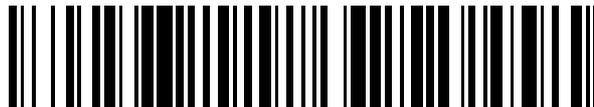


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 654**

51 Int. Cl.:

B21B 27/02 (2006.01)

B21B 37/42 (2006.01)

B21B 13/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2007 E 07742772 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2017017**

54 Título: **Rodillo, laminador y método de laminación**

30 Prioridad:

09.05.2006 JP 2006130560

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

07.10.2013

73 Titular/es:

**JP STEEL PLANTECH CO. (100.0%)
3-1, Kinko-cho, Kanagawa-ku
Yokohama-shi, Kanagawa-ken 221-0056, JP**

72 Inventor/es:

KIKKAWA, TANEHIRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 424 654 T3

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

DESCRIPCIÓN

Rodillo, laminador y método de laminación.

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un rodillo, a un laminador y a un método de laminación, en la laminación de plancha metálica como material, ya sea en un proceso en caliente o en frío, de corrección de la corona de la plancha, etc.

Antecedentes de la invención

10 Cuando se lamina plancha de metal por medio de un laminador, la flexión del rodillo causada por la carga de laminación puede generar con frecuencia la denominada corona de la plancha: un fenómeno en el que el espesor de la parte próxima al centro (en la dirección de la anchura) de la plancha se hace mayor que el de la parte próxima al extremo (en la dirección de la anchura) de la plancha.

15 Uno de los laminadores capaces de corregir la corona de la plancha se describe en el documento 1 de patente. El laminador tiene los rodillos de trabajo superior e inferior (o rodillos intermedios o de respaldo) que están provistos de una corona de rodillo en forma de S, que puede ser denominada CVD u otros, en la periferia, como se muestra en la figura 8, y el par de rodillos se mueven relativamente (o se desplazan uno con respecto a otro) en la dirección axial. El movimiento relativo del par de rodillos correspondiente a la anchura, perfil y otros de la plancha, puede variar apropiadamente el espacio de separación de los rodillos, como se muestra en las figuras 8(a) – 8(b), corrigiendo con ello la corona de plancha.

20 Otra técnica de corregir la corona de la plancha por medio de los rodillos en la periferia de corona de rodillo similar se describe en la bibliografía 2 de patentes.

25 Los rodillos utilizados en los laminadores según se describen en la bibliografía 1 y 2 de patentes tienen curvas de corona de rodillo o perfiles de rodillo tales como en el ejemplo mostrado en la figura 6. En otras palabras, la curva completa de la periferia de la corona de rodillo de tales rodillos puede ser trazada como una simple curva de funciones tales como función cúbica o función de seno de la longitud axial del rodillo (o la posición en la longitud del cuerpo). Para el laminador que utiliza rodillos de trabajo con curva de corona de rodillo, los espacios de separación entre los rodillos en la superficie se distribuyen como se muestra en la figura 7. Si la anchura de la plancha metálica como material es la más pequeña, los rodillos recibirán cerca del centro la mayor carga y la mayor flexión, por lo que la longitud de desplazamiento para los rodillos ha de ser incrementada en la dirección mostrada en la figura 8(c) (un desplazamiento más ($S > 0$)). Por el contrario, si la anchura del material de la plancha metálica es más grande, los rodillos recibirán una carga ampliamente distribuida y la flexión será menor, por lo que la longitud de desplazamiento para los rodillos se ha de aumentar en el sentido inverso, como se muestra en la figura 8(b) (un desplazamiento menos ($S < 0$)). De ese modo, la cantidad de desplazamiento apropiada de los rodillos varía de acuerdo con la anchura del material de la plancha, y los ajustes de los espacios de separación de los rodillos se han de establecer de acuerdo con las anchuras del producto de la plancha, como se muestra en la figura 7.

35 El otro ejemplo de método de corrección de la corona de la plancha es la técnica mostrada en la bibliografía 3 de patentes. Esta bibliografía describe (particularmente como se muestra en la figura 2) un laminador de altura seis, o denominado laminador de HC u otros, que tiene un par de rodillos planos (sin coronas de rodillo), como rodillos intermedios superior e inferior, y son móviles en sus direcciones axiales. Moviendo estos rodillos intermedios en sus direcciones axiales, los bordes de los rodillos planos se situarán en el extremo del producto de plancha para mejorar la efectividad de la flexión en los rodillos de trabajo, corrigiendo con ello la corona de la plancha.

40 Otro ejemplo de tal laminador, que aplica rodillos con una corona de rodillo en forma de S en lugar de los rodillos planos anteriormente mencionados, se muestra en la bibliografía 4.

45 Además, la bibliografía 5 de patentes describe otro método de laminación, que utiliza los rodillos de trabajo de forma convergente o con estrechamiento básico en un extremo de los rodillos planos sin corona de rodillo, que sitúan su parte convergente a un lado del material de la plancha que se ha de laminar. Esta bibliografía establece que este método reduce la presión de contacto entre tal parte convergente y el material de la plancha de manera que se reducen las caídas de borde, que se explicarán en los que sigue, en el borde de la plancha.

Bibliografía 1 de patentes: JP A S57-91807

Bibliografía 2 de patentes: JP A 2001-252705

50 Bibliografía 3 de patentes: JP B S62-1 0722

Bibliografía 4 de patentes: JP A S63-30104

Bibliografía 5 de patentes: JP A S55-77903

JP 8 276205 A, en la que está basado el preámbulo de la reivindicación 1, describe formas de corona de rodillos de trabajo para laminación de formas preferibles de material metálico con coronas reducidas.

Descripción de la invención

Problemas que pretende resolver

5 Las técnicas de las bibliografías 1 y 2 de patentes pueden corregir la corona de la plancha por medio de la acción mediante la corona de rodillo, pero no corregirá el estado del borde de la plancha, tal como la caída o descenso del borde (un fenómeno de la plancha en el que el borde cuelga para perder la esquina y el espesor de la plancha se hace más delgado). En otras palabras, si se provee al rodillo de trabajo de la corona de rodillo apropiada en la dirección axial, la corona de a plancha se corrige en todo el margen de la plancha en la dirección lateral, como se muestra en la figura 8. Sin embargo, la caída del borde en los bordes de la anchura de la plancha es inevitable debido al forzamiento local por los rodillos de trabajo, como se muestra en la figura 9. Además, cuando se usan rodillos de respaldo, la parte extrema de los rodillos de trabajo está en contacto con, y forzada por, los rodillos de respaldo, por lo que es imposible corregir al corona de la plancha ejerciendo una fuerte flexión de los rodillos. Además, puesto que un extremo de la corona de rodillo en forma de S tiene una parte de diámetro de rodillo creciente (la parte mostrada como # de la figura 8), la presión de contacto lineal contra los rodillos de respaldo en un laminador de altura cuatro o un laminador de altura seis puede aumentar excesivamente para causar exfoliación local, etc., lo que puede dañar el rodillo y acortar la vida útil del rodillo.

20 La técnica de la bibliografía 3 ó 4 de patentes puede flexionar efectivamente el rodillo debido a que el extremo del rodillo no está forzado; sin embargo, cuando se lamina, el rodillo intermedio y otros rodillos están en contacto entre sí en un corto intervalo para originar el aumento de la presión lineal entre los rodillos; como consecuencia, se prevé que ocurra fácilmente el daño de los rodillos, tal como la exfoliación. Cuando no se prevé una corona de rodillo (la bibliografía 3 citada), de manera desventajosa, no se obtiene suficientemente la capacidad de corregir la corona de la plancha.

25 La técnica de la bibliografía 5 de patentes es efectiva para disminuir la caída del borde, pero tienen inferior capacidad de corrección de la corona en toda la anchura de la plancha; por lo tanto, con el fin de corregir de manera suficiente la corona de la placa, es necesario preparar otros medios tales como un rodillo intermedio que tenga la corona de rodillo en forma de S, o un flector de capacidad elevada, etc.

30 La invención de acuerdo con las reivindicaciones proporciona un rodillo, un laminador y un método de laminación capaces no sólo de corregir de manera efectiva la corona de la plancha de un material que se ha de laminar, sino también de reducir la caída del borde e impedir que se dañe un rodillo a causa del aumento de la presión lineal local entre los rodillos.

Medios para resolver los problemas

Los objetivos de la invención son resueltos por el objeto expuesto en las reivindicaciones independientes. Mejoras adicionales son proporcionadas por el objeto de las reivindicaciones dependientes.

35 Los rodillos de la invención de acuerdo con las reivindicaciones están caracterizados porque:

- La periferia de la corona del rodillo está formada por una curva continua (una curva global continuamente suave) con un punto máximo local y un punto mínimo local;
- La región central de la curva entre el punto máximo local y el punto mínimo local representa una función; y
- 40 - La región extrema de la curva desde el punto máximo local al extremo más próximo del rodillo representa otra función que tiene una inclinación de gradiente más pendiente o fuerte (o que tiene un radio de disminuye más fuertemente hacia el extremo del rodillo) que el de la extensión de la función en la región central.

45 Con respecto al rodillo, cuando un par de tales rodillos están dispuestos simétricos con respecto a un punto en las posiciones superior e inferior en el mismo plano, como se muestra en la figura 3(b), se forma un espacio de separación de rodillos que varía continuamente entre las regiones centrales entre el punto mínimo local y el punto máximo local (la parte de curvatura que representa una función mencionada anteriormente), que funciona para el control de la corona. Es decir, del mismo modo que en el laminador ilustrado en la figura 8, la apropiada determinación de la posición axial relativa del par de rodillos puede determinar el apropiado espacio de separación de rodillos y corregir la corona de la plancha.

50 Por el contrario, en la región extrema desde el punto de máximo local al extremo más próximo del rodillo, es formada por a función una parte de curvatura con un radio más fuertemente decreciente hacia el extremo del rodillo que tiene una inclinación con gradiente de mayor pendiente que el de la región central. En consecuencia, se genera un espacio de separación ampliado en esta región, que continúa hasta el espacio de separación de rodillos formado en la región central descrita anteriormente. En esta región, se afloja la fuerza de restricción (o resistencia de contacto)

entre el rodillo y el material que se ha de laminar u otro rodillo (cualquiera del rodillo de trabajo, rodillo intermedio y rodillo de respaldo); por lo tanto, situando el extremo en la dirección de la anchura del material que se ha de laminar en esta región extrema se puede reducir la caída del borde con respecto al material que se ha de laminar y también ejercer una flexión de rodillo suficiente sobre el material a laminar. Se ha de observar que el rodillo de acuerdo con las reivindicaciones, que se utiliza como el rodillo de trabajo en las figuras 3(a), 3(b), etc., puede aflojar la fuerza de restricción en la misma región y ejercer el mismo efecto también cuando se utiliza como el rodillo intermedio de laminador de altura seis y el rodillo de respaldo de un laminador de altura cuatro o altura seis.

Como se ha descrito anteriormente, el uso del rodillo puede no sólo corregir apropiadamente la corona de la plancha sino también reducir la caída del borde al mismo tiempo, y ejercer una flexión de rodillo efectivamente de acuerdo con las necesidades.

Se ha de observar que a medida que el rodillo se adapta a la curva que tiene un punto máximo local y un punto mínimo local, es posible, cuando un material a laminar tiene una amplia anchura, realizar una corona de cero que tenga un espacio de separación de rodillos uniforme en todo el intervalo en la dirección de la anchura (indicada por "Corona para Amplias Anchuras, $S = -100 \text{ mm}$ " en la figura 2, por ejemplo: el espacio de separación de rodillos es uniforme en casi todo el intervalo de la anchura de la plancha de 1200 mm) y una corona negativa que tenga un espacio de separación de rodillos menor hacia el extremo de la plancha en la dirección de la anchura, contrario al general. Como consecuencia, el rodillo puede corregir apropiadamente la corona de la plancha en una diversidad de condiciones de laminación en un amplio intervalo.

Además, en el rodillo de la invención se prefiere que:

- en la región extrema desde el mínimo local el gradiente sea más suave que el de la extensión de la función en la región central (es decir, una función que tiene un radio que crece más suavemente hacia el extremo del rodillo o que tiene un radio constante).

Con respecto a este rodillo, la región extrema desde el punto mínimo local al extremo más próximo del rodillo tiene una parte de curvatura con un radio suavemente creciente hacia el extremo del rodillo, que está formado por una función que tiene una inclinación de gradiente más suave que el de la función en la región central. Debido al radio suavemente creciente, la presión de contacto lineal contra los otros rodillos alrededor de esta región raramente aumenta de manera excesiva. Por lo tanto, son evitables los acontecimientos inconvenientes tales como la parición de exfoliación y otros daños locales del rodillo y el intercambio de rodillos en un corto plazo. Se ha de observar que esta acción también se aplica a cada caso en que el rodillo de la invención se utiliza como el rodillo de trabajo, rodillo intermedio o rodillos de respaldo de un laminador.

Con respecto al rodillo de la invención, es preferible que:

- la región central represente (una curva de) una función coseno y la región extrema desde el punto máximo local o la región extrema desde el punto mínimo local represente también (una curva de) una función cuadrática, por ejemplo.

La curva de una función coseno tiene suavidad y un punto máximo local en el intervalo concreto y además tiene un punto de inflexión en el medio de ellos. Cuando están dispuestos un par de rodillos en una posición en la que la corona de rodillo formada como esta es simétrica con respecto a un punto en relación con el centro de la sección transversal del material a laminar, y movidos relativamente en la dirección axial, se puede formar entre las coronas de rodillos un espacio de separación entre rodillos apropiado para corregir la corona de la plancha. Esto es debido a que, en el caso de que los rodillos estén dispuestos y sean movidos de este modo, el espacio de separación entre rodillos resulta una función de seno que genera un punto de inflexión entre la parte central y la parte extrema de la plancha y por ello se corrige eficaz y fuertemente la corona de la plancha hasta la parte central de la anchura de la plancha. Si se adopta una función cúbica para la región central de los rodillos superior e inferior en general, el espacio de separación entre rodillos representa una ecuación cuadrática que tiene una curva suave en toda la longitud sin punto de inflexión: por lo tanto, la adopción de una función coseno es ventajosa para corregir fuertemente la corona de la plancha. Además, es fácil conectar suave y continuamente una función coseno y una función cuadrática en el punto máximo local y el punto mínimo local.

Un laminador de la invención de acuerdo con la reivindicación es capaz de corregir la corona de un material a laminar moviendo relativamente un par de rodillos superior e inferior en la dirección axial, que están respectivamente provistos de una corona de rodillo y simetría de punto con respecto al centro de la sección transversal del material a laminar, y caracterizado porque cualquiera de los rodillos descritos anteriormente está dispuesto como el par de rodillos (un par de rodillos de trabajo, de rodillos intermedios o de rodillos de respaldo).

Mediante la acción de los rodillos mencionada anteriormente, el laminador puede corregir apropiadamente la corona de la plancha y reducir la caída del borde. Además, se puede ejecutar de manera efectiva la flexión del rodillo; por lo tanto, el laminador tiene una capacidad considerablemente elevada de corregir la corona de la plancha. Puesto que el inconveniente aumento de la presión de contacto lineal con otros rodillos es evitable, raramente se producen daños al rodillo debidos a exfoliación, etc.

5 Con respecto a un tal laminador, es particularmente preferible que el rodillo esté dispuesto como un par de rodillos de trabajo. Debido a la formación de la corona de rodillo en los rodillos de trabajo que contactan con un material a laminar, el rodillo de trabajo puede ejercer directamente la función de corregir la corona de la plancha y reducir la caída del borde en el material a laminar y realizar los efectos notables. Incluso cuando la carga de laminación es pequeña, la función actúa fácilmente también.

10 Por lo demás, es también preferible que el rodillo esté dispuesto como un par de rodillos intermedios. También en este caso el laminador tiene formado el apropiado espacio de separación de rodillos entre los rodillos de trabajo de acuerdo con la corona de rodillo del rodillo y tiene además la parte del espacio de separación aumentado donde se afloja la fuerza de restricción, ejerciendo por ello la función de corrección de la corona de la plancha y reduciendo la caída del borde. En el caso en que el rodillo esté dispuesto como el rodillo intermedio como este, más ventajosamente la flexión del rodillo puede ser ejercida efectivamente sobre el rodillo de trabajo.

15 Se ha de observar que el rodillo puede estar dispuesto también como un par de rodillos de respaldo. Este caso tiene también las mismas ventajas que se han descrito anteriormente y en particular tiene además el siguiente efecto: puesto que un rodillo plano y liso puede ser utilizado como el rodillo de trabajo, se aumentan fácilmente las propiedades superficiales de un material que se ha de laminar; por lo tanto, es fácil conseguir la calidad requerida como un laminador de altura cuatro para plancha de aluminio y plancha de estaño en bruto y otros laminadores. Además, puesto que el rodillo se aplica generalmente al rodillo de respaldo de un laminador de altura cuatro, ventajosamente el número de rodillos es menor que el de un laminador de altura seis.

20 Con respecto al laminador de la invención mencionado anteriormente, el rodillo de trabajo o el rodillo intermedio está provisto preferiblemente de un mecanismo de flexión. Si el rodillo (rodillo de trabajo o rodillo intermedio) de que ha de estar provisto el mecanismo de flexión tiene la corona de rodillo descrita anteriormente no es ningún problema.

25 La flexión del rodillo de trabajo o del rodillo intermedio por medio del mecanismo de flexión puede compensar la capacidad de la corona de rodillo para corregir la corona de la plancha. En detalle, incluso cuando el espacio de separación entre rodillos es fijado determinando la posición axial relativa del par de rodillos que tienen la corona de rodillo, ocasionalmente la plancha no es suficientemente corregida de acuerdo con las propiedades de un material que se ha de laminar y la cantidad de carga de laminación correspondiente el mismo: en estos casos, ejerciendo flexión de rodillo sobre el rodillo de trabajo o el rodillo intermedio por medio del mecanismo de flexión se puede corregir más apropiadamente la corona de la plancha.

30 Con respecto al laminador de la invención, es particularmente preferible que la función en la región central y la función desde el punto máximo local al extremo más próximo del rodillo estén determinadas de manera que: cuando la posición axial relativa del par de rodillos es determinada de manera que se forma un espacio de separación entre rodillos correspondiente a la anchura de la plancha del material que se ha de laminar (es decir, un espacio de separación entre rodillos apropiado para corregir la corona de la plancha con respecto al material a laminar con la anchura de la plancha) usando el par de rodillos, la región extrema desde el punto máximo local al extremo del rodillo más próximo de la corona de rodillo está situada con respecto a una de las posiciones superior e inferior reteniendo el extremo en la dirección de anchura del material a laminar. Se ha de observar que el par de rodillos pueden ser los rodillos de trabajo, los rodillos intermedios de un laminador de altura seis y los rodillos de respaldo de un laminador de altura cuatro o laminador de altura seis.

40 De acuerdo con este laminador, cuando la posición relativa del par de rodillos en la dirección axial está determinada de manera que sea capaz de corregir la corona de la plancha correspondiente a la anchura de plancha del material a laminar, la región extrema desde el punto máximo local el extremo del rodillo más próximo se sitúa en la posición que retiene el extremo de la dirección de anchura del material que se ha de laminar. Como la región extrema tiene el espacio de separación ampliado como se ha descrito anteriormente donde es aflojada la fuerza, la anterior relación posicional hace que se reduzca la caída del borde en el extremo en la dirección de la anchura del material a laminar y se flexiona efectivamente el rodillo de trabajo o el rodillo intermedio. Es decir, el laminador puede reducir efectivamente la caída del borde al mismo tiempo cuando la posición relativa de los rodillos se determina para corregir la corona de la plancha. Por el contrario, situando simplemente la región extrema del rodillo con respecto a una posición que retiene el extremo de la dirección de la anchura del material a laminar de manera que se reduzca la caída del borde, la posición relativa de los rodillos en la dirección axial es determinada de manera que se forme un espacio de separación entre rodillos apropiado para conectar la corona de la plancha correspondiente a la anchura de la plancha del material a laminar.

55 Se ha de observar que, cuando está determinada la posición axial relativa de los rodillos, cualquiera de las posiciones superior o inferior que retienen el extremo en la dirección de la anchura del material a laminar se sitúa preferiblemente en la parte que tiene una cantidad (medición) apropiada del espacio de separación ampliado y la fuerza de restricción apropiadamente aflojada. Para ese fin, es deseable determinar apropiadamente también la función con la inclinación del gradiente de pendiente proporcionado para la región extrema. Además, es también preferible determinar la función de la región extrema considerando que la parte donde es aflojada la fuerza de restricción se forma de manera que se pueda ejercer una flexión necesaria del rodillo, correspondiente a la cantidad de carga de laminación.

5 Un método de laminación de la reivindicación está caracterizado por utilizar el laminador descrito anteriormente para laminar después de mover relativamente los rodillos uno con relación a otro en la dirección axial de manera que la región extrema desde el punto máximo local al extremo del rodillo más próximo de la corona de rodillo (en particular, preferiblemente la parte que tiene una cantidad apropiada de aumento del espacio de separación) se sitúa en una de las posiciones superior e inferior reteniendo el extremo en la dirección en anchura de un material a laminar.

10 De acuerdo con este método de laminación, puede ser ejecutada la laminación apropiada simplemente determinando la posición axial de rodillo con respecto a la posición del extremo de la dirección de anchura del material a laminar, como se ha descrito anteriormente. Debido a que cuando se determina la posición axial del rodillo de dicho modo, se forma entre un par de rodillos un espacio de separación apropiado de rodillos, capaz de corregir la corona de la plancha; en consecuencia, se ejecutan al mismo tiempo tanto la corrección de la corona de la plancha como la reducción de la caída del borde. A menos que la corona de la plancha sea suficientemente corregida cuando se determina la posición axial del rodillo de esta manera, es deseable compensar la corrección flexionando el rodillo de trabajo o el rodillo intermedio.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 muestra una curva de rodillo del rodillo que está formado de acuerdo con la invención;

La figura 2 muestra una distribución del espacio de separación de rodillos cuando los rodillos con la curva de la figura 1 están dispuestos simétricos con respecto a un punto en las posiciones superior e inferior y respectivamente desplazados en la dirección axial correspondiente a la anchura de la plancha;

20 La figura 3(b) es una ilustración que muestra la posición relativa de los rodillos 1 y 2 y la distribución del espacio de separación de rodillos cuando los rodillos 1 y 2 están desplazados hacia la dirección menos con el fin de laminar un material a laminar p con una anchura relativamente grande, y la figura 3(a) es una ilustración que muestra la corona de la plancha, etc., durante la laminación;

25 La figura 4(b) es una ilustración que muestra la posición relativa de los rodillos 1 y 2 y la distribución del espacio de separación de rodillos cuando los rodillos 1 y 2 son desplazados ligeramente hacia la dirección más con el fin de laminar un material a laminar p con una anchura media, y la figura 4(a) es una ilustración que muestra la corona de la plancha, etc., durante la laminación;

30 La figura 5(b) es una ilustración que muestra la posición relativa de los rodillos 1 y 2 y la distribución del espacio de separación de rodillos cuando los rodillos 1 y 2 son desplazados hacia la dirección más con el fin de laminar un material a laminar p con una anchura considerablemente pequeña, y la figura 5(a) es una ilustración que muestra la corona de la plancha, etc., mientras se lamina;

La figura 6 muestra una curva de rodillo de un rodillo convencional;

La figura 7 muestra un espacio de separación de rodillos cuando se utiliza el rodillo de la figura 6;

35 La figura 8 es una ilustración que muestra un laminador convencional: la figura 8(a) muestra el estado de desplazamiento cero cuando el rodillo no está desplazado en la dirección axial, la figura 8(b) muestra el estado de desplazamiento menos, y la figura 8(c) muestra el estado de desplazamiento más; y

La figura 9 es una vista conceptual que muestra la caída del borde de un material a laminar p que ocurre fácilmente en un laminador convencional.

Explicación de letras o números

1 y 2: Rodillo

40 3 y 4: Rodillo de Respaldo

11: Punto Máximo Local

12: Punto Mínimo Local

13: Región Central

14: Región Extrema (desde el Punto Máximo Local)

45 15: Región Extrema (desde el Punto Mínimo Local)

P: Material que se ha de laminar

Descripción de la realización preferida

5 Como una realización de la invención, se muestra en las figura 1 – figura 5 un laminador que utiliza el rodillo de la invención como un par de rodillos de trabajo en un laminador de altura cuatro. La figura 1 muestra una curva de rodillo del rodillo 1 y 2 (véase la figura 3, por ejemplo) que está formada de acuerdo con la invención. La figura 2 es un gráfico que muestra una distribución de espacios de separación de rodillos entre los rodillos 1 y 2 cuando los rodillos 1 y 2 con la curva de la figura 1 están dispuestos simétricos con respecto a un punto en las posiciones superior e inferior y cada rodillo 1 y 2 está desplazado en la dirección axial hacia el menos y hacia la dirección más (la magnitud de desplazamiento $S = -100 \text{ mm}, 0 \text{ mm}, +100 \text{ mm}$) correspondiente a la anchura de plancha. La figura 3 es una ilustración que muestra la posición relativa de los rodillos 1 y 2 y la distribución del espacio de separación de rodillos cuando los rodillos 1 y 2 están desplazados hacia la dirección menos con e fin de laminar un material a laminar (plancha de acero) p con una anchura relativamente grande (figura 3(b)) y es una ilustración que muestra la corona de la plancha, etc., mientras es cargada por el laminador (figura 3(a)). Las figuras 4(a) y 4(b) son ilustraciones que muestran lo mismo cuando los rodillos 1 y 2 están desplazados ligeramente hacia la dirección más con el fin de laminar un material p que se ha de laminar con una anchura media; y las figuras 5(a) y 5(b) son ilustraciones que y muestran lo mismo cuando los rodillos 1 y 2 están desplazados ampliamente hacia la dirección más con el fin de laminar un material p a laminar con una anchura considerablemente pequeña.

10 Aunque el laminador ilustrado es un laminador de altura cuatro, en el que los rodillos de respaldo 3 y 4 con un diámetro grande están dispuestos en la parte trasera de los rodillos de trabajo adaptándose a los rodillos 1 y 2, es evidente que la invención no se ha de considerar limitada a ello.

20 En el cuerpo de los rodillos 1 y 2, está formada una corona de rodillo que comprende una curva continua que tiene un punto máximo local y un punto mínimo local, como se muestra en la figura 1. Sin embargo, la relación entre el radio del rodillo y la longitud del cuerpo del rodillo en cada punto de la corona de rodillo está determinada no por una función en toda la longitud del cuerpo, sino por tres funciones, estando cada una de ellas adaptada a la diferente región del cuerpo dividido en tres regiones como sigue: a) la región central desde el punto mínimo local y el punto máximo local que se adapta a una función coseno que incluye el punto mínimo local y el punto máximo local; b) la región extrema desde el punto máximo local al extremo de rodillo más cercano ilustrado en el lado derecho de la figura 1 que se adapta a una función cuadrática con una inclinación de gradiente más pendiente que el de la función coseno (o la inclinación ilustrada por la línea discontinua); y c) la región extrema desde el punto mínimo local al extremo de rodillo más próximo ilustrado en el lado izquierdo de la figura 1 que se adapta a una función cuadrática con una inclinación de gradiente más suave (casi cero) que el correspondiente a la función coseno (o la inclinación ilustrada por la línea discontinua).

30 El punto máximo local, el punto mínimo local, la región central, la región extrema (desde el punto máximo local) y la región extrema (desde el punto mínimo local) de la figura 1 están indicados respectivamente por las referencias 11, 12, 13, 14 y 15 en el rodillo de la figura 3(b).

35 Cuando están dispuestos un par de rodillos 1 y 2 en las posiciones superior e inferior con simetría de punto en el mismo plano, por ejemplo como se muestra en la figura 3, y determinada cada posición relativa apropiadamente en la dirección axial, se forma un espacio apropiado de separación de rodillos entre los rodillos 1 y 2 mediante la región central 13 de la corona de rodillo, y por tanto resulta posible corregir apropiadamente y aplanar la corona de la plancha de un material p que se ha de laminar. La distribución del espacio de separación de rodillos vista desde la dirección de la anchura del material a laminar p cuando está determinada la posición relativa de los rodillos 1 y 2 correspondiente a cada anchura de pancha se muestra en la figura 2; y la forma basta (o la ilustración exagerada) del espacio de separación de rodillos está mostrada en ese caso en las figuras 3(b) – 5(b). La menor anchura del metal a laminar p es cuando más concéntricamente están cargados los rodillos 1 y 2 y más fácilmente flexionados; por lo tanto, el espacio de separación de rodillos se forma de manera que la parte próxima al centro es menor que el extremo en la dirección de la anchura.

45 Como los rodillos 1 y 2 tienen, en la región extrema 14 desde el punto máximo local 11 al extremo de rodillo más próximo, la parte inclinada donde el radio del rodillo disminuye fuertemente, se forma una parte en la que el espacio de separación de rodillos, ilustrada en la figura 2, figura 3, etc., está ampliada o, en otras palabras, una parte de restricción de flojedad, desde el punto máximo local 11 al extremo del rodillo. En las posiciones superior e inferior de la región extrema 14, la parte de restricción de aflojamiento existe entre los rodillos 1 y 2 y el material a laminar p y también entre los rodillos 1 y 2 y los rodillos de respaldo 3 y 4, donde la presión de contacto mutuo disminuye gradualmente hacia el extremo del rodillo. Puesto que la restricción del material a laminar p se afloja, cuando se coloca el extremo (borde) en la dirección de anchura del material a laminar p, es posible reducir efectivamente la caída del borde. Además, en esta parte, se afloja la restricción del rodillo de trabajo (o del rodillo intermedio cuando el laminador es un laminador de altura seis); por lo tanto, es posible ejercer suficiente flexión del rodillo sobre el rodillo para corregir la corona de la plancha más apropiadamente.

50 Sin embargo, como la restricción en la parte de restricción del aflojamiento no disminuye fuertemente hasta cero en el extremo del rodillo, se evita que aumente excesivamente la presión lineal entre los rodillos en otra parte para causar exfoliación y otros daños del rodillo. Además, debido a la misma razón, se impide que disminuyan el módulo del laminador y la rigidez lateral del laminador con el desplazamiento del rodillo.

5 Los rodillos 1 y 2 tienen también la parte con una inclinación de gradiente suave en la región extrema 15 desde el punto mínimo local 12 hasta el extremo de rodillo más próximo. Por lo tanto, incluso cuando la laminación se hace como se muestra en las figuras 3(a) y 3(b), por ejemplo, se impide que la presión de contacto lineal entre los rodillos 1 y 2 y los rodillos de respaldo 3 y 4 aumente excesivamente cerca de la región extrema 15 y se puede evitar el inconveniente de que el rodillo sea dañado fácilmente debido a exfoliación, etc.

10 Con el fin de corregir apropiadamente la corona de la plancha y reducir la caída del borde del material a laminar p, es necesario retener casi toda la anchura del material a laminar p con la región central 13 en el cuerpo de los rodillos 1 y 2 y retener la parte de borde del material a laminar p con la parte de restricción de aflojamiento que continúa hacia el punto máximo local 11. Sin embargo, la selección apropiada de la función que determina la curva de la región central 13 hace la parte de borde naturalmente retenida con la parte de restricción de aflojamiento cuando la posición axial relativa de los rodillos 1 y 2 es determinada de manera correspondiente a la anchura de la plancha. Debido a que en ese caso de la corona de rodillo en la región central 13 es apropiadamente formada por una función preferible, es posible corregir la corona de la plancha del material a laminar p por desplazamiento de los rodillos 1 y 2 en la dirección axial, a) para aumentar la distancia horizontal entre el punto máximo local 11 de los rodillos 1 y 2 cuando es grande la anchura de la plancha (véase la figura 3), o b) disminuir la distancia horizontal de manera que se lleve la parte convexa hacia fuera de la curva del rodillo próxima una a otra cuando la anchura de la plancha es pequeña. En cada caso, si la función se fija de manera que la parte de borde del material a laminar p está preferiblemente situada justo fuera del punto máximo local 11 (o la región extrema), los rodillos 1 y 2 pueden ser usados para corregir la corona de la plancha y también reducir la caída del borde.

20 **Ejemplo**

La siguiente descripción es un ejemplo de la curva de rodillo mostrada en la figura 1.

Sea L la longitud del cuerpo del rodillo, **a** la distancia del punto máximo local desde el centro de la longitud del cuerpo del rodillo, **b** la distancia del punto mínimo local desde el extremo de la longitud del cuerpo del rodillo y A la diferencia de radios del punto máximo local y del punto mínimo local.

25 Cuando el radio de rodillo $f(X')$ en cada punto de la superficie está compuesto de una función coseno con amplitud A entre el punto mínimo local y el punto máximo local, la curva del rodillo entre ellos está representada por las ecuaciones (1) y (2) de tal manera que:

$$X' = \pi / (L/2 + a - b) \cdot (X - b) \dots (1)$$

$$f(X') = - A/2 \cdot \text{COS}(X') + R_0 \dots (2)$$

30 R₀: Radio normal del rodillo

X representa la posición axial arbitraria desde el extremo del cuerpo del rodillo, pero en la figura 1 el centro se considera 0 por conveniencia de ilustración.

La región desde el extremo del cuerpo del rodillo al punto mínimo local representa la siguiente ecuación cuadrática con una inclinación de gradiente más suave que el de la curva representada por las ecuaciones (1) y (2):

35 $0 \leq X \leq b$

$$f(X) = c(X - b)^2 + R_0 - A/2 \dots (3)$$

Aquí, c es una constante para determinar la suavidad de la curva.

40 Mientras, la región desde el punto máximo local al extremo más próximo del cuerpo del rodillo representa la siguiente ecuación cuadrática con una inclinación de gradiente más fuerte que el de la curva representada por las ecuaciones (1) y (2):

$$L/2 + a \leq X \leq L$$

$$f(X) = - d (X - L/2 - a)^2 + R_0 + A/2 \dots (4)$$

Aquí, d es una constante para determinar la pendiente de la curva.

45 La curva de rodillo descrita anteriormente se aplica al rodillo de trabajo de un laminador de altura cuatro para laminar la plancha de 1,2 metros de anchura.

50 La figura 1 muestra la curva de rodillo obtenida cuando la longitud del cuerpo del rodillo de respaldo es de 1420 mm, la longitud del cuerpo del rodillo de trabajo L = 1620 mm, el radio de rodillo normal R₀ = 200 mm, a = 400 mm, b = 200 mm, c = 1,33E-7 y d = 2,00E-6. Este rodillo se utiliza para el rodillo de trabajo superior y una curva de simetría de punto con el rodillo respecto al centro de la sección transversal de la plancha está dispuesta en el rodillo de trabajo inferior. Con respecto al espacio de separación de rodillos equivalente a la distancia entre el rodillo de trabajo

superior y el rodillo de trabajo inferior, la curva mostrada en la figura 2 se obtiene desplazando relativamente los rodillos en ± 100 mm en la dirección axial.

5 Como se muestra en la figura 2, en la posición de desplazamiento del rodillo que forma una corona de amplia anchura ($S = - 100$ mm), una parte restricción de aflojamiento del rodillo se encuentra cerca del extremo de la plancha de aproximadamente 1200 mm de anchura. También en la posición de desplazamiento del rodillo que forma una corona para anchura media ($S = 0$ mm), una parte de restricción de aflojamiento se encuentra cerca del extremo de la plancha de aproximadamente 1000 mm de anchura; y en la posición de desplazamiento del rodillo se forma una corona de pequeña anchura ($S = + 100$ mm), cerca del extremo de la plancha de aproximadamente 900 mm de anchura.

10 Por otra parte, en la figura 6 se muestra la curva de rodillo en la que la longitud del cuerpo del rodillo está representada uniformemente por una función coseno, que es una de las técnicas convencionales, y en la figura 7 se muestra el espacio de separación de rodillos formado con ella. Aquí, se utilizan el mismo valor máximo y valor mínimo en la presente invención para comparación con la presente invención.

15 Se observará de la figura 2 y la figura 7, en esta invención, cuando los rodillos superior e inferior son relativamente movidos en la dirección axial con respecto a la posición del rodillo para obtener una corona de rodillo de acuerdo con la anchura de la plancha, se genera automáticamente una parte de restricción de aflojamiento en el espacio de separación de rodillos cerca del extremo de la anchura de la plancha. En consecuencia, el extremo de la anchura de la plancha es constreñido en una mejor condición, lo que hace posible corregir la corona de la plancha y, al mismo tiempo, tiene potencial para mejorar el efecto de flexión y para el efecto de reducción de la caída del borde.

20 **Aplicabilidad industrial**

Como se ha descrito anteriormente, el rodillo, el laminador y el método de laminación de la invención son efectivamente aplicables en el campo industrial que ejecuta laminación en caliente y en frío de una plancha metálica como un material que se ha de laminar.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un rodillo (1, 2) para utilizar en un laminador de plancha metálica, que comprende una periferia de corona de rodillo de una curva continua, con un punto máximo local (11) y un punto mínimo local (12), una región central (13) de la curva entre estos puntos formada por una curva de función, una región extrema (14) de la curva entre el punto máximo local (11) y el extremo más próximo del rodillo (1, 2), formada por otra curva de función que tiene gradiente de más pendiente que el de la extensión de la función de la curva de la región central, caracterizado porque la otra región extrema (15) de la curva entre el punto mínimo local (12) y el extremo más próximo del rodillo (1, 2), formada por una curva de función que tiene un gradiente más suave que el de la extensión de la función de la curva de la región central.
- 10 2. Un rodillo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la región central (13) de la curva está formada por una función coseno, y la región extrema (14) de la curva entre el punto máximo local (11) y el extremo más próximo del rodillo (1, 2) está formada por una función cuadrática, y la otra región extrema (15) de la curva entre el punto mínimo local (12) y el extremo más próximo del rodillo (1, 2) está formada por una función cuadrática.
- 15 3. Un laminador que comprende rodillos en los que la corona de la plancha es corregida desplazando un par de rodillos superior e inferior uno contra otro, los cuales tienen una periferia de corona de rodillo en simetría de punto con respecto al centro de la sección transversal del material (P) a laminar, caracterizado porque están dispuestos rodillos (1, 2) de acuerdo con la reivindicación 1 ó la 2 como los rodillos superior e inferior.
- 20 4. Un laminador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque los rodillos son un par de rodillos de trabajo (1, 2).
5. Un laminador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque los rodillos son un par de rodillos intermedios.
6. Un laminador de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque los rodillos son un par de rodillos de respaldo o refuerzo (3, 4).
- 25 7. Un laminador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 – 6, que comprende además un mecanismo de flexión en rodillos de trabajo o rodillos intermedios.
- 30 8. Un laminador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 – 7, en el que la función de la periferia de la corona de rodillo en la región central (13) y la función de la periferia de la corona de rodillo desde el punto máximo local (11) al extremo más próximo del rodillo están determinadas de manera que: cuando la posición relativa axial de los rodillos (1, 2) está determinada de manera que se ajusta un espacio de separación de rodillos correspondiente a la anchura de la plancha del material (P) a laminar utilizando el par de dichos rodillos (1, 2), la región extrema (14) desde el punto máximo local (11) al extremo más próximo del rodillo de la citada corona de rodillo está situada en una de las posiciones superior e inferior que retienen el extremo en la dirección de la anchura del material (P) que se ha de laminar.
- 35 9. Un método de laminación, caracterizado por utilizar el laminador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 – 8 para laminar después de desplazar relativamente los rodillos (1, 2) en la dirección axial de manera que la región extrema (14) desde el punto máximo local (11) al extremo más próximo del rodillo de la corona de rodillo está situada en una de las posiciones superior e inferior reteniendo el extremo en la dirección de la anchura de un material (P) que se ha de laminar.
- 40

Fig. 1 [Nueva técnica]

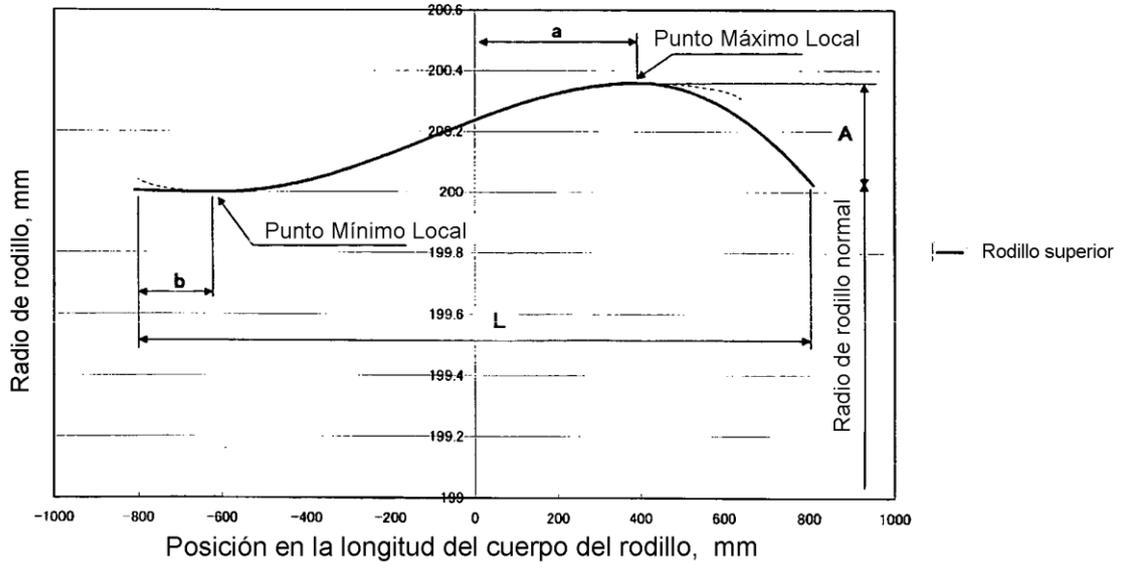


Fig. 2 [Nueva técnica]

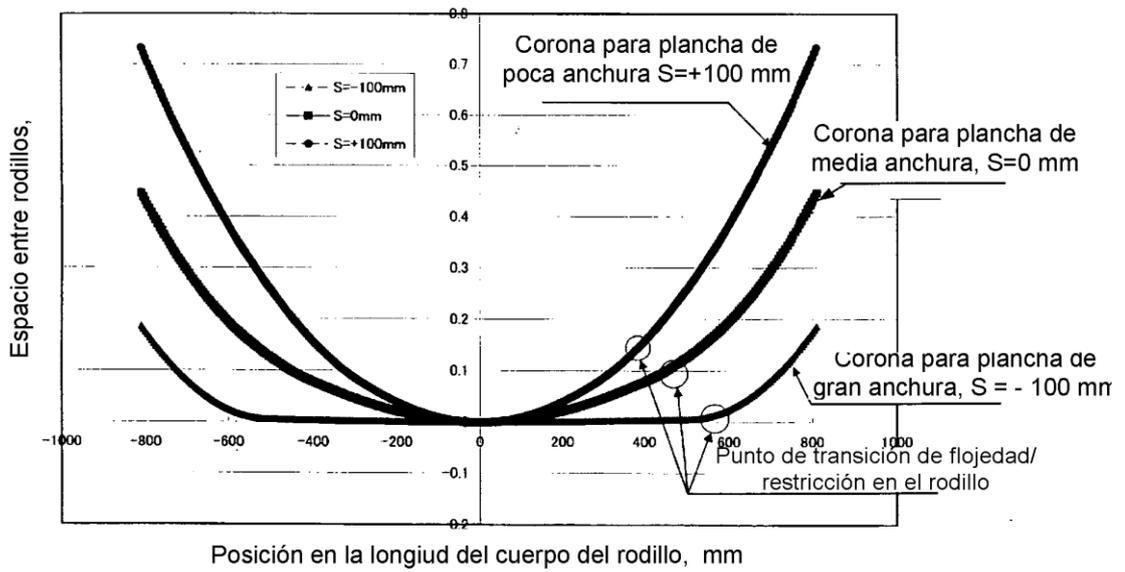


Fig. 3 [Nueva técnica]

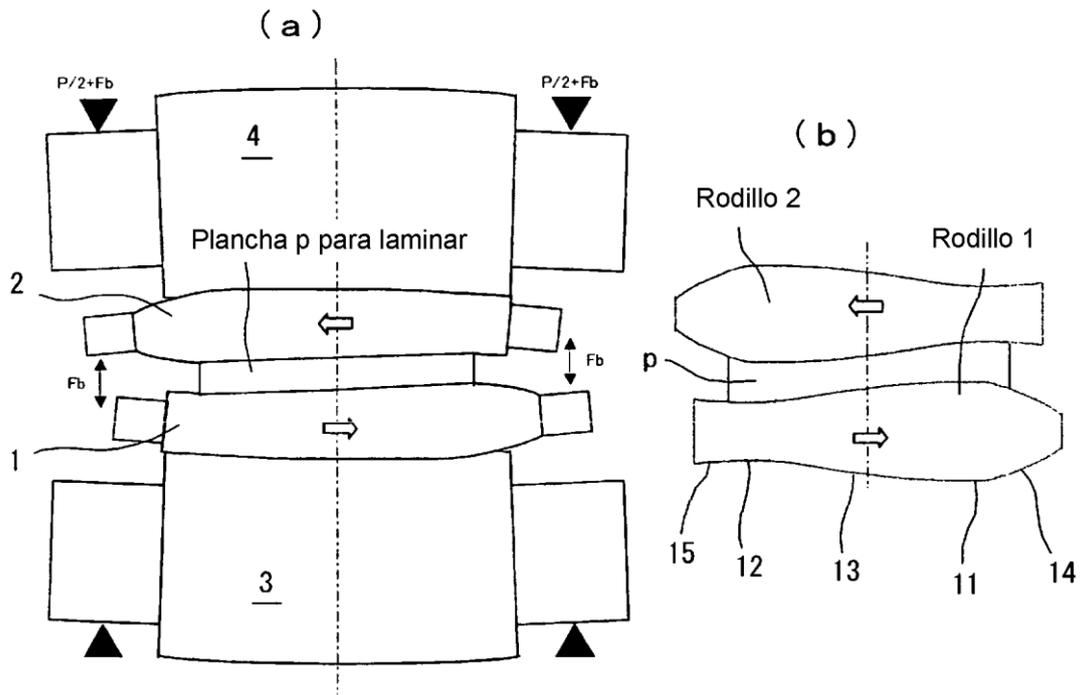


Fig. 4 [Nueva técnica]

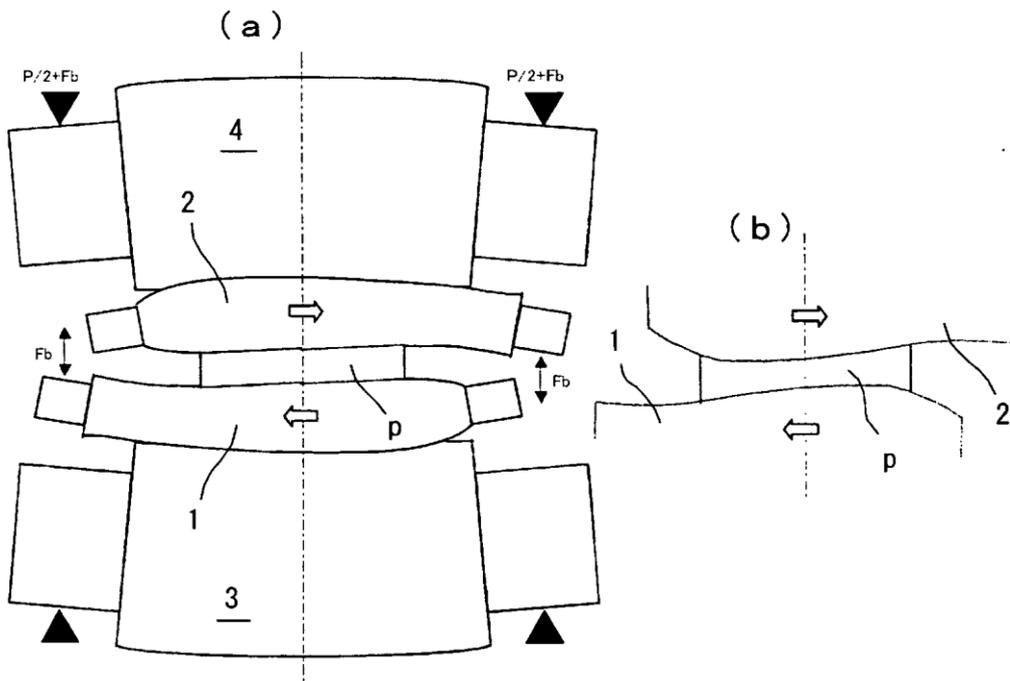


Fig. 5 [Nueva técnica]

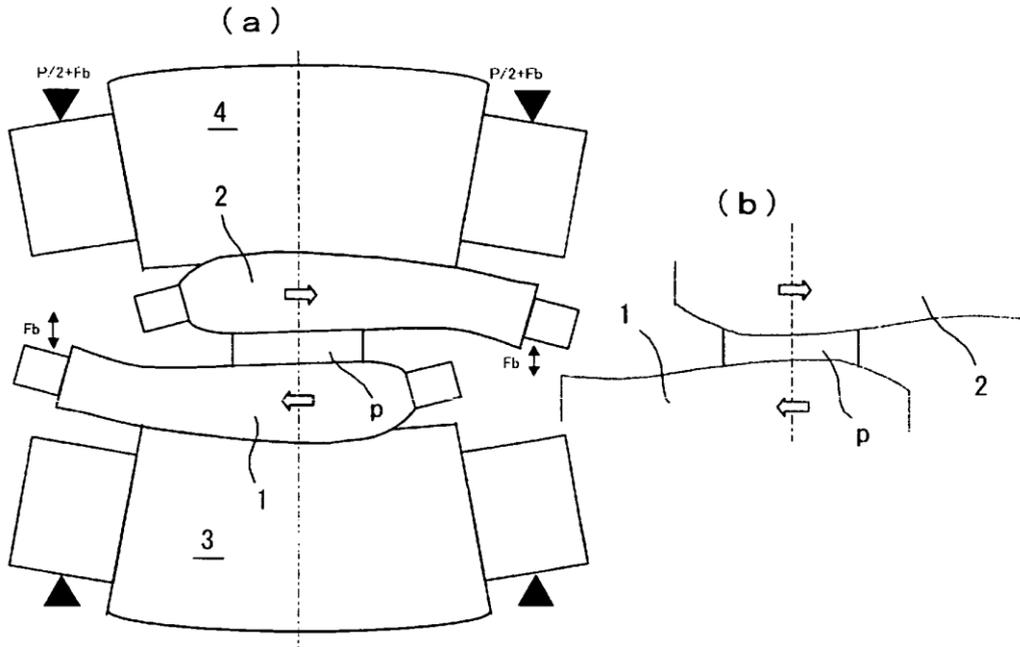


Fig. 6 [Técnica conocida]

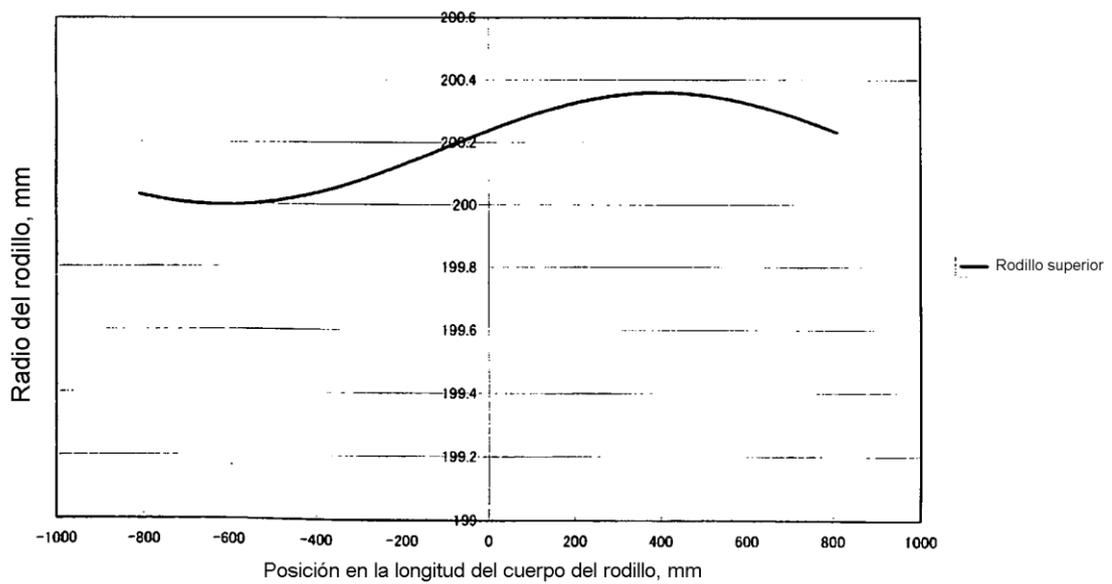


Fig. 7 [Técnica conocida]

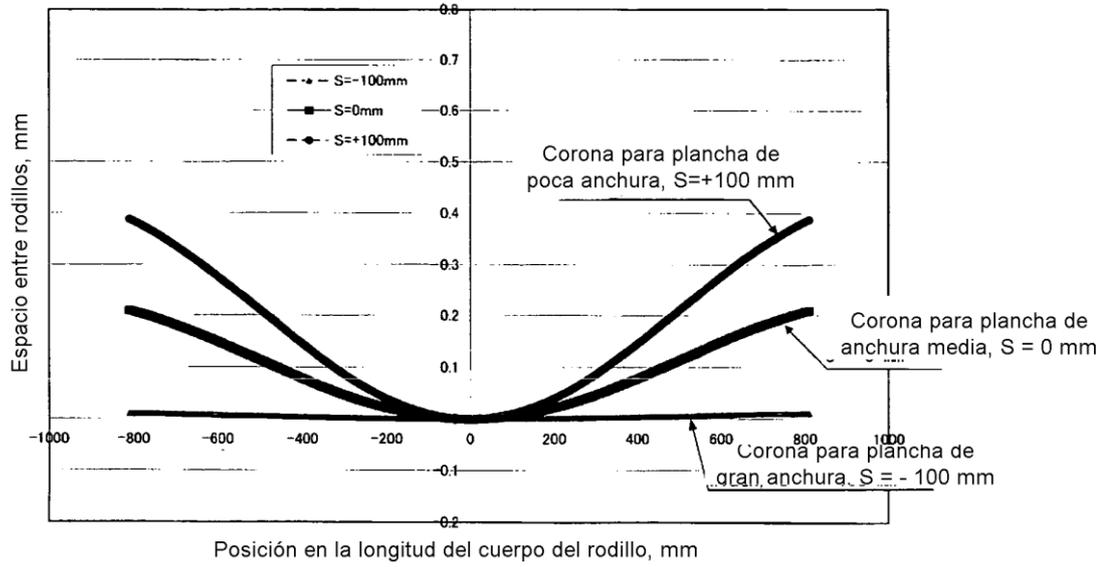


Fig. 8 [Técnica conocida]

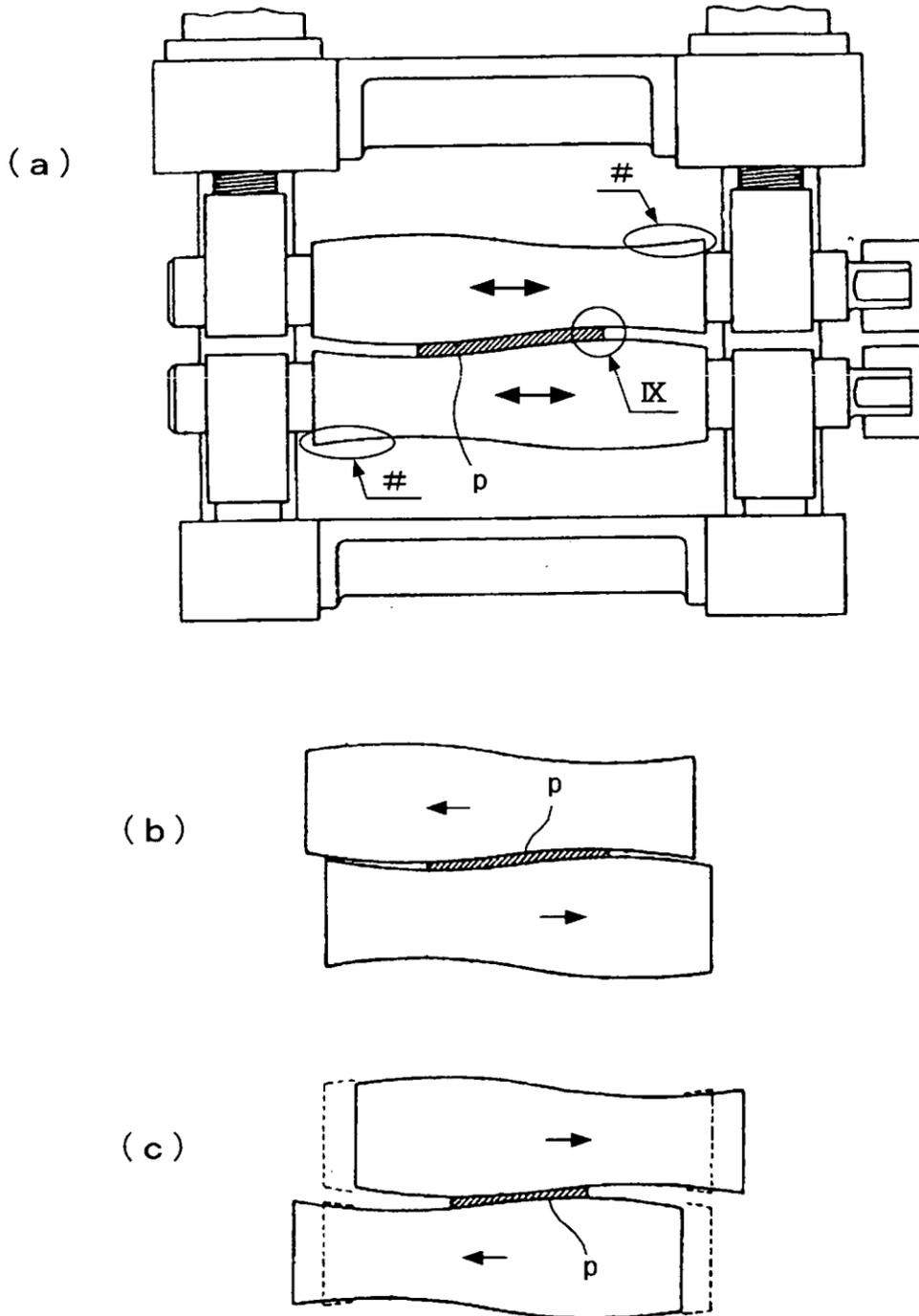


Fig. 9 [Técnica conocida]

