



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 326 882**

51 Int. Cl.:

**G01B 11/30** (2006.01)

**G01B 11/24** (2006.01)

**B21B 38/02** (2006.01)

**G01B 11/25** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04002747 .6**

96 Fecha de presentación : **05.03.1998**

97 Número de publicación de la solicitud: **1418400**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2004**

54 Título: **Tren de laminación.**

30 Prioridad: **11.03.1997 DE 197 09 992**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.10.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.10.2009**

73 Titular/es: **VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH**  
**Sohnstrasse 65**  
**40237 Düsseldorf, DE**  
**ThyssenKrupp Steel AG.**

72 Inventor/es: **Müller, Ulrich;**  
**Peuker, Gustav;**  
**Sonnenschein, Detlef;**  
**Winter, Detlef;**  
**Degner, Michael y**  
**Thiemann, Gerd**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 326 882 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).

# ES 2 326 882 T3

## DESCRIPCIÓN

Tren de laminación.

5 El invento se refiere a un tren de laminación.

10 La medición con contacto, usual en los trenes de bandas laminadas en frío sólo es posible en la zona de la banda caliente con un coste de mantenimiento considerable a causa de la elevada temperatura de aproximadamente 1000°C de la banda. La medición con contacto tampoco es posible en las superficies frontales de una bobina formada en un cabrestante. Por ello es difícil, si no imposible, bobinar una banda de tal modo, que en la bobina se sitúe cada espira exactamente sobre la precedente y obtener así superficies frontales planas. Pero también en los trenes de banda laminada en frío se intenta evitar la medición con contacto, ya que los elementos mecánicos de medición sólo poseen un vida útil limitada.

15 Por ello también se mide la planeidad de la banda con preferencia sin contacto. Así por ejemplo se conoce la medición de las variaciones de la planeidad con la ayuda de puntos luminosos proyectados sobre la banda. La posición en el espacio del punto luminoso, generado con preferencia sobre la superficie de la banda con un láser, se mide con un sensor de distancias.

20 Las dos coordenadas locales planas de un determinado punto de la superficie son conocidas por medio por la posición relativa entre un rayo de exploración y de iluminación y la superficie de la banda. La coordenada de la altura del punto de la superficie, medido actualmente, es medida con un detector con sensibilidad local. Con la coordenada de la altura varía al mismo tiempo la posición del punto de reproducción sobre el sensor.

25 Con varias fuentes de radiación y varios sensores se puede obtener así en todo el ancho de la banda una imagen de la planeidad, que se compone de los resultados de la medición de los puntos de luz proyectados con determinadas separaciones sobre la banda. Las zonas situadas entre los puntos de luz no son exploradas, sin embargo, con este procedimiento y forman en una banda en movimiento lagunas de medición con forma de franjas, cuya planeidad no es medida. Además, esto da lugar a errores de medida debido a que, por ejemplo, el aleteo de la banda se registra desde el punto de vista de la técnica de medidas como irregularidad de la planeidad de la banda.

30 En la industria del automóvil se conoce el procedimiento de medir superficies pequeñas con la ayuda de la técnica de moiré. Para ello se genera sobre la superficie del objeto una imagen de interferencia con la ayuda de una fuente de luz. Recurriendo a una cámara CCD (CCD = Charge-Coupled-Device) se mide la imagen de interferencia. La cámara se dispone de tal modo, que se obtenga un ángulo entre la fuente de luz de la superficie y la cámara. Por medio de una retícula de referencia en el plano de la imagen se obtiene por superposición de la imagen registrada y la imagen de referencia un efecto conocido como moiré. De las líneas del moiré se pueden determinar cuantitativamente las diferencias de altura.

35 La técnica Moiré suministra resultados de la medición más exactos que la medición con puntos de luz. Además, abarca esencialmente toda la superficie de medición y evita las lagunas de medición mencionadas más arriba. Sin embargo, su utilización en un tren de laminado de bandas en caliente es problemática.

40 Para medir cuantitativamente las diferencias de altura de la banda laminada es necesaria una transformación complicada de la imagen registrada por la cámara. Las diferencias de altura reproducidas como líneas de la imagen moiré no pueden ser transformadas en tiempo real en valores de medida cuantitativos.

45 Sin embargo, precisamente en un tren de laminación se requieren resultados rápidos de las mediciones, ya que en caso contrario apenas es posible utilizarlos para la adaptación directa de los parámetros de laminado para mejorar la planeidad de la banda en movimiento. Para su empleo a escala industrial carece, además, de modelos de referencia precisos de poder contraste e intensidad.

50 Las finas líneas de las imágenes de interferencia carecen, además, de valores de contraste y de intensidad necesarios para la aplicación industrial.

55 En los trenes de laminado de bandas metálicas usuales en los que la planeidad de la banda se mide con uno de los procedimientos mencionados más arriba no tiene lugar la medición de los errores de planeidad procedentes del tramo de enfriamiento, lo que puede dar lugar a considerables pérdidas de calidad.

60 A través del documento FR 2 725 512 A se conoce un tren de laminación para una banda fría. A esta banda se le aporta un dispositivo de medición para la planeidad de la banda. Este dispositivo de medición se compone de dos unidades parciales, a saber un dispositivo de iluminación para crear una franja de luz amplia sobre la superficie de la banda metálica, y una segunda unidad parcial, a saber un medidor de la distancia. Se requiere el medidor de la distancia para crear una imagen tridimensional de la superficie de la banda.

65 Por el documento US 5.488.478 se conoce un dispositivo para la medición de la planeidad de una banda caliente. Este dispositivo de medición está previsto en la salida del escalón de acabado.

## ES 2 326 882 T3

La invención se basa en el problema de proponer un tren de laminación que permita una buena regulación.

Este problema se soluciona mediante el tren de laminación de la reivindicación 1. En las reivindicaciones subordinadas 2 a 4 se reproducen ejecuciones ventajosas del tren de laminación de acuerdo con la invención.

Mediante la constitución del tren de laminación de acuerdo con la invención pueden determinarse variaciones de la planeidad de la banda como consecuencia del enfriamiento de la banda entre el escalón de acabado y la devanadera y se puede utilizar para la regulación de la planeidad.

Los datos de medición se pueden utilizar para la regulación del escalón de acabado y para controlar el tramo de enfriamiento.

Los resultados de la medición que contienen una desviación del valor nominal determinan una adaptación, inmediata y establecida, de los parámetros para el escalón de acabado, el tramo de enfriamiento y la devanadera.

En el caso del tren de laminación se puede generar sobre la superficie a medir y/o la superficie frontal de una bobina en formación una imagen de líneas, la imagen de líneas se registra con una cámara de resolución de las líneas y los datos de medición obtenidos se comparan con una medición de referencia. Los resultados de la medición se transforman y coordinan inmediatamente en parámetros de control para el tren de acabado y el cabestrante.

Por superficie a medir se debe entender aquí la superficie de la banda o la superficie frontal formada de una bobina durante el bobinado con una cantidad más o menos grande de espiras de la banda.

Un proyector genera por medio de las proyecciones, por ejemplo de una diapositiva sobre la superficie de la banda, respectivamente la superficie frontal de la bobina una imagen de líneas correspondiente a la resolución de la cámara. El proyector puede estar dispuesto por encima de la banda metálica y proyecta la imagen de líneas formando un ángulo con la vertical a la superficie de la banda metálica, de manera que las líneas se extiendan con preferencia transversalmente a la superficie de la banda abarcando así todo el ancho de la banda.

Una cámara CCD con una resolución de por ejemplo ocho pixel por línea puede abarcar las líneas que se extienden transversalmente sobre la superficie de la banda. Con una planeidad absoluta de la banda se obtiene una imagen uniforme de líneas rectas con una separación invariable entre las líneas.

Las desviaciones de la superficie de la banda respecto al plano ideal dan lugar a una variación de la separación de las líneas en la zona de las faltas de planeidad. Esta variación puede ser registrada con la cámara. Por medio de un cálculo se puede transformar de manera sencilla en diferencias de altura por medio de una comparación con una imagen ideal.

De manera análoga a la medición de la planeidad de una cinta en movimiento se puede vigilar, respectivamente garantizar con la ayuda del sistema de medición según el invento la planeidad de las superficies frontales durante el bobinado. La superficie frontal de la bobina en formación en el cabestrante equivale a la superficie de la banda.

Un sistema de este tipo hace posible la medición rápida de las diferencias de altura reales de la superficie de la banda y permite así la medición en tiempo real de tramos sucesivos de la banda. Esto tiene la ventaja de que los resultados de la medición permiten la adaptación de los parámetros de laminado inmediatamente después de la aparición de faltas de planeidad.

Una medición de este tipo puede ser insensible al falseamiento de los resultados de la medición. Estos falseamientos se producen en los sistemas de medición convencionales, por ejemplo a consecuencia de un movimiento de toda la superficie de la banda con relación a la coordenada de altura (aleteo). Es posible, además, determinar el abombamiento transversal de la banda. Los sistemas de medición convencionales miden únicamente las longitudes de las fibras de la banda. Además, las líneas de medición se pueden adaptar desde el punto de vista de su intensidad y del grueso de la línea a diferentes condiciones. No surgen los problemas de las líneas finas y débiles en intensidad y en contraste del sistema Moiré.

En lo que sigue se describirá el invento con detalle por medio de un ejemplo de ejecución representado en el dibujo.

En el dibujo muestran:

La figura 1, la formación y la medición de las líneas de medición sobre un tramo de la banda.

La figura 2, la disposición de un proyector y de una cámara detrás de un escalón de acabado.

La figura 3, la disposición del proyector y de la cámara delante del foso de la devanadera.

La figura 4, un diagrama de bloques de la regulación de la planeidad.

## ES 2 326 882 T3

Las líneas 2 de medición, que se extienden transversalmente a la banda 1 son generadas con un proyector 3 sobre la superficie 4 de medición, respectivamente de la banda.

5 La disposición de medición está instalada en la salida del escalón 6 de acabado, por un lado, y delante de la devanadera 7, por otro, en una caja 13 de medición. La cámara 5 CCD se halla en el lado de la caja de medición opuesta a la devanadera 7 en una carcasa refrigerada con agua. El proyector 13 está dispuesto en el lado de la caja de medición orientada hacia la devanadera 7. Para la disipación del calor se baña la carcasa con aire de refrigeración. La refrigeración del proyector 3 y de la cámara 5 es necesaria para la disipación del calor propio y de la radiación térmica de la banda 1 con una temperatura de aproximadamente 1000°C.

10 La cámara 5 y el proyector 3 dispuestos uno detrás del otro desde el punto de vista del sentido de desplazamiento de la banda están orientadas hacia una tramo de la banda situado entre ellos en el que se genera y explora la imagen de líneas. Como proyector se puede utilizar por ejemplo una fuente de luz Xenon, que produce también en un desbaste plano caliente una imagen de líneas perfectamente legible.

15 Las faltas de planeidad de la superficie 4 de la banda dan lugar a una forma irregular de las líneas 2 de medición, respectivamente a su desviación de las rectas geométricas.

20 Con la cámara 5 CCD se registran las líneas 2 de medición y con ello también su forma modificada por las faltas de planeidad. La imagen de medición se compara después de la medición por cálculo con una imagen de referencia registrada previamente. De las desviaciones resultan directamente las diferencias de altura y los parámetros para la regulación del tren de acabado.

25 Con ello se obtiene una imagen completa de la planeidad de la banda 1, que se desplaza en la dirección de la flecha.

30 Del diagrama de la regulación de la planeidad (figura 4) se deduce la construcción según el invento. La banda 1 caliente pasa por el tren 6 de acabado y por el enfriamiento 8 de la banda hasta la devanadera 7 en el foso de la devanadera. En la salida del tren 5 de acabado se mide y analiza la planeidad de la banda caliente, que se utiliza para la excitación de las últimas cajas del escalón de acabado (curvado con cilindros y volteo). Este bucle 9 interno de regulación de la planeidad es complementado con un bucle 10 externo de regulación de la planeidad. Por medio de una medición de la planeidad de la banda detrás del enfriamiento 8 de la banda y delante de la devanadera 7 se estructura el bucle 10 externo de regulación de la planeidad para la adaptación del valor nominal del bucle interno de regulación.

35 Con los valores de medida registrados detrás del enfriamiento de la banda se generan, además, un primer bucle 11 subordinado, que permite una adaptación del valor nominal para el tramo 8 de enfriamiento y un segundo bucle 12, que permite la adaptación del valor nominal de la tracción de la devanadera 7.

40 En conjunto, la medición y la regulación según el invento se pueden utilizar de manera eficaz en el laminado en caliente para alcanzar una elevada planeidad de la banda en los trenes de laminación en caliente con las elevadas velocidades de producción de hasta 25 m/s usuales.

45

50

55

60

65

# ES 2 326 882 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Tren de laminación con un escalón de acabado (6), un enfriamiento (8) de la banda, una devanadera (7) y dispositivo de medición de la planeidad de la banda dispuesto delante así como detrás del enfriamiento de la banda, dispositivo que está acoplado con la regulación del escalón de acabado (6), el enfriamiento (8) de la banda y la devanadera (7).

10 2. Tren de laminación según la reivindicación 1, en el que en la salida del escalón de acabado (6) se determina la planeidad de la banda (1), se analiza y se utiliza para controlar las últimas cajas del escalón de acabado y, con ello, se modifica mediante los valores de medida de la medición de planeidad detrás del enfriamiento (8) de la banda y delante de la devanadera (7).

15 3. Tren de laminación según una de las reivindicaciones 1 a 2, en el que con los valores de medida determinados detrás del enfriamiento (8) de la banda se genera una primera estructura de bucle (11) subordinada que permite una adaptación del valor nominal para el tramo de enfriamiento (8).

20 4. Tren de laminación según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que con los valores de medida determinados detrás del enfriamiento (8) de la banda se genera una segunda estructura de bucle (11) subordinada que permite una adaptación del valor nominal para la tracción de la devanadera (7).

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**Fig. 1**

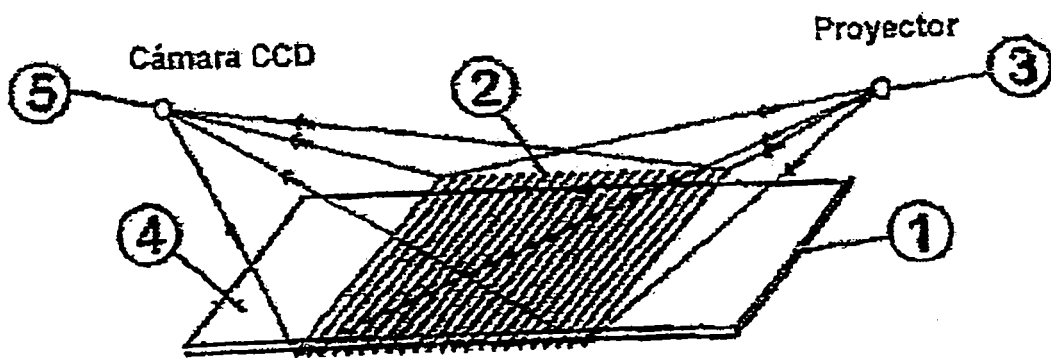
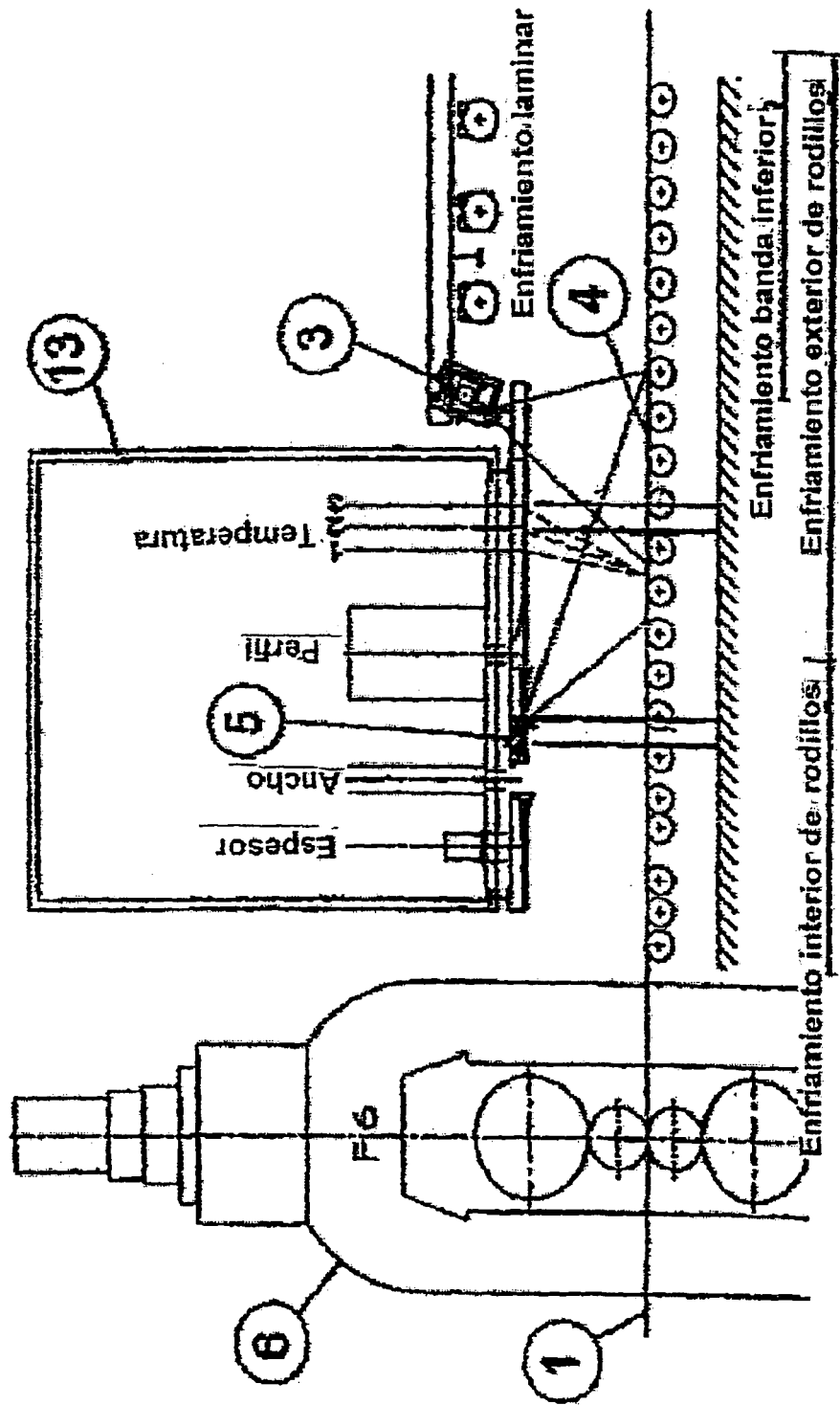


Fig. 2



**Fig. 3**

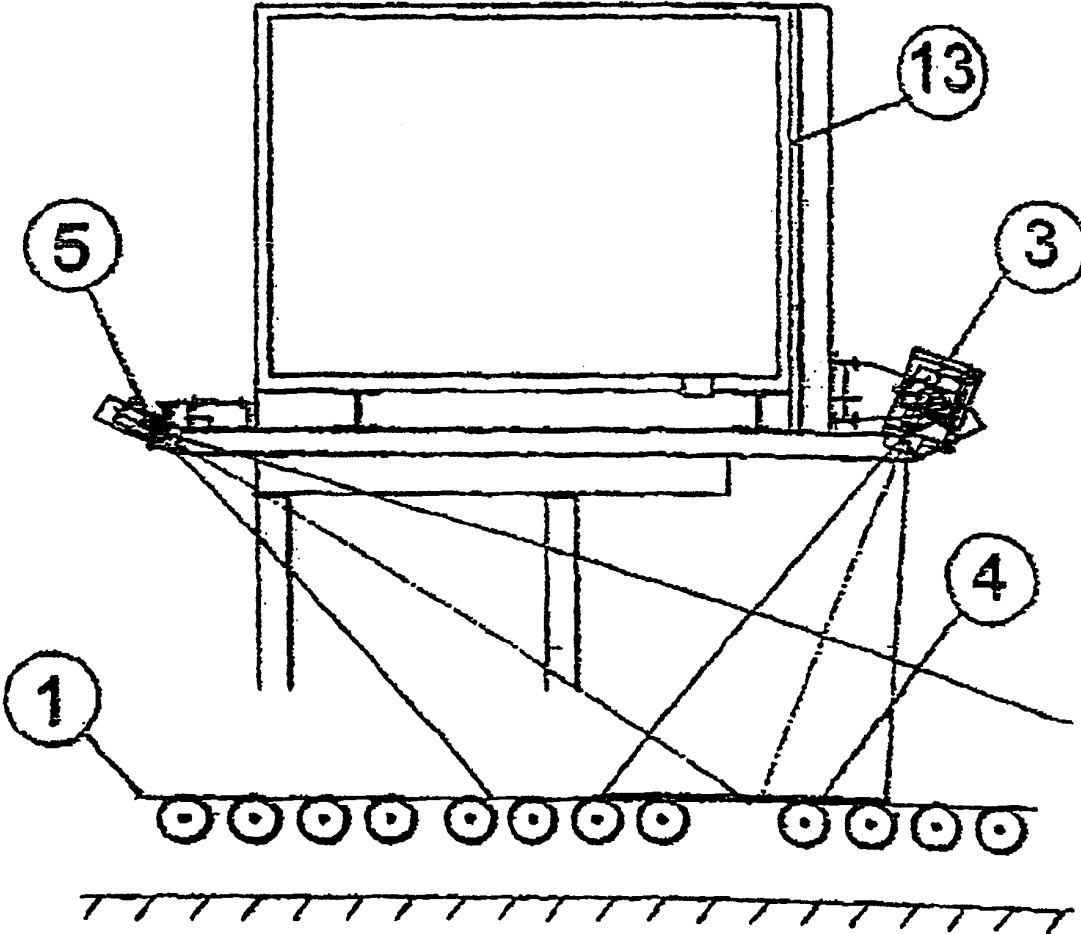


Fig. 4

