

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 856**

51 Int. Cl.:

F27B 3/20 (2006.01)

F27D 99/00 (2010.01)

F27B 9/20 (2006.01)

F27B 9/36 (2006.01)

F23N 5/02 (2006.01)

F23C 5/32 (2006.01)

F23C 7/02 (2006.01)

F23L 7/00 (2006.01)

F23L 9/04 (2006.01)

F27D 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2017 E 17020240 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 3412999**

54 Título: **Método y dispositivo para calentar un horno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EKMAN, TOMAS;
RITZÉN, OLA y
MUREN, DAVID**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 770 856 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

Método y dispositivo para calentar un horno

5 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para calentar un horno. En particular, la invención se refiere a hornos continuos de encendido longitudinal para el recalentamiento de material metálico, tal como diversos aceros.

10 En múltiples hornos de recalentamiento que funcionan de manera continua se utiliza una inyección con lanza de alta velocidad de un oxidante principal, por ejemplo, con el fin de aumentar la homogeneidad térmica en el horno. Algunos de dichos hornos se encienden longitudinalmente, lo que en la presente se pretende que implique que al menos un quemador de combustión se dispone de modo que una llama asociada se propague sustancialmente en una dirección longitudinal de una zona de calentamiento del horno en cuestión.

15 En particular, en aplicaciones de inyección con lanza de encendido longitudinal para una combustión sin llama de bajo NO_x, en la que la inyección con lanza de alta velocidad de un oxidante desde una ubicación de inyección con lanza que está separada de una entrada de combustible, el calor resultante de la combustión de dicho combustible se puede transportar relativamente lejos aguas abajo hacia la entrada de la zona de calentamiento en cuestión, lo que da como resultado una alta temperatura de los efluentes gaseosos que salen de la zona de calentamiento. Esto da como resultado pérdidas térmicas.

El documento WO 2011/041420 A1 expone un método para producir nódulos de hierro metálico mediante reducción térmica del óxido de hierro en un horno de crisol móvil.

20 El documento US 4 606 528 expone un control de horno para un horno de recalentamiento. Las lecturas reales de temperatura se toman en el horno y se comparan con las temperaturas deseadas. En función de esa comparación se revisan las tasas de calentamiento.

El documento EP 2 645 036 A1 expone un método para calentar una plancha metálica por medio de la llama de al menos un quemador DFI (impacto directo de llama).

25 La presente invención resuelve los problemas descritos anteriormente, en particular para hornos que se han convertido a inyección con lanza de alta velocidad del oxidante principal, en particular para los hornos en los que el oxidante principal se inyecta con lanza desde una ubicación que está separada de una entrada del combustible principal correspondiente (inyección de combustible separada), tal como con una separación de al menos 50 cm.

30 En particular, la invención resuelve estos problemas en el caso de un horno con al menos un quemador de aire de encendido longitudinal que haya sido complementado con al menos una lanza de oxidante de alta velocidad de alto contenido en oxígeno.

35 Por tanto, la invención se refiere a un método para calentar un horno con una dirección longitudinal y un plano transversal que es perpendicular a la dirección longitudinal, en el que el horno dispone de al menos una zona de calentamiento que se calienta utilizando al menos un quemador que proporciona una llama que se extiende en dicha dirección longitudinal, en el que el quemador se alimenta con un combustible y un oxidante principal, donde el quemador funciona con una relación másica entre el combustible alimentado y el oxidante principal que permite realizar la combustión de menos de un 90% del combustible alimentado utilizando el oxidante principal, y donde se disponen al menos dos pares de lanzas de oxidante secundario, un par a cada lado del horno apuntando a la zona de calentamiento, inyectar con lanza un oxidante secundario en dicha zona de calentamiento aguas abajo de dicho quemador, sustancialmente en paralelo al plano transversal, y donde la temperatura se mide a lo largo de una línea horizontal paralela a dicho plano transversal aguas abajo de dichas lanzas, y donde cada uno de dichos pares de lanzas comprende una primera lanza respectiva y una segunda lanza respectiva, en el que la segunda lanza se dispone aguas abajo con respecto a la primera lanza en cuestión, y donde la primera lanza en cada par de lanzas se hace funcionar a una velocidad de inyección con lanza menor que la segunda lanza en cada par de lanzas, y donde la cantidad de oxidante secundario suministrado por medio de la primera lanza respectiva de cada par está regulada de modo que se logre un perfil de temperaturas homogéneo a lo largo de dicha línea.

45 En lo que sigue a continuación se describirá la invención con detalle haciendo referencia a realizaciones ejemplares de la invención y a los dibujos anexos, donde:

50 la figura 1 es una vista simplificada de un horno con un sistema de calentamiento de acuerdo con la presente invención, que se dispone de modo que lleve a cabo un método de acuerdo con la invención, en una vista lateral;

la figura 2 es una vista superior simplificada del horno mostrado en la figura 1;

la figura 3 es una vista en detalle simplificada de una lanza de oxidante secundario según la presente invención; y

la figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método de acuerdo con la invención.

Las figuras 1 y 2 comparten los mismos números de referencia para partes iguales o correspondientes.

Por tanto, las figuras 1 y 2 muestran un horno industrial 100 que tiene una dirección longitudinal D y un plano transversal C, que es perpendicular a la dirección longitudinal D. Preferentemente, el horno 100 comprende varias zonas de calentamiento 110, 120, 130, 140, a través de las cuales se transporta un material metálico 104, preferentemente en la dirección longitudinal D, por medio de lo cual se calienta el material 104 en su recorrido desde una puerta de entrada 101 hasta una puerta de salida 102. Preferentemente, se dispone una zona oscura 110 cerca de la puerta de entrada 101, en el que la zona oscura 110 no se calienta directamente utilizando cualquiera de los quemadores dispuestos en su interior.

Preferentemente, el horno 100 es un horno de recalentamiento continuo y el material 104 es preferentemente un material metálico, tal como acero. En general, el material 104 se calienta preferentemente a temperaturas por encima de aproximadamente 1000 °C.

El horno 100 comprende varias zonas de calentamiento 110, 120, 130, 140. De acuerdo con la invención, el horno 100 dispone de al menos una zona de calentamiento que se calienta utilizando al menos un quemador que proporciona una llama que se extiende en la dirección longitudinal D, y en el que el quemador está alimentado con un combustible y un oxidante principal. En las figuras, las zonas 120 y 130 representan dichas zonas, que se calientan utilizando los quemadores 122, 132, que se encienden longitudinalmente, tal como se explica anteriormente, de modo que sus llamas respectivas se propaguen en la direcciones 122a, 132a respectivas, sustancialmente en la dirección longitudinal D, preferentemente de una manera a contracorriente con respecto a la dirección de movimiento del material calentado 104. Por tanto, la zona 120 no es una zona oscura.

Cabe destacar que cada zona 110, 120, 130, 140 en general comprende tanto una zona superior como una zona inferior. 121 indica un deflector dispuesto de modo que delimite la zona 110 de la zona 120.

El combustible puede ser un combustible gaseoso, líquido o sólido. El oxidante principal puede ser aire o cualquier otro oxidante. Preferentemente, al menos uno de dichos quemadores longitudinales 122 utilizados para calentar las o esas zonas de calentamiento 120 en las que se aplica la presente invención (en el ejemplo mostrado en las figuras 1 y 2 únicamente la zona 120) se convierte o se ha convertido para un suministro complementario de oxidante de alto contenido de oxígeno, mediante una lanza 124 de oxidante principal independiente respectiva (véase la figura 2) que se instala a una distancia del quemador 122 respectivo en cuestión, tal como a, al menos, 50 cm de la entrada de combustible del quemador 122, alimentado con oxidante principal desde el dispositivo de control 160 a través del conducto 165. El oxidante principal inyectado con lanza, que forma un chorro 124a sustancialmente en una dirección aguas abajo en la dirección longitudinal D, puede ser preferentemente el único oxidante principal utilizado, no obstante, también se puede utilizar además del oxidante principal que se suministra a través del propio quemador 122. El oxidante principal inyectado con lanza se suministra preferentemente a gran velocidad, tal como al menos a Mach 1. Esto proporciona una eficiencia térmica muy alta y una formación de NO_x baja, en particular en el caso de que el oxidante principal inyectado con lanza comprenda al menos un 85% en peso o sea incluso más preferentemente oxígeno industrialmente puro.

Se prefiere que cada uno de los quemadores 122 así complementados que utilizan una lanza 124 de oxidante principal respectiva se un quemador 122 existente, preferentemente un quemador de aire, que se readapta con dicha lanza 124, durante la readaptación parte o todo el oxidante principal (por tanto, preferentemente en forma de aire) se sustituye por el oxidante principal inyectado con lanza descrito.

Tal como se observa en la figura 2, los quemadores 122 están dirigidos de modo que sus llamas estén dirigidas ligeramente hacia abajo. No obstante, la componente horizontal respectiva de sus llamas respectivas es de manera preferente sustancialmente paralela a la dirección longitudinal D.

La presente invención resuelve problemas cuando se hace funcionar un horno 100, en particular, con dichos quemadores de encendido longitudinal con inyección de combustible desplazada que son del tipo de inyección con lanza de oxidante principal de alto contenido en oxígeno y alta velocidad descrito, donde el oxidante principal se inyecta con lanza a una distancia del quemador 122 en cuestión.

De acuerdo con la invención, el quemador 122 en cuestión se hace funcionar con una relación másica entre el combustible alimentado y el oxidante principal, sin tener en cuenta de si el oxidante principal se suministra a través del quemador 122 y/o por medio de una lanza 124 independiente, que permite realizar la combustión de menos de un 90%, preferentemente menos de un 50%, preferentemente aproximadamente un 25%, tal como entre un 20% y un 40%, del combustible alimentado utilizando el oxidante principal. Dicho de otro modo, la mezcla de combustión que proporcionan los quemadores 122 es subestequiométrica. Preferentemente, la atmósfera del horno en una subzona A1 inmediatamente aguas abajo de los quemadores 122 es subestequiométrica, preferentemente de modo que sería necesario al menos un 100% más de oxígeno del que está disponible en su interior para una combustión estequiométrica del combustible que se puede quemar en su interior durante el funcionamiento del horno 100.

De acuerdo con la invención, se proporcionan dos pares 151, 152, 153, 154 de lanzas de oxidante secundario, un par en cada lado lateral del horno 100 y apuntando a la zona de calentamiento 120 en cuestión, donde en la zona de calentamiento 120 se dispone el quemador 122 existente descrito anteriormente. Las lanzas de oxidante secundario se disponen de modo que inyecten con lanza un oxidante secundario en la zona de horno 120 en una ubicación

aguas abajo del quemador 120, de modo que un chorro de oxidante secundario 155 respectivo esté dirigido sustancialmente en paralelo al plano transversal C. Se prefiere que los chorros de oxidante secundario 155 inyectados con lanza estén dirigidos de manera sustancialmente perpendicular a la llama del quemador 122, al menos tal como se observa en una proyección sobre el plano horizontal.

- 5 Preferentemente, las lanzas 151, 152, 153, 154 se disponen por encima del material 104 a calentar, en una zona superior, y se disponen preferentemente de modo que proporcionen sus llamas respectivas también por encima del material 104 a calentar.

De acuerdo además con la invención, la temperatura de la atmósfera del horno 100 se mide a lo largo de una línea horizontal paralela a dicho plano transversal C, aguas abajo con respecto a dichas lanzas 151, 152, 153, 154. En la figura 2, se muestran tres sensores de temperatura 168a, 168b, 168c ilustrativos a lo largo de dicha línea imaginaria, comunicando cada uno los valores medidos respectivos a un dispositivo de control 160. Los sensores 168a, 168b, 168c se disponen preferentemente de manera simétrica a lo largo de dicha línea horizontal, y comprenden preferentemente un sensor 168a, 168c en cada lado lateral de la zona calentada 120, dispuestos preferentemente para medir la temperatura en un borde del lado lateral del material calentado 104, y al menos un sensor 168b dispuesto para medir la temperatura entre estos, preferentemente en el centro lateral o cerca de este de la zona 120 a lo largo de dicha línea horizontal.

De acuerdo con la invención, cada uno de dichos pares de lanzas 151, 152; 153, 154 comprende una primera lanza 152; 154 y una segunda lanza 151; 153. Cada segunda lanza 151; 153 respectiva se dispone aguas abajo, dicho de otro modo a lo largo de la dirección longitudinal D pero a lo largo de la dirección de flujo general de los gases de la atmósfera del horno en la zona 120, con respecto a la primera lanza 152; 154 correspondiente. Por otra parte, la primera lanza 152; 154 en cada par de lanzas se hace funcionar a una velocidad de inyección con lanza menor que la segunda lanza 151; 153 en cada par de lanzas, y la cantidad de oxidante secundario suministrado por medio de la primera lanza 152; 154 respectiva de cada par está regulada, tal como en función de los valores medidos a partir de los sensores 168a, 168b, 168c, de modo que se logre un perfil de temperaturas homogéneo a lo largo de dicha línea horizontal.

Dicho de otro modo, el quemador de encendido longitudinal 122 se hace funcionar de manera subestequiométrica y el oxidante secundario adicional se suministra por medio de las lanzas 151-154, donde el oxidante secundario se suministra desde los lados laterales del horno, en una dirección respectiva que es perpendicular al flujo de gas general que se origina desde el quemador 122. Las primeras lanzas 152, 154 de velocidad relativamente baja son adecuadas para el control de la temperatura lateral, mientras que las segundas lanzas 151, 153 de velocidad relativamente alta proporcionan tanto homogeneidad de la temperatura lateral como una combustión difundida. Dicha combustión difundida proporciona una formación de NO_x baja. Por tanto, dicha configuración proporciona una posibilidad para controlar con precisión la temperatura lateral en la zona de calentamiento 120, mientras aún se opera en la zona 120 con una eficiencia alta y una formación de NO_x baja. En particular, esto se puede lograr utilizando una zona de calentamiento 120 con equipo estándar, que se puede readaptar con las lanzas 124, 151, 152, 153, 154, junto con el dispositivo de control 160, a un coste relativamente bajo. Debido a las segundas lanzas 151; 153 de alta velocidad, el oxidante secundario inyectado por medio de las primeras lanzas 152; 154 de velocidad más baja no permanece en el lado del horno (debido al efecto Coanda), lo que conduce a que disminuya aún más el riesgo de sobrecalentamiento de los bordes de los lados del material 104.

40 Además, como la combustión es subestequiométrica cerca del quemador 122, donde el material 104 es más caliente, también disminuye la formación de óxidos en la superficie del material 104.

Por otra parte, el material 104 se calentará desde un punto anterior en el horno, sin que se instale ningún quemador independiente adicional en dicho punto de calentamiento. En la práctica, esto se ha demostrado ser difícil de lograr con una solución de inyección con lanza más simple, ya que esto conduce habitualmente a distribuciones de temperaturas no homogéneas.

Las lanzas 151, 152, 153, 154 se disponen preferentemente en el lado del horno 100, en lugar de en su techo o suelo.

De acuerdo con una realización preferida, la longitud longitudinal de la zona de calentamiento 120 en la que se aplica la presente invención está entre 5 y 15 metros, y la anchura lateral de la zona de calentamiento 120 es preferentemente de al menos 4 metros, más preferentemente de al menos 8 metros. En dicha zona de calentamiento 120 es donde más se manifiestan las ventajas de la presente invención.

El oxidante secundario, tal como se suministra por medio de las lanzas 151, 152, 153, 154, representa al menos un 50% en peso, preferentemente al menos un 65% en peso, más preferentemente al menos un 70% en peso de los oxidantes principal y secundario totales suministrados. Por otra parte, el oxidante secundario comprende preferentemente al menos un 85% en peso de oxígeno y es aún más preferentemente oxígeno industrialmente puro. Esto proporciona una eficiencia de combustión muy alta mientras que aún se logran las demás ventajas mencionadas de la presente invención.

Más preferentemente, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, las segundas lanzas 151; 153 respectivas se hacen funcionar a una velocidad de inyección con lanza que es al menos 2 veces, preferentemente al menos 4 veces, de la manera más preferente al menos 8 veces, la velocidad de inyección con lanza de la primera lanza 152; 154 respectiva. De manera específica, la segunda lanza 151; 153 respectiva se dispone preferentemente de modo que suministren un chorro de oxidante secundario inyectado con lanza con una velocidad de al menos Mach 1.0, más preferentemente de al menos Mach 1.2, aún más preferentemente de al menos Mach 1.3. Las primeras lanzas 152; 154 proporcionan preferentemente un chorro de oxidante secundario respectivo con una velocidad de al menos 50 m/s.

De acuerdo con una realización preferida, que se ilustra en la figura 2, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, las primeras 152; 154 y segundas 151; 153 lanzas comparten un suministro de oxidante secundario común 166, que se dispone de modo que suministre el oxidante secundario al dispositivo de control 160 a través del conducto 167. Desde el dispositivo de control 160, los conductos respectivos 161, 162, 163, 164 reenvían el oxidante secundario a las lanzas 151, 152, 153, 154.

Preferentemente, una tobera respectiva de cada orificio de las primeras lanzas 152; 154 es mayor que una tobera de las segundas lanzas 151; 153 correspondiente, de modo que el oxidante secundario se suministra a una presión menor desde las primeras lanzas 152; 154 que desde las segundas lanzas 151; 153, en caso de que impere la misma presión en los conductos 161 y 162, y en los conductos 163 y 164, respectivamente. Preferentemente, este puede ser el caso cuando no se aplica una regulación de presión controlable o ajustable de manera dinámica en lo que se refiere a las lanzas 151, 152, 153, 154. Por ejemplo, las primeras lanzas 152; 154 pueden tener toberas con un diámetro interno de 28-30 mm, mientras que las segundas lanzas 151; 153 puede tener unas toberas de Laval de aproximadamente 16 mm de diámetro interno. En general, las toberas de las primeras lanzas 152; 154 pueden tener unos diámetros internos que sean entre un 50%-150% mayores que los diámetros internos de las toberas de las segundas lanzas 151; 153.

En particular, se prefiere que, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, el orificio de la tobera de la primera lanza 152; 154 respectiva se seleccione de modo que permita el suministro de una cantidad de oxidante secundario, utilizando el suministro de oxidante secundario 166 común y a través de la primera lanza 152; 154 en cuestión, cuando no se aplica una regulación controlable o ajustable de manera dinámica en lo que se refiere a la primera lanza 152; 154 en cuestión, de modo que se logre un cierto calentamiento de una parte del lado lateral de la zona de calentamiento 120, donde la parte del lado está ubicada cerca del orificio de la primera lanza 152; 154 en cuestión cuando el quemador 122 está activo. Preferentemente, dicho cierto calentamiento es al menos tan intenso que se alcanza una temperatura máxima predeterminada, por encima de la cual no se debe calentar el material 104 en el horno 100, en el borde del lado del material 104 durante su paso a través de la zona de calentamiento 120, y preferentemente incluso más intensa.

En este caso, se puede controlar una regulación llevada a cabo mediante el dispositivo de control 160 durante la operación de calentamiento y que utiliza unos medios de válvula adecuados o similares, del oxidante secundario suministrado a la primera lanza 152; 154 respectiva en cada par 151, 152; 153, 154 para disminuir la cantidad de oxidante secundario suministrado por medio de la primera lanza 152; 154 respectiva en cuestión, de modo que se alcance una intensidad que sea lo suficientemente baja como para evitar un sobrecalentamiento del borde del lado del material 104. Esto se describirá a continuación.

Preferentemente, en cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, la cantidad por unidad de tiempo de oxidante secundario proporcionado por medio de la segunda lanza 151; 153 respectiva está regulada además de modo que se logre una cantidad total deseada de oxígeno suministrado a la zona de calentamiento 120, o al menos en una subzona A2 dispuesta aguas abajo (a la izquierda en las figuras 1 y 2) de dicha zona que trabaja de manera subestequiométrica A1, preferentemente de modo que se logre una estequiometría global o al menos una estequiometría sustancialmente global en la zona de calentamiento 120 o la subzona A2, teniendo en cuenta además los gases subestequiométricos que llegan desde la zona de calentamiento aguas arriba 130.

Al mismo tiempo, se prefiere que, en cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, la regulación del oxidante secundario proporcionado por medio de la primera lanza 152; 154 respectiva se lleve a cabo de manera independiente, mediante el dispositivo de control 160 del oxidante secundario suministrado en ese instante por medio de la segunda lanza 151; 153 respectiva. Esto implica que la regulación de la primera lanza 152; 154 respectiva puede dar como resultado que la mezcla de combustión en la zona de calentamiento 120 pase a ser temporalmente no estequiométrica. No obstante, dicha no estequiometría se corregirá con el tiempo como resultado de la regulación de la segunda lanza respectiva 151; 153. Lo correspondiente es cierto en caso de que se desee una cierta proporción másica oxidante/combustible no estequiométrica global en la zona de calentamiento 120, en cuyo caso la regulación de las segundas lanzas 151; 153 se lleva a cabo de modo que se logre la proporción másica en cuestión. Las proporciones másicas se pueden medir de manera directa o indirecta mediante la medición de los volúmenes suministrados de combustible y oxidantes. Preferentemente, el oxidante total suministrado está controlado en función de la potencia total del horno 100 o de la zona de calentamiento 120, según se mide utilizando unos sensores de temperatura dispuestos de manera adecuada. Una forma particularmente simple de regular el flujo de oxidante secundario inyectado por medio de las segundas lanzas 151, 153 es permitir el suministro de las lanzas 151, 152, 153, 154 desde la misma fuente de oxidante secundario 166, y facilitar que el oxidante secundario no

suministrado por medio de las primeras lanzas 152; 154 se suministre por el contrario por medio de las segundas lanzas 151; 153, mientras se mantiene constante la cantidad total de oxidante secundario suministrado.

5 Por tanto, las primeras lanzas 152; 154 están controladas mediante el dispositivo de control 160 y en función de las lecturas de los sensores 168a, 168b, 168c a lo largo de dicha línea horizontal, con el objetivo de obtener un perfil de temperaturas homogéneo a lo largo de dicha línea horizontal. Como las primeras lanzas 152; 154 se disponen de modo que calienten principalmente los lados laterales de la zona de calentamiento 110, y como resultado los lados laterales del material 104, y como las segundas lanzas 151; 153 calientan la zona de calentamiento 110 de manera más difusa, incluso las partes centrales laterales de la zona de calentamiento 110, esto implica que este control se realiza mediante el calentamiento de los lados laterales relativamente más fríos de la zona 110 hasta una temperatura correspondiente a la medida en los sensores de temperatura ubicados en el centro 168b a lo largo de dicha línea, mediante el aumento del suministro a la primera lanza 152; 154 de oxidante secundario de baja velocidad con el fin de aumentar la temperatura de los lados laterales.

15 En la práctica, la cantidad total de oxidante principal y secundario se puede controlar mediante un regulador de cuota, en función de la cantidad de combustible necesario para lograr un valor de temperatura deseado. Un operario puede determinar el porcentaje de oxidante secundario. La cantidad relativa de oxidante secundario suministrado utilizando las lanzas 152, 154 desde cada lado del horno se puede controlar para lograr una temperatura uniforme entre los lados del horno, según se lee mediante los sensores 168a, 168c. El porcentaje relativo del oxidante secundario que sale a través de las primeras lanzas 152; 154 de baja velocidad, en comparación con las segundas lanzas 151; 153 de alta velocidad, se puede controlar de modo que se logre una temperatura uniforme entre los lados y el centro, según se mide mediante el sensor 168b.

25 En una realización útil a la vez que particularmente simple, hay tres sensores 168a-168c tal como se muestra en la figura 2, uno en cada lado lateral y uno en el centro lateral del horno 100. En este caso, la temperatura medida por los dos sensores más lateralmente a la izquierda 168a, 168b se utiliza para controlar la primera lanza lateral izquierda 152, que utiliza una válvula respectiva en el dispositivo de control 160, mientras la temperatura medida por los dos sensores más lateralmente a la derecha 168b, 168c se utiliza para controlar la primera lanza lateral derecha 154, que utiliza una válvula respectiva en el dispositivo de control 160. Por tanto, tres sensores de temperatura son suficientes para lograr los objetivos de la presente.

30 Se prefiere que la línea horizontal a lo largo de la cual están ubicados los sensores de temperatura 168a-168c se disponga aguas abajo (a la izquierda en las figuras 1 y 2) de las segundas lanzas 151; 153, preferentemente al menos a 0.5 metros aguas abajo de estas.

35 De acuerdo con una realización preferida, la primera lanza 152; 154 respectiva en dichos pares de lanzas 151, 152; 153, 154 se dispone a una distancia, en la dirección longitudinal D, del quemador 122, que es al menos un 40%, preferentemente al menos un 50%, de la distancia entre el quemador 122 y el extremo longitudinalmente aguas abajo (a la izquierda en las figuras 1 y 2) de la zona 120. De manera correspondiente, se prefiere que la segunda lanza 151; 153 respectiva en dichos pares de lanzas 151, 152; 153, 154 se disponga a una distancia longitudinal desde el quemador 122 que sea como máximo un 80%, preferentemente como máximo un 70%, de la distancia entre el quemador 122 y el extremo longitudinalmente aguas abajo de la zona 120. Esta geometría ha demostrado lograr buenos resultados térmicos, tanto en términos de gradientes térmicos bajos como de control de temperaturas en el borde del lado del material 104.

40 En particular, se prefiere que, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, la primera lanza 152; 154 respectiva se disponga entre 0.5 y 2 metros aguas arriba (a la derecha en las figuras 1 y 2) de la segunda lanza 151; 153. Preferentemente, las primeras 152; 154 y segundas 152; 153 lanzas, respectivamente, se disponen sustancialmente en la misma ubicación longitudinal D a lo largo del horno 100, esencialmente enfrentadas entre sí. Dicha configuración se ilustra en la figura 2.

45 De acuerdo con una realización preferida, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, el chorro de oxidante secundario inyectado con lanza desde la segunda lanza 151; 153 respectiva se interseca con una llama procedente del quemador 122. En particular, esto se prefiere en el caso descrito anteriormente, en el que el quemador 122 tiene una inyección de combustible desplazada, en particular en el caso de que se utilice una lanza de oxidante principal de alta velocidad 124. En concreto, en este caso es con frecuencia un problema que la llama procedente del quemador 122 se extienda a través de toda la zona de calentamiento 120, posiblemente incluso hasta una zona 110 aguas abajo (a la izquierda en las figuras 1 y 2). Las segundas lanzas 151; 153, que eyectan un chorro de oxidante secundario de alta velocidad respectivo perpendicularmente a la llama del quemador 122, solucionan este problema y garantizan que la energía térmica de la combustión del combustible y el oxidante principal se utiliza principalmente para calentar el material 104 en la zona 120.

55 Por otra parte, se prefiere que, para cada par de lanzas 151, 152; 153, 154, el oxidante secundario inyectado con lanza se suministre por encima de la trayectoria de la llama del quemador 122 aunque apuntando hacia abajo formando un ángulo de entre 5 y 15°. Esto creará una turbulencia eficiente cuando el oxidante secundario inyectado con lanza golpee la trayectoria de la llama del quemador 122. En todo caso, se prefiere que el oxidante secundario

inyectado con lanza esté dirigido de modo que nunca se acerque más de aproximadamente 0.5 m desde la superficie superior del material 104.

5 Además, se prefiere que el oxidante secundario inyectado con lanza desde las segundas lanzas 151; 153 respectivas se interseque, al menos parcialmente, entre sí. En general, se prefiere que las lanzas de oxidante secundario 151, 152, 153, 154 den lugar a unas corrientes de oxidante secundario respectivas que se intersequen al menos parcialmente.

En la presente, que dos chorros de oxidante inyectados con lanza, o dicho chorro y una llama, se "intersequen" se pretende que implique que al menos una parte de los dos cuerpos que se intersecan se superponga durante el funcionamiento del horno 100.

10 En una realización específicamente preferida, el oxidante secundario inyectado con lanza desde las segundas lanzas 151; 153 respectivas coopera de modo que imparta un movimiento de rotación a la atmósfera del horno 100 en la zona de calentamiento 110. Por ejemplo, esto se puede lograr direccionando dichas segundas lanzas 151; 153 sustancialmente unas hacia otras pero con una ligera divergencia, de modo que el chorro procedente de una de ellas esté dirigido ligeramente hacia arriba, mientras que el otro esté dirigido ligeramente hacia abajo, o hacia
15 delante/hacia atrás.

Preferentemente, el quemador 122 se puede hacer funcionar al menos en un primer modo, en el que el quemador 122 se hace funcionar de manera casi estequiométrica, y en un segundo modo, en el que el quemador 122 se hace funcionar de manera subestequiométrica. En este último caso, el oxidante secundario suministrado por medio de las lanzas 151, 152, 153, 154 se utiliza para lograr casi la estequiometría, tal como se describe anteriormente.

20 No obstante, en este caso se prefiere que, en el primer modo, entre un 1 y un 5% del oxígeno total aún se suministre en forma de oxidante secundario o aire, por medio de las lanzas 151, 152, 153, 154, para enfriar las lanzas 151, 152, 153, 154. De esta forma, se puede lograr un amplio espectro de potencia para la zona de calentamiento 110, al tiempo que aún no se arriesga la integridad de las lanzas 151, 152, 153, 154 en dicho modo de funcionamiento de baja potencia.

25 En lo referente a la construcción de las propias lanzas 151, 152, 153, 154, se prefiere que cada una de dichas lanzas 200 se disponga en un tubo respectivo 210, donde a través del tubo 210 se suministra el aire de enfriamiento 220, tal como desde una fuente adecuada 221, de una forma tal que el aire de enfriamiento 220 rodee la superficie que envuelve 211 la lanza 200 respectiva. El oxidante secundario se suministra en una corriente 212, de manera concéntrica dentro de la corriente cilíndrica 220 de aire de enfriamiento. Esto se ilustra en la sección transversal de la figura 3.
30

La figura 4 ilustra un método de acuerdo con la presente invención, que utiliza el horno 100 y el sistema descrito anteriormente, y controlado mediante el dispositivo de control 160.

35 En un primer paso, se instala el equipamiento necesario para realizar el método de la presente en una zona de calentamiento 120 particular, preferentemente en una instalación de un horno 100 existente. Por tanto, el equipamiento instalado comprende al menos las lanzas de oxidante 151, 152, 153, 154 descritas anteriormente, el dispositivo de control 160 y cualquier equipamiento periférico, tal como la fuente de oxidante secundario 166, los conductos 161, 162, 163, 164, 167, así como también los sensores 168a, 168b, 168c, a menos que dichos sensores ya se hayan instalado. Preferentemente, este paso de instalación también comprende convertir al menos un quemador 122 en la zona de calentamiento 120 para una inyección de combustible desplazada, según se describe
40 anteriormente, tal como mediante la instalación de la lanza 124 y el conducto 165 de oxidante principal.

A continuación se inicia el quemador 122.

45 Con posterioridad, se hace trabajar preferentemente la zona de calentamiento 120 en uno de al menos dos modos diferentes, en concreto, el modo estequiométrico convencional descrito anteriormente, en el que se suministra sustancialmente todo el oxidante como oxidante principal y se utiliza únicamente una pequeña cantidad de oxidante secundario para enfriar las lanzas 151, 152, 153, 154, y un segundo modo, en el que el quemador 122 se hace funcionar de manera subestequiométrica y se suministran unos volúmenes mayores de oxidante secundario por medio de las lanzas 151, 152, 153, 154, de modo que se logre casi la estequiometría en la subzona A2.

50 En modo 1, se lleva a cabo una no regulación de las lanzas 151, 152, 153, 154 que se realiza en función de los sensores 168a, 168b, 168c. No obstante, mientras se hace funcionar en el modo 2, la temperatura se mide a lo largo de dicha línea horizontal y se regulan las primeras lanzas 152; 154 respectivas con el objetivo de homogeneizar el perfil de temperaturas a lo largo de la línea horizontal. Las segundas lanzas 151; 153 respectivas se regulan posteriormente con el objetivo de lograr la estequiometría, tal como se describe anteriormente. Este bucle de información de la regulación se mantiene durante toda la actividad del funcionamiento en el modo 2.

55 De acuerdo con una realización preferida, el modo 2 también comprende de manera opcional un funcionamiento pulsado de los pares de lanzas 151, 152; 153, 154 respectivos. Por tanto, la proporción de oxidante secundario suministrado por medio de cada uno de los pares de lanzas 151, 152; 153, 154 respectivos varía preferentemente

5 con el tiempo, de modo que se suministre relativamente más oxidante secundario por medio de los dos pares 151, 152; 153, 154 de una manera alternativa, con un período de entre 10 segundos y 2 minutos. En primer lugar, se suministra más oxidante secundario por medio del par 151, 152 que por medio del par 153, 154; posteriormente, la situación se invierte, etc. Preferentemente, únicamente la segunda lanza 151; 153 respectiva varía con el tiempo, de modo que se logre dicha emisión de pulsos, mientras que la primera lanza 152; 154 respectiva se mantiene en regulación de modo que se mantenga el perfil de temperaturas homogéneo, aunque tanto las primeras 152; 154 como las segundas 151; 153 lanzas también podrían tomar parte en esta emisión de pulsos. El funcionamiento pulsado logra incluso una mejor homogeneidad de temperaturas en la zona de calentamiento 120, ya que los patrones de intensidad de la combustión se desplazan lateralmente con la emisión de pulsos. También se pueden controlar los tiempos relativos de los pulsos entre los dos lados opuestos para que sean diferentes, de modo que se aumente la homogeneidad de temperaturas aún más, según se mide mediante los sensores 168a y 168c.

10 Se prefiere en particular que, durante dicha variación, el flujo másico de oxidante secundario suministrado por medio de dichos pares de lanzas varíe entre un flujo másico inferior de entre un 0 y un 40% del flujo másico instantáneo total de oxidante secundario y un flujo másico superior de entre un 60% y un 100% del flujo másico instantáneo total de oxidante secundario, donde el flujo másico instantáneo total de oxidante se mantiene sustancialmente constante durante dicha variación.

15 El horno 100 es preferentemente un horno de vigas móviles, un horno de empuje o un horno de crisol rotativo. El material 104 es preferentemente piezas en bruto, tal como piezas en bruto rectangulares o redondeadas.

20 Anteriormente, se han descrito las realizaciones preferidas. No obstante, para aquel que es experto en la técnica es evidente que se pueden realizar múltiples modificaciones a las realizaciones expuestas sin alejarse de la idea básica de la invención.

Por ejemplo, se pueden utilizar más de dos lanzas en cada par de lanzas y se pueden utilizar más de dos pares de lanzas. Además, puede haber más quemadores de aire o convertidos en la zona de calentamiento.

25 Todo lo que se describe con relación al método ilustrado en la figura 4 se puede aplicar al sistema descrito en relación con las figuras 1-3 y viceversa.

Por tanto, la invención no está limitada a las realizaciones descritas, sino que puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para calentar un horno (100) con una dirección longitudinal (D) y un plano transversal (C), que es perpendicular a la dirección longitudinal (D), en el que el horno (100) dispone de al menos una zona de calentamiento (120) que se calienta utilizando al menos un quemador (122), que proporciona una llama que se extiende en dicha dirección longitudinal (D), en el que el quemador (122) se alimenta con un combustible y un oxidante principal, donde el quemador (122) se hace funcionar con una relación másica entre el combustible alimentado y el oxidante principal que permite realizar la combustión de menos de un 90% del combustible alimentado utilizando el oxidante principal, y donde se proporcionan al menos dos pares de lanzas de oxidante secundario (151, 152; 153, 154), un par a cada lado del horno (100) apuntando hacia la zona de calentamiento (120), inyectar con lanza un oxidante secundario en dicha zona de calentamiento (120) aguas abajo de dicho quemador (122),
- sustancialmente en paralelo con el plano transversal (C), y donde la temperatura de la atmósfera del horno se mide a lo largo de una línea horizontal paralela a dicho plano transversal aguas abajo de dichas lanzas, y donde cada uno de dichos pares de lanzas (151, 152; 153, 154) comprende una primera lanza (152; 154) respectiva y una segunda lanza (151; 153) respectiva, en el que la segunda lanza (151; 153) se dispone aguas abajo con respecto a la primera lanza (152; 154) en cuestión, y donde la primera lanza (152; 154) en cada par de lanzas (151, 152; 153, 154) se hace funcionar a una velocidad de inyección con lanza menor que la segunda lanza (151; 153) en cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), y donde se regula la cantidad de oxidante secundario suministrado por medio de la primera lanza (152; 154) respectiva de cada par (151, 152; 153, 154) de modo que se logre un perfil de temperaturas homogéneo a lo largo de dicha línea.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la longitud longitudinal de la zona de calentamiento (120) está entre 5 y 15 metros y la anchura de la zona de calentamiento (120) es de al menos 4 metros, más preferentemente de al menos 8 metros.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el oxidante secundario representa al menos un 50% en peso, preferentemente al menos un 65% en peso, más preferentemente al menos un 70% en peso, del total de oxidantes principal y secundario suministrados.
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el oxidante secundario comprende al menos un 85% en peso de oxígeno y preferentemente es oxígeno industrialmente puro.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, para cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), la segunda lanza (151, 153) se hace funcionar a una velocidad de inyección con lanza que es al menos 2 veces, preferentemente al menos 4 veces, de la manera más preferente al menos 8 veces, la velocidad de inyección con lanza de la primera lanza (152; 154).
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, donde la segunda lanza (151; 153) respectiva de cada par de lanzas (151, 152; 153, 154) se hace funcionar a una velocidad de inyección con lanza que es de al menos Mach 1.
7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, en cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), la cantidad por unidad de tiempo de oxidante secundario proporcionado por medio de la segunda lanza (151; 153) se regula de modo que se logre una cantidad deseada total de oxígeno suministrado en la zona de calentamiento (120).
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las primeras lanzas (152; 154) respectivas en dichos pares de lanzas (151, 152; 153, 154) se disponen a una distancia longitudinal desde el quemador (122) que es al menos de un 40%, preferentemente un 50%, de la distancia entre el quemador (122) y el extremo longitudinalmente aguas abajo de la zona de calentamiento (120), y las segundas lanzas (151; 153) respectivas en dichos pares de lanzas (151, 152; 153, 154) se disponen a una distancia longitudinal desde el quemador (122) que es como máximo de un 80%, preferentemente un 70%, de la distancia entre el quemador (122) y el extremo longitudinalmente aguas abajo de la zona de calentamiento (120).
9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, para cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), la primera lanza (152; 154) se dispone entre 0.5 y 2 metros aguas arriba con respecto a la segunda lanza (151; 153).
10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, para cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), el chorro de oxidante secundario inyectado con lanza desde la segunda lanza (151; 153) se interseca con una trayectoria de la llama procedente del quemador (122).
11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde, para cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), el oxidante secundario inyectado con lanza desde la segunda lanza (151; 153) se suministra por encima de la trayectoria de la llama del quemador (122) pero apuntando hacia abajo formando un ángulo de entre 5 y 15°.

12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el oxidante secundario inyectado con lanza desde las lanzas secundarias (151; 153) respectivas coopera de modo que imparta un movimiento de rotación de la atmósfera del horno en la zona de calentamiento (120).
- 5 13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la proporción de oxidante secundario suministrado por medio de cada uno de los pares de lanzas (151, 152; 153, 154) respectivos varía con el tiempo, de modo que se suministre relativamente más oxidante secundario por medio de los dos pares (151, 152; 153, 154) de una manera alternativa, con un período de entre 10 segundos y 2 minutos.
- 10 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, donde, durante dicha variación, el flujo másico de oxidante secundario suministrado por medio de cada uno de dichos pares de lanzas (151, 152; 153, 154) varía entre un flujo másico inferior de entre un 0 y un 40% del flujo másico instantáneo total de oxidante secundario y un flujo másico superior de entre un 60% y un 100% del flujo másico instantáneo total de oxidante secundario, donde el flujo másico instantáneo total de oxidante se mantiene sustancialmente constante durante dicha variación.
- 15 15. Un horno de calentamiento con una dirección longitudinal (D) y un plano transversal (C), que es perpendicular a la dirección longitudinal (D), en el que el horno (100) dispone de al menos una zona de calentamiento (120) que se dispone para ser calentada utilizando al menos un quemador (122), dispuesto a su vez para proporcionar una llama que se extiende en dicha dirección longitudinal (D), en el que el quemador (122) se dispone para ser alimentado con un combustible y un oxidante principal, donde el quemador (122) se dispone para que se haga funcionar con una relación másica entre el combustible alimentado y el oxidante principal que permite realizar la combustión de menos de un 90% del combustible alimentado utilizando el oxidante principal, y donde el horno (100) dispone de dos pares de lanzas de oxidante secundario (151, 152; 153, 154), un par a cada lado del horno (100) apuntando hacia la zona de calentamiento (120), dispuesto de modo que inyecte con lanza un oxidante secundario en dicha zona de calentamiento (120) aguas abajo de dicho quemador (122), sustancialmente en paralelo con el plano transversal (C), y donde los sensores de temperatura (168a, 168b, 168c) se disponen de modo que midan la temperatura de la atmósfera del horno a lo largo de una línea horizontal paralela a dicho plano transversal aguas abajo de dichas lanzas, y donde cada uno de dichos pares de lanzas (151, 152; 153, 154) comprende una primera lanza (152; 154) respectiva y una segunda lanza (151; 153) respectiva, en el que la segunda lanza (151; 153) se dispone aguas abajo con respecto a la primera lanza (152; 154) en cuestión, y donde la primera lanza (152; 154) en cada par de lanzas (151, 152; 153, 154) se dispone de modo que se haga funcionar a una velocidad de inyección con lanza menor que la segunda lanza (151; 153) en cada par de lanzas (151, 152; 153, 154), y donde el horno se dispone de modo que regule la cantidad de oxidante secundario suministrado por medio de la primera lanza (152; 154) respectiva de cada par (151, 152; 153, 154) de modo que se logre un perfil de temperaturas homogéneo a lo largo de dicha línea.
- 20
- 25
- 30

Fig. 1

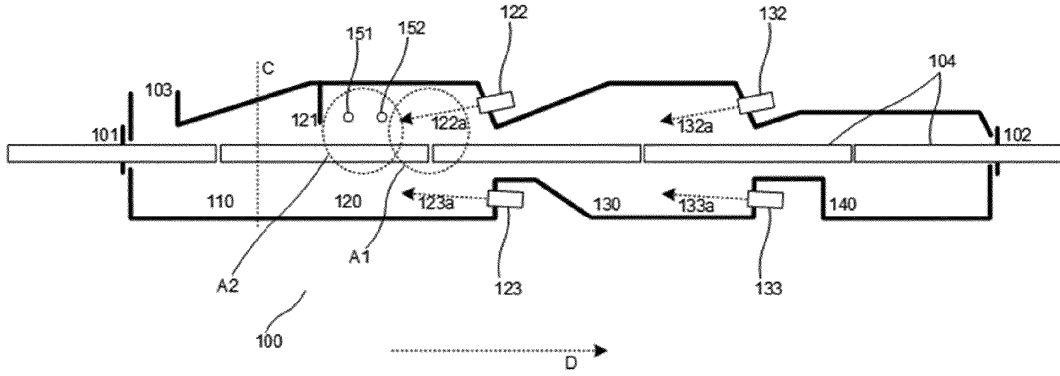


Fig. 2

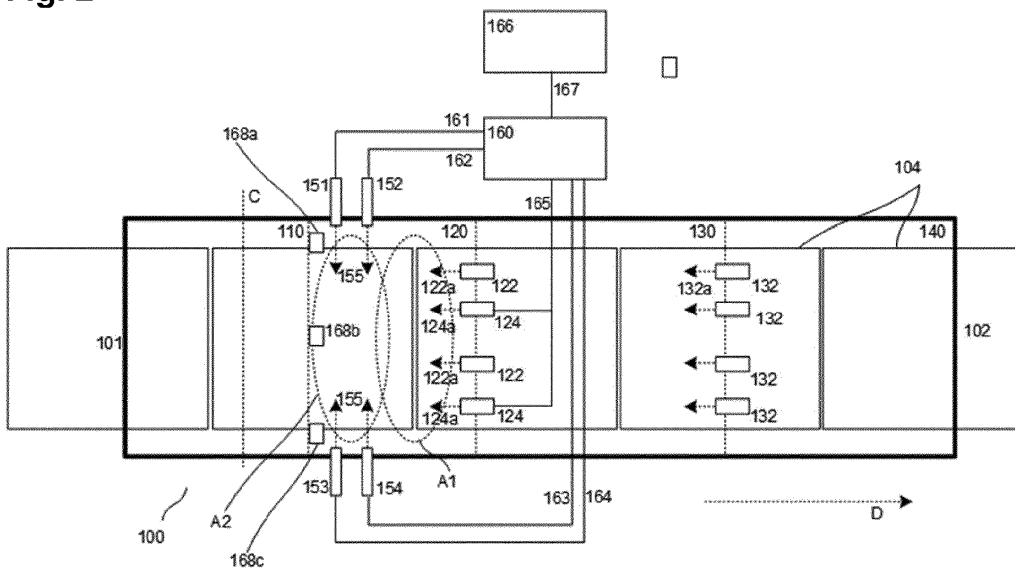


Fig. 3

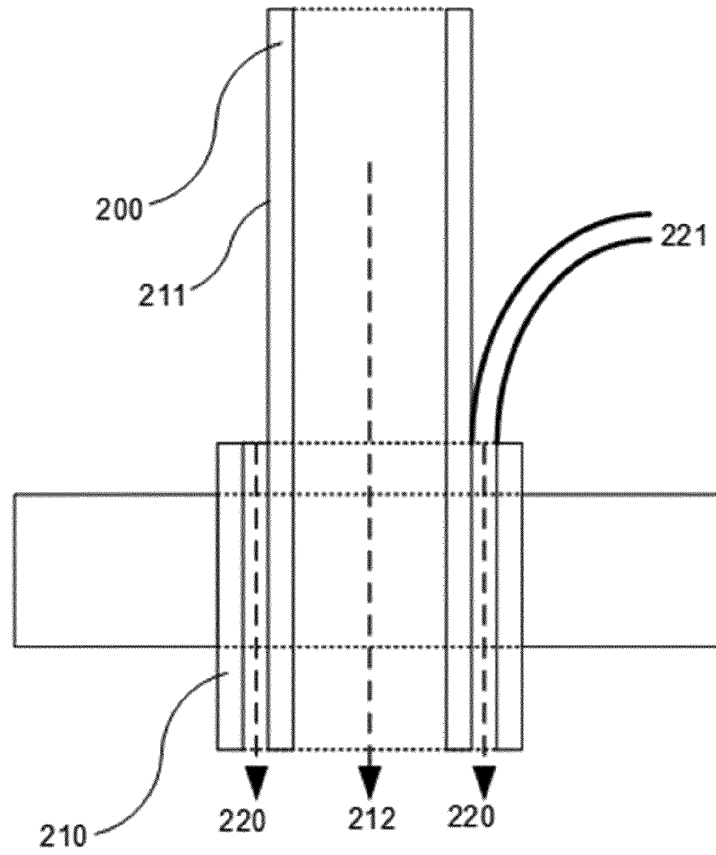


Fig. 4

