(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 928 992**

(51) Int. CI.:

B21B 1/22 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2018 PCT/US2018/043045**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2019 WO19018738**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2018 E 18758764 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2022 EP 3655174**

(54) Título: **Superficies microtexturizadas por medio de laminado a baja presión**

(30) Prioridad:

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

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.11.2022

(73) Titular/es:

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

(72) Inventor/es:

SHAFIEI, MEHDI;
HUNTER, JOHN A.;
KNELSEN, PETER y
MICK, STEVEN L.

(74) Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

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

Superficies microtexturizadas por medio de laminado a baja presión

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para aplicar texturas sobre un sustrato.

Antecedentes

El laminado de metales se puede usar para formar flejes metálicos a partir de materiales de reserva, tales como lingotes o flejes metálicos más gruesos. El laminado de metales implica hacer pasar el fleje metálico o sustrato (por ejemplo, aluminio u otro material metálico) entre un par de rodillos de trabajo de un soporte de laminado, que aplican una carga o fuerza al fleje metálico. La textura de la superficie de los rodillos de trabajo puede ser un factor importante de las operaciones de laminado de metales. Por ejemplo, la fuerza aplicada por los rodillos de trabajo puede hacer que la textura de los rodillos de trabajo se transfiera a una superficie del fleje metálico a medida que el fleje metálico pasa entre los rodillos de trabajo. No obstante, la fuerza aplicada al fleje metálico por los rodillos de trabajo durante las operaciones de laminado de metales también puede reducir el espesor del fleje metálico.

El documento EP 1 368 140 A1 se refiere a un método para texturizar un fleje o chapa metálica, que se divulga en el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 4 017 367 A1 divulga un proceso de fleje-continuo para mejorar las operaciones de aplanado en la fabricación de cuerpos de recipiente sometidos a aplanado y trefilado que tienen una pared inferior y una pared lateral individual.El documento DE 10 2007 028823 A1 divulga un método de producción de una chapa metálica con rugosidad superficial deseada en un molino de laminado.

Un objetivo de la presente solicitud es proporcionar un método alternativo o mejorado para aplicar textura a un sustrato.

El objetivo se logra por medio del método de la reivindicación 1.

Sumario

En algunos ejemplos, el sustrato puede ser un sustrato metálico (por ejemplo, una chapa metálica o una chapa de aleación metálica) o un sustrato no metálico. Por ejemplo, el sustrato puede incluir aluminio, aleaciones de aluminio, acero, materiales basados en acero, magnesio, materiales basados en magnesio, cobre, materiales basados en cobre, composites, láminas usadas en composites, o cualesquiera otros materiales metálicos, no metálicos apropiados o combinación de materiales.

En algunos aspectos, el sustrato es un sustrato metálico. Aunque la siguiente descripción se proporciona con referencia al sustrato metálico, se aprecia que la descripción resulta aplicable a diversos tipos diferentes de sustratos metálicos o no metálicos. El sustrato metálico puede tener al menos una primera característica y una segunda característica sobre la superficie del sustrato metálico. Según la invención, un soporte de trabajo incluye diversos pares de rodillos de trabajo (por ejemplo, rodillos de trabajo de molino de laminado en frío o rodillos de trabajo de molino de laminado en caliente) que tienen diferentes texturas. Cada par de rodillos 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. Los cojinetes (también denominados accionadores) se proporcionan a lo largo de los rodillos intermedios y están configurados para conferir carga a los cojinetes en los rodillos intermedios.

Según la invención, al menos uno del rodillo de trabajo superior y el rodillo de trabajo inferior incluye una textura.

Durante el proceso de texturizado, un sustrato metálico puede pasar entre los rodillos de trabajo superior e inferior y los rodillos de trabajo superior e inferior aplican una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. Para evitar que se reduzca el espesor del sustrato metálico (por ejemplo, el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante y no hay reducción sustancial de espesor del sustrato metálico), los cojinetes están configurados para impartir cargas de cojinete sobre los rodillos intermedios. A continuación, los rodillos intermedios transfieren la carga a los rodillos de trabajo de manera que los rodillos de trabajo confieren una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. El límite aparente de elasticidad de un sustrato se refiere a una cantidad de tensión o presión a la que se produce deformación plástica (es decir, deformación permanente)

a través de una parte del espesor o calibre del sustrato (por ejemplo, una cantidad de tensión o presión que puede provocar un cambio permanente en una parte sustancial del espesor o calibre del sustrato metálico). Debido a que la presión del rodillo de trabajo conferida por los rodillos de trabajo sobre el sustrato metálico genera una presión que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante (por ejemplo, no existe reducción sustancial de espesor del sustrato metálico).

En algunos ejemplos, mientras que la presión de rodillo de trabajo aplicada por cada uno de los rodillos de trabajo esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, la textura de los rodillos de trabajo puede tener una topografía que genere zonas localizadas sobre la superficie del sustrato metálico donde la presión localizada se encuentra por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico cuando el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. Estas zonas localizadas pueden formar diversas asperezas o zonas distorsionadas, que son proyecciones o hendiduras en la superficie del sustrato metálico de cualquier altura, profundidad, forma o tamaño adecuados, dependiendo de la aplicación o uso deseados del sustrato metálico. En otras palabras, los rodillos de trabajo pueden generar presión localizada en los contactos de aspereza que puede ser suficientemente elevada como para superar el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico en estas zonas localizadas. En estas zonas localizadas, debido a que la presión creada por la textura en los rodillos de trabajo es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, se forman zonas localizadas de deformación plástica en la superficie del sustrato metálico que crean diversas texturas, características o patrones superficiales sobre la superficie del sustrato metálico, al tiempo que deja el resto de la superficie sin deformación (por ejemplo, la textura provoca deformación plástica en una ubicación particular de la superficie del sustrato metálico mientras que el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante a lo largo del sustrato metálico). En algunos ejemplos, la presión localizada generada por la textura en las zonas localizadas es mayor que el límite aparente de elasticidad, de modo que es posible la impresión de diversas texturas, características o patrones en la superficie, pero la presión del rodillo de trabajo no es suficiente para provocar una reducción sustancial del espesor del sustrato metálico en las zonas localizadas (por ejemplo, la textura provoca deformación plástica en ubicaciones particulares en la superficie del sustrato metálico mientras que el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante a lo largo del resto del sustrato metálico). A modo de ejemplo, la presión localizada creada por la textura en las zonas localizadas es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, de manera que resulta posible imprimir diversas texturas, características o patrones en la superficie, pero no provoca una reducción sustancial del espesor del sustrato metálico a lo largo de la anchura o longitud del sustrato metálico. A modo de ejemplo, la presión puede provocar una reducción menor que un 1 % del espesor del sustrato metálico a lo largo de la anchura o longitud del sustrato metálico. Por tanto, en algunos ejemplos, se pueden usar los rodillos de trabajo para generar zonas localizadas de deformación plástica sobre la superficie del sustrato metálico (es decir, para transferir la textura de los rodillos de trabajo a la superficie del sustrato metálico) sin modificar el espesor total del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, se pueden usar múltiples rodillos de trabajo para provocar que las zonas localizadas de deformación plástica sobre la superficie del sustrato metálico transfieran las texturas de los rodillos de trabajo a la superficie del sustrato metálico sin modificar el espesor total del sustrato metálico. En el presente ejemplo, los múltiples rodillos de trabajo pueden imprimir diversas texturas, características o patrones sobre la superficie del sustrato metálico sin reducir el espesor total del sustrato metálico. En los ejemplos adicionales o alternativos, los múltiples rodillos de trabajo pueden imprimir las diversas texturas, características o patrones sobre la superficie del sustrato metálico al tiempo que se mantiene el espesor del sustrato metálico (por ejemplo, es posible que los múltiples rodillos de trabajo no reduzcan el espesor del sustrato metálico, al tiempo que se imprimen las texturas, características o patrones), que en ocasiones se pueden denominar texturas de reducción nula en frío.

A modo de ejemplo, el sustrato metálico puede ser una chapa de aluminio o una chapa de aleación de aluminio. El sustrato metálico se puede hacer pasar entre un primer par de rodillos de trabajo de soporte de laminado. El primer par de rodillos de trabajo puede aplicar una primera presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre el par de rodillos de trabajo. La primera presión del rodillo de trabajo puede estar basada en una cantidad de fuerza fija o predeterminada que genera una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, de manera que el espesor total del sustrato metálico permanezca sustancialmente constante a lo largo de toda su anchura y longitud. Al menos un rodillo de trabajo del primer par de rodillos de trabajo tiene una textura o topografía superficial que crea zonas localizadas sobre la superficie del sustrato metálico, donde la presión en las zonas localizadas está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico para transferir total o parcialmente la textura a la superficie del sustrato metálico a medida que el sustrato metálico pasa entre el primer par de rodillos de trabajo. Posteriormente, el sustrato metálico se puede hacer pasar entre un segundo par de rodillos de trabajo, que puede incluir al menos un rodillo de trabajo que tenga otra textura diferente que se pueda transferir a la superficie del sustrato metálico, a medida que el segundo par de rodillos de trabajo confiere una segunda presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa a través del segundo par de rodillos de trabajo. En el presente ejemplo,

al menos un rodillo de trabajo del segundo par de rodillos de trabajo tiene una textura o topografía superficial que crea zonas localizadas sobre la superficie del sustrato metálico, donde la presión en las zonas localizadas está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico para transferir total o parcialmente la textura diferente a la superficie del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre el segundo par de rodillos de trabajo. En un ejemplo adicional o alternativo, el segundo par de rodillos de trabajo puede incluir al menos un rodillo de trabajo que tenga una textura similar al rodillo de trabajo del primer par de rodillos de trabajo y la textura o topografía del rodillo de trabajo genera zonas localizadas en la superficie del sustrato metálico, donde la presión en las zonas localizadas está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico para transferir total o parcialmente la misma textura sobre la superficie del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre el segundo par de rodillos de trabajo.

En algunos ejemplos, como se ha descrito anteriormente, el primer par de rodillos de trabajo puede transferir una primera textura a la superficie del sustrato metálico a medida que el sustrato metálico pasa entre el primer par de rodillos de trabajo y el segundo par de rodillos de trabajo puede transferir una segunda textura diferente a la superficie del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre el segundo par de rodillos de trabajo. A modo de ejemplo, la primera textura aplicada por el primer par de rodillos de trabajo puede tener un tamaño, profundidad, altura, forma, rugosidad y/o concentración que es diferente del tamaño, profundidad, altura, forma, rugosidad y/o concentración de la segunda textura. De esta manera, es posible aplicar diversas texturas, características o patrones a la superficie del sustrato metálico en una sola pasada del sustrato metálico entre múltiples pares de rodillos de trabajo. En algunos casos, el sustrato metálico realiza múltiples pasadas entre los múltiples pares de rodillos de trabajo.

En diversos ejemplos, el primer par de rodillos de trabajo puede incluir un rodillo de trabajo que tenga una superficie externa relativamente lisa de manera que el primer par de rodillos de trabajo puede proporcionar un perfil deseado de planeidad (por ejemplo, sustancialmente plano, curvado, ondulado, etc.) en el sustrato metálico y puede suavizar la topografía del sustrato metálico (por ejemplo, para que tenga una rugosidad superficial menor que aproximadamente 0,4 – 0,6 µm). En el presente ejemplo, el segundo par de rodillos de trabajo puede incluir un rodillo de trabajo que tenga una superficie texturizada de manera que el segundo par de rodillos de trabajo pueda imprimir una textura, característica o patrón en la superficie del sustrato metálico sin reducir el espesor total de sustrato metálico.

En algunos ejemplos, como se ha descrito anteriormente, la presión del rodillo de trabajo impartida sobre el sustrato metálico por cada par de rodillos de trabajo es una baja cantidad de presión por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, de manera que el espesor del sustrato metálico permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, no hay reducción sustancial de espesor del sustrato metálico) a medida que el sustrato metálico pasa entre los pares de rodillos de trabajo, mientras que la textura de la superficie en cada par de rodillos de trabajo puede tener una topografía que genere zonas localizadas en la superficie del sustrato metálico donde la presión está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. En el presente ejemplo, debido a que la presión impartida por los rodillos de trabajo está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico y la textura de los rodillos de trabajo provoca una deformación plástica localizada en zonas particulares de la superficie del sustrato metálico, el sustrato metálico únicamente se deforma en las zonas particulares de la superficie del sustrato metálico correspondientes a la textura de los rodillos de trabajo, mientras que el espesor del sustrato metálico permanece constante. De esta manera, se pueden usar los rodillos de trabajo para provocar deformación plástica localizada en la superficie del sustrato metálico sin modificar el espesor total del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, la impresión de diferentes texturas, patrones o características en la superficie del sustrato metálico puede hacer que el sustrato metálico presente características mejoradas, que incluyan, por ejemplo, mayor retención de lubricante, mayor capacidad de desapilado, mayor soldabilidad por puntos de resistencia, mayor adhesión, menor agarrotamiento, propiedades ópticas mejoradas, uniformidad de fricción, etc.

Estas ventajas, entre otras, pueden permitir que el sustrato metálico, a menudo en forma de chapa o placa metálica, sea procesado para dar lugar a piezas de automóvil, latas y botellas para bebidas y/o cualquier otro producto metálico altamente conformado con mayor facilidad y eficiencia. Por ejemplo, las características tribológicas mejoradas del sustrato metálico que tiene una superficie con diversas texturas descritas en la presente memoria pueden permitir un procesado más rápido y estable de productos automotrices de alto volumen debido a que las características de fricción del sustrato metálico texturizado que va a ser objeto de conformación son más consistentes e isotrópicas entre los diferentes lotes de material y/o a lo largo del mismo fleje de sustrato metálico. Además, la introducción de texturas superficiales negativamente distorsionadas (por ejemplo, microhoyuelos en la superficie del sustrato metálico) podría contribuir a modificar la tensión superficial entre sustratos metálicos lubricados que se apilan de forma conjunta, lo que mejoraría de este modo la capacidad de desapilado. Además, la capacidad mejorada de la superficie del sustrato metálico para retener el lubricante puede reducir y/o estabilizar aún más las fuerzas de fricción entre el troquel de conformación y las superficies de la chapa metálica, lo que se traduce en una mejor aptitud de conformación con menores tasas

de desgaste, formación de arrugas o estiramiento no uniforme; mayores tasas de procesado; menor agarrotamiento, mayor vida útil de la herramienta y mejor calidad superficial de las piezas conformadas.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista esquemática en corte transversal de un soporte de laminado a modo de ejemplo que incluye un par de rodillos de trabajo para aplicar una textura a una superficie de un sustrato metálico, según un ejemplo de la presente invención.

La Figura 2 es una vista esquemática en corte transversal de múltiples soportes de laminado que incluyen cada uno de ellos pares de rodillos de trabajo para aplicar múltiples texturas a una superficie de un sustrato metálico, según un ejemplo de la presente invención.

La Figura 3 es una imagen de un sustrato metálico que tiene zonas negativamente distorsionadas dentro de zonas positivamente distorsionadas, no abarcado por la presente invención.

La Figura 4 es un gráfico que representa un ejemplo de asperezas microscópicas que pueden aparecer en una zona positivamente distorsionada de una superficie de sustrato metálico, no abarcado por la presente invención.

La Figura 5 es un gráfico que representa un ejemplo de valles microscópicos que pueden aparecer en una zona negativamente distorsionada de una superficie de sustrato metálico, no abarcado por la presente invención.

La Figura 6 es una imagen de un sustrato metálico que tiene múltiples microtexturas, características o patrones en su superficie, no abarcado por la presente invención.

La Figura 7 es un gráfico que representa un ejemplo de un sustrato metálico que incluye una zona negativamente distorsionada, no abarcado por la presente invención.

La Figura 8 es un ejemplo esquemático de un soporte de trabajo y rodillos de trabajo para aplicar una textura a una superficie de un sustrato metálico, de acuerdo con un ejemplo de la presente invención.

La Figura 9 es otra vista esquemática del soporte de trabajo de la Figura 1.

La Figura 10 es un esquema de uno o más soportes de trabajo y rodillos de trabajo para aplicar una textura a una superficie de un sustrato metálico, según un ejemplo de la presente invención.

La Figura 11 es un soporte de trabajo esquemático según aspectos de la presente invención.

La Figura 12 es una vista de frente esquemática del soporte de trabajo de la Figura 11.

La Figura 13 es un esquema de un soporte de trabajo según aspectos de la presente invención.

La Figura 14 es una vista de frente esquemática del soporte de trabajo de la Figura 13.

Descripción detallada

En algunos ejemplos, el sustrato puede ser un sustrato metálico (por ejemplo, una chapa metálica o una chapa de aleación metálica) o un sustrato no metálico. Por ejemplo, el sustrato puede incluir aluminio, aleaciones de aluminio, acero, materiales basados en acero, magnesio, materiales basados en magnesio, cobre, materiales basados en cobre, composites, láminas usadas en composites, o cualesquiera otros materiales metálicos, no metálicos apropiados o combinación de materiales.

En algunos aspectos, el sustrato es un sustrato metálico. Aunque la siguiente descripción se proporciona con referencia al sustrato metálico, se aprecia que la descripción se puede aplicar a otros tipos de sustratos metálicos o no metálicos. Por ejemplo, un sustrato metálico tiene al menos una primera textura y una segunda textura en una superficie del sustrato metálico. En algunos ejemplos, la primera textura o característica se aplica a la superficie del sustrato metálico haciendo pasar el sustrato metálico entre un primer par de rodillos de trabajo. El primer par de rodillos de trabajo aplica una primera presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. Para evitar que se reduzca el espesor del sustrato metálico (por ejemplo, el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante y no existe una reducción sustancial del espesor del sustrato metálico), el primer par de rodillos de trabajo confiere una primera presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de

trabajo. El límite aparente de elasticidad del sustrato se refiere a una cantidad de tensión o presión a la cual se produce deformación plástica (es decir, deformación permanente) a través de una parte del espesor o calibre del sustrato (por ejemplo, una cantidad de tensión o presión que puede provocar un cambio permanente en una parte sustancial del espesor o calibre del sustrato metálico). Debido a que la primera presión de rodillo de trabajo conferida por el primer par de rodillos de trabajo sobre el sustrato metálico está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante (por ejemplo, no hay reducción sustancial de espesor del sustrato metálico).

En el presente ejemplo, al menos un rodillo de trabajo del primer par de rodillos de trabajo tiene la primera textura. Mientras que la primera presión de rodillo de trabajo aplicada por el primer par de rodillos de trabajo está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, la primera textura del rodillo de trabajo puede tener una topografía que genere zonas localizadas en la superficie del sustrato metálico, donde la presión localizada está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, cuando el sustrato metálico pasa entre el primer par de rodillos de trabajo. Estas zonas localizadas pueden formar diversas asperezas o distorsiones, que son proyecciones o hendiduras en la superficie del sustrato metálico de cualquier altura, profundidad, forma o tamaño adecuados, dependiendo de la aplicación o uso deseados del sustrato metálico. En otras palabras, el primer par de rodillos de trabajo puede generar presión localizada en los contactos de aspereza que puede ser lo suficientemente alta como para superar el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico en estas zonas localizadas. En estas zonas localizadas, debido a que la presión generada por la primera textura del rodillo de trabajo es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, se forman zonas localizadas de deformación plástica en la superficie del sustrato metálico que confieren la primera textura a la superficie del sustrato metálico, al tiempo que deja el resto de la superficie sin deformar (por ejemplo, la primera textura provoca deformación plástica en una ubicación particular de la superficie del sustrato metálico, mientras que el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante a lo largo del sustrato metálico). En algunos ejemplos, la presión localizada generada por la primera textura en las zonas localizadas es mayor que el límite aparente de elasticidad, de manera que se pueden imprimir diversas texturas, características o patrones sobre la superficie, pero la presión del primer rodillo de trabajo no es suficiente para provocar una reducción sustancial del espesor del sustrato metálico en las zonas localizadas (por ejemplo, la primera textura provoca deformación plástica en ubicaciones particulares de la superficie del sustrato metálico mientras que el espesor del sustrato metálico permanece sustancialmente constante a lo largo del resto del sustrato metálico). A modo de ejemplo, la presión localizada generada por la primera textura en las zonas localizadas es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, de manera que la primera textura se puede imprimir sobre la superficie del sustrato metálico, pero no provoca una reducción sustancial del espesor del sustrato metálico a lo largo de la anchura y longitud del sustrato metálico. A modo de ejemplo, la presión localizada provocada por la primera textura puede provocar una reducción menor que un 1 % del espesor de sustrato metálico a lo largo de la anchura y longitud del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, la segunda textura o característica se aplica a la superficie del sustrato metálico al hacer pasar el sustrato metálico entre un segundo par de rodillos de trabajo después de que el sustrato metálico haya pasado entre el primer par de rodillos de trabajo. El segundo par de rodillos de trabajo incluye al menos un rodillo de trabajo que tiene la segunda textura y el segundo par de rodillos de trabajo aplica una segunda presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo. La segunda presión de rodillo de trabajo aplicada por el segundo par de rodillos de trabajo puede estar por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico. En el presente ejemplo, la segunda presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, junto con una topografía de la segunda textura del rodillo de trabajo puede generar segundas zonas o ubicaciones en la superficie del sustrato metálico, en las que la presión localizada sobre la superficie del sustrato metálico en las segundas zonas o ubicaciones es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico. En el presente ejemplo, debido a que la presión localizada en las segundas zonas o ubicaciones de la superficie del sustrato metálico está por encima del límite aparente de elasticidad, el rodillo de trabajo puede generar deformación plástica localizada en las segundas zonas o ubicaciones de la superficie del sustrato metálico para transferir la segunda textura a la superficie del sustrato metálico en las segundas zonas o ubicaciones, a medida que el sustrato metálico pasa entre el segundo par de rodillos de trabajo.

En algunos ejemplos, la primera textura transferida a la superficie del sustrato metálico puede ser diferente de la segunda textura. Por ejemplo, la primera textura puede tener un tamaño, forma, profundidad, altura, rugosidad y/o concentración diferente de un tamaño, forma, profundidad, altura, rugosidad y/o concentración de la segunda textura. A modo de ejemplo ilustrativo, la primera textura puede provocar que una parte de la superficie del sustrato metálico sea un zona negativamente distorsionada que puede incluir un valle y la segunda textura puede provocar que otra parte de la superficie del sustrato metálico sea un zona positivamente distorsionada que puede incluir una aspereza o un pico. En el presente ejemplo, las asperezas microscópicas, picos y valles que se incluyen en las partes texturizadas de la superficie pueden tener cualquier forma o tamaño. Por ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una altura o profundidad entre 0 micrómetros y 20 micrómetros. En algunos ejemplos, la profundidad de un valle corresponde a la distancia a la que se extiende el valle hacia el interior de la superficie del sustrato metálico y una altura de aspereza o pico corresponde a la

distancia a la que la aspereza o pico sobresale, o se proyecta, desde la superficie del sustrato metálico. A modo de ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una altura o profundidad entre 0 micrómetros y 10 micrómetros. A modo de otro ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una altura o profundidad entre 1 micrómetro y 8 micrómetros. Aún a modo de otro ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una altura o profundidad entre 5 micrómetros y 7 micrómetros. En algunos ejemplos, un valle provocado por la primera textura puede tener una profundidad diferente de la altura de aspereza o pico provocado por la segunda textura. En algunos ejemplos, cada aspereza, pico o valle puede tener cualquier altura, profundidad, forma o tamaño adecuados. En dichos ejemplos, la altura, profundidad, forma o tamaño de las características de textura superficial aplicadas al sustrato metálico pueden variar dependiendo de la aplicación o uso deseado del sustrato metálico. Mientras que en el presente ejemplo el primer par de rodillos de trabajo provoca un zona negativamente distorsionada en el sustrato metálico y el segundo par de rodillos de trabajo provoca un zona positivamente distorsionada en el sustrato metálico, la presente invención no se limita a dichas configuraciones. En cambio, en otros ejemplos, el primer o segundo pares de rodillos de trabajo pueden aplicar cualquier textura a la superficie del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, la segunda textura se aplica sobre la superficie del sustrato metálico de manera que la segunda textura solapa al menos parcialmente a la primera textura. En otro ejemplo, la segunda textura se aplica en una ubicación de la superficie del sustrato metálico que es adyacente a una ubicación de la primera textura. De esta manera, una sola pasada del sustrato metálico entre múltiples pares de rodillos de trabajo durante las operaciones de laminado puede hacer que el sustrato metálico tenga una superficie dúplex o tríplex (por ejemplo, una superficie que incluya dos o tres texturas, características o patrones) a medida que el sustrato metálico pasa entre cada par de rodillos de trabajo. En algunos ejemplos, el sustrato metálico realiza múltiples pasadas a través de los múltiples pares de rodillos de trabajo.

Si se desea, cada par de rodillos de trabajo puede aplicar diferentes presiones de rodillo de trabajo al sustrato metálico, a medida que el sustrato metálico pasa entre cada par de rodillos de trabajo. En algunos ejemplos, la presión de rodillo de trabajo impartida al sustrato metálico por cada par de rodillos de trabajo es una cantidad de presión que permite que el espesor del sustrato metálico permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, no hay una reducción sustancial de espesor del sustrato metálico) a medida que el sustrato metálico pasa entre los pares de rodillos de trabajo. Más específicamente, cada par de rodillos de trabajo puede aplicar una cantidad de fuerza fija o predeterminada que genera una presión de rodillo de trabajo por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, lo que puede evitar que el espesor del sustrato metálico se reduzca a medida que el sustrato metálico pasa entre cada par de rodillos de trabajo. En algunos ejemplos, como se ha descrito anteriormente, cada par de rodillos de trabajo puede incluir al menos un rodillo de trabajo que tenga una textura que, en combinación con la carga que genera una presión de rodillo de trabajo menor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, genere zonas donde la presión localizada en la superficie del sustrato metálico sea mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico para provocar una deformación plástica parcial localizada en las zonas localizadas de la superficie del sustrato metálico. De esta manera, los rodillos de trabajo se pueden usar para provocar una deformación plástica localizada en la superficie del sustrato metálico, con el fin de imprimir diversas texturas localizadas en la superficie del sustrato metálico sin modificar el espesor del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, la impresión de diferentes texturas, patrones o características en la superficie del sustrato metálico hace que el sustrato metálico tenga características mejoradas, que incluyen, por ejemplo, mayor retención de lubricante, mayor capacidad de desapilado, mayor soldabilidad por puntos de resistencia, mayor adhesión, menor agarrotamiento, propiedades ópticas mejoradas, uniformidad de fricción, etc. Además, la aplicación de una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico para imprimir diversas texturas en la superficie del sustrato metálico puede mantener un espesor deseado del sustrato metálico a medida que se aplican las diferentes texturas.

La Figura 1 es una vista esquemática en corte transversal de un soporte de laminado 102 a modo de ejemplo que incluye un par de rodillos de trabajo 104a-b para aplicar una textura a una superficie 108, 110 de un sustrato metálico 106. El soporte de laminado 102 puede ser cualquier estructura que soporte varios componentes utilizados para laminar un sustrato metálico 106. El sustrato metálico 106 puede ser una chapa metálica o chapa de aleación metálica que incluye, por ejemplo, una chapa de aluminio o una chapa de aleación de aluminio. En otros ejemplos, el sustrato puede ser otros sustratos metálicos o no metálicos.

En el ejemplo representado en la Figura 1, el soporte de laminado 102 incluye los rodillos de trabajo 104a-b. Cada rodillo de trabajo 104a-b es un rodillo de trabajo cilíndrico formado por cualquier material adecuado para laminar el sustrato metálico (por ejemplo, el sustrato metálico 106). Por ejemplo, cada rodillo de trabajo 104a-b puede ser un rodillo de trabajo de acero cilíndrico, o un rodillo de trabajo de cualquier otro material adecuado. Cada rodillo de trabajo 104a-b puede ser de cualquier tamaño. A modo de ejemplo, cada rodillo de trabajo 104a-b puede tener un diámetro entre aproximadamente 30 mm y aproximadamente 60 mm. En otro ejemplo, cada rodillo de trabajo 104a-b puede ser de cualquier tamaño adecuado (por ejemplo, cualquier diámetro adecuado). Los rodillos de trabajo 104a-b pueden estar accionados por un motor u otro dispositivo de

accionamiento de los rodillos de trabajo 104a-b y hacerlos rotar. El soporte de laminado 102 puede tener otras configuraciones.

Los rodillos de trabajo 104a-b reciben el sustrato metálico 106, que se estira a través de un espacio (es decir, una separación entre rodillos) entre los rodillos de trabajo 104a-b, a medida que los rodillos de trabajo 104a-b experimentan rotación. Los rodillos de trabajo 104a-b pueden estar soportados por uno o más rodillos de soporte o respaldo, tales como los rodillos de respaldo 105a-b. En algunos ejemplos, el diámetro de cada rodillo de respaldo 105a-b puede ser mayor que el diámetro de cada rodillo de trabajo 104a-b, aunque cada rodillo de respaldo 105a-b y cada rodillo de trabajo 104a-b pueden ser de cualquier tamaño. Cada rodillo de respaldo 105a-b puede ser un rodillo metálico duro o cualquier otro rodillo adecuado. Los rodillos de respaldo 105a-b se pueden acoplar a los respectivos rodillos de trabajo 104a-b para evitar la desviación vertical de los rodillos de trabajo 104a-b. En algunos casos, los rodillos de respaldo 105a-b contribuyen a evitar que los rodillos de trabajo 104a-b se separen a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b. En otros ejemplos, los rodillos de respaldo 105a-b pueden estar compuestos por múltiples secciones a lo largo de la longitud de los rodillos de trabajo, o pueden estar soportados por cojinetes de respaldo seccionados.

En algunos ejemplos, uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b se texturizan mediante el uso de una técnica de texturizado que incluye, por ejemplo, texturizado por electrodescarga ("EDT"), texturizado por electrodeposición, texturizado por haz de electrones ("EBT"), texturizado por haz de láser, revestimiento por electrofusión, etc. El texturizado de cada rodillo de trabajo 104a-b modifica la topografía (por ejemplo, una característica física natural o artificial) de la superficie del rodillo de trabajo 104a-b. En algunos casos, el texturizado de cada rodillo de trabajo 104a-b hace que cada rodillo de trabajo 104a-b tenga una textura en la superficie del rodillo de trabajo 104a-b. En un ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b tienen cada uno la misma textura (por ejemplo, se texturizan mediante el uso de la misma técnica de texturizado). En otro ejemplo, cada rodillo de trabajo 104a-b tiene una textura diferente. Aún en otro ejemplo, solo uno de los rodillos de trabajo 104a-b tiene textura. Por ejemplo, el rodillo de trabajo 104a puede ser un rodillo de trabajo texturizado (por ejemplo, un rodillo de trabajo de acero texturizado) y puede suceder que el rodillo de trabajo 104b no tenga textura o sea un rodillo de trabajo suave o liso (por ejemplo, un rodillo de trabajo de poliuretano), o viceversa.

En algunos ejemplos, el soporte de laminado 102 incluye los cilindros hidráulicos 107a-b que aplican una carga o fuerza a los rodillos de trabajo 104a-b y hace que los rodillos de trabajo 104a-b apliquen una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106. Por ejemplo, los cilindros hidráulicos 107a-b se pueden acoplar de forma comunicativa a un dispositivo de procesado, que puede recibir señales para controlar los cilindros hidráulicos 107a-b, con el fin de hacer que los cilindros hidráulicos 107a-b apliquen la carga o fuerza a los rodillos de trabajo 104a-b, para que los rodillos de trabajo 104a-b apliquen la presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106. A modo de ejemplo, el dispositivo de procesado puede recibir señales para controlar los cilindros hidráulicos 107a-b, con el fin de hacer que los cilindros hidráulicos 107a-b se muevan en la dirección vertical si el sustrato metálico 106 que se procesa pasa a través de los rodillos de trabajo 104a-b en la dirección sustancialmente horizontal. Por ejemplo, el dispositivo de procesado puede hacer que el cilindro hidráulico 107a se mueva hacia abajo para aplicar una carga al rodillo de trabajo 104a, lo que hace que el rodillo de trabajo 104a aplique una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106. En algunos ejemplos, el dispositivo de procesado puede hacer que cada cilindro hidráulico 107a-b se mueva en la dirección vertical para reducir la separación entre los rodillos de trabajo 104a-b, lo que puede provocar que los rodillos de trabajo 104a-b apliquen la presión del rodillo de trabajo al sustrato metálico 106. Por ejemplo, el dispositivo de procesado puede hacer que el cilindro hidráulico 107a se mueva hacia abajo y que el cilindro hidráulico 107b se mueva hacia arriba, lo que puede provocar que los rodillos de trabajo 104a-b se muevan de manera correspondiente para reducir la separación entre los rodillos de trabajo 104a-b. En algunos ejemplos, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico 106 a medida que se reduce la separación entre los rodillos de trabajo 104a-b. En algunos ejemplos, la carga aplicada por los cilindros hidráulicos 107a-b sobre los rodillos de trabajo 104a-b es una carga predeterminada o fija (por ejemplo, una cantidad de fuerza predeterminada o fija). A modo de ejemplo, el dispositivo de procesado puede recibir señales que indican la carga predeterminada o fija y el dispositivo de procesado puede controlar los cilindros hidráulicos 107a-b para hacer que los cilindros hidráulicos 107a-b apliquen la carga predeterminada o fija a los rodillos de trabajo 104a-b.

En algunos ejemplos, la presión de rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b al sustrato metálico 106 está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106. El límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 corresponde a una cantidad de tensión o presión a la que se produce la deformación plástica a través de una parte del espesor o calibre del sustrato metálico 106 (por ejemplo, una cantidad de resistencia o presión que puede provocar un cambio permanente en una parte sustancial del espesor o calibre del sustrato metálico 106). En el presente ejemplo, debido a que la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b sobre el sustrato metálico 106 está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, el espesor del sustrato metálico 106 puede permanecer sustancialmente constante (por ejemplo, no hay reducción sustancial de espesor del sustrato metálico) a medida que el sustrato metálico pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b.

Los rodillos de trabajo 104a-b aplican la presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 para aplicar o imprimir una textura, patrón o característica en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106. Por ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar la presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 para transferir una textura de uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b a una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106. A modo de ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar la presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 de manera que sea posible transferir o aplicar una textura de rodillo de trabajo 104a a una superficie 108 del sustrato metálico 106. A modo de otro ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar la presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 de manera que sea posible transferir o aplicar una textura de rodillo de trabajo 104b a la superficie 110 del sustrato metálico 106. En algunos ejemplos, uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una textura a una superficie del sustrato metálico 106. A modo de ejemplo no limitante, el rodillo de trabajo 104a puede ser un rodillo texturizado (por ejemplo, un rodillo de trabajo de acero EDT) para transferir una textura a la superficie 108 y el rodillo de trabajo 104b puede ser no texturizado o puede ser un rodillo de trabajo suave o liso (por ejemplo, un rodillo de trabajo de poliuretano). El rodillo de trabajo 104a puede aplicar una textura a la superficie 108 y puede ser que el rodillo de trabajo 104b no modifique la superficie 110 del sustrato metálico 106. En otro ejemplo no limitante, cada uno de los rodillos de trabajo 104a-b puede ser un rodillo texturizado (por ejemplo, un rodillo de trabajo de acero texturizado EDT) para transferir una textura a las superficies 108, 110 del sustrato metálico 106.

En algunos ejemplos, mientras que la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b al sustrato metálico 106 esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, la textura de uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b puede tener una topografía que genere zonas localizadas en la superficie 108, 110 del sustrato metálico 106 en las que la presión localizada aplicada al sustrato metálico 106 esté por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106. Por ejemplo, un perfil superficial de la textura en uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b, en combinación con la presión del rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b que sea menor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 puede generar zonas en la superficie 108, 110 en las que la presión localizada sobre la superficie 108, 110 sea mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106. En algunos ejemplos, debido a que la presión localizada generada en las zonas localizadas por la textura de los rodillos de trabajo 104a-b es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, la textura puede hacer que los rodillos de trabajo 104a-b generen zonas localizadas de deformación plástica en la superficie 108, 110 e impriman una textura, patrón o característica en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106. En el presente ejemplo, la presión localizada generada en las zonas localizadas de las superficies 108, 110 por la textura de los rodillos de trabajo 104a-b es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, mientras que la presión de rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico. Por tanto, en algunos ejemplos, los rodillos de trabajo 104a-b se pueden usar para provocar la generación de zonas localizadas de deformación plástica en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106 (por ejemplo, para transferir texturas a partir de los rodillos de trabajo 104a-b a las superficies 108, 110 del sustrato metálico) sin modificar sustancialmente el espesor total del sustrato metálico.

El uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b están configurados para aplicar una textura, patrón o característica a una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106, con el fin de abarcar un porcentaje o cantidad de área superficial del sustrato metálico 106. Por ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una presión de rodillo de trabajo que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 y una topografía de textura en uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b puede generar una presión localizada que esté por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 en zonas particulares del sustrato metálico, de modo que un porcentaje del área superficial del sustrato metálico 106 quede cubierto con la textura aplicada por uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b. En el presente ejemplo, la presión localizada generada por la topografía de textura sobre uno o ambos rodillos de trabajo está por encima del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 en zonas particulares del sustrato metálico 106 para hacer que las zonas localizadas de deformación plástica apliquen la textura en un porcentaje del área superficial del sustrato metálico 106, al tiempo que la presión del rodillo de trabajo en otras zonas del sustrato metálico 106 está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, de modo que otras zonas del sustrato metálico no están sujetas a deformación plástica (por ejemplo, permanecen sin deformación).

A modo de ejemplo no limitante, el rodillo de trabajo 104a puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con una topografía de textura del rodillo de trabajo 104a, generan presiones localizadas por encima del límite aparente de elasticidad, lo que hace que el rodillo de trabajo 104a genere una deformación plástica localizada en aproximadamente la mitad de un área superficial de la superficie 108 del sustrato 106 y transfiera la textura del rodillo de trabajo 104a para cubrir aproximadamente la mitad del área superficial de la superficie 108 del sustrato 106 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b. En el presente ejemplo, la textura del rodillo de trabajo 104a no genera una presión por encima del límite aparente de elasticidad sobre la mitad restante del área superficial de la superficie 108 del sustrato 106, lo que puede dejar la mitad restante sin deformación (es decir, sin texturizado). De manera similar, el rodillo de trabajo 104b puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del

sustrato metálico 106; y la presión del rodillo de trabajo, junto con la textura del rodillo de trabajo 104b, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104b genere una deformación plástica localizada en aproximadamente la mitad de un área superficial de la superficie 110 y transfiera la textura desde el rodillo de trabajo 104b para cubrir aproximadamente la mitad del área superficial de la superficie 110, en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b.

A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104a puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura del rodillo de trabajo 104a, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104a genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente la mitad de un área superficial de la superficie 108 y transfiera la textura del rodillo de trabajo 104a para cubrir menos de aproximadamente la mitad del área superficial de la superficie 108 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b. A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104b puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura del rodillo de trabajo 104b, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104b genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente la mitad de un área superficial de la superficie 110 y transfiera la textura del rodillo de trabajo 104b para cubrir menos de aproximadamente la mitad del área superficial de la superficie 108, en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b.

A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104a puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura del rodillo de trabajo 104a, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104a genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente un tercio de un área superficial de la superficie 108 y transfiera la textura desde el rodillo de trabajo 104a para cubrir menos de aproximadamente un tercio del área superficial de la superficie 108 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b. A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104b puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura en el rodillo de trabajo 104b, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104b genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente un tercio del área superficial de la superficie 110 y transfiera la textura desde el rodillo de trabajo 104b para cubrir menos de aproximadamente un tercio del área superficial de la superficie 108 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b.

A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104a puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura en el rodillo de trabajo 104a, genera una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104a genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente un quinto del área superficial de la superficie 108 y transfiera la textura del rodillo de trabajo 104a para cubrir menos de aproximadamente un quinto del área superficial de la superficie 108 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b. A modo de otro ejemplo, el rodillo de trabajo 104b puede aplicar una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106; y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura del rodillo de trabajo 104b, crea una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad que hace que el rodillo de trabajo 104b genere una deformación plástica localizada en menos de aproximadamente un quinto del área superficial de la superficie 110 y transfiera la textura del rodillo de trabajo 104b para cubrir menos de aproximadamente un quinto del área superficial de la superficie 108 en una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b.

En algunos ejemplos, el porcentaje o la cantidad de área superficial del sustrato metálico 106 que queda cubierta por la textura durante una sola pasada del sustrato metálico 106 entre los rodillos de trabajo 104a-b puede depender de uno o más factores, que incluyen, por ejemplo, la presión de rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b sobre el sustrato metálico 106, el material del sustrato metálico 106, el tamaño de sustrato metálico 106, el tamaño de cada rodillo de trabajo 104a-b, etc.

Como se ha descrito anteriormente, en algunos ejemplos, la presión de rodillo de trabajo aplicada al sustrato metálico 106, junto con la topografía de textura de los rodillos de trabajo 104a-b, genera zonas localizadas en la superficie del sustrato metálico 106 donde la presión localizada en las zonas es mayor que el límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, para provocar una deformación plástica parcial localizada en las zonas de la superficie. En el presente ejemplo, la presión en otras zonas de la superficie del sustrato metálico 106 está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, de manera que las otras zonas del sustrato metálico no están sujetas a deformación plástica (por ejemplo, permanecen sin deformación). Por ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una presión de rodillo de trabajo por debajo del límite

aparente de elasticidad del sustrato metálico 106 y la presión de rodillo de trabajo, junto con la textura de los rodillos de trabajo 104a-b, generan una presión localizada por encima del límite aparente de elasticidad lo que hace que los rodillos de trabajo 104a-b generen deformación plástica localizada en las primeras partes o ubicaciones de la superficie del sustrato metálico 106 para hacer que la superficie del sustrato metálico 106 tenga una aspereza, pico o valle en las primeras ubicaciones. En el presente ejemplo, las ubicaciones o partes restantes de la superficie no están sujetas a deformación plástica y, por tanto, permanecen sustancialmente sin deformación.

En algunos ejemplos, debido a que la presión localizada sobre la superficie del sustrato metálico 106 está únicamente por encima del límite aparente de elasticidad en ubicaciones particulares de la superficie del sustrato metálico 106, mientras que la presión de rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, los rodillos de trabajo 104a-b se pueden usar para generar zonas localizadas de deformación plástica en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106 (por ejemplo, para transferir texturas desde los rodillos de trabajo 104a-b a las superficies 108, 110 del sustrato metálico) sin modificar el espesor total de sustrato metálico 106, a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre el par de rodillos de trabajo 104a-b. Además, debido a que la presión localizada generada por la textura de uno o ambos rodillos de trabajo 104a-b en las zonas localizadas de las superficies 108, 110 del sustrato metálico 106 no provoca una reducción sustancial de espesor del sustrato metálico 106 en las zonas localizadas en la superficie 108, 110 del sustrato metálico 106 o a lo largo de la anchura o longitud del sustrato metálico 106, los rodillos de trabajo 104a-b se pueden usar para generar zonas localizadas de deformación plástica en una o ambas superficies 108, 110 del sustrato metálico 106 sin modificar el espesor total de sustrato metálico 106, a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre el par de rodillos de trabajo 104a-b.

A modo de ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 que está entre aproximadamente un 5 % y un 95 % de una presión que puede provocar una reducción mensurable de espesor del sustrato metálico 106. A modo de otro ejemplo, los rodillos de trabajo 104a-b pueden aplicar una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 que está entre aproximadamente un 50 % y un 80 % de la presión que puede provocar una reducción mensurable de espesor del sustrato metálico 106. En algunos ejemplos, la aplicación de una baja presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106 (por ejemplo, una presión por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106) permite el uso de una estructura de soporte que es más ligera que el soporte de laminado convencional, con el fin de soportar los rodillos de trabajo 104a-b mediante la aplicación de presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106.

En algunos ejemplos, los rodillos de trabajo 104a-b aplican una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106, de manera que una longitud del sustrato metálico 106 permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, no hay elongación sustancial o aumento en la longitud del sustrato metálico 106) a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b. A modo de ejemplo, la presión de rodillo de trabajo aplicada por los rodillos de trabajo 104a-b al sustrato metálico 106 puede hacer que la longitud del sustrato metálico 106 aumente entre aproximadamente un 0 % y aproximadamente un 1 %. A modo de otro ejemplo, la longitud del sustrato metálico 106 puede aumentar en menos de aproximadamente un 0,5 % a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b. Más específicamente, los rodillos de trabajo 104a-b aplican una presión de rodillo de trabajo que está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, lo que puede evitar que el espesor del sustrato metálico 106 se reduzca de forma sustancial (por ejemplo, se reduce en más de un 1 %) a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b. Durante el texturizado, para evitar que se reduzca el espesor del sustrato metálico, se confiere una carga a los rodillos de trabajo 104a-b de manera que los rodillos de trabajo 104a-b confieran una presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico 106 que esté por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 108, a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los rodillos de trabajo 104a-b. Debido a que la presión del rodillo de trabajo conferida por los rodillos de trabajo 104a-b sobre el sustrato metálico 106 está por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato metálico 106, el espesor del sustrato metálico 106 permanece sustancialmente constante (por ejemplo, el espesor del sustrato metálico 106 permanece sustancialmente constante y no hay reducción sustancial de espesor del sustrato metálico 106).

En diversos ejemplos, una variación en el espesor a través de la anchura del sustrato metálico 106 como resultado del proceso de texturizado es menor que aproximadamente un 1 % después de haber aplicado la textura. En diversos ejemplos, una variación de espesor a través de la anchura del sustrato metálico 106 como resultado del proceso tanto de texturizado como de laminado durante el procesado de bobina a bobina es menor que aproximadamente un 2 %.

Como se ha descrito anteriormente, se usan múltiples pares de rodillos de trabajo para aplicar diversas texturas, características o patrones a la superficie del sustrato metálico. La Figura 2 es una vista esquemática en corte transversal de múltiples soportes de laminado 102a-f que incluyen pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b para aplicar múltiples texturas a la superficie del sustrato metálico.

En el ejemplo representado en la Figura 2, cada soporte de laminado 102a-f puede estar configurado sustancialmente de la misma manera que el soporte de laminado 102 de la Figura 1 y cada rodillo de trabajo de los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede estar configurado sustancialmente de la misma manera que los rodillos de trabajo 104a-b de la Figura 1. Aunque la Figura 2 ilustra seis soportes de laminado, se puede usar cualquier cantidad adecuada de soportes.

En algunos ejemplos, cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b aplica una presión de rodillo de trabajo a un sustrato metálico 106 para aplicar una textura a la superficie del sustrato metálico 106 (por ejemplo, la superficie 108 de la Figura 1) a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b. En algunos ejemplos, cualquier técnica de texturizado adecuada se aplica a al menos un rodillo de trabajo en cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b para hacer que el rodillo de trabajo de cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b adquiera una textura. En algunos casos, al menos una de las texturas de al menos un rodillo de trabajo de los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b es diferente de la textura de otro rodillo de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b. De esta manera, la textura del rodillo de trabajo de los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b se puede aplicar sobre la superficie del sustrato metálico 106 con el fin de aplicar diferentes texturas a la superficie del sustrato metálico 106.

A modo de ejemplo, uno o ambos rodillos de trabajo 200a-b pueden tener una primera textura, que se puede aplicar a la superficie del sustrato metálico 106 a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre el par de rodillos de trabajo 200a-b. Uno o ambos rodillos de trabajo 202a-b pueden tener una segunda textura que es diferente de la primera textura y que se puede aplicar a la superficie del sustrato metálico 106 a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre el par de rodillos de trabajo 202a-b. En algunos ejemplos, la primera textura transferida o aplicada a la superficie del sustrato metálico 106 por los rodillos de trabajo 200a-b puede ser diferente de la segunda textura aplicada o transferida a la superficie del sustrato metálico 106 por los rodillos de trabajo 202a-b. Por ejemplo, la primera textura puede tener un tamaño, forma, profundidad, altura, rugosidad y/o concentración diferente de un tamaño, forma, profundidad, altura, rugosidad y/o concentración de la segunda textura. A modo de ejemplo ilustrativo, la primera textura aplicada por los rodillos de trabajo 200a-b puede provocar que una primera parte de la superficie del sustrato metálico 106 sea una zona negativamente distorsionada que puede incluir un valle y la segunda textura aplicada por los rodillos de trabajo 202a-b puede provocar que una segunda parte de la superficie del sustrato metálico 106 sea un zona positivamente distorsionada que puede incluir una aspereza o un pico. En el presente ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener cualquier forma o tamaño. Por ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una profundidad o altura entre 0 micrómetros y 20 micrómetros. A modo de otro ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una profundidad o altura entre 0 micrómetros y 10 micrómetros. A modo de otro ejemplo, cada aspereza, pico o valle puede tener una altura o profundidad entre 1 micrómetro y 8 micrómetros. A modo de otro ejemplo más, cada aspereza, pico o valle puede tener una profundidad o altura entre 5 y 7 micrómetros. En algunos ejemplos, cada aspereza, pico o valle puede tener cualquier altura, profundidad, forma o tamaño adecuados. En dichos ejemplos, la altura, profundidad, forma o tamaño de la aspereza, el pico o el valle o la textura aplicados sobre el sustrato metálico 106 pueden variar dependiendo de la aplicación o uso deseados del sustrato metálico 106. En algunos ejemplos, la zona negativamente distorsionada provocada por la primera textura puede incluir valles con una profundidad que es diferente de la altura de las asperezas o picos de la zona positivamente distorsionada provocada por la segunda textura. A modo de otro ejemplo ilustrativo, la primera textura puede provocar que la primera parte del sustrato metálico 106 tenga una concentración de valles y la segunda textura puede provocar que la segunda parte del sustrato metálico tenga una concentración diferente de asperezas o picos. Mientras que, en el presente ejemplo, el par de rodillos de trabajo 200a-b provoca una zona negativamente distorsionada en el sustrato metálico 106 y el par de rodillos de trabajo 202a-b provoca una zona positivamente distorsionada en el sustrato metálico 106, la presente invención no se limita a dichas configuraciones. Más bien, en otros ejemplos, el par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b puede aplicar cualquier textura a la superficie del sustrato metálico 106.

Si se desea, uno o ambos rodillos de trabajo 204a-b pueden tener una tercera textura, que se puede aplicar a la superficie del sustrato metálico 106 a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre el par de rodillos de trabajo 204a-b. Uno cualquiera de los rodillos de trabajo 206a-b, 208a-b, 210a-b puede tener las mismas o diferentes texturas que la primera, segunda y tercera texturas.

En algunos ejemplos, uno o más rodillos de trabajo del par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden aplicar la misma textura a la superficie del sustrato metálico 106 que otros pares de rodillos de trabajo. A modo de ejemplo no limitante, uno o ambos rodillos de trabajo 200a-b pueden aplicar una primera textura a la superficie del sustrato metálico 106, uno o ambos rodillos de trabajo 202a-b pueden aplicar una segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106, y uno o ambos rodillos de trabajo 204a-b pueden aplicar una tercera textura a la superficie del sustrato metálico 106. Uno o ambos rodillos de trabajo 206a-b pueden tener la misma textura que los rodillos de trabajo 200a-b (por ejemplo, la primera textura) y pueden aplicar la primera textura a la superficie del sustrato metálico 106, o uno o ambos rodillos de trabajo 206a-b puede tener la misma textura que los rodillos de trabajo 202a-b (por ejemplo, la segunda textura). Uno o ambos

rodillos de trabajo 208a-b pueden tener la misma textura que los rodillos de trabajo 202a-b (por ejemplo, la segunda textura) y pueden aplicar la segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106, o uno o ambos rodillos de trabajo 208a-b pueden tener la misma textura que los rodillos de trabajo 200a-b (por ejemplo, la primera textura). Uno o ambos rodillos de trabajo 210a-b pueden tener la misma textura que los rodillos de trabajo 204a-b (por ejemplo, la tercera textura) y pueden aplicar la tercera textura a la superficie del sustrato metálico 106, o uno o ambos rodillos de trabajo 210a-b pueden tener la misma textura que los rodillos de trabajo 200a-b o 202a-b (por ejemplo, la primera o la segunda textura). En algunos casos, los rodillos de trabajo están configurados para que únicamente se apliquen dos texturas al sustrato metálico 106; en otros, los rodillos de trabajo están configurados para que se apliquen más de tres texturas.

A modo de otro ejemplo no limitante, uno o ambos rodillos de trabajo 200a-b pueden aplicar una primera textura a la superficie del sustrato metálico 106 y uno o ambos rodillos de trabajo 202a-b y/o 204a-b pueden aplicar la misma textura (por ejemplo, la primera textura) a la superficie del sustrato metálico 106. Uno o más rodillos de trabajo 206a-b pueden aplicar una segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106 y uno o ambos rodillos de trabajo 208a-b y/o 210a-b pueden aplicar la misma textura (por ejemplo, la segunda textura) a la superficie del sustrato metálico 106.

El sustrato metálico 106 puede experimentar una o más pasadas entre cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b y/o 210a-b. A modo de ejemplo no limitante, uno o ambos rodillos de trabajo 200a-b pueden aplicar una primera textura a la superficie del sustrato metálico 106, uno o ambos rodillos de trabajo 202a-b pueden aplicar una segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106, y/o uno o ambos rodillos de trabajo 204a-b pueden aplicar una tercera textura a la superficie del sustrato metálico 106. El sustrato metálico 106 puede experimentar otra pasada entre los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b y/o 204a-b, que puede volver a aplicar la primera, segunda y tercera texturas a la superficie del sustrato metálico 106. Si se desea, los rodillos de trabajo 206a-b, 208a-b y/o 210a-b pueden aplicar cualquier combinación deseada de la primera, segunda y/o tercera texturas, o pueden aplicar diferentes texturas. Se prevén otras combinaciones y variaciones.

En diversos ejemplos, uno o más de los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden tener una superficie externa relativamente lisa de manera que el rodillo de trabajo pueda proporcionar el perfil de planeidad deseado (por ejemplo, sustancialmente plano, curvado, ondulado, etc.) al sustrato metálico 106 y pueda suavizar la topografía del sustrato metálico 106. En el presente ejemplo, uno o más de los otros rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden tener una superficie texturizada de manera que el rodillo de trabajo pueda imprimir diversas texturas, características o patrones a la superficie del sustrato metálico 106 sin reducir el espesor total del sustrato metálico 106. Por ejemplo, los rodillos de trabajo 200a-b pueden tener una superficie exterior relativamente lisa de manera que los rodillos de trabajo 200a-b puedan proporcionar un perfil de planeidad deseado al sustrato metálico 106 y puedan suavizar la topografía del sustrato metálico 106 (por ejemplo, para que tenga una rugosidad superficial menor que aproximadamente 0,4 – 0,6 µm). En el presente ejemplo, el rodillo de trabajo 210a puede tener una textura superficial de manera que el rodillo de trabajo 210a pueda imprimir una textura, característica o patrón a la superficie del sustrato metálico 106 sin reducir el espesor total del sustrato metálico 106. Mientras que, en el presente ejemplo, los rodillos de trabajo 200a-b pueden tener una superficie relativamente lisa para proporcionar un perfil de planeidad deseado al sustrato metálico 106 y para suavizar la topografía del sustrato metálico 106 y el rodillo de trabajo 210a puede tener una textura superficial para imprimir una textura, característica o patrón a la superficie del sustrato metálico 106, la presente invención no se limita a dichas configuraciones. En cambio, en otros ejemplos, cualquiera de los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede tener una superficie relativamente lisa para proporcionar un perfil de planeidad deseado al sustrato metálico 106 y para suavizar la topografía del sustrato metálico 106 y cualquiera de los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede tener una textura superficial para imprimir una textura, característica o patrón a la superficie del sustrato metálico 106.

De esta manera, los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden aplicar cualquier combinación de texturas, patrones o características a la superficie del sustrato metálico 106 a medida que el sustrato metálico pasa entre los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b.

En algunos ejemplos, las diversas texturas se pueden aplicar a la superficie del sustrato metálico 106 de una manera superpuesta o adyacente. A modo de ejemplo, uno o ambos rodillos de trabajo 200a-b pueden aplicar la primera textura en una primera ubicación de la superficie del sustrato metálico 106, uno o ambos rodillos de trabajo 202a-b pueden aplicar la segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106 para superponer la primera textura, y uno o ambos rodillos de trabajo 204a-b pueden aplicar la tercera textura en una segunda ubicación de la superficie del sustrato metálico 106 adyacente a la primera ubicación (por ejemplo, adyacente a la ubicación de la primera y segunda texturas). Se contemplan otros patrones.

En algunos ejemplos, el paso del sustrato metálico 106 entre los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede provocar que el sustrato metálico 106 tenga una superficie dúplex o

tríplex después de una única pasada del sustrato metálico 106 entre los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b. Una superficie dúplex se refiere a una superficie que tiene dos texturas, características o patrones. Una superficie tríplex se refiere a una superficie que tiene tres texturas, características o patrones. El sustrato metálico 106 puede tener cualquier cantidad de texturas, características o patrones sobre una superficie del sustrato metálico 106 después de una única pasada del sustrato metálico entre los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b.

Cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede aplicar una textura, patrón o característica a la superficie del sustrato metálico 106 para cubrir un porcentaje o una cantidad de un área superficial del sustrato metálico 106. Por ejemplo, cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede aplicar una textura diferente a la superficie del sustrato metálico 106 que cubra menos de aproximadamente la mitad del área superficial del sustrato metálico 106 en una única pasada del sustrato metálico 106 entre el par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b. En algunos casos, cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede aplicar una textura diferente a la superficie del sustrato metálico 106 que cubra menos de aproximadamente un tercio del área superficial del sustrato metálico 106 en una única pasada del sustrato metálico 106 entre el par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b. A modo de ejemplo, el par de rodillos de trabajo 200a-b puede aplicar una primera textura a la superficie del sustrato metálico 106 que cubra aproximadamente un 20 % de la superficie en una única pasada del sustrato metálico 106 entre el par de rodillos de trabajo 200a-b. El par de rodillos de trabajo 202a-b puede aplicar una segunda textura a la superficie del sustrato metálico 106 que cubra aproximadamente un 6 % de la superficie del sustrato metálico 106 en una única pasada del sustrato metálico 106 entre el par de rodillos de trabajo 202a-b. El par de rodillos de trabajo 204a-b puede aplicar una tercera textura a la superficie del sustrato metálico 106 que cubra aproximadamente un 15 % de la superficie en una única pasada del sustrato metálico 106 entre el par de rodillos de trabajo 204a-b. Otras variaciones y combinaciones resultan posibles.

En algunos ejemplos, cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b aplica una presión de rodillo de trabajo al sustrato metálico 106. La presión del rodillo de trabajo, junto con una presión creada por una textura, patrón o característica sobre los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b, genera una deformación plástica localizada sobre la superficie del sustrato metálico 106 para aplicar la textura, el patrón o la característica sobre la superficie del sustrato metálico 106. La presión del rodillo de trabajo aplicada por cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b puede ser igual o diferente. A modo de ejemplo no limitante, el par de rodillos de trabajo 200a-b puede aplicar una primera presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico 106 para aplicar una primera textura a la superficie del sustrato metálico. El par de rodillos de trabajo 202a-b puede aplicar una segunda presión de rodillo de trabajo sobre el sustrato metálico 106 para aplicar otra textura a la superficie del sustrato metálico. Como se ha descrito anteriormente, la presión de rodillo de trabajo aplicada por cada par de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b sobre el sustrato metálico 106 está por debajo de un límite aparente de elasticidad del sustrato metálico, lo que puede permitir que el espesor del sustrato metálico permanezca sustancialmente constante (por ejemplo, no se reduce) a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre cada par de rodillos de trabajo. De esta manera, los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden aplicar diversas texturas a la superficie del sustrato metálico sin reducción sustancial de espesor del sustrato metálico 106 a medida que el sustrato metálico 106 pasa entre los pares de rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b.

La aplicación de diferentes texturas, patrones o características a la superficie del sustrato metálico 106 mediante el uso de más de un par de rodillos de trabajo (tales como, entre otros, los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, y/o 210a-b) puede hacer que el sustrato metálico 106 tenga características mejoradas. Por ejemplo, una primera textura aplicada en una parte de la superficie del sustrato metálico 106 (por ejemplo, mediante un primer rodillo de trabajo tal como el rodillo de trabajo 200a) puede provocar que una primera parte de la superficie sea una zona positivamente distorsionada que incluya una aspereza o pico (por ejemplo, que tenga picos que se extienden fuera de la superficie del sustrato metálico 106), lo que puede aumentar las capacidades de desapilado del sustrato metálico 106 o reducir la resistencia eléctrica constante del sustrato metálico 106. Una segunda textura aplicada a una segunda parte de la superficie del sustrato metálico 106 (por ejemplo, mediante un segundo rodillo de trabajo tal como el rodillo de trabajo 202a) puede hacer que la segunda parte de la superficie sea una zona negativamente distorsionada que incluya valles (por ejemplo, que tenga valles que se extienden hacia la superficie del sustrato metálico 106), lo que puede aumentar el volumen de lubricante almacenado y retenido en el sustrato metálico 106. Por ejemplo, la Figura 3 es una imagen de un sustrato metálico que tiene zonas negativamente distorsionadas 302 dentro de zonas positivamente distorsionadas 304.

La Figura 4 es un gráfico que representa un ejemplo de asperezas microscópicas que se pueden incluir en una zona positivamente distorsionada sobre la superficie de sustrato metálico. En el ejemplo representado en la Figura 4, el gráfico representa los picos 402, 404 que se extienden fuera de la superficie del sustrato metálico, no abarcado por la presente invención. En el ejemplo representado en la Figura 4, la línea o eje 406 representa

un valor medio o promedio de altura de asperezas sobre una superficie del sustrato metálico a lo largo de la longitud o anchura del sustrato metálico.

La Figura 5 es un gráfico que representa un ejemplo de valles microscópicos que se pueden incluir en una zona negativamente distorsionada sobre una superficie de sustrato metálico. En el ejemplo representado en la Figura 5, el gráfico representa los valles 502, 504 que se extienden dentro de la superficie de un sustrato metálico, según un ejemplo no abarcado por la presente invención. En el ejemplo representado en la Figura 5, la línea o eje 506 representa un valor medio o promedio de altura de asperezas sobre una superficie del sustrato metálico a lo largo de la longitud o anchura del sustrato metálico.

Volviendo a la Figura 2, una tercera textura aplicada sobre otra parte de la superficie del sustrato metálico 106 (por ejemplo, mediante un tercer rodillo de trabajo tal como el rodillo de trabajo 204a) puede provocar que una parte de la superficie tenga propiedades ópticas mejoradas (por ejemplo, mayor especularidad). En otros ejemplos, las diversas texturas, patrones o características aplicadas en la superficie del sustrato metálico 106 pueden provocar que el sustrato metálico 106 tenga cualesquiera otras características mejoradas, que incluyen, pero sin limitación, mayor soldabilidad por puntos de resistencia, adhesión mejorada, menor agarrotamiento en herramientas de conformación, acabado brillante en la superficie del sustrato metálico 106 (por ejemplo, un brillo relativamente uniforme con una apariencia ligeramente mate), acabado isotrópico en la superficie (por ejemplo, una superficie que sea sustancialmente idéntica en todas las direcciones), uniformidad de fricción, etc.

En algunos ejemplos, se puede usar más de un par de rodillos de trabajo (tal como, sin limitación, los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b y/o 210a-b) para aplicar diferentes texturas, patrones o características a una superficie de un sustrato metálico 106 durante cualquier parte del proceso de laminado de sustrato metálico. Por ejemplo, los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden aplicar las diferentes texturas al sustrato metálico 106 antes de una etapa de tratamiento térmico en disolución en una línea de recocido continuo o línea de acabado superficial, antes de las etapas de limpieza y enjuague, antes de aplicar un pretratamiento superficial, después del tratamiento térmico en disolución y las etapas de limpieza, etc. A modo de otro ejemplo, los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b pueden aplicar las diferentes texturas al sustrato metálico 106 a diversas temperaturas, que incluyen, por ejemplo, temperatura ambiente (por ejemplo, 20-25 grados centígrados), temperaturas de hasta 100 grados centígrados o por encima, o cualquier otra temperatura.

Aunque la Figura 2 ilustra seis soportes y seis pares de rodillos de trabajo, se puede usar cualquier cantidad de soportes, rodillos de trabajo o pares de rodillos de trabajo para aplicar diferentes texturas, patrones o características a una superficie de sustrato metálico. Además, mientras que la Figura 2 ilustra los rodillos de trabajo 200a-b, 202a-b, 204a-b, 206a-b, 208a-b, 210a-b en una configuración particular (por ejemplo, en una secuencia horizontal o configuración lineal), se puede usar cualquier configuración de múltiples rodillos de trabajo para aplicar diferentes texturas, patrones o características a una superficie de sustrato metálico. Además, la cantidad de pasadas del sustrato metálico (por ejemplo, el sustrato metálico 106) entre cualquier cantidad de rodillos de trabajo o pares de rodillos de trabajo puede variar, con el fin de lograr las propiedades o texturas deseadas en la superficie del sustrato metálico. Además, el porcentaje o cantidad de área superficial del sustrato metálico cubierto por la textura transferida desde el rodillo de trabajo puede variar, para lograr las propiedades o texturas deseadas en la superficie del sustrato metálico. Además, la cantidad de texturas diferentes aplicadas al sustrato metálico puede variar para lograr las propiedades o texturas deseadas de la superficie del sustrato metálico. Además, las texturas específicas aplicadas al sustrato metálico pueden variar para lograr las propiedades o texturas deseadas en la superficie del sustrato metálico.

La Figura 6 es una imagen de un sustrato metálico que tiene múltiples microtexturas, características o patrones en la superficie del sustrato metálico. En el ejemplo representado en la Figura 6, la imagen representa zonas 602 de textura lisa y zonas 604 de textura rugosa en la superficie del sustrato metálico, no abarcadas por la presente invención. En el presente ejemplo, el sustrato metálico puede tener una textura superficial dúplex o tríplex (por ejemplo, una superficie que incluya una combinación de dos o tres texturas diferentes).

La Figura 7 es un gráfico que representa un ejemplo de un sustrato metálico que incluye una zona negativamente distorsionada, no abarcado por la presente invención. En el ejemplo representado en la Figura 7, el gráfico representa un eje 702, que representa un perfil superficial de sustrato metálico. En el presente ejemplo, el gráfico representa los valles 704, 706 que se extienden hacia el interior de la superficie del sustrato metálico, lo que puede crear una distorsión negativa general en el sustrato metálico, no abarcado por la presente invención. En el presente ejemplo, el gráfico también representa pequeños picos o asperezas que se proyectan o extienden desde la superficie del sustrato metálico.

En algunos ejemplos, se puede usar cualquier número o tipo de rodillos de trabajo, soportes de laminado, soportes de trabajo, etc. para aplicar una textura a una superficie de un sustrato metálico, según diversos ejemplos de la presente invención. Haciendo referencia a las Figuras 8-9, en algunos ejemplos, el soporte de laminado 802 puede incluir un par de rodillos de trabajo 804a-b de alineación vertical. Los rodillos de trabajo

804a-b pueden estar configurados sustancialmente de la misma manera que los rodillos de trabajo 104a-b de la Figura 1. Se define una separación 808 entre los rodillos de trabajo 804a-b que está configurada para recibir el sustrato metálico 806 durante el texturizado del sustrato metálico 806. Durante el procesado, los rodillos de trabajo 804a-b están configurados para entrar en contacto y aplicar presiones de rodillo de trabajo a la superficie superior 810 y la superficie inferior 812 del sustrato metálico 806, respectivamente, a medida que el sustrato metálico 806 pasa a través de la separación 808 en la dirección de procesado 801.

Los rodillos de trabajo 804a-b pueden ser generalmente cilíndricos y pueden estar fabricados a partir de diversos materiales, tales como, por ejemplo, acero, latón y otros materiales adecuados. Los rodillos de trabajo 804a-b pueden estar accionados por un motor u otro dispositivo adecuado para accionar los rodillos de trabajo 804a-b y hacer que los rodillos de trabajo 804a-b experimenten rotación. Cada rodillo de trabajo 804a-b tiene una superficie externa 814 que entra en contacto con las superficies 810 y 812 del sustrato metálico 806 durante el procesado. En algunos ejemplos, la superficie externa 814 de uno de los rodillos de trabajo 804a-b presenta la misma rugosidad o es más lisa que el fleje entrante de sustrato metálico 806 (por ejemplo, tiene una rugosidad superficial inferior a aproximadamente 0,4 – 0,6 µm), de manera que, durante el procesado, la superficie externa 814 del rodillo de trabajo suaviza la topografía de las superficies 810 o 812 del sustrato metálico 806. En el presente ejemplo, el otro rodillo de trabajo de los rodillos de trabajo 804a-b puede tener una textura superficial de manera que el rodillo de trabajo pueda imprimir una textura, característica o patrón sobre la otra superficie 810 o 812 del sustrato metálico 806 sin reducir el espesor total del sustrato metálico 806. A modo de ejemplo, la superficie externa 814 del rodillo de trabajo 804a puede ser de la misma rugosidad o más lisa que el sustrato metálico 806 para suavizar la topografía de la superficie 810. En el presente ejemplo, la superficie externa 814 del rodillo de trabajo 804b puede tener una textura superficial de manera que el rodillo de trabajo 804b pueda imprimir una textura, característica o patrón en la otra superficie 812 del sustrato metálico 806 sin reducir el espesor total del sustrato metálico 806. Mientras que, en el presente ejemplo, el rodillo de trabajo 804a tiene una superficie para suavizar la superficie 810 y el rodillo de trabajo 804b tiene una textura superficial para imprimir una textura, característica o patrón en la superficie 812, la presente invención no se limita a dichas configuraciones. Por el contrario, en otros ejemplos, uno o ambos rodillos de trabajo 804a-b pueden tener una textura superficial para imprimir una textura, característica o patrón en las superficies 810 y/o 812. Aún a modo de otro ejemplo, puede suceder que uno o ambos rodillos de trabajo no tengan rugosidad o ser más lisos que el fleje entrante de sustrato metálico 806.

En otros ejemplos, la(s) superficie(s) externa(s) 814 de los rodillos de trabajo 804a-b incluye(n) una o más texturas que se transfieren al menos parcialmente a una o ambas superficies 810 y 812 del sustrato metálico 806 a medida que el sustrato metálico 806 pasa a través de la separación 808, como se ha descrito con detalle con anterioridad. La rugosidad superficial se puede cuantificar mediante el uso de técnicas de interferometría óptica u otros métodos adecuados. En diversos ejemplos, uno o ambos rodillos de trabajo 804a-b pueden estar texturizados a través de diversas técnicas de texturizado que incluyen, sin limitación, texturizado por electrodescarga (EDT), texturizado por electrodeposición, texturizado por haz de electrones (EBT), texturizado por haz de láser, revestimientos de electrofusión y diversas otras técnicas adecuadas.

En algunos ejemplos, las presiones de rodillo de trabajo aplicadas por los rodillos de trabajo 804a-b al sustrato metálico 806 permiten que el espesor de sustrato metálico 806 y la longitud de sustrato metálico 806 permanezcan sustancialmente constantes (por ejemplo, no hay sustancialmente ninguna reducción de espesor total del sustrato metálico 806 y sustancialmente ningún aumento de longitud del sustrato metálico 806). A modo de ejemplo, las presiones de rodillo de trabajo aplicadas por los rodillos de trabajo 804a-b pueden hacer que el espesor del sustrato metálico 806 disminuya a partir de aproximadamente un 0,0 % y aproximadamente un 1,0 %. Por ejemplo, el espesor de sustrato metálico 806 puede disminuir en menos que aproximadamente un 0,5 % a medida que el sustrato metálico 806 pasa a través de la separación 808. A modo de ejemplo, el espesor de sustrato metálico 806 puede disminuir en menos que aproximadamente un 0,2 % o aproximadamente un 0,1 %. En diversos ejemplos, los rodillos de trabajo 804a-b procesan el sustrato metálico 806 de manera que la presión de rodillo de trabajo sea de aproximadamente 2 a 45 MPa, que es típicamente menor (y a menudo mucho menor) que el límite de elasticidad del material. A modo de ejemplo no limitante, en algunos casos, la presión de rodillo de trabajo puede ser de aproximadamente 15 MPa.

En algunos ejemplos, el soporte de trabajo 802 puede incluir uno o más rodillos intermedios 819a-b. En algunos ejemplos, los rodillos intermedios 819a-b pueden ser generalmente cilíndricos y estar formados por diversos materiales, tales como, por ejemplo, acero, latón u otros materiales adecuados. Los rodillos intermedios 819a-b pueden tener un diámetro y una tenacidad igual o mayor que el diámetro y la tenacidad de los rodillos de trabajo 804a-b, aunque no es necesario.

El soporte de trabajo 802 también puede incluir uno o más de una pluralidad de accionadores o cojinetes 816a-b. Los accionadores 816a-b pueden estar fabricados a partir de materiales, tales como, por ejemplo, acero, latón u otros materiales adecuados. Los accionadores 816a-b pueden tener un diámetro mayor que el diámetro y la tenacidad de los rodillos de trabajo 804a-b, aunque no es necesario. El número y la ubicación de los accionadores 816a-b no se debe considerar limitante en la presente invención.

Por ejemplo, la Figura 8 ilustra un ejemplo de configuración de dos accionadores 816a-b en una región correspondiente del respectivo rodillo de trabajo 804a-b. Sin embargo, en otros ejemplos, se puede proporcionar un accionador 816a-b o más de dos accionadores 816a-b a la región particular de los respectivos rodillos de trabajo 804a-b. En algunos ejemplos en los que se proporciona una pluralidad de accionadores 816a-b, los accionadores 816a-b pueden estar dispuestos en una o más filas. Sin embargo, el número o la configuración de los accionadores 816a-b no se debe considerar limitante de la presente invención.

Con referencia a la Figura 9, dentro de cada fila de accionadores 816a-b, los accionadores adyacentes 816a-b pueden estar separados por una separación de accionadores, que es una distancia entre los extremos adyacentes de los accionadores adyacentes 816a-b. En diversos ejemplos, la separación de accionadores es de aproximadamente 1 mm a aproximadamente la anchura de cada accionador.

En algunos ejemplos, se proporciona una pluralidad de accionadores 816a-b para impartir fuerzas localizadas sobre los respectivos rodillos de trabajo 804a-b a través de los rodillos intermedios 819a-b, respectivamente. Por ejemplo, los accionadores 816a se proporcionan a lo largo de los rodillos intermedios 819a y están configurados para aplicar cargas de cojinete a los rodillos intermedios 819a, que posteriormente transfieren la carga al rodillo de trabajo 804a, de manera que el rodillo de trabajo 804a aplica una presión de rodillo de trabajo a la superficie 810 del sustrato metálico 806. De manera similar, los accionadores 816b se proporcionan a lo largo de los rodillos intermedios 819b y están configurados para aplicar cargas de cojinete a los rodillos intermedios 819b, que posteriormente transfieren la carga al rodillo de trabajo 804b de manera que el rodillo de trabajo 804b aplica una presión de rodillo de trabajo a la superficie 812 del sustrato metálico 806. Por ejemplo, en varios casos, los cojinetes 816a-b aplican cargas verticales de cojinete cuando el sustrato metálico 806 se mueve horizontalmente en la dirección del movimiento 801. En algunos ejemplos, la carga es de aproximadamente 2 kgf (19,6 N) a aproximadamente 20,000 kgf (196.133 N). En algunos ejemplos, al menos algunos de los cojinetes 816a-b son ajustables independientemente con respecto al respectivo rodillo de trabajo 804a-b, de manera que la presión localizada en ubicaciones discretas a lo largo de la anchura del rodillo de trabajo 804a-b se puede controlar de forma independiente. En otros ejemplos, dos o más cojinetes 816a-b se pueden ajustar al unísono.

Como se ilustra en la Figura 8, los rodillos intermedios 819a soportan el rodillo de trabajo 804a y los rodillos intermedios 819b soportan el rodillo de trabajo 804b. Aunque se muestran dos rodillos intermedios 819a con el rodillo de trabajo 804a y dos rodillos intermedios 819b con el rodillo de trabajo 804b, el número de rodillos intermedios 819a-b no se debe considerar como limitante de la presente invención.

En cambio, en otros ejemplos, se puede usar cualquier número de rodillos intermedios 819a-b para soportar cualquier número de rodillos de trabajo 804a-b. En algunos ejemplos, los rodillos intermedios 819a-b se proporcionan para contribuir a evitar que los rodillos de trabajo 804a-b se separen a medida que el sustrato metálico 806 pasa a través de la separación 808. En algunos ejemplos, los rodillos intermedios 819a-b se proporcionan además para transferir las fuerzas localizadas a los respectivos rodillos de trabajo 804a-b desde los respectivos accionadores 816a-b.

Mientras que en el ejemplo representado en la Figura 8, se ilustran los rodillos intermedios 819a-b, en algunos ejemplos, los rodillos intermedios 819a-b se pueden omitir y los accionadores 816a-b pueden impartir fuerzas directa o indirectamente a los rodillos de trabajo 804a-b, respectivamente.

En diversos ejemplos, los accionadores 816a se proporcionan para impartir las fuerzas al rodillo de trabajo 804a y los accionadores 816b se proporcionan para impartir las fuerzas al rodillo de trabajo 804b. El número y la configuración de los accionadores 816a-b no se deben considerar limitantes en la presente invención, ya que el número y la configuración de los accionadores 816a-b pueden variar según se desee. En diversos ejemplos, los accionadores 816a-b están orientados sustancialmente perpendiculares a la dirección de procesado 801. En algunos ejemplos, cada accionador 816a-b tiene un perfil con una corona o chaflán a través de la anchura del respectivo accionador 816a-b, donde la corona generalmente se refiere a la diferencia de diámetro entre una línea central y los bordes del accionador (por ejemplo, el accionador tiene forma de recipiente). La corona o el chaflán pueden tener una altura de aproximadamente 0 µm a aproximadamente 50 µm. En un ejemplo no limitante, la corona mide aproximadamente 30 µm. En otro ejemplo no limitante, la corona mide aproximadamente 20 µm. En algunos ejemplos, la corona de los accionadores 816a-b se puede controlar, para vigilar adicionalmente las fuerzas impartidas a los rodillos de trabajo 804a-b, respectivamente. En algunos ejemplos, los accionadores 816a-b se controlan individualmente a través de un controlador (no mostrado). En otros ejemplos, dos o más accionadores 816a-b se pueden controlar de forma conjunta.

En algunos casos, durante el texturizado, el rodillo 804a de trabajo superior puede estar accionado en la dirección generalmente indicada por la flecha 803 y el rodillo 804b de trabajo inferior puede estar accionado en la dirección generalmente indicada por la flecha 805. En dichos ejemplos, los rodillos de trabajo están accionados contra la superficie superior 810 y la superficie inferior 812 del sustrato metálico 806. Sin embargo, en otros ejemplos, únicamente es posible accionar un lado del soporte 802/solo uno de los rodillos de trabajo 804a-b, y se puede omitir el accionamiento indicado por la flecha 803 o el accionamiento indicado por la flecha

805. En tales ejemplos, durante el texturizado, los cojinetes de un lado pueden estar inmovilizados y/u omitidos por completo, de manera que uno de los rodillos de trabajo 804a-b no esté accionado (es decir, el accionamiento en el sustrato metálico se produce únicamente desde un lado del sustrato metálico). Por ejemplo, en algunos casos, los accionadores inferiores 816b pueden estar inmovilizados de manera que el rodillo 104b de trabajo inferior se encuentre inmovilizado (y no esté accionado en la dirección indicada por la flecha 805). En otros ejemplos, los accionadores inferiores 816b se pueden omitir de manera que el rodillo 104b de trabajo inferior se encuentre inmovilizado.

En algunos ejemplos en los que se proporciona una pluralidad de accionadores 816a-b, los accionadores 816a-b pueden estar dispuestos en una o más filas. Sin embargo, el número o la configuración de los accionadores de cojinete 816a-b no se deben considerar limitantes de la presente invención. Dentro de cada fila de accionadores 816a-b, los accionadores adyacentes 816a-b están separados por una separación de accionador, que es una distancia entre los extremos adyacentes de los accionadores adyacentes 816a-b. En diversos ejemplos, la separación de accionador es de aproximadamente 1 mm a aproximadamente la anchura de cada accionador. En determinados aspectos, la densidad de los accionadores 816a-b, o el número de accionadores 816a-b que actúan sobre una parte concreta de los rodillos de trabajo, pueden variar a lo largo de los rodillos de trabajo. Por ejemplo, en algunos casos, el número de accionadores 816a-b en las regiones de borde de los rodillos de trabajo puede ser diferente del número de accionadores 816a-b en la región central de los rodillos de trabajo.

En algunos ejemplos, es posible ajustar o controlar una característica de los accionadores 816a-b, dependiendo de la ubicación deseada de los accionadores particulares 816a-b a lo largo de la anchura de los rodillos de trabajo. A modo de ejemplo no limitante, la corona o chaflán de los accionadores 816a-b próximos a los bordes de los rodillos de trabajo pueden ser diferentes de la corona o chaflán de los accionadores 816a-b hacia el centro de los rodillos de trabajo. En otros aspectos, es posible controlar o ajustar el diámetro, anchura, separación, etc., de manera que la característica particular de los accionadores 816a-b pueda ser igual o diferente, dependiendo de la ubicación. En algunos aspectos, los cojinetes que tienen características diferentes en las regiones de borde de los rodillos de trabajo, en comparación con los cojinetes de las regiones centrales de los rodillos de trabajo, pueden permitir una presión uniforme u otros perfiles de presión deseados durante el texturizado. Por ejemplo, en algunos casos, se pueden controlar los cojinetes para modificar de forma intencionada la planeidad y/o textura del sustrato metálico. A modo de algunos ejemplos, se pueden controlar los accionadores 816a-b para crear una onda de borde de forma intencionada, crear un borde más fino, etc. Se pueden crear otros perfiles.

Según la invención, además de ser ajustables verticalmente para controlar la carga de cojinete, los accionadores 816a-b también pueden ser ajustables lateralmente con respecto al respectivo rodillo de trabajo 804a-b, lo que significa que es posible ajustar una posición de los accionadores 816a-b a lo largo de la anchura del respectivo rodillo de trabajo 804a-b. Por ejemplo, en los ejemplos en los que los accionadores 816a-b están dispuestos en al menos una fila, la fila incluye dos accionadores de borde 817, que son los accionadores más externos 816a-b de la fila de accionadores 816a-b. En algunos ejemplos, al menos los accionadores 817 son ajustables en la dirección lateral.

Mientras que en el ejemplo representado en la Figura 8, se usa un único par de rodillos de trabajo 804a-b para aplicar textura sobre la superficie del sustrato metálico 806, la presente invención no se limita a dichas configuraciones. Por el contrario, en otros ejemplos, se puede usar cualquier número o configuración de rodillos de trabajo, pares de rodillos de trabajo, soportes de laminado, etc. para aplicar una textura a la superficie de un sustrato metálico como se ha descrito con anterioridad. Por ejemplo, la Figura 10 es un esquema de uno o más soportes de trabajo 802a-b y rodillos de trabajo 804a-b para aplicar textura a una superficie de un sustrato metálico, según un ejemplo de la presente invención. En comparación con el ejemplo representado en la Figura 8, la Figura 10 representa un ejemplo que incluye dos soportes de trabajo 802a-b. En el presente ejemplo, el soporte de trabajo 802a incluye los rodillos de trabajo 804a-b que pueden tener una superficie externa lisa para el aplanado y alisado simultáneos del sustrato metálico 806. El soporte de trabajo 802b incluye los rodillos de trabajo 804a-b, de los cuales uno o ambos pueden tener una textura en la superficie externa que se aplica al sustrato metálico 806. En el presente ejemplo, el soporte de trabajo 802a está aguas arriba del soporte de trabajo 802b. Como se ha indicado anteriormente, son posibles otras implementaciones y configuraciones.

En algunos ejemplos, un lado del soporte de trabajo puede estar inmovilizado, de manera que únicamente se accione un lado del soporte (es decir, el soporte se activa solo en la dirección 803 o únicamente en la dirección 805). En dichos ejemplos, la posición vertical del rodillo 104b de trabajo inferior es constante, fija y/o no se mueve verticalmente contra el sustrato metálico.

En algunos aspectos donde se incluyen accionadores en los lados superior e inferior del soporte, un lado del soporte de trabajo puede estar inmovilizado mediante el control de un conjunto de accionadores, de manera que no se accione. Por ejemplo, en algunos casos, los accionadores inferiores 816b pueden estar inmovilizados, de manera que el rodillo 804b de trabajo inferior no se accione en la dirección 805. En otros

ejemplos, los accionadores inferiores 816b se pueden omitir, de manera que el rodillo 104b de trabajo inferior quede inmovilizado. En otros ejemplos, se pueden utilizar otros mecanismos, de manera que un lado del soporte quede inmovilizado. Por ejemplo, las Figuras 11 y 12 ilustran un ejemplo adicional de un soporte de trabajo donde un lado queda inmovilizado, y las Figuras 13 y 14 ilustran otro ejemplo de un soporte de trabajo donde un lado queda inmovilizado. Se pueden utilizar otros mecanismos y/o configuraciones de rodillo adecuados para inmovilizar un lado del soporte de trabajo, al tiempo que se proporciona el soporte necesario al lado inmovilizado del soporte de trabajo.

Las Figuras 11 y 12 ilustran otro ejemplo de un soporte de trabajo 1102. El soporte de trabajo 1102 es sustancialmente similar al soporte de trabajo 802, exceptuando que el soporte de trabajo 1102 incluye los rodillos 1121 de respaldo fijos en lugar de los accionadores inferiores 816b. En el presente ejemplo, los rodillos 1121 de respaldo fijos no están accionados verticalmente, y como tal, el soporte de trabajo 1102 únicamente se acciona en la dirección 803. Opcionalmente, los rodillos de respaldo 1121 están soportados en un soporte 1123 u otro soporte apropiado según se desee. Opcionalmente, el soporte 1123 admite cada rodillo de respaldo 1121 en una o más ubicaciones a lo largo del rodillo de respaldo 1121. En el ejemplo de las Figuras 11 y 12, se proporcionan tres rodillos de respaldo 1121; sin embargo, en otros ejemplos, se puede proporcionar cualquier número deseado de rodillos de respaldo 1121. En estos ejemplos, debido a que los rodillos de respaldo 1121 están fijados verticalmente, el rodillo 804b de trabajo inferior se encuentra inmovilizado, lo que significa que el rodillo 804b de trabajo inferior es constante, está fijado y/o no se mueve verticalmente contra el sustrato metálico. En dichos ejemplos, el accionamiento en el soporte 1102 durante el texturizado es solo desde un lado del soporte 1102 (es decir, el accionamiento es únicamente desde el lado superior del soporte con el rodillo 104a de trabajo superior).

Las Figuras 13 y 14 ilustran otro ejemplo de un soporte de trabajo 1302. El soporte de trabajo 1302 es sustancialmente similar al soporte de trabajo 802, exceptuando que se omiten los rodillos intermedios y los accionadores, y el diámetro del rodillo 804b de trabajo inferior es mayor que el diámetro del rodillo 804a de trabajo superior. En el presente ejemplo, el soporte de trabajo 1302 únicamente se acciona en la dirección 803. En algunos aspectos, el rodillo 804b de trabajo inferior de mayor diámetro proporciona el soporte necesario contra el accionamiento, de manera que se crea el perfil deseado del sustrato metálico 808 durante el texturizado. Se aprecia que, en otros ejemplos, es posible proporcionar rodillos intermedios y/u otros rodillos de soporte con el rodillo 804b de trabajo inferior. En otros ejemplos, el rodillo 804b de trabajo inferior puede tener un diámetro similar al rodillo 804a de trabajo superior 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 cuando un lado se encuentre inmovilizado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para aplicar texturas a un sustrato (806), que comprende:

aplicar, mediante un primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), una primera textura a una primera superficie del sustrato (806), en el que al menos un rodillo de trabajo del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B) tiene la primera textura; y

aplicar, mediante un segundo par de rodillos de trabajo (804A, 804B), una segunda textura a la primera superficie del sustrato (806) después de aplicar la primera textura, siendo la segunda textura diferente de la primera textura y en el que al menos un rodillo de trabajo del segundo par de rodillos de trabajo (804A, 804B) tiene la segunda textura y en el que la aplicación de la primera textura y la segunda textura comprende:

aplicar, mediante el primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), una primera presión de rodillo de trabajo a la primera superficie (810) del sustrato (806); y

aplicar, mediante el segundo par de rodillos de trabajo (804A, 804B), una segunda presión de rodillo de trabajo a la primera superficie (810) del sustrato (806),

en el que la aplicación de la primera presión de rodillo de trabajo y la segunda presión de rodillo de trabajo genera zonas localizadas de deformación plástica en la primera superficie (810) del sustrato (806) debido a una primera topografía de la primera textura y una segunda topografía de la segunda textura y en el que la primera textura y la segunda textura se aplican a las zonas localizadas de la primera superficie (810) mientras que el espesor total del sustrato (806) permanece sustancialmente constante,

en el que cada par de rodillos de trabajo (804A, 804B) incluye un rodillo (804A) de trabajo superior y un rodillo (804B) de trabajo inferior alienado verticalmente con el rodillo (804A) de trabajo superior,

en el que el rodillo (804A) de trabajo superior y el rodillo (804B) de trabajo inferior están soportados por rodillos intermedios (819A, 819B),

en el que los accionadores (816A, 816B) están dispuestos a lo largo de los rodillos intermedios (819A, 819B) y están configurados para impartir cargas de cojinete a los rodillos intermedios (819A, 819B),

en el que los rodillos intermedios (819A, 819B) transfieren posteriormente la carga de los rodillos de trabajo (804A, 804B), de manera que los rodillos de trabajo (804A, 804B) confieren una presión de rodillo de trabajo al sustrato (806) que se encuentra por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato (806), a medida que el sustrato (806) pasa entre los rodillos de trabajo (804A, 804B),

que se caracteriza por que:

además de ser ajustables verticalmente para controlar la carga de cojinete, los accionadores (816A, 816B) también son ajustables lateralmente, con respecto al rodillo de trabajo (804A, 804B), lo que significa que resulta posible ajustar la posición de los accionadores (816A, 816B) a lo largo de la anchura del respectivo rodillo de trabajo (804A, 804B).

2. El método de la reivindicación 1, en el que la primera textura tiene al menos uno de un tamaño, forma, profundidad, altura o rugosidad que es diferente de al menos uno de un tamaño, forma, profundidad, altura o rugosidad de la segunda textura.

3. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación de la segunda textura comprende solapar al menos parcialmente la primera textura con la segunda textura en la primera superficie (810) del sustrato (806) en una sola pasada del sustrato (806) entre el primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B) y el segundo par de rodillos de trabajo (804A, 804B).

4. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación de la primera textura comprende aplicar la primera textura en una primera ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806) y la aplicación de la segunda textura comprende aplicar la segunda textura en una segunda ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806) que es adyacente a la primera ubicación.

5. El método de la reivindicación 1, en el que la primera presión de rodillo de trabajo y la segunda presión de rodillo de trabajo aplicadas al sustrato (806) están cada una por debajo del límite aparente de elasticidad del sustrato (806).

6. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación de la primera textura a la primera superficie (810) del sustrato (806) comprende aplicar la primera textura a menos de aproximadamente la mitad de un área superficial de la primera superficie (810) del sustrato (806), y/o en el que la aplicación de la segunda textura a la primera superficie (810) del sustrato (806) comprende aplicar la segunda textura a menos de aproximadamente la mitad de un área superficial de la primera superficie (810) del sustrato (806).

7. El método de la reivindicación 1, en el que la primera textura comprende una zona negativamente distorsionada en una primera ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806) y la segunda textura comprende una zona positivamente distorsionada en una segunda ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806), o en el que la primera textura comprende una zona positivamente distorsionada en la primera ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806) y la segunda textura comprende una zona negativamente distorsionada en la segunda ubicación de la primera superficie (810) del sustrato (806).

8. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación, mediante el primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), de la primera textura a la primera superficie (810) del sustrato (806) comprende aplicar la primera textura a la primera superficie (810) del sustrato (806) mediante un primer rodillo de trabajo (804A) del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), y que comprende, además:

aplicar una textura diferente de la primera textura a una segunda superficie (812) del sustrato (806) por medio de un segundo rodillo de trabajo (804B) del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B).

9. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación, mediante el primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), de la primera textura a la primera superficie (810) del sustrato (806) o la aplicación, mediante el segundo par de rodillos de trabajo (804A, 804B), de la segunda textura a la primera superficie (810) provoca menos de un uno por ciento de reducción del espesor total de sustrato (806), y/o menos de un uno por ciento de aumento de la longitud total de sustrato (806).

10. El método de la reivindicación 1, en el que la aplicación de la primera presión de rodillo de trabajo sobre la primera superficie (810) del sustrato (806), por medio del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B), comprende accionar verticalmente un rodillo de trabajo (804A) del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B) mientras se inmoviliza una posición vertical del otro rodillo de trabajo (804B) del primer par de rodillos de trabajo (804A, 804B).

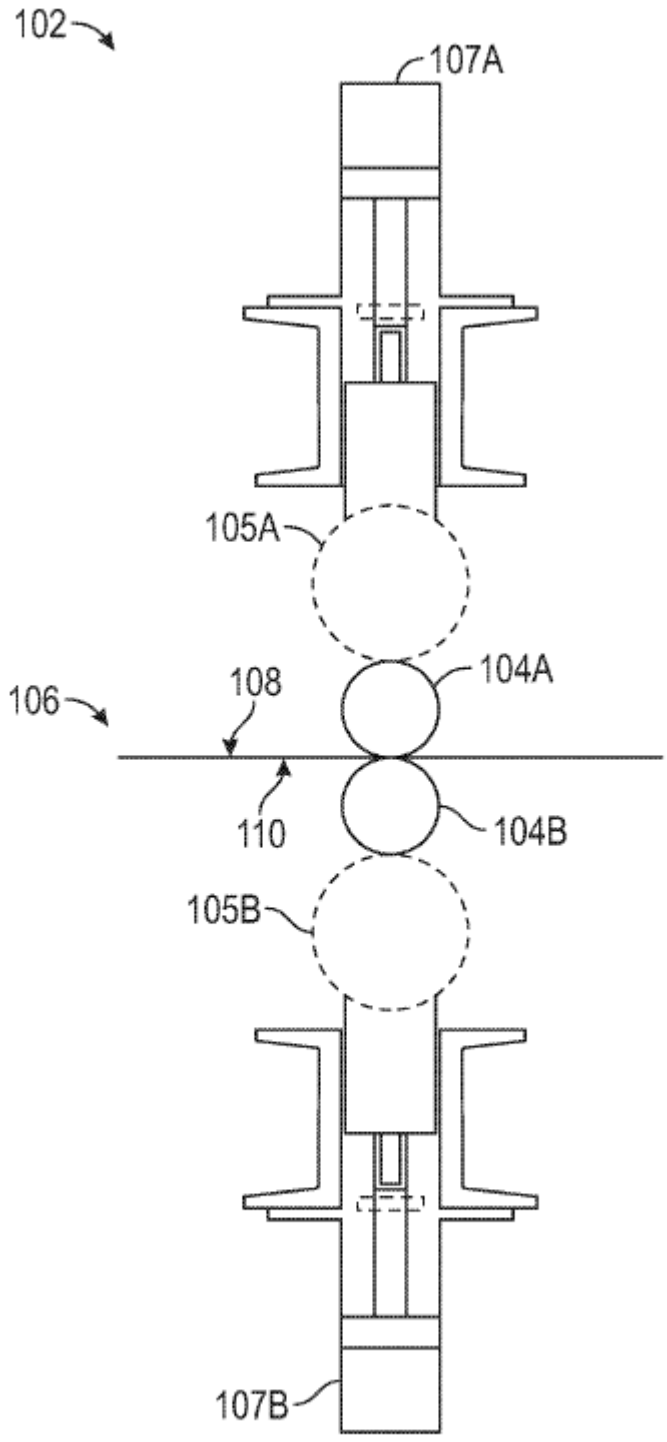

FIG. 1

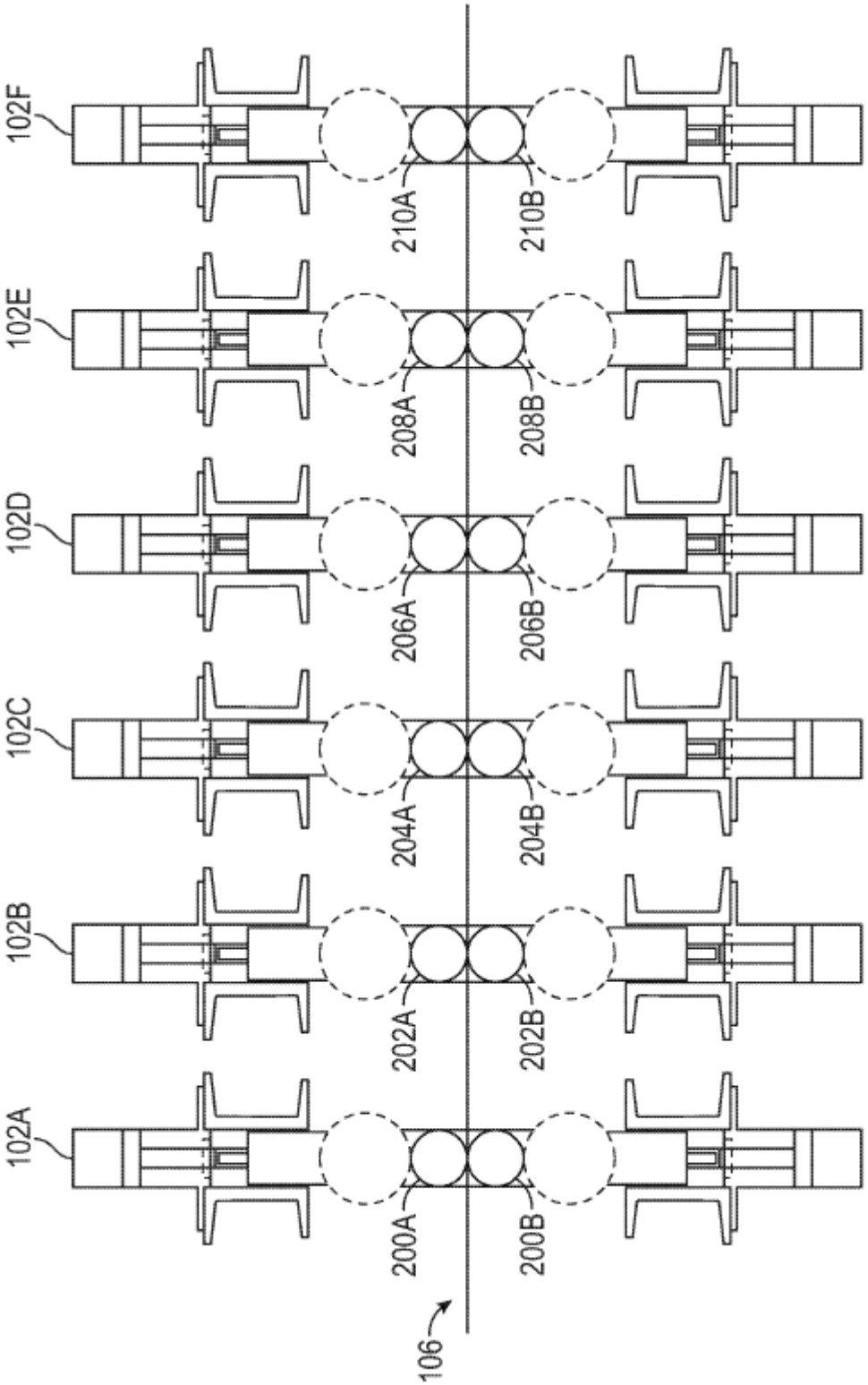
102F
102E
102D
102C
102B
102A
210A
210B
208A
208B
206A
206B
204A
204B
202A
202B
200A
200B
106

FIG. 2

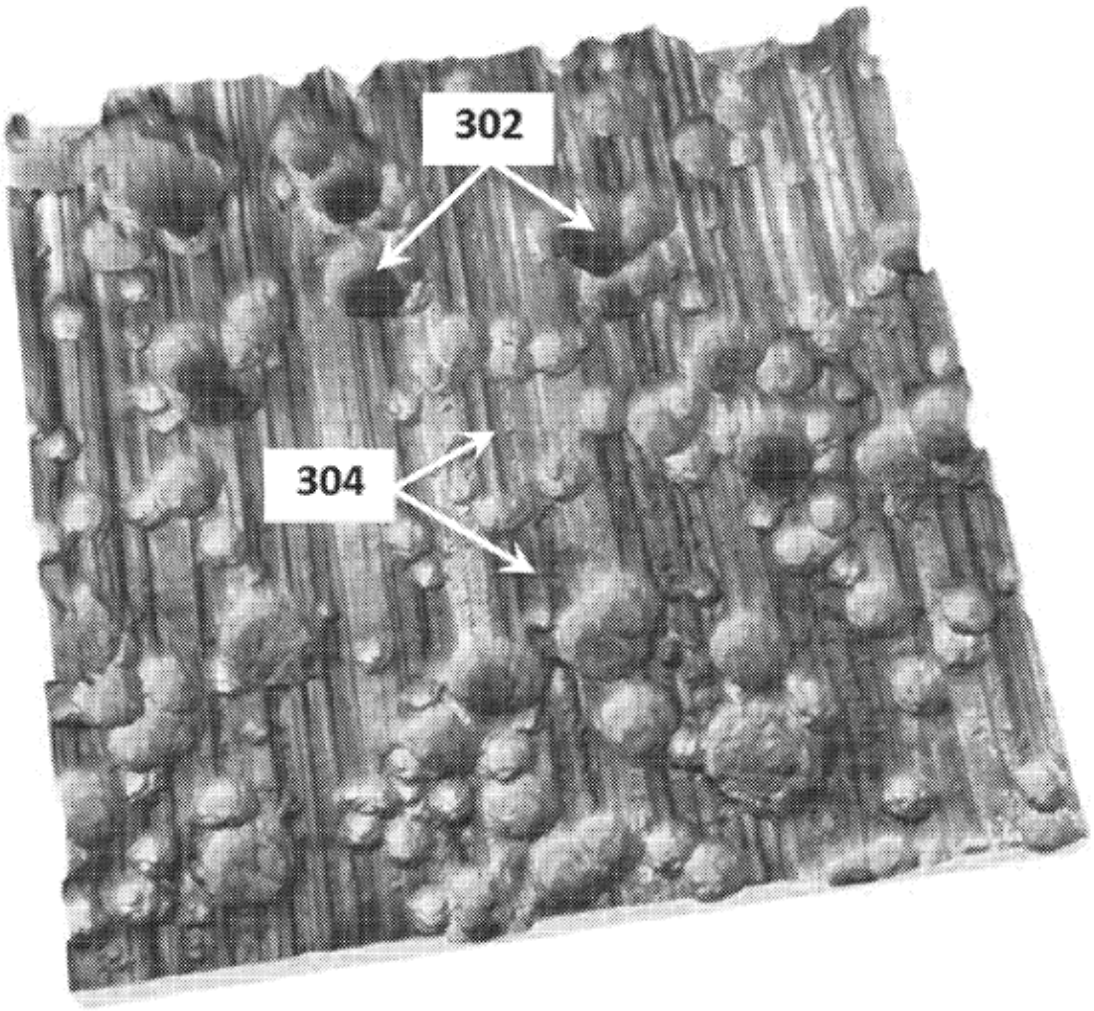

FIG. 3

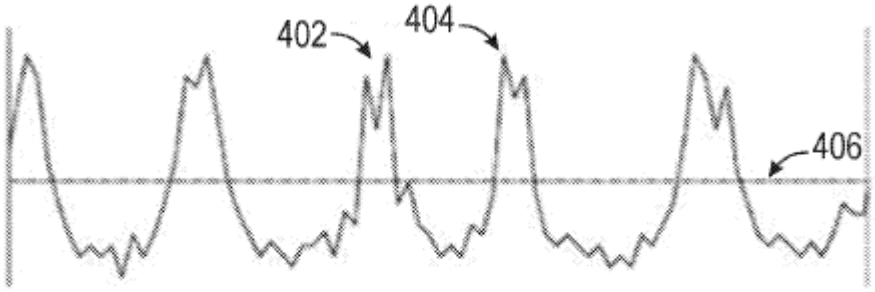

FIG. 4

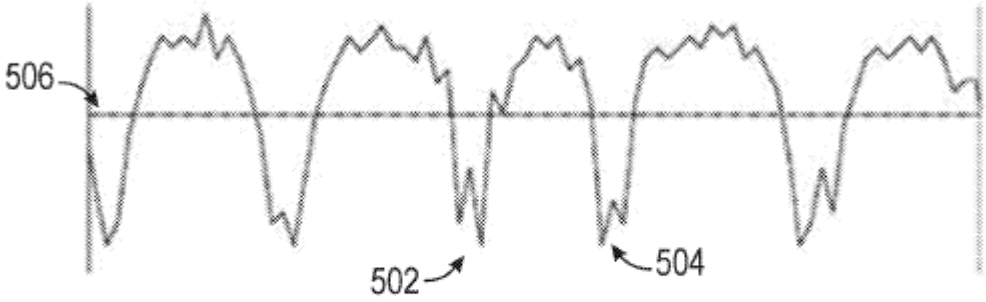

FIG. 5

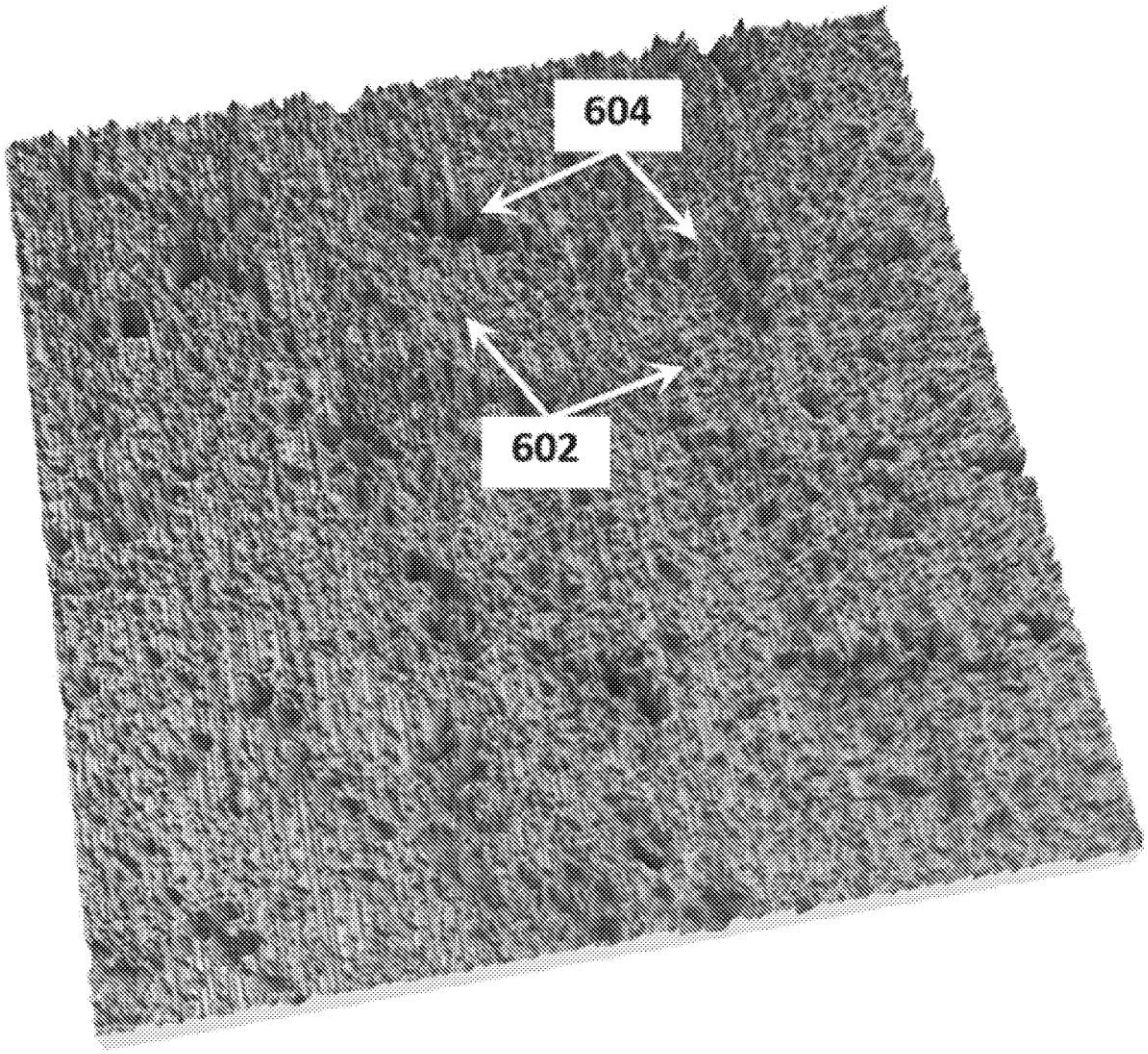

FIG. 6

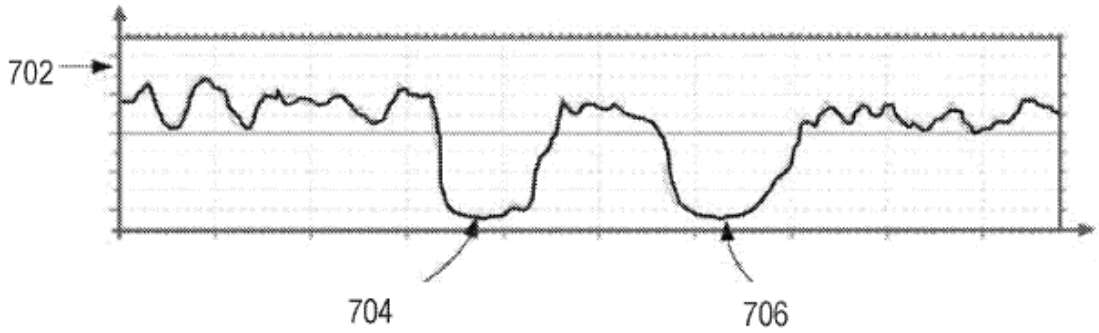

FIG. 7

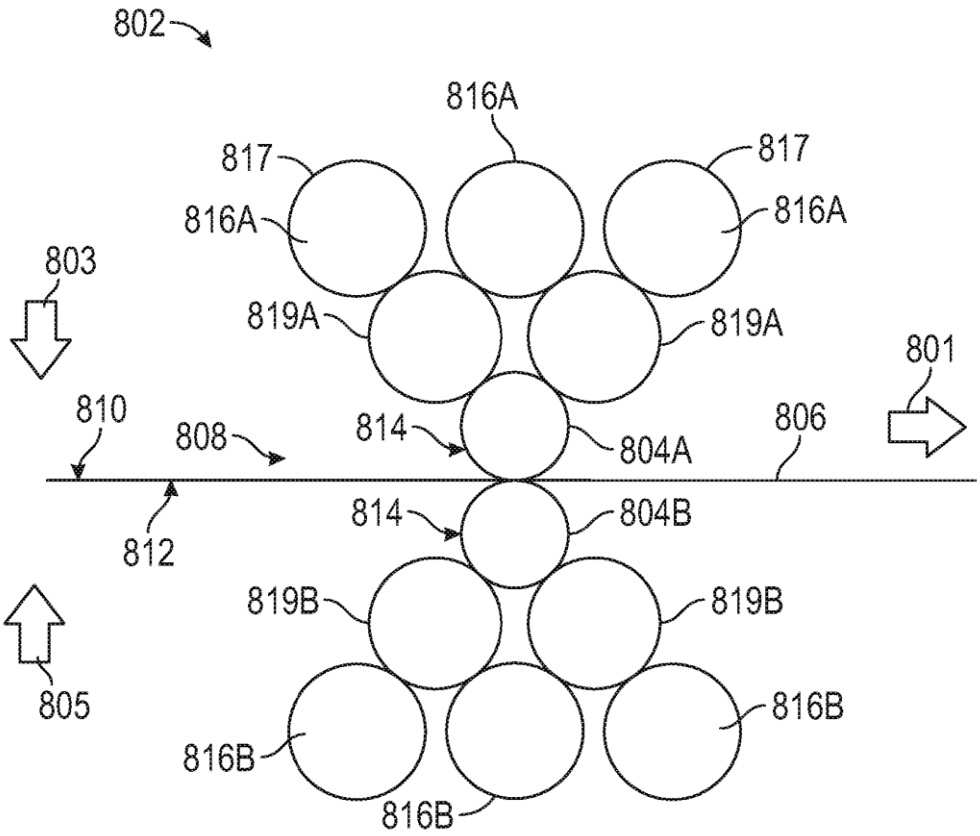
802
816A
817
817
816A
816A
803
819A
819A
801
810
808
814
804A
806
814
804B
812
819B
819B
805
816B
816B
816B

FIG. 8

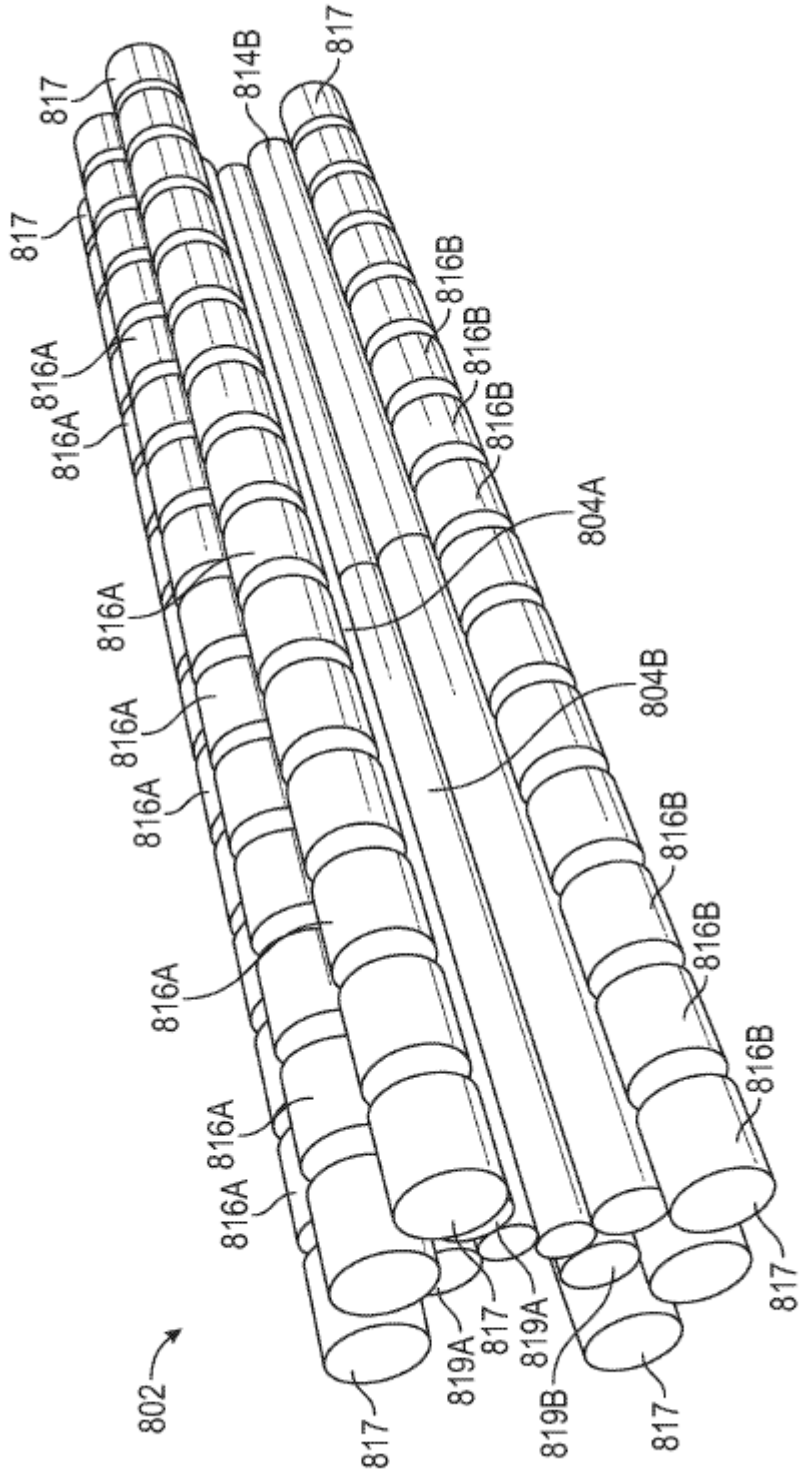

FIG. 9

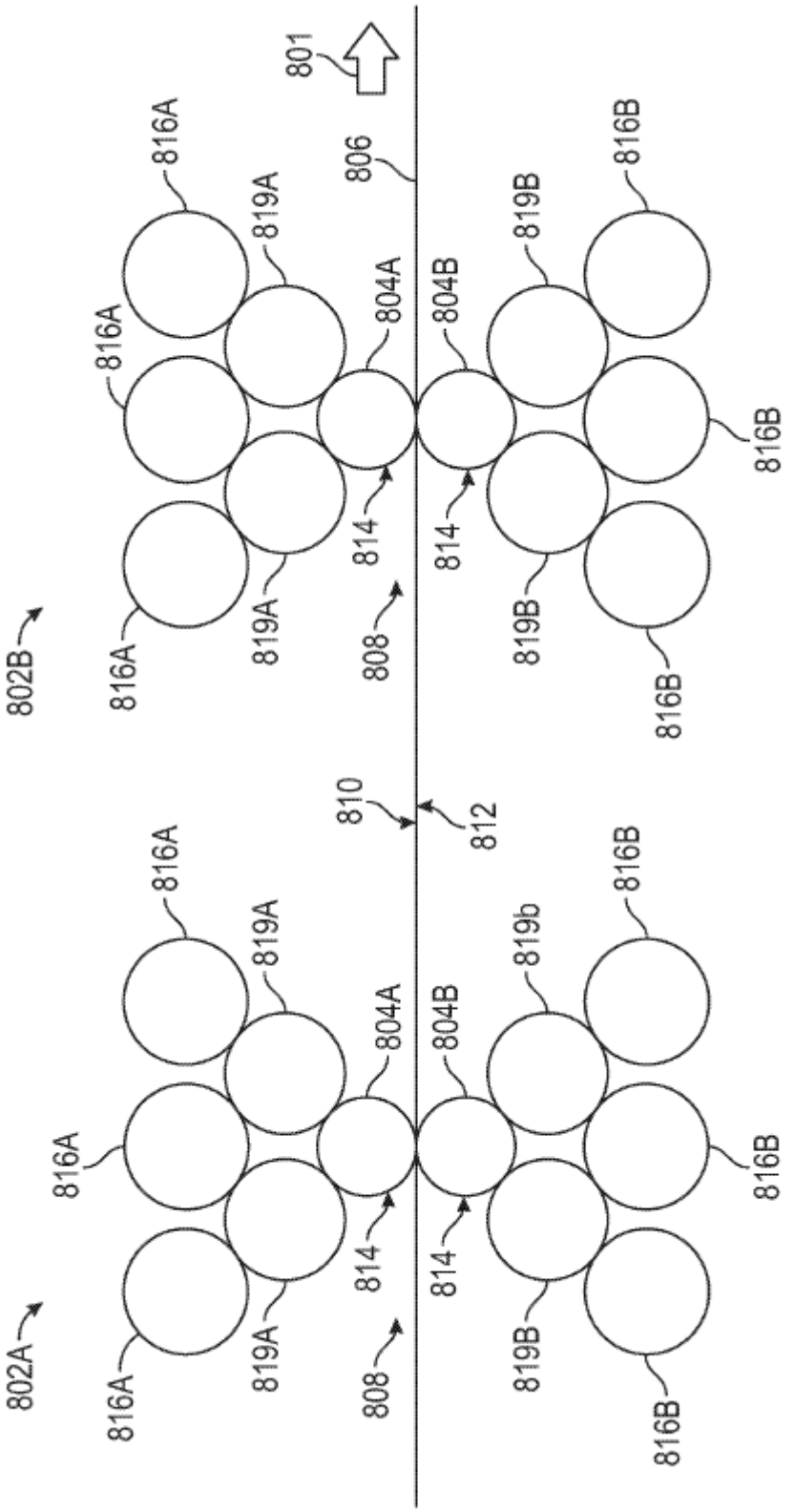
801
806
802B
802A
816A
819A
804A
804B
814
808
819B
816B
810
812
819b

FIG. 10

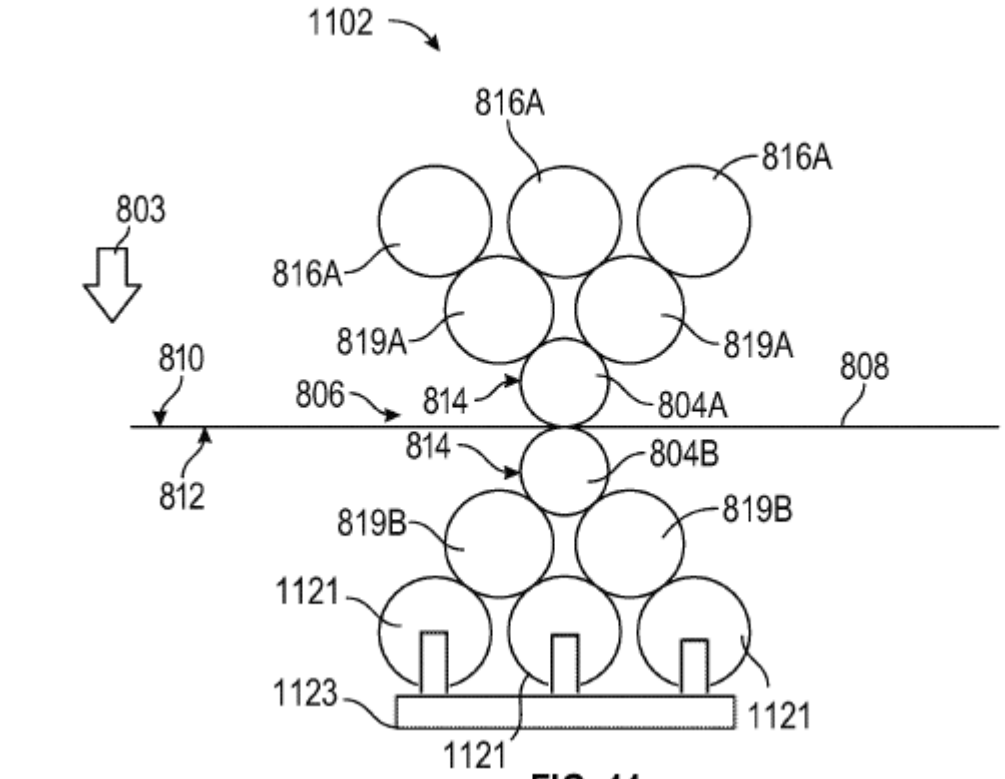
1102
816A
816A
803
816A
819A
819A
808
810
806
814
804A
814
804B
812
819B
819B
1121
1123
1121
1121

FIG. 11

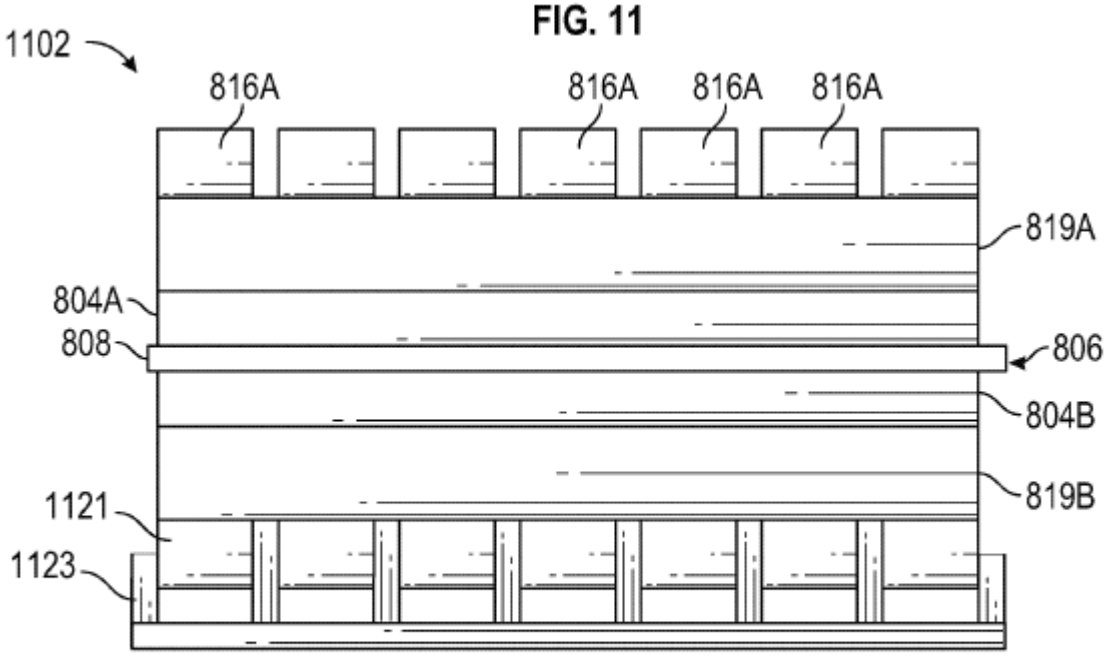
1102
816A
816A
816A
816A
819A
804A
808
806
804B
819B
1121
1123

FIG. 12

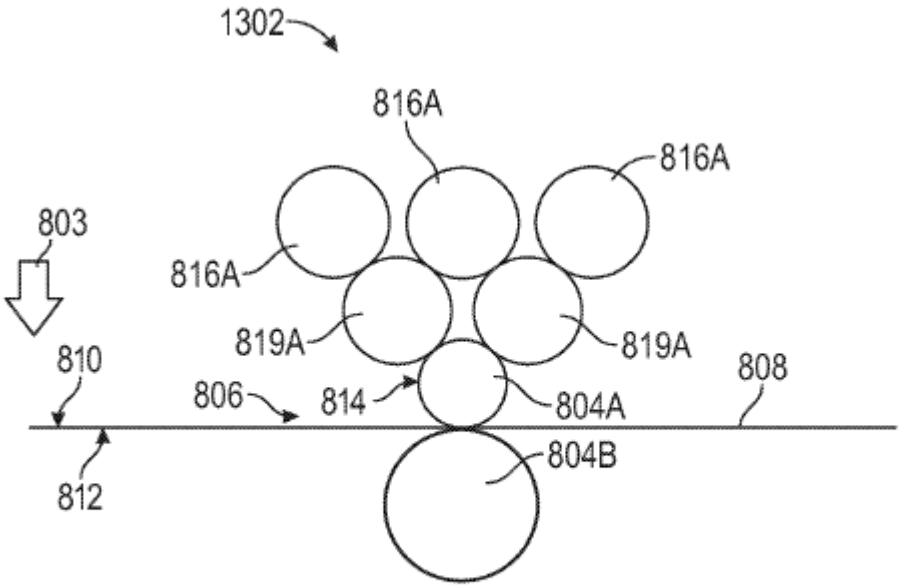
1302
816A
816A
803
816A
819A
819A
810
808
806
814
804A
804B
812

FIG. 13

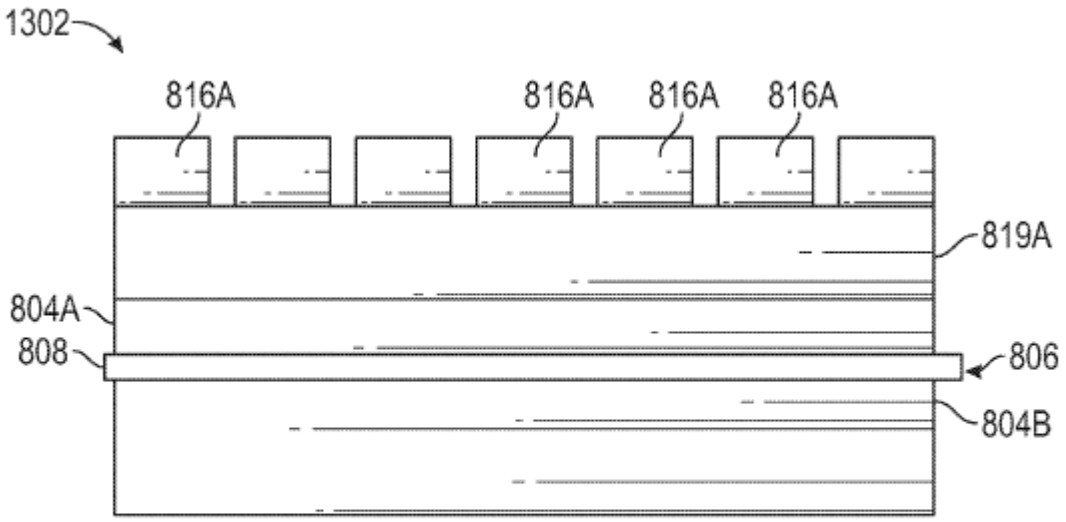
1302
816A
816A
816A
816A
819A
804A
808
806
804B

FIG. 14