

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 309**

51 Int. Cl.:

F02M 55/00 (2006.01)

F02M 69/46 (2006.01)

F02M 65/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2011** **E 11187939 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015** **EP 2589787**

54 Título: **Elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2015

73 Titular/es:

CATERPILLAR MOTOREN GMBH & CO. KG
(100.0%)
Falckensteiner Strasse 2
24159 Kiel, DE

72 Inventor/es:

BLEYER, BENJAMIN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 536 309 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

Elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared configurado para su uso en un sistema de tuberías de suministro de combustible. En particular, la presente divulgación se refiere a un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared configurado para su uso en un sistema de tuberías de suministro de combustible que está configurado y diseñado para suministrar combustibles gaseosos y/o combustibles líquidos.

Antecedentes

Los sistemas de tuberías de suministro de combustible que se usan específicamente en los motores de gas o de doble combustible pueden tener que diseñarse específicamente debido a razones de seguridad. Por ejemplo, las configuraciones de doble pared o de pared múltiple tienen que aplicarse a todos los componentes de conducción del gas o del combustible como por ejemplo las líneas/tuberías o elementos de conexión para usarse en los motores de gas o de doble combustible. Tales elementos de tubería de suministro de combustible de doble pared o elementos de línea de suministro de combustible pueden usarse en barcos o buques en los que pueden hacerse funcionar los motores de gas o de doble combustible. Lo mismo se aplica a los motores de gas o de doble combustible usados para generar energía eléctrica.

Los sistemas de tuberías de suministro de combustible de doble pared pueden estar configurados de tal manera que el combustible puede conducirse desde un primer lugar a un segundo lugar dentro de una tubería interior rodeada por una tubería exterior. Las configuraciones de doble pared de los sistemas de tuberías de suministro de combustible pueden usarse para evitar la fuga de gas a la atmósfera en el caso de daño de la tubería interna del sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared.

En el caso de una fuga en un sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared, es necesario localizar la fuga para facilitar la reparación.

El documento DE 195 25 176 A1 muestra un sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared que tiene un medio de detección de fugas local. En particular, el sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared está dividido en una pluralidad de secciones, y el espacio entre las paredes interior y exterior de cada sección está conectado a una línea de alimentación de gas inerte independiente con el fin de llenarse con gas inerte a alta presión. Cada una de las líneas de alimentación está provista de un controlador de presión, una válvula magnética y un sensor. La detección de fugas en cada una de las secciones se realiza cerrando periódicamente todas las válvulas magnéticas, a excepción de la válvula magnética de la sección a monitorizar y monitorizar si la presión disminuye o no. Una disminución de la presión puede ser indicativo de una fuga en esa sección respectiva.

El documento DE 10 2008 015 611 A1 muestra un sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared para un motor de combustión que tiene un medio de detección de fugas local. En particular, una tubería exterior de una línea de combustible de alta presión de doble pared está dividida en una pluralidad de secciones, estando cada una de las secciones provista de un dispositivo de detección de fugas que tiene una posición primera y una segunda. En la primera posición, se establece una conexión entre las tuberías externas de cada una de las secciones. En la segunda posición, se establece una conexión entre una tubería exterior de una sección y el exterior del sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared para detectar si el combustible está escapando o no. El escape de combustible puede ser indicativo de una fuga en la sección respectiva.

Se conocen sistemas de tuberías de suministro de combustible de doble pared adicionales a partir de los documentos US 2009/0127848 A1 y WO 2007/057 629 A1

La presente divulgación está dirigida, al menos en parte, a mejorar o superar uno o más aspectos de los sistemas anteriores.

Sumario de la divulgación

En un aspecto de la presente divulgación, un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared configurado para su uso en un sistema de tuberías de suministro de combustible para suministrar de manera selectiva combustible tal como gas o combustible líquido, por ejemplo, diésel, a un motor de combustión interna, comprende una tubería interior, una tubería exterior, un primer elemento de cara terminal que conecta la tubería exterior y la tubería interior en un primer extremo. Además, el elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared comprende un segundo elemento de cara terminal que conecta la tubería exterior y la tubería interior en un segundo extremo opuesto al primer extremo. La tubería exterior, la tubería interior, el primer elemento de cara terminal y el segundo elemento de cara terminal definen el espacio de detección de fugas entre los mismos y solo el

segundo elemento de cara terminal tiene una abertura de detección de fugas del elemento de tubería que conecta el espacio de detección de fugas con el exterior del elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared.

Otras características y aspectos de esta divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista general esquemática de un motor de combustión interna que tiene un sistema de suministro de combustible de acuerdo con la presente divulgación;

La figura 2 muestra una vista en sección transversal detallada de una sección del sistema de suministro de combustible de la figura 1;

La figura 3 muestra una vista en sección transversal de un elemento de tubería de suministro de combustible del sistema de suministro de combustible de la figura 2 de acuerdo con una primera realización;

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de un elemento de tubería de suministro de combustible del sistema de suministro de combustible de la figura 2 de acuerdo con una segunda realización;

La figura 5 muestra una vista en sección transversal de un elemento de tubería de suministro de combustible de acuerdo con una tercera realización;

La figura 6 muestra una vista en sección transversal de un elemento de tubería de suministro de combustible de acuerdo con una cuarta realización;

La figura 7 muestra una vista en sección transversal de una sección de un cabezal de cilindro de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación, teniendo el cabezal de cilindro montada en su interior una válvula de entrada de combustible de acuerdo con una primera realización de la presente divulgación;

La figura 8 muestra una vista en sección transversal de una parte de un cabezal de cilindro de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación, teniendo el cabezal de cilindro montada en su interior la válvula de entrada de combustible mostrada en la figura 7;

La figura 9 muestra una vista en sección transversal de una parte de un cabezal de cilindro de acuerdo con la primera realización de la presente divulgación, teniendo el cabezal de cilindro montada en su interior una válvula de entrada de combustible de acuerdo con una segunda realización de la presente divulgación; y

La figura 10 muestra un diagrama de flujo de un método para detectar una fuga en el sistema de suministro de combustible de la figura 1.

Descripción detallada

La siguiente es una descripción detallada de las realizaciones ejemplares de la presente divulgación. Las realizaciones ejemplares descritas en la misma e ilustradas en los dibujos están destinadas a enseñar los principios de la presente divulgación, permitiendo a los expertos en la materia implementar y usar la presente divulgación en muchos entornos diferentes y para muchas aplicaciones diferentes. Por lo tanto, las realizaciones ejemplares no pretenden ser, y no deberían considerarse como, una descripción limitante del alcance de protección de la patente. Más bien, el alcance de protección de la patente se definirá en las reivindicaciones adjuntas.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un motor de combustión interna 1. El motor de combustión interna 1 puede comprender un sistema de suministro de combustible 10. El sistema de suministro de combustible 10 puede estar configurado de forma selectiva para suministrar un combustible tal como gas o un combustible líquido, por ejemplo un combustible diésel. En el presente documento, el término "combustible" se usa para cualquier tipo de combustible gaseoso, así como para cualquier tipo de combustible líquido.

El sistema de suministro de combustible 10 puede comprender un sistema de líneas de combustible y un sistema de monitorización de presión. El sistema de líneas de combustible puede comprender una pluralidad de secciones de línea de combustible 11A, 11B, 11C, 11D,..., 11n. El sistema de monitorización de presión puede comprender una pluralidad de segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n.

Cada una de las secciones de línea de combustible 11A, 11B, 11C, 11D,..., 11n puede comprender una válvula de entrada de combustible 50A, 50B, 50C,... Además, las secciones de línea de combustible 11A, 11B, 11C, 11D,..., 11n puede estar conectadas entre sí de tal manera que formen una línea de tuberías de combustible interior continua. La línea de tuberías de combustible interior continua puede conectarse a un depósito de combustible 60.

Cada uno de la pluralidad de segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n puede conectarse entre sí de manera que pueden dividirse de un vecino de uno de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n usando una válvula 21A, 21B, 21C,..., 21n respectiva. Uno de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n, por ejemplo, el 20n puede conectarse a un depósito de gas inerte 40. Uno de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n, por ejemplo el 20A, en oposición a otro uno de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n conectado al depósito de gas inerte 40, puede conectarse a un sensor de presión 23. El sensor de presión 23 puede conectarse a una unidad de control 30 a través de una primera línea de control 32.

La unidad de control 30 puede ser un único microprocesador o una pluralidad de microprocesadores que pueden

incluir medios para controlar, entre otros, el funcionamiento de las válvulas 21A, 21B, 21C,..., 21n a través de las segundas líneas de control 34, así como de otros componentes del motor de combustión interna 1, por ejemplo, puede indicar una fuga en el sistema de suministro de combustible 10 basándose en una señal de salida correspondiente del sensor de presión 23. La unidad de control 30 puede incluir todos los componentes necesarios para ejecutar una aplicación tal como, por ejemplo, una memoria, un dispositivo de almacenamiento secundario, y un procesador tal como una unidad central de procesamiento o cualquier otro medio conocido en la técnica para controlar el motor 1 de combustión y sus diversos componentes. La unidad de control 30 puede analizar y comparar los datos recibidos y almacenados, y, basándose en instrucciones y datos almacenados en la memoria o introducidos por un usuario, determinar si se requiere una acción. La unidad de control 30 puede incluir cualquier dispositivo de memoria conocido en la técnica para almacenar datos relacionados con el funcionamiento del motor 1 de combustión y sus componentes. Los datos pueden almacenarse en forma de uno o más mapas que describen y/o se relacionan, por ejemplo, al funcionamiento de las válvulas 21A, 21B, 21C,..., 21n. Cada uno de los mapas puede estar en la forma de tablas, gráficas y/o ecuaciones, y puede incluir una recopilación de datos recogidos a partir de un laboratorio y/u operaciones de campo del motor 1 de combustión.

Haciendo referencia a la figura 2, el sistema de suministro de combustible 10 puede comprender un sistema de tuberías de suministro de combustible 100 y un sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200. El sistema de tuberías de suministro de combustible 100 puede estar configurado de manera selectiva para suministrar un combustible tal como un gas o un combustible líquido, por ejemplo un combustible diésel, a las unidades de combustión (no mostrado en la figura 2).

El sistema de tuberías de suministro de combustible 100 puede tener una pluralidad de secciones de tubería de combustible 101. La figura 2 muestra solamente una sección de tubería de combustible 101 completa conectada a cada una de las secciones de tubería de combustible vecinas. Haciendo referencia a la figura 1, los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n pueden comprender un sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200 y parte del sistema de tuberías de suministro de combustible 100. Las secciones de línea de combustible 11A, 11B, 11C,..., 11n pueden comprender la otra parte del sistema de tuberías de suministro de combustible 100. Haciendo referencia a la figura 2, cada una de las secciones de tubería de combustible 101 puede comprender dos elementos de tubería de suministro de combustible. Los elementos de tubería de suministro de combustible pueden ser un elemento de tubería de suministro de combustible lineal 110 y un elemento de tubería de suministro de combustible lineal 120 conectados entre sí mediante el uso de un medio de sujeción, por ejemplo, tornillos o pernos. Como alternativa, los dos elementos de tubería de suministro de combustible pueden ser en forma de T o de forma lineal. El elemento de tubería de suministro de combustible lineal 110 puede tener una sección formada de manera lineal y una sección de cabezal de cilindro que puede estar dispuesta perpendicular a la sección lineal y que puede estar dispuesta en el lateral de un cabezal de cilindro en un estado montado. Los elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 pueden fabricarse de metal.

Cada uno de entre el elemento de tubería de suministro de combustible lineal 110 y el elemento de tubería de suministro de combustible lineal 120 puede comprender una tubería interior 111, 121 y una tubería exterior 112, 122. La tubería interior 111, 121 y la tubería exterior 112, 122 pueden definir un espacio de detección de fugas 113, 123 del elemento de tubería 113, 123 entre las mismas. La tubería exterior 112, 122 puede estar dispuesta de manera concéntrica alrededor de la tubería interior 111, 121. Como alternativa, la tubería exterior 112, 122 puede estar dispuesta de manera excéntrica alrededor de la tubería interior 111, 121.

El elemento de tubería de suministro de combustible lineal 110 puede comprender un primer elemento de cara terminal 115 y un segundo elemento de cara terminal 116, oponiéndose el segundo elemento de cara terminal 116 al primer elemento de cara terminal 115. El primer elemento de cara terminal 115 y el segundo elemento de cara terminal 116 pueden formar parte integral de la tubería interior 111. Como alternativa, el primer elemento de cara terminal 115 y el segundo elemento de cara terminal 116 pueden formar parte integral de la tubería exterior 112 o tanto de la tubería interior 111 como de la tubería exterior 112. Además, el primer elemento de cara terminal 115 y el segundo elemento de cara terminal 116 pueden formarse y conectarse de manera separada a la tubería interior 111 y/o a la tubería exterior 112, por ejemplo mediante una conexión de enchufe, ajuste a presión, pernos o tornillos, mostrándose estos últimos a modo de ejemplo en la figura 2.

El elemento de tubería de suministro de combustible 120 formado de manera lineal puede comprender un primer elemento de cara terminal 124 y un segundo elemento de cara terminal 125, oponiéndose el segundo elemento de cara terminal 125 al primer elemento de cara terminal 124. El primer elemento de cara terminal 124 y el segundo elemento de cara terminal 125 pueden formarse y conectarse de manera separada a la tubería interior 121 y a la tubería exterior 122. Como se muestra en la figura 2, el primer elemento de cara terminal 124 y el segundo elemento de cara terminal 125 pueden conectarse a la tubería interior 121 y la tubería exterior 122 mediante una conexión de enchufe como se muestra a modo de ejemplo en la figura 2. Como alternativa, el primer elemento de cara terminal 124 y el segundo elemento de cara terminal 125 pueden conectarse a la tubería interior 121 y/o a la tubería exterior 122 mediante una conexión de perno usando al menos un tornillo o un perno. Como alternativa, el primer elemento de cara terminal 124 y el segundo elemento de cara terminal 125 pueden formar parte integral de la tubería interior y/o de la tubería exterior 122.

Los elementos de tubería de suministro de combustible 120 pueden comprender un elemento de fuelle 130. Como alternativa, ninguno de los elementos de tubería de suministro de combustible 110 o cada uno de los elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 puede comprender un elemento de fuelle 130. Como alternativa, el elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120 puede tener más de un elemento de fuelle 130. En el caso de más de un elemento de fuelle 130, los elementos de fuelle 130 pueden espaciarse igualmente entre sí y distribuirse de manera uniforme por el elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120, respectivamente, o pueden espaciarse irregularmente entre sí y distribuirse de manera irregular en los elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120, respectivamente.

El elemento de fuelle 130 puede comprender una pluralidad de dobleces, por ejemplo, seis dobleces. Además el elemento de fuelle 130 puede comprender un fuelle interior 131 y un fuelle exterior 132. El fuelle interior 131 y el fuelle exterior 132 pueden definir un espacio de detección de fugas 133 de fuelle entre los mismos. El fuelle exterior 132 puede disponerse de manera concéntrica alrededor del fuelle interior 131. Como alternativa, el fuelle exterior 132 puede disponerse de manera excéntrica alrededor del fuelle interior 131. El espacio de detección de fugas 133 puede estar abierto en cada uno de los extremos del elemento de fuelle 130 de tal manera que, en un estado ensamblado, puede conectarse de manera fluida al espacio de detección de fugas 133. Como alternativa, en el caso de que ambos elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 comprendan un elemento de fuelle 130, el espacio de detección de fugas 133 puede conectarse de manera fluida a los espacios de detección de fugas 113 y 123, respectivamente, en un estado ensamblado. El elemento de fuelle 130 puede fabricarse de metal, tal como acero inoxidable, por ejemplo, EN 10088-2-1.4301 o EN 10088-2-1.4571. Como alternativa, puede usarse un acero de bajo precio para el elemento de fuelle 130. La longitud del elemento de fuelle 130 puede depender de la longitud del elemento de suministro de combustible 110, 120 y/o del número de elementos de fuelle 130 previstos en el elemento 130 de suministro de combustible. Por ejemplo, el elemento de fuelle 130 puede tener una longitud de entre 40 mm y 100 mm, preferentemente alrededor de 50 mm, 80 mm o 90 mm.

El sistema de suministro de combustible 10 puede comprender además un cabezal de cilindro 140. El cabezal de cilindro 140 puede comprender un cuerpo principal 149 del cabezal de cilindro y una carcasa de válvula de entrada 143. La carcasa de válvula de entrada 143 puede estar fundida en el cuerpo principal 149 del cabezal de cilindro y puede tener una forma de copa con una parte inferior sustancialmente cerrada, una parte de pared lateral y una parte superior abierta. La parte de pared lateral puede tener una sección circular en una dirección hacia arriba y hacia abajo en la figura 2 o puede tener una sección poligonal en una dirección hacia arriba y hacia abajo en la figura 2.

La carcasa de válvula de entrada 143 puede fabricarse formando de manera integral, por ejemplo una fundición, una protuberancia en un extremo de una cámara de mezcla del cabezal de cilindro 140. Puede hacerse una fundición de una protuberancia usando un núcleo que se retira después de un proceso de fundición. La carcasa de válvula de entrada 143 puede conectarse al elemento de tubería de suministro de combustible 110, por ejemplo usando tornillos o pernos de tal manera que la parte superior abierta se dirige al lateral del sistema de tuberías de suministro de combustible y la parte inferior cerrada se dirige sustancialmente al lado de la cámara de combustión. La cámara de combustión (no mostrada) puede conectarse al cabezal de cilindro 140. Además, la carcasa de válvula de entrada 143 puede conectarse al elemento de tubería de suministro de combustible 120.

Como se muestra en la figura 2, la carcasa de válvula de entrada 143 puede alojar una válvula de entrada de combustible 150. La válvula de entrada de combustible 150 puede comprender un alojamiento de válvula 151. La válvula de entrada de combustible puede conectarse a una fuente de alimentación externa 300 a través de dos cables 310. Como alternativa, la válvula de entrada de combustible 150 puede conectarse a la fuente de alimentación 300 a través de uno o más de dos cables 310. Los cables 310 pueden correr a través del alojamiento de válvula 151 y de la carcasa de válvula de entrada 143.

La carcasa de válvula de entrada 143 puede tener una mayor dimensión, por ejemplo una sección más grande que, como se ve en una dirección hacia arriba y hacia abajo en la figura 2, la sección de la válvula de entrada de combustible 150 de tal manera que la carcasa de válvula de entrada 143 y la válvula de entrada de combustible 150 definen un espacio de detección de fugas 141 de carcasa entre las mismas. La carcasa de válvula de entrada 143 puede conectarse al elemento de tubería de suministro de combustible 110 de manera que el espacio de detección de fugas 141 está conectado de manera fluida al espacio de detección de fugas 113. En el caso de que la carcasa de válvula de entrada 143 se conecte al elemento de tubería de suministro de combustible 120, el espacio de detección de fugas 141 puede conectarse de manera fluida al espacio de detección de fugas 123.

Como se muestra en la figura 2, el sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200 puede comprender una tubería de suministro de gas inerte 220. La tubería de suministro de gas inerte 220 puede dividirse en una pluralidad de secciones de tubería de suministro de gas inerte por medio de unas válvulas de cierre 210. La tubería de suministro de gas inerte 220 puede conectarse de manera fluida al espacio de detección de fugas 113 del elemento de tubería de suministro de combustible 110 a través de las partes de conexión tubular 240. Como alternativa, la tubería de suministro de gas inerte 220 puede conectarse de manera fluida al espacio de detección de fugas 123 del elemento de tubería de suministro de combustible 120 o tanto al espacio de detección de fugas 113 del elemento de tubería de suministro de combustible 110 como al espacio de detección de fugas 123 del elemento de tubería de

suministro de combustible 120.

El sistema de suministro de combustible 10 puede comprender además un único sensor de presión 230. El sensor de presión 230 puede estar dispuesto en un extremo de la tubería de suministro de gas inerte 220. Como alternativa, el sensor de presión 230 puede estar dispuesto en otro lado en la tubería de suministro de gas inerte 220. El sensor de presión 230 puede estar configurado para detectar una desviación de la presión, en particular, una caída de presión en la tubería de suministro de gas inerte 220. El sensor de presión 230 puede ser un sensor a base de silicio, sílice o metal. Además, el sensor de presión 230 puede fabricarse de o recubrirse con un material piezoeléctrico.

La figura 3 muestra una primera realización de un elemento de tubería de suministro de combustible, es decir, el elemento de tubería de suministro de combustible 110 que está formado sustancialmente en forma de T. En particular, como se muestra en la figura 3, la tubería interior 111 puede estar formada en forma de T.

Solo en la segunda cara terminal 116, se forma una abertura de detección de fugas 117 del elemento de tubería. La abertura de detección de fugas 117 del elemento de tubería conecta el espacio de detección de fugas 113 al exterior del elemento de tubería de suministro de combustible 110 y en el estado montado a la tubería de suministro de gas inerte 220. Como alternativa, la abertura de detección de fugas 117 del elemento de tubería puede, en un ejemplo no de acuerdo con la presente invención, formarse en un primer elemento de cara terminal 115.

Además, el elemento de tubería de suministro de combustible 110 puede tener un tercer elemento de cara terminal 118. El tercer elemento de cara terminal puede estar dispuesto perpendicularmente al primer elemento de cara terminal 115 y al segundo elemento de cara terminal 116. En particular el tercer elemento de cara terminal 118 puede estar dispuesto en un extremo inferior del elemento de tubería de suministro de combustible lineal 110 como se ve en la figura 3. El tercer elemento de cara terminal 118 puede, en un ejemplo no de acuerdo con la presente invención, tener una abertura de detección de fugas 114 de carcasa. La abertura de detección de fugas 114 de carcasa puede extenderse a través del tercer elemento de cara terminal 118 y en una dirección hacia arriba y hacia abajo como ve en la figura 3. La abertura de detección de fugas 114 de carcasa puede conectar el espacio de detección de fugas 113 al exterior del elemento de tubería de suministro de combustible 110.

Además, el elemento de tubería de suministro de combustible 110 puede tener una pluralidad de orificios de fijación 119, por ejemplo ocho orificios de fijación (sólo se muestran dos orificios de fijación en la figura 3, un orificio de fijación 119 en cada lado izquierdo y derecho del elemento de suministro de combustible 110 como se ve en la figura 3) para fijar un tornillo o similares, en el primer elemento de cara terminal 115, el segundo elemento de cara terminal 116 y el tercer elemento de cara terminal 118.

La figura 4 muestra una segunda realización de un elemento de tubería de suministro de combustible, es decir, el elemento de tubería de suministro de combustible 120 formado de manera lineal.

En el segundo elemento de cara terminal 125, puede formarse una abertura de detección de fugas 126 del elemento de tubería. La abertura de detección de fugas 126 del elemento de tubería puede conectar el espacio de detección de fugas 123 al exterior del elemento de tubería de suministro de combustible 120. Como alternativa, la abertura de detección de fugas 126 del elemento de tubería puede, en un ejemplo (no de acuerdo con la presente invención), estar formada en el primer elemento de cara terminal 124. Como alternativa, el elemento de tubería de suministro de combustible 120 puede, en un ejemplo (no de acuerdo con la presente invención), tener una abertura de detección de fugas adicional que conecte el espacio de detección de fugas 123 al exterior del elemento de tubería de suministro de combustible 120 y extenderse en una dirección perpendicular a la dirección en la que se extiende la abertura de detección de fugas 126 del elemento de tubería.

Además, el elemento de tubería de suministro de combustible 120 puede tener una pluralidad de orificios de fijación 129, por ejemplo ocho orificios de fijación 129 (sólo se muestran cuatro orificios de fijación en la figura 4, dos orificios de fijación 129 en cada uno de los lados derecho e izquierdo del elemento de tubería de suministro de combustible 120 como se ve en la figura 4) para fijar un tornillo o similares, por ejemplo en el primer elemento de cara terminal 124 y en el segundo elemento de cara terminal 125. Preferentemente, los orificios de fijación 129 pueden estar dispuestos en una parte del primer elemento de cara terminal 124 y del segundo elemento de cara terminal 125, respectivamente, que está colocada hacia fuera en relación con la parte del primer elemento de cara terminal 124 y del segundo elemento de cara terminal 125, respectivamente, colocados adyacentes al espacio de detección de fugas 123.

Como se muestra además en la figura 4, el elemento de fuelle 130 puede estar soldado a la tubería interior 121 y a la tubería exterior 122. El elemento de fuelle 130 puede estar dispuesto a mitad de camino entre el primer elemento de cara terminal 124 y el segundo elemento de cara terminal 125. Como alternativa, el elemento de fuelle 130 puede estar dispuesto más cerca del primer elemento de cara terminal 124 o más cerca del segundo elemento de cara terminal 125. Preferentemente, el elemento de fuelle 130 puede estar separado del primer elemento de cara terminal 124 y/o del segundo elemento de cara terminal 125 al menos aproximadamente 10 mm, preferentemente, al menos aproximadamente 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 75 mm o 100 mm, dependiendo la distancia exacta de la longitud

del elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120.

En un estado ensamblado, como se muestra en la figura 2, una pluralidad de elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 pueden estar conectados entre sí de tal manera que las tuberías internas 111, 121 forman una línea de tuberías interna continua y dos tuberías externas 112, 122 vecinas forman una sección de línea de tuberías externa cerrada, estando las dos tuberías externas 112, 122 conectadas entre sí por las aberturas de detección de fugas 117, 126 del elemento de tubería.

La figura 5 muestra una tercera realización de un elemento de tubería de suministro de combustible. La realización mostrada en la figura 5 difiere de la segunda realización en que elemento de fuelle 130 pueden estar provisto de una primera brida de fuelle 134 en un extremo del mismo y una segunda brida de fuelle 135 en el otro extremo opuestos del mismo. La primera brida de fuelle 134 y la segunda brida de fuelle 135 pueden formar parte integral de un fuelle interior 131 y de un fuelle exterior 132 y se pueden soldar a la tubería interior 121 o a la tubería exterior 122. Como alternativa, la primera brida de fuelle 134 y la segunda brida de fuelle 135 pueden estar soldadas o conectadas por un enchufe al elemento de fuelle 130 y/o pueden estar soldadas a solo una de entre la tubería interior 121 y la tubería exterior 122.

La figura 6 muestra una cuarta realización de un elemento de tubería de suministro de combustible. La realización mostrada en la figura 6 difiere de la segunda realización en que el elemento de tubería de suministro de combustible 120 pueden estar provisto de una primera brida de montaje 127 y una segunda brida de montaje 128, cada una de las cuales puede estar dispuesta adyacente al elemento de fuelle 130. En particular, la primera brida de montaje 127 puede estar dispuesta adyacente a una primera brida de fuelle 134' y una segunda brida de montaje 128 puede estar dispuesta adyacente a una segunda brida de fuelle 135'. La primera brida de montaje 127 y la primera brida de fuelle 134' pueden estar conectadas entre sí, por ejemplo mediante tornillos o pernos (no mostrados). La segunda brida de montaje 128 y la segunda brida de fuelle 135' pueden estar conectadas entre sí, por ejemplo mediante tornillos o pernos (no mostrados). La primera brida de montaje 127 y la segunda brida de montaje 128 pueden estar conectadas a la tubería interior 121 y a la tubería exterior 122 por una conexión de enchufe. Como alternativa, la primera brida de montaje 127 y la segunda brida de montaje 128 pueden estar soldadas a la tubería interior 121 y/o a la tubería exterior 122. En el caso de más de un elemento de fuelle 130, el elemento de tubería de suministro de combustible 120 puede tener también más de dos bridas de montaje 127, 128.

La figura 7 muestra una primera realización de la carcasa de válvula de entrada 143 y de la válvula 150.

Como se muestra en la figura 7, la carcasa de válvula de entrada 143 puede estar fundida de manera integral con el cuerpo principal 149 del cabezal de cilindro y puede tener una dimensión más grande que la válvula de entrada de combustible 150 que da como resultado un espacio de detección de fugas 141. Como la figura 7 muestra además, el espacio de detección de fugas 141 puede tener una cara terminal cerrada 147 y una cara terminal abierta 148 que se opone a la cara terminal cerrada 147 en una dirección hacia arriba y hacia abajo como se ve en la figura 7. En un estado ensamblado, la cara terminal cerrada 147 puede estar localizada en el lado de la cámara de combustión y la cara terminal abierta 148 puede estar localizada en el lado del sistema de tubería de suministro de combustible. Además, la carcasa de válvula de entrada 143 puede comprender un orificio pasante de carcasa 142 que se extiende desde el exterior hacia el interior de la carcasa de válvula de entrada 143. El orificio pasante de carcasa 142 puede servir para recibir y guiar uno o más cables 310 que conectan la válvula 150 a la fuente de alimentación 300.

Como se muestra además en la figura 7, el alojamiento de válvula 151 puede tener también un orificio pasante de alojamiento 133 que se extiende desde el espacio de detección de fugas 141 hacia el interior de la válvula de entrada de combustible 150. El orificio pasante de alojamiento 133 puede servir para guiar los cables 310. En el orificio pasante de alojamiento 133, puede disponerse un elemento de barrera 170. El elemento de barrera 170 puede comprender una barrera interior 171 y una barrera exterior 172. La barrera interior 171 y la barrera exterior 172 pueden definir un espacio de detección de fugas de válvula 173 entre las mismas.

Cada una de entre la barrera interior 171 y la barrera exterior 172 puede comprender dos bujes de cable (no mostrado en detalle). Como alternativa, cada una de entre la barrera interior 171 y la barrera exterior 172 puede comprender uno o más de dos bujes de cable. Los bujes de cable pueden servir como una guía para guiar los cables 310 desde el interior de la válvula de entrada de combustible 150 al exterior del sistema de suministro de combustible 10 a lo largo del orificio pasante de alojamiento 133 de la válvula de entrada de combustible 150 y el orificio pasante de carcasa 142 de la carcasa de válvula de entrada 143.

El alojamiento de válvula 151 puede tener además una primera abertura de detección de fugas de válvula 152. La primera abertura de detección de fugas de válvula 152 puede extenderse desde el espacio de detección de fugas 173 del elemento de barrera 170 al espacio de detección de fugas 141. La primera abertura de detección de fugas de válvula 152 puede extenderse de manera oblicua en el alojamiento de válvula 151 en una dirección hacia arriba o hacia abajo como se ve en la figura 7.

Un buje 160 puede estar dispuesto en el orificio pasante de carcasa 142. El buje 160 puede extenderse desde el exterior de la carcasa de válvula de entrada 143 en al menos parte del alojamiento de válvula 151 para proteger los

cables 310 del gas de alta presión en el espacio de detección de fugas 141. El buje 160 puede fabricarse de materiales metálicos o materiales plásticos. Además, el buje 160 puede comprender una rosca externa y puede atornillarse en el orificio pasante de carcasa 142. En este caso, el orificio pasante de carcasa 142 puede estar provisto de una rosca interna. Como alternativa, el buje 160 puede estar provisto de una brida que tiene orificios de fijación para fijar el buje 160 al cabezal de cilindro 140, específicamente, en la carcasa de válvula de entrada 143, con medios de sujeción, tales como tornillos o pernos. La longitud y el diámetro del buje 160 pueden depender del tamaño del cabezal de cilindro 140. Por ejemplo, el buje 160 puede tener una longitud de entre 80 mm y 100 mm, preferentemente 81 mm, 85 mm, 90 mm, 95 mm. Además, en el caso de un buje que tenga una longitud entre 80 mm y 100 mm, el buje 160 puede tener un diámetro entre 30 y 40 mm, preferentemente 32,5 mm, 35 mm o 37,5 mm.

La figura 8 muestra un cabezal de cilindro 140' de acuerdo con una segunda realización. El cabezal de cilindro 140' difiere del cabezal de cilindro 140 en que puede comprender una carcasa de válvula de entrada 143' que comprende una pared de carcasa exterior 144 y una pared de carcasa interior 145. La pared de carcasa interior 145 y la pared de carcasa exterior 144 pueden definir un espacio de detección de fugas 141 entre las mismas. La pared de carcasa exterior 144 puede tener una dimensión interna que es la misma que una dimensión exterior de la válvula de entrada de combustible 150 de tal manera que la válvula de entrada de combustible 150 encaja en la pared de carcasa interior 145.

La pared de carcasa interior 145 puede tener un orificio pasante de carcasa 146. El orificio pasante de carcasa 146 puede extenderse desde el espacio de detección de fugas 141 en el interior de la carcasa de válvula 143 y puede oponerse al orificio pasante de carcasa 142. El orificio pasante de carcasa 146 puede servir para guiar los cables 310.

La pared de carcasa interior 145 puede tener una segunda abertura de detección de fugas de válvula 159. La segunda abertura de detección de fugas de válvula 159 puede estar localizada por debajo del orificio pasante de carcasa 146 como se ve en la figura 8. Como alternativa, la segunda abertura de detección de fugas de válvula 159 puede estar localizada por encima del orificio pasante de carcasa 146. En un estado ensamblado, la segunda abertura de detección de fugas de válvula 159 puede conectarse de manera fluida al espacio de detección de fugas 173 del elemento de barrera 170 a través de la primera abertura de detección de fugas de válvula 152.

La figura 9 muestra la válvula de entrada de combustible 150' de acuerdo con una segunda realización. En particular, la válvula de entrada de combustible 150' mostrada en la figura 9 puede diferir de la válvula de entrada de combustible mostrada en la figura 8 en que un elemento de barrera 170' puede desplazarse alrededor de 90 grados. En consecuencia, el elemento de barrera 170' puede comprender una pared de barrera interior 171', una pared de barrera exterior 172' y un espacio de detección de fugas 173' orientado y dispuesto, respectivamente, en una dirección de izquierda a derecha, por ejemplo, una dirección horizontal en un estado ensamblado, como se ve en la figura 9 en el alojamiento de válvula 151'.

Además, la válvula de entrada de combustible 150' puede comprender un orificio pasante de alojamiento 153' de dos secciones. El orificio pasante de alojamiento 153' puede comprender una primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a y una segunda parte del orificio pasante de alojamiento 153'b. La primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a puede extenderse en la dirección horizontal desde el exterior al alojamiento de válvula 151' como se ve en la figura 9. La primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a puede estar sellada contra el exterior con una tuerca 180 atornillada en la primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a, guiando la tuerca 180 los cables 310 desde el interior de la válvula 150' al exterior de la válvula 150'. Como alternativa, la primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a puede sellarse con cualquier otro elemento adecuado, tal como un tapón. La segunda parte del orificio pasante de alojamiento 153'b puede extenderse en una dirección perpendicular a la primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a a una mitad de camino de la primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a. Como alternativa, la segunda parte del orificio pasante de alojamiento 153'b puede extenderse al final de la primera parte del orificio pasante de alojamiento 153'a que se opone al final de la primera parte del orificio pasante cerrado con la tuerca 180. La segunda parte del orificio pasante de alojamiento 153'b puede tener dos diámetros diferentes en una dirección hacia arriba y hacia abajo como se ve en la figura 9. En particular, el orificio pasante de alojamiento 153' puede tener un diámetro más pequeño en una parte superior que en una parte inferior. En correspondencia, la pared de barrera interior 171' localizada en la parte inferior del orificio pasante de alojamiento 153' puede tener un diámetro mayor que la pared de barrera exterior 172' localizada en la parte superior del orificio pasante de alojamiento 153'. De esta manera, puede lograrse un espacio de detección de fugas 173' definido. La construcción del orificio pasante de alojamiento 153' que tiene diferentes diámetros puede aplicarse también a la válvula de entrada de combustible 150 de acuerdo con la primera realización.

La figura 10 muestra un diagrama de flujo que describe un método para detectar una fuga en el sistema de suministro de combustible 10. En una primera etapa, los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 del sistema de suministro de combustible 10 pueden llenarse con gas inerte. Más tarde, puede monitorizarse la presión en cada uno de los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 mediante el uso del sensor de presión 230.

En el caso de que el sensor de presión 230 detecte una desviación de la presión, por ejemplo, una caída de presión, todas las válvulas 210 del sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200 pueden cerrarse de tal manera que solo un primer segmento de monitorización 20A está conectado al sensor de presión 230.

5 Una vez más, puede monitorizarse la presión en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 del primer segmento de monitorización 20A. En el caso de una desviación de la presión, por ejemplo, una caída de presión, el sensor de presión 230 puede emitir una señal correspondiente a la unidad de control 30 que indique una fuga en el primer segmento de monitorización 20A, por ejemplo, mediante una alarma o un indicador visual. En el caso de que no haya una desviación de la presión, por ejemplo, no existe una caída de presión, en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 del primer segmento de monitorización 20A, puede abrirse una primera de las válvulas 210 del sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200 de manera que el primer segmento de monitorización 20A y un segundo segmento de monitorización 20B posterior están conectados al sensor de presión 230.

15 Una vez más, puede monitorizarse la presión en los segmentos 20A, de monitorización 20B primero y segundo. En el caso de una desviación de la presión, por ejemplo, una caída de presión, el sensor de presión 230 puede emitir una señal correspondiente a la unidad de control 30 que indique una fuga en el segundo segmento de monitorización 20B, por ejemplo, mediante una alarma o un indicador visual. En el caso de que no haya una caída de presión en los segmentos de monitorización 20A, 20B primero y segundo, pueden repetirse las etapas de la apertura de una más de las válvulas 210 del sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200 y de la monitorización de la presión en el segmento de monitorización 20C correspondiente y los segmentos de monitorización 20A, 20B ya conectados al sensor de presión 230 hasta que se detecte una desviación de la presión y, en consecuencia, el segmento de monitorización en el que existen fugas de combustible de las tuberías internas 111, 121 o de la válvula 150.

25 Como alternativa, el método puede realizarse también cerrando una válvula 210 después de la otra y monitorizando si la presión en los segmentos de monitorización respectivos todavía cambia o no. En el caso de que la presión se mantenga constante, la fuga puede ocurrir en el último segmento de monitorización 20A, 20B, 20c,..., 20n separado.

30 **Aplicabilidad Industrial**

Durante el funcionamiento del sistema de suministro de combustible 10, el combustible tal como un gas o un combustible líquido puede suministrarse por las tuberías internas 111, 121 del sistema de tuberías de suministro de combustible 100 a cada una de las válvulas de entrada de combustible 150 para que se alimente a las cámaras de combustión del motor de combustión interna 1. Además, puede suministrarse gas inerte a las tuberías externas 112, 122 de cada sección de tubería de combustible 101 a través del sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200, en particular, la tubería de suministro de gas inerte 220 y las partes 240 de conexión. El gas inerte puede tener una presión de aproximadamente 7 bares, es decir, una presión más alta que el combustible guiado en las tuberías internas 111, 121. Como la presión del gas inerte depende de la presión del combustible usado en el sistema de suministro de combustible, el gas inerte puede tener también una presión superior o inferior a 7 bares. En general, la presión del gas inerte puede ser mayor que la presión del combustible.

En el caso de una fuga en el sistema de tuberías de suministro de combustible 100, por ejemplo, en la línea de tuberías interna continua definida por la pluralidad de tuberías internas 111, 121, el gas inerte de alta presión puede fluir desde las tuberías externas 112, 122 a las tuberías internas 111, 121 dando como resultado una caída de presión en las tuberías externas 112, 122 y en la tubería de suministro de gas inerte 220. El sensor de presión 230 puede detectar la caída de presión y puede emitir una señal correspondiente como una información del comportamiento de la presión a la unidad de control 30 que indica la desviación de la presión, por ejemplo, mediante una señal de alarma.

50 En el caso de tal señal de alarma, puede localizarse la fuga realizando el siguiente método de detección de fugas local. En primer lugar, en la etapa S500, todas las válvulas de cierre 210 pueden cerrarse de tal manera que solo un primer segmento de monitorización 20A, por ejemplo, el segmento de monitorización localizado junto al sensor de presión 230, está conectado al sensor de presión 230. A continuación, en las etapas S510 y S520, el sensor de presión 230 puede monitorizar la presión en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 del primer segmento de monitorización 20A. En el caso de una fuga, en el primer segmento de monitorización 20A, el gas inerte en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 puede fluir en las tuberías internas 111, 121 o en la válvula 150 del primer segmento de monitorización 20A y el sensor de presión 230 puede detectar una caída de presión en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 y la fuga puede indicarse por la unidad de control 30 (etapa S610). En el caso de que no haya una fuga en el primer segmento de monitorización 20A, por ejemplo, si la presión en los espacios de detección de fugas 113, 123, 133, 141, 173 se mantiene constante a aproximadamente 7 bares, pueden cerrarse todas las válvulas (etapa S530) y, más tarde, puede abrirse la primera válvula de cierre 210 de manera que el primer segmento de monitorización 20A y un segundo segmento de monitorización 20B están ambos conectados al sensor de presión 230 (etapa S540). Una vez más, el sensor de presión 230 puede monitorizar si hay o no una caída de presión en los segmentos de monitorización 20A, 20B primero y segundo (etapas S540, S550). En el caso de que el sensor de presión 230 no pueda detectar una caída de

presión en los segmentos de monitorización 20A, 20B primero y segundo, puede abrirse una segunda válvula de cierre 210 y el sensor de presión 230 puede monitorizar la presión en los segmentos de monitorización 10A, 10B, 20C primero, segundo y tercero (etapa S560). Las etapas de apertura de una válvula de cierre 210 después de la otra y la monitorización de la presión (etapas S570 y S580) se pueden repetir hasta que se detecte una caída de presión por el sensor de presión 230 y se indique correspondientemente por la unidad de control 30 (etapa S620).

En algunas realizaciones, el método para detectar una fuga en el sistema de suministro de combustible 10 del motor de combustión interna 1 puede comprender las etapas:

- 10 - realizar una primera medición de presión de una presión dentro del sistema de monitorización de la presión 20 que tiene el conjunto de válvulas 21A, 21B, 21C..., 21n abiertas para conectar de manera fluida los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n a monitorizar con el sensor de presión 23,
- detectar un cambio en la presión provocado por una fuga de una de las tuberías interiores 111 o la válvula 150,
- 15 - realizar al menos una medición de presión adicional de un conjunto seleccionado de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n conectados de manera fluida para proporcionar una información del comportamiento de la presión para dos conjuntos que difieren en el tamaño de un segmento de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n, e
- identificar el segmento de monitorización de fugas basándose en la comparación de la información del comportamiento de la presión de los dos conjuntos que difieren en el tamaño de un segmento de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n.

En algunas realizaciones, la medición de la presión del método descrito anteriormente puede comprender además las etapas siguientes:

- 25 - activar una primera válvula del conjunto de válvulas 21A, 21B, 21C..., 21n, proporcionando de esta manera una primera separación de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n en un primer subconjunto monitorizado de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n conectados de manera fluida al sensor de presión 23 y un primer subconjunto remoto de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n desconectado de manera fluida del sensor de presión 23;
- 30 - monitorizar la presión dentro del primer subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n de ese modo, en dependencia de la detección de un cambio continuado de la presión o de una presión constante, asociar el primer subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n o el primer subconjunto remoto de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n para incluir el segmento de monitorización de fugas.

En algunas realizaciones, la medición de la presión del método descrito anteriormente puede comprender además las etapas siguientes:

- 40 - activar una segunda válvula del conjunto de válvulas 21A, 21B, 21C..., 21N de tal manera que el subconjunto de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n correspondiente a los segmentos de monitorización de fugas se reduce en al menos un segmento de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n, proporcionando de esta manera una segunda separación de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n en un segundo subconjunto monitorizado de presión conectado de manera fluida al sensor de presión 23 y un segundo subconjunto remoto desconectado de manera fluida del sensor de presión 230;
- 45 - monitorizar la presión dentro del segundo subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C..., 20n; e
- identificar el segmento de monitorización de fugas, en dependencia del comportamiento de la presión detectado de la separación primera y segunda.

50 Como alternativa, la presión del gas inerte puede ser menor que la presión del combustible, preferentemente entre la presión atmosférica y la presión del combustible. En el caso de una fuga en el sistema de tuberías de suministro de combustible 100, por ejemplo, en la línea de tuberías interna continua definida por la pluralidad de tuberías internas 111, 121, el combustible de alta presión puede fluir desde las tuberías internas 112, 122 a las tuberías externas 111, 121 dando como resultado un aumento de presión en las tuberías externas 112, 122 y en la tubería de suministro de gas inerte 220. El sensor de presión 230 puede detectar el aumento de presión y puede emitir una señal correspondiente como una información del comportamiento de la presión a la unidad de control 30 que indique la desviación de la presión, por ejemplo, mediante una señal de alarma de acuerdo con el método descrito anteriormente.

60 Como alternativa o adicionalmente, el sistema de suministro de combustible puede estar provisto de un sensor de detección de combustible, por ejemplo, un sensor para detectar combustible gaseoso o líquido. En este caso, el sensor detecta la fuga de combustible detectando el propio combustible, alternativa o adicionalmente a la detección de una desviación de la presión. Además, con el fin de acelerar la detección de una fuga, el sistema de suministro de combustible puede estar provisto de un sistema de succión de combustible, tal como una bomba o similares. En este caso, el combustible puede aspirarse también fuera de los espacios de detección de fugas mediante el uso del sistema de succión de combustible. El sistema de succión de combustible puede estar dispuesto en cualquier lugar,

por ejemplo, en un extremo del sistema de tuberías de suministro de gas inerte 200, en particular, en la tubería de suministro de gas inerte 220.

De esta manera, cada uno de los segmentos de monitorización 20A, 20B, 20C,..., 20n puede monitorizarse fácilmente mediante el uso de un único sensor de presión 23. En consecuencia, puede proporcionarse un método fiable y rápido para detectar una fuga en el sistema de suministro de combustible 10.

Además, en el caso de que la presión del gas inerte sea menor que la presión del combustible, preferentemente entre la presión atmosférica y la presión del combustible, puede detectarse también una fuga en la tubería exterior 112, 122 por el sensor 230, debido a que esto conduciría a una caída de presión en las tuberías externas 112, 122 y, por lo tanto, en la tubería de suministro de gas inerte 220. En consecuencia, es posible identificar si las tuberías internas 111, 121 o las tuberías externas 112, 122 tienen una fuga.

Además, es posible el lavado del sistema de suministro de combustible 10, que es una exigencia de las sociedades de clasificación, y puede hacerse después de cada funcionamiento en el modo de gas en el caso de un motor de combustible doble. El lavado de las tuberías internas 111, 121 puede realizarse abriendo, preferentemente una abertura de manera automática, una válvula (no mostrada) en una línea de conexión correspondiente (no se muestra) que conecta la tubería de suministro de gas inerte 220 con las tuberías internas 111, 121.

Además, debido a la construcción de cada uno de los elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 que comprende al menos un elemento de fuelle 130, puede permitirse la expansión de calor de los elementos de suministro de combustible debido a las altas temperaturas en el sistema de suministro de combustible 10, mientras que al mismo tiempo se permite la monitorización de las fugas. En particular, como el elemento de fuelle 130 que puede actuar como un elemento de compensación para las expansiones de calor del elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120, puede estar integrado en el elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120, este puede estar estabilizado por las partes derecha e izquierda del elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120 adyacente al elemento de fuelle 130. En consecuencia, la flacidez del elemento de fuelle 130 puede reducirse o incluso evitarse, incluso si el elemento de tubería de suministro de combustible 110, 120 tiene una gran dimensión. Por otra parte, debido a la construcción del elemento de fuelle 130 que puede tener unas caras terminales abiertas que conectan el espacio de detección de fugas 133 al espacio de detección de fugas 113, 123, pueden monitorizarse los grandes elementos de tubería de suministro de combustible 110, 120 con respecto a una fuga.

Además, debido a la construcción del cabezal de cilindro 140, 140' y a la válvula de entrada de combustible 150, el sistema de suministro de combustible 10 puede estar formado de manera más segura y la detección de fugas local descrita anteriormente puede incluir también monitorizar las válvulas de entrada de combustible 150 debido a un alojamiento de válvula 151 dañado o a la alimentación de combustible a través de los cables 310. En particular, si existen pérdidas de combustible de la válvula de entrada de combustible 150 debido a un alojamiento de válvula 151 dañado y, haciendo referencia a la realización de la figura 8, debido a una pared de carcasa interior 145 dañada, o debido a los bujes de cable dañados en el interior y/o el exterior de la pared de barrera 171, 171', 172, 172' que alimentan combustible a lo largo de los cables 310, también puede detectarse la fuga, debido a que el gas inerte a alta presión también puede proporcionarse en el espacio de detección de fugas 141 y en el espacio de detección de fugas 173. En consecuencia, una desviación de la presión, por ejemplo, una caída de presión, en al menos uno de los espacios de detección de fugas 141, 173 puede transmitirse también al sensor de presión 230 mediante el uso del espacio de detección de fugas 141 conectado al espacio de detección de fugas 113 a través de la abertura 114 de detección fugas de carcasa y del espacio de detección de fugas 173 conectado al espacio de detección de fugas 141 a través de la primera abertura de detección fugas de válvula 152, respectivamente. En consecuencia, también pueden monitorizarse las válvulas de entrada de combustible 150 con respecto a la fuga de combustible.

Además, debido a una carcasa de válvula de entrada 143, 143' de fundición, la fabricación del cabezal de cilindro 140, 140', puede ser fácil y puede evitarse una producción de alta precisión de los mismos cuando la carcasa de válvula de entrada está fabricada como un componente separado que debe conectarse al cuerpo principal 149 del cabezal de cilindro. Además, debido a la carcasa de válvula de entrada 143 de fundición, puede mejorarse la estabilidad del cabezal de cilindro 140, 140'.

En un aspecto de la presente divulgación, un cabezal de cilindro para un motor de combustión interna puede comprender un cuerpo principal del cabezal de cilindro y una carcasa de válvula de entrada configurados para alojarse al menos parcialmente en una válvula de entrada de combustible, en el que la carcasa de válvula de entrada forma parte integral del cuerpo principal del cilindro.

En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede estar fundida en el cuerpo principal del cilindro.

En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede estar configurada para definir un espacio de detección de fugas entre una superficie interior de la misma y la válvula de entrada de combustible.

En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede comprender una pared exterior de alojamiento y una

pared interior de alojamiento, definiendo la pared exterior de alojamiento y la pared interior de alojamiento un espacio de detección de fugas entre las mismas.

En una realización, el espacio de detección de fugas puede tener una cara terminal cerrada y una cara terminal abierta.

5 En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede estar configurada para poder conectarse a un sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared de tal manera que la cara terminal abierta está conectada de manera fluida a un inter-espacio definido por una tubería exterior y una tubería interior del sistema de tuberías de suministro de combustible de doble pared.

10 En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede tener un orificio pasante de carcasa para guiar al menos un cable desde la válvula de entrada de combustible a un exterior del cabezal de cilindro.

15 En una realización, un buje puede estar dispuesto en el orificio pasante de carcasa, extendiéndose el buje desde el exterior del cabezal de cilindro al menos parcialmente en la válvula de entrada de combustible.

En una realización, el cabezal de cilindro puede comprender además una válvula de entrada de combustible dispuesta dentro de la carcasa de válvula de entrada.

20 En un aspecto de la presente divulgación, una válvula de entrada de combustible para un motor de combustión interna puede comprender un alojamiento, un orificio pasante de alojamiento proporcionado en una pared del alojamiento para recibir cables de suministro de energía, en la que un elemento de barrera puede estar dispuesto en el orificio pasante de carcasa para sellar el orificio pasante de carcasa, comprendiendo el elemento de barrera un espacio de detección de fugas de válvula entre una primera pared de barrera interior y una segunda pared de barrera exterior. La válvula de entrada de combustible puede comprender además una primera abertura de detección de fugas de válvula integrada en la pared del alojamiento y que conecta de manera fluida el espacio de detección de fugas de válvula con el exterior de la válvula de entrada de combustible.

25 En una realización, la primera abertura de detección de fugas de válvula puede extenderse de manera oblicua en el alojamiento.

En una realización, el elemento de barrera puede estar dispuesto herméticamente al aire en el orificio pasante de carcasa.

35 En una realización, el orificio pasante de carcasa puede comprender al menos una primera parte de orificio pasante de carcasa y una segunda parte de orificio pasante de carcasa, que están dispuestas perpendicularmente entre sí, el elemento de barrera está dispuesto en la segunda parte de orificio pasante de carcasa.

40 En una realización, la segunda parte de orificio pasante de carcasa puede comprender una primera parte de diámetro y una segunda parte de diámetro, siendo la primera parte de diámetro más grande que la segunda parte de diámetro.

45 En una realización, la primera parte de orificio pasante de carcasa puede cerrarse contra el exterior de la válvula de entrada de combustible mediante el uso de una tuerca, estando configurada para guiar al menos un cable a su través.

50 En un aspecto de la presente divulgación, un cabezal de cilindro para un motor de combustión interna puede comprender una carcasa de válvula de entrada configurada para alojar al menos parcialmente una válvula de entrada de combustible y para definir un espacio de detección de fugas entre una superficie interior del mismo y una válvula de entrada de combustible como se ha descrito anteriormente. El espacio de detección de fugas de la carcasa de válvula de entrada puede conectarse al espacio de detección de fugas del elemento de barrera a través de la primera abertura de detección de fugas de válvula.

55 En un aspecto adicional de la presente divulgación, un cabezal de cilindro para un motor de combustión interna puede comprender una carcasa de válvula de entrada que incluye una pared de carcasa exterior y una pared de carcasa interior, definiendo la pared de carcasa exterior y la pared de carcasa interior un espacio de detección de fugas entre las mismas y teniendo la pared de carcasa interior una segunda abertura de detección de fugas de válvula y estando configurada para alojar al menos parcialmente la válvula de entrada de combustible como se ha descrito anteriormente. El espacio de detección de fugas de la carcasa de válvula de entrada puede estar conectado al espacio de detección de fugas del elemento de barrera a través de la segunda abertura de detección de fugas de válvula y de la primera abertura de detección de fugas de válvula.

60 En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede tener un orificio pasante de carcasa para guiar al menos un cable desde la válvula de entrada de combustible al exterior del cabezal de cilindro.

65 En una realización, un buje puede estar dispuesto en el orificio pasante de carcasa de la carcasa de válvula de

entrada, extendiéndose el buje desde el exterior del cabezal de cilindro al menos parcialmente en el orificio pasante de alojamiento de la válvula de entrada de combustible para proteger el al menos un cable.

5 En una realización, el orificio pasante de carcasa de la carcasa de válvula de entrada puede estar dispuesto opuesto al orificio pasante de alojamiento en el alojamiento de la válvula de entrada de combustible cuando se monta en el cabezal de cilindro.

En una realización, el buje puede tener la misma sección transversal que el orificio pasante de carcasa.

10 En una realización, la carcasa de válvula de entrada puede estar fundida en el cabezal de cilindro.

En un aspecto de la presente divulgación, un motor de combustión interna puede comprender un cabezal de cilindro como se ha descrito anteriormente.

15 En un aspecto de la presente divulgación, un método para detectar una fuga en un sistema de suministro de combustible de un motor de combustión interna, en el que el sistema de suministro de combustible comprende un sistema de líneas de combustible con secciones de líneas de combustible y un sistema de monitorización de presión con segmentos de monitorización asociados con las secciones de líneas de combustible, un conjunto de válvulas para separar de manera fluida los segmentos de monitorización vecinos, y un sensor de presión conectado de
20 manera fluida a uno de los segmentos de monitorización, puede comprender las siguientes etapas:

- realizar una primera medición de presión de una presión dentro del sistema de monitorización de presión que tiene el conjunto de válvulas abiertas para conectar de manera fluida los segmentos de monitorización que deben monitorizarse con el sensor de presión (23);
- 25 - detectar un cambio en la presión provocado por una fuga entre la sección de líneas de combustible y el sistema de monitorización de presión;
- realizar al menos una medición de presión adicional de un conjunto seleccionado de segmentos de monitorización conectados de manera fluida para proporcionar una información del comportamiento de la presión de dos conjuntos de segmentos de monitorización conectados de manera fluida que difieren en el tamaño de un
30 segmento de monitorización; e
- identificar el segmento de monitorización de fugas basándose en la comparación de la información del comportamiento de la presión de los dos conjuntos de segmentos de monitorización conectados de manera fluida que difieren en el tamaño de un segmento de monitorización.

35 En una realización, el método que realiza al menos una medición de presión adicional puede comprender las siguientes etapas:

- activar una primera válvula del conjunto de válvulas, proporcionando de esta manera una primera separación de los segmentos de monitorización en un primer subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de
40 monitorización conectados de manera fluida al sensor de presión y un primer subconjunto remoto de los segmentos de monitorización desconectados de manera fluida del sensor de presión;
- monitorizar la presión dentro del primer subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización, de ese modo, en dependencia de la detección de un cambio continuado en la presión o una presión constante, asociar el primer subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización o
45 el primer subconjunto remoto de los segmentos de monitorización para que sea el segmento de monitorización de fugas.

En una realización, el método que realiza al menos una medición de presión adicional puede comprender, adicionalmente, las siguientes etapas:

- 50 - activar una segunda válvula del conjunto de válvulas de tal manera que se reduce el subconjunto de segmentos de monitorización que incluyen el segmento de monitorización de fugas en al menos un segmento de monitorización, proporcionando de esta manera una segunda separación de los segmentos de monitorización en un segundo subconjunto monitorizado de presión conectado de manera fluida al sensor de presión y un segundo
55 subconjunto remoto desconectado de manera fluida del sensor de presión;
- monitorizar la presión dentro del segundo subconjunto monitorizado de presión de los segmentos de monitorización; e
- identificar el segmento de monitorización de fugas en dependencia del comportamiento de la presión detectada de la separación primera y segunda.

60 En una realización, el método que realiza al menos una medición de presión adicional, puede comprender además la etapa de realizar una secuencia de mediciones de presión para diferentes conjuntos de los segmentos de monitorización que están conectados de manera fluida al sensor de presión, en el que el número de segmentos de monitorización conectados de manera fluida al sensor de presión disminuye con cada medición, hasta que se
65 identifica el segmento de monitorización de fugas.

En una realización, el método que realiza al menos una medición de presión adicional, puede comprender además la etapa de realizar una secuencia de mediciones de presión para diferentes conjuntos de los segmentos de monitorización que están conectados de manera fluida al sensor de presión, en el que el número de segmentos de monitorización conectados de manera fluida al sensor de presión disminuye con cada medición, hasta que se identifica el segmento de monitorización de fugas.

En una realización, los segmentos de monitorización, para que tengan éxito las mediciones de presión, pueden diferir en un segmento de monitorización.

En un aspecto de la presente divulgación, un sistema de suministro de combustible para un motor de combustión interna puede comprender un sistema de líneas de combustible con secciones de líneas de combustible y un sistema de monitorización de presión con segmentos de monitorización correspondientes a las secciones de líneas de combustible, un conjunto de válvulas para separar de manera fluida los segmentos de monitorización vecinos, y un sensor de presión conectado de manera fluida a uno de los segmentos de monitorización. El sistema de monitorización de presión puede estar configurado para conectar de manera selectiva y de manera fluida diversos conjuntos de segmentos de monitorización al sensor de presión.

En una realización, el sistema de líneas de combustible y el sistema de monitorización de presión pueden comprender un sistema de tuberías de suministro de combustible de secciones de tuberías de suministro de combustible de doble pared, teniendo cada uno una tubería interior y una tubería exterior. La tubería interior puede estar configurada para guiar el combustible en su interior, y el inter-espacio entre la tubería interior y la tubería exterior puede estar asociado con uno de los segmentos de monitorización.

En una realización, el sistema de monitorización puede comprender además un sistema de tuberías de suministro de gas inerte que está conectado de manera fluida al sensor de presión y a los espacios intermedios entre la tubería interior y la tubería exterior de las secciones de tuberías de suministro de combustible de doble pared y que está configurado para poder dividirse en varias secciones a través de las válvulas.

En un ejemplo no de acuerdo con la presente invención, al menos una de las secciones de suministro de combustible de doble pared puede comprender dos elementos de tubería de suministro de combustible que tienen sus inter-espacios conectados de manera fluida para definir un espacio de detección de fugas, por ejemplo, a través de un abertura de detección de fugas del elemento de tubería en los elementos de cara terminal respectivos.

En una realización, al menos una de las secciones de tubería de suministro de combustible de doble pared puede comprender uno de entre un elemento de tubería en forma de T, un elemento de tubería en forma lineal, un elemento de tubería en forma lineal con un elemento de fuelle de doble pared y un cabezal de cilindro que incluye una carcasa de fundición configurada para alojar al menos parcialmente una válvula de entrada de combustible y para definir un espacio de detección de fugas de la válvula de entrada entre su superficie interior y la válvula de entrada de combustible.

En una realización, al menos una de las secciones de suministro de combustible de doble pared puede comprender además una válvula de entrada de combustible montada en un cabezal de cilindro. La válvula de entrada de combustible puede incluir un alojamiento, un orificio pasante de alojamiento proporcionado en el alojamiento para alimentar a su través un suministro de energía eléctrica y una conexión de control, un elemento de barrera dispuesto en el orificio pasante de carcasa para bloquear de manera fluida el orificio pasante de carcasa y que comprende una alimentación a través del espacio de detección de fugas, y una conexión de fluido de la alimentación a través del espacio de detección de fugas con el espacio de detección de fugas restante de la al menos una de las secciones de suministro de combustible de doble pared.

En una realización, los espacios de detección de fugas de los elementos de las secciones de tubería de suministro de combustible de doble pared pueden conectarse de manera fluida entre sí para proporcionar un espacio de detección de fluido común para detectar una fuga del segmento de monitorización respectivo y de manera fluida divisible a través de la válvulas de un espacio de detección de fluido de unas secciones de tubería de suministro de combustible de doble pared vecinas.

En una realización, el sistema de suministro de combustible puede comprender además un sistema de control configurado para recibir información del comportamiento de la presión desde el sensor de presión, para controlar las válvulas y para realizar el método descrito anteriormente.

En un aspecto de la presente divulgación, un motor de combustión interna puede comprender el sistema de suministro de combustible descrito anteriormente.

Aunque se han descrito las realizaciones preferidas de esta invención en el presente documento, pueden incorporarse mejoras y modificaciones sin alejarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

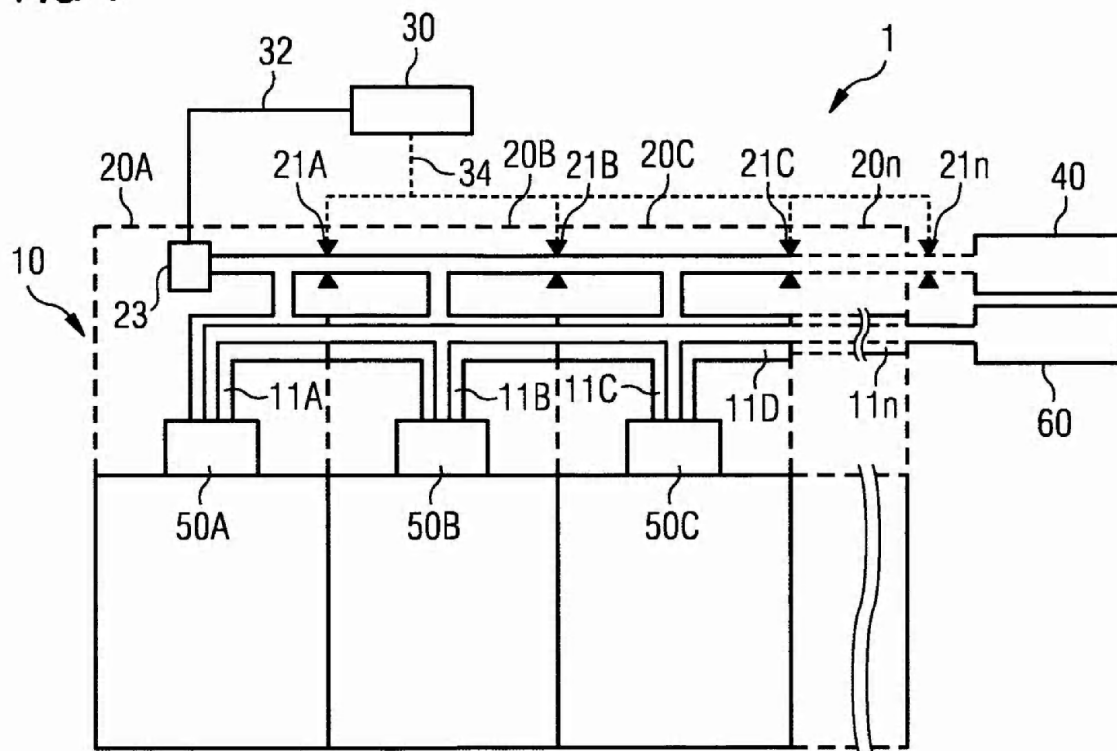
1. Un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) configurado para su uso en un sistema de tuberías de suministro de combustible (100) para suministrar de manera selectiva combustible tal como un gas o un combustible líquido, por ejemplo, diesel, a un motor de combustión interna, comprendiendo el elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120):
 - una tubería interior (111, 121);
 - una tubería exterior (112, 122);
 - un primer elemento de cara terminal (115, 124) que conecta la tubería exterior (112, 122) y la tubería interior (111, 121) en un primer extremo; y
 - un segundo elemento de cara terminal (116, 125) que conecta la tubería exterior (112, 122) y la tubería interior (111, 121) en un segundo extremo opuesto al primer extremo;
- en el que la tubería exterior (112, 122), la tubería interior (111, 121), el primer elemento de cara terminal (115, 124) y el segundo elemento (116, 125) de cara terminal definen un espacio de detección de fugas (113, 123) entre los mismos y solo el segundo elemento de cara terminal (116, 125) tiene una abertura de detección de fugas del elemento de tubería (117, 126) que conecta el espacio de detección de fugas (113, 123) con el exterior del elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120).
2. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera cara terminal (115) y la segunda cara terminal (116) forman parte integral de la tubería exterior (112) y/o de la tubería interior (111).
3. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (120) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer elemento de cara terminal (124) y el segundo elemento de cara terminal (125) se forman de manera separada de la tubería exterior (122) y la tubería interior (121).
4. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (120) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el primer elemento de cara terminal (124) y el segundo elemento de cara terminal (125) están formados como bridas montadas en la tubería exterior (122) y/o en la tubería interior (121).
5. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tubería interior (111) y la tubería exterior (112) comprenden una sección de cabezal de cilindro para formar un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110) sustancialmente en forma de T.
6. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos un orificio de fijación (119, 129) para fijar un elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) adicional.
7. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la tubería interior (111, 121) y la tubería exterior (112, 122) están fundidas.
8. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos un elemento de fuelle de doble pared (130) dispuesto entre el primer elemento de cara terminal (115, 124) y el segundo elemento de cara terminal (116, 125), incluyendo el elemento de fuelle de doble pared un fuelle interior (131) y un fuelle exterior (132), definiendo el fuelle exterior (132) y el fuelle interior (131) un espacio de detección de fugas de fuelle (133) entre los mismos, en donde el espacio de detección de fugas (133) está conectado con el espacio de detección de fugas de fuelle (113, 123).
9. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el elemento de fuelle de doble pared (130) está separado del primer elemento de cara terminal (115) y/o del segundo elemento de cara terminal (116) a una distancia de al menos aproximadamente 10 mm, por ejemplo al menos aproximadamente 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm, 75 mm o 100 mm.
10. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 8, en donde el elemento de fuelle de doble pared (130) forma parte integral de la tubería interior (111, 112) y/o de la tubería exterior (121, 122).
11. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el elemento de fuelle de doble pared (130) está soldado o moldeado en la tubería interior (111, 112) y/o en la tubería exterior (121, 122).
12. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el elemento de fuelle de doble pared (130) tiene una primera brida de fuelle (134) en un primer extremo y una segunda brida de fuelle (135) en un segundo extremo, formando las bridas de

fuelle primera y segunda (134, 135) parte integral de, por ejemplo soldadas o moldeadas, la tubería interior (111, 112) y/o la tubería exterior (121, 122).

5 13. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que el elemento de fuelle de doble pared (130) tiene una primera brida de fuelle (134') en un primer extremo y una segunda brida de fuelle (135') en un segundo extremo, estando montada la primera brida de fuelle (134') en una primera brida de montaje (127) y estando montada la segunda brida de fuelle (135') en una segunda brida de montaje (128), estando las bridas de montaje primera y segunda (127, 128) dispuestas en la tubería interior (111, 121) y en la tubería exterior (112, 122).

10 14. El elemento de tubería de suministro de combustible de doble pared (110, 120) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la primera brida de fuelle (134') está montada en una primera brida de montaje (127) y la segunda brida de fuelle (135') está montada en una segunda brida de montaje (128) usando al menos un medio de sujeción.

FIG 1



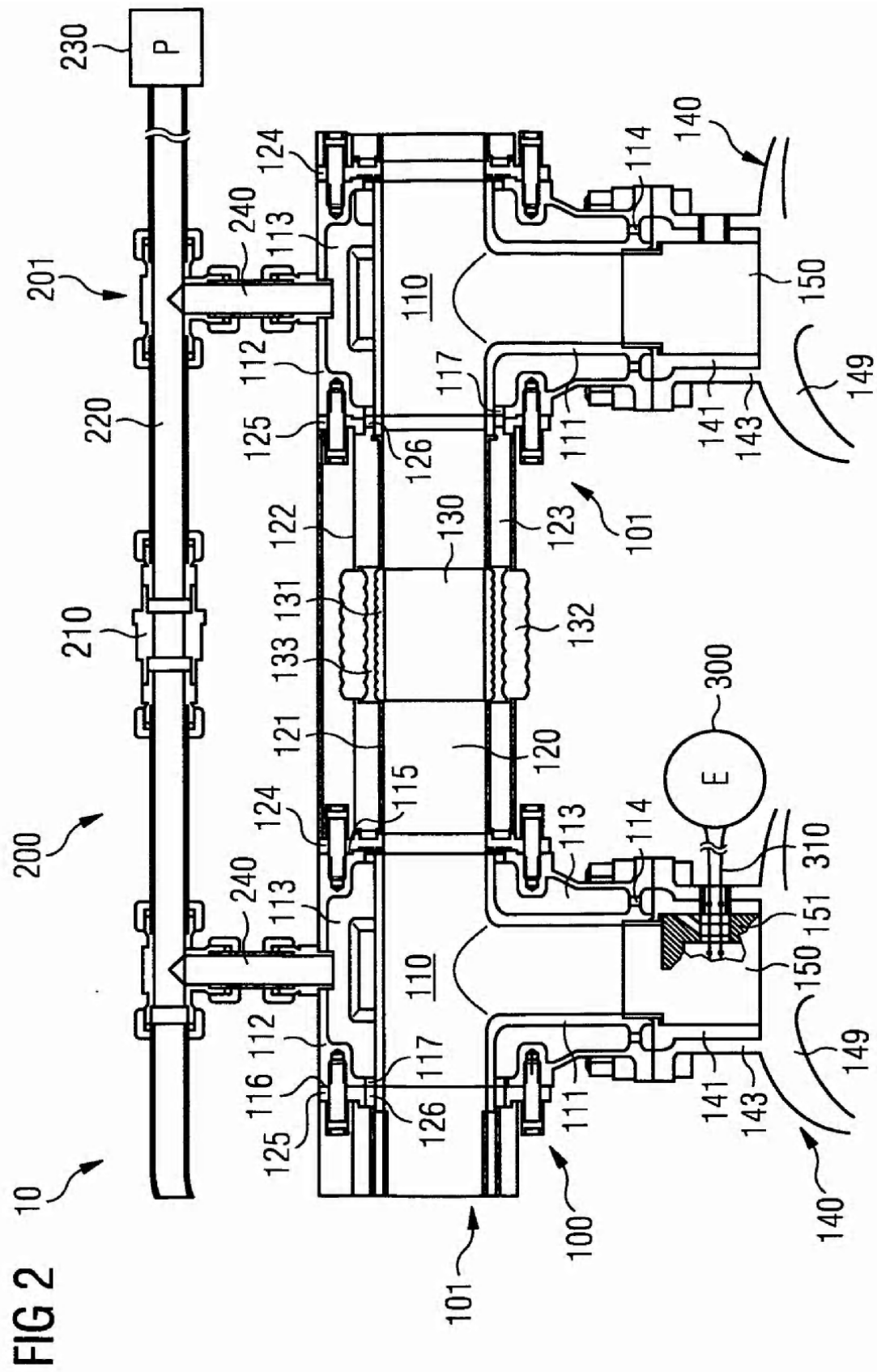


FIG 3

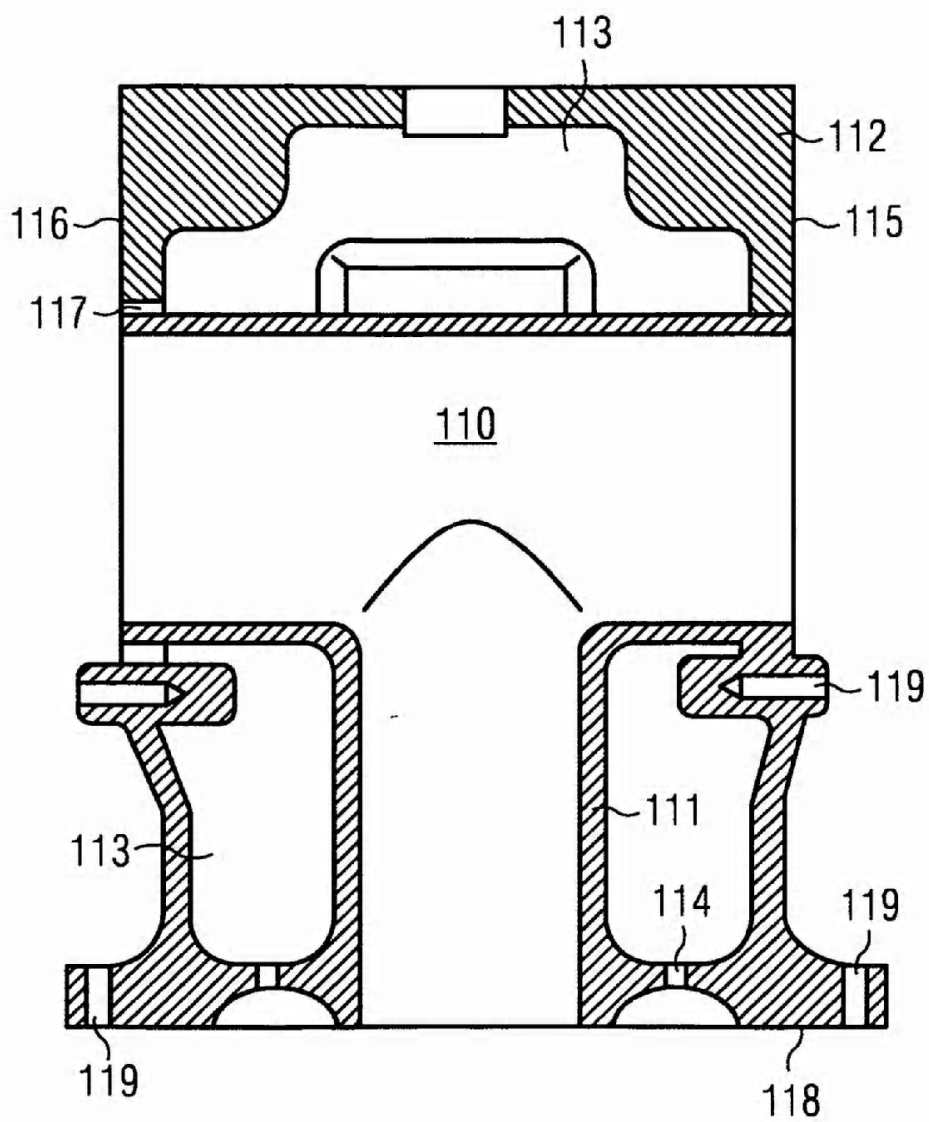


FIG 4

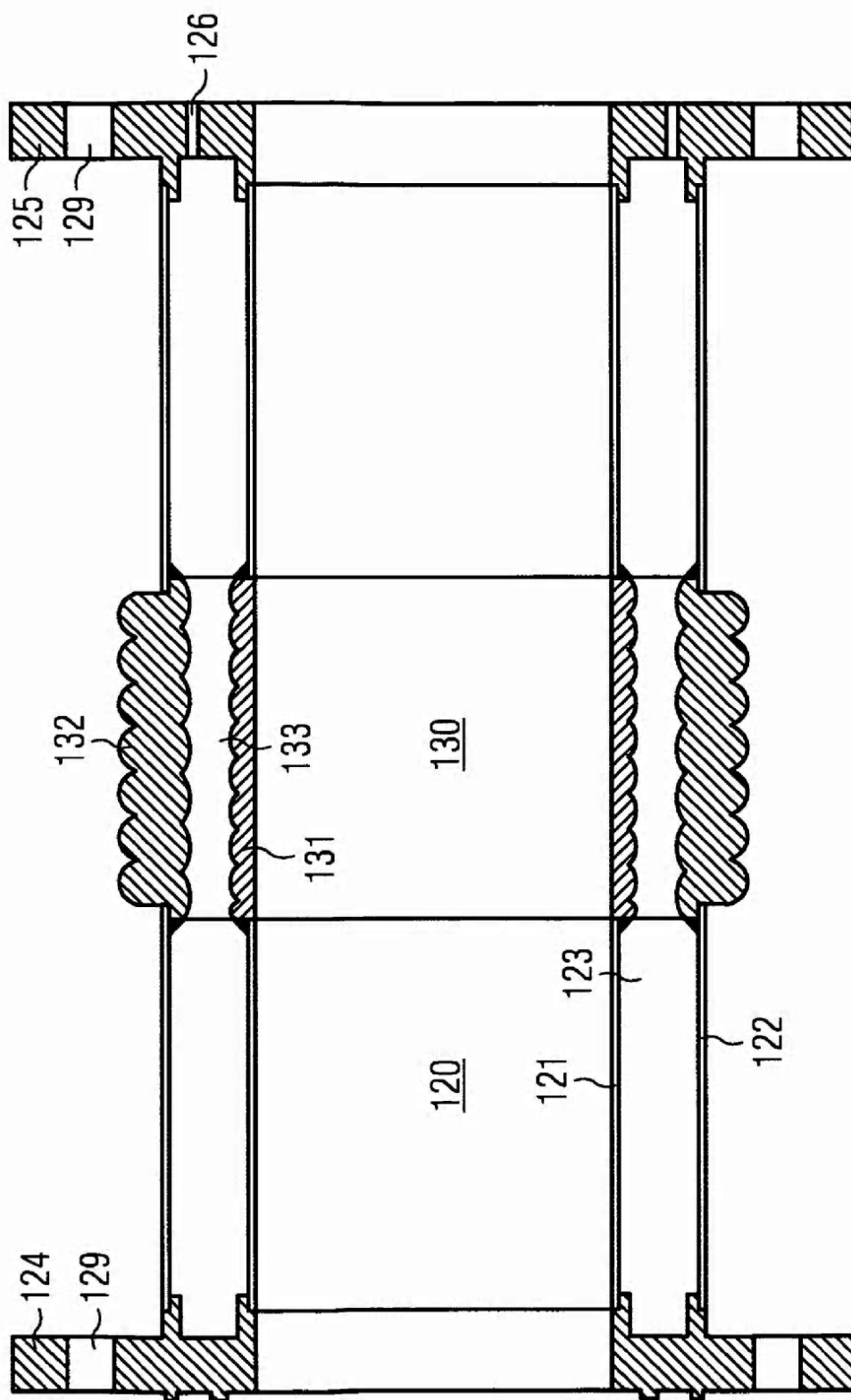


FIG 5

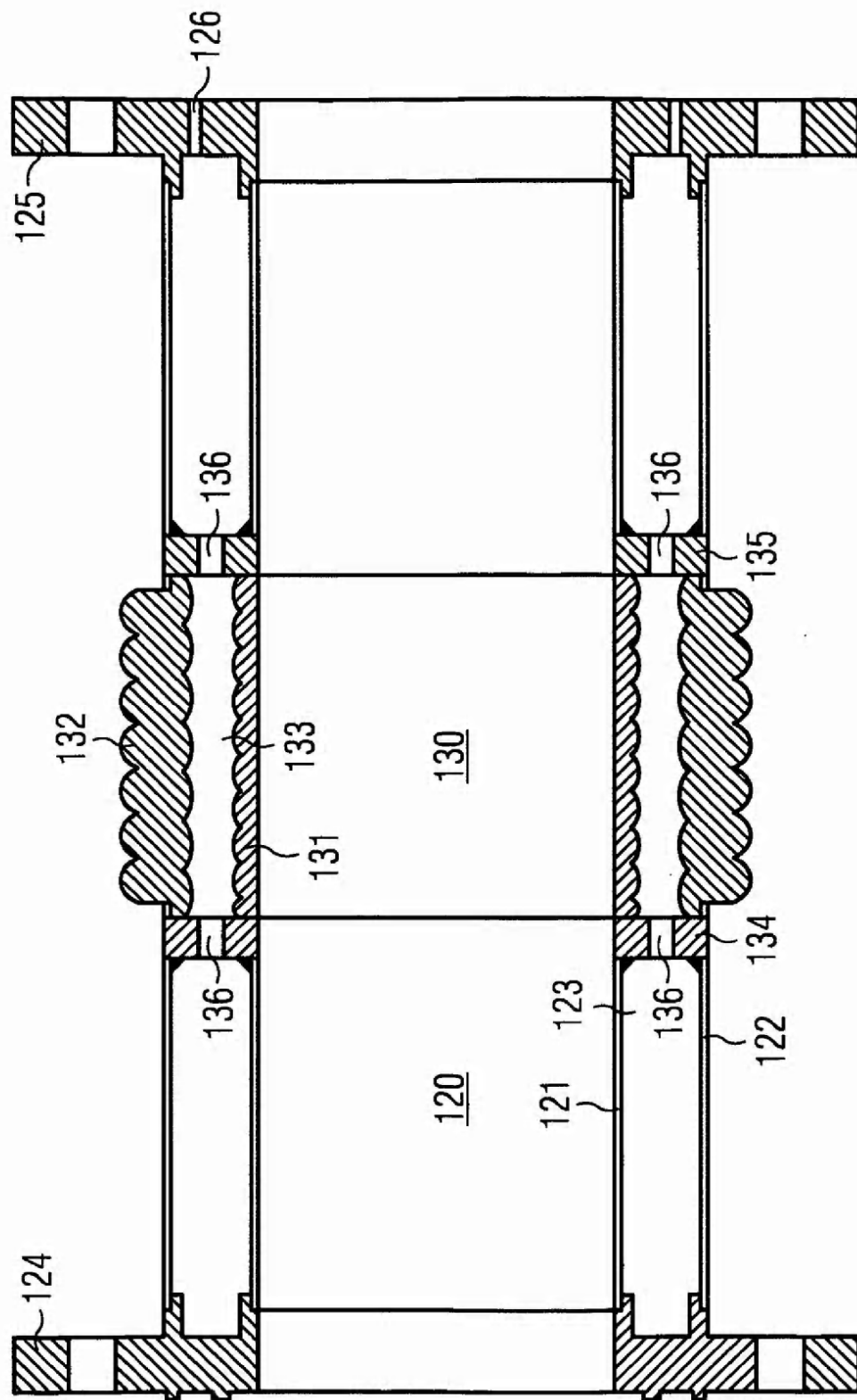


FIG 6

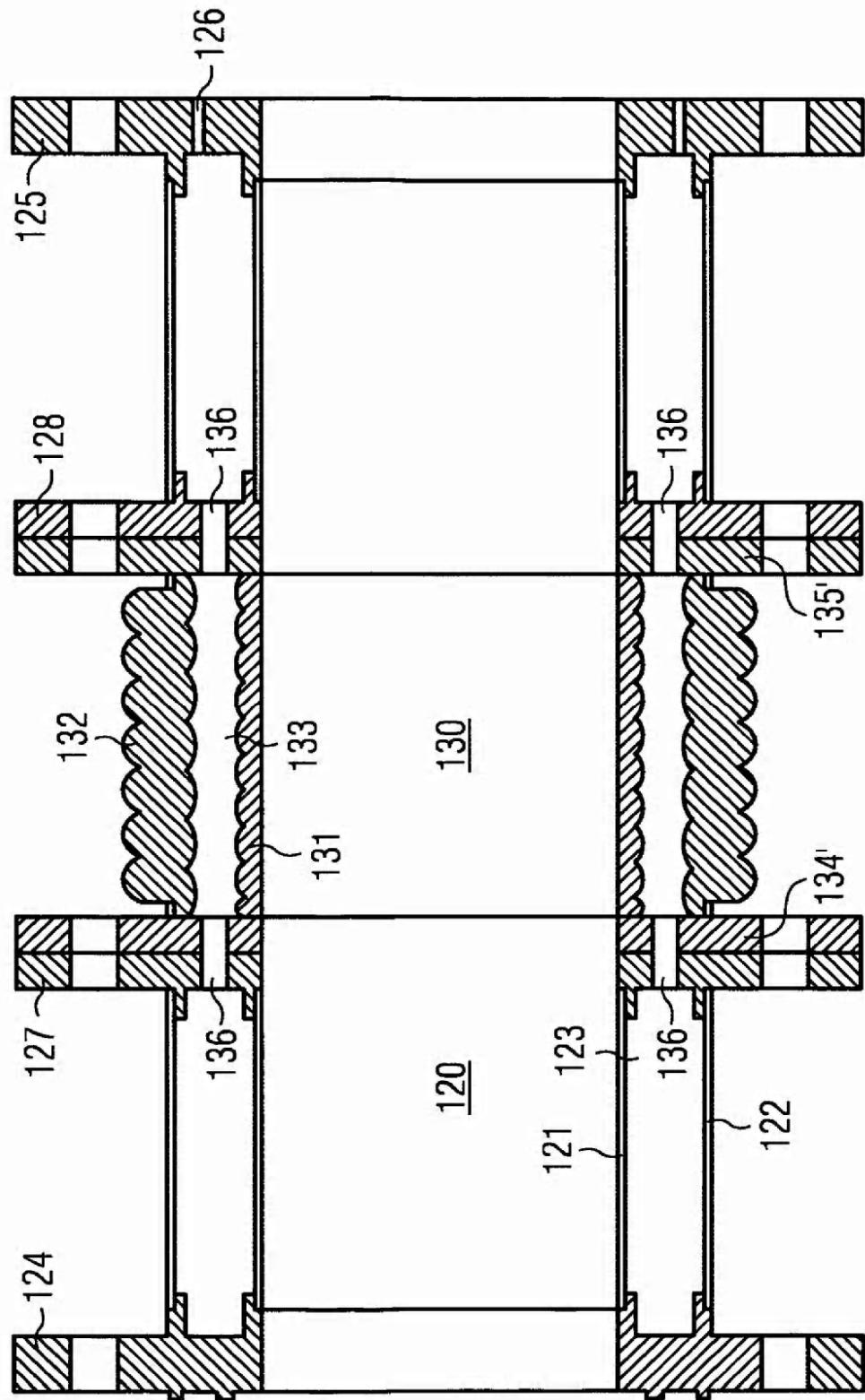


FIG 7

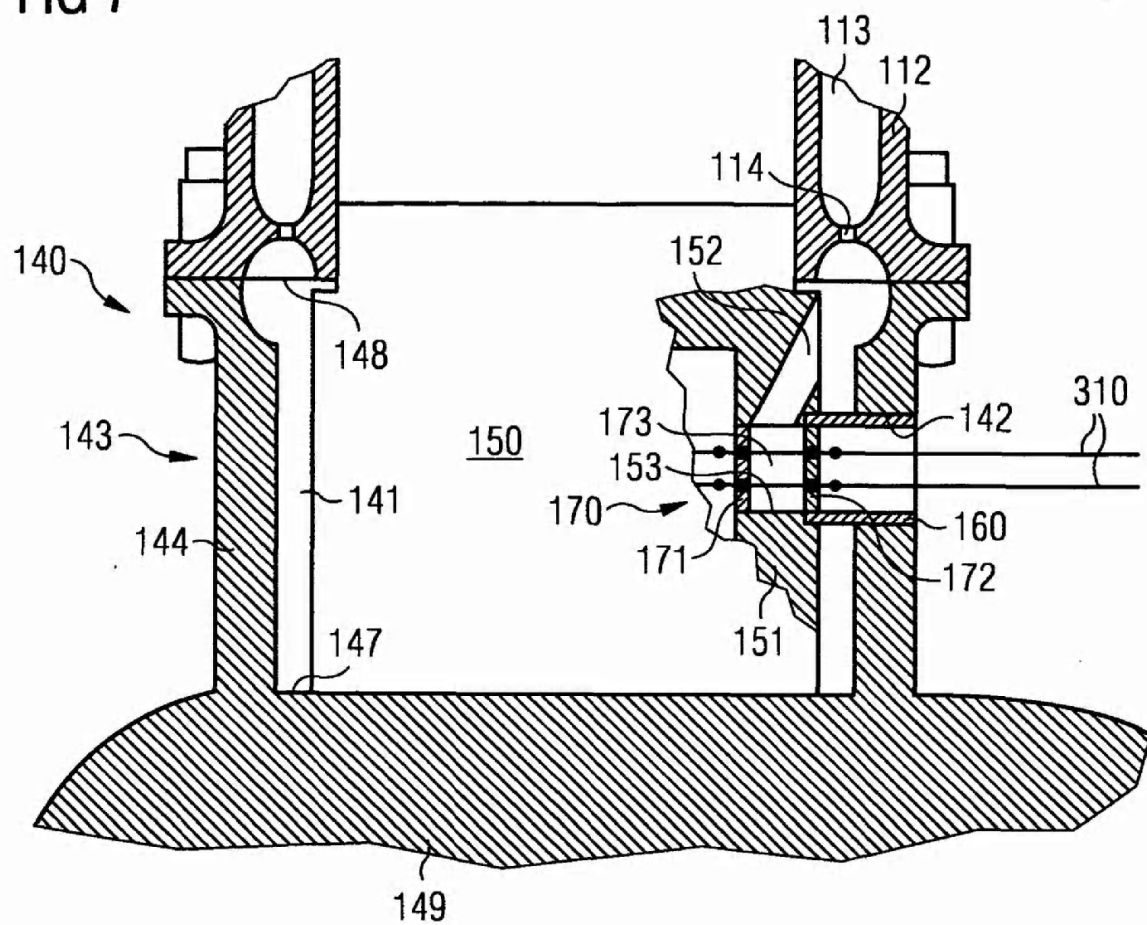


FIG 8

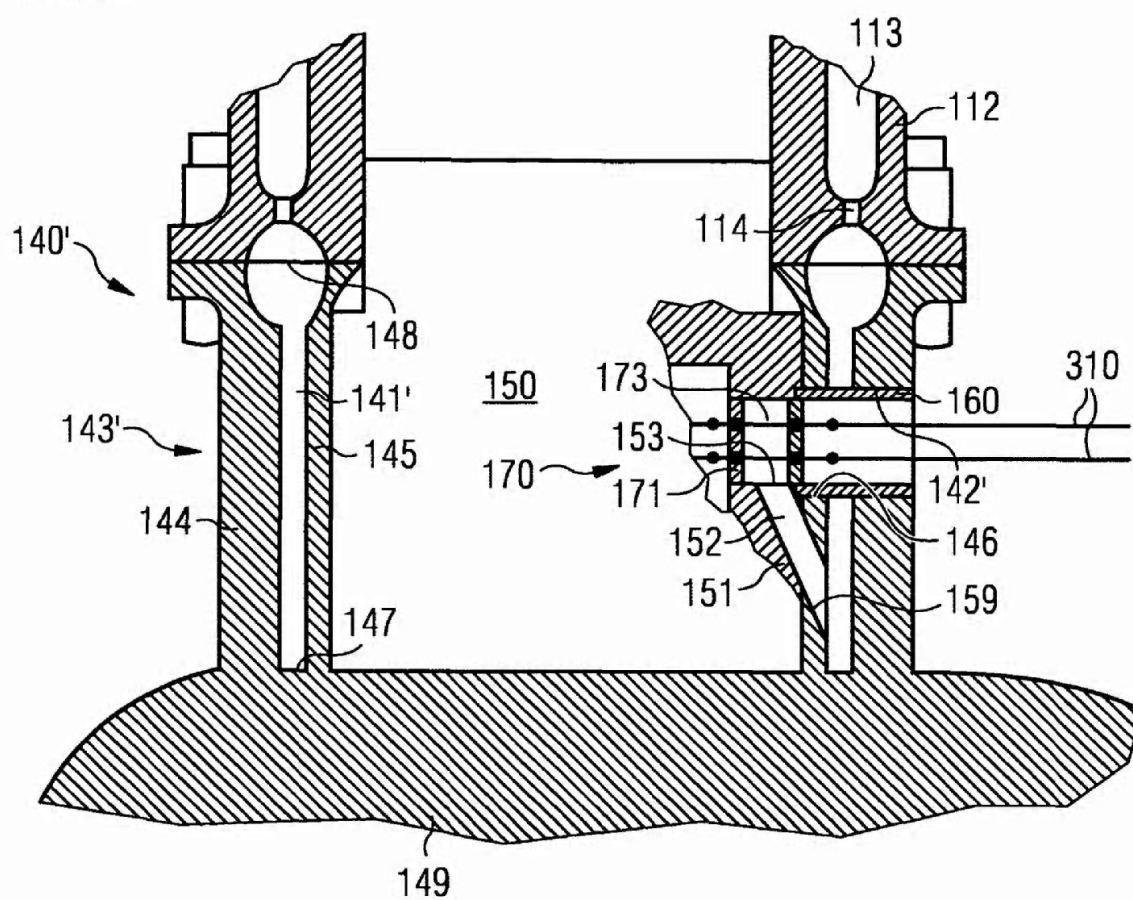


FIG 9

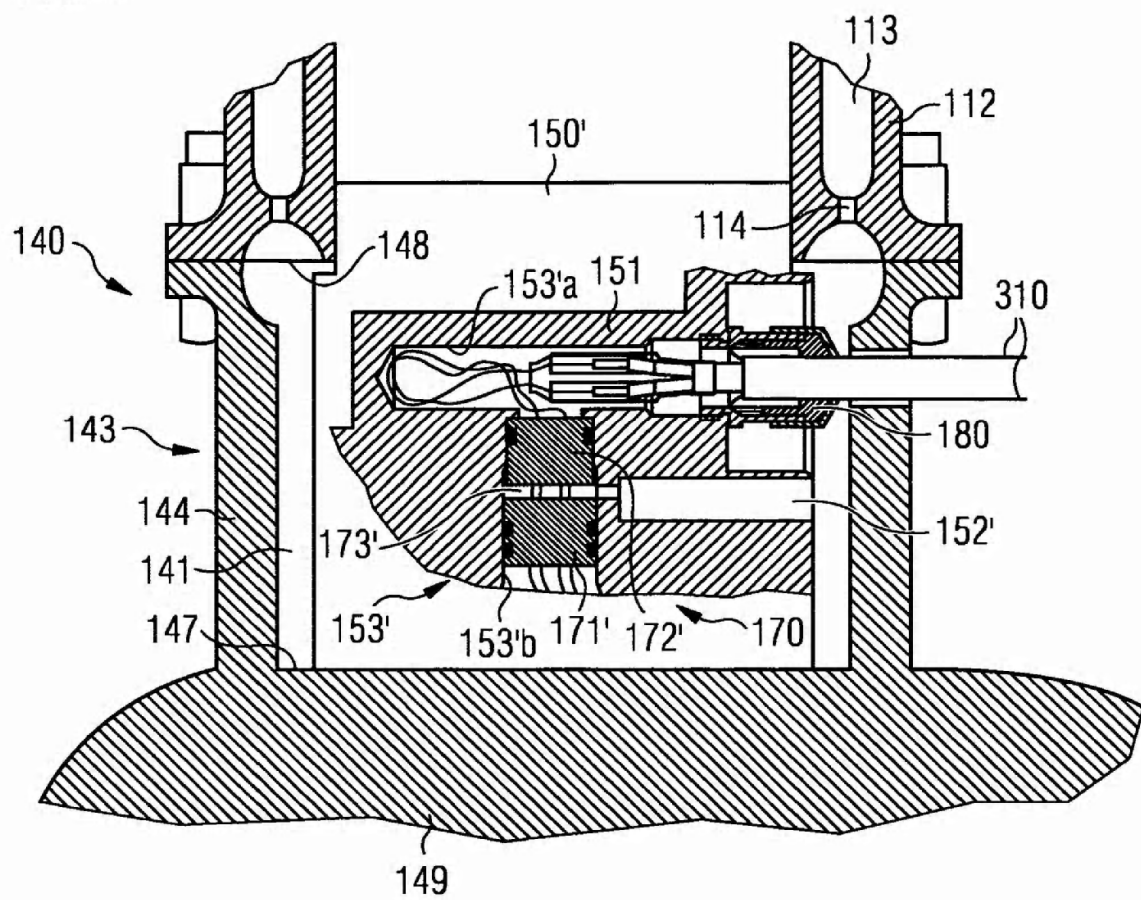


FIG 10

