

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 780**

51 Int. Cl.:

**C21D 9/00** (2006.01)  
**C21D 9/54** (2006.01)  
**F23L 15/02** (2006.01)  
**F27B 9/02** (2006.01)  
**F27B 9/28** (2006.01)  
**F27B 9/36** (2006.01)  
**C21D 9/56** (2006.01)  
**C21D 1/34** (2006.01)  
**F27D 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2008 E 08805820 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2148935**

54 Título: **Procedimiento e instalación de calentamiento de una banda metálica, especialmente en vistas a un recocido**

30 Prioridad:

**30.05.2007 FR 0703823**

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

**12.06.2015**

73 Titular/es:

**GDF SUEZ (100.0%)  
1 Place Samuel de Champlain  
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**BUCHET, PHILIPPE;  
RICHARD, NICOLAS y  
LHOMME, PIERRE-JACQUES**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 537 780 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**

Procedimiento e instalación de calentamiento de una banda metálica, especialmente en vistas a un recocido

5 La invención se refiere a un procedimiento y una instalación de calentamiento de una banda metálica a una temperatura de consigna que requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora (defecto de comburente respecto a la cantidad estequiométrica).

Se describe la invención en su aplicación en el calentamiento de una banda metálica en forma de un fleje transmitido a una instalación de recocido, en especial para la fabricación de acero galvanizado.

Son ya conocidos diversos tipos de instalaciones de recocido de flejes.

10 La figura 1 es un esquema de un primer ejemplo de instalación conocida de precalentamiento de un fleje a una temperatura de consigna que es adecuada para una instalación de recocido. Incluye esta un horno que delimita un recinto 102 destinado al precalentamiento del fleje 100 y un recinto 104 de calentamiento del fleje con el fin de que, en la salida de la instalación, el fleje tenga una temperatura de consigna, por ejemplo de 750 °C.

15 Al interior del recinto de precalentamiento 102, comprendido entre la entrada 108 del horno y una ubicación 110 de inyección de aire de poscombustión proveniente de una canalización 112, fluyen, de la parte de calentamiento 104 hacia la proximidad de la entrada 108, en contracorriente respecto al fleje 100, unos gases calientes, que tienen un poder reductor nulo para que la atmósfera del horno, que podría escapar por la entrada 108, no sea tóxica (es decir, no contenga CO). Los intercambios de calor entre una superficie y una corriente paralela a esa superficie son poco eficaces, a causa de la presencia de capas laminares. Consiguientemente, el recinto 102 debe tener una gran longitud.

20 Dentro del recinto de combustión 104, comprendido prácticamente entre la ubicación de inyección de aire 110 y la salida 114 del horno, unos quemadores 116 reciben un combustible, transmitido por un circuito de alimentación 118 unido a cada quemador 116, y aire de combustión, por un circuito 120, unido también a cada uno de los quemadores. El aire del circuito 120, preferentemente, ha sido precalentado en un intercambiador de calor 122 por el que también circulan los gases calientes descargados por una canalización 124 desde las proximidades del extremo de entrada 108 del horno.

25 En el recinto de calentamiento 104, los quemadores 116 son quemadores a fuego abierto que funcionan en atmósfera de combustión reductora, es decir, en presencia de CO. En el recinto de calentamiento 104, el fleje pasa de una temperatura próxima a 350 a 400 °C, cerca de la ubicación de inyección de aire 110, a una temperatura de consigna, por ejemplo de 750 °C, en la salida 114.

30 La instalación que acaba de describirse presenta un cierto número de inconvenientes.

En primer lugar, dada la circulación simple en contracorriente de los gases calientes y del fleje por el recinto de precalentamiento 102, el intercambio de calor entre los gases y la banda no es eficaz, de modo que es muy grande la longitud del recinto 102 y, por lo tanto, es muy grande el espacio ocupado por el horno.

35 Luego, el sistema que utiliza los quemadores a fuego abierto para formar la atmósfera de combustión reductora con aire precalentado por el intercambiador 122 tiene, en su conjunto, un rendimiento relativamente pequeño, del orden del 50 %, de modo que la cantidad de combustible consumido es elevada.

Por último, las pérdidas de calor son acusadas, esencialmente debido a la descarga a la atmósfera de gases cuya temperatura aún es elevada, ya que el intercambiador de calor 122 que recupera el calor de los gases descargados por la canalización 124 tiene, a su vez, una moderada eficiencia.

40 El documento US4242154 describe una limpieza en continuo y un sistema de precalentamiento para fleje de acero que es recocido antes de ser revestido o tratado de distinta manera. En ese sistema, se controlan y utilizan etapas de reducción para eliminar los contaminantes superficiales de la banda. Ese sistema utiliza el calentamiento por llama directa en el que los gases de combustión de los quemadores de llama abierta de un horno cerrado fluyen dentro y a lo largo de una zona tubular de elongación limitada, de manera tal que los gases están en contacto directo con la banda que entra y pasa a través de la zona tubular y el horno, en contracorriente respecto a la dirección del flujo de los gases.

45 También es conocido, a tenor del documento JP2002-294347, otro ejemplo de instalación conocida de precalentamiento de un fleje, previo al recocido del mismo, que no presenta el inconveniente de ocupar un espacio muy grande en el terreno.

50 Más exactamente, esa instalación comprende un recinto de precalentamiento 202 de escasa longitud, pues incluye un dispositivo 210 de precalentamiento del fleje por proyección de gases calientes en dirección perpendicular al fleje. Ese dispositivo incluye cámaras cuya pared vuelta hacia el fleje incluye una multiplicidad de orificios que proyectan otros tantos chorros de gases calientes. Tal dispositivo 210, en ocasiones denominado "plenum", permite un eficaz

intercambio de calor en una escasa longitud.

Ese recinto de precalentamiento 202 está relacionado con un recinto de calentamiento 204 en el que, entre tubos radiantes, el fleje sigue un trayecto en zigzag. El recinto de precalentamiento y el recinto de calentamiento tienen una misma atmósfera protectora. Los gases de combustión descargados por los tubos radiantes, que se hallan separados de la atmósfera protectora del recinto 204, se extraen mediante conducciones 205 hacia un intercambiador de calor 206, con el concurso de un ventilador impelente 207. En el intercambiador de calor 206, una atmósfera protectora circula mandada por un ventilador impelente 208. El circuito de circulación comprende dos canalizaciones montadas en paralelo, una canalización 209, que alimenta el dispositivo 210 de proyección de gases calientes sobre el fleje, y otra canalización 211, que comprende una válvula de regulación 212 que se abre en mayor o menor medida para modular la cantidad de gases transmitida al dispositivo 210 de proyección de gases calientes.

Así, un sensor de temperatura de consigna 218, que mide la temperatura del fleje en la salida de la instalación, permite el gobierno de la válvula 212 con el fin de que esta regule la cantidad de gases que pueden circular por la canalización 209 y, con ello, la potencia de precalentamiento del dispositivo de proyección 210, con el fin de que no varíe la temperatura de consigna medida por el sensor 218.

La instalación representada en la figura 2 no presenta el inconveniente de ocupar un gran espacio, pero presenta otros inconvenientes.

En primer lugar, el rendimiento de los quemadores radiantes utilizados no es elevado.

Luego, puesto que el calor de los gases de combustión tan sólo es recuperado parcialmente por el intercambiador de calor 206, la instalación tiene un rendimiento energético relativamente reducido, que no sobrepasa un valor del orden del 50 %.

Además, el conjunto de la instalación, que comprende los dos recintos y el circuito de gases de alimentación de las cámaras de proyección de gases sobre el fleje, contiene una atmósfera protectora que o bien puede ser tóxica, y entonces no cumple las condiciones de "higiene" de la combustión, o bien es inerte y costosa.

Por último, puesto que el fleje sigue un trayecto sinuoso dentro del recinto de calentamiento, el coste de la instalación es elevado y esta queda sujeta a averías.

Son conocidos, por otro lado, especialmente a tenor del documento JP-2001/304539, conjuntos de calentamiento con quemadores "regenerativos". Este término indica que, en una primera fase, se acumula calor extraído de los gases de combustión y, en una segunda fase, el calor acumulado se restituye al aire de combustión. Tales conjuntos incluyen de ordinario dos quemadores 301a, 301b montados en tándem, hallándose uno en modo de combustión, en el que, antes de participar en una combustión, circula aire de combustión de una canalización 316 por una masa regenerativa 306, y hallándose el otro en modo de recuperación de calor, en el que los gases de combustión del primer quemador circulan por su masa regenerativa 306 y la calientan. Después de un cierto tiempo, por ejemplo una fracción de minuto, los dos quemadores permutan sus modos de funcionamiento. En el citado documento, cada quemador 301a, 301b también incluye un dispositivo de alimentación de aire 308 que, en modo de regeneración, introduce aire de poscombustión el cual se mezcla con los gases de combustión antes de que estos circulen por la masa regenerativa 306. Una masa regenerativa puede estar conformada a partir de una cerámica, por ejemplo en forma de bolas.

Merced a la recuperación de calor mediante el aire de combustión en la masa regenerativa 306 y a la absorción del calor de poscombustión de los gases todavía reductores con el aire de poscombustión introducido por el dispositivo 308, se incrementa de manera muy notable el rendimiento del conjunto de calentamiento respecto al de simples quemadores a fuego abierto que trabajan en atmósfera de combustión reductora, utilizados en una instalación del tipo descrito con referencia a la figura 1.

Actualmente no se tiene conocimiento de una utilización de tales conjuntos de calentamiento mediante quemadores regenerativos en instalaciones continuas de calentamiento, por ejemplo del tipo utilizado para la alimentación de una instalación de recocido de flejes.

La invención pone en práctica una combinación de características de las instalaciones de las figuras 1 y 2 y de los quemadores regenerativos de la figura 3, al propio tiempo que reduce las pérdidas de calor debidas a la utilización de intercambiadores de calor. Los gases descargados de los quemadores regenerativos que se proyectan sobre el fleje en la zona de precalentamiento son los que participan en un aumento sensible del rendimiento térmico de conjunto de la instalación y los que permiten la regulación de temperatura. Adicionalmente, tan sólo en el recinto de calentamiento existe una atmósfera protectora que puede ser tóxica, por lo que la instalación tiene buenas condiciones de "higiene" de la combustión.

Más exactamente, la invención se refiere a un procedimiento de calentamiento de una banda metálica a una temperatura de consigna que requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora, del tipo que comprende un precalentamiento de la banda a una temperatura intermedia que no requiere la presencia de una atmósfera protectora, mediante proyección de gases calientes hacia al menos una cara de la banda, y un

calentamiento de la banda en atmósfera de combustión reductora de la temperatura intermedia a la temperatura de consigna, con regulación de la temperatura de consigna mediante variación de la proyección de los gases calientes de precalentamiento; de acuerdo con la invención, el calentamiento en atmósfera de combustión reductora se efectúa mediante un calentamiento por quemadores regenerativos a fuego abierto, ejecutado en una primera fase que comprende, en al menos un primer quemador, una combustión con el concurso de aire que ha absorbido calor de una primera masa de absorción térmica y, en al menos otro quemador, una regeneración por absorción de calor de los gases de combustión del primer quemador al menos mediante otra masa de absorción térmica, y en una segunda fase en la que se invierten, por una parte, las funciones del primer quemador al menos y del otro quemador al menos y, por otra, las funciones de la primera masa de absorción térmica y de la otra masa de absorción térmica, la regeneración por absorción de calor de los gases de combustión se efectúa en una operación que comprende, antes del paso de los gases de combustión por la masa de regeneración, la mezcla de estos gases de combustión con una cantidad suplementaria de aire de poscombustión, el precalentamiento por proyección de gases calientes comprende la utilización de una parte al menos de los gases descargados del calentamiento mediante quemadores regenerativos y la regulación de la temperatura de consigna comprende la graduación de la cantidad de gases calientes para el precalentamiento por proyección.

Preferentemente, la graduación de la cantidad de gases calientes utilizada para el precalentamiento comprende la graduación de las proporciones de los gases calientes transmitidas, por una parte, a la etapa de proyección y, por otra, a la etapa de descarga de gases calientes.

Preferentemente, la cantidad de aire introducida para ser mezclada con los gases de combustión es suficiente para que los gases descargados tengan un poder reductor nulo.

Preferentemente, la mezcla de los gases de combustión con aire de poscombustión introducido antes del paso de los gases de combustión por la masa regenerativa se gradúa en función del resultado de una medición del poder reductor de los gases de combustión.

Preferentemente, el procedimiento comprende el establecimiento de una circulación de gases directamente de la etapa de calentamiento a la etapa de precalentamiento, y la inyección de aire de poscombustión entre las dos etapas.

En un ejemplo, la temperatura intermedia es del orden de 400 °C, la temperatura de consigna es una temperatura de recocido de la banda metálica, el metal de la banda metálica es el acero y la banda metálica es un fleje.

La invención se refiere también a una instalación de calentamiento de una banda metálica a una temperatura de consigna que requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora, que comprende un recinto de precalentamiento dotado de un dispositivo de proyección de gases calientes hacia la banda, un recinto de calentamiento dotado de un conjunto de calentamiento a fuego abierto en atmósfera de combustión reductora, comprendiendo el conjunto de calentamiento al menos dos quemadores regenerativos que trabajan en tándem, hallándose uno al menos de los quemadores en modo de combustión, en el que circula aire de combustión por una masa regenerativa antes de participar en una combustión, y hallándose otro quemador al menos en modo de recuperación de calor, en el que los gases de combustión del primer quemador al menos circulan por la masa regenerativa del otro quemador y la calientan, permutando los dos quemadores al menos su modo de funcionamiento, incluyendo cada quemador un dispositivo de alimentación de aire en modo de regeneración, con el fin de que ese aire se mezcle con los gases de combustión en estado reductor antes de que circulen por la masa regenerativa, una canalización de descarga de los gases del conjunto de calentamiento, una válvula graduable de tres vías que tiene una entrada relacionada con la canalización de descarga de los gases del conjunto de calentamiento, una salida relacionada con el dispositivo de proyección de gases del recinto de precalentamiento y una salida relacionada con una canalización de descarga de gases fuera de la instalación, y un dispositivo de regulación que comprende un sensor de temperatura de consigna de la banda metálica y un órgano de graduación de la válvula de tres vías, con el fin de que esta regule la cantidad de gases calientes transmitida al dispositivo de proyección.

Preferentemente, el dispositivo de alimentación de aire en modo de regeneración introduce una cantidad de aire sensiblemente constante, al menos suficiente para que los gases descargados tengan siempre un poder reductor nulo.

Preferentemente, un segundo dispositivo de regulación, que comprende un sensor del poder reductor de los gases y un órgano de graduación de la cantidad de aire introducida en función de la señal del sensor de poder reductor, regula la cantidad de aire introducida por el dispositivo de alimentación de aire.

Preferentemente, los recintos de precalentamiento y de calentamiento son adyacentes y colineales.

Preferentemente, la instalación incluye además un dispositivo de introducción de aire de poscombustión entre los recintos de precalentamiento y de calentamiento, siendo suficiente la cantidad de aire introducida por este dispositivo para que el recinto de precalentamiento contenga gases de poder reductor nulo.

Con respecto a la instalación de la figura 1, la invención presenta la ventaja de permitir la realización de una

instalación de longitud reducida, merced a la reducción considerable de la zona de precalentamiento.

Con respecto a la instalación de la figura 2, la invención presenta la ventaja de una mayor simplicidad, por cuanto que el fleje sigue un trayecto lineal.

5 Con respecto a todas las instalaciones descritas, la invención permite una reducción considerable de las pérdidas energéticas y un aumento muy significativo del rendimiento energético, esencialmente obtenidos mediante utilización de conjuntos de quemadores regenerativos y por la ausencia de intercambiador de calor.

Así, si bien una instalación tal y como se ha representado en la figura 1 presenta un rendimiento energético de conjunto del orden del 50 %, una instalación análoga del tipo representado en la figura 4 sobrepasa ampliamente el 60 %.

10 Todas estas ventajas se obtienen mediante la combinación de la utilización de un trayecto rectilíneo, de la utilización de un dispositivo de precalentamiento por proyección, de la utilización de quemadores a fuego abierto de tipo regenerativo y de la utilización de una regulación de la temperatura de consigna mediante el dispositivo de precalentamiento. Más exactamente, los quemadores regenerativos se llevan a la práctica para así obtener una temperatura de los gases de combustión expulsados mucho más elevada que en el estado de la técnica. En efecto,  
15 en todas las aplicaciones conocidas, los quemadores regenerativos, tanto si funcionan en atmósfera oxidante como reductora, producen gases de combustión a temperaturas del orden de 150 °C. En parte por esta razón, todos los quemadores regenerativos que se conocen, incluido el del tipo descrito en el documento JP-2001/304539, se llevan a la práctica con una descarga a la atmósfera de los gases de combustión. Dentro del ámbito de la invención, los quemadores funcionan, antes bien, en orden a obtener una temperatura de los gases calientes que permite su  
20 utilización directa por proyección dentro del recinto de precalentamiento, ventajosamente del orden de 400 °C.

Otras características y ventajas de la invención se comprenderán más fácilmente con la lectura de la descripción subsiguiente de un ejemplo de realización, siendo tales las figuras que, habiendo sido ya descritas las figuras 1 a 3, la figura 4 es un esquema de una instalación según la invención, representada en forma esquemática.

La instalación de la figura 4 comprende un cierto número de partes análogas a las de la figura 1.

25 Así, un fleje 1 penetra en un horno 6 que comprende un primer recinto 2 que trabaja en medio oxidante, o al menos de poder reductor nulo, y un segundo recinto 4 que tiene una atmósfera de combustión reductora. La entrada 8 del fleje tan sólo puede dejar pasar la atmósfera del primer recinto 2, es decir, una atmósfera que no es tóxica y que no contiene CO, merced a la introducción de aire de poscombustión por una entrada 10, con el concurso de una canalización 12. El fleje sale del horno por una salida 14 a una temperatura de consigna, después de haber pasado  
30 frente a unos quemadores 16. Estos quemadores son alimentados con combustible mediante un circuito 18, y con aire mediante un circuito 20. Los gases que por último se descargan en la proximidad de la entrada 8 salen de la instalación por una canalización 24 que llega, por ejemplo, a una chimenea.

Las demás características de la instalación de la figura 4 son diferentes de aquellas de la figura 1.

35 En primer lugar, el recinto de precalentamiento 2 incluye un dispositivo 11 de proyección de gases calientes de precalentamiento, alimentado con gases calientes mediante el recinto de calentamiento 4, según se describe en lo que sigue.

Cada quemador a fuego abierto 16 está asociado a una masa regenerativa 26, análoga a la masa regenerativa 306 descrita con referencia a la figura 3. Una entrada 28 de aire de poscombustión es análoga a la entrada 308 descrita con referencia a la figura 3. Dos quemadores 16 y 16' dispuestos uno frente a otro funcionan en tándem, de la  
40 manera descrita con referencia a la figura 3.

En una primera forma de realización, la cantidad de aire de poscombustión introducida por la entrada 28 aguas arriba de la masa regeneradora 26 puede ser suficiente para que los gases descargados por el quemador presenten siempre un poder reductor nulo. En este caso, los quemadores funcionan con un exceso de aire de poscombustión.

45 En una variante, se incorpora a los quemadores un sensor de poder reductor (no representado), aguas arriba o aguas abajo de la masa regenerativa, con el fin de que permita una regulación de la cantidad de aire de poscombustión introducida en cada quemador. De esta manera, se optimiza el rendimiento térmico y se reduce al mínimo el consumo de energía por parte de los quemadores.

Pese a la reacción de poscombustión que libera una cantidad suplementaria de calor, especialmente por combustión de CO en la atmósfera de combustión reductora, los gases descargados por las masas regenerativas 26 tienen una temperatura suficientemente baja para poder ser transmitidos por un ventilador impelente 30 de una canalización 31 de descarga de los gases de combustión a una válvula de regulación de tres vías 32 y al dispositivo 11 de proyección de gases calientes, a una temperatura que no requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora para el fleje. La presencia de un ventilador impelente, necesaria en cualquier caso para la extracción de los gases de combustión, permite además aprovechar la presión dinámica que adquieren estos gases para  
55 incrementar la eficiencia térmica del precalentamiento por proyección. Esto contribuye aún más al aumento del

rendimiento del sistema objeto de la invención.

5 También se ha representado un sensor de temperatura 34 destinado a determinar la temperatura de consigna del fleje 1 en la salida del horno 6. Un circuito de regulación (no representado), en función de la temperatura determinada por el sensor 34, gobierna un dispositivo de maniobra 36 que gradúa la válvula de tres vías 32. De esta manera, la cantidad de los gases descargados por los quemadores que es utilizada para el precalentamiento en el dispositivo 11 se puede regular con una gran velocidad de reacción, necesaria a causa de la gran velocidad del fleje dentro del horno.

10 El recinto de calentamiento 4 de la instalación de la figura 4 tiene una longitud análoga a la del recinto de calentamiento 104 de la instalación de la figura 1. Por el contrario, el recinto de precalentamiento 2 de la instalación de la figura 4 es mucho más corto que el recinto 102 de la instalación de la figura 1.

15 La instalación de la figura 4 permite un paso lineal del fleje 1, el cual recibe localmente sin más, en el interior del horno, el soporte de unos rodillos, contrariamente a la compleja instalación de circulación en zigzag del fleje en la instalación representada en la figura 2. Merced a la presencia de dos atmósferas diferenciadas, una que puede ser oxidante y que no es reductora en el sentido de la combustión, dentro del recinto de precalentamiento, y otra que es reductora en el sentido de la combustión, dentro del recinto de calentamiento, los gases de combustión pueden ser utilizados directamente para el precalentamiento, en contra de lo que ocurre en la instalación de la figura 2, que requiere un intercambiador de calor entre los gases de combustión y los gases utilizados para el precalentamiento del fleje.

20 Otra ventaja de la invención está en que, merced al precalentamiento a una elevada temperatura y al aumento del rendimiento térmico de las masas regenerativas de los quemadores que puede llegar al 80 %, los humos descargados pueden contener cantidades reducidas de óxidos de nitrógeno NOx, por ejemplo inferiores a 200 mg/m<sup>3</sup> en las condiciones normales por el 3 % de oxígeno en los humos, si este sistema de precalentamiento del aire de combustión va asociado a una técnica de altas prestaciones en términos de emisión de contaminantes (por ejemplo, oxidación sin llama). Adicionalmente, merced al aumento del rendimiento térmico de estos quemadores eficientes, es posible calentar el fleje más rápidamente y obtener con ello un aumento de productividad, con reducción del consumo de combustible y de la emisión de óxidos de nitrógeno.

25 Si bien la invención ha sido descrita en su aplicación en el calentamiento de una banda metálica, este calentamiento puede constituir un auténtico tratamiento térmico y no una simple operación anterior a un tratamiento térmico, tal como un recocido.

30 Por lo tanto, la invención presenta grandes ventajas, no sólo desde el punto de vista de la rentabilidad y del coste, sino también desde el punto de vista de la conservación de los recursos fósiles y de la conservación del medio ambiente, merced a la reducción del combustible consumido y de las emisiones, y al aumento de la seguridad.

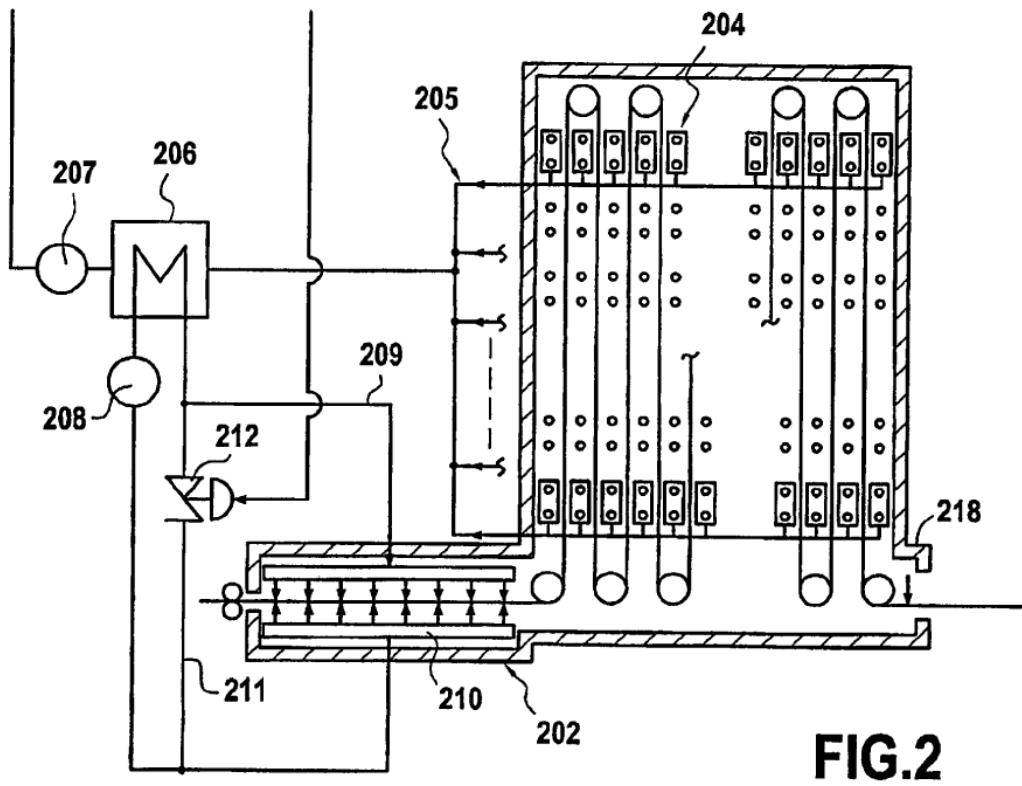
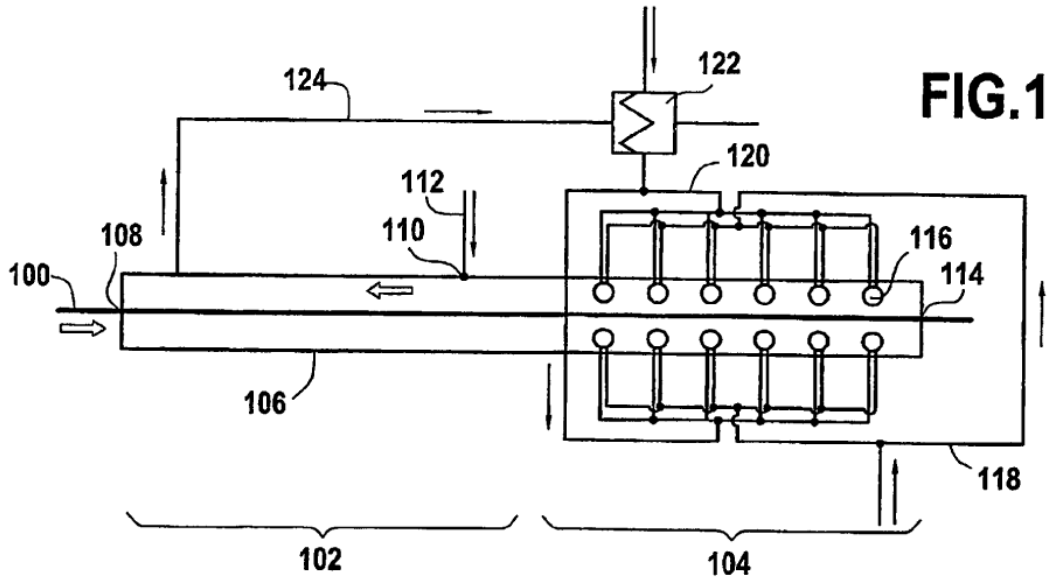
**REIVINDICACIONES**

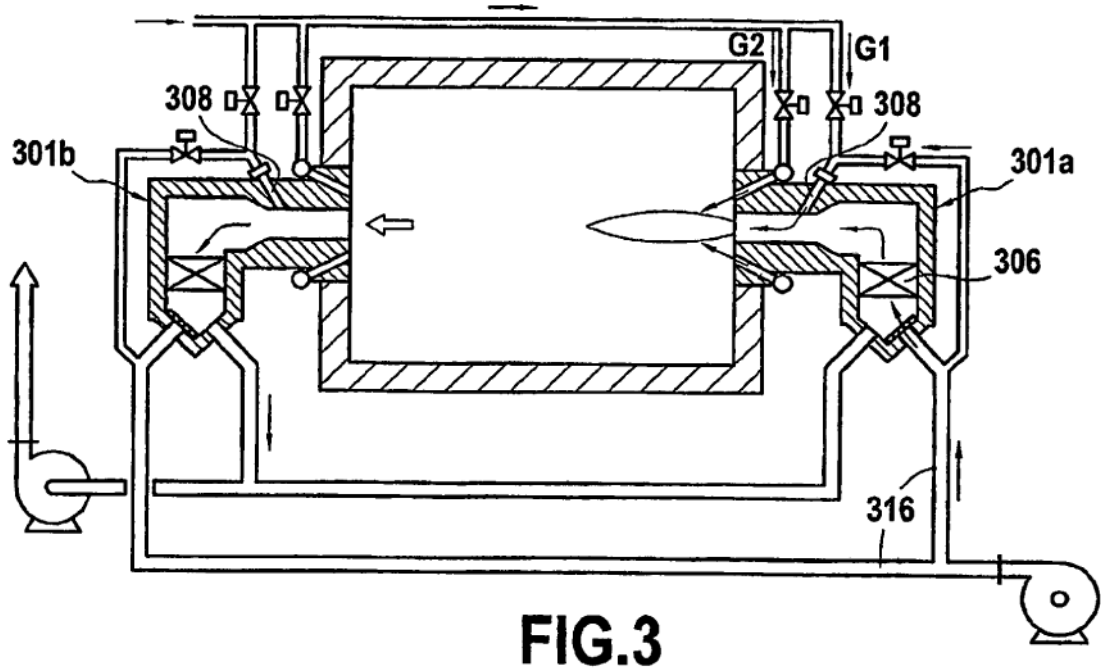
1. Procedimiento de calentamiento de una banda metálica a una temperatura de consigna que requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora, del tipo que comprende
- 5 un precalentamiento de la banda a una temperatura intermedia que no requiere la presencia de una atmósfera protectora, mediante proyección de gases calientes hacia al menos una cara de la banda, y
- un calentamiento de la banda en atmósfera de combustión reductora de la temperatura intermedia a la temperatura de consigna,
- con regulación de la temperatura de consigna mediante variación de la proyección de los gases calientes de precalentamiento,
- 10 caracterizado por que
- el calentamiento en atmósfera de combustión reductora se efectúa mediante un calentamiento por quemadores regenerativos a fuego abierto, ejecutado en una primera fase que comprende, en al menos un primer quemador (16, 16'), una combustión con el concurso de aire que ha absorbido calor de una primera masa de absorción térmica (26) y, en al menos otro quemador (16, 16'), una regeneración por absorción de calor de los gases de combustión del primer quemador al menos mediante otra masa de absorción térmica (26), y en una segunda fase en la que se invierten, por una parte, las funciones del primer quemador al menos (16, 16') y del otro quemador al menos (16, 16') y, por otra, las funciones de la primera masa de absorción térmica (26) y de la otra masa de absorción térmica (26),
- 15 la regeneración por absorción de calor de los gases de combustión se efectúa en una operación que comprende, antes del paso de los gases de combustión por la masa de regeneración (26), la mezcla de estos gases de combustión con una cantidad suplementaria de aire de poscombustión,
- 20 el precalentamiento por proyección de gases calientes comprende la utilización de una parte al menos de los gases descargados del calentamiento mediante quemadores regenerativos y
- la regulación de la temperatura de consigna comprende la graduación de la cantidad de gases calientes para el precalentamiento por proyección.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la graduación de la cantidad de gases calientes utilizada para el precalentamiento comprende la graduación de las proporciones de los gases calientes transmitidas, por una parte, a la etapa de proyección y, por otra, a la etapa de descarga de gases calientes.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que la cantidad de aire introducida para ser mezclada con los gases de combustión es suficiente para que los gases descargados tengan un poder reductor nulo.
- 30 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que la mezcla de los gases de combustión con aire de poscombustión introducido antes del paso de los gases de combustión por la masa regenerativa (26) se gradúa en función del resultado de una medición del poder reductor de los gases de combustión.
- 35 5. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, caracterizado por que comprende el establecimiento de una circulación de gases directamente de la etapa de calentamiento a la etapa de precalentamiento, y la inyección de aire de poscombustión entre las dos etapas.
6. Instalación de calentamiento de una banda metálica a una temperatura de consigna que requiere la presencia de una atmósfera de combustión reductora, caracterizada por que comprende
- 40 un recinto de precalentamiento (2) dotado de un dispositivo (11) de proyección de gases calientes hacia la banda (1),
- un recinto de calentamiento (4) dotado de un conjunto de calentamiento a fuego abierto en atmósfera de combustión reductora, comprendiendo el conjunto de calentamiento al menos dos quemadores regenerativos (16, 16') que trabajan en tándem, hallándose uno al menos de los quemadores (16, 16') en modo de combustión, en el que circula
- 45 aire de combustión por una masa regenerativa (26) antes de participar en una combustión, y hallándose otro quemador al menos (16, 16') en modo de recuperación de calor, en el que los gases de combustión del primer quemador al menos (16, 16') circulan por la masa regenerativa (26) del otro quemador (16, 16') y la calientan, permutando los dos quemadores al menos (16, 16') sus modos de funcionamiento, incluyendo cada quemador (16, 16') un dispositivo de alimentación de aire en modo de regeneración, con el fin de que ese aire se mezcle con los
- 50 gases de combustión en estado reductor antes de que circulen por la masa regenerativa (26),
- una canalización (31) de descarga de los gases del recinto de calentamiento,

una válvula graduable de tres vías (32) que tiene una entrada relacionada con la canalización (31) de descarga de los gases del conjunto de calentamiento, una salida relacionada con el dispositivo (11) de proyección de gases del recinto de precalentamiento y una salida relacionada con una canalización (24) de descarga de gases fuera de la instalación, y

- 5 un dispositivo de regulación que comprende un sensor (34) de temperatura de consigna de la banda metálica y un órgano (36) de graduación de la válvula de tres vías (32), con el fin de que esta regule la cantidad de gases calientes transmitida al dispositivo de proyección (11).
7. Instalación según la reivindicación 6, caracterizada por que el dispositivo de alimentación de aire en modo de regeneración introduce una cantidad de aire sensiblemente constante, al menos suficiente para que los gases descargados tengan siempre un poder reductor nulo.
- 10 8. Instalación según la reivindicación 6, caracterizada por que comprende un segundo dispositivo de regulación, que incluye un sensor del poder reductor de los gases y un órgano de graduación de la cantidad de aire introducida en función de la señal del sensor de poder reductor, destinado a regular la cantidad de aire introducida por el dispositivo de alimentación de aire.
- 15 9. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizada por que los recintos de precalentamiento y de calentamiento (2, 4) son adyacentes y colineales.
- 20 10. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizada por que incluye además un dispositivo (10) de introducción de aire de poscombustión entre los recintos de precalentamiento y de calentamiento (2, 4), siendo suficiente la cantidad de aire introducida por este dispositivo para que el recinto de precalentamiento (2) contenga gases de poder reductor nulo.







**FIG. 4**

