

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 244**

51 Int. Cl.:

F24H 1/28 (2006.01)
F24H 1/20 (2006.01)
F24H 8/00 (2006.01)
F24H 9/00 (2006.01)
F28F 1/06 (2006.01)
F28F 1/40 (2006.01)
F28F 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2015** **E 15178123 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** **EP 3040638**

54 Título: **Tubo de transferencia de calor y caldera con un tubo de transferencia de calor de este tipo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2018

73 Titular/es:
HOVAL AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Austrasse 70
9490 Vaduz, LI

72 Inventor/es:
TELIAN, MARKUS WALTER

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 672 244 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

Tubo de transferencia de calor y caldera con un tubo de transferencia de calor de este tipo

La invención se refiere a un tubo de transferencia de calor de una caldera, en particular de una caldera de condensación, con las características indicadas en la reivindicación independiente 1.

- 5 La invención se refiere igualmente a una caldera, en particular a una caldera de condensación, para el calentamiento de agua de calefacción de un circuito de calefacción, que presenta una carcasa que delimita un espacio de agua de calefacción y que presenta una cámara de combustión aguas arriba del espacio de agua de calefacción.

10 Una caldera del tipo especificado en la introducción, tal como está puesta en venta por la solicitante, puede funcionar como una caldera de condensación alimentada por gas o alimentada por líquido (gasóleo de calefacción, queroseno o similares). En una caldera de condensación de este tipo, los gases de combustión se enfrían hasta la condensación de la humedad del gas de escape para aprovechar también el calor de condensación. Una condición previa para ello consiste en que la caldera o caldera de condensación funcione con una temperatura del agua de calefacción que al final del recorrido de los gases de combustión a través de la caldera sea más baja que la temperatura del punto de rocío de los gases de combustión. Se trata de, en un recorrido lo más corto posible de los gases de combustión a través de los tubos de transferencia de calor de la caldera refrigerados por agua, enfriar los gases de combustión desde la alta temperatura de entrada hasta una temperatura entre la temperatura del punto de rocío y la temperatura de agua de calefacción más baja reinante en el retorno de agua de calefacción de la caldera. Para ello se conocen tubos de transferencia de calor, siendo conocido un tubo de transferencia de calor del tipo especificado en la introducción por ejemplo por el documento EP 0 752 088 A1 y por el documento EP 2 781 873 A1.

- 20 El documento EP 2 781 873 A1 muestra las características indicadas en el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

La invención tiene por objetivo crear una solución que proporcione de forma económica y constructivamente sencilla un tubo de transferencia de calor y una caldera que permitan un rendimiento todavía mayor de la transferencia de calor de los gases de combustión al agua de calefacción en la caldera.

- 25 En un tubo de transferencia de calor del tipo especificado en la introducción, el objetivo se resuelve según la invención de la siguiente manera: el al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal está conformado como un elemento de inserción tubular configurado a modo de una tobera, que está introducido en la segunda sección longitudinal del tubo exterior. El elemento de inserción perfilado está dispuesto exclusivamente dentro de la primera sección longitudinal.

- 30 Del mismo modo, en una caldera del tipo especificado en la introducción, el objetivo se resuelve según la invención de la siguiente manera: dentro de la carcasa está dispuesto al menos un tubo de transferencia de calor según la reivindicación 1, que sale de la cámara de combustión y se extiende a través del espacio de agua de calefacción. En este contexto es concebible al menos un tubo de transferencia de calor para potencias muy pequeñas, de aproximadamente 10 kW, mientras que en la mayor parte de los casos de aplicación estarán previstos varios tubos de transferencia de calor. El al menos un tubo de transferencia de calor se puede extender a través del espacio de agua de calefacción por ejemplo en dirección vertical o también en dirección horizontal, siendo también concebible cualquier otro ángulo entre 90° (vertical) y 0° (horizontal).

De las reivindicaciones subordinadas se desprenden configuraciones ventajosas y convenientes y perfeccionamientos de la invención.

- 40 Mediante la invención se ponen a disposición un tubo de transferencia de calor y una caldera con varios de estos tubos de transferencia de calor, que en cada caso se caracterizan por una construcción funcional y presentan una estructura sencilla y económica. En los tubos de transferencia de calor conocidos del estado actual de la técnica, el problema consistía en que los gases de combustión calientes fluían a través del tubo de transferencia de calor desde la entrada de éste hasta su salida, enfriándose en este trayecto. La reducción consiguiente y significativa del volumen de los gases de combustión provocaba una fuerte disminución de la velocidad de flujo y de la turbulencia hasta la salida del tubo de transferencia de calor, lo que repercutía negativamente en la eficiencia de la transferencia de calor. Por el contrario, en la presente invención, mediante el al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal que estrecha la sección transversal de paso del tubo exterior se aumenta la pérdida de presión aguas arriba del elemento de estrechamiento de sección transversal, es decir, entre la cámara de combustión y el elemento de estrechamiento de sección transversal, con lo que de acuerdo con la invención es posible transferir considerablemente más energía en la cámara de combustión y en la segunda sección longitudinal del tubo de transferencia de calor delante del elemento de estrechamiento de sección transversal. En la sección longitudinal delante del elemento de estrechamiento de sección transversal, la velocidad de flujo del gas de escape aumenta enormemente mediante la sección transversal de paso reducida, con lo que se aumenta adicionalmente la transferencia de calor y, con ello, el aprovechamiento de la energía del gas de escape. En la sección longitudinal aguas abajo del estrechamiento de la sección transversal de paso, es decir, aguas abajo del elemento de estrechamiento de sección transversal, el gas de escape se expande de nuevo y es guiado dentro de la sección

longitudinal del tubo exterior con el elemento de inserción perfilado. Con la superficie muy grande debido a los nervios del elemento de inserción perfilado que se extienden en la dirección longitudinal del tubo de transferencia de calor, el gas de escape se enfría en la primera sección longitudinal del tubo exterior hasta caer por debajo del punto de rocío, lo que repercute ventajosamente en la técnica de condensación y, con ello, en el rendimiento de la caldera.

5 Las ventajas de la invención mediante el tubo de transferencia de calor y de la caldera equipada con éste se pueden describir como se muestra a continuación. En comparación con los tubos de transferencia de calor sin estrechamiento, el aumento de las pérdidas de presión aguas arriba del estrechamiento mejora la transferencia de calor en la cámara de combustión y en la entrada del tubo de transferencia de calor. Además, la elevación de la velocidad de flujo en el área del estrechamiento y sobre todo aguas abajo del estrechamiento conduce a una mejor
10 transferencia de calor, ya que, mediante el elemento de estrechamiento de sección transversal, el flujo laminar delante del estrechamiento se convierte en un flujo turbulento aguas abajo del estrechamiento. Por último, el aumento de la superficie de transferencia de calor mediante los nervios del elemento de inserción perfilado en la primera sección longitudinal del tubo de transferencia de calor produce bajas velocidades de flujo aguas abajo del estrechamiento y conduce a bajas temperaturas del gas de escape, lo que contribuye adicionalmente a mejorar la
15 transferencia de calor al agua de calefacción.

Para el tubo de transferencia de calor según la invención se ha comprobado que resulta óptimo que, de acuerdo con una configuración de la invención, la longitud axial de la primera sección longitudinal corresponda al menos al doble de la longitud axial de la segunda sección longitudinal. En una configuración alternativa, la longitud axial de la segunda sección longitudinal puede ser mayor que la longitud axial de la primera sección longitudinal.

20 En una configuración ventajosa, la invención prevé que el elemento de inserción perfilado incluya un cuerpo tubular que está configurado por al menos dos elementos de cápsula que presentan en cada caso una sección transversal en forma de un sector de círculo. Mediante esta configuración, los tubos de transferencia de calor se pueden fabricar de forma favorable y con ayuda de un procedimiento de producción sencillo.

Resulta especialmente ventajoso que, en una configuración del tubo de transferencia de calor según la invención, el
25 cuerpo tubular incluya dos elementos de cápsula que están configurados en sus bordes longitudinales en contacto entre sí con hendiduras en forma de ranuras y salientes en forma de nervios y que de este modo se encajan entre sí a modo de una junta, estando configurados los dos elementos de cápsula en su cara interior con nervios que se extienden en la dirección longitudinal del tubo exterior y entran en la sección transversal libre del cuerpo tubular, de tal modo que cada elemento de cápsula forma con sus nervios un perfil abierto por una cara. Esta configuración de
30 los elementos de cápsula como dos medias cápsulas con nervios como un perfil abierto por una cara se puede fabricar de forma sencilla y económica, por ejemplo mediante extrusión.

En una configuración del tubo de transferencia de calor según la invención, la invención prevé que los dos
35 elementos de cápsula estén configurados en cada caso con una ranura de cierre hermético en un borde longitudinal y con un nervio de cierre hermético adaptado a la forma de la ranura de cierre hermético en el otro borde longitudinal. Mediante esta configuración a modo de una junta de laberinto se evita la formación de un intersticio en la primera sección longitudinal del tubo exterior, a través del cual podría entrar gas de escape o condensado entre el elemento de inserción perfilado y el tubo exterior y conducir a corrosión.

En una configuración de la invención, una fabricación sencilla y económica para el tubo de transferencia de calor
40 según la invención incluye el que el al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal esté conformado como un elemento de inserción tubular configurado a modo de una tobera, que está introducido en la segunda sección longitudinal del tubo exterior. De este modo no es necesario someter el tubo exterior a mecanización posterior teniendo en cuenta compresiones o escotaduras para el estrechamiento de la sección transversal. Más bien, basta con fabricar un elemento de estrechamiento de sección transversal independiente con un diámetro adaptado al diámetro interior del tubo exterior, que después, durante el montaje o la entrega del tubo de
45 transferencia de calor, se puede insertar en el tubo exterior junto con el elemento de inserción perfilado.

En otra configuración, la invención prevé que el tubo exterior esté hecho de una aleación metálica, preferiblemente de acero, y que el elemento de inserción perfilado esté hecho de aluminio. Debido a la elección del material, el tubo exterior es resistente a la corrosión por ácido y por álcali contra el condensado de gas de escape y, por otra parte,
50 puede ser soldado por sus extremos en fondos tubulares o placas tubulares que separan el espacio de agua de calefacción, que rodea los tubos de transferencia de calor, por un lado con respecto a la cámara de combustión y por otro lado con respecto a un colector de gas de escape de la caldera dispuesto por debajo del espacio de agua de calefacción.

Por último, para aumentar la eficiencia de la transferencia de calor, la invención prevé que la segunda sección
55 longitudinal del tubo exterior, que presenta al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal, esté dispuesta entre la cámara de combustión y la primera sección longitudinal del tubo exterior. De este modo, el elemento de estrechamiento de sección transversal del tubo de transferencia de calor influye en el flujo de los gases de combustión en el área de su entrada y eleva la velocidad de flujo y la turbulencia dentro del tubo de transferencia de calor.

Se entiende que las características anteriormente mencionadas y que todavía se han de explicar más abajo no solo son aplicables en la combinación indicada en cada caso, sino también en otras combinaciones o de forma individual, sin abandonar el marco de la presente invención. El marco de la invención está definido exclusivamente por las reivindicaciones.

- 5 Otros detalles, características y ventajas del objeto de la invención se desprenden de la siguiente descripción en relación con el dibujo, en el que está representado de forma ilustrativa un ejemplo de realización preferente de la invención. En el dibujo se muestran:

la Figura 1 una vista en perspectiva de una caldera según la invención,

la Figura 2 otra representación en perspectiva de la caldera con la carcasa parcialmente cortada,

- 10 la Figura 3 una representación de detalle de un tubo de transferencia de calor de la caldera en una vista en perspectiva,

la Figura 4 una vista en sección del tubo de transferencia de calor según la invención,

la Figura 5 una representación en perspectiva del tubo de transferencia de calor según la invención,

la Figura 6 una vista en sección lateral del tubo de transferencia de calor a lo largo de un plano de tubo,

- 15 la Figura 7 otra vista en sección lateral del tubo de transferencia de calor a lo largo de otro plano de tubo,

la Figura 8 una representación ampliada de una sección longitudinal del tubo de transferencia de calor de la Figura 6,

la Figura 9 otra representación ampliada de una sección longitudinal del tubo de transferencia de calor de la Figura 7,

- 20 la Figura 10 una vista en sección transversal del tubo de transferencia de calor para una posición axial,

la Figura 11 otra vista en sección transversal del tubo de transferencia de calor para otra posición axial,

la Figura 12 una vista en sección transversal del tubo de transferencia de calor correspondiente a la posición mostrada en la Figura 10, pudiendo distinguirse la sección transversal de paso, y

- 25 la Figura 13 una representación en perspectiva del tubo de transferencia de calor, mostrándose el área del elemento de estrechamiento de sección transversal como una vista en sección.

En la Figura 1 está representada la carcasa 1 de una caldera 2 en una vista en perspectiva, estando la carcasa 1 suprimida en parte en la Figura 2 para posibilitar una mejor visión del interior de la carcasa 1. La caldera 2 sirve para calentar agua de calefacción de un circuito de calefacción no representado más detalladamente, y puede estar realizada como caldera de condensación. La carcasa 1 rodea un espacio de agua de calefacción 3 e incluye además una cámara de combustión 4 configurada en forma de olla o con forma cónica, que está dispuesta por encima del espacio de agua de calefacción 3 y que tiene asignado un quemador no representado. En el fondo de la cámara de combustión 4 está dispuesto un intercambiador de calor que presenta numerosos tubos de transferencia de calor 5 que atraviesan el espacio de agua de calefacción 3 y desembocan en una cámara colectora de gas de escape no representada más detalladamente. Por consiguiente, los tubos de transferencia de calor 5 salen del fondo de la cámara de combustión 4 y, en el ejemplo de realización mostrado, se extienden en dirección esencialmente vertical a través del espacio de agua de calefacción 3, siendo también concebible alternativamente cualquier ángulo entre 0° para una extensión horizontal y 90° para una extensión vertical de los tubos de transferencia de calor 5 en el espacio de agua de calefacción. Las superficies exteriores de los tubos de transferencia de calor 5 rodeadas por el flujo de agua de calefacción ceden su calor al agua de calefacción en el espacio de agua de calefacción 3, presentando los tubos de transferencia de calor 5 un gradiente de temperatura de tal modo que la temperatura en el área superior es esencialmente mayor que la temperatura en el área inferior. En el espacio de agua de calefacción desembocan tubuladuras de retorno 6 o 7, a través de las cuales se conduce agua de retorno enfriada de diferentes circuitos de calefacción de vuelta al espacio de agua de calefacción 3. El circuito de calefacción conectado con la tubuladura de retorno 6 sirve por ejemplo para el calentamiento de agua industrial y tiene por lo tanto una temperatura de retorno comparativamente alta, mientras que la tubuladura de retorno 7 inferior está conectada con un circuito de calefacción por ejemplo para una calefacción de suelo, por lo tanto con una temperatura de retorno relativamente baja. El agua de calefacción calentada para los circuitos de calefacción se toma a través de la tubuladura de salida 8 superior.

La Figura 2 muestra los tubos de transferencia de calor 5, que están configurados en su área superior con escotaduras o con una compresión 9 circunferencial en cada caso. En la Figura 3 se puede ver un tubo de transferencia de calor 5 individual según la invención en una representación de detalle en perspectiva. Como se puede observar, el tubo de transferencia de calor 5 presenta un tubo exterior 10 que durante el servicio de la caldera

2 es atravesado por el flujo de gases de escape del hogar de la caldera y cuya parte exterior está rodeada por el agua de calefacción, y un elemento de inserción perfilado 11 que en el estado montado está introducido en el tubo exterior 10. En el ejemplo de realización representado, el tubo exterior 10 está hecho de una aleación metálica, preferiblemente de acero. El elemento de inserción perfilado 11 presenta nervios 14 que se extienden en su dirección longitudinal 12 para aumentar la superficie interior del tubo exterior 10, y está en contacto conductor térmico con el tubo exterior 10, estando hecho el elemento de inserción perfilado 11 de aluminio para mejorar la transmisión de calor.

En el ejemplo de realización representado, el elemento de inserción perfilado 11 incluye un cuerpo tubular que está formado por dos elementos de cápsula 15, 16. Los dos elementos de cápsula 15, 16 presentan en cada caso una sección transversal semicircular. Naturalmente, también sería concebible un elemento de inserción perfilado 11 de una sola pieza, sin embargo éste no se podría fabricar de forma económica. Por ello, más bien se ha de dar preferencia a un elemento de inserción perfilado 11 de al menos dos piezas, cuyos elementos de cápsula están configurados en forma de sector de círculo para dar como resultado un elemento de inserción perfilado 11 cerrado. Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo de realización, el cuerpo tubular incluye dos elementos de cápsula 15, 16 que están configurados en sus bordes longitudinales 17 en contacto entre sí con hendiduras 18 en forma de ranuras y salientes 19 en forma de nervios y que de este modo se encajan entre sí a modo de una junta, tal como se muestra en la Figura 4 en una vista de detalle ampliada. Los dos elementos de cápsula 15, 16 están configurados en su cara interior con nervios 14 que se extienden en la dirección longitudinal 12 del tubo exterior 10 y entran en la sección transversal libre del cuerpo tubular, formando cada elemento de cápsula 15, 16 con sus nervios 14 un perfil abierto por una cara. En particular, los dos elementos de cápsula 15, 16 están configurados en cada caso con la hendidura 18 que actúa como ranura de cierre hermético en un borde longitudinal 12 y con un nervio de cierre hermético, que es el saliente 19, adaptado a la forma de la ranura de cierre hermético en el otro borde longitudinal 12. El elemento de inserción perfilado 11 formado por los dos elementos de cápsula 15, 16 unidos está dispuesto con toda su superficie periférica directamente junto al tubo exterior 10 y está fabricado con un diámetro exterior que es ligeramente más pequeño que el diámetro interior del tubo exterior 10, para poder introducir sin problemas el elemento de inserción perfilado 11 en el tubo exterior 10.

Tal como se podía observar ya en la Figura 3, el tubo exterior 10 y el elemento de inserción perfilado 11 presentan una longitud axial diferente, lo que está representado en las Figuras 6 y 7, que muestran diferentes vistas laterales del tubo de transferencia de calor 5 según la invención. En cambio, la Figura 5 muestra un único tubo de transferencia de calor 5 en el que el elemento de inserción perfilado 11 está introducido en el tubo exterior 10 y no se puede ver desde fuera.

De la Figura 6 se desprende que la longitud axial 20 del tubo exterior 10 corresponde idealmente a 1,5 veces la longitud axial 21 del elemento de inserción perfilado 11, siendo también concebible que la longitud axial 20 del tubo exterior corresponda a 1,3 veces o a 1,7 veces la longitud axial 21 del elemento de inserción perfilado 11. Las diferentes longitudes axiales 20, 21 del tubo exterior 10 y del elemento de inserción perfilado 11 permiten que el tubo exterior 10 se pueda dividir en dos secciones longitudinales. Una primera sección longitudinal 22 del tubo exterior 10 está configurada en forma de cilindro con paredes lisas. Una segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10 presenta al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal 24 que estrecha la sección transversal de paso. El elemento de inserción perfilado 11 se extiende exclusivamente a través de la primera sección longitudinal 22 del tubo exterior 10. A causa de ello, en el ejemplo de realización representado, la longitud axial 25 de la primera sección longitudinal 22 corresponde al menos a 2 veces la longitud axial 26 de la segunda sección longitudinal 23. Como una relación de longitudes alternativa, en casos de aplicación muy especiales también es posible que la longitud axial 26 de la segunda sección longitudinal 23 sea más grande que la longitud axial 25 de la primera sección longitudinal 22.

Con referencia a la Figura 6, en ella se muestra que el elemento de inserción perfilado 11 no termina a ras del tubo exterior 10, sino que un pequeño tramo del mismo está introducido en el tubo exterior 10, de modo que el elemento de inserción perfilado 11 está alojado por completo en el tubo exterior 10 y en particular en la primera sección longitudinal 22. Además, de la Figura 6 en relación con la Figura 2 se desprende que las segundas secciones longitudinales 23, que presentan el elemento de estrechamiento de sección transversal 24, de los tubos exteriores 10 respectivos están dispuestas entre la cámara de combustión 4 y las primeras secciones longitudinales 22 respectivas de los tubos exteriores 10 correspondientes. Por consiguiente, en cada caso un elemento de estrechamiento de sección transversal 24 está dispuesto directamente aguas abajo de la cámara de combustión 4.

De acuerdo con la invención, el elemento de estrechamiento de sección transversal 24 está conformado como un elemento de inserción tubular configurado a modo de una tobera, que está introducido en la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10. Con ello, el tubo exterior 10 está configurado de forma general con paredes planas tanto en la primera como en la segunda sección longitudinal 22, 23. En cambio, en el ejemplo de realización mostrado, la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10 presenta compresiones o escotaduras 9.

A continuación se describe con mayor precisión la forma del elemento de estrechamiento de sección transversal 24 en una visión conjunta de las Figuras 6 a 13. Con este fin, la sección transversal del tubo exterior 10 según las Figuras 6, 7 y 10 se divide por medio de un primer plano de tubo 27 y un segundo plano de tubo 28, que se extiende en dirección perpendicular al primer plano de tubo 27. En este contexto, la Figura 6 muestra una representación en

sección a lo largo del primer plano de tubo 27; en cambio, la Figura 7 muestra una representación en sección a lo largo del segundo plano de tubo 28. Tal como se puede ver en las Figuras 6 a 13, el elemento de estrechamiento de sección transversal 24 incluye dos primeras escotaduras o compresiones 29, 30, que están configuradas en la pared de la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10. En particular, las primeras escotaduras 29, 30 están hundidas en la pared de la segunda sección longitudinal 23, de modo que las primeras escotaduras 29, 30 constituyen compresiones configuradas con forma cóncava o abombada hacia adentro. Las dos primeras escotaduras 29, 30 están dispuestas en posiciones diametralmente opuestas y están configuradas simétricamente con respecto al primer plano de tubo 27. Entre las dos primeras escotaduras 29, 30 está configurado un primer intersticio de paso 31 (véase la Figura 8), que representa entre un 2% y un 3% del diámetro 32 (véase la Figura 6) del tubo exterior 10, tal como muestra la ampliación del fragmento A de la Figura 6 mostrada en la Figura 8. Para formar las primeras escotaduras 29, 30, la pared del tubo exterior 10 se comprime puntualmente por ambos lados del tubo, de modo que se producen compresiones abombadas hacia adentro, que en el punto de su distancia más pequeña constituyen el primer intersticio de paso 31. En este contexto, la pared para las escotaduras 29, 30 se deforma a lo largo de una longitud axial 33 (véase la Figura 9) que corresponde a 0,4 veces la longitud axial 26 de la segunda sección longitudinal 23, siendo también posible una longitud axial 33 correspondiente a entre 0,3 veces y 0,5 veces la longitud axial 26. La pared se hunde en conjunto en esta longitud axial 33 de la deformación para las primeras escotaduras 29, 30 de tal modo que la pared presenta a lo largo de la longitud axial 33 un diámetro máximo 34 para las primeras escotaduras 29, 30 que corresponde a 0,6 veces el diámetro 32 del tubo exterior 10 con paredes lisas, siendo también posible un diámetro máximo 34 correspondiente a entre 0,5 veces y 0,7 veces el diámetro 32 del tubo exterior 10 con paredes lisas.

Las Figuras 7 y 9 muestran otras representaciones de segundas depresiones 35, 36, siendo la longitud axial 33 de la deformación para las primeras depresiones 29, 30 y para las segundas depresiones 35, 36 idealmente idéntica y, por lo tanto, solo se muestra en la Figura 9. No obstante, la longitud axial de la deformación para las primeras y para las segundas depresiones también puede ser diferente. En la Figura 7, además del elemento de inserción perfilado 11 también está dibujada una sección axial F-F, que está representada en la Figura 11 y que muestra el tubo exterior 10 así como los dos elementos de cápsula 15, 16 que forman el elemento de inserción perfilado 11. Las dos segundas depresiones 35, 36 forman junto con las dos primeras depresiones 29, 30 el elemento de estrechamiento de sección transversal 24, estando configuradas las primeras depresiones 29, 30 de forma diferente a las segundas depresiones 35, 36. Las dos segundas escotaduras 35, 36 también están dispuestas en posiciones diametralmente opuestas, estando configuradas simétricamente con respecto al segundo plano de tubo 28. Las dos segundas escotaduras 35, 36 también están hundidas en la pared de la segunda sección longitudinal 23, de modo que constituyen compresiones configuradas con forma cóncava o abombada hacia adentro. Entre las dos segundas escotaduras 35, 36 está configurado un segundo intersticio de paso 37, que es más grande que el primer intersticio de paso 31 y que representa entre un 18% y un 22% del diámetro 32 (véase la Figura 6) del tubo exterior 10, tal como muestra la ampliación del fragmento B de la Figura 7 mostrada en la Figura 9. También aquí, para formar las segundas escotaduras 35, 36, la pared del tubo exterior 10 se comprime puntualmente por ambos lados del tubo, de modo que se producen compresiones abombadas hacia adentro, que en el punto de su distancia más pequeña constituyen el segundo intersticio de paso 37. La pared para las escotaduras 35, 36 se deforma a lo largo de una longitud axial 33 (véase la Figura 9) que también corresponde a 0,4 veces la longitud axial 26 de la segunda sección longitudinal 23, siendo también posible una longitud axial 33 correspondiente a entre 0,3 veces y 0,5 veces la longitud axial 26. La pared se hunde en conjunto en esta longitud axial 33 para la producción de las segundas compresiones o escotaduras 35, 36 de tal modo que la pared presenta a lo largo de la longitud axial 33 un diámetro máximo 38 para las segundas escotaduras 35, 36 que corresponde a 0,55 veces el diámetro 32 del tubo exterior 10 con paredes lisas, siendo también posible un diámetro máximo 38 correspondiente a entre 0,45 veces y 0,65 veces el diámetro 32 del tubo exterior 10 con paredes lisas.

Con la configuración precedente de las primeras escotaduras 29, 30 y las segundas escotaduras 35, 36 se obtiene una sección transversal de paso 39 que se muestra en la Figura 10 por medio de la superficie sombreada, que identifica el elemento de inserción perfilado 11 formado por los elementos de cápsula 15, 16, y en la Figura 12 por medio del área de color negro. Dado que las primeras y las segundas depresiones 29, 30, 35, 36 están configuradas en una misma posición axial de la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10, es decir, que tanto las primeras como las segundas depresiones 29, 30, 35, 36 se extienden a lo largo de la misma longitud axial 33, la sección transversal de paso 39 de la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10, formada por las primeras y las segundas depresiones 29, 30, 35, 36, presenta una sección transversal en forma de H. La Figura 13 muestra el tubo exterior 10, en el que se ha omitido una sección de tubo que comienza en la sección transversal en forma de H, de modo que se puede reconocer bien la sección transversal de paso 39 configurada en forma de H.

En el tubo de transferencia de calor 5 según la invención, el elemento de estrechamiento de sección transversal 24 del tubo exterior 10 constituye un estrechamiento configurado con simetría doble mediante el cual se evitan las desventajas conocidas del estado actual de la técnica. En el caso de los tubos de transferencia de calor del estado actual de la técnica existe el problema de que los gases de combustión calientes fluyen a través del tubo de transferencia de calor desde la entrada de éste hasta su salida, enfriándose en este trayecto. La reducción consiguiente y significativa del volumen de los gases de combustión provoca una fuerte disminución de la velocidad de flujo y de la turbulencia hasta la salida del tubo de transferencia de calor, lo que repercute negativamente en la eficiencia de la transferencia de calor. La transferencia de calor se mejora mediante la invención, ya que la velocidad

de flujo y la turbulencia aumentan en el tubo de transferencia de calor 5 según la invención debido al elemento de estrechamiento de sección transversal 24. Las compresiones o escotaduras 29, 30, 35, 36 aumentan la pérdida de presión en el área situada aguas arriba delante de las compresiones o escotaduras 29, 30, 35, 36. De este modo es posible transferir considerablemente más energía en la cámara de combustión 4 y en la sección de tubo del tubo de transferencia de calor 5 situada delante de las escotaduras 29, 30, 35, 36. Mediante el estrechamiento, la velocidad de flujo aumenta enormemente en el área de las escotaduras 29, 30, 35, 36, con lo que también aumenta la transferencia de calor y, con ello, el aprovechamiento de la energía. En el área detrás de las escotaduras 29, 30, 35, 36, es decir, aguas abajo del estrechamiento, el gas de escape se expande de nuevo y es guiado dentro de la sección con el elemento de inserción perfilado 11. Aquí, con la superficie muy grande de los nervios 14 del elemento de inserción perfilado 11, el gas de escape se enfría hasta caer por debajo del punto de rocío, lo que favorece una ventaja en la técnica de condensación.

Las ventajas esenciales de la invención se pueden resumir de la siguiente manera:

- El aumento de la pérdida de presión conduce a una mejor transferencia de calor en la cámara de combustión 4 y en la entrada del tubo de transferencia de calor 5.
- El aumento de la velocidad de flujo en el área del estrechamiento 24 o de las escotaduras 29, 30, 35, 36 conduce a una mejor transferencia de calor (flujo laminar frente a flujo turbulento).
- La ampliación de la superficie de transferencia de calor con ayuda de los nervios 14 del elemento de inserción perfilado 11 para la baja velocidad de flujo en la primera sección longitudinal 22 del tubo de transferencia de calor 5 después del estrechamiento 24, o aguas abajo del mismo, y las bajas temperaturas del gas de escape conducen a una mejor transmisión de calor.

Con tubos de transferencia de calor 5 según la invención en una caldera 2 se puede transferir un 85 - 90% más de energía que con las tecnologías conocidas hasta la fecha.

Evidentemente, la invención anteriormente descrita no está limitada a la forma de realización descrita y representada. Está claro que en la forma de realización representada en el dibujo se pueden realizar numerosas modificaciones, obvias para los expertos correspondientemente a la aplicación deseada, sin abandonar por ello el campo de la invención. Por ejemplo, el elemento de estrechamiento de sección transversal 24 puede estar configurado como una única escotadura 9 (en lugar de las cuatro compresiones) en la pared de la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10, o puede haber varios estrechamientos de sección transversal mediante escotaduras 9 correspondientes dispuestas una tras otra en la dirección axial 12 o en diferentes posiciones de tubo axiales. A la invención pertenece todo lo que está incluido en la descripción y/o representado en el dibujo, incluyendo aquello que difiera de los ejemplos de realización concretos y sea obvio para los expertos.

Tubo de transferencia de calor 5 después del estrechamiento 24, o aguas abajo del mismo, y las bajas temperaturas del gas de escape conducen a una mejor transmisión de calor.

Con tubos de transferencia de calor 5 según la invención en una caldera 2 se puede transferir un 85 - 90% más de energía que con las tecnologías conocidas hasta la fecha.

Evidentemente, la invención anteriormente descrita no está limitada a la forma de realización descrita y representada. Está claro que en la forma de realización representada en el dibujo se pueden realizar numerosas modificaciones, obvias para los expertos correspondientemente a la aplicación deseada, sin abandonar por ello el campo de la invención. Por ejemplo, el elemento de estrechamiento de sección transversal 24 puede estar configurado como una única escotadura 9 (en lugar de las cuatro compresiones) en la pared de la segunda sección longitudinal 23 del tubo exterior 10, o puede haber varios estrechamientos de sección transversal mediante escotaduras 9 correspondientes dispuestas una tras otra en la dirección axial 12 o en diferentes posiciones de tubo axiales. A la invención pertenece todo lo que está incluido en la descripción y/o representado en el dibujo, incluyendo aquello que difiera de los ejemplos de realización concretos y sea obvio para los expertos.

45

REIVINDICACIONES

1. Tubo de transferencia de calor (5) de una caldera (2), en particular de una caldera de condensación, que presenta un tubo exterior (10) que puede ser atravesado por el flujo de gases de escape del hogar de la caldera y cuya parte exterior puede estar rodeada por el agua de calefacción, y un elemento de inserción perfilado (11) introducido en el tubo exterior, que para aumentar la superficie interior del tubo exterior (10) presenta nervios (14) que se extienden en su dirección longitudinal (12) y que está en contacto conductor térmico con el tubo exterior (10),
 5 estando configurada una primera sección longitudinal (22) del tubo exterior (10) en forma de cilindro con paredes lisas, y presentando una segunda sección longitudinal (23) del tubo exterior (10) al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal (24) que estrecha la sección transversal de paso, extendiéndose el elemento de inserción perfilado (11) exclusivamente a través de la primera sección longitudinal (22) del tubo exterior (10),
 10 caracterizado por que
 el al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal (24) está conformado como un elemento de inserción tubular configurado a modo de una tobera, que está introducido en la segunda sección longitudinal (23) del tubo exterior (10).
- 15 2. Tubo de transferencia de calor (5) según la reivindicación 1, caracterizado por que la longitud axial (25) de la primera sección longitudinal (22) corresponde al menos a 2 veces la longitud axial (26) de la segunda sección longitudinal (23).
3. Tubo de transferencia de calor (5) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el elemento de inserción perfilado (11) incluye un cuerpo tubular que está configurado por al menos dos elementos de cápsula (15, 16) que presentan en cada caso una sección transversal en forma de un sector de círculo.
 20
4. Tubo de transferencia de calor (5) según la reivindicación 3, caracterizado por que el cuerpo tubular incluye dos elementos de cápsula (15, 16) que están configurados en sus bordes longitudinales (17) en contacto entre sí con hendiduras (18) en forma de ranuras y salientes (19) en forma de nervios y que de este modo se encajan entre sí a modo de una junta, estando configurados los dos elementos de cápsula (15, 16) en su cara interior con nervios (14) que se extienden en la dirección longitudinal (12) del tubo exterior (10) y entran en la sección transversal libre del cuerpo tubular, de tal modo que cada elemento de cápsula (15, 16) forma con sus nervios (14) un perfil abierto por una cara.
 25
5. Tubo de transferencia de calor (5) según la reivindicación 4, caracterizado por que los dos elementos de cápsula (15, 16) están configurados en cada caso con una ranura de cierre hermético (18) en un borde longitudinal (17) y con un nervio de cierre hermético (19) adaptado a la forma de la ranura de cierre hermético (18) en el otro borde longitudinal (17).
 30
6. Tubo de transferencia de calor (5) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el tubo exterior (10) está hecho de una aleación metálica, preferiblemente de acero, y el elemento de inserción perfilado (11) está hecho de aluminio.
- 35 7. Caldera (2), en particular caldera de condensación, para calentar agua de calefacción de un circuito de calefacción, que presenta una carcasa (1) que delimita un espacio de agua de calefacción (3) y que presenta una cámara de combustión (4) aguas arriba del espacio de agua de calefacción (3),
 caracterizada por que
 40 dentro de la carcasa (1) está dispuesto al menos un tubo de transferencia de calor (5) según la reivindicación 1, que sale de la cámara de combustión (4) y se extiende a través del espacio de agua de calefacción (3).
8. Caldera (2) según la reivindicación 7, en la que la segunda sección longitudinal (23) del tubo exterior (10), que presenta al menos un elemento de estrechamiento de sección transversal (24), está dispuesta entre la cámara de combustión (4) y la primera sección longitudinal (22) del tubo exterior (10).

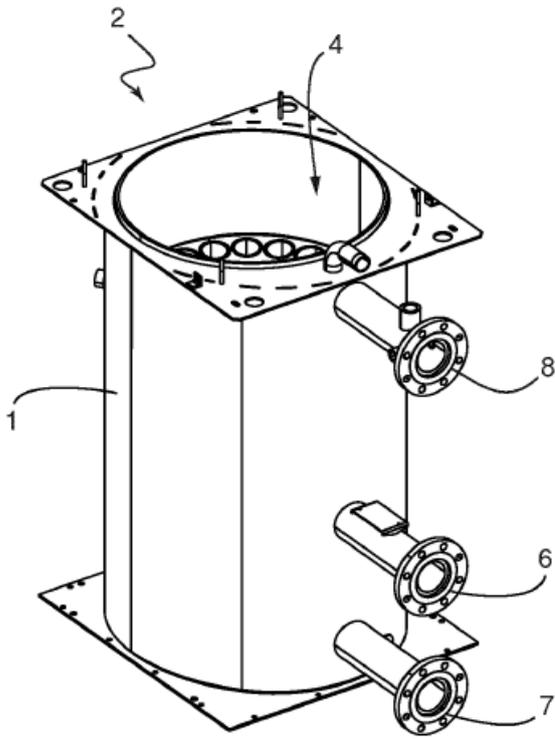


Fig. 1

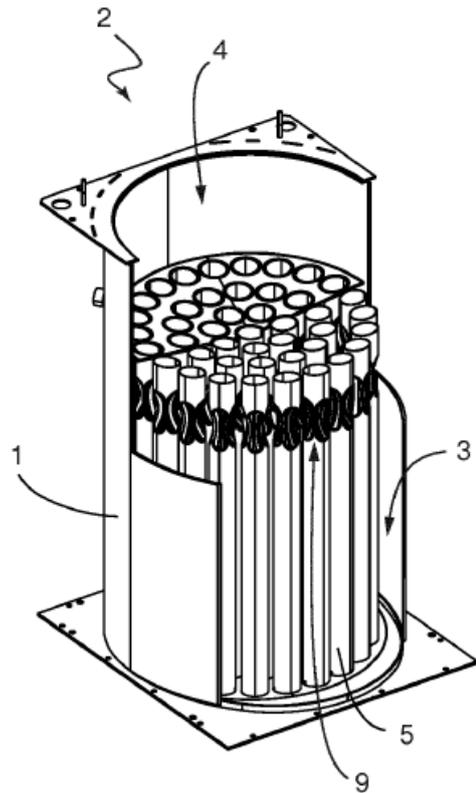


Fig. 2

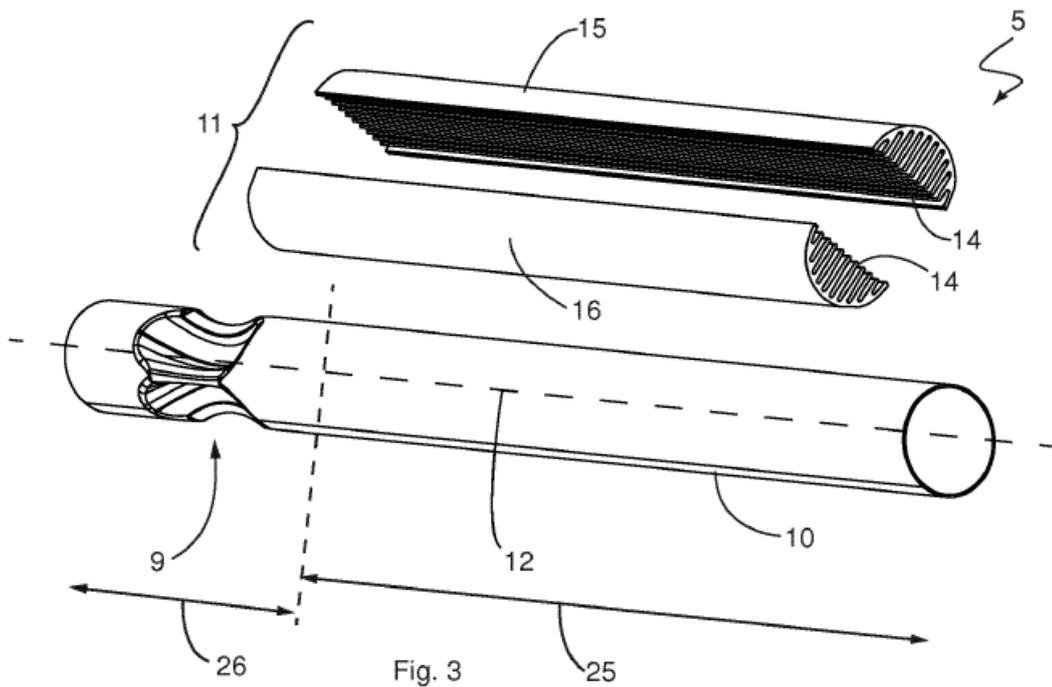


Fig. 3

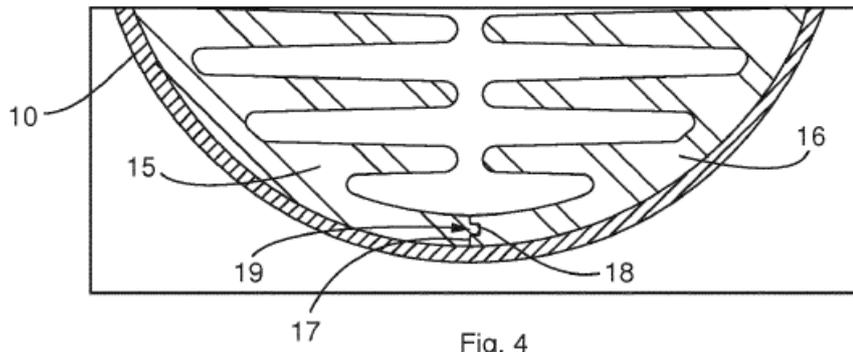


Fig. 4

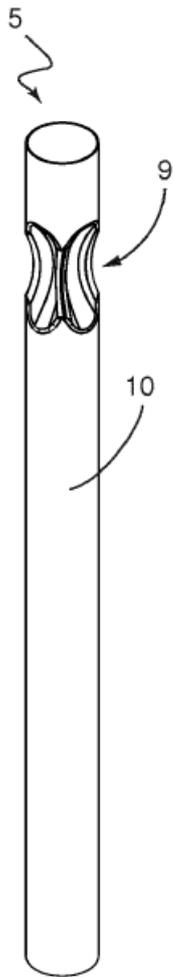


Fig. 5

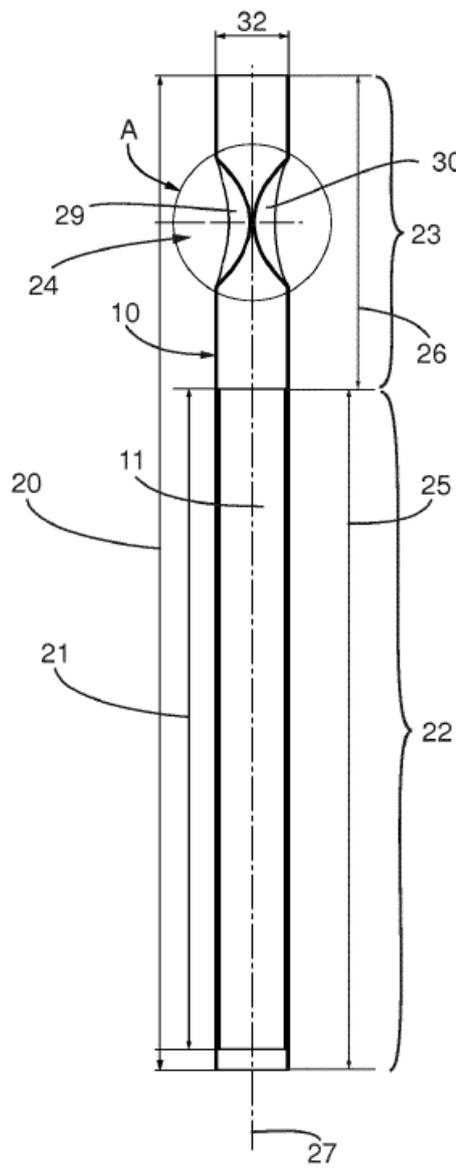


Fig. 6

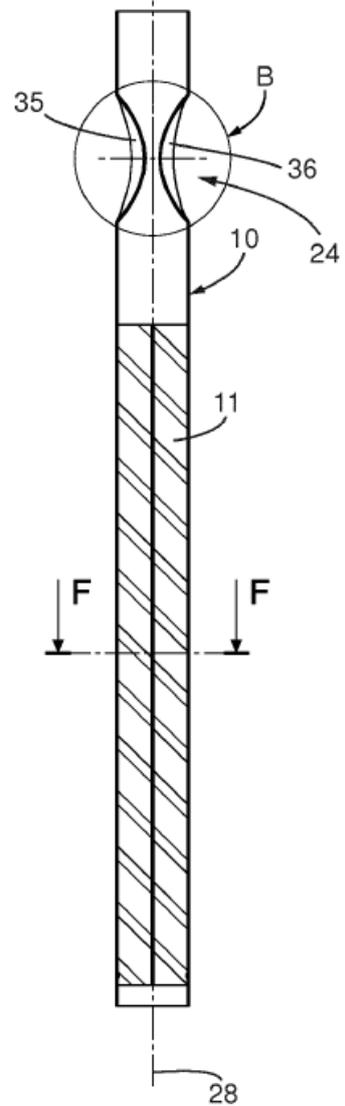


Fig. 7

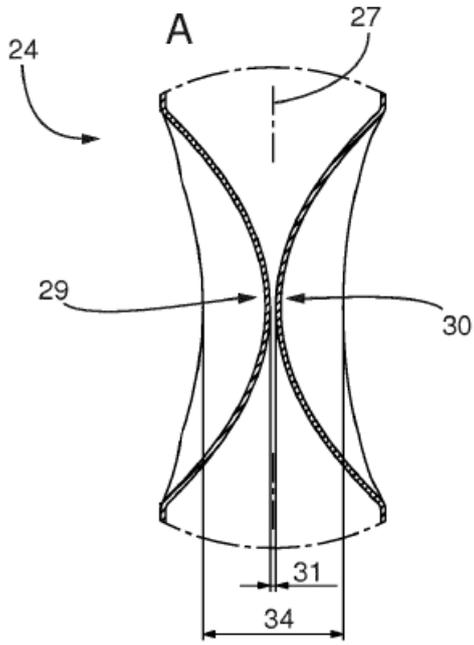


Fig. 8

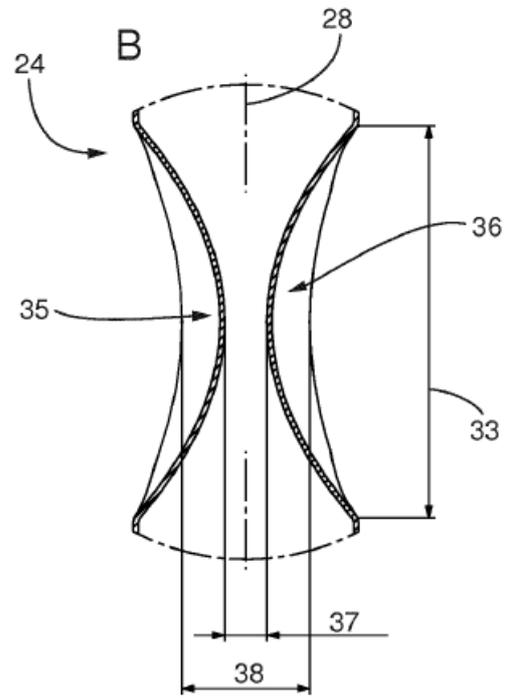


Fig. 9

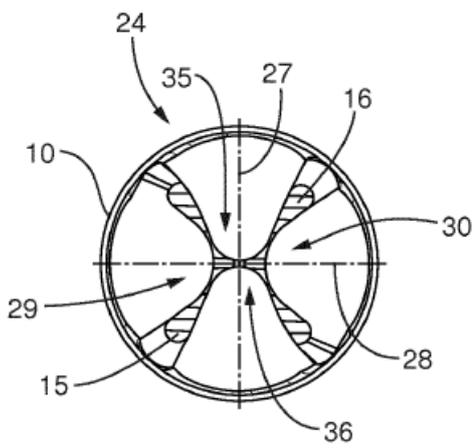


Fig. 10

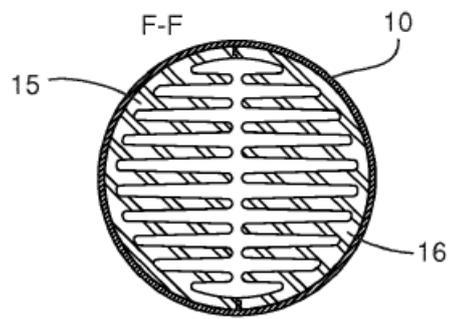


Fig. 11

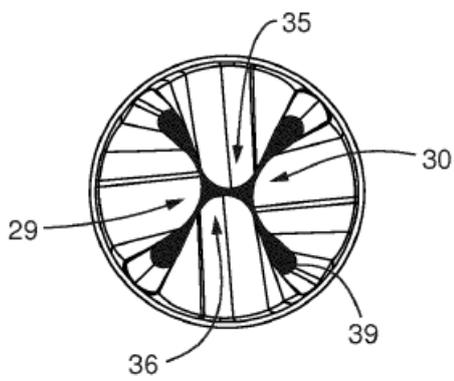


Fig. 12

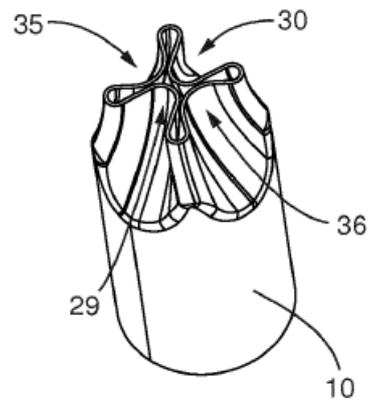


Fig. 13