

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 945**

51 Int. Cl.:
G01N 21/71 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09745595 .0**
- 96 Fecha de presentación: **12.03.2009**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2277030**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.01.2011**

54 Título: **Método de medición de la limpieza de las bandas de acero**

30 Prioridad:
14.05.2008 BE 200800270

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
04.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
04.10.2012

73 Titular/es:
**Centre De Recherches Metallurgiques ASBL -
Centrum Voor Research In De Metallurgie vzw
Boulevard de la Plaine 5
1050 Bruxelles, BE**

72 Inventor/es:
MONFORT, Guy

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 387 945 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de medición de la limpieza de las bandas de acero.

5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un método en línea para medir la limpieza de la superficie de chapas o bandas de acero.

10 Antecedentes tecnológicos y estado de la técnica

15 Durante la fabricación de chapas de acero, el proceso de laminado en frío genera esencialmente dos tipos de impurezas en la superficie de las chapas: por una parte carbono de superficie, que procede de la degradación de los aceites de laminado y, por otra parte, finos de hierro cuyo origen se encuentra en las interacciones con los cilindros utilizados para laminar.

20 Esta contaminación de la superficie es molesta, ya que necesita una limpieza más frecuente de los cilindros y los baños de decapado se contaminan más rápidamente. Esto ocasiona evidentemente unos costes suplementarios. Las chapas sucias se deben recocer asimismo durante más tiempo, lo cual es también más costoso. Por último, en las etapas posteriores de galvanización o de aplicación de pintura, estos depósitos se traducen en defectos de adherencia que tienen consecuencias sobre la resistencia a la corrosión de los productos acabados.

Para evaluar la limpieza de una superficie existen diferentes métodos que se pueden clasificar en dos grupos:

- 25 - métodos de laboratorio precisos pero "off-line" (fuera de línea). Estos métodos se basan en la fluorescencia X, la absorción atómica, la espectrometría de masa, etc. Requieren generalmente mucho tiempo y son costosos de aplicar;
- 30 - métodos de control en línea, generalmente rápidos pero menos precisos. Entre ellos, el método del "Scotch[®] Tape Test" (o Tesa-Test) es el más conocido. Consiste en aplicar sobre la chapa, de la manera más reproducible posible, un trozo de adhesivo denominado en lo sucesivo "Scotch[®] tape", que se arrancará a continuación y que después se pegará sobre un papel blanco. Se mide entonces el porcentaje de luz reflejada por la "Scotch[®] tape" cargada con las partículas arrancadas de la chapa. Esto se realiza o bien por comparación con patrones, o bien con la ayuda de un aparato específico.

35 No obstante, este último método depende del operario y, en particular, de la manera en que se aplica la "Scotch[®] tape" sobre la chapa (velocidad de aplicación, presión, velocidad de arrancado, etc.). Resulta de ello una importante dispersión de los resultados, que puede alcanzar más del 20% de la medida de reflectividad.

40 Recientemente, se ha desarrollado un método semiautomático. Permite aplicar automáticamente la "Scotch[®] tape" sobre la chapa, eventualmente en movimiento, y después realizar, automáticamente también, la medición del porcentaje de reflectividad. No obstante, no se elimina la presencia de un operario y la dispersión de los resultados es aparentemente apenas más pequeña. Además, el carácter discontinuo de las mediciones sigue siendo un inconveniente principal (véase el aparato CoilScooter-TG de la empresa INNSITEC Laser Technologies GmbH -
45 www.innsitec.com).

Más recientemente todavía, se ha estudiado un método completamente automático basado en la absorción de radiación infrarroja. Según le consta al solicitante, éste permanece aún en el estadio de desarrollo y, en cualquier caso, no está ampliamente difundido (véase Krauth P. J., "Contrôle de la propreté des surfaces d'acier", La Revue de
50 Métallurgie - CIT, Junio de 2002).

En la publicación de G. M. Bilmes *et al.* "A real time method for surface cleanliness measurement", APPLIED PHYSICS B, LASERS AND OPTICS, vol. 82, nº 4, 1 de marzo de 2006, páginas 643-648, se describe un método de medición en línea y automatizada de la limpieza de superficie de una banda o chapa metálica en desplazamiento
55 continuo, que comprende enfocar un haz de radiación sobre la superficie de la banda en desplazamiento, eligiéndose la potencia transmitida y el diámetro focal del haz para obtener una densidad de potencia suficiente para crear un plasma o un punto caliente que ataca localmente la capa sucia, seguido por la medición por micrófono del sonido producido por la ablación para determinar la limpieza de la superficie.

60 Objetivos de la invención

La presente invención pretende proporcionar un método de medición de la limpieza de la superficie de las bandas de acero en línea y en continuo, que permita superar los inconvenientes del estado de la técnica.

65 La invención tiene más particularmente por objetivo proporcionar un método fiable, reproducible y completamente automatizado.

Principales elementos característicos de la invención

5 La presente invención se refiere a un método de medición en línea y automatizada de la limpieza de superficie de una banda o chapa metálica en desplazamiento continuo, caracterizado porque comprende las etapas siguientes:

- 10 - enfocar un haz de radiación o de partículas o incluso una chispa sobre la superficie de la banda en desplazamiento, eligiéndose la potencia transmitida y el diámetro focal para obtener una densidad de potencia suficiente para crear un plasma o un punto caliente que ataque localmente el metal en forma de una zona central rodeada por una corona de oxidación periférica;
- 15 - analizar por medio de un dispositivo de captura óptica y de un tratamiento de imágenes las características de una zona que engloba dicha corona oxidada y eventualmente dicha zona central;
- deducir de ello un valor objetivo indicativo de la limpieza de superficie.

Unos modos de realización preferidos de la invención recogen además, en combinación, una o varias de las siguientes características:

- 20 - dicho haz es un haz láser o un haz de electrones;
- el dispositivo de captura óptica es una cámara activa en el campo ultravioleta, visible y/o infrarrojo,
- 25 - el tratamiento de imagen comprende un análisis de anchura de la corona oxidada y/o de la intensidad de la coloración de ésta;
- unas imágenes en color capturadas se transforman en niveles de gris y se establecen sus histogramas corregidos;
- 30 - la luminosidad se adapta en el tratamiento de imagen para que se puedan comparar los valores medios de los histogramas que corresponden respectivamente a una chapa patrón limpia y a una chapa patrón sucia;
- se define, para cada chapa a examinar, una zona que engloba dicha zona central rodeada de una corona de oxidación periférica y se calcula el valor medio o la mediana del histograma correspondiente a esta zona, juzgándose satisfactoria la limpieza de la chapa para un valor de media o de mediana superior a un valor predeterminado por calibración sobre una chapa limpia y una chapa sucia;
- 35 - la banda o la chapa metálica es de acero;
- 40 - la velocidad de desplazamiento de la banda o la chapa metálica es superior a 0,5 m/s.

Breve descripción de las figuras

45 La figura 1 muestra una vista de 6 cráteres láser sobre una chapa limpia, después de la conversión de la imagen de color en niveles de gris y de la corrección del histograma según el método de la presente invención.

La figura 2 muestra una vista de 5 cráteres láser sobre una chapa sucia, después de la conversión de la imagen de color en niveles de gris y de la corrección del histograma según el método de la presente invención.

50 En la figura 3, la zona rayada indica la zona que ha servido para definir el histograma local cuyo valor medio permite cuantificar el nivel de limpieza (caso de la chapa limpia).

En la figura 4, la zona rayada indica la zona que ha servido para definir el histograma local cuyo valor medio permite cuantificar el nivel de limpieza (caso de la chapa sucia).

55 La figura 5 es la fotografía de partida de la chapa limpia.

La figura 6 es la fotografía de partida de la chapa sucia.

60 Descripción de una forma de realización preferida de la invención

El dispositivo propuesto según la invención forma parte de la categoría de los dispositivos de medición completamente automáticos. Se puede colocar sobre una línea industrial y funcionar sin intervención de un operario.

65 Se describe a continuación su principio.

Se enfoca un haz láser, preferentemente pulsado, sobre la superficie de la chapa en desplazamiento. La potencia del láser y el diámetro focal se eligen de manera que la densidad de potencia obtenida en la chapa sea suficiente para crear un plasma en la superficie de la chapa.

- 5 En estas condiciones, se constata la formación de una corona oxidada que rodea la zona del plasma. Esta corona presenta una anchura y una coloración parduzca que dependen de la limpieza de la superficie.

10 Analizando, con ayuda de una cámara o de cualquier otro dispositivo equivalente, las características de la zona oxidada, se puede deducir de ello un valor indicativo de la limpieza de la superficie independiente de la subjetividad de un operario.

El tratamiento de la imagen consiste en el análisis de la anchura de la zona afectada y/o de la intensidad de la coloración de ésta.

15 **Ejemplo de aplicación del método**

En el ejemplo siguiente, se ha utilizado como fuente láser la que se incluye en el TeleLis, aparato láser LIBS de la empresa LSA - Laser Analytical Systems & Automation GmbH, Aachen.

- 20 Se enfoca el haz láser, de una energía de 300 mJ, a 150 mm bajo de la superficie de la chapa a medir, estando la fuente situada a 4 metros de la chapa. Ésta se desplaza a una velocidad lineal de aproximadamente 0,6 m/s. El láser funciona en modo "doble impulso" con una frecuencia de repetición de 20 Hz.

25 A cada impulso, se genera un plasma y se crea un microcráter en la superficie de la chapa. La profundidad de éste es función de la energía del láser. Alrededor del cráter, aparece una zona parduzca más o menos oscura: se ha constatado de manera sorprendente que la intensidad de su coloración y su anchura dependen de la limpieza de superficie de la chapa.

30 A título de ejemplo, las figuras 1 y 2 muestran las imágenes de algunos cráteres obtenidos, respectivamente en el caso de una chapa limpia y de una chapa sucia. Estas imágenes, que presentan unos aumentos similares, han sido transformadas en niveles de gris a partir de fotografías en color y se ha adaptado la luminosidad para que las dos fotos presenten un valor medio comparable de sus histogramas. En el caso representado, este valor es igual a 129.

35 Por tanto, se constata que, en el caso de la chapa sucia, una corona oscura es claramente visible alrededor de cada cráter, estando el punto central en negro, mientras que prácticamente no aparece en el caso de la chapa limpia.

40 Si, en los dos casos, se delimita una zona bien definida alrededor de un cráter (zona rayada en las figuras 3 y 4) y si después se retoman los valores medios del histograma de estas zonas, se obtiene respectivamente un valor de 100 para la chapa sucia y un valor de 120 para la chapa limpia.

45 La diferencia es aún más marcada si se basa en la mediana, que vale respectivamente 88 y 131. Por comparación, las mediciones clásicas de reflectividad que sirven para determinar la limpieza de una superficie proporcionan unos valores respectivos de aproximadamente 58% y 38%. Se observará que los valores de porcentaje de reflectividad decrecen tanto cuanto más sucia está la chapa, mientras que crece el criterio de la mediana del histograma local.

50 Estos criterios basados en el histograma no son más que una de las posibilidades de cuantificar la limpieza de las chapas sobre la base de un análisis automático de la imagen. Unos tratamientos más sofisticados y conocidos por el experto en la materia permitirían una discriminación todavía más profunda. En efecto, una escasa coloración de la corona es visible a simple vista en el caso de la chapa limpia, mientras que la somera conversión en niveles de gris aplicada como anteriormente la hace desaparecer completamente, reduciendo el poder discriminatorio del método.

A título indicativo, las figuras 5 y 6 proporcionan las fotos en color de partida.

55 **Ventajas del método**

Este método tiene la ventaja de ser completamente automático y, por tanto, de no depender de la habilidad y del juicio de un operario.

Puede funcionar asimismo sobre una chapa en desplazamiento para un control en continuo.

60 Por último, únicamente requiere un material sencillo y robusto, apto para ser utilizado en líneas industriales, a una distancia suficiente para evitar su deterioro en caso de incidente.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método de medición en línea y automatizada de la limpieza de superficie de una banda o chapa metálica en desplazamiento continuo, caracterizado porque comprende las etapas siguientes:
- enfocar un haz de radiación o de partículas o incluso una chispa sobre la superficie de la banda en desplazamiento, eligiéndose la potencia transmitida y el diámetro focal para obtener una densidad de potencia suficiente para crear un plasma o un punto caliente que ataca localmente el metal en forma de una zona central rodeada por una corona de oxidación periférica;
 - 10 - analizar por medio de un dispositivo de captura óptica y de un tratamiento de imagen las características de una zona que engloba dicha corona oxidada y, eventualmente, dicha zona central;
 - deducir de ello un valor objetivo indicativo de la limpieza de la superficie.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho haz es un haz láser o un haz de electrones.
- 20 3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de captura óptica es una cámara activa en el campo ultravioleta, visible y/o infrarrojo.
4. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el tratamiento de imagen comprende un análisis de anchura de la corona oxidada y/o de la intensidad de la coloración de ésta.
- 25 5. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque unas imágenes en color capturadas se transforman en niveles de gris y se establecen sus histogramas corregidos.
- 30 6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque se adapta la luminosidad en el tratamiento de imagen para que sean comparables el valor medio de dichos histogramas corresponden respectivamente a una chapa patrón limpia y a una chapa patrón sucia.
- 35 7. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque se define, para cada chapa a examinar, una zona que engloba dicha zona central rodeada por una corona de oxidación periférica, y porque se calcula el valor medio o la mediana del histograma correspondiente a esta zona, juzgándose satisfactoria la limpieza de la chapa para un valor de media o de mediana superior a un valor predeterminado por calibración sobre una chapa limpia y una chapa sucia.
- 40 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la banda o la chapa metálica es de acero.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la velocidad de desplazamiento de la banda o la chapa metálica es superior a 0,5 m/s.

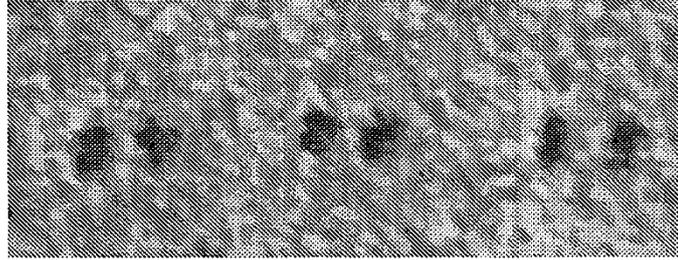


FIG. 1

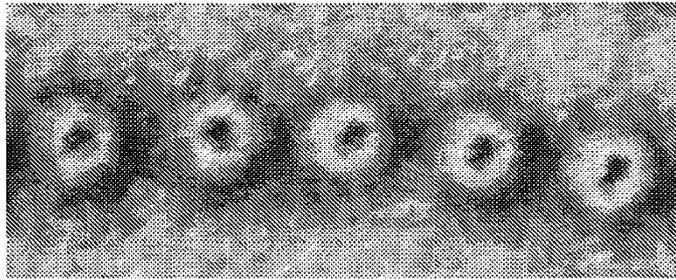


FIG. 2

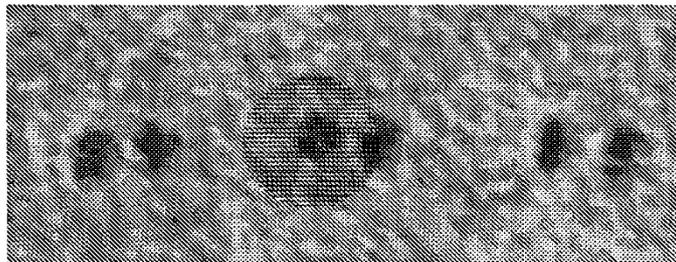


FIG. 3

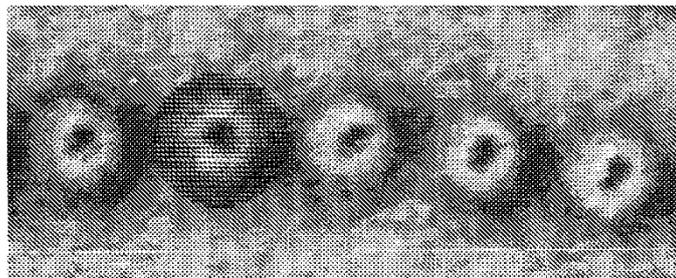


FIG. 4

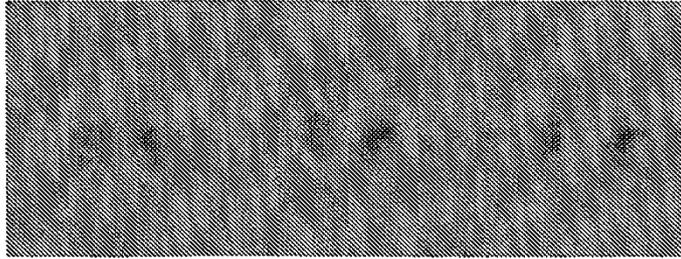


FIG. 5

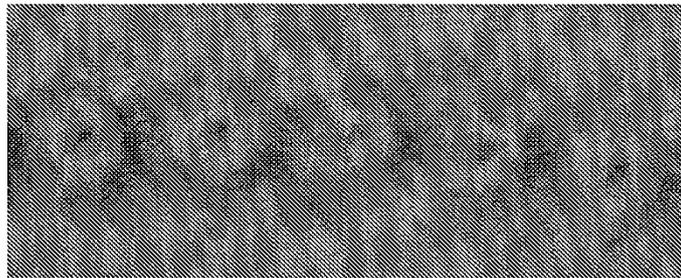


FIG. 6