

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 080**

51 Int. Cl.:

C21D 9/56

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2016 PCT/EP2016/081730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.07.2017 WO17114682**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2016 E 16822660 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3397786**

54 Título: **Dispositivo y proceso para llevar a cabo la oxidación controlada de bandas de metal en un horno de tratamiento continuo**

30 Prioridad:

30.12.2015 FR 1563467

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

30.06.2020

73 Titular/es:

**FIVES STEIN (100.0%)
108-112 Avenue de la Liberté
94700 Maisons Alfort, FR**

72 Inventor/es:

**THEVENET, PASCAL;
KROTOFF, LOÏC y
MEHRAIN, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 770 080 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

Dispositivo y proceso para llevar a cabo la oxidación controlada de bandas de metal en un horno de tratamiento continuo

5

Dominio de aplicación

La invención se refiere a un dispositivo y a un proceso para producir una oxidación controlada de bandas metálicas, en particular de acero, en hornos de recocido en línea continua cuyo propósito es la producción de láminas revestidas en caliente, por ejemplo mediante galvanizado (revestimiento de zinc, zinc y aluminio, zinc y magnesio, o cualquier combinación) o aluminización. Se lleva a cabo en el contexto de una oxidación selectiva realizada en un horno de recocido en atmósfera controlada, o de una oxidación total en un horno de recocido oxidante, generalmente con una llama directa.

Problema técnico al que la invención proporciona una solución

En una sección de oxidación selectiva o total, la heterogeneidad en el ancho y la longitud de la banda del contenido de oxígeno del gas oxidante, su temperatura y su velocidad de flujo en la superficie de la banda crea una oxidación diferente en la banda. Este es particularmente el caso en zonas de oxidación donde no está controlada la extracción del gas oxidante de la cámara de oxidación.

20

Estado de la técnica

La producción de ciertos tipos de aceros plantea un problema de adhesión del recubrimiento para calidades que contienen altos niveles de elementos de aleación como el manganeso, el silicio o el aluminio, al crear óxidos en la superficie de la banda que penaliza la humectabilidad del sustrato.

25

Existen varios procesos para mejorar esta humectabilidad, en particular:

- La creación de un óxido de hierro en la superficie denominada oxidación total, en un horno de oxidación por llama directa que forma una barrera para el aumento de estos elementos y su oxidación superficial, seguido de una reducción de estos óxidos antes de recubrir la banda.
- La oxidación profunda de estos elementos evita su ascenso a la superficie, en un horno de atmósfera controlada, mediante inyección de oxígeno o agua denominada oxidación selectiva, seguida de una reducción de los óxidos presentes en la superficie antes de recubrir la banda.

35

El documento EP2458022 describe la oxidación de bandas por inyección en la banda, a través de un sistema de boquillas, una mezcla de aire y nitrógeno, o una mezcla de oxígeno y nitrógeno, en un horno de tubo radiante o fuego directo, el horno que funciona de una manera esencialmente no oxidante. El sistema de boquilla está diseñado para distribuir uniformemente el gas oxidante en todo el ancho de banda. No permite variar la distribución del gas oxidante para corregir una heterogeneidad de oxidación de la banda presente en la entrada del sistema al realizar una mayor oxidación en los lugares donde esto es más débil aguas arriba del sistema.

40

El documento JP 003342645 desvela una cámara de oxidación controlada de bandas para la oxidación por medio de un gas oxidante, la cámara que tiene medios de soplado y al menos un orificio de aspiración entre los cuales circula el gas oxidante de manera controlada. Además, la patente FRA2920439 desvela un proceso de recocido de galvanizado continuo de bandas de acero que comprende una sección equipada con tubos radiantes modificados; la oxidación se lleva a cabo mediante un medio oxidante inyectado a través de dichos tubos, que comprende una etapa para medir el punto de rocío del medio oxidante en las secciones del horno donde se instalan los tubos modificados y una etapa para regular la velocidad de flujo del medio oxidante en circuito cerrado con medición de punto de rocío. Las cámaras de oxidación conocidas tienen una extracción del gas oxidante en cada extremo. No se colocan medios dentro de las cámaras para extraer localmente el gas oxidante y así limitar la interferencia entre el gas inyectado y el gas que ha estado en contacto con la banda.

50

La invención hace posible superar estos problemas al permitir controlar la oxidación de la banda en las direcciones longitudinal y transversal de la banda. Se puede implementar indistintamente en hornos de fuego de oxidación directa preferente o preferiblemente no oxidantes o en hornos de atmósfera controlada.

55

Descripción de la invención

60

La invención consiste en producir una inyección de aire o humos, o una mezcla de aire/humo, en la banda en una cámara denominada "oxidación controlada" en la que la banda está a una temperatura adaptada para experimentar la oxidación deseada. La cámara de oxidación controlada tiene medios para controlar el caudal, la temperatura y la cinética de inyección en la banda de gas inyectado según las necesidades y para asegurar la evacuación de la cámara después de su reacción con la banda.

65

Esta solución se puede aplicar en todo el ancho de la banda o solo en una parte transversal o longitudinal de la banda que requiera oxidación adicional.

- 5 Debido a su contenido de oxígeno del 21 %, la inyección de aire permite obtener un alto contenido de oxígeno a un menor coste, en comparación con las soluciones según el estado de la técnica. Esto hace posible minimizar las dimensiones de los circuitos de inyección y obtener una mayor reactividad de oxidación.

- 10 La inyección de humos, o una mezcla de aire/humos, permite obtener un nivel de oxígeno controlado, inferior al 21 %, lo que reduce la tasa de oxidación en comparación con la inyección de aire, pero proporciona una mayor finura de ajuste y, por lo tanto, una mayor precisión de la oxidación que usar aire puro.

La elección de una solución u otra se puede definir de acuerdo con la necesidad y obviamente representa un ahorro en relación con el uso de una mezcla de oxígeno o nitrógeno tomada por separado.

- 15 La inyección del gas oxidante a una velocidad controlada permite mejorar el proceso ya que se supone que una velocidad crítica mínima del gas oxidante en la superficie de la lámina aumenta en gran medida la velocidad de oxidación.

- 20 Ventajosamente, la invención se implementa aguas abajo de una primera sección en la que se realiza una oxidación "grosera" para obtener esencialmente el espesor de óxidos requerido. Por oxidación grosera se entiende oxidación sin un control fino de la misma sobre el ancho de banda. Así, la segunda sección aguas abajo en la que se implementa la invención permite ajustar finamente el espesor del óxido en el ancho de banda para que sea homogéneo. La primera sección de oxidación grosera puede ser una sección de oxidación selectiva en un horno de recocido en atmósfera controlada, por ejemplo en un horno RTF (horno de tubo radiante o Radiant Tube Furnace).
- 25 La cámara de oxidación controlada de acuerdo con la invención, implantada aguas abajo, se coloca, por ejemplo, entre una sección de calentamiento y una sección que mantiene la temperatura de la banda, o en un túnel de conexión entre dos secciones de la línea continua, por ejemplo en el túnel que conecta el horno RTF y la sección de enfriamiento de la banda. La primera sección de oxidación grosera también puede ser una sección de calentamiento por llama directa, por ejemplo, una sección NOF (horno no oxidante) o DFF (horno de combustión directa). La
- 30 cámara de oxidación controlada de acuerdo con la invención se coloca, por ejemplo, en la salida de la sección NOF o DFF, en la dirección de desplazamiento de la banda, o en el túnel de conexión entre la sección NOF o DFF y el horno de tubo radiante, en el horno de tubo radiante o aguas abajo del mismo.

- 35 El dispositivo de acuerdo con la invención está compuesto por un sistema de soplado transversal y longitudinal de múltiples partes sobre el ancho y la longitud de la banda controlados independientemente para controlar el valor de óxido deseado sobre el ancho de banda. Un sistema simétrico de aspiración y soplado permite el retorno del gas inyectado después de su reacción con la superficie de la banda al limitar la interferencia entre el gas a inyectar y el gas que ha estado en contacto con la banda.

- 40 La distancia entre el sistema de inyección y la banda se determina de acuerdo con la geometría y la distribución de los orificios de soplado y la cinemática de los chorros para cubrir la superficie de la banda con poca superposición de los chorros sobre ella. El sistema de inyección y el sistema de aspiración pueden colocarse a la misma distancia de la banda, o pueden estar desplazados, por ejemplo, la aspiración se coloca a una distancia mayor de la banda.

- 45 Las partes de aspiración y soplado de la zona en cuestión se controlan simultáneamente, lo que hace posible que el flujo de gas inyectado escape después de un tiempo de residencia equivalente a la distancia definida y no se difunda lateralmente hacia otras zonas de la banda, y por lo tanto provocan una oxidación no deseada en otras áreas de la banda.

- 50 El nivel de temperatura del gas oxidante en la salida del sistema de inyección ventajosamente está próximo al de la banda para limitar los esfuerzos térmicos en la banda que podrían causar su deformación. Un gas caliente también aumenta la reactividad de la oxidación en comparación con un gas frío.

- 55 Ventajosamente, se determina la distribución transversal y longitudinal de la oxidación de la banda aguas arriba de la cámara de oxidación controlada de acuerdo con la invención para identificar los lugares donde debe llevarse a cabo la oxidación controlada y con qué importancia. Este análisis de la superficie de la banda aguas arriba del dispositivo de acuerdo con la invención puede llevarse a cabo mediante sensores que miden el espesor de la oxidación sobre el ancho de la banda o mediante un análisis de imágenes de la banda.

- 60 La cámara de oxidación controlada de bandas metálicas en un horno de recocido de una línea continua de producción de bandas recubiertas en caliente, por ejemplo mediante galvanización, la cámara de oxidación que permite la oxidación de las bandas metálicas por medio de un gas oxidante inyectado en al menos una de las caras de una banda, se caracteriza por que comprende porciones de oxidación que se extienden sobre su ancho y/o longitud, cada porción que comprende al menos un orificio de soplado y al menos un orificio de aspiración entre los
- 65 cuales circula un gas oxidante, cada porción que se puede controlar por separado para ajustar la oxidación inducida en la banda sobre el ancho y la longitud de la cámara de oxidación.

El gas oxidante puede inyectarse sobre la banda en una dirección esencialmente perpendicular a la banda por medio de orificios de soplado y en el que a continuación el gas oxidante circula en la cámara hacia los orificios de aspiración en una dirección esencialmente paralela a la dirección de desplazamiento de la banda o en una dirección que tiene un componente perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda. Los orificios de aspiración colocados a los lados de una porción de aspiración en relación con la dirección de desplazamiento de la banda complementaria a uno o más orificios de aspiración colocados al final de la porción de aspiración en la dirección de desplazamiento de la banda dan lugar a un flujo del gas oxidante en el cámara en una dirección que tiene un componente perpendicular a la dirección de desplazamiento de la banda. La combinación de estos orificios de aspiración permite definir con precisión la periferia de cada porción de oxidación.

La cámara de oxidación controlada puede colocarse aguas abajo, en la dirección de desplazamiento de la banda, de una sección en la que la banda sufre una primera oxidación.

El gas oxidante utilizado puede ser aire, humos o una mezcla de aire y humos. Los humos provienen ventajosamente de al menos un quemador colocado cerca de la cámara de oxidación controlada, por ejemplo, quemadores de llama abierta de una sección NOF o quemadores de tubo radiante de un horno RTF. Los humos recogidos cerca de la cámara de oxidación controlada, por ejemplo en una cámara de gases de combustión, se inyectan así en la cámara de oxidación controlada.

Ventajosamente, la cámara de oxidación controlada comprende al menos un sensor de oxidación ubicado aguas arriba y/o aguas abajo de la porción de oxidación, que integra la información del sensor de oxidación en el cálculo del caudal de gas oxidante que sale del orificio de soplado de la porción de oxidación.

La invención también se refiere a un proceso de oxidación controlada de bandas metálicas implementado en una cámara de oxidación controlada mencionada anteriormente, por medio de un gas oxidante inyectado en al menos una de las caras de la banda, dicho gas oxidante que es aire o gases de combustión, o una mezcla de aire y gases de combustión.

Ventajosamente, las características del gas oxidante y/o la cinética de inyección y aspiración del gas oxidante en las porciones de oxidación se controlan para ajustar la oxidación inducida en la banda sobre el ancho y la longitud de la cámara de oxidación.

Más ventajosamente, las dimensiones de una porción de oxidación se controlan mediante la elección de los orificios de soplado y los orificios de aspiración en uso en dicha porción. Para este propósito, se proporcionan varias series de orificios de soplado y varias series de orificios de aspiración. A continuación realizamos una selección entre estas series de orificios dependiendo de la distancia deseada entre la zona de soplado y la zona de aspiración, es decir, de acuerdo con la oxidación deseada.

El tiempo de residencia del gas oxidante en la cámara de oxidación controlada puede ajustarse por la porción a lo largo de dicha porción en la dirección de desplazamiento de la banda.

A continuación, la invención se explica en detalle sobre la base de realizaciones ejemplares que se refieren a las Figuras 1 a 7 de los dibujos.

- La Figura 1 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación según una realización ejemplar de la invención, como se ve desde un lado de la banda, que comprende orificios de aspiración y soplado de sección circular, distribuidos sobre una zona de soplado y una zona de aspiración,
- La Figura 2 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación de acuerdo con una realización ejemplar de la invención similar a la de la Figura 1, como se ve desde un lado de la banda, con los orificios de soplado y aspiración que son de sección rectangular,
- La Figura 3 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación de acuerdo con una realización ejemplar de la invención similar a la de la Figura 2, como se ve desde un lado de la banda, la pared de la cámara de oxidación que comprende cuatro series de orificios en lugar de dos,
- La Figura 4 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación de acuerdo con una realización ejemplar de la invención similar a la de la Figura 3, como se ve desde un lado de la banda, la pared de la cámara de oxidación que también comprende orificios de aspiración transversales,
- La Figura 5 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación en sección transversal de acuerdo con una realización ejemplar de la invención en la que los orificios de soplado no se proyectan más allá de las paredes internas de la cámara,
- La Figura 6 es una representación esquemática parcial de una cámara de oxidación en sección transversal

de acuerdo con una realización ejemplar de la invención en la que los orificios de soplado sobresalen de las paredes internas de la cámara, y

- La Figura 7 es una representación esquemática parcial de una línea continua que comprende una cámara de oxidación de acuerdo con una realización ejemplar de la invención.

A lo largo de la siguiente descripción de diversas realizaciones de la invención, los términos relativos tales como "antes", "después", "aguas arriba" y "aguas abajo" deben interpretarse en vista de la dirección de desplazamiento de la banda, así como términos como "arriba" y "abajo" deben interpretarse en vista de la posición de los diversos elementos en las figuras.

Las Figuras 1 a 4 muestran, en vistas esquemáticas, ejemplos de arquitectura de cámaras de oxidación de acuerdo con la invención en la que la banda fluye en la dirección indicada por la flecha 16, en una zona de horno oxidante o no oxidante. Estas figuras muestran esquemáticamente en vista frontal un ejemplo de una pared 2 de una cámara de oxidación controlada 1 de acuerdo con la invención, como se ve por un lado de la banda. Las paredes de la cámara de oxidación consisten en este caso en módulos elementales 3 yuxtapuestos de forma rectangular. Puede ser, por ejemplo, material refractario de ladrillo. Sin embargo, esta realización ejemplar es solo ilustrativa, y se pueden usar otras realizaciones. Por ejemplo, las paredes de la cámara de oxidación pueden estar en un solo módulo. Se pueden revestir con fibra refractaria y opcionalmente recubrirse con una lámina de acero inoxidable.

Como se puede ver en estas figuras, ciertos módulos elementales 3 comprenden orificios circulares o rectangulares 4, 5 a través de los cuales se inyecta el gas en la banda o se descarga desde la cámara de oxidación. El número de orificios de inyección 4 por módulo elemental y la sección unitaria de estos orificios se seleccionan para cubrir todo el ancho de banda con chorros de gas unitarios cuya forma y cinemática permiten cubrir una superficie de banda unitaria con una velocidad adaptada para garantizar la oxidación de la banda.

En estos ejemplos, los orificios de aspiración 5 se colocan por encima de los orificios de soplado 4, pero este ejemplo no es restrictivo, pudiéndose colocar los orificios de aspiración por debajo de los orificios de inyección. En estos ejemplos, si la banda fluye como se muestra de abajo hacia arriba, el flujo del gas inyectado es, por tanto, en la dirección del flujo de la banda. Si la banda fluye de arriba a abajo, el flujo del gas inyectado es, por tanto, en la dirección opuesta al flujo de la banda. Con respecto al uso de estas referencias en posiciones altas y bajas, hemos considerado que estas figuras ilustran una cámara vertical. Obviamente, también podría ser una cámara horizontal, con un desplazamiento horizontal de la banda, o una cámara inclinada, para la cual la posición de los orificios se definiría más generalmente en la dirección de desplazamiento de la banda.

En la Figura 1, podemos ver una realización ejemplar en la que los orificios de soplado 4 están ubicados en dos filas sucesivas de módulos unitarios 3. Los orificios de soplado de este modo están alineados en dos líneas 6, 7 paralelas al ancho de banda. En este ejemplo, tenemos tres orificios por módulo unitario. La posición de los orificios se desplaza a la segunda fila 7 con respecto a la primera fila 6, para obtener una mayor superposición de la superficie de la banda sobre su ancho. Los orificios de aspiración 5 tienen una distribución similar y se distribuyen en dos filas 8 y 9. La distribución de los orificios de aspiración 5 es simétrica a la de los orificios de soplado 4 a lo largo de un eje de simetría transversal que pasa a medio camino entre los orificios de soplado 4 y los orificios de aspiración 5. La distancia entre la zona de soplado y la zona de aspiración, en la dirección de desplazamiento de la banda, es una función de la velocidad máxima de desplazamiento de la banda y la cinemática del gas oxidante soplado en la banda. En este caso corresponde a tres filas de módulos unitarios.

El número de orificios de soplado 4 y de orificios de aspiración 5 en funcionamiento y su ubicación se ajustan de acuerdo con las ubicaciones en la superficie de la banda donde es necesario realizar una oxidación adicional de la banda. Los orificios de aspiración 5 en funcionamiento están alineados naturalmente con los orificios de soplado 4, en la dirección de desplazamiento de la banda.

El caudal de gas oxidante puede ajustarse mediante la línea 6, 7 de orificios de soplado, mediante un conjunto de orificios de soplado o individualmente por el orificio de soplado 4, para ajustar para cada orificio 4 o conjunto de orificios la cinemática de los chorros de gas oxidante y su efecto sobre la banda.

Además, cuando el gas oxidante es una mezcla de aire y humo, también es posible variar la concentración de oxígeno del gas oxidante mediante el orificio de soplado, o mediante un conjunto de orificios de soplado, ajustando las proporciones de aire y humo, para así ajustar la potencia oxidante de los chorros de gas.

Vemos que se pueden usar varios medios independientemente o en combinación para ajustar muy finamente la oxidación de la banda en cada punto de la misma.

En la Figura 2, podemos ver representados esquemáticamente un ejemplo de realización similar al representado en la Figura 1 pero con orificios de soplado y aspiración de sección rectangular. En esta figura se muestra una porción unitaria 17 definida por un orificio de soplado y un orificio de aspiración.

La Figura 3 representa esquemáticamente a modo de ejemplo la arquitectura de una cámara de oxidación de acuerdo con la invención que tiene 8 líneas de 6 a 13 orificios por lado de la banda. Esta cámara de oxidación es más larga que las de las Figuras 1 y 2 es especialmente adecuada para altas velocidades de desplazamiento de la banda. Además, para la misma velocidad de desplazamiento de la banda que la de las cámaras representadas en las Figuras 1 y 2, la longitud más larga de la cámara de oxidación permite realizar la oxidación con una cinemática más lenta, lo que puede ser ventajoso para ciertos grados de acero.

Por ejemplo, esta cámara puede tener dos zonas de oxidación sucesivas por soplado/aspiración, las líneas de los orificios 6, 7, 10 y 11 que aseguran el soplado y las líneas 8, 9, 12 y 13 que aseguran la aspiración. Por ejemplo, es posible dedicar cada una a un gas de diferente naturaleza, o soplar el mismo gas con dos cinemáticas de inyección diferentes.

Esta cámara también se puede operar usando solo las líneas de los orificios 6 y 7 para soplar el gas oxidante y las líneas 8 a 13 en aspiración. Dependiendo de la longitud de intercambio deseada entre el gas oxidante y la banda, los orificios de aspiración utilizados serán los de las líneas 8 y 9, o los de las líneas 10 y 11 o los de las líneas 12 y 13, con las líneas 8 y 9 que dan lugar a la longitud de intercambio más corta y las líneas 12 y 13 a la longitud de intercambio más larga.

La Figura 4 representa esquemáticamente a modo de ejemplo la arquitectura de una cámara de oxidación de acuerdo con la invención con el mismo principio que el de la cámara de la Figura 3, pero que ventajosamente tiene aspiraciones transversales 14 dispuestas sucesivamente de acuerdo con el ancho del horno. La presencia de estas aspiraciones transversales 14 hace posible delimitar con precisión el ancho de banda y la longitud de la cámara de oxidación, zonas en las que la oxidación puede controlarse por separado.

El dispositivo de acuerdo con la invención puede estar compuesto de un sistema de soplado longitudinal en varias partes controladas independientemente y de un sistema de aspiración dispuesto alternativamente al soplado y dispuesto a una distancia ventajosa que permite el control del valor del óxido deseado en la banda. Las partes de aspiración y soplado de la zona en cuestión se controlan simultáneamente, lo que permite que el flujo de aire inyectado escape después de un tiempo de residencia equivalente a la distancia definida y no se difunda lateralmente a otras zonas de la banda y, por lo tanto, provoque una oxidación no deseada en otras áreas de la banda.

La Figura 5 representa esquemáticamente una vista en sección de una cámara de oxidación 1 a nivel de los orificios de soplado 4, de acuerdo con una realización ejemplar de la invención. En este ejemplo, los orificios de soplado no sobresalen de los módulos unitarios 3 en la dirección de la banda 15.

La Figura 6 representa esquemáticamente una vista en sección de una cámara de oxidación 1 a nivel de los orificios de soplado 4, de acuerdo con otra realización de la invención en la que los orificios de soplado sobresalen de los módulos unitarios 3 en la dirección de la banda 15.

En las dos realizaciones ejemplares de las Figuras 5 y 6, no se muestran los orificios de aspiración. No pueden sobresalir de los módulos unitarios 3 en la dirección de la banda 15 ni sobresalir de dichos módulos. En una cámara de oxidación de acuerdo con la invención, los orificios de soplado y aspiración no pueden sobresalir de los módulos unitarios 3 en la dirección de la banda 15, los orificios de soplado no pueden sobresalir mientras que los orificios de aspiración sobresalen, y los orificios de soplado pueden sobresalir mientras los orificios de aspiración no sobresalen.

La distancia entre la banda y el extremo de los orificios de soplado y aspiración está particularmente relacionada con el caudal y la cinemática de los chorros de gas oxidante.

El inventor afirma que el caudal mínimo de inyección de aire en la zona de oxidación es muy bajo (por ejemplo, 10 Nm³/h de aire para un flujo del gas oxidante a lo largo de un metro, medido entre soplado y aspiración y/o longitud, en la dirección longitudinal de desplazamiento de la banda, correspondiente a la porción de oxidación deseada, dicha longitud que proporciona un espesor de óxido de 70 nm en una banda de desplazamiento de 1500 mm de ancho a 100 m/min a una temperatura de 650 °C), con el control de la oxidación que puede realizarse ventajosamente abriendo/cerrando una o más zonas de oxidación (soplado/aspiración) y, por lo tanto, variando el caudal global para variar el tiempo de residencia bajo el gas oxidante de la banda y, por lo tanto, variar el espesor del óxido. En el caso de que solo se use una parte de las zonas en la oxidación, y para no difundir el gas oxidante a otras zonas, esto se puede sustituir por un caudal de nitrógeno que proteja la zona de oxidación utilizada.

Esta operación se puede realizar en todo el ancho de la banda o solo sobre una parte, lo que brinda una gran flexibilidad en el manejo de la atmósfera en contacto con la banda, manteniendo las velocidades mínimas críticas de inyección sobre la banda en la zona de oxidación deseada y aislando las otras zonas por inyección de un gas neutro como el nitrógeno, por ejemplo. Este modo de funcionamiento permite prescindir de la velocidad de desplazamiento de la banda en el control del espesor del óxido.

Según un ejemplo ventajoso de implantación, el dispositivo de acuerdo con la invención se coloca aguas abajo de

una sección de oxidación sin un control preciso de la oxidación sobre el ancho de banda. Esto permite, por ejemplo, conseguir rápidamente, es decir, sobre una longitud limitada del horno, la mayor parte de la capa de óxido mencionada. El dispositivo de acuerdo con la invención permite entonces llevar a cabo localmente una oxidación adicional, por ejemplo para obtener un espesor de óxido homogéneo sobre el ancho de banda o para reforzarlo localmente.

La sección de oxidación sin un control preciso de la oxidación sobre el ancho de banda también puede permitir producir una capa cuyos óxidos tendrán una morfología o composición dada, diferente de la capa superficial que será producida a continuación por el dispositivo de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de una realización ejemplar de la invención

De acuerdo con una realización ejemplar de la invención, representada en la Figura 7, la sección de oxidación 100 sin un control preciso de la oxidación en el ancho de banda es una porción de un horno de precalentamiento 110 de la banda por llama directa. Desde la entrada de la banda, este horno comprende una zona 120 para precalentar la banda mediante el escape del gas de combustión seguido de una zona de calentamiento 130 equipada con quemadores de llama directa. En esta realización, en la dirección de desplazamiento de la banda, los primeros 15 pares de quemadores (sobre 13 m de longitud del horno) funcionan en déficit de aire para evitar la oxidación de la banda. Los últimos 3 pares de quemadores (sobre 4,2 m de longitud del horno) delimitan la sección 100 en la que los quemadores funcionan con un gran exceso de aire para obtener una oxidación significativa de la banda. El dispositivo 1 de acuerdo con la invención colocado aguas abajo de esta zona oxidante hace posible ajustar finamente la oxidación sobre el ancho de banda.

El ancho de la banda de 1500 mm funciona a una velocidad nominal de 100 m/min. La cámara 1 tiene una longitud de 475 mm en la dirección de desplazamiento de la banda. La zona de soplado tiene 55 orificios dispuestos en dos líneas transversales separadas 80 mm. La zona de aspiración tiene 55 orificios dispuestos en dos líneas transversales separadas 80 mm. La distancia entre las líneas de soplado y aspiración más cercanas es de 315 mm. Los orificios de soplado se encuentran a 100 mm de la banda cada 58 mm, dependiendo del ancho de banda. Su diámetro de inyección es de 25 mm. Los orificios de aspiración se encuentran a 100 mm de la banda cada 58 mm, dependiendo del ancho de banda. Su diámetro de aspiración es de 25 mm.

El gas oxidante es aire. Se inyecta en la banda a una velocidad nominal de 3 m/s. La velocidad de inyección está modulada por el inyector, o conjunto del inyector, entre 0 y 5 m/s, dependiendo de la cantidad de oxidación buscada en la superficie de la banda en cuestión. La banda está a 650 °C cuando entra en la cámara de oxidación. El gas oxidante se inyecta a una temperatura de 650 °C.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cámara (1) para la oxidación controlada de bandas metálicas en un horno de recocido de una línea de producción continua para bandas recubiertas en caliente, por ejemplo mediante galvanización, la cámara de oxidación que permite la oxidación de las bandas metálicas mediante un gas oxidante inyectado en al menos uno de los lados de una banda (15), **caracterizada por que** la cámara de oxidación comprende porciones oxidantes (17) que se extienden sobre su ancho y/o longitud, cada porción que comprende al menos un orificio de soplado (4) y al menos un orificio de aspiración (5) entre los cuales circula un gas oxidante; cada porción que se puede controlar por separado para ajustar la oxidación inducida en la banda sobre el ancho y la longitud de la cámara de oxidación.
- 10 2. Cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el gas oxidante se inyecta sobre la banda (15) en una dirección esencialmente perpendicular a la banda por medio de orificios de soplado (4) y **por que** entonces el gas oxidante circula en la cámara (1) a los orificios de aspiración (5) en una dirección esencialmente paralela a la dirección de desplazamiento de la banda.
- 15 3. Cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** aguas abajo, en la dirección de desplazamiento de la banda (15), se coloca una sección (100) en la que la banda sufre una primera oxidación.
- 20 4. Cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el gas oxidante utilizado es aire.
- 25 5. Cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** el gas oxidante utilizado es una mezcla de aire y gas de combustión.
- 30 6. Cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** comprende al menos un sensor de oxidación situado aguas arriba y/o aguas abajo de la porción de oxidación (17), que integra la información del sensor de oxidación en el cálculo del caudal de gas oxidante que sale del orificio de soplado (4) de la porción de oxidación (17).
- 35 7. Proceso de oxidación controlada de bandas metálicas implementado en una cámara de oxidación controlada (1) de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, mediante un gas oxidante inyectado en al menos uno de los lados de la banda (15), **caracterizado por que** dicho gas oxidante es aire o gases de combustión, o una mezcla de aire y gases de combustión.
- 40 8. Proceso de oxidación de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** las características del gas oxidante y/o la cinética de inyección y aspiración del gas oxidante en las porciones (17) se controlan por separado para ajustar la oxidación en la banda a lo largo y ancho de la cámara de oxidación.
- 45 9. Proceso de oxidación de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** las dimensiones de una porción (17) se controlan mediante la elección de los orificios de soplado (4) y los orificios de aspiración (5) en funcionamiento en dicha porción.
10. Proceso de oxidación de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** el tiempo de residencia del gas oxidante en la cámara de oxidación controlada (1) se ajusta por la porción (17) de acuerdo con la longitud de dicha porción (17) en la dirección de desplazamiento de la banda.

Figura 1

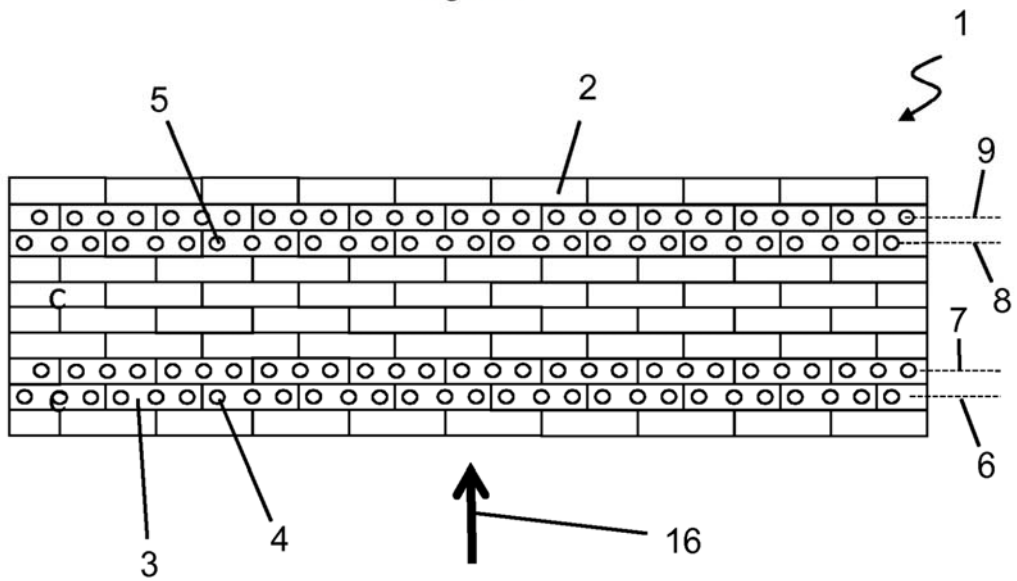


Figura 2

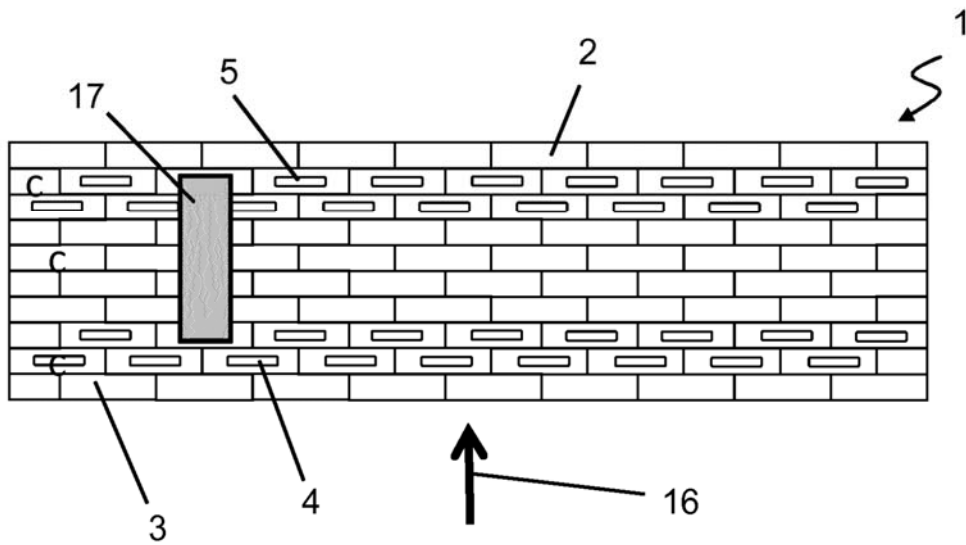


Figura 3

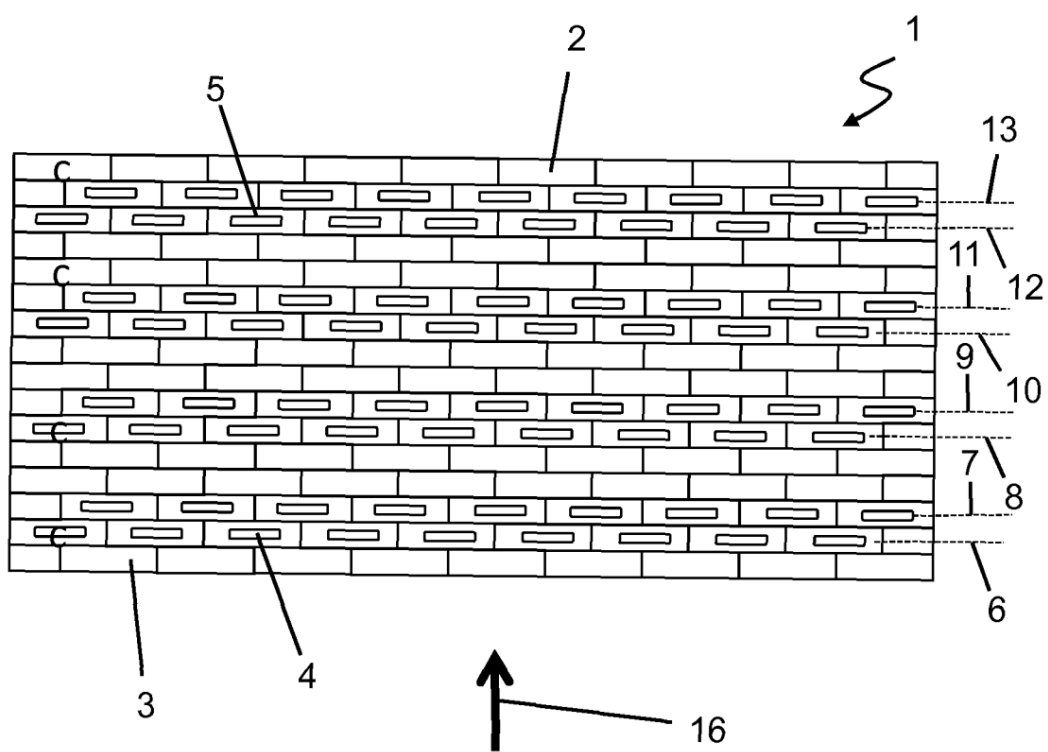


Figura 4

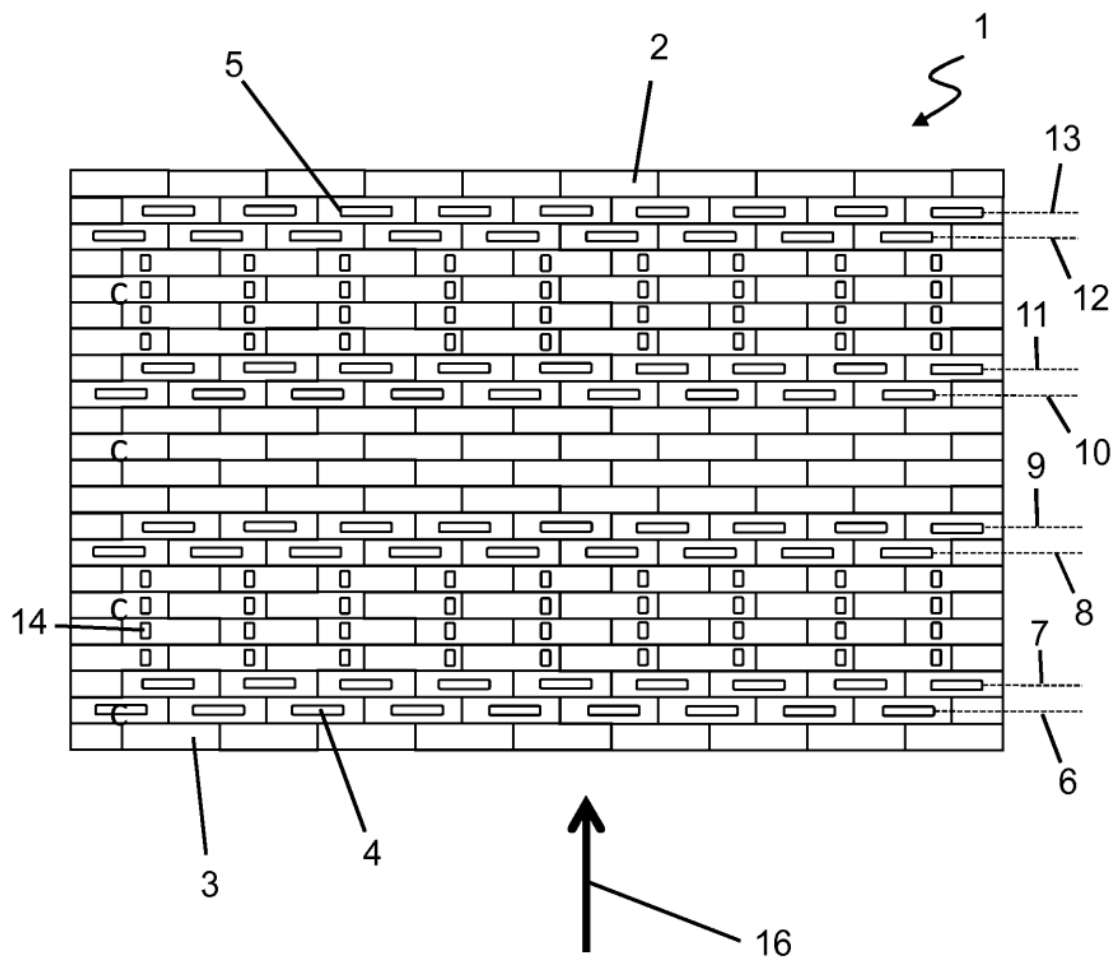


Figura 5

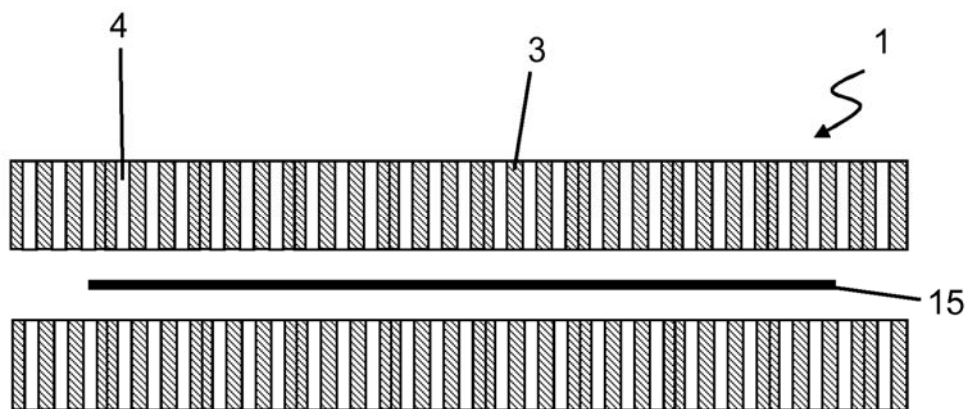


Figura 6

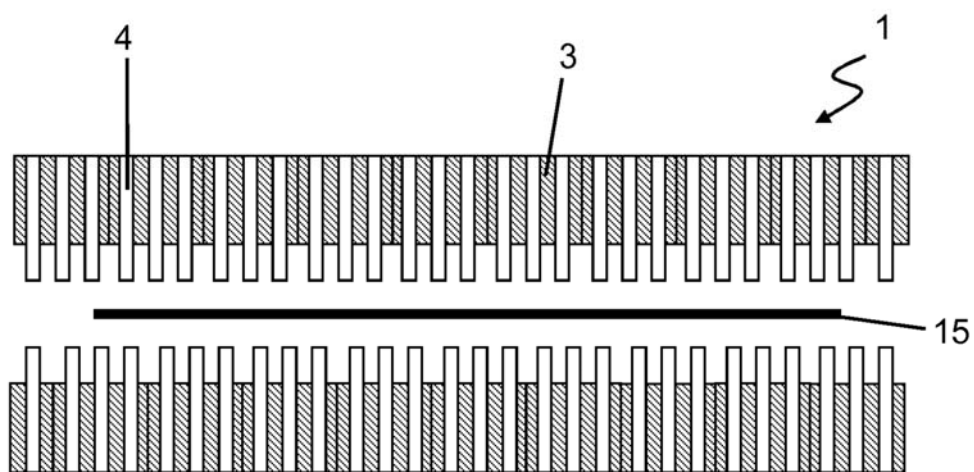


Figura 7

