

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 931 539**

51 Int. Cl.:

G01F 1/325 (2012.01)

G01F 1/32 (2012.01)

G01F 15/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2018** **PCT/US2018/048425**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2019** **WO19046354**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2018** **E 18849499 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2022** **EP 3676569**

54 Título: **Caudalímetro de vórtice que tiene puertos de limpieza de inyección**

30 Prioridad:

30.08.2017 US 201715691263

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

30.12.2022

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC SYSTEMS USA, INC.
(100.0%)
70 Mechanic Street
Foxboro, MA 02035, US

72 Inventor/es:

LOPERA, JAVIER;
DESSERT, WAYNE A. y
COLLINS, LOU

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 931 539 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

Caudalímetro de vórtice que tiene puertos de limpieza de inyección

5 Campo

La presente invención se refiere, en general, a caudalímetros de vórtice y, más particularmente, a caudalímetros de vórtice que miden el caudal de fluidos que pueden contener sustancias que pueden solidificarse o adherirse al interior del caudalímetro o que tienen propiedades que dan como resultado un entorno duro.

10 Antecedentes

Los caudalímetros pueden medir el caudal de un fluido en un tubo u otra vía. El fluido puede ser, por ejemplo, un gas o un líquido, y puede ser compresible o incompresible. Un tipo de caudalímetro es el caudalímetro de vórtice que mide parámetros que incluyen, por ejemplo, caudal basándose en el principio de desprendimiento de vórtices. El desprendimiento de vórtices se refiere a un proceso natural en el que un fluido que pasa por un cuerpo romo (a veces denominado desprendedor) hace que se forme una capa límite de fluido que se mueve lentamente a lo largo de la superficie del cuerpo romo. Se crea una zona de baja presión detrás del cuerpo romo y hace que la capa límite se enrolle, lo que genera vórtices en sucesión en lados opuestos del cuerpo romo. Los vórtices inducen variaciones de presión que pueden ser detectadas por un sensor de presión. Las variaciones de presión en forma de vórtice tienen una frecuencia que está relacionada con el caudal. Por consiguiente, midiendo la frecuencia de las variaciones de presión, se puede determinar el caudal.

Los caudalímetros de vórtice proporcionan datos de frecuencia de vórtice que pueden usarse junto con factores de calibración de flujo para determinar la velocidad y el caudal volumétrico del fluido que pasa a través del caudalímetro. Con los valores de densidad de fluido introducidos, también se puede calcular el caudal másico. Estas mediciones, y otras, puede transmitirse a una sala de control o a otro receptor a través de una línea de comunicación, tal como, por ejemplo, una línea de transmisión estándar de dos hilos de 4-20 miliamperios ("mA").

En algunas aplicaciones (por ejemplo, en las industrias petrolífera, minera, química y de residuos), el flujo de fluido supervisado por un caudalímetro de vórtice puede incluir a veces parafina u otros hidrocarburos de punto de fusión a baja temperatura, bentonita u otras arcillas, lípidos, u otros materiales similares que pueden formar depósitos en determinadas condiciones. Los documentos JP S50 116450 U, JP S51 6754 A, GB 2 159 946 A, US 2004/231430 A1, US 3 691 830 A divulgan caudalímetros de vórtice que comprenden unidades de limpieza.

Los inventores de la presente invención han desarrollado sistemas y métodos, descritos en detalle a continuación, que mejoran la capacidad de hacer funcionar un caudalímetro de vórtice con fluidos que contienen materiales que pueden formar depósitos sobre componentes del caudalímetro.

40 Sumario

Un aspecto de la invención es un caudalímetro de vórtice para medir el caudal de un fluido. El caudalímetro de vórtice incluye un tubo de flujo y un cuerpo romo situado en el tubo de flujo para desprender vórtices en el fluido cuando el fluido fluye a través del tubo de flujo. Un sensor situado para detectar los vórtices. El caudalímetro de vórtice tiene un primer y un segundo puertos de limpieza cada uno situado para permitir que una corriente de fluido sea dirigida al interior del tubo de flujo a través del respectivo puerto de limpieza hacia el sensor para limpiar material del sensor. Los primer y segundo puertos de limpieza están en lados opuestos del cuerpo romo y en ángulo hacia el sensor.

Otro aspecto de la invención es un método de limpieza de un caudalímetro de vórtice del tipo que tiene un tubo de flujo para contener el flujo de un fluido, un cuerpo romo para generar vórtices en un fluido mientras el fluido fluye a través del tubo de flujo, un sensor adaptado para detectar los vórtices, un primer y un segundo puertos de limpieza cada uno situado para permitir que una corriente de fluido sea dirigida al interior del tubo de flujo a través del respectivo puerto de limpieza hacia el sensor para limpiar material del sensor, estando los primer y segundo puertos de limpieza en lados opuestos del cuerpo romo y en ángulo hacia el sensor. El método incluye la inyección de un fluido en el caudalímetro de vórtice hacia el sensor a través de los puertos de limpieza.

Otros objetivos y características serán en parte evidentes y en parte señalados en lo sucesivo.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una perspectiva de una realización de un caudalímetro de vórtice de la presente invención;
La figura 2 es una perspectiva de una sección transversal de una realización del tubo de flujo tomada en un plano vertical que contiene un eje central del tubo de flujo que muestra;
La figura 3 es una sección transversal del tubo de flujo de la figura 2 tomada en un plano vertical que es perpendicular al eje del tubo de flujo;
La figura 4 es una sección transversal del tubo de flujo de otra realización de un caudalímetro de vórtice tomada

en un plano vertical que es perpendicular al eje del tubo de flujo; y

La figura 5 es una sección transversal del tubo de flujo de aún otra realización de un caudalímetro de vórtice tomada en un plano vertical que es perpendicular al eje del tubo de flujo.

- 5 Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes en todos los dibujos.

Descripción detallada

10 Con referencia, en este momento, a los dibujos, en primer lugar a la figura 1, una realización de un caudalímetro de vórtice para medir el caudal de un fluido se designa generalmente como 101. El caudalímetro de vórtice 101 incluye un tubo de flujo 103 a través del que puede fluir un fluido. El tubo de flujo 103 está configurado adecuadamente para instalación en una línea de flujo de fluido (no mostrada). Por ejemplo, las conexiones de proceso 105 están en los extremos opuestos del tubo de flujo 103 para conectar la entrada 107 y la salida 109 del tubo de flujo a los extremos de tubos de una tubería. Las conexiones de proceso 105 de la figura 1 son las llamadas conexiones Wafer (o "conexiones de sándwich"). También es habitual en la industria usar bridas como conexiones de proceso. Se entiende que las conexiones de proceso pueden ser adaptadas para una conexión Wafer, una conexión de brida, conexiones roscadas, conexiones NPT, o cualquier otro tipo de conexión si se desea sin apartarse del alcance de la invención.

20 Como se muestra en la figura 2, un cuerpo romo 121 (a veces denominado en la industria como desprendedor de vórtices o barra desprendedora) se sitúa en el tubo de flujo 103. El cuerpo romo 121 es una estructura que se sitúa en el flujo de fluido 103 de modo que se extiende a través del tubo de flujo 103 con el propósito de generar vórtices en el fluido cuando el fluido fluye a través del tubo de flujo. Los expertos en la materia reconocen que el tamaño y la forma del cuerpo romo pueden variar ampliamente. En términos generales, el cuerpo romo puede tener cualquier configuración siempre que sea capaz de generar vórtices en una corriente de fluido que fluya pasado el cuerpo romo. 25 La frecuencia de los vórtices es proporcional a la velocidad del fluido para una gama relativamente amplia de condiciones de flujo. Suponiendo que el área de flujo de sección transversal del tubo de flujo 103 es constante, la frecuencia de los vórtices es también proporcional al caudal volumétrico. Este fenómeno es bien conocido por los expertos en la materia y no es necesario analizarlo en detalle. Por otro lado, si se conoce o se mide la densidad del fluido, el caudal másico puede derivarse del caudal volumétrico.

30 Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el caudalímetro de vórtice 101 incluye un sensor 131 situado para detectar los vórtices generados por el cuerpo romo 121. Como se ilustra, el sensor 131 está situado adecuadamente en la parte superior del cuerpo romo 121. En esta realización, el sensor 131 está en contacto directo con el fluido que fluye a través del tubo de flujo 103. Esto permite al sensor 131 detectar vórtices directamente. Sin embargo, se contempla que el sensor pueda situarse para detectar vórtices indirectamente, tal como por ejemplo, detectando el movimiento del cuerpo romo u otra estructura que esté diseñada para flexionarse o moverse de otra manera en respuesta a las fluctuaciones de presión asociadas con los vórtices formados en el fluido. En la realización ilustrada, el sensor 131 es un sensor de presión diferencial que usa transductores piezoeléctricos para detectar vórtices y que está montado en el cuerpo romo 121 de modo que el sensor está expuesto al fluido en ambos lados del cuerpo romo. Se entiende que el sensor puede situarse en cualquier otro sitio dentro del alcance de la invención, tal como aguas abajo del cuerpo romo o en un pozo formado en el tubo de flujo por encima o por debajo del cuerpo romo. También se entiende que se puede usar cualquier tipo de sensor que sea capaz de detectar los vórtices formados por el cuerpo romo.

45 El caudalímetro de vórtice 101 incluye un transmisor 141 (figura 1) que recibe señales procedentes del sensor 131 indicativas de la frecuencia de formación de vórtices. El transmisor 141 incluye uno o más microprocesadores o circuitos (no mostrados) configurados para emitir una señal de medición indicativa del caudal de fluido a través del tubo de flujo 103 basándose en las señales procedentes del sensor 131. El transmisor puede ser analógico o digital. Por ejemplo, el transmisor 141 puede estar configurado para comunicarse con un sistema de control distribuido (no mostrado) usando protocolos tales como, pero sin limitarse a, salida de 4-20 mA, HART, Foundation Fieldbus y Modbus.

50 El fluido transportado por la tubería puede ser un líquido, un gas, o una mezcla de líquido y gas. El fluido también puede contener materiales que tienen la capacidad de formar depósitos en determinadas condiciones, tales como parafina, lípidos, etc. Estos depósitos pueden dar como resultado la acumulación y las incrustaciones. Los caudalímetros de vórtice tienen la ventaja de no tener piezas móviles y, por lo tanto, se consideran relativamente resistentes a los efectos de las incrustaciones en comparación con algunos otros tipos de caudalímetros. Sin embargo, la acumulación de depósitos puede interferir en el funcionamiento óptimo de un caudalímetro de vórtice. En algunos casos, la acumulación de material en o alrededor del sensor puede interferir en el funcionamiento del caudalímetro al alterar el área de sección transversal efectiva a través de la cual fluye el fluido, por lo que se produce un mayor caudal medido desde el sensor de vórtice debido a las mayores velocidades de flujo asociadas a la constricción del flujo de fluido por el material acumulado. Para otro ejemplo, en el caso del tipo de sensor 131 en la realización ilustrada, que se basa en la detección de fluctuaciones de presión en el fluido, la acumulación de material en y alrededor del sensor puede afectar al funcionamiento del sensor. Otros tipos de sensores también pueden verse perjudicados por la acumulación de material sobre o en las proximidades del sensor.

65 Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el caudalímetro de vórtice 101 incluye dos puertos de limpieza 171 adaptados

para permitir que una corriente 173 de fluido sea dirigida al interior del tubo de flujo 103 a través de los puertos de limpieza hacia el sensor 131 para limpiar material del sensor. El material que hay que eliminar puede ser residuos acumulados, acumulación de cera, parafina u otro material incrustante, o una combinación de los mismos. La realización ilustrada en los dibujos incluye un par de puertos de limpieza 171 sustancialmente idénticos situados en

lados opuestos del cuerpo como 121. Como se ilustra, cada uno de los puertos de limpieza 171 está configurado adecuadamente para extenderse a través de la pared 163 del tubo de flujo 103. Cada uno de los puertos de limpieza 171 está angulado adecuadamente para que el fluido que sale del puerto sea dirigido, en general, hacia el sensor 131.

En la realización ilustrada en las figuras 1-3, los puertos de limpieza 171 están situados, cada uno, en la mitad inferior del tubo de flujo 103. Los puertos de limpieza 171 también están desplazados lateralmente respecto al cuerpo como 121. Es posible que los puertos de limpieza estén ubicados en la porción superior del tubo de flujo sin apartarse del alcance de la invención (por ejemplo, como en las realizaciones ilustradas en las figuras 4 y 5 y descritas con más detalle a continuación). Sin embargo, los puertos de limpieza 171 ubicados en la porción inferior del tubo de flujo 103 pueden facilitar la eliminación de material acumulado del sensor 131 cuando el sensor está en la parte superior del tubo de flujo, dado que las orientaciones ascendentes resultantes de las corrientes de fluido 173 pueden crear una acción de lavado en remolino en el sensor que permite aflojar el material y también proporciona una salida para que el material sea lavado del sensor después de que el material se haya aflojado. También puede ser deseable que los puertos de limpieza 171 estén en la porción inferior del tubo de flujo 103 mientras que el transmisor 141 está montado en la porción superior del tubo de flujo porque esto puede proporcionar un acceso físico más fácil a los puertos de limpieza 171 por parte de los trabajadores desde el exterior del tubo de flujo 103 con menos interfaz física desde el transmisor.

En la realización de las figuras 1-3, cada puerto de limpieza 171 está desplazado lateralmente respecto al cuerpo como 121. El puerto de limpieza 171 también está situado aproximadamente en la misma posición axialmente a lo largo del tubo de flujo 103 que el sensor 131. Los puertos de limpieza 171 también están situados en lados opuestos del sensor 131, de modo que un puerto de limpieza está situado para eliminar material de un lado del sensor y el otro puerto de limpieza está situado para eliminar material del otro lado del sensor.

Diversas estructuras diferentes se pueden incluir en o añadir al tubo de flujo 103 para constituir un puerto de limpieza 171. Por ejemplo, los puertos de limpieza 171 incluyen adecuadamente un conector externo, tal como un conector NPT roscado (por ejemplo, 1/4" o 1/8"), un pasaje de fluido que se extiende a través del conector y al interior del tubo de flujo 103, y un mecanismo de sellado interno. Por ejemplo, el puerto de limpieza incluye adecuadamente un puerto NPT de conexión rápida y una válvula interna (por ejemplo, integrada en el conector). Para otro ejemplo, se puede usar un conector NPT externo en combinación con un pasaje de fluido que no tenga válvula ni junta. En este ejemplo, una válvula de bloqueo y purga u otra estructura de control de flujo está conectada adecuadamente al lado externo del conector NPT para controlar el flujo a través del puerto de limpieza. Los puertos de limpieza también pueden incluir otros tipos de conectores, incluyendo cualquier conector/accesorio estándar que se desee. Los puertos de limpieza 171, o porciones de los mismos, pueden fundirse como una sola pieza con el tubo de flujo 103, mecanizarse para formar parte del tubo de flujo, y/o soldarse como insertos permanentes al tubo de flujo.

El funcionamiento del caudalímetro 101 es sustancialmente idéntico al de un caudalímetro de vórtice convencional, salvo lo indicado. En cualquier momento se puede inyectar fluido en el caudalímetro 101 a través de los puertos de limpieza 171 para eliminar material no deseado del sensor 131 y/o de las proximidades del sensor. Por ejemplo, el fluido (por ejemplo, agua u otro fluido de limpieza adecuado) puede ser inyectado en el caudalímetro 101 y dirigido hacia el sensor 131. Parte del fluido puede ser dirigido hacia un lado del sensor 131 por uno de los puertos de limpieza 171 mientras que parte del fluido es dirigido hacia un lado opuesto del sensor por el otro puerto de limpieza para facilitar la eliminación de material no deseado de ambos lados del sensor. Opcionalmente, el fluido puede ser calentado antes de ser inyectado a través de los puertos de limpieza 171 para facilitar la eliminación de material depositado.

En algunos casos, puede ser deseable interrumpir el uso del caudalímetro 101 para facilitar el uso de los puertos de limpieza 171 para retirar material no deseado del sensor 131. Por ejemplo, el caudalímetro 101 puede ser vaciado de líquido para que el agua u otro líquido de limpieza pueda fluir directamente desde los puertos de limpieza 171 a las proximidades del sensor 131 sin desplazarse a través de cualquier otro líquido para llegar allí. Como alternativa, puede ser posible en algunos casos limpiar materiales no deseados del sensor 131 mientras el tubo de flujo 103 está lleno de líquido usando los puertos de limpieza para crear turbulencia en el líquido usando un líquido de mayor presión inyectado a través de los puertos de limpieza 171. En cualquier caso, los puertos de limpieza 171 pueden usarse ventajosamente para limpiar materiales no deseados del sensor 131 sin desconectar el tubo de flujo 103 de la tubería de fluido. Si el caudalímetro 101 se está usando para medir el caudal de un gas, se puede inyectar aire, nitrógeno, u otro gas adecuado en el tubo de flujo 103 a través de los puertos de limpieza 171 en lugar de un líquido para eliminar material de las proximidades del sensor 131. Por ejemplo, se puede presurizar el gas a una presión que es superior a la del fluido de proceso e inyectarse a través de los puertos de limpieza 171.

El uso de los puertos de limpieza 171 para limpiar el caudalímetro 101 puede formar parte del mantenimiento programado regularmente para garantizar que el caudalímetro funcione de forma más óptima y/o los puertos de limpieza pueden usarse como parte de una acción correctiva en respuesta a un deterioro detectado del caudalímetro.

La figura 4 ilustra otra realización de un caudalímetro de vórtice que tiene puertos de limpieza. La construcción y el uso del caudalímetro de vórtice de la figura 4 es sustancialmente similar al caudalímetro de vórtice 101 descrito anteriormente e ilustrado en las figuras 1-3, salvo lo indicado. Una diferencia es que el sensor 231 para detectar vórtices en esta realización está ubicado en una cavidad 245 situada por encima del cuerpo romo 221. La cavidad 245 está formada adecuadamente en un bloque 265 del tubo de flujo (en sentido amplio, una carcasa) formado integralmente con la pared 263 del tubo de flujo. Los pasajes 281 a cada lado del cuerpo romo 221 proporcionan una comunicación fluida entre el tubo de flujo 203 y el sensor 231. En esta realización, un par de puertos de limpieza 271 se extienden a través del bloque 265 del tubo de flujo en lados opuestos del sensor 231. Los puertos de limpieza 271 están situados y dispuestos de modo que se pueda inyectar un fluido de limpieza en la cavidad 245 para eliminar material del sensor 231. Asimismo, en algunos entornos, uno o más de los pasajes 281 pueden obstruirse con cera y/o residuos. Para evitarlo, o para desobstruir los pasajes 281, los puertos de limpieza 271 pueden usarse para presurizar periódicamente la cavidad 245 (por ejemplo, durante el tiempo de funcionamiento) a una presión que es superior a la del tubo de flujo 203 para empujar cualquier tapón que se haya formado o se esté formando, en los pasajes 281 hacia fuera al fluido que fluye a través del tubo de flujo 203 y por la tubería. Por ejemplo, los puertos de limpieza 271 pueden conectarse adecuadamente a una fuente de presión (no mostrada) que tenga una presión seleccionada para ser ligeramente superior a la presión en la tubería y el tubo de flujo 203 (por ejemplo, aproximadamente 10 psi más). Por ejemplo, se puede usar una válvula de 3 vías igualadora para igualar la presión inyectada en los lados opuestos del sensor 231. Una o más válvulas de retención se usan adecuadamente para evitar el reflujo de fluido de proceso durante la inyección.

La figura 5 ilustra aún otra realización de un caudalímetro de vórtice que tiene puertos de limpieza. La construcción y el uso del caudalímetro de vórtice de la figura 5 es sustancialmente similar al caudalímetro de vórtice 101 descrito anteriormente e ilustrado en las figuras 1-3, salvo lo indicado. En esta realización, el sensor 331 está situado por encima del cuerpo romo 321 y se extiende parcialmente en el interior de una cavidad 345 formada en el bloque 365 del tubo de flujo que está formado integralmente con la pared 363 del tubo de flujo. En contraste con la realización ilustrada en la figura 4, la cavidad 345 en la realización de la figura 5 no se extiende lo suficiente en el interior del bloque 365 del tubo de flujo para permitir que todo el sensor 331 quepa en la cavidad. En su lugar, una porción del sensor 331 está en la cavidad 345 y una porción del sensor se extiende desde la cavidad al interior del tubo de flujo 303. Un par de puertos de limpieza 371 se extienden a través de la pared 303 del tubo de flujo en lados opuestos del sensor 331 y del cuerpo romo 321. Como se ilustra en la figura 5, los puertos de limpieza 371 están situados y dispuestos adecuadamente para dirigir una corriente de líquido de limpieza (no mostrada) hacia el sensor 331 para retirar material del sensor. Por ejemplo, los puertos de limpieza 371 están situados y orientados adecuadamente para dirigir un chorro de fluido de limpieza desde los puertos de limpieza hacia la parte del sensor que se extiende en el interior del tubo de flujo 303. Los puertos de limpieza 271 están orientados adecuadamente para que el fluido de limpieza sea dirigido a lo largo de una trayectoria que es sustancialmente ortogonal a las superficies principales del sensor 331. Por ejemplo, en la figura 5 los puertos de limpieza 371 se extienden angularmente a través de la pared 363 del tubo de flujo. Si se desea, el cuerpo (a menudo una pieza de fundición) para el tubo de flujo 303 se modifica adecuadamente en la entrada de del puerto o puertos de limpieza 371 (por ejemplo, para incluir una protuberancia o almohadilla) para cuadrar el extremo de la entrada del puerto de limpieza y facilitar el uso de un accesorio que tenga un índice de seguridad de presión más alto, como se ilustra en la figura 5.

Cuando se introducen elementos de la presente invención de las realizaciones preferentes de la misma, los artículos "un/a", "uno/a", "el" y "dicho" quieren decir que hay uno o varios de los elementos. Las expresiones "que comprende", "que incluye" y "que tiene" tienen la intención de ser inclusivas y significan que puede haber otros elementos distintos de los enumerados.

En vista de lo anterior, se verá que se logran los distintos objetivos de la invención y se alcanzan otros resultados ventajosos.

Como se podrían realizar diversos cambios en las construcciones anteriores sin apartarse del alcance de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas, se pretende que toda la materia contenida en la descripción anterior y que se muestra en los dibujos adjuntos se interprete en un sentido ilustrativo y no limitante.

REIVINDICACIONES

1. Caudalímetro de vórtice (101) para medir un caudal de un fluido, comprendiendo el caudalímetro de vórtice (101):
 - 5 un tubo de flujo (103, 203, 303);
un cuerpo romo (121, 221, 321) situado en el tubo de flujo (103, 203, 303) para desprender vórtices en el fluido cuando éste fluye a través del tubo de flujo (103, 203, 303); y
un sensor (131, 231, 331) situado para detectar los vórtices;
caracterizado por un primer y un segundo puertos de limpieza (171, 271, 371), cada uno situado para permitir
 - 10 que una corriente (173) de fluido sea dirigida al interior del tubo de flujo (103, 203, 303) a través del respectivo puerto de limpieza (171, 271, 371) hacia el sensor (131, 231, 331) para limpiar material del sensor (131, 231, 331), estando los primer y segundo puertos de limpieza (171, 271, 371) en lados opuestos del cuerpo romo (121, 221, 321) y en ángulo hacia el sensor (131, 231, 331).
- 15 2. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los puertos de limpieza (171, 271, 371) están situados en la pared (163, 263, 363) del tubo de flujo (103, 203, 303) y desplazados lateralmente respecto al cuerpo romo (121, 221, 321).
- 20 3. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los puertos de limpieza (171, 271, 371) están situados en una porción inferior del tubo de flujo (103, 203, 303).
4. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un transmisor (141) configurado para emitir una medición de caudal de fluido derivada del sensor (131, 231, 331), estando montado el transmisor (141) en una porción superior del tubo de flujo (103, 203, 303).
 - 25 5. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor (131, 231, 331) es un sensor de presión diferencial.
 - 30 6. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor (131, 231, 331) está situado para entrar en contacto directo con el fluido que fluye a través del tubo de flujo (103, 203, 303).
 - 35 7. Caudalímetro de vórtice (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor (131, 231, 331) está situado en una cavidad (245, 345) formada en un extremo del cuerpo romo (121, 221, 321) y los puertos de limpieza (171, 271, 371) están situados para dirigir el fluido al interior de la cavidad (245, 345).
 - 40 8. Caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la cavidad (245, 345) está en comunicación fluida con el tubo de flujo (103, 203, 303) a través de un pasaje (281) y los puertos de limpieza (171, 271, 371) están configurados para hacer que la presión en la cavidad (245, 345) se incremente a una presión que es mayor que una presión en el tubo de flujo (103, 203, 303) para hacer que el material fluya desde la cavidad (245, 345) al tubo de flujo (103, 203, 303) a través del pasaje (281).
 - 45 9. Método de limpieza de un caudalímetro de vórtice (101) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** la inyección de un fluido en el caudalímetro de vórtice (101) hacia el sensor (131, 231, 331) a través de los primer y segundo puertos de limpieza (171, 271, 371).
 - 50 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la inyección del fluido en el caudalímetro de vórtice (101) comprende dirigir simultáneamente corrientes de fluido (173) desde los puertos de limpieza (171, 271, 371) hacia lados opuestos del sensor (131, 231, 331).
 - 55 11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 10, en donde el tubo de flujo (101) está conectado en extremos opuestos a una tubería de fluido y la inyección comprende inyectar fluido en el caudalímetro de vórtice (101) a través de los puertos de limpieza (171, 271, 371) sin desconectar el tubo de flujo (103, 203, 303) de la tubería de fluido.
 - 60 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el método comprende inyectar el fluido a través de puertos de limpieza (171, 271, 371) que están situados para extenderse a través de una pared (163, 263, 363) del tubo de flujo (103, 203, 303).
 - 65 13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la inyección se realiza sin detener el fluido que fluye a través del tubo de flujo (103, 203, 303).
 14. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el sensor (131, 231, 331) está situado en una cavidad (245, 345) conectada fluidamente al tubo de flujo (103, 203, 303) por un pasaje (281) y la inyección de un fluido en el caudalímetro de vórtice (101) comprende inyectar el fluido en la cavidad (245, 345) para hacer que el material fluya desde la cavidad (245, 345) al tubo de flujo (103, 203, 303) a través del pasaje (281).

FIG. 1

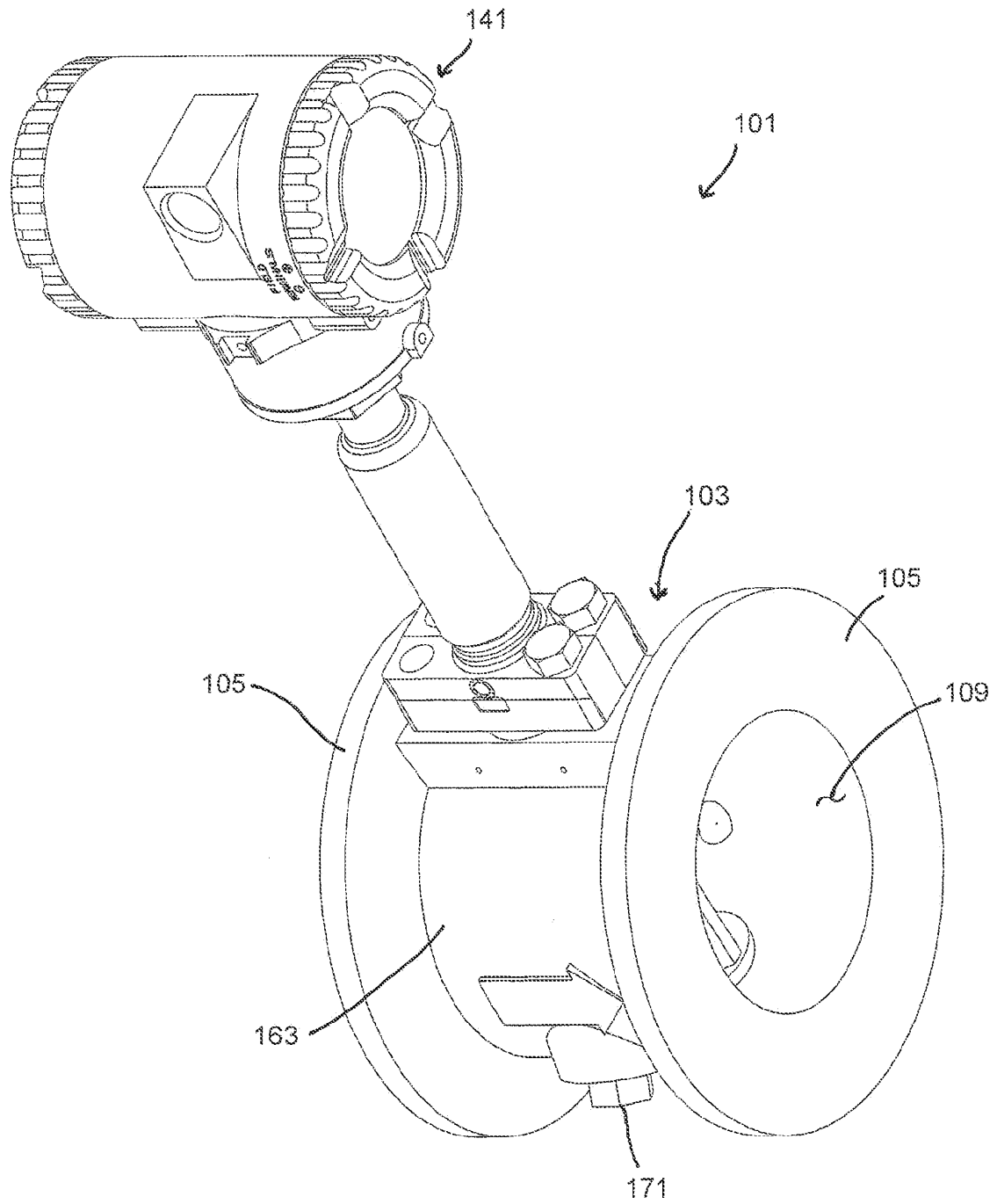


FIG. 2

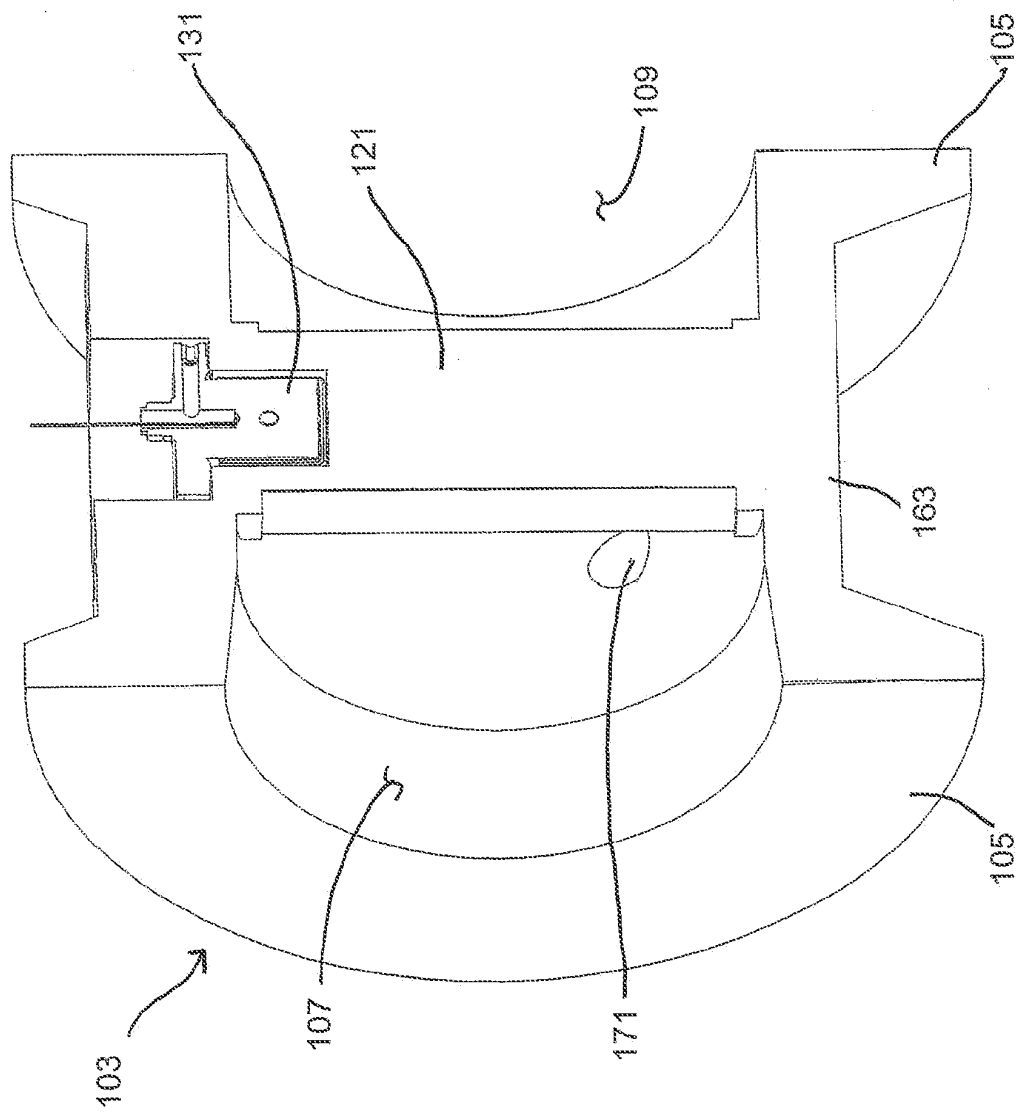


FIG. 3

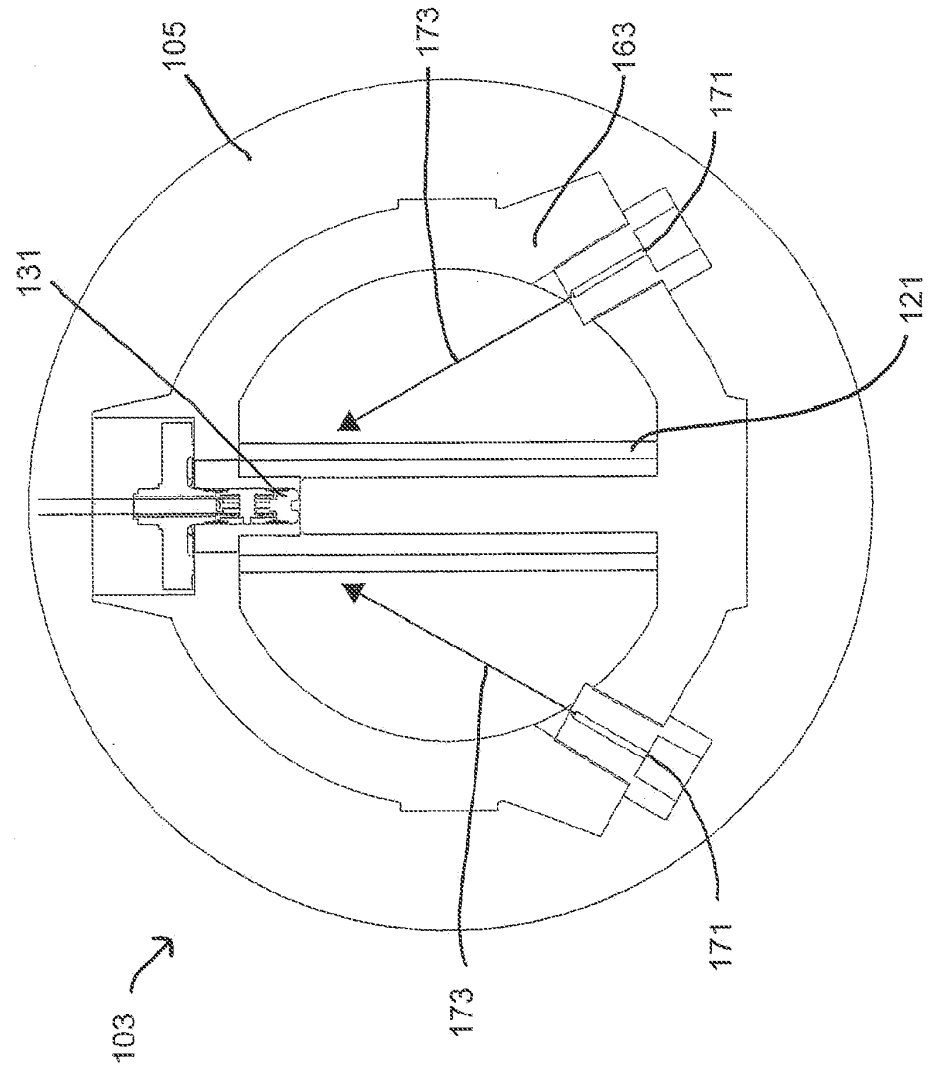


FIG. 4

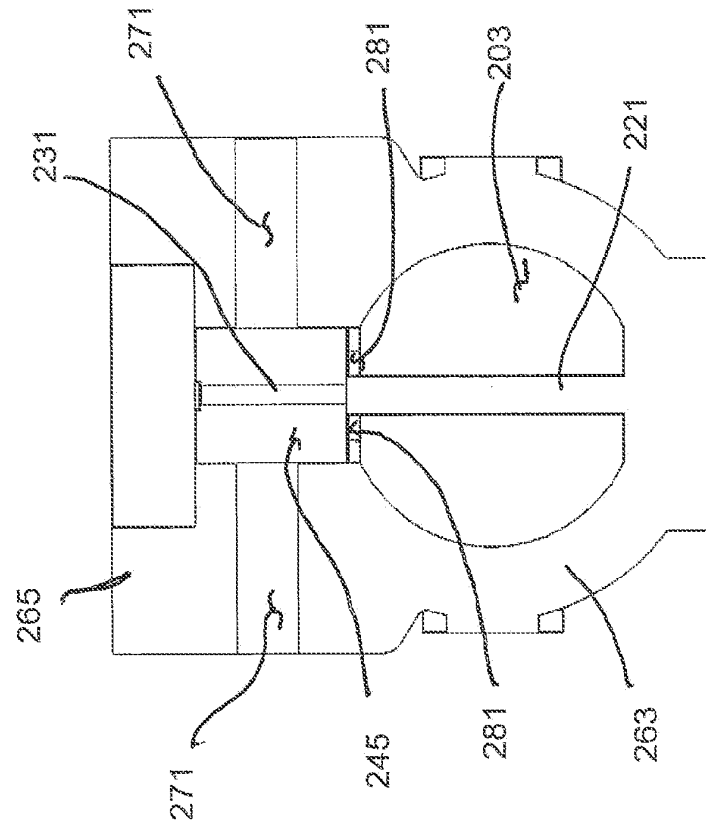


FIG. 5

