

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 956**

51 Int. Cl.:

**B21B 37/44** (2006.01)  
**C21D 11/00** (2006.01)  
**C21D 9/46** (2006.01)  
**C22F 1/04** (2006.01)  
**C21D 1/34** (2006.01)  
**C21D 1/667** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2016 PCT/EP2016/067933**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.02.2017 WO17017150**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2016 E 16751521 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3328566**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para variar la temperatura de bandas de metal de manera adaptativa con respecto a la planicidad**

30 Prioridad:

**28.07.2015 DE 102015112293**

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

**09.03.2020**

73 Titular/es:

**HYDRO ALUMINIUM ROLLED PRODUCTS GMBH  
(100.0%)  
Aluminiumstrasse 1  
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**KARHAUSEN, KAI-FRIEDRICH y  
ARETZ, HOLGER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 746 956 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 dispositivo para variar la temperatura de bandas de metal de manera adaptativa con respecto a la planicidad

5 La invención se refiere a un dispositivo para variar la temperatura de una banda de metal, en particular una banda de metal de aluminio o de una aleación de aluminio, con medios para variar la temperatura de la banda de metal mediante calentamiento o enfriamiento, en el que la banda de metal se mueve en dirección de banda con respecto a los medios para variar la temperatura de la banda de metal mediante la utilización de medios para transportar la banda de metal. La invención se refiere también a una utilización de un dispositivo según la invención para el mecanizado continuo de bandas de metal, en particular bandas de aluminio o de una aleación de aluminio. La invención se refiere también a un procedimiento para variar continuamente la temperatura de una banda de metal, con preferencia una banda de aluminio o de una aleación de aluminio, de un dispositivo según la invención.

15 Las bandas de metal, por ejemplo, las bandas de acero, pero también las bandas de aluminio o de una aleación de aluminio se someten usualmente a tratamientos térmicos con el fin de proporcionar propiedades específicas de la banda de metal. A tal efecto, las bandas de acero, pero también las bandas de aleación de aluminio se calientan y/o se enfrían muy rápidamente mediante la utilización de medios reguladores de temperatura. No obstante, los intervalos de temperatura, en los que se calientan las bandas de acero y las bandas de aleación de aluminio durante los tratamientos térmicos, se diferencian claramente. El calentamiento de las bandas de acero para conseguir una recristalización tiene lugar en el intervalo de 950 °C y más, mientras que las bandas de aleación de aluminio se recristalizan a temperaturas de 300 °C. Sin embargo, en algunas aleaciones de aluminio se han de disolver elementos de aleación, por ejemplo, para el endurecimiento posterior por precipitación, debiéndose alcanzar temperaturas de 580 °C. Para poder mantener a continuación los elementos de aleación en un estado sobresaturado en la matriz es necesaria una reducción brusca de esta temperatura.

A menudo se necesitan también altas tasas de calentamiento y enfriamiento por otras razones metalúrgicas (por ejemplo, para afinar el grano). Debido a la necesidad de altas velocidades de calentamiento o enfriamiento, este tipo de tratamientos térmicos no se puede ejecutar en la bobina, sino que debe tener lugar en la banda continua en los llamados hornos de paso continuo y tramos de enfriamiento. El calentamiento o el enfriamiento rápido causa tensiones térmicas que provocan, en particular en bandas delgadas, deformaciones que pueden impedir tanto durante el proceso en marcha un paso estable de la banda como provocar en el producto terminado defectos de planicidad.

35 El objetivo de un tratamiento térmico en la banda continua es variar de manera homogénea en un período corto de tiempo el nivel de la temperatura en toda la anchura de banda para modificar homogéneamente de la manera deseada las propiedades en toda la anchura de banda. Sin embargo, en caso de una variación uniforme de la temperatura, que se produce linealmente en transversal a la banda, se generan siempre tensiones transversales inducidas por el calor, que son la causa de deformaciones. Esto se debe a que las fibras de banda cercanas al centro están limitadas bajo una carga térmica por las fibras contiguas en el flujo transversal, mientras que los cantos de banda se pueden expandir o contraer libremente.

45 Del estado de la técnica son conocidos dispositivos para variar la temperatura de la banda de metal con medios para el enfriamiento de la banda de metal y medios para el transporte de la banda de metal respecto a los medios para variar la temperatura tanto para el enfriamiento de bandas de metal de acero como para el enfriamiento de bandas de aluminio, que permiten, por ejemplo, el enfriamiento continuo de una banda de metal. Tal procedimiento, en el que se realiza tanto una medición de la temperatura como una medición de la planicidad en una banda de acero gruesa, se da a conocer en la solicitud de patente europea EP16346571. La solicitud de patente internacional WO2009/024644A1 se refiere también a un procedimiento y un dispositivo para controlar la planicidad de bandas de acero que presenta medios reguladores de temperatura dispuestos a distancias fijas y controlables individualmente para producir un enfriamiento específico de la banda de acero. La solicitud de patente estadounidense US2014/0250963A1 da a conocer una disposición fija de los medios de enfriamiento para enfriar una banda de metal fabricada a partir de una aleación de aluminio. Del documento DE3515459A1 es conocido un dispositivo para regular la planicidad de material laminado en forma de banda con elementos calefactores, dispuestos en transversal a la dirección de paso de la banda, para el calentamiento breve por zonas. A pesar del control de las potencias frigoríficas de los medios reguladores de temperatura individuales en dependencia de la planicidad de la banda de metal después del enfriamiento o en dependencia de las mediciones de la temperatura de la banda de metal después del enfriamiento, se pueden mejorar los conceptos existentes para la variación de temperatura de una banda de metal, o sea, los conceptos para el calentamiento de bandas de metal para el tratamiento térmico como los conceptos para el enfriamiento de bandas de metal después de un tratamiento térmico, porque sigue habiendo problemas con defectos de planicidad en la producción.

65 Por tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo para variar la temperatura de bandas de metal que posibilite un control mejorado del proceso y una mayor precisión respecto a la planicidad de la banda de metal tratada, en particular en caso de variaciones de la temperatura de bandas de aluminio. Además, se debe proponer una utilización preferida del dispositivo según la invención, así como un procedimiento para variar la temperatura de

una banda de metal mediante la utilización del dispositivo según la invención.

El objetivo planteado se consigue según una primera instrucción de la presente invención de acuerdo con la reivindicación 1.

5 Se ha comprobado que en particular en caso de una variación de temperatura de bandas de aluminio o bandas de una aleación de aluminio es posible un calentamiento o un enfriamiento óptimo de bandas de metal mediante una variación, adaptativa respecto a la planicidad, de la posición de medios reguladores de temperatura individuales que calientan o enfrían por zonas la banda de metal para poder minimizar las tensiones generadas en la banda de metal  
10 debido a la variación de la temperatura durante el calentamiento o el enfriamiento. De este modo se puede aplicar en la banda de metal un perfil de temperatura particularmente preciso durante el transporte de la banda de metal respecto a los medios para variar la temperatura de la banda de metal.

15 Como se mencionó arriba, los medios reguladores de temperatura individuales pueden subir o bajar solo por zonas la temperatura de la banda de metal. Mediante una variación por traslación y/o rotación de la posición de los medios reguladores de temperatura, las zonas, cuya temperatura se varía con el medio regulador de temperatura, se pueden desplazar relativamente entre sí de manera muy precisa sobre la banda de metal. Como resultado de lo anterior, las zonas de la banda de metal a enfriar y calentar se pueden ajustar exactamente para evitar tensiones en la banda de metal. A diferencia de una disposición rígida de medios reguladores de temperatura, conocida de los  
20 documentos del estado de la técnica, se puede crear así un perfil de variación de temperatura claramente más preciso en la banda de metal. El resultado es una planicidad claramente mejorada de la banda de metal tanto durante el calentamiento de las bandas de metal como durante el enfriamiento de una banda de metal sometida a un tratamiento térmico. Con las medidas explicadas antes se puede tener en cuenta en particular en el caso de bandas de aleación de aluminio el hecho de que al producirse grandes variaciones de temperatura, en particular un  
25 calentamiento por encima de 250 °C, tienen lugar procesos fuertes de ablandamiento en zonas de la banda de metal muy calentadas que provocan deformaciones plásticas de la banda de aleación de aluminio. Durante el enfriamiento, tales deformaciones plásticas generan defectos de planicidad que se pueden eliminar eficazmente con el dispositivo según la invención.

30 Según la invención, al menos un medio regulador de temperatura se puede posicionar individualmente de manera variable por traslación en dirección longitudinal de la banda de metal, en dirección transversal de la banda de metal y/o a distancia de la banda de metal. En otras palabras, al menos un medio regulador de temperatura, preferentemente una pluralidad de medios reguladores de temperatura, puede experimentar una variación de la posición por traslación para mejorar la planicidad de la banda de metal durante el calentamiento de la banda de  
35 metal o durante el enfriamiento de la banda de metal.

Los medios reguladores de temperatura están dispuestos preferentemente en uno o ambos lados de la banda de metal. Una disposición unilateral requiere menos esfuerzo para la instalación y la regulación de las posiciones de los  
40 medios reguladores de temperatura individuales. Una disposición bilateral permite también variaciones rápidas de la temperatura en espesores de banda de metal mayores y la generación de grandes gradientes de temperatura.

Según una configuración, al menos un medio regulador de temperatura, con preferencia también una pluralidad de  
45 medios reguladores de temperatura, está dispuesto individualmente de manera giratoria alrededor del eje de giro, de modo que el medio regulador de temperatura se puede posicionar de manera variable por rotación en su ángulo respecto a la superficie de la banda de metal. La variación del ángulo del medio regulador de temperatura respecto a la superficie de la banda de metal permite no solo desplazar la posición de la zona activa de un medio regulador de temperatura individual, sino también variar el perfil de transferencia de calor o frío en la banda de metal de cada medio regulador de temperatura individual. A tal efecto, los medios reguladores de temperatura se giran preferentemente alrededor de un eje de giro que discurre en paralelo a la dirección transversal de la superficie de la  
50 banda. Esta rotación proporciona una posición, variable en dirección de la banda, de la zona activa de un medio regulador de temperatura individual.

Un ajuste particularmente flexible de un gradiente de temperatura sobre la superficie de la banda de metal se puede conseguir según otra configuración del dispositivo al poderse posicionar al menos un medio regulador de  
55 temperatura o una pluralidad de medios reguladores de temperatura de manera variable respecto a todos los grados de libertad de traslación y rotación.

Según otra configuración, los medios reguladores de temperatura individuales se pueden ajustar preferentemente por separado respecto a su potencia frigorífica o calorífica. El ajuste independiente de la potencia calorífica o  
60 frigorífica de un medio regulador de temperatura individual se puede utilizar para conseguir una planicidad muy buena de la banda de metal como grado de libertad adicional a la variación de la posición del medio regulador de temperatura tanto al calentarse la banda de metal durante el tratamiento térmico como al enfriarse la banda de metal después del tratamiento térmico.

65 En otra configuración del dispositivo según la invención están previstos al respecto medios para la medición de planicidad de la banda de metal, así como al menos una unidad de control que controla o regula la posición

geométrica, la orientación geométrica y/o la potencia frigorífica o calorífica de al menos un medio regulador de temperatura, preferentemente de una pluralidad de medios reguladores de temperatura, en dependencia de la planicidad determinada de la banda de metal. Durante el control se predefine fijamente, con preferencia según un perfil predefinido, la posición, la orientación y/o la potencia calorífica o frigorífica de los medios reguladores de temperatura individuales. Una regulación permite también una realimentación de los valores de planicidad medidos para una nueva variación de la posición, la orientación y/o la potencia calorífica o frigorífica de los medios reguladores de temperatura individuales o de una pluralidad de medios reguladores de temperatura.

Según otra configuración se pueden utilizar como medios reguladores de temperatura aquellos medios reguladores de temperatura que transfieren calor a la banda de metal o extraen calor de la banda de metal por radiación, conducción, convección y/o inducción. Los radiadores térmicos son, por ejemplo, medios reguladores de temperatura por radiación convencionales. Su radiación de calor electromagnética se absorbe en la banda de metal. En el caso de los medios reguladores de temperatura por conducción se utilizan medios sobre la banda de metal, que calientan o enfrían directamente la banda de metal. Los medios reguladores de temperatura por convección pueden calentar, por ejemplo, las bandas de metal mediante ventiladores de aire caliente, o sea, mediante la utilización de gases calientes. Los medios reguladores de temperatura por inducción pueden calentar asimismo las bandas de metal al generar los medios reguladores de temperatura corrientes turbulentas en la banda de metal.

Por último, de acuerdo con otra configuración del dispositivo según la invención, los medios reguladores de temperatura presentan una posición arqueada respecto a la dirección transversal de la banda de metal, estando dispuestos los medios reguladores de temperatura, situados en la zona del centro de la banda de metal, delante o detrás respecto a la dirección de marcha de la banda. Con los medios reguladores de temperatura dispuestos delante o detrás respecto a la dirección de marcha de la banda de metal, dicha banda de metal se calienta o se enfría más temprano o más tarde, por ejemplo, en la zona central que en la zona del borde. En la dirección de anchura de la banda se puede suministrar a cada fibra la misma cantidad de energía, de modo que se consigue un nivel de temperatura uniforme. Este suministro de energía se realiza en la anchura de manera retardada en el tiempo, de modo que se elimina la generación de tensiones transversales y se garantiza, por consiguiente, una marcha estable de la banda, lo que reduce claramente las ondulaciones en la banda de metal, o sea, los defectos de planicidad.

Según otra instrucción de la presente invención, el objetivo mencionado arriba se consigue mediante la utilización de un dispositivo según la invención para el mecanizado continuo de bandas de metal, en particular bandas de aluminio o de aleación de aluminio. El mecanizado continuo de, por ejemplo, bandas de aluminio o de aleación de aluminio se realiza en los llamados trenes de laminación, líneas de recocido, pero también en instalaciones de barnizado, laminación u otras instalaciones de recubrimiento que mecanizan continuamente la superficie de la banda de metal o la propia banda de metal. En todos estos dispositivos, la utilización del dispositivo según la invención para variar la temperatura proporciona resultados de planicidad mejorados, porque existe la posibilidad muy flexible y precisa de evitar tensiones en la banda de metal, en particular en la banda de aleación de aluminio, de manera específica para cada proceso.

Según una tercera instrucción de la presente invención, el objetivo mencionado arriba se consigue mediante un procedimiento para la variación continua de la temperatura de una banda de metal, preferentemente una banda de aluminio o de aleación de aluminio, con un dispositivo según la invención al ejecutarse la variación de la temperatura de la banda de metal en una instalación de tratamiento térmico, una instalación de recubrimiento o un tren de laminación de bandas de metal, preferentemente bandas de aluminio o de aleación de aluminio.

Como ya se mencionó antes, la variación de la temperatura de la banda de metal se realiza mediante la utilización del dispositivo según la invención en un procedimiento correspondiente de tal modo que se producen cambios muy pequeños en la planicidad de la banda de metal. Por tanto, todas las etapas de producción posteriores se pueden ejecutar con una precisión muy alta.

Según otra configuración del procedimiento según la invención, la posición al menos de un medio regulador de temperatura posicionable de manera variable, preferentemente de una pluralidad de medios reguladores de temperatura posicionables de manera variable, respecto a la banda de metal se varía de tal modo que las tensiones en la banda de metal se reducen debido a la variación de la temperatura de la banda de metal. Con esta medida se consigue que siga aumentando la planicidad de la banda de metal y se impiden las ondulaciones.

Si según otra configuración del procedimiento se realiza una variación de la temperatura de la banda de metal con medios reguladores de temperatura individuales dispuestos de manera arqueada respecto a la dirección transversal de la banda de metal delante o detrás en la dirección de marcha de la banda, como ya se mencionó, se aplica en la banda de metal un perfil de temperatura ventajoso, en particular un perfil de temperatura preferido durante el calentamiento de la banda de metal, que deja defectos de planicidad particularmente pequeños en la banda de metal.

Por último, el procedimiento según la invención se mejora también de acuerdo con otra configuración al detectarse la planicidad de la banda de metal con medios de medición de planicidad antes y/o después de la variación de la

temperatura y al variarse la posición de los medios reguladores de temperatura individuales respecto a la banda de metal en dependencia de la medición de la planicidad mediante la utilización de medios de control. De esta manera, el perfil de temperatura se puede adaptar a condiciones ambientales, velocidades de producción de la banda de metal o también espesores de banda de metal o aleaciones con el fin de minimizar los defectos de planicidad.

5 Además de una variación por traslación y/o rotación de la posición de los medios reguladores de temperatura se tiene en cuenta naturalmente también una variación de la potencia calorífica o frigorífica de los medios reguladores de temperatura individuales para reducir los defectos de planicidad.

10 La invención se explica en detalle a continuación por medio de ejemplos de realización en combinación con el dibujo. En el dibujo muestran

Fig. 1 en vista en perspectiva, un dispositivo convencional para variar la temperatura de una banda de metal;

15 Fig. 2 en una representación en perspectiva, un primer ejemplo de realización de un dispositivo según la invención;

Fig. 3 en una vista lateral esquemática, otro ejemplo de realización del dispositivo según la invención;

20 Fig. 4 una vista esquemática en planta de otro ejemplo de realización de un dispositivo según la invención;

Fig. 5 una vista esquemática en planta de distintas disposiciones de medios reguladores de temperatura para calentar una banda de aluminio de un dispositivo según la invención; y

25 Fig. 6 una vista esquemática en planta de distintas disposiciones de medios reguladores de temperatura para enfriar una banda de aluminio de un dispositivo según la invención.

30 En la figura 1 se muestra primeramente en una representación en perspectiva un dispositivo para variar la temperatura de una banda de metal, conocido del estado de la técnica. El dispositivo para variar la temperatura 1 está compuesto de una llamada "barra reguladora de temperatura" que presenta una pluralidad de medios reguladores de temperatura dispuestos en la anchura y parcialmente también en la profundidad de la barra, o sea, en dirección de marcha de la banda. Como se puede observar en la figura 1, el dispositivo conocido del estado de la técnica puede presentar una barra reguladora de temperatura tanto por encima como por debajo de la banda de metal 2 que es preferentemente una banda de aluminio o una banda de aleación de aluminio. En la figura 1 está representado un enrollador 3 como medio para transportar la banda de metal respecto a los medios para variar la temperatura de la banda de metal.

40 Tanto durante el enfriamiento de la banda de metal como durante el calentamiento de la banda de metal se puede conseguir solo de manera limitada una regulación individual de la temperatura de la banda de metal para reducir los defectos de planicidad con los medios para variar la temperatura de la banda de metal conocidos del estado de la técnica, por ejemplo, debido a una distribución de la potencia de regulación de temperatura modificada en transversal a la dirección de la banda de metal. En particular durante el tratamiento térmico de bandas de aluminio no es posible un control preciso de la temperatura y una aplicación de un perfil de temperatura preciso mediante la utilización de estos medios reguladores de temperatura. Las posibilidades limitadas para generar un perfil de temperatura sobre la banda de metal provocan que a causa de la variación de temperatura de la banda de metal, preferentemente la banda de aleación de aluminio, se mantengan en la banda de metal tensiones que dan como resultado defectos de planicidad después de variarse la temperatura.

50 En la figura 2 está representado un ejemplo de realización de un dispositivo 4 según la invención para variar la temperatura de una banda de metal que presenta según la invención como medios para variar la temperatura de la banda de metal una pluralidad de medios reguladores de temperatura individuales 5 que calientan o enfrían la banda de metal 2 en cada caso solo por zonas. Al menos una pluralidad de medios reguladores de temperatura se puede situar por separado de manera variable en su posición respecto a la banda de metal. Esto se indica mediante la flecha doble, así como la disposición diferente de los medios reguladores de temperatura individuales 5 en la figura 2. La posición de los medios reguladores de temperatura individuales 5 se puede ajustar o variar en dependencia de la planicidad de la banda de metal 2 después del tratamiento térmico o antes del tratamiento térmico.

60 La posición de los medios reguladores de temperatura 5 se varía individualmente por traslación en dirección longitudinal de la banda de metal, en dirección transversal de la banda de metal y/o a distancia de la banda de metal, de modo que se puede aplicar un perfil de temperatura completamente individual en una banda de metal, cuya temperatura varía continuamente.

65 Con preferencia, la potencia calorífica o frigorífica de los medios reguladores de temperatura 5 se puede ajustar por separado y de manera independiente entre sí, de modo que se dispone de otro parámetro para reducir los defectos de planicidad.

En la figura 3 está representada una vista lateral esquemática de otro ejemplo de realización de un dispositivo 4

según la invención para variar la temperatura de una banda de metal 2. De manera adicional a los medios reguladores de temperatura 5, que son conocidos de la figura 2 y están representados solo en un lado de la banda de metal a diferencia del ejemplo de realización en la figura 2, se han representado medios para medir la planicidad de la banda de metal 6 que mediante una unidad de control 7 controlan o regulan la posición de los medios reguladores de temperatura individuales 5 en dependencia de la planicidad determinada de la banda de metal. En la disposición y la dirección de marcha de la banda de metal (flecha) representadas en la figura 3, la unidad de control 7 regula la posición de los medios reguladores de temperatura 5, por ejemplo, continuamente en dependencia de los valores de planicidad de la banda de metal 2 que se determinaron con los medios para medir la planicidad de la banda de metal 6. Como se indica en la figura 3, la unidad de control 7 puede utilizar no solo los grados de libertad de traslación 8 para posicionar los medios reguladores de temperatura 5, sino que puede realizar también una rotación de los medios reguladores de temperatura 5 en el ángulo  $\alpha$  con el fin de variar de la manera más precisa y continua posible las zonas efectivas de los medios reguladores de temperatura sobre la banda de metal 2. De este modo se consigue una precisión muy alta de la planicidad de la banda de metal tanto durante el calentamiento de la banda de metal, por ejemplo, el recocido de la banda de metal, como durante el enfriamiento de la banda de metal después de este proceso de recocido.

Una disposición preferida de los medios reguladores de temperatura sobre la base de mediciones de planicidad se muestra en la figura 4 en una vista en planta de un ejemplo de realización del dispositivo 4 según la invención para variar la temperatura de una banda de metal. La dirección de marcha de la banda de metal 2 se indica aquí nuevamente mediante una flecha. Los medios reguladores de temperatura individuales 5 están dispuestos de manera arqueada respecto a la dirección transversal de la banda de metal y garantizan, por ejemplo, que la banda de metal se caliente primero en los bordes y en un momento posterior se caliente solo el centro de la banda de metal con ayuda de los medios reguladores de temperatura 5. A tal efecto, se aplica un perfil de temperatura en la banda que provoca las tensiones más bajas posible dentro de la banda de metal durante su transporte respecto a los medios para variar la temperatura de la banda de metal en dirección de la banda. En la figura 4 se indican adicionalmente dos posiciones de medición 6a y 6b, en las que la planicidad de la banda de metal se mide antes de controlarse la posición de los medios reguladores de temperatura 5 o después de regularse la planicidad de la banda de metal. La variación de la temperatura se realiza preferentemente de manera continua, como se puede observar en la figura 4.

Por tanto, el dispositivo según la invención es adecuado en particular para el calentamiento sin tensiones de bandas de metal, preferentemente bandas de aleación de aluminio, para el tratamiento térmico, en particular el recocido. El dispositivo según la invención es adecuado asimismo para aplicar durante el enfriamiento de la banda de metal, por ejemplo, después de un tratamiento térmico, un perfil de temperatura en la banda de metal, que deja las tensiones más bajas posible después de enfriarse la banda de metal, por ejemplo, a la temperatura ambiente.

El dispositivo según la invención se utiliza preferentemente en instalaciones de tratamiento térmico para el tratamiento de bandas de metal hechas a partir de aleaciones de aluminio del tipo AA6xxx o materiales compuestos con aleaciones de aluminio del tipo AA6XXX, porque la planicidad de estos productos tiene un papel muy importante en el procesamiento ulterior.

En las figuras 5 y 6 están representadas esquemáticamente disposiciones de la pluralidad de medios reguladores de temperatura que calientan o, como muestra la figura 6, enfrían sin contacto la banda de aleación de aluminio 2 antes de enrollarse en una bobina 3. En este caso se asume una conducción ideal del calor. Se calculó el efecto que tienen las disposiciones diferentes en las tensiones en la banda de aleación de aluminio 2 y se determinó la amplitud de la formación de ondas resultante de lo anterior.

Durante el cálculo de las tensiones para el calentamiento se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones iniciales. La temperatura inicial de la banda es de 20 °C antes del calentamiento. La banda de aleación de aluminio se calienta a 400 °C después de pasar una zona de la banda por debajo del respectivo medio regulador de temperatura. Durante el calentamiento se consideró adicionalmente también un enfriamiento posterior por transferencia de calor a la temperatura ambiente, así como un enrollado en una bobina rígida para tener en cuenta las condiciones marginales más cercanas a la realidad. Se asumió un espesor de banda de 1 mm.

En los cálculos para el enfriamiento, la banda de aleación de aluminio se enfrió de una temperatura homogénea de 400 °C a 20 °C después de pasar por un medio regulador de temperatura y, exceptuando la transferencia de calor al ambiente, se tuvieron en cuenta las mismas condiciones marginales que durante el calentamiento.

En las simulaciones se asumió una tensión de banda constante de 10 MPa en caso de una anchura de banda de 1500 mm y una velocidad de banda de 11,3 m/s aproximadamente. Durante los cálculos, la transferencia de calor de los medios reguladores de temperatura individuales a la banda se realizó en una longitud en dirección de la banda de 250 mm y una anchura en transversal a la dirección de la banda de 100 mm. A diferencia de las representaciones esquemáticas de las figuras 5 y 6, se han considerado en cada caso once medios reguladores de temperatura distribuidos simétricamente en la anchura de la banda por encima y por debajo de la banda.

Los cálculos se basan en una simulación termomecánica de estados de tensión y deformación de la banda de

- aleación de aluminio con ayuda del método de elementos finitos (FEM, Finite Element Methode). La banda 2 se movió en dirección de la flecha. Las amplitudes calculadas de la formación de ondas, es decir, la diferencia entre el punto más alto y más bajo de la banda, están representadas en la tabla 1 para las distintas disposiciones. Para el cálculo de la amplitud de la formación de ondas se analizó en cada caso un corte en transversal a la dirección de marcha de la banda y se determinó la diferencia entre el punto más alto y más bajo de la banda de aleación de aluminio en perpendicular al plano de la banda.

Tabla 1

Ensayo	Tipo de variación de temperatura	Amplitud de onda [mm]
A	Calentamiento	22,8
B	Calentamiento	37,1
C	Calentamiento	36,5
D	Calentamiento	21,9
E	Calentamiento	19,9
F	Calentamiento	16,1
G	Enfriamiento	47,6
H	Enfriamiento	23,3

- 10 Por medio de las simulaciones resulta evidente que la diferencia entre el punto más alto y más bajo de la banda respecto al plano horizontal de la banda reacciona de una manera muy sensible a los distintos escenarios calculados. Cambios ligeros en la posición de los medios reguladores de temperatura, observados, por ejemplo, al compararse la disposición D y F, provocan cambios evidentes en la amplitud de ondas. Con preferencia durante el calentamiento, un ligero desplazamiento, por ejemplo, de los medios reguladores de temperatura exteriores en
- 15 contra de la dirección de marcha de la banda (flecha) puede producir una reducción evidente de la amplitud de ondas.

- En el enfriamiento simulado de la banda de aleación de aluminio de una temperatura homogénea de 400 °C a 20 °C se comprobó una mayor dependencia aún de la amplitud de ondas. En este caso, la amplitud de ondas disminuyó a
- 20 23,3 mm en una disposición lineal G debido a una disposición H con medios reguladores de temperatura exteriores posteriores. Durante el enfriamiento de una banda de aleación de aluminio se depende también del posicionamiento exacto de los medios reguladores de temperatura que enfrían o calientan la banda. La posición de los medios reguladores de temperatura, ajustada individualmente a las tensiones respectivas de la banda de aleación de aluminio, para el enfriamiento o el calentamiento de la banda de metal se puede ajustar muy bien con ayuda de
- 25 medios reguladores de temperatura, cuya posición se puede variar individualmente por traslación y, dado el caso, por rotación respecto a la banda de metal, de modo que se minimizan las tensiones internas en la banda.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (4) para variar la temperatura de una banda de metal (2), en particular una banda de metal de aluminio o de una aleación de aluminio, con medios (5) para variar la temperatura de la banda de metal mediante calentamiento o enfriamiento, en el que la banda de metal (2) se mueve en dirección de la banda con respecto a los medios (5), para variar la temperatura de la banda de metal (2), mediante la utilización de medios (3) para transportar la banda de metal (2), **caracterizado por que** los medios (5) para variar la temperatura de la banda de metal presentan una pluralidad de medios reguladores de temperatura individuales (5) que calientan o enfrían en cada caso solo por zonas la banda de metal y una pluralidad de medios reguladores de temperatura (5) se puede situar individualmente en una posición variable por traslación con respecto a la banda de metal (2), pudiéndose posicionar individualmente de manera variable por traslación al menos un medio regulador de temperatura (5) en dirección longitudinal de la banda de metal (2), en dirección transversal de la banda de metal (2) y/o a distancia de la banda de metal (2).
2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** una pluralidad de medios reguladores de temperatura (5) se pueden situar individualmente en una posición variable por rotación con respecto a la banda de metal (2).
3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** al menos un medio regulador de temperatura (5) está dispuesto individualmente de manera giratoria alrededor de un eje de giro, de modo que el medio regulador de temperatura (5) se puede posicionar de manera variable por rotación en su ángulo con respecto a la superficie de la banda de metal.
4. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** al menos un medio regulador de temperatura (5) se puede posicionar de manera variable con respecto a todos los grados de libertad de traslación y rotación (8,  $\alpha$ ).
5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** los medios reguladores de temperatura individuales (5) se pueden ajustar de manera separada entre sí con respecto a su potencia frigorífica y/o calorífica.
6. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** están previstos medios (6) para la medición de planicidad de la banda de metal (2), así como al menos una unidad de control (7) que controla o regula la posición geométrica, la orientación geométrica y/o la potencia frigorífica o calorífica de al menos un medio regulador de temperatura, preferentemente de una pluralidad de medios reguladores de temperatura (5), dependiendo de la planicidad determinada de la banda de metal (2).
7. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** los medios reguladores de temperatura individuales (5) transfieren calor a la banda de metal (2) o extraen calor de la banda de metal (2) por radiación, conducción, convección y/o inducción.
8. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** los medios reguladores de temperatura (5) presentan una posición arqueada con respecto a la dirección transversal de la banda de metal (2), estando dispuestos los medios reguladores de temperatura (5), situados en la zona del centro de la banda de metal (2), delante o detrás con respecto a la dirección de marcha de la banda.
9. Utilización de un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8 en un dispositivo para el mecanizado continuo de bandas de metal, en particular bandas de aluminio o de aleación de aluminio.
10. Procedimiento para variar continuamente la temperatura de una banda de metal (2), con preferencia una banda de aluminio o de aleación de aluminio, con un dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la variación de la temperatura de la banda de metal (2) se ejecuta en una instalación de tratamiento térmico, una instalación de recubrimiento o un tren de laminación de bandas de metal, preferentemente bandas de aluminio o de aleación de aluminio.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** la posición al menos de un medio regulador de temperatura (5) posicionable de manera variable con respecto a la banda de metal se varía de tal modo que las tensiones en la banda de metal (2) se reducen debido a la variación de temperatura de la banda de metal (2).
12. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por que** una variación de la temperatura de la banda de metal (2) se realiza con medios reguladores de temperatura individuales (5) dispuestos de manera arqueada con respecto a la dirección transversal de la banda de metal.
13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, **caracterizado por que** la planicidad de la banda de metal (2) se detecta con medios (6) para la medición de planicidad antes y/o después de la variación de la



temperatura y la posición de los medios reguladores de temperatura individuales (5) con respecto a la banda de metal se varía, en particular continuamente, dependiendo de la planicidad medida mediante la utilización de medios de control (7).

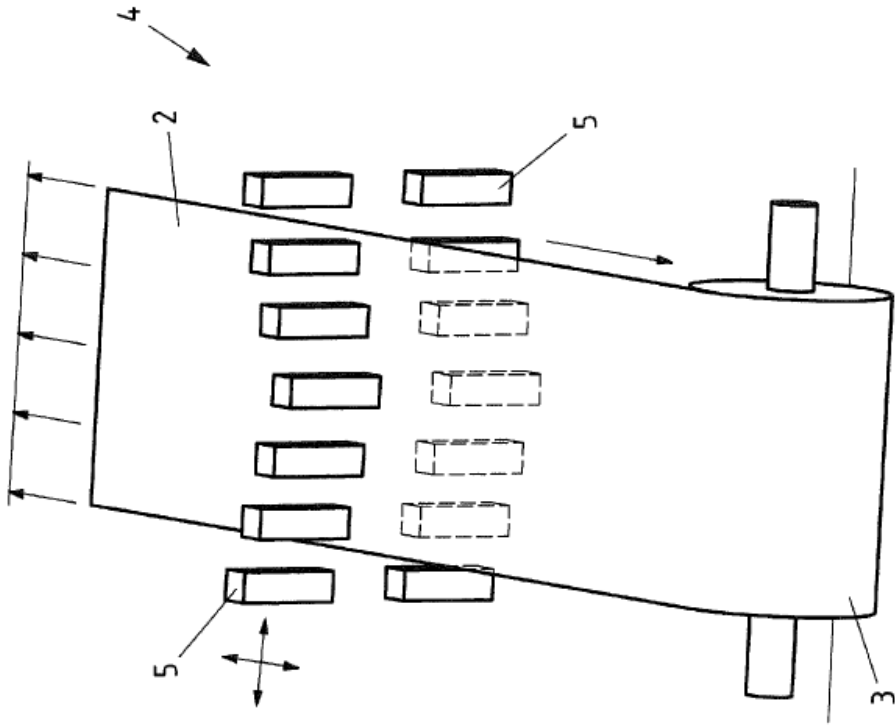


Fig.2

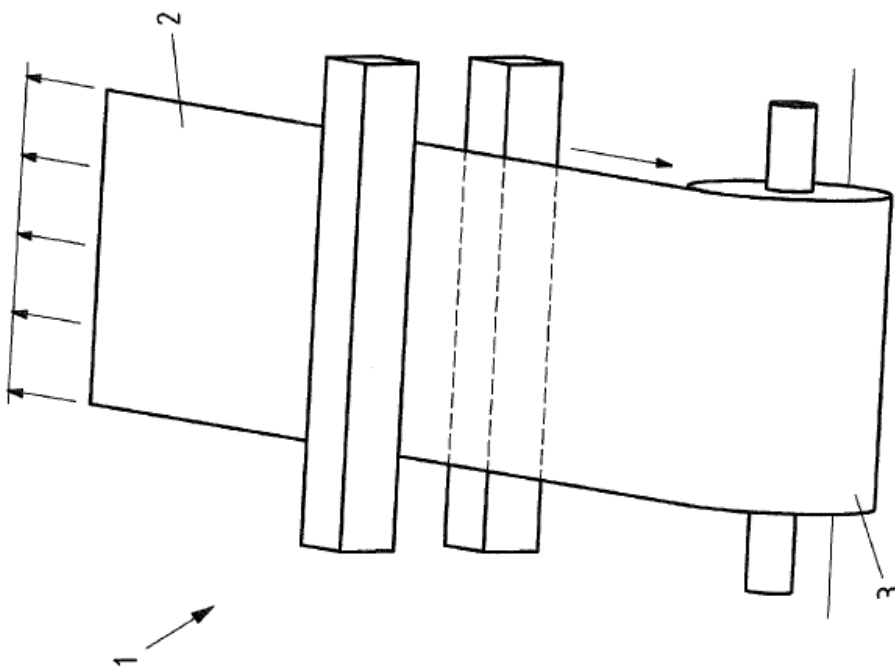


Fig.1 Estado de la técnica

