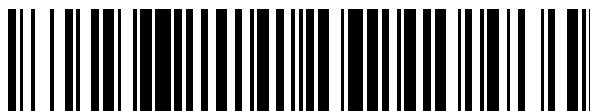


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 423**

51 Int. Cl.:

B21B 1/22 (2006.01)

B21B 37/58 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2018** **PCT/US2018/043047**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2019** **WO19018740**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2018** **E 18752340 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022** **EP 3655172**

54 Título: **Sistema y método para el control del texturizado superficial de un sustrato de metal con laminación a baja presión**

30 Prioridad:

21.07.2017 US 201762535345 P
21.07.2017 US 201762535341 P
21.07.2017 US 201762535349 P
29.08.2017 US 201762551296 P
29.08.2017 US 201762551292 P
29.08.2017 US 201762551298 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.11.2022

73 Titular/es:

NOVELIS INC. (100.0%)
3560 Lenox Road, Suite 2000
Atlanta, GA 30326, US

72 Inventor/es:

SHAFIEI, MEHDI;
HOBBIS, ANDREW JAMES;
GAENSBAUER, DAVID ANTHONY;
GEHO, JEFFREY EDWARD y
MICK, STEVEN L.

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 929 423 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

Sistema y método para el control del texturizado superficial de un sustrato de metal con laminación a baja presión

5

Campo de la invención

Esta solicitud se relaciona con un método y un sistema de procesamiento para controlar la textura de la superficie de un sustrato de metal con laminación a baja presión en un proceso de bobina a bobina.

10

Antecedentes

Durante un proceso de bobina a bobina, la tira de metal, el material, la placa o el sustrato (en la presente memoria, "sustrato de metal") se pasa a través de un par de rodillos. En algunos casos, puede ser deseable aplicar una textura o patrón a una superficie del sustrato de metal durante el procesamiento de bobina a bobina. Sin embargo, la fuerza aplicada por los rodillos al sustrato de metal durante el proceso de texturizado puede distorsionar las características del sustrato de metal y/o del patrón en el sustrato de metal.

15

El documento EP 1 368 140 A1 se refiere a un método de texturizado de una lámina o tira de metal, que describe el preámbulo de la reivindicación 1.

20

El documento EP 1 607 150 A1 describe un método de laminación para evitar combaduras que produzcan materiales laminados planos.

25

El artículo científico "strip shape control system of MITSUBISHI CR mill" de SUZUKI S et al en la Conferencia de Industria y Aplicaciones del IEEE de 1999 de la 34a Reunión Anual de la IAS del 3-7 de octubre de 1999 en Phoenix describe un laminador Mitsubishi CR, que permite una mayor reducción del enrollado de tiras de anchura ancha sin causar efectos de engaste que afecten realmente la gama de mezcla de productos.

30

Un objetivo de la presente solicitud es proporcionar un método y sistema mejorado o alternativo para aplicar una textura sobre un sustrato.

El objetivo se logra mediante un método según la reivindicación 1, así como un sistema según la reivindicación 11.

35

Compendio

Ciertos aspectos y características de la presente invención se relacionan con un método para aplicar una textura sobre un sustrato. En algunos ejemplos, el sustrato puede ser un sustrato de metal (por ejemplo, una lámina de metal o una lámina de aleación de metal) o un sustrato no de metal. Por ejemplo, el sustrato puede incluir aluminio, aleaciones de aluminio, acero, materiales a base de acero, magnesio, materiales a base de magnesio, cobre, materiales a base de cobre, materiales compuestos, láminas utilizadas en materiales compuestos o cualquier otro metal, no metal, o combinación de materiales.

40

En algunos aspectos, el sustrato es un sustrato de metal. Aunque la siguiente descripción se proporciona con referencia al sustrato de metal, se apreciará que la descripción es aplicable a varios otros tipos de sustratos de metal o no de metal. Según varios ejemplos, un método de aplicación de una textura sobre un sustrato de metal incluye aplicar una textura al sustrato de metal con un soporte de trabajo de un sistema de procesamiento de bobina a bobina. El soporte de trabajo incluye un rodillo de trabajo superior y un rodillo de trabajo inferior alineado verticalmente con el rodillo de trabajo superior. El rodillo de trabajo superior y el rodillo de trabajo inferior están soportados por rodillos intermedios. Se proporcionan cojinetes a lo largo de los rodillos intermedios y están configurados para impartir cargas de cojinete sobre los rodillos intermedios. Al menos uno del rodillo de trabajo superior y el rodillo de trabajo inferior incluye la textura. Aplicar la textura incluye aplicar, mediante el rodillo de trabajo superior, una presión del primer rodillo de trabajo sobre una superficie superior del sustrato de metal y aplicar, mediante el rodillo de trabajo inferior, una presión del segundo rodillo de trabajo sobre una superficie inferior del sustrato de metal. El método también incluye medir una distribución de presión de contacto de al menos una de la presión del primer rodillo de trabajo y la presión del segundo rodillo de trabajo a lo largo de la anchura del sustrato de metal con un sensor y recibir datos en un dispositivo de procesamiento desde el sensor. El método incluye además ajustar un parámetro de presión del soporte de trabajo de manera que el soporte de trabajo proporcione una distribución de presión de contacto deseada a lo largo de la anchura del sustrato de metal y el grosor del sustrato de metal permanezca sustancialmente constante después de que se haya aplicado la textura.

50

55

60

El límite elástico de un sustrato se refiere a la cantidad de tensión o presión a la que ocurre una deformación plástica a través de una parte del grosor o galga del sustrato (por ejemplo, una cantidad de tensión o presión que pueda causar un cambio permanente en una parte del grosor o galga del sustrato de metal). Durante un

65

proceso de texturizado, para evitar que se reduzca el grosor del sustrato de metal (por ejemplo, el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante y sustancialmente no hay reducción en el grosor del sustrato de metal), los cojinetes están configurados para impartir cargas de cojinete sobre los rodillos intermedios. Los rodillos intermedios luego transfieren la carga a los rodillos de trabajo de manera que los rodillos de trabajo impartan una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal que está por debajo del límite elástico del sustrato de metal a medida que el sustrato de metal pasa entre los rodillos de trabajo. Una distribución de presión de contacto se refiere a la distribución de la presión del rodillo de trabajo sobre la superficie y a lo largo de la anchura del sustrato a medida que pasa entre los rodillos de trabajo. Debido a que la presión del rodillo de trabajo impartida por los rodillos de trabajo sobre el sustrato de metal genera una presión que está por debajo del límite elástico del sustrato de metal, el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante (por ejemplo, sustancialmente no hay reducción en el grosor del sustrato de metal).

Si bien la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo está por debajo del límite elástico del sustrato de metal, la textura de los rodillos de trabajo puede tener una topografía que crea áreas localizadas en la superficie del sustrato de metal donde la presión localizada está por encima del límite elástico del sustrato de metal a medida que el sustrato de metal pasa entre los rodillos de trabajo. Estas áreas localizadas pueden formar varias asperezas o sesgos, que son proyecciones o hendiduras en la superficie del sustrato de metal de cualquier altura, profundidad, forma o tamaño adecuado dependiendo de la aplicación o uso deseado del sustrato de metal. En otras palabras, los rodillos de trabajo pueden generar una presión localizada en los contactos de aspereza que puede ser lo suficientemente alta como para superar el límite elástico del sustrato de metal en estas áreas localizadas. En estas áreas localizadas, debido a que la presión creada por la textura es mayor que el límite elástico del sustrato de metal, la textura crea áreas localizadas de deformación plástica parcial en la superficie del sustrato de metal e imprime varias texturas, características o patrones en la superficie del sustrato de metal mientras que deja el resto del sustrato de metal sin deformar (por ejemplo, la textura causa deformación plástica en un lugar particular en la superficie del sustrato de metal mientras que el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante a lo largo del sustrato de metal). En algunos ejemplos, la presión localizada creada por la textura en las áreas localizadas es mayor que el límite elástico, de manera que las diversas texturas, características o patrones se pueden imprimir en la superficie, pero la presión general del rodillo de trabajo no es suficiente para causar una reducción sustancial en el grosor del sustrato de metal en las áreas localizadas. Como ejemplo, la presión localizada creada por la textura en las áreas localizadas es mayor que el límite elástico del sustrato de metal, de manera que las diversas texturas, características o patrones se pueden imprimir en la superficie, pero no causan una reducción sustancial en un grosor del sustrato de metal a lo largo de una anchura o a lo largo de una longitud del sustrato de metal. Como ejemplo, la presión puede causar menos de un 1% reducción en el grosor del sustrato de metal a lo largo de la anchura o a lo largo de una longitud del sustrato de metal. Por tanto, en algunos ejemplos, los rodillos de trabajo se pueden usar para causar áreas localizadas de deformación plástica en la superficie del sustrato de metal (es decir, para transferir la textura de los rodillos de trabajo a la superficie del sustrato de metal) sin cambiar el grosor general del sustrato de metal.

En algunos ejemplos, imprimir diferentes texturas, patrones o características en la superficie del sustrato de metal puede hacer que el sustrato de metal tenga características mejoradas, que incluyen, por ejemplo, mayor retención de lubricante, mayor capacidad de desapilamiento, mayor soldabilidad por puntos de resistencia, mayor adherencia, menor excoiación, propiedades ópticas mejoradas, uniformidad friccional, etc.

Estas ventajas, entre otras, pueden permitir que el sustrato de metal, a menudo en forma de lámina o placa de metal, sea procesado además en piezas de automóviles, latas de bebidas y botellas, y/o cualquier otro producto de metal altamente formado con mayor facilidad y eficiencia. Por ejemplo, las características tribológicas mejoradas del sustrato de metal que tiene una superficie con varias texturas descritas en la presente memoria pueden permitir un procesamiento más rápido y más estable de productos automotrices de alto volumen porque las características de fricción del sustrato de metal texturizado que se forma son más consistentes e isotrópicas entre diferentes lotes de material y/o a lo largo de la misma tira de sustrato de metal. Además, la introducción de texturas superficiales negativamente sesgadas (por ejemplo, microhoyuelos en la superficie del sustrato de metal) podría ayudar a interrumpir la tensión superficial entre los sustratos de metal lubricados que se apilan juntos, mejorando por tanto la capacidad de desapilado. Además, la capacidad mejorada de la superficie del sustrato de metal para retener lubricante puede reducir aún más y/o estabilizar las fuerzas de fricción entre la matriz de formación y las superficies de lámina de metal, conduciendo a una mejor formabilidad con tasas reducidas de formación de orejas, arrugas y roturas; velocidades de procesamiento más altas; excoiación reducida, vida útil de la herramienta mejorada y calidad superficial mejorada en las piezas formadas.

Breve descripción de los dibujos

Las características y componentes de las siguientes figuras se ilustran para enfatizar los principios generales de la presente invención. Las características y componentes correspondientes a lo largo de las figuras se

pueden designar mediante caracteres de referencia coincidentes en aras de la coherencia y la claridad.

La FIG. 1 es un esquema de un soporte de un sistema de procesamiento de bobina a bobina según aspectos de la presente invención.

5

La FIG. 2 es otro esquema del soporte de la FIG. 1.

La FIG. 3 es una vista ampliada del soporte de la FIG. 2.

10 La FIG. 4 es un gráfico de una distribución de la presión de contacto de un rodillo de trabajo sobre tres sustratos de metal según un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 5 es un gráfico de otra distribución de la presión de contacto de un rodillo de trabajo sobre tres sustratos de metal según un ejemplo de la presente invención.

15

La FIG. 6 es un gráfico de otra distribución de la presión de contacto de un rodillo de trabajo sobre tres sustratos de metal según un ejemplo de la presente invención.

La FIG. 7 es un esquema de un soporte de trabajo según aspectos de la presente invención.

20

La FIG. 8 es una vista final esquemática del soporte de trabajo de la FIG. 7.

La FIG. 9 es un esquema de un soporte de trabajo según aspectos de la presente invención.

25 La FIG. 10 es una vista final esquemática del soporte de trabajo de la FIG. 9.

Descripción detallada

30 Como se usa en la presente memoria, una longitud de un componente del sistema generalmente se refiere a una dimensión de ese componente que se extiende en la dirección 201 ilustrada en la Figura 2. Una anchura de un componente del sistema generalmente se refiere a una dimensión de ese componente que se extiende en la dirección 203, que es transversal a la dirección 201.

35 Ciertos aspectos y características de la presente invención se relacionan con un método de aplicación de una textura sobre un sustrato. En algunos ejemplos, el sustrato puede ser un sustrato de metal (por ejemplo, una lámina de metal o una lámina de aleación de metal) o un sustrato no de metal. Por ejemplo, el sustrato puede incluir aluminio, aleaciones de aluminio, acero, materiales a base de acero, magnesio, materiales a base de magnesio, cobre, materiales a base de cobre, materiales compuestos, láminas utilizadas en materiales compuestos o cualquier otro metal, no metal, o combinación de materiales. En algunos aspectos, el sustrato
40 es un sustrato de metal. Aunque la siguiente descripción se proporciona con referencia al sustrato de metal, se apreciará que la descripción es aplicable a varios otros tipos de sustratos de metal o no de metal.

Ciertos aspectos y características de la presente invención se relacionan con sistemas de control y métodos para controlar uno o más parámetros de presión (por ejemplo, parámetros que afectan a la presión del rodillo de trabajo de los rodillos de trabajo contra el sustrato de metal) para proporcionar una distribución de la presión de contacto deseada sobre la superficie y a través de la anchura de un sustrato de metal. En algunos casos, la distribución de la presión de contacto deseada tanto minimiza la variación de la presión como reduce los efectos de borde del sustrato de metal del procesamiento, de manera que el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante durante el laminado en frío con un proceso de bobina a bobina.
45 Controlando la distribución de la presión de contacto, también se puede controlar/mejorar una uniformidad de la textura (por ejemplo, consistencia del tamaño, profundidad, altura, forma, aspereza, distribución, concentración, etc., de la textura). En varios casos, el uso del sistema de control para ajustar o adaptar los parámetros de presión produce un sustrato de metal con una consistencia de textura mejorada.

55 Un proceso de bobina a bobina incluye al menos un soporte y, en algunos ejemplos, el proceso de bobina a bobina puede incluir múltiples soportes. El laminado en frío se refiere al laminado del metal a cualquier temperatura lo suficientemente baja como para que ocurra el endurecimiento por deformación, incluso si el sustrato se sintiese caliente para los sentidos humanos. Como un ejemplo no limitante, en algunos casos, la temperatura de inicio de un sustrato en un proceso de bobina a bobina puede ser de alrededor de 50 °C a
60 alrededor de 100 °C, y la temperatura del sustrato que sale del proceso de bobina a bobina puede ser de hasta alrededor de 200°C. Se pueden utilizar varias otras temperaturas lo suficientemente bajas como para que ocurra el endurecimiento por deformación.

65 Cada soporte incluye un par de rodillos de trabajo que están alineados verticalmente. Los rodillos de trabajo están soportados por rodillos intermedios, y se proporcionan cojinetes a lo largo de los rodillos intermedios para impartir cargas de cojinete sobre los rodillos intermedios. Se define un hueco de rodillos entre los

cilindros entre los cilindros de trabajo y, durante el procesamiento, el sustrato de metal se pasa a través del hueco de rodillos. A medida que el sustrato de metal se pasa a través del hueco de rodillos, los rodillos de trabajo aplican una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal. En algunos ejemplos, al menos uno de los rodillos de trabajo incluye una textura de manera que cuando los rodillos de trabajo aplican la presión del rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal, la textura se transfiere sobre una superficie del sustrato del metal.

Durante un proceso de texturizado, para evitar que se reduzca el grosor del sustrato de metal (por ejemplo, el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante y sustancialmente no hay reducción en el grosor del sustrato de metal), los cojinetes están configurados para impartir cargas de cojinete sobre los rodillos intermedios que están por debajo del límite elástico del sustrato. Los rodillos intermedios transfieren la carga a los rodillos de trabajo de manera que los rodillos de trabajo impartan una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal que está por debajo del límite elástico del sustrato de metal a medida que el sustrato de metal pasa entre los rodillos de trabajo. Debido a que la presión del rodillo de trabajo impartida por los rodillos de trabajo sobre el sustrato de metal está por debajo del límite elástico del sustrato de metal, el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante (por ejemplo, no hay reducción sustancial en el grosor del sustrato de metal).

Si bien la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo está por debajo del límite elástico del sustrato de metal, la textura de los rodillos de trabajo puede tener una topografía que crea áreas localizadas en la superficie del sustrato de metal donde la presión localizada aplicada por los rodillos de trabajo está por encima del límite elástico del sustrato de metal a medida que el sustrato de metal pasa entre los rodillos de trabajo. En otras palabras, el perfil de la superficie de la textura en combinación con la presión del rodillo de trabajo que es menor que el límite elástico del sustrato de metal puede crear áreas donde la presión sobre la superficie del sustrato de metal es mayor que el límite elástico del sustrato de metal. En estas áreas localizadas, debido a que la presión creada por la textura es mayor que el límite elástico del sustrato de metal, la textura crea áreas localizadas de deformación plástica parcial en la superficie del sustrato que deja el resto del sustrato de metal sin deformar (por ejemplo, la textura causa deformación plástica en un lugar particular en la superficie del sustrato de metal mientras que se permite que el grosor del sustrato de metal permanezca sustancialmente constante a lo largo del resto del sustrato de metal). Por tanto, en algunos ejemplos, los rodillos de trabajo se pueden usar para causar áreas localizadas de deformación plástica en la superficie del sustrato de metal (es decir, para transferir la textura de los rodillos de trabajo a la superficie del sustrato de metal) sin cambiar el grosor del sustrato de metal.

Haciendo referencia a las FIGS. 1-3, un proceso de bobina a bobina 100 incluye al menos un soporte 102. El soporte 102 incluye un rodillo de trabajo superior 104A y un rodillo de trabajo inferior 104B alineado verticalmente con el rodillo de trabajo superior 104A. Se define un hueco 106 entre el rodillo de trabajo superior 104A y el rodillo de trabajo inferior 104B que está configurado para recibir un sustrato de metal 108 durante el texturizado del sustrato de metal 108, como se describe en detalle a continuación. En otros ejemplos, un sustrato puede ser varios otros sustratos de metal o no de metal. Durante el procesamiento, el rodillo de trabajo superior 104A y el rodillo de trabajo inferior 104B están configurados para contactar y aplicar una presión de rodillo de trabajo a la superficie superior 110 y la superficie inferior 112 del sustrato de metal 108 a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106.

A lo largo de la anchura del sustrato de metal 108, que es transversal a la dirección de movimiento 101 del sustrato de metal 108, el sustrato de metal 108 generalmente tiene partes de borde (es decir, las partes cercanas a los bordes más exteriores del sustrato de metal 108 que se extienden en la dirección de movimiento 101) y partes que no son de borde (es decir, las partes entre las partes de borde). En algunos ejemplos, el perfil de grosor de las partes de borde puede ser diferente en relación con las partes que no son de borde debido al procesamiento del sustrato de metal 108 antes del texturizado. En general, la uniformidad de la textura de las partes que no son de borde se aumenta proporcionando una distribución de presión de contacto que minimiza las variaciones en la presión del rodillo de trabajo a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108. Sin embargo, debido a los perfiles de grosor potencialmente diferentes de las partes de borde y las partes que no son de borde, la presión del rodillo de trabajo necesaria en las partes del borde puede ser diferente de la presión del rodillo de trabajo necesaria en las partes que no son de borde para proporcionar una textura uniforme a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108. Por lo tanto, una distribución de la presión de contacto que mejore la uniformidad de la textura debe tener en cuenta las necesidades de presión del rodillo de trabajo tanto en las partes de borde como en las partes que no son de borde del sustrato de metal 108.

Los rodillos de trabajo 104A-B son generalmente cilíndricos con cierta redondez o cilindridad, y están contruidos a partir de varios materiales tales como acero, latón y varios otros materiales adecuados. La redondez o cilindridad de cada uno de los rodillos de trabajo 104A-B se puede determinar usando varias galgas para cuadrantes y/u otros indicadores colocados en múltiples puntos a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo 104A-B. Cada rodillo de trabajo 104A-B tiene un diámetro de rodillo de trabajo. El diámetro del rodillo de trabajo puede ser de alrededor de 20 mm a alrededor de 200 mm. La distancia desde un primer

extremo hasta un segundo extremo de cada rodillo de trabajo 104A-B se denomina anchura del rodillo de trabajo, que generalmente es una dirección transversal a la dirección de movimiento 101 del sustrato de metal 108 durante el procesamiento. Los rodillos de trabajo 104A-B se pueden accionar por un motor u otro dispositivo adecuado para accionar los rodillos de trabajo 104A-B y hacer que los rodillos de trabajo 104A-B giren. Los rodillos de trabajo 104A-B aplican presión sobre el sustrato de metal 108 durante el procesamiento a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo. La presión general generada por los rodillos de trabajo se denomina presión de los rodillos de trabajo. La presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B está por debajo del límite elástico del sustrato de metal 108 como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, la presión del rodillo de trabajo puede ser de alrededor de 1 MPa a alrededor del límite elástico del sustrato de metal 108.

Las áreas localizadas a lo largo del rodillo de trabajo generan presiones localizadas, que pueden ser iguales o diferentes de otras áreas localizadas a lo largo del rodillo de trabajo. Por lo tanto, la presión se puede variar a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo. Una distribución de presión de contacto se refiere a una distribución de presión aplicada por cada rodillo de trabajo 104A-B sobre la superficie del sustrato y a lo largo de la anchura de los rodillos de trabajo 104A-B a medida que el sustrato de metal 108 pasa entre los rodillos de trabajo 104A-B. La distribución de presión de contacto para cada rodillo de trabajo 104A-B se puede calcular en base a una distribución de flexión local a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo 104A-B respectivo como resultado del perfil de carga aplicado a los cojinetes 116A-B del soporte de trabajo 102. El cálculo de la distribución de la presión de contacto tiene además en cuenta la rigidez de los materiales y el metal o material que forma el sustrato 108.

Como se describe en detalle a continuación, se pueden controlar varios parámetros de presión durante el procesamiento del sustrato de metal 108 para lograr una distribución de la presión de contacto deseada a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 (incluyendo tanto las partes de borde como las partes que no son de borde) mientras que el grosor del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante.

En varios ejemplos, uno o ambos de los rodillos de trabajo 104A-B incluyen una o más texturas a lo largo de una superficie exterior del rodillo. Durante el texturizado, la una o más texturas se transfieren al menos parcialmente a una o ambas superficies 110 y 112 del sustrato de metal 108 a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106. En varios ejemplos, el rodillo de trabajo 104A se puede texturizar a través de diversas técnicas de texturizado que incluyen, pero no se limitan a, texturizado por electrodescarga (EDT), texturizado por electrodeposición, recubrimiento por electrofusión, texturizado por haz de electrones (EBT), texturizado por rayo láser y varias otras técnicas adecuadas. La una o más texturas del sustrato de metal 108 pueden tener varias características. Por ejemplo, la una o más texturas pueden tener un tamaño, forma, profundidad, altura, aspereza, distribución, y/o concentración. Una uniformidad de textura se refiere a al menos una de las características de la textura transferida al sustrato de metal 108 por los rodillos de trabajo 104A-B que está dentro de tolerancias predeterminadas para la consistencia en la longitud y la anchura del sustrato de metal, y generalmente se correlaciona con una distribución de la presión de contacto.

Durante el texturizado, el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106 a medida que giran los rodillos de trabajo 104A-B. Los rodillos de trabajo 104A-B aplican la presión del rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal 108 de manera que la textura se transfiera desde al menos uno de los rodillos de trabajo 104A-B a al menos una de las superficies 110 y 112 del sustrato de metal 108. En varios ejemplos, la cantidad de presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 se puede controlar optimizando varios parámetros de presión para proporcionar una distribución de la presión de contacto deseada, como se describe en detalle a continuación. Controlando la distribución de la presión de contacto, también se puede controlar la uniformidad de la textura (por ejemplo, consistencia del tamaño, profundidad, altura, forma, aspereza, distribución, concentración, etc.) del sustrato de metal 108.

En varios ejemplos, la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B al sustrato de metal 108 permite que el grosor del sustrato de metal 108 permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, sustancialmente no hay reducción en el grosor total del sustrato de metal 108). Como ejemplo, la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B puede hacer que el grosor del sustrato de metal 108 disminuya entre alrededor del 0% y alrededor del 1%. Por ejemplo, el grosor del sustrato de metal 108 puede disminuir en menos que alrededor del 0,5 % a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106.

Más específicamente, los rodillos de trabajo 104A-B aplican una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite elástico del sustrato de metal 108, lo que puede evitar que el grosor del sustrato de metal 108 se reduzca sustancialmente (por ejemplo, se reduzca en más del 1%) a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106. El límite elástico de un sustrato se refiere a una cantidad de resistencia o presión a la que ocurre una deformación plástica sustancialmente a través de todo el grosor o galga del sustrato 108 (por ejemplo, una cantidad de resistencia o presión que puede causar un cambio sustancialmente permanente en sustancialmente todo el grosor o galga del sustrato 108). Durante el texturizado, para evitar que se reduzca el grosor del sustrato de metal, se imparte una carga a los rodillos de

trabajo 104A-B de manera que los rodillos de trabajo 104A-B impartan una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal 108 que está por debajo del límite elástico del sustrato de metal 108 a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106. Debido a que la presión del rodillo de trabajo impartida por los rodillos de trabajo 104A-B sobre el sustrato de metal 108 está por debajo del límite elástico del sustrato de metal 108, el grosor del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante (por ejemplo, el grosor del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante y sustancialmente no hay reducción en el grosor del sustrato de metal 108).

Mientras que la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B está por debajo del límite elástico del sustrato metálico 108, la textura de los rodillos de trabajo 104A-B puede tener una topografía que crea áreas localizadas en la superficie del sustrato de metal 108 donde la presión aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B está por encima del límite elástico del sustrato de metal 108 a medida que el sustrato de metal 108 pasa entre los rodillos de trabajo 104A-B. En otras palabras, el rodillo de trabajo puede generar presiones localizadas en los contactos de aspereza que puede ser lo suficientemente alta como para superar el límite elástico del sustrato de metal 108 en estas áreas localizadas. En estas áreas localizadas, debido a que la presión localizada creada por la textura es mayor que el límite elástico del sustrato de metal 108, la textura crea áreas localizadas de deformación plástica parcial en la superficie del sustrato de metal 108 que deja el sustrato de metal 108 no deformado (por ejemplo, la textura causa una deformación plástica en un lugar particular de la superficie 110 y/o 112 del sustrato de metal 108 mientras que el grosor del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante a lo largo del sustrato de metal 108). Por tanto, en algunos ejemplos, los rodillos de trabajo 104A-B se pueden usar para causar áreas localizadas de deformación plástica en la superficie 110 y/o 112 del sustrato de metal 108 sin cambiar el grosor del sustrato de metal 108 (por ejemplo, sin reducir el grosor de todo el sustrato de metal 108). En varios ejemplos, una variación en el grosor a lo largo de la anchura del sustrato de metal como resultado del proceso de texturizado es menor que aproximadamente el 1% después de que se haya aplicado la textura. En varios ejemplos, la variación del espesor a lo largo de la anchura del sustrato de metal como resultado tanto del proceso de texturizado como del laminado durante el procesamiento de bobina a bobina es inferior al 2 % aproximadamente.

En algunos ejemplos, la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B es de manera que la longitud del sustrato de metal 108 permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, sustancialmente no hay alargamiento ni aumento en la longitud del sustrato de metal 108) a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106. Como ejemplo, la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B puede hacer que la longitud del sustrato de metal 108 aumente entre alrededor del 0% y alrededor del 1%. Por ejemplo, la longitud del sustrato de metal 108 puede aumentar en menos que alrededor del 0,5 % a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106.

Como se ilustra en las FIGS. 1-3, el rodillo de trabajo superior 104A está soportado por los rodillos intermedios superiores 114A, y el rodillo de trabajo inferior 104B está soportado por los rodillos intermedios inferiores 114B. Aunque se ilustran dos rodillos intermedios superiores 114A y dos rodillos intermedios inferiores 114B, el número de rodillos intermedios superiores 114A y rodillos intermedios inferiores 114B que soportan cada rodillo de trabajo 104A-B se puede variar. En varios ejemplos, los rodillos intermedios 114A-B se proporcionan para ayudar a evitar que los rodillos de trabajo 104A-B se separen a medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106. Los rodillos intermedios 114A-B se proporcionan además para transferir las cargas de cojinete de los cojinetes 116A-B a los rodillos de trabajo 104A-B, respectivamente, de manera que los rodillos de trabajo 104A-B apliquen la presión del rodillo de trabajo al sustrato de metal 108.

Similar a los rodillos de trabajo 104, los rodillos intermedios 114A-B son generalmente cilíndricos con cierta redondez o cilindridad. La redondez o cilindridad de cada uno de los rodillos intermedios 114A-B se puede determinar utilizando varias galgas para cuadrantes y/u otros indicadores colocados en múltiples puntos a lo largo de la anchura de los rodillos intermedios 114A-B. Los rodillos intermedios 114A-B se pueden construir a partir de diversos materiales, tales como acero, latón y varios otros materiales adecuados. Cada rodillo intermedio 114A-B define un diámetro de rodillo intermedio. El diámetro del rodillo intermedio puede ser de alrededor de 20 mm a alrededor de 300 mm. En algunos ejemplos, el diámetro del rodillo intermedio es mayor que el diámetro del rodillo de trabajo, aunque no tiene por qué serlo.

Como se ilustra en las FIGS. 1-3, el soporte 102 también incluye la pluralidad de cojinetes 116A-B. Los cojinetes superiores 116A se proporcionan a lo largo de los rodillos intermedios superiores 114A y están configurados para aplicar cargas de cojinete en los rodillos intermedios superiores 114A, que luego transfieren la carga al rodillo de trabajo superior 104A de manera que el rodillo de trabajo superior 104A aplique la presión del rodillo de trabajo a la superficie 110 del sustrato de metal 108. De manera similar, los cojinetes inferiores 116B se proporcionan a lo largo de los rodillos intermedios inferiores 114B y están configurados para aplicar cargas de cojinete en los rodillos intermedios inferiores 114B, que luego transfieren la carga al rodillo de trabajo inferior 104B de manera que el rodillo de trabajo inferior 104B aplique la presión del rodillo de trabajo a la superficie 112 del sustrato de metal 108. Por ejemplo, en varios casos, los cojinetes 116A-B aplican cargas de cojinete verticales cuando el sustrato de metal 108 se mueve horizontalmente en la

dirección de movimiento 101. En algunos ejemplos, la carga de cojinete es de alrededor de 2 kgf a alrededor de 20000 kgf. En algunos ejemplos, al menos algunos de los cojinetes 116A-B son ajustables de manera independiente con relación al rodillo de trabajo 104A-B respectivo de manera que la presión localizada en ubicaciones discretas a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo 104A-B se puede controlar de manera independiente. En otros ejemplos, dos o más cojinetes 116A-B se pueden ajustar al unísono.

En algunos casos, durante el texturizado, el rodillo de trabajo superior 104A se puede accionar en la dirección generalmente indicada por la flecha 103 y el rodillo de trabajo inferior 104B se puede accionar en la dirección generalmente indicada por la flecha 105. En tales ejemplos, los rodillos de trabajo se accionan contra tanto la superficie superior 110 como la superficie inferior 112 del sustrato de metal 108. Sin embargo, en otros ejemplos, solo un lado del soporte 102 / solo se puede accionar uno de los rodillos de trabajo 104A-B, y se puede omitir el accionamiento indicado por la flecha 103 o el accionamiento indicado por la flecha 105. En tales ejemplos, durante el texturizado, los cojinetes de un lado se pueden inmovilizar y/o se pueden omitir por completo de manera que uno de los rodillos de trabajo 104A-B no se acciona (es decir, la actuación sobre el sustrato de metal es solo desde un lado del sustrato de metal). Por ejemplo, en algunos casos, los cojinetes inferiores 116B se pueden inmovilizar de manera que el rodillo de trabajo inferior 104B se inmovilice (y no se acciona en la dirección indicada por la flecha 105). En otros ejemplos, los cojinetes inferiores 116B se pueden omitir de manera que el rodillo de trabajo inferior 104B se inmovilice.

Cada cojinete 116A-B es generalmente cilíndrico y puede estar construido a partir de acero para herramientas y/o varios otros materiales adecuados. Cada cojinete 116A-B también tiene un diámetro de cojinete. En algunos ejemplos, el diámetro de cojinete es mayor que el diámetro del rodillo de trabajo, aunque no tiene por qué serlo. Haciendo referencia a la FIG. 3, cada cojinete 116A-B incluye un primer borde 118 y un segundo borde 120 opuesto al primer borde 118. La distancia desde el primer borde 118 hasta el segundo borde 120 se denomina anchura de cojinete 119. En algunos ejemplos, la anchura de cojinete 119 es de alrededor de 55 mm a alrededor de 110 mm. En un ejemplo no limitativo, la anchura de cojinete 119 es de alrededor de 100 mm. En algunos ejemplos, cada cojinete 116A-B tiene un perfil con una corona o chaflán a lo largo de la anchura de cojinete 119, donde corona generalmente se refiere a una diferencia de diámetro entre una línea central y los bordes 118, 120 del cojinete (por ejemplo, el cojinete es en forma de barril). La corona o chaflán puede tener una altura de alrededor de 0 μ m a alrededor de 50 μ m. En un ejemplo no limitativo, la corona es de alrededor de 30 μ m. En otro ejemplo no limitativo, la corona es de alrededor de 20 μ m.

En algunos ejemplos en los que se proporciona una pluralidad de cojinetes 116A-B, los cojinetes 116A-B se pueden disponer en una o más filas. Sin embargo, el número o la configuración de los cojinetes 116A-B no se debería considerar limitativo de la invención actual. Haciendo referencia a las FIGS. 2 y 3, dentro de cada fila de cojinetes 116A-B, los cojinetes 116A-B adyacentes están separados por una separación de cojinete 121, que es una distancia entre los extremos adyacentes de cojinetes 116A-B adyacentes. En varios ejemplos, la separación de los cojinetes 121 es de alrededor de 1 mm a alrededor de la anchura de cada cojinete. En ciertos aspectos, la densidad de los cojinetes 116A-B, o un número de cojinetes que actúan sobre una parte particular de los rodillos de trabajo 104A-B, se puede variar a lo largo de los rodillos de trabajo 104A-B. Por ejemplo, en algunos casos, el número de cojinetes 116A-B en las regiones de borde de los rodillos de trabajo 104A-B puede ser diferente del número de cojinetes 116A-B en una región central de los rodillos de trabajo 104A-B.

En varios ejemplos, además de ser ajustables verticalmente para controlar la carga de cojinete, los cojinetes 116A-B también pueden ser ajustables lateralmente en relación con el respectivo rodillo de trabajo 104A-B, lo que significa que se puede ajustar una posición de los cojinetes 116A-B a lo largo de la anchura del respectivo rodillo de trabajo 104A-B. Por ejemplo, en los ejemplos en los que los cojinetes 116A-B están dispuestos en al menos una fila, la fila incluye dos cojinetes de borde 117, que son los cojinetes 116A-B más externos de la fila de cojinetes 116A-B. En algunos ejemplos, al menos los cojinetes de borde 117 son ajustables lateralmente.

En algunos ejemplos, una característica de los cojinetes 116A-B se puede ajustar o controlar dependiendo de la ubicación deseada de los cojinetes 116A-B particulares a lo largo de la anchura de los rodillos de trabajo. Como ejemplo no limitativo, la corona o chaflán de los cojinetes 116A-B próximos a los bordes de los rodillos de trabajo puede ser diferente de la corona o chaflán de los cojinetes 116A-B hacia el centro de los rodillos de trabajo. En otros aspectos, el diámetro, la anchura, la separación, etc. se pueden controlar o ajustar de modo que la característica particular de los cojinetes 116A-B pueda ser la misma o diferente dependiendo de la ubicación. En algunos aspectos, los cojinetes que tienen diferentes características en las regiones de borde de los rodillos de trabajo en comparación con los cojinetes en las regiones centrales de los rodillos de trabajo pueden permitir además una presión uniforme u otros perfiles de presión deseados durante el texturizado. Por ejemplo, en algunos casos, los cojinetes se pueden controlar para cambiar intencionalmente la planitud y/o textura del sustrato de metal 108. Como algunos ejemplos, los cojinetes 116A-B se pueden controlar para crear intencionalmente una onda de borde, crear un borde más delgado, etc. Se pueden crear varios otros perfiles.

El laminador 100 incluye varios parámetros de presión que afectan la distribución de la presión de contacto de los rodillos de trabajo 104A-B sobre el sustrato de metal 108. Estos parámetros de presión incluyen, pero no se limitan a, la cilindridad de los rodillos de trabajo 104A-B y/o los rodillos intermedios 114A-B, el diámetro del rodillo de trabajo, el diámetro del rodillo intermedio, el diámetro del cojinete, la anchura del cojinete 119, la corona del cojinete, la separación del cojinete 121, la carga del cojinete, la distribución de la carga del cojinete (es decir, el perfil de carga aplicado o distribución de la carga de cojinete a lo largo de la anchura del rodillo), y la posición del cojinete de borde 117 con relación a un borde del sustrato de metal 108. Algunos de estos parámetros de presión se pueden ajustar y controlar a través de un controlador de un sistema de control 122 y/o se pueden ajustar y controlar por un operador o usuario del laminador 100. En varios ejemplos, los parámetros de presión se pueden seleccionar y predeterminar para la instalación con un nuevo laminador 100. En otros ejemplos, los parámetros de presión se pueden ajustar y controlar para reacondicionar un laminador 100 existente.

En varios ejemplos, la redondez o cilindridad de los rodillos de trabajo 104A-B y/o los rodillos intermedios 114A-B se pueden ajustar seleccionando los rodillos de trabajo 104A-B y/o rodillos intermedios 114A-B de una redondez o cilindridad predeterminada o retirando los rodillos de trabajo 104A-B y/o los rodillos intermedios 114A-B ya instalados en el laminador 100 y reemplazándolos con rodillos de trabajo 104A-B de repuesto y/o rodillos intermedios 114A-B de repuesto que tienen una redondez o cilindridad predeterminada diferente. Los rodillos de reemplazo pueden ser más redondos o menos redondos dependiendo de las necesidades del sistema para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada. Como se indicó anteriormente, la redondez o la cilindridad de cada uno de los rodillos se puede determinar utilizando varias galgas para cuadrante. y/o otros indicadores colocados en múltiples puntos a lo largo de la anchura del rodillo respectivo. En varios ejemplos, la redondez o cilindridad de un rodillo se ajusta de manera que la variación en la cilindridad sea inferior a alrededor de 10 μm a lo largo de la anchura del rodillo (es decir, una variación de alrededor de 0 μm a alrededor de 10 μm a lo largo de la anchura del rodillo).

En algunos ejemplos, el diámetro del rodillo de trabajo, el diámetro del rodillo intermedio, y/o el diámetro del cojinete se pueden ajustar seleccionando los rodillos de trabajo 104A-B, los rodillos intermedios 114A-B, y/o cojinetes 116A-B de un diámetro predeterminado o retirando los rodillos de trabajo 104A-B, rodillos intermedios 114A-B, y/o cojinetes 116A-B ya instalados en el laminador 100 y reemplazándolos con rodillos de trabajo 104A-B de repuesto, rodillos intermedios 114A-B de repuesto, y/o cojinetes 116A-B de repuesto que tienen un diámetro predeterminado diferente. Los rodillos de trabajo 104A-B de repuesto, los rodillos intermedios 114A-B de repuesto, y/o los cojinetes 116A-B de repuesto pueden tener un diámetro mayor o diámetro menor dependiendo de las necesidades del sistema para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada. Por ejemplo, en algunos casos, el diámetro del rodillo de trabajo, el diámetro del rodillo intermedio, y/o el diámetro del cojinete se pueden reducir en un factor de 1,5 para disminuir la variación de la distribución de la presión de contacto. En otros ejemplos, el diámetro del rodillo de trabajo, el diámetro del rodillo intermedio y/o el diámetro del cojinete se aumentan en un factor de 2 para disminuir la variación de la distribución de la presión de contacto. En varios ejemplos, a medida que aumentan los diámetros, la variación de presión de la distribución de la presión de contacto disminuye, pero también se reduce la capacidad de controlar la presión del rodillo de trabajo en ubicaciones discretas (es decir, diferentes presiones localizadas) en el sustrato de metal 108 y, por tanto, aumentan los efectos de borde.

En varios casos, la anchura de cojinete 119 y la separación de cojinetes 121 se pueden ajustar seleccionando cojinetes 116A-B de una anchura de cojinete 119 predeterminada y separándolos a separaciones de cojinetes predeterminadas y/o retirando los cojinetes 116A-B ya instalados en el laminador 100 y reemplazándolos con cojinetes 116A-B de repuesto que tienen una anchura de cojinete predeterminada diferente 119 y/o una separación de cojinete 121 predeterminada diferente. En algunos casos, la anchura de los cojinetes 116A-B de repuesto se puede aumentar o disminuir. En algunos ejemplos, la anchura de cojinete 119 predeterminada es de alrededor de 20 mm a alrededor de 400 mm. Por ejemplo, en algunos casos, la anchura de cojinete 119 es de alrededor de 55 mm a alrededor de 110 mm. En varios ejemplos, la anchura de cojinete 119 predeterminada es de alrededor de 100 mm. La anchura de cojinete 119 se puede aumentar o disminuir dependiendo de las necesidades del sistema para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada. Por ejemplo, en algunos casos, la anchura de cojinete 119 se puede aumentar para ayudar a disminuir la uniformidad de la textura a lo largo de la anchura y en los bordes del sustrato de metal 108. Por ejemplo, en algunos casos, la anchura de cojinete 119 se puede disminuir para ayudar a aumentar la uniformidad de la textura a lo largo de la anchura y en los bordes del sustrato de metal 108.

En varios ejemplos, los cojinetes 116A-B de repuesto se instalan de modo que se mantengan las posiciones laterales de los cojinetes 116A-B con respecto al rodillo intermedio 114A-B. Si los cojinetes 116A-B de repuesto tienen una anchura de cojinete 119 aumentada, se puede reducir la separación de cojinetes 121 entre cojinetes 116A-B adyacentes. En algunos ejemplos, la separación de cojinetes 121 predeterminada es una separación de cojinetes 121 mínima de alrededor de 34 mm. Por el contrario, si los cojinetes 116A-B de repuesto tienen una anchura de cojinete 119 disminuida, se puede aumentar la separación de cojinetes 121

entre cojinetes 116A-B adyacentes. En otros ejemplos, los cojinetes 116A-B de repuesto se instalan de manera que se ajusten lateralmente las posiciones de los cojinetes 116A-B con relación al rodillo intermedio 114A-B. Por ejemplo, los cojinetes 116A-B de repuesto se pueden colocar para aumentar o disminuir la separación de cojinetes 121. En algunos ejemplos, la separación de cojinetes 121 predeterminada es una separación de cojinetes 121 mínima de alrededor de 34 mm. En otros ejemplos, la separación de cojinetes 121 es de alrededor de 1 mm a alrededor de la anchura de un cojinete. En varios casos, el ajuste de la separación de cojinetes 121 incluye mantener el mismo número de cojinetes 116A-B en una fila a lo largo de los rodillos intermedios 114A-B, respectivamente. En algunos ejemplos adicionales, aumentar la separación de cojinetes 121 puede incluir además reducir el número de cojinetes 116A-B en una fila a lo largo de los rodillos intermedios 114A-B, respectivamente. Por el contrario, en otros ejemplos opcionales, disminuir la separación de cojinetes 121 puede incluir además aumentar el número de cojinetes 116A-B en una fila a lo largo de los rodillos intermedios 114A-B, respectivamente. En varios ejemplos, cojinetes con anchuras 119 más pequeñas y/o separaciones de cojinetes 121 reducidas disminuyen la variación de presión de la distribución de la presión de contacto y pueden ayudar a mejorar la uniformidad de la presión del rodillo de trabajo y la textura en los bordes del sustrato.

La corona de los cojinetes 116A-B se puede ajustar seleccionando cojinetes 116A-B con una corona predeterminada o retirando los cojinetes 116A-B ya instalados con el laminador 100 y reemplazándolos con cojinetes 116A-B de repuesto que tengan una corona diferente predeterminada. Por ejemplo, se pueden proporcionar cojinetes 116A-B con coronas aumentadas para aumentar la variación de presión de la distribución de la presión de contacto. Se pueden proporcionar cojinetes 116A-B con coronas disminuidas para disminuir la variación de presión de la distribución de la presión de contacto. En varios ejemplos, la corona de cojinete predeterminada es de alrededor de 0 μm a alrededor de 50 μm .

La carga de cojinete se puede ajustar ajustando verticalmente uno o más de los cojinetes 116A-B en relación con sus respectivos rodillos de trabajo 104A-B de manera que el perfil de la carga de cojinete (es decir, la distribución de las cargas de cojinete a lo largo de la anchura de los rodillos de trabajo 104A-B), y por lo tanto la presión del rodillo de trabajo, se ajusta en áreas localizadas (es decir, se ajustan presiones localizadas en áreas particulares). En algunos ejemplos, la posición vertical de los cojinetes 116A-B con relación a los rodillos de trabajo 104A-B, respectivamente, se puede controlar a través del controlador. En otros ejemplos, un operador puede controlar la posición vertical de los cojinetes 116A-B. En algunos ejemplos, los cojinetes 116A-B o un subconjunto de los cojinetes 116A-B se ajustan verticalmente lejos de los respectivos rodillos de trabajo 104A-B para reducir la carga de cojinete y, por lo tanto, para reducir la presión del rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal 108 en áreas localizadas (es decir, se reduce la presión localizada en un área o áreas particulares). En otros ejemplos, los cojinetes 116A-B o un subconjunto de los cojinetes 116A-B se ajustan verticalmente hacia los respectivos rodillos de trabajo 104A-B para aumentar la carga de cojinete y, por lo tanto, para aumentar la presión del rodillo de trabajo sobre el sustrato de metal 108 en áreas localizadas (es decir, se aumenta la presión localizada en un área o áreas particulares). Los cojinetes 116A-B o un subconjunto de los cojinetes 116A-B se pueden ajustar de manera que la carga sobre cada cojinete 116A-B sea de alrededor de 2 kgf a alrededor de 20000 kgf. Como ejemplo no limitativo, la carga sobre cada cojinete 116A-B puede ser de alrededor de 300 kgf a alrededor de 660 kgf. En algunos ejemplos, los cojinetes 116A-B, o un subconjunto de los cojinetes 116A-B, se ajustan de manera que la presión del rodillo de trabajo en una o más áreas localizadas sea de alrededor de 610 kgf. En varios ejemplos, la carga en cada cojinete 116A-B puede depender de las dimensiones del cojinete, la dureza del sustrato 108, y/o la textura deseada.

Como se indicó anteriormente, cada uno de los cojinetes 116A-B se puede ajustar individualmente, o los conjuntos de los cojinetes 116A-B se pueden ajustar juntos. Por ejemplo, en algunos casos, el ajuste vertical de los cojinetes 116A-B incluye el ajuste vertical de todos los cojinetes 116A-B. En otros ejemplos, cada cojinete 116A-B se ajusta individualmente. Por ejemplo, en algunos casos, el cojinete de borde 117 se ajusta verticalmente en relación con los bordes del sustrato de metal 108 para ajustar la presión localizada en las partes de borde del sustrato de metal 108. El ajuste vertical de los cojinetes de borde 117 puede ser diferente del ajuste vertical de los otros cojinetes 116A-B que indirectamente aplican una carga a las partes que no son de borde del sustrato de metal 108. El ajuste vertical de los cojinetes de borde 117 puede incluir el movimiento vertical de los cojinetes de borde 117 hacia los rodillos de trabajo 104A-B para aumentar la presión localizada en las partes de borde del sustrato de metal 108. El ajuste vertical de los cojinetes de borde 117 puede incluir también el movimiento vertical de los cojinetes de borde 117 lejos de los rodillos de trabajo 104A-B para disminuir la presión localizada en las partes de borde del sustrato de metal 108.

La posición lateral del soporte de borde 117 con relación a un borde del sustrato de metal 108 también se puede ajustar a través del controlador o un operador. Sorprendentemente, se descubrió que controlando la posición de la parte de borde del sustrato de metal 108 con relación al primer borde 118 y al segundo borde 120 del soporte de borde 117, se podrían controlar los efectos de borde. En algunos ejemplos, los cojinetes de borde 117 se ajustan lateralmente de manera que el borde del sustrato de metal 108 esté entre el primer borde 118 y una posición intermedia entre el primer borde 118 y el segundo borde 120. En otros ejemplos, el soporte del borde 117 se ajusta lateralmente de manera que el borde del sustrato de metal 108 esté entre el

segundo borde 120 y la posición intermedia entre el primer borde 118 y el segundo extremo 120. En varios ejemplos, el soporte de borde 117 se ajusta lateralmente de manera que el borde del sustrato de metal 108 esté lateralmente hacia fuera del segundo borde 120 (es decir, al menos parte del sustrato de metal 108 se extiende más allá del cojinete de borde 117).

5

Ajustando uno o más de los parámetros de presión anteriores del laminador 100, se puede proporcionar una distribución de la presión de contacto deseada de los rodillos de trabajo 104A-B en el sustrato de metal 108 para dar como resultado un sustrato de metal 108 con una consistencia de textura mejorada, o una textura más uniforme sobre la superficie y a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108. En algunos ejemplos, los parámetros de presión se ajustan y controlan de manera que el grosor del sustrato de metal 108 permanezca sustancialmente constante. En varios ejemplos, se controlan uno o más parámetros de presión para proporcionar una distribución de la presión de contacto deseada que tanto minimiza la variación de presión como reduce los efectos de borde del sustrato de metal 108 que ocurren durante el texturizado.

10

En algunos ejemplos, el sistema de control 122 incluye un controlador (no mostrado), que puede ser cualquier dispositivo de procesamiento adecuado, y uno o más sensores 124. El número y ubicación de los sensores 124 mostrados en la FIG. 1 es solo con propósitos ilustrativos y puede variar según se desee. Los sensores 124 están configurados para monitorizar el laminador 100 y/o soportar las condiciones de procesamiento. Por ejemplo, en algunos casos, los sensores 124 monitorizan la distribución de la presión de contacto de los rodillos de trabajo 104A-B sobre el sustrato de metal 108. Dependiendo de la distribución de la presión de contacto detectada, se ajustan uno o más parámetros de presión (a través del controlador y/o el operador del laminador o de otro modo) para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada. En algunos ejemplos, el uno o más parámetros de presión se ajustan de manera que la variación de presión y los efectos de borde se minimicen sin cambiar el grosor del sustrato de metal 108. En algunos ejemplos, uno o más parámetros de presión se ajustan de manera que se logre una textura más uniforme del sustrato de metal 108.

20

25

30

35

40

En varios ejemplos, un método de aplicación de una textura al sustrato de metal 108 incluye pasar el sustrato de metal 108 a través del hueco 106. A medida que el sustrato de metal 108 pasa a través del hueco 106, los rodillos de trabajo 104A-B aplican presión de rodillo de trabajo a la superficie superior 110 y a la superficie inferior 112 del sustrato de metal 108 a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 de manera que la textura del uno o más rodillos de trabajo 104A-B se transfiera al sustrato de metal 108 mientras que el grosor del sustrato de metal permanece sustancialmente constante. En algunos ejemplos, el método incluye medir la distribución de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 con al menos uno de los sensores 124 y recibir datos del sensor en el dispositivo de procesamiento del sistema de control 122. En varios ejemplos, el método incluye mantener o ajustar al menos un parámetro de presión del laminador 100 de manera que la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104A-B a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 proporcione la distribución de la presión de contacto deseada a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 y el grosor del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante.

45

50

55

En algunos ejemplos, al menos uno de los parámetros de presión se ajusta para proporcionar una variación de presión de la distribución de la presión de contacto sobre la superficie y a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 que es menor que un cierto porcentaje. Por ejemplo, en algunos casos, al menos uno de los parámetros de presión se ajusta de manera que la variación de presión de la distribución de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 sea menor que alrededor del 25%. En otros casos, al menos uno de los parámetros de presión se ajusta de manera que la variación de presión de la distribución de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 sea menor que alrededor del 13%. En ejemplos adicionales, al menos uno de los parámetros de presión se ajusta de manera que la variación de presión de la distribución de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108 sea menor que alrededor del 8%. Reduciendo la variación de la distribución de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato de metal 108, la textura transferida al sustrato de metal 108 es más uniforme con respecto a al menos una característica de textura en comparación con las texturas aplicadas bajo distribuciones de la presión de contacto que tienen mayor variación.

60

65

Uno o más parámetros de presión descritos anteriormente se pueden ajustar para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada que tanto minimiza la variación de presión como reduce los efectos de borde del sustrato de metal 108 del procesamiento para proporcionar una textura más uniforme a lo largo del sustrato de metal 108 mientras que un grosor general del sustrato de metal 108 permanece sustancialmente constante. Como un ejemplo no limitante, para proporcionar la distribución de presión de contacto deseada, el método puede incluir al menos uno de aumentar el diámetro del rodillo de trabajo y/o el diámetro del rodillo intermedio, reducir la separación de cojinetes 121 a la separación de cojinetes 121 mínima, y colocar los cojinetes de borde 117 de manera que el borde del sustrato de metal 108 se extienda más allá del segundo borde 120 del cojinete de borde 117. Como otro ejemplo no limitativo, para proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada, el perfil de carga aplicado (es decir, la distribución de carga sobre los cojinetes a lo largo de la anchura de la configuración de rodillo) se ajusta para obtener una presión y textura de rodillo

de trabajo deseadas a lo largo de la anchura del sustrato 108.

Las FIGS. 4-6 ilustran ejemplos del efecto de ajustar dos parámetros de presión ejemplares (diámetro de rodillo y posición del cojinete de borde 117 con relación al borde del sustrato de metal 108) sobre la distribución de la presión de contacto. En cada una de las FIGS. 4-6, la línea 402 representa la distribución de presión de un sustrato de metal donde el borde del sustrato de metal 108 está entre el primer borde 118 y una posición intermedia entre el primer borde 118 y el segundo borde 120. La línea 404, en cada una de las FIGS. 4-6, representa la distribución de la presión de un sustrato de metal donde el borde del sustrato de metal 108 está entre el segundo borde 120 y una posición intermedia entre el primer borde 118 y el segundo borde 120. La línea 406, en cada una de las FIGS. 4-6, representa la distribución de presión de un sustrato de metal donde el borde del sustrato de metal 108 se extiende hacia fuera desde el segundo borde 120.

Para la línea 402 en todas las FIGS. 4-6, se ilustran ocho cojinetes. Para los cojinetes 1-6, la presión localizada aplicada por cada cojinete fue de 610 kgf. Para el cojinete 7, la presión localizada aplicada fue de 610/4 kgf. El cojinete 8 se fijó en la dirección y, lo que significa que no se aplicó presión localizada.

Para la línea 404 en todas las FIGS. 4-6, se ilustran ocho cojinetes. Para los cojinetes 1-6, la presión localizada aplicada por cada cojinete fue de 610 kgf. Para el cojinete 7, la presión localizada aplicada fue de 610/2 kgf. El cojinete 8 se fijó en la dirección y, lo que significa que no se aplicó presión localizada.

Para la línea 406 en todas las FIGS. 4-6, se ilustran ocho cojinetes. Para los cojinetes 1-7, la presión localizada aplicada por cada cojinete fue de 610 kgf. El cojinete 8 se fijó en la dirección y, lo que significa que no se aplicó presión localizada.

En la FIG. 4, los diámetros de los rodillos de trabajo que aplican la presión de rodillo de trabajo a cada uno de los sustratos de metal son los mismos. En la FIG. 5, los diámetros de los rodillos de trabajo se aumentan en un factor de 1,5 con relación a los diámetros de los rodillos de trabajo de la FIG. 4. En la FIG. 6, los diámetros de los rodillos de trabajo se aumentan en un factor de 2 con relación a los diámetros de los rodillos de trabajo de la FIG. 4.

En general, para cualquiera de las líneas 402, 404 o 406, la FIG. 4 ilustra una mayor variación en la distribución de la presión de contacto así como un mayor efecto de borde (por ejemplo, representado por la variación de presión que comienza en el cojinete 7). Para cualquiera de las líneas 402, 404 o 406, la FIG. 6 ilustra el mejor control de la variación de presión (es decir, se minimiza la variación de la distribución de la presión de contacto), pero se aumentan los efectos de borde. De las FIGS. 4-6, para cualquiera de las líneas 402, 404 o 406, la FIG. 5 ilustra la mejor combinación de variación de presión minimizada mientras que se reducen los efectos de borde en la distribución de presión de contacto.

Por lo tanto, el sistema descrito se puede usar para lograr una textura más uniforme en un sustrato de metal ajustando el uno o más parámetros de presión para producir una distribución de la presión de contacto que minimice la variación de presión mientras que se reducen los efectos de borde. Optimizando los parámetros de presión para producir la distribución de la presión de contacto deseada, se pueden producir sustratos de metal con uniformidad de textura mejorada.

En algunos ejemplos, un lado del soporte de trabajo se puede inmovilizar de manera que solo se accione un lado del soporte (es decir, el soporte se acciona solo en la dirección 103 o solo en la dirección 105). En tales ejemplos, la posición vertical del rodillo de trabajo inferior 104B es constante, fija, y/o no se mueve verticalmente contra el sustrato de metal.

En algunos aspectos en los que se incluyen cojinetes en los lados superior e inferior del soporte, un lado del soporte de trabajo se puede inmovilizar controlando un conjunto de cojinetes de manera que no se accionen. Por ejemplo, en algunos casos, los cojinetes inferiores 116B se pueden inmovilizar de manera que el rodillo de trabajo inferior 104B no se accione en la dirección 105. En otros ejemplos, los cojinetes inferiores 116B se pueden omitir de manera que el rodillo de trabajo inferior 104B se inmovilice. En otros ejemplos, se pueden utilizar varios otros mecanismos de manera que se inmovilice un lado del soporte. Por ejemplo, las FIGS. 7 y 8 ilustran un ejemplo adicional de un soporte de trabajo en el que un lado está inmovilizado, y las FIGS. 9 y 10 ilustran un ejemplo adicional de un soporte de trabajo en el que un lado está inmovilizado. Se pueden utilizar varios otros mecanismos adecuados y/o configuraciones de rodillos para inmovilizar un lado del soporte de trabajo mientras que se proporciona el soporte necesario al lado inmovilizado del soporte de trabajo.

Las FIGS. 7 y 8 ilustran otro ejemplo de un soporte de trabajo 702. El soporte de trabajo 702 es sustancialmente similar al soporte de trabajo 102 excepto que el soporte de trabajo 702 incluye rodillos de respaldo 725 fijos en lugar de los cojinetes inferiores 116B. En este ejemplo, los rodillos de respaldo 725 fijos no se accionan verticalmente y, como tal, el soporte de trabajo 702 solo se acciona en la dirección 103. Opcionalmente, los rodillos de respaldo 725 se soportan en un soporte 723 u otro soporte adecuado según

- se desee. Opcionalmente, el soporte 723 soporta cada rodillo de respaldo 725 en una o más ubicaciones a lo largo del rodillo de respaldo 725. En el ejemplo de las FIGS. 7 y 8, se proporcionan tres rodillos de respaldo 725; sin embargo, en otros ejemplos, se puede proporcionar cualquier número deseado de rodillos de respaldo 725. En estos ejemplos, debido a que los rodillos de respaldo 725 están fijos verticalmente, el rodillo de trabajo inferior 104B está inmovilizado, lo que significa que el rodillo de trabajo inferior 104b es constante, fijo, y/o no se mueve verticalmente contra el sustrato de metal. En tales ejemplos, el accionamiento en el soporte 702 durante el texturizado es solo desde un lado del soporte 702 (es decir, el accionamiento es solo desde el lado superior del soporte con el rodillo de trabajo superior 104-A).
- 10 Las FIGS. 9 y 10 ilustran otro ejemplo de un soporte de trabajo 902. El soporte de trabajo 902 es sustancialmente similar al soporte de trabajo 102 excepto que se omiten los rodillos intermedios y los accionadores, y el diámetro del rodillo de trabajo inferior 104B es mayor que el diámetro del rodillo de trabajo superior 104A. En este ejemplo, el soporte de trabajo 1202 solo se acciona en la dirección 103. En algunos aspectos, el rodillo de trabajo inferior 104B de mayor diámetro proporciona el soporte necesario contra el accionamiento de manera que se cree el perfil deseado del sustrato de metal 108 durante el texturizado. Se apreciará que en otros ejemplos, los rodillos intermedios y/o varios otros rodillos de soporte se pueden proporcionar con el rodillo de trabajo inferior 104B. En otros ejemplos, el rodillo de trabajo inferior 104B puede tener un diámetro similar al del rodillo de trabajo superior 104A y el soporte de trabajo incluye además cualquier número deseado de rodillos intermedios y/o rodillos de soporte para proporcionar el soporte necesario al rodillo de trabajo inferior 104B cuando un lado está inmovilizado.

REIVINDICACIONES

1. Un método de aplicación de una textura sobre un sustrato (108), el método que comprende:

5 aplicar una textura a un sustrato (108) con un soporte de trabajo de un proceso de bobina a bobina (100), en donde el soporte de trabajo (102) comprende un rodillo de trabajo superior (104A) y un rodillo de trabajo inferior (104B) alineado verticalmente con el rodillo de trabajo superior (104A), en donde al menos uno del rodillo de trabajo superior (104A) y el rodillo de trabajo inferior (104B) comprende la textura, y en donde aplicar la textura comprende:

10 aplicar, mediante el rodillo de trabajo superior (104A), una presión del primer rodillo de trabajo sobre una superficie superior (110) del sustrato (108); y

15 aplicar, mediante el rodillo de trabajo inferior (104B), una presión del segundo rodillo de trabajo sobre una superficie inferior (112) del sustrato (108);

caracterizado por que el método comprende además:

20 medir una distribución de la presión de contacto de al menos una de la presión del primer rodillo de trabajo y la presión del segundo rodillo de trabajo a lo largo de la anchura del sustrato (108) con un sensor;

recibir datos en un dispositivo de procesamiento desde el sensor (124); y

25 ajustar, en base a la distribución de la presión de contacto medida, un parámetro de presión de contacto del soporte de trabajo (102) de manera que el soporte de trabajo (102) proporcione una distribución de la presión de contacto deseada a lo largo de la anchura del sustrato (108) y el grosor del sustrato (108) permanece sustancialmente constante después de que se haya aplicado la textura.

30 2. El método de la reivindicación 1, en donde el ajuste del parámetro de presión de contacto ajusta al menos una característica de la textura en el sustrato (108), y en donde al menos una característica comprende al menos uno de una altura de la textura, una profundidad de la textura, una forma de la textura, un tamaño de la textura, una distribución de la textura, una aspereza de la textura o una concentración de la textura.

35 3. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar el parámetro de presión de contacto comprende proporcionar la distribución de la presión de contacto deseada que tiene una variación de la presión de contacto a lo largo de la anchura del sustrato (108) de menos del 25%.

40 4. El método de la reivindicación 1, en donde ajustar el parámetro de presión de contacto comprende ajustar la cilindridad de los rodillos de trabajo (104A, 104B) de manera que la variación de la cilindridad sea menor que 10 μm .

45 5. El método de la reivindicación 1, en donde el soporte de trabajo (102) comprende además un rodillo intermedio superior (114A) que soporta el rodillo de trabajo superior (104A), y en donde, preferiblemente, el soporte de trabajo (102) comprende además un conjunto de cojinetes superiores (116A) a lo largo del rodillo intermedio superior (114A), cada cojinete superior (116A) que aplica una carga de cojinete al rodillo intermedio superior (114A) de manera que el rodillo intermedio superior (114A) haga que el rodillo de trabajo superior (104A) aplique la presión del primer rodillo de trabajo sobre el sustrato (108).

50 6. El método de la reivindicación 5, en donde ajustar el parámetro de presión de contacto comprende al menos uno de ajustar una separación entre cojinetes superiores (116A) adyacentes, ajustar una dimensión de cojinete de al menos un cojinete superior (116A) del conjunto de cojinetes superiores (116A), reducir una altura de corona o chaflán de cada uno de los cojinetes superiores (116A), aumentar la carga de cojinete aplicada por todos los cojinetes superiores (116A) sobre el rodillo intermedio superior (114A), ajustar un diámetro de rodillo de trabajo de al menos uno de los rodillos de trabajo (104A), ajustar un diámetro de rodillo intermedio de al menos uno de los rodillos intermedios (114A), ajustar un cojinete superior más exterior del conjunto de cojinetes superiores (116A) con relación a un borde del sustrato (108), o ajustar las cargas de cojinete aplicadas por los cojinetes superiores (116A) sobre el rodillo intermedio superior (114A) para ajustar una distribución de las cargas de cojinete.

60 7. El método de la reivindicación 5, en donde cada uno de los cojinetes superiores (116A) es ajustable individualmente con relación al rodillo intermedio superior (114A), y en donde ajustar el parámetro de presión de contacto comprende aumentar la carga de cojinete aplicada por al menos uno de los cojinetes superiores (116A) en el rodillo intermedio superior (114A).

65 8. El método de la reivindicación 1, en donde una variación en el grosor a lo largo de la anchura del sustrato

(108) es menor que el 2% después de que se haya aplicado la textura.

9. El método de la reivindicación 1, en donde el soporte de trabajo (102) es un primer soporte de trabajo, el rodillo de trabajo superior (104A) es un primer rodillo de trabajo superior, la textura es una primera textura y el rodillo de trabajo inferior (104B) es un primer rodillo de trabajo inferior, y en donde el método comprende además:

10 aplicar una textura a un sustrato (108) con un segundo soporte de trabajo (102) de un proceso de bobina a bobina (100), en donde el soporte de trabajo (102) comprende un segundo rodillo de trabajo superior (104A) y un segundo rodillo de trabajo inferior (104B) alineado verticalmente con el rodillo de trabajo superior (104A), en donde al menos uno del segundo rodillo de trabajo superior (104A) y el segundo rodillo de trabajo inferior (104B) comprende la segunda textura, y en donde aplicar la segunda textura comprende:

15 aplicar, mediante el segundo rodillo de trabajo superior (104A), una tercera presión de rodillo de trabajo sobre la superficie superior del sustrato (108); y

20 aplicar, mediante el segundo rodillo de trabajo inferior (104B), una cuarta presión de rodillo de trabajo sobre una superficie inferior del sustrato (108);

en donde el grosor del sustrato (108) permanece sustancialmente constante después de que se haya aplicado la segunda textura.

25 10. El método de la reivindicación 1, en donde el grosor del sustrato (108) disminuye en no más del 1% después de que se haya aplicado la textura.

11. Un sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) que comprende:

30 un soporte de trabajo (102) que comprende:

un rodillo de trabajo superior (104A) configurado para aplicar una presión del primer rodillo de trabajo sobre una superficie superior (110) de un sustrato (108); y

35 un rodillo de trabajo inferior (104B) alineado verticalmente con el rodillo de trabajo superior (104A) y configurado para aplicar una presión del segundo rodillo de trabajo sobre una superficie inferior (112) del sustrato (108),

40 en donde al menos uno del rodillo de trabajo superior (104A) y el rodillo de trabajo inferior (104B) comprende una textura de manera que al menos uno del rodillo de trabajo superior (104A) y el rodillo de trabajo inferior (104B) están configurados para impartir la textura sobre el sustrato (108) aplicando la presión del primer rodillo de trabajo o aplicando la presión del segundo rodillo de trabajo;

caracterizado por que el sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) comprende además:

45 un sensor (124) configurado para medir una distribución de la presión de contacto de al menos una de la presión del primer rodillo de trabajo y la presión del segundo rodillo de trabajo a lo largo de la anchura del sustrato (108);

50 un dispositivo de procesamiento configurado para recibir datos del sensor (124); el sistema de procesamiento de bobina a bobina se caracteriza además por que está configurado para ajustar

55 un parámetro de presión de contacto, en donde el parámetro de presión de contacto es ajustable en base a la distribución de la presión de contacto medida para lograr una distribución de la presión de contacto deseada a lo largo de la anchura del sustrato (108) y el grosor del sustrato (108) permanece sustancialmente constante después de que se haya aplicado la textura.

12. El sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) de la reivindicación 11, en donde el soporte de trabajo (102) comprende además:

60 un rodillo intermedio superior (114A) que soporta el rodillo de trabajo superior (104A); y

65 un conjunto de cojinetes superiores (116A) a lo largo del rodillo intermedio superior (114A), cada cojinete superior (116A) configurado para aplicar una carga de cojinete al rodillo intermedio superior (114A) de manera que el rodillo intermedio superior (114A) haga que el rodillo de trabajo superior (104A) aplique la presión del primer rodillo de trabajo sobre el sustrato (108).

13. El sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) de la reivindicación 12, en donde el parámetro de presión de contacto comprende al menos uno de una separación entre cojinetes superiores (116A) adyacentes, una dimensión de cojinete de al menos un cojinete superior del conjunto de cojinetes superiores (116A), un diámetro de cojinete y una anchura de cojinete, una posición de un cojinete superior más externo del conjunto de cojinetes superiores (116A) con relación a un borde del sustrato (108), o una altura de corona o chaflán de cada uno de los cojinetes superiores (116A) o los cojinetes inferiores (116B) que es menor que alrededor de 50 μm .
5
14. El sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) de la reivindicación 12, en donde cada uno de los cojinetes superiores (116A) es ajustable individualmente con relación al rodillo intermedio superior (114A), y en donde el parámetro de presión de contacto comprende la carga de cojinete aplicada por al menos uno de los cojinetes superiores (116A) en el rodillo intermedio superior (114A).
10
15. El sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) de la reivindicación 11, en donde el rodillo de trabajo superior (104A) es ajustable verticalmente y en donde el rodillo de trabajo inferior (104B) está fijado verticalmente de manera que solo el rodillo de trabajo superior (104A) sea accionable.
15
16. El sistema de procesamiento de bobina a bobina (100) de la reivindicación 11, en donde la variación de grosor a lo largo de la anchura del sustrato (108) es menor que el 2% después de que se aplique la textura, y en donde la presión del primer rodillo de trabajo y la presión del segundo rodillo de trabajo son menores que el límite elástico del sustrato (108).
20

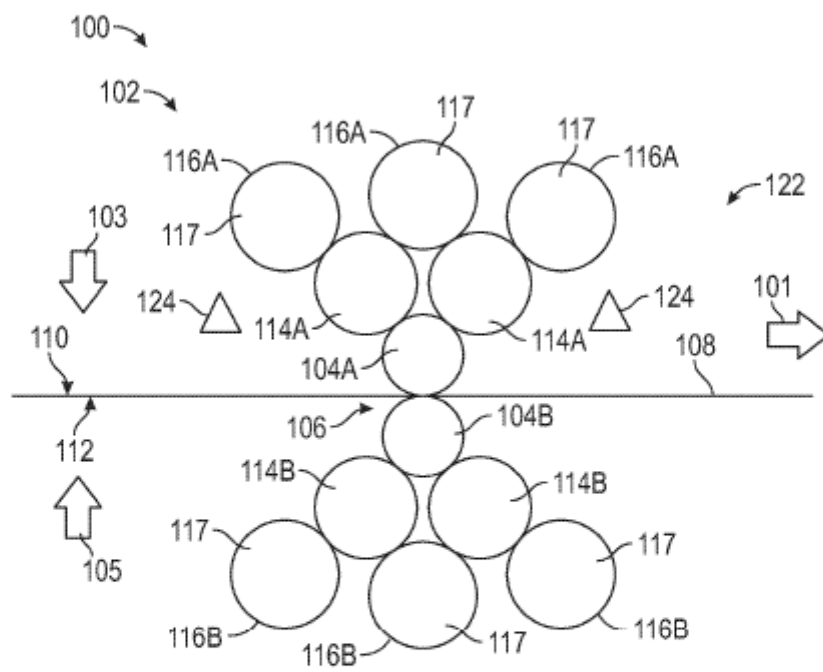


FIG. 1

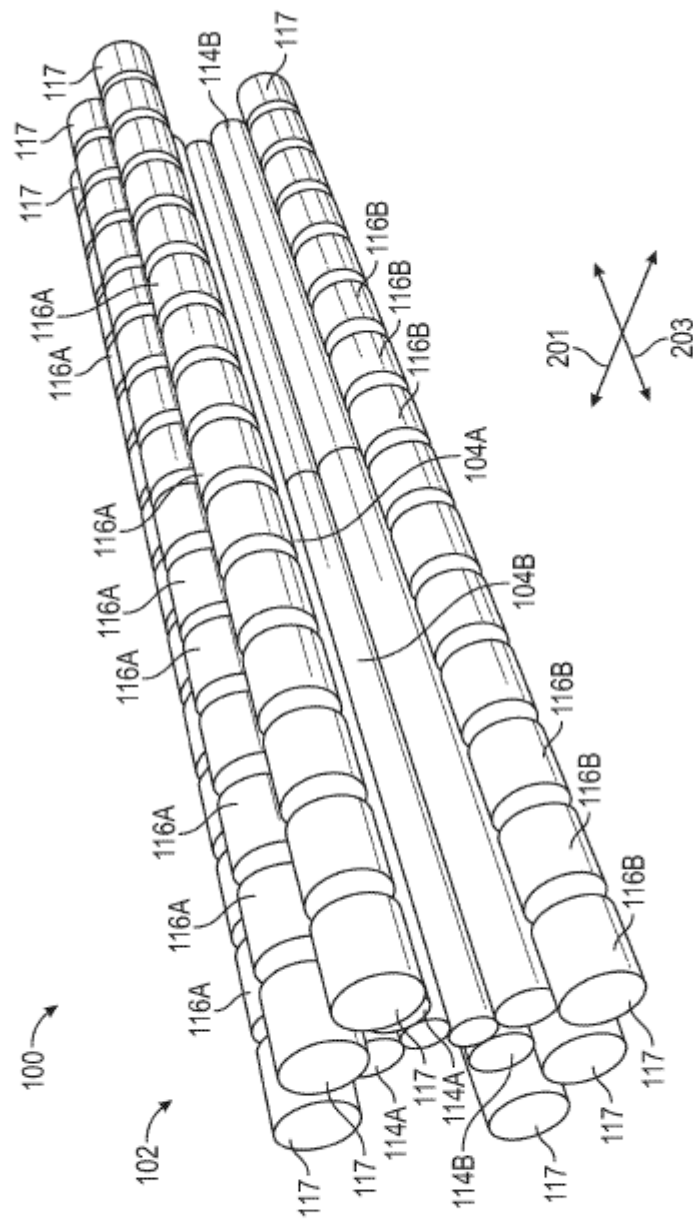
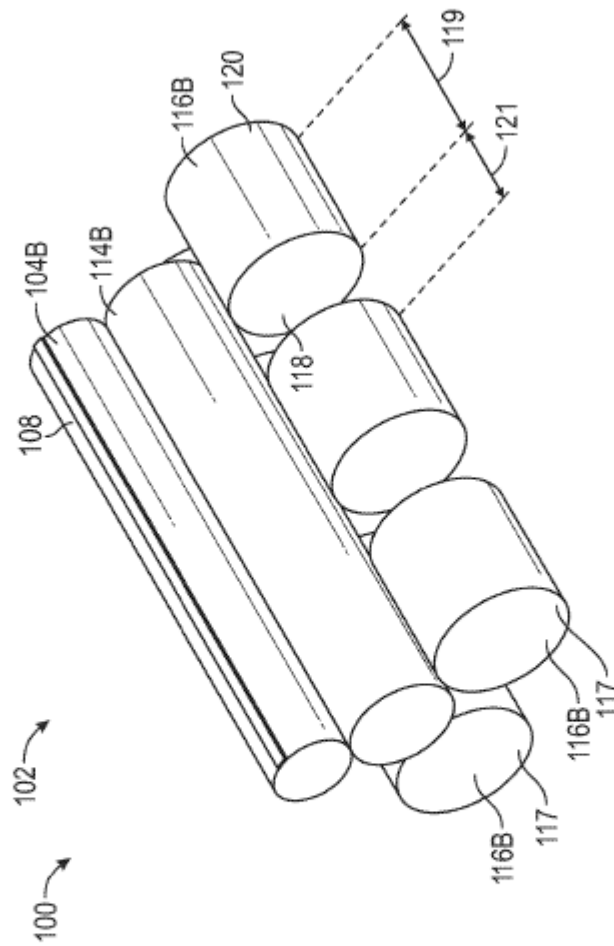


FIG. 2



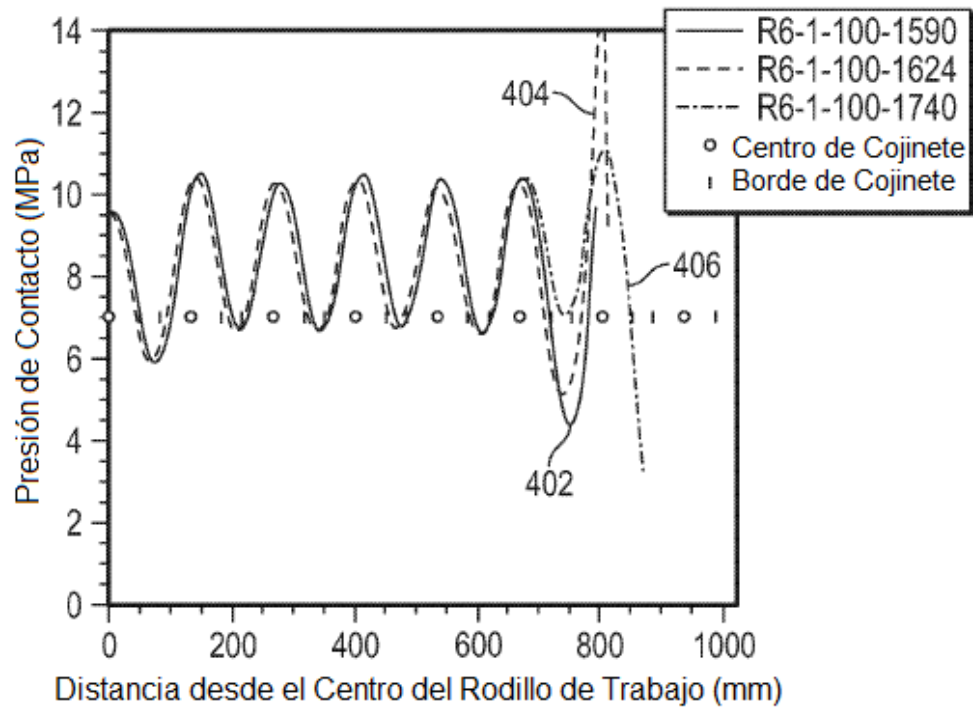


FIG. 4

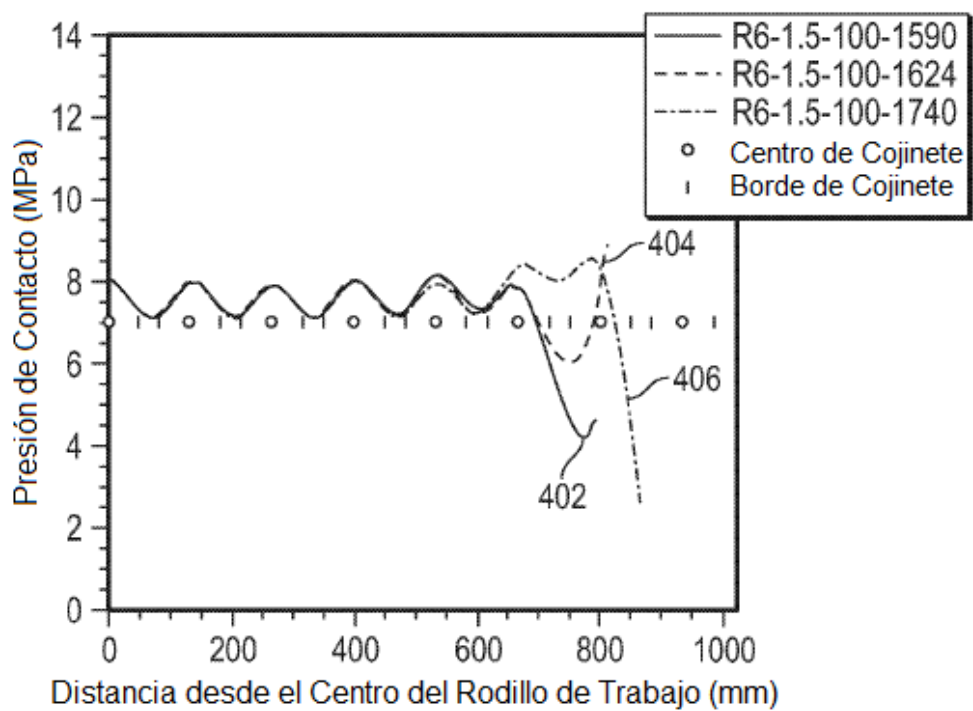


FIG. 5

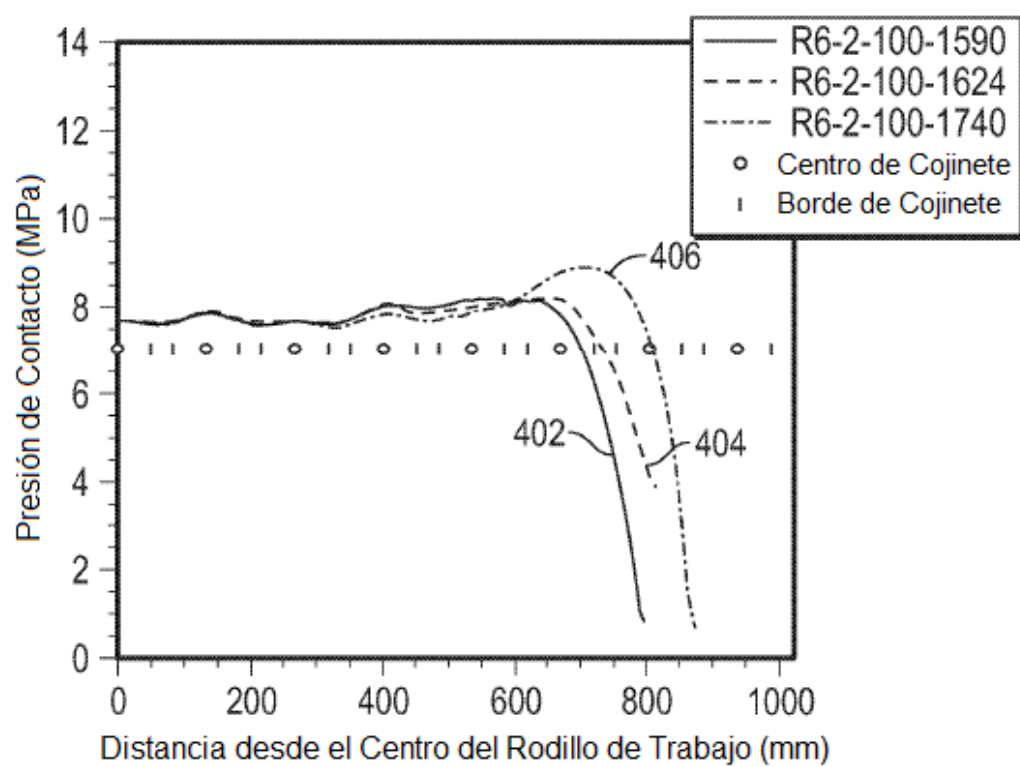


FIG. 6

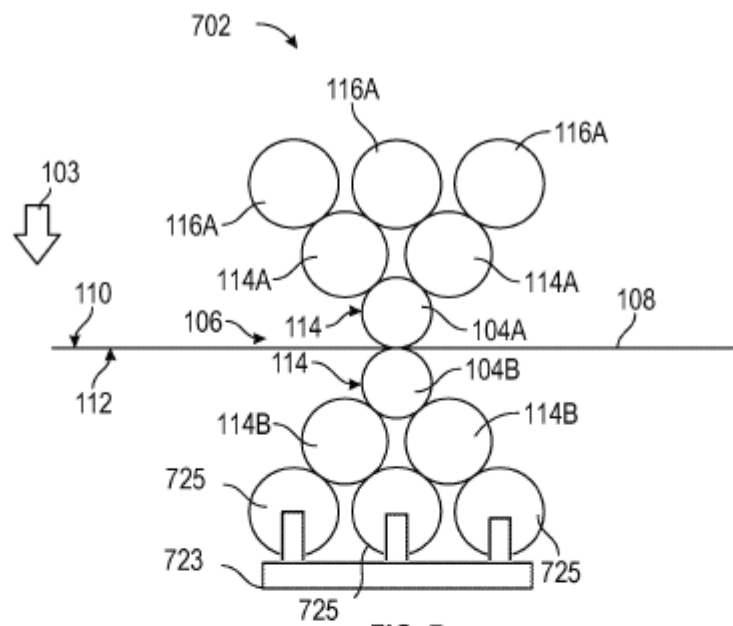


FIG. 7

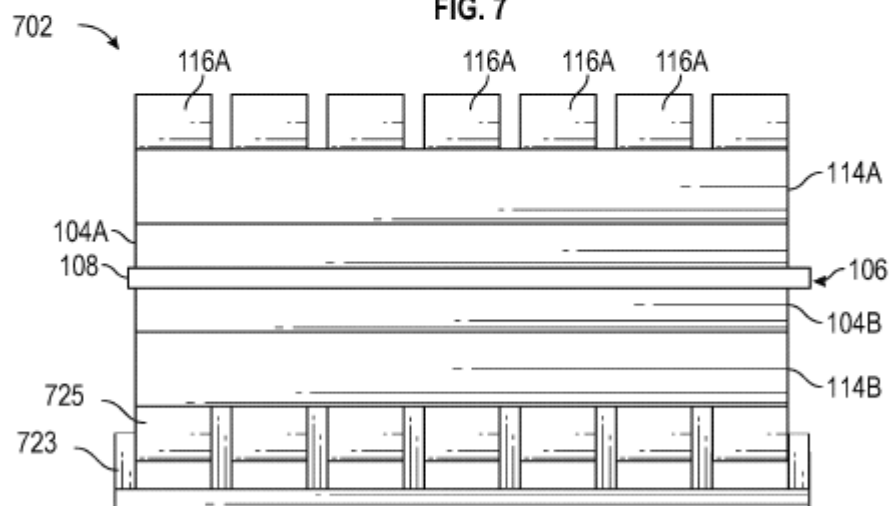


FIG. 8

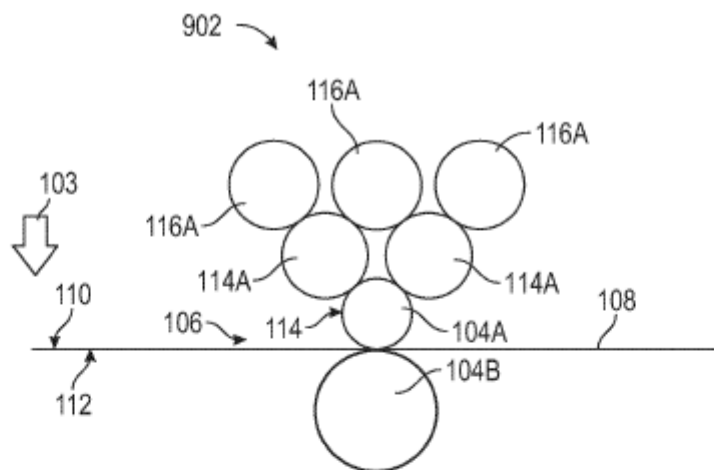


FIG. 9

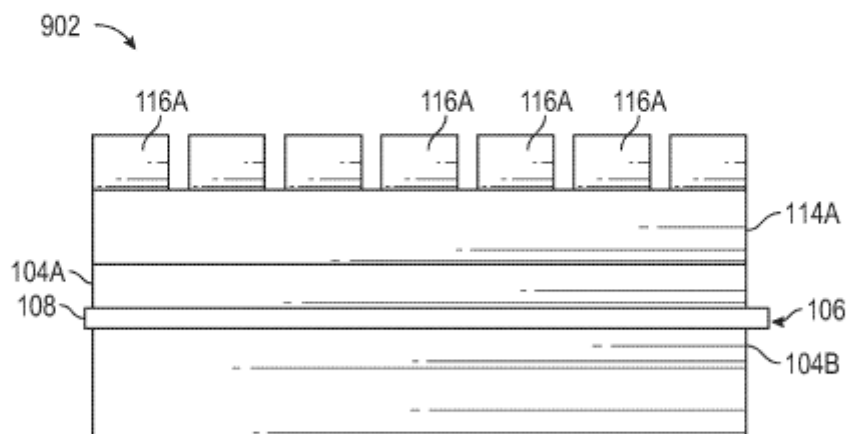


FIG. 10