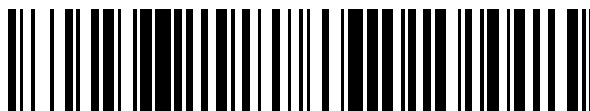


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 339**

51 Int. Cl.:

F22B 31/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2003** **E 03396047 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013** **EP 1365192**

54 Título: **Una caldera de vapor y un método para quemar combustible en una caldera**

30 Prioridad:

24.05.2002 FI 20020974

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

20.06.2013

73 Titular/es:

METSO POWER OY (100.0%)

P.O. BOX 109

33101 TAMPERE, FI

72 Inventor/es:

PETÄNEN, PERTTI y

ETELÄÄHO, RISTO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 408 339 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Una caldera de vapor y un método para quemar combustible en una caldera.

La invención se refiere a una caldera de vapor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 anexa. La invención se refiere también a un método para quemar combustible en una caldera.

5 Una caldera tal y un método tal se describen en el documento FR1217518A.

La variedad de combustibles que pueden quemarse en una caldera de vapor es normalmente amplia. Es posible quemar combustibles de mayor calidad y de menor calidad en la misma caldera. En particular, el quemado de varios tipos de residuos impone unas exigencias, por ejemplo, en la temperatura de quemado, el tiempo de retención, etc. La corrosión es un problema principal que debe ser controlado mediante la elección de materiales y, en calderas de lecho fluido, por ejemplo, mediante un intercambiador de calor en el lecho fluido. En la práctica, la temperatura máxima de vapor es normalmente inferior en una caldera para incineración de residuos que en otros tipos de calderas de vapor.

Una caldera multi-combustible debe diseñarse como una caldera para residuos, si los residuos pertenecen a la variedad de combustibles de la caldera. Un combustible auxiliar de coste elevado, por ejemplo petróleo, debe quemarse en cargas parciales para mantener la temperatura mínima requerida. Los materiales especiales para recalentadores de vapor tienen un coste elevado, y el ratio potencia-calor de la caldera permanece bajo, debido a la baja temperatura de recalentamiento. Los intercambiadores de calor de lecho fluido son complejos y tienen un coste elevado.

La patente finlandesa 102395 y la patente europea correspondiente 614500 presentan un método para recuperar energía a partir de licores residuales de procesos de pulpa. El método se refiere a aquel paso en el proceso de producción de pulpa en el que se recupera energía a partir de la parte orgánica de los licores residuales del proceso en una caldera, en una así denominada caldera de recuperación de sosa. El método utiliza la gasificación del licor residual, en el que los gases producidos pueden quemarse en una caldera separada, en una así denominada caldera de recalentamiento. El punto de partida para el método es el mismo combustible que se procesa para producir una fracción que puede utilizarse de manera separada para el recalentamiento final del vapor hasta una temperatura elevada.

En la patente alemana 1166964 se describe una caldera de calentamiento de pequeña escala para el quemado simultáneo de petróleo y residuos sólidos. El calor producido mediante un quemador de aceites pesados puede utilizarse para el quemado de los residuos situados en una cámara separada, que por su parte produce calor en el agua desde la cual se transfiere el calor hasta un medio de transferencia de calor circulante en un intercambiador de calor. No se trata de una caldera a escala industrial para producir vapor recalentado.

En los documentos US-A-3017870 y JP-A-10009545 se describen calderas que tienen dos hornos que están dimensionados para quemar combustibles similares, mostrando también el recalentador final en uno de los hornos.

El propósito de la invención es eliminar los inconvenientes mencionados anteriormente y crear una caldera de vapor a escala industrial para producir vapor recalentado con el fin de evitar las desventajas mencionadas. Se trata de una caldera que pretende utilizarse de manera primaria para la producción de energía y para la combustión de un combustible primario con un buen valor calorífico y una calidad uniforme (por ejemplo, un biocombustible, tal como turba), de manera que la caldera pueda utilizarse también para la incineración de residuos. Para conseguir este propósito, la caldera de vapor de acuerdo con la invención está caracterizada de manera primaria por aquello que se presentará en la parte de caracterización de la reivindicación 1 anexa.

La estructura de la caldera hace posible quemar un combustible con un valor calorífico mayor y un combustible con un valor calorífico menor, tal como un combustible sujeto a la directiva de residuos, de manera separada en hornos diferentes. El combustible de mayor calidad puede utilizarse para recalentar el vapor generado hasta una temperatura final. Cada horno está provisto de superficies de transferencia de calor, a través de las cuales se transfiere el calor producido durante el quemado del combustible al agua, de la que se genera el vapor. El primer horno está dimensionado como una caldera que quema un combustible de una buena calidad. La parte de incineración de residuos de la caldera está dimensionada como una caldera de residuos, cumpliendo los requerimientos de temperatura de combustión y de tiempo de retención. Naturalmente, también es posible quemar combustibles menos demandantes en la parte de incineración de residuos. En principio, también es posible quemar exactamente el mismo combustible primario que pretende utilizarse para la producción de energía en ambos hornos.

Los hornos diferenciados de la caldera pueden ubicarse en el mismo armazón. Los dos hornos pueden situarse dentro de las mismas paredes externas, y están separados uno del otro mediante un tabique situado

entre ellos. Los dos hornos también pueden compartir una rejilla común, a cuya altura se diferencian los procesos de combustión utilizando un medio de control específico de tubo de la rejilla de tubos que puede utilizarse para dividir la rejilla en dos partes que pueden ser controladas de manera independiente una de otra.

- 5 Los dos hornos de la caldera están provistos de superficies de transferencia de calor, conocidas como tales, para transferir el calor producido durante la combustión al agua, en la que se genera el vapor mediante el calor del proceso de combustión de la caldera. Un canal de gases residuales situado después de los hornos puede estar provisto de superficies de transferencia de calor residual, conocidas como tales, para la recuperación del calor de los gases residuales. En principio, la caldera puede ser una caldera de vapor para quemar cualquier combustible y producir vapor recalentado para la industria (incluida la industria de la energía), lo que incluye calderas para centrales de energía eléctrica y para centrales de energía industrial y centrales de calefacción urbana, y puede funcionar, por ejemplo, mediante el principio de lecho fluido.

En las páginas que siguen, se describirá la invención con mayor detalle haciendo referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- 15 La Figura 1 muestra una realización de la caldera de vapor,

La Figura 2 muestra una segunda realización de la caldera de vapor, y

Las Figuras 3 a 6 muestran, en vista superior, algunas realizaciones ventajosas relacionadas de manera primaria con los tubos en la rejilla y el suministro del combustible.

- 20 La Figura 1 muestra una caldera de vapor que comprende un horno 1 para quemar un combustible, un recalentador 2 final para producir vapor recalentado en la parte superior del horno, y un canal 3 de gases residuales, a través del cual se evacúan los gases residuales producidos durante la combustión en el horno. La caldera de combustible está provista de las así denominadas superficies de transferencia de calor para producir vapor a partir de agua. Puede utilizarse la energía del vapor producido.

- 25 En la caldera de vapor mostrada en la Figura 1, el horno 1 está dividido en dos partes, un primer horno 1a y un segundo horno 1b. Los procesos de combustión en los hornos 1a y 1b están diferenciados uno de otro. Cada horno 1a, 1b está provisto de un suministro de combustible propio, a través del cual puede suministrarse combustible de manera independiente del suministro de combustible del horno adyacente. En el primer horno, se quema un combustible de mayor calidad para conseguir una temperatura lo suficientemente alta como para recalentar el vapor. Por ello, el recalentador 2 final del proceso de producción de vapor destinado a llevar el vapor recalentado a la temperatura final está situado en la parte superior del primer
- 30 horno 1a, a través del cual los gases producidos durante la combustión son conducidos hasta el canal 3 de gases residuales. Al mismo tiempo, pueden evitarse problemas de corrosión en el recalentador si el combustible que se quema en el horno 1a se selecciona con ello en mente. El segundo horno 1b se utiliza para quemar un combustible con propiedades de combustión más pobres, tal como residuos. En esta parte,
- 35 es posible concentrarse en conseguir el tiempo de retención y la temperatura requeridas en la directiva de residuos o en otras normas reguladoras, cuando se incineran residuos dentro. De manera similar, los componentes perjudiciales de los gases residuales producidos por los residuos no son ya un problema en recalentadores calientes. Los gases residuales fluyen desde este segundo horno 1b hasta el canal 3 en el que se mezclan con los gases residuales que provienen del primer horno 1a.

- 40 Los gases residuales del segundo horno 1b se juntan con los gases residuales que fluyen al canal 3 de gases residuales y que se originan en el primer horno 1a, detrás del recalentador 2 final en la dirección de flujo de los gases residuales.

- Ahora, la caldera puede diseñarse para una temperatura de vapor elevada porque, por ejemplo, los gases residuales que tienen un alto contenido en cloro (y que se originan en el proceso de combustión del segundo
- 45 horno 1b) no llegan hasta el recalentador 2 final de la temperatura alta. Sólo los gases residuales del primer horno 1a pasan a través del recalentador 2 final. Estructuralmente, los hornos 1a, 1b están situados uno cerca de otro de tal manera que están separados mediante un tabique 1c vertical. Por lo tanto, los hornos pueden integrarse dentro de paredes externas comunes. Estas paredes externas están provistas de superficies de transferencia de calor, conocidas como tales, para transferir calor al agua con el fin de producir vapor. Las superficies de transferencia de calor pueden estar constituidas por paredes tubulares con una estructura conocida, de manera que el agua y el vapor formado fluyen dentro de los tubos de las paredes. La
- 50 Figura 1 muestra también que el tabique 1c tiene una parte superior inclinada de tal manera que el segundo horno 1b está situado al menos parcialmente, en la Figura completamente, debajo del tabique, y parcialmente también debajo del recalentador 2 final del primer horno 1a. Adyacente a las paredes externas compartidas por los hornos 1a y 1b, es decir, cerca de la pared externa del segundo horno 1b en el caso mostrado en la
- 55 Figura 1, está situada la parte dirigida hacia abajo del canal 3 de gases residuales. El segundo horno 1b llega hasta el canal de gases residuales detrás del primer horno 1a, por lo que los correspondientes tubos 3a, 3b

de admisión a la primera parte dirigida hacia abajo del canal 3 de gases residuales están situadas uno debajo de otro. En la parte más baja del canal de gases residuales, existe una cavidad o una estructura semejante para recoger material separado de los gases residuales. A continuación, el canal 3 se dirige hacia arriba, y está provisto de superficies 5 de transferencia de calor residual que actúan como intercambiadores de calor. Cuando los gases residuales de ambos hornos 1a, 1b, es decir los gases del primer horno 1a que se han enfriado en el recalentador 2 y los gases del segundo horno 1b que no se han enfriado en el recalentador y que tienen una temperatura más alta, se mezclan en el canal 3 de gases residuales, se alcanza la temperatura crítica de una manera relativamente sencilla antes de llegar a las superficies 5 de transferencia de calor residual. Los gases que vienen del primer horno 1a y que han pasado a través del recalentador reducen por lo tanto la temperatura de los gases residuales del proceso de combustión del segundo horno 1b antes de que los gases residuales entren en contacto con las superficies 5 de transferencia de calor residual. Como resultado de ello, la corrosión por calor y el riesgo de ensuciado se reducen en estas superficies.

Las calderas de combustible de las Figuras 1 y 2 son las así denominadas calderas de lecho fluido. En la Figura 1, el primer horno 1a es un horno que funciona bajo el principio de lecho fluido burbujeante (BFB, *bubbling fluidized bed*), y el segundo horno 1b también funciona bajo el principio del lecho fluido burbujeante (BFB).

En la Figura 2, el primer horno 1a es similar al de la Figura 1, pero el segundo horno 1b para el quemado de un combustible con un valor calorífico inferior funciona bajo el principio de lecho fluido circulante (CFB, *circulating fluidized bed*). La posición de los hornos 1a, 1b en relación de uno con otro es la misma que en la Figura 1, pero un dispositivo 4 separador, tal como un ciclón, está situado entre la parte dirigida hacia abajo del canal 3 de gases residuales y el segundo horno 1b, para devolver el material de lecho fluido al horno 1b. Desde la parte superior del dispositivo 4 separador, los gases residuales del segundo horno 1b son conducidos hasta el canal de gases residuales, cuya parte inicial se extiende de manera aproximadamente horizontal por encima del dispositivo 4 separador. También en este caso, los gases residuales del segundo horno 1b se mezclan con los gases residuales del primer horno 1a, fluyendo en el canal 3.

En el segundo horno 1b, el ratio de la superficie de transferencia de calor frente al volumen es más pequeño que en el primer horno. Esto puede llevarse a la práctica haciendo que una gran parte de las paredes que limitan el horno esté fabricada de un material refractario con una conductividad térmica pobre (revestimiento refractario), tal como ladrillería de protección o un material similar. Gracias a la pequeña superficie de transferencia de calor, es posible mantener en el segundo horno 1b la temperatura (mayor que 850°C) requerida por la directiva de residuos, y también con cargas parciales. Los gases residuales del horno 1b pueden enfriarse con los gases residuales del primer horno 1a en el canal 3 de gases residuales común, tal como se describió anteriormente.

Lo que sigue a continuación es una descripción más detallada de la rejilla en la parte inferior de los hornos 1a, 1b, y del proceso de lecho fluido. La estructura de la rejilla se muestra en las Figuras 3 a 6.

Los hornos están limitados, desde su parte inferior, por la rejilla 6 que se utiliza como una estructura para la distribución del aire de fluidización y el aire de combustión, y que tiene tubos 9 huecos paralelos provistos de boquillas, desde los cuales se dirige hacia arriba un flujo de aire. Gracias a este flujo de aire, en cada horno el material del lecho consistente en partículas materiales sólidas inertes se fluidiza para formar un lecho fluido, en el cual tiene lugar la combustión. El combustible se suministra a los lechos fluidos desde tubos 7 de entrada de alimentación. El aire de combustión puede introducirse en el horno en un nivel o en más de uno. Los tubos 9 son enfriados mediante un medio de transferencia de calor que fluye en canales longitudinales en ese mismo lugar. Los canales pueden estar dispuestos en las paredes que limitan la parte interna del tubo (el canal de aire).

Cada horno 1a, 1b está provisto de una unidad 11 para recoger material de lecho fluido, dispuesto por debajo de la rejilla 6 (mostrado en las Figuras 1 y 2).

Las paredes de los hornos 1a, 1b están equipadas con tubos de transferencia de calor para transferir el calor de la combustión al agua y al vapor que fluye en los tubos.

La Figura 3 muestra la caldera de lecho fluido en una sección transversal horizontal de los hornos 1a, 1b; es decir, muestra la rejilla 6 vista desde arriba. En la Figura 3b, la dirección del suministro de combustible y de manera simultánea la ubicación de los tubos de entrada de alimentación se indica mediante flechas. La rejilla 6 comprende, en el mismo nivel, tubos 9 paralelos situados unos cerca de otros, a lo largo de los cuales se introduce el aire de combustión dentro de la rejilla, de manera que el aire fluye desde los tubos a través de boquillas de fluidización hacia arriba hasta el horno por encima de la estructura de la rejilla. El aire de combustión actúa simultáneamente al aire de fluidización. El aire se suministra a los tubos 9 desde un canal de entrada común (no mostrado). En la Figura 3, cada tubo 9 en cada horno está equipado con un medio 10 de control para cerrar y abrir una conexión entre el canal de entrada y el tubo 9 respectivo y también para ajustar el caudal de flujo de aire.

La Figura 3 muestra también la manera en la que se suministra el combustible en la dirección de circulación de los tubos 9. Más aún, los tubos 9 son paralelos al tabique 1c que separa los hornos 1a, 1b. Los tubos están por lo tanto divididos en la rejilla de una manera tal que un cierto número de tubos está situado completamente en el primer horno 1a y el resto está situado completamente en el segundo horno 1b.

5 A través del medio 10 de control, el suministro de aire de fluidización puede diferenciarse en cada horno 1a, 1b. Debido a que todos los tubos están equipados con el medio 10 de control, el aire de fluidización también puede ajustarse dentro de cada horno 1a, 1b. Cerrando la conexión a un tubo o a más de uno, el área de la superficie efectiva de la rejilla del horno 1a ó 1b también puede ajustarse dentro del horno. Sin embargo, la
10 rejilla 6 es común a ambos hornos en el sentido de que la misma estructura de rejilla consistente en tubos 9 paralelos forma el fondo de ambos hornos 1a, 1b.

La Figura 4 muestra una segunda alternativa, de acuerdo a la cual el control del aire de fluidización puede llevarse a la práctica de manera separada para cada horno. Cada horno tiene un canal 8 de entrada de aire de fluidización común a los tubos, desde cuyo canal se distribuye el aire dentro de los tubos 9 del horno respectivo. Ambos canales 8 de entrada comunes están provistos de medios 10 de control respectivos. En
15 otros aspectos la ubicación de los tubos 9 en los hornos y el suministro de combustible son similares a los de la Figura 3.

En la Figura 5, a su vez, cada tubo 9 está equipado con un medio 10 de control para cerrar y abrir la conexión entre el canal de aire y el tubo 9 respectivo. Los tubos 9 se extienden desde un lado del tabique 1c que separa los hornos 1a, 1b hasta el otro lado; es decir, los tubos son comunes a ambos hornos 1a, 1b. Los
20 tubos están por lo tanto equipados en cada extremo con medios 10 de control para llevar a la práctica el control del aire de fluidización en cada horno. Más aún, los tubos están cerrados en el tabique 1c de tal manera que con respecto al flujo de aire, el mismo tubo 9 está provisto de secciones separadas una de otra: la primera sección debajo del primer horno 1a y la segunda sección debajo del segundo horno 1b. Debido a la ubicación de los tubos, el combustible (tubos 7 de entrada) se suministra ahora en una dirección
25 perpendicular a la dirección de los tubos.

La Figura 6 muestra, con respecto a la ubicación y al cierre de los tubos, la misma realización de la Figura 5, pero cada horno 1a, 1b está provisto de un canal 8 de entrada propio que se ramifica a los diferentes tubos 9 después del medio de control; es decir, la idea es la misma de la Figura 4.

La invención no está restringida a las realizaciones anteriores, sino que puede modificarse dentro del alcance de la idea inventiva presentada en las reivindicaciones. En el segundo horno 1b, también es posible quemar otro combustible mezclado con los residuos. Más aún, en los diferentes hornos 1a, 1b, es posible quemar un combustible con el mismo valor calorífico pero que puede consistir en sustancias diferentes. También es posible que se queme exactamente la misma cantidad de combustible de manera simultánea en los
30 diferentes hornos. La ventaja de la invención es por lo tanto la variabilidad del proceso, si ciertos combustibles no están siempre disponibles. Sin embargo, la caldera es particularmente apropiada para un proceso de combustión simultánea de un combustible primario en el primer horno, donde se pretende utilizar el combustible para la producción de energía y donde el combustible tiene un buen valor calorífico y las buenas propiedades de combustión, donde sus gases residuales contienen muy pocas sustancias
35 perjudiciales o ninguna a una temperatura alta en las superficies del recalentador y residuos en el segundo horno para los propósitos de eliminación de residuos pero simultáneamente también para producir una parte de la energía total producida por el proceso de combustión de la caldera.
40

REIVINDICACIONES

- 1.- Una caldera de vapor que comprende un horno para combustión de un combustible, un recalentador en la parte superior del horno para producir vapor recalentado, y un canal (3) de gases residuales para descargar gases residuales del horno, donde dicha caldera de vapor comprende dos hornos (1a, 1b) primero y segundo paralelos, cada uno de ellos provisto de superficies de transferencia de calor dispuestas para producir vapor, y solamente un primer horno (1a) que comprende, adicionalmente a las superficies de transferencia de calor, un recalentador (2) final dispuesto para recalentar el vapor hasta una temperatura final, donde el punto de unión de los gases residuales de dichos hornos (1a, 1b) en el canal (3) de gases residuales está en la dirección de flujo de los gases residuales detrás del recalentador (2) final, **caracterizada por que** en el segundo horno (1b) que no tiene recalentador final el ratio de la superficie de transferencia de calor frente al volumen es inferior al del primer horno.
- 2.- La caldera de vapor según la reivindicación 1, **caracterizada por que** es una caldera de lecho fluido.
- 3.- La caldera de vapor según la reivindicación 2, **caracterizada por que** ambos hornos (1a, 1b) están dispuestos para funcionar bajo el principio de lecho fluido burbujeante.
- 4.- La caldera de vapor según la reivindicación 2, **caracterizada por que** uno de los hornos está dispuesto para funcionar bajo el principio de lecho fluido burbujeante y el otro bajo el principio de lecho fluido circulante.
- 5.- La caldera de vapor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** los hornos (1a, 1b) están separados uno del otro mediante un tabique (1c) común.
- 6.- La caldera de vapor según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** ambos hornos están provistos de una rejilla (6) común.
- 7.- Un método para la combustión de combustible en una caldera para producir vapor, en el que el combustible se quema de manera simultánea en dos hornos paralelos, mediante procesos de combustión diferenciados uno de otro, en un primer horno (1a) y en un segundo horno (1b) que se utilizan para producir vapor, y el vapor es recalentado hasta una temperatura final en el primer horno (1a) solamente y los gases del primer horno (1a) que se han enfriado en el recalentador (2) y los gases del segundo horno (1b) se mezclan en el canal (3) de gases residuales, **caracterizado por que** el segundo horno (1b) se utiliza para la combustión de un combustible con unas propiedades de combustión peores y/o con un valor calorífico inferior y/o que produce gases residuales más corrosivos, que el combustible del primer horno (1a).
- 8.- El método según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el segundo horno (1b) se utiliza para la combustión de residuos.
- 9.- El método según la reivindicación 7 ó la reivindicación 8, **caracterizado por que** la combustión tiene lugar en un lecho fluido.

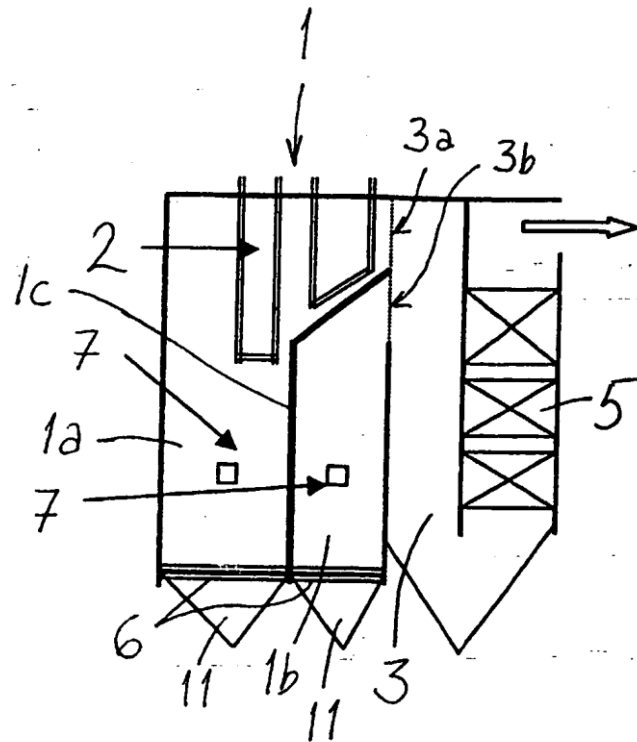


Fig. 1

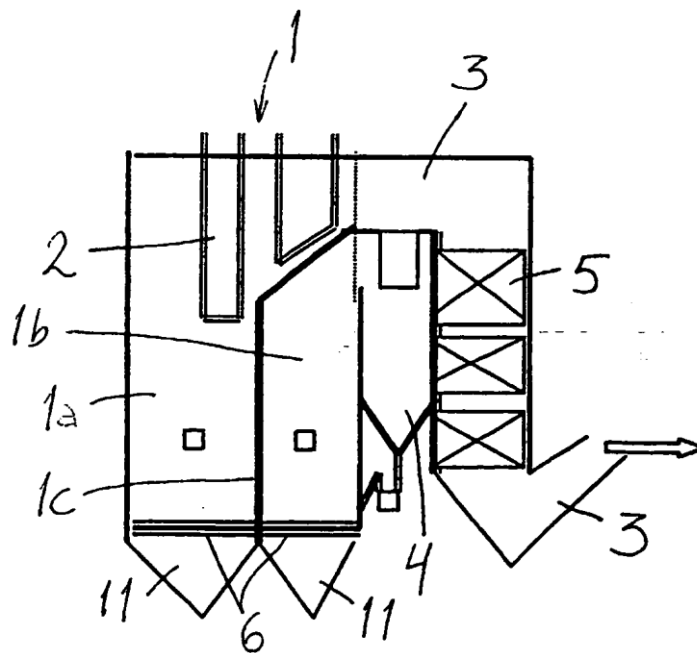
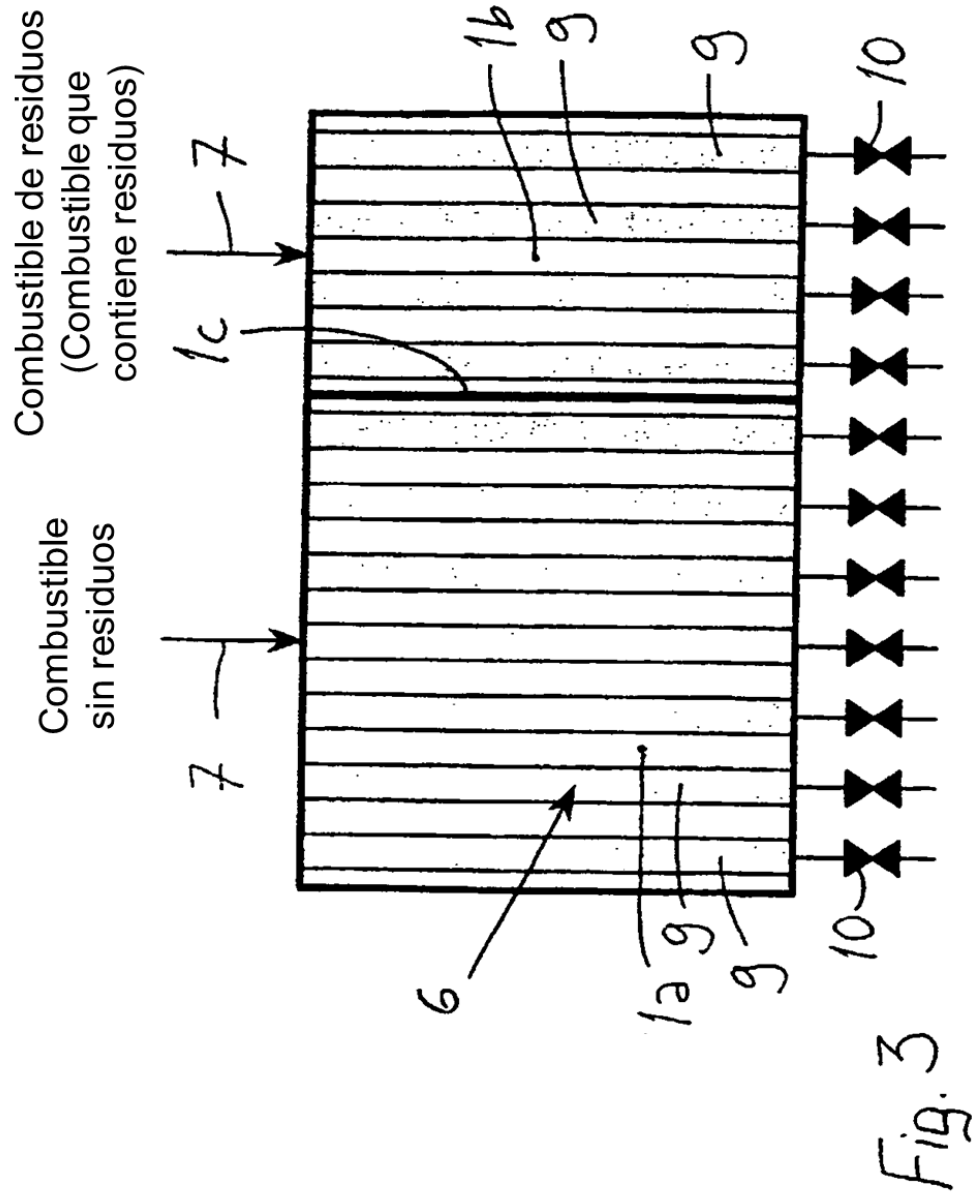


Fig. 2



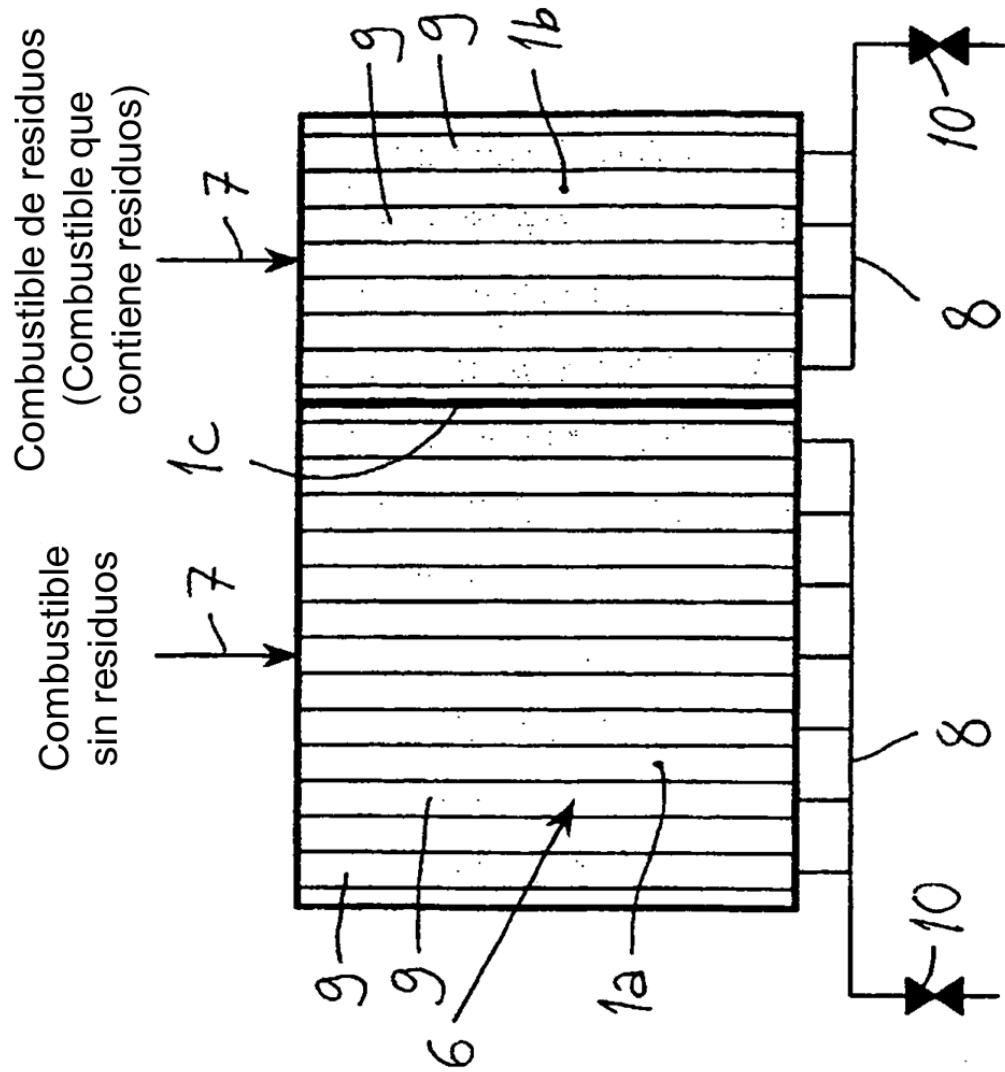


Fig. 4

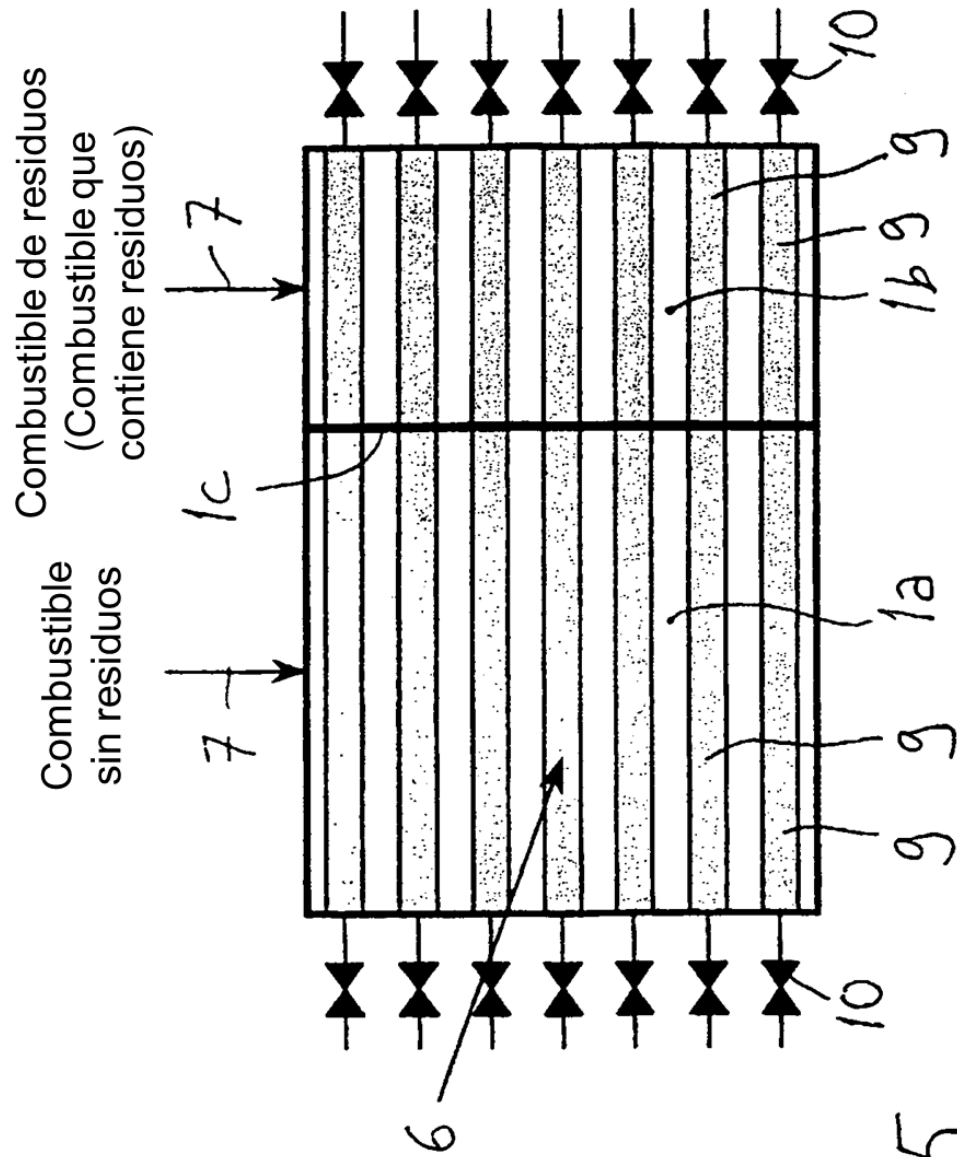


Fig. 5

