

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 732**

51 Int. Cl.:

C21D 9/56 (2006.01)

F27B 9/04 (2006.01)

F27B 9/14 (2006.01)

F27D 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2015** **E 15183169 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018** **EP 3135778**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el control de reacción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.11.2018

73 Titular/es:
COCKERILL MAINTENANCE & INGENIERIE S.A.
(100.0%)
Avenue Greiner 1
4100 Seraing, BE

72 Inventor/es:
DUBOIS, MICHEL

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 689 732 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 y dispositivo para el control de reacción

5 Campo

La invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento para controlar la reacción de superficie en chapas de acero transportadas en una línea de galvanizado o recocido continuo.

10 Antecedentes

Los grados de acero de alta resistencia comprenden en general un alto contenido en elementos tales como silicio, manganeso y cromo (normalmente entre el 0,5 y el 2%; el 1,5 y el 6%, el 0,3 y el 1% en peso respectivamente) lo que hace que su recubrimiento sea difícil porque durante el recocido que precede a la inmersión en el baño de galvanizado se forma una capa de óxido de estos elementos. Esta capa de óxido daña la capacidad de humectación de la superficie de acero cuando se sumerge en el baño. Como resultado, se obtienen zonas sin recubrir y una mala adhesión del recubrimiento.

Un procedimiento muy conocido para mejorar la humectación de estos grados de acero consiste en oxidar por completo la superficie de acero en una cámara específica cuando el acero tiene una temperatura normalmente entre 600 y 750°C. La capa de óxido resultante comprende una elevada cantidad de óxidos de hierro que a continuación se reducen durante el final de la sección de calentamiento y mantenimiento del horno de recocido y el tratamiento térmico posterior. El objetivo es obtener un espesor del óxido entre aproximadamente 50 y 300 nm, que corresponde a un óxido de hierro por debajo de 2 gr/m².

Existen diferentes maneras de oxidar la superficie de acero antes de la etapa de reducción. Por ejemplo, esta oxidación puede realizarse en un horno de inyección directa que lleva a cabo la combustión con exceso de aire. Otra manera consiste en llevar a cabo esta oxidación en una cámara dedicada ubicada en el centro del horno de recocido y a la que se suministra una mezcla de nitrógeno y un oxidante. Tal implementación se describe en la patente EP 2 010 690 B1 y en la figura 1. La sección de oxidación está separada de las demás partes del horno de recocido mediante juntas herméticas para minimizar la introducción del oxidante en las secciones primera y final.

La formación de la capa de óxido debe controlarse con cuidado para evitar la formación de capas demasiado gruesas o demasiado delgadas. En el primer caso, la reducción en la parte final del horno puede ser incompleta por falta de tiempo. También es sabido que, en ese caso, el óxido puede pegarse a los rodillos del horno y generar defectos. En el segundo caso, la capa de óxido no es lo suficientemente eficaz puesto que la oxidación de los elementos de aleación no puede inhibirse en una medida suficiente y por tanto la humectación en el baño de metal líquido no se mejora en una medida suficiente.

La formación de la capa de óxido se guía por tres parámetros principales: temperatura de banda, concentración de oxígeno en la atmósfera de la cámara y el transporte de ese oxígeno a la superficie de acero. Como los bordes de la chapa no tienen las mismas condiciones límite y turbulencia que el centro de la chapa, el transporte del oxidante al borde es diferente. De manera similar al enfriamiento de bordes superior en la línea de procesamiento, la oxidación del borde solía ser superior. La anchura afectada por esta oxidación excesiva se encuentra en el intervalo de desde 1 hasta 10 cm, dependiendo del diseño de la cámara de oxidación y de los parámetros de proceso utilizados.

Por tanto, para obtener un espesor del óxido uniforme, es necesario tener un sistema controlable que también pueda adaptarse al frecuente cambio de anchura de banda en una línea de galvanizado continuo (normalmente de 900 a 2000 cm).

Los sistemas mecánicos pueden diseñarse con secciones de inyección variables, aunque este procedimiento no es fiable desde el punto de vista industrial por la alta temperatura de la banda y la expansión térmica inducida del material. Esto se convierte en un problema real, sabiendo también que la cámara de oxidación sólo puede utilizarse ocasionalmente puesto que no todas las chapas de acero requieren un proceso de oxidación de este tipo. Los documentos CN 103849825, EP-A 2960348 y BE 1014997 se refieren a un horno continuo para el recocido de bandas con medios para proporcionar una atmósfera controlada.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirá la presente invención incluso en más detalle basándose en las figuras a modo de ejemplo. La invención no está limitada a las formas de realización a modo de ejemplo. Todas las características descritas y/o ilustradas en el presente documento pueden utilizarse solas o combinadas en diferentes combinaciones en formas de realización de la invención. Las características y ventajas de las diversas formas de realización de la presente invención resultarán evidentes leyendo la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos adjuntos que ilustran lo siguiente:

La figura 1 representa esquemáticamente un horno de recocido que comprende una sección de oxidación según el estado de la técnica.

La figura 2 representa esquemáticamente la cámara de oxidación según la invención con las aberturas laterales para inyectar el gas inerte.

La figura 3 representa la parte superior de la cámara de oxidación según la invención con las aberturas transversales para inyectar el oxidante.

La figura 4 representa una abertura transversal de la cámara de oxidación con un refuerzo según una forma de realización de la invención.

La figura 5 representa la parte inferior de la cámara de oxidación con aberturas de extracción según una forma de realización de la invención.

La figura 6 representa la parte inferior de la cámara de oxidación con aberturas de extracción según otra forma de realización de la invención.

La figura 7 representa la evolución de la masa por unidad de superficie de la capa de óxido a través de la anchura de la banda cuando no hay inyección lateral de gas inerte.

La figura 8 representa la evolución de la masa por unidad de superficie de la capa de óxido a través de la anchura de la banda cuando hay inyección lateral de gas inerte.

La figura 9 representa según la invención los medios de control para regular por separado el flujo de gas inerte en cada cara lateral de la cámara de oxidación y los medios de control para controlar la inyección del oxidante en la parte superior de la cámara de oxidación.

Sumario

La presente invención se refiere a un horno de recocido continuo para el recocido de bandas de acero que comprende una cámara de reacción en el que las bandas de acero se transportan verticalmente, comprendiendo dicha cámara aberturas a las que se suministra un reactivo, también denominadas aberturas de reactivo, ubicadas en la parte superior o en la parte inferior de la cámara de reacción, en el que la cámara de reacción comprende además otras aberturas a las que se suministra un gas inerte, también denominadas aberturas de gas inerte, estando ubicadas dichas aberturas de gas inerte en las caras laterales de la cámara de reacción.

Según formas de realización preferidas particulares, el horno según la invención da a conocer además al menos una o una combinación adecuada de las características siguientes:

- las aberturas de gas inerte están ubicadas de modo que están aguas abajo del flujo de reactivo procedente de las aberturas de reactivo;

- comprende una o varias aberturas de gas inerte en cada cara lateral de la cámara de reacción;

- comprende medios para controlar el flujo y la temperatura del gas inerte;

- comprende medios para controlar por separado el flujo del gas inerte en cada cara lateral de la cámara de reacción;

- la cámara de reacción comprende aberturas de extracción para evitar una sobrepresión dentro de la cámara de reacción, estando ubicadas dichas aberturas de extracción de modo que están aguas abajo del flujo de reactivo y del flujo de gas inerte que salen respectivamente de las aberturas de reactivo y las aberturas de gas inerte;

- la distancia entre las caras laterales de la cámara de reacción y los bordes de la banda de acero está comprendida entre 75 y 220 mm, preferiblemente entre 100 y 200 mm y más preferiblemente es de 100 mm;

- la cámara de reacción comprende una abertura de reactivo dirigida hacia cada lado de la banda de acero;

- la cámara de reacción es una cámara de oxidación y el reactivo es un oxidante.

La invención también se refiere a un procedimiento para controlar una reacción de superficie en una banda de acero que se desplaza verticalmente a través de la cámara de reacción del horno como se describió anteriormente, que comprende una etapa de inyectar lateralmente un gas inerte en la cámara de reacción y una etapa de inyectar un reactivo aguas arriba del flujo de gas inerte en dicha cámara.

Según formas de realización preferidas particulares, el procedimiento según la invención da a conocer además al menos una o una combinación adecuada de las características siguientes:

- 5 - la cámara de reacción es una cámara de oxidación y el reactivo es un oxidante, estando comprendido el contenido en oxígeno del oxidante entre el 0,01 y el 8% y preferiblemente entre el 0,1 y el 4% en volumen;
- el flujo de gas inerte está comprendido entre 5 y 70 Nm³/h y preferiblemente entre 10 y 60 Nm³/h;
- 10 - la temperatura del gas inerte está entre 200 y 50°C por debajo de la temperatura de la banda de acero cuando tiene lugar la reacción de la banda de acero inyectando el reactivo en la parte superior de la cámara de reacción y en el que la temperatura del gas inerte está entre 200 y 50°C por encima de la temperatura de la banda de acero cuando tiene lugar la reacción de la banda de acero inyectando el reactivo en la parte inferior de la cámara de reacción;
- 15 - hay una etapa de extraer un gas que comprende el gas inerte y el reactivo, calculándose el flujo extraído basándose en la diferencia de presión entre el interior de la cámara de reacción y las demás partes del horno.

Finalmente, la invención también se refiere a una banda de acero obtenida mediante el procedimiento como se describió anteriormente en el que la banda de acero tiene a la salida de la cámara de oxidación una capa de óxido con un aumento de la masa por unidad de superficie entre el valor en el centro de la banda y el valor máximo en el borde de la banda inferior al 15% y preferiblemente inferior al 10%.

Descripción detallada

25 La invención pretende proporcionar un dispositivo y un procedimiento para controlar la reacción de superficie de los bordes de una chapa sin un sistema mecánico. La reacción de superficie puede ser cualquier reacción que puede producirse en una sección de un horno de recocido como una reacción de reducción o una reacción de nitruración, suministrándose a la sección el reactivo apropiado. De hecho, el problema de la formación de capas con un espesor diferente en los bordes de la chapa existe independientemente del tipo de reactivo. Como ejemplo, el procedimiento y el dispositivo se ilustran a continuación para una reacción de superficie que se produce en una cámara de oxidación a la que se suministra un oxidante.

35 El horno de recocido comprende una cámara de oxidación dotada de medios para modular la concentración de oxígeno de la atmósfera en las zonas próximas a los bordes de la chapa. La cámara de oxidación según la invención puede utilizarse en una línea de galvanizado continuo y en una línea de recocido continuo sin instalaciones de galvanizado por inmersión en baño de zinc caliente. En este último caso, la chapa de acero sin recubrir puede decaparse adicionalmente para retirar la capa de óxido formada durante el recocido.

40 El procedimiento según la invención consiste en inyectar un gas inerte con un flujo y una temperatura definidos a través de los lados de la cámara de oxidación. Para ello y como se muestra en la figura 2, la cámara de oxidación 2 comprende aberturas laterales 3 para inyectar el gas inerte además de aberturas transversales 4 para inyectar el medio oxidante, también denominado oxidante. De este modo, el nivel del oxidante inyectado transversalmente puede aumentarse o disminuirse en la zona de borde dependiendo de la tasa de dilución que resulta de la inyección lateral de gas inerte. Además, y como se detalla a continuación, la cámara de oxidación puede comprender además aberturas para extraer el fluido en el lado opuesto de las aberturas transversales con el fin de evitar una sobrepresión dentro de la cámara.

Según una forma de realización de la invención, las aberturas laterales de la cámara pueden tener la forma de orificios y en cada cara lateral de la cámara pueden proporcionarse uno, dos o más de dos orificios. Según otras formas de realización, las aberturas pueden tener la forma de ranuras o cualquier forma apropiada para inyectar un gas.

Además, la cámara de oxidación puede dotarse de medios para controlar por separado el flujo de gas inerte en cada cara lateral.

55 Las aberturas transversales para inyectar el gas oxidante a través de la cámara se ubican preferiblemente en la parte superior de la cámara por los motivos explicados a continuación. Una abertura está ubicada a cada lado de la chapa. Según una forma de realización de la invención mostrada en la figura 3, las aberturas transversales 4 tienen la forma de ranuras, aunque pueden tener otras formas según otras formas de realización. Además, la abertura 4 puede estar dotada de un refuerzo 6 para mantener la geometría de la abertura constante como se representa en la figura 4.

65 En el lado opuesto de las aberturas transversales, es decir, en la parte inferior de la cámara de oxidación si la inyección de oxidante se lleva a cabo en la parte superior, la cámara comprende aberturas de extracción 7 para reducir la presión dentro de la cámara cuando el fluido no se hace recircular. Pueden tener la forma de ranuras a

cada lado de la chapa como se muestra en la figura 5 o ser aberturas redondas, cuadradas o rectangulares como se representa en la figura 6.

La cámara comprende además rodillos o un sistema de sellado similar en su entrada y salida para separar la atmósfera de esta cámara del resto del horno de recocido y así minimizar el flujo del oxidante en las demás partes del horno. Por motivos de simplicidad, en las figuras 3, 5 y 6 se representan sólo la mitad de los rodillos 8 que están más cerca de la cámara. Además, la cámara está aislada térmicamente, aunque en caso necesario pueden añadirse algunos dispositivos de calentamiento para compensar las pérdidas de calor.

Como ejemplo, las dimensiones típicas de la cámara de oxidación son las siguientes. Tiene entre 3 y 5 m de longitud con una anchura aproximadamente 150 mm mayor que la anchura máxima de banda que albergará. Un diseño típico tiene una anchura de 2 m para una anchura máxima de banda de 1850 mm. La distancia mínima entre la carcasa de la cámara de oxidación y la banda es de desde 75 hasta 220 mm, preferiblemente desde 100 hasta 200 mm y más preferiblemente de 100 mm.

Como se muestra en la figura 2, la chapa de acero 5 pasa verticalmente a través de la cámara de oxidación 2. La chapa puede moverse hacia arriba o hacia abajo dependiendo del diseño global del horno. El gas oxidante compuesto por una mezcla de N_2 y O_2 con un contenido en oxígeno entre el 0,01 y el 8% y preferiblemente entre el 0,1 y el 4% en volumen se inyecta a través de las aberturas transversales 4. Se controla el flujo, la temperatura y la concentración del oxidante. El flujo por lado está comprendido normalmente entre 150 y 250 Nm^3/h para una ranura con una abertura de 10 mm y 2 m de longitud. La temperatura de la mezcla N_2+O_2 está entre 200°C y 50°C por debajo de la temperatura de banda para beneficiarse del principio de flotabilidad. Preferiblemente, la temperatura de la mezcla está entre 580 y 600°C para una banda a 700°C. El gas más frío que la banda desciende y, por este motivo, las aberturas transversales están ubicadas en la parte superior de la cámara. Como el oxígeno no se consume en la zona próxima a los lados de la cámara y que está fuera de los bordes de banda, la concentración de O_2 es mayor en estas partes dando como resultado una capa de óxido más gruesa en los bordes de las chapas en comparación con la parte central de la chapa. Esto ocurre esencialmente en chapas estrechas. Para solucionar este problema, se inyecta una pequeña cantidad de gas inerte puro como N_2 o Ar aguas abajo de la inyección de oxidante a través de las aberturas laterales de la cámara. El caudal y la temperatura del gas inerte se controlan y ajustan dependiendo del grado de banda, la anchura de banda, el contenido en oxígeno y el flujo del oxidante principal. El flujo total está comprendido normalmente entre 5 y 70 Nm^3/h y preferiblemente entre 10 y 60 Nm^3/h por cara lateral suministrado a través de una o múltiples aberturas. La temperatura del fluido está entre 200°C y 50°C por debajo de la temperatura de banda para aprovecharse de nuevo del principio de flotabilidad. Preferiblemente, el objetivo es 580 - 600°C para una banda a 700°C. Así, el flujo de gas inerte también desciende.

La siguiente simulación ilustra la eficacia del procedimiento y del dispositivo según la invención para distribuir de manera uniforme la capa de óxido a través de la anchura de la chapa.

En la figura 7 se representa la formación de FeO típica en una banda de 1050 mm de anchura de composición específica a 700°C que se desplaza a 120 mpm en una cámara de oxidación de tres metros de longitud y dos metros de anchura, con un flujo de oxidante de 160 Nm^3/h por lado a 600°C y que comprende O_2 al 1%. En los bordes de la chapa, la masa por unidad de superficie de la capa de óxido aumenta desde aproximadamente el 30%.

Para condiciones similares, pero con una inyección de 40 Nm^3/h de gas inerte a 600°C en cada cara lateral de la cámara, se mejora la uniformidad del óxido como se muestra en la figura 8. En este caso, el aumento entre el valor en el centro de la banda y el valor máximo en el borde de la banda es inferior al 10%. Según la invención, el objetivo es un aumento inferior al 15% y preferiblemente inferior al 10% entre el centro de la banda y el valor máximo en el borde.

Como ya se ha mencionado, para una eficacia correcta, es necesario ajustar el flujo y la temperatura correctos del oxidante principal y del gas inerte con la anchura de banda y someterse a un proceso de calidad.

Cada flujo se controla mediante válvulas de control y flujómetros. Hay un sensor de temperatura y la temperatura se alcanza por medio de un intercambiador de calor utilizando gas, electricidad u otro. El gas total inyectado (oxidante e inerte) puede hacerse recircular o no. La presión dentro de la cámara se controla por medio de extracción de fluido en los dispositivos de sellado, aunque también puede realizarse mediante las ranuras de extracción cuando el fluido no se hace recircular. Esto permite evitar una sobrepresión en la cámara, así como un flujo del oxidante en las demás partes del horno. El flujo de extracción se ajusta mediante el control de la presión dentro de la cámara frente a aquella en las demás partes del horno. Puede realizarse un control de flujo típico según el principio PID representado en la figura 9. El espesor del óxido se mide a lo largo de la anchura de banda mediante un sistema dedicado instalado tras la sección de oxidación, es decir, fuera de la cámara y finalmente a cada lado de la banda.

La invención se ha ilustrado y descrito para una cámara de oxidación con aberturas transversales ubicadas en la parte superior de la cámara, descendiendo el oxidante y el gas inerte porque sus temperaturas son inferiores a la de la banda. La descripción también cubre la configuración con las aberturas transversales ubicadas en la parte inferior de la cámara de oxidación. En este caso, las zonas de extracción deben estar dispuestas en la parte superior de la

cámara y el gas inerte y el oxidante principal deben calentarse a una temperatura superior a la de la banda para que asciendan. Las aberturas laterales están dispuestas de manera similar aguas abajo del flujo de oxidante.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y en la descripción anterior, tal ilustración y descripción se considerarán ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas. Se entenderá que las personas con conocimientos básicos en la técnica pueden realizar cambios y modificaciones dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones. En particular, la presente invención cubre formas de realización adicionales con cualquier combinación de características de diferentes formas de realización descritas anteriormente y a continuación.

Los términos utilizados en las reivindicaciones se interpretarán con la interpretación razonable más amplia acorde a la descripción anterior. Por ejemplo, el uso del artículo "un/una" o "el/la" al presentar un elemento no se interpretará exclusivo de una pluralidad de elementos. Del mismo modo, la lectura de "o" se interpretará como inclusiva, de modo que la lectura de "A o B" no es exclusiva de "A y B", a menos que quede claro por el contexto o la descripción anterior que sólo se hace referencia a uno de A y B.

Símbolos de referencia

(1) Horno de recocido

(2) Sección de reacción, también denominada cámara de reacción, y, en particular, cámara o sección de oxidación

(3) Abertura lateral para inyectar el gas inerte, también denominada abertura de gas inerte

(4) Abertura transversal para inyectar el reactivo, y en particular el oxidante, también denominada abertura de reactivo

(5) Banda o chapa

(6) Refuerzo en la abertura transversal

(7) Abertura de extracción

(8) Rodillo de sellado

(9) Baño de zinc

(10) Medios de calentamiento

(11) Válvula

REIVINDICACIONES

1. Un horno de recocido continuo (1) para el recocido de bandas de acero (5) que comprende una cámara de reacción (2) en la que las bandas de acero (5) se transportan verticalmente, comprendiendo dicha cámara (2) 5 aberturas (4) a las que se suministra un reactivo, también denominadas aberturas de reactivo, ubicadas en la parte superior o en la parte inferior de la cámara de reacción (2),
 en el que la cámara de reacción (2) comprende además otras aberturas (3) a las que se suministra un gas inerte, también denominadas aberturas de gas inerte, estando ubicadas dichas aberturas de gas inerte (3) en las caras laterales de la cámara de reacción (2). 10
2. Un horno según la reivindicación 1, en el que las aberturas de gas inerte (3) están ubicadas de modo que están aguas abajo del flujo de reactivo procedente de las aberturas de reactivo (4).
- 15 3. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una o varias aberturas de gas inerte (3) en cada cara lateral de la cámara de reacción (2).
4. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios para controlar el flujo y la temperatura del gas inerte. 20
5. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios para controlar por separado el flujo del gas inerte en cada cara lateral de la cámara de reacción (2).
6. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de reacción (2) 25 comprende aberturas de extracción (7) para evitar una sobrepresión dentro de la cámara de reacción (2), estando ubicadas dichas aberturas de extracción (7) de modo que están aguas abajo del flujo de reactivo y del flujo de gas inerte que salen respectivamente de las aberturas de reactivo (4) y las aberturas de gas inerte (3).
7. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia entre las caras laterales de la cámara de reacción (2) y los bordes de la banda de acero (5) está comprendida entre 75 y 220 mm, preferiblemente entre 100 y 200 mm y más preferiblemente es de 100 mm. 30
8. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de reacción (2) comprende una abertura de reactivo (4) dirigida hacia cada lado de la banda de acero (5). 35
9. Un horno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cámara de reacción (2) es una cámara de oxidación y el reactivo es un oxidante.
10. Procedimiento para controlar una reacción de superficie en una banda de acero (5) que se desplaza 40 verticalmente a través de la cámara de reacción (2) del horno (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una etapa de inyectar lateralmente un gas inerte en la cámara de reacción (2) y una etapa de inyectar un reactivo aguas arriba del flujo de gas inerte en dicha cámara (2).
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la cámara de reacción (2) es una cámara de oxidación 45 y el reactivo es un oxidante, estando comprendido el contenido en oxígeno del oxidante entre el 0,01 y el 8% y preferiblemente entre el 0,1 y el 4% en volumen.
12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, en el que el flujo de gas inerte está comprendido entre 5 y 70 Nm³/h y preferiblemente entre 10 y 60 Nm³/h. 50
13. Procedimiento según cualquier reivindicación anterior 10 a 12, en el que la temperatura del gas inerte está entre 200 y 50°C por debajo de la temperatura de la banda de acero cuando tiene lugar la reacción de la banda de acero (5) inyectando el reactivo en la parte superior de la cámara de reacción (2) y en el que la temperatura del gas inerte está entre 200 y 50°C por encima de la temperatura de la banda de acero cuando tiene lugar la reacción de la 55 banda de acero (5) inyectando el reactivo en la parte inferior de la cámara de reacción (2).
14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 10 a 13, en el que hay una etapa de extraer un gas que comprende el gas inerte y el reactivo, calculándose el flujo extraído basándose en la diferencia de presión entre el interior de la cámara de reacción (2) y las demás partes del horno (1). 60
15. Banda de acero (5) obtenida mediante el procedimiento según cualquier reivindicación anterior 11 a 14, teniendo la banda de acero (5) a la salida de la cámara de oxidación (2) una capa de óxido con un aumento de la masa por unidad de superficie entre el valor en el centro de la banda y el valor máximo en el borde de la banda inferior al 15% y preferiblemente inferior al 10%. 65

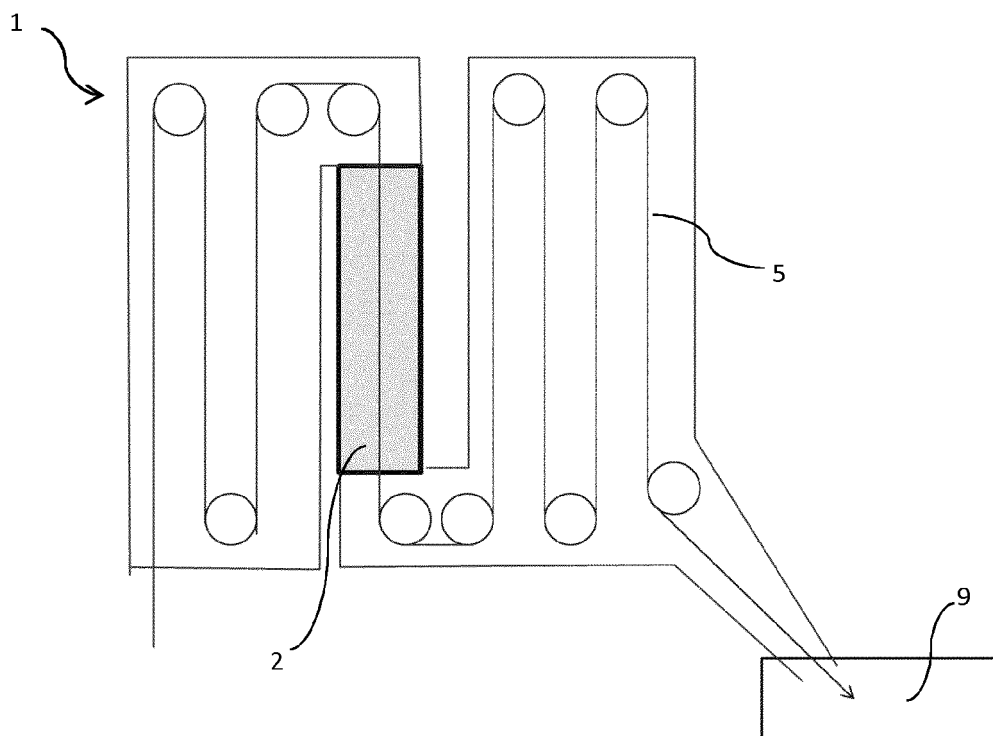


FIG.1

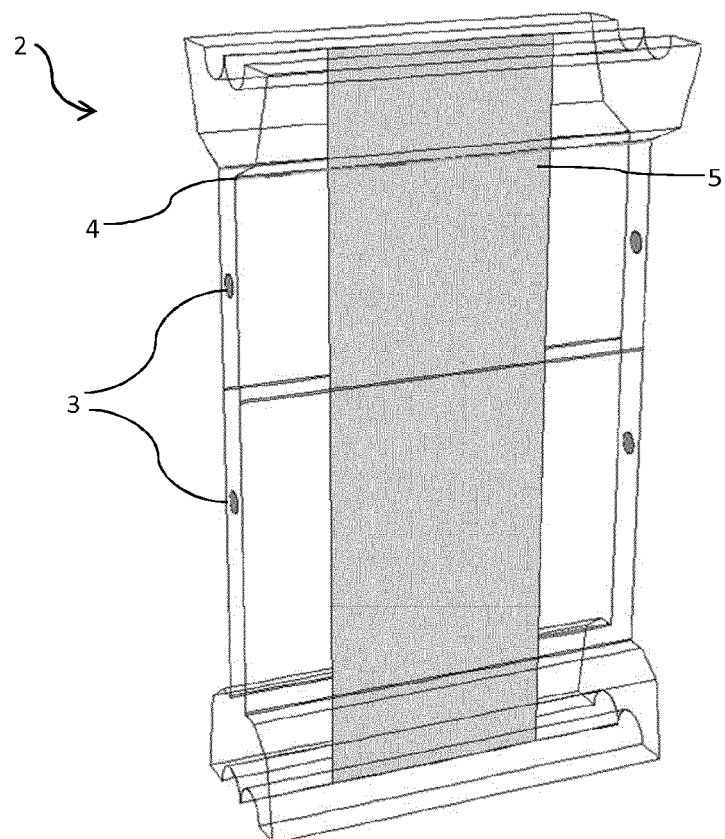


FIG.2

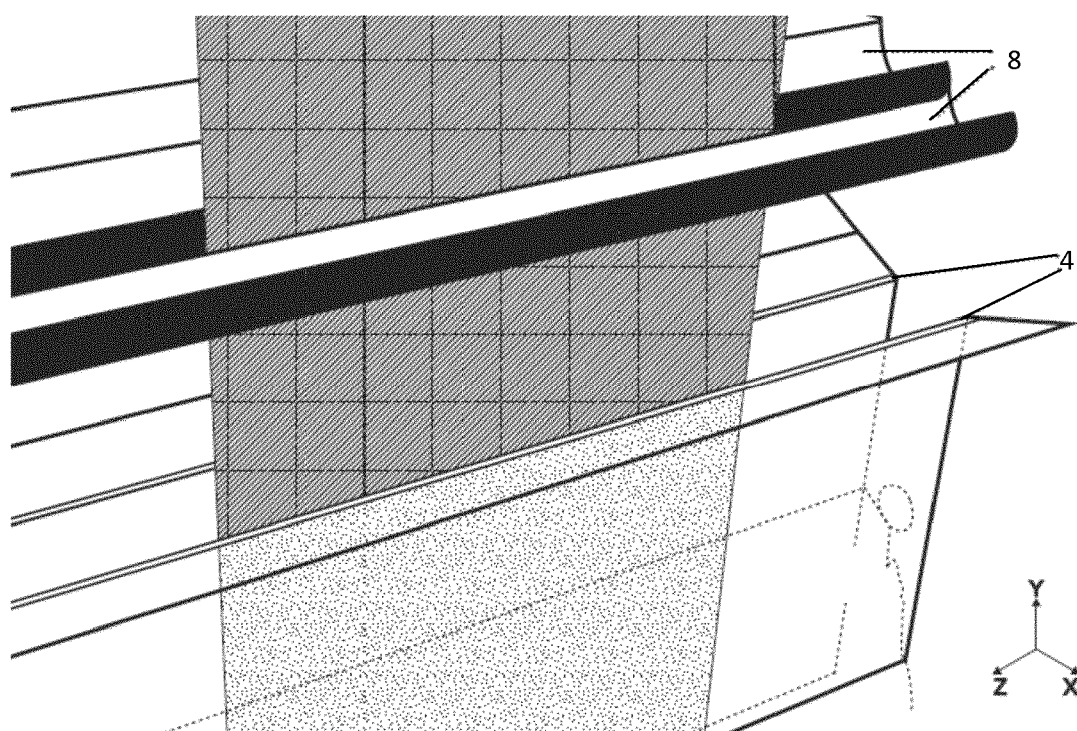


FIG.3



FIG.4

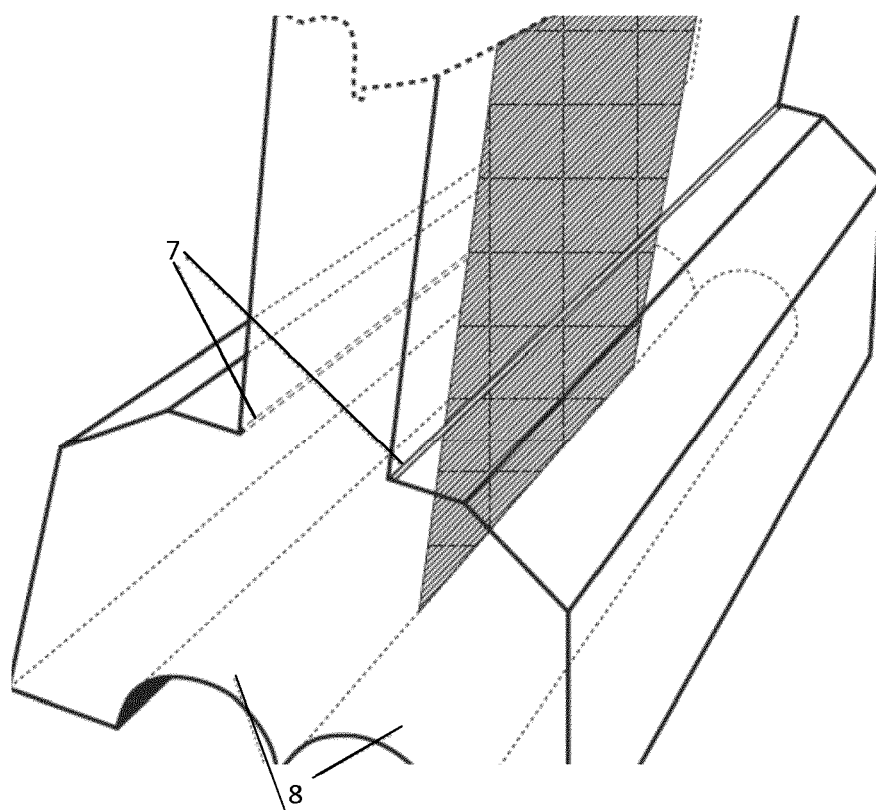


FIG. 5

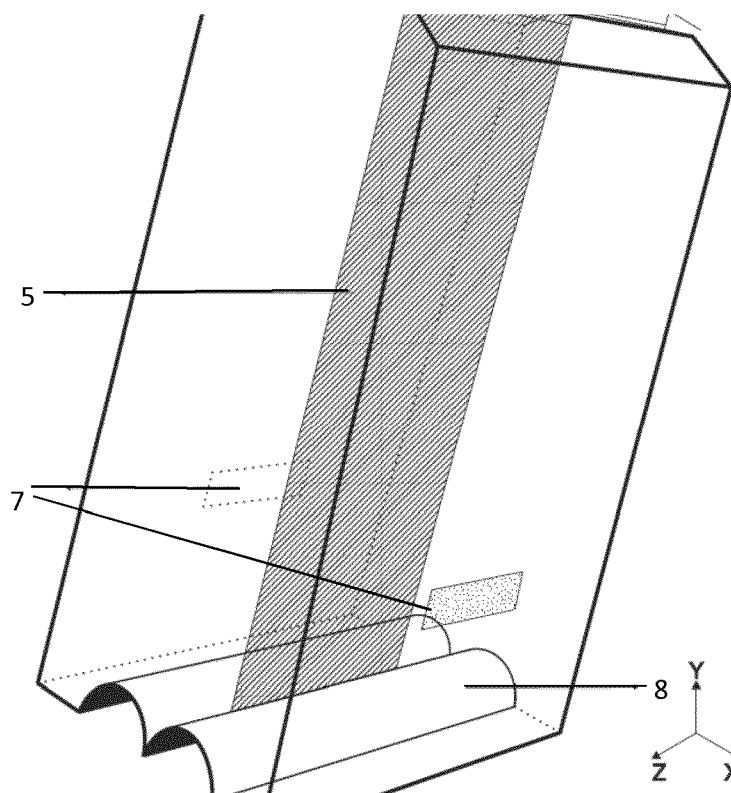


FIG. 6

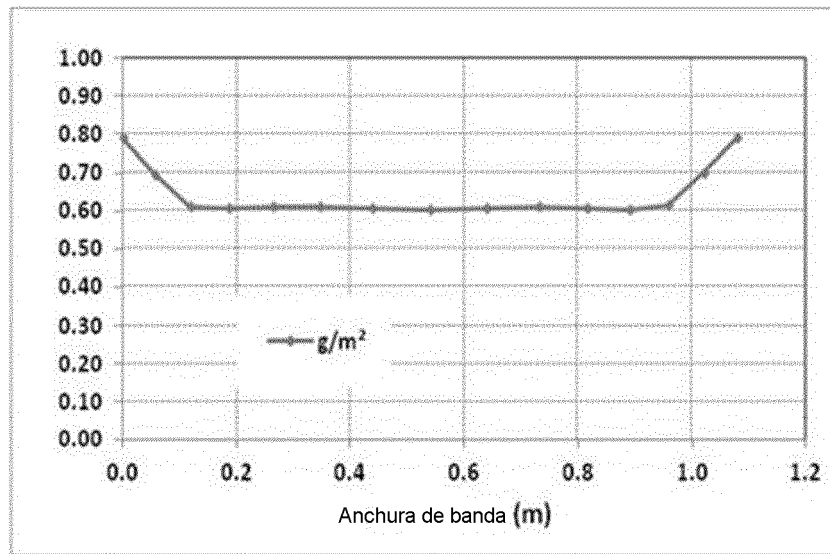


FIG.7

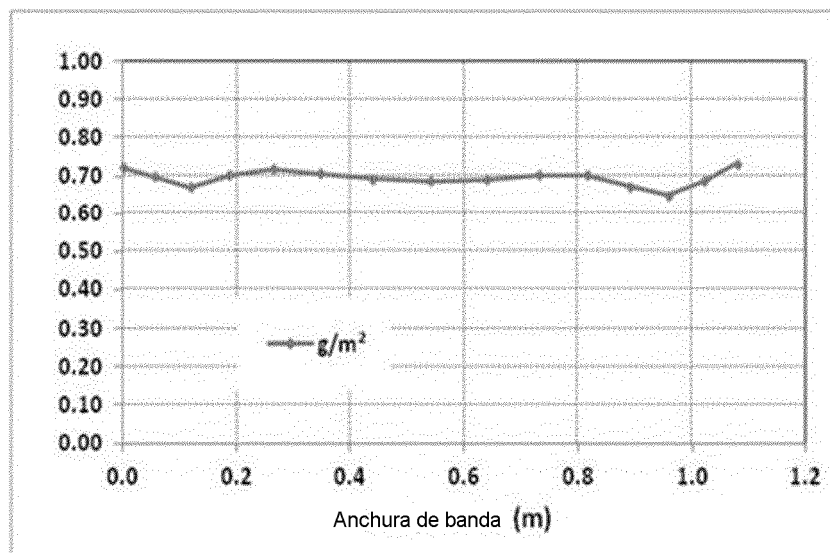


FIG.8

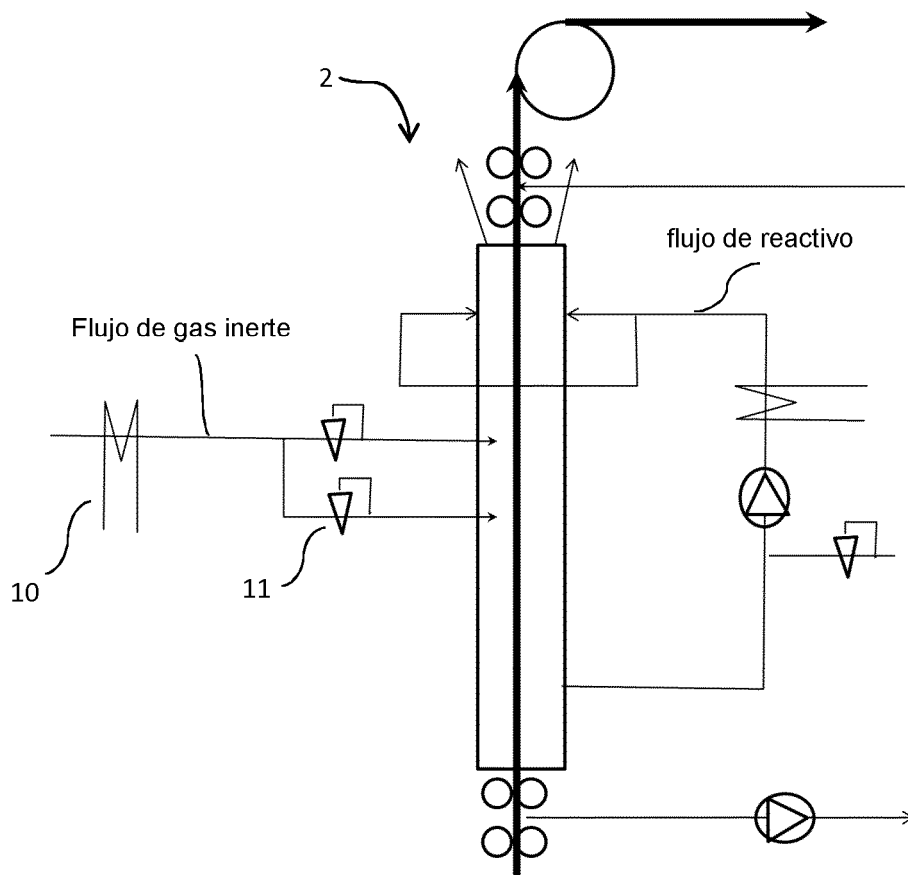


FIG.9