

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 434 225**

51 Int. Cl.:

**B21D 1/05** (2006.01)

**B21D 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2009 E 09006260 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2013 EP 2119514**

54 Título: **Procedimiento para el enderezamiento de una banda metálica**

30 Prioridad:

**16.05.2008 DE 102008024013**

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

**16.12.2013**

73 Titular/es:

**BWG BERGWERK- UND WALZWERK-  
MASCHINENBAU GMBH (100.0%)  
MERCATORSTRASSE 74-78  
D-47051 DUISBURG, DE**

72 Inventor/es:

**NOÉ, ANDREAS, DIPL., -ING.**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 434 225 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 para el enderezamiento de una banda metálica

5 La invención se refiere a un procedimiento para el enderezamiento de una banda metálica, en particular de una banda metálica fina con un espesor de hasta 1 mm, en el que en la banda metálica se genera entre un conjunto de rodillos de frenado y un conjunto de rodillos de tracción una tensión de tracción de al menos 70 % del límite de estiramiento, y en el que la banda es enderezada entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción en un grupo de rodillos de enderezamiento con varios rodillos de enderezamiento. – Banda metálica significa en el marco de la invención una banda metálica fina con un espesor de 0,02 mm a 1,0 mm, con preferencia de 0,05 mm a 0,5 mm.

10 La finalidad del enderezamiento de una banda metálica es la fabricación de una banda lo más plana posible. En este caso en la práctica se distinguir, en principio, entre diferentes tipos de irregularidades de la banda. Además de las ondulaciones de la banda y de los acuchillados de la banda, que son atribuibles a diferencias de la longitud sobre la anchura de la banda, se producen con frecuencia curvaturas de la banda, distinguiéndose entre curvaturas longitudinales (Coilset) y curvaturas transversales (Crossbow). En enderezamiento de las bandas se realiza con frecuencia empleando tracción de la banda, por ejemplo estiramiento de tracción o enderezamiento por flexión y estiramiento.

15 Así, por ejemplo, se conocen instalaciones de estiramiento por tracción, en las que entre un conjunto de rodillos de frenado y un conjunto de rodillos de tracción se genera una tracción alta de la banda, de manera que finalmente se alcanza la tracción de estiramiento necesaria para el estiramiento deseado. En el transcurso del proceso de estiramiento, el alargamiento plástico de la banda respectiva se obtiene a partir de la reducción del espesor de la banda y de la anchura de la banda. Así, por ejemplo, se conoce un procedimiento para el estiramiento continuo por tracción de bandas finas, especialmente de bandas metálicas de acero, aluminio o similar con un espesor de la banda entre 0,05 y 0,5 mm, después de lo cual se somete la banda en una pareja de rodillos estiramiento por tracción, intercalados entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción, a la tracción de estiramiento necesaria para su estiramiento en la zona plástica. Con la pareja de rodillos de estiramiento por tracción se generan en este caso desde aproximadamente el 5 % hasta el 25 % de la tracción de estiramiento para el estiramiento plástico y con el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción se consigue desde el 75 % hasta el 95 % de la tracción de estiramiento para el estiramiento elástico o bien parcialmente plástico de la banda. El diámetro de los rodillos de estiramiento de tracción es en este caso 1500 veces mayor que el espesor máximo de la banda (ver DE 39 12 676 C2).

20 Con el estiramiento de tracción se pueden generar en la práctica altas planeidades y especialmente se pueden eliminar ondulaciones y acuchillados. Sin embargo, puesto que la banda circula durante el estiramiento por tracción, en general, en la zona plástica sobre el último rodillo tensor, permanecen en la banda durante el estiramiento por tracción con frecuencia curvaturas longitudinales considerables, que corresponden al diámetro de los rodillos tensores menos la suspensión elástica de recuperación. En efecto, existe la posibilidad de eliminar esta curvatura residual longitudinal, por ejemplo, en una zona de tensión de tracción baja a través de un rodillo de corrección ajustable. Sin embargo, para bandas finas el diámetro necesario del rodillo de corrección será muy pequeño, para posibilitar todavía una contra flexión parcialmente plástica. Por lo tanto, con frecuencia es necesario el apoyo de dicho rodillo de enderezamiento de flexión y estiramiento en una caja con rodillos de apoyo contra flexión. En el caso de instalaciones de alta velocidad, tales rodillos tienden a vibraciones y pueden provocar marcas de rateo no deseada sobre la superficie de la banda. Las vibraciones se pueden amortiguar en una medida suficiente a través del empleo de un líquido de pulverización, pero entonces hay que eliminar el líquido de pulverización de nuevo en el transcurso de la limpieza de la banda, lo que va unido con costes elevados de instalaciones y de funcionamiento. Además, debe ajustarse de nuevo la posición del rodillo de corrección para cada combinación de espesor de la banda / material de la banda.

25 De manera alternativa, en la práctica, con frecuencia se planean las bandas en el transcurso del enderezamiento por flexión y estiramiento. En este caso, la banda se dobla alrededor de una pluralidad de rodillos de enderezamiento con diámetro pequeño y se alarga a través de la superposición de flexión y tracción de la banda plásticamente alrededor del grado de estiramiento, de manera que se eliminan (aproximadamente) las ondulaciones.

30 Mientras que en los primeros rodillos de estiramiento se genera esencialmente el grado de estiramiento, los últimos rodillos de enderezamiento sirven principalmente para la corrección de la curvatura. En los primeros rodillos de enderezamiento, en función de la tracción de la banda, el diámetro de los rodillos y el ángulo de arrollamiento, la banda adopta o no el diámetro de los rodillos. Sin embargo, en los últimos rodillos de enderezamiento, no se adoptan los diámetros de los rodillos, puesto que para diferentes bandas deben ajustarse en cada caso radios de curvatura óptimos sobre el ángulo de arrollamiento. Por este motivo, para diferentes bandas se ajustan de forma diferente los últimos rodillos de enderezamiento. De ello resulta en la práctica con frecuencia un gasto elevado de puesta en funcionamiento. Por lo demás, es un inconveniente de nuevo el empleo de diámetros de los rodillos relativamente pequeños. Por lo demás, en virtud de la flexión y de los diámetros pequeños de los rodillos

permanecen en la banda tensiones residuales relativamente altas sobre el espesor de la banda, que pueden ser no deseables en el procesamiento posterior de las bandas. Por lo demás, en el caso de bandas finas, son necesarios una pluralidad de rodillos de enderezamiento, para que se eliminen las curvaturas residuales longitudinales en la medida deseada.

- 5 Se conoce a partir del documento JP 04178203 A un procedimiento para el enderezamiento de bandas metálicas con un grupo de rodillos de enderezamiento.

Se conoce a partir del documento EP 0 790 870 B1 un dispositivo para el enderezamiento de bandas metálicas, en el que entre un conjunto de rodillos de frenado y un conjunto de rodillos de tracción están dispuestos un bastidor de flexión y enderezamiento, una disposición de rodillos de corrección así como una unidad de enderezamiento de muchos rodillos. La unidad de enderezamiento de muchos rodillos presenta una pluralidad de rodillos de trabajo, que están apoyados en rodillos de apoyo. Todos los rodillos de trabajo del bastidor de flexión y de estiramiento, de la disposición de rodillos de corrección y de la unidad de enderezamiento de muchos rodillos se mueven a través de flexión entre la banda y los rodillos, por lo tanto no están accionados. En la unidad de enderezamiento de muchos rodillos, los diámetros de los rodillos de trabajo se pueden incrementar de un rodillo a otro. Sin embargo, los diámetros – como es habitual en el caso de enderezamiento con muchos rodillos o bien del enderezamiento de flexión y estiramiento – son relativamente pequeños. En esta instalación conocida está previsto ajustar la posición de los rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, la profundidad de la inmersión en función de las propiedades de la banda.

Los procedimientos conocidos (por ejemplo, enderezamiento por flexión y estiramiento, por una parte, y estiramiento por tracción, por otra parte) también se pueden combinar. Así, por ejemplo, se conoce un procedimiento para el enderezamiento continuo de bandas metálicas finas que, por una parte, prevé un enderezamiento por tracción y, por otra parte, un enderezamiento por flexión y estiramiento (ver DE 195 09 067 A1).

Se conoce a partir del documento US 6 240 762 B1 un procedimiento para la planificación de una banda metálica en el transcurso del enderezamiento por flexión y estiramiento o estiramiento de tracción, después del cual se conecta un proceso de enderezamiento en una unidad de enderezamiento con rodillos con tracción reducida de la banda.

Por último, el documento EP 1 311 354 B1 describe un procedimiento así como un dispositivo para el enderezamiento por estiramiento de una banda metálica, en el que la banda metálica atraviesa un conjunto de rodillos de frenado y un conjunto de rodillos de tracción y entre los dos conjuntos de rodillos se somete en el transcurso de su estiramiento se somete a una tracción de estiramiento y se somete en otro conjunto de rodillos dispuesto entre el conjunto de rodillos de freno y el conjunto de rodillos de tracción para la elevación del grado de estiramiento a una flexión bajo tracción. Con este otro conjunto de rodillos se genera en este caso la parte principal de la tracción de estiramiento. Los rodillos de tracción del conjunto de rodillos intercalado pueden poseer en este caso un diámetro distinto a los rodillos del conjunto de rodillos de frenado y del conjunto de rodillos de tracción. En este caso, los rodillos de tracción interiores de este conjunto central de rodillos pueden poseer un diámetro menor con respecto a los rodillos del conjunto de rodillos de frenado y del conjunto de rodillos de tracción.

La invención tiene el cometido se crear un procedimiento para el enderezamiento de una banda metálica y especialmente de una banda metálica fina, con el que se pueden generar de una manera económica bandas sin tensión residual de alta planeidad y, además, curvaturas longitudinales más reducidas.

Para la solución de este cometido, la invención enseña un procedimiento para el enderezamiento de una banda metálica según la reivindicación 1.

Las curvaturas longitudinales se corrigen en este caso en el grupo de rodillos de enderezamiento intercalado con preferencia a través de flexión alterna de la banda exclusivamente alrededor de rodillos de enderezamiento de diámetros suficientemente grandes y con arrollamiento suficientemente grande, de manera que la banda adopta la curvatura de los rodillos. Puesto que la banda sigue la curvatura de los rodillos, una variación de la profundidad de inmersión no tiene ninguna influencia sobre el resultado del enderezamiento. Por consiguiente, en el marco de la invención interesa especialmente que la posición de los rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, la profundidad de inmersión de un rodillo de enderezamiento estén predeterminadas fijamente entre dos rodillos de enderezamiento adyacente del grupo de rodillos de enderezamiento y no se modifiquen durante el enderezamiento de una banda y/o durante el enderezamiento de bandas de diferentes espesor.

De manera más sorprendente, con el procedimiento de acuerdo con la invención se pueden generar de una manera económica bandas planas y libres de tensión residual con curvaturas residuales longitudinales mínima. El riesgo de marcas de rateo se evita, sin que sea necesario el empleo de líquidos de pulverización. En este caso es especialmente importante el hecho de que están previstos una pluralidad de rodillos de enderezamiento dentro de un grupo de rodillos de enderezamiento entre el conjunto de rodillos de tracción y el conjunto de rodillos de frenado, presentando estos rodillos de enderezamiento un diámetro relativamente grande y, en concreto, tan grande que la banda sigue la curvatura de los rodillos de enderezamiento con la tracción seleccionada de la banda y, en concreto, sin que sea necesaria una modificación del ajuste de los rodillos en función de espesores de la banda y de las zonas

de resistencia. Con una selección adecuada de los rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, de los rodillos de corrección de la curvatura con diámetros adecuados y especialmente de un escalonamiento adecuado del diámetro se pueden fabricar bandas con curvaturas residuales longitudinales muy reducidas. La selección del número de los rodillos de enderezamiento y su diámetro así como el escalonamiento del diámetro se puede realizar en este caso en función de una tolerancia predeterminada de las curvaturas longitudinales de por ejemplo  $k = 1/R = \pm 0,001$ . El número necesario de los rodillos de enderezamiento y el escalonamiento óptimo de los diámetros de los rodillos que se incrementan con preferencia de forma sucesiva se ajustan al espesor mínimo de la banda con límite mínimo de la banda. El grupo de rodillos de estiramiento presenta en este caso, por ejemplo, tres rodillos de enderezamiento, con preferencia al menos cuatro rodillos de enderezamiento, de manera especialmente preferida cinco o más rodillos de enderezamiento, de manera que el diámetro dentro de un grupo de rodillos de enderezamiento de este tipo se incrementa de un rodillo a otro. Esto conduce a que la curvatura de la banda se reduzca de un rodillo a otro, de manera que las curvaturas longitudinales se reducen sucesivamente. Todos los rodillos de enderezamiento presentan de acuerdo con la invención un diámetro, que es al menos 500 veces, por ejemplo al menos 1000 veces el espesor de la banda a enderezar y con preferencia también del espesor máximo de una banda a enderezar en una instalación de este tipo. La tensión de tracción entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción se ajusta de acuerdo con la invención al menos al 75 %, de manera especialmente preferida al menos al 85 % del límite de estiramiento. En este caso, puede ser conveniente ajustar la tensión de tracción a un valor de 90 % del límite de estiramiento o más. La tensión de tracción puede estar en este caso por debajo del límite de estiramiento, pero también en el intervalo del límite de estiramiento o por encima del límite de estiramiento. El límite de estiramiento significa en el marco de la invención el límite de estiramiento o bien el límite de dilatación plástica  $R_{p0,2}$ , es decir, la tensión en el ensayo de tracción puro, en la que la dilatación plástica es 0,2 %. Por consiguiente, está en el marco de la invención que entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción se lleva a cabo un enderezamiento de la banda a través de dilatación plástica, por ejemplo a través de estiramiento por tracción y/o flexión de estiramiento, siendo realizada la corrección de la curvatura, sin embargo, a través de flexión alterna alrededor de los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento.

El diámetro de los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento se incrementa de un rodillo a otro con preferencia en un factor de 1,05 a 1,5, de manera especialmente preferida en torno a un factor de 1,15 a 1,3. En este caso, dentro de un grupo de rodillos de enderezamiento se puede trabajar con un factor fijo o también con un factor variable.

Frente al enderezamiento por tracción convencional, se crean siempre bandas con curvaturas longitudinales esencialmente más reducidas. Las tensiones residuales resultantes sobre el espesor de la banda están claramente por debajo de las tensiones residuales, que se pueden alcanzar con el enderezamiento de flexión de estiramiento.

El número de los rodillos de enderezamiento o bien de los rodillos de corrección de la curvatura y su escalonamiento del diámetro se calcula de manera especialmente preferida de acuerdo con un modelo matemático, que tiene en cuenta como parámetros de entrada el espesor de la banda o bien el intervalo de espesores de la banda, el módulo de elasticidad, el índice de contracción transversal, las curvas de dilatación y la tensión, el grado de estiramiento necesario para la eliminación de la ondulación, las oscilaciones previsibles de la tracción de la banda o bien del grado de estiramiento, las oscilaciones previsibles de la resistencia (dentro de un producto), las oscilaciones previsibles de los espesores de la banda (dentro de un producto) y/o el valor de la curvatura residual longitudinal máxima admisible. El modelo matemático calcula entonces para diferentes bandas, partiendo desde una configuración de los rodillos las tensiones necesarias de la tracción de la banda y las curvaturas residuales longitudinales resultantes. En este caso, el número necesario de rodillos de corrección de la curvatura y el escalonamiento óptimo de los diámetros de los rodillos se ajustan al espesor mínimo de la banda, en el que una curvatura residual longitudinal determinada debe estar todavía dentro de la tolerancia. Ahora tiene una importancia especial el hecho de que tal cálculo se puede realizar en virtud de un modelo matemático para determinadas zonas y de que a continuación en el transcurso de la puesta en funcionamiento y especialmente también en el transcurso del funcionamiento no es necesaria ya ninguna variación de los parámetros y especialmente ninguna variación de la profundidad de inmersión de los rodillos de enderezamiento. En su lugar, la invención propone que la posición de los rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, la profundidad de inmersión de los rodillos de enderezamiento entre dos rodillos de enderezamiento adyacentes dentro del grupo de rodillos de enderezamiento están predeterminadas fijamente en la instalación y no se modifican especialmente durante el enderezamiento, pero tampoco durante el cambio del material de la banda y/o del espesor de la banda. A través de la adaptación adecuada de los diámetros de los rodillos relativamente grandes, donde la banda metálica adopta la curvatura de estos rodillos, con una única configuración montada fija se pueden enderezar bandas sobre un intervalo determinado de espesores y, por consiguiente, también bandas de diferente espesor con resultados excelentes. Aunque la posición de los rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, la profundidad de inmersión están predeterminadas fijamente y, por lo tanto, se trabaja con una configuración montada fijamente, esto no excluye en el marco de la invención que, de acuerdo con la técnica de instalaciones, se prevé la posibilidad de "abrir" el grupo de rodillos de enderezamiento y, por consiguiente, separar los rodillos y poder conducir (temporalmente) la banda sin flexión a través del grupo de rodillos de enderezamiento, por ejemplo cuando se conduce a través de un punto de unión entre un comienzo de la banda y un extremo de la banda (por ejemplo, una costura de soldadura) a través de la instalación. A continuación se llevan

todos los rodillos de enderezamiento entonces de nuevo a la configuración predeterminada fijamente o bien montada fijamente, en la que entonces se elaboran las bandas sobre el intervalo deseado de espesores sin más adaptación.

5 Está en el marco de la invención que entre el conjunto de rodillos de freno y el conjunto de rodillos de tracción solamente está previsto un único grupo de rodillos de enderezamiento, en el que el diámetro se incrementa de un rodillo a otro, de manera que, por consiguiente, todos los rodillos del grupo de rodillos de enderezamiento presentan un diámetro diferente. Además, está en el marco de una forma de realización de acuerdo con la invención que  
10 delante o a continuación del grupo de rodillos de enderezamiento estén dispuestos uno u otros varios rodillos de enderezamiento adicionales. Así, por ejemplo, puede ser conveniente que delante del grupo de rodillos de enderezamiento se conecten uno o varios rodillos de enderezamiento adicionales, siendo el diámetro de estos rodillos de enderezamiento antepuestos con preferencia menor que el diámetro del primer rodillo de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento. De acuerdo con la invención, sin embargo, en estos rodillos de enderezamiento adicionales se selecciona un diámetro que corresponde al menos a 500 veces (mínimo) el espesor de la banda. Estos rodillos de enderezamiento antepuestos están dispuestos de la misma manera entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción. No obstante, la invención comprende también formas de  
15 realización preferidas, en las que se lleva a cabo un tratamiento de la banda en varias zonas de tratamiento, por ejemplo varias zonas de estiramiento por tracción, estando conectados, por lo tanto, unos detrás de los otros varios conjuntos de rodillos tensores bajo la formación de varias zonas de tratamiento, por ejemplo zonas de estiramiento por tracción. El grupo de rodillos de enderezamiento de acuerdo con la invención para la fijación de curvaturas longitudinales está dispuesto siempre en la última zona de tratamiento, por ejemplo en la última zona de estiramiento por tracción. Una vez realizada la corrección de la curvatura a través de los rodillos de enderezamiento no se lleva a cabo entonces, por lo tanto, ya ninguna deformación plástica, de manera que se mantiene el resultado final de la banda enderezada y, además, de la banda libre de curvatura longitudinal.

25 Está en el marco de la invención que todos los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento no son accionados. No obstante, la invención comprende también formas de realización, en las que uno, varios o todos los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento son accionados. Tal posibilidad se ofrece, por ejemplo, cuando se emplean rodillos (muy) grandes con momentos de inercia grandes. A través del accionamiento de uno o varios rodillos de enderezamiento se puede evitar entonces especialmente un resbalamiento durante el arranque de la instalación.

30 El procedimiento de acuerdo con la invención se puede realizar con una instalación para el enderezamiento de una banda metálica, especialmente de una banda metálica fina con un espesor  $\leq 1$  mm. Una instalación de este tipo presenta al menos un conjunto de rodillos de frenado y un conjunto de rodillos de tracción para la formación de la tensión de tracción deseada así como al menos un grupo de rodillos de enderezamiento dispuesto entre el conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción con varios rodillos de enderezamiento. El diámetro de los rodillos de enderezamiento dentro del grupo de rodillos de enderezamiento se incrementa en la dirección de avance de la banda de un rodillo a otro. En este caso, un grupo de rodillos de enderezamiento de este tipo presenta al  
35 menos cuatro rodillos, con preferencia al menos cinco rodillos. El diámetro de los rodillos de enderezamiento es al menos 500 veces el espesor (mínimo) de la banda y con preferencia al menos 1000 veces el espesor (mínimo) de la banda. El diámetro del grupo de rodillos de enderezamiento se incrementa de un rodillo a otro en un factor de 1,05 a 1,5, con preferencia de 1,15 a 1,3. Los rodillos de enderezamiento en el grupo de rodillos de enderezamiento tienen un diámetro de 100 mm a 2000 mm, por ejemplo de 200 mm a 1600 mm, con preferencia de 300 mm a 1500 mm.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un dibujo que representa solamente un ejemplo de realización. En este caso:

La figura 1 muestra una instalación para el enderezamiento de una banda metálica con un procedimiento de acuerdo con la invención.

45 La figura 2 muestra una forma de realización modificada del objeto de acuerdo con la figura 1, y

La figura 3 muestra de forma fragmentaria otra forma de realización de la invención.

En las figuras se representa una instalación para el enderezamiento de una banda metálica, en particular de una banda metálica fina 1 con un espesor de  $d \leq 1$  mm. Una instalación de este tipo presenta en su estructura básica un conjunto de rodillos de frenado 2 y un conjunto de rodillos de tracción 3. En el ejemplo de realización, el conjunto de  
50 rodillos de frenado 2 solamente presenta una pareja de rodillos y, por lo tanto, dos rodillos de frenado 2.1 y 2.2, mientras que el conjunto de rodillos de frenado 3 presenta de la misma manera sólo una pareja de rodillos y, por lo tanto, dos rodillos de tracción 3.1 y 3.2. La invención comprende evidentemente también formas de realización con conjuntos de rodillos tensores con más rodillos, por ejemplo, respectivamente, cuatro rodillos o seis rodillos. Con la ayuda de estos conjuntos de rodillos tensores (conjunto de rodillos de frenado 2 y conjunto de rodillos de tracción 3) se genera en la banda metálica 1 una tracción de la banda o bien una tensión de tracción, que es al menos el 75 %  
55 del límite de estiramiento, con preferencia al menos el 90 % del límite de estiramiento. Entre el conjunto de rodillos de frenado 2 y el conjunto de rodillos de tracción 3 está dispuesto ahora en el marco de la invención un conjunto de

5 rodillos de enderezamiento 4 con una pluralidad de rodillos de enderezamiento 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 y 4.7. En este grupo de rodillos de enderezamiento 4 se eliminan a través de flexión alterna las curvaturas longitudinales de la banda. El diámetro D1 – D7 de los rodillos de este grupo de rodillos de enderezamiento 4 es en este caso relativamente grande y en concreto tan grande que la banda 1 sigue guante la tracción seleccionada de la banda la curvatura de todos estos rodillos de enderezamiento dentro del grupo de rodillos de enderezamiento 4. En este caso, en la figura 1 se puede reconocer que el diámetro D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7 de los rodillos de enderezamiento 4.1 a 4.7 del grupo de rodillos de enderezamiento 4 se incrementa en la dirección de avance de la banda R de un rodillo a otro y de esta manera se incrementa. En el ejemplo de realización, el grupo de rodillos de enderezamiento 4 presenta siete rodillos de enderezamiento, de manera que el diámetro de los rodillos D1 a D7 se incrementa de un rodillo a otro en un factor de aproximadamente 1,25. La posición de los rodillos de enderezamiento 4.1 a 4.7 está predeterminada fijamente en este caso dentro de la instalación. Un ajuste de la posición o bien de la profundidad de inmersión no está previsto en el marco de la invención. En su lugar, a través de un único diseño de los parámetros se consigue un enderezamiento perfecto y en el caso de curvaturas longitudinales residuales pequeñas para diferentes espesores de la banda sin que sea necesario un ajuste de la profundidad de inmersión de los rodillos individuales.

20 Mientras que la figura 1 muestra una primera forma de realización, en la que entre el conjunto de rodillos de frenado 2 y el conjunto de rodillos de tracción 3 solamente está dispuesto el grupo de rodillos de enderezamiento 4, la figura 2 muestra una forma de realización modificada, en la que delante del grupo de rodillos de enderezamiento 4 con los rodillos de enderezamiento 4.1 a 4.6 están dispuestos otros rodillos adicionales 5.1, 5.2 y 5.3. El diámetro D' de estos rodillos adicionales 5.1 a 5.3 corresponde al diámetro D1 del primer rodillo de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento 4.

25 La figura 3 muestra una forma de realización, en la que delante de los rodillos de enderezamiento 4.1 a 4.7 del grupo de rodillos de enderezamiento 4 están dispuestos otros cuatro rodillos de enderezamiento adicionales 5.1 a 5.4. Estos rodillos de enderezamiento adicionales 5.1 a 5.4 presentan un diámetro D' relativamente pequeño y forman, por decirlo así, rodillos de flexión de estiramiento. Por este motivo, cada uno de estos rodillos de enderezamiento 5.1 a 5.4 está apoyado por rodillos de apoyo 6. En esta forma de realización, delante del grupo de rodillos de enderezamiento de acuerdo con la invención está dispuesto, por lo tanto, un grupo de rodillos de flexión de estiramiento 5.1 a 5.4. El conjunto de rodillos de frenado y el conjunto de rodillos de tracción no se representa en la figura 3.

30 Los ángulos de arrollamiento pueden ajustarse en la práctica, dado el caso (esencialmente mayores que se indica en las figuras. También son concebibles ángulos de arrollamiento de hasta 180° o también mayores. A este respecto, el primer rodillo 3.1 del conjunto de rodillos de tracción 3 puede ser (al mismo tiempo) componente del grupo de rodillos de enderezamiento 4 y, por lo tanto, puede colaborar de la misma manera en la deformación plástica de la banda a través de flexión.

35

40

45

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para el enderezamiento de una banda metálica (1), en particular de una banda metálica fina con un espesor  $\leq 1$  mm, en el que entre el conjunto de rodillos de frenado (2) y el conjunto de rodillos de tracción (3) en al menos un grupo de rodillos de enderezamiento (4) con al menos cuatro rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) se corrigen curvaturas longitudinales a través de flexión, en el que el diámetro de los rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) es tan grande que la banda sigue, a la tracción seleccionada de la banda, la curvatura de los rodillos de enderezamiento, y en el que la posición de los rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) y, por lo tanto, la profundidad de inmersión de un rodillo de enderezamiento entre dos rodillos de enderezamiento adyacentes del grupo de rodillos de enderezamiento (4) está predeterminada fijamente, y no se modifica durante el enderezamiento de una banda y
- 10 durante el enderezamiento de bandas de diferentes espesor, caracterizado porque en la banda metálica (1) entre un conjunto de rodillos de frenado (2) y un conjunto de rodillos de tracción (3) se genera una tensión de tracción de al menos 75 % del límite de estiramiento y la banda metálica (1) es enderezada, por ejemplo, por medio de nivelación de la tensión y/o estiramiento de la banda, en el que el diámetro de los rodillos de estiramiento (4.1 a 4.7) dentro del grupo de rodillos de enderezamiento (4) se incrementa de un rodillo a otro en la dirección de transporte de la banda,
- 15 en el que el diámetro de los rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) es al menos 500 veces el espesor de la banda a enderezar, en el que los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento presentan un diámetro de 100 a 2000 mm.
- 20 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el grupo de rodillos de enderezamiento (4) presenta al menos cinco rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) con diámetros que se incrementan de un rodillo a otro.
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el diámetro de los rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) es al menos 1000 veces el espesor de la banda a enderezar.
- 25 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la tensión de tracción es al menos 85 %, por ejemplo al menos 90 % del límite de estiramiento.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el diámetro de los rodillos de enderezamiento (4.1 a 4.7) se incrementa de un rodillo a otro en un factor de 1,05 a 1,5, con preferencia en un factor de 1,15 a 1,3.
- 30 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el número de los rodillos de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento y su escalonamiento del diámetro se calculan de acuerdo con un modelo matemático, que tiene en cuenta como parámetros de entrada el espesor de la banda o bien el intervalo de espesores de la banda, el módulo de elasticidad, el índice de contracción transversal, las curvas de dilatación y de tensión, el grado de estiramiento necesario para la eliminación de la ondulación, las oscilaciones previsibles de la tracción de la banda o bien del grado de estiramiento, las oscilaciones previsibles de la resistencia,
- 35 las oscilaciones previsibles de los espesores de la banda y/o el valor de la curvatura residual longitudinal máxima admisible.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el espesor de la banda a enderezar es de 0,02 mm a 1,0 mm, por ejemplo de 0,05 mm a 0,5 mm.
- 40 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque delante y/o detrás del grupo de rodillos de enderezamiento (4) están dispuestos uno u otros varios rodillos de enderezamiento adicionales (5.1, 5.2, 5.3), en el que el diámetro de los rodillos de enderezamiento adicionales (5.1, 5.2, 5.3) es con preferencia menos o igual al diámetro del primer rodillo de enderezamiento del grupo de rodillos de enderezamiento (4).
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la banda es enderezada en varias zonas de tratamiento de la banda, por ejemplo en una o varias zonas de enderezamiento por tracción y/o en una o varias zonas de enderezamiento por flexión y estiramiento, caracterizado porque el grupo de rodillos de enderezamiento (4) está dispuesto en la última zona de tratamiento de la banda, por ejemplo en la última zona de enderezamiento por tracción o forma la última zona de tratamiento de la banda.
- 45

Fig.1

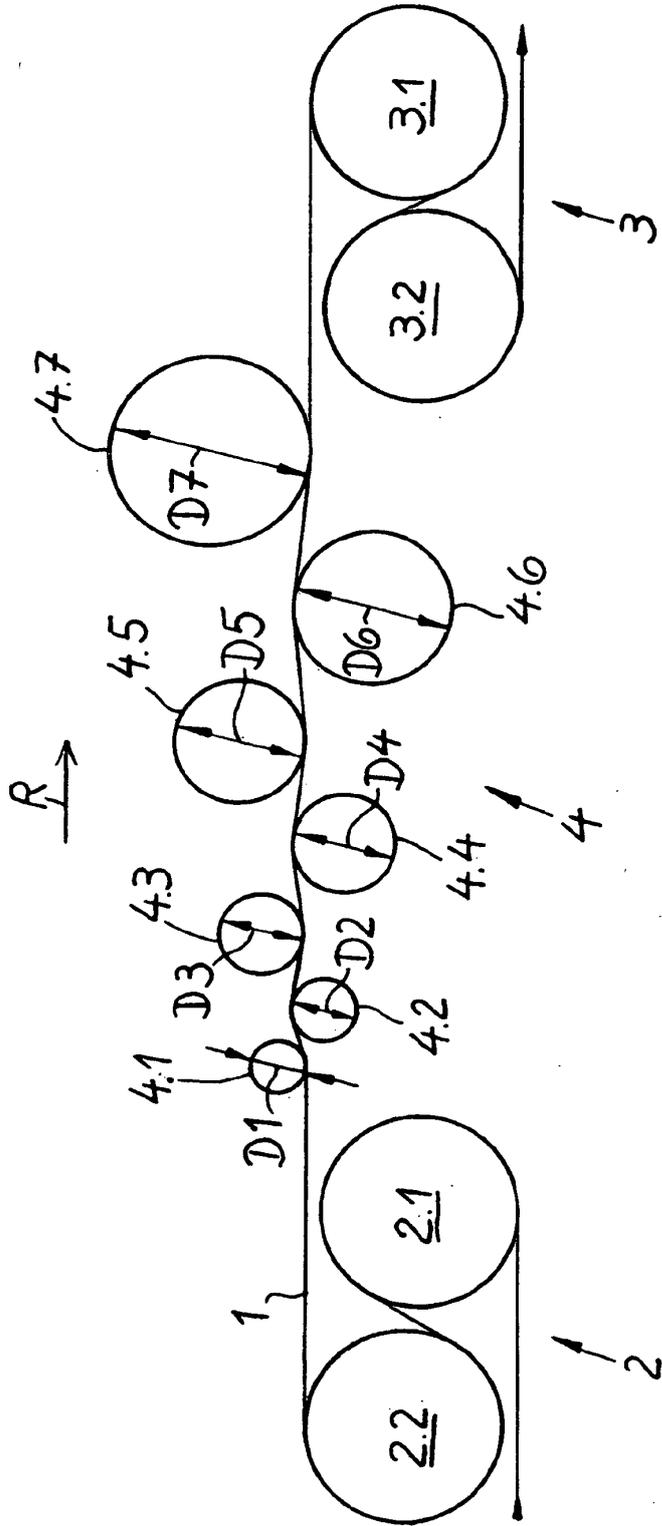


Fig. 2

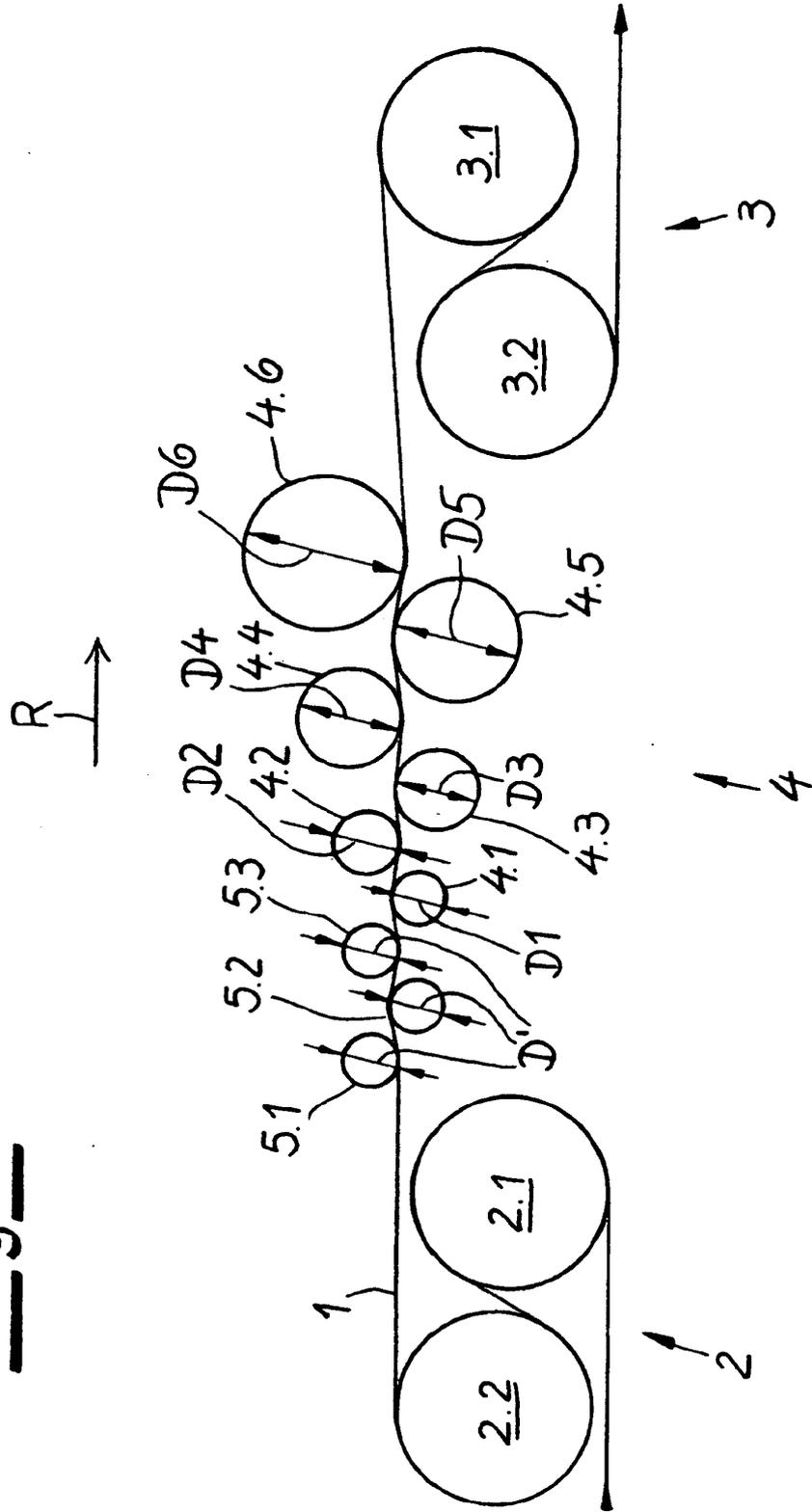


Fig. 3

