

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 796**

51 Int. Cl.:

B21B 3/00 (2006.01)

B21B 27/10 (2006.01)

B21B 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2009** **E 09801762 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014** **EP 2376241**

54 Título: **Control de temperatura de laminador**

30 Prioridad:

19.12.2008 GB 0823227

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2014

73 Titular/es:

SIEMENS PLC (100.0%)
Faraday House Sir William Siemens Square
Frimley
Camberley GU16 8QD , GB

72 Inventor/es:

OSBORNE, PAUL RONALD;
MCRAE, ALAN DOUGLAS y
SMITH, PETER DERRICK

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 524 796 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

Control de temperatura de laminador

5 La invención se refiere al campo de los laminadores de láminas o bandas de aluminio y describe un nuevo procedimiento que mejorará el control de temperatura de los rodillos laminadores, con el fin de mejorar la planicidad de la banda y de proporcionar otros beneficios de seguridad y producción.

Un aparato y un método según los preámbulos según la reivindicación 1 y la reivindicación 16, respectivamente, se conocen por ejemplo del documento JP-A6023812.

10 El proceso de laminación de aluminio requiere lubricación con el fin de obtener un acabado de superficie satisfactorio de la banda a reducciones superiores. Sin embargo, incluso con lubricación, el proceso de laminación genera una gran cantidad de calor, que debe disiparse para impedir el sobrecalentamiento del equipo y la descomposición del lubricante. Por tanto, se requiere el enfriamiento adicional de los rodillos. En la actualidad, esto sólo se ha logrado de dos formas:

15 Un pequeño número de laminadores que laminan láminas o bandas de aluminio en frío usan emulsiones a base de agua como refrigerante y lubricante de laminación. Esto parecería ser una solución ideal ya que el agua tiene una alta capacidad de enfriamiento, mientras que puede ajustarse el contenido en aceite para dar buenas propiedades de lubricación. Sin embargo, a menos que el agua se elimine completamente de la banda inmediatamente después de la laminación, se crean manchas sobre la superficie de la banda, estropeando su aspecto. En la práctica, ha sido muy difícil garantizar una banda completamente seca a menos que la temperatura de salida de la banda del laminador sea considerablemente mayor de 100°C. Esto limita la viabilidad de la laminación y por tanto sólo algunos laminadores especializados que laminan productos específicos usan este método.

25 La inmensa mayoría de los laminadores que laminan láminas o bandas de aluminio en frío usan queroseno como tanto lubricante como refrigerante de laminación. Se encontró que el queroseno tenía el mejor equilibrio entre las propiedades de enfriamiento y lubricación sin tener ningún problema de marcas en la banda. Sin embargo, el queroseno no es el mejor lubricante ni refrigerante y tiene asociados problemas importantes de seguridad contra incendios, medioambientales y de salud.

Con el fin de proporcionar un enfriamiento eficaz con queroseno, pueden requerirse caudales de hasta varios cientos de litros por minuto. Tales volúmenes requieren sistemas de recirculación y filtración caros e inevitablemente provocarán la formación de neblina de aceite lo que requiere sistemas de limpieza y extracción de humos caros. Los inventores han mostrado que sólo para el fin de lubricación, pueden bastar caudales de menos de 10 litros/minuto.

30 En ambas soluciones anteriores, bancos de boquillas de pulverización aplican el fluido directamente a los rodillos con el fin de enfriarlos eficazmente, mientras que boquillas de pulverización adicionales controladas por separado dirigen el fluido sobre los rodillos más próximos a la superficie de contacto entre rodillos con el fin de lubricar el proceso de laminación.

35 También se conoce un uso adicional para los pulverizadores de enfriamiento. Uno de los principales retos en la laminación en frío de láminas y bandas de aluminio es garantizar que el producto es plano tras la laminación. Una mala planicidad se produce al reducirse el grosor de la banda en diferentes magnitudes por la anchura del laminador. Esto se produce por variaciones en el hueco entre los rodillos por el laminador. Variando el efecto de enfriamiento por la anchura del rodillo, es posible conferir diferentes grados de expansión térmica a diferentes partes del rodillo, proporcionando de ese modo un mecanismo para compensar las variaciones locales en el hueco entre rodillos.

Existen varias patentes (por ejemplo los documentos GB2012198, EP41863) que ilustran la tecnología para variar la tasa de enfriamiento por la anchura del rodillo y, con el uso de un dispositivo de medición de planicidad en el lado de salida del laminador, controlar directamente la planicidad de la banda laminada.

45 El documento GB2156255 describe un procedimiento que emplea lubricación y enfriamiento separados (SLC). Se usan bancos de chorros de agua para enfriar los rodillos y efectuar el control de forma, mientras que se aplican bajas cantidades de aceite lubricante más adecuado directamente a la banda aguas arriba del laminador.

50 El efecto conocido en la industria del aluminio como "borde estrecho" es una de las principales causas de que la banda se rompa durante la laminación. El documento GB2080719 describe el calentamiento de rodillos parcial usando los denominados "inductores de borde estrecho" (TEI) – Esta tecnología usa el efecto de inducción para calentar localmente los rodillos laminadores en la zona del borde de banda con el fin de impedir la sublaminaación de los bordes de banda.

Esta tecnología se ha usado satisfactoriamente en varios laminadores, sin embargo, hay retos significativos con el uso de dispositivos de calentamiento eléctricos en un laminador que usa refrigerante de queroseno.

5 En su artículo "Thermal Shape Control in Cold Strip Rolling by Controlled Inductive Roll Heating", International Conference of Steel Rolling, Japón, 1980, Sparthmann & Pawelsky, describen experimentos realizados usando una combinación de enfriamiento con agua y calentadores por inducción para efectuar cambios de planicidad durante la laminación de la banda de aluminio.

Los desarrollos adicionales en este campo hasta la actualidad se han limitado a mejoras en el control y resolución del efecto de enfriamiento del queroseno.

10 Mientras, en otros campos se ha realizado cierto trabajo en el uso de gases o líquidos criogénicos como refrigerante en procedimientos de laminación industriales. Se han publicado diversas patentes sobre este tema incluyendo los documentos DE3150996, JP2001096301, WO02/087803, US6874344.

Sin embargo, todo este trabajo anterior se ha concentrado en el enfriamiento del material procesado para efectos metalúrgicos y otros.

15 El documento US 2007/0175255 da a conocer un método y un aparato para la laminación en frío de una pieza en bruto de laminación metálica en el que se usan varias boquillas para aplicar diversas combinaciones de emulsión de lubricante o se aplican gas inerte, refrigerante y aceite de base a las zonas de cuña y arco de los rodillos superiores e inferiores, con fines de limpieza, enfriamiento, lubricación y conversión en inerte. Se alude al control de la planicidad de un cilindro de rodillo de trabajo térmico, sin embargo, se describe que se logra mediante el uso de una combinación de gas inerte y refrigerantes convencionales, lo que en el campo de la laminación del aluminio implica un alto caudal de queroseno con todos los problemas de equipo y seguridad asociados.

El documento JP60 238012 describe el control de forma de un laminador usando calentamiento por inducción o enfriamiento por aire en los rodillos de trabajo controlados por realimentación de un controlador de forma.

25 El documento DE 10 2005 001806 describe un método de laminación en frío en el que se mide la temperatura de superficie de uno de los rodillos y se controla un suministro de gas de enfriamiento al rodillo según la temperatura medida.

Según la invención, un aparato de control de la temperatura de un rodillo durante la laminación de una lámina o banda de metal comprende las características expuestas en la reivindicación 1 adjunta al presente documento.

30 Según un segundo aspecto de la invención, un método para controlar la temperatura de un rodillo durante la laminación de una lámina o banda de metal comprende las características expuestas en la reivindicación 16 adjunta al presente documento.

En el contexto de esta memoria descriptiva, el término criógeno se refiere a una sustancia que normalmente es gaseosa a temperatura ambiente, pero que se mantiene en estado líquido mediante un control adecuado de la temperatura y la presión y que se usa como refrigerante. Los términos relacionados, tales como criogénico, deben interpretarse de acuerdo con esto.

35 Criógeno incluye, pero no se limita a, nitrógeno, dióxido de carbono, argón y oxígeno.

Las realizaciones de la invención ofrecen una nueva tecnología mejorada de control de la planicidad y el enfriamiento que va a concebirse con las características siguientes:

- Bancos de aplicadores de gas o líquido criogénico aplican enfriamiento a cualquiera o ambos lados de los rodillos laminadores
- 40 • Adicionalmente, se usan uno o más dispositivos de calentamiento de los rodillos de anchura completa junto con los aplicadores de refrigerante de los rodillos.
- Los dispositivos de calentamiento de los rodillos se dividen en varias zonas que pueden controlarse de manera individual por la anchura del rodillo. El número de zonas puede ser igual o no al número de zonas de enfriamiento dependiendo de las necesidades de proceso.
- 45 • Un sistema de control de planicidad, junto con un dispositivo de medición de planicidad montados en el lado de salida del laminador, varía la cantidad de enfriamiento o calentamiento aplicada a cada zona de la anchura del rodillo con el fin de producir una banda plana. En su forma más sencilla, el sistema de control de planicidad está

implementado por un operario humano que varía la cantidad de calentamiento y/o enfriamiento en respuesta a los datos facilitados por el dispositivo de medición de planicidad. En una realización más compleja, se proporciona y se dispone un controlador electrónico para variar el calentamiento y/o enfriamiento en respuesta a dichos datos.

5 • Líneas de alimentación criogénica aisladas y protegidas conectan los tanques de almacenamiento a los cabezales de aplicación.

10 • Con el fin de impedir la condensación de vapor de agua debida a las temperaturas frías, la estación laminadora puede dotarse de un sistema de ventilación y contención de dos etapas. El compartimento interno que contiene la estación laminadora se mantiene a una presión positiva para garantizar que no entre vapor de agua en las regiones enfriadas, mientras que las regiones externas se mantienen a una presión negativa en comparación con la planta principal con el fin de impedir el agotamiento de oxígeno en las zonas de acceso del personal.

• Se aplica lubricante de laminación separado a la banda antes de la laminación. Se aplica en una capa uniforme muy fina usando un procedimiento tal como deposición electrostática.

Este sistema ofrece numerosos y grandes beneficios con respecto a la técnica anterior:

15 • La sustitución completa de queroseno como refrigerante de los rodillos por un gas o líquido inerte enfriado criogénicamente elimina completamente el riesgo de incendios en el laminador. Al mismo tiempo, se elimina un gran riesgo de seguridad y pérdida de producción, mientras que se elimina la necesidad de instalar equipo de prevención de incendios caro.

• Impacto medioambiental reducido del proceso de laminación de aluminio. La liberación de hidrocarburos a la atmósfera se reduce a cero una vez que se elimina el queroseno del proceso.

20 • La introducción de enfriamiento y calentamiento de los rodillos por zonas de anchura completa permite que el sistema de control de planicidad reaccione más rápido a cambios de proceso que un sistema sólo de enfriamiento. También permite situaciones de gestión fácil de temperatura de los rodillos tales como cambios de anchura o arranques en frío donde es necesario calentar todo o parte del rodillo y es necesario enfriar otras partes.

25 • Las zonas externas de los dispositivos de calentamiento también proporcionarán reducción eficaz del defecto de planicidad de "borde estrecho".

• La aplicación de cantidades muy pequeñas de aceite de laminación alternativo directamente a la banda antes de la laminación conducirá a los siguientes beneficios con respecto a los sistemas existentes:

30 o Optimización de las propiedades del aceite para la lubricación de la laminación únicamente, permitiendo que se obtengan reducciones mayores para un conjunto dado de parámetros del laminador en comparación con la laminación con queroseno: esto conduce a una producción superior

o Incidencias reducidas de tinción de bobina durante el recocido producida por el exceso de lubricante que queda en la banda tras la laminación: esto conduce a un rendimiento de producto superior

o Incidencias reducidas de tinción de bobina debida a contaminación del refrigerante por fugas de aceite: esto conduce a un rendimiento de producto superior

35 o Tiempo reducido para el recocido de bobina debido a la necesidad reducida de evaporar el exceso de queroseno

• Adicionalmente, la sustitución de queroseno por un refrigerante criogénico elimina la necesidad de las siguientes piezas del equipo y sus costes de funcionamiento asociados:

o Tanques de almacenamiento y sistemas de circulación de queroseno

o Planta de tratamiento de humos de queroseno

40 o Planta de filtración de queroseno

o Equipo de purga de la banda a la salida del laminador

• La eliminación de la planta de filtración de queroseno elimina la necesidad del uso y posterior eliminación costosa de medios de filtración peligrosos, lo que conduce a un beneficio de seguridad y coste.

- La obra civil del laminador se simplifica sustancialmente ya que se elimina la necesidad de sótanos de almacenamiento y humos de aceite especialmente protegidos.

- Las necesidades de espacio para el laminador en su conjunto se reducen con la eliminación de los grandes sistemas de manipulación de queroseno.

5 La invención se describirá ahora, a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a las figuras 1, 2 y 3 en las que:

la figura 1 muestra un esquema en perspectiva de un laminador según la invención;

la figura 2 es una vista en detalle que muestra una característica preferida adicional de la invención y

la figura 3 es una ilustración esquemática de la invención que ilustra una característica preferida adicional de la invención.

10 La figura 1 muestra un diagrama esquemático de una estación 1 laminadora según la invención con una lámina o banda 2 de aluminio que pasa a través de la estación de izquierda a derecha tal como se indica por la flecha. Los rodillos 3 de trabajo y los rodillos 4 de soporte del laminador se cargan y giran con el fin de realizar la reducción en grosor del metal, tal como se conoce ampliamente en la técnica. Antes de entrar en la zona mostrada en el diagrama, al metal 2 que va a laminarse se le aplica un lubricante de laminación adecuado en una capa uniforme
15 muy fina. Mediante la presente invención, normalmente es suficiente un caudal de lubricante de menos de 10 l/minuto.

La temperatura local (y por tanto el diámetro) de los rodillos 3 de trabajo se controla durante el proceso de laminación tal como sigue:

20 Un sistema 5 de almacenamiento y entrega de fluido criogénico suministra refrigerante criogénico a los aplicadores 7 de refrigerante a través de tuberías 6 de alimentación aisladas y protegidas. En esta realización, los aplicadores 7 de refrigerante criogénico están ubicados en el lado de salida del laminador, sin embargo, podrían estar ubicados en cualquier lugar alrededor del diámetro del rodillo 3 de trabajo según dicten el tamaño del laminador, el espacio disponible y el efecto de enfriamiento requerido.

25 Los aplicadores 7 de refrigerante criogénico se dividen en zonas que pueden controlarse de manera individual con el fin de aplicar diferentes efectos de enfriamiento por la anchura de los rodillos según lo requiera el sistema de control de planicidad de la banda.

Además de los aplicadores 7 de refrigerante criogénico, se muestran dispositivos 8 de calentamiento de anchura completa en el lado de entrada del laminador. Estos dispositivos 8 de calentamiento pueden ubicarse en cualquier lugar alrededor de la periferia de los rodillos de trabajo según dicten el tamaño del laminador, el espacio disponible y
30 el efecto de calentamiento requerido.

Los dispositivos 8 de calentamiento se dividen en zonas que pueden controlarse de manera individual con el fin de aplicar efectos de calentamiento variable por la anchura de los rodillos según lo requiera el sistema de control de planicidad de la banda.

35 Se usa un dispositivo 9 de medición de planicidad, conocido como "medidor de forma" en la técnica, para proporcionar señales de realimentación relacionadas con la planicidad de la banda producida por el laminador. Estas señales se usan por el sistema de control de planicidad. Cualquier señal indicativa de la planicidad de la banda puede servir como realimentación en la que el control sistema basa los ajustes de los dispositivos de calentamiento y/o aplicadores criogénicos. Por ejemplo, dado que la planicidad de la banda es una función del perfil del rodillo, usando el medidor de forma para medir este último se proporciona una señal indicativa de la planicidad de la banda,
40 si bien indirectamente (el término "perfil del rodillo" pretende significar uniformidad del diámetro del rodillo por su anchura). Sin embargo, en la realización preferida ilustrada, el medidor 9 de forma se usa para medir la planicidad de la banda directamente.

45 Se usa un sistema de control de planicidad basado en un ordenador electrónico (no ilustrado) para garantizar que el metal procesado sea lo más plano posible. El sistema de control electrónico usa las señales de realimentación del medidor de forma más los otros parámetros de laminación como entradas para un modelo de planicidad basado en ordenador. El modelo calcula entonces las acciones correctas que deben adoptarse para garantizar una banda plana. Estas acciones se transmiten como señales electrónicas a los aplicadores de refrigerante criogénico, a los dispositivos de calentamiento de anchura completa y a los actuadores de planicidad mecánicos convencionales proporcionados como parte de la estación laminadora (por ejemplo, cilindros de curvado del rodillo).

50 Los sistema de control de planicidad para su uso junto con enfriamiento basado en queroseno se conocen en la

técnica y, a la luz de este conocimiento, un experto podrá proporcionar un sistema adecuado para su uso con un refrigerante criogénico.

El sistema único de enfriamiento y calentamiento doble de anchura completa permite una mayor flexibilidad de control y tiempos de respuesta a cambios de temperatura más rápidos.

- 5 Haciendo referencia a la figura 2, los inventores han encontrado que para el fin del control de planicidad, la aplicación de refrigerante a la zona 10 de “cuña” del rodillo es indeseable por al menos dos motivos, concretamente:

1) esto da lugar a una zona de pulverización no uniforme y mal definida que hace que el control de planicidad sea más difícil y

- 10 2) parte del refrigerante entra en contacto inevitablemente con la propia la banda y el enfriamiento no controlado de la banda a cada lado del rodillo puede dar lugar a errores de planicidad.

Por estos motivos, según una realización preferida de la invención, el refrigerante criogénico se dirige hacia la zona 11 de “arco” del rodillo y se incluye una barrera 12 para impedir que el refrigerante alcance la zona de cuña y la banda.

- 15 La barrera 12 se ilustra esquemáticamente en la figura 3. En la práctica, la barrera 12 podría obtenerse como (por ejemplo) una cortina de gas, una barrera sólida o una combinación de ambas.

Con el fin de obtener la eficacia del sistema anterior, es preferible que el equipo criogénico usado no haga que el agua se condense en el equipo laminador y gotee sobre la banda. La figura 3 muestra el método preferido de excluir el vapor de agua de la zona de la estación laminadora y por tanto de evitar cualquier condensación.

- 20 El equipo 12 de la estación laminadora está rodeado por una cámara 14 interna. La cámara está creada por un material 15 de chapa e incluirá puntos de acceso que pueden cerrarse y secciones extraíbles según se requiera para permitir el acceso al equipo 13 de la estación laminadora para mantenimiento. El metal 16 que va a procesarse por el laminador pasará a través de aberturas a cada lado de la cámara 14 interna. La cámara 14 interna no es una unidad sellada, pero el material 15 de chapa reduce las aberturas 17 restantes hasta un tamaño con el que puede controlarse la presión dentro la cámara.

- 25 Antes del comienzo de la laminación (por ejemplo tras una actividad de mantenimiento) se introduce una cantidad adecuada de gas seco en la cámara interna con el fin de forzar la salida de cualquier vapor de agua que pueda estar presente antes de que se activen los aplicadores 19 de refrigerante criogénico. Se introduce el gas seco en uno o más puntos 18 dentro del a cámara 14 interna.

- 30 Uno más puntos 20 de extracción de gas están previstos para la cámara interna. Estos puntos de extracción están conectados a un sistema de extracción de gas separado tal como se conoce bien en la técnica. Una válvula o regulador 21 está presente en cada punto 20 de extracción para controlar la cantidad de extracción que se produce.

- 35 Durante la laminación, el refrigerante criogénico usado para enfriar los rodillos laminadores produce una presión de gas seco dentro de la cámara 14 interna. Los puntos 18 de alimentación de gas seco o los reguladores 21 según sea apropiado, se usan para garantizar que se mantiene una pequeña presión positiva de gas seco dentro de la cámara 14 interna. Esto control puede efectuarse manual o automáticamente usando un sensor de presión adecuado. La pequeña presión positiva evitará cualquier entrada de vapor de agua pero también hará que una cantidad de gas seco escape constantemente de la cámara interna a través de los huecos representados por 17.

- 40 Con el fin de impedir una acumulación de gas que reduzca los niveles de oxígeno en las zonas de acceso de los operarios alrededor de la estación laminadora, una cámara 22 externa rodea a la cámara interna. La cámara externa es de construcción de material de chapa similar a la de la cámara interna. De manera similar a la cámara interna, la cámara externa no está sellada completamente, sino que se reduce suficientemente el tamaño de las aberturas para que sea posible cierto control de la presión.

- 45 Están previstos puntos 23 de extracción conectados al mismo sistema de extracción gas que la cámara interna. Unas válvulas o reguladores 24 controlan la tasa de extracción para garantizar que la cámara externa se mantenga siempre a una presión negativa en comparación con las zonas de los operarios y por tanto se aspirará aire ambiental a través de las aberturas 25 al interior de la cámara 22 externa. Mediante este método, se emite una cantidad mínima de gas desde la cámara externa, garantizando la seguridad de los operarios del laminador.

El correcto funcionamiento del sistema de extracción se verifica mediante detectores 26 de agotamiento de oxígeno colocados de manera apropiada.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para laminar una lámina o banda de metal que comprende:

un par de rodillos (3) de trabajo dispuestos para recibir la banda (2) en una región de contacto entre los mismos;

una pluralidad de aplicadores (7) de fluido dispuestos para dirigir un fluido hacia una o más de una pluralidad de zonas sobre la superficie de al menos uno de los rodillos; y,

medios para calentar una o más de la pluralidad de zonas sobre la superficie del rodillo a través de uno o más dispositivos (8) de calentamiento; caracterizado porque: los aplicadores de fluido comprenden aplicadores de fluido criogénico; el fluido comprende fluido criogénico; la pluralidad de aplicadores (7) de fluido criogénico están dispuestos para dirigir el fluido criogénico hacia una o más de una pluralidad de zonas en la región (11) de arco de al menos uno de los rodillos (3); y el aparato comprende además al menos una barrera (12) dispuesta para impedir la entrada de fluido criogénico hacia la región (10) de cuña del rodillo y/o la banda.
2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo (9) de medición de planicidad dispuesto para proporcionar una señal indicativa de la planicidad de la banda (2) de metal una vez que sale del rodillo (3).
3. Aparato según la reivindicación 2, que comprende además medios para variar la aplicación de calor y/o fluido criogénico a la una o más zonas, en respuesta a dicha señal.
4. Aparato según la reivindicación 3, que comprende un procesador dispuesto para recibir datos desde el dispositivo (9) de medición de planicidad y para controlar los dispositivos (8) de calentamiento y/o los aplicadores (7) de fluido criogénico en respuesta a los datos, variando de ese modo la aplicación de calor y/o fluido criogénico a la una o más zonas.
5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo (9) de medición de planicidad está dispuesto para medir el perfil del rodillo (3).
6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el dispositivo (9) de medición de planicidad está dispuesto directamente para medir la planicidad de la banda (2) de metal.
7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además un suministro de lubricante y medios para dirigir el lubricante hacia la banda (2), aguas arriba de los rodillos (3).
8. Aparato según la reivindicación 7, en el que el suministro de lubricante está dispuesto para dirigir lubricante a menos de 10 litros/minuto.
9. Aparato según cualquier reivindicación anterior, en el que la barrera (12) comprende una barrera sólida.
10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la barrera (12) comprende una cortina de gas.
11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además:

un compartimento (14) interno que encierra los rodillos (3);

un compartimento (22) externo que encierra el compartimento interno;

medios (18, 21) para mantener el compartimento interno a una presión positiva con respecto a la presión ambiental y

medios (23, 24) para mantener el compartimento externo a una presión negativa con respecto a la presión ambiental.
12. Aparato según la reivindicación 11, que comprende además medios (18) de inyección de gas seco.
13. Aparato según la reivindicación 12, que comprende además medios (23) de extracción de gas.
14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el fluido criogénico comprende nitrógeno.
15. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el fluido criogénico comprende dióxido de

carbono.

16. Método de control de la forma de una lámina o banda (2) de metal durante la laminación, comprendiendo dicho método dirigir un fluido hacia una o más de una pluralidad de zonas sobre la superficie de uno o más rodillos a través de uno o más aplicadores (7) de fluido, estando la pluralidad de zonas uniformemente distribuida por la anchura del rodillo y calentar una o más de la pluralidad de zonas sobre la superficie del rodillo a través de uno o más dispositivos (8) de calentamiento, controlando de ese modo el tamaño radial del rodillo por la anchura del rodillo; caracterizado porque: los aplicadores de fluido dirigen un fluido criogénico; el fluido criogénico se dirige hacia la región (11) de arco de al menos un rodillo, y el método se caracteriza además porque comprende la etapa de proporcionar una barrera (12) frente a la entrada de fluido criogénico en la región (10) de cuña y/o la banda (2).
17. Método según la reivindicación 16, que comprende además las etapas de:

disponer un dispositivo (9) de medición de planicidad para proporcionar una señal indicativa de la planicidad de la banda (2) de metal una vez que sale del rodillo (3);

recibir datos desde el dispositivo de medición de planicidad y

variar la aplicación de fluido criogénico y/o calor a la una o más zonas, en respuesta a dichos datos.
18. Método según la reivindicación 17, en el que la aplicación de fluido criogénico y/o calor a la una o más zonas se varía manualmente por un operario humano, en respuesta a dichos datos.
19. Método según la reivindicación 17, en el que la aplicación de fluido criogénico y/o calor a la una o más zonas se varía por un procesador, dispuestos para recibir datos desde el dispositivo (9) de medición de planicidad y controlar el uno o más aplicadores (7) de fluido criogénico y/o el uno o más dispositivos (8) de calentamiento.
20. Método según las reivindicaciones 16 a 19, en el que el dispositivo (9) de medición de planicidad está dispuesto para medir el perfil del rodillo (3).
21. Método según las reivindicaciones 16 a 19, en el que el dispositivo (9) de medición de planicidad está dispuesto directamente para medir la planicidad de la banda (2).
22. Método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 21, que comprende además aplicar un lubricante a la banda (2), aguas arriba del rodillo (3).
23. Método según la reivindicación 22, en el que el lubricante se aplica a una velocidad de menos de 10 litros/minuto.
24. Método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, en el que la barrera (12) es una barrera sólida.
25. Método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 23, en el que la barrera (12) es una cortina de gas.
26. Método según las reivindicaciones 16 a 25, que comprende además las etapas de:

encerrar los rodillos en un compartimento (14) interno;

encerrar el compartimento interno en un compartimento (22) externo;

mantener una presión positiva en el compartimento interno, con respecto a la presión ambiental; y,

mantener una presión negativa en el compartimento externo, con respecto la presión ambiental.
27. Método según la reivindicación 26, en el que la presión del compartimento (14) interno se controla mediante medios (18) de inyección de gas seco y/o medios (23) de extracción de gas.
28. Método según la reivindicación 27, en el que la presión del compartimento (22) externo se controla mediante medios (23) de extracción de gas.
29. Método según las reivindicaciones 27 ó 28, en el que el control de dichas presiones de compartimento se controla manualmente como un sistema de bucle abierto.

30. Método según las reivindicaciones 27 ó 28, en el que el control de dichas presiones de compartimento se controla automáticamente usando medios de detección de presión junto con un sistema de control por ordenador.

31. Método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 30, en el que el fluido criogénico dirigido hacia una o más de una pluralidad de zonas sobre la superficie de uno o más rodillos (3) comprende nitrógeno.

5 32. Método según cualquiera de las reivindicaciones 16 a 30, en el que el fluido criogénico dirigido hacia una o más de una pluralidad de zonas sobre la superficie de uno o más rodillos (3) comprende dióxido de carbono.

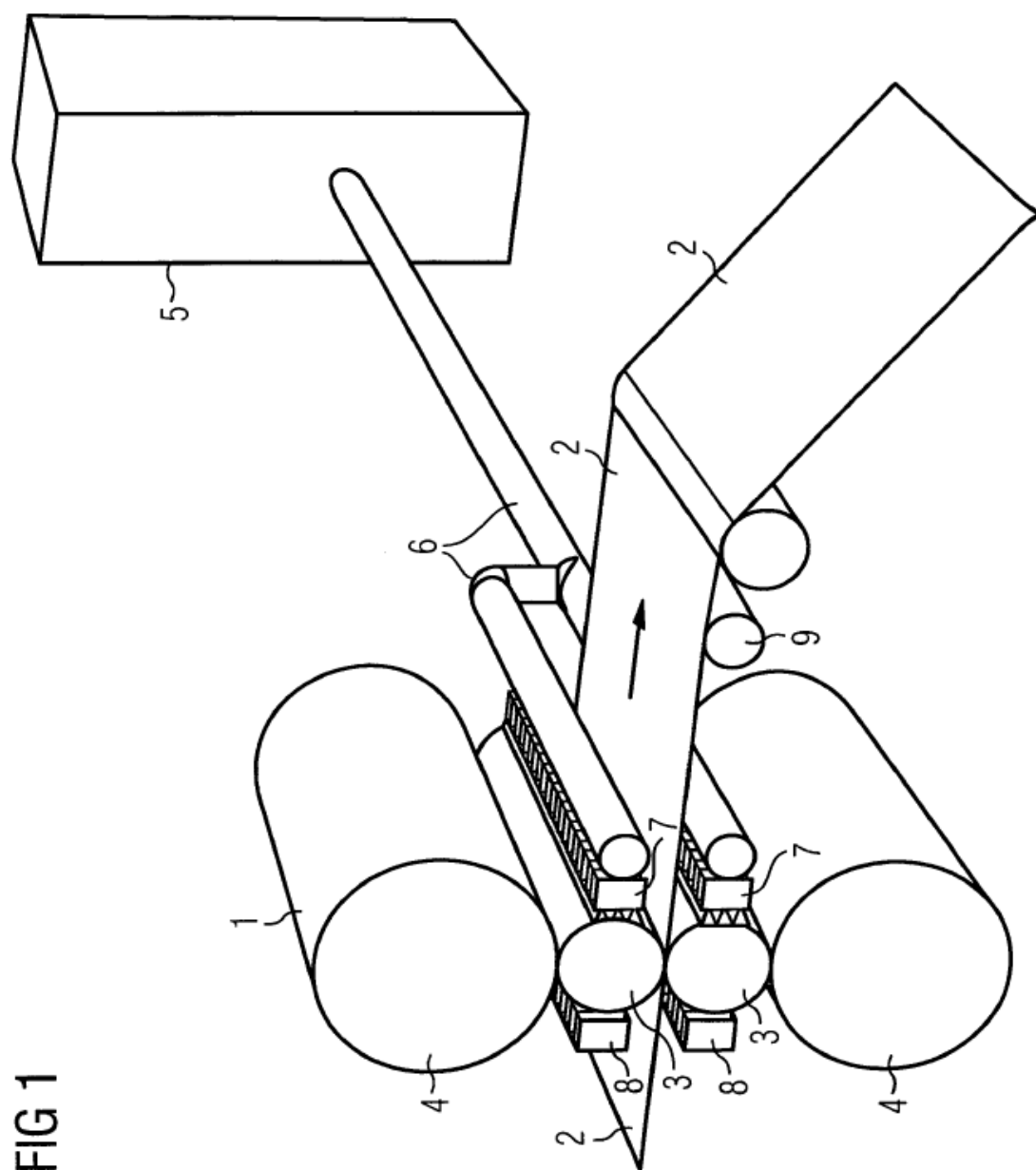


FIG 2

