

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 213**

51 Int. Cl.:

H05H 1/48 (2006.01)
F27B 5/04 (2006.01)
F27B 5/14 (2006.01)
F27D 17/00 (2006.01)
F27D 19/00 (2006.01)
F27D 99/00 (2010.01)
H05H 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.11.2018** **PCT/EP2018/081329**
87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2019** **WO19096885**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2018** **E 18804274 (1)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2023** **EP 3710767**

54 Título: **Horno de alta temperatura, uso de un horno de alta temperatura y método de calentamiento a altas temperaturas sin emisiones en un horno de alta temperatura**

30 Prioridad:

16.11.2017 SE 1751417

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.10.2023

73 Titular/es:

LINDE GMBH (100.0%)
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach, DE

72 Inventor/es:

NILSSON, ANNIKA y
NISKA, JOHN

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 951 213 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

Horno de alta temperatura, uso de un horno de alta temperatura y método de calentamiento a altas temperaturas sin emisiones en un horno de alta temperatura

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de los hornos y, especialmente, a hornos con una temperatura de funcionamiento elevada utilizados en, por ejemplo, la industria siderúrgica para recalentar aceros.

Antecedentes de la invención

Los hornos con temperaturas de funcionamiento elevadas se utilizan ampliamente en muchos campos. Uno de estos campos es el recalentamiento de aceros, en el que se requiere un medio de calentamiento capaz de proporcionar un calentamiento uniforme a alta temperatura del acero, generalmente en el intervalo de 1100-1300 °C. Existen varios métodos de calentamiento eléctrico utilizados actualmente en la industria del acero. En un método se emplean elementos de calentamiento por resistencia eléctrica. Una limitación de este método para el recalentamiento de aceros es que el rango de temperaturas mencionado anteriormente está cerca de los límites de funcionamiento para los elementos eléctricos, dando lugar a una vida útil de funcionamiento limitada. Otros métodos de calentamiento eléctrico empleados son el calentamiento por inducción y el calentamiento directo por resistencia con corrientes eléctricas. Sin embargo, estos dos métodos pueden presentar problemas de calentamiento no uniforme del acero.

Los métodos de calentamiento que conllevan un proceso de combustión son actualmente el método favorito para obtener un calentamiento uniforme a alta temperatura del acero. De forma general, en los procesos de combustión se emplean combustibles fósiles, que generan niveles elevados de contaminantes atmosféricos, tales como NO_x y CO₂, que posteriormente se liberan a la atmósfera por un tubo de escape o chimenea, dando lugar a contaminación atmosférica. Otro problema con este tipo de proceso de combustión es el uso de combustibles fósiles, que actualmente está amenazado por la aplicación de grandes restricciones futuras y en proceso de eliminación progresiva completa.

Para hacer que el proceso de calentamiento sea más eficiente desde un punto de vista energético, se emplea la integración de intercambiadores de calor en el sistema de combustión para recuperar calor de los gases de escape calientes. EP2927587 describe tal sistema de combustión de oxcombustible, que comprende un circuito de intercambio de calor y un fluido de transferencia de calor que fluye por el mismo para enfriar los gases de escape calientes. Gracias al circuito de intercambio de calor, el calor que sale del horno con el gas de escape por la tubería de escape puede recuperarse y utilizarse para precalentar los componentes de combustión. Aunque este tipo de sistema proporciona un uso más eficiente de los combustibles, no soluciona el problema de la emisión de contaminantes atmosféricos. EP2693143 describe un método y un dispositivo para detectar una fuga en la zona de al menos un dispositivo de enfriamiento de un horno, DE102011120681 describe un sistema para la formación en caliente de placas de circuitos que se utilizan en el desarrollo de componentes de carrocería, que tiene un calentador principal dispuesto en el lado aguas abajo del precalentador que comprende un quemador de combustible-oxígeno de premezcla o un quemador de hidrógeno-oxígeno de premezcla, y US3935371 describe un aparato de tratamiento térmico, es decir, un recocido o un ablandamiento, de materiales metálicos de tipo alambón en rollo, alambre, chapa en fleje y similares, que utiliza un horno de tipo discontinuo convencional con una atmósfera controlada calentada por una fuente de arco eléctrico, es decir, un generador de plasma.

Resumen de la invención

Un objeto de la presente invención es superar, o al menos reducir, los problemas mencionados anteriormente. Un objeto particular es proporcionar un horno de alta temperatura que elimine, o al menos reduzca en gran medida, la emisión de contaminantes atmosféricos.

Para responder mejor a este problema, en un primer aspecto de la invención se presenta un horno de alta temperatura según la reivindicación 1.

Gracias a la atmósfera de vapor de agua existente dentro de la cámara de calentamiento, es posible condensar el gas de escape del primer quemador en el dispositivo de condensación. Cualquier sustancia contaminante saldría del proceso en el agua condensada y, por lo tanto, no habría necesidad de contar con una chimenea y no se produciría la emisión de contaminantes atmosféricos. La atmósfera de vapor de agua proporcionada en la cámara según el presente concepto inventivo puede contribuir además a lograr una reducción de la formación de costra de óxido sobre el metal y, por tanto, de las pérdidas debidas a este óxido, que generalmente se producen durante el proceso de calentamiento por combustión, incluso a altas temperaturas.

El dispositivo de condensación puede recuperar tanto el calor sensible como el calor latente de condensación del gas de escape que sale de la cámara de calentamiento. El vapor de agua puede dar cuenta de aproximadamente un 18 % de la energía total de un combustible y, por lo tanto, la condensación del vapor de agua para su uso en

aplicaciones a baja temperatura por medio de la condensación de gases de escape puede aumentar la eficiencia del combustible del proceso global en un porcentaje equivalente. El agua caliente resultante del proceso que sale del dispositivo de condensación puede llevarse a, y utilizarse en, sistemas de calentamiento locales, donde se reutiliza la energía empleada para calentar el horno de alta temperatura. Esto tiene un efecto positivo en el medio ambiente y en la economía mundial, ya que puede contribuir a conseguir una reducción del consumo global de energía relacionado con el calentamiento.

Según una realización del horno de alta temperatura, el al menos un primer quemador comprende un quemador de hidrógeno-oxcombustible. El hidrógeno puede producirse a partir de la descomposición del agua utilizando electricidad renovable, y puede utilizarse como combustible de alta calidad en hornos industriales en la industria del acero, proporcionando un proceso de combustión exento de dióxido de carbono. El subproducto resultante de la combustión es vapor de agua, cuyo empleo puede eliminar el problema de la emisión de compuestos NOx formados a altas temperaturas. Esta ventaja se debe a que el exceso de vapor de agua procedente de la combustión de hidrógeno-oxcombustible puede condensarse en vez de ser expulsado por una chimenea, evitándose así la emisión de NOx o de otros contaminantes atmosféricos asociados, tales como CO y CO₂, del horno a la atmósfera. Los gases de NOx que se forman en el proceso de combustión saldrían del proceso en el agua condensada de los gases de escape de la cámara de calentamiento. Dependiendo del tamaño del horno de alta temperatura, puede proporcionarse más de un primer quemador. Mientras que un horno de alta temperatura sustancialmente pequeño puede comprender únicamente un primer quemador, un horno de alta temperatura sustancialmente grande puede comprender hasta 100 primeros quemadores, o más, para un calentamiento efectivo de la cámara de calentamiento y del material dentro de la misma.

Según una realización del horno de alta temperatura, el al menos un primer quemador comprende un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico. Los quemadores de chorro de plasma y arco eléctrico son muy eficientes para el calentamiento a alta temperatura. Al utilizarse vapor de agua como gas para formar el chorro de plasma, puede generarse una atmósfera de vapor de agua en la cámara del horno. Esta atmósfera de vapor de agua puede, a su vez, condensarse en el dispositivo de condensación, de modo que se evita la necesidad de tener una chimenea y, por tanto, la emisión de cualquier contaminante atmosférico.

Según una realización del horno de alta temperatura, en la que el al menos un primer quemador comprende un quemador de hidrógeno-oxcombustible, el horno de alta temperatura comprende además al menos un segundo quemador que comprende un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico. Facilitar una combinación de un quemador de hidrógeno-oxcombustible y un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico podría aumentar la eficiencia del proceso, ya que el quemador de chorro de plasma y arco eléctrico podría aportar energía de refuerzo cuando no haya suficiente hidrógeno disponible para el proceso. De forma similar, la combustión de hidrógeno para el quemador de hidrógeno-oxcombustible puede proporcionar energía de refuerzo cuando no haya suficiente electricidad durante el proceso de calentamiento. Según una realización, se proporciona más de un segundo quemador. El número de primeros y segundos quemadores se selecciona dependiendo del tamaño y el diseño del horno de alta temperatura, de los requisitos del proceso de calentamiento, tales como, por ejemplo, el número de zonas de combustión, y del material a calentar.

Además, el uso de la combustión de hidrógeno-oxcombustible junto con el calentamiento por chorro de plasma y arco eléctrico ofrece la posibilidad de mantener una presión parcial de oxígeno baja, que minimiza la formación de costra de óxido sobre metales, tales como el acero, que generan costra a altas temperaturas. En una realización que combina el calentamiento por chorro de plasma y arco eléctrico y la combustión de hidrógeno-oxcombustible, la combustión se utiliza para todo el proceso de calentamiento. En una realización del horno de alta temperatura que combina calentamiento por chorro de plasma y arco eléctrico y combustión de hidrógeno-oxcombustible, la combustión se utiliza en las etapas finales, o zonas de combustión, del proceso de calentamiento, que corresponden a aquellas que requieren las temperaturas más altas. En consecuencia, en una realización que combina el calentamiento por chorro de plasma y arco eléctrico y la combustión de hidrógeno-oxcombustible, el calentamiento por chorro se utiliza en todo el proceso de calentamiento. En una realización del horno de alta temperatura que combina el calentamiento por chorro de plasma y arco eléctrico con la combustión de hidrógeno-oxcombustible, el calentamiento por chorro se utiliza en las zonas de combustión del proceso de calentamiento, que corresponden a aquellas que requieren las temperaturas más altas.

Según una realización del horno de alta temperatura, el dispositivo de condensación es un intercambiador de calor por condensación. El intercambiador de calor por condensación se selecciona para que sea adecuado para el intervalo de temperatura del horno, por ejemplo, un intercambiador de calor radiativo o un intercambiador de calor convectivo. Tales intercambiadores de calor por condensación pueden procesar gas de escape a altas temperaturas y condensarlos en agua, de forma que no salga gas de escape del proceso y, por tanto, no se liberen emisiones a la atmósfera. En una realización, se utiliza un intercambiador de calor convectivo con un diseño de placas y armazón. En una realización, se utiliza un intercambiador de calor convectivo con un diseño de carcasa y tubos. Los gases de escape calientes que entran en el dispositivo de condensación procedentes de la cámara de calentamiento pueden fluir a contracorriente, de forma transversal o paralela al fluido refrigerador. También es posible que el flujo de gas de escape presente una combinación de los comportamientos de flujo anteriormente mencionados, tales como múltiples trayectorias de flujo transversales en un diseño de flujo transversal a contracorriente. El fluido refrigerador del

dispositivo de condensación puede ser vapor, aire, agua u otro fluido más frío que los gases de escape. El agua puede utilizarse para la etapa de condensación final y puede además calentarse para generar vapor en las zonas más calientes del intercambiador de calor por condensación. Cuando se utiliza un intercambiador de calor convectivo con un diseño de carcasa y tubos, los gases de escape pueden estar, bien en los tubos, o bien en la carcasa. Cuando se utiliza aire como fluido refrigerador, el aire caliente resultante puede emplearse posteriormente para la calefacción directa de edificios.

Según una realización del horno de alta temperatura, el dispositivo de condensación está dispuesto en una zona relativamente fría del horno. Tal zona fría del horno puede estar, por ejemplo, cerca de una puerta de carga, en una pared inferior de la cámara del horno o a una distancia de los quemadores. En una realización que comprende un intercambiador de calor como dispositivo de condensación, el intercambiador de calor está dispuesto preferiblemente de forma que el calor radiativo del horno no se irradie directamente sobre el dispositivo de condensación. Disponiendo el dispositivo de condensación para recibir gases de combustión en una zona más fría, por ejemplo, cerca de la puerta de carga de un horno continuo de alta temperatura, los gases de combustión pueden condensarse en un proceso más eficiente energéticamente.

Según una realización del horno de alta temperatura, el horno comprende además al menos una cámara de carga por esclusa neumática y, opcionalmente, una cámara de descarga por esclusa neumática adicional. La cámara de descarga adicional es opcional, ya que la cámara de carga puede utilizarse tanto para cargar como para descargar el material. La provisión de tales cámaras con esclusa neumática permite minimizar la infiltración de aire en la cámara de calentamiento y mantener una presión positiva en la misma.

Según una realización del horno de alta temperatura, el horno comprende además un sistema de control electrónico para controlar los al menos un primer y segundo quemadores y la presión dentro de la cámara de calentamiento. El sistema de control electrónico está dispuesto para controlar parámetros tales como los caudales de combustible y de oxígeno, lo que permite controlar la temperatura del proceso y proporcionar de este modo una temperatura de horno adecuada.

Según una realización del horno de alta temperatura, el horno comprende además un sistema de hidrólisis de agua para producir hidrógeno y oxígeno para el primer quemador. La hidrólisis de agua proporciona un proceso de producción de gases hidrógeno y oxígeno respetuoso con el medio ambiente. Tal descomposición del agua puede hacerse utilizando electricidad renovable. Dentro del concepto de la presente invención también son concebibles otros métodos que proporcionen un suministro continuo de combustible al horno.

En un aspecto no reivindicado de la presente invención del horno de alta temperatura, la atmósfera de vapor de agua se selecciona preferiblemente dentro del intervalo de 90 a 100 %. Es preferible un nivel de oxígeno ligeramente en exceso en los gases de combustión para permitir una combustión completa de todos los gases de escape generados por la combustión del quemador, lo que a su vez da lugar a una eliminación, o al menos a una gran reducción, de cualquier gas de escape contaminante liberado en el aire.

Según una realización del horno de alta temperatura que comprende al menos un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico, se utiliza vapor para formar el chorro de plasma.

Según un segundo aspecto de la presente invención, se utiliza un horno de alta temperatura como el descrito en las reivindicaciones 1 a 5 para recalentar aceros. El uso de un horno de alta temperatura tal como se describe en la presente memoria para el recalentamiento de aceros proporciona un proceso energéticamente eficiente y respetuoso con el medio ambiente, dado que casi no se producen emisiones de contaminantes atmosféricos a la atmósfera. En cambio, cualquier contaminante atmosférico resultante del quemador del horno se condensa y se elimina del proceso en el agua condensada. El agua condensada caliente que sale del dispositivo de condensación puede, por ejemplo, proporcionarse a un sistema de calefacción local para calentar edificios en la zona cercana al horno de alta temperatura. También puede recogerse en un tanque, donde puede almacenarse para su distribución y uso posterior para el calentamiento.

Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para el calentamiento a alta temperatura sin emisiones que comprende las etapas de proporcionar un horno de alta temperatura como se describe en la presente memoria, calentar la cámara de calentamiento del horno de alta temperatura por medio del al menos un primer quemador y proporcionar una atmósfera de vapor de agua en la cámara de calentamiento. El método comprende además recibir un gas de escape en forma de vapor de agua procedente de la cámara de calentamiento en el dispositivo de condensación del horno de alta temperatura y condensar el gas de escape a agua en el dispositivo de condensación, evitándose así la emisión de gas de escape al aire. El agua condensada caliente que sale del dispositivo de condensación puede dirigirse a un sistema de calentamiento y utilizarse en el mismo para calentar. El método proporciona así una solución eficaz desde el punto de vista energético para un horno de calentamiento a alta temperatura que es especialmente respetuoso con el medio ambiente, ya que no se produce ninguna emisión de contaminantes atmosféricos.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

5 La Fig. 1 es una vista esquemática de una realización de un horno de alta temperatura según un aspecto de la invención; y

la Fig. 2 es una vista esquemática de una segunda realización de un horno de alta temperatura según un aspecto de la invención.

Descripción de las realizaciones

La presente invención se describirá ahora de forma más completa a continuación en la memoria haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones ilustrativas de la invención. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de muchas formas distintas, y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; más bien, estas realizaciones se proporcionan a efectos de minuciosidad y exhaustividad y para transmitir plenamente el ámbito de la invención al destinatario experto. Caracteres de referencia similares hacen referencia a elementos similares en toda la memoria.

La Fig. 1 muestra una realización de un horno 100 de alta temperatura según la presente invención. El horno 100 de alta temperatura comprende una cámara 1 de calentamiento. La cámara 1 de calentamiento está adaptada para poder recibir un material 101, tal como, por ejemplo, acero, que se tratará térmicamente, por ejemplo, calentarse, a una temperatura alta. La cámara 1 de calentamiento comprende un primer extremo 2 y un segundo extremo 3 opuesto, dispuesto a una distancia del primer extremo 2. La cámara 1 de calentamiento comprende además unas paredes 4, 5 inferior y superior opuestas y unas paredes frontal y posterior opuestas, todas ellas extendiéndose entre el primer extremo 2 y el segundo extremo 3, proporcionando una cámara 1 de calentamiento cerrada. Las dimensiones de la cámara 1 de calentamiento pueden variar dependiendo de la aplicación para la que se utilice la cámara 1 de calentamiento y del material a tratar en la misma. De forma típica, la cámara 1 de calentamiento está dispuesta para ser estanca a los gases y comprende al menos una puerta sellable que puede utilizarse tanto para cargar como para descargar el material a tratar. La puerta de carga y descarga sellable permite crear una atmósfera controlada en la cámara. En la realización mostrada, la cámara 1 de calentamiento comprende una puerta de carga y descarga sellable, no mostrada en la Fig. 1, dispuesta en la pared frontal o en el segundo extremo 3, respectivamente, de la cámara 1 de calentamiento. Dentro del presente concepto inventivo también es concebible proporcionar una esclusa neumática para cargar y descargar la cámara en cualquiera de las posiciones en relación con la cámara de calentamiento. Un experto en la técnica se dará cuenta de que la cámara 1 de calentamiento puede comprender una o más zonas de calentamiento, o zonas de combustión, para las distintas etapas de calentamiento de un material en el horno 100 de alta temperatura. A modo de ejemplo únicamente, un horno de alta temperatura de gran tamaño puede comprender de 2 a 5 zonas de combustión.

El horno 100 de alta temperatura comprende además un primer quemador 10. El primer quemador 10 está dispuesto para calentar la cámara de calentamiento. En la realización ilustrativa de la Fig. 1, el primer quemador 10 está dispuesto en el primer extremo 2 de la cámara 1 de calentamiento, desde donde proporciona calentamiento a altas temperaturas a la cámara 1 de calentamiento cerrada y, por tanto, a cualquier material dispuesto en la misma. No obstante, el primer quemador 10 puede disponerse en otros lugares de la cámara 1 de calentamiento para proporcionar un calentamiento efectivo del material en la misma. Además, puede proporcionarse un horno de alta temperatura que comprenda una pluralidad de primeros quemadores, distribuidos en distintos lugares de la cámara de calentamiento, para un calentamiento efectivo del material. Según una realización, el número de primeros quemadores de un horno de alta temperatura de gran tamaño puede ser de 5 a 100.

El primer quemador 10 está dispuesto además para proporcionar una atmósfera de vapor de agua en la cámara 1 de calentamiento. En la realización ilustrativa de la Fig. 1, el primer quemador 10 comprende un quemador 10 de hidrógeno-oxicombustible. El hidrógeno y el oxígeno se proporcionan en tuberías 11, 12, de gas separadas respectivamente, al quemador 10 de hidrógeno-oxicombustible. El oxígeno y el hidrógeno de entrada para el quemador 10 de hidrógeno-oxicombustible se fijan en cantidades tales para generar una atmósfera de vapor de agua en el horno como subproducto de la combustión. Esto permite una condensación del subproducto, es decir, el vapor de agua, en lugar de la emisión del contaminante atmosférico asociado normalmente a la combustión de combustible fósil. El hidrógeno y el oxígeno proporcionados al quemador 10 de hidrógeno-oxicombustible pueden ser generados por un sistema de hidrólisis, que puede, opcionalmente, integrarse con el horno 100 de alta temperatura.

El uso de hidrógeno puro en vez de un combustible de hidrocarburo, elimina además el riesgo de formación de cualquier monóxido de carbono (CO) venenoso cuando se controla la combustión subestequiométrica. Es de esperar que una atmósfera de horno subestequiométrica arda cuando se abra la puerta o puertas del horno. Sin embargo, en el horno 100 de alta temperatura dotado del quemador 10 de hidrógeno-oxicombustible solo se formaría vapor de agua cuando se inflamen los gases. El hecho de que sea posible una combustión subestequiométrica facilita impedir que el oxígeno no deseado entre en el horno 100 de alta temperatura, lo que permite que el horno funcione de forma

más eficiente. El funcionamiento según una combustión cuasiestequiométrica puede aumentar aún más la temperatura de llama, reducir las pérdidas por costra de óxido y aumentar el rendimiento del proceso. Por ejemplo, cuando se calienta acero en un horno de alta temperatura, las pérdidas por costra de óxido pueden ser de hasta un 0,2 %-1 % de la entrada de acero aproximadamente, dependiendo de la aleación de acero, dimensiones de acero, temperatura del horno, tiempo de reposo, tipo de combustible, exceso de oxígeno, etc. El coste asociado a las pérdidas por costra de óxido es a veces aproximadamente de la misma magnitud que el coste del combustible necesario para encender el horno. Una reducción en las pérdidas por costra de óxido podría ayudar por tanto a compensar el mayor coste que supone utilizar hidrógeno como combustible.

En otra realización del horno de alta temperatura, el primer quemador comprende un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico. Cuando se utiliza vapor de agua como gas que forma el chorro de plasma, es posible utilizar un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico como primer quemador. El experto en la técnica entenderá que es posible, dentro del concepto de la presente invención, proporcionar una pluralidad de quemadores de chorro de plasma y arco eléctrico para las distintas zonas de combustión de la cámara 1 de calentamiento.

El primer quemador 10 y la presión dentro de la cámara 1 de calentamiento se controlan mediante un sistema de control electrónico, no mostrado en la Fig. 1.

Haciendo referencia a la Fig. 2, se proporciona un horno 100 de alta temperatura que comprende un segundo quemador 20. El primer quemador 10 está dispuesto en el primer extremo 2 de la cámara 1 de calentamiento y el segundo quemador 20 está dispuesto en el segundo extremo 3 de la cámara 1 de calentamiento. Sin embargo, es concebible proporcionar ambos quemadores 10, 20 en el mismo extremo de la cámara 1 de calentamiento, o en cualquier lugar adecuado para el proceso, tal como a lo largo de la pared superior 5. El experto en la técnica entenderá que también es posible proporcionar el primer quemador 10 en el segundo extremo 3 de la cámara 1 de calentamiento y proporcionar el segundo quemador 20 en el primer extremo 2 de la cámara 1 de calentamiento. En la realización ilustrativa de la Fig. 2, el primer quemador 10 comprende un quemador de hidrógeno-oxcombustible y el segundo quemador 20 comprende un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico. El quemador 20 de chorro de plasma y arco eléctrico está provisto de una línea 21 de tubería a través de la cual entra en el quemador el gas que forma el chorro de plasma. En esta realización, el gas que forma el chorro de plasma es vapor de agua.

Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 1, hay dispuesto además un dispositivo 30 de condensación en conexión de fluidos con la cámara 1 de calentamiento a través de una salida 31 de escape. En la realización ilustrativa de la Fig. 1, la salida 31 de escape está dispuesta cerca del primer extremo 2 de la cámara 1 de calentamiento, que tiene un extremo superior dispuesto adyacente a la pared inferior 4 y un extremo inferior dispuesto adyacente al dispositivo 30 de condensación. La salida 31 de escape comprende además unas paredes laterales que se extienden de su extremo superior a su extremo inferior, proporcionando un medio a través del cual puede fluir un gas. Un experto en la técnica entenderá que la salida 31 de escape puede disponerse en cualquier otra posición de la cámara 1 de calentamiento adecuada para la finalidad, tal como, por ejemplo, dentro de la pared inferior 4 de la cámara 1 de calentamiento. De forma general, la salida 31 de escape está dispuesta en una zona relativamente fría de la cámara 1 de calentamiento.

El dispositivo 30 de condensación está dispuesto para condensar un gas de escape generado por el primer quemador 10. Por lo tanto, está dispuesto para recibir un gas de escape procedente de la cámara 1 de calentamiento. El dispositivo 30 de condensación se selecciona para que sea adecuado para el rango de temperaturas del horno y puede, por ejemplo, que sea uno cualquiera de un intercambiador de calor radiativo y de un intercambiador de calor convectivo. Según la realización de la Fig. 1, el dispositivo 30 de condensación está dispuesto cerca del primer extremo 2 de la cámara 1 de calentamiento, en un lugar desplazado del mismo. Desde este lugar desplazado, el calor radiativo de la cámara 1 de calentamiento no llega directamente al dispositivo 30 de condensación. El dispositivo 30 de condensación está dispuesto preferiblemente cerca de un extremo de la cámara de calentamiento en el que se produce la carga del horno 100 de alta temperatura o en un lugar relativamente frío del horno 100 de alta temperatura, elegido preferiblemente basándose en la circulación de flujo de gas desde el primer quemador 10 a través de la cámara 1 de calentamiento. Dentro del concepto de la presente invención, también es posible proporcionar el dispositivo 30 de condensación en una pared de la cámara 1 de calentamiento, o en cualquier otro lugar del horno de alta temperatura, preferiblemente donde esté protegido del calor radiativo de la cámara 1 de calentamiento. El gas de escape saldrá del proceso principalmente en forma de vapor de agua, que se condensa por medio del dispositivo 30 de condensación. El agua condensada caliente puede utilizarse para, por ejemplo, un sistema de hidrólisis de agua o calefacción de distrito local. Un ejemplo de un uso de calefacción de distrito local es el calentamiento de radiadores en las proximidades del horno, que podría ser necesario durante la estación fría del año.

Cuando se calienta un material a una temperatura alta por medio del horno 100 de alta temperatura como se ha descrito anteriormente, el material 101 se pone en la cámara 1 de calentamiento del horno 100 de alta temperatura. La cámara 1 de calentamiento, y, por tanto, el material 101, se calienta por medio del al menos un primer quemador 10 a la temperatura deseada. También es posible que se proporcione un calentamiento adicional por medio de al menos un segundo quemador 20. El primer quemador genera un gas de escape que está en forma de vapor de agua, donde en la cámara 1 de calentamiento se proporciona una atmósfera de vapor de agua. El gas de escape se

saca de la cámara 1 de calentamiento y se recibe en el dispositivo 30 de condensación por la salida 31 de escape del horno 100 de alta temperatura. En el dispositivo 30 de condensación, el gas de escape se condensa en agua, que posteriormente se saca del dispositivo 30 de condensación, por lo que se evita la necesidad de tener una chimenea para la emisión del gas de escape al aire.

- 5 El experto se dará cuenta de que son posibles varias modificaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria sin apartarse del ámbito de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, los dispositivos 30 de condensación descritos en la presente memoria deben tomarse únicamente como ejemplos, y también puede utilizarse un dispositivo 30 de condensación distinto a los descritos en la presente memoria, siempre
- 10 que sea concebible una condensación completa del gas de escape de vapor de agua. El dispositivo de condensación puede comprender, por ejemplo, la carcasa exterior del horno de alta temperatura dado que puede condensar, cuando se proporciona enfriamiento suficiente, el vapor de agua generado en la cámara de calentamiento.
- 15 El experto en la técnica también se dará cuenta de que el agua condensada caliente puede utilizarse de cualquier forma que sea adecuada para el proceso. Puede utilizarse, por ejemplo, como fuente de calentamiento dentro del horno de alta temperatura provisto de un sistema de hidrólisis. También puede retirarse del horno de alta temperatura y utilizarse para calentar un proceso externo.
- 20 Los expertos en la técnica pueden entender y llevar a cabo otras variaciones de las realizaciones descritas llevando a la práctica la invención reivindicada estudiando los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, y el artículo indefinido “un” o “una” no excluye una pluralidad. Una referencia a los signos en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitativa del ámbito. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un horno (100) de alta temperatura que comprende
 - una cámara (1) de calentamiento;
 - al menos un primer quemador (10) para calentar dicha cámara de calentamiento; y
 - un dispositivo (30) de condensación dispuesto en conexión de fluidos con dicha cámara de calentamiento a través de una salida (31) de escape,
 - en donde dicho al menos un quemador comprende un quemador de hidrógeno-oxicombustible que está dispuesto para proporcionar una atmósfera de vapor de agua en dicha cámara de calentamiento, y
 - en donde el dispositivo de condensación está dispuesto para condensar un gas de escape generado por dicho primer quemador, y
 - en donde el horno no comprende una chimenea para la emisión de gases de escape a la atmósfera.
2. Un horno (100) de alta temperatura según la reivindicación 1, que comprende además al menos un segundo quemador (20), en donde dicho segundo quemador es un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico.
3. Un horno (100) de alta temperatura según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho dispositivo (30) de condensación es un intercambiador de calor por condensación.
4. Un horno (100) de alta temperatura según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos una cámara de carga con esclusa neumática con o sin una cámara de descarga con esclusa neumática adicional.
5. Un horno (100) de alta temperatura según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sistema de control electrónico para controlar dicho al menos un primer y segundo quemador (10, 20) y la presión dentro de dicha cámara (1) de calentamiento.
6. Uso de un horno (100) de alta temperatura según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para recalentar metales, tales como aceros, o para calentar otros productos industriales, tales como minerales, vidrio o menas.
7. Método de calentamiento a altas temperaturas sin emisiones en un horno (100) de alta temperatura que comprende una cámara (1) de calentamiento y un dispositivo (30) de condensación dispuesto en conexión de fluidos con dicha cámara de calentamiento a través de una salida (31) de escape, comprendiendo dicho método las etapas de:
 - calentar la cámara (1) de calentamiento por medio de al menos un primer quemador (10), en donde dicho al menos un quemador comprende un quemador de hidrógeno-oxicombustible,
 - proporcionar una atmósfera de vapor de agua en dicha cámara (1) de calentamiento,
 - recibir el gas de escape procedente de dicho primer quemador en el dispositivo (30) de condensación,
 - y condensar dicho gas de escape en agua en dicho dispositivo de condensación.
8. Método según la reivindicación 7, que comprende además al menos un segundo quemador (20), en donde dicho segundo quemador es un quemador de chorro de plasma y arco eléctrico.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en donde dicho dispositivo (30) de condensación es un intercambiador de calor por condensación.
10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende además al menos una cámara de carga con esclusa neumática con o sin una cámara de descarga con esclusa neumática adicional.
11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende además un sistema de control electrónico para controlar dicho al menos un primer y segundo quemador (10, 20) y la presión dentro de dicha cámara (1) de calentamiento.
12. Método según la reivindicación 8, en donde se utiliza vapor de agua para formar el chorro de plasma.

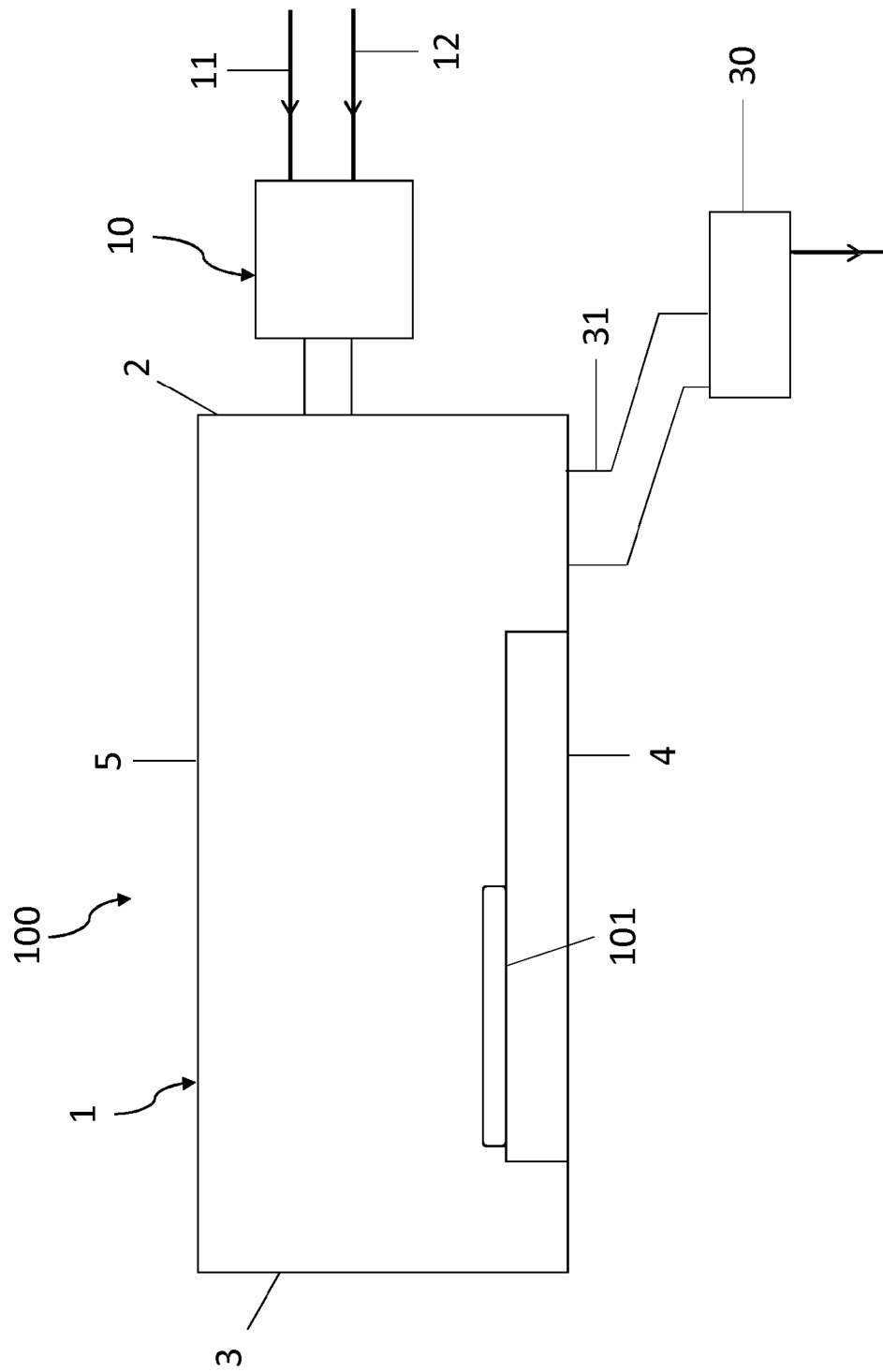


Figure 1

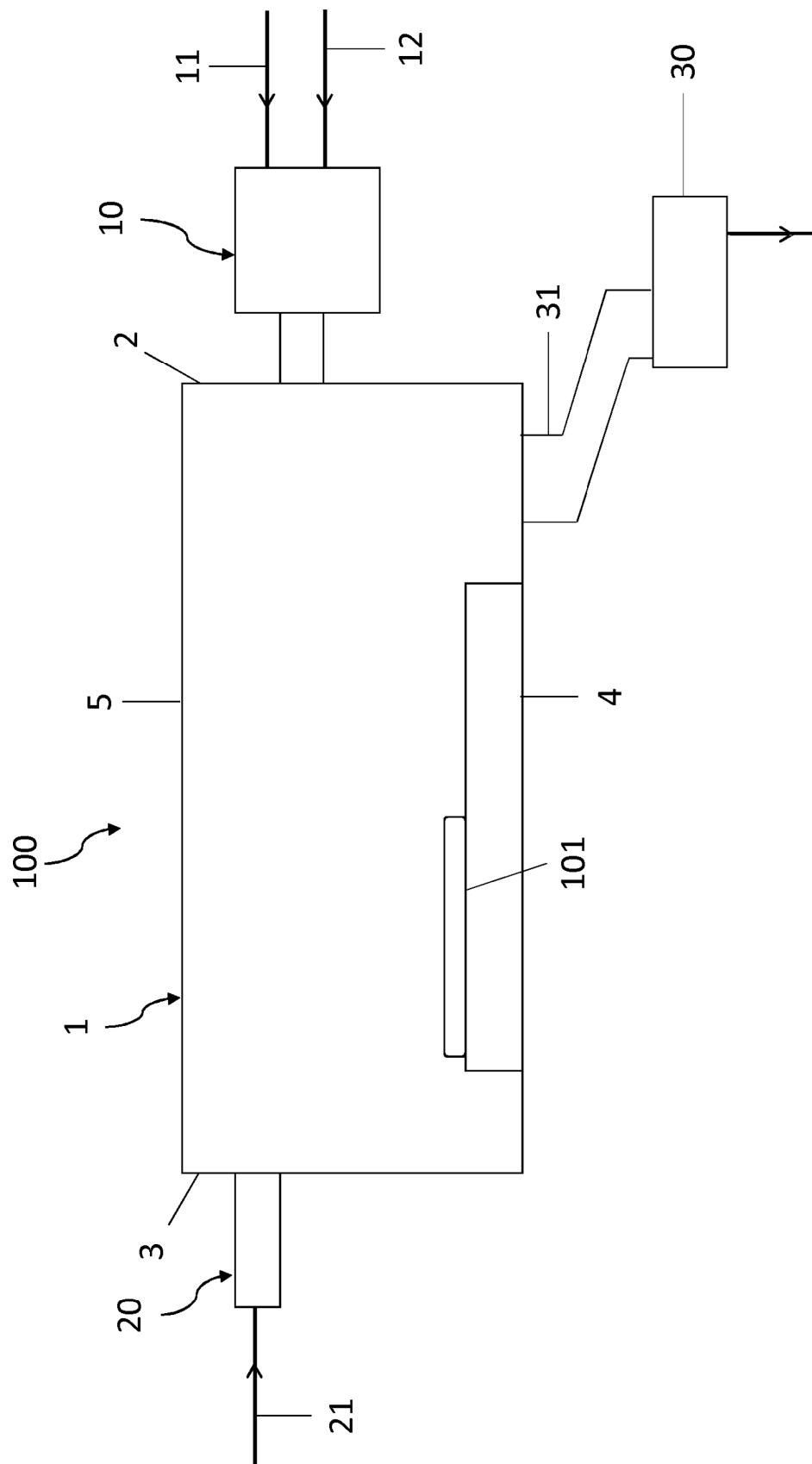


Figura 2