

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 183**

51 Int. Cl.:

F24H 1/43

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2012 PCT/IB2012/052515**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.11.2012 WO12156954**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2012 E 12730631 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019 EP 2710307**

54 Título: **Intercambiador de calor y proceso de producción**

30 Prioridad:

19.05.2011 IT TO20110446

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

19.05.2020

73 Titular/es:

**COSMOGAS S.R.L. (100.0%)
Via Leonardo Da Vinci 16
47014 Meldola, IT**

72 Inventor/es:

ALESSANDRINI, ALBERTO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 761 183 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

Intercambiador de calor y proceso de producción

Campo de la invención

La presente invención está relacionada con un intercambiador de calor, en particular de tipo condensación.

5 Técnica anterior

La función de un intercambiador de calor es transferir energía térmica entre dos fluidos; por ejemplo, en caso de calderas domésticas de gas, la función del intercambiador de calor es calentar agua que circula dentro de él, empezando desde los humos calientes que resultan de la combustión producida por medio de un quemador. Dichas calderas se conciben para explotar tanto el calor que se desarrolla tras la combustión como el calor latente de condensación, contenido en los humos de combustión. A fin de recuperar el calor contenido en los humos el intercambiador de calor comprende una carcasa, dentro de la cual se define un camino para circulación del agua, contra el que se hacen fluir los humos.

La cantidad de calor de condensación que se recupera depende principalmente de la temperatura de entrega y retorno del agua hacia/desde el intercambiador de calor. Además, para obtener un considerable intercambio de calor entre los fluidos dentro y fuera del camino del intercambiador de calor, se necesita tener una superficie de intercambio de calor que sea tan extensa como sea posible. Para esta finalidad, el susodicho camino puede incluir una pluralidad de tuberías o tubos espiralados, establecidos sustancialmente coaxiales entre sí, el tubo más interior de la pluralidad rodea el quemador. En caso de calderas de baja potencia, por otro lado, el intercambiador de calor puede incluso incluir solo una única tubería espiralada.

En un primer tipo de soluciones, varios tubos espiralados funcionan en paralelo; es decir, cada uno se extiende entre una cámara de entrada y una cámara de salida del intercambiador de calor, formadas en los dos extremos axiales de la correspondiente carcasa. Una solución de este tipo se conoce a partir del documento WO 2005/080900.

En un segundo tipo de soluciones, varios tubos espiralados se conectan en serie, por medio de uniones sustancialmente en forma de U de modo que el agua penetra en el intercambiador de calor desde la entrada del primer tubo de la serie y sale del intercambiador de calor a través de la salida del último tubo de la serie. Una solución de este tipo se conoce a partir de la patente europea EP-A-1 813 882.

En intercambiadores de calor conocidos, la hélice formada por el único tubo espiralado o las hélices formadas por los diversos tubos espiralados se "empaquetan" entre dos paredes extremas opuestas de la carcasa. Esto conlleva la necesidad de proporcionar masas significativas de aislamientos térmicos en las susodichas paredes extremas. Este tipo de solución está además lejos de ser flexible desde el punto de vista de producción, dado que las dimensiones axiales de la carcasa del intercambiador de calor se determinan por las dimensiones axiales de los tubos espiralados. Como se ha dicho, la potencia térmica de un intercambiador de calor depende, entre otras cosas, de la superficie de intercambio de calor de modo que - pero por complicaciones adicionales en relación con producción y coste - intercambiadores de calor concebidos para diferentes potencias térmicas difieren entre sí en relación al número de vueltas de los diversos tubos, y por tanto en relación a la dimensión axial de las hélices correspondientes. Se entenderá que, dado que dichas hélices se empaquetan entre las dos paredes extremas de la carcasa, la última debe ser diseñada a propósito para cada modelo de intercambiador de calor, al menos en relación al tamaño de su parte periférica, donde también la salida de humo y las uniones de entrada y salida para el agua se definen usualmente.

Estas soluciones conocidas presentan entonces el inconveniente adicional de que la etapa de prueba se puede realizar en la práctica únicamente cuando el intercambiador de calor ha sido ensamblado de manera prácticamente completa, es decir, con el conjunto de tubos espiralados montados dentro de la carcasa. En caso de defectos de producción (por ejemplo, fuga de líquido debida a soldaduras o juntas de sellado no perfectas), el producto debe ser desmantelado al menos en parte, con los tiempos y los costes que esto implica.

En términos generales, además, la estructura de intercambiadores de calor conocidos está lejos de ser flexible también desde el punto de vista de la posibilidad de su instalación en aparatos de usuario, tales como calderas o calentadores de agua, por ejemplo debido al posicionamiento de las uniones para entrada y salida del agua.

Por ejemplo, el documento DE 202006016339 U1 describe un intercambiador de calor en la carcasa del que un tubo espiralado con aletas define una o más hélices, la hélice o hélices se empaquetan entre dos paredes extremas opuestas de la carcasa, con interposición de una masa gruesa de material aislante. En una solución, en donde el susodicho tubo se forma para definir dos hélices coaxiales, la entrada y la salida del intercambiador para un fluido de intercambio térmico están en una y la misma pared de la carcasa.

El documento US 1 825 433 describe un intercambiador de calor que tiene una pluralidad de tubos que definen espiras coaxiales.

A partir del documento WO2004/036121 A1 también se conoce un intercambiador de calor, en cuya carcasa se aloja al menos un tubo espiralado que tiene una sección generalmente aplanada. El susodicho tubo forma una hélice que

se empaqueta entre una pared delantera de la carcasa y una placa trasera, entre la pared delantera y la placa trasera se extienden tirantes cilíndricos, dispuestos fuera de la hélice y que tienen un extremo delantero roscado para anclar a la pared delantera de la carcasa. Tal disposición se proporciona para impedir posibles expansiones en una dirección axial de la sección aplanado del tubo espiralado.

- 5 La patente europea EP 2 550 488 A describe un intercambiador de calor que tiene los rasgos del preámbulo de las reivindicaciones 1 y 14. La patente europea EP 2 550 488 A cae dentro de la estipulación del Artículo 54(3) EPC.

Compendio de la invención

- 10 A la luz de las consideraciones anteriores, el objeto de la presente invención es resolver uno o más de los inconvenientes referidos anteriormente, y en particular proporcionar un intercambiador de calor de funcionamiento eficiente, de dimensiones compactas, simple y barato para producir y prueba y distinguido por una alta flexibilidad tanto desde el punto de vista de producción como desde el punto de vista de instalación. Con vista a lograr dicha finalidad, el asunto de la invención es un intercambiador de calor, en particular de tipo condensación, y un correspondiente proceso de producción, que tenga las características especificadas en las reivindicaciones adjuntas, que forme parte integral de la enseñanza técnica proporcionada en esta memoria en relación a la invención.

15 Breve descripción de los dibujos

Objetos, características y ventajas adicionales de la invención surgirán de la siguiente descripción con referencia a los dibujos anexos, que se proporcionan puramente a modo de ejemplo no limitativo y en los que:

- las figuras 1 y 2 son vistas en perspectiva de un intercambiador de calor según la invención, en una primera configuración;
- 20 la figura 3 es una vista delantera del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- las figuras 4 y 5 son secciones según las líneas IV-IV y V-V de la figura 3, en escala agrandada;
- la figura 6 es el detalle de la figura 5 designado por VI;
- las figuras 7 y 8 son vistas parcialmente en despiece ordenado, desde ángulos diferentes, del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- 25 las figuras 9 y 10 son vistas en despiece ordenado, desde ángulos diferentes, del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2, en escala reducida;
- la figura 11 es una vista parcialmente en despiece ordenado del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- la figura 12 es un detalle agrandado de la figura 11;
- 30 las figuras 13 y 14 son vistas en perspectiva, desde ángulos diferentes, de un conjunto de tubos espiralados del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- las figuras 15 y 16 son una vista delantera y una vista trasera del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2, con una pared delantera retirada y un cuerpo de carcasa retirado, respectivamente;
- la figura 17 es una vista en despiece ordenado del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2, con algunos componentes retirados;
- 35 las figuras 18 y 19 son dos vistas en perspectiva de un primer miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- las figuras 20 y 21 son dos vistas en perspectiva de un segundo miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- la figura 22 es un diagrama hidráulico simplificado del intercambiador de calor de las figuras 1 y 2;
- 40 la figura 23 es una vista similar a la de la figura 17, en relación con un intercambiador de calor según la invención, en una segunda configuración;
- las figuras 24 y 25 son dos vistas en perspectiva de un miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de la figura 23;
- la figura 26 es un diagrama hidráulico simplificado del intercambiador de calor de la figura 23;
- 45 la figura 27 es una vista similar a la de la figura 17, en relación con un intercambiador de calor según la invención, en una tercera configuración;

las figuras 28 y 29 son dos vistas en perspectiva de un miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de la figura 27;

la figura 30 es un diagrama hidráulico simplificado del intercambiador de calor de la figura 27;

5 la figura 31 es una vista similar a la de la figura 17, en relación con un intercambiador de calor que cae fuera del alcance de la invención, en una cuarta configuración;

las figuras 32 y 33 son dos vistas en perspectiva de un miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de la figura 31;

la figura 34 es un diagrama hidráulico simplificado del intercambiador de calor de la figura 31;

10 la figura 35 es una vista similar a la de la figura 17, en relación con un intercambiador de calor que cae fuera de la alcance de la invención, en una quinta configuración;

las figuras 36 y 37 son dos vistas en perspectiva de un miembro de conexión hidráulico del intercambiador de calor de la figura 35;

la figura 38 es un diagrama hidráulico simplificado del intercambiador de calor de la figura 35;

15 la figura 39 es una vista en alzado delantero de un intercambiador de calor según las figuras 1 y 2, además provisto de un correspondiente quemador; y

la figura 40 es una sección transversal según la línea XL-XL del intercambiador de calor de la figura 39.

Descripción de realizaciones preferidas de la invención

En las figuras, designado como conjunto por el 1 hay un intercambiador de calor, en particular de tipo condensación para una caldera de gas, proporcionado según la presente invención.

20 El intercambiador de calor 1 comprende una carcasa 2 que tiene dos paredes extremas 3 y 4, definidas aquí como paredes "delantera" y "trasera", y una parte periférica 5 que se extiende entre las dos paredes 3 y 4. En el ejemplo representado, las paredes 3 y 4 son sustancialmente cuadrangulares, y la parte periférica 5 consiste en cuatro paredes laterales ortogonales entre sí; en una posible variante (no representada), las paredes extremas son con forma circular, y la parte periférica se constituye por una única pared cilíndrica.

25 En una realización preferida, la pared trasera 4 y la parte periférica 5 se forman en un único cuerpo, designado por 6. Dicho único cuerpo 6 se hace preferiblemente de un material moldeable sintético o plástico, tal como, por ejemplo, polipropileno. Ventajosamente, la pared 3 se puede acoplar por medio de engarce al canto superior de la parte periférica 5 del cuerpo 6, como surgirá más adelante en esta memoria.

30 En la parte periférica 5, preferiblemente pero no necesariamente en sus regiones opuestas, se define una salida de humo 7, una salida de condensado 8, y una conexión para un sensor de temperatura de humo 10. Obviamente, la posición de las salidas 7 y/o 8 puede ser diferente de la ejemplificada. Preferiblemente, el único cuerpo 6 también incluye nervaduras o formaciones de rigidización 9, por ejemplo en los cantos de la parte 5, así como un reborde de anclaje 9a. En una realización ventajosa, tal como la representada, el cuerpo 6 incluye un recogedor para cualquier posible agua o condensado que pueda llegar accidentalmente al intercambiador de calor por medio del correspondiente conducto de admisión para que el aire soporte combustión (no representado en esta memoria). Tal conducto se establece frecuentemente coaxial a la salida de humo 7, alrededor de él. En esta perspectiva, el susodicho recogedor proporciona sustancialmente una bandeja de recogida definida alrededor de la salida 7. En el ejemplo representado, dicho recogedor consiste básicamente en una pared 7a hecha de una única pieza en el cuerpo 6 que rodea la salida 7. Ventajosamente, la pared 7a puede tener una abertura de drenaje, a la que conectar un tubo para evacuación del agua recogida en la misma.

35 En una realización ventajosa, tal como la representada, hecha de una única pieza en el cuerpo 6 también hay una pared radial o escuadra 8a, para fijación de un sifón (no representado en tanto que es de un tipo en sí mismo conocido) que se va a conectar en comunicación de fluidos con la salida de condensado 8.

40 La pared 3 se hace de un material resistente a temperaturas altas y a tensiones mecánicas, preferiblemente un material metálico, tal como acero inoxidable, obtenido por deformación de una chapa metálica por medio de operaciones de cizalladura y deformación. La pared 3 tiene un pasaje central 11, ligeramente embutido hacia dentro, en particular para montar un quemador (véanse, por ejemplo, las figuras 39 y 40, donde un quemador está designado por 50). Preferiblemente, se concibe una zona embutida de rigidización 11a que rodea la abertura 11 a fin de impedir cualquier deformación tras instalar el quemador. La zona embutida 11a puede soportar pasadores de fijación 11b para el quemador.

50 En el exterior de la pared 3, en una posición periférica con respecto al pasaje 11, se fija un primer miembro de conexión hidráulico 12 del intercambiador de calor 1, para un fluido que aquí se supone que es un líquido que va a ser calentado,

en particular agua. Preferiblemente, el miembro 12 se fija en la proximidad de una esquina de la pared 3.

Como surgirá claramente de lo que sigue, el miembro 12 tiene dos tuberías internas y funciona tanto como conector de entrada como conector de salida para el líquido. En lo que sigue, también surgirá claramente cómo, ventajosamente, la entrada y la salida para el líquido del intercambiador de calor 1 se posicionan en una y la misma pared extrema, es decir, la pared 3, preferiblemente pero no necesariamente en posiciones establecidas cercanas entre sí.

Según una característica preferencial de la invención, en el exterior de la pared 3, una vez más en una posición periférica con respecto al pasaje 11, se fija un segundo miembro de conexión hidráulico 13 para que el fluido sea calentado. Preferiblemente, también el miembro 13 se fija en la proximidad de una esquina de la pared 3, en una zona radial proporcionada a propósito de la zona embutida 11a. El posicionamiento ilustrado del miembro 12 en la región de la pared 3, así como el del miembro 12, se debe entender por otro como meramente un ejemplo. Los miembros de conexión 12 y 13 pueden formarse, si se necesita, en un único cuerpo.

La carcasa 2 aloja una unidad de intercambiador de calor, que, en la primera realización considerada en esta memoria, comprende una pluralidad de tubos espiralados, sustancialmente coaxiales y que definen un camino de intercambio de calor para el líquido. La susodicha unidad de intercambiador de calor, que se designa como conjunto por el 20 en las figuras 4-8, comprende una primera tubería o tubo metálicos espiralados y una segunda tubería o tubo metálicos espiralados, designados por 21 y 22 respectivamente, por ejemplo en las figuras 4, 5 y 9 y 10. Los tubos 21 y 22, que por ejemplo se hacen de acero, tienen vueltas de diámetro diferente, donde el tubo 22 forma una hélice que se extiende dentro de la hélice formada por el tubo 21, como se puede ver en las figuras 4 y 5. En una realización preferida de la invención, tal como la representada en las susodichas figuras, la unidad 20 incluye además al menos una tercera tubería o tubo metálicos espiralados, designados por 23. En el ejemplo mostrado el tubo 23, que se hace por ejemplo de acero, tiene vueltas de un diámetro más grande que el de las vueltas del tubo 21, para formar una hélice dentro de la que se extiende la hélice formada por el tubo 21. Cada tubo 21-23 de la pluralidad tiene un primer extremo 21a, 22a, 23a y un segundo extremo 21b, 22b y 23b (figuras 13 y 14).

En una realización (no representada), en la que solo se proporcionan dos tubos, tales como los tubos 21 y 22, estos tienen sustancialmente la misma sección de pasaje y se conectan en serie entre sí, por ejemplo por medio de un conector en forma de U o algo semejante, es decir, el extremo 21b del tubo 21 (que en este caso funciona como salida del tubo) se conecta al extremo 22b del tubo 22 (que en este caso funciona como entrada del tubo). Por otro lado, según otras realizaciones (no representadas), es posible proporcionar una unidad de intercambiador de calor 20 donde solo dos tubos, tales como los tubos 21 y 22, funcionan en paralelo. En realizaciones adicionales, tales como las descritas más adelante en esta memoria con referencia a las figuras 27-30 y 31-34, la unidad 20 puede incluir una única tubería, tal como la tubería 22.

En la primera realización, donde se proporcionan los tres tubos 21-23, los tubos 21 y 23 están en paralelo entre sí y en serie con el tubo 22, es decir, los extremos (que aquí funcionan como salidas) 21b y 23b de los tubos 21 y 23 se conectan al extremo (que aquí funciona como entrada) 22b del tubo 22. Esta conexión de los dos tubos más exteriores 21 y 23 al tubo más interior 22 se proporciona por medio del susodicho segundo conector hidráulico 13, descrito más adelante en esta memoria, que en este caso se configura como miembro de colector o cabecera. En la primera realización preferida, con los tres tubos, la sección de pasaje del tubo 22 es más grande que la sección de pasaje del tubo 21 y más grande que la sección de pasaje del tubo 23, que tienen preferiblemente - pero no necesariamente - la misma sección de pasaje. En otras realizaciones, los tres tubos 21, 22 y 23 posiblemente pueden tener el mismo diámetro o sección de pasaje, aunque dicha realización tiene un nivel de prestaciones ligeramente menor. Cabe señalar que la unidad 20 podría incluso incluir más de tres tubos espiralados coaxiales.

En intercambiadores de calor de condensación del tipo con varias hélices coaxiales, la parte preponderante del calor generado a través de un quemador (aproximadamente un 80 %) es transferida al tubo que define la hélice más interior. La solución propuesta, con un tubo más interior 22 de diámetro más grande suministrado por dos tubos en paralelo 21 y 23 de diámetro más pequeño hace posible lograr una alta eficiencia, garantizar un caudal adecuado de fluido, y mantener las dimensiones de la unidad 20, y por tanto del intercambiador de calor 1, como conjunto compacto.

Pruebas prácticas realizadas por el solicitante han hecho posible determinar que - en caso de aplicaciones del intercambiador de calor 1 a calderas para uso doméstico - se puede obtener un funcionamiento muy eficiente con tubos 21 y 23 que tienen una sección de pasaje correspondiente a un diámetro comprendido entre aproximadamente 12 mm y aproximadamente 20 mm, en particular aproximadamente 16 mm, y con un tubo 22 que tiene una sección de pasaje correspondiente a un diámetro comprendido entre aproximadamente 14 mm y aproximadamente 22 mm, en particular aproximadamente 16 mm.

En una realización particularmente ventajosa, los tres tubos 21-23 tienen, en sección transversal, una forma de manera que las hélices respectivas tendrán sustancialmente el mismo paso. Esta solución es particularmente ventajosa para producción, por las razones que se explicarán más adelante en esta memoria.

Como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 4 y 5, en la realización ejemplificada, los tubos 21 y 23 tienen una sección transversal generalmente circular, mientras el tubo 22 tiene una sección transversal generalmente ovalada o

aplastada. Como se puede observar en la figura 4, la sección transversal ovalada del tubo 22 tiene un eje más pequeño Y, generalmente paralelo al eje de la hélice correspondiente, que corresponde sustancialmente al diámetro D de la sección transversal circular de los tubos 21 y 23: de esta manera, se obtiene un paso P constante para los tres hélices. Por supuesto, el mismo resultado se puede obtener con diferentes formas de sección transversal de los tubos 21-23. Según una realización (no representada), el tubo 22 que define la hélice interna de la unidad 20 tiene una sección transversal sustancialmente circular, mientras el tubo 21 o tubos 21 y 23 tienen una sección de pasaje más pequeña que la del tubo 22, que es generalmente ovalada o aplastada. En este tipo de variante, por tanto, la sección transversal generalmente ovalada o aplastada del tubo 21 o tubos 21 y 23 tiene un eje mayor, generalmente paralelo al eje de la hélice correspondiente, que corresponde sustancialmente al diámetro de la sección transversal circular del segundo tubo 22.

Gracias al paso constante P - y como se puede observar en las figuras 4 y 5 - la dimensión axial de las hélices formadas por los tubos de la unidad 20 es la misma (básicamente, los tres hélices son de la misma altura); por la misma razón, también el número de vueltas de las diversas hélices es el mismo.

La distancia entre las vueltas de cada tubo es preferiblemente la misma. Para esta finalidad, en una realización, cada tubo espiralado tiene medios adecuados para mantener las respectivas vueltas en la distancia correcta, que es preferiblemente constante a lo largo del desarrollo de la propia hélice. En una realización particularmente ventajosa, estos medios están constituidos por zonas localizadas de los propios tubos, formadas para funcionar como espaciadores. Dichas zonas localizadas se pueden obtener por medio de deformación del tubo correspondiente, en particular según las enseñanzas del documento WO 2005/080900.

Una vez más de las figuras 4 y 5 se puede observar cómo, en el intercambiador de calor 1, las hélices formadas por dos tubos adyacentes se establecen a una distancia apartadas entre sí de modo que entre dichos dos tubos se define una holgura sustancialmente cilíndrica. Para esta finalidad, las vueltas de cada hélice tienen preferiblemente el mismo diámetro. De dichas figuras también surge que las holguras definidas entre las vueltas de una hélice sustancialmente se encaran o se alinean a las de la hélice adyacente (es decir, las vueltas de la hélice adyacente no se encaran a las holguras de una hélice, como, por ejemplo, en la patente europea EP-A-1 813 882 mencionada anteriormente). Pruebas prácticas realizadas por el presente solicitante han hecho posible determinar que este tipo de disposición garantiza en cualquier caso un funcionamiento eficiente del intercambiador de calor 1.

Según una característica preferencial de la invención, en la primera realización, la entrada 21a del tubo 21 y la salida 22a del tubo 22 - o, como en la realización preferida ejemplificada - la entradas 21a, 23a de los tubos 21, 23 y la salida 22a del tubo 22 están sustancialmente en la pared extrema 3 de la carcasa 2, como se describe más adelante en esta memoria.

Para dicha finalidad, y como se puede ver claramente, por ejemplo, en las figuras 7 y 13, cada tubo tiene una primera curva intermedia en un ángulo, designadas por 21c, 22c y 23c. De esta manera, en los tubos 21 y 23 - cuando ambos están presentes - se definen respectivos primeros tramos de tubo, designados por 21d y 23d, que se extienden en una dirección generalmente axial o una dirección de altura de la hélice correspondiente; de manera semejante, en el tubo 22 se define un primer tramo similar de tubo, designado por 22d, que también se extiende en una dirección generalmente axial o una dirección de altura de la hélice correspondiente.

En una realización preferida, los susodichos tramos del tubo 21d, 22d y 23d (si se conciben) son sustancialmente rectilíneos, así como estar sustancialmente paralelos entre sí y al eje de la hélice formada por el respectivo tubo (por supuesto, los susodichos tramos podrían incluso estar al menos ligeramente inclinados con respecto al eje de la hélice). Preferiblemente, además, los susodichos tramos de tubo 21d, 22d y 23d (si se conciben) se extienden en el exterior de la hélice formada por el tubo más exterior 23, y/o llegar sustancialmente a una y la misma área 3a (véase, por ejemplo, la figura 17) de la pared 3 de la carcasa 2, es decir, el área donde se monta el miembro de conexión 12. Como se puede ver, además, en la realización preferida ejemplificada, los susodichos tramos se extienden empezando desde los extremos de las hélices opuestos a la pared 3 hasta que llegan al último. Preferiblemente, en estos extremos de las hélices correspondientes, los tubos tienen una respectiva zona que es generalmente tangencial, no indicada, con las curvas 21c, 22c y 23c que se ubican entre dicha zona tangencial y los tramos en vertical 21d, 22d e 23d.

Según otra característica preferencial de la invención, en la primera realización, también la salida 21b del tubo 21 y la entrada 22b del tubo 22 - o, como en la realización preferida ejemplificada - las salidas 21b, 23b de los tubos 21, 23 y la entrada 22b del tubo 22 se ubican sustancialmente en la pared extrema 3 de la carcasa 2.

Para esta finalidad, y como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 13 y 14, cada tubo tiene una segunda curva angulada intermedia, designada por 21e, 22e y 23e. De esta manera en los tubos 21 y 23 - cuando ambos están presentes - también se definen respectivos segundos tramos de tubo, designados por 21f y 23f, que se extienden en una dirección generalmente axial o de altura de la hélice correspondiente; de manera semejante, en el tubo 22 se define un tramo similar de tubo, designado por 22f, que también se extiende en una dirección generalmente axial o de altura de la hélice correspondiente. Como se puede observar, los tramos de tubo 21d-23d y 21f-23f están sustancialmente paralelos entre sí, ambos encarados a uno y el mismo extremo de la unidad 20, es decir, el extremo que se va a encarar a la pared 3 de la carcasa 2. También los tramos de tubo 21f, 22f y 23f (si se conciben) son sustancialmente rectilíneos, así como sustancialmente paralelos entre sí y al eje de la hélice formada por el respectivo

tubo, y preferiblemente se extienden en el exterior de la hélice formada por el tubo más exterior 23 (por supuesto, también estos tramos de tubería podrían estar al menos ligeramente inclinados con respecto al eje de la hélice). En el ejemplo, también los extremos correspondientes 21b-23b llegan sustancialmente a una y la misma área 3b (véase, por ejemplo, la figura 17) de la pared 3 de la carcasa 2, es decir, el área donde se monta el miembro de conexión 13. Los tramos 21f, 22f y 23f (se proporcionan) se extienden empezando desde los extremos de las hélices que están más cerca de la pared 3, hasta llegar a la última. Preferiblemente, pero no necesariamente, también en dichos extremos de las hélices correspondientes los tubos tienen una respectiva zona generalmente tangencial, no indicada, con las curvas 21e, 22e y 23e que están entre tales zonas tangenciales y los tramos en vertical 21f, 22f y 23f. La conexión del tubo 21 o tubos 21 y 23 al tubo 22 se proporciona por medio del miembro 13, que, como se ha dicho, en la primera realización funciona como colector, y se monta en el extremo de entrada del tubo 22 y en el extremo de salida del tubo 21 o los extremos de salida de los tubos 21 y 23.

En una realización, el susodicho miembro de colector 13 comprende un cuerpo, por ejemplo obtenido por vaciado, designado por 24 en las figuras 20 y 21. Este cuerpo 24, que preferiblemente pero no necesariamente se hace de material metálico, incluye tres bocas 24a, 24b y 24c, que tienen diámetros diseñados para recibir los extremos 21b-23b de los tubos de la unidad 20, que comunican con una y la misma tubería dentro del cuerpo 24, designado por 25 en la figura 22: como se puede observar, la superficie de la tubería 25 opuesta a las bocas 24a-24d tiene un perfil generalmente curvado, que, en la condición ensamblada, se encara a los extremos 21b-23b de los tubos 21-23.

Ventajosamente, funcionalmente asociados al cuerpo 24 hay medios de sellado, por ejemplo constituidos por una o más juntas, configuradas para obtener un acoplamiento de sellado del cuerpo 24 con respecto a los extremos 21b-23b de los tubos 23, y posiblemente con respecto a la pared 3 de la carcasa 2.

El cuerpo 24 del miembro de colector 13 define entonces formaciones de escuadra 24', provistas de correspondientes orificios pasantes, usados para fijar el propio cuerpo a la pared 3, por medio de medios roscados, por ejemplo, tornillos.

Así se apreciará que, gracias a esta disposición, el acoplamiento fluido sellado de los extremos 21b-23b de los tubos 21-23 al miembro de colector 13 no implica soldaduras.

En una realización preferida de la invención, la unidad de intercambiador de calor 20 incluye al menos una primera placa extrema, designada por 26, que se puede ver, por ejemplo, en las figuras 4-6, 9-11 y 15; en la condición ensamblada del intercambiador de calor 1, esta placa 26 se encara a la pared 3 de la carcasa 2, en contacto con el mismo. La placa 26 se puede obtener, por ejemplo, por medio de cizalladura y embutición profunda de chapa metálica, y tiene un respectivo pasaje central, designado por 27 en las figuras 9-11 y 15, que va a ser usado para conexión al pasaje 11 de la pared 3. A fin de conectar los dos pasajes 11 y 27, al menos uno de ellos es definido por una zona generalmente tubular de la pared 3 o de la placa 26. En el ejemplo representado, dicha zona generalmente tubular pertenece a la placa 26 y se designa por 26a en las figuras 4-6; por otro lado, como se ha dicho, también el canto interior de la pared 3 que define la abertura 11 está ligeramente embutido hacia dentro, como se puede ver en las figuras 4-6). En la condición ensamblada, el canto superior de la zona tubular 26a de la placa 26, generalmente en forma de reborde, se fija de manera sellada al canto de la pared 3 que define la abertura 11. En una realización particularmente ventajosa, y como se puede ver en la figura 6, dicha fijación se obtiene por medio de cosido, es decir, doblando hacia atrás y remachando el canto de la abertura 11 en el canto rebordeado de la zona 26a. Ventajosamente, dicho tipo de acoplamiento evita la necesidad de operaciones de soldadura para acoplar juntas las partes en cuestión.

Como se puede observar, la placa 26 también tiene una zona rebordeada generalmente anular 26b (figuras 4-6), de las que sube la parte tubular 26a, donde las vueltas extremas de los tubos 21-23 reposan sobre esta zona rebordeada 26a.

En la condición ensamblada, la zona anular 26b de la placa 26 se establece a una distancia apartada de la pared 3 de la carcasa de modo que entre la pared y la placa se define una holgura generalmente anular. La presencia de esta holgura, como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 4-6, donde está designada por 28, permite contención de la temperatura de la pared 3 incluso en ausencia de masas aislantes, esto considerando el hecho de que la placa 26 se une a la pared 3 únicamente en el canto superior de la zona tubular 26a y que las vueltas extremas de los tubos no están directamente en contacto con la pared 3. Además se apreciará que, en el transcurso del funcionamiento del intercambiador de calor 1, los humos que, a través de las holguras entre las vueltas de los tubos 21-23, pueden llegar al exterior de la unidad 20, y entonces a la holgura 28, están sustancialmente secas y ya han producido la mayor parte de su calor a los tubos, permitiendo de ese modo un correspondiente enfriamiento en el área de la interfaz entre la pared 3 y la placa 26.

Como se ha dicho, en la condición ensamblada, las vueltas extremas de los tubos 21-23 están en contacto con la placa 26. Ventajosamente, la placa 26 se forma para definir asientos o depresiones de posicionamiento, algunos de los cuales se pueden ver en la figura 15, designada por 29, para dichas vueltas extremas de las hélices formadas por los tubos 21-23. En el ejemplo, estos asientos 29 tienen una parte prevalente sustancialmente arqueada y una parte terminal sustancialmente rectilínea, que se desarrollan en una dirección aproximadamente tangencial. Los asientos 29 contribuyen a asegurar un posicionamiento apropiado de las susodichas vueltas extremas, y por tanto de las hélices correspondientes; los susodichos tramos tangenciales de los asientos 29 aseguran el posicionamiento de respectivas zonas rectilíneas de los tubos con tal que el exterior de la hélice formada por el tubo 23 (véanse las figuras 13-15), en

el extremo de dichas zonas de tubo se proporcionan las segundas vueltas intermedias en un ángulo 21e-23e descrito previamente.

En la realización preferida de la invención, la unidad 20 también comprende una segunda placa extrema, designada por 30 en las figuras y 13, 4-6, 8-11 y 16, construida de manera sustancialmente similar a la placa 26. En la condición ensamblada, la placa 30 se encara a la pared 4 de la carcasa 2 y se establece a una distancia desde la misma. Reposando sobre la placa 30 están las vueltas de los extremos de las hélices opuestos a la pared 3. También la placa 30 se provee de correspondientes asientos de posicionamiento 31, como se puede ver, por ejemplo, en la figura 13, que tiene una configuración y funciona similar a la de los asientos 29 de la placa 26. También en este caso, los tramos tangenciales de los asientos 31 aseguran el posicionamiento de respectivas zonas rectilíneas de los tubos con tal que hacia el exterior de la hélice formada por el tubo 23, en los extremos de dichas zonas se proporcionen las primeras curvas anguladas intermedias 21c, 22c y 23c (véanse, por ejemplo, las figuras 8 y 16).

Según una característica preferencial de la invención, la unidad de intercambiador de calor 20 es soportada por la pared extrema 3 de la carcasa 2, que es por la misma pared donde se ubican la entrada y la salida para el líquido que va a fluir a través del intercambiador de calor 1.

Para esta finalidad, la unidad 20 incluye preferiblemente elementos de soporte en forma de tirantes o columnas, que son soportados, en un extremo, por la pared 3 y que soportan el conjunto de tubos 21-23 en el otro extremo. En el ejemplo ilustrado no limitativo, los susodichos tirantes - representados en las figuras 4-5 y 9-11, donde están designados por 32 - son soportados indirectamente por la pared 3 por medio de la placa 26 y soportan el conjunto de tubos 21-23 por medio de la placa 30.

Como se ha mencionado previamente, las hélices formadas por dos tubos adyacentes de la unidad 20 se establecen a una distancia apartadas entre sí de tal manera como para definir entre ellas una holgura sustancialmente cilíndrica. Preferiblemente, los tirantes 32 se extienden con precisión en esta holgura, sustancialmente en la dirección axial de las hélices formadas por los tubos 21-23, como se puede ver, por ejemplo, en la figura 4. Esta solución permite contención de las dimensiones laterales globales de la unidad 20 y estabilización axial del conjunto de hélices.

Los tirantes 32 se forman preferiblemente empezando desde chapa metálica y tienen una configuración generalmente aplanada. Para acoplar con los tirantes, las placas 26 y 30 tienen rendijas respectivas, que no son visibles en las figuras, pero cuya posición se puede inferir, por ejemplo, de las figuras 4, 5 y 8. Como se puede ver en particular en la figura 12, los tirantes 32 tienen una configuración sustancialmente rectilínea y presentan un extremo inferior ensanchado, es decir, que tienen dos salientes laterales 32a. También el extremo superior, que tiene un perfil generalmente redondeado, tiene un ensanchamiento, es decir, dos salientes 32b, que definen un escalón. El cuerpo de los tirantes 32 está vaciado para presentar un corte axial 33, que se extiende desde el extremo superior hasta una región intermedia del tirante. En el ejemplo ejemplificado, el corte 33 tiene prevalentemente la forma de un triángulo isósceles, con el lado más pequeño cerca del extremo superior: como se puede observar, desde el susodicho lado más pequeño 33 también se separa un tramo de corte 33a que divide el extremo superior en dos partes sustancialmente simétricas.

Para las finalidades de ensamblaje, los tirantes 32 se insertan desde debajo a través de las correspondientes rendijas proporcionadas en la placa inferior 26, que tienen una anchura más pequeña que la distancia entre los salientes inferiores 32a, con los propios tirantes posicionados en las susodichas holguras del conjunto de tubos 21-23. En dicha condición, los extremos superiores de los tirantes sobresalen en la parte superior desde la unidad 20, y deslizando sobre ellos están las correspondientes rendijas de la placa superior 26, que tiene una anchura más pequeña que la distancia entre los salientes superiores 32b. A continuación, la placa 26 es forzada hacia abajo: dada la conformación generalmente curvada del extremo superior de cada tirante 32, y gracias a la presencia del corte 33, con el correspondiente tramo axial 33a, los dos zonas sustancialmente simétricas del extremo superior pueden aproximarse ligeramente entre sí, sustancialmente de manera elástica, de modo que también los salientes superiores 33b pueden pasar a través de las rendijas en la placa 30. Cuando los salientes 32b han pasado más allá de la rendija, los dos zonas del extremo superior pueden una vez separarse elásticamente, con los escalones definidos por los propios salientes 31b que se apoyan sobre la superficie superior de la placa 26; de esta manera, se proporciona un acoplamiento sustancialmente de acción de salto elástico de los tirantes a la placa superior 26 del conjunto de tubos 20 que se empaquetan entre las dos placas 26 y 30 gracias a los tirantes 32.

Se apreciará entonces que, en una realización particularmente ventajosa, también el ensamblaje de la unidad 20, es decir, de las placas 26, 30, de los tubos 21-23 y de los tirantes, se puede realizar en ausencia de soldaduras.

En las figuras 18 y 19 se ilustra el miembro de conexión 12, que se asegura al exterior de la pared 3, en el área 3a donde se ubican los extremos de los tubos 21-23 que se van a conectar hacia el exterior. El miembro 12 tiene un cuerpo metálico o plástico que define dos conductos 12a y 12b. El conducto 12a se va a conectar al extremo o salida 22a del tubo 22, y tiene una sección de pasaje sustancialmente similar a la del último; el conducto 12b tiene una entrada, con una sección de pasaje sustancialmente igual que la del conducto 12a, y dicho conducto 12b se ramifica entonces en dos salidas 12c, que tienen secciones de pasaje sustancialmente como las de los tubos 21 y 23, dichas salidas 12c se diseñan para conexión con los extremos o entradas 21a y 23a de dicho tubos. Por supuesto, la sección del pasaje o el diámetro de la entrada del conducto 12a y de las salidas 12c puede ser al menos ligeramente más

grande que los extremos de los correspondientes tubos 22 y 21, 23, respectivamente, a fin de permitir el posicionamiento de correspondientes medios de sellado. También el cuerpo del miembro de conexión 12 define preferiblemente formaciones de escuadra (no indicadas), provistas de correspondientes orificios pasantes, usadas para fijar del propio cuerpo a la pared 3, por medio de medios roscados, por ejemplo, tornillos.

5 La producción de los componentes del intercambiador de calor 1 es simple. Como se ha dicho, el cuerpo 6 de la carcasa se puede obtener mediante moldeo de material termoplástico, tal como polipropileno. La pared 3, las placas 26 y 30 y los tirantes 32 se pueden obtener empezando desde chapa metálica, por medio de operaciones de cizalladura y/o deformación, usando técnicas consolidadas en el sector. También los tubos metálicos 21-23 se pueden obtener en las configuraciones descritas usando técnicas conocidas en sí mismas en el sector. De manera semejante simple es la producción de los cuerpos 24 y 25 del miembro de colector 13 y del miembro de conexión 12.

También el ensamblaje del intercambiador de calor 1 es muy simple y automatizable al menos en parte.

15 Como se ha dicho, los tirantes 32 se insertan desde debajo en las correspondientes rendijas en la placa 30. Las hélices formadas por los tres tubos 21-23 se establecen coaxialmente en la placa 30, de manera congruente con la forma de los correspondientes asientos 31 (figura 16) y de tal manera que los tirantes 32 se extenderán en una o más de las holguras definidas entre hélices adyacentes. Se puede establecer material sellante entre las vueltas de un primer extremo de las hélices y la placa 30, por ejemplo un material de silicona resistente a temperaturas altas.

20 Luego encajadas sobre el extremo superior de los tirantes 32 están las correspondientes rendijas de la placa 26, previamente cosidas a la pared 3 (véase lo que se ha descrito con referencia a la figura 6). El componente constituido por la pared 3 y por la placa 26 es empujado entonces hacia abajo a fin de llevar la placa 26 hasta el contacto con las vueltas de los segundos extremos de las hélices, de manera congruente con la forma de los asientos 29 (figura 15), y para obtener el susodicho acoplamiento por acción de salto elástico. Preferiblemente, antes de posicionar y fijar el conjunto constituido por la pared 3 y la placa 26, insertado con interferencia en la abertura más pequeña de la hélice formada por el tubo 22 hay un cuerpo aislante (indicado en las figuras 4-5 y 9-10 y 40), por ejemplo hecho de fibra cerámica o vermiculita. También en este caso, entre las vueltas de los segundos extremos de las hélices y la placa 26 se puede establecer un sellante del tipo referido previamente. Un cuerpo aislante adicional de naturaleza similar a la del cuerpo 34 se puede establecer también en el lado opuesto, en un área correspondiente a la placa 26 y para envolver el quemador; un cuerpo adicional de esta clase se ejemplifica en la figura 40, donde está designado por 34'.

25 De esta manera, los tubos 21-23 se empaquetan entre las placas 26 y 30; como se ha dicho, los asientos 29 y 32 de las placas 26 y 30, en combinación con los tirantes 32, garantizan un posicionamiento apropiado de las hélices. Se puede observar, en este sentido, que las placas 26 y 30 se forman preferiblemente también para garantizar una alineación entre las vueltas de las diversas hélices en una dirección sustancialmente ortogonal al eje de las propias hélices: para esta finalidad, las áreas de las placas 26 y 30 en las que se definen los asientos 29 y 31 se desarrollan al menos en parte como una vuelta, que empieza y termina en una posición correspondiente a una pequeña pared inclinada (como se puede ver parcialmente en la figura 11).

30 Con la unidad 20 así ensamblada, los extremos de los tramos de tubo 21d-23d y 21f-23f sobresalen en altura más allá de las hélices, como se puede ver, por ejemplo, en las figuras 13 y 14. Estos extremos de los tubos 21-23 se insertan entonces en respectivos orificios proporcionados en las áreas 3a y 3b (véase la figura 17, donde las placas 26 y 30 no están representadas), para sobresalir ligeramente más allá de la pared 3. En la pared 3, en una posición correspondiente a dichos extremos de los tubos y de las áreas 3a y 3b, se fijan entonces con tornillos o algo semejante, y con interposición de anillos de sellado o algo semejante, el miembro de conexión 12 y el miembro de colector 13, respectivamente. El miembro de conexión 12 se fija de modo que el conducto ahorquillado 12b-12c (figuras 18, 19 y 22) está en comunicación con los extremos o entradas 21a y 23a de los tubos 21 y 23, y el conducto 12a está en comunicación con el extremo o salida 22a del tubo 22. El miembro de colector 13 se fija de modo que las bocas 24b y 24c están en comunicación con los extremos o salidas 21b y 23b de los tubos 21 y 23, y la boca 24a está en comunicación con el extremo o entrada 22a del tubo 22.

35 El conjunto así obtenido puede así ser insertado hacia la interior del cuerpo 6, hasta que el canto periférico de la pared 3 reposa en el canto de la parte 5. El canto de la pared 3 se puede engarzar directamente sobre el canto de la parte 5 (las figuras 4-5 y la figura 40 ilustran el acoplamiento antes y después de la operación de engarce, respectivamente). Para esta finalidad, el canto de la parte 5 del cuerpo plástico 6 preferiblemente tiene un reborde periférico que sobresale hacia fuera, designado por 5a en las figuras 4-5 y 7-8, mientras la pared 3 se forma para presentar un asiento periférico 3c, dentro del que se inserta el susodicho reborde 5a. El canto exterior de la pared 3, en una posición correspondiente a dicho asiento 3c, puede entonces engarzarse sobre el reborde 5a, sin necesidad de interponer ningún elemento de sellado.

40 Ahora se describirá brevemente el funcionamiento del intercambiador de calor 1 según la primera realización con referencia a las figuras 22, 36 y 37, suponiendo que el propio intercambiador de calor es para equipar una caldera de gas doméstica. En una aplicación de este tipo el primer fluido de intercambio de calor es un líquido de calentamiento que se debe hacer circular, por ejemplo, en un sistema de radiadores, o si no agua de un sistema de bombeo, y el segundo fluido de intercambio de calor es humo producido por combustión.

Como se puede ver en la figura 22, el líquido que va a ser calentado procedente del sistema entra al intercambiador de calor 1 por medio del conducto 12b del miembro de conexión 12. A través de la ramificación del conducto 12b, el líquido suministra en paralelo los tubos 21 y 23, hasta que llega al miembro de colector 13. Por medio del miembro de colector, el agua que deja los tubos 21 y 23 es transportada al tubo 22. El líquido fluye entonces a través del tubo 22, es decir, la hélice más cerca del quemador 50 de las figuras 36 y 37, para llegar al conducto 12a del miembro de conexión 12.

Como resultado de los dos secciones de pasaje diferentes, y por tanto de los diferentes caudales, el líquido pasa en una cantidad proporcional a la capacidad de intercambio de calor del respectivo tubo, las tres tuberías 21-23 funcionan a temperaturas independientes y decrecientes, empezando desde el tubo más interior 22, que está más caliente, al tubo más exterior 23, que está más frío, favoreciendo así de manera determinista la fenómeno de condensación de los humos. En cada tubo el líquido tiende a absorber una cantidad diferente de calor: la mayor parte del calor se absorbe por el tubo más interior 22, que absorbe también el calor por irradiación generada por el quemador 50, mientras el tubo intermedio 21 y el tubo más exterior 23 absorben las energías residuales de los humos. Como resultado de la menor temperatura de los tubos 21 y 23 es posible absorber una cantidad muy alta de energía de los humos, que cada vez están más empobrecidos y, al entrar en contacto con líquido cada vez más frío, pueden condensarse eficazmente.

El líquido que deja el conducto 12a del miembro de conexión 12 es reintroducido luego al sistema. El condensado que se genera dentro del intercambiador de calor 1 es recogido y evacuado por medio de la salida 8, y los humos residuales son expulsados por medio de la salida 7.

Como ya se ha explicado previamente, una solución similar a la descrita anteriormente se puede aplicar también al caso de un intercambiador de calor provisto de solo dos tubos para conectarse en serie entre sí. En este caso, el miembro de colector 13 tendrá solo dos bocas, mientras que el miembro de conexión 12 tendrá solo dos conductos.

El intercambiador de calor 1 se puede hacer enteramente de materiales sumamente reciclables, con la cantidad mínima de aislamiento hecho de fibra o algo semejante, por medio de simples operaciones de deformación y cizalladura de chapa metálica, así como moldeo de material plástico (cuando el cuerpo 6 se hace de dicho material). El ensamblaje de los componentes es de manera semejante simple, y en este sentido se tiene que enfatizar la sustancial ausencia de soldaduras. En este sentido se debe enfatizar que los procesos de soldadura, además de ser operaciones que son difíciles de controlar y son costosas, tienden a alterar la composición química de los aceros empleados.

La estructura del intercambiador de calor es extremadamente compacta, garantizando al mismo tiempo una alta eficiencia térmica con caudal adecuado de fluido. Estas ventajas se mejoran en el caso en el que se usan dos tubos espiralados externos, que, en paralelo, suministran a un único tubo espiralado interno. La solución propuesta permite una abundante flexibilidad en relación a la opción de los materiales a usar para implementar la unidad 20, con vista a optimización de coste/beneficio. Por ejemplo, los tubos externos se pueden hacer de un material que sea de menor calidad en comparación con el tubo más interior y/o de un material que sea más resistente a la corrosión y menos resistente al calor en comparación con el material usado para el tubo más interior (como se ha dicho, los tubos externos se someten menos a calor y se someten más a condensación). De la misma manera, el grosor de los tubos puede ser diferente, por ejemplo con los tubos externos menos grueso que el tubo más interior.

El hecho de que la unidad de intercambiador de calor sea sustancialmente "autosoportada", es decir, enteramente soportada por solo una pared de la carcasa, permite el uso de uno y el mismo cuerpo de carcasa para la producción de intercambiadores de calor proporcionados para diferentes niveles de potencia térmica, y por tanto distinguidos por diferentes dimensiones axiales de las vueltas. Por ejemplo, siendo todas las otras condiciones iguales, los elementos constructivos descritos previamente - con hélices de los tubos 21-23 con ocho vueltas - permiten obtener un intercambiador de calor que tiene una potencia a grosso modo de 32 kW; los mismos elementos, pero con tubos 21-23 que definen hélices con solo cinco vueltas, permiten, en cambio, obtener un intercambiador de calor de 20 kW, y así según el número de vueltas elegido. Habiéndose dicho esto, las unidades de intercambiador de calor 20 con hélices que tienen números diferentes de vueltas se pueden combinar en cualquier caso con una carcasa 2 del uno y el mismo tipo, con evidentes ventajas en términos de producción. Estas ventajas se mejoran evidentemente gracias a la solución de proporcionar un paso constante P para las diversas hélices, y por tanto las mismas dimensiones axiales para las diversas hélices.

El hecho de que la unidad de intercambiador de calor es soportada por una única pared de la carcasa también presenta la ventaja de permitir una reducción de la cantidad de aislamientos. Esta ventaja se mejora además gracias a la presencia de la holgura anular 28, que permite la contención del calentamiento de la pared 3, con las ventajas que se derivan de la misma.

El hecho de que la unidad de intercambiador de calor sea soportada por una única pared extrema de la carcasa determina entonces la ventaja práctica de poder probar la unidad 20 antes de su introducción en la carcasa 2, a diferencia de intercambiadores de calor según la técnica conocida. Así se pueden corregir posibles defectos de fabricación de manera más simple y más rápida.

Las susodichas ventajas se correlacionan también con el hecho de que la entrada y la salida para el fluido se ubican en una y la misma pared extrema que soporta la unidad de intercambiador de calor. Dicha característica produce un conjunto del intercambiador de calor más flexible, con vista a sus aplicaciones finales. Se apreciará, por ejemplo, que simplemente al rotar la pared 3 angularmente con respecto a la parte 5, la unidad entera 20 - y por tanto el miembro de conexión - puede asumir varias posiciones alternativas, en particular con respecto a la salida de humo 7 y a la salida de condensado 9. Este aspecto demuestra ser útil, como se ha dicho, porque permite modificación de la posición del conector 12 según la aplicación final en calderas de diversos tipos.

También el hecho de que el segundo miembro de conexión hidráulico 13 se establece en una posición correspondiente a la misma pared extrema que la que soporta la unidad de intercambiador de calor demuestra ser particularmente ventajoso, desde el punto de vista de posibilidad de probar, flexibilidad de instalación del intercambiador de calor, y flexibilidad de producción.

En relación al último aspecto, las figuras 23-26 ilustran una segunda realización del intercambiador de calor según la invención; dichas figuras muestran únicamente algunos componentes del intercambiador de calor, útiles para el entendimiento de la invención.

El intercambiador de calor de la figura 23 consiste exactamente en los mismos componentes descritos previamente con referencia a la primera realización, excepto por los miembros de conexión hidráulica 12 y 13, que en este caso se configuran para proporcionar una conexión en paralelo de los tres tubos 21-23 de la unidad 20.

Ventajosamente, en esta realización, los miembros de conexión 12 y 13 pueden ser idénticos entre sí. El cuerpo de los miembros de conexión define tres bocas 12d que convergen en un único conducto 12e. Los extremos 21a-23a de los tubos 21-23 se van a conectar a las bocas 12d del miembro 12, mientras los extremos 21b-23b de los mismos tubos se van a conectar a las bocas 12d del miembro 13 para obtener una conexión en paralelo de los propios tubos, como se ejemplifica en la figura 26. La entrada del intercambiador de calor es representada por el conducto 12e del miembro 12, que se diseña para conexión al ramal de entrega del sistema que suministra el fluido que va a ser calentado, mientras la salida del intercambiador de calor representada por el conducto 12e del miembro 13 se diseña para conexión al ramal de retorno del susodicho sistema. Los diámetros de las bocas 12d se dimensionan por supuesto según los diámetros de los correspondientes tubos 21-23 y de las correspondientes medias de sellado. Está claro que una solución del tipo representado en las figuras 23-26 se puede usar también en caso de un intercambiador de calor con únicamente dos tubos espiralados, en cuyo caso los miembros 12 y 13 tienen solo dos bocas 12d. Con una conexión del tipo representado esquemáticamente en la figura 26, los diámetros de los tubos de la unidad de intercambiador de calor pueden incluso ser los mismos entre sí.

Una vez más con referencia a la considerable flexibilidad de producción, las figuras 27-30 ilustran una tercera realización del intercambiador de calor según la invención. También en dichas figuras únicamente se muestran algunos componentes del intercambiador de calor, útiles para el entendimiento de la invención. También el intercambiador de calor de la figura 27 consiste en los mismos componentes que los de las realizaciones primera y segunda, excepto por los miembros de conexión hidráulica 12 y 13, que en este caso se configuran para proporcionar una conexión en serie de los tres tubos 21-23 de la unidad 20. Ventajosamente, también en esta realización los miembros de conexión 12 y 13 pueden ser los mismos entre sí.

Como se puede ver en la figura 30, el cuerpo de los miembros de conexión en este caso define dos conductos 12f y 12g, el conducto 12g proporciona sustancialmente un conector en forma de U. La entrada del intercambiador de calor es representada por el conducto 12f del miembro 12, proporcionado para conexión, en un lado, al ramal de retorno del sistema y, en el otro lado, al extremo 23a del tubo 23. Los dos bocas extremas 12g' del conducto 12g del miembro 13 (figura 29) se diseñan para conexión con los extremos 23b y 21b de los tubos 21 y 23, mientras las dos bocas extremas 12g' del conducto 12g del miembro 12 se diseñan para conexión con los extremos 21a y 22a de los tubos 21 y 22. Finalmente, la salida del intercambiador de calor es representada por el conducto 12f del miembro 13, que se conecta, en un lado, al extremo 22b del tubo 22 y, en el otro lado, al ramal de entrega del sistema. Por supuesto, también en este caso, los diámetros de los conductos 12f y de las bocas 12g' se dimensionan según los diámetros de los correspondientes tubos 21-23 y de las correspondientes medias de sellado. Con una conexión del tipo representado esquemáticamente en la figura 30, los diámetros de los tubos de la unidad de intercambiador de calor puede incluso ser los mismos entre sí.

Como se puede entender, entonces, una y la misma estructura de base del intercambiador de calor según la invención permite diversificación de producción de manera simple y rápida. El tipo de conexión entre los tubos espiralados es extremadamente conveniente, siendo posible proporcionar conexiones en serie-paralelo (primera realización), en paralelo (segunda realización), y en serie (tercera realización), simplemente usando miembros de conexión 12 y 13 formados de manera diferente. El hecho de que dichos miembros 12 y 13 se montan en la parte exterior de la carcasa 2 del intercambiador de calor permite evidentemente diferenciación de los modelos de intercambiadores de calor en una etapa final del proceso de producción, que puede por tanto ser para la mayor parte idéntico para diversos modelos.

Además ejemplos de la flexibilidad de producción se representan en las figuras 31-34 y 35-38.

El intercambiador de calor de la cuarta realización de la figura 31 consiste básicamente en los mismos componentes

que los de las realizaciones primera y segunda, excepto por el hecho de que en este caso la unidad de intercambiador de calor 20 incluye un único tubo, que define una única hélice, por ejemplo el tubo 22, y en este caso el miembro de conexión 13 no es necesario. Como se puede observar, en esta realización, las regiones extremas del tubo 22 se forman de modo que los extremos respectivos 22a y 22b estarán cercanos entre sí. En consecuencia, como se puede ver claramente en las figuras 32-34, el conector 12 incluye en este caso dos conductos 12h y 12i, que proporcionan respectivamente la entrada y la salida del intercambiador de calor. El extremo o la entrada 22a del tubo 22 se diseñan así para conexión al conducto 12h, mientras que el extremo o la salida del tubo 22 se diseñan para conexión al conducto 12i. Los diámetros de los conductos 12g y 12h serán preferiblemente el mismo y se dimensionan como función de los diámetros del tubo 22 y de los correspondientes medios de sellado.

La quinta realización de las figuras 35-38 es funcionalmente similar a la cuarta realización de las figuras 31-34, excepto por la diferente conformación del tubo 22 y la presencia tanto del miembro de conexión 12 como del miembro de conexión 13, que funcionan, respectivamente, como entrada y salida del intercambiador de calor y pueden ser ventajosamente idénticos entre sí. Como se puede observar, en este caso, cada miembro 12 y 13 define un único conducto 12i y se diseña para conexión a los extremos 22a y 22b, respectivamente, del tubo 22. De esta realización se puede apreciar cómo la entrada y la salida del intercambiador de calor no tienen necesariamente que establecerse cercanas entre sí, como en el caso anterior.

Como se ha visto previamente, la invención se puede aplicar al caso de unidades de intercambiador de calor 20 que comprenden dos tubos, o más de dos tubos. Por razones de estandarización de producción es posible concebir que las placas 26 y 30 de las unidades 20 así diversificadas serán en cualquier caso siempre las mismas, y configuradas para el máximo número de tubos posible (tres, en los ejemplos descritos previamente con referencia a las realizaciones primera, segunda y tercera). Por otro lado, claramente es posible proporcionar placas 26 y 30 dimensionadas y formadas como función del número de tubos usado.

En cambio, en relación a la pared superior 3 de la carcasa del intercambiador de calor, también sus áreas 3a y 3b (véase la figura 17) pueden ser predispuestas con varios orificios pasantes que dependen del número de tubos del intercambiador de calor (y por tanto con uno, dos, tres orificios, etc.). Por otro lado, no hay nada que descarte proporcionar una pared 3, cuyas áreas 3a y 3b se configuran para un máximo número de tubos posible (por ejemplo, tres orificios), proporcionando entonces tapones adecuados o medios similares para cerrar los orificios no usados, en caso de una unidad con un número más pequeño de tubos (por ejemplo, solo un tubo o dos tubos). De nuevo, es posible concebir que las áreas 3a y 3b incluyan una única abertura pasante, que tiene un perfil y dimensiones tales como para permitir el pasaje del máximo número de tubos, en cuyo caso los miembros de conexión 12 y 13 tendrán una base de fijación configurada para cubrir en cualquier caso los cantos de dicha abertura pasante, independientemente del número de tubos del intercambiador de calor.

Por supuesto, sin perjuicio para el principio de la invención, los detalles de construcción y las realizaciones pueden variar ampliamente con respecto a lo que se describe e ilustra en esta memoria puramente a modo de ejemplo, sin de ese modo salirse del alcance de la presente invención.

En las realizaciones ejemplificadas previamente, el eje del intercambiador de calor 1 es horizontal, pero esto no se debe considerar de ninguna manera obligado o limitador. De manera semejante, la invención no se debe entender como que se limita a aplicaciones de tipo doméstico, en productos tales como calderas, calentadores de agua, y similares, el intercambiador de calor según la invención es de hecho utilizable también en otros contextos.

La sección transversal del tubo o tubos de la unidad de intercambiador de calor no necesariamente tiene que ser circular, siendo posible de hecho que la sección transversal tenga otras formas, tales como, por ejemplo, una forma sustancialmente cuadrada, forma rectangular, forma poligonal, o algo semejante.

Como ya se ha resaltado, independientemente del número de tubos, la entrada y la salida del intercambiador de calor no necesariamente tienen que establecerse cercanas entre sí en la pared 3. Como se ha resaltado, al dar forma apropiadamente a los tubos 21-23, la entrada y la salida podrían ocupar posiciones también establecidas a una distancia apartadas entre sí, por ejemplo con la entrada en la proximidad de una primera esquina de la pared 3 y la salida en la proximidad de una segunda esquina de la misma pared, por ejemplo la esquina diagonalmente opuesta a la primera esquina.

El cuerpo 6 se podría hacer de material metálico, por ejemplo acero, en lugar de plástico, e incluso constituirse de varias partes.

En las realizaciones previamente ejemplificadas se ha hecho referencia a unidades de intercambiador de calor que comprenden varios tubos espiralados que tienen vueltas de diámetro diferente sustancialmente coaxiales entre sí de modo que un tubo formará una hélice que se extiende dentro de una hélice formada por otro tubo. La invención en cualquier caso también se puede aplicar al caso de unidades de intercambiador de calor con al menos dos tubos espiralados que tienen vueltas sustancialmente coaxiales y del mismo diámetro, con las vueltas de un tubo interpuestas entre las vueltas del otro tubo en la dirección axial o una dirección de altura de la propia unidad.

Los tirantes 32 se puede acoplar por acción de salto elástico a la placa inferior 30, y posiblemente tienen ambos extremos configurados para acoplamiento por acción de salto elástico a las placas 26 y 30.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor, en particular un intercambiador de calor de condensación, que tiene:

una unidad de intercambiador de calor (20) que incluye una pluralidad de tubos espiralados sustancialmente coaxiales (21-23) para un primer fluido, que comprende al menos un primer tubo (21) y un segundo tubo (22) que tienen vueltas de diámetro diferente, de manera que el segundo tubo (22) forma una hélice que se extiende dentro de una hélice formada por el primer tubo (21); y

una carcasa (2) para alojar la unidad de intercambiador de calor (20), la carcasa (2) tiene una primera pared extrema (3), una segunda pared extrema (4), y una parte periférica (5) entre las dos paredes extremas (3, 4), la carcasa (2) se diseña para recibir un segundo fluido que se diseña para intercambio de calor con el primer fluido, la primera pared (3) tiene al menos una abertura pasante (11), en particular para un quemador (50),

en donde cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) tiene un primer extremo (22a; 21a, 22a, 23a) y un segundo extremo (22b; 21b, 22b, 23b),

en donde la unidad de intercambiador de calor (20) es soportada por la primera pared extrema (3) de la carcasa (2) y el primer extremo (22a; 21a-23a) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) se ubica sustancialmente en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2),

en donde también el segundo extremo (22b; 21b-23b) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) se ubica sustancialmente en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2),

el intercambiador de calor comprende además un primer miembro de conexión (12) y un segundo miembro de conexión (13) en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2) en una parte externa del mismo,

en donde el primer extremo (21a-23a) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) se conecta adentro del primer miembro de conexión (12),

el intercambiador de calor se caracteriza por que el segundo extremo (21b-23b) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) se conecta adentro del segundo miembro de conexión (13) externamente de la carcasa (2).

2. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde la pluralidad de tubos espiralados (21-23) comprende un tercer tubo (23) para el primer fluido, sustancialmente coaxial a los tubos primero y segundo (21, 22), el tercer tubo (23) tiene vueltas de un diámetro más grande que el de las vueltas del primer tubo (21) para formar una hélice dentro de la que se extiende la hélice formada por el primer tubo (21), los extremos primero y segundo (23a, 23b) del tercer tubo (23) se ubican sustancialmente en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2).

3. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde el primer miembro de conexión (12) y el segundo miembro de conexión (13) se forman en un único cuerpo.

4. El intercambiador de calor según la reivindicación 1, en donde el primer miembro de conexión (12) y el segundo miembro de conexión (13) se predisponen para:

proporcionar una conexión en paralelo de los tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23), en particular con el primer miembro de conexión (12) que define una entrada para el primer fluido y el segundo miembro de conexión (13) que define una salida para el primer fluido; o si no

proporcionar una conexión en serie de los tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23), en particular con el primer miembro de conexión (12) que define al menos una de una entrada y una salida para el primer fluido y con el segundo miembro de conexión (13) que define al menos un conducto para la conexión en serie de dos segundos extremos (21b-23b) de al menos dos tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23); o si no

proporcionar una conexión en serie-paralelo de al menos tres tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23), en particular con el primer miembro de conexión (12) que define una entrada y una salida para el primer fluido y con el segundo miembro de conexión (13) que proporciona un colector para la conexión del segundo extremo (23b) del tercer tubo (23) al segundo extremo (22b) del segundo tubo (22) en paralelo el segundo extremo (21b) del primer tubo (21).

5. El intercambiador de calor según la reivindicación 2, en donde:

el segundo tubo (22) tiene una sección de pasaje más grande que las secciones de pasaje de los tubos primero y tercero (21, 23);

los tubos primero, segundo y tercero (21-23) tienen, en sección transversal, una forma de manera que las hélices respectivas tienen sustancialmente el mismo paso (P), donde en particular los tubos primero y tercero (21, 23) tienen una sección transversal generalmente circular, y el segundo tubo (22) tiene una sección transversal generalmente ovalada o aplastada, la sección transversal ovalada del segundo tubo (22) tiene un eje más pequeño (Y), generalmente paralelo al eje de la hélice correspondiente, que corresponde sustancialmente al diámetro (D) de la sección transversal

circular de los tubos primero y tercero (21, 23).

- 5 6. El intercambiador de calor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) tiene una primera curva angulada intermedia (21c-23c) y una segunda curva angulada intermedia (21e-23e), para definir un primer tramo extremo del tubo (21d-23d) y un segundo tramo extremo del tubo (21f-23f), respectivamente, que se extienden en una dirección generalmente axial de la hélice formada por el correspondiente tubo espiralado.
7. El intercambiador de calor según la reivindicación 6, en donde el primer y/o segundo tramo/tramos del tubo (21d-23d, 21f-23f) son sustancialmente rectilíneos y son sustancialmente paralelo entre sí y con respecto al eje de la hélice formada por el respectivo tubo espiralado (21-23).
- 10 8. El intercambiador de calor según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde la unidad de intercambiador de calor (20) comprende una pluralidad de elementos de tirante (32) que se extienden sustancialmente en una dirección axial de las hélices formadas por los tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23).
- 15 9. El intercambiador de calor según la reivindicación 8, en donde las hélices formadas por dos tubos espiralados adyacentes de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) se establecen a una distancia apartados entre sí, de modo que entre dichos dos tubos espiralados adyacentes se define una holgura sustancialmente cilíndrica, los elementos de tirante (32) se extienden en dicha holgura cilíndrica.
- 20 10. El intercambiador de calor según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde:
la unidad de intercambiador de calor (20) incluye una primera placa extrema (26), generalmente encarada a la primera pared extrema (3) de la carcasa (2) y que tiene una respectiva abertura pasante (27) conectada a la abertura pasante (11) de la primera pared extrema (3) de la carcasa (2) y sustancialmente coaxial a la misma, al menos una de dichas aberturas es definida por una zona tubular (26a) de la primera pared extrema (3) o de la primera placa extrema (26), la primera placa extrema (26) se asegura a la primera pared extrema (3); y
la vuelta en un primer extremo de la hélice formada por un tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) está en contacto con la primera placa extrema (26);
- 25 donde en particular al menos una zona anular (26b) de la primera placa extrema (26) se establece a una distancia apartada de la primera pared extrema (3) de la carcasa (2) de modo que entre la primera pared extrema (3) y dicha zona anular (26b) de la primera placa extrema (26) se define una holgura generalmente anular (28).
- 30 11. El intercambiador de calor según la reivindicación 10, en donde la unidad de intercambiador de calor (20) incluye una segunda placa extrema (30), generalmente encarada a la segunda pared extrema (4) de la carcasa (2), a una distancia de la misma, y la vuelta en un segundo extremo de la hélice de al menos un tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) está en contacto con la segunda placa extrema (30).
- 35 12. El intercambiador de calor según las reivindicaciones 8 y 11, en donde los elementos de tirante (32) tienen extremos opuestos asegurados a las placas extremas primera y segunda (26, 30), respectivamente, en ausencia de soldaduras, donde en particular las placas extremas (26, 30) tienen rendijas pasantes para los elementos de tirante (32) y al menos uno de dichos extremos de los elementos de tirante (32) se asegura sustancialmente por acción de salto elástico a una correspondiente dicha placa extrema (26, 30).
- 40 13. El intercambiador de calor según la reivindicación 11 o la reivindicación 12, en donde la primera placa extrema (26) se asegura a la primera pared (3) en ausencia de soldaduras, en particular por medio de deformación o cosido de una región de canto de una de la primera placa extrema (26) y la primera pared extrema (3) en una región de canto de la otra de la primera placa extrema (26) y la primera pared extrema (3).
- 45 14. Un proceso para hacer un intercambiador de calor, en particular un intercambiador de calor de condensación, que comprende las etapas de:
proporcionar una unidad de intercambiador de calor (20) que incluye una pluralidad de tubos espiralados sustancialmente coaxiales (21-23) para un primer fluido, que comprende al menos un primer tubo (21) y un segundo tubo (22), en donde el primer tubo (21) y el segundo tubo (21-23) tienen vueltas de diámetro diferente de modo que el segundo tubo (22) forma una hélice que se extiende dentro de una hélice formada por el primer tubo (21); o si no en donde el primer tubo (21) y el segundo tubo (22) tienen vueltas sustancialmente del mismo diámetro de modo que vueltas del primer tubo se interponen entre vueltas del segundo tubo en una dirección axial o una dirección de altura de la unidad de intercambiador de calor (20), en donde cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) tiene un primer extremo (22a; 21a, 22a, 23a) y un segundo extremo (22a; 21b, 22b, 23b);
- 50 proporcionar una carcasa (2) para alojar la unidad de intercambiador de calor (20), que tiene una primera pared extrema (3), una segunda pared extrema (4), y una parte periférica (5) entre las dos paredes extremas (3, 4), la carcasa (2) se diseña para recibir un segundo fluido que va a ser usado para intercambio de calor con el primer fluido; y
alojar la unidad de intercambiador de calor (20) en la carcasa (2),

el proceso comprende las operaciones de:

preparar la unidad de intercambiador de calor (20) para que sea soportada por la primera pared extrema (3) de la carcasa (2);

5 preparar cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) con los respectivos primeros extremos (22a; 21a-23a) que se ubican sustancialmente en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2);

preparar cada tubo de la pluralidad (21-23) con los respectivos segundos extremos (22b; 21b-23b) que se ubican sustancialmente en la primera pared extrema (3) de la carcasa (2); y

proporcionar un primer miembro de conexión (12) y un segundo miembro de conexión (13) en una parte exterior de la primera pared extrema (3) de la carcasa (2), y

10 conectar adentro del primer miembro de conexión (12) el primer extremo (22a; 21a-23a) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23),

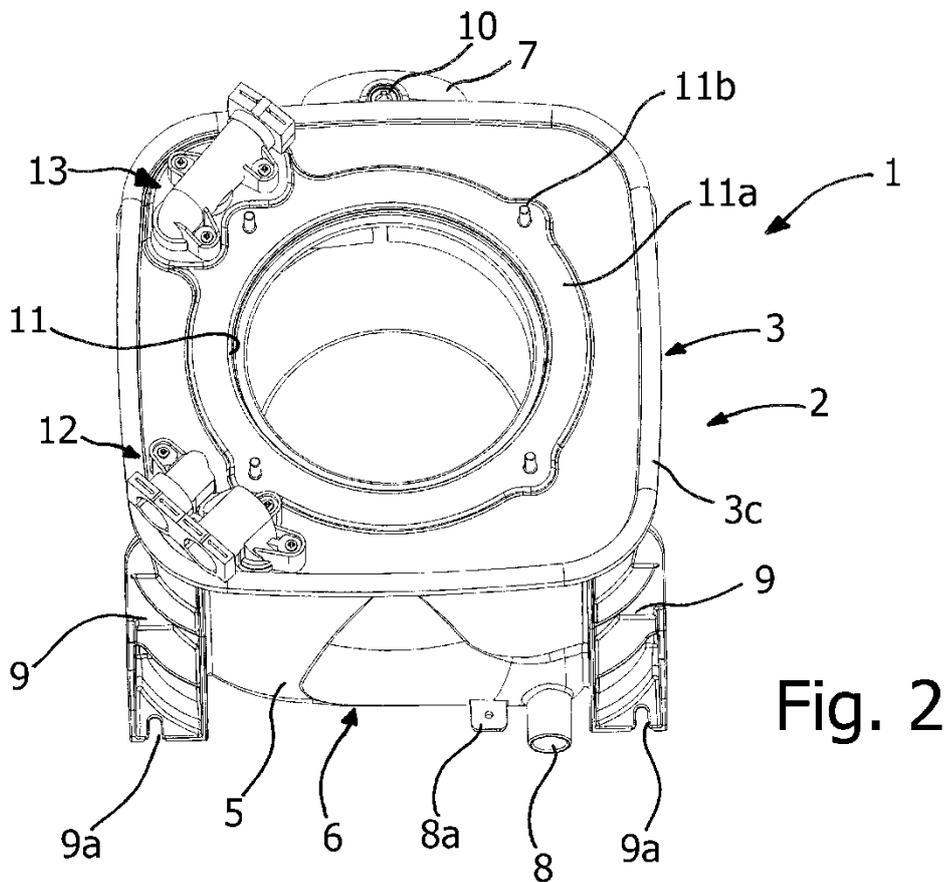
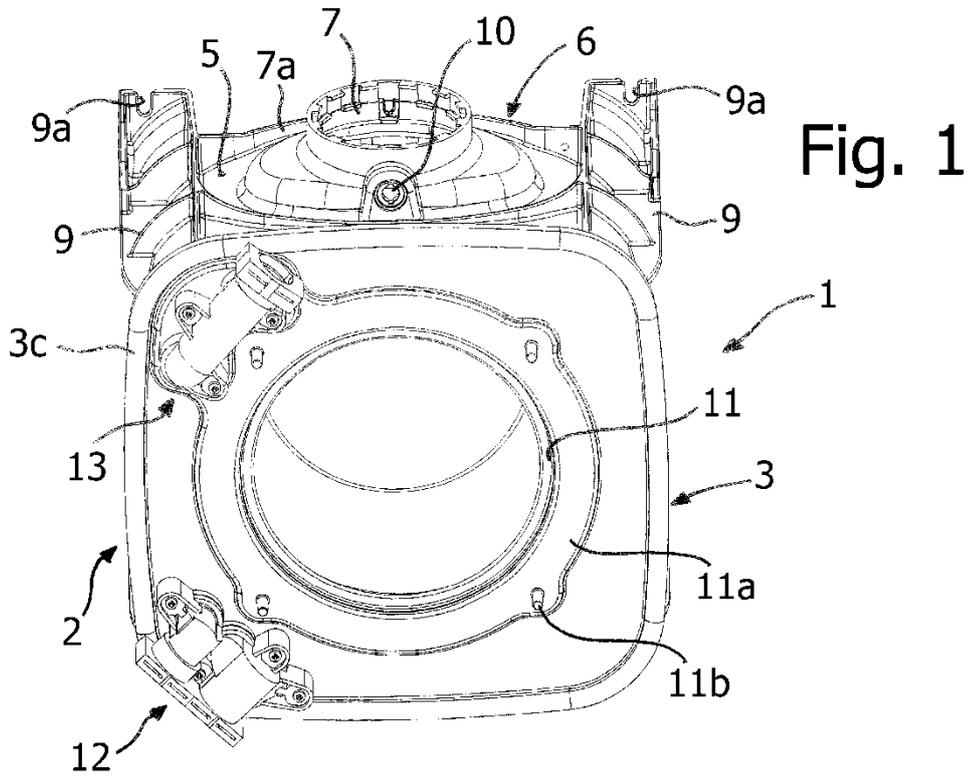
el proceso se caracteriza por que comprende además la operación de conectar adentro del segundo miembro de conexión (13) el segundo extremo (22b; 21b-23b) de cada tubo de la pluralidad de tubos espiralados (21-23) externamente de la carcasa (2).

15 15. El proceso según la reivindicación 14, en donde se conciben versiones alternativas de los miembros de conexión primero y segundo (12, 13), dispuestos para:

proporcionar una conexión en paralelo de los tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23); o si no

proporcionar una conexión en serie de los tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23); o si no

proporcionar una conexión en serie-paralelo de al menos tres tubos de la pluralidad de tubos espiralados (21-23).



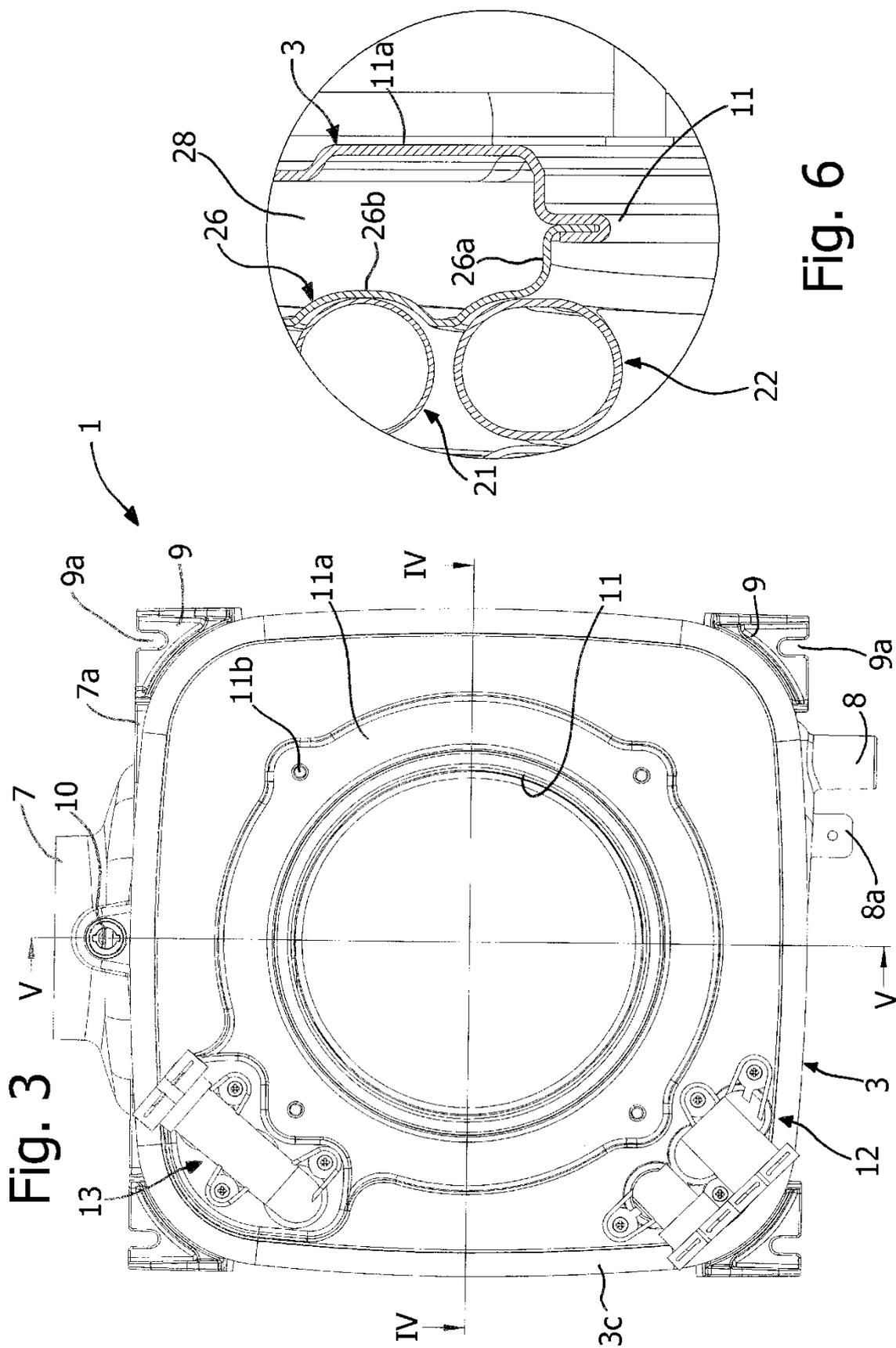


Fig. 3

Fig. 6

Fig. 5

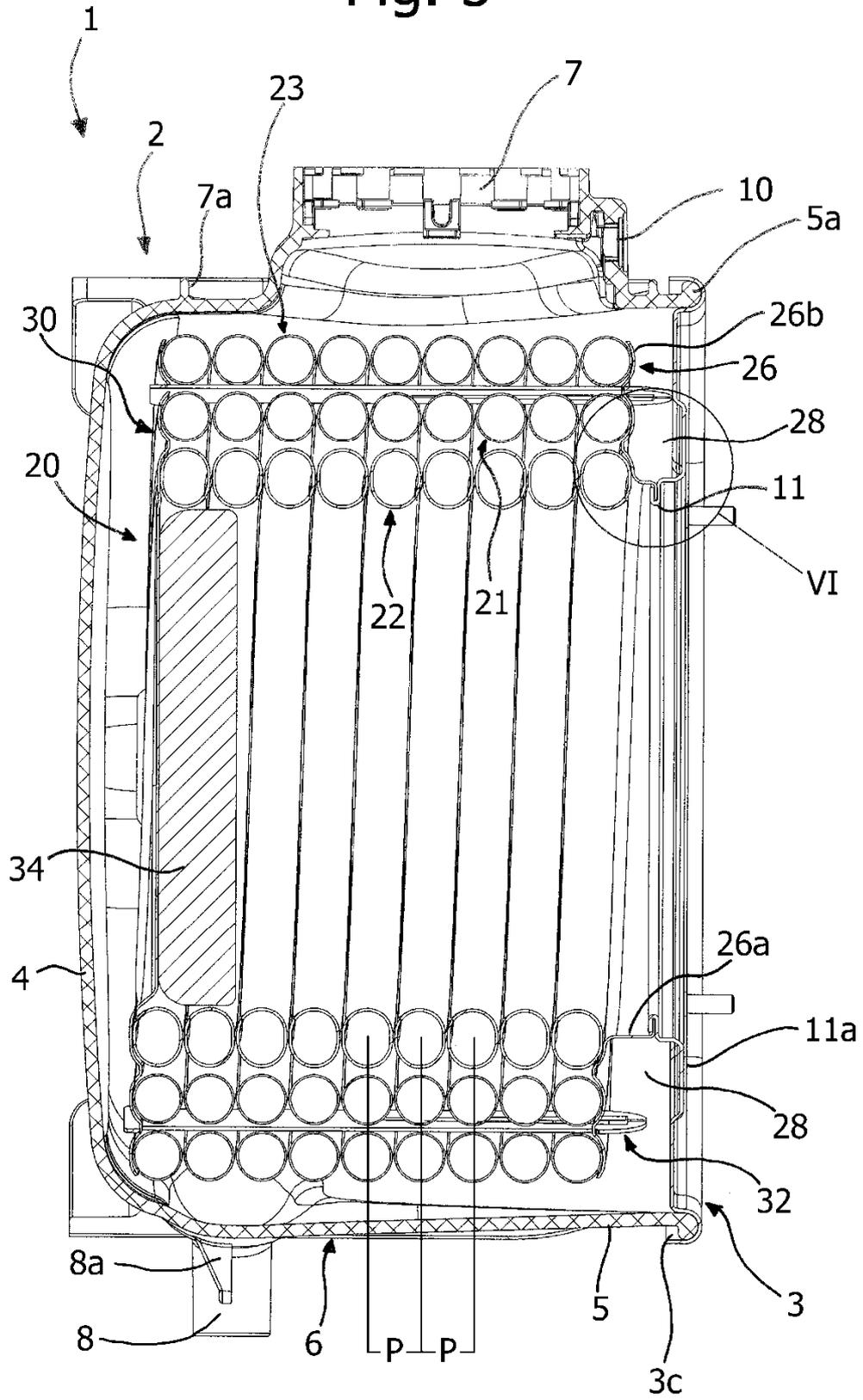


Fig. 7

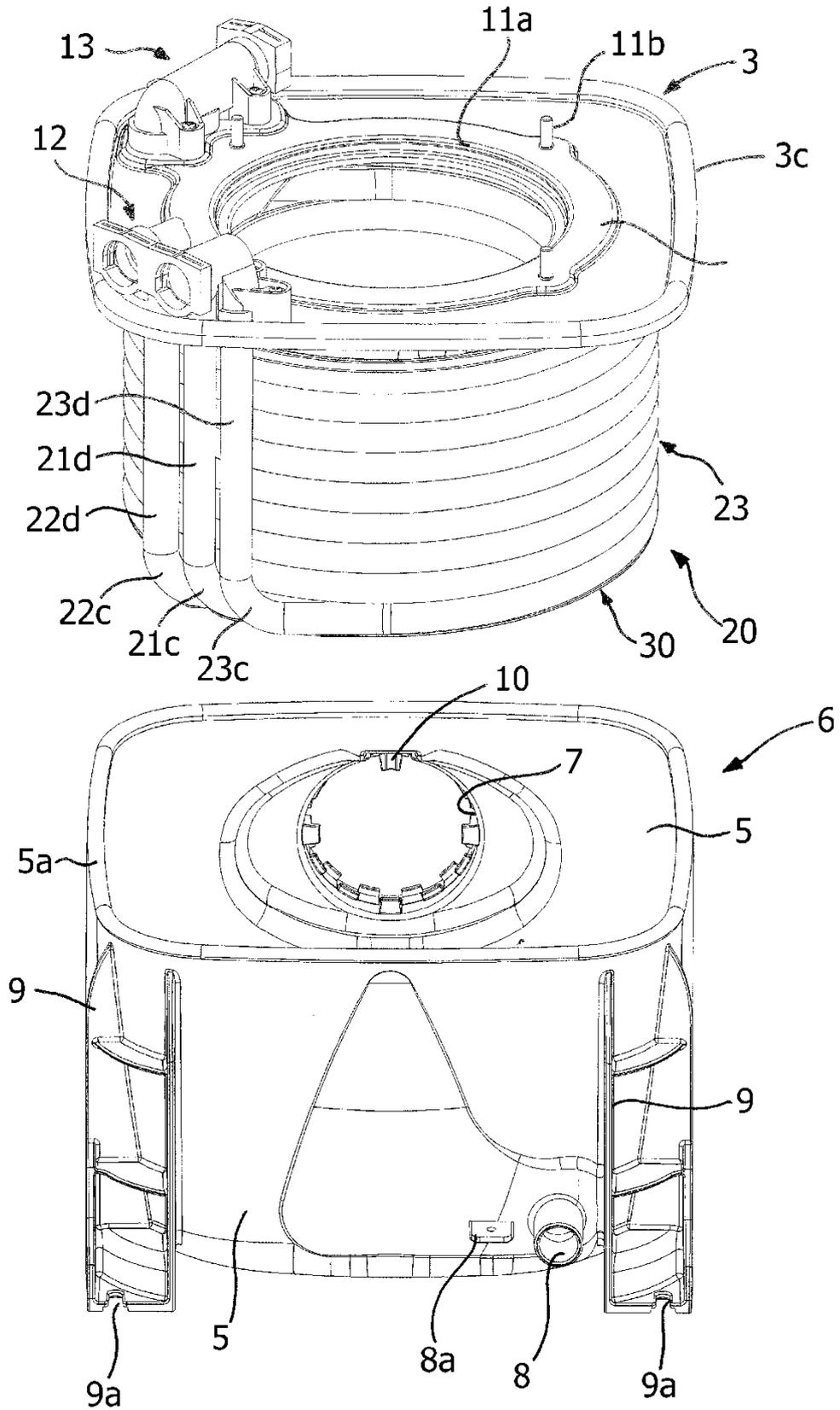
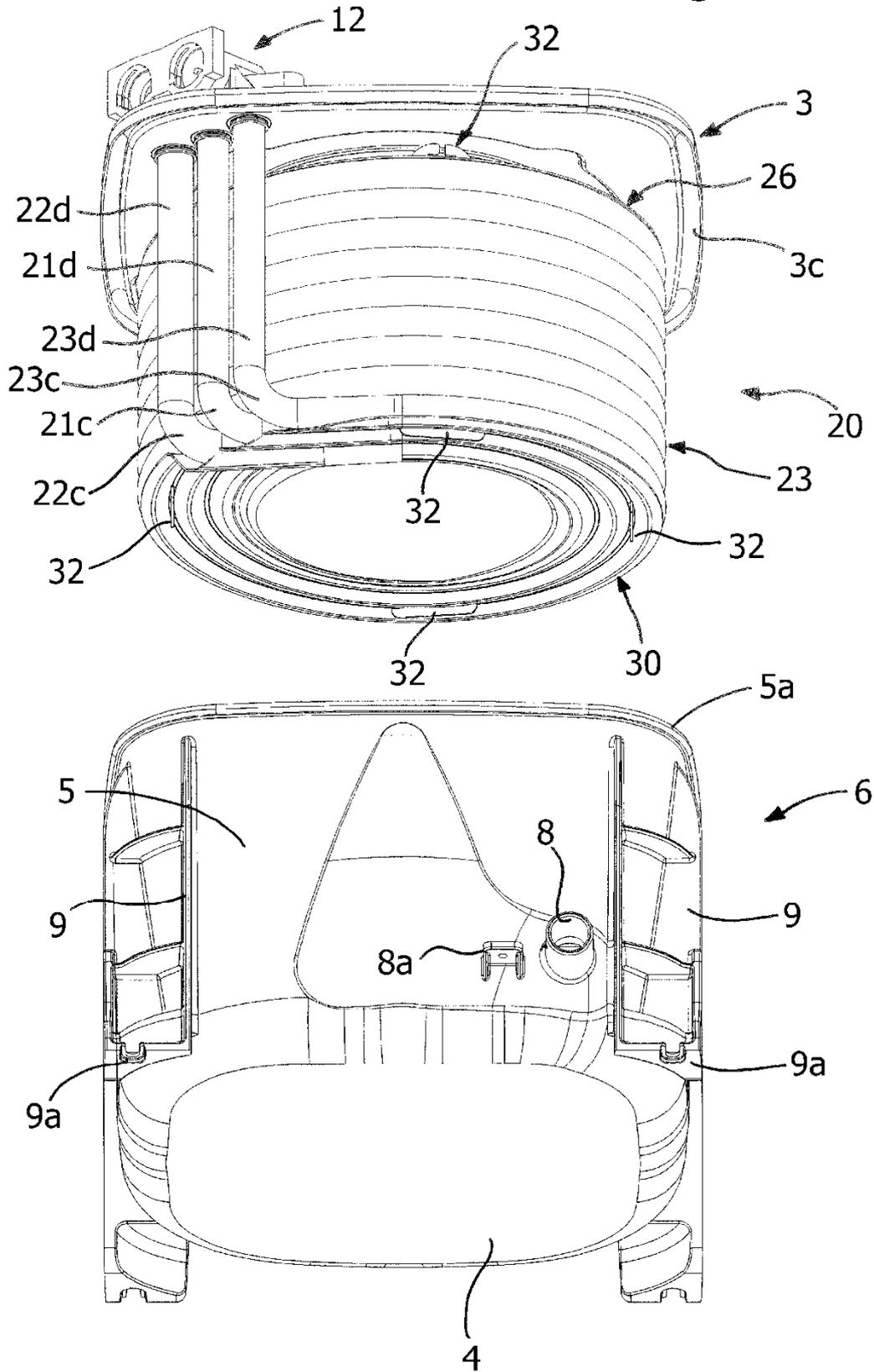


Fig. 8



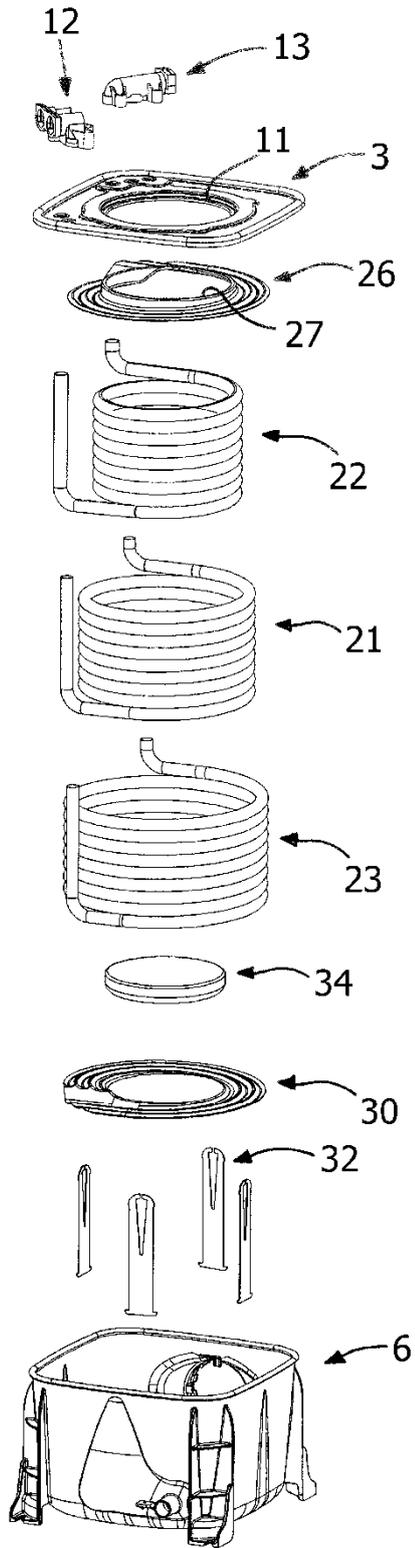


Fig. 9

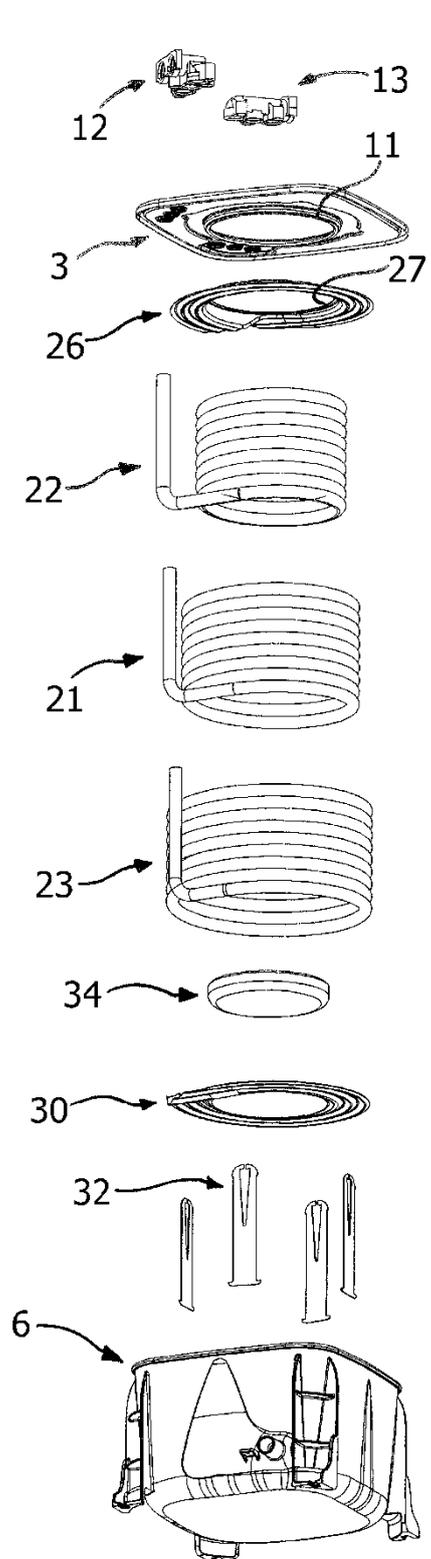


Fig. 10

Fig. 11

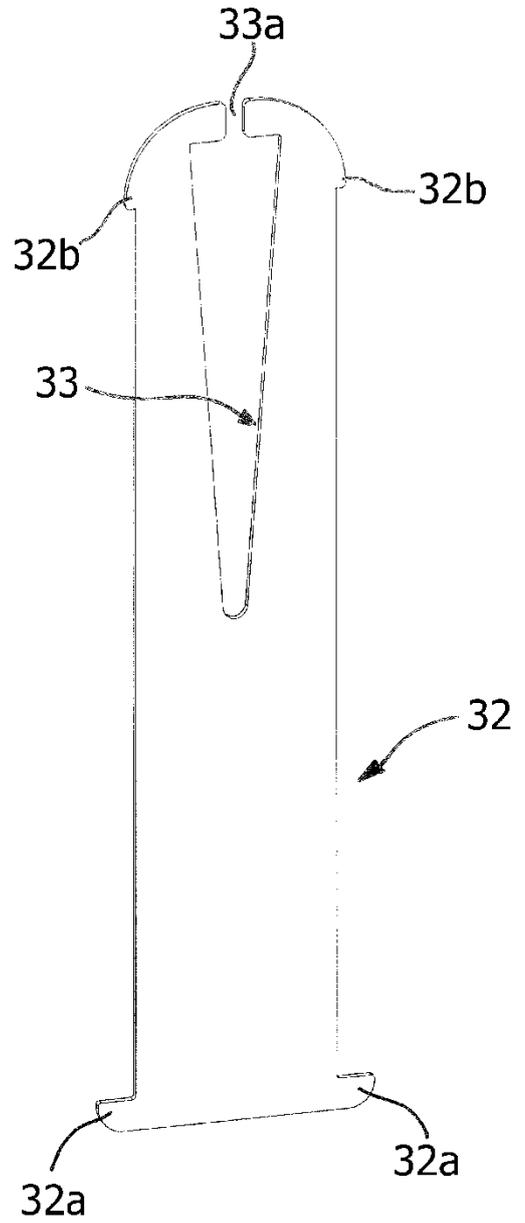
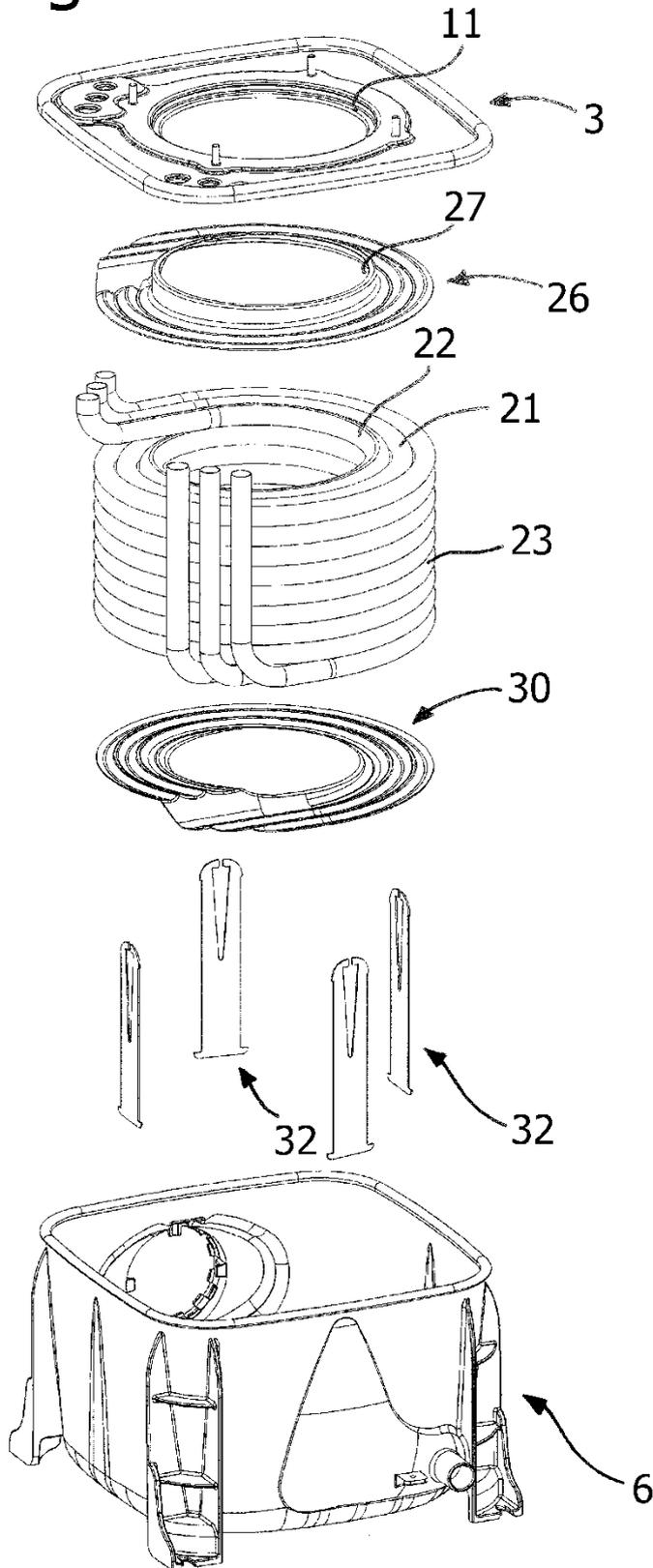


Fig. 12

Fig. 13

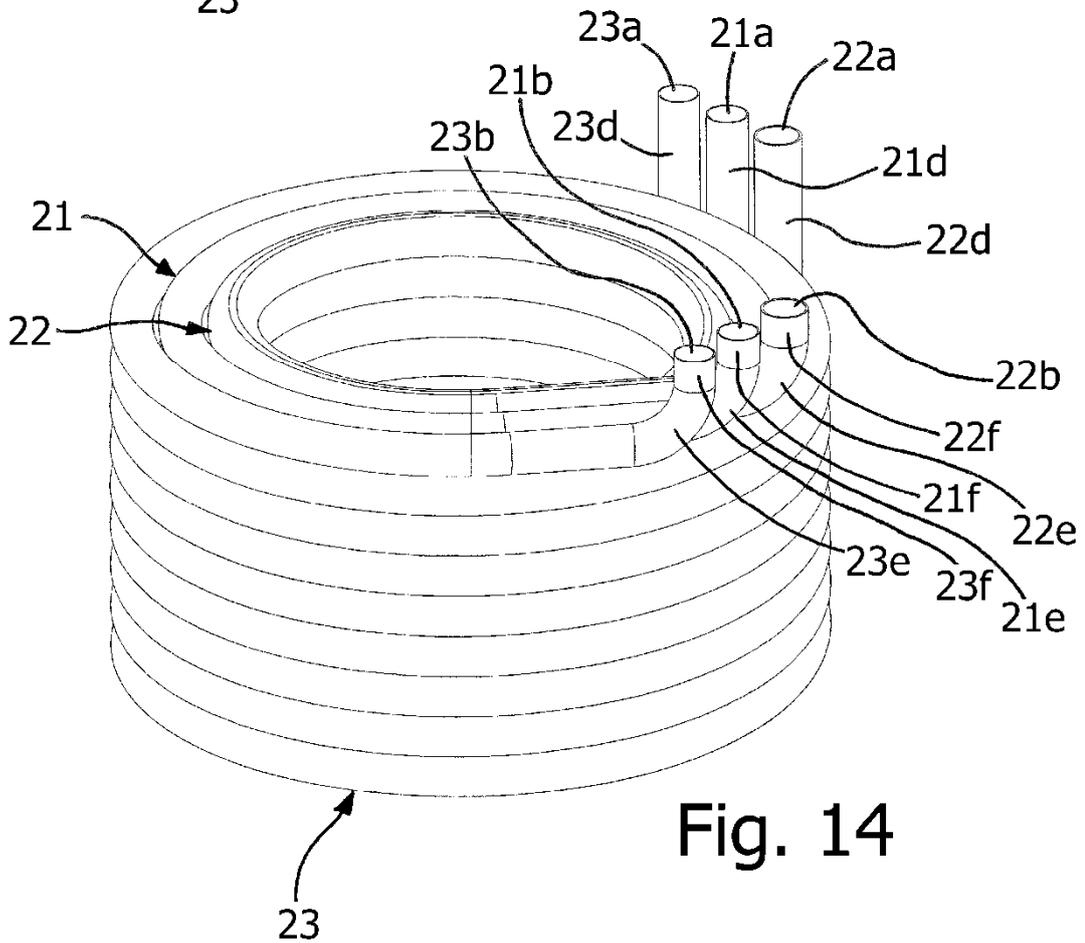
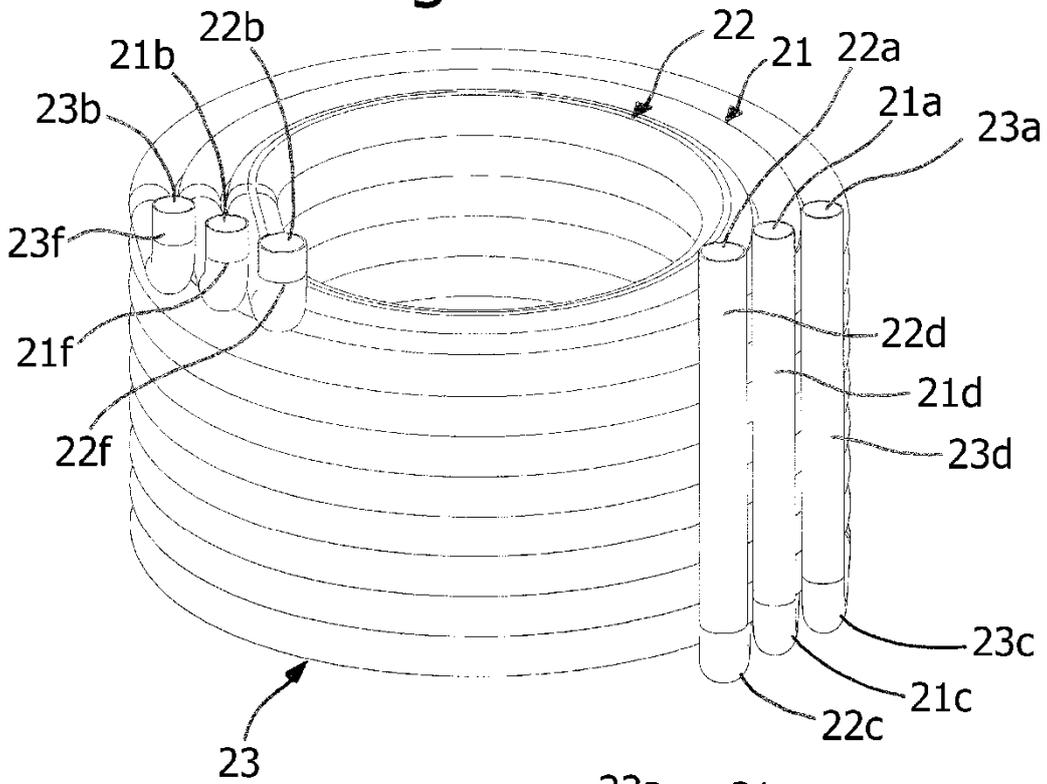


Fig. 14

Fig. 15

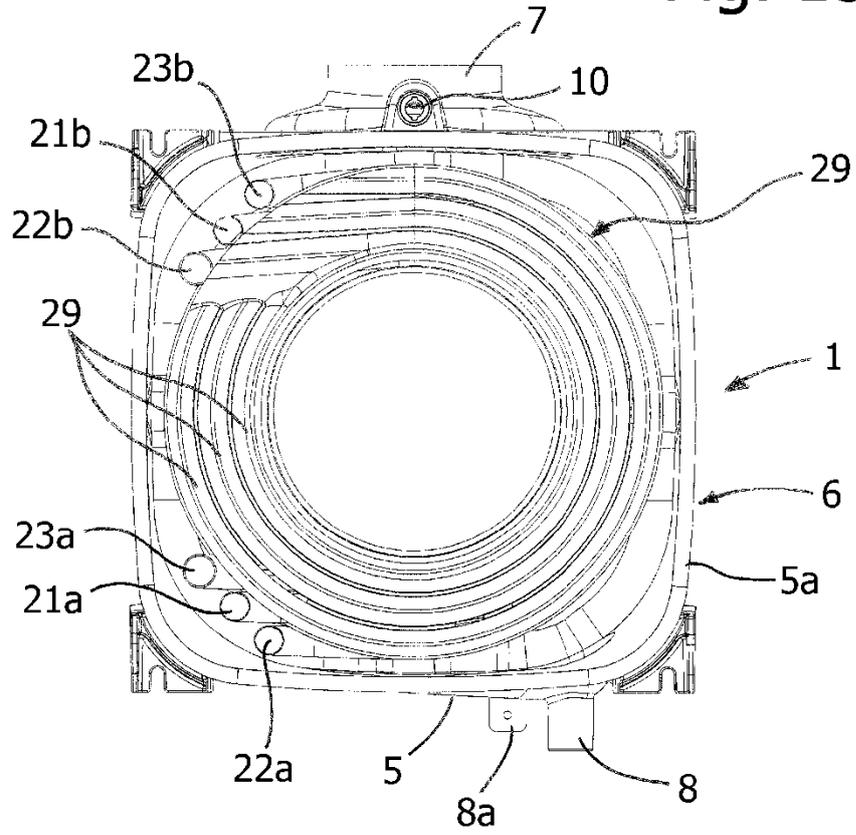
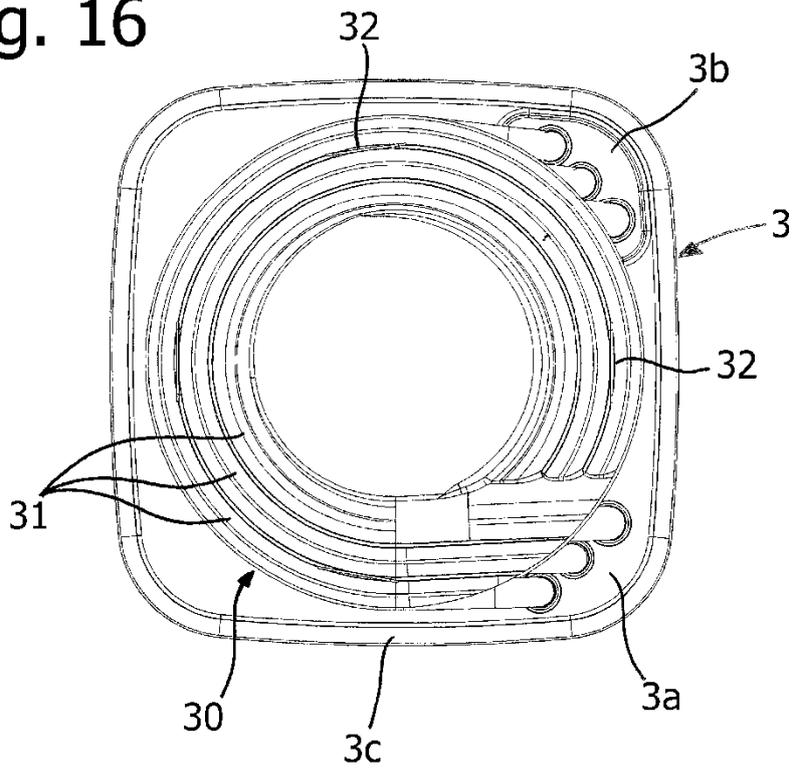


Fig. 16



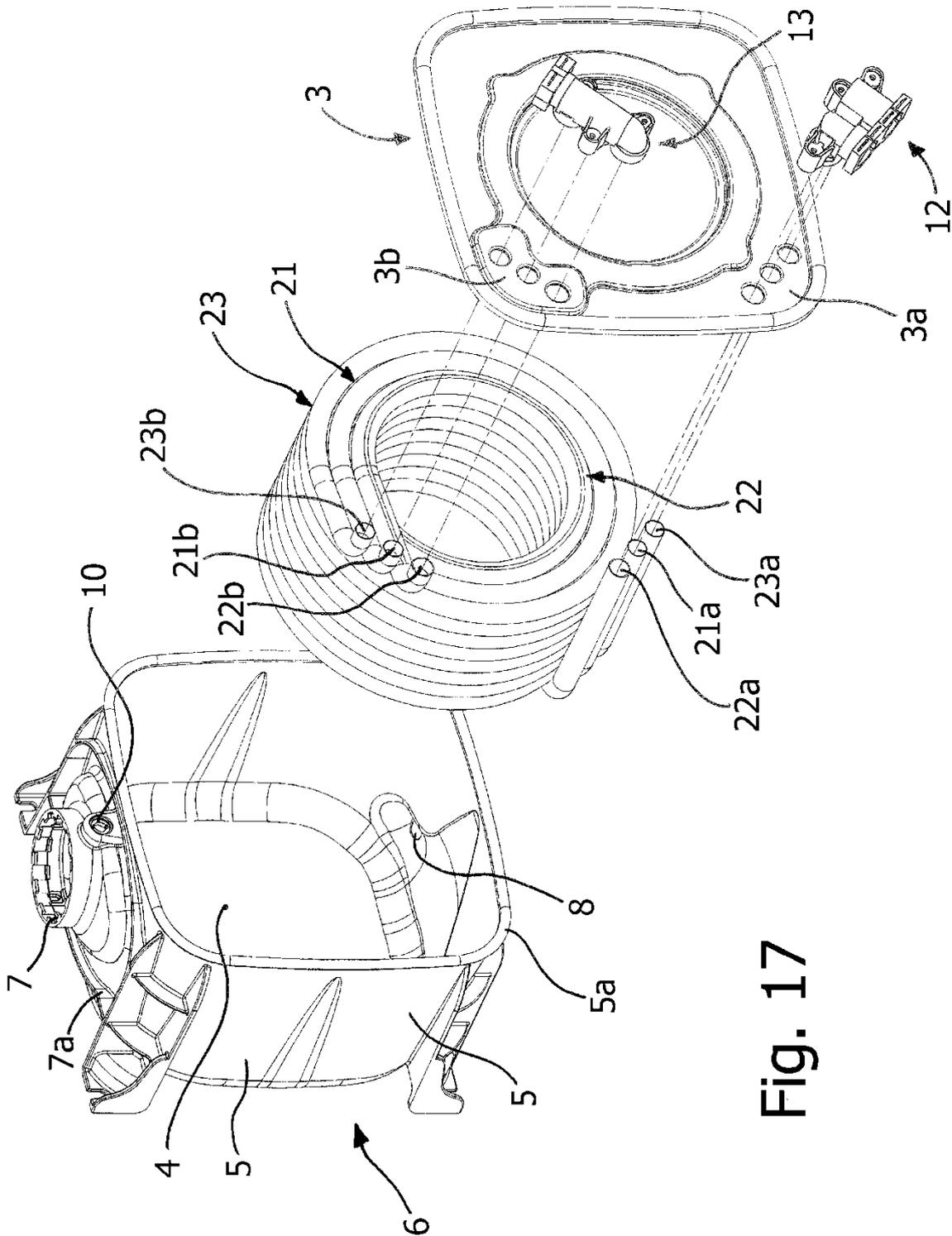
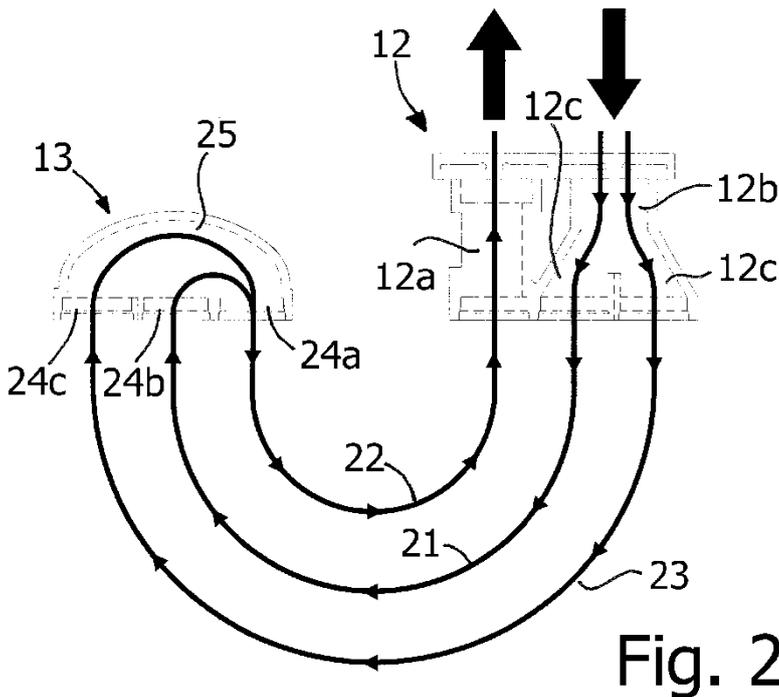
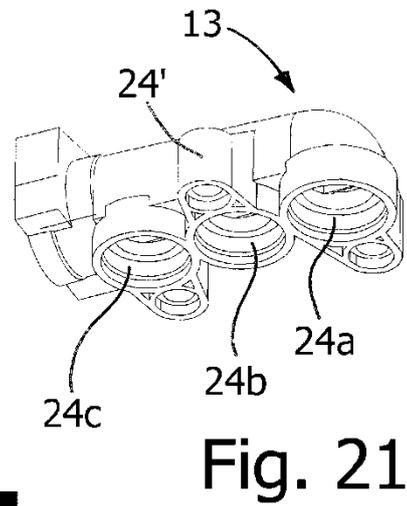
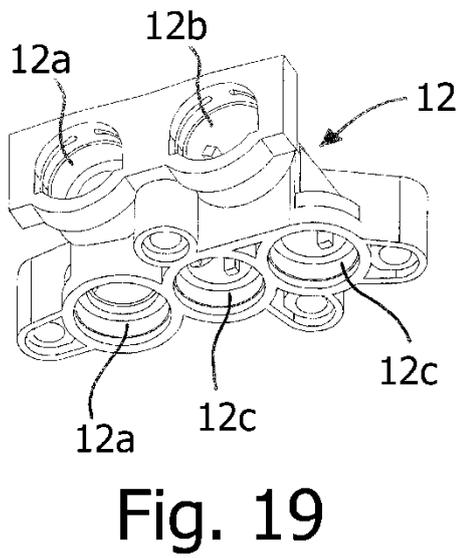
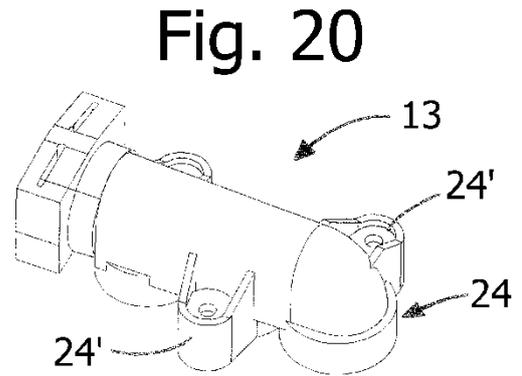
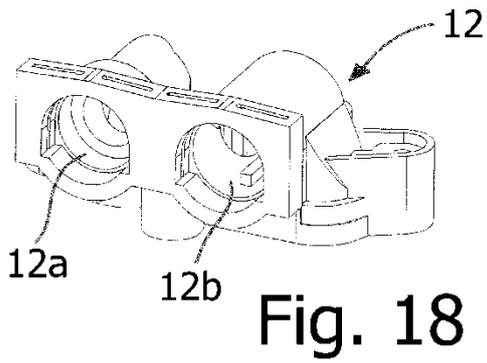
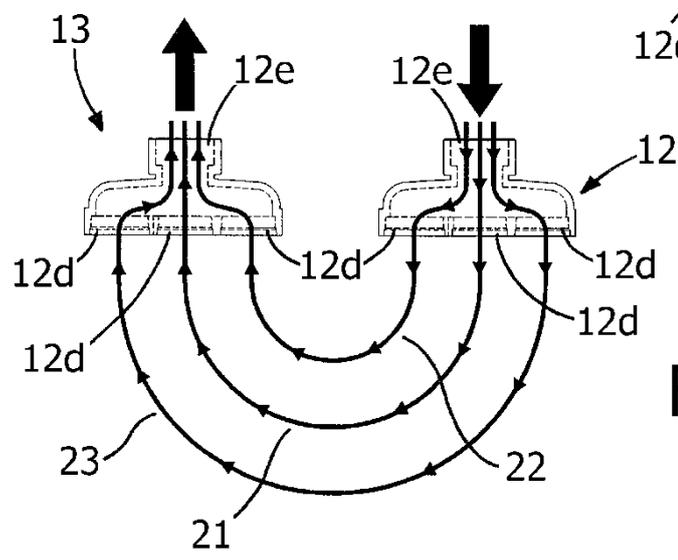
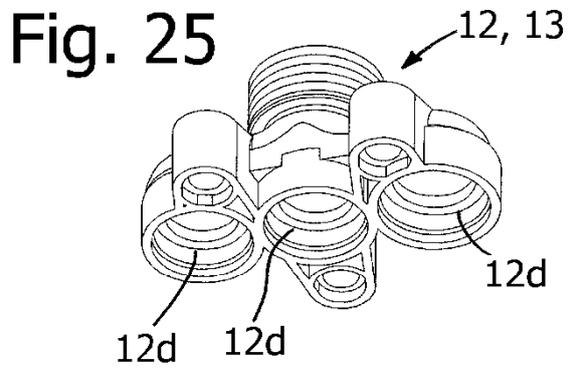
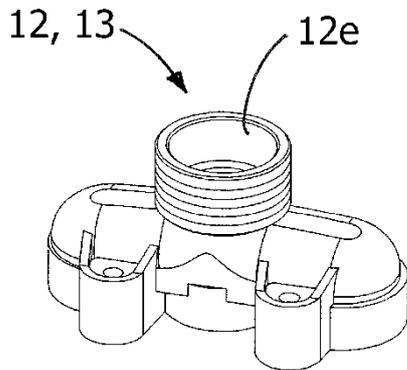
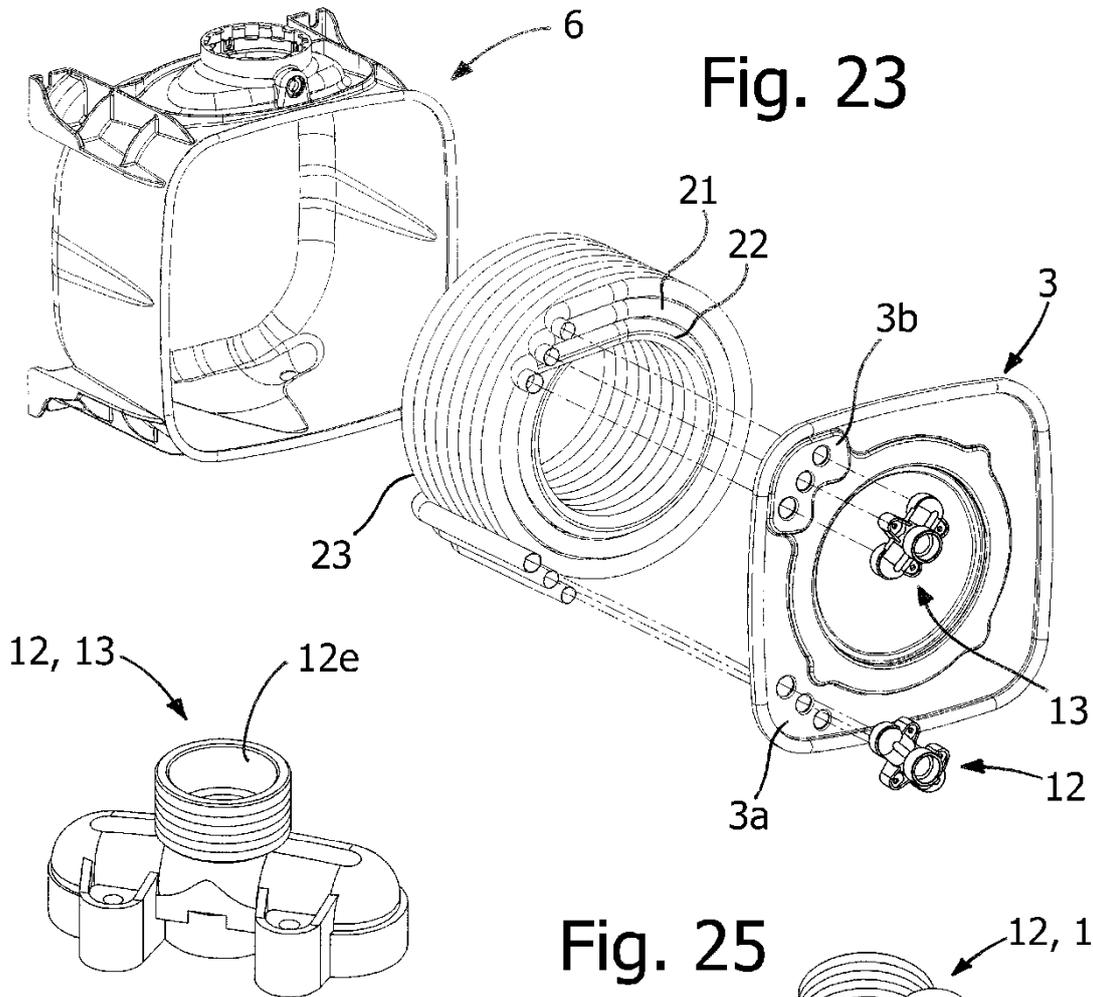
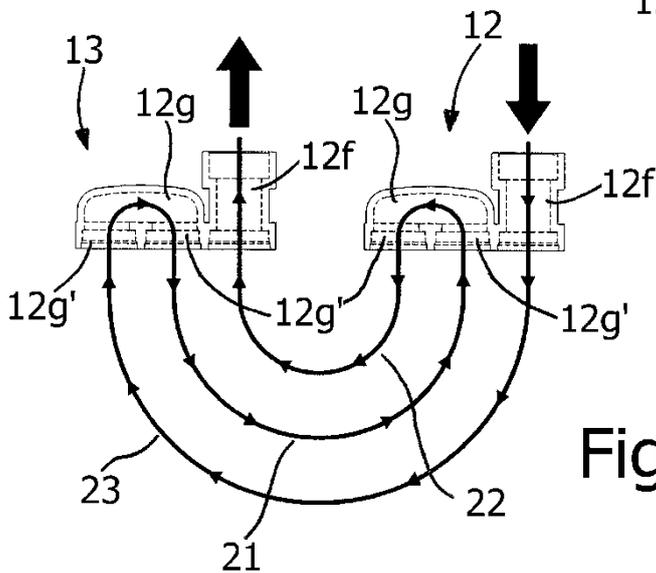
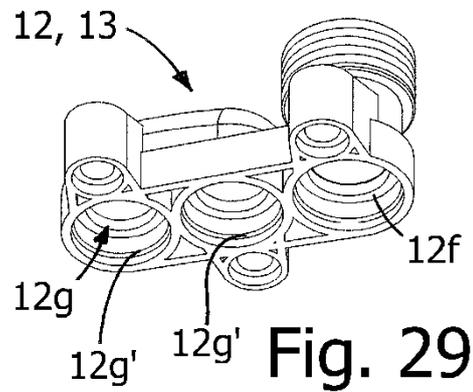
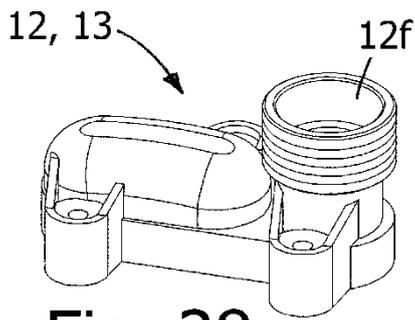
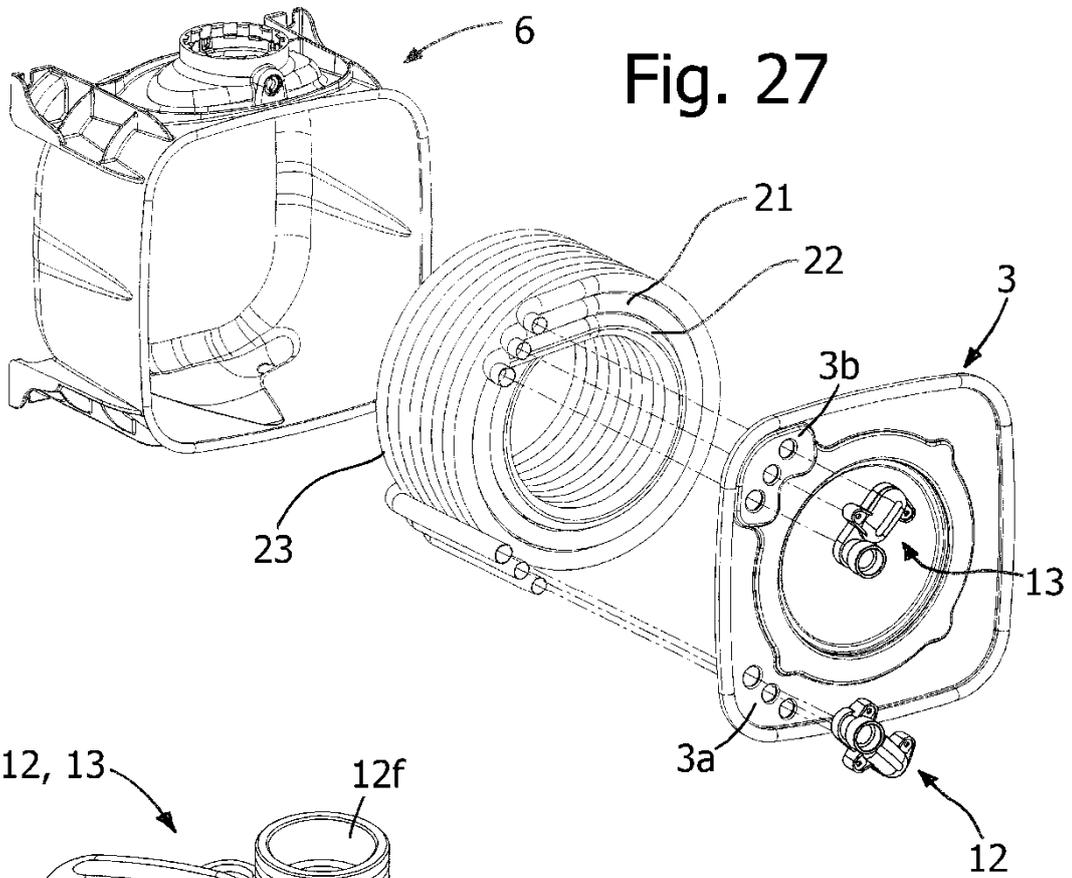


Fig. 17







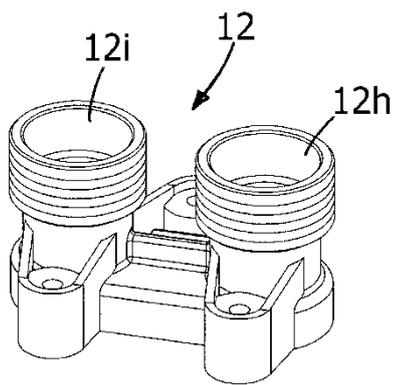
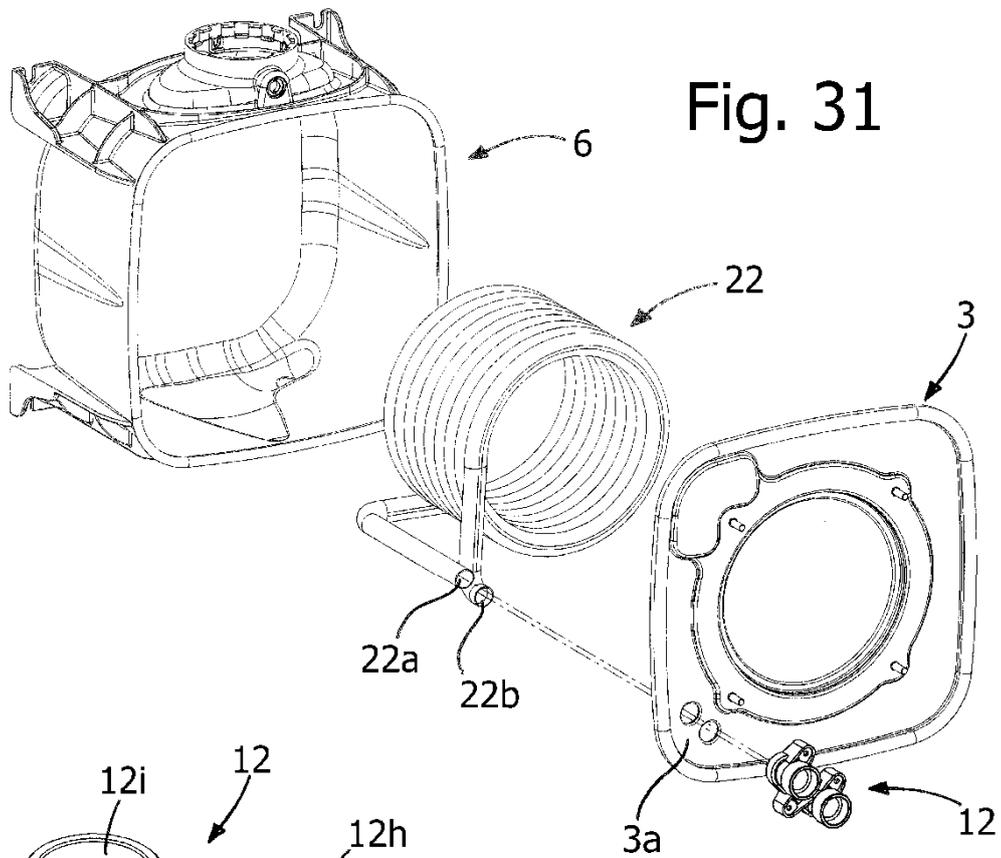


Fig. 32

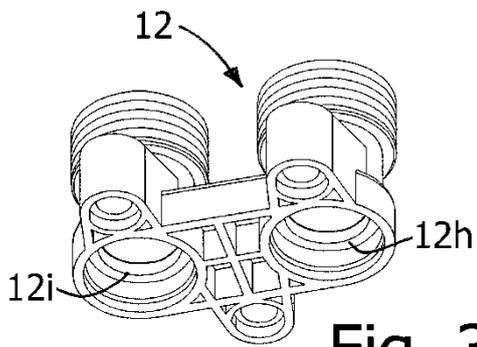


Fig. 33

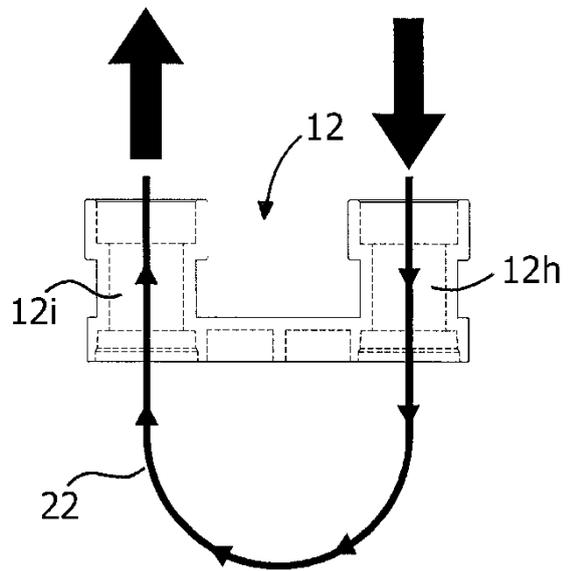


Fig. 34

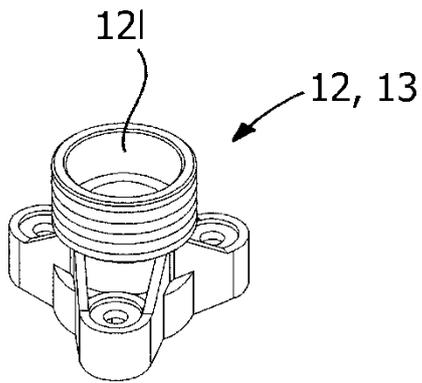
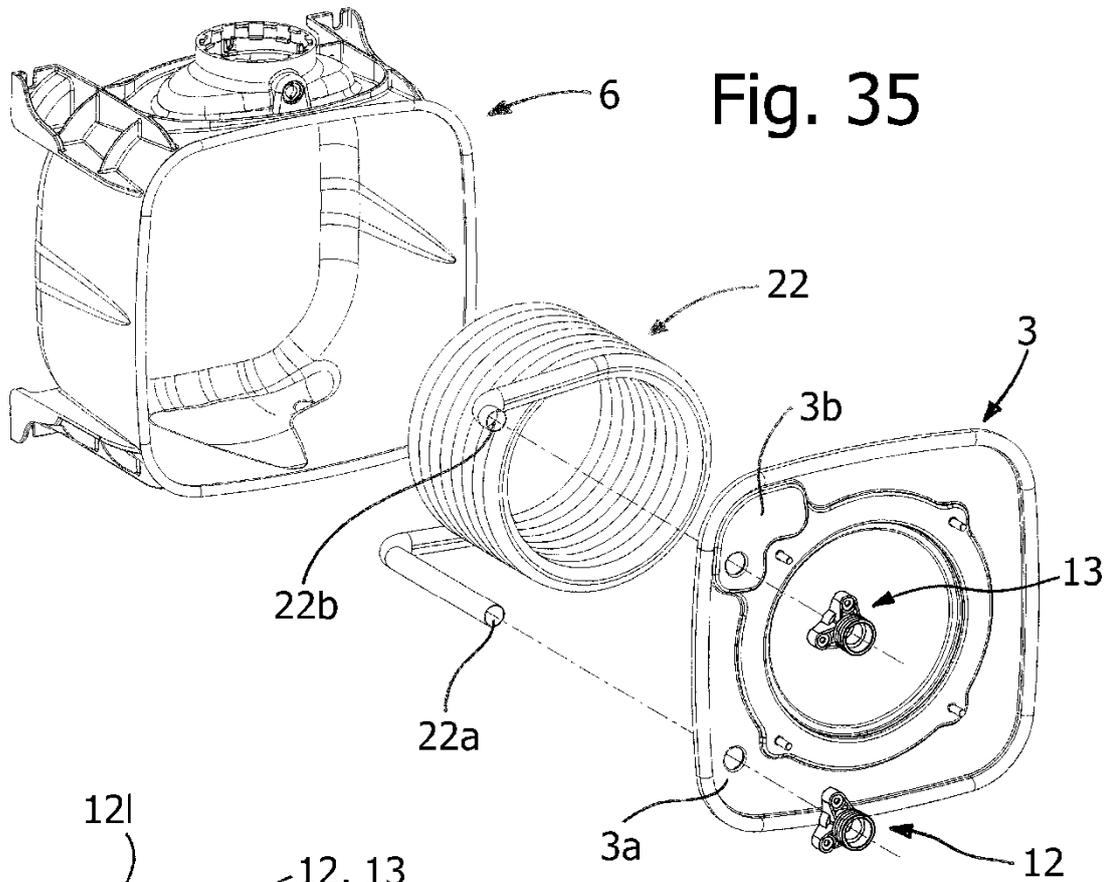


Fig. 36

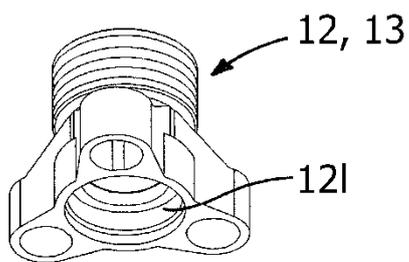


Fig. 37

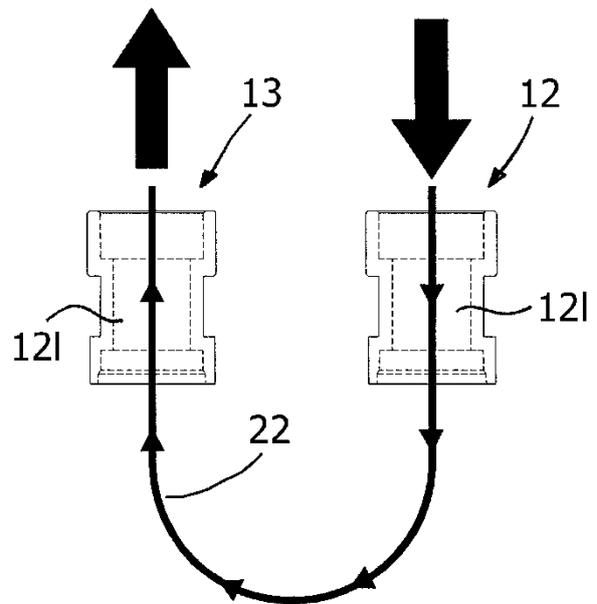


Fig. 38

