

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 734**

51 Int. Cl.:

**C03B 5/235** (2006.01)

**F27B 3/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2010 PCT/US2010/027796**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2010 WO10114714**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10759204 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 2414295**

54 Título: **Variación estequiométrica cíclica de quemadores de oxígeno-combustible en hornos para vidrio**

30 Prioridad:

**30.03.2009 US 413788**

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

**12.03.2019**

73 Titular/es:

**LINDE AG (100.0%)  
Klosterhofstrasse 1  
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**RICHARDSON, ANDREW, P.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 703 734 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**

Variación estequiométrica cíclica de quemadores de oxígeno-combustible en hornos para vidrio

5 La presente invención se refiere a la división en etapas de combustión en fundidores de vidrio para reducir la formación de NO<sub>x</sub>; más particularmente, la presente invención se refiere a un horno regenerativo de orificio de extremo así como a un método para hacer funcionar tal horno regenerativo de orificio de extremo.

10 La legislación y las preocupaciones comunitarias requieren la reducción de los niveles de NO<sub>x</sub>. El uso de oxígeno para conseguir lo anterior es una opción para reducir dichos niveles.

15 El documento US 5 779 754 describe un horno regenerativo de orificio de extremo convencional con orificios primero y segundo así como regeneradores primero y segundo. El horno también comprende quemadores de oxígeno-combustible primero y segundo, colocados en cada lado del horno entre los extremos de carga y descarga del horno.

Para una comprensión más completa de formas de realizaciones de la presente invención, puede hacerse referencia a las siguientes figuras de dibujos tomadas junto con la descripción de las realizaciones, de las que:

20 la figura 1 es una vista esquemática que muestra una realización del sistema de la invención; y

la figura 2 es otra vista esquemática que muestra la realización del sistema de la presente invención.

25 Las realizaciones del horno y del sistema de la presente invención reducen la cantidad de NO<sub>x</sub> formada en hornos para vidrio, tales como, por ejemplo, hornos regenerativos de orificios de extremo.

Las realizaciones del horno y del sistema proporcionan un medio eficaz de calentar a llama parcialmente un horno con oxígeno y reducir los niveles de NO<sub>x</sub>.

30 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se muestra un horno de la presente invención generalmente en 10 que tiene una realización del sistema de la presente invención empleada con el mismo. El horno 10 incluye una pared 12 exterior construida y dispuesta para proporcionar una cámara 14 de combustión interior.

35 Cargadores 16, 18 se conectan al horno 10 para comunicarse con la cámara 14 de combustión para proporcionar una alimentación de los materiales de formación de vidrio de partida u otro material de carga (no mostrado) al horno 10, y en particular a la cámara 14 de combustión.

40 Un extremo situado más abajo del horno 10 incluye un orificio 11 de descarga o extremo del horno en donde se retira el vidrio fundido, a menudo, denominada garganta. Un par de quemadores 20, 22 se disponen para funcionar en el extremo situado más abajo del horno 10. El quemador 20 puede ser un quemador de oxígeno-combustible para usarse con combustible gaseoso o gasolina. El quemador 20 puede hacerse funcionar como un quemador rico en combustible, es decir, un quemador con una cantidad en exceso de combustible; o como un quemador oxidante, es decir, un quemador que usa cantidades en exceso de oxígeno (O<sub>2</sub>). El quemador 22 también está montado en el extremo situado más abajo del horno 10, por ejemplo, en un lado opuesto a la pared 45 12 de horno tal como se muestra en las figuras, de modo que la descarga procedente del quemador 22 está alineada con el quemador 20. El quemador 22 también puede hacerse funcionar a base de combustible gaseoso o gasolina y puede hacerse funcionar de manera rica en combustible o pobre en combustible/oxidante (tal como se definió anteriormente con respecto al quemador 20). Ambos quemadores 20, 22 se construyen y disponen para un funcionamiento cíclico. Es decir, los quemadores 20, 22 pueden funcionar de manera alterna como quemadores ricos en combustible o quemadores oxidantes.

50 En un extremo del horno 10 opuesto al orificio 11 de descarga se disponen un par de regeneradores mostrados generalmente en 24, 26. Cada uno de los regeneradores 24, 26 está conectado a un orificio correspondiente, cada uno de los cuales está en comunicación con la cámara 14 de combustión. Es decir, el regenerador 24 está conectado al orificio 24A. El regenerador 26 está conectado al orificio 26A. Los regeneradores 24, 26 tienen inyectores de combustible (no mostrados) en los orificios 24A, 26A que funcionan a base de combustible gaseoso o gasolina, según requiera la aplicación de fusión. Las flechas en los orificios 24A, 26A indican el flujo con respecto a sus regeneradores y orificios asociados, y el funcionamiento del horno 10.

60 Cuando está en funcionamiento (es decir, no incluyendo el corto periodo de tiempo en que cada regenerador 24, 26 cambia de escape a calentamiento a llama, y viceversa) uno de los regeneradores 24, 26 está calentando a llama (en un orificio de calentamiento a llama), mientras que el otro de los regeneradores 24, 26 está expulsando (en un orificio de escape). Cada uno de los orificios 24A, 26A está equipado con inyectores de combustible (no mostrados) que funcionan solo cuando el orificio correspondiente de los orificios está en modo de calentamiento a llama. Cuando se encuentra en el modo de calentamiento a llama, el aire de combustión fluye a través del regenerador y se precalienta de modo que puede lograrse una temperatura de combustión elevada para un

funcionamiento eficaz del horno 10. El aire precalentado fluye a través del orificio de calentamiento a llama y a la cámara 14 de combustión en donde reacciona con el combustible procedente de los inyectores de combustible de orificio de calentamiento a llama creando una llama. La llama calienta la estructura de horno y el vidrio (no mostrado) que va a fundirse. El orificio de escape hace pasar los gases de escape de horno caliente a un segundo regenerador que se calienta por el paso de estos gases. Tras un periodo de 10-30 minutos (más habitualmente 15-25 minutos) se invierten los flujos de gases a través de los orificios, de modo que el aire de combustión ahora fluye a través del regenerador precalentado (es decir, el regenerador que previamente estaba expulsando) y los gases de escape del horno caliente ahora fluyen hacia fuera a través del regenerador desprovisto de calor (es decir, el regenerador que anteriormente estaba calentando a llama) para recuperar derroche energético.

Más particularmente y haciendo referencia a la figura 1, en funcionamiento, estando la cámara 14 de combustión del horno 10 dotada de una alimentación de material de formación de vidrio de partida representada por la flecha 17 procedente de los cargadores 16, 18, el regenerador 24 en su quemador en el orificio 24A proporciona la llama a la cámara 14 de combustión para fundir la alimentación. Cuando el quemador en el orificio 24A se acciona, el quemador 20 se hace funcionar en un modo rico en combustible durante el periodo de tiempo que el orificio de calentamiento a llama 24A está en funcionamiento. Generalmente, se muestra una huella 25 de combustión o llama primaria para el regenerador 24. De manera coincidente con lo anterior, el quemador 22 se hace funcionar en un modo oxidante o pobre en combustible para realizar la combustión de la manera más completa posible de cualquier combustible restante procedente de cualquier combustión incompleta del quemador 20 rico en combustible y el quemador en el orificio 24A. A continuación, un flujo de productos 27 de combustión se retira a través del orificio 26A del regenerador 26.

Este procedimiento funcionará durante aproximadamente 15-25 minutos antes de que el procedimiento se invierta tal como se comentó anteriormente con respecto a la figura 2.

Haciendo referencia a la figura 2, en el momento en que haya transcurrido una cantidad de tiempo seleccionada para la operación descrita anteriormente en la figura 1, tal como por ejemplo 20 minutos, el regenerador 26 se encuentra ahora preparado para funcionar en modo de calentamiento a llama y el regenerador 24 se encuentra ahora preparado para funcionar en un modo de escape. Los quemadores 26A comenzarán a calentar a llama para formar una llama en la cámara 14 de combustión y el quemador en el orificio 24A se apagará. De manera coincidente con lo anterior, el quemador 22 funcionará en un modo rico en combustible (no oxidante), mientras que el quemador 20 cambiará a un modo oxidante (pobre en combustible) de modo que exista suficiente oxígeno para realizar la combustión de cualquier producto de combustión restante en la cámara 14 de combustión. Generalmente, se muestra una huella 29 de combustión o llama primaria para el regenerador 26. Con el regenerador 24 en modo de escape, se genera un flujo de productos de combustión representado por la flecha 31 procedente de la cámara 14 de combustión. El flujo 31 se retira a través del orificio 24A del regenerador 24. Tras una cantidad de tiempo seleccionada, el procedimiento se invierte tal como se comentó con respecto a la figura 1.

Los quemadores 20, 22 pueden estar montados en las paredes de retención, es decir, a lo largo de lados del horno 10 paralelos a la dirección de llama inicial desde los regeneradores 24, 26, y/o en una bóveda del horno. Alternativamente, los quemadores 20, 22 pueden estar montados en una pared 15 de extremo tal como se muestra en 20A, 22A, es decir, opuestos a los orificios 24A, 26A y en las proximidades del orificio 11 de descarga.

Los quemadores 28, 30 muestran una posición aproximada para tales quemadores en la bóveda del horno 10. Pueden usarse uno o una pluralidad de los quemadores 28, 30 dispuestos en pares a lo largo de la bóveda de horno. Los quemadores 28, 30 calentarán a llama de manera aproximadamente perpendicular a una dirección de llama inicial desde los regeneradores 24, 26 de modo que la llama de oxígeno-combustible de los quemadores 28, 30 calienta a llama en las proximidades o en la huella 25, 29 de combustión respectiva, es decir el quemador 28 calienta a llama en la huella 25, mientras que el quemador 30 calienta a llama en la huella 29.

Es posible tener una combinación de quemadores 28, 30 montados en techo y en paredes 20, 22 de retención en un horno dado. Esto presenta la ventaja de proporcionar un mejor mezclado y, por consiguiente, una reacción eficaz entre las corrientes oxidantes y ricas en combustible. Por ejemplo, en la figura 2, cuando el orificio 26 está en modo de calentamiento a llama, las llamas ricas en oxígeno procedentes de los quemadores 20 y los quemadores 28, y las llamas ricas en combustible procedentes de los quemadores 22 y los quemadores 30 interactuarán de manera más eficaz con las corrientes de productos 31 de combustión dentro del horno 14. Esto se debe a que tanto los quemadores 20, 28 oxidantes como los quemadores 22, 30 ricos en combustible se introducen de manera sustancialmente perpendicular entre sí y también a los quemadores en el orificio 26A y la corriente principal de productos 31 de combustión en el horno 14.

En esta invención, cualquier quemador de oxígeno-combustible en el lado de calentamiento a llama del fundidor se haría funcionar de manera rica en combustible, y los quemadores de oxígeno-combustible en el lado de escape se harán funcionar de manera pobre en combustible.

En resumen, un lado de calentamiento a llama del horno 10 tendrá los quemadores de oxígeno-combustible calentando a llama de manera rica en combustible, es decir, con un oxígeno insuficiente para una combustión completa. En un lado opuesto del horno 10 que está usándose para expulsar los productos de combustión, es decir, el lado de escape del horno, los quemadores en el lado opuesto se calentarán a llama con un exceso de oxígeno para realizar la combustión de la manera más completa posible de cualquier combustible restante procedente la combustión incompleta del lado de calentamiento a llama del horno. El funcionamiento cíclico entre los regeneradores 24, 26 y los quemadores 20, 22 puede realizarse en intervalos de 15-25 minutos, por ejemplo.

Al menos uno de los quemadores 20,22 de oxígeno-combustible estará funcionando en cada uno de los lados de calentamiento a llama y de escape del horno 10. Tales quemadores 20,22 deben estar lo suficientemente separados de los orificios 24A,26A de escape de modo que exista tiempo y espacio suficientes disponibles para que tenga lugar la reacción entre el exceso de combustible del lado de calentamiento a llama del horno 10 y el exceso de oxígeno del quemador de oxígeno-combustible en el lado de escape del horno 10. Además, el quemador de oxígeno-combustible rico en combustible estar dispuesto en el lado de calentamiento a llama del horno 10 ubicado para crear una mezcla rica en combustible en la huella aplicable de las huellas 25, 29 de combustión en las regiones de temperaturas pico en el horno 10, es decir en un punto caliente de horno. Por consiguiente, ubicaciones adecuadas para estos quemadores 20, 22 son de aproximadamente entre el 20%-80% de la longitud del fundidor de vidrio desde los orificios 24A, 26A.

Los quemadores 20, 22 de oxígeno-combustible pueden estar dispuestos en hornos de orificios de extremo en una ubicación del 70-80% de la longitud de horno desde los orificios 24A, 26A. En esta posición, las temperaturas de bóveda de horno se encuentran en o cerca de su valor máximo en el horno 10, lo que habitualmente se denomina punto caliente de horno. Normalmente, en el punto caliente existe una corriente convectiva ascendente de vidrio calentado de baja densidad desde una parte inferior (no mostrada) del horno 10. En una superficie del baño de vidrio (no mostrado) en el punto caliente, el vidrio se calienta adicionalmente y se hace que el vidrio sometido a corriente convectiva ascendente se dirija parcialmente hacia los orificios de calentamiento a llama 24A y de escape 26A, y parcialmente hacia el orificio 11 de descarga de vidrio o garganta. El movimiento de superficie del vidrio fundido hacia el orificio 24A de calentamiento a llama y el orificio 26A de escape ayuda a limitar el movimiento de cualquier material de lote hacia el orificio 11 de descarga de vidrio antes de que dicho material de lote se haya fundido lo suficiente. La creación de corrientes emergentes de vidrio y las corrientes de convección resultantes en el baño de vidrio necesarias para el funcionamiento a alto rendimiento del horno se favorecen manteniendo el punto caliente. Al usar quemadores 20, 22 de oxígeno-combustible en o cerca del punto caliente se aporta energía adicional directamente al punto caliente deseado para así mantener la ubicación del punto caliente a través del ciclo de calentamiento a llama de cambios de funcionamiento de horno. La estabilidad del horno se mejora manteniendo y controlando el punto caliente. El punto caliente es una ubicación eficaz para la adición de energía de oxígeno-combustible porque mejora o refuerza adicionalmente los procesos de fundición naturales en la cámara 14 de combustión del horno.

Sin embargo, existe una cantidad máxima de energía de oxígeno-combustible que puede introducirse en el punto caliente antes de que las temperaturas de superestructura de bóveda se eleven de manera excesiva. Además, las trayectorias de flujo de los productos 27, 31 de combustión indican que si una región rica en combustible se introdujera en el lado de calentamiento a llama cerca del punto caliente, es decir, desde el quemador 20 en la figura 1, la región rica en combustible estaría limitada a una región relativamente pequeña ya que los productos de combustión ricos en combustible avanzan por la cámara 14 de combustión en las trayectorias 27,31 de flujo.

Con respecto al  $\text{NO}_x$  en un sistema de este tipo, se inhibe la formación de  $\text{NO}_x$  en regiones ricas en combustible debido, parcialmente, a la ausencia de oxígeno y como tal, si aumenta el tamaño de la región rica en combustible entonces la cantidad final del  $\text{NO}_x$  producido se reduciría. Por tanto, para reducir la formación de  $\text{NO}_x$ , se aumenta el tamaño de la región rica en combustible, lo cual se logra mediante el uso de los quemadores 20,22 de oxígeno-combustible más cercanos a los orificios 24A, 26A de calentamiento a llama y de escape.

Como resultado de la necesidad del funcionamiento eficaz del combustible, las reacciones de combustión se completan esencialmente antes de salir los productos 27,31 de combustión al orificio 24A, 26a de escape respectivo. Por consiguiente, la energía de oxígeno-combustible adicional no se introduce en las proximidades del orificio de escape ya que se necesita espacio y tiempo para que se produzca la combustión y completarse. Además, los productos de combustión ricos en combustible que siguen las trayectorias 27,31, necesitan mezclarse, interactuar y reaccionar de la manera más completa posible con las llamas ricas en oxígeno en el lado de escape respectivo del horno de modo que el exceso de combustible en los productos de combustión ricos en combustible se consume en la medida de lo posible dentro del horno. Tal mezclado, etc., a una distancia del 30-40% de la longitud del fundidor desde los orificios 24A, 26A es una buena ubicación, ya que está lo suficientemente separado de los orificios 24A, 26A para impedir que gases oxidantes que no han reaccionado o productos de combustión ricos en combustible salgan del horno 10 y que el calor se libere dentro del horno.

El horno y el sistema de la presente invención reducirán las emisiones de  $\text{NO}_x$  de, por ejemplo, hornos de orificios de extremo mediante el uso de quemadores 20,22 de oxígeno-combustible mediante etapas. El sistema obvia la necesidad del montaje de equipos de reducción de  $\text{NO}_x$  costosos secundarios en el horno 10.

5 El uso de oxígeno en hornos permite además un aumento en las tasas de producción del horno 10 y permite que el horno continúe funcionando en donde la combustión de aire-combustible principal está deteriorándose. El uso de las realizaciones del sistema reduce el impacto de las emisiones de NO<sub>x</sub>, permite una mayor utilización de los equipos de horno y proporciona beneficios al consumidor, al tiempo que evita un gasto de capital asociado con una modificación o reparación del horno.

10 Al cambiar los quemadores 20, 22 de ricos en combustible a oxidantes (pobres en combustible) se evita la necesidad de tener que apagar y encender los quemadores 20, 22 y, por tanto, se reduce el funcionamiento cíclico térmico de los componentes, lo que puede conllevar fallos y la necesidad de medios de enfriamiento secundarios para los quemadores 20, 22.

15 Se comprenderá que las realizaciones descritas en el presente documento son simplemente a modo de ejemplo y que un experto en la técnica puede realizar variaciones y modificaciones sin alejarse del alcance de la invención. Debe comprenderse que las realizaciones descritas anteriormente no son las únicas alternativas, sino que pueden combinarse.

**REIVINDICACIONES**

1. Horno (10) regenerativo de orificio de extremo, que comprende:

- 5 - un alojamiento;
- una cámara (14) de combustión dispuesta dentro del alojamiento;
- un extremo de carga asociado con la cámara (14) de combustión;
- 10 - un primer orificio (24A) y un segundo orificio (26A) en el alojamiento para comunicarse con la cámara (14) de combustión en el extremo de carga;
- un extremo de descarga asociado con la cámara (14) de combustión y separado del extremo de carga;
- 15 - un primer regenerador (24) dispuesto en el extremo de carga y en comunicación con la cámara (14) de combustión a través del primer orificio (24A), estando el primer regenerador (24) adaptado para un funcionamiento cíclico entre un modo de calentamiento a llama en donde el combustible se inyecta en las proximidades de aire de combustión precalentado que pasa a través del primer orificio (24A) a la cámara (14) de combustión, y un modo de escape en donde productos de combustión se expulsan de la cámara (14) de combustión a través del primer orificio (24A);
- 20 - un primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible dispuesto entre los extremos de carga y descarga y adaptado para un funcionamiento cíclico entre un modo rico en combustible y un modo pobre en combustible que coincide con el funcionamiento cíclico del primer regenerador (24);
- 25 - un segundo regenerador (26) dispuesto en el extremo de carga y en comunicación con la cámara (14) de combustión a través del segundo orificio (26A), estando el segundo regenerador (26) adaptado para un funcionamiento cíclico entre el modo de calentamiento a llama en donde combustible se inyecta en las proximidades de aire de combustión precalentado que pasa a través del segundo orificio (26A) a la cámara (14) de combustión, y el modo de escape en donde productos de combustión se expulsan de la cámara (14) de combustión a través del segundo orificio (26A); y
- 30 - un segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible dispuesto entre los extremos de carga y descarga y adaptado para un funcionamiento cíclico entre un modo rico en combustible y un modo pobre en combustible que coincide con el funcionamiento cíclico del segundo regenerador (26);
- 35 en donde
- 40 - el primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible puede hacerse funcionar en un modo rico en combustible en un lado de calentamiento a llama del horno (10), coincidiendo dicho modo rico en combustible con el modo de calentamiento a llama del primer regenerador (24) durante un intervalo de tiempo para proporcionar combustión rica en combustible y un flujo de producto de combustión rico en combustible dentro de la cámara (14) de combustión, y
- 45 - el segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible puede hacerse funcionar en un modo pobre en combustible en un lado de escape del horno (10), coincidiendo dicho modo pobre en combustible con el modo de escape del segundo regenerador (26) durante el intervalo de tiempo para proporcionar oxígeno adicional para reaccionar con el flujo de producto de combustión rico en combustible y formar un flujo de escape desde la cámara (14) de combustión;
- 50 tras dicho intervalo de tiempo
- 55 - el primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible puede hacerse funcionar en el modo pobre en combustible en el lado de escape y el primer regenerador (24) puede hacerse funcionar en el modo de escape, y
- 60 - el segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible puede hacerse funcionar en el modo rico en combustible en el lado de calentamiento a llama y el segundo regenerador (26) puede hacerse funcionar en el modo de calentamiento a llama durante otro intervalo de tiempo para invertir el flujo de combustión y el flujo de escape dentro de la cámara (14) de combustión para circular entre los regeneradores primero y segundo (24, 26).

65 2. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible y el segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible están dispuestos cada uno en una pared lateral opuesta del alojamiento.

3. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible y el segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible están dispuestos cada uno en una bóveda del alojamiento.
- 5 4. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de quemador (20) de oxígeno-combustible y el segundo conjunto de quemador (22) de oxígeno-combustible están dispuestos cada uno en el extremo de descarga de la cámara (14) de combustión.
- 10 5. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de quemador de oxígeno-combustible comprende una pluralidad de primeros quemadores (20) de oxígeno-combustible dispuestos a lo largo de un primer lado del alojamiento para funcionar en la cámara (14) de combustión.
- 15 6. Horno regenerativo según la reivindicación 5, en donde el segundo conjunto de quemador de oxígeno-combustible comprende una pluralidad de segundos quemadores (22) de oxígeno-combustible dispuestos en un lado opuesto del alojamiento para funcionar en la cámara (14) de combustión.
- 20 7. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto de quemador de oxígeno-combustible comprende al menos un primer quemador (20) de oxígeno-combustible dispuesto en al menos una bóveda del alojamiento, una pared lateral del alojamiento, y el extremo de descarga del alojamiento de manera que cualquiera de dichos primeros quemadores (20) de oxígeno-combustible realiza la combustión en la cámara (14) de combustión del alojamiento.
- 25 8. Horno regenerativo según la reivindicación 7, en donde el segundo conjunto de quemador de oxígeno-combustible comprende al menos un segundo quemador (22) de oxígeno-combustible dispuesto en al menos la bóveda del alojamiento, la pared lateral del alojamiento, y el extremo de descarga del alojamiento de manera que cualquiera de dichos segundos quemadores (22) de oxígeno-combustible realiza la combustión en la cámara (14) de combustión del alojamiento.
- 30 9. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer regenerador (24) funciona en el modo de calentamiento a llama, y el segundo regenerador (26) funciona en el modo de escape durante el intervalo de tiempo de entre diez minutos y treinta minutos, en particular de entre quince minutos y 25 minutos.
- 35 10. Horno regenerativo según la reivindicación 9, en donde el segundo regenerador (26) funciona en el modo de calentamiento a llama, y el primer regenerador (24) funciona en el modo de escape durante el otro intervalo de tiempo de entre diez minutos y treinta minutos, en particular de entre quince minutos y 25 minutos.
- 40 11. Horno regenerativo según la reivindicación 1, en donde el primer regenerador (24) y el segundo regenerador (26) están adaptados para alternarse de manera secuencial entre los modos de calentamiento a llama y de escape.
- 45 12. Método para hacer funcionar un horno (10) regenerativo de orificio de extremo que comprende un lado de calentamiento a llama y un lado de escape, teniendo dicho horno (10) regeneradores (24, 26) primero y segundo cada uno de los cuales puede hacerse funcionar en un modo de calentamiento a llama y un modo de escape, comprendiendo el método:
- proporcionar un primer quemador (20) de oxígeno-combustible adaptado para funcionar en un modo rico en combustible y un modo pobre en combustible que coincide con el modo de funcionamiento del primer regenerador (24);
  - proporcionar un segundo quemador (22) de oxígeno-combustible adaptado para funcionar en un modo rico en combustible y un modo pobre en combustible que coincide con el modo de funcionamiento del segundo regenerador (26);
  - hacer funcionar el primer regenerador (24) en el modo de calentamiento a llama y el primer quemador (20) de oxígeno-combustible en el modo rico en combustible en el lado de calentamiento a llama;
  - hacer funcionar el segundo regenerador (26) en el modo de escape y el segundo quemador (22) de oxígeno-combustible en el modo pobre en combustible en el lado de escape;
  - alternar los modos de funcionamiento de los regeneradores (24, 26) primero y segundo y los quemadores (20, 22) de oxígeno-combustible primero y segundo, en donde
  - el primer regenerador (24) se hace funcionar en el modo de escape y el primer quemador (20) de oxígeno-combustible se hace funcionar en el modo pobre en combustible en el lado de escape, y

- el segundo regenerador (26) se hace funcionar en el modo de calentamiento a llama y el segundo quemador (22) de oxígeno-combustible se hace funcionar en el modo rico en combustible en el lado de calentamiento a llama; y
- 5
- realizar ciclos de los modos de funcionamiento de los regeneradores (24, 26) primero y segundo y los quemadores (20, 22) de oxígeno-combustible primero y segundo durante intervalos de tiempo sucesivos para proporcionar flujos cíclicos entre los regeneradores primero y segundo (24, 26).
- 10
13. Método según la reivindicación 12, que comprende además proporcionar al menos una llama de combustión de oxígeno-combustible procedente de al menos una de una bóveda y una pared lateral del horno (10) regenerativo para actuar conjuntamente con al menos uno de los regeneradores (24, 26) primero y segundo.
- 15
14. Método según la reivindicación 12, en donde la alternancia de los modos de funcionamiento se produce tras haber discurrido un intervalo de tiempo, en particular de entre diez minutos y treinta minutos, por ejemplo, de entre quince minutos y 25 minutos.
- 20
15. Método según la reivindicación 12, en donde el funcionamiento del primer regenerador (24) y el funcionamiento del segundo regenerador (26) se produce simultáneamente.



FIG. 1

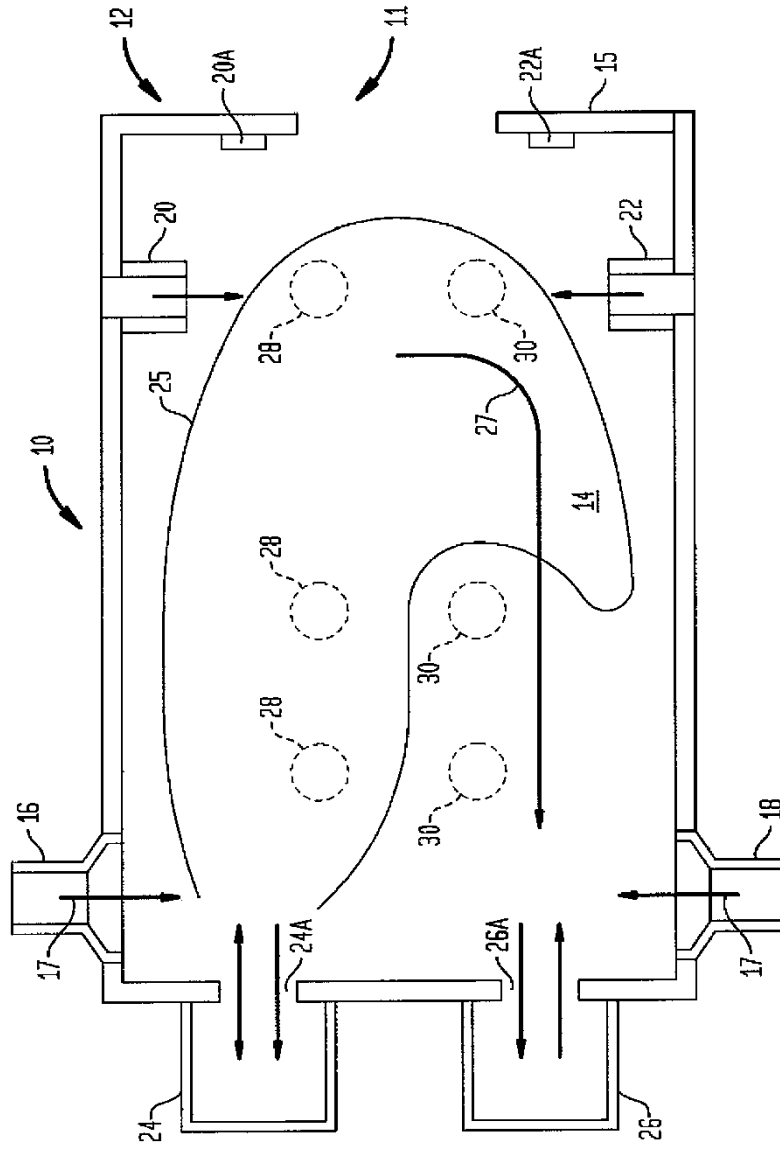


FIG. 2

