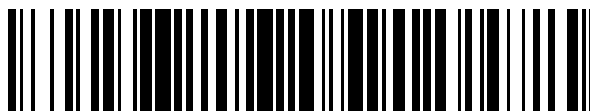


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 871**

51 Int. Cl.:

F23D 14/32	(2006.01)
C03B 5/235	(2006.01)
C03B 5/237	(2006.01)
F23D 14/66	(2006.01)
F23L 15/00	(2006.01)
F23L 15/04	(2006.01)
F28D 7/16	(2006.01)
F28D 21/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2014 PCT/FR2014/050275**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.08.2014 WO14125213**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2014 E 14709730 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2956416**

54 Título: **Instalación con horno con intercambiador externo de recuperación de calor y método de combustión utilizando dicha planta**

30 Prioridad:

12.02.2013 FR 1351194

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2018

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CONSTANTIN, GABRIEL;
LEROUX, BERTRAND;
KALCEVIC, ROBERT;
TSIAVA, RÉMI;
DUPERRAY, PASCAL y
GRAND, BENOIT**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 691 871 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

Instalación con horno con intercambiador externo de recuperación de calor y método de combustión utilizando dicha planta

5 La presente invención se refiere a una instalación que incluye un horno que incluye entre 4 y 20 quemadores de oxígeno.

Se conocen tales hornos en la industria del vidrio. Son especialmente conocidos hornos de fusión de vidrio de este tipo y, en particular, hornos de fusión de vidrio de este tipo que tienen una capacidad entre 20 y 200 toneladas de vidrio fundido por día.

10 En estos hornos, se genera calor por combustión de un combustible con un oxidante, siendo tradicionalmente aire dicho oxidante.

La potencia de cada uno de los quemadores se ajusta individualmente, o se ajusta por grupo de quemadores, para establecer el perfil térmico que se pretende dentro del horno. La potencia total de los quemadores se ajusta en función del procedimiento puesto en práctica en el horno y, especialmente, de la tirada del horno, por ejemplo en el caso de un horno de fusión.

15 Para reducir las emisiones contaminantes (NOx, polvos) y el consumo energético de los hornos, se conoce sustituir el aire de combustión por oxígeno industrial. En el presente contexto, se comprende por oxígeno industrial un gas que tiene un contenido de oxígeno superior o igual al 70 % en volumen. La combustión con oxígeno industrial se denomina generalmente "oxicombustión", denominándose "quemadores de oxígeno" los quemadores que funcionan en "oxicombustión".

20 Así, para la puesta en práctica de la oxicombustión, se conoce inyectar oxígeno industrial en el horno a temperatura ambiente, es decir, sin etapa de precalentamiento aguas arriba del horno. El combustible, entonces, también es inyectado típicamente a temperatura ambiente (por ejemplo, cuando el combustible es gas natural o fuel ligero). En el caso de un combustible viscoso (por ejemplo, fuel pesado), por el contrario, primero se sitúa el combustible a una temperatura a la que la viscosidad del combustible se halla suficientemente reducida con el fin de permitir su inyección sencilla en el horno (por ejemplo, a una temperatura de 120 °C aproximadamente para fuel pesado).

25 También se conoce mejorar el balance económico del horno que utiliza oxicombustión precalentando al menos uno de los reactivos (oxígeno industrial y/o combustible) aguas arriba de los quemadores de oxígeno.

Son conocidos esencialmente dos modos de precalentamiento de los reactivos a partir de humos calientes.

30 Son conocidos, en primer lugar, dispositivos que comprenden un intercambiador de calor que permite un calentamiento directo a través de una pared del reactivo mediante los humos calientes generados por el horno. Los documentos EP 950031 y US 5.807.418 describen tales dispositivos.

35 Esta primera solución, con ser de un coste relativamente bajo, puesto que no precisa más que de un solo intercambiador de calor, no siempre aporta, sin embargo, un nivel de seguridad suficiente, en particular para el precalentamiento de oxígeno industrial, toda vez que el oxígeno industrial precalentado es particularmente reactivo y corrosivo. En efecto, los humos contienen muchas veces inquemados, bien sea porque el procedimiento precisa de una atmósfera reductora en el interior del horno, o bien a causa de un funcionamiento defectuoso de los quemadores. Con el paso del tiempo, el material de tal intercambiador de calor puede verse dañado, especialmente por erosión / corrosión, debido al contacto con los humos y al oxígeno calientes. Partes defectuosas del intercambiador pueden permitir entonces el encuentro entre el oxígeno y estos inquemados en los humos calientes y, así, generar una fuente de incendio cuyas consecuencias serían desastrosas. Lo que es más, de acuerdo con esta primera solución, el oxígeno industrial precalentado es transportado, del intercambiador de calor hacia cada uno de los quemadores de oxígeno que funcionan con oxígeno precalentado, mediante una red de conductos de transporte, siendo dichos conductos de transporte asimismo susceptibles de verse corroídos por el oxígeno precalentado que transportan.

45 Para solventar este problema, son conocidos dispositivos de precalentamiento que comprenden un intercambio de calor entre los humos calientes y el reactivo de combustión en dos etapas, merced a dos intercambiadores de calor sucesivos. El primer intercambiador de calor sirve para calentar un fluido intermedio, especialmente aire, a partir de los humos calientes, y el segundo intercambiador de calor sirve para calentar el reactivo de combustión, en particular el oxígeno industrial, a partir del fluido intermedio anteriormente calentado por medio del primer intercambiador de calor. Los documentos US 6.071.116 y US 6.250.916 de la firma solicitante describen tales dispositivos. De acuerdo con esta solución, se halla un segundo intercambiador de calor por reactivo de combustión por precalentar directamente situado aguas arriba de cada quemador que utiliza un reactivo precalentado. Esta segunda solución ofrece más seguridad que la primera antes descrita, debido a que se elige un fluido intermedio cuyo contenido de oxígeno es insuficiente para inflamar los inquemados de los humos, y a que se limitan a un mínimo los conductos que conducen los reactivos precalentados y, en especial, los conductos que conducen oxígeno industrial

precalentado. Por el contrario, es más costosa, debido al mayor número de intercambiadores de calor necesarios.

El documento EP-A-2546204 de la firma solicitante, así como el documento WO-A-2009/118337, describen formas de puesta en práctica particulares de tales instalaciones.

5 En particular, el documento EP-A-2546204 da a conocer las características especificadas en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La finalidad de la presente invención es permitir la puesta en práctica de esta segunda solución en hornos que incluyen entre 4 y 20 quemadores de oxígeno, al tiempo que se minimiza la inversión necesaria para la recuperación de calor y el precalentamiento del oxígeno industrial. Es otra finalidad de la presente invención permitir tal puesta en práctica de esta segunda solución en un horno de fusión de vidrio y, en particular, en un horno de fusión de vidrio que tiene una capacidad entre 20 y 200 toneladas de vidrio fundido por día.

15 La presente invención se refiere en primer lugar a una instalación que incluye un horno. El horno incluye una cámara delimitada, por una parte, por una solera y, por otra, por una envolvente refractaria, incluyendo esta envolvente unas paredes y una bóveda. La cámara incluye asimismo una salida de humos. El horno incluye entre 4 y 20 quemadores de oxígeno dirigidos hacia el interior de la cámara. Al menos una primera serie de dichos quemadores de oxígeno se encuentran en una primera pared de la cámara y están alineados según una dirección llamada "primera dirección".

La instalación incluye asimismo un dispositivo de calentamiento unido a la salida de humos de la cámara. Este dispositivo de calentamiento está destinado al calentamiento de un fluido caloportador por medio de humos evacuados de la cámara con obtención de fluido caloportador caliente.

20 El término "unido", utilizado en el presente contexto, significa unido fluidicamente, es decir, conectado en orden a permitir el transporte de un fluido entre los dos elementos unidos.

25 La instalación incluye asimismo un intercambiador de calor, llamado intercambiador de calor primario, o intercambiador primario, y unido al dispositivo de calentamiento. El intercambiador primario está destinado al precalentamiento de oxígeno industrial por intercambio térmico a través de una pared con el fluido caloportador caliente, en orden a obtener oxígeno industrial precalentado, e incluye al menos una salida de oxígeno industrial precalentado para el suministro de oxígeno industrial precalentado a al menos uno de los quemadores de oxígeno. El intercambiador primario de la instalación según la invención está adyacente a la envolvente de la cámara e incluye varias salidas de oxígeno industrial precalentado.

30 La instalación incluye asimismo un divisor para la división del oxígeno industrial que ha de precalentarse en varios flujos de oxígeno que ha de precalentarse, hallándose posicionado dicho divisor aguas arriba del intercambiador primario o en una zona de entrada de oxígeno en el interior del intercambiador primario.

Para el suministro de oxígeno industrial precalentado a los quemadores de oxígeno de la primera serie, cada quemador de oxígeno de esta primera serie está unido a una salida del intercambiador primario.

Ninguna salida del intercambiador primario está unida a varios quemadores de oxígeno.

35 Así, en general, cada salida del intercambiador primario estará unida a un quemador de oxígeno. Cuando dicho intercambiador primario está unido únicamente a quemadores de oxígeno de la primera serie, cada salida de este intercambiador típicamente está unida a un quemador de oxígeno de esta primera serie. No obstante, en ciertos casos, el intercambiador primario puede incluir asimismo una salida suplementaria para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado a otro equipo de la instalación.

40 Son abundantes las ventajas de la presente invención. Esta permite conseguir ahorros de combustible y reducciones de emisiones contaminantes asociadas a la oxicomustión con recuperación de energía para el precalentamiento de reactivos de combustión, en particular para el precalentamiento del oxígeno industrial utilizado como comburente. La invención presenta asimismo el elevado nivel de seguridad asociado a la segunda solución para el precalentamiento de los reactivos de combustión por medio de los humos calientes. Lo que es más, la presente invención permite alcanzar este elevado nivel de seguridad con unos mínimos equipos y limitando al mínimo los conductos para el transporte del oxígeno industrial precalentado hacia los quemadores de oxígeno.

45 La utilización de un intercambiador primario con varias salidas de oxígeno industrial permite una gran flexibilidad en el suministro de múltiples flujos de oxígeno industrial precalentado. La utilización de un intercambiador primario con varias salidas de oxígeno industrial precalentado presenta asimismo la importante ventaja de limitar, si no eliminar, la necesidad de sistemas, y especialmente válvulas, para la repartición de un flujo de oxígeno industrial precalentado en varios sub-flujos. Cuando cada salida de oxígeno industrial precalentado está unida a un solo quemador de oxígeno, no es necesario repartir oxígeno industrial en estado precalentado para su distribución hacia diferentes quemadores. Dada la naturaleza oxidante y corrosiva del oxígeno industrial caliente, muy pocos sistemas son aptos para repartir flujos de oxígeno caliente de manera fiable, y los sistemas fiables que existen son particularmente onerosos, por lo que es altamente deseable una instalación que funcione sin tales sistemas o con los mínimos.

Según la invención, un solo intercambiador primario puede generar varios flujos de oxígeno industrial precalentado, merced al hecho de que el oxígeno industrial se divide en varios flujos antes de ser precalentado, es decir, aguas arriba del intercambiador primario o en una zona de entrada de oxígeno en el interior del intercambiador primario.

5 Para ello, la instalación comprende el divisor antes referido para la división del oxígeno industrial que ha de precalentarse en varios flujos de oxígeno que ha de precalentarse, posicionado aguas arriba del intercambiador primario o en una zona de entrada de oxígeno en el interior del intercambiador primario.

Preferentemente, el divisor divide un flujo de oxígeno industrial que ha de precalentarse en un número de flujos de oxígeno industrial que ha de precalentarse que corresponde al número de flujos de oxígeno industrial precalentado suministrados por el intercambiador primario.

10 El horno comprende preferentemente entre 5 y 16 quemadores de oxígeno, también preferentemente entre 5 y 10 quemadores de oxígeno.

Una serie de quemadores de oxígeno incluye por definición varios quemadores de oxígeno, típicamente al menos 3 quemadores de oxígeno. Una serie incluye ventajosamente entre 3 y 8 quemadores de oxígeno, preferentemente entre 3 y 6 quemadores de oxígeno.

15 La presente invención reviste un particular interés para instalaciones que incluyen un horno de fusión de vidrio y, en particular, hornos de fusión con una capacidad o tirada de 20 a 200 toneladas de vidrio fundido por día.

La zona que rodea la cámara está generalmente a una temperatura más elevada que la temperatura ambiente. En consecuencia, la posición del intercambiador de calor primario adyacente a la envolvente de la cámara contribuye igualmente a limitar las pérdidas de energía térmica.

20 Según un modo de realización de la invención, el intercambiador de calor primario está adyacente a la pared que incluye la primera serie de quemadores de oxígeno. En este caso, las salidas de oxígeno industrial precalentado del intercambiador de calor primario están, típicamente, unidas únicamente a los quemadores de oxígeno de la primera serie.

25 De acuerdo con este modo de realización, cuando el horno de fusión incluye una segunda serie de quemadores de oxígeno en una segunda pared de la cámara, estando los quemadores de oxígeno de esta segunda serie alineados según una dirección llamada "segunda dirección", la instalación incluye ventajosamente un segundo intercambiador de calor primario, del tipo tal y como se ha descrito anteriormente. Este segundo intercambiador primario también está unido al dispositivo de calentamiento.

30 Este segundo intercambiador primario está posicionado entonces ventajosamente de manera adyacente a la segunda pared que incluye la segunda serie de quemadores de oxígeno, con la dimensión longitudinal del segundo intercambiador primario paralela a la segunda dirección de esta segunda serie de quemadores de oxígeno.

35 En este caso, las salidas del segundo intercambiador primario pueden estar, de manera útil, dispersadas a lo largo de esta dimensión longitudinal del segundo intercambiador primario. Cada quemador de oxígeno de la segunda serie está unido entonces ventajosamente a la salida de oxígeno industrial precalentado del segundo intercambiador de calor más cercano a dicho quemador de oxígeno, no habiendo ninguna salida del segundo intercambiador primario unida a varios quemadores de oxígeno.

Las salidas de oxígeno industrial precalentado del segundo intercambiador primario pueden estar unidas únicamente a los quemadores de oxígeno de la segunda serie.

40 La primera pared de la cámara, en la que se encuentran los quemadores de oxígeno de la primera serie, se halla muchas veces posicionada en oposición a la segunda pared de la cámara, en la que se encuentran los quemadores de oxígeno de la segunda serie. Preferentemente, la primera dirección de la primera serie y la segunda dirección de la segunda serie son sustancialmente paralelas.

Según otro modo de realización de la invención, el intercambiador de calor primario está posicionado por encima de y adyacente a la bóveda de la cámara.

45 En especial, cuando, según este segundo modo de realización con un intercambiador primario por encima de la bóveda, el horno incluye una segunda serie de quemadores de oxígeno alineados según una segunda dirección en una segunda pared de la cámara situada en oposición a la primera pared, cada quemador de oxígeno de la segunda serie se halla asimismo ventajosamente unido a una salida del intercambiador de este intercambiador de calor primario, como ocurre con los quemadores de oxígeno de la primera serie. Nuevamente, los quemadores de oxígeno de la segunda serie están unidos ventajosamente a la salida del intercambiador de calor primario más cercano a dicho quemador de oxígeno. En este caso, la primera dirección de la primera serie de quemadores de oxígeno es preferentemente paralela a la segunda dirección de la segunda serie de quemadores de oxígeno.

Un gran número de hornos incluye cámaras rectangulares, con una pared aguas arriba, una pared aguas abajo en

oposición a la pared aguas arriba, y dos paredes laterales que unen la pared aguas arriba y la pared aguas abajo. Estas paredes laterales se corresponden con los lados más largos del rectángulo. Cuando el horno incluye dos series de quemadores de oxígeno en paredes opuestas de la cámara, las dos series preferentemente van montadas respectivamente en una y otra de las paredes laterales.

5 En un horno para el tratamiento de una carga que se desplaza a través de la cámara de un lado al otro, como por ejemplo los hornos de fusión que funcionan en continuo, típicamente se introduce la carga en la cámara a través de o en la proximidad de la pared aguas arriba y se expulsa la carga tratada (por ejemplo, la carga fundida) de la cámara a través de o en la proximidad de la pared aguas abajo.

10 Se pueden utilizar diferentes dispositivos de calentamiento para el calentamiento del fluido caloportador por medio de humos evacuados de la cámara aguas arriba del intercambiador de calor primario. Según un modo de realización útil, este dispositivo de calentamiento es un intercambiador de calor, llamado intercambiador de calor secundario o intercambiador secundario, para el calentamiento del fluido caloportador por intercambio térmico a través de una pared con humos evacuados de la cámara.

15 El fluido caloportador presenta ventajosamente un contenido de oxígeno que no es superior al contenido en oxígeno del aire. El fluido caloportador puede ser, por ejemplo, aire, nitrógeno o CO₂.

El oxígeno industrial presenta ventajosamente un contenido de oxígeno superior al 70 %, por ejemplo de al menos el 80 % y preferentemente de al menos el 90 %.

20 Según una forma de realización útil, el intercambiador de calor primario es un intercambiador de calor tubular. Las salidas de oxígeno industrial precalentado se hallan unidas entonces a unos tubos de dicho intercambiador tubular en los cuales es precalentado por intercambio térmico el oxígeno industrial, a través de las paredes de los tubos, con el fluido caloportador caliente.

25 Tal intercambiador de calor tubular incluye ventajosamente varios haces de tubos separados fluidicamente entre sí, estando cada haz de tubos unido a al menos una salida de oxígeno industrial precalentado y estando cada salida de oxígeno industrial precalentado unida a un solo haz de tubos. Por ejemplo, un haz de tubos puede suministrar oxígeno industrial precalentado a dos salidas de oxígeno industrial precalentado del intercambiador primario, pero cada una de dichas salidas únicamente está unida a este haz de tubos y no a uno de los demás haces de tubos.

30 Preferentemente, cada haz de tubos está unido a no más de dos salidas de oxígeno industrial precalentado y, también preferentemente, cada haz de tubos está unido a una sola salida de oxígeno industrial precalentado, de manera que el flujo de oxígeno industrial precalentado por uno de los haces de tubos se suministre por completo a la salida de oxígeno industrial precalentado unida a dicho haz de tubos.

Para la repartición del oxígeno industrial que ha de precalentarse, el intercambiador de calor puede incluir varias entradas de oxígeno industrial, por ejemplo, una entrada por haz de tubos. Este es el caso más particularmente cuando el divisor está situado aguas arriba del intercambiador primario.

35 Cabe también la posibilidad de prever una cubierta de entrada por haz de tubos en el interior del intercambiador primario, estando dispuesta cada cubierta de entrada para el suministro de oxígeno industrial que ha de precalentarse a un solo haz de tubos. Dichas cubiertas de entrada forman parte entonces de un divisor de oxígeno situado en la zona aguas arriba del intercambiador primario.

40 De manera útil, cada salida de oxígeno industrial precalentado del intercambiador primario tubular está unida a uno solo de los haces de tubos por mediación de una cubierta de retorno y de una tubería de retorno, estando situada dicha tubería de retorno en el interior del intercambiador primario. El intercambiador primario incluye entonces una cubierta de retorno por haz de tubos. Este modo de realización es especialmente útil cuando las salidas del intercambiador primario están posicionadas a lo largo de la dimensión longitudinal del intercambiador.

45 La instalación de acuerdo a la invención incluye asimismo ventajosamente al menos un intercambiador de combustible para el precalentamiento del combustible aguas arriba de quemadores de oxígeno de la cámara por intercambio térmico con el fluido caloportador caliente a través de una pared. Este intercambiador se denomina asimismo intercambiador primario de combustible. Dicho al menos un intercambiador se corresponde ventajosamente con uno de los modos de realización antes descritos a propósito del o los intercambiadores primarios de oxígeno industrial (posición, salidas, conexiones a los (las series de) quemadores de oxígeno, divisor, estructura, etc.) con la salvedad de que el fluido precalentado y suministrado por dicho intercambiador primario de combustible es combustible en lugar de oxígeno industrial.

50 Asimismo, la presente invención se refiere a un procedimiento de combustión por medio de una instalación según la invención de acuerdo a uno cualquiera de los modos de realización antes descritos.

55 De acuerdo con este procedimiento, se generan en la cámara calor y humos por medio de los quemadores de oxígeno mediante combustión de un combustible con oxígeno industrial precalentado como comburente. Los humos son evacuados de la cámara por la salida de humos. Un fluido caloportador es calentado por medio de humos

5 evacuados de la cámara en el dispositivo de calentamiento en orden a obtener un fluido caloportador caliente. En el intercambiador de calor primario se precalienta oxígeno industrial por intercambio térmico a través de una pared con fluido caloportador caliente, procedente del dispositivo de calentamiento, en orden a obtener oxígeno industrial precalentado. Un flujo de este oxígeno industrial precalentado es llevado hacia cada una de las salidas de oxígeno industrial precalentado del intercambiador primario. Al quemador de oxígeno unido a la salida de oxígeno industrial precalentado se le suministra un flujo de oxígeno industrial precalentado para su utilización como comburente para la combustión del combustible en el interior de la cámara.

Según una forma de puesta en práctica de especial interés, se realiza el procedimiento de combustión de acuerdo a la invención en un horno de fusión de vidrio.

10 Asimismo, la invención se refiere a los diferentes modos de realización del intercambiador de calor primario tubular tales y como se han descrito anteriormente.

15 De este modo, la presente invención se refiere también a un intercambiador de calor tubular que incluye varios haces de tubos separados fluídicamente entre sí. Cada uno de dichos haces de tubos está unido a al menos una salida del intercambiador para la evacuación de un flujo de fluido calentado del intercambiador, y cada salida de fluido calentado está unida a un solo haz de tubos.

El intercambiador tubular presenta una dimensión longitudinal que se corresponde con la dirección de los haces de tubos e incluye salidas de fluido calentado en diferentes posiciones a lo largo de esta dimensión longitudinal.

Como anteriormente se ha explicado, dichas posiciones se eligen en función de la posición de al menos una serie de quemadores de oxígeno, e incluso de varias series de quemadores de oxígeno, en las paredes de la cámara.

20 Como anteriormente se ha descrito, para la repartición del fluido que ha de precalentarse, el intercambiador de calor puede incluir varias entradas de fluido que ha de calentarse, por ejemplo una entrada por haz de tubos.

Asimismo como anteriormente se ha descrito, cabe también la posibilidad de dotar el intercambiador de calor primario tubular de una cubierta de entrada por haz de tubos, estando dispuesta cada cubierta de entrada para el suministro de fluido que ha de calentarse a un solo haz de tubos.

25 De manera útil, cada salida de oxígeno industrial precalentado del intercambiador primario tubular está unida a uno de los haces de tubos por mediación de una cubierta de retorno y de una tubería de retorno, estando situada dicha tubería de retorno en el interior del intercambiador. El intercambiador primario incluye entonces una cubierta de retorno por haz de tubos.

30 La presente invención y sus ventajas se ilustran mediante los ejemplos que siguen, mediante referencias a las figuras 1 a 4, en las que la figura 1 es una representación esquemática de una instalación de acuerdo a la invención, la figura 2 es una representación esquemática en sección transversal de un intercambiador de calor primario tubular de acuerdo a la invención. Las figuras 3 y 4 son representaciones esquemáticas de una posible configuración de estos cuatro haces de tubos, respectivamente por el lado de la entrada de los tubos y por el lado de la salida de los tubos.

35 La figura 1 muestra más en particular una instalación que incluye un horno de fusión de vidrio. La cámara 100 de este horno incluye una solera (no representada), una bóveda 111 y cuatro paredes 112 a 115, y más en particular, una pared aguas arriba 112, una pared aguas abajo 113 y dos paredes laterales 114 y 115.

40 El horno incluye ocho quemadores de oxígeno 107, 109 montados en las paredes de la cámara 100. Una primera serie de cuatro quemadores de oxígeno 107 se halla montada en la primera pared lateral 114 y una segunda serie de cuatro quemadores de oxígeno 109 se halla montada en la segunda pared lateral 115.

45 Los quemadores de oxígeno 107, 109 de cada serie están espaciados de manera regular en una dirección horizontal paralela a la longitud de la cámara 100. Los quemadores de oxígeno 107 de la primera serie y los quemadores de oxígeno 109 de la segunda serie están posicionados más particularmente de manera que, visto en la longitud de la cámara 100, un quemador de oxígeno 107 de la primera serie se encuentre entre dos quemadores de oxígeno 109 sucesivos de la segunda serie, y viceversa.

50 Los humos generados por los quemadores de oxígeno 107, 109 son evacuados de la cámara 100 a través de la pared aguas arriba 112 por la única salida de humos 116 y a continuación son enviados a una chimenea (no ilustrada). A través de la pared aguas arriba 112, se introduce material vitrificable en la cámara 100, mediante dos enfornadoras 108. El material fundido es evacuado de la cámara 100 por una boca de salida (no ilustrada) en la pared aguas abajo 113 de la cámara 100.

Se utiliza un solo recuperador de calor 101 como dispositivo de calentamiento para calentar el aire, utilizado como fluido caloportador, a partir del calor de humos evacuados de la cámara 100. Este recuperador de calor 101 va instalado sobre la chimenea de la cámara 100. Así, en el modo de realización ilustrado en la figura 1, el recuperador de calor 101 va instalado por el lado aguas arriba de la cámara 100.

El aire caliente así producido es evacuado del recuperador 101 por la canalización 102.

Un flujo de este aire caliente es dirigido hacia el intercambiador de calor primario 103 que está instalado por encima de la cámara 100 en la proximidad de la bóveda 111. El intercambiador 103 se encuentra a igual distancia de las dos series de quemadores de oxígeno 107 y 109. Por lo tanto, la dimensión longitudinal de dicho intercambiador primario 103 es paralela al eje longitudinal de la cámara 100.

En el interior de dicho intercambiador primario 103, se precaliente oxígeno industrial por intercambio térmico a través de una pared con el fluido caloportador caliente procedente del recuperador 101.

El intercambiador primario 103 incluye ocho salidas 131, 132 de oxígeno industrial precalentado: cuatro salidas 131 por el lado de la primera serie de cuatro quemadores de oxígeno 107 y cuatro salidas 132 por el lado de los cuatro quemadores de oxígeno 109 de la segunda serie. Cada salida 131, 132 está posicionada de manera que la distancia entre la salida de oxígeno industrial precalentado 131, 132 y el quemador de oxígeno 107, 109 más cercano sea mínima. Un conducto de oxígeno industrial precalentado 133, 134 une cada salida 131, 132 con el quemador 107, 109 más cercano para el suministro de oxígeno industrial precalentado, en calidad de comburente, a dicho quemador 107, 109. Merced a la posición de las salidas 131, 132 con respecto a los quemadores 107, 109, la longitud de dichos conductos 133, 134 es mínima.

Una primera ventaja de esta disposición es la mejora del rendimiento térmico de la instalación. En efecto, el entorno inmediato del intercambiador primario 103 y de los conductos 133, 134 es la bóveda caliente 111 y, así, se verán disminuidas las pérdidas térmicas a través de la calorifugación alrededor del intercambiador primario 103 y los conductos 133, 134.

Otra ventaja es la doble utilización del intercambiador primario 103: por una parte, para precalentar el oxígeno industrial aguas arriba de los quemadores 107, 109 y, por otra, para conducir el oxígeno industrial precalentado hasta el frente de cada quemador.

Al minimizar la distancia entre las salidas del intercambiador primario 103 y los quemadores 107, 109, se disminuyen las pérdidas térmicas debidas a la conducción a través de los conductos calorifugados 133, 134.

Por estar cada salida 131, 132 asociada a un solo quemador 107, 109, no es necesario dotar dichos conductos 133, 134 de sistemas, tales como válvulas, para la repartición del oxígeno industrial precalentado procedente de dicha salida 131, 132 hacia varios quemadores.

De acuerdo con el modo de realización ilustrado en la figura 1, la instalación incluye asimismo un intercambiador de calor 104, llamado intercambiador primario de combustible, para el precalentamiento del combustible aguas arriba de los quemadores 107, 109, siendo el combustible, por ejemplo, un combustible gaseoso tal como el gas natural. Este segundo intercambiador de calor 104 está posicionado por encima del intercambiador primario 103.

Para alimentar el segundo intercambiador 104 con aire caliente, el aire caliente producido en el recuperador 101 se divide en dos flujos separados, un primer flujo que es dirigido hacia el intercambiador de calor primario 103 y un segundo flujo que es dirigido hacia el segundo intercambiador 104.

El segundo intercambiador 104 funciona según los mismos principios que el intercambiador primario 103, por lo que presenta las mismas ventajas.

De este modo, el segundo intercambiador 104 va instalado a igual distancia de las dos series de quemadores de oxígeno 107 y 109. Por lo tanto, la dimensión longitudinal del segundo intercambiador 104 es paralela al eje longitudinal de la cámara 100.

El segundo intercambiador 104 incluye ocho salidas 141, 142 de combustible precalentado: cuatro salidas 141 por el lado de la primera serie de cuatro quemadores de oxígeno 107 y cuatro salidas 142 por el lado de los cuatro quemadores de oxígeno 109. Cada salida 141, 142 está posicionada de manera que la distancia entre la salida de combustible precalentado 141, 142 y el quemador de oxígeno 107, 109 más cercano sea mínima. Un conducto de combustible precalentado 143, 144 une cada salida 141, 142 con el quemador 107, 109 más cercano para el suministro de combustible precalentado a dicho quemador 107, 109.

Según un modo de realización preferido de la invención, el intercambiador primario permite el precalentamiento simultáneo de varios flujos de oxígeno industrial cuyos caudales se pueden regular con independencia unos de otros. Cuando la instalación también incluye un segundo intercambiador para el precalentamiento del combustible, es deseable que este segundo intercambiador permita análogamente el precalentamiento simultáneo de varios flujos de combustible cuyos caudales se puedan regular con independencia unos de otros. Es deseable, por otro lado, por razones de seguridad y de fiabilidad, que estos caudales se puedan regular en correspondencia con el reactivo de combustión antes del precalentamiento.

El intercambiador ilustrado en la figura 2 está diseñado en orden a permitir el precalentamiento simultáneo de varios flujos de reactivo(s) de combustión diferenciados. Esto permite regular independientemente el caudal de cada flujo

de reactivo precalentado y, así, el ajuste independiente de la potencia de cada quemador. Así, la invención hace más sencilla la obtención del perfil térmico que se pretende en la cámara, y da al horno más flexibilidad.

Como se ilustra en la figura 2, el intercambiador 103 es un intercambiador tubular de placas con las siguientes características:

- 5 • Los tubos están divididos en varios haces cuyo número se corresponde con el número de flujos diferenciados que han de precalentarse (cuatro haces 10, 20, 30 y 40 en el caso ilustrado);
- cada haz 10, 20, 30, 40 está cubierto mediante una cubierta 11 a 14, llamada cubierta de entrada, presentando cada cubierta de entrada una alimentación individual 21 a 24 de reactivo de combustión;
- 10 • en el extremo opuesto de los tubos, cada haz 10, 20, 30, 40 está cubierto mediante una cubierta 31 a 34, llamada cubierta de retorno, que reenvía el reactivo precalentado procedente del haz hacia uno o varios tubos de retorno 41 a 44 unidos exclusivamente a dicho haz;
- cada tubo de retorno 41 a 44 conduce el reactivo precalentado hacia una de las salidas 1 a 4 de reactivo precalentado del intercambiador, alimentándose preferentemente cada salida mediante un solo tubo de retorno 41 a 44;
- 15 • la longitud de los tubos de retorno 41 a 44 varía en función del posicionamiento de la correspondiente salida 1 a 4, siendo función el posicionamiento de la salida, según se ha descrito antes, de la posición del correspondiente quemador en la cámara del horno;
- el caudal del reactivo que ha de precalentarse se regula para cada haz de tubos 10, 20, 30 y 40 aguas arriba de la cubierta de entrada 11 a 14, e incluso aguas arriba del intercambiador de calor, es decir, antes del precalentamiento del reactivo.
- 20

El número de los tubos por haz y sus diámetros se eligen en orden a asegurar un suficiente precalentamiento del reactivo por intercambio térmico con el fluido caloportador caliente, típicamente aire caliente, al tiempo que se mantiene la presión y la velocidad máxima del reactivo en el intercambiador a un nivel que no sobrepasa los límites de seguridad.

- 25 Las figuras 3 y 4 representan esquemáticamente una posible configuración para cuatro haces de tubos 10, 20, 30 y 40, respectivamente vista según el plano III-III y según el plano IV-IV de la figura 2.

- 30 Se eligen, para las cubiertas 11 a 14 y 31 a 34, para los tubos de los haces y para los tubos de retorno 41 a 44 y, en general, para toda superficie que entre en contacto con el reactivo de combustión, materiales que sean compatibles con estos materiales. De este modo, para las superficies que entran en contacto con oxígeno precalentado, se utiliza de manera ventajosa una aleación que contiene entre el 60 y el 75 % de Ni, del 10 al 30 % de Cr.

REIVINDICACIONES

1. Instalación que incluye un horno, incluyendo dicho horno:

• una cámara (100) delimitada, por una parte, por una solera y, por otra, por una envolvente refractaria, incluyendo dicha envolvente unas paredes (112, 113, 114, 115) y una bóveda (111), e incluyendo dicha cámara (100) una salida de humos (116), y

• entre cuatro y veinte quemadores de oxígeno (107, 109) dirigidos hacia el interior de la cámara (100), estando al menos una primera serie de dichos quemadores de oxígeno (107) alineada en una primera pared (114) de la cámara (100) según una primera dirección,

incluyendo asimismo dicha instalación:

• un dispositivo de calentamiento (101) para el calentamiento de un fluido caloportador por medio de humos evacuados de la cámara (100) con obtención de fluido caloportador caliente, estando dicho dispositivo de calentamiento (101) unido a la salida de humos (116) de la cámara (100),

• un intercambiador de calor primario (103) para el precalentamiento de oxígeno industrial por intercambio térmico a través de una pared con el fluido caloportador caliente, en orden a obtener oxígeno industrial precalentado, estando dicho intercambiador primario (103) adyacente a la envolvente de la cámara (100) y unido al dispositivo de calentamiento (101), e incluyendo al menos una salida de oxígeno industrial precalentado (1, 2, 3, 4, 131, 132) para el suministro de oxígeno industrial precalentado a al menos uno de los quemadores de oxígeno (107, 109),

caracterizada:

• por que la instalación comprende un divisor para la división del oxígeno industrial que ha de precalentarse en varios flujos de oxígeno que ha de precalentarse, hallándose posicionado dicho divisor aguas arriba del intercambiador primario o en una zona de entrada de oxígeno en el interior del intercambiador primario, y

• por que el intercambiador primario incluye varias salidas para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado (1, 2, 3, 4, 131, 132), estando cada quemador de oxígeno (107) de la primera serie unido a una salida (1, 2, 3, 4, 131, 132) del intercambiador de calor primario (103) para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado a dicho quemador de oxígeno (107), no habiendo ninguna salida del intercambiador primario unida a varios quemadores de oxígeno.

2. Instalación según la reivindicación 1, en la que el intercambiador primario (103) está adyacente a la pared (114) que incluye la primera serie de quemadores de oxígeno (107).

3. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en la que el intercambiador primario (103) presenta una dimensión longitudinal paralela a la dirección de la primera serie de quemadores de oxígeno y en la que las salidas (131, 132) de dicho intercambiador primario están posicionadas a lo largo de esta dimensión longitudinal, estando cada quemador de oxígeno (107) de la primera serie unido a la salida (131, 132) más cercana del intercambiador primario (103).

4. Instalación según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el horno es un horno de fusión, incluyendo el horno una segunda serie de quemadores de oxígeno (109) en una segunda pared (115) de la cámara (100) y alineados según una segunda dirección, incluyendo la instalación:

• un segundo intercambiador de calor primario para el precalentamiento de oxígeno industrial por intercambio térmico a través de una pared con el fluido caloportador caliente, en orden a obtener oxígeno industrial precalentado,

• un segundo divisor para la división de oxígeno industrial que ha de precalentarse en varios flujos de oxígeno que ha de precalentarse,

caracterizada por:

- estar posicionado dicho segundo divisor aguas arriba del segundo intercambiador primario o en una zona de entrada de oxígeno en el interior del segundo intercambiador primario,

- estar dicho segundo intercambiador primario adyacente a la pared (115) que incluye la segunda serie de quemadores de oxígeno (109), estando asimismo unido al dispositivo de calentamiento (101) e incluyendo varias salidas para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado,

- estar cada quemador de oxígeno (109) de la segunda serie unido a una sola salida del segundo intercambiador primario para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado correspondiente a dicho quemador de oxígeno, no habiendo ninguna salida del segundo intercambiador primario unida a varios quemadores de oxígeno.

5. Instalación según la reivindicación 4, en la que el segundo intercambiador primario está adyacente a la segunda pared (115) que incluye la segunda serie de quemadores de oxígeno (109) y presenta una dimensión longitudinal paralela a la dirección de la segunda serie de quemadores de oxígeno (109), estando las salidas de dicho segundo intercambiador primario posicionadas a lo largo de esta dimensión longitudinal, estando cada quemador de oxígeno (109) de la segunda serie unido a la salida más cercana del segundo intercambiador primario.
6. Instalación según la reivindicación 1, en la que el intercambiador de calor primario (103) se halla por encima de y adyacente a la bóveda (111) de la cámara (100).
7. Instalación según la reivindicación 6, en la que el horno incluye una segunda serie de quemadores de oxígeno (109) alineados según una segunda dirección en una segunda pared (115) de la cámara, estando dicha segunda pared (115) en oposición a la primera pared (114), estando cada quemador de oxígeno (109) de la segunda serie unido a una salida (132) de oxígeno industrial precalentado del intercambiador primario (103) para el suministro de un flujo de oxígeno industrial precalentado a dicho quemador de oxígeno (109) de la segunda serie.
8. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de calentamiento (101) es un intercambiador de calor secundario para el calentamiento del fluido caloportador por intercambio térmico a través de una pared con humos evacuados de la cámara.
9. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el intercambiador primario (103) es un intercambiador de calor tubular, estando las salidas de oxígeno industrial precalentado (131, 132) unidas a unos tubos de dicho intercambiador de calor tubular.
10. Instalación según la reivindicación 9, en la que el intercambiador primario (103) incluye varios haces de tubos (10, 20, 30, 40) separados fluidicamente entre sí, estando cada haz de tubos (10, 20, 30, 40) unido a al menos una de las salidas (1, 2, 3, 4) del intercambiador primario (103) y estando cada salida (1, 2, 3, 4) unida a un solo haz de tubos (10, 20, 30, 40), estando preferentemente cada haz de tubos (10, 20, 30, 40) unido a una sola salida (1, 2, 3, 4).
11. Instalación según la reivindicación 10, en la que el intercambiador primario (103) incluye una cubierta de entrada (11, 12, 13, 14) por haz de tubos (10, 20, 30, 40), estando dispuesta cada cubierta de entrada (11, 12, 13, 14) para el suministro de oxígeno industrial que ha de precalentarse a un solo haz de tubos (10, 20, 30, 40).
12. Instalación según una de las reivindicaciones 10 y 11, en la que cada salida (1, 2, 3, 4) del intercambiador primario (103) está unida a un haz de tubos (10, 20, 30, 40) por mediación de una cubierta de retorno (31, 32, 33, 34) y de una tubería de retorno (41, 42, 43, 44), incluyendo el intercambiador primario (103) una cubierta de retorno (31, 32, 33, 34) por haz de tubos (10, 20, 30, 40).
13. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, incluyendo dicha instalación al menos un intercambiador primario de combustible (104) para el precalentamiento del combustible aguas arriba de los quemadores de oxígeno (107, 109) por intercambio térmico con el fluido caloportador caliente a través de una pared, estando dicho intercambiador primario de combustible (104) adyacente a la envolvente de la cámara (100) y unido al dispositivo de calentamiento (101) e incluyendo varias salidas para el suministro de un flujo de combustible precalentado (141, 142) a unos quemadores de oxígeno (107, 109) de la instalación, no habiendo ninguna salida (141, 142) del intercambiador primario de combustible (104) unida a varios quemadores de oxígeno (107, 109), estando preferentemente cada salida (141, 142) del intercambiador primario de combustible (104) unida a un quemador de oxígeno (107, 109), comprendiendo preferentemente la instalación un divisor para la división de combustible que ha de precalentarse en varios flujos de combustible que ha de precalentarse, estando posicionado dicho divisor de combustible aguas arriba del intercambiador primario de combustible o en una zona de entrada de combustible en el interior del intercambiador primario de combustible.
14. Instalación según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el horno es un horno de fusión de vidrio.
15. Procedimiento de combustión por medio de una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, procedimiento en el cual:
- se generan calor y humos en la cámara (100) por medio de los quemadores de oxígeno (107, 109) mediante combustión de un combustible con oxígeno industrial precalentado como comburente,
 - se evacuan los humos de la cámara (100) por la salida de humos (116),
 - se calienta un fluido caloportador por medio de humos evacuados de la cámara (100) en el dispositivo de calentamiento (101) en orden a obtener un fluido caloportador caliente,
 - se precalienta oxígeno industrial en el o los intercambiadores primarios (103) de la instalación por intercambio térmico a través de una pared con fluido caloportador caliente, en orden a obtener oxígeno industrial precalentado,

ES 2 691 871 T3

- se lleva un flujo de oxígeno industrial precalentado hacia cada una de las salidas (131, 132, 1, 2, 3, 4) del o los intercambiadores primarios (103) de la instalación y se suministra este flujo de oxígeno industrial precalentado como comburente al quemador de oxígeno (107, 109) unido a dicha salida (131, 132, 1, 2, 3, 4).

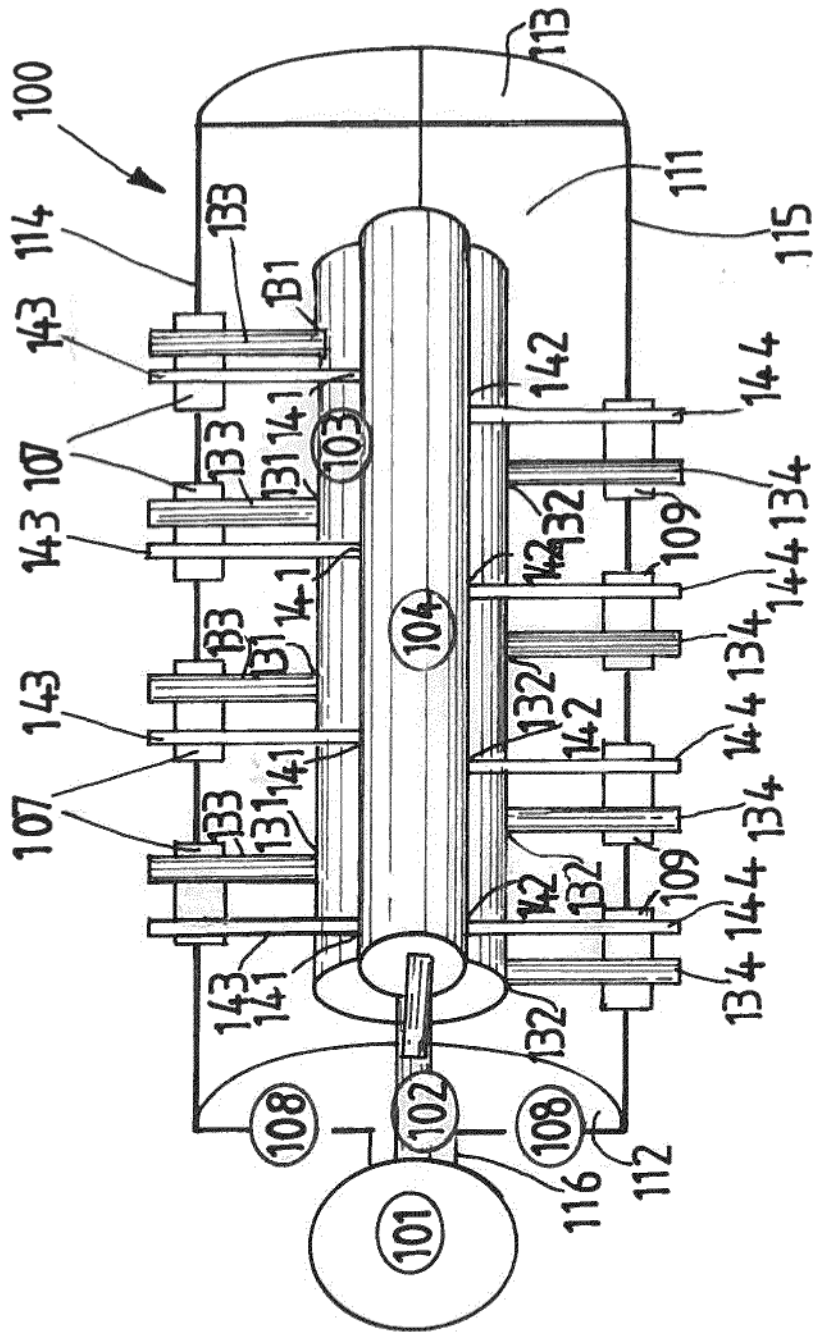


FIG. 1

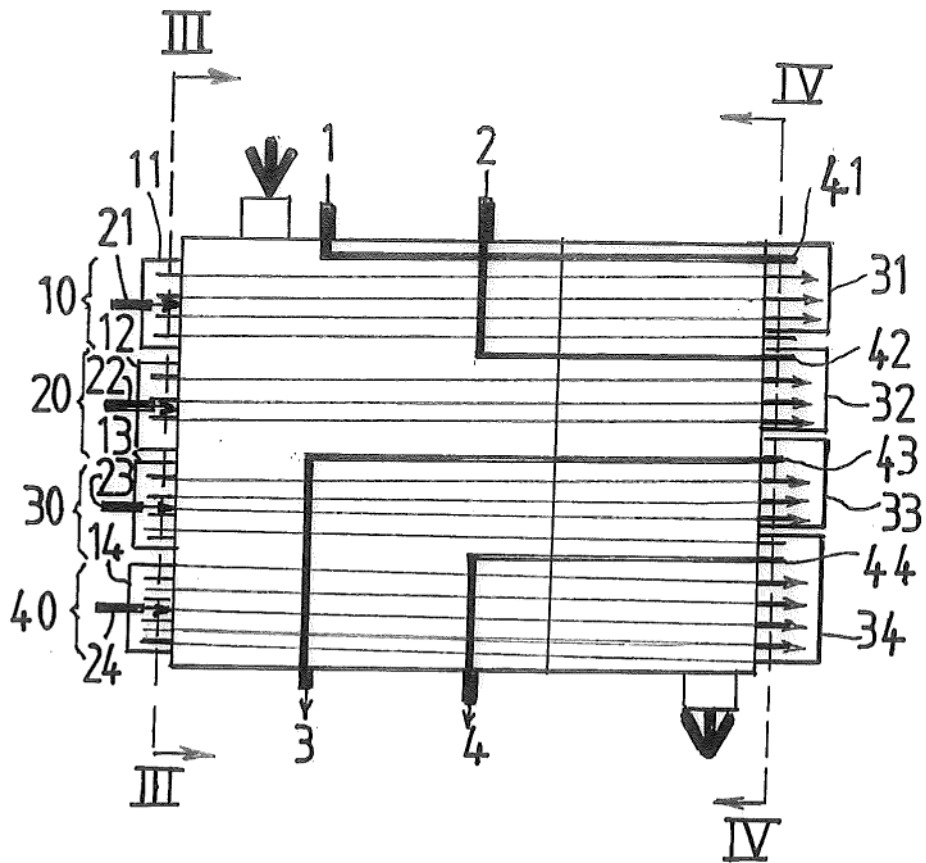


FIG. 2

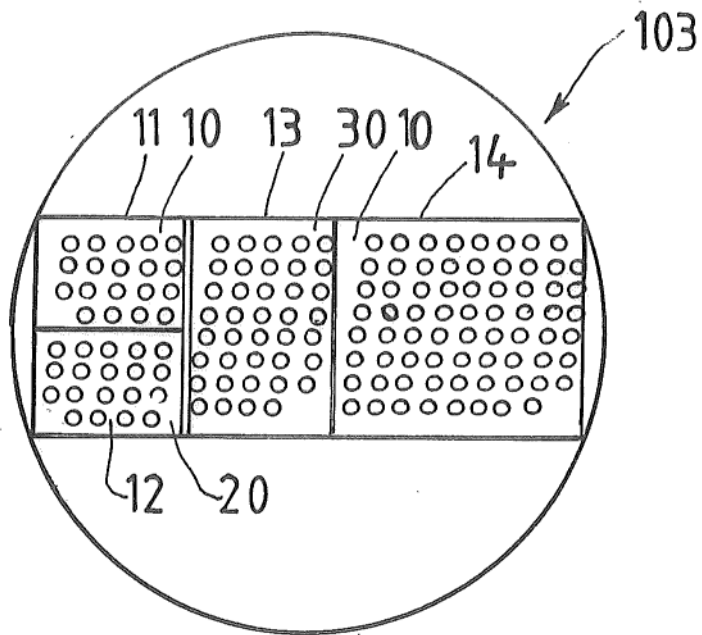


FIG. 3

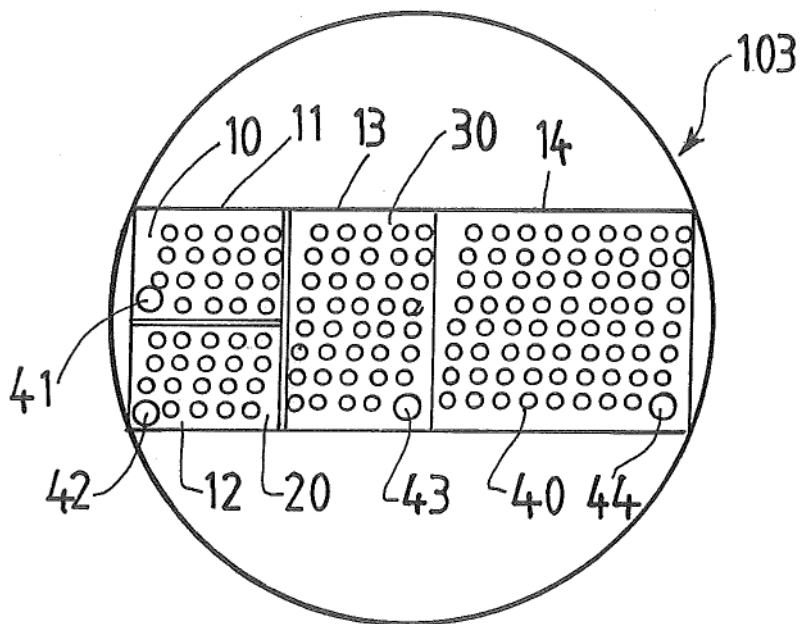


FIG. 4