

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 163**

51 Int. Cl.:

B21B 1/46 (2006.01)

B21B 37/28 (2006.01)

B22D 11/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2005 PCT/EP2005/010129**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2006 WO06042606**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2005 E 05792599 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 1799368**

54 Título: **Procedimiento y un dispositivo para la producción continua de una banda metálica delgada**

30 Prioridad:

13.10.2004 AT 17082004

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH
(100.0%)
Turmstrasse 44
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**FLICK, ANDREAS;
SCHWEICHOFFER, ANDREAS;
BRUMMAYER, MARKUS;
HOHENBICHLER, GERALD y
ECKERSTORFER, GERALD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 666 163 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y un dispositivo para la producción continua de una banda metálica delgada

5 La invención se relaciona con un procedimiento y un dispositivo para la producción continua de una banda metálica delgada, particularmente de una banda caliente de acero, directamente a partir de una masa fundida de metal y con un grosor de colada en banda < 10 mm por un procedimiento de colada continua usando un dispositivo de colada continua, conforme a los términos genéricos de las reivindicaciones independientes 1 y 11.

En especial, la invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para la producción de una banda de acero laminada en caliente con un grosor de colada en banda < 6 mm. El grosor de banda caliente al almacenar la banda caliente después de la deformación por laminación se encuentra entre 0,3 y 4 mm.

10 Los procedimientos de colada continua propuestos que sirven de base a la invención incluyen todos los tipos de procedimientos de fusión, en los que se lleve masa fundida de metal sobre la superficie de la camisa de un cilindro de colada para la solidificación y se forme continuamente una banda metálica. Tanto el procedimiento de colada de un rodillo usando un dispositivo de colada de un rodillo, como también el procedimiento de colada de dos cilindros vertical u horizontal utilizando un dispositivo de colada de dos rodillos es apropiado para la puesta en práctica de la invención. También la distribución de los ejes de los dos cilindros de colada que cooperan en un plano inclinado respecto a la horizontal es apropiada para la puesta en práctica del procedimiento conforme a la invención.

15 En un procedimiento de colada de dos cilindros vertical, se introduce masa fundida de metal en una cámara de fusión limitada lateralmente por dos cilindros de colada rotatorios y placas laterales asociadas, donde los ejes de giro de los cilindros de colada se hallan esencialmente en un plano horizontal. Ambos cilindros de colada con las placas laterales asociadas, incluyendo los dispositivos de ajuste y de regulación necesarios forman aquí el componente principal del dispositivo de colada de dos rodillos. La masa fundida de metal solidifica continuamente sobre las superficies laterales de los cilindros de colada rotatorios, internamente refrigerados y forma cortezas solidificadas, que se desplazan conjuntamente con las superficies laterales. En la sección transversal más estrecha entre ambos cilindros de colada se unen ambas cortezas solidificadas para dar una banda metálica al menos sustancialmente solidificada. La banda metálica fundida se descarga con velocidad de colada entre los cilindros de colada y, a continuación, se introduce a una reducción de grosor en línea en una instalación de laminado. A continuación, se alimenta la laminada banda caliente a un dispositivo de almacenamiento y se almacena en éste. Este procedimiento es preferentemente apropiado para la producción de bandas de acero, aunque también pueden fabricarse de este modo bandas metálicas de aluminio o una aleación de aluminio. Procedimientos e instalaciones de este tipo se conocen ya, por ejemplo, gracias a la WO05/15233, a la WO 01/94049 o a la WO 03/035291, en las características principales.

20 Para garantizar un procesamiento adecuado, se han de cumplir tolerancias de planicidad en la banda laminada en caliente, que se establecen parcialmente en normas o que requieren los clientes de acuerdo con el procesamiento posterior previsto. Las experiencias en la producción de bandas de acero laminadas en caliente han demostrado que es muy difícil cumplir estos requisitos cuando se utiliza el proceso de colada de dos rodillos en una planta de colada correspondiente.

Los valores comunes para la planicidad de la banda fina delgada se definen en las normas (por ejemplo, DIN 10051) y son para la banda en caliente laminada para los intervalos de grosor descritos anteriormente en valores de 20 a 30 unidades I.

25 Una de las principales causas de dificultades en alcanzar valores convencionales de la planicidad resulta de la alta velocidad de producción en el procedimiento de producción seleccionado para el producto intermedio fundido. La banda metálica se produce en un proceso a velocidades de solidificación más altas directamente en un formato con razón anchos/grosos extrema, por lo cual aunque se omita un gran número de pasos de laminado para lograr el deseado grosor final de la banda caliente, por otro lado, sin embargo, una transferencia de calor convectiva uniforme independiente del ancho y/o una temperatura de metal líquido en el frente de solidificación (durante la formación de las cortezas solidificadas) son solo parcialmente posibles como consecuencia de los procesos de flujo muy turbulentos en el baño de metal. De este modo se origina ya a la salida de la banda metálica fundida de la abertura de colada entre los cilindros de colada un perfil de temperatura-ancho en la banda metálica, que presenta fluctuaciones de hasta un 100% y más, relativo al subenfriamiento respecto a la temperatura de equilibrio del sólido, de forma que existan las condiciones de estrés residual y la fluencia, que causan las irregularidades de la banda fundida. También cuando la fluctuación se encuentre sólo en un rango del 30 - 40%, se producirán irregularidades, que se hallarán fuera de la de norma de la banda caliente.

30 El laminado en línea de una banda metálica fundida puede contribuir asimismo a la aparición de otras irregularidades, cuando la temperatura de entrada en el baño (temperatura de entrada de la banda metálica en la caja de laminación) sea relativamente no uniforme a lo largo del ancho de la banda metálica, y/o el perfil de banda

de entrada no se conozca o sea variable. Esto da como resultado un comportamiento de deformación variable en la abertura de laminado por diferentes deflexiones y/o perfiles de la abertura de laminado transversalmente a la dirección de laminación.

5 La banda metálica fundida presenta al entrar por primera vez en una caja de laminación una estructura de entrada con una estructura de fundición, que con baja reducción en varias pasadas se transforma en una estructura de laminación de grano fino, para alcanzar propiedades del material favorables para los respectivos pasos de procesamiento adicionales. Al mismo tiempo, el grosor inicial antes de la caja de laminación es de menos de 10 mm, preferentemente de menos de 6 mm. A los bajos grosores iniciales preferidos, no es posible una influencia sobre el perfil de banda relativo sin defectos de planicidad. Además, la alta rugosidad de la banda metálica, causada por el proceso de fundición y por una posible incrustación, conduce a un alto desgaste del rodillo de trabajo. Estos fenómenos de desgaste en los rodillos de trabajo ocurren con mayor frecuencia en el área del borde de la banda y conducen a errores en el perfil de la banda. Además del grosor de la banda y del nivel de temperatura, los fenómenos de desgaste están muy influenciados por el material de la banda, el perfil de la banda y el perfil térmico.

15 Objeto de la presente invención es, por tanto, evitar estos inconvenientes descritos y proponer un procedimiento y un dispositivo, con los que sea posible producir, en un proceso continuo de producción, partiendo directamente de masa fundida de metal y un grosor de colada en banda de menos de 10 mm, una banda metálica laminada en caliente de alta calidad con un perfil de propiedades comparable, particularmente en lo que se refiere a las tolerancias de aspirar planicidad, como las que pueden alcanzarse actualmente en la producción de bandas metálicas laminadas en caliente, particularmente de bandas de acero, a partir de láminas finas o desbastes obtenidos/as por colada continua, a grosores de colada entre 40 y 300 mm, con los dispositivos de laminado correspondientes al estado actual de la técnica.

El perfil de propiedades comparable de una banda metálica laminada en caliente de alta calidad abarca particularmente:

- 25 • la homogeneidad de la banda metálica producida, particularmente las propiedades mecánicas de la banda metálica en dirección transversal y longitudinal y a lo largo de toda la producción,
- la obtención de valores de la planicidad similares a los valores actualmente requeridos y alcanzables en la práctica para banda caliente y, cuando corresponda, tras recorrer un tren de acabado para banda fría,
- una apariencia superficial y valores de rugosidad, cercanos a los que pueden obtenerse en los procedimientos de fabricación convencionales,
- 30 • cumplimiento de los geométricos requisitos en lo que respecta a otros pasos de procesamiento de tratamiento superficial o moldeado.

Este objeto se resuelve en un procedimiento del tipo descrito inicialmente, emprendiendo en la banda metálica desplazada una medición de la planicidad y usando los valores medidos de la planicidad de esta medición de la planicidad para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda metálica, llevando a cabo la reducción de grosor en línea de la banda metálica en al menos una etapa de deformación en una instalación de laminado de al menos una caja y realizando la medición de la planicidad antes o después de al menos una etapa de deformación, donde la medición de la planicidad se lleva a cabo determinando la distribución de tensión en la banda metálica en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte. La influencia sobre la planicidad de la banda metálica puede realizarse en este contexto o bien durante la formación de la banda metálica entre las superficies laterales de ambos cilindros de colada o durante la reducción de grosor en línea a través de un bucle de control, pero también mediante intervención manual. La medición de la planicidad se lleva a cabo a lo largo del trayecto entre el dispositivo de colada continua formado por al menos un cilindro de colada y el dispositivo de almacenamiento, en un plano transversal a la dirección de desplazamiento de la banda. Los valores medidos de la planicidad de la medición de la planicidad se usan para influir sobre el perfil de superficie del cilindro de colada, donde tanto la formación del perfil durante el proceso de colada en el dispositivo de colada de dos rodillos como también la formación del perfil y/o modificación en el primer paso de laminado en la primera caja de laminación se monitorizan e influyen.

La reducción de grosor en línea de la banda metálica se lleva a cabo en al menos una etapa de deformación en una instalación de laminado de al menos una caja y la medición de la planicidad se emprende antes o después de al menos una etapa de deformación tal, preferentemente justo después de la primera etapa de deformación.

50 Apropiadamente, los valores medidos de la medición de la planicidad se usan para influir sobre la abertura de laminado en al menos una caja de laminación de la instalación de laminado. Los valores de la planicidad medidos y opcionalmente procesados en una unidad central de procesamiento se utilizan para un "control de planicidad de bucle cerrado (Closed Loop Flatness Control)", donde se utilizan dispositivos alojados en gran parte directamente

delante de los componentes de la caja de laminación, y/o de la caja de laminación para influir sobre la abertura de laminado y/o para influir en las variables de estado de la banda metálica.

La influencia sobre la abertura de laminado en las cajas de laminación se lleva a cabo mediante al menos una de las siguientes medidas:

- 5 - una flexión de los cilindros de trabajo,
- una traslación de los cilindros de trabajo,
- una influencia térmica al menos por zonas sobre la tabla de cilindros o los cilindros de trabajo.

De manera similar, pueden utilizarse los valores medidos de la medición de la planicidad para una influencia térmica al menos por zonas sobre la banda metálica.

- 10 Además de la medición de la planicidad se logra otra mejora de las tolerancias de planicidad en la banda caliente producida determinando un perfil de temperatura de la banda metálica en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica al menos antes o después de la instalación de laminado y usando el perfil de temperatura medido para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda caliente.

- 15 Se puede influir específicamente sobre las desviaciones locales de la temperatura de la banda caliente, que aparecen longitudinalmente por zonas, si se influye parcialmente sobre la distribución de temperatura en la banda metálica en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica en función del perfil de temperatura medido. Cuantas más zonas independientemente controlables de enfriamiento y/o calentamiento se dispongan transversalmente a la dirección de desplazamiento de la banda, tanto mejor podrá controlarse el perfil de temperatura en la banda metálica fundida.

- 20 Otra posibilidad de homogeneizar la planicidad de la banda metálica consiste en que, en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica, se mida además el perfil de grosor de banda y el perfil de grosor de banda medido se use para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda caliente.

- 25 La invención se aplica preferentemente en la producción de una banda metálica por el procedimiento de colada de dos cilindros, particularmente el procedimiento de colada de dos cilindros vertical, donde entre el dispositivo de colada continua y el dispositivo de almacenamiento se dispone un dispositivo de medición de la planicidad para detectar los valores de medición de la planicidad de la banda metálica y al dispositivo de medición de la planicidad se le asigna un dispositivo de evaluación para registrar y convertir los valores medidos de la planicidad determinados.

- 30 El objeto conforme a la invención se resuelve con un dispositivo para la producción continua de una banda metálica delgada, particularmente de una banda caliente de acero, directamente a partir de una masa fundida de metal y con un grosor de banda < 10 mm con un dispositivo de colada continua, con una instalación de laminado de al menos una caja dispuesta aguas abajo y un dispositivo de almacenamiento para almacenar la banda metálica laminada, cuando entre el dispositivo de colada continua y el dispositivo de almacenamiento esté dispuesto un dispositivo de medición de la planicidad para la detección de valores de medición de la planicidad de la banda metálica y al dispositivo de medición de la planicidad se le asigne un dispositivo de evaluación para registrar y convertir los valores medidos de la planicidad, donde el dispositivo de medición de la planicidad se dispone antes o después de una caja de laminación de una instalación de laminado de al menos una caja y donde el dispositivo de evaluación (20) está conectado a través de líneas de señales para transmitir variables de control con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (21) para influir sobre la abertura de laminado en las cajas de laminación (11):

- 40 - un bloque de flexión para flexionar los cilindros de trabajo,
- un dispositivo de traslación de los cilindros de trabajo,
- un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros,
- un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente al menos por zonas sobre la banda metálica. El dispositivo de evaluación (20) está conectado a través de líneas de señales con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (21) para influir sobre el perfil de grosor de banda por medio del cilindro de colada:
- 45 - un dispositivo de ajuste de los cilindros de colada,
- un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre de la tabla de cilindros de colada,

- un dispositivo de deformación preferentemente accionable hidráulicamente sobre el cilindro de colada para aplicar fuerzas de deformación de acción radial,

- un dispositivo de purga de gas para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en la tabla de cilindros de colada,

5 - un dispositivo de revestimiento para revestir por zonas la tabla de cilindros de colada con un

agente de recubrimiento que influya en la transferencia de calor y/o la densidad de nucleación para influir sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación, - un dispositivo de limpieza para limpiar por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en la tabla de cilindros de colada.

10 Apropiadamente, el dispositivo de medición de la planicidad para la detección de los valores de medición de la planicidad en un plano se dispone transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica.

El dispositivo de medición de la planicidad se dispone preferentemente antes o después de una caja de laminación de una instalación de laminado de al menos una caja. En un tren de laminación de varias cajas, el dispositivo de medición de la planicidad se dispone antes o preferentemente después de la primera caja de laminación.

15 La medición de la planicidad puede efectuarse con diversos dispositivos de medición de la planicidad disponibles ofrecidos en el mercado. En la mayoría de los casos, tales dispositivos de medición para determinar los valores de la planicidad se conocen de la producción de bandas laminadas en frío, de forma que para la aplicación particular a banda caliente con temperatura de laminación son necesarias las correspondientes adaptaciones en lo que respecta a la resistencia a la temperatura y a la precisión de medición a altas temperaturas. Para la medición de la planicidad en el rango caliente, el dispositivo de medición de la planicidad estará formado preferentemente por un rodillo de medición de la planicidad, un dispositivo de detección óptica de la forma o un dispositivo para la detección de otras inhomogeneidades de las propiedades superficiales de banda. En la medición de la planicidad con un rodillo de medición de la planicidad la banda metálica está, en la mayoría de los casos, bajo la tensión de la banda, que se tiene en cuenta al evaluar los resultados de la medición en el dispositivo de evaluación. En una detección óptica de forma de la banda metálica, la banda metálica no puede estar bajo la tensión de la banda, para obtener buenos resultados de la medición. Los dispositivos de medición de la planicidad, como los que se utilizan en los dispositivos de laminado en frío y en caliente convencionales, se conocen ya gracias a la DE 37 21 746 A1, la US 6,606,919 B2, la US 2002/0178840 A1 y la US 2002/0080851 A1 y se describen allí detalladamente en su estructura.

20 Alternativamente o también adicionalmente, el dispositivo de evaluación está conectado a través de líneas de señales con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste para influir sobre el perfil de superficie del al menos un cilindro de colada:

25 - un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas de manera directa o indirecta sobre la tabla de cilindros de colada,

30 - un dispositivo de deformación preferentemente accionable hidráulicamente sobre el cilindro de colada para aplicar fuerzas de deformación de acción radial,

- un dispositivo de purga de gas para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en las tablas de cilindros de colada,

35 - un dispositivo de revestimiento para revestir por zonas la tabla de cilindros de colada con un agente de recubrimiento que influya en la transferencia de calor y/o la densidad de nucleación para influir sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación,

40 - un dispositivo de limpieza para limpiar por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en la tabla de cilindros de colada.

45 Para obtener valores de la planicidad en un rango de tolerancia muy estrecho, en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica, justo antes o después de al menos una caja de laminación de la instalación de laminado, se dispone además un dispositivo de medición de la temperatura para detectar el perfil de temperatura de la banda metálica y a este dispositivo de medición de la temperatura se le asigna un dispositivo de evaluación para registrar y convertir los valores medidos. Esta medición de la temperatura debería realizarse a poca distancia, preferentemente justo antes de la primera caja de laminación, para representar las razones en la abertura de laminado lo más exactamente posible.

Apropiadamente, el dispositivo de medición de la temperatura de la instalación de laminado está dispuesto aguas arriba y el dispositivo de evaluación está conectado con un dispositivo calefactor de banda o dispositivo refrigerador de banda a través de líneas de señales para transmitir variables de control para homogeneizar el perfil de temperatura.

- 5 Otra posibilidad para minimizar las desviaciones de la planicidad en la banda caliente consiste en que en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica esté dispuesto un dispositivo de medición del grosor de banda para determinar el perfil de grosor de banda y a este dispositivo de medición del grosor de banda se le asigne un dispositivo de evaluación para registrar y convertir los valores medidos.

10 Los resultados de medición de la medición de la planicidad, pero también de varias mediciones de la planicidad a lo largo de la línea de producción, pueden emplearse para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda metálica exclusivamente en al menos una caja de laminación, o exclusivamente en el dispositivo de colada continua, o sin embargo también en combinación en ambos dispositivos mencionados. Además, es posible influir sobre la planicidad de la banda metálica también a través de los dispositivos asignados, como por ejemplo un dispositivo calefactor de banda. El dispositivo de colada continua está configurado preferentemente para la aplicación conforme a la invención del procedimiento de colada de dos cilindros y comprende dos cilindros de colada rotatoriamente impulsados y dos placas laterales, que forman en conjunto una cámara de fusión para la recepción de masa fundida de metal y una abertura de colada para la formación del formato de sección transversal de una banda metálica fundida.

15 La transformación del procedimiento conforme a la invención descrito anteriormente en una planta piloto semi-industrial ha proporcionado ya una reducción de las desviaciones de la planicidad hasta en un 50% después de unos pocos ensayos.

Otras ventajas y características de la presente invención se deducen de la siguiente descripción de las Figuras de los ejemplos de ejecución no limitantes, haciendo referencia a las figuras adjuntas, que muestran lo siguiente:

25 Fig. 1 una planta de producción conforme a la invención para banda caliente fina con un dispositivo de colada de dos rodillos y una instalación de laminado de una caja con participación de un dispositivo de medición de la planicidad,

Fig. 2 una planta de producción conforme a la invención para banda caliente fina con un dispositivo de colada de dos rodillos y una instalación de laminado de varias cajas con participación de un dispositivo de medición de la planicidad.

30 En las Figuras 1 y 2 se representan dos modos de operación de una planta para la producción de una banda caliente de acero en una sección longitudinal esquemática, que muestra los componentes principales del sistema, así como los dispositivos de medición y control para la producción de una banda caliente fina en la forma usual para las tolerancias de planicidad de la banda caliente delgada. El diseño básico del sistema es el mismo cuando se produce una banda de metal no ferroso.

35 En un dispositivo de colada de dos rodillos 1, se introduce en una cámara de fusión 4 formada por dos cilindros de colada 2 internamente refrigerados, rotatorios en sentido contrario y por dos placas laterales 3 posicionadas frontalmente en los cilindros de colada masa fundida de acero y de una abertura de colada formada por los cilindros de colada 2 y las placas laterales 3 se extrae una banda de acero 5 fundida con formato de sección transversal predeterminado dirigida verticalmente hacia abajo. Tras reorientar la banda de acero a una dirección de transporte horizontal, la banda de acero fundida se somete en una instalación de laminado 6 a una reducción de grosor y a un cambio microestructural y posteriormente se introduce en un dispositivo de almacenamiento 7. En función de la calidad del acero, del grosor de colada y del grosor final de la banda caliente, la instalación de laminado 6 estará configurada como instalación de laminado de una caja 8 (Fig. 1), por ejemplo, para fleje de acero con bajos requisitos de calidad, o como tren de laminación de varias cajas 9 (Fig. 2), por ejemplo, para la producción de calidades de acero de alta calidad con mayor grado de reducción y con requisitos especiales para la textura superficial y las propiedades de deformación. El dispositivo de almacenamiento 7 comprende un dispositivo de carrete para enrollar la tira caliente en bobinas y también puede integrarse en un horno de enrollado. Al dispositivo de almacenamiento le precede un controlador de banda 10 para el ajuste de una tensión de banda durante el bobinado y una cizalla de banda.

40 Para ajustar una temperatura de laminación constante antes de la primera caja de laminación, la banda de acero atraviesa un dispositivo calefactor de banda 12 alojado delante de la primera caja de laminación 11, que comprende en cada caso también un dispositivo refrigerador. El dispositivo calefactor de banda 12 posibilita transversalmente a la dirección de desplazamiento de la banda una por zonas influencia en la temperatura de la banda de acero, por ejemplo, un calentamiento reforzado de los bordes de la banda, cuando en esta zona se haya llevado a cabo ya un enfriamiento demasiado fuerte. Justo antes de la primera caja de laminación 11 hay alojado un dispositivo de

medición de la temperatura 13, con el que se detecta la temperatura de la banda en un plano transversal a la dirección de desplazamiento de la banda continuamente en varias zonas y se usa para guiar al dispositivo calefactor de banda 12. Con el controlador de banda 14 se sujeta y en cada caso también se centra la banda de acero en el dispositivo calefactor de banda 12 y hasta la primera caja de laminación 11 bajo tensión de banda. Con un dispositivo de medición del perfil de grosor de banda 15 se mide el grosor de banda de la banda de acero fundida que abandona la instalación de colada de dos rodillos, que se ajusta previamente con un dispositivo de ajuste de los cilindros de colada 16 o se corrige según los resultados de la medición.

A la primera y única caja de laminación 11 conforme al modo de operación según la Fig.1 y a la primera caja de laminación 11 conforme al modo de operación según la Fig. 2 le sigue a corta distancia un dispositivo de medición de la planicidad 18, con el que se detecta la evolución de la planicidad en la banda de acero en un plano transversal a la dirección de desplazamiento de la banda. Las desviaciones de la planicidad se producen o bien por desviaciones del grosor a lo largo del ancho de la banda o por ondulaciones de la banda. El dispositivo de medición de la planicidad 18 comprende un rodillo de medición de la planicidad 19 adaptado para la carga en caliente. Un rodillo de medición de la planicidad, como puede utilizarse conforme a la invención, se describe detalladamente en la patente norteamericana US 6,606,919 B2. El correspondiente procedimiento de medición para determinar las desviaciones de la planicidad se describe en la solicitud US 2002/0178840 A1 y puede utilizarse también aquí. Los valores medidos determinados se suministran a un dispositivo de evaluación 20, que está formado por una unidad central de procesamiento (CPU), allí se evalúan las señales de medición y se transmiten las señales de ajuste que contrarrestan las desviaciones de la planicidad a dispositivos de ajuste 21 de la primera caja de laminación 11 y/o a dispositivos de ajuste 22 del dispositivo de colada de dos rodillos 1.

Los posibles dispositivos de ajuste 21 de la primera caja de laminación son dispositivos, que están disponibles de manera estandarizada en las cajas de laminación convencionales. El dispositivo de ajuste 21 puede incluir un bloque de flexión para flexionar los cilindros de trabajo, por ejemplo, cilindros de trabajo o de soporte cilíndricos o un dispositivo de traslación de los cilindros de trabajo para el desplazamiento axial de cilindros de trabajo o de soporte contorneados. Se emplean además como posibles dispositivos de ajuste dispositivos calefactores y/o refrigeradores para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros de los cilindros de trabajo.

En zonas parciales surgen desviaciones de la planicidad y/o desviaciones del perfil de grosor en la banda de acero ya durante la formación de la banda de acero en el dispositivo de colada de dos rodillos. Al bajo grosor de colada en banda, estas desviaciones no pueden eliminarse o sólo en pequeña medida por los siguientes pasos de laminado. Particularmente, las desviaciones del perfil de grosor que aparecen en la formación de la banda de acero pueden conllevar desviaciones de la planicidad en los pasos de laminado. Es, por tanto, apropiado para el control ya, sobre la base de los valores medidos de la planicidad, intervenir con un dispositivo de ajuste 22 directamente sobre el dispositivo de colada de dos rodillos 1 en la formación del perfil de banda. Los posibles dispositivos de ajuste 22 para influir sobre el perfil de superficie de los cilindros de colada en el dispositivo de colada de dos rodillos incluyen un dispositivo calefactor y/o refrigerador para influir térmicamente por zonas de manera directa o indirecta sobre la forma externa de la tabla de cilindros de colada, preferentemente dispositivos de deformación hidráulicamente accionables en los cilindros de colada para aplicar fuerzas de deformación de acción radial sobre la camisa de los cilindros de colada, un dispositivo de purga de gas para influir por zonas sobre las razones cortezas solidificadas-solidificación en la tabla de cilindros de colada, un dispositivo de revestimiento para revestir por zonas la tabla de cilindros de colada con un agente de recubrimiento que afecte a la transferencia de calor para influir sobre las razones cortezas solidificadas-solidificación o también un dispositivo de limpieza para limpiar por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las razones cortezas solidificadas-solidificación en la tabla de cilindros de colada.

Un control apropiado para minimizar las desviaciones de la planicidad puede consistir en que tanto la formación del perfil durante el proceso de colada en el dispositivo de colada de dos rodillos como también la formación del perfil y/o modificación en el primer paso de laminado en la primera caja de laminación se monitoriza e influye. Esto puede realizarse en solitario a través de las correspondientes evaluaciones en el dispositivo de evaluación también incluyendo un dispositivo de medición de planicidad adicional delante del primer soporte de laminación.

Los perfiles de temperatura detectados con los dispositivos de medición de la temperatura 13, 13a, 13b a lo largo del ancho de la banda y los perfiles de grosor de banda detectados con los dispositivos de medición del perfil de grosor de banda 15, 15a pueden incorporarse en el dispositivo de evaluación, además de los valores de la planicidad, en un modelo matemático, con el que se desarrolla una estrategia de control óptima y se generan las correspondientes señales de control.

Con el dispositivo de medición de la temperatura 13b, que está dispuesto a una distancia por debajo de ambos cilindros de colada 2, puede detectarse el perfil de temperatura de la banda metálica fundida directamente tras su formación. Este perfil de temperatura permite obtener conclusiones acerca de la formación de las cortezas solidificadas en la tabla del cilindro de los cilindros de colada y las condiciones allí predominantes de solidificación y/o temperatura. La consideración de este perfil de temperatura posibilita, al evaluar los valores medidos de la planicidad en el dispositivo de evaluación, generar variables de control ajustadas de manera más precisa a las

condiciones de formación de la banda, particularmente para el control de los dispositivos de ajuste 22 en el dispositivo de colada de dos rodillos.

5 Las medidas descritas con respecto a un dispositivo de colada de dos rodillos vertical pueden aplicarse igualmente a un dispositivo de colada de un rodillo. El cilindro de colada del dispositivo de colada de un rodillo está asignado preferentemente a un rodillo de pulido para el acondicionamiento de la superficie de banda libre y los dispositivos de ajuste para influir sobre la planicidad pueden estar asignados tanto al cilindro de colada como también al rodillo de pulido.

El acondicionamiento asignado de la superficie de banda libre y los dispositivos de ajuste para influir sobre la planicidad pueden estar asignados tanto al cilindro de colada como también al rodillo de pulido.

10

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la producción continua de una banda metálica fina o de una banda caliente de acero directamente a partir de una masa fundida de metal y con un grosor de colada en bandas < 10 mm tras un procedimiento de colada continua, en el que en una superficie lateral de al menos un cilindro de colada (2) rotatorio se aplica masa fundida de metal y se forma una banda metálica, la banda metálica se alimenta con velocidad de colada a una reducción de grosor en línea y la banda metálica se introduce a continuación a un dispositivo de almacenamiento (7) y se almacena en éste, **caracterizado porque** para minimizar las desviaciones de la planicidad en la banda metálica desplazada se realiza una medición de la planicidad y los valores medidos de la planicidad de esta medición de la planicidad se usan para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda metálica, porque la reducción de grosor en línea de la banda metálica se lleva a cabo en al menos una etapa de deformación en una instalación de laminado de al menos una caja y la medición de la planicidad se emprende antes o después de al menos una etapa de deformación, donde los valores medidos de la planicidad de la medición de la planicidad se usan para influir sobre el perfil de superficie del cilindro de colada (2) y donde se monitorean e influyen tanto la formación del perfil durante el proceso de colada en el dispositivo de colada de dos rodillos también la formación del perfil y/o modificación en el primer paso de laminado en la primera caja de laminación (1).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la medición de la planicidad se lleva a cabo directamente tras la primera o única etapa de deformación.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** la medición de la planicidad se lleva a cabo determinando la distribución de tensión en la banda metálica en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte.
4. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** los valores de medición de la planicidad de la medición de la planicidad se usan para influir sobre una abertura de laminado en al menos una caja de laminación (11) de la instalación de laminado (6,8).
5. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la influencia sobre la abertura de laminado en las cajas de laminación (11) se lleva a cabo mediante al menos una de las siguientes medidas:
- una flexión de los cilindros de trabajo,
 - una traslación de los cilindros de trabajo,
 - una influencia térmica al menos por zonas sobre la tabla de cilindros,
 - una influencia térmica al menos por zonas sobre el cilindro de trabajo,
 - una influencia térmica al menos por zonas sobre la banda metálica.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la influencia sobre el perfil de superficie del cilindro de colada (2) se lleva a cabo mediante al menos una de las siguientes medidas:
- influyendo térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros de colada con un dispositivo calefactor/refrigerador,
 - aplicando en el cilindro de colada fuerzas de deformación de acción radial con un dispositivo de deformación hidráulicamente accionable,
 - recubriendo por zonas la tabla de cilindros de colada con un agente de recubrimiento que influya sobre la transferencia de calor o la densidad de nucleación, para influir sobre las relaciones cortezas solidificadas-solidificación,
 - limpiando por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las relaciones cortezas solidificadas-solidificación en la tabla de cilindros de colada.
7. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica justo antes o después de la instalación de laminado (6, 8) se determina un perfil de temperatura de la banda metálica y el perfil de temperatura medido se utiliza para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda caliente.

8. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** se influye por secciones sobre la distribución de temperatura en la banda metálica en un plano transversal a la dirección de transporte de la banda metálica en función del perfil de temperatura medido.
- 5 9. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica se mide el perfil de grosor de banda y el perfil de grosor de banda medido se usa para influir selectivamente sobre la planicidad de la banda caliente.
10. Procedimiento según una de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** el procedimiento de colada continua está configurado como procedimiento de colada de dos cilindros vertical,
- 10 - donde se introduce masa fundida de metal en una cámara de fusión (4) limitada por cilindros de colada (2) rotatorios y placas laterales (3),
- masa fundida de metal solidifica continuamente sobre las superficies laterales de los cilindros de colada (2) siguiendo la forma de cortezas solidificadas,
- estas cortezas solidificadas se unen en la sección transversal más estrecha entre los cilindros de colada (2) para dar una banda metálica solidificada al menos considerablemente del todo,
- 15 - la banda metálica se descarga con velocidad de colada entre los cilindros de colada (2).
11. Dispositivo para la producción continua de una banda metálica fina o de una banda caliente de acero directamente a partir de una masa fundida de metal y con un grosor de banda < 10 mm con un dispositivo de colada continua (1), con una instalación de laminado (6, 8) de al menos una caja dispuesta aguas abajo y un dispositivo de memoria (7) para almacenar la banda metálica laminada, **caracterizado porque** entre el dispositivo de colada continua y el dispositivo de memoria (7) se dispone un dispositivo de medición de la planicidad (18) para la detección de valores de medición de la planicidad de la banda metálica y porque al dispositivo de medición de la planicidad se le asigna un dispositivo de evaluación (20) para registrar y convertir los valores medidos de la planicidad, porque el dispositivo de medición de la planicidad (18) se dispone antes o después de una caja de laminación (11) de una instalación de laminado (8, 9) de al menos una caja y porque el dispositivo de evaluación (20) está conectado con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (21) a través de líneas de señales para transmitir variables de control para influir sobre la abertura de laminado en las cajas de laminación (11):
- 20 - un bloque de flexión para flexionar los cilindros de trabajo,
- un dispositivo de traslación de los cilindros de trabajo,
- un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros,
- 30 - un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la banda metálica, y donde el dispositivo de evaluación (20) está conectado a través de líneas de señales con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (22) para influir sobre el perfil de superficie del cilindro de colada (2):
- un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros de colada,
- 35 - un dispositivo de deformación hidráulicamente accionable sobre el cilindro de colada para aplicar fuerzas de deformación de acción radial,
- un dispositivo de purga de gas para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en las tablas de cilindros de colada,
- un dispositivo de revestimiento para revestir por zonas la tabla de cilindros de colada con un agente de recubrimiento que influya en la transferencia de calor o la densidad de nucleación para influir sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación,
- 40 - un dispositivo de limpieza para limpiar por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en la tabla de cilindros de colada.
12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de la planicidad (18) para la detección de valores de medición de la planicidad se dispone en un plano transversal a la dirección de transporte de la banda metálica.
- 45

13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 ó 12, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de la planicidad (18) está formado por un rodillo de medición de la planicidad (19), un dispositivo para la detección óptica o un dispositivo para la detección de otras inhomogeneidades de las propiedades superficiales de banda.
- 5 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado porque** en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica se dispone al menos antes o después de al menos una caja de laminación (11) de la instalación de laminado (8, 9) un dispositivo de medición de la temperatura (13, 13a, 13b) para detectar el perfil de temperatura de la banda metálica y a este dispositivo de medición de la temperatura se le asigna un dispositivo de evaluación (20) para registrar y convertir los valores medidos.
- 10 15. Dispositivo según la reivindicación 14, **caracterizado porque** el dispositivo de medición de la temperatura (13, 13b) está dispuesto aguas arriba de la instalación de laminado (8, 9) y el dispositivo de evaluación (20) está conectado con un dispositivo calefactor de banda (12) o dispositivo refrigerador de banda a través de líneas de señales para transmitir variables de control para homogeneizar el perfil de temperatura.
- 15 16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 15, **caracterizado porque** en un plano situado transversalmente a la dirección de transporte de la banda metálica se dispone un dispositivo de medición del perfil de grosor de banda (15, 15a) para determinar el perfil de grosor de banda y a este dispositivo de medición del perfil de grosor de banda se le asigna un dispositivo de evaluación (20) para registrar y convertir los valores medidos.
- 20 17. Dispositivo según la reivindicación 16, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (20) está conectado a través de líneas de señales para transmitir variables de control con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (21) para influir sobre el perfil de grosor de banda en las cajas de laminación (11):
- un dispositivo de ajuste de los cilindros de trabajo,
 - un bloque de flexión para flexionar los cilindros de trabajo,
 - un dispositivo de traslación de los cilindros de trabajo,
 - un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros.
- 25 18. Dispositivo según la reivindicación 17, **caracterizado porque** el dispositivo de evaluación (20) está conectado a través de líneas de señales con al menos uno de los siguientes dispositivos de ajuste (21) para influir sobre el perfil de grosor de banda por medio del cilindro de colada (2):
- un dispositivo de ajuste de los cilindros de colada,
 - un dispositivo calefactor/refrigerador para influir térmicamente por zonas sobre la tabla de cilindros de colada,
 - un dispositivo de deformación hidráulicamente accionable sobre el cilindro de colada para aplicar fuerzas de
- 30 deformación de acción radial,
- un dispositivo de purga de gas para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en las tablas de cilindros de colada,
 - un dispositivo de revestimiento para revestir por zonas la tabla de cilindros de colada con un agente de recubrimiento que influya en la transferencia de calor o la densidad de nucleación para influir sobre las razones de
- 35 cortezas solidificadas- solidificación,
- un dispositivo de limpieza para limpiar por zonas la tabla de cilindros de colada para influir por zonas sobre las razones de cortezas solidificadas- solidificación en la tabla de cilindros de colada.
- 40 19. Dispositivo según una de las anteriores reivindicaciones 11 a 18, **caracterizado porque** el dispositivo de colada continua dos rotatoriamente impulsados cilindros de colada (2) y dos placas laterales (3) comprende, que forman en conjunto una cámara de fusión (4) para la recepción de masa fundida de metal y una abertura de colada para formar el formato de sección transversal de una banda metálica fundida.

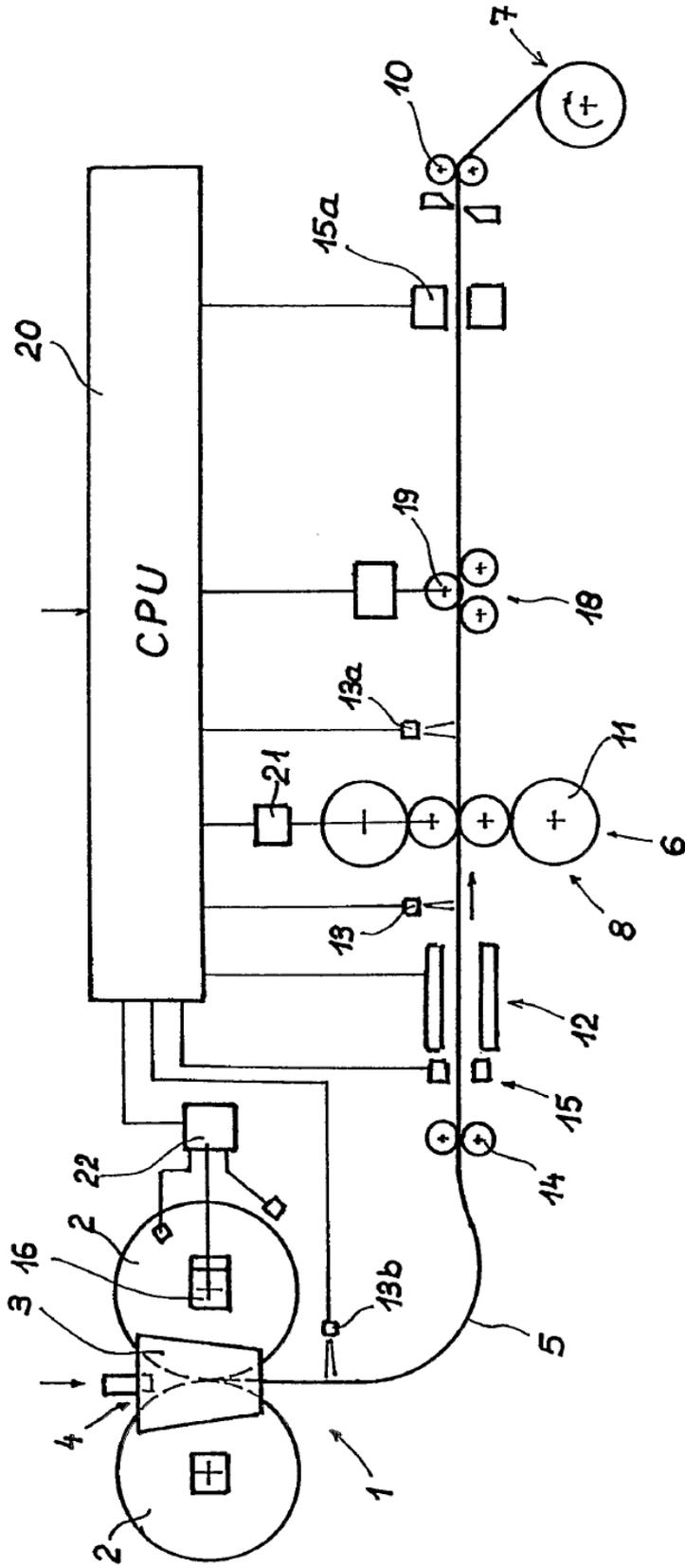


Fig. 1

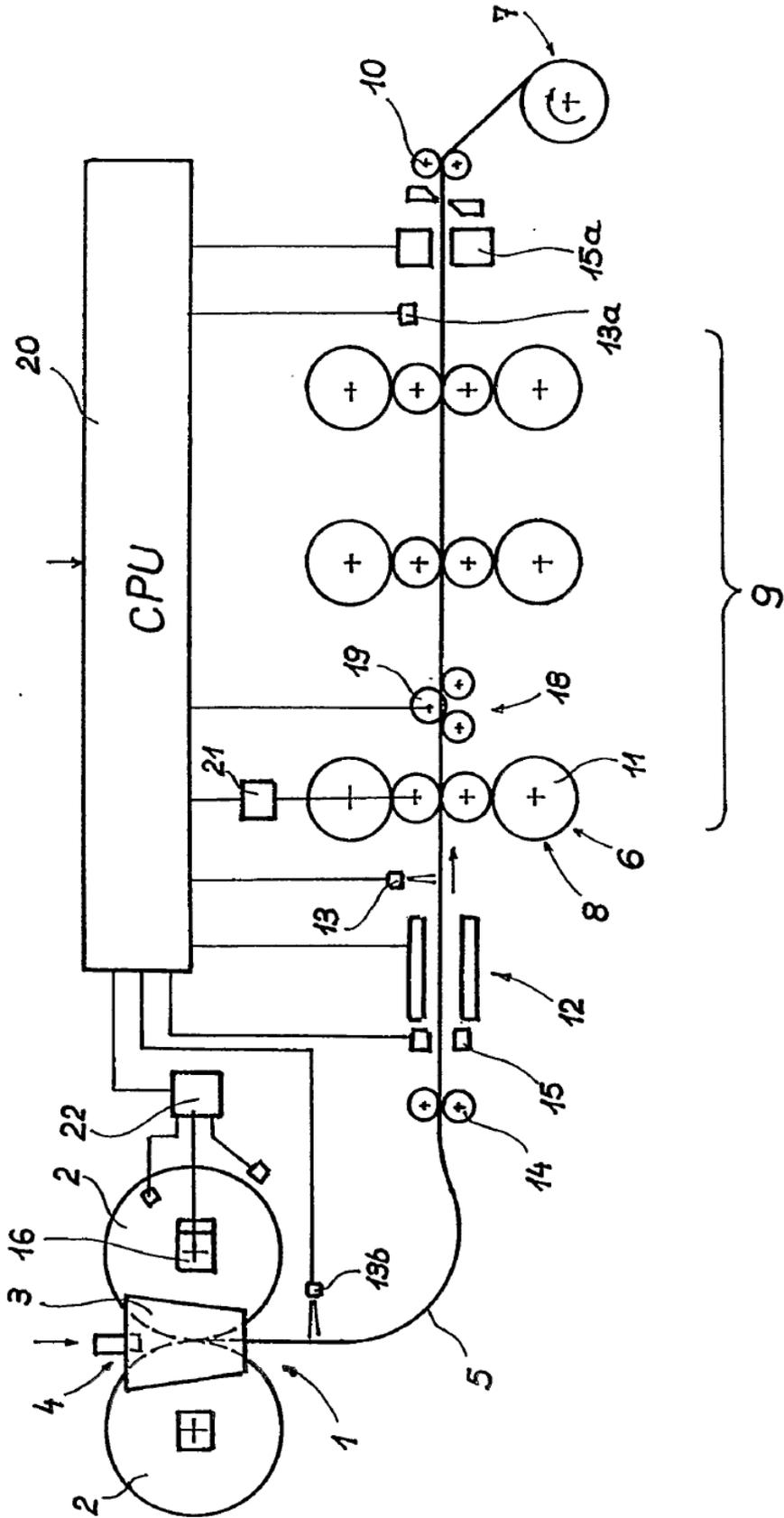


Fig. 2