231 desde el cuerpo tubular 202. Adicionalmente, cada soporte 231 incluye una pluralidad de salientes 237 en los laterales del cuerpo 232 del soporte 231 y en el extremo del cuerpo 232. Las protuberancias 237 de los soportes 231 se deslizan dentro de los correspondientes rebajes (no mostrados) formados con las ranuras 217, 218 en la superficie interior 216 del cuerpo tubular 202 y encajan en los rebajes para retener los soportes 231 dentro de las ranuras 217, 218.

De acuerdo con un ejemplo de la divulgación, la disposición de tuberías 101, 201 está hecha de un material plástico. En particular, la disposición de tuberías 101, 201 puede estar hecha de un termoplástico de fibra inyectada, tal como sulfuro de polifenileno (PPS) o poliftalamida (PPA). Las tuberías 101, 201 también pueden ser de policloruro de vinilo (PVC). La disposición de tuberías 101, 201 puede ser un vidrio polimérico moldeado unitario, tal como fibra de vidrio. La disposición de tuberías 101, 202 puede ser una parte de una red de tuberías mayor configurada para suministrar agua a edificios residenciales o comerciales. El flujómetro ultrasónico 100, 200 puede ser una unidad modular que se instala en tuberías preexistentes.

El flujómetro ultrasónico 100, 200 tiene una gran estabilidad estructural que ayuda a crear un flujo uniforme de agua a través del flujómetro ultrasónico 100, 200. El flujómetro ultrasónico 100, 200 también proporciona una medición altamente precisa de la velocidad del flujo de agua a través del cuerpo tubular 102, 202. Esta medición de alta precisión permite calcular con gran exactitud el caudal del líquido que atraviesa el cuerpo tubular 102, 202. Además, el flujómetro ultrasónico 100, 200 experimenta una menor pérdida de carga en el flujo de agua a través del cuerpo tubular 102, 202, lo que crea un flujo de agua más estable a través del flujómetro ultrasónico 100, 200. Un flujo de líquido más estable permite al flujómetro ultrasónico 100, 200 obtener una medición más precisa de la velocidad del flujo de líquido, lo que se haría más difícil con más turbulencias en la corriente de líquido. La pérdida de carga del flujo de líquido se reduce en el flujómetro ultrasónico 100, 200 minimizando la distancia hasta la que se los elementos reflectantes 130a, 130b, 230a, 230b se extienden dentro del pasaje de fluido 108, 208. Reduciendo la parte de los elementos reflectantes 130a, 130b, 230a, 230b que está expuesta en el pasaje de fluido 108, 208, también se reducen las obstrucciones en el pasaje de fluido 108, 208 que podrían crear una pérdida de carga en el flujo de líquido. Además, reduciendo la parte de los elementos reflectantes 130a, 130b, 230a, 230b que está expuesta en el pasaje de fluido 108, 208, un operario

del flujómetro ultrasónico 100, 200 es capaz de ver a través del pasaje de fluido 108, 208 del cuerpo tubular 102, 202 desde la entrada 109, 209 hasta la salida 110, 210. Dado que hay obstrucciones mínimas en el pasaje de fluido 108, 208, el operario puede mirar a través del cuerpo tubular 102, 202 de extremo a extremo para la inspección o el mantenimiento del flujómetro ultrasónico 100, 200.

5 Con referencia a las FIGS. 1-11, un método de montar un flujómetro ultrasónico 100, 200 de acuerdo con un ejemplo de la divulgación incluye insertar de forma removible los soportes 131, 231 que llevan los elementos reflectantes 130a, 130b, 230a, 230b en las ranuras 117, 118, 217, 218 formadas en la superficie interior 116, 216 del cuerpo tubular 102, 202. Los anillos extremos 140 pueden insertarse en el primer extremo 103 y en el segundo extremo 104 del cuerpo tubular 102 para retener los soportes 131 en las ranuras 117, 118. Los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b se insertan en los respectivos rebajes 113, 114, 213, 214 definidos en los lados opuestos 111, 112, 211, 212 del cuerpo tubular 102, 202. Las bandas 261 pueden colocarse a continuación alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuerpo tubular 202 para retener los transductores ultrasónicos 220a, 220b en su sitio. El cuerpo tubular 102, 202 puede a continuación instalarse en un sistema de tuberías más grande (no mostrado).

15 Con referencia adicional a las FIGS. 1 y 11, un método de medición de un caudal de un líquido a través de un dispositivo de medición de caudal 100, 200 incluye proporcionar un dispositivo de medición de caudal 100, 200 como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las FIGS. 1-6 o a las FIGS. 7-11. El método incluye además la creación de un flujo de líquido a través de la disposición de tuberías 101, 201; generar una onda sonora ultrasónica con uno de los transductores ultrasónicos 120a, 220a; dirigir la onda acústica ultrasónica con los elementos reflectantes 130a, 130b, 230a, 230b a lo largo de un recorrido de desplazamiento 150, 250 a través del pasaje de fluido 108, 208 en la sección de medición 105, 205 del cuerpo tubular 102, 202 desde los transductores ultrasónicos 120a, 220a que generan la onda sonora ultrasónica a los otros transductores ultrasónicos 120b, 220b, teniendo el recorrido de desplazamiento 150, 250 forma de Z; recibir la onda sonora ultrasónica en los otros transductores ultrasónicos 120b, 220b; medir una velocidad de la onda acústica ultrasónica a través de la sección de medición 105, 205; y calcular el caudal del líquido en función de la velocidad medida de la onda acústica ultrasónica. De acuerdo con un ejemplo de la divulgación, los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b están en comunicación con un registrador 170, 270, que incluye un microprocesador controlador que ordena a los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b a transmitir la onda sonora ultrasónica y recibe datos de los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b para medir la velocidad de la onda acústica ultrasónica a través de la sección de medición 105, 205 y calcular el caudal del líquido a través de la sección de medición 105, 205 basándose en la velocidad medida. De acuerdo con este ejemplo, el microprocesador controlador actúa como medio de medición de la velocidad y de cálculo del caudal del líquido.

### 35 Dispositivo metálico y termoplástico de flujómetro ultrasónico

Ciertas instalaciones de un dispositivo de flujómetro ultrasónico requieren que el dispositivo tenga una mayor resistencia o durabilidad de material que la que puede proporcionar una construcción puramente termoplástica y, por tanto, hacen necesario que el dispositivo esté provisto de una construcción metálica. También, los códigos locales y las leyes de determinadas jurisdicciones exigen que los contadores de agua instalados tengan una construcción metálica. En consecuencia, un dispositivo de flujómetro ultrasónico puramente termoplástico no es una solución para todos los consumidores. Sin embargo, se ha observado que el material metálico afecta negativamente a las propiedades acústicas de un flujómetro ultrasónico, lo que interfiere en la medición precisa del caudal en un dispositivo de flujómetro ultrasónico. De acuerdo con el ejemplo de las FIGS. 12-33 de la presente divulgación, se proporciona un dispositivo de flujómetro ultrasónico 500, 600 que incluye una construcción exterior metálica para satisfacer las exigencias de resistencia del material y/o del código local y una construcción interior polimérica/termoplástica que proporciona un perfeccionamiento de las propiedades acústicas para transmitir una onda ultrasónica a través del dispositivo medidor en comparación con una construcción puramente metálica.

50 Con referencia a las FIGS. 12-21, se muestra un dispositivo de flujómetro ultrasónico 500 de acuerdo con un ejemplo que no forma parte de la invención reivindicada. El dispositivo de flujómetro ultrasónico 500 mostrado en las FIGS. 12-21 es sustancialmente similar al flujómetro ultrasónico 100, 200 analizado anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11 excepto en lo que respecta a ciertos aspectos, que se explicarán con mayor detalle a continuación. El dispositivo 500 incluye una disposición de tuberías 501 que tiene un cuerpo tubular 502 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo 503 hasta un segundo extremo 504. Una entrada 508 de la disposición de tuberías 501 está formada en el primer extremo 503 y una salida 509 está formada en el segundo extremo 504. El cuerpo tubular 502 incluye una sección de medición 532 dispuesta dentro del cuerpo tubular 502 intermedia entre el primer extremo 503 y el segundo extremo 504. El cuerpo tubular 502 define un pasaje de fluido 531 que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular 502 desde el primer extremo 503 hasta el segundo extremo 504.

65 El dispositivo 500 incluye también dos transductores ultrasónicos 523, 524, que están separados a lo largo del eje longitudinal, dispuestos en lados opuestos 506, 507 del cuerpo tubular 502. De acuerdo con un ejemplo, los transductores ultrasónicos 523, 524 del dispositivo 500 son los mismos que los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b se han considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11. El dispositivo 500 incluye además dos elementos reflectantes (no mostrados en las FIGS. 12-21), que están separados a lo largo

del eje longitudinal, dispuestos en los lados opuestos 506, 507 del cuerpo tubular 502. De acuerdo con un ejemplo, los elementos reflectantes provistos con el dispositivo 500 son los mismos que los elementos reflectantes 230 tratados anteriormente con referencia al ejemplo de las FIGS. 7-11.

5 Con referencia a las FIGS. 12-21, la disposición de tuberías 501 del dispositivo 500 incluye un cuerpo de tubería exterior 510 fabricado de un material metálico. El cuerpo exterior de tubería 510 es un tubo redondo o cilíndrico que tiene un exterior 516 y una superficie interior 517 que define un diámetro interior ID, como se muestra en la FIG. 18. De acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación, el material metálico es acero inoxidable, latón o bronce, aunque debe apreciarse que cualquier material metálico adecuado, tal como hierro o aluminio, puede usarse para formar el  
 10 cuerpo exterior de tubería 510. Como se muestra en las FIGS. 12-15 y 19-21, la disposición de tuberías 501 incluye también un manguito interior 530 de material polimérico. El manguito interior 530 está dispuesto dentro del cuerpo exterior de tubería 510. El manguito interior 530 tiene una superficie exterior 533 que define un diámetro exterior OD y una superficie interior 534. La disposición de tuberías 501 incluye además un sujetador 525 proporcionado para asegurar longitudinalmente el manguito interior 530 dentro del cuerpo exterior de tubería 510. El manguito interior 530 define la sección de medición 532 y el pasaje de fluido 531 de la disposición de tuberías 501 de tal manera que se  
 15 minimizan los efectos negativos del material metálico del cuerpo exterior de tubería 510 sobre la transmisión de la onda ultrasónica entre los transductores ultrasónicos 523, 524, si no es que se eliminan.

20 Como se muestra en las FIGS. 12 y 13, la disposición de tuberías 501 puede incluir también una parte exterior 520 dispuesta alrededor de una parte central de un exterior 516 del cuerpo exterior de tubería 510. La parte exterior 520 puede estar formada de un material adecuado e incluye una base 521 que se extiende desde el lado inferior del cuerpo tubular 502, que está configurada para soportar la disposición de tuberías 501 sobre una superficie de suelo. La parte exterior 520 puede incluir también un soporte 522 que se extiende desde el lado superior del cuerpo tubular 502. El soporte 522 está configurado para soportar un dispositivo auxiliar, tal como un registrador o una antena (no mostrados),  
 25 en la disposición de tuberías 502.

30 Como se ha considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11, los transductores ultrasónicos 523, 524 y los elementos reflectantes están dispuestos dentro de la disposición de tuberías 501 para dirigir una onda acústica ultrasónica a través del pasaje de fluido 531 en la sección de medición 532 del cuerpo tubular 502 desde uno de los transductores ultrasónicos 523 al otro de los transductores ultrasónicos 524 en un recorrido de desplazamiento que tiene sustancialmente forma de Z.

35 Como se muestra en las FIGS. 12 y 13 y como se ha considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11, los transductores ultrasónicos 523, 524 están dispuestos en extremos opuestos de la sección de medición 532 en lados opuestos 506, 507 del cuerpo tubular 502. Como se muestra en las FIGS. 12-17, el cuerpo exterior de tubería 510 incluye bandas 514, 515 que rodean el exterior 516 del cuerpo exterior de tubería 510. Cada una de las bandas 514, 515 incluye un rebaje/abertura respectivo 511, 512 definido en la misma para recibir los transductores 523, 524 en su interior para soportar los transductores 523, 524 en la disposición de tuberías 501. El manguito interior 530 incluye las correspondientes aberturas 535, 536 que se extienden a través del manguito interior  
 40 530 (véase FIG. 20). Cada abertura 535, 536 del manguito interior 530 se alinea con un respectivo rebaje/abertura 511, 512 del cuerpo exterior de tubería 510. Los respectivos rebajes/aberturas 511, 512 del cuerpo exterior de tubería 510 y las aberturas del manguito interior 530 definen asientos para los transductores ultrasónicos 523, 524 y colocan los transductores ultrasónicos 523, 524 en comunicación con la sección de medición 532.

45 Como se muestra en las FIGS. 13 y 20, el manguito interior 530 incluye una primera ranura 540 y una segunda ranura 541 definidas en la superficie interior 534. La primera y segunda ranuras 540, 541 son similares a las ranuras 217, 218 que se han hecho referencia a las FIGS. 7-11 y están configuradas para recibir los soportes 231 que sostienen los elementos reflectantes 230 dentro del pasaje de fluido 531 en los extremos de la sección de medición 532.

50 De acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación, los transductores 523, 524, elementos reflectantes, y la sección de medición 532 del dispositivo de flujómetro ultrasónico 500 están dispuestos y configurados para dirigir el flujo y transmitir una onda ultrasónica en forma de Z de la misma manera que los componentes correspondientes de los dispositivos de flujómetro ultrasónicos 100, 200 analizados anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11, de tal manera que el dispositivo de flujómetro ultrasónico 500 funciona y mide el flujo de la misma manera que los dispositivos  
 55 de flujómetro ultrasónicos 100, 200 analizados anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11. De acuerdo con este ejemplo, la sección de medición 532 tiene la misma forma y configuración que las secciones de medición 105, 205 de los dispositivos 100, 200 mencionados anteriormente. También de acuerdo con este ejemplo, los transductores ultrasónicos 523, 524 están configurados para comunicarse con un registrador (no mostrado) para medir el flujo a través del dispositivo 500 y transmitir la información de medición a una empresa de servicios públicos, como se ha discutido en detalle anteriormente.  
 60

65 Con referencia a las FIGS. 12-21, el dispositivo 500 se monta insertando el manguito interior 530 en el cuerpo exterior de tubería 510. El manguito interior 530 incluye un rebaje 537 definido en la superficie exterior 533 que se alinea con un rebaje/apertura 513 formado en el cuerpo exterior de tubería 510. El rebaje/abertura 513 del cuerpo exterior de tubería 510 y el rebaje 537 del manguito interior 530 reciben el sujetador 525, que fija longitudinalmente el manguito interior 530 dentro del cuerpo exterior de tubería 510. Un miembro o junta de estanqueidad 526 está dispuesto en el

5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50  
 55  
 60  
 65

sujetador 525 para sellar el enganche entre el sujetador 525 y el cuerpo exterior de tubería 510 para minimizar las fugas a través del rebaje/abertura 513. El montaje del sujetador 525 dentro del rebaje/abertura 513 del cuerpo de la tubería exterior 510 y del rebaje 537 del manguito interior 510 alinea también los rebajes/aberturas 511, 512 del cuerpo de la tubería exterior 510 con las respectivas aberturas 535, 536 del manguito interior 530 para permitir el montaje de los transductores 523, 524 en la disposición de tuberías 501 en comunicación con la sección de medición 532, como se ha explicado anteriormente. Como se muestra en las FIGS. 12, 13 y 15, la parte exterior 520 se monta en el cuerpo exterior de tubería 510 sobre el sujetador 525.

Como se muestra en las FIGS. 12-21, el diámetro exterior OD de la superficie exterior 533 del manguito interior 530 se elige de manera que proporcione un ajuste lo más estrecho posible con el diámetro interior ID de la superficie interior 517 del cuerpo exterior de tubería 510, permitiendo al mismo tiempo que el manguito interior 530 se inserte en el cuerpo exterior de tubería 510 con el fin de minimizar las fugas entre el manguito interior 530 y el cuerpo exterior de tubería 510. Un surco circunferencial 539 está definido en la superficie exterior 533 del manguito interior 530. El surco 539 recibe un miembro o junta de estanqueidad 538 en su interior. Cuando el manguito interior 530 se inserta en el cuerpo exterior de tubería 510, la junta 538 está acoplada entre la superficie exterior 533 del manguito interior 530 y la superficie interior 517 del cuerpo exterior de tubería 510 con el fin de sellar el acoplamiento entre la superficie exterior 533 del manguito interior y la superficie interior 517 del cuerpo exterior de tubería 510 y minimizar aún más las fugas entre el manguito interior 530 y el cuerpo exterior de tubería 510. También, como se muestra en la FIG. 19, el manguito interior 530 puede estar formado por una pluralidad de aletas 542 dispuestas en una patrón de rejilla en la superficie exterior 533 en la sección de medición 532. Las aletas 542 se proporcionan para reforzar estructuralmente el manguito interior 530 en la sección de medición 532 y conformar la dimensión exterior del manguito interior 530 en la sección de medición 532 con el diámetro exterior OD para fines de montaje del manguito interior 530 dentro del cuerpo exterior de tubería 510.

Con referencia a las FIGS. 22-30, se muestra un dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. El dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 mostrado en las FIGS. 22-30 es sustancialmente similar al flujómetro ultrasónico 100, 200 analizado anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11 excepto en lo que respecta a ciertos aspectos, que se explicarán con mayor detalle a continuación. El dispositivo 600 incluye una disposición de tuberías 601 que tiene un cuerpo tubular 602 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo 603 hasta un segundo extremo 604. Una entrada 607 de la disposición de tuberías 601 está formada en el primer extremo 603 y una salida 608 está formada en el segundo extremo 604. El cuerpo tubular 602 incluye una sección de medición 632 dispuesta dentro del cuerpo tubular 602 intermedia entre el primer extremo 603 y el segundo extremo 604. El cuerpo tubular 602 define un pasaje de fluido 631 que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular 602 desde el primer extremo 603 hasta el segundo extremo 604.

El dispositivo 600 incluye también dos transductores ultrasónicos 620, 621, que están separados a lo largo del eje longitudinal, dispuestos en lados opuestos 605, 606 del cuerpo tubular 602. De acuerdo con un ejemplo, los transductores ultrasónicos 620, 621 del dispositivo 600 son los mismos que los transductores ultrasónicos 120a, 120b, 220a, 220b se han considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11. El dispositivo 600 incluye además dos elementos reflectantes (no mostrados en las FIGS. 22-30), que están separados a lo largo del eje longitudinal, dispuestos en los lados opuestos 605, 606 del cuerpo tubular 602. De acuerdo con un ejemplo, los elementos reflectantes provistos dentro del dispositivo 600 son los mismos que los elementos reflectantes 230 tratados anteriormente con referencia al ejemplo de las FIGS. 7-11.

Con referencia a las FIGS. 22-30, la disposición de tuberías 601 del dispositivo 600 incluye un cuerpo de tubería exterior 610 fabricado de un material metálico. El cuerpo exterior de tubería 610 es una tubería redonda o cilíndrica formada con una parte estrecha de forma ovalada 613 en la ubicación de la sección de medición 632 dentro del cuerpo tubular 602. El cuerpo exterior de tubería 610 tiene un exterior 616 y una superficie interior 617. De acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación, el material metálico es acero inoxidable, latón o bronce, aunque debe apreciarse que cualquier material metálico adecuado, tal como hierro o aluminio, puede usarse para formar el cuerpo exterior de tubería 610. La disposición de tuberías 601 incluye también un manguito interior 630 de material polimérico. El manguito interior 630 está dispuesto dentro del cuerpo exterior de tubería 610. En particular, el manguito interior 630 se sobremoldea en la superficie interior 617 del cuerpo exterior de tubería 610 mediante un proceso de moldeo por inyección. El manguito interior 630 está moldeado con una superficie interior 634 que define la sección de medición 632 y el pasaje de fluido 631 de la disposición de tuberías 601 de tal manera que se minimizan los efectos negativos del material metálico del cuerpo exterior de tubería 610 sobre la transmisión de la onda ultrasónica entre los transductores ultrasónicos 620, 621, si no es que se eliminan. Aunque no se muestra, debe apreciarse que el dispositivo 600 puede incluir además una parte exterior similar a la parte exterior 520 analizada anteriormente con referencia a las Figs. 12-21 ensamblada en el exterior 616 del cuerpo exterior de tubería 610.

Como se ha considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11, los transductores ultrasónicos 620, 621 y los elementos reflectantes están dispuestos dentro de la disposición de tuberías 601 para dirigir una onda acústica ultrasónica a través del pasaje de fluido 631 en la sección de medición 632 del cuerpo tubular 602 desde uno de los transductores ultrasónicos 620 al otro de los transductores ultrasónicos 621 en un recorrido de desplazamiento que tiene sustancialmente forma de Z.

Como se muestra en las FIGS. 22 y 23 y como se ha considerado anteriormente haciendo referencia a los ejemplos de las FIGS. 1-11, los transductores ultrasónicos 620, 621 están dispuestos en extremos opuestos de la sección de medición 632 en lados opuestos 605, 606 del cuerpo tubular 602. Como se muestra en las FIGS. 22-26, el cuerpo exterior de tubería 610 incluye bandas 614, 615 que rodean el exterior 616 del cuerpo exterior de tubería 610. Cada una de las bandas 614, 615 incluye una abertura respectiva 611, 612 definida en la misma para recibir los transductores 620, 621 en su interior para soportar los transductores 620, 621 en la disposición de tuberías 601. Como se muestra en las FIGS. 22-24 y 28-30, durante el proceso de moldeo por inyección, el manguito interior 630 está formado dentro del cuerpo exterior de tubería 610 para definir rebajes/aberturas 635, 636 que se extienden hacia arriba en las respectivas aberturas 611, 612 del cuerpo exterior de tubería 610 para definir asientos para los transductores ultrasónicos 620, 621 y colocar los transductores ultrasónicos 620, 621 en comunicación con la sección de medición 632.

Como se muestra en las FIGS. 23 y 29, el manguito interior 630 está formado por una primera ranura 637 y una segunda ranura 638 definidas en la superficie interior 634. La primera y segunda ranuras 637, 638 son similares a las ranuras 217, 218 que se han hecho referencia a las FIGS. 7-11 y están configuradas para recibir los soportes 231 que sostienen los elementos reflectantes 230 dentro del pasaje de fluido 631 en los extremos de la sección de medición 632.

De acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación, los transductores 620, 621, elementos reflectantes, y la sección de medición 632 del dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 están dispuestos y configurados para dirigir el flujo y transmitir una onda ultrasónica en forma de Z de la misma manera que los componentes correspondientes de los dispositivos de flujómetro ultrasónicos 100, 200 analizados anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11, de tal manera que el dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 funciona y mide el flujo de la misma manera que los dispositivos de flujómetro ultrasónicos 100, 200 analizados anteriormente con referencia a las FIGS. 1-11. De acuerdo con este ejemplo, la sección de medición 632 tiene la misma forma y configuración que las secciones de medición 105, 205 de los dispositivos 100, 200 mencionados anteriormente. También de acuerdo con este ejemplo, los transductores ultrasónicos 620, 621 están configurados para comunicarse con un registrador (no mostrado) para medir el flujo a través del dispositivo 600 y transmitir la información de medición a una empresa de servicios públicos, como se ha discutido en detalle anteriormente.

Con referencia a las FIGS. 22-30, se proporciona un proceso para fabricar el dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. Se proporciona el cuerpo exterior de tubería 610 hecho del material metálico. El cuerpo exterior de tubería 610 tiene un interior hueco que define una superficie interior 617. El cuerpo exterior de tubería 610 se coloca dentro de una máquina de moldeo por inyección y un manguito interior 630 hecho de un material polimérico se moldea por inyección sobre la superficie interior 617 del cuerpo exterior de tubería 610. El cuerpo exterior de tubería 610 y el manguito sobremoldeado interior 630 forman una disposición de tuberías 601 que incluye un cuerpo tubular 602 que se extiende a lo largo de un eje longitudinal desde un primer extremo 603 hasta un segundo extremo 604 y una sección de medición 632 dispuesta intermedia entre el primer extremo 603 y el segundo extremo 604. El cuerpo tubular 602 define un pasaje de fluido 631 que se extiende a lo largo del eje longitudinal a través del cuerpo tubular 602 desde el primer extremo 603 hasta el segundo extremo 604.

En particular, el cuerpo exterior de tubería 610 está conformado para proporcionar definición al pasaje de fluido 631 y a la sección de medición 632. Para ese fin, el cuerpo exterior de tubería 610 está formado por una parte ovalada con estrechamiento central 613 en el lugar de la sección de medición 632. Durante el proceso de moldeo por inyección, el material polimérico del manguito interior 630 se moldea sobre la superficie interior 617 del cuerpo exterior de tubería 610 para recubrir la superficie interior 617 de tal manera que el manguito interior 630 adopte una forma correspondiente a la forma de la superficie interior 617 del cuerpo exterior de tubería 610, incluyendo la formación del pasaje de fluido 631, la sección de medición 632, y los rebajes/aberturas 635, 636 para los transductores ultrasónicos 620, 621. La primera y segunda ranuras 637, 638 se forman también en la superficie interior 634 del manguito interior 630 durante el proceso de moldeo por inyección. Se debe apreciar que durante el proceso de moldeo por inyección, el material polimérico de la superficie exterior 633 del manguito interior 630 se adhiere o une con el material de la superficie interior 617 del cuerpo exterior de tubería 610 para sellar por completo el acoplamiento entre el manguito interior 630 y el cuerpo exterior de tubería 610.

Una vez finalizado el proceso de moldeo por inyección, los al menos dos transductores ultrasónicos 620, 621 están montados en lados opuestos 605, 606 del cuerpo tubular 602 y separados a lo largo del eje longitudinal, y al menos dos elementos reflectantes (no mostrados en las FIGS. 22-30) están montados en los lados opuestos 605, 606 del cuerpo tubular 602 y separados a lo largo del eje longitudinal.

Debe apreciarse que las FIGS. 28-30 se proporcionan únicamente con fines ilustrativos para proporcionar detalles de las características de forma del manguito interior 630 por sí mismo. Sin embargo, el manguito interior 630 sólo está formado dentro del cuerpo exterior de tubería 610 y no está fabricado como un componente separado del cuerpo exterior de tubería 610. Debe apreciarse que los parámetros específicos del proceso de moldeo por inyección para sobremoldear el manguito interior 630 dentro del cuerpo exterior de tubería 610 pueden seleccionarse como los más adecuados de acuerdo con expertos en la materia para formar la disposición de tuberías 601 de acuerdo con las especificaciones correctas y dentro de las tolerancias.

Con referencia a las FIGS. 31-33, se muestra una disposición alternativa de tuberías 650 para usar en conexión con el dispositivo de flujómetro ultrasónico 600 descrito anteriormente en conexión con las FIGS. 22-30 de acuerdo con otro ejemplo de la presente divulgación. La disposición de tuberías 650 incluye un cuerpo tubular 651 formado por una tubería metálica exterior 652 y un manguito interior construido de acuerdo con los principios descritos anteriormente haciendo referencia al cuerpo tubular 602 descrito en relación con las FIGS. 22-30. La tubería metálica exterior 652 incluye bandas 654, 655 en el exterior de la misma que definen aberturas que alojan los asientos 653 formados en el manguito interior para el posicionamiento de los transductores ultrasónicos 620, 621 en el cuerpo tubular 651 en comunicación con la sección de medición 632, como se ha explicado anteriormente. En cada una de las bandas 654, 655 se forma un rebaje 656 que permite que los cables sensores de los transductores ultrasónicos 620, 621 pasen a través de las bandas 654, 655 de las aberturas 635, 636 a los lados de las bandas 654, 655 orientados hacia el centro longitudinal del cuerpo tubular 651 sin sobresalir de la circunferencia exterior de las bandas 654, 655. Los anillos de plástico 657, 658 se disponen también alrededor del exterior del cuerpo tubular 651 y se fijan a los lados de las bandas 654, 655 orientadas hacia el centro longitudinal del cuerpo tubular 651. Como se muestra en las FIGS. 31-33, el rebaje 656 puede estar revestido con el material plástico del manguito interior. En consecuencia, los cables sensores de los transductores ultrasónicos 620, 621 están aislados eléctricamente del material metálico de las bandas 654, 655 de la tubería metálica exterior 652 a medida que atraviesan y se alejan de las bandas 654, 655 hacia el centro longitudinal del cuerpo tubular 651.

Debe entenderse que la invención puede asumir diversas variaciones alternativas y secuencias de etapas, salvo cuando se especifique expresamente lo contrario. También debe entenderse que los dispositivos y procesos específicos ilustrados en los dibujos adjuntos, y descritos en la memoria descriptiva, son simplemente ejemplos de realizaciones o aspectos de la invención. Aunque la invención se ha descrito en detalle con la finalidad de ilustrar en base a lo que actualmente se considera las realizaciones o aspectos más prácticos y preferidos, debe entenderse que dicho detalle es únicamente para esa finalidad y que la invención no se limita a las realizaciones o aspectos divulgados, por el contrario, está previsto que cubra las modificaciones y disposiciones equivalentes que estén dentro de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de flujómetro ultrasónico (600), que comprende:

5 una disposición de tuberías (601, 650) que comprende un cuerpo tubular (602, 651) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L) desde un primer extremo (603) hasta un segundo extremo (604) e incluye una sección de medición (632) situada entre el primer extremo (603) y el segundo extremo (604), definiendo el cuerpo tubular (602, 651) un pasaje de fluido (631) que se extiende a lo largo del eje longitudinal (L) a través del cuerpo tubular (602, 651) desde el primer extremo (603) hasta el segundo extremo (604);  
 10 al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) situados en lados opuestos del cuerpo tubular (602, 651) y separados a lo largo del eje longitudinal (L); y al menos dos elementos reflectantes (230) dispuestos en los lados opuestos (605, 606) del cuerpo tubular (602, 651) y separados a lo largo del eje longitudinal (L),  
 15 en donde la disposición de tuberías (601, 650) comprende:

un cuerpo exterior de tubería (610, 652); y un manguito interior (630) de material polimérico, estando el manguito interior (630) dispuesto dentro del cuerpo exterior de tubería (610, 652), y en donde el manguito interior (630) define la sección de medición (632) y el pasaje de fluido (631) de la disposición de tuberías (601, 650),

**caracterizado por que**

el cuerpo exterior de tubería (610, 652) está hecho de un material metálico, y en donde el manguito interior (630) está sobremoldeado dentro de dicho cuerpo exterior de tubería (610, 652), y cada uno de los al menos dos elementos reflectantes (230) está dispuesto en un soporte respectivo (231) insertado en el pasaje de fluido (631), y, preferentemente, cada soporte (231) se inserta de forma extraíble en una ranura (637, 638) definida en una superficie interior (634) del manguito interior (630) y que se extiende a lo largo del eje longitudinal (L) desde uno respectivo del primer extremo (603) y el segundo extremo (604) del cuerpo tubular (602, 652) hasta la sección de medición (632).

2. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (600) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el cuerpo exterior de tubería (610) incluye una parte con estrechamiento (613) que define la sección de medición (632) en el manguito interior moldeado (630).

3. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (600) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el pasaje de fluido (631) tiene forma circular en el primer extremo (603) y en el segundo extremo (604) y forma circular oblonga en la sección de medición (632), y en donde una primera anchura (w1) del pasaje de fluido (631) en el primer extremo (603) y en el segundo extremo (604) es mayor que una segunda anchura (w2) del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632), y un área de sección transversal del pasaje de fluido (631) en el primer extremo (603) y el segundo extremo (604) es la misma que un área de sección transversal del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632).

4. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (600) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) están configurados para generar y/o recibir una onda sonora ultrasónica, y los al menos dos elementos reflectantes (230) están configurados para dirigir la onda sonora ultrasónica a través del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632) del cuerpo tubular (602, 651) desde uno de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) al otro de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en un recorrido de desplazamiento que tiene sustancialmente forma de Z.

5. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (600) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material polimérico del manguito interior (630) se une con el material metálico del cuerpo exterior de tubería (610, 652) para formar un acoplamiento estanco entre el manguito interior (630) y el cuerpo exterior de tubería (610, 652), y/o

en donde el material metálico comprende acero inoxidable, latón o bronce.

6. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (600) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el cuerpo exterior de tubería (610, 652) comprende al menos dos aberturas (611, 612) definidas en el mismo y el manguito interior (630) comprende al menos dos asientos (635, 636, 653) formados en el mismo que se extienden cada uno en una respectiva de las al menos dos aberturas (611, 612), y

en donde las al menos dos aberturas (611, 612) en el cuerpo exterior de tubería (610, 652) y los al menos dos asientos (635, 636, 653) en el manguito interior (630) están configurados para recibir y soportar los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en su interior y colocar los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en comunicación con la sección de medición (632), y, preferentemente, en donde el cuerpo exterior de tubería (652) comprende al menos dos rebajes (656) definidos en el mismo adyacentes a las al menos dos aberturas (611, 612) y el material polimérico del manguito interior (630) recubre los al menos dos rebajes (656), estando los al menos dos rebajes configurados para permitir el paso de los cables sensores de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621).

7. Un método de fabricación de un dispositivo de flujómetro ultrasónico (600), comprendiendo el método:

5 proporcionar un cuerpo exterior de tubería (610, 652) hecho de un material metálico, teniendo el cuerpo exterior de tubería (610, 652) un interior hueco que define una superficie interior (617); moldear por inyección un manguito interior (630) hecho de un material polimérico sobre la superficie interior (617) del cuerpo exterior de tubería (610, 652), en donde el cuerpo exterior de tubería (610, 652) y el manguito interior (630) forman una disposición de tuberías (601, 650) que comprende un cuerpo tubular (602, 651) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (L) desde un primer extremo (603) hasta un segundo extremo (604) e incluye una sección de medición (632) situada entre el primer extremo (603) y el segundo extremo (604), definiendo el cuerpo tubular (602, 651) un pasaje de fluido (631) que se extiende a lo largo del eje longitudinal (L) a través del cuerpo tubular (602, 651) desde el primer extremo (603) hasta el segundo extremo (604);  
 10 montar al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en lados opuestos (605, 606) del cuerpo tubular (602, 651) y separados a lo largo del eje longitudinal (L); y  
 15 montar al menos dos elementos reflectantes (230) en los lados opuestos (605, 606) del cuerpo tubular (602, 651) y separados a lo largo del eje longitudinal (L), en donde cada uno de los al menos dos elementos reflectantes (230) está dispuesto en un respectivo soporte (231) insertado en el pasaje de fluido (631), y, preferentemente, cada soporte (231) se inserta de forma extraíble en una ranura (637, 638) definida en una superficie interior (634) del manguito interior (630) y que se extiende a lo largo del eje longitudinal (L) desde uno respectivo del primer extremo (603) y el segundo extremo (604) del cuerpo tubular (602, 651) hasta la sección de medición (632).

8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el manguito interior (630) se moldea por inyección sobre la superficie interior (617) del cuerpo exterior de tubería (610, 652) para formar un acoplamiento estanco entre el manguito interior (630) y el cuerpo exterior de tubería (610, 652), y/o  
 25 en donde el cuerpo exterior de tubería (610, 652) incluye una parte con estrechamiento (613) que define la sección de medición (632) en el manguito interior moldeado (630), y/o en donde el material metálico comprende acero inoxidable, latón o bronce.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el pasaje de fluido (631) tiene forma circular en el primer extremo (603) y en el segundo extremo (604) y forma circular oblonga en la sección de medición (632), y en donde una primera anchura ( $w_1$ ) del pasaje de fluido (631) en el primer extremo (603) y el segundo extremo (604) es mayor que una segunda anchura ( $w_2$ ) del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632), y un área de sección transversal del pasaje de fluido (631) en el primer extremo (603) y el segundo extremo (604) es la misma que un área de sección transversal del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632).  
 35

10. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) están configurados para generar y/o recibir una onda sonora ultrasónica, y los al menos dos elementos reflectantes (230) están configurados para dirigir la onda sonora ultrasónica a través del pasaje de fluido (631) en la sección de medición (632) del cuerpo tubular (602, 651) desde uno de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) al otro de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en un recorrido de desplazamiento que tiene sustancialmente forma de Z.  
 40

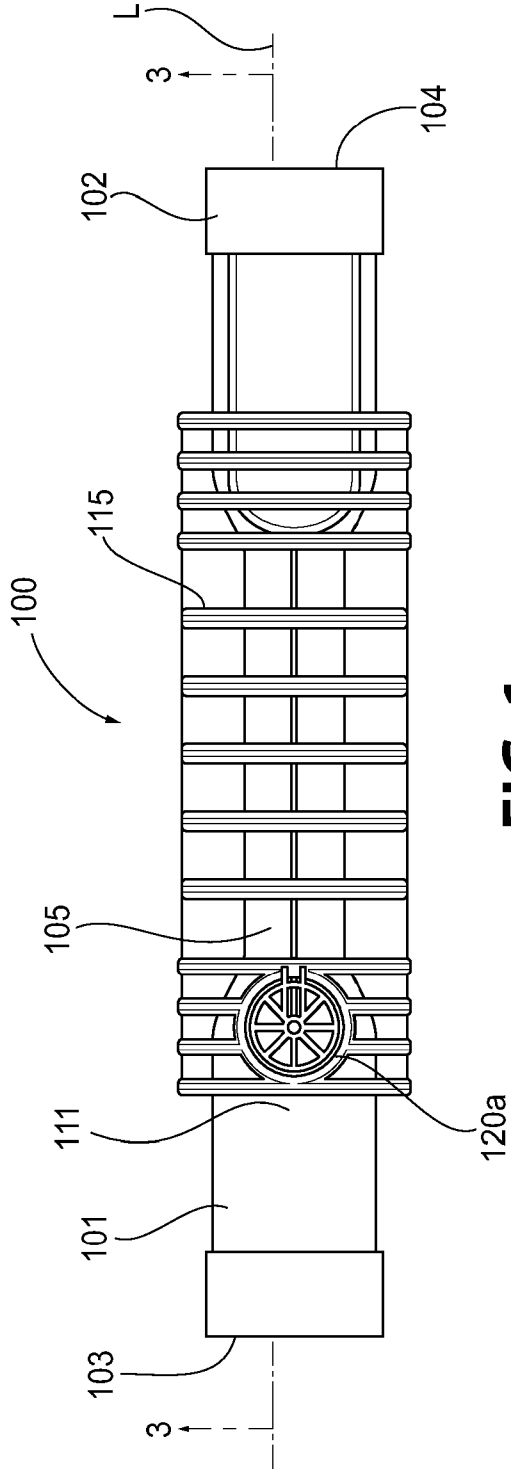
11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el cuerpo exterior de tubería (610, 652) comprende al menos dos aberturas (611, 612) definidas en el mismo y durante la etapa de moldeo por inyección, el manguito interior (630) es moldeado para formar al menos dos asientos (635, 636, 653) que se extienden cada uno en una respectiva de las al menos dos aberturas (611, 612), y  
 45

50 en donde las al menos dos aberturas (611, 612) en el cuerpo exterior de tubería (610, 652) y los al menos dos asientos (635, 636, 653) en el manguito interior (630) están configurados para recibir y soportar los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en su interior y colocar los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621) en comunicación con la sección de medición (632), y, preferentemente, en donde el cuerpo exterior de tubería (610, 652) comprende al menos dos rebajes (656) definidos en el mismo adyacentes a las al menos dos aberturas (611, 612) y durante la etapa de moldeo por inyección, el manguito interior (630) es moldeado para recubrir los al menos dos rebajes (656) del cuerpo exterior de tubería (610, 652), estando los al menos dos rebajes (656) configurados para permitir el paso de los cables sensores de los al menos dos transductores ultrasónicos (620, 621).  
 55

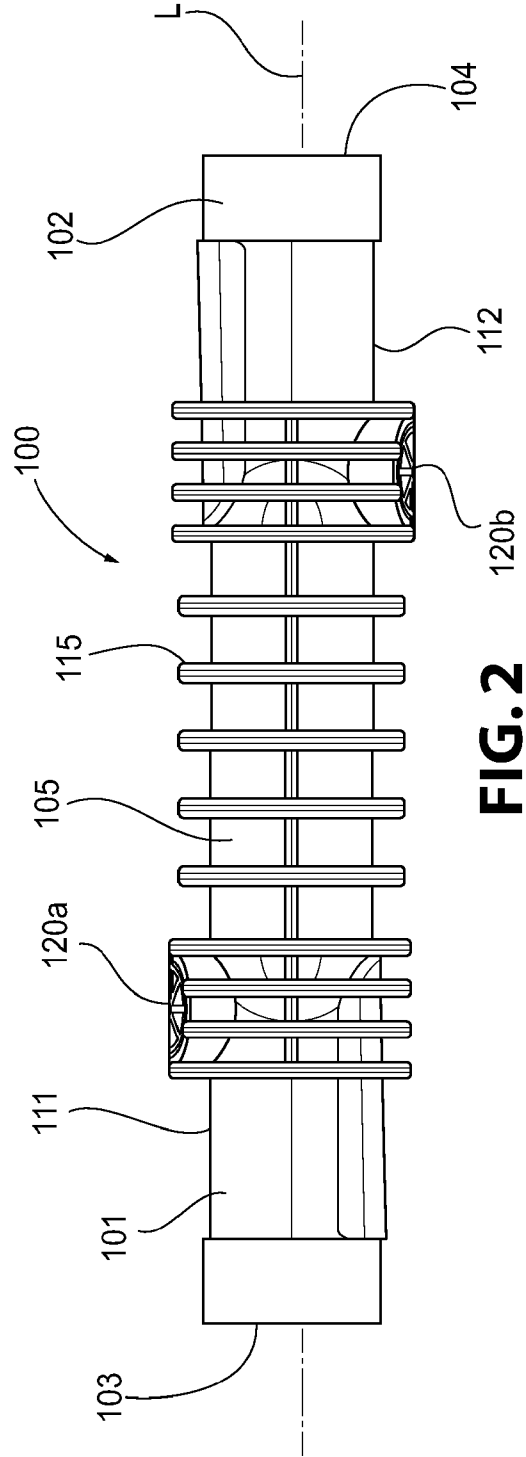
12. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (500) de acuerdo con la reivindicación 1,  
 60 en donde la disposición de tuberías (501) comprende además un sujetador (525) configurado para asegurar el manguito interior (530) dentro del cuerpo exterior de tubería (510), en donde el cuerpo exterior de tubería (510) y el manguito interior (530) comprenden aberturas correspondientes (511, 512, 535, 536) que definen asientos para los al menos dos transductores ultrasónicos (523, 524) y que colocan a los transductores ultrasónicos (523, 524) en comunicación con la sección de medición (532), y en donde el cuerpo exterior de tubería (510) comprende una abertura (513) y el manguito interior (530) comprende  
 65

un rebaje correspondiente (537) configurado para recibir el sujetador (525).

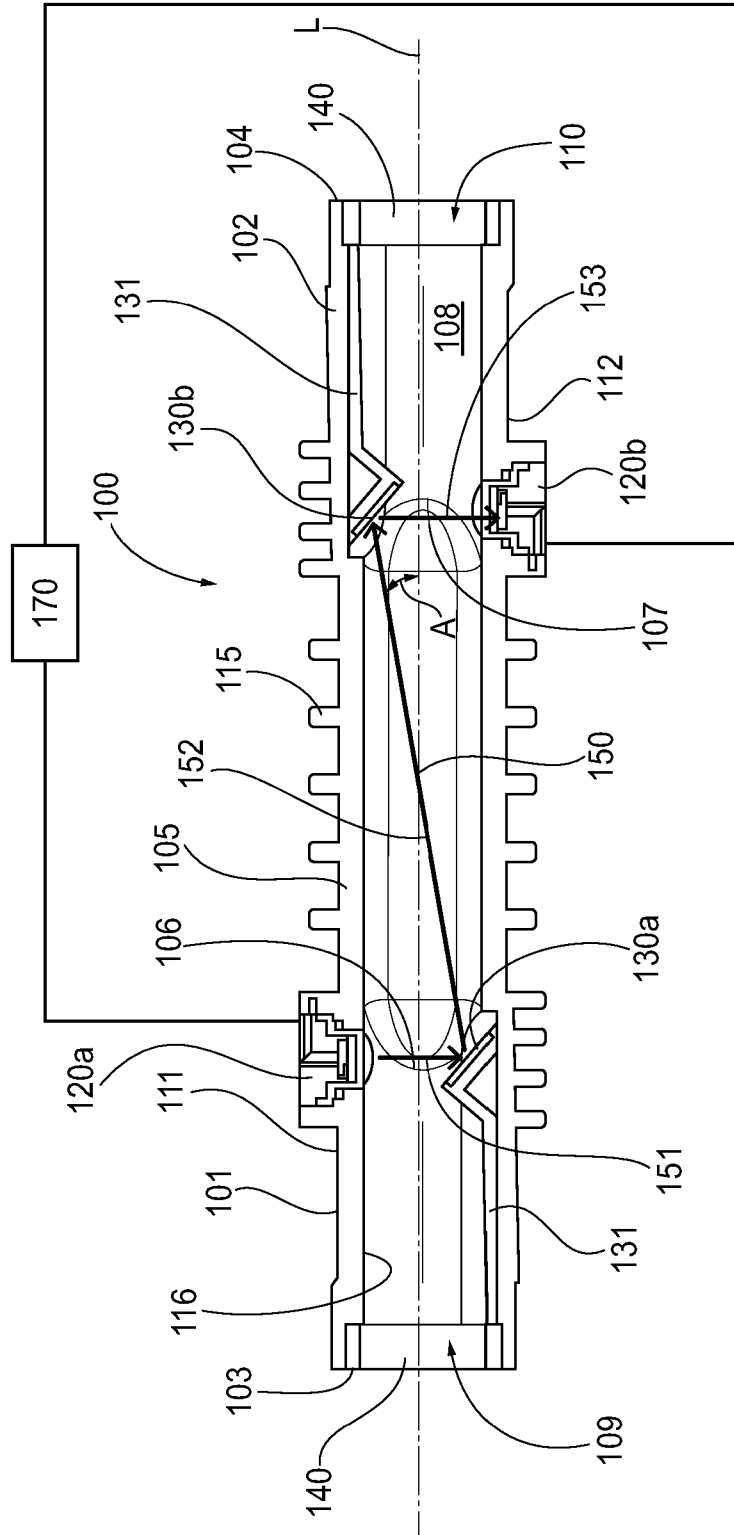
- 5 13. El dispositivo de flujómetro ultrasónico (500) de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el material metálico comprende acero inoxidable, latón o bronce; y/o que comprende además una junta de estanqueidad (538) dispuesta entre el cuerpo exterior de tubería (510) y el manguito interior (530), estando la junta de estanqueidad (538) configurada para sellar un acoplamiento entre una superficie interior (517) del cuerpo exterior de tubería (510) y una superficie exterior (533) del manguito interior (530).



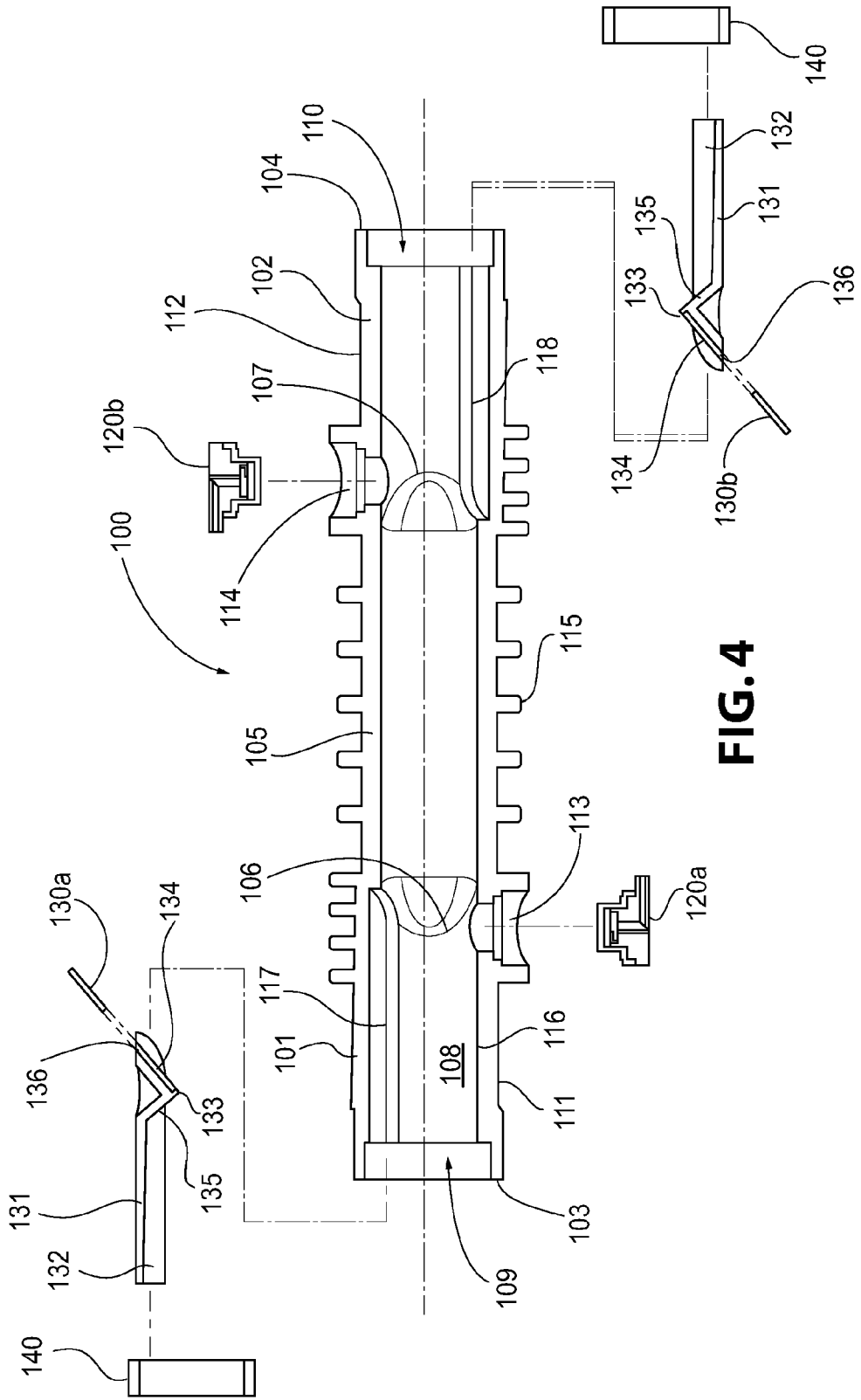
**FIG. 1**

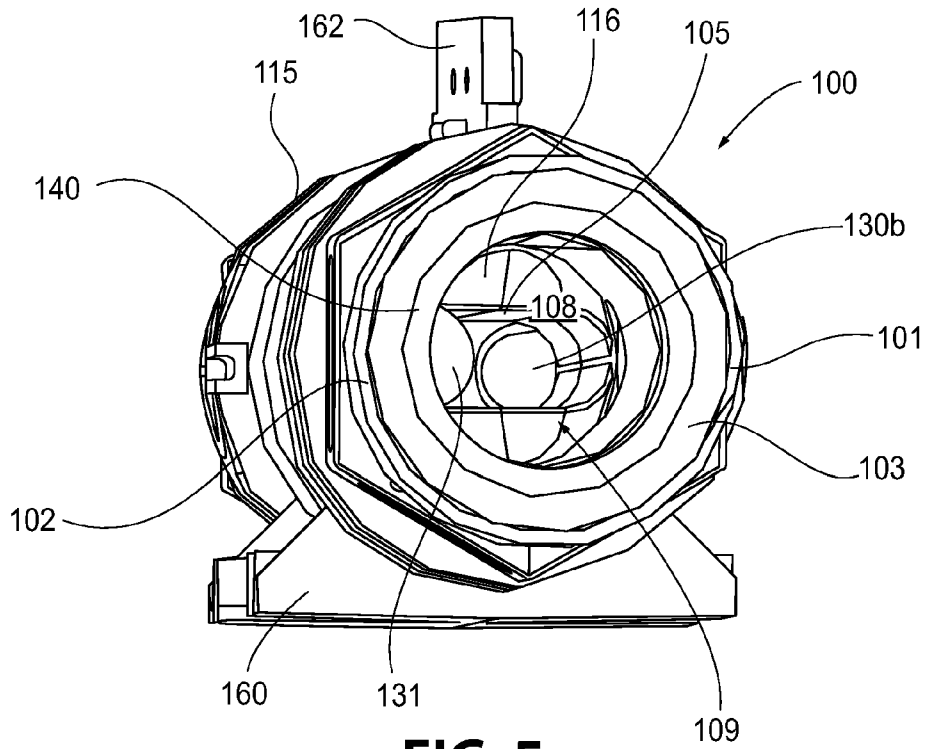


**FIG. 2**

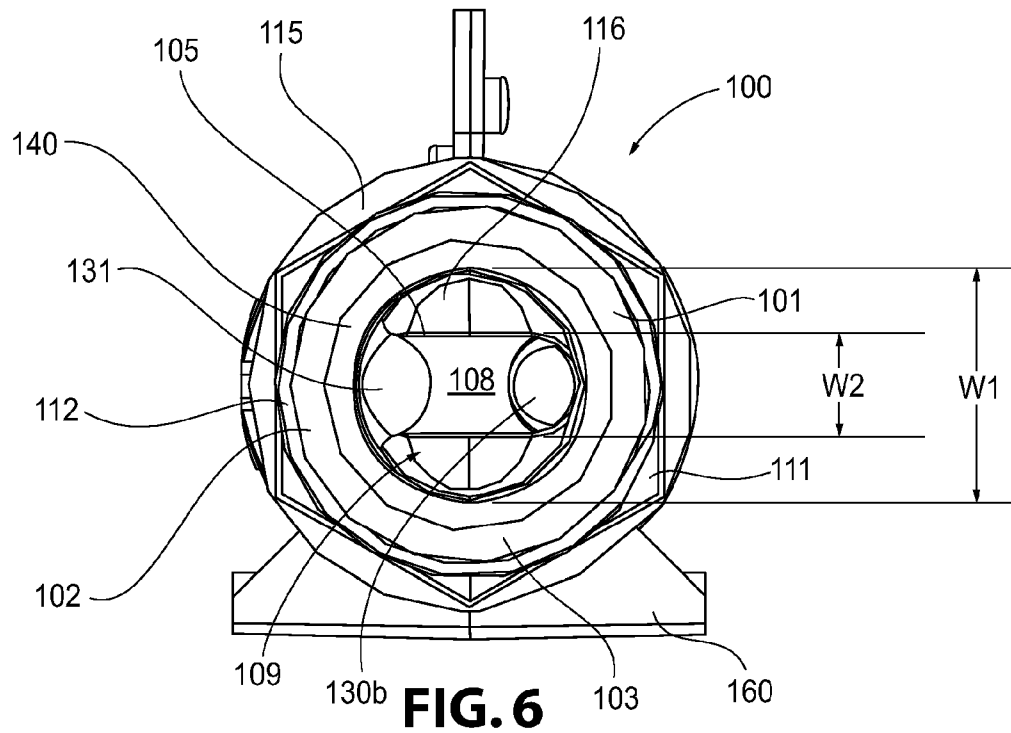


**FIG. 3**

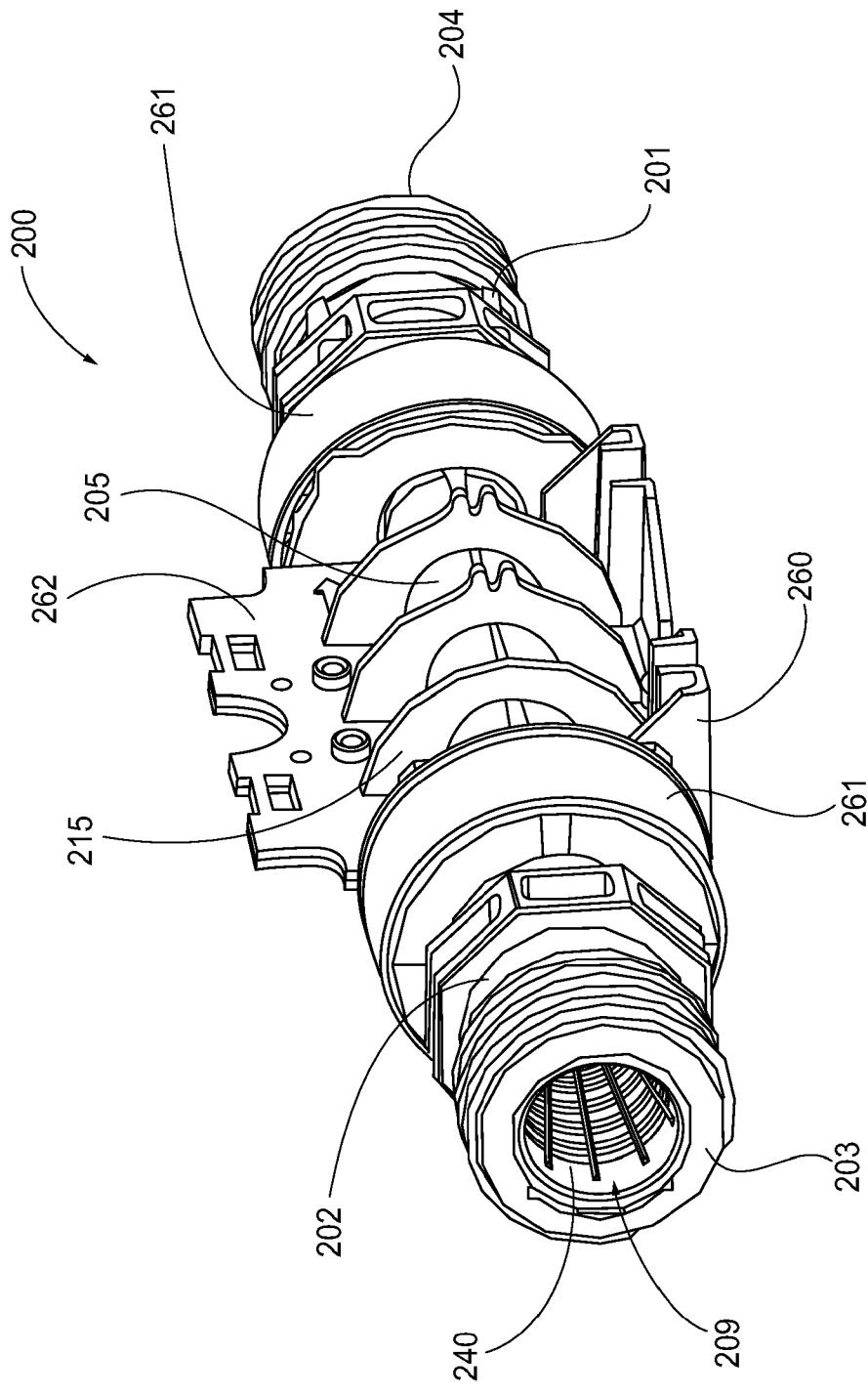




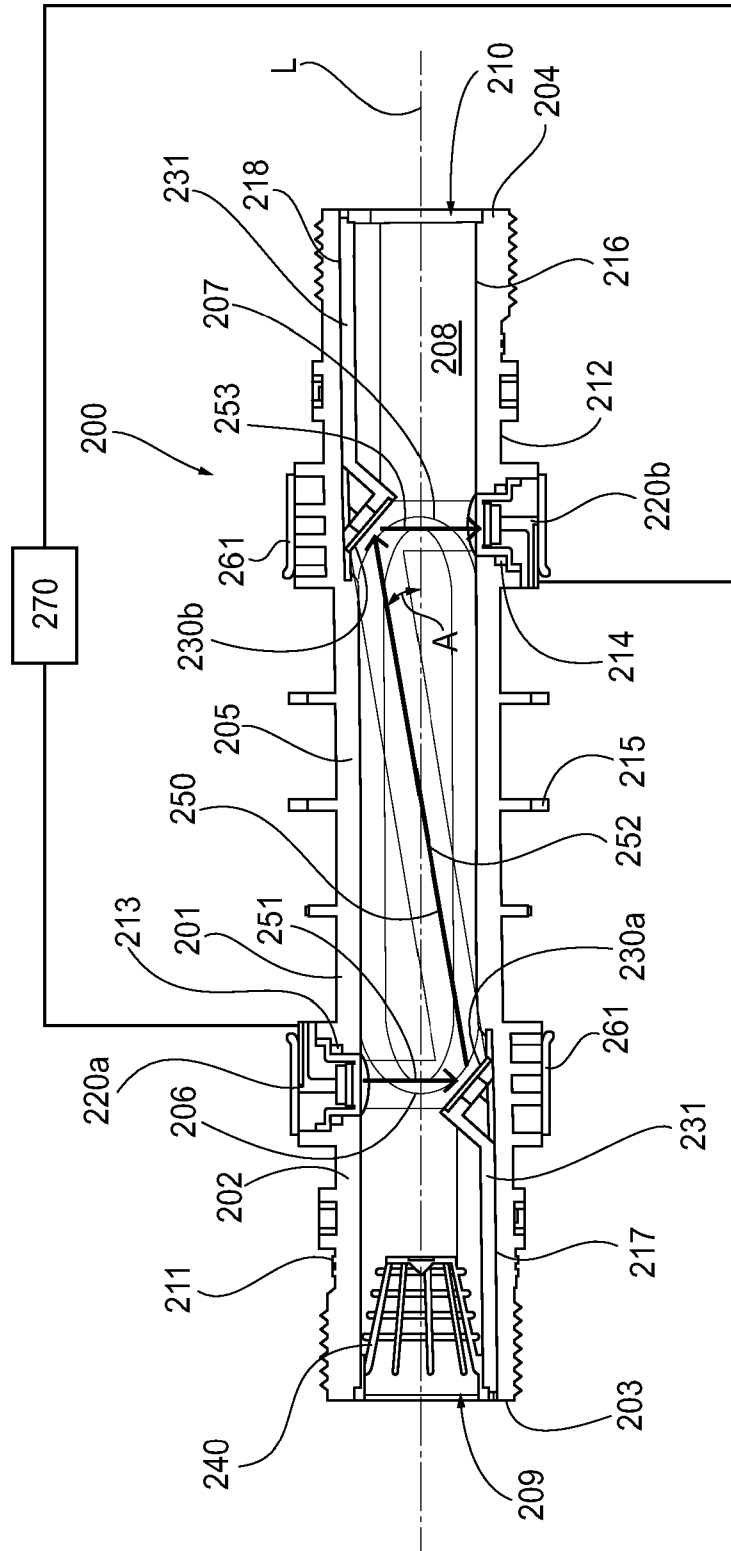
**FIG. 5**



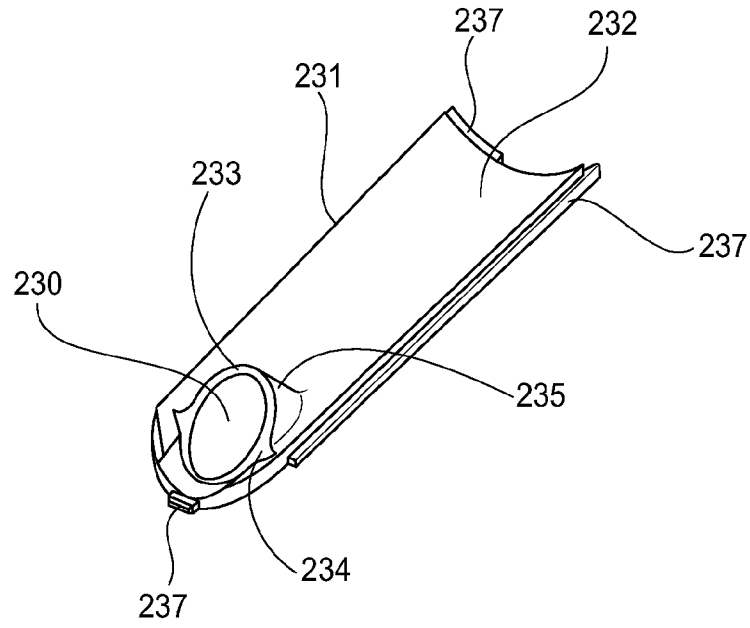
**FIG. 6**



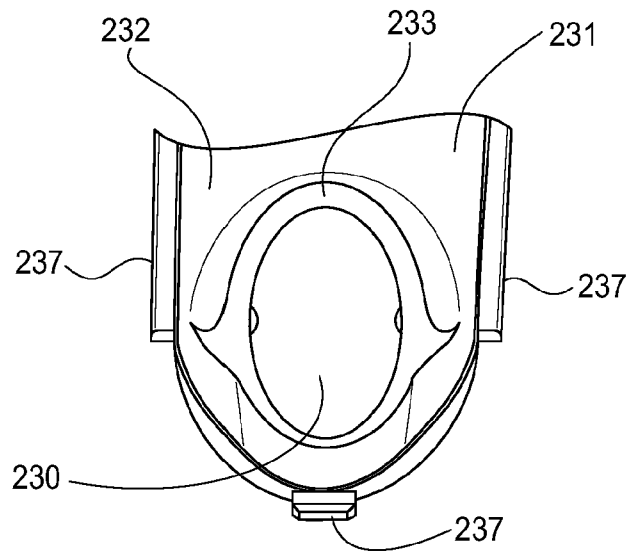
**FIG. 7**



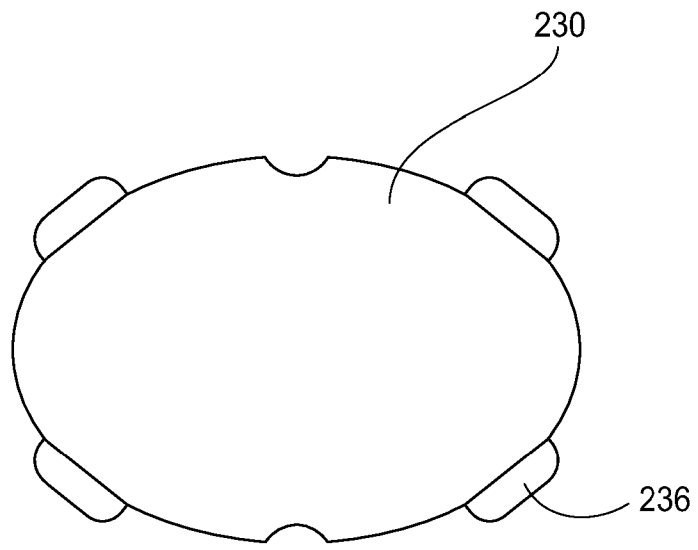
**FIG. 8**



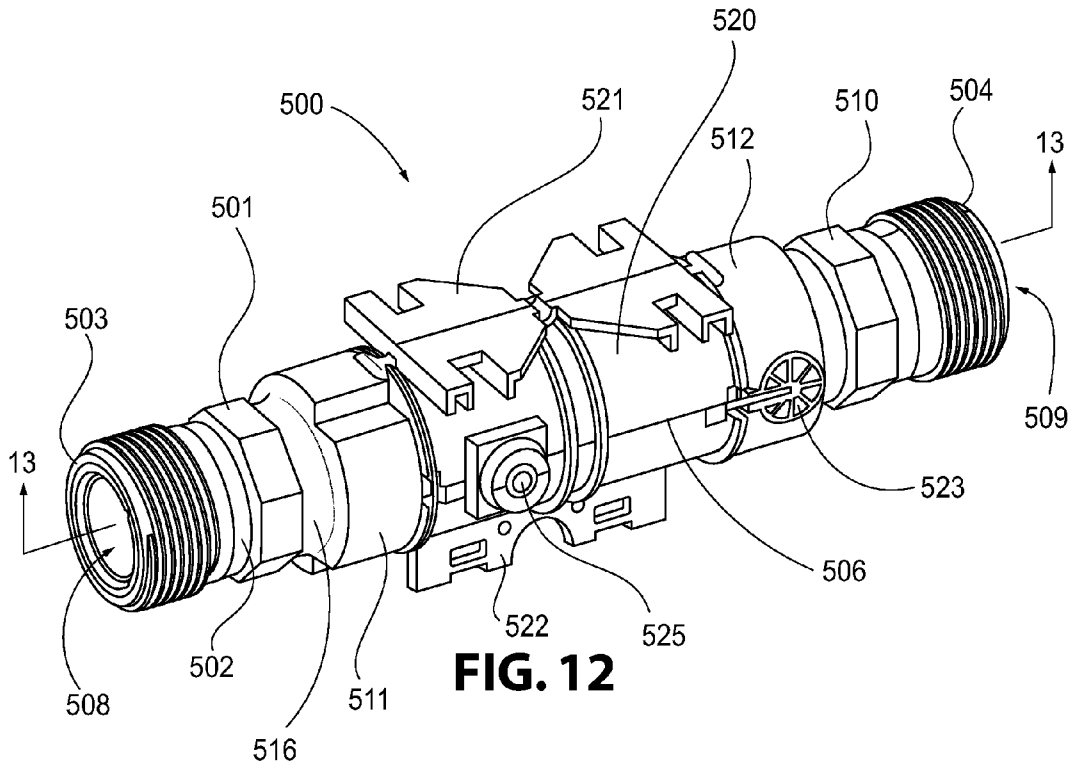
**FIG. 9**



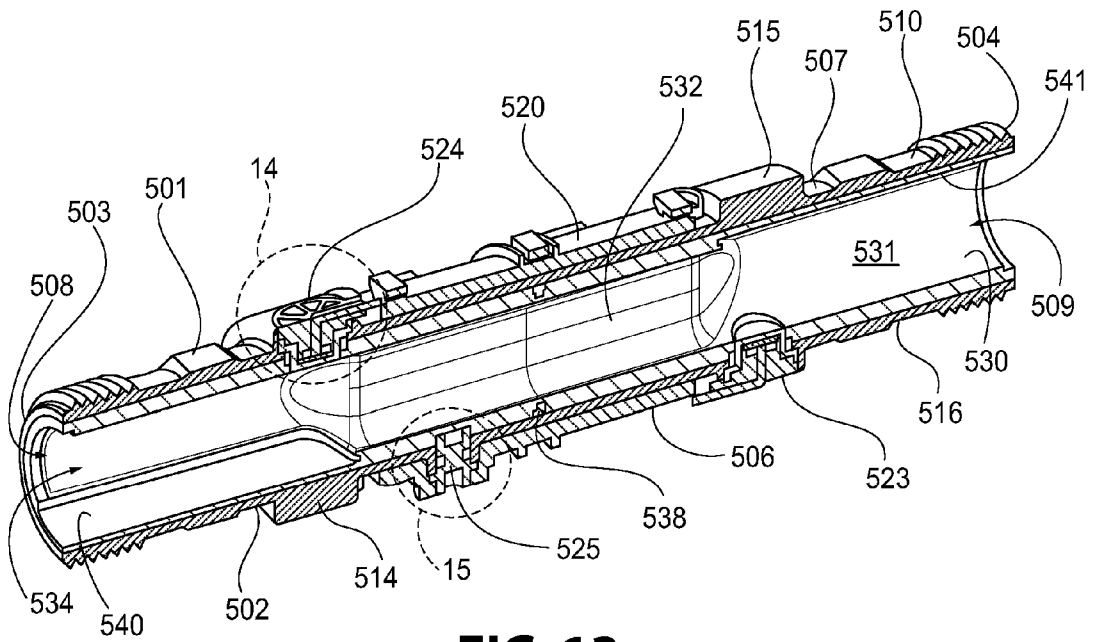
**FIG. 10**



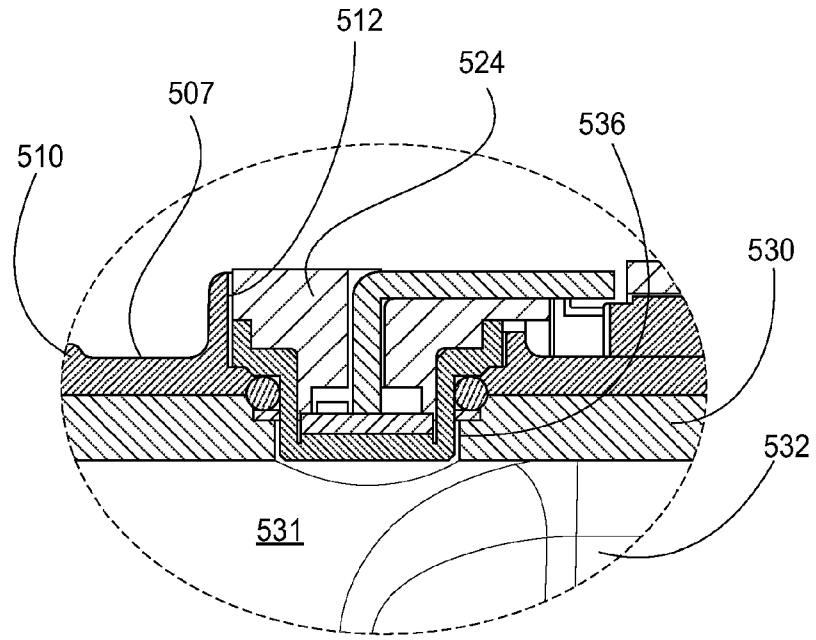
**FIG. 11**



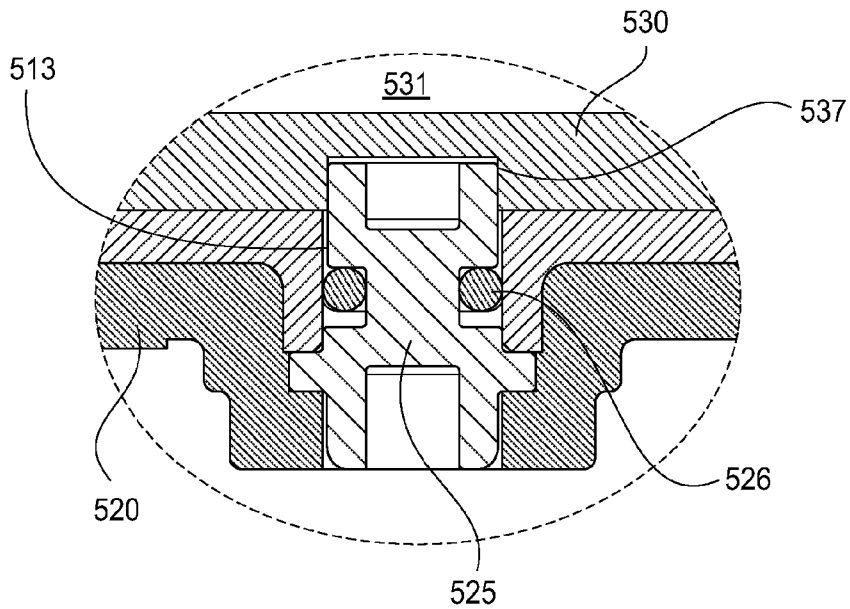
**FIG. 12**



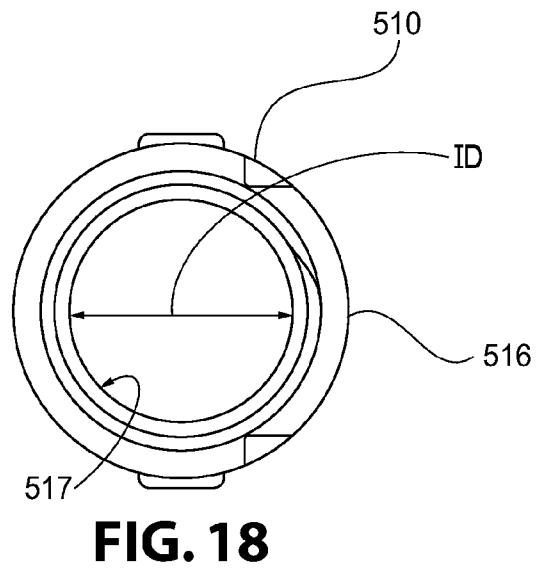
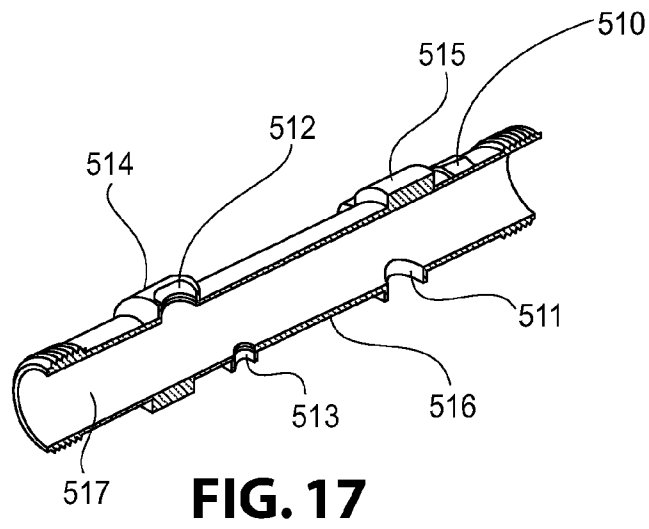
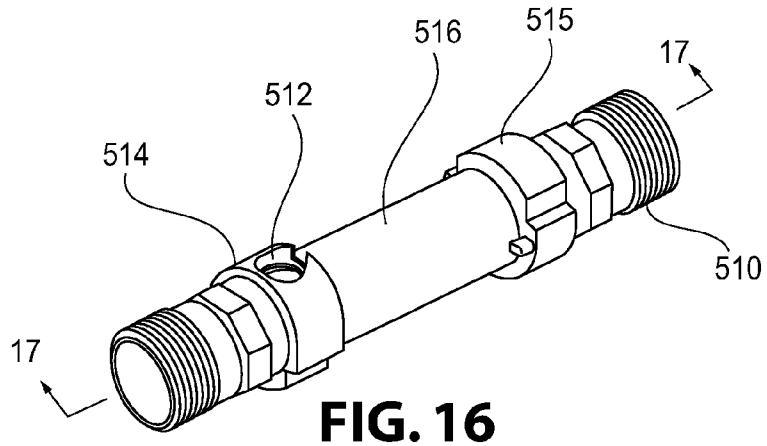
**FIG. 13**

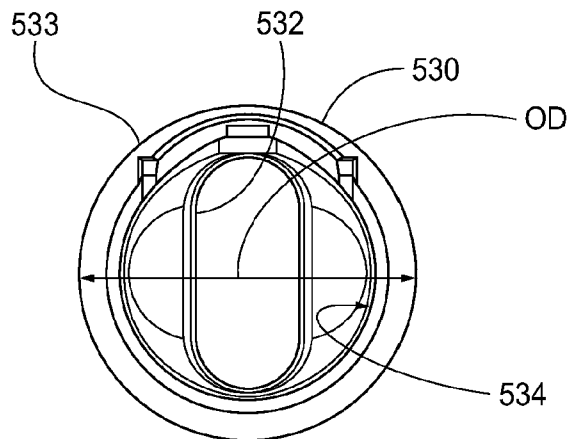
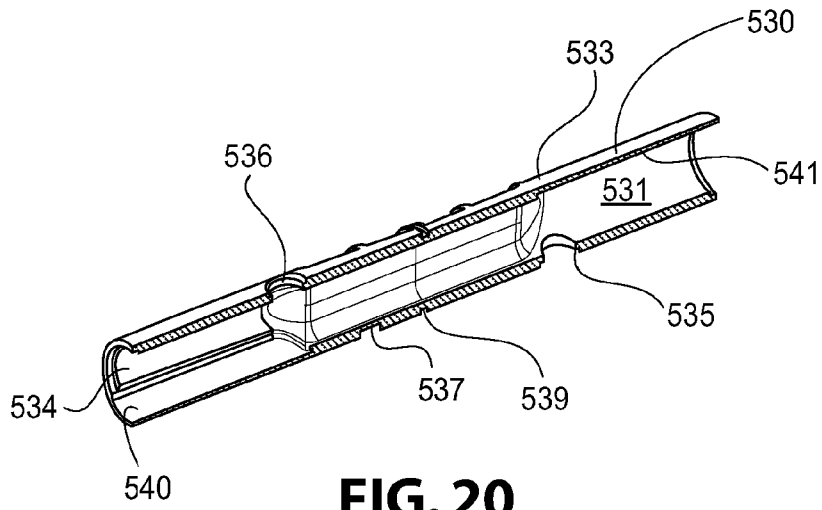
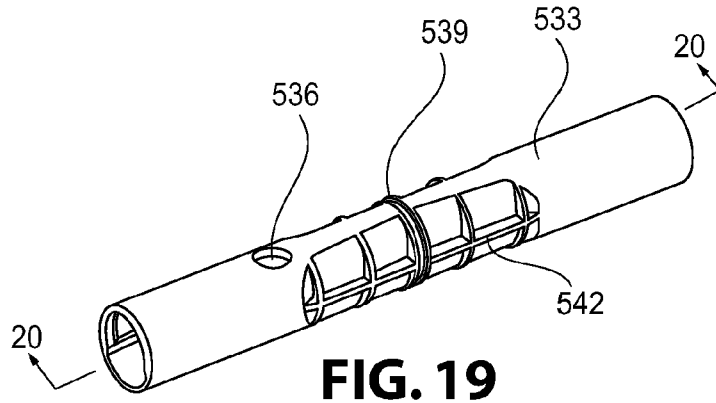


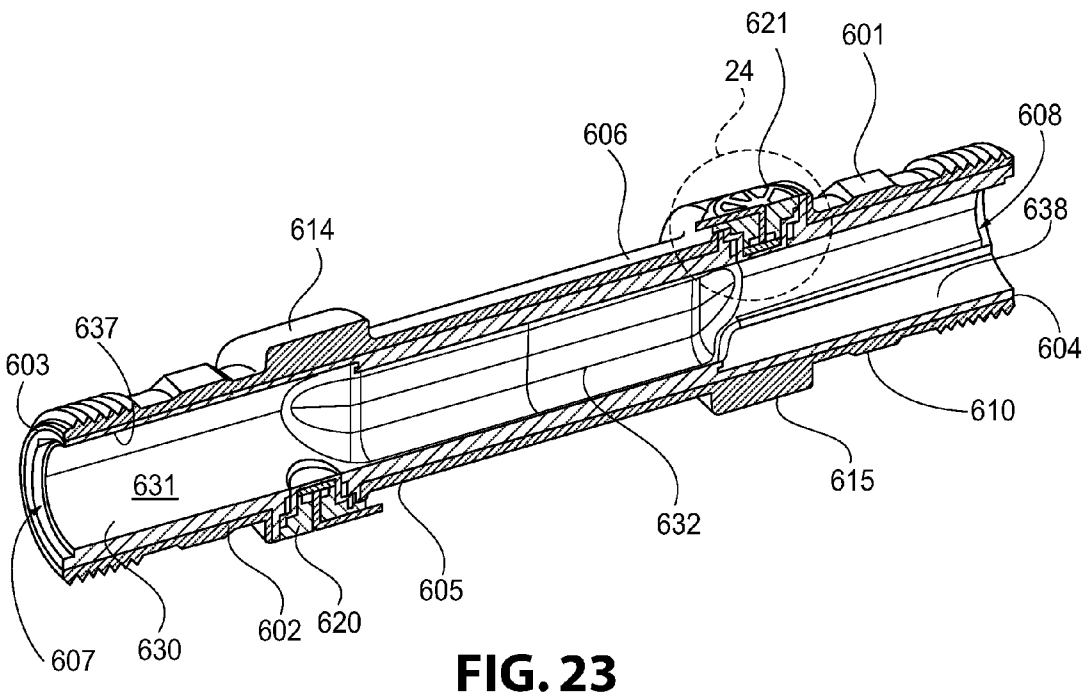
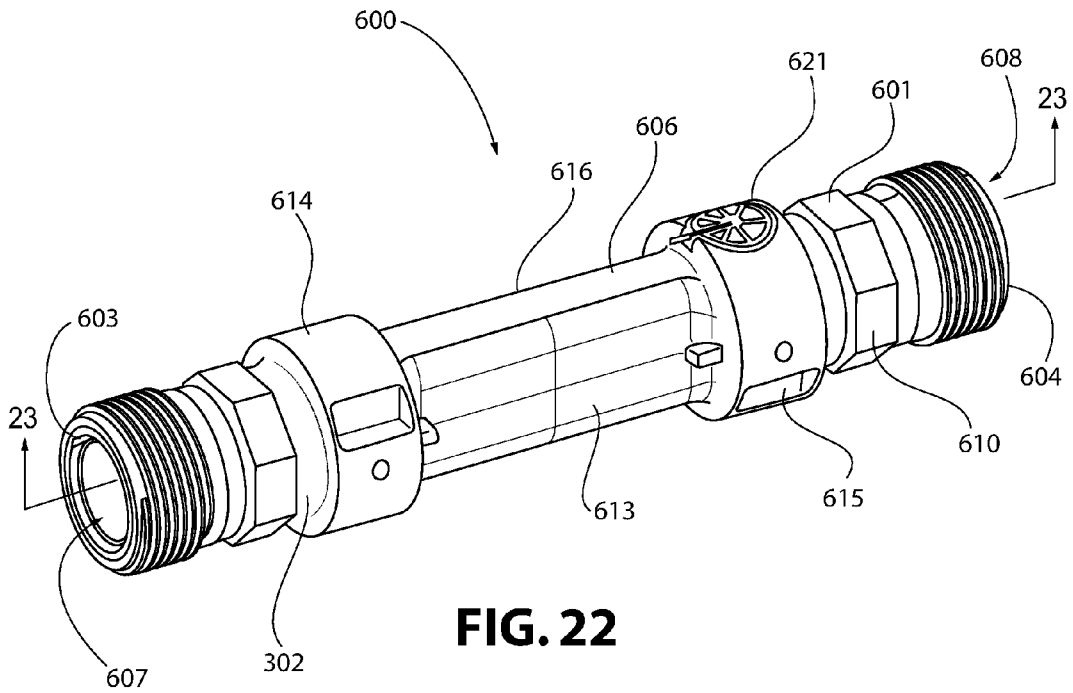
**FIG. 14**

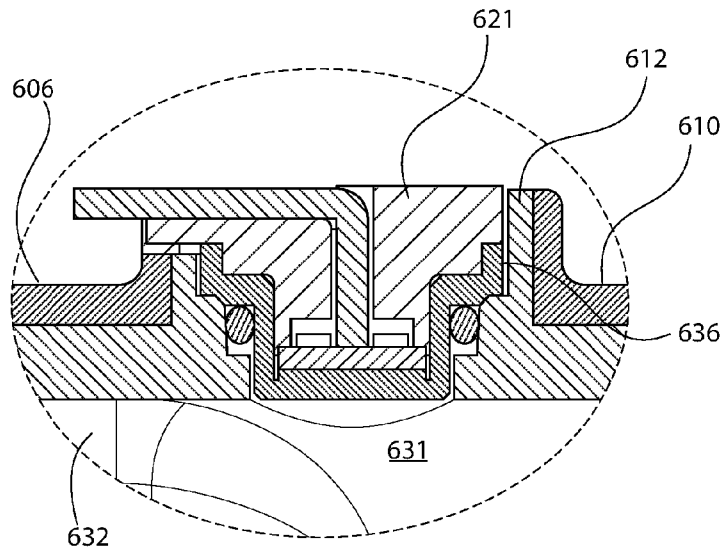


**FIG. 15**

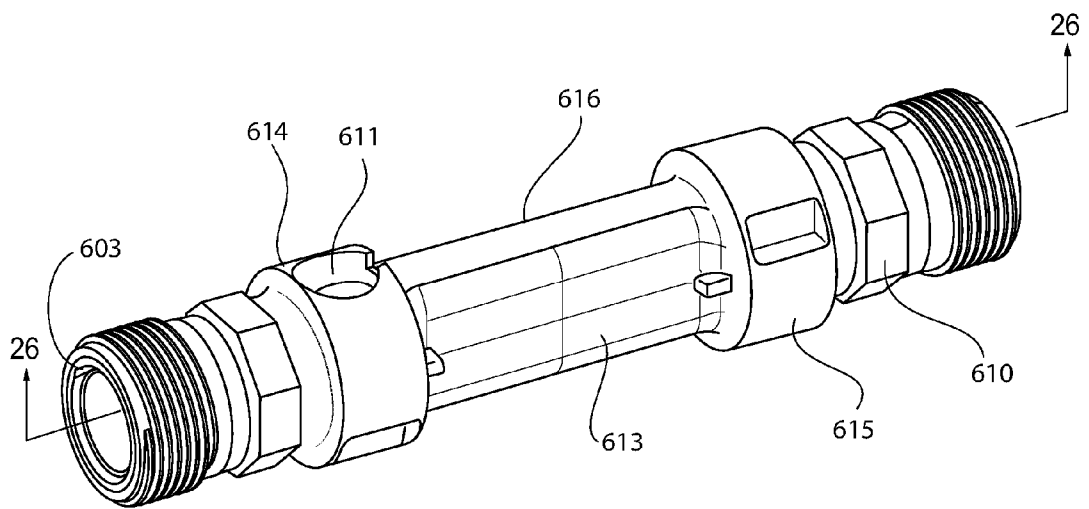




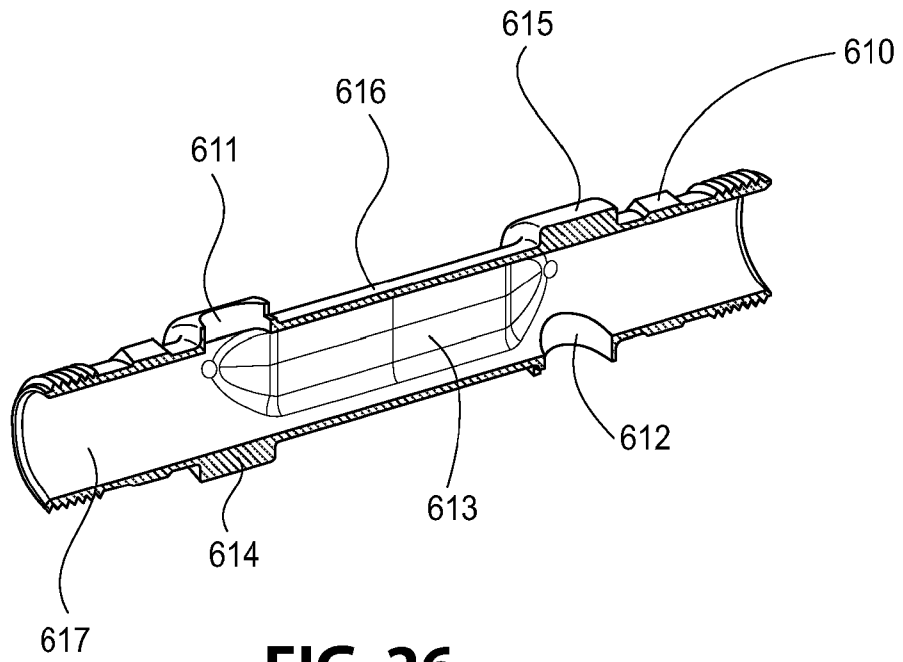




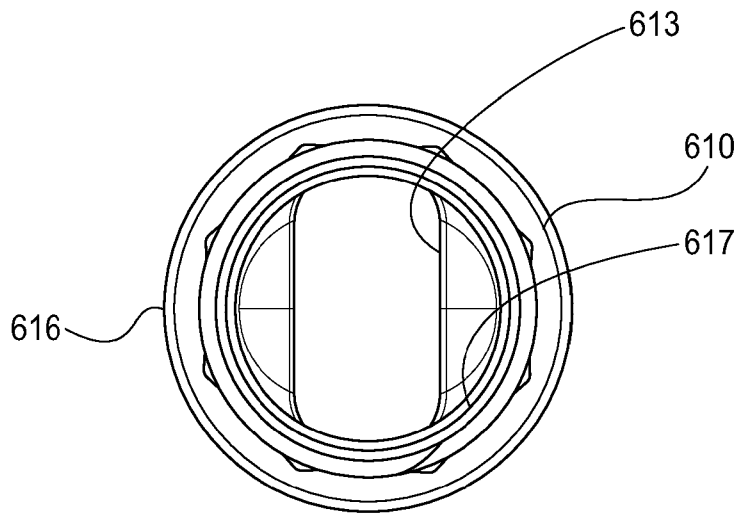
**FIG. 24**



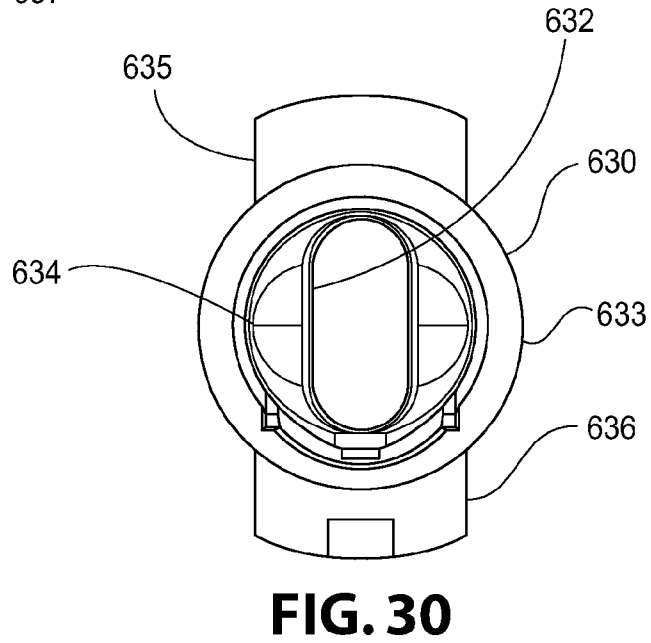
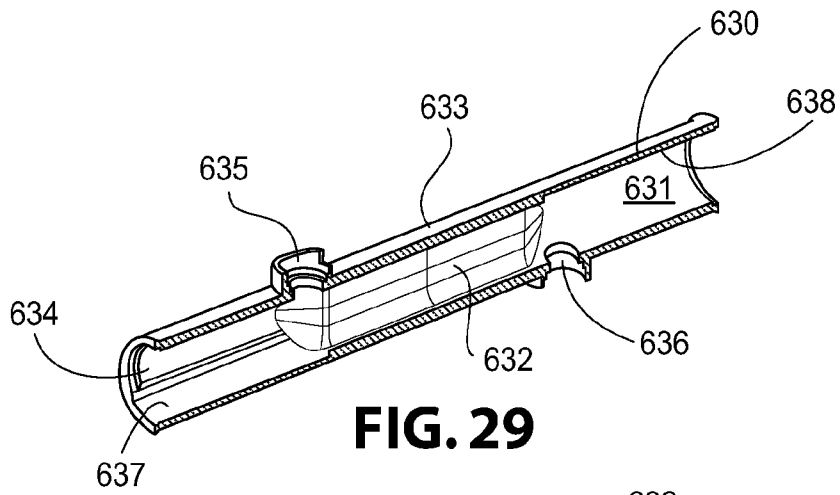
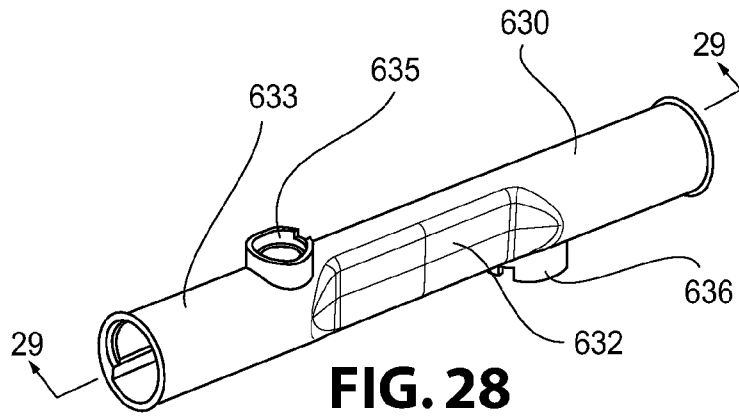
**FIG. 25**

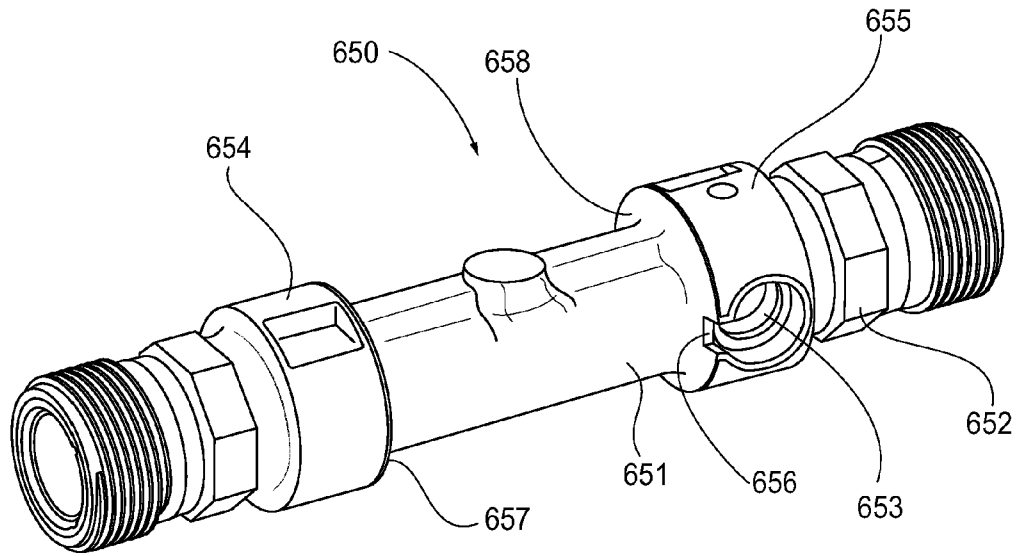


**FIG. 26**

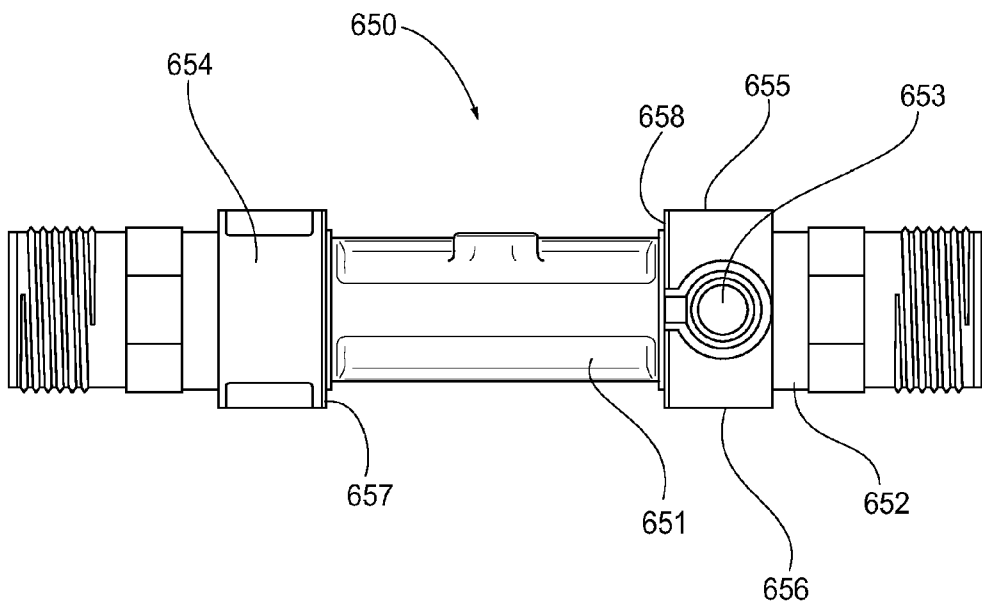


**FIG. 27**

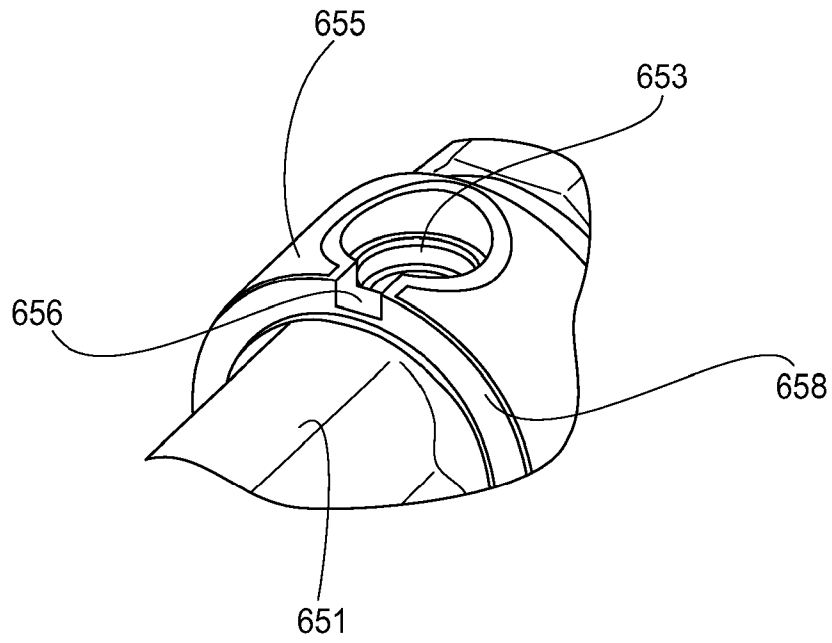




**FIG. 31**



**FIG. 32**



**FIG. 33**