

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 551**

51 Int. Cl.:

**F22B 31/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2014 PCT/FI2014/050736**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052372**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2014 E 14799500 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.09.2017 EP 3055613**

54 Título: **Dispositivo térmico, su uso, y método para calentar un medio de transferencia de calor**

30 Prioridad:

**11.10.2013 FI 20136013**

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

**05.02.2018**

73 Titular/es:

**VALMET TECHNOLOGIES OY (100.0%)  
Keilasatama 5  
02150 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**KAINU, VESA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 652 551 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).

**DESCRIPCION**

Dispositivo térmico, su uso, y método para calentar un medio de transferencia de calor

**5 Campo de la invención**

La invención se refiere a dispositivos térmicos, tales como reactores y calderas de gasificación, particularmente calderas de lecho fluidizado, tales como calderas de lecho fluidizado de borboteo. La invención se refiere a dispositivos térmicos para calentar un medio de transferencia de calor. En particular, la invención se refiere a dispositivos térmicos para calentar un medio de transferencia de calor, tal como un vapor, hasta una temperatura muy alta.

**Antecedentes de la invención**

15 Las calderas se utilizan para quemar material combustible y, por lo tanto, para producir energía, tal como calor. El calor es recuperado desde las superficies de transferencia de calor de la caldera por un medio de transferencia de calor, tal como agua y/o vapor. El vapor caliente se puede utilizar para generar electricidad, por ejemplo por medio de turbinas de vapor.

20 La eficiencia de la generación de energía se mejora cuando se eleva la temperatura del medio de transferencia de calor caliente. Sin embargo, algunos retos están implicados en el incremento de la temperatura. El incremento de la temperatura incrementará inevitablemente la temperatura de las superficies exteriores de los tubos de transferencia de calor. Debido a que sustancias corrosivas, tales como sales, se condensan sobre las superficies, y un incremento en la temperatura acelera generalmente las reacciones químicas, se acelera la corrosión en una medida significativa debido al incremento de la temperatura.

Además, para producir medio de transferencia de calor particularmente caliente, el tubo de transferencia de calor para recuperación de calor debería colocarse en un entorno muy caliente. La presión dentro del tubo de transferencia de calor es normalmente considerable (por ejemplo, docenas de bares, típicamente más de 30 bares); por ejemplo, la presión y la temperatura pueden corresponder a la presión de vapor saturado, al menos a bajas temperaturas. A temperaturas más altas, el vapor está normalmente super-calentador, en el que su temperatura es más alta que la temperatura del vapor saturado a una presión correspondiente, o se excede la temperatura del punto crítico del medio de transferencia de calor, es decir, la temperatura crítica (374°C para agua). El tubo de transferencia de calor utilizado en un entorno tan caliente debe resistir la presión que prevalece en el interior del tubo y también las cargas desde el entorno corrosivo fuera del tubo. Los tubos de transferencia de calor que son resistentes a un entorno caliente y a una presión alta en condiciones corrosivas son típicamente opciones muy costosas.

40 Tubos de transferencia de calor protegidos para un super-calentador sellado con lazo se describen en el documento US 2010/0000474. En él, el entubado de super calentamiento incluye un tubo de vapor, en el que se dirige el vapor que debe sobrecalentarse, y el tubo de vapor está separado por una carcasa de protección. Tal super-calentador está emplazado con preferencia en un sellado de lazo. Tales principios se pueden aplicar para un super-calentador radiante o un super-calentador dispuesto en un canal de gas de la combustión.

45 Un dispositivo y un método para alterar las características de transferencia de calor de tubos expuestos al calor generado dentro de una caldera se describen en el documento US 4.177.765. En él, una caldera de lecho fluidizado está equipada con una pluralidad de manguitos deslizables que circunscriben los tubos generadores de vapor dispuestos en el interior. Extendiendo o retrayendo de manera selectiva los manguitos sobre los tubos, se pueden alterar las características de transferencia de calor.

**50 Breve compendio de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo térmico, definido por las características de la reivindicación 1, tal como un reactor de gasificación o una caldera, para calentar un medio de transferencia de calor hasta una temperatura alta y a mismo tiempo aplicarlo a materiales convencionales.

En una forma de realización, el dispositivo térmico comprende:

- al menos una primera pared que delimita un conducto de flujo para gases y
- 60 - un tubo intercambiador de calor que comprende al menos un tubo interior, estando colocada al menos una primera sección de dicho tubo intercambiador de calor en dicho conducto de flujo para gases y que se extiende desde dicha primera pared hasta dicha primera pared o hasta una segunda pared que delimita el conducto de flujo para gases en dicho conducto de flujo para gases, y
- dicha primera sección del tubo intercambiador de calor comprende una segunda sección del tubo

## ES 2 652 551 T3

intercambiador de calor que se extiende en dicho conducto de flujo para gases.

En el dispositivo térmico, la segunda sección del tubo intercambiador de calor comprende:

- 5
- al menos una sección del tubo interior, para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior y para recuperar calor por el medio de transferencia de calor,
  - al menos un tubo exterior que encierra radialmente dicha sección del tubo interior, y
  - una capa del medio dejado entre dicho tubo exterior y dicha sección del tubo interior en la dirección radial.

10

Además,

(A,i)

15

- el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado en una o más áreas no-aisladas, de tal manera que
- la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas de la primera sección del tubo intercambiador de calor hasta las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo térmico (a excepción del propio tubo intercambiador de calor) no es mayor que 15 cm; o

(A,ii)

20

- el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está aislado, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o un aislador.

En una forma de realización, el dispositivo térmico comprende otros varios tubos de transferencia de calor dentro de las paredes del conducto de flujo, para recuperar calor. Dicho tubo intercambiador de calor y dichos otros tubos de transferencia de calor constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor.

25

Además, en tal forma de realización,

30

(B,i)

- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor como el último elemento de transferencia de calor colocado en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, o

35

(B,ii)

40

- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la última primera sección de tubo intercambiador de calor emplazado en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor en el conducto de flujo para gases, emplazado curso abajo en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor,
- dicha última primera sección del tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye hacia fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor en el conducto de flujo para gases, empleado curso abajo en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor.

45

Con preferencia, dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados.

50

En una forma de realización, dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se curva al menos 90 grados y, por lo tanto, no se extiende en una línea recta.

El dispositivo térmico se puede usar, por ejemplo, para calentar vapor. En una forma de realización del uso del dispositivo térmico

55

- se permite que el medio de transferencia de calor fluya en dicho tubo interior,
- se utiliza vapor como el medio de transferencia de calor, y
- la temperatura del medio de transferencia de calor que fluye en el tubo interior es al menos 500°C, con preferencia al menos 530°C.

60

El dispositivo térmico se puede utilizar para calentar el medio de transferencia de calor, de tal manera que la temperatura de la superficie de un tubo intercambiador de calor en funcionamiento es considerablemente alta. De esta manera se previene o al menos se reduce la condensación de sustancias corrosivas sobre la superficie del tubo. En una forma de realización del uso, la temperatura de la superficie exterior del tubo exterior excede de 600°C.

Además, en la caldera presentada, el uso de agentes auxiliares de la combustión se intensifica cuando los medios para suministrar el agente auxiliar se colocan en una localización en la que la temperatura de funcionamiento es típicamente favorable para el suministro del agente auxiliar.

5 El uso del dispositivo térmico conducirá a la realización de un método. Un método correspondiente para calentar un medio de transferencia de calor de acuerdo con la reivindicación 14 comprende:

- producir gas calentado por un dispositivo térmico,
- transportar dicho gas en un conducto de flujo para gases,
- 10 - transportar medio de transferencia de calor en un tubo intercambiador de calor que comprende al menos un tubo interior, al menos una primera sección del tubo intercambiador de calor que está emplazado en el conducto de flujo para gases y que se extiende en dicho conducto de flujo para gases desde una primer pared de dicho conducto de flujo hasta la misma u otra pared de dicho conducto de flujo, y dicha primera sección del tubo intercambiador de calor comprende una segunda sección del tubo intercambiador de calor, que se extiende en dicho conducto de flujo para gases, y
- 15 - recuperar calor por el medio de transferencia de calor en el tubo intercambiador de calor.

En el método, la segunda sección del tubo intercambiador de calor comprende:

- 20 • al menos una sección del tubo interior, para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior y para recuperar calor por el medio de transferencia de calor,
- un tubo exterior que encierra radialmente dicha sección del tubo interior, y
- 25 • una capa del medio dejado, en la dirección radial, entre dicho tubo exterior y dicha sección del tubo interior en la dirección radial.

Además,

- 30 - (A,i) el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo para gases en una o más áreas no-aisladas, de tal manera que
  - la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas en la primera sección hasta las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo térmico no es mayor que 15 cm; o
- 35 (A,ii) - el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está aislado, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o un aislador.

40 También en una forma de realización del método, el dispositivo térmico comprende varios otros tubos de transferencia de calor dentro de las paredes del conducto de flujo para gases, para recuperar calor. Dicho tubo intercambiador de calor y dichos otros tubos de transferencia de calor constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor.

En tal forma de realización del método:

- 45 (B,i)
  - dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor como el último elemento de transferencia de calor colocado en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, o
- 50 (B,ii)
  - dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la última primera sección de tubo intercambiador de calor emplazado en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor en el conducto de flujo para gases, emplazado curso abajo en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y
  - 55 • dicha última primera sección del tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye hacia fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor siguientes emplazados en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor.

60 Con preferencia, dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados.

En una forma de realización del método, dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se curva al menos

90 grados y, por lo tanto, no se extiende en línea recta.

**Descripción de los dibujos**

5 La figura 1a muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

La figura 1b muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

La figura 1c muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

10 La figura 1d muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

La figura 1e muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

15 La figura 1f muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

As figuras 1g1 a 1g4 muestran vistas de la sección transversal de un tubo intercambiador de calor en diferentes puntos del mismo en un conducto de flujo para gases en un dispositivo térmico.

20 Las figuras 1h1 a 1h3 muestran segundas secciones rectas y curvadas de un tubo intercambiador de calor.

La figura 1i muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

25 La figura 2 muestra un dispositivo térmico en una vista lateral.

La figura 3a muestra una vista más detallada de la primera sección de una pared de un dispositivo térmico vista desde el lado.

30 La figura 3b muestra una vista de principio de la zona de una pared en la figura 3a vista desde arriba.

La figura 4a muestra una vista de principio del área de una pared y una carcasa vista desde arriba.

La figura 4b muestra una vista de principio del área de una pared y una carcasa vista desde arriba.

35 La figura 5 muestra un intercambiador de calor, es decir, un conjunto de tubos de super-calentador o un super-calentador, en el conducto de flujo para gases, visto desde el lado.

**Descripción detallada de la invención**

40 Los dispositivos térmicos se utilizan para generar energía, tal como electricidad y/o calor y/o para producir fuel a partir de material combustible, tal como basura municipal y/o materia prima de origen biológico, tal como materia prima a base de madera. Por ejemplo, el dispositivo térmico se puede referir a una caldera, en la que se quema material combustible para producir energía. Las calderas se pueden clasificar de acuerdo con el material que debe quemarse, en las que se conocen, por ejemplo, las siguientes calderas: caldera de recuperación de sosa (quemada con lejía negra), caldera quemada con aceite, caldera quemada con carbón, caldera de combustible pulverizado, y caldera quemada con desechos (en una planta de energía de desechos-a-energía). Las calderas se pueden clasificar de acuerdo con la estructura de la caldera, en la que se conocen, por ejemplo, las siguientes calderas: caldera de lecho fluidizado (CFB), y caldera de lecho fluidizado de borboteo (BFB); caldera de rejilla, caldera de tubo de agua; y caldera de tubo de fuego. Por ejemplo, el dispositivo térmico se puede referir a un reactor de gasificación, en el que se oxida material combustible para producir gas de síntesis. El gas de síntesis se puede refinar todavía más en fuel, tal como biofuel. Por ejemplo, el dispositivo térmico se puede referir a un reactor de pirólisis, en el que se piroliza material combustible para producir aceite de pirólisis. El aceite de pirólisis se puede refinar todavía más. Además, el dispositivo térmico se puede referir a un reactor de torrefacción, en el que el material combustible es tratado térmicamente para evaporar agua e hidrocarburos ligeros a partir del material combustible. El material combustible tratado de esta manera se puede utilizar más tarde como fuel en procesos siguientes. De una manera correspondiente, el proceso térmico se refiere a un proceso, en el que se produce energía térmica y/o fuel. En alineación con los reactores descritos anteriormente, el proceso térmico puede ser, por ejemplo, una combustión, gasificación, pirólisis o proceso de torrefacción. El material combustible mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, material sólido de origen biológico, tal como material a base de madera.

60 Las calderas se dan aquí como un ejemplo de dispositivos térmicos y su uso. Las calderas se utilizan para quemar material combustible y, por lo tanto, para producir energía, tal como calor. El calor es recuperado desde las superficies de transferencia de calor de la caldera por un medio de transferencia de calor, tal como agua y/o vapor. El vapor caliente se puede utilizar para generar electricidad, por ejemplo por medio de turbinas de vapor.

Un reactor de gasificación se da como un segundo ejemplo de dispositivos térmicos y su uso. Los reactores de gasificación se utilizan para oxidar material combustible en condiciones deficientes de oxígeno, para producir gas de síntesis. El calor es recuperado desde las superficies de transferencia de calor del reactor de gasificación por un medio de transferencia de calor, tal como agua y/o vapor. El vapor caliente se puede utilizar para generar electricidad, por ejemplo por medio de turbinas de vapor.

Los reactores de pirólisis se dan como un tercer ejemplo de dispositivos térmico y su uso. Se utilizan para formar vapor de pirólisis que se puede condensar. En la condensación, se puede recuperar calor de la manera descrita anteriormente.

La eficiencia de la producción de energía se mejora cuando se eleva la temperatura del medio de transferencia de calor caliente. Se utilizan normalmente agua y/o vapor como el medio de transferencia de calor. En la presente descripción, el vapor se refiere también a vapor a una temperatura que excede el punto crítico del agua (373°C), cuyo vapor se llama a veces gas, debido a que el vapor a dicha temperatura no se puede licuar en agua incrementando la presión.

Los dispositivos térmicos, tales como calderas, comprenden paredes, que delimitan, por ejemplo, un horno, la fase de gasificación del reactor de gasificación, y/o varios conductos de gas, tales como conductos de fase de combustión, conductos de gas de síntesis, o conductos de vapor de pirólisis. El término "pared" se puede referir, por ejemplo, a las paredes o al techo del reactor. Los reactores térmicos comprenden también intercambiadores de calor para recuperar calor generado en las reacciones. La temperatura de la superficie del intercambiador de calor en funcionamiento tiene un efecto significativo sobre la corrosión de la superficie del intercambiador de calor. Básicamente, si dicha temperatura de la superficie es baja, se condensan sustancias corrosivas desde los gases en sólidos. A baja temperatura, los sólidos no corroen significativamente las superficies. Por otra parte, si dicha temperatura de la superficie es alta, no se condensan cantidades significativas de sustancias corrosivas desde los gases, donde la corrosión es también relativamente baja. En medio se deja un rango, en el que las sustancias corrosivas se condensan desde los gases en sustancias líquidas sobre las superficies de recuperación de calor, donde la corrosión es muy rápida. Los valores de estas temperaturas se darán con más detalle más adelante.

La elevación de la temperatura de la superficie del tubo intercambiador de calor es muy desafiante, debido a que el tubo ha de resistir la presión que prevalece en su interior la temperatura de funcionamiento.

La presente invención se describirá en los dibujos anexos. Las figuras, tales como las figuras 1a y 1g1, muestran un dispositivo térmico, que comprende:

- al menos una primera pared 112 que delimita un conducto de flujo 115 para gases, y
- un tubo intercambiador de calor 200, que comprende al menos un tubo interior 210, estando colocada al menos una primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor en dicho conducto de flujo 115 para gases y que se extiende en dicho conducto de flujo 115 para gases desde dicha primera pared 112 hasta dicha primera pared 112 o hasta una segunda pared 114 (figuras 1a a 1e) que delimitan el conducto de flujo para gases, y
- dicha primera sección 202 del tubo intercambiador de calor comprende una segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor, que se extiende en dicho conducto de flujo 115 para gases.

En este contexto, el "tubo" intercambiador de calor" se refiere, por lo tanto, a un tubo posiblemente largo, cuya (al menos una) primera sección 202 está colocada, sobre toda su longitud, en el conducto de flujo 115 para gases. De una manera correspondiente, la primera sección 202 se refiere a una sección continua del tubo que es lo más larga posible y se extiende en el conducto de flujo; es decir, una sección que se extiende de pared a pared (o bien la misma u otra pared). Esta segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor, comprendida en dicha primera sección 202, es un conjunto protegido, en el que un tubo interior 210 está protegido por un tubo exterior 220. La segunda sección 240 puede ser más corta que la primera sección 202 o de la misma longitud. La figura 1g1 ilustra la estructura de la segunda sección 240 de tal tubo de intercambio de calor.

Con referencia a la figura 1g1, en las formas de realización presentadas, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor comprende:

- al menos una sección del tubo interior 210 para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior y para recuperar calor por el medio de transferencia de calor,
- un tubo exterior 220 que incluye radialmente dicha sección del tubo interior, y
- una capa de medio 230 emplazada entre dicho tubo exterior 220 y dicha sección del tubo interior 210 en la dirección radial.

Tal estructura tiene la ventaja de que debido a la capa de medio 230, la temperatura de la superficie del tubo exterior

220 es, cuando el dispositivo térmico está en funcionamiento, tan alta que no se condensan cantidades significativas de sustancias corrosivas sobre su superficie. Tal tubo con una estructura de capas es más pesado que un tubo de una sola capa. Además, se ha encontrado que si se curva un tubo con una estructura de capas, el tubo exterior entrará en contacto con el tubo interior, en el que no existirá ninguna capa de medio en el punto de flexión. Cuando no existe ninguna capa de medio, también se conducirá calor bien desde el tubo exterior hasta el tubo interior, que reducirá la temperatura de la superficie del tubo exterior hasta un rango que es crítico para corrosión, al menos cuando se aplica la presente configuración en condiciones calientes y con un medio de transferencia de calor caliente. Además, un tubo relativamente recto es más fácil de hacer auto-portante que un tubo que se curva hasta una gran extensión. Por estas razones, en una forma de realización ventajosa, dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados.

Se ha descubierto que con algunas soluciones técnicas, es posible disponer el tubo interior 210 dentro del tubo exterior 220, incluso cuando los tubos exterior e interior están curvados, de tal manera que se deja una capa de medio suficiente para aislamiento térmico entre estos tubos.

En una forma de realización, dicha segunda sección 240 del tubo de intercambia de calor se curva al menos 90 grados, en la que la segunda sección del tubo intercambiador de calor no se extiende en una línea recta. Además, en este caso es posible proporcionar, aplicando ciertas soluciones técnicas, una capa de medio que constituye un aislamiento térmico suficiente entre el tubo exterior 220 y el tubo interior 210.

La función del tubo exterior 220 es, entre otras cosas, proteger el tubo interior 210. Es posible que además del tubo exterior 220 (figuras 1c y 1g4) o como una alternativa al tubo exterior 220 (figuras 1b y 1g2 y 1g3), el tubo interior 210 esté protegido con un aislador 260, 255, 257 al menos en algunos puntos del conducto de flujo para gases.

Además, es posible que en un punto donde la temperatura es ya baja en el conducto de flujo 115, el tubo interior no esté protegido en absoluto; ni con un aislador ni con un tubo exterior. Tales puntos se encuentran típicamente en la proximidad de las superficies de recuperación de calor, tales como las paredes 112, 114. Incluso en este caso, el tubo interior 210 está protegido sobre casi toda su longitud en el conducto de flujo 115 para gases.

Por consiguiente, en algunas formas de realización,

(A)

- el tubo interior 210 de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está aislado, en algunas partes, del conducto de flujo 115 para gases por medio de dicho tubo exterior 220 y/o un aislador 260, y
- el tubo interior 210 de la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo 115 para gases en una o más áreas 270 (figura 1i) de tal manera que

(A1)

- la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande de la primera sección 202 no excede de 15 cm; con preferencia, la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande no excede de 10 cm; siendo medida la longitud en la dirección longitudinal del tubo interior 210; o

(A2)

- la distancia desde todas las áreas no-aisladas 270 de la primera sección 202 hasta las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo (distintas al propio tubo intercambiador de calor 200) no es mayor que 15 cm; con preferencia no mayor que 10 cm; o

(B)

- la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor, o el tubo interior 210 de dicha primera sección 202 están aislados, sobre toda su longitud, desde el conducto de flujo 115 para gases por medio de dicho tubo exterior 220 y/o un aislador 260 (figuras 1a a 1f).

Con referencia a los puntos (A, A1 y A2) y a la figura 1i), la primera sección 202 comprende con preferencia no más de dos área no-aisladas 270 de este tipo (una en cada extremo) y todas las áreas no-aisladas 270 (una sola o ambas) se extienden desde la pared (112, 114) del dispositivo térmico 110 hasta el conducto de flujo 115.

El punto (A2) es también una solución posible, debido a que la temperatura de los gases en el conducto de flujo 115 es típicamente menor en la proximidad de las superficies de recuperación de calor que lejos de las otras superficies de recuperación de calor. En la proximidad de la superficie de recuperación de calor, el tubo intercambiador de calor se puede extender también en la dirección de la superficie de recuperación de calor o sustancialmente en paralelo con la superficie de recuperación de calor en el conducto de flujo 115. Típicamente, el tubo intercambiador de calor se extiende en una dirección sustancialmente perpendicular a la pared (figura 1i).

Todavía de manera más ventajosa, la primera sección no comprende ninguna área no-aislada 270 (figuras 1a a 1f), en la que el tubo interior 210 está protegido sobre toda su longitud en el conducto de flujo 115 para gases (ver el punto B anterior).

5 Una forma de realización de la presente invención se ilustra en la figura 1a. El dispositivo térmico 100 de la figura 1, tal como una caldera, comprende:

- una primera pared 112 (una pared en la figura) que comprende la primera área 122 de la pared de la caldera,
- 10 - una segunda pared 114 (una pared en la figura) que comprende la segunda área 124 de la pared de la caldera, y
- un área de reacción 110 para generar gases, tal como (a) un horno 110 para quemar material y para formar gases de combustión, o (b) una fase de gasificación para oxidar materia prima y para formar gas de síntesis, en la que
- 15 - al menos dicha primera pared 112 del dispositivo térmico delimita el conducto de flujo 115 para gases, de tal manera que se deja una sección del conducto de flujo 115 para gases entre la primera área 122 de la pared del dispositivo 100 y la segunda área 124 de la pared del dispositivo 100.

20 En el dispositivo de acuerdo con la figura 1a, dicho conducto de flujo 115 para gases tiene una sección transversal rectangular, en el que el dispositivo térmico 100 comprende cuatro paredes. La invención se puede aplicar también en aquellos dispositivos térmicos, en los que el conducto de flujo para gases tiene una sección transversal circular. Tal dispositivo térmico 100 comprende sólo la primera pared 112. Además, si el tubo intercambiador de calor 200 se extiende a través del conducto 115, la primera pared 112 del dispositivo comprende también la segunda área 124 de la pared, hasta la que se extiende el tubo intercambiador de calor 200 (al menos su tubo interior 210). En general, el dispositivo térmico comprende, por lo tanto, la segunda pared 114 sólo opcionalmente. De manera ventajosa, el dispositivo térmico comprende al menos cuatro paredes que delimitan el conducto de flujo 115 para gases. En la forma de realización de la figura 1a, el dispositivo térmico 200 comprende la segunda área 124 de la pared, comprendida en dicha segunda pared 114.

30 La figura 1a muestra también un conducto de alimentación 104 para alimentar gas. Se puede suministrar aire de la combustión a calderas a través del conducto de alimentación 104. Las plantas de gasificación, por ejemplo, pueden ser suministradas con oxígeno y/o vapor de agua para gasificar la materia prima. En una caldera, por ejemplo, se suministra aire de la combustión a través de un conducto 104 y una rejilla 102 dentro de un horno 110. De manera ventajosa, el tipo de la caldera 100 es una caldera de lecho fluidizado, tal como una caldera de lecho fluidizado de borboteo o una caldera de lecho fluidizado de circulación, con preferencia una caldera de lecho fluidizado de borboteo. En la caldera de lecho fluidizado, tal como una caldera de lecho fluidizado de borboteo, el aire de la combustión se utiliza para llevar el material sólido y el material combustible en el horno 110 a un estado fluidizado; en otras palabras, se forma un lecho fluidizado.

40 Además, con referencia a la figura 1a, se puede recuperar calor en la caldera 100 por super-calentadores primarios 152 colocados en un paso de humo 160 curso abajo del horno. Se puede recuperar calor por super-calentadores 154 en la parte superior 150 del horno. Se puede recuperar calor, por ejemplo, por super-calentadores 156 en la parte superior 150 del horno. El transporte de los gases de la combustión hasta las siguientes superficies de recuperación de calor, para retirada, para purificación o después del tratamiento, se ilustra con una flecha 175. La caldera 100 puede comprender también un saliente 180 para guiar los gases de la combustión y para proteger los super-calentadores terciarios 156 del calor de radiación directa, por ejemplo. En la figura 1a, el saliente 180 está trazado con líneas discontinuas para ilustrar que la caldera 100 no comprende necesariamente el saliente 180. En la figura 1a, los super-calentadores están dispuestos en el orden siguiente en la dirección del flujo de los gases de la combustión: super-calentador secundario 154, super-calentador terciario 156, y super-calentador primario 152. El medio de transferencia de calor (tal como agua y/o vapor) está dispuesto para fluir (y fluye durante el funcionamiento) desde el super-calentador primario 152 hasta el super-calentador secundario 154 y, además, hasta el super-calentador terciario 156.

55 En la figura 1a, la caldera comprende también un tubo intercambiador de calor 200 que es particularmente adecuado para esta finalidad, como se ha descrito anteriormente. La primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está prevista en el conducto de flujo 115 para gases. En el caso de la figura 1a, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor consta de la segunda sección 240 descrita anteriormente del tubo intercambiador de calor, cuya estructura se ilustra en la figura 1g1. En otras palabras, la segunda estructura 240 con la estructura de capas se extiende también sobre toda la longitud del conducto de gas de la combustión 115.

60 En una forma de realización, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados, como se ha descrito anteriormente. De manera ventajosa, la segunda sección 240 se curva menos de 45 grados, menos de 30 grados, o menos de 15 grados.



De una manera correspondiente, en algunas formas de realización, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se curva al menos 90 grados, al menos 45 grados, al menos 30 grados, o al menos 15 grados.

Con referencia a las figuras 1h1 a 1h3, la frase "se curva menos de  $\alpha$  grados" significa que

- 5
- dicho tubo intercambiador de calor 200 se extiende tal manera que la segunda sección 240 se extiende en el conducto de flujo 115, y
  - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor tiene una primera dirección longitudinal S1 en su primer punto p1 (figuras 1h1 a 1h3), y
- 10
- dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor tiene, en todos sus puntos p2, una dirección longitudinal S2 que está paralela a o forma un ángulo con una magnitud menor que dichos grados hasta la primera dirección S1 de la segunda sección de dicho tubo intercambiador de calor.

15

En este contexto, la dirección longitudinal del tubo intercambiador de calor se refiere a la dirección longitudinal en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor. Por ejemplo, en la figura 1h1, la dirección S2 del tubo intercambiador de calor está paralela con la dirección S1 independientemente de la selección de los puntos p1 y p2. Por consiguiente, en la figura 1h1, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta.

20

Por ejemplo, en la figura 1h2, la dirección S2 del tubo intercambiador de calor se desvía de la dirección S1, para una cierta selección de puntos p1 y p2, pero las direcciones están paralelas para algunas otras selecciones. No obstante, independientemente de la selección de los puntos p1 y p2, el ángulo  $\alpha$  dejado entre las direcciones S2 y S1 es menor de 90 grados. Por consiguiente, en la figura 1h2, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se curva menos de 90 grados.

25

Por ejemplo, en la figura 1h3, la dirección S2 del tubo intercambiador de calor se desvía de la dirección S1, para una cierta selección de puntos p1 y p2. Para la selección mostrada en la figura, las direcciones S2 y S2 están opuestas, de manera que el ángulo  $\alpha$  es 180 grados. Por consiguiente, en la figura 1h3, la segunda sección 240 del tubo se curva más de 90 grados.

30

En la forma de realización de la figura 1a,

- dicho tubo intercambiador de calor 200 se extiende tal manera que la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicha primera área 122 de la pared del dispositivo hasta dicha
- 35
- dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor tiene un eje central que tiene un radio de curvatura que indica, en cada punto, la dirección o el cambio de dirección del eje central y tiene al menos 50 cm, al menos 1 m, al menos 5 m, y de manera más ventajosa al menos 10 m.

40

Gracias al radio de curvatura grande, una capa de medio 230 está prevista también en cada punto entre el tubo exterior 220 y el tubo interior 210, cuando se curva el tubo con una estructura de capas. Además, tal tubo relativamente recto es más fácil de convertir en auto-portante.

45

Como se ha presentado anteriormente, con algunas soluciones técnicas, es posible disponer el tubo interior 210 dentro del tubo exterior 220, también cuando los tubos exterior e interior están curvados, de tal manera que se deja una capa de medio suficiente para el aislamiento térmico entre estos tubos.

Por consiguiente, en una forma de realización

- 50
- dicho tubo intercambiador de calor 200 se extiende de manera que la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicha primera área 122 de la pared del dispositivo hasta dicha segunda área 124 de la pared del dispositivo, de tal manera que
  - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor tiene un eje central que tiene un radio de curvatura que indica, en cada punto, la dirección o el cambio de dirección, del eje central, y que es inferior
- 55
- a 10 m, inferior a 5 m, inferior a 1 m, inferior a 50 cm, o inferior a 25 cm.

En una forma de realización, la primera área 122 de la pared (tal como una pared) del dispositivo está colocada sobre el lado opuesto del conducto de flujo 115, con respecto a la segunda área 124 de la pared del dispositivo. En una forma de realización, la primera pared 112 del dispositivo está opuesta a la segunda pared 114 de la caldera.

60

En otra forma de realización, la primera área 122 de la pared de la caldera y la segunda área 124 de la pared de la caldera están paralelas entre sí, o el ángulo entre los planos paralelos a las áreas es inferior a 45 grados, tal como inferior a 30 grados o inferior a 15 grados. Las áreas de las paredes pueden estar también perpendiculares, por ejemplo si la primera sección del tubo intercambiador de calor se extiende entre dos paredes en un ángulo entre sí.

La extensión de la segunda sección 240 del tubo en el conducto de flujo 115 se puede representar por uno o más de los siguientes:

- 5 - por la curvatura de la segunda sección 240, en particular el ángulo de curvatura (ángulo  $\alpha$ ), y
- por el radio de curvatura del eje central de la segunda sección 240.

Por ejemplo, la segunda sección 240 se puede curvar más de 45 grados, de manera que el radio de curvatura es al menos 1m. De una manera correspondiente, la segunda sección 240 se puede curvar más de 45 grados, de manera que el radio de curvatura es inferior a 1 m.

10 En una forma de realización ventajosa, como se ilustra en las figura 1a y 2, la sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende recta desde dicha primera área 122 de la pared de la caldera hasta dicha segunda área 124 de la pared de la caldera.

15 En esta forma de realización, la sección 240 del tubo intercambiador de calor tiene, en todos sus puntos, una dirección longitudinal que está paralela con la primera dirección longitudinal de dicho tubo intercambiador de calor. Como se ha presentado anteriormente, el tubo intercambiador de calor 200 se puede curvar en el conducto de flujo 215, por ejemplo, menos de 90 grados, o de acuerdo con el radio de curvatura, pero la flexión no es ventajosa técnicamente con vistas a la fabricación. Con vistas a la fabricación, es técnicamente ventajoso que el tubo interior 210 se pueda insertar a través del tubo exterior 220 en su dirección longitudinal. Esto es posible, por ejemplo, cuando el tubo exterior 220 es recto.

20 Como se ha presentado anteriormente y en la figura 1a, la primera sección 202 puede constar de la segunda sección 240. Con referencia a la figura 1b, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor no consta necesariamente de la segunda sección del tubo intercambiador de calor. En la forma de realización de la figura 1b,

- el dispositivo térmico 100 comprende un aislador 255 adyacente a la primera pared 112 y que se extiende desde dicha área 122 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases,
- 30 - dicho aislador 255 adyacente a la primera pared 112 está dispuesto para aislar al menos el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor 200 desde el conducto de flujo 115 para gases,
- el dispositivo térmico 100 comprende un aislador 257 adyacente a la segunda pared 114 y que se extiende desde dicha segunda área 124 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases,
- dicho aislador 257 adyacente a la segunda pared está dispuesto para aislar al menos el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor del conducto de flujo 115 para gases, y
- 35 - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho aislador 255 adyacente a la primera pared del dispositivo hasta dicho aislador 257 adyacente a dicha segunda pared del dispositivo.

40 Tal estructura aislada se ilustra en la figura 1g2, en la que el tubo interior 210 está aislado sólo por el aislador 255, 257 adyacente a la (primera o segunda) pared.

Es evidente que el aislador se puede utilizar de manera alternativa en conexión con una sola pared, por ejemplo la primera pared (no mostrada en la figura). Por lo tanto,

- 45 - el dispositivo térmico 100 comprende un aislador 255 adyacente a la pared y que se extiende desde dicha primera área 122 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases,
- dicho aislador 255 adyacente a la pared está dispuesto para aislar al menos el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor desde el conducto de flujo 115 para gases, y
- 50 - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho aislador 255 adyacente a la pared hasta dicha segunda área 124 de la pared del dispositivo.

De manera alternativa, es posible, por ejemplo, que

- 55 - el dispositivo térmico 100 comprenda un aislador 255 adyacente a la pared y que se extiende desde dicha primera área 122 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases,
- dicho aislador 255 adyacente a la pared está dispuesto para aislar al menos el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor desde el conducto de flujo 115 para gases,
- el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo para gases en un área no-aislada 270, de tal manera que
- 60 - dicha área no-aislada 270 se extiende desde la segunda área 124 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases, y
- dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho aislador 255 adyacente a la pared del dispositivo hasta dicha área no-aislada 270.

La longitud del área no-aislada 270 es de manera ventajosa corta, como se ha presentado más arriba.

Con referencia a la figura 1c, es posible que el tubo intercambiador de calor comprenda una flexión, o pliegue, posiblemente incluso una flexión brusca. Como se ha presentado más arriba, sin embargo, en tal flexión es muy difícil asegurar la conductividad local del calor del tubo con una estructura de capas, debido a que es difícil controlar el espesor de la capa de medio 230 (figuras 1g1 y 1g4). Por lo tanto, como se muestra en la figura 1c, el tubo intercambiador de calor comprende una primera segunda sección 240 y una segunda segunda sección 240b. Estas segundas secciones 240 y 240b se representan por las características presentadas anteriormente con relación a la segunda sección, tal como linealidad y estructura de capas.

Por lo tanto, el tubo intercambiador de calor comprende una sección 250 aislada térmicamente, en cuya sección 250 se puede doblar bruscamente la primera sección 202 del tubo. En la sección 250 aislada térmicamente, el aislador 260 (figuras 1g3 y 1g4) puede aislar meramente el tubo interior 210 del conducto de flujo 115 para gases, como se muestra en la figura 1g3, o el aislador térmico 260 puede aislar el tubo exterior 220 del conducto de flujo 115 para gases, como se muestra en la figura 1g4. En estas formas de realización,

- la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor comprende una sección 250 aislada térmicamente en dicho conducto de flujo 115 para gases, en cuya sección 250 aislada térmicamente
  - el tubo interior 210 no está incluido por el tubo exterior, y el tubo interior 210 está aislado térmicamente en dicha sección 250 aislada térmicamente por medio de un aislador térmico 260 de los gases del conducto de flujo 115, como se muestra en la figura 1g3, o
  - el tubo interior 210 está incluido por el tubo exterior 220, y el tubo exterior 220 está aislado térmicamente en dicha sección 250 aislada térmicamente por medio del aislador térmico 260 de los gases del conducto de flujo 115, como se muestra en la figura 1g4.

Por ejemplo, se puede utilizar cerámica, mortero o masilla como el aislador 255, 257 adyacente a la pared y/o como el aislador 260 en el área de aislamiento térmico 250. La conductividad térmica del aislador (255, 257, 260) es de manera ventajosa inferior a 75 W/mK (vatio por metro y Kelvin), de manera más ventajosa inferior a 50 W/mK e incluso de manera más ventajosa inferior a 10 W/mK, siendo dadas la conductividades térmicas a temperatura ambiente 20°C. Por ejemplo, se puede utilizar mortero como el aislador. Por ejemplo, en este caso, la conductividad térmica del aislador (255, 257, 260) puede ser inferior a 2,5 W/mK. La conductivitas térmica, por ejemplo, de algunas cerámicas es algunas docenas de W/mK, por ejemplo 60 W/mK para carburo de silicio (SiC), 32 W/mK para óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y 20 W/mK para nitruro de silicio (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). El espesor t del aislador (255, 257, 260) es de manera ventajosa al menos 0,5 mm, de manera más ventajosa al menos 1 mm e incluso de manera más ventajosa al menos 2 mm. Si es necesario, la capa cerámica puede ser fina. Con preferencia, la capa es más gruesa cuando se utiliza mortero o masilla. Por lo tanto, la superficie exterior del tubo intercambiador de calor se puede equipar con proyecciones, tales como pasadores, para mantener el aislador en posición. Esto se puede realizar particularmente cuando se fija el aislador 255, 257 adyacente a la pared. En este caso, el espesor del aislador puede ser, por ejemplo, de 10 a 30 mm. En tal forma de realización, el aislador 255, 257 adyacente a la pared está fijado al tubo intercambiador de calor (tubo exterior o tubo interior) por medio de proyecciones.

El aislador 255, 257, 260, por ejemplo hormigón proyectado o cerámica, se puede seleccionar de tal manera que el aislador 260 sea resistente al calor y proporcione el nivel de transferencia térmica deseado desde el conducto de flujo 115 hasta el tubo intercambiador de calor 200. El nivel de transferencia de calor deseado puede depender, por ejemplo, de la localización del tubo intercambiador de calor. Por ejemplo, el espesor y la conductividad térmica se pueden seleccionar para que la capacidad para conducir calor (es decir, conductancia) de la capa de aislamiento, determinada por la conductividad térmica y el espesor t por la fórmula  $\kappa/t$ , no sea mayor que 80.000 W/m<sup>2</sup>K, de manera más ventajosa no mayor que 30.000 W/m<sup>2</sup>K, en la que la conductividad térmica  $\kappa$  se da a temperatura ambiente 20°C. Además, el aislador (255, 257, 260) debería resistir temperaturas que corresponden a la temperatura de funcionamiento. De manera más ventajosa, el aislador (255, 257, 260) resiste temperaturas superiores a 900°C, tal como superiores a 1000°C, sin fundirse o quemarse; opcionalmente, el aislador no tiene que resistir temperaturas superiores a 1500°C. Con referencia a la figura 1d, en una forma de realización que comprende un área de aislamiento térmico 250, el tubo intercambiador de calor está aislado en dicha área por material de aislamiento térmico y por una protección 252. El material de aislamiento puede ser mortero o masilla, como se ha descrito anteriormente. Además, la protección 252 puede ser, por ejemplo, una pieza resistente al calor, que está al menos parcialmente abierta en la parte superior, tal como una cubeta o una caja. La pieza, que está al menos parcialmente abierta en la parte superior, puede ser, por ejemplo, una cubeta o caja metálica. La sección de flexión del tubo intercambiador de calor 200 puede estar prevista dentro de dicha pieza 252, y el mortero o masilla pueden estar fundidos en la caja, en la que el mortero o masilla actuarán como el aislador 260. Tal configuración es fácil de implementar y, además, la pieza 252 que está abierta en la parte superior protegerá el material de aislamiento 260 dejando entre el tubo intercambiador de calor 200 y la pieza 252.

De manera ventajosa, en área de aislamiento de flexión 250, el tubo intercambiador de calor 200 no comprende un tubo exterior 220. Esto es debido al hecho de que el tubo intercambiador de calor está fabricado normalmente de un

tubo recto por flexión. Durante la flexión, se produce un daño, tal como microfracturas particularmente en el punto de flexión. Si no se utiliza ningún tubo exterior 220 en el punto que debe doblarse, se puede asegurar más fácilmente la condición del punto de flexión del tubo interior 210 que la condición de una estructura en la que en la que el tubo interior 210 estuviera incluido por el tubo exterior 220.

- 5 Como se puede ver a partir de las figuras 1a a 1c, en estas formas de realización,
- al menos el tubo interior 210 se extiende desde dicha primera área 122 de la pared hasta el lado exterior del conducto de flujo 115 para gases, y
  - 10 - al menos el tubo interior 210 se extiende desde dicha segunda área 124 de la pared hasta el lado exterior del conducto de flujo 115 para gases.

15 De acuerdo con las figuras 1a a 1f, al menos una sección del tubo intercambiador de calor 200, particularmente la segunda sección 240, está dispuesta en el conducto de flujo 155 para gases delimitado por las paredes 112, 114 y de esta manera al menos una sección de dicho tubo intercambiador de calor, particularmente su segunda sección 240, está dispuesta a una distancia de las paredes 112, 114. Tal distancia puede ser, por ejemplo, mayor que 15 cm, tal como mayor que 50 cm o mayor que 1 m. Por consiguiente, el "tubo intercambiador de calor 200" no se refiere a un tubo intercambiador de calor que se extiende posiblemente sobre la pared 112, 114. Un quemador comprende típicamente varios tubos intercambiadores de calor del tipo descrito anteriormente, y/o sus secciones, que

20 constituyen un intercambiador de calor, tal como un super-calentador. Sin embargo, el intercambiador de calor no es necesariamente una unidad separada colocada en el conducto de flujo 115, debido a que el tubo interior 210 se puede extender fuera del conducto de flujo 115, gracias a taladros pasantes colocados en las áreas 122 y 124 de la pared (o paredes). Si las áreas 122 y 124 están opuestas o en ángulo entre sí, la distancia entre las áreas 122 y 124 puede ser, por ejemplo, al menos 0,5 m, tal como al menos 1 m, típicamente al menos 2 m, o al menos 3 m. En las

25 formas de realización de acuerdo con las figuras 1a a 1c, la distancia entre las áreas 122 y 124 puede ser, por ejemplo, de 1 m a 10 m, de manera ventajosa de 3 m a 6 m. Una distancia corta asegurará la estabilidad suficiente de la estructura; por otra parte, una distancia larga asegurará una capacidad suficiente de recuperación de calor. En estas formas de realización, la longitud de la segunda sección 240 puede ser, por ejemplo, de 1 a 10 m, de manera ventajosa de 3 a 6 m, como se ha descrito anteriormente. En estas formas de realización, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está sometida a fuerzas de cizallamiento significativas, debido a que los tubos se extienden sustancialmente perpendiculares a la fuerza de la gravedad.

35 Todavía algunas formas de realización se muestran en las figuras 1d y 1e. En estas formas de realización, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor se dobla 180°, pero la flexión está protegida, como se muestra en la figura 1c, con un aislador 260; en otras palabras, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor comprende una sección 250 aislada térmicamente en dicho conducto de flujo 115 para gases. Dicha sección 250 aislada térmicamente divide dicha primera sección 202 en dos segundas secciones: la primera segunda sección 240 y la segunda segunda sección 240b. En las figuras 1d y 1e, la primera pared del dispositivo es la parte superior del dispositivo.

- 40 En la forma de realización de la figura 1d,
- dicha primera pared 112 comprende la primera área 122 de la pared del dispositivo, y
  - el dispositivo térmico 100 comprende el aislador 255 adyacente a la pared y que se extiende desde dicha
  - 45 primera área 122 de la pared del dispositivo hasta el conducto de flujo 115 para gases,
  - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho aislador 255 adyacente a la pared del dispositivo hasta dicha sección 250 aislada térmicamente, y
  - dicho aislador 255 adyacente a la pared está dispuesto para aislar al menos el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor desde el conducto de flujo 115.

- 50 En la forma de realización de la figura 1e, a su vez,
- dicha primera pared 112 comprende una primera área 122 de la pared del dispositivo, y
  - dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicha primera área 122 de
  - 55 la pared del dispositivo hasta dicha sección 250 aislada térmicamente.

60 En la figura 1f, el tubo intercambiador de calor 200 comprende dos primeras secciones: una primera primera sección 202a y una segunda primera sección 202b. Cada primera sección 202a, 202b comprende una segunda sección; por ejemplo la primera primera sección 202a comprende una primera segunda sección 240, y la segunda primera sección 202b comprende una segunda segunda sección 240b. En la figura 1f, la parte superior de la estructura actúa como la primera pared 112. El dispositivo térmico comprende un saliente, y cada primera sección 202a, 202b se extiende desde la pared 112 hasta el saliente 180. Cada primera sección 202a, 202b comprende, en cada extremo, un aislador 255, 257 adyacente a la pared. Las segundas secciones 240 y 240b se extienden entre los aisladores. El aislador 257 se extiende desde el saliente 180 hasta el conducto de flujo para gases. El saliente 180 constituye una

segunda pared 114.

En las formas de realización de acuerdo con las figuras 1d a 1f, la longitud de la segunda sección 240 puede ser también claramente más larga que la descrita anteriormente. Por ejemplo, la longitud de la segunda sección puede tener de 1 a 25 m, de manera ventajosa de 3 a 15 m. En estas formas de realización, la primera sección 202, 202a, 202b del tubo intercambiador de calor no está sometida a fuerzas de cizallamiento significativas, debido a que los conductos se extienden en un ángulo pequeño con respecto a la fuerza de gravedad.

Con preferencia, y como se muestra en las figuras 1a, 1e y 2, dicha segunda sección 240, 240b del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicha primera área de la pared del dispositivo hasta dicho conducto de flujo para gases. Esto proporciona la ventaja de que al menos la sección del tubo intercambiador de calor adyacente a la pared está aislado por al menos el tubo exterior del conducto de flujo para gases. Se ha encontrado que el tubo exterior 220 es una solución que es más duradera a la vista de la protección contra corrosión y más fácil de mantener (por ejemplo, de sustituir) que el uso de un aislador 255. Además, la estructura se puede fabricar de esta manera mecánicamente incluso más estable conectando el tubo exterior a la pared, por ejemplo por soldadura.

Tal estructura tiene algunas ventajas técnicas.

En primer lugar, la capa de medio 230 aísla el tubo interior 210 térmicamente del tubo exterior 220. De esta manera, existe poca transferencia de calor desde el lado exterior hasta el tubo interior 210 y, además, hasta el medio de transferencia de calor. Como resultado, las pérdidas de calor en tal conducto tienen lugar la mayoría de las veces en la capa de medio 230 y no en el tubo interior 210. Por consiguiente, incluso si el tubo intercambiador de calor 200 está colocado en un entorno (conducto 115) en el que prevalece una temperatura muy alta, en el que la temperatura de la superficie del tubo intercambiador de calor 200 se eleva alta, la temperatura del tubo interior 210 no se eleva demasiado a la vista de las regulaciones para diseñar el material del tubo interior. De una manera correspondiente, si la temperatura de la superficie interior del tubo interior 210 debe elevarse con el fin de que se forme un medio de transferencia de calor más caliente, se puede utilizar la estructura de capas de acuerdo con la figura 1g1, en particular ajustando el espesor de la capa de medio 230, para asegurar que la temperatura de la superficie exterior del tubo interior 210 no se eleva demasiado con vistas a la durabilidad del material. Debido a que el tubo interior 210 contiene medio de transferencia de calor bajo presión durante el uso, el tubo interior 210 debería resistir la presión respectiva. Se conoce que hay materiales que son menos capaces de resistir a la presión a una temperatura alta que a una temperatura baja. Dicha temperatura "demasiado alta" se refiere a la temperatura a la que el tubo interior 210 no es capaz ya de resistir la presión que prevalece en él. De una manera correspondiente, la capa de medio 230 no tiene que resistir la presión, debido a que la presión es absorbida por el tubo interior 210. Además, el tubo exterior 220 no tiene que resistir la presión. En el conducto de flujo para gases, la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor, o el tubo interior 210 de la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor, están aislados sobre toda su longitud o casi sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o por un aislador, como se ha presentado anteriormente. De esta manera, se previene que la temperatura del tubo interior llegue a ser demasiado alta a la vista del nivel de la presión que prevalece localmente, por ejemplo en un punto no-aislado. Además, se evita la condensación de una sustancia corrosiva sobre la superficie exterior del tubo interior. La solución puede comprender áreas no-aisladas 270 como se han presentado anteriormente (figura 1i). No obstante, con preferencia tales áreas sólo están presentes en la proximidad de otras superficies de recuperación de calor, tal como la pared 112, 114. Esto se ha descrito con más detalle más arriba. De manera ventajosa, la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas 270 hasta las superficies de recuperación de calor del dispositivo térmico (excluyendo el propio tubo intercambiador de calor 200) no es mayor que 15 cm, de manera más ventajosa no mayor que 10 cm. En tal punto, la temperatura de los gases en el conducto de flujo 115 es típicamente claramente menor que en el centro del conducto de flujo.

En segundo lugar, el tubo exterior 220 protege las estructuras contenidas dentro del mismo, es decir, la capa de medio 230 y el tubo interior 210, de la corrosión y del desgaste mecánico. El tubo exterior 220 es de manera ventajosa una pieza individual, en la que el tubo exterior protege efectivamente la capa de medio 230 y el tubo interior 210 de desgaste mecánico. Tal tubo exterior 220 de pieza individual 220 está, por ejemplo, libre de soldadura. Además o de manera alternativa, tal tubo exterior de pieza individual está desprovisto, por ejemplo, de taladros. Además, el tubo exterior 220 puede proteger la capa de aislamiento 230 y la capa interior 210 sobre al menos toda la longitud del conducto de flujo 115 para gases. Por consiguiente, la segunda sección 240 del conducto comprende de manera ventajosa un tubo exterior 220 de pieza individual que se extiende sobre toda su longitud. Todavía de manera más ventajosa, tal segunda sección se extiende sobre toda la longitud de la primera sección 202.

En tercer lugar, debido a que la temperatura de la superficie del tubo exterior 220 es alta, como se ha descrito anteriormente, no se condensarán sustancias corrosivas, tales como sales, sobre su superficie. Lo mismo se aplica también al área aislada 250. Las sales se condensan desde los gases de la combustión sobre los servicios de recuperación de calor cuando las presiones parciales del vapor en el gas de la combustión exceden la presión del vapor saturado. La presión del vapor saturado, a su vez, depende en una medida significativa de la temperatura. En

un proceso de combustión, las sales en fase de vapor se forman en gases de la combustión en tales cantidades que tiene lugar la condensación, típicamente por ejemplo cuando la temperatura de la superficie de recuperación de calor es inferior a 500°C, inferior a 550°C o inferior a 600°C. De una manera correspondiente, la condensación no tiene lugar si la temperatura de la superficie de recuperación de calor es más alta. De manera ventajosa, durante el funcionamiento, la temperatura de la superficie exterior del tubo exterior 220 en el tubo intercambiador de calor 200 es al menos 550°C, al menos 600°C, o al menos 650°C, tal como aproximadamente 670°C o mayor. En un uso del dispositivo térmico,

- se permite que el medio de transferencia de calor fluya en dicho tubo interior de tal manera que
- la temperatura de la superficie exterior del tubo exterior es mayor que 600°C. Además, de manera ventajosa se utiliza vapor como el medio de transferencia de calor.

Como para otras áreas no-aisladas 270 en la proximidad de las superficies de recuperación de calor, hay que indicar que a temperaturas más bajas, se reduce el problema de la corrosión por las razones descritas anteriormente.

En cuarto lugar, la estructura hace posible utilizar combustibles que tienen un contenido alto de metales pesados o cloro que lo habitual. Como se ha presentado anteriormente, la temperatura de la superficie exterior del tubo exterior 220 se eleva alta debido a la capa de aislamiento 230. Por lo tanto, se previene la condensación de metales pesados y/o de cloruros (por ejemplo, NaCl, KCl) sobre la superficie exterior del tubo exterior 220 o al menos se reduce hasta una extensión muy significativa. Por consiguiente, la caldera 100 se puede utilizar incluso durante tiempos largos sin mantenimiento, incluso si el contenido de metales pesados y/o de cloruros en los gases de la combustión fueran más altos que en los gases de la combustión de calderas de la técnica anterior. Además, esto permite la aplicación de dichos combustibles en la caldera.

En quinto lugar, aunque la estructura de capas presentada del tubo intercambiador de calor 200 incrementa la masa del tubo intercambiador de calor 200, la estructura presentada soportará la masa del tubo intercambiador de calor 200, debido a que la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende en el conducto de flujo 115 para gases de la combustión aproximadamente en la misma dirección sobre toda su longitud, y no tiene curvaturas bruscas, como se ha descrito anteriormente con más detalle. Si la segunda sección 240 del tubo se retuerce en el conducto de flujo 115 para gases de la combustión, la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor sometería sus estructuras de soporte a un par de torsión relativamente alto, o el conducto de flujo 115 debería estar equipado con estructuras de soporte separadas. Debido a este soporte, la longitud de la segunda sección 240 es de manera ventajosa relativamente corta, al menos cuando la segunda sección es horizontal, como se presentará más adelante.

De manera ventajosa, los conductos 210, 220 tienen una sección transversal circular, Los tubos de este tipo sin técnicamente fáciles de fabricar y, además, son más resistentes a presión que los tubos de otras formas.

El diámetro interior del tubo interior 210 puede ser, por ejemplo, de 30 a 60 mm, tal como de 40 a 50 mm, de manera ventajosa aproximadamente 45 mm, tal como 42 a 46 mm. El espesor de la cáscara del tubo interior puede ser, por ejemplo, de 4,5 a 7,1 mm. El espesor de la cáscara se refiere al espesor de la pared del conducto, es decir, la mitad de la diferencia entre el diámetro exterior y el diámetro interior. El tubo interior 210 puede comprender, por ejemplo, acero. El diámetro interior 210 puede comprender, por ejemplo, acero ferrítico o austenítico. De manera ventajosa, el tubo interior 210 comprende acero austenítico.

El espesor de la capa de medio 230 tiene de manera ventajosa de 0,5 a 4 mm, tal como de 1 a 2 mm. La capa de medio puede comprender medio sólido, líquido o gaseoso. La capa de medio puede comprender al menos uno de los siguientes: gas (tal como gas de la combustión, aire, gas de síntesis, vapor de pirólisis, masilla y el espesor de la capa de masilla es de 1 a 2 mm. La masilla se puede seleccionar, por ejemplo, para que la masilla sea resistente (sin combustión y/o fundición) a temperaturas más altas que al menos 700°C, pero posiblemente no más altas que 1000°C.

El diámetro interior del tubo exterior 220 está dimensionado de acuerdo con el diámetro exterior del tubo interior 210 y el espesor de la capa de medio 230. Debido a que la capa de medio 230 puede comprender gas, el incremento del diámetro interior del tubo exterior 220 incrementará el espesor de la capa de aislamiento 230 si el diámetro exterior del tubo interior 210 no se incrementa de una manera correspondiente. El diámetro interior del tubo exterior 220 puede ser, por ejemplo, de 35 a 70 mm. El espesor de la cáscara del tubo exterior 220 puede ser, por ejemplo, de 4,5 a 7,1 mm. El tubo exterior 220 puede comprender, por ejemplo, acero. El tubo exterior 220 puede comprender, por ejemplo, acero ferrítico o austenítico. De manera ventajosa, el tubo exterior 220 comprende acero austenítico.

Típicamente, en un dispositivo térmico, tal como una caldera, la temperatura depende de la localización y, en particular, de la altura en vista desde el horno 110. En las figuras 1 a 1c y en la figura 2,

- dicha primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está horizontal, o la dirección longitudinal de

dicha primera sección forma un ángulo inferior a 30 grados en cada uno de sus puntos en el plano horizontal. El ángulo puede ser también, por ejemplo, inferior a 20 grados. Inferior a 10 grados o inferior a 5 grados. El término "horizontal" se refiere a una línea en el plano horizontal o un tubo horizontal. El término "cada punto" especifica que la dirección longitudinal del tubo depende del punto de visión, si el tubo no es recto.

Esto proporciona la ventaja de que todo el tubo exterior 220 de la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor estará sustancialmente a la misma temperatura. Por el emplazamiento de la segunda sección 240 en la dirección de la altura es posible asegurarse de que todo el tubo exterior está a la misma temperatura suficientemente alta con vistas a la condensación de sustancias corrosivas. Cuando toda la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor 200 está colocado sustancialmente a la misma temperatura, es considerablemente más fácil, por una parte, dimensionar la estructura para permitir la producción de medio de transferencia de calor caliente y, por otra parte, no exceder o quedarse por debajo de las temperaturas de funcionamiento de los materiales incluso localmente, que en una situación en la que los tubos intercambiadores de calor se extiende, por ejemplo, verticalmente (figuras 1d y 1e) o en otra dirección (figura 1f). Debería mencionarse que incluso si la segunda sección 240 (o las segundas secciones 240, 240b) estuvieran horizontales, la sección del tubo 200 que está fuera del conducto de flujo 115 se puede extender en otra dirección, tal como la dirección vertical, como se muestra en la figura 2.

En una forma de realización ventajosa, la longitud de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 es, por ejemplo, más corta que 6, en la que la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 es auto-portante también en la dirección horizontal. Auto-portante se refiere a una estructura que está soportada sólo en sus extremos. Por lo tanto, no se necesitarán estructuras de soporte separadas para la primera sección 202 del tubo en el conducto de flujo 115 para gases de la combustión. El tubo intercambiador de calor 200, particularmente el tubo interior 210, está soportado en la primera y segunda áreas (122, 124), desde las que el tubo interior es conducido a través de la pared o paredes. La longitud de la primera sección 202 es de manera ventajosa no mayor que 5 m y de manera más ventajosa no mayor que 4,5 m. Para conseguir una capacidad de transferencia de calor suficiente, la longitud de la primera sección 240 es de manera ventajosa al menos 1 m, tal como al menos 2 m, y de manera ventajosa al menos 3 m. La longitud de la primera sección 240 puede ser, por ejemplo, 4 m. Lo que se ha dicho aquí sobre la longitud de la primera sección 202 se aplica también a la longitud de la segunda sección 240.

Además, en la estructura auto-portante, no es necesario soportar el tubo intercambiador de calor 200 o sus secciones en el conducto de flujo 115 para gases de la combustión. En una forma de realización, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor se extiende libremente en el conducto de flujo 115. Por lo tanto, la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor no está soportada en el resto de la estructura, tal como la pared (112, 114) del dispositivo térmico 100, la parte superior del dispositivo térmico 100, otro tubo intercambiador de calor 200, otra primera sección 202b del mismo tubo intercambiador de calor 200, u otra segunda sección 240b del mismo tubo intercambiador de calor 200. Tal estructura que se extiende libremente es técnicamente más fácil de fabricar que una estructura soportada. Además, la estructura que se extiende libremente no implica estructuras de soporte que conducirían calor hasta el tubo intercambiador de calor. Además, la presencia de estructuras de soporte haría más difícil diseñar la temperatura de funcionamiento adecuada y mantener el dispositivo térmico.

Con la solución presentada, es posible elevar la temperatura exterior del tubo exterior 220 del tubo intercambiador de calor 200 tan alta que no se condensen sustancias corrosivas sobre su superficie, tales como metales pesados y/o sales alcalinas, particularmente cloruro de sodio (NaCl) o cloruro de potasio (KCl). Durante el funcionamiento, la temperatura de la superficie exterior del tubo 200 es de manera ventajosa alta, como se ha descrito más arriba. De una manera correspondiente, durante el funcionamiento, la temperatura del medio de transferencia de calor, tal como vapor, que fluye dentro del tubo interior 210 está, por ejemplo, al menos a 500°C, tal como al menos 530°C, y de manera ventajosa al menos 540°C. En un uso del dispositivo térmico

- se permite que el medio de transferencia de calor fluya en dicho tubo interior 210,
- se utiliza vapor como el medio de transferencia de calor, y
- la temperatura del medio de transferencia de calor que fluye en el tubo interior 210 es al menos 500°C, con preferencia al menos 530°C.

En tal uso, la temperatura del tubo interior 210 está, por ejemplo, entre 500°C y 700°C y de manera ventajosa entre 500°C y 600°C.

Para conseguir estos valores, se han presentado anteriormente algunas mediciones. Por ejemplo, en una forma de realización del dispositivo térmico 100, el tubo intercambiador de calor de acuerdo con la invención está colocado con respecto a los otros tubos intercambiadores de calor y direcciones de flujo de tal forma que se cumplen dichos valores de la temperatura. En algunas formas de realización, dicha primera sección del tubo intercambiador de calor está colocada en una zona de temperatura deseada en el dispositivo térmico 100, seleccionando una posición de altura deseada para dicha primera sección 202 del tubo en el dispositivo térmico 100, tal como una caldera.

La figura 2 muestra una manera ventajosa de seleccionar dicha posición de altura deseada y de colocar la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor. En esta forma de realización,

- 5 - el dispositivo térmico 100 comprende otros varios tubos de transferencia de calor, tales como super-calentadores 154 y 156, dentro de las paredes del conducto de flujo 115 para gases para recuperar calor,
- dicho tubo intercambiador de calor 200 y dichos otros tubos de transferencia de calor (154, 156) constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor, y
- 10 - dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende, como su último elemento de transferencia de calor colocado en el conducto de flujo 115 para gases en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, una primera sección 202b de dicho tubo de transferencia de calor 200. Debido a las diferentes primeras secciones que se pueden designar como deseadas, se puede decir que tal primera sección es la primera sección 202 (no mostrada en la figura).

15 Por ejemplo en la figura 2, el conducto de flujo para medio de transferencia de calor comprende super-calentadores 154 y 156 así como un tubo de transferencia de calor 200, por ejemplo sus segundas secciones 240 y 240b. En la figura 2, las segundas secciones 240 y 240b. En la figura 2, las segundas secciones 240 son también las primeras secciones 202; el aislador (255, 257) adyacentes a la pared no se muestran. Por lo tanto, una primera sección (sección 202b en la figura) del tubo intercambiador de calor es exactamente el último elemento de transferencia de calor, en dicha circulación, colocada en el conducto de flujo 115 para gases. Desde tal primera sección 202b, que en la figura 2 comprende la segunda segunda sección 240b, el medio de transferencia de calor es conducido a través de la circulación de retorno 420, por ejemplo, a la producción de energía. Después de dicha primera sección 202, el medio de transferencia de calor caliente no es conducido hasta un elemento de transferencia de calor (tal como un tubo de transferencia de calor o el tubo de transferencia de calor) en el conducto de flujo para gases.

Otra posición de altura ventajosa se realiza también en la forma de realización de la figura 1d. En esta forma de realización,

- 30 - el dispositivo térmico 100 comprende otros varios tubos de transferencia de calor 152, 156 dentro de las paredes del conducto de flujo 115 para gases, para recibir calor,
- dicho tubo intercambiador de calor 200 y dichos otros tubos de transferencia de calor 152m 156 constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor, y
- 35 - dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor colocada en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor (tal como el tubo 152 en la figura 1d) colocado curso abajo en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y
- 40 - dicha última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor (tubos 152 en la figura 1d) colocados curso abajo en el conducto de flujo para gases en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor.

45 Por ejemplo, el conducto de flujo para medio de transferencia de calor mostrado en la figura 1d comprende super-calentadores 152 y 156 así como un tubo intercambiador de calor 200, por ejemplo sus segundas secciones 240 y 240b. En la figura 1d, la primera sección 202 comprende las segundas secciones 240 y 240b. Por lo tanto, la primera sección 202 mostrada en la figura 1d es, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, la última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor colocada en el conducto de flujo para gases. Además, el conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende un tubo de transferencia de calor 152 colocado curso abajo de dicha sección 202 en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor en el conducto de flujo de gases. En la figura 1d, la última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor, es decir, la primera sección 202, está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye fuera del tubo exterior 220, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor 152 en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor. La dirección de flujo de los gases se ilustra con flechas 175. Evidentemente, el tubo 152 está colocado curso abajo del tubo 200 en la dirección de flujo de los gases.

En tal uso, el tubo de transferencia de calor no-aislado curso abajo de la última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor en dicha circulación de medio se puede colocar, en el conducto de flujo para gases, en un área, cuya temperatura es, por ejemplo, inferior a 500°C. Además, cuando la temperatura del medio caliente en dicha última primera sección 202 del tubo intercambiador de calor es de manera ventajosa al menos 500°C, no tiene lugar ninguna condensación sobre la superficie del tubo o-aislado. En un uso

- el medio de transferencia de calor se calienta hasta una primera temperatura en dicha primera sección 202



del tubo intercambiador de calor colocado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección del medio de transferencia de calor,

- al menos dicho tubo de transferencia de calor 152 curso abajo en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor está dispuesto en un área en la que prevalece una segunda temperatura en el conducto de flujo para gases, y
- la segunda temperatura no es mayor que la primera temperatura.

Por lo tanto, el tubo intercambiador de calor 200 con una estructura de capas, en particular la primera sección 202, 202b del tubo intercambiador de calor colocado el último en el conducto de flujo para gases, está dispuesto en un lugar más caliente que los otros tubos de transferencia de calor. En la primera sección 202, 202b del tubo intercambiador de calor colocado el último en el conducto de flujo de gases, el medio de transferencia de calor caliente está, en tal solución, típicamente tan caliente que no tendrá lugar ninguna condensación significativa de sustancias corrosivas sobre la superficie de los tubos de transferencia de calor curso abajo. Si el elemento de transferencia de calor colocado el último en el conducto de flujo 115 para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, es una estructura del tipo descrito anteriormente, la estructura no comprende tubos de transferencia de calor sobre los que se condensen sustancias corrosivas curso abajo.

De manera ventajosa, el tubo intercambiador de calor 200 está dispuesto cerca del punto de formación de calor. Por ejemplo en una caldera, la distancia entre la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 con una estructura de capas, más cerca de la rejilla 102 (en la dirección de flujo de gases de la combustión), y la rejilla 102 puede ser, por una parte, al menos 5 m o al menos 10 m para asegurar un horno 110 suficientemente grande. Por otra parte, la distancia entre una primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 con una estructura de capas y la rejilla 102 puede no ser mayor, por ejemplo, de 50 m, no mayor de 40 m, o no mayor de 35 m, para asegurar el caldeo del entorno del tubo intercambiador de calor 200 durante el funcionamiento. De una manera correspondiente, la altura de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 en el dispositivo térmico 100 por encima de la superficie de la tierra puede ser, por ejemplo, no mayor de 50 m, no mayor de 40 m, o no mayor de 35. De una manera correspondiente, la altura de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor 200 en el dispositivo térmico 100 por encima de la superficie de la tierra puede ser, por ejemplo, al menos 5 m o al menos 10 m.

Con referencia a la figura 2, el dispositivo térmico de acuerdo con una forma de realización comprende

- medios 300 para alimentar un agente auxiliar, para alimentar un agente auxiliar para el proceso, tal como un agente auxiliar para el proceso de combustión, por ejemplo al horno o al área del proceso,
- una parte de cuyos medios 300 para alimentar un agente auxiliar está colocada en el conducto de flujo 115 para gases, y
- dicha parte de los medios 300 para alimentar un agente auxiliar está colocada curso debajo de la primera sección 202 u otra primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor 200 en la dirección de flujo de gases.

Esto proporciona la ventaja de que el agente auxiliar es suministrado sólo a los gases de la combustión refrigerados por el tubo intercambiador de calor 200, de manera que se mejora el efecto de los agentes auxiliares.

El agente auxiliar es con preferencia líquido, por ejemplo una solución acuosa de un agente de reacción. Los medios 300 comprenden un tubo o similar para alimentar el agente auxiliar líquido al conducto de flujo 115 para gases, y una o más toberas 310. De manera ventajosa, los medios de alimentación 300 se extienden a través del conducto de flujo 115 sobre toda su longitud en una dirección, en el que se puede suministrar agente auxiliar sustancialmente sobre todo el área del conducto de flujo en la dirección de su sección transversal.

El agente auxiliar comprende al menos uno de los siguientes: amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), ion de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), sulfato de hidrógeno de amonio ( $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), y azufre (S), así como soluciones acuosas de éstos. De manera ventajosa, el agente auxiliar comprende amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o iones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). Un modo de funcionamiento de la caldera 100 consiste en utilizar dichos medios para alimentar agente auxiliar para alimentar a la caldera un agente auxiliar que comprende amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o iones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ). En un uso del dispositivo térmico,

- dichos medios para alimentar un agente auxiliar se utilizan para suministrar un agente auxiliar al dispositivo térmico,
- comprendiendo el agente auxiliar al menos uno de los siguientes: amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o ion de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), ( $\text{FeSO}_4$ ), ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), ( $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ ), ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), y azufre (S), así como soluciones acuosas de éstos. En una forma de realización ventajosa, el agente auxiliar comprende amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) o ion de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ).

Además, con referencia a la figura 2, una forma de realización comprende

- 5 - un primer intercambiador de calor, que comprende dicho tubo intercambiador de calor 200 y otros varios tubos intercambiadores de calor 200 que comprenden algún tubo interior 210, al menos otro tubo exterior 220 y una capa de medio 230 que permanece entre el tubo exterior y una sección de un tubo interior,
- un segundo intercambiador de calor que comprende varios tubos de transferencia de calor,
- estando dispuesto el primer intercambiador de calor curso arriba de dicho segundo intercambiador de calor en la dirección de flujo de los gases,
- 10 - estando espaciado el segundo intercambiador de calor desde el primer intercambiador de calor, en el que se deja un espacio 350 entre el segundo intercambiador de calor y el primer intercambiador de calor,
- estando colocada parte de los medios 300 para alimentar un agente auxiliar en el conducto de flujo 115 para gases, y
- estando dispuesta parte de los medios 300 para alimentar un agente auxiliar en dicho espacio 350.

15 Por ejemplo, el segundo intercambiador de calor se puede disponer en la parte superior del área de proceso 110 del dispositivo térmico 100, como se muestra en la figura 2. El segundo intercambiador de calor puede ser, por ejemplo, un conjunto convencional de tubos que comprende varios tubos de transferencia de calor. En una forma de realización mostrada en la figura 2, el segundo intercambiador de calor es un super-calentador secundario 154.

20 Evidentemente, una parte de los tubos de los medios para alimentar un agente auxiliar están colocados fuera de la caldera. Además, es evidente que se pueden colocar otros medios para alimentar un agente auxiliar en otras partes de la caldera.

Con referencia a la figura 2, una forma de realización de la caldera 100 comprende

- 25 - una primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor, es decir, la primera primera sección 202 del tubo intercambiador de calor,
- dicho tubo intercambiador de calor comprende una segunda primera sección 202b que se extiende desde una pared (la segunda pared 114, figura 2) hasta la misma u otra pared (la primera pared 112, figura 2) en el conducto de flujo para gases,
- 30 - la segunda sección 202b o el tubo interior de dicha segunda primera sección 202b está aislada sobre toda su longitud desde el tubo de flujo para gases por medio de un segundo tubo exterior y/o un aislador, y
- dicho tubo interior 210 conecta dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor a dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor fuera de dicho conducto de flujo para gases. De esta manera es fácil guiar el tubo interior 210 de retorno al conducto 115, y no se requiere necesariamente un área aislada 150 separada, aunque las primeras secciones se extiendan rectas en el conducto de flujo 115.

40 También es posible que la segunda primera sección 202b esté sólo aislada sobre casi toda su longitud desde el conducto de flujo 115, como se ha presentado anteriormente (ver alternativas A, A1, A2, y B anteriores). La segunda primera sección comprende al menos un tubo interior que está aislado, de la manera descrita anteriormente, al menos en la mayor parte, del conducto de flujo 115 para gases. Además, la segunda primera sección puede comprender de manera ventajosa una segunda segunda sección, en la que un tubo exterior encierra el tubo interior de la segunda primera sección.

45 En la figura 2, la primera primera sección 202 se extiende desde la primera área 122 de la pared del dispositivo hasta dicha segunda área 124 de la pared del dispositivo en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y la segunda primera sección 202b se extiende desde dicha segunda área 124 de la pared del dispositivo hasta dicha primera área 122 de la pared del dispositivo en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor.

50 Como se ha descrito anteriormente, la primera primera sección 202 comprende la primera segunda sección 240. De manera ventajosa, la segunda primera sección 202b comprende también una segunda segunda sección 240b. Además, sería posible que cualquiera de las primeras secciones 202, 202b comprenda varias segundas secciones, como se muestra en la figura 1c. De manera ventajosa, las secciones 240, 240b se extienden rectas en el conducto de gases de la combustión 115. En una forma de realización,

- 60 - dicha primera segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende recta en el conducto de flujo para gases, en la que dicha primera segunda sección 240 se extiende en una dirección longitudinal  $S_x$  paralela con la dirección de flujo del medio que fluye en el primer tubo,
- el tubo intercambiador de calor comprende una segunda segunda sección 240b que se extiende recta en el conducto de flujo para gases, en el que dicha segunda segunda sección 240b se extiende en una dirección longitudinal  $-S_x$  paralela con la dirección del flujo del medio que fluye en el segundo tubo,
- la segunda dirección longitudinal  $-S_x$  está opuesta a la primera dirección longitudinal  $S_x$ , y dicho primer tubo 210 conecta dicha primera primera sección 202 del tubo intercambiador de calor a dicha segunda

primera sección 202b del tubo intercambiador de calor fuera de dicho conducto de flujo 115 para gases.

De manera ventajosa, sólo el tubo interior 210 conecta dicha primera sección 202 del tubo intercambiador de calor a dicha segunda primera sección 202b del tubo intercambiador de calor fuera de dicho conducto de flujo 115 para gases, debido a que de esta manera se simplificará la estructura. Naturalmente, es posible que también el tubo exterior 220 se extienda fuera del conducto de flujo 115. Esta solución tiene la ventaja de que de esta manera el tubo intercambiador de calor 200 o un intercambiador de calor correspondiente se puede conectar a la circulación de agua del dispositivo 100, de tal manera que las circulaciones de alimentación y de retorno están en el mismo lado de la caldera, en las figuras 2 y 5b en el lado izquierdo. El mismo efecto se puede conseguir también utilizando un tubo aislado y curvado como se muestra en las figuras 1d y 1e. En estas formas de realización, el dispositivo térmico comprende

- una circulación de alimentación 410 de medio de transferencia de calor, para alimentar medio de transferencia de calor hasta el tubo intercambiador de calor 200, y
- una circulación de retorno 420 de medio de transferencia de calor, para retornar medio de transferencia de calor desde el tubo intercambiador de calor 200, y
- el tubo intercambiador de calor 200 está conectado a la circulación de alimentación 410 y a la circulación de retorno 420 en el mismo lado de la primera pared 112 de la caldera.

De manera ventajosa, el tubo intercambiador de calor 200 se utiliza como el último super-calentador de la caldera 100. De esta manera, la caldera comprende

- medios para transportar medio de transferencia de calor desde un super-calentador terciario 156 hasta dicho tubo intercambiador de calor 200. En esta etapa, el vapor supercalentado actúa típicamente como el medio de transferencia de calor.

Si el dispositivo térmico 100 comprende dos o más primeras secciones 202 aisladas del tipo descrito anteriormente, de tal manera que al menos dos secciones (202, 202b) del tubo intercambiador de calor están espaciadas en la dirección del flujo de gases, las secciones (202, 202b) están colocadas de manera ventajosa curso abajo en el conducto de flujo para gases; curso abajo con respecto al medio y a los gases. Para decirlo con más precisión, en tal dispositivo térmico,

- dicha segunda primera sección 202b del tubo intercambiador de calor está colocada curso abajo de dicha primera primera sección 202 del tubo intercambiador de calor en la dirección del flujo del medio que fluye en el tubo interior 210, y
- dicha segunda primera sección 202b del tubo intercambiador de calor está colocada curso debajo de dicha primera primera sección 202 del tubo intercambiador de calor en la dirección del flujo de gas que fluye hacia fuera del tubo intercambiador de calor.

Por ejemplo, en la figura 2, la segunda primera sección 202b está colocada por encima de la primera primera sección 202. Cuando calor supercalentado pasa desde el lado interior de la primera sección 202 hasta el lado exterior de la segunda primera sección 202b, al mismo tiempo fluyen gases hacia arriba, es decir, desde la superficie exterior de la primera primera sección 202 hacia la superficie exterior de la segunda primera sección 202b.

En tal disposición, ambas secciones 202 y 202b son calentadas de manera más uniforme relativamente entre sí que en una disposición en la que las secciones 202, 202b estuvieran colocadas curso arriba con respecto a dichos flujos. Dicho calentamiento más uniforme reducirá las tensiones térmicas causadas y mejorará la durabilidad.

Con preferencia, el super-calentador terciario 156 está dirigido también hacia abajo, como se muestra en la figura 2. La dirección del flujo del medio de transferencia de calor que fluye desde el super-calentador terciario 156 se ilustra con una flecha 405. El vapor super-calentado desde la circulación de retorno del super-calentador terciario 156 es transportado, además, hasta la circulación de alimentación 410 del tubo intercambiador de calor 200 con una estructura de capas.

Durante el funcionamiento del dispositivo térmico, el medio de transferencia de calor y el gas de la combustión fluyen de la manera descrita anteriormente. En otros instantes, el medio de transferencia de calor y el gas de la combustión en la caldera 100 están dispuestos para fluir de la manera descrita anteriormente. La dirección del flujo desde el dispositivo térmico es evidente para un técnico en la materia. El medio de transferencia de calor fluye desde la entrada hasta el uso, tal como para la producción de potencias o para el uso de calor. Los gases fluyen desde el área de proceso hasta el uso, tal como para recuperar o descargar calor.

En la forma de realización mostrada en la figura 2

- la pared del dispositivo térmico, tal como una caldera, comprende un saliente 180, y

- dicha primera sección 202 del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho saliente 180.

En la figura 2, el saliente 180 comprende la segunda área 124 de la pared de dicho dispositivo. Las áreas y las paredes se pueden designar libremente, por lo que el saliente podría comprender de manera alternativa dicha primera área 122 de la pared de la caldera. Además, la primera pared 112 de la caldera puede comprender el saliente 180, u otra pared de la caldera puede comprender el saliente 180.

Cuando el saliente 180 comprende dicha primera 122 o segunda 124 áreas de la pared del dispositivo, se corta la extensión de la primera sección 202 (o 202b) del tubo intercambiador de calor 200, debido a que el saliente 180 se extiende desde la pared de la caldera hacia el conducto de flujo 115 para gases. De esta manera, el saliente forma una proyección en la pared, que se extiende dentro del conducto de flujo para gases. El saliente estrecha el conducto de flujo para gases. La extensión más corta estabiliza la estructura de los tubos intercambiadores de calor 200. Anteriormente se han presentado longitudes ventajosas para la primera sección 202 y la segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor 200, correspondiendo la longitud a dicha extensión.

La figura 3a muestra una manera de conectar el tubo intercambiador de calor 200 a la primera pared 112 del dispositivo térmico 100 en la primera área 122 de la pared. Se puede prever una conexión correspondiente en la segunda área 124 de la pared. La figura 3a muestra la primera área 122 de la pared, y su proximidad, en una vista lateral.

La pared 112 de la caldera mostrada en la figura 3a comprende tubos de transferencia de calor 122 para recuperar calor. En la primera área 510, los tubos interiores 210a a 210f son introducidos a través de la pared y dispuestos, sobre el lado del conducto de flujo para gases, dentro de los tubos exteriores 220a,a a 220a,f y 220b,a a 220b,f de la manera descrita anteriormente. Por lo tanto, los tubos exteriores pertenecen a las primeras segundas secciones 240a,x y a las segundas segundas secciones 240b,x donde x es a, b, c, d, e o f. De una manera correspondiente, el tubo interior 210x está dividido en una primera primera sección 202a,x y una segunda primera sección 202b,x. Al menos parte de las primeras secciones 202a,x y 202b,x están encerradas por un tubo exterior 220a,x y 220b,x, respectivamente, de la manera descrita anteriormente. Debido a que los tubos exteriores están conectados a las áreas 122, 124 y la temperatura de dichas áreas es inferior a la temperatura en el conducto de flujo 115, la temperatura de los tubos exteriores 220 se incrementará cuando se muevan desde la proximidad del área 122, 124 hasta las partes centrales del conducto de flujo. Esto dará como resultado un gradiente de temperatura en el tubo exterior, y dicho gradiente de temperatura puede perjudicar la vida de servicio del tubo exterior 220.

En la forma de realización mostrada en las figuras 3a y 3b

- la primera 122 o segunda 124 áreas de la pared del dispositivo térmico 100 comprende una carcasa 450,
- cuya carcasa 450 se proyecta desde la pared del dispositivo térmico, por ejemplo desde la primera 112 o segunda 114 pared, hacia fuera de dicho conducto de flujo 115 para gases, comprendiendo la carcasa 450 un taladro pasante para conducir dicho tubo interior 210, 210a a 210e hacia fuera del área de reacción 110 del dispositivo térmico 110, tal como desde un horno 110 de una caldera o desde el conducto de flujo 115 para gases, y
  - estando provista la superficie interior de la carcasa 450 con dicho tubo exterior 220, 220a a 220e para proteger el tubo interior 210 del tubo intercambiador de calor 200 y opcionalmente la capa de medio 230,
  - extendiéndose el aislador 255, 257 adyacente a la pared desde la superficie interior de la carcasa 450 hasta el área de reacción 110 del dispositivo térmico o hasta el conducto de flujo 115 para gases; y
  - extendiéndose dicha área no-aislada 470 de la primera sección 202 (ver la figura 1i) desde la superficie interior de la carcasa 450 hasta el área de reacción 110 del dispositivo térmico o hasta el conducto de flujo 115 para gases.

De manera preferida, el tubo exterior 220 está fijado herméticamente a la superficie interior de la carcasa 450, de manera que los gases de la combustión del conducto de gas de la combustión 115 no pueden entrar en contacto con la capa de aislamiento 230 o el tubo interior 210. El tubo exterior puede estar soldado, por ejemplo, a la carcasa 450.

La carcasa 450 se puede aplicar también en las formas de realización mostradas en las figuras 1b y 1c. Por lo tanto,

- el aislador 255 adyacente a la pared se extiende desde la superficie interior de la carcasa 450 hasta el conducto de flujo 115 para gases, para proteger el tubo interior del tubo intercambiador de calor.

Además, como se muestra en las figuras 1i y 3b, es posible que el área no-aislada 270 del tubo interior 210 esté colocada en la carcasa 450.

Cuando la carcasa 450 se proyecta desde la pared de la caldera de la manera descrita anteriormente, el flujo de

gases en la carcasa 450 es muy lento comparado con el flujo en el conducto de flujo 115 para gases. Por lo tanto, tiene lugar muy poca condensación de corrosión en la carcasa. En primer lugar, debido a que el flujo es muy lento, se reduce la cantidad de gas desde a partir de la cual puede tener lugar condensación. En segundo lugar, debido a que se recupera calor desde los gases en la carcasa también, el gas en la carcasa se enfriará hasta una temperatura más baja que el gas que fluye en el conducto de flujo 115. En tales rangos más fríos, la corrosión es lenta, como se ha descrito anteriormente.

Además, la temperatura en la carcasa 450 se incrementa desde el área del borde hacia el conducto de flujo 115. En la forma de realización con la carcasa, la temperatura del tubo exterior 220 se incrementa sobre una longitud de recorrido claramente mayor que en una situación en la que no existe tal carcasa en proyección. La longitud mayor de recorrido, a su vez, significa un gradiente de temperatura más bajo, que incrementa la vida de servicio comparado con una forma de realización sin dicha carcasa. Para reducir la corrosión y para reducir suficientemente el gradiente de temperatura, la profundidad L de la carcasa (figura 3b) puede ser, por ejemplo, al menos 10 cm, de manera más ventajosa al menos 15 cm o al menos 20 cm.

La figura 3b muestra una vista de principio de la situación de la figura 3a vista desde arriba. En la figura 3b, se deja una distancia d entre la superficie interior de dicha carcasa 450 y la superficie exterior de dicho tubo exterior 220, donde dicho tubo exterior 220 (y, por lo tanto, también el tubo interior 210) está aislado térmicamente de la pared de la caldera. La distancia d puede ser, por ejemplo, al menos 1 mm, al menos 5 mm, o al menos 10 mm. Como se ha presentado anteriormente, el tubo interior 210 en la carcasa puede estar aislado, en algunas formas de realización, por medio de un aislador 255, 257 adyacente a la pared (figuras 1b, 1c). En esta forma de realización, se deja de manera ventajosa una distancia d entre la superficie interior de la carcasa 450 y la superficie exterior de dicho aislador 255, 257, donde dicho aislador está, por lo tanto, aislado térmicamente de la carcasa. También en este caso, la distancia d puede ser, por ejemplo, al menos 1 mm, al menos 5 mm, o al menos 10 mm. Además, en una forma de realización, en la que parte del tubo interior está no-aislado, se deja una distancia d entre la superficie interior de dicha carcasa 450 y el área no-aislada 470. Por lo tanto, el tubo interior 210 está aislado térmicamente de la pared del dispositivo térmico. Tal distancia aislará, además, térmicamente el tubo intercambiador de calor 200 de la pared (112, 114) de la caldera e incrementará la vida de servicio esperada, es decir, la vida de servicio probable, del tubo intercambiador de calor 200. Tal distancia aislará térmicamente el tubo intercambiador de calor 200 de la pared (112, 114) de la caldera, debido a que se deja de esta manera un medio aislante térmico entre el tubo intercambiador de calor 200 y la pared de la caldera (112, 114). Como se presentará más adelante, la distancia d no es necesariamente constante si, por ejemplo, la superficie interior de la carcasa 450 está curvada. La distancia d de refiere a la distancia más corta desde la superficie exterior del tubo exterior 220 o el aislador 260 hasta el segmento de línea formada cuando la carcasa 450 coincide con esa pared de la caldera, desde la que se proyecta la carcasa 450 (por ejemplo, la primera pared 112, ver las figuras 4a y 4b). Dicho en sentido más amplio, la distancia d es la distancia entre la superficie exterior de la pared 112 del dispositivo 100 en el extremo de la carcasa 450 sobre el lado del conducto de flujo 115.

De manera más ventajosa, al menos una de las paredes de la carcasa 450 no comprende el tubo intercambiador de calor 510, para mantener una temperatura alta de la carcasa. Esto reducirá todavía más la diferencia de temperatura. Por razones técnicas relacionadas con la construcción, un tubo de transferencia de calor 510', que en el diseño normal se extendería en la pared 112, se puede mover a un lado, fuera del camino para la carcasa 450 y los tubos intercambiadores de calor 200 (210, 220). De manera ventajosa, como se muestra en la figura 3b, se deja una distancia entre tal tubo de transferencia de calor 510' movido a un lado y la carcasa 450, para aislar térmicamente la carcasa también de dicho tubo de transferencia de calor. Esta distancia d2 (figura 3b) puede ser, por ejemplo, al menos 1 mm o al menos 2 mm, tal como al menos 5 mm.

La carcasa 450 presentada se puede aplicar también en conexión con tal tubo intercambiador de calor que no comprende el tubo exterior en absoluto, sino sólo la primera parte aislada al menos parcialmente. La carcasa 450 presentada se puede aplicar también en conexión con un tubo intercambiador de calor que no comprende un tubo exterior sustancialmente recto. Tal dispositivo térmico comprende

- al menos una primera pared que delimita el conducto de flujo para gases, y
- un tubo intercambiador de calor que comprende al menos un tubo interior, estando colocada al menos la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor en dicho conducto de flujo para gases y que se extiende, en dicho conducto de flujo de gases, desde dicha primera pared hasta dicha primera pared u otra pared que delimita el conducto de flujo para fases, de tal manera que

(A)

- el tubo interior 210 de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está aislado, en algunas partes, del conducto de flujo 115 para gases por medio de dicho tubo exterior 220 y/o un aislador 260, y
- el tubo interior 210 de la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo 115 para gases en una o más áreas no-aisladas 270 (figura 1i), de tal manera que

(A1)

- la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande de la primera sección 202 no excede de 15 cm; de manera ventajosa, la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande de la primera sección 202 no excede de 10 cm; siendo medida la longitud en la dirección longitudinal del tubo interior; o

5

(A2)

- la distancia desde todas las áreas no-aisladas 270 de la primera sección 202 hasta todas las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo (distintas al propio tubo intercambiador de calor 200) no es mayor que 15 cm, de manera ventajosa o mayor que 10 cm; o

10

(B)

- la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor, o el tubo interior de la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor están aislados, sobre toda su longitud, desde el conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o un aislador.

15 Además,

- la pared del dispositivo térmico comprende una carcasa,
- la carcasa se proyecta hacia fuera desde la pared del dispositivo térmico, vista desde el conducto de flujo para gases,
- la carcasa comprende un taladro pasante para conducir dicho tubo interior fuera del área de proceso del dispositivo térmico o desde el conducto de flujo para gases. Dicho tubo exterior puede estar conectado a la superficie interior de la carcasa. El aislador adyacente a la carcasa se puede extender desde la superficie interior de la carcasa hasta el conducto de flujo para gases, para proteger el tubo interior del tubo intercambiador de calor.

25

Las figuras 4a y 4b muestran algunas formas de realización de la carcasa 450 vista desde arriba. En las figuras, la pared 452 de la carcasa constituye una estructura flexible en la carcasa 450, dispuesta para recibir la expansión térmica del dispositivo térmico 100 y el tubo intercambiador de calor 200.

30 Por ejemplo, la figura 4a muestra una carcasa 450 en una vista de principio desde arriba. En la forma de realización de la figura 4a,

- al menos una pared 452 de dicha carcasa 450 forma al menos dos curvas 455, en la que
- dicha pared 452 de la carcasa 450 constituye una estructura flexible en la carcasa 450, dispuesta para recibir la expansión térmica del dispositivo térmico 100, tal como la caldera 100 y el tubo intercambiador de calor 200.

35

Además, la figura 4b muestra una forma de realización que recibe la expansión térmica de una manera más eficiente. En la forma de realización de la figura 4b,

40

- al menos una pared 452 de dicha carcasa 450 forma al menos un pliegue 460 que se desvía desde la línea de la pared de la carcasa 450, en la que
- dicho pliegue 460 constituye una estructura flexible en la carcasa 450, dispuesta para recibir la expansión térmica del dispositivo térmico, tal como la caldera 100 y el tubo intercambiador de calor 200. El pliegue 460 convierte la carcasa 450 en muelle, es decir, una estructura tubular que se acorta y se alarga cuando se presiona y se empuja, respectivamente. La longitud de tal carcasa 450 similar a un fuelle está dispuesta para cambiar por el efecto de tensiones térmicas.

45

La línea de la pared de la carcasa 450 se refiere a un plano que se ajusta mejor a la forma de la pared de la carcasa (con un pliegue). Cuando la pared de la carcasa comprende un pliegue 460, comprende al menos tres pliegues 455 (no mostrados con números de referencia en la figura 4b).

50

En la figura 4b, la carcasa 450 se proyecta (se desvía hacia fuera) desde la primera pared 112 del dispositivo térmico 100. Además, el pliegue 460 se proyecta desde la línea de la pared 452 de la carcasa 450, de tal manera que el pliegue 460 se extiende en paralelo con dicha primera pared 112. En lugar de proyectarse, el pliegue podría desviarse hacia dentro de la carcasa 450 desde la línea de la pared 452. Además, en el caso de al menos dos pliegues, el primer pliegue 460 se puede desviar (proyectarse) hacia fuera y el segundo hacia dentro. En la figura 4b, las dos paredes de la carcasa 450 presentadas comprenden dos pliegues 460.

55

60 Anteriormente, la recepción de la expansión térmica del dispositivo térmico 100 y el tubo intercambiador de calor 200 se refiere al hecho de que incluso si el tubo intercambiador de calor 200 y el dispositivo térmico 100 (tal como una caldera, por ejemplo una pared de caldera) se expanden hasta una extensión diferente debido a diferentes temperaturas de funcionamiento y/o diferentes coeficientes de expansión térmica del dispositivo térmico 100 y el tubo intercambiador de calor 200, no se forman tensiones térmicas significativas en la estructura debido a que la

estructura es flexible, es decir, que recibe la expansión térmica. En tal estructura, al menos parte de la pared 452 de la carcasa 450 está dispuesta para curvarse como resultado de tensiones térmicas. Cuando la pared 452 de la carcasa comprende una curvatura, como resultado de expansión térmica la curva de endereza o se curva todavía más, lo que requiere tensiones considerablemente menores que, por ejemplo, para la expansión o compresión de la pared recta de la carcasa 450 en la dirección de la pared de la carcasa.

La figura 5 muestra todavía otra forma de realización ventajosa en una caldera. La figura 5 muestra una vista lateral de un intercambiador de calor que comprende tubos intercambiadores de calor del tipo descrito anteriormente, y partes de los mismos. La parte IIIa de la figura 5 ha sido presentada anteriormente en conexión con la figura 3a. La forma de realización comprende varios tubos interiores 210a a 210f. Cada tubo interior comprende una primera sección y una segunda primera sección; por ejemplo, el tubo interior 210f comprende una primera primera sección 202a,f y una segunda primera sección 202b, f. Las primeras secciones 202a,f y 202b,f constan de las segundas secciones 240a,f y 240b,f (respectivamente) descritas; en otras palabras, las segundas secciones se extienden rectas y comprenden los tubos exteriores 220a,f y 220b,f, respectivamente.

El tubo intercambiador de calor (tal como el tubo 200) se extiende desde la primera pared 112 hasta la pared opuesta 114 de la caldera. En la figura 5, el tubo intercambiador de calor se extiende desde la primera pared 112 de la caldera hasta el saliente 180 de la pared opuesta 114, como se muestra en la figura 2. El intercambiador de calor mostrado en la figura 5 comprende varios tubos intercambiadores de calor 200 con una estructura de capas, mostrada en la figura 1b, que se extiende recta en el conducto de flujo 115 para gases y se curva hacia fuera del conducto de flujo 115, en este caso dentro del saliente 180 (ver las figuras 2 y 3a).

Una carcasa 450a está prevista en la primera área 122 para conducir tubos interiores 220, tal como el tubo interior 210f, desde el exterior del conducto de flujo 115 para gases de escala hasta el conducto de flujo 115. Además, sobre el lado del conducto de flujo 115, los tubos interiores están previstos dentro de los tubos exteriores 220, tales como los tubos exteriores 220a,f y 220b,f, como se han presentado anteriormente. De una manera correspondiente, una segunda carcasa 450b está prevista en la segunda área 124, para conducir el tubo interior 210 hacia fuera desde el lado del conducto de flujo 115 hasta el saliente 180. La segunda carcasa 450b comprende dos pliegues 460b para recibir la expansión térmica.

En la figura 5, varios tubos interiores 220 son conducidos a través de la misma carcasa. También es posible proporcionar una sola carcasa para cada taladro pasante para un tubo. Tal carcasa individual puede comprender, de la manera descrita anteriormente, al menos dos curvaturas 455, tal como un pliegue 460. Esta disposición proporciona la ventaja de que a una temperatura operativa irregular, cada tubo intercambiador de calor 200 se puede expandir de una manera diferente, debido a que cada carcasa individual recibirá la expansión térmica de cada sección de tubo individual 240, 240b.

La forma de realización de la figura 5 se puede implementar también en un dispositivo térmico más general. En general, el dispositivo térmico mostrado en las figuras 1 a 5 puede ser, por ejemplo, uno de los siguientes tipos:

- un reactor de pirólisis,
- un reactor de gasificación, o
- una caldera, tal como una caldera de lecho fluidizado, por ejemplo una caldera de lecho fluidizado de borboteo o una caldera de lecho fluidizado de circulación; con preferencia una caldera de lecho fluidizado de borboteo.

Además del dispositivo térmico, se ha presentado anteriormente un método para calentar un medio de transferencia de calor. El método comprende:

- producir gas calentado por un dispositivo térmico 100,
- transportar dicho gas en un conducto de flujo para gases 115,
- introducir el medio de transferencia de calor a un tubo intercambiador de calor 200, estando colocada al menos una primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor en el conducto de flujo 115 para gases y extendiéndose, en dicho conducto de flujo 115 para gases, desde la pared (112, 114) de dicho conducto de flujo hasta la misma (112, 114) u otra (114, 112) pared de dicho conducto de flujo 115, comprendiendo dicha primera sección 202 del tubo intercambiador de calor una segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor, que se extiende en dicho conducto de flujo 115 para gases, y
- recuperar calor en el medio de transferencia de calor por medio de dicho tubo intercambiador de calor 200

En el método, el tubo intercambiador de calor 200 utilizado para recuperar calor es tal que dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor 200 comprende:

- al menos una parte de un tubo interior 210 para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior, y para recuperar calor por el medio de transferencia de

- calor,
- un tubo exterior 220 que encierra radialmente dicha parte del tubo interior 210, y
  - una capa de medio 230 colocada entre dicho tubo exterior y dicha parte del tubo interior en la dirección radial, y
- 5 (A)
- el tubo interior 210 de la primera sección 202 del tubo intercambiador de calor está aislado, en algunas partes, del conducto de flujo 115 para gases por medio de dicho tubo exterior 220 y/o un aislador 260, y
  - el tubo interior 210 de la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo 115 para gases en una o más áreas no-aisladas 270 (figura 1i), de tal manera que
- 10 (A1)
- la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande no excede de 15 cm; de manera ventajosa, la longitud incluso del área no-aislada 270 más grande no excede de 10 cm; siendo medida la longitud en la dirección longitudinal del tubo interior; o
- 15 (A2)
- la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas 270 hasta las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo (distintas al propio tubo intercambiador de calor 200) no es mayor que 15 cm, de manera ventajosa o mayor que 10 cm; o
- 20 (B)
- la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor 200, o el tubo interior 210 de la primera sección 202 de dicho tubo intercambiador de calor 200 están aislados, sobre toda su longitud, desde el conducto de flujo 115 para gases por medio de dicho tubo exterior 240 y/o un aislador 260.
- 25 En el método, el dispositivo térmico comprende otros varios tubos de transferencia de calor dentro de las paredes del conducto de flujo para gases, para recuperar calor. Dicho tubo intercambiador de calor y dichos otros tubos de transferencia de calor constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor.
- 30 En el método,
- (C,i)
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera sección de dicho tubo intercambiador de calor cuando el elemento de transferencia de calor está emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, o
- 35 (C,ii)
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera sección del tubo intercambiador de calor emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor emplazado curso abajo en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y
  - dicha primera sección del último tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor emplazados curso abajo en el conducto de flujo de gas en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor.
- 40
- 45 En una forma de realización ventajosa del método, dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados.
- 50 En una forma de realización de la invención, dicha segunda sección 240 del tubo intercambiador de calor se curva al menos 90 grados.
- Las características del método con relación a las temperaturas se han presentado anteriormente en conexión con el uso del dispositivo. Las características del método con relación al suministro de agente auxiliar han sido presentadas anteriormente en conexión con el uso del dispositivo. Las características técnicas de las estructuras utilizadas en el método han sido presentadas anteriormente como características del dispositivo térmico.
- 55



**REIVINDICACIONES**

1.- Un dispositivo térmico que comprende:

- 5
- al menos una primera pared (112) que delimita un conducto de flujo (115) para gases y
  - un tubo intercambiador de calor (200) que comprende al menos un tubo interior (210), estando colocada al menos una primera sección (202a) de dicho tubo intercambiador de calor en dicho conducto de flujo para gases y que se extiende en dicho conducto de flujo para gases desde dicha primera pared hasta dicha primera pared o hasta una segunda pared (114) que delimita el conducto de flujo para gases en dicho

10

  - conducto de flujo para gases, y
  - el tubo intercambiador de calor comprende una segunda primera sección (202b) que se extiende en dicho conducto de flujo para gases desde una pared hasta la misma u otra pared, y
  - otros varios tubos de transferencia de calor en el interior de las paredes del conducto de flujo para gases, para recuperar calor, en cuyo dispositivo térmico:

15

  - dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor comprende una segunda sección (240) del tubo intercambiador de calor, que se extiende en dicho conducto de flujo para gases, en el que
  - dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor comprende
    - al menos una sección del tubo interior para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior y para recuperar calor por el medio de

20

    - transferencia de calor,
    - un tubo exterior (220) que incluye radialmente dicha sección del tubo interior, y
    - una capa de medio (230) emplazada entre dicho tubo exterior y dicha sección del tubo interior en la dirección radial, y
  - dicho tubo intercambiador de calor y dichos otros tubos de transferencia de calor constituyen un conducto

25

  - de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor, en cuyo dispositivo térmico
- (A,i)
- el tubo interior de la primera primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo para gases en una o más áreas (270) no-aisladas, de tal manera que

30

  - la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas de la primera primera sección hasta las otras superficies de recuperación de calor de los dispositivos térmicos no es mayor que 15 cm;
- (A,ii)
- dicha primera sección (202a) del tubo intercambiador de calor, o el tubo interior de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor, están aislados, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o un aislador, y

35
- (B,i)
- la segunda primera sección (202b) o su tubo interior no están aislados del conducto de flujo para gases en una o más áreas no-aisladas, de tal manera que
  - la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas de la segunda primera sección hasta las otras superficies de recuperación de calor de los dispositivos térmicos no es mayor que 15 cm; o

40
- (B,ii)
- la segunda primera sección (202b) o el tubo interior de dicha segunda primera sección están aislados, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de un segundo tubo exterior y/o un aislador

45
- caracterizado por que
- (C,i)
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera primera sección de dicho tubo intercambiador de calor cuando el elemento de transferencia de calor está emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, o

50
- (C,ii)
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera primera sección del tubo intercambiador de calor emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor emplazado curso abajo en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y

55

  - dicha primera primera sección del último tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor emplazados curso abajo en el conducto de flujo de gas en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y

60
- (D)
- dicho tubo interior conecta dicha primera primera sección (202a) del tubo intercambiador de calor a dicha segunda primera sección (202b) del tubo intercambiador de calor fuera de dicho conducto de flujo para

- gases,
- dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor está emplazada curso abajo de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor en la dirección de flujo del medio que fluye en el tubo interior, y
- 5       - dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor está emplazada curso abajo de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor en la dirección de flujo del medio que fluye fuera del intercambiador de calor.
- 2.- El dispositivo térmico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que
- 10       - dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se extiende en una línea recta o se curva menos de 90 grados; o
- dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se curva al menos 90 grados.
- 15       3.- El dispositivo térmico de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que
- dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicha primera pared del dispositivo hasta dicho conducto de flujo para gases; de manera ventajosa, dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor comprende dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor
- 20       4.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que
- dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor comprende una sección aislada térmicamente en dicho conducto de flujo para gases, en cuya sección aislada térmicamente
- 25       • el tubo interior no está encerrado por un tubo exterior, y en cuya sección aislada térmicamente el tubo interior está aislado térmicamente de los gases en el conducto de flujo por medio de un aislador térmico, o
- el tubo interior está encerrado por un tubo exterior, y en dicha sección aislada térmicamente el tubo exterior está aislado térmicamente de los gases en el conducto de flujo por medio de un aislador térmico.
- 30       5.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
- dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor está horizontal, o la parte longitudinal de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor forma, en cada punto, un ángulo inferior a 30 grados con respecto al plano horizontal.
- 35       6.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende:
- 40       - medios para alimentar un agente auxiliar (300) para alimentar un agente auxiliar al proceso,
- la parte de los medios para alimentar un agente auxiliar que está colocada en el conducto de flujo para gases, y
- 45       - la parte de los medios para alimentar un agente auxiliar que está dispuesta curso debajo de dicha o de una primera primera sección de dicho tubo intercambiador de calor en la dirección de flujo de los gases.
- 7.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que:
- la pared del dispositivo térmico comprende una carcasa,
  - la carcasa se proyecta hacia fuera desde la pared del dispositivo térmico, vista desde el conducto de flujo para gases,
  - la carcasa comprende un taladro pasante para transportar dicho tubo interior fuera del área de proceso del dispositivo térmico o fuera del conducto de flujo para los gases, y
  - (i) la superficie exterior de la carcasa está provista con dicho tubo exterior; (ii) un aislador adyacente a la
- 50       pared se extiende desde la superficie interior de la carcasa hasta el conducto de flujo para gases; o (iii) dicha zona no-aislada de la primera primera sección se extiende desde la superficie interior de la carcasa hasta el conducto de flujo para gases, para proteger el tubo interior del tubo intercambiador de calor.
- 55       8.- El dispositivo térmico de acuerdo con la reivindicación 7, en el que
- dicha pared de la carcasa constituye una estructura flexible en la carcasa, dispuesta para recibir la expansión térmica del dispositivo térmico y el tubo intercambiador de calor.
- 60       9.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que:

- la pared del dispositivo comprende un saliente que estrecha el conducto de flujo para gases, y
- dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor se extiende desde dicho saliente.

5 10.- El dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el dispositivo térmico es de uno de los tipos siguientes:

- un reactor de pirólisis,
- un reactor de gasificación, o
- 10 - una caldera, tal como una caldera de lecho fluidizado, por ejemplo una caldera de lecho fluidizado de borboteo o una caldera de lecho fluidizado de circulación; con preferencia una caldera de lecho fluidizado de borboteo.

15 11.- El uso de un dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que

- se permite que el medio de transferencia de calor fluya en dicho tubo interior.
- se utiliza vapor como el medio de transferencia de calor, y
- 20 - la temperatura del medio de transferencia de calor que fluye en el tubo interior es al menos 500°C, con preferencia al menos 530°C.

12.- El uso de un dispositivo térmico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que

- 25 - la temperatura de la superficie exterior del tubo exterior es mayor que 600°C.

13.- El uso de un dispositivo térmico de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por que

- 30 - dichos medios para alimentar un agente auxiliar de utilizan para suministrar un agente auxiliar al dispositivo térmico,
- comprendiendo el agente auxiliar al menos uno de los siguientes: amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), ion de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), sulfato férrico ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ), sulfato ferroso ( $\text{FeSO}_4$ ), sulfato de aluminio ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ), sulfato de hidrógeno de amonio ( $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ ), ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), y azufre (S), así como soluciones acuosas de éstos.

35 14.- Un método para calentar un medio de transferencia de calor, comprendiendo el método:

- producir gas calentado por un dispositivo térmico,
- transportar dicho gas en un conducto de flujo para gases (115),
- 40 - transportar medio de transferencia de calor en un tubo intercambiador de calor que comprende:
  - al menos un tubo interior (210),
  - al menos una primera primera sección (202a) del tubo intercambiador de calor que está emplazado en el conducto de flujo para gases y que se extiende en dicho conducto de flujo para gases desde una primer pared (112) de dicho conducto de flujo hasta la misma u otra pared (114) de dicho
  - 45 conducto de flujo, y dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor comprende una segunda sección (240) del tubo intercambiador de calor, que se extiende en dicho conducto de flujo para gases, y
  - una segunda primera sección (202b) que se extiende en dicho conducto de flujo para gases desde la primera pared hasta la misma u otra pared,
- 50 - recuperar calor por el medio de transferencia de calor por medio de dicho tubo intercambiador de calor, en cuyo método el dispositivo térmico comprende
- otros varios tubos de transferencia de calor dentro de las paredes del conducto de flujo para gases, para recuperar calor,
- dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor comprende
- 55 • al menos una sección del tubo interior para transferir medio de transferencia de calor desde el primer extremo hasta el segundo extremo del tubo interior y para recuperar calor por el medio de transferencia de calor,
- un tubo exterior (220) que incluye radialmente dicha sección del tubo interior, y
- una capa de medio (230) emplazada entre dicho tubo exterior y dicha parte del tubo interior en la
- 60 dirección radial, y
- dicho tubo intercambiador de calor y dichos otros tubos de transferencia de calor constituyen un conducto de flujo continuo para el medio de transferencia de calor, para calentar el medio de transferencia de calor, en cuyo dispositivo térmico

(A,i)

- el tubo interior de la primera primera sección de dicho tubo intercambiador de calor está no-aislado del conducto de flujo para gases en una o más áreas (270) no-aisladas, de tal manera que
  - la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas de la primera primera sección hasta las otras superficies de recuperación de calor de los dispositivos térmicos no es mayor que 15 cm;
- 5 (A,ii)
- dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor, o el tubo interior de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor, están aislados, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de dicho tubo exterior y/o un aislador, y
- 10 (B,i)
- la segunda primera sección o su tubo interior no están aislados del conducto de flujo para gases en una o más áreas no-aisladas, de tal manera que
  - la distancia desde todos los puntos de las áreas no-aisladas de la segunda primera sección hasta las otras superficies de recuperación de calor del dispositivo no es mayor que 15 cm; o
- 15 (B,ii)
- la segunda primera sección o el tubo interior de dicha segunda primera sección están aislados, sobre toda su longitud, del conducto de flujo para gases por medio de un segundo tubo exterior y/o un aislador

caracterizado por que

- 20 (C,i)
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera primera sección de dicho tubo intercambiador de calor cuando el elemento de transferencia de calor está emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección del flujo del medio de transferencia de calor, o
- (C,ii)
- 25
- dicho conducto de flujo para el medio de transferencia de calor comprende la primera primera sección del tubo intercambiador de calor emplazado el último en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y al menos un tubo de transferencia de calor emplazado curso abajo en el conducto de flujo para gases, en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y
  - dicha primera primera sección del último tubo intercambiador de calor está dispuesta, en la dirección de flujo del gas que fluye fuera del tubo exterior, curso arriba de dichos tubos de transferencia de calor emplazados curso abajo en el conducto de flujo de gas en la dirección de flujo del medio de transferencia de calor, y
- 30
- (D)
- 35
- dicho tubo interior conecta dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor a dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor fuera de dicho conducto de flujo para gases,
  - dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor está emplazada curso abajo de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor en la dirección de flujo del medio que fluye en el tubo interior, y
  - dicha segunda primera sección del tubo intercambiador de calor está emplazada curso abajo de dicha primera primera sección del tubo intercambiador de calor en la dirección de flujo del medio que fluye fuera del intercambiador de calor.
- 40

15.- El método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que:

- 45
- dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se extiende en línea recta o se curva menor de 90 grados; o
  - dicha segunda sección del tubo intercambiador de calor se curva más de 90 grados.

50

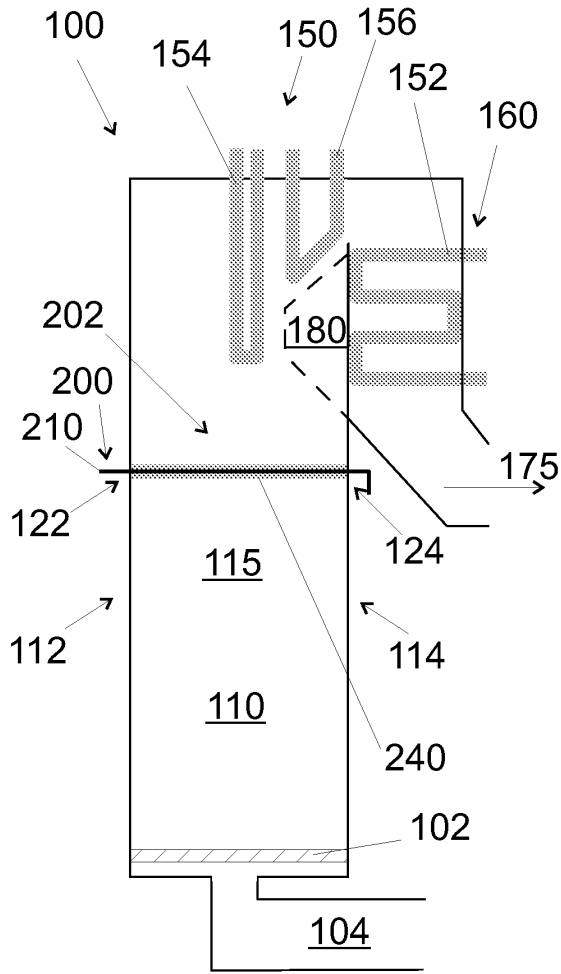


Fig. 1a

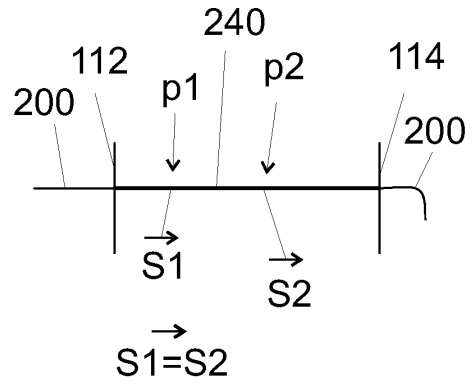


Fig. 1h1

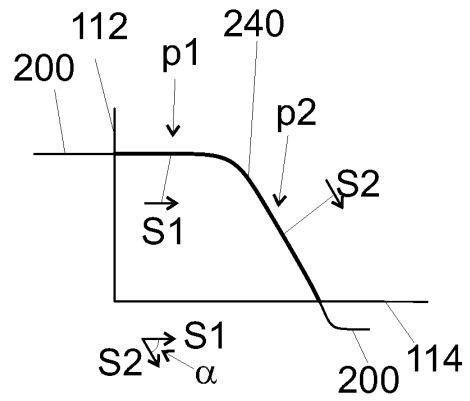


Fig. 1h2

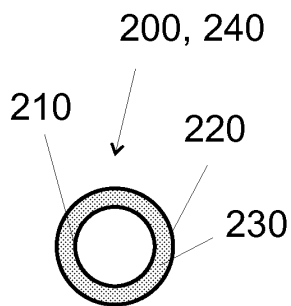


Fig. 1g1

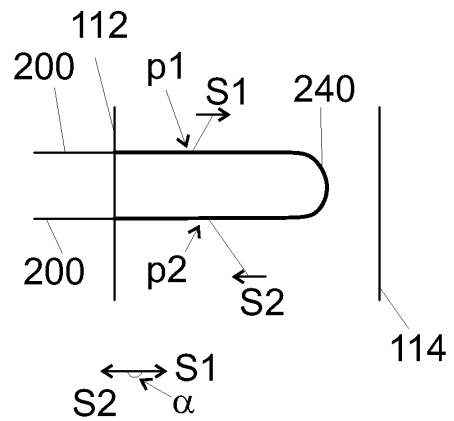


Fig. 1h3

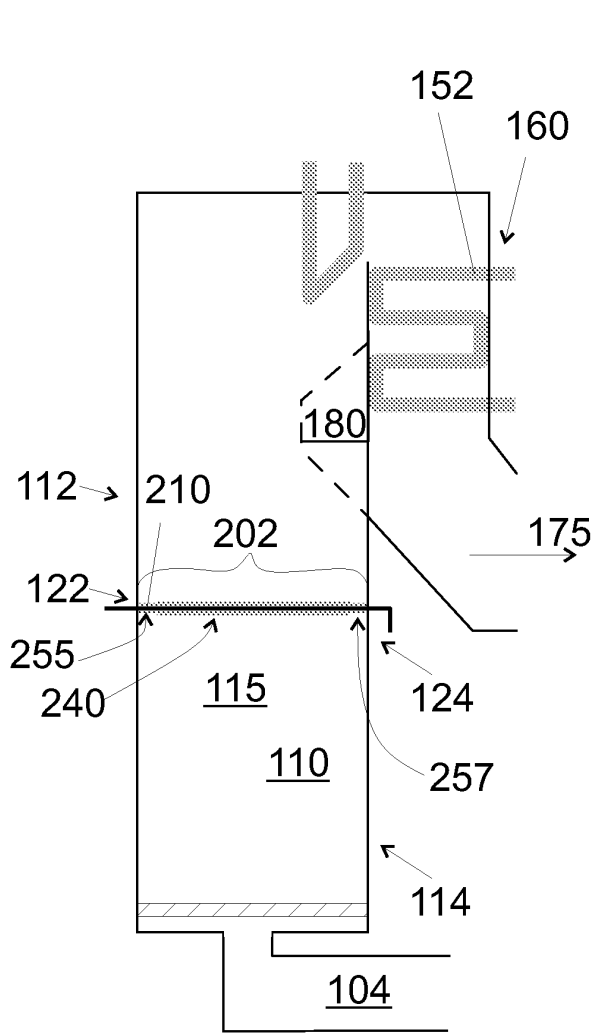


Fig. 1b

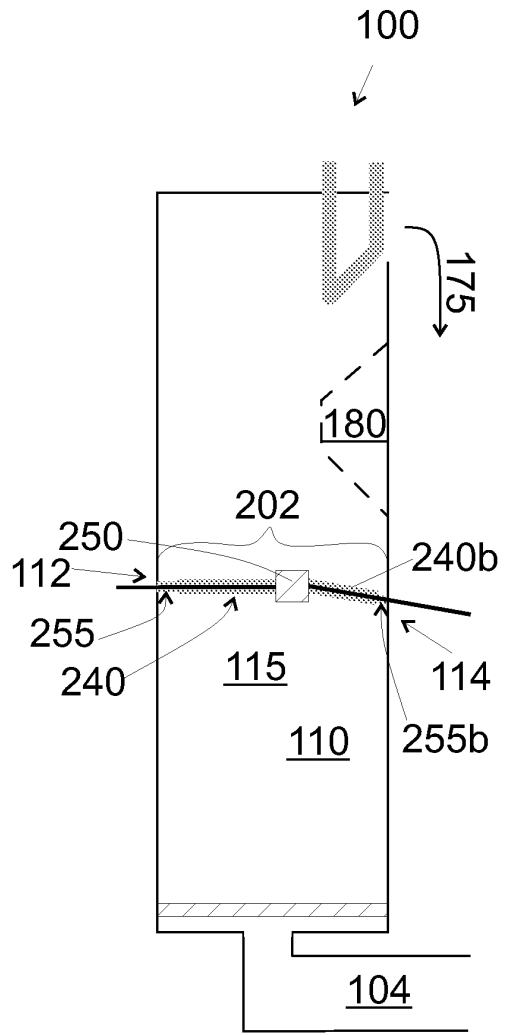


Fig. 1c

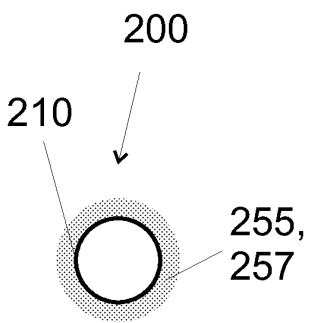


Fig. 1g2

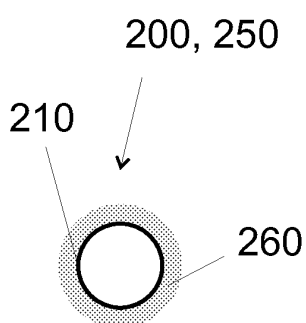


Fig. 1g3

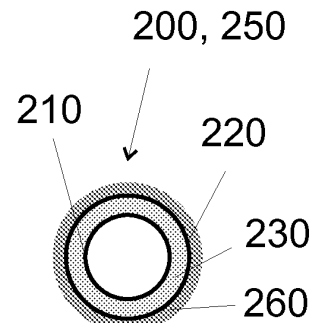


Fig. 1g4

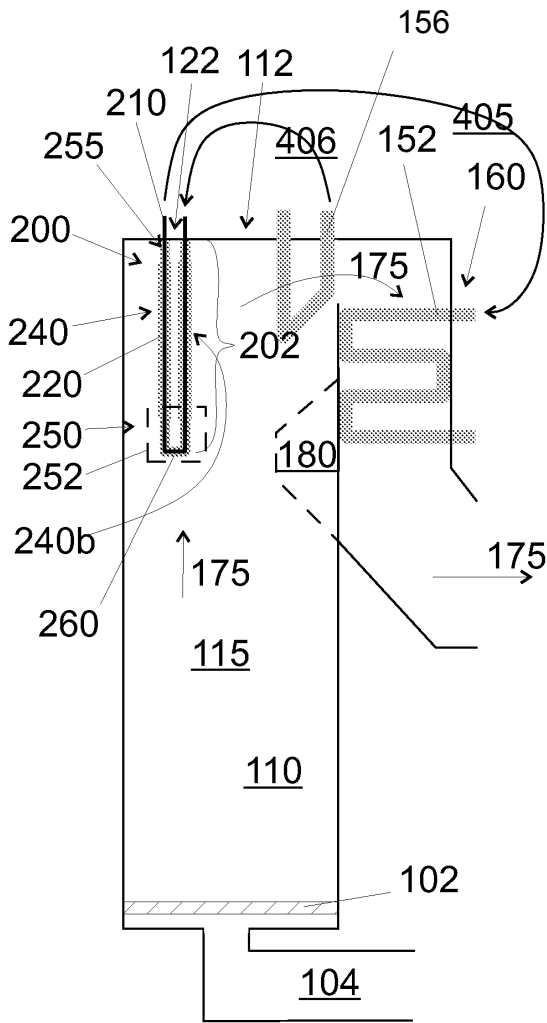


Fig. 1d

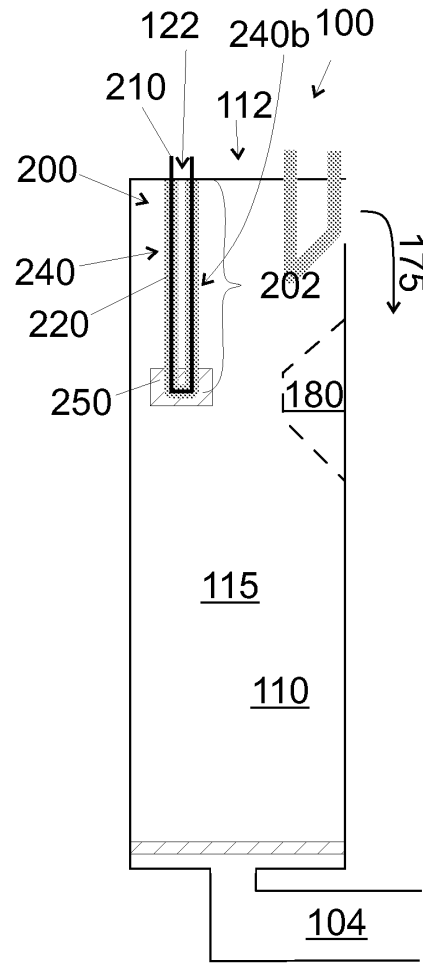


Fig. 1e

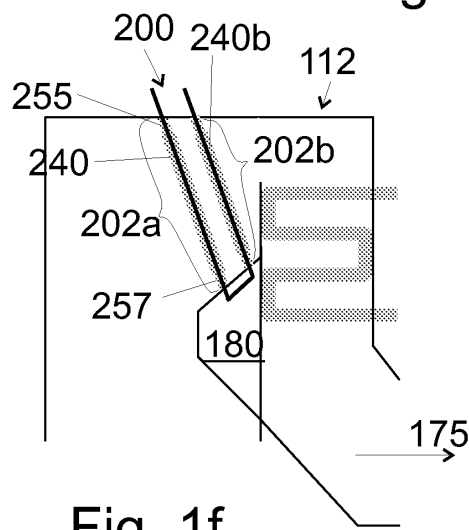


Fig. 1f

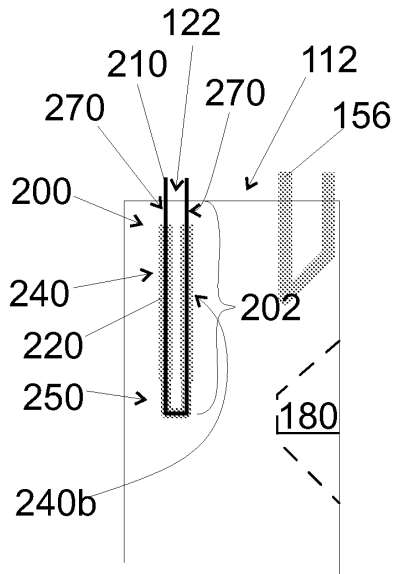


Fig. 1i

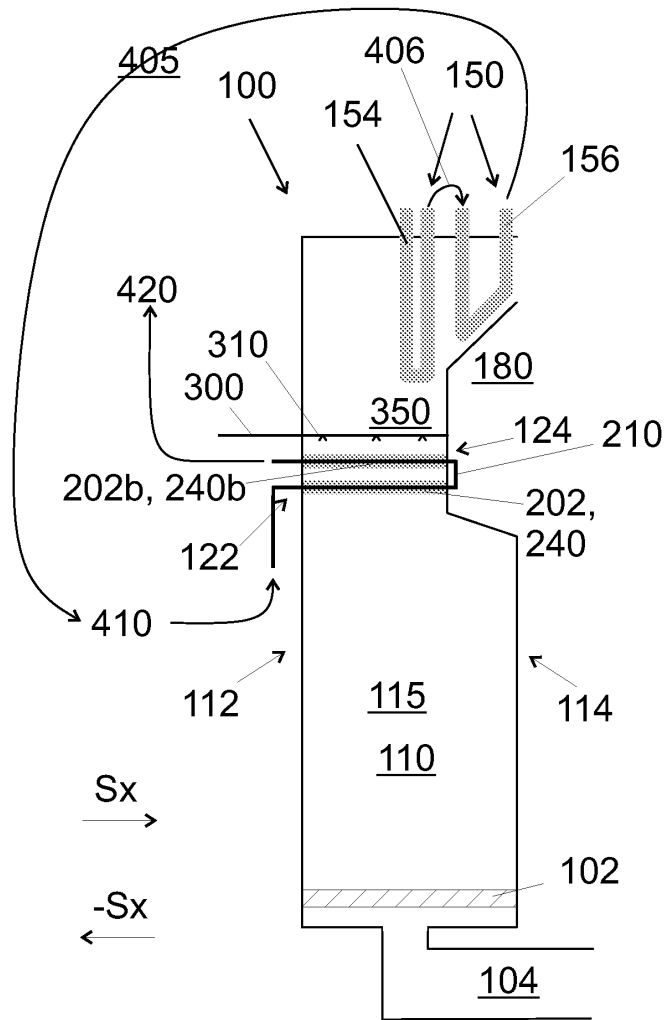
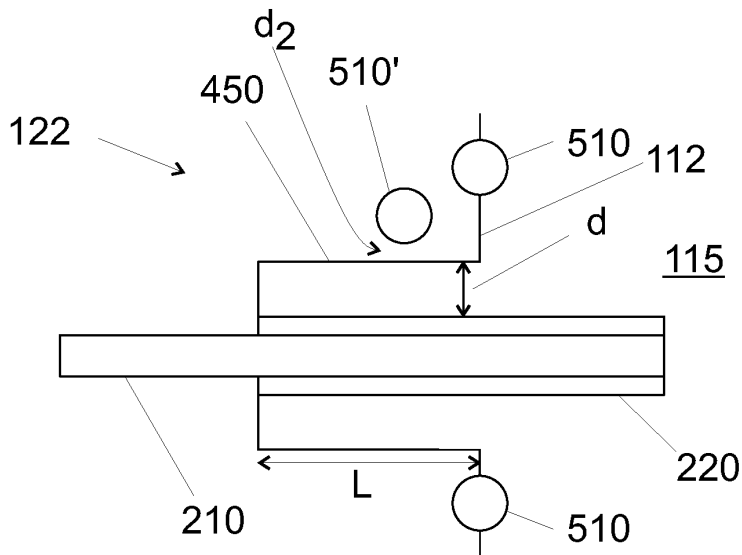
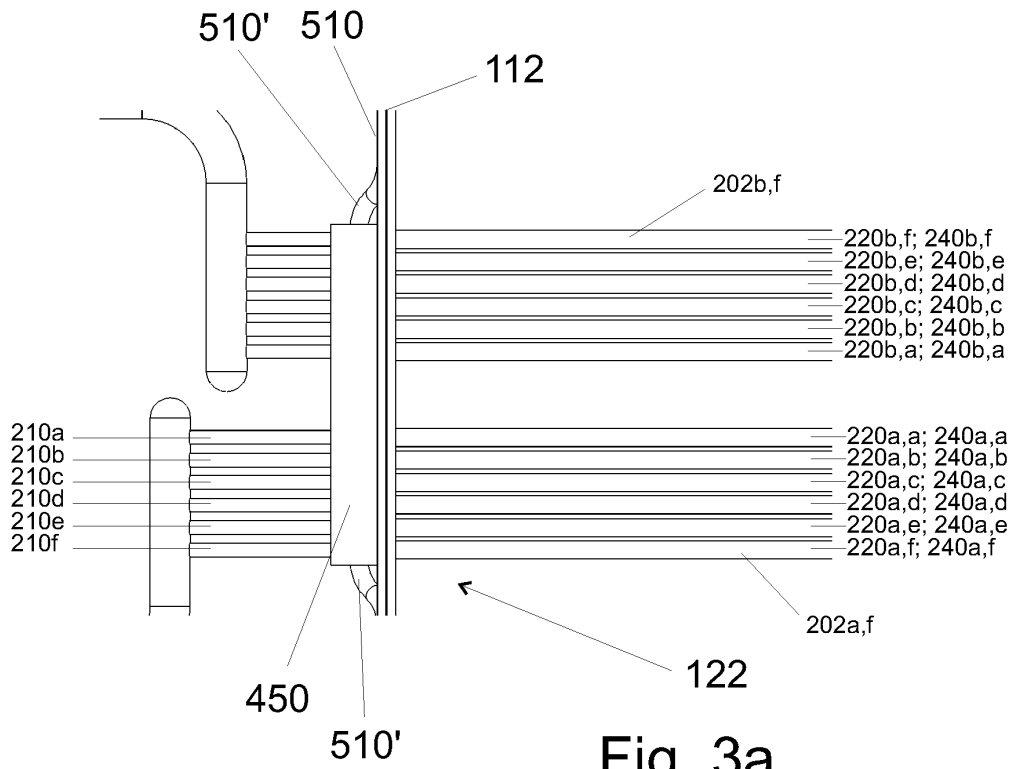


Fig. 2





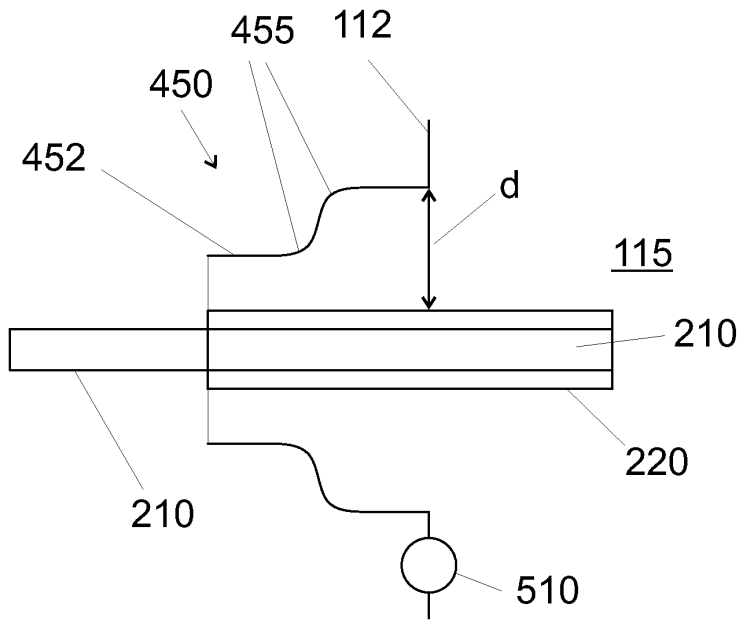


Fig. 4a

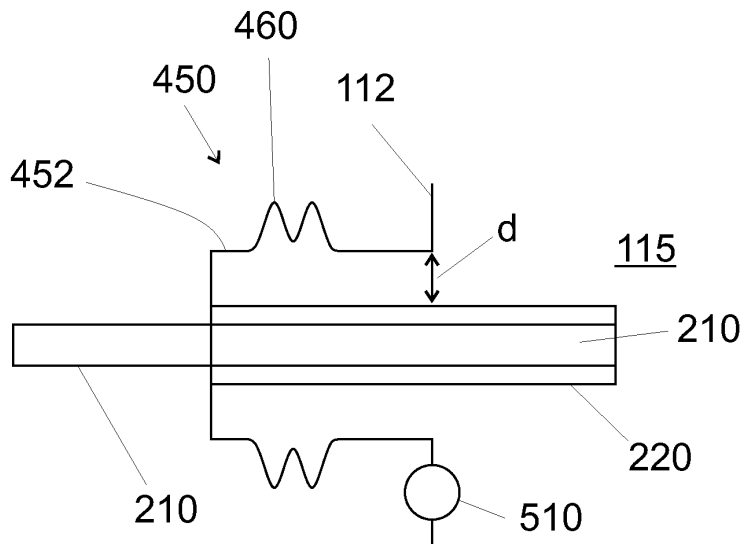


Fig. 4b

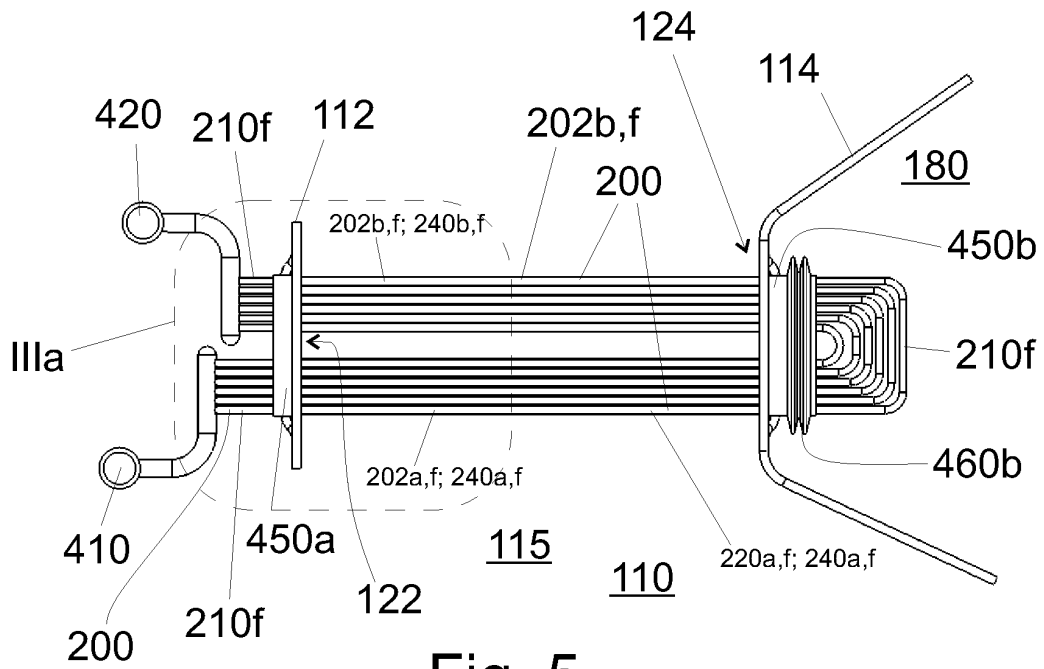


Fig. 5