

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 922 282**

51 Int. Cl.:

B21B 27/00 (2006.01)

B21B 28/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2017 E 17174057 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2022 EP 3254773**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el acondicionamiento estructural de un cilindro**

30 Prioridad:

07.06.2016 EP 16173305

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

12.09.2022

73 Titular/es:

**SPEIRA GMBH (100.0%)
Aluminiumstraße 1
41515 Grevenbroich, DE**

72 Inventor/es:

**DRAESE, STEPHAN y
HOLTZ, JAN HENDRIK**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 922 282 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el acondicionamiento estructural de un cilindro

5 La invención se refiere a un procedimiento para el acondicionamiento estructural de un cilindro. Además, la invención se refiere a un dispositivo para el acondicionamiento estructural de un cilindro bajo la realización de este procedimiento con una herramienta de presión y con un medio para la rotación de un cilindro con respecto a la herramienta de presión. Además la invención se refiere a un cilindro para la conformación de materiales.

10 De la solicitud de patente alemana DE 10 2013 105 399 A1 se conoce un dispositivo del tipo genérico y un procedimiento para el acondicionamiento de una superficie de cilindro, en el que con una herramienta de acondicionamiento se remueve mecánicamente una suciedad, en particular un depósito, de la superficie de un cilindro.

15 Los cilindros dispuestos en cajas de laminación sirven para la conformación plástica de materiales. Los cilindros, en particular, los cilindros de trabajo de cajas de laminación para la laminación en caliente o en frío de bandas de metal, preferentemente están con su tabla de cilindro en contacto directo con la superficie del material durante el proceso de laminación y sirven para conformar el producto de laminación mediante la transmisión de presión. Los cilindros se emplean, por ejemplo, en la fabricación de bandas de metal y láminas de metal, conformando materiales como el aluminio, el acero o sus aleaciones y metales no féreos.

20 Por consiguiente, existen elevados requisitos en cuanto a la estructura de los cilindros. Además de una alta calidad de superficie, por ejemplo, una superficie homogénea, sin errores o una rugosidad superficial definida, las propiedades mecánicas de los cilindros deben estar concebidas, por ejemplo, para laminar diferentes materiales, en particular, también materiales duros y delgados. Las irregularidades en el material que ha de ser laminado pueden solicitar fuertemente los cilindros, en particular, los cilindros de trabajo. Resulta problemático, por ejemplo, si se producen pliegues, es decir, dobladuras de material en el entrecilindros durante la laminación. Esto puede ocurrir, por ejemplo, al enrollar e insertar el comienzo de banda en el entrecilindros. Las dobladuras de material producen engrosamientos en la banda que ha de ser laminada, que durante la laminación podrían dañar los cilindros de trabajo de tal forma que, por ejemplo, se puedan apreciar marcas de estas dobladuras de material en las zonas de la banda laminadas a continuación. Por lo tanto, estos daños resultan especialmente problemáticos, si se trata, por ejemplo, de cilindros de trabajo de pasadas de laminación acabadora. Por lo tanto, es necesario proporcionar cilindros de trabajo que sean insensibles a este tipo de errores.

30 Lo decisivo para la calidad de la estructura de los cilindros y, por tanto, para un resultado de laminación fiable, no es solo la dureza superficial, sino también la tensión residual del material del cilindro. Esto resulta del curso de tensión del material del cilindro en la dirección radial, es decir, en la profundidad del material.

35 Cierta dureza superficial y tensión residual se ajustan habitualmente en la medida de lo posible durante la fabricación del cilindro. Sin embargo, resulta problemático que, al cabo de cierta duración de uso, los cilindros están sujetos a un desgaste y, por tanto, deben volver a rectificarse periódicamente. Debido a ello, varían tanto la dureza superficial como la tensión residual del material de los cilindros. Esto puede conducir a que se produzcan errores de laminación y tengan que sustituirse o volver a seleccionarse y asignarse a otros pasos de trabajo, por ejemplo, pasos pre-laminación. También en cilindros de nueva fabricación puede aparecer el problema de que estos presenten, de un cilindro a otro y/o a lo largo de la longitud de tabla del cilindro, variaciones en la dureza superficial y la tensión residual. Por lo tanto, los cilindros nuevos igualmente deben ser preclasificados para el uso y, dado el caso, inicialmente son adecuados solo para determinados pasos de trabajo, por ejemplo, para un paso pre-laminación o para pasadas de laminación con reducidas disminuciones de pasada.

40 Por lo tanto, el manejo de cilindros, en particular, de cilindros de trabajo en un tren de laminación, es relativamente complicado. Tanto los cilindros de trabajo nuevos como los usados y re-rectificados deben ser comprobados periódicamente en cuanto a su calidad superficial o dureza y ser reclasificados en cuanto a la aptitud para determinadas pasadas de laminación. Por ejemplo, solo determinados cilindros con una dureza superficial determinada o un perfil de tensión residual específico próximo a la superficie pueden ser aptos para una pasada de laminación con una gran disminución o una última pasada de laminación formadora de superficie. Otros cilindros no alcanzan la dureza superficial ni el perfil de tensión residual en las capas marginales y siguen tendiendo a los errores de laminación descritos.

45 Del documento DE 20 28 022 A1 se conoce un procedimiento para el mecanizado de superficies mediante la realización de ranuras, sirviendo las ranuras para retener lubricantes líquidos o gaseosos.

50 Del documento US 2014/060700 A1 se conoce un procedimiento para el moleteado sin arranque de virutas de un cilindro. Con la ayuda de un cilindro moleteador se produce una topografía superficial específica en el cilindro, que durante la laminación subsiguiente es transmitida a una banda de aluminio para producir características ópticas y específicas de fricción.

55 La presente invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento para el tratamiento de un cilindro, con el que

las propiedades de material de un cilindro puedan ajustarse con un proceso seguro y de manera homogénea. Además, se pretende proponer un dispositivo para la realización del procedimiento y un cilindro ventajoso.

5 El objetivo se consigue mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un cilindro y al menos una herramienta de presión se hacen rotar uno respecto a la otra, y en el que, por medio de la al menos una herramienta de presión que presenta al menos un elemento de presión, el cilindro es sometido localmente a una presión a través del al menos un elemento de presión, y en el que la al menos una herramienta de presión y el cilindro de trabajo son movidos uno respecto al otro en la dirección axial del cilindro de trabajo bajo un avance, de manera que al menos una sección de la superficie del cilindro es sometida a una presión a través del al menos un elemento de presión, de manera que se realiza un proceso de laminación profunda.

Además, se menciona siempre una herramienta de presión con un elemento de presión. Se refiere respectivamente a la al menos una herramienta de presión y el al menos un elemento de presión.

15 Dado que el cilindro es sometido localmente a presión a través del elemento de presión, no solo puede ajustarse la dureza superficial mediante una solidificación en frío de las capas marginales. Adicionalmente, también se puede influir de manera definida en la tensión residual del material cerca de la superficie. Se encontró que el ajuste homogéneo y definido de las tensiones residuales de presión, próximas a la superficie, de la tabla de cilindro puede influir decisivamente en las propiedades del cilindro hasta una profundidad de aprox. 0,2 mm a 0,3 mm. El procedimiento de acuerdo con la invención garantiza esto de forma reproducible. Esto es contrario a los procedimientos de endurecimiento habituales en relación con cilindros, por ejemplo, el endurecimiento inductivo bajo avance. Con el endurecimiento inductivo bajo avance se puede conseguir un endurecimiento de la tabla de laminación a través de un recocido inductivo paso a paso y un enfriamiento de choque subsiguiente, pero no se puede lograr de esta manera un ajuste definido de la tensión residual en las zonas marginales o en zonas próximas a la superficie de la tabla de laminación. Esto se refiere básicamente también al procedimiento de «endurecimiento de cilindro total», en el que se recuece y se enfría de choque la tabla de cilindro completa. Al mismo tiempo, a través de la deformación en frío de la superficie por medio del procedimiento descrito también se puede ajustar una superficie especialmente lisa con una reducida rugosidad.

30 El elemento de presión somete el cilindro localmente a una presión. El cilindro y la herramienta de presión se hacen rotar uno respecto a la otra. Al mismo tiempo, la herramienta de presión es movido a lo largo de una sección del cilindro al menos parcialmente en dirección axial del cilindro. De esta manera, se puede acondicionar una sección de superficie del cilindro. El movimiento relativo de la herramienta de presión puede discurrir durante ello, por ejemplo, paralelamente al eje de cilindro. Para establecer una presión homogénea, la herramienta de presión, por ejemplo, puede seguir por zonas el contorno de la superficie del cilindro. Pero también son concebibles otras posibilidades de establecer a través del curso del contorno del cilindro una presión constante. Preferentemente, el cilindro se hace rotar de forma estacionaria y la herramienta de presión se mueve en dirección axial del cilindro.

40 Debido a que la sollicitación a presión está localizada en una zona de acción de pequeña superficie, se pueden ajustar unas condiciones de procedimiento exactamente definidas. Al mismo tiempo, la zona de acción localizada es movida a través de una sección del cilindro de trabajo, por medio de la combinación de rotación y avance. De esta manera, las propiedades de material, en particular, la dureza superficial a través de una solidificación de las capas marginales y el curso de la tensión residual en zonas próximas a la superficie pueden ajustarse de forma especialmente homogénea a través de la sección de superficie acondicionada del cilindro.

45 El procedimiento descrito aquí reúne por tanto de manera ventajosa un ajuste de la dureza superficial mediante una solidificación en frío de las capas marginales así como un ajuste de la tensión residual en zonas próximas a la superficie, es decir, las capas marginales, proporcionando una superficie especialmente uniforme, pudiendo conseguirse estas propiedades de forma muy homogénea y con un proceso seguro.

50 Resulta especialmente ventajoso un acondicionamiento de la superficie de trabajo, es decir, de la tabla de un cilindro de trabajo. Las superficies de laminación, por ejemplo de cilindros de trabajo, están sometidas a elevados requisitos de material durante el uso, que pueden ajustarse por medio del procedimiento descrito. La sección de superficie acondicionada puede extenderse también sustancialmente por la superficie completa del cilindro de trabajo. Además de la tabla de un cilindro o de un cilindro de trabajo, adicionalmente pueden acondicionarse también superficies de soporte.

60 Es posible ajustar propiedades de material de cilindros que ya han sido usados y rectificadas, por ejemplo, para el uso subsiguiente. Se ha demostrado que con el procedimiento descrito se puede ajustar una dureza superficial, en particular, en la tabla de un cilindro de trabajo, que es similar a la dureza superficial de los cilindros o incluso supera esta dureza superficial. Al mismo tiempo, aumenta la tensión residual en la zona marginal próxima a la superficie, de manera que se consigue suprimir las marcas de dibujos superficiales, por ejemplo, en el caso de dobladuras de material. Como ya se ha mencionado, los cilindros en estado nuevo igualmente están sujetos frecuentemente a fuertes fluctuaciones de la dureza y la tensión residual. Mediante un acondicionamiento con el procedimiento descrito, por lo tanto, también pueden ajustarse homogéneamente cilindros nuevos en cuanto a las propiedades mecánicas, lo que facilita la selección de los cilindros para las pasadas de laminación.

De acuerdo con la invención, la herramienta de presión comprende una herramienta de laminación profunda o en el procedimiento se realiza un proceso de laminación profunda. La laminación profunda debe diferenciarse de los métodos de la laminación alisadora y el bruñido. La laminación alisadora comprende el ajuste de una alta calidad superficial con respecto a la lisura de la superficie, no siendo influenciado o solo poco el material en cuanto a la dureza superficial y la tensión residual próxima a la superficie. Durante el bruñido, la superficie del cilindro de trabajo se remueve mediante arranque de virutas con superficies de herramienta rugosas. La laminación profunda, en cambio, no es un proceso con arranque de virutas. Se provoca un endurecimiento de superficie y un aumento de la tensión residual en las zonas próximas a la superficie. Preferentemente, de acuerdo con una primera forma de realización del procedimiento, se usa un cilindro de trabajo de una caja de laminación para la laminación en caliente o en frío, en particular, de bandas metálicas de aluminio o de una aleación de aluminio. Se ha demostrado que, de esta manera, cilindros de trabajo pueden prepararse o tratarse de manera selectiva para determinadas zonas de laminación, por ejemplo, puntadas pre-laminación o puntadas de laminación acabadora. Los cilindros de trabajo acondicionados correspondientemente muestran significativamente menos problemas con respecto a las marcas de dibujos superficiales en caso de una formación de pliegues o una dobladura de material previas, por ejemplo, al enrollar o enhebrar la banda o la lámina en el entrecilindros durante el proceso de laminación posterior.

Con el procedimiento descrito, preferentemente, se acondiciona un cilindro de trabajo compuesto al menos parcialmente o totalmente de acero. La superficie del cilindro de trabajo puede componerse preferentemente de acero martensítico. Especialmente el acero martensítico es adecuado para el uso en cilindros de trabajo a causa de sus propiedades de solidez y puede ajustarse en cuanto a la estructura y la tensión residual con el procedimiento descrito.

En una forma de realización del procedimiento, se realiza adicionalmente un proceso de eliminación de superficie en el cilindro. El procedimiento de acuerdo con la invención puede combinarse, por ejemplo, con un alisado del cilindro, tal como se lleva a cabo habitualmente en ciertos intervalos en el servicio de laminación. Por ejemplo, un alisado o fresado de la superficie del cilindro puede llevarse a cabo en combinación con el procedimiento de acuerdo con la invención. El proceso de eliminación de superficie puede llevarse a cabo antes o después del uso de la herramienta de presión. Preferentemente, el proceso de eliminación de superficie se lleva a cabo después del uso de la herramienta de presión, para preparar la superficie del cilindro para la realización de procesos de laminación posteriores. En cuanto a los tiempos del proceso resulta ventajoso realizar un proceso de eliminación de superficie simultáneamente con el tratamiento por la herramienta de presión, por ejemplo, una herramienta rectificadora o una herramienta de fresado puede disponerse junto a la herramienta de presión y moverse simultáneamente al avance, para mecanizar el cilindro.

En otra forma de realización del procedimiento se usa un elemento de presión sometido a presión que comprende una bola giratoria o un rodillo cilíndrico giratorio. La bola o el rodillo se componen en particular de un metal duro o una cerámica. Mediante la disposición giratoria se consiguen un reducido desgaste tanto del elemento de presión como de la superficie de laminación y una mayor calidad superficial. La bola o el rodillo pueden estar dispuestos dentro de una carcasa y, en un lado de la carcasa, estar en contacto con el cilindro, mientras que la bola o el rodillo son sometidos, desde el lado opuesto, a una presión que se genera de forma hidráulica o neumática. De esta manera, se ofrece una posibilidad sencilla de ejercer una presión controlable sobre la superficie del cilindro. Al mismo tiempo, las bolas o los rodillos ofrecen una superficie de acción muy pequeña que está en contacto con el cilindro, por lo que queda garantizada una presión muy elevada sobre la superficie del cilindro, por ejemplo, la superficie de trabajo de un cilindro de trabajo y, por tanto, queda garantizada una gran profundidad de penetración de la variación de estructura del acero.

Diámetros más pequeños de la bola o del rodillo conducen a una mayor presión sobre la superficie del cilindro. Al mismo tiempo, sin embargo, la velocidad de proceso tiende a disminuir con menores diámetros, ya que se han de usar menores avances. Para lograr un ajuste de alcance profundo de la tensión residual a altas velocidades de proceso, el diámetro de la bola o del rodillo asciende a entre 3 mm y 30 mm. Además, ha resultado ser ventajoso para el proceso un diámetro de la bola o del rodillo de 6 mm a 13 mm. Si el diámetro es de al menos 10 mm, pueden alcanzarse ya unas velocidades de proceso muy altas.

En otra forma de realización del procedimiento, el elemento de presión se somete a una presión de al menos 100 bares. Con una presión mínima de este tipo se pueden alcanzar ya una gran profundidad de penetración para el ajuste de la tensión residual del cilindro y también mayores durezas superficiales. Esta presión está presente en el elemento de presión. La presión a la que se somete la superficie del cilindro a través del elemento de presión puede ser significativamente más alta en función del dimensionamiento del elemento de presión.

Para mayores requisitos en cuanto al acondicionamiento del cilindro, también pueden emplearse presiones más altas. En particular, el elemento de presión se somete a una presión de al menos 200 bares o de al menos 300 bares. Si la presión en el elemento de presión es de al menos 400 bares, se puede conseguir un incremento adicional significativo de la dureza superficial así como de la tensión residual próxima a la superficie. Como límite superior, podría considerarse una presión de 1.000 bares, ya que se parte de que en este rango se acondicionan los cilindros en la práctica. Básicamente, también son posibles presiones más altas.

La presión sobre el elemento de presión puede ser proporcionada por un equipo hidráulico, por ejemplo, usando un

Líquido hidráulico.

En una forma de realización del procedimiento se usa un lubricante para la herramienta de presión y el cilindro. De esta manera, se reduce el desgaste del elemento de presión y del cilindro y se consigue una mayor calidad superficial. En este caso, por ejemplo, puede usarse una emulsión de taladrina como lubricante. En particular, tal emulsión de taladrina se usa para proporcionar la presión en el elemento de presión en un equipo hidráulico. De esta manera, mediante la aplicación de una presión, la herramienta de presión al mismo tiempo es alimentada de lubricante. Adicionalmente, no aparece entonces tampoco suciedad en el cilindro, que pueda perturbar u obstaculizar los procesos posteriores. De este modo, el procedimiento de acuerdo con la invención puede integrarse fácilmente en los procesos existentes de mecanizado de las superficies de los cilindros, como la rectificación de los cilindros, y en los dispositivos necesarios para ello.

En una forma de realización del procedimiento, se usa un avance de 0,01 mm a 4 mm, preferentemente de 0,1 mm a 0,4 mm por revolución del cilindro. El avance se determina a base de la velocidad de la herramienta de presión en relación con el cilindro y se pone en relación con la rotación del cilindro con respecto a la herramienta de presión. Se ha demostrado que con el intervalo indicado para el avance se puede conseguir una influencia especialmente homogénea y de acción profunda de la tensión residual a la vez de una alta calidad de superficie. Para una mayor velocidad de producción, el avance es especialmente de al menos 0,2 mm/revolución.

Como número de revoluciones para la rotación relativa del cilindro y la herramienta de presión ha resultado ser ventajoso un intervalo de 100 a 250 revoluciones/minuto. Este intervalo permite un tratamiento homogéneo a altas velocidades de proceso.

Los intervalos indicados para el diámetro de la bola o del rodillo del elemento de presión, del avance y de la presión pueden combinarse de manera ventajosa entre sí. Como combinación a destacar especialmente han resultado un diámetro de bola de 3 mm a 16 mm, un avance de 0,1 mm a 0,4 mm/revolución a una presión de 100 a 450 bares. Otras combinaciones preferentes del diámetro de bola d , la presión y el avance están representados en la siguiente tabla 1 en función de la diferencia de dureza Δ HLE que ha de ser alcanzada.

Los valores de medición para la dureza según Leeb se determinan según DIN 50156. Se diferencia de acuerdo con DIN 50156 entre tipos de percutores D/DC, DL, S y E y el valor de medición se designa con el respectivo tipo de percutor. Las mediciones de bajos rangos de dureza habitualmente se realizan con el tipo de percutor D/DC y se designan con HLD o HLDC (< 500 HLD). En el caso de altos valores de dureza Leeb, se usa el tipo de percutor E o S. Los valores de dureza indicados en HLE se sitúan alrededor o encima de 800 HLE.

Tabla 1

Δ HLE/ Δ HLD	d bola (mm)	Presión (bar)	Avance (mm/rev.)
10	3 - 10	100 - 160	0,2 - 0,3
20	3 - 10	250 - 330	0,2 - 0,3
25	10 - 16	220 - 290	0,2 - 0,3
30	10 - 16	300 - 380	0,3 - 0,5
35	10 - 16	320 - 400	0,2 - 0,3
40	10 - 16	350 - 450	0,2 - 0,3

En lo sucesivo, para mayor facilidad, en caso de diferencia de la dureza Leeb, esta se indica siempre como HLE, aunque en caso de valores absolutos más bajos se tendría que indicar un percutor del tipo D y, por tanto, HLD. Por lo tanto, en caso de valores diferenciales, el valor HLE corresponde también a valores diferenciales medidos con otro tipo de percutor, por ejemplo, con un tipo de percutor D.

En una realización siguiente del procedimiento, en la sección mecanizada del cilindro se provoca un incremento de la dureza Leeb de la superficie de al menos 10 HLE. La dureza Leeb puede determinarse de manera sencilla con una prueba de dureza por rebote. Un incremento de 10 HLE puede conferir a cilindros ya usados una dureza superficial, igual o superior al estado de suministro. Ha resultado que un incremento de al menos 25 HLE o al menos 35 HLE hace que una gran cantidad de cilindros ya usados vuelvan a ser aptos para diferentes pasadas de laminación, incluso pasadas de laminación críticas. Con el procedimiento descrito pueden realizarse incluso incrementos de dureza de al menos 40 HLE.

En otra forma de realización del procedimiento, se realiza adicionalmente una prueba de dureza del cilindro. Una prueba de dureza puede realizarse a través de métodos estadísticos para la determinación de la dureza Brinell, Vickers o Rochwell. Como prueba de dureza dinámica puede determinarse la dureza Leeb. Una prueba de dureza puede realizarse antes y/o después del acondicionamiento con la herramienta de presión. También es posible una prueba de dureza durante el acondicionamiento.

De acuerdo con una teoría siguiente, el objetivo mencionado anteriormente se consigue mediante un dispositivo para el acondicionamiento de un cilindro de acuerdo con la reivindicación 9.

5 Como ya ha resultado en relación con el procedimiento descrito anteriormente, un acondicionamiento de un cilindro con el dispositivo reúne de manera ventajosa un ajuste de la dureza superficial mediante una solidificación en frío de las capas marginales así como un ajuste de la tensión residual en las zonas próximas a la superficie con la puesta a disposición de una superficie especialmente homogénea, pudiendo conseguirse estas propiedades de forma homogénea y con un proceso seguro. Con el dispositivo de acuerdo con la invención, el procedimiento puede realizarse de una manera sencilla.

10 De acuerdo con la invención, está previsto al menos un medio para la realización de un proceso de eliminación de superficie. Por lo tanto, el acondicionamiento de un cilindro con una herramienta de presión puede combinarse, por ejemplo, con un alisado del cilindro. Una rectificación o un fresado de la superficie del cilindro igualmente pueden realizarse en combinación con el acondicionamiento. Por ejemplo, una herramienta de eliminación de superficie puede disponerse junto a la herramienta de presión y moverse simultáneamente al avance, para mecanizar el cilindro. Preferentemente, los medios para la realización de un proceso de eliminación de superficie pueden disponerse en este caso junto a la herramienta de presión, de tal manera que el proceso de eliminación de superficie pueda realizarse después del proceso del acondicionamiento. Por ejemplo, los medios para la realización de un proceso de eliminación de superficie están dispuestos por tanto detrás de la herramienta de presión o la herramienta de laminación profunda, visto en la dirección de movimiento.

20 En una forma de realización del dispositivo, el elemento de presión presenta una bola giratoria o un rodillo cilíndrico giratorio. La bola o el rodillo se componen en particular de un metal duro o una cerámica. Mediante la disposición giratoria se consiguen un reducido desgaste tanto del elemento de presión como de la superficie de laminación y una mayor calidad superficial. La bola o el rodillo pueden estar dispuestos dentro de una carcasa y, en un lado de la carcasa, estar en contacto con el cilindro, mientras la bola o el rodillo son sometidos a presión desde el lado opuesto, por ejemplo, de forma hidráulica o neumática. De esta manera, se ofrece una posibilidad sencilla de ejercer una presión fácilmente ajustable sobre la superficie del cilindro. Al mismo tiempo, las bolas o los rodillos ofrecen una superficie de acción muy pequeña que está en contacto con el cilindro, por lo que resulta una presión muy elevada sobre la superficie del cilindro.

30 El diámetro de la bola o del rodillo asciende a entre 3 mm y 30 mm o entre 3 mm y 16 mm. Además, ha resultado ser ventajoso para el proceso un diámetro de la bola o del rodillo de 6 mm a 13 mm. Si el diámetro es de al menos 10 mm, pueden alcanzarse ya unas velocidades de proceso muy altas.

35 En otra forma de realización está prevista una fuente de presión, que está concebido para aplicar una presión de al menos 100 bares en el elemento de presión. Para acondicionamientos mayores también puede estar prevista una presión de al menos 200 o al menos 300 bares. Si la presión en el elemento de presión es de al menos 400 bares, se puede conseguir un incremento adicional significativo de la dureza superficial así como de la tensión residual. Como límite superior en la práctica puede considerarse aquí aproximadamente 1.000 bares. Pero también son posibles valores mayores.

40 La presión sobre el elemento de presión puede ser proporcionada, por ejemplo, por un equipo hidráulico.

45 Según otra teoría, el objetivo mencionado anteriormente se consigue con un cilindro, en particular, un cilindro de trabajo, para la conformación de materiales, de tal forma que el cilindro presenta al menos una sección de superficie, preferentemente una tabla, que ha sido tratada con el procedimiento de acuerdo con la invención. Como ya se ha mencionado con respecto al procedimiento, mediante el acondicionamiento, un ajuste de la dureza superficial mediante la solidificación en frío de las capas marginales así como un ajuste de la tensión residual hasta las profundidades del material se combina con la puesta a disposición de una superficie especialmente lisa y uniforme, quedando realizadas estas propiedades de manera especialmente homogénea. Por lo tanto, con el acondicionamiento se ajustan una estructura específica así como propiedades mecánicas específicas del cilindro. Estas propiedades optimizan el cilindro para diferentes procesos de laminación. Preferentemente, el cilindro presenta por tanto superficies de trabajo acondicionados que están en contacto directo con el material que ha de ser laminado. Esto se refiere especialmente a la tabla de un cilindro de trabajo.

55 El tratamiento con el procedimiento da como resultado una distribución especialmente uniforme de la dureza superficial mecánica dentro de la sección tratada. Según la realización del cilindro, esto se nota por el hecho de que dentro de la sección acondicionada de la superficie la dureza Leeb de la superficie del cilindro presenta una desviación estándar de 15 HLE, especialmente una desviación estándar máxima de 7,5 HLE. La desviación estándar es una medida de la dispersión de la dureza en diferentes puntos de la superficie de la dureza media de la superficie. Como medida para la dureza se recurre a la dureza Leeb, tal como se puede realizar con una prueba de dureza dinámica. La sección tratada a observar puede ser la superficie de laminación, es decir, la tabla del cilindro. Para determinar la desviación estándar se debería recurrir a al menos 5 puntos de medición, en particular, al menos 10 puntos de medición. Con desviaciones estándar correspondientes de la dureza Leeb se consigue un resultado de laminación especialmente homogéneo con un proceso especialmente seguro.

65 De acuerdo con otra forma de realización, el cilindro está configurado como cilindro de trabajo para la laminación de

bandas o láminas de metal, de aluminio o de una aleación de aluminio. En el caso de láminas o bandas resultan elevados requisitos en cuanto a la calidad de laminación, que pueden ser proporcionados por el cilindro de trabajo. Las láminas o bandas se componen preferentemente de aluminio, aleaciones de aluminio, aunque también pueden componerse de acero.

5 Las zonas tratadas del cilindro pueden presentar una dureza Leeb de al menos 500 HLD. Asimismo, son posibles mayores durezas, y por tanto, pueden proporcionarse durezas Leeb de al menos 830 HLE o al menos 850 HLE. Una zona preferente para cilindros de trabajo para la laminación de bandas o láminas de aluminio o una aleación de aluminio se considera entre 830 HLE y 880 HLE, ya que estos cilindros tratados de acuerdo con la invención son
10 insensibles con respecto a las marcas de dibujos de superficie a causa de dobladuras de material de las bandas metálicas o láminas correspondiente y, no obstante, pueden llevarse a este estado con una buena velocidad de proceso aplicando el procedimiento de acuerdo con la invención.

15 Las zonas tratadas del cilindro pueden haber experimentado un incremento de la dureza Leeb de al menos 10 HLE. También son posibles incrementos mayores de al menos 25 HLE o al menos 35 HLE. Preferentemente, el incremento de la dureza Leeb se sitúa entre 10 HLE y 50 HLE.

Para otras formas de realización del dispositivo y del cilindro se remite a las indicaciones anteriores relativas al procedimiento y a la siguiente y el dibujo. En el dibujo, muestran

- 20 la figura 1 una representación esquemática de un dispositivo 2 para la realización del procedimiento,
la figura 2 una representación esquemática de una herramienta de presión con un elemento de presión,
25 la figura 3 una representación esquemática de un cilindro de trabajo y
la figura 4 un diagrama sobre la diferencia de dureza alcanzada bajo diferentes presiones.

30 La figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo 2 para la realización del procedimiento. Un cilindro 4 se acondiciona con el dispositivo 2. Está previsto un medio para la rotación 6 del cilindro 4, que hace rotar el cilindro 4 a lo largo de un eje de cilindro 8 y, por tanto, con respecto a una herramienta de presión 10. La herramienta de presión 10 presenta al menos un elemento de presión 12, siendo sometido el cilindro de trabajo 4 localmente a una presión por medio de la herramienta de presión 10 a través del elemento de presión 12. Por tanto, en el elemento de presión 12 está presente una presión 14 que es transmitida al cilindro 4 en forma de una presión 16. La presión puede
35 generarse de forma hidráulica o neumática.

La presión está presente en el cilindro 4 solo localmente en el punto de contacto con el elemento de presión 12. Está previsto un medio para mover la herramienta de presión 10 con respecto al cilindro 4, que mueve la herramienta de presión 10 bajo un avance 18 al menos a lo largo de una sección del cilindro 4, siendo sometida la sección del cilindro 4 a una presión a través del elemento de presión 12.
40

Por el movimiento de rotación y el avance 18 conjuntos, por lo tanto, se acondiciona sucesivamente con una presión 16 muy alta una sección del cilindro 4, por ejemplo, la superficie de laminación o la superficie de soporte. El acondicionamiento de un cilindro 4 reúne un ajuste de la dureza superficie mediante una solidificación en frío de las capas marginales y un ajuste de la tensión residual hasta las profundidades del material. Al mismo tiempo, se proporciona una superficie especialmente lisa y uniforme. Estas propiedades se consiguen de manera homogénea y con un proceso seguro a lo largo de la sección acondicionada. Adicionalmente, en principio, con el dispositivo 2 puede realizarse un proceso de eliminación de superficie en el cilindro 4. Preferentemente, en este caso, con el dispositivo 2
45 puede realizarse en el cilindro 4 un proceso de eliminación de superficie, por ejemplo, una rectificación o un fresado, para preparar la superficie del cilindro para la realización de procesos de laminación posteriores.
50

La figura 2 muestra para ilustrar el principio una representación esquemática de una herramienta de presión 10 con un elemento de presión 12 tales como pueden usarse en un procedimiento o un dispositivo 2 descritos aquí. El elemento de presión 12 está realizado como bola y está dispuesto en una carcasa 20. La presión 14 es proporcionada por un equipo hidráulico no representado y, con un líquido que comprende por ejemplo una emulsión de taladrina como lubricante, es transmitida dentro de la carcasa 20 al elemento de presión 12.
55

Mientras la presión 14 actúa sobre una mayor superficie del elemento de presión 12, por el diámetro del elemento de presión 12 queda definida una superficie de contacto muy pequeña para el cilindro 4, por lo que la presión 16 ejercida localmente sobre el cilindro 4 puede ser significativamente mayor que la presión 14 presente en el elemento de presión 12.
60

Mediante un proceso de laminación profunda con la herramienta de presión 10, la dureza superficial se realiza mediante una solidificación en frío de las capas marginales y un ajuste de la tensión residual hasta las profundidades del material.
65

La figura 3 muestra una representación esquemática de un cilindro 4' que aquí está realizado como cilindro de trabajo de una caja de laminación y ha sido acondicionado con un procedimiento de acuerdo con la invención. El cilindro de trabajo 4' presenta como zonas con diferentes funciones una tabla 22, un pivote 24, así como una unión articulada 26.

- 5 La tabla 22 presenta un una superficie de laminación que en los cilindros de trabajo habitualmente está en contacto directo con el material que ha de ser laminado. Por lo tanto, la estructura de la tabla 22 es especialmente importante para el resultado de laminación, de manera que resulta ventajoso un ajuste de la dureza superficial y la tensión residual mediante una acondicionamiento de la tabla 22.
- 10 También en el pivote 24 pueden ofrecerse superficies para el acondicionamiento. Por ejemplo, las superficies 24a a 24f pueden servir individualmente o en combinación como superficies de soporte y, por tanto, también puede realizarse un ajuste de la dureza superficial y la tensión residual mediante un acondicionamiento. Lo mismo se refiere a la unión articulada 26.
- 15 En principio, puede acondicionarse cualquier sección de la superficie sujeta a requisitos de estructura correspondientes. También puede acondicionarse sustancialmente la superficie completa del cilindro de trabajo 4'.

Se llevaron a cabo series de experimentos en diferentes cilindros de trabajo para analizar el efecto del procedimiento o del dispositivo con vistas a la dureza superficial. Los cilindros de trabajo estaban concebidos para la laminación de láminas o bandas de aluminio o de aleaciones de aluminio. En cilindros de trabajo ya usados y re-alisados, se midió la dureza Leeb de la superficie antes y después de un acondicionamiento. Para determinar la dureza Leeb, se usó el aparato medidor con la denominación *Egotip 2* (R) con un cuerpo percutor E, tal como en la fecha de la solicitud estaban siendo comercializados por la empresa *Proceq SA* (R)).

- 25 En una primera serie de experimentos, en diferentes secciones de la tabla la presión en el elemento de presión se varió de 100 bares a 400 bares y en tres posiciones se midió la dureza Leeb de acuerdo con DIN 50156. Como elemento de presión se usó una bola con un diámetro de 13 mm y un avance de 0,2 mm/revolución con un número de revoluciones de 125 rev./min. Los resultados de esta serie de experimentos figuran en la tabla 2 y la figura 4.

30

Tabla 2

Presión (bar)		Dureza pos. 1 (HLE)	Dureza pos. 2 (HLE)	Dureza pos. 3 (HLE)	Δ HLE
100	antes	806	815	811	6
	después	814	818	819	
200	antes	817	816	820	18,3
	después	836	837	835	
300	antes	816	814	815	29,3
	después	842	844	847	
400	antes	811	807	819	39,6
	después	850	855	851	

Cabe destacar que el acondicionamiento provoca un incremento homogéneo de la dureza. En la figura 4 figura el incremento de la dureza Leeb en función de la presión. Un incremento de 10 HLE se puede esperar a partir de aproximadamente 150 bares en una bola de 13 mm. También son posibles incrementos de al menos 25 HLE o al menos 35 HLE. Con una presión de 400 bares y con una bola idéntica resultó un incremento de aproximadamente 40 HLE.

35

A continuación, en dos cilindros de trabajo usados, con las denominaciones F87 y F88, se realizó un acondicionamiento de la tabla, igualmente con una bola de 13 mm y con una presión de 400 bares. La dureza Leeb antes y después del acondicionamiento figura en la tabla 3 para tres puntos de medición, cuya posición con respecto al canto de tabla se indica.

40

Tabla 3

Cilindro de trabajo	Número de revoluciones (rev./min)	Duración (min)		Dureza pos. 200 mm (HLE)	Dureza pos. 500 mm (HLE)	Dureza pos. 800 mm (HLE)	Dureza pos. 1200 mm (HLE)	Dureza pos. 1500 mm (HLE)
F87	125	64	antes	823	813	814	818	815
	125	64	después	848	842	841	842	837
F88	200	40	antes	818	817	822	828	828
	200	40	después	848	844	847	846	845

- 45 También en esta serie de experimentos se determinó un claro incremento de la dureza superficial, con la que los cilindros de trabajo vuelven a estar acondicionados para diversos fines de uso.

Para analizar la distribución de la dureza generada a lo largo de la superficie acondicionada, en diferentes posiciones $a - q$ de la tabla acondicionada se determinó la dureza Leeb. La primera posición a se encontraba a una distancia de

25 mm del borde de tabla. La distancia entre las demás posiciones era de 100 mm respectivamente. Esto se realizó respectivamente circunferencialmente en cuatro posiciones angulares diferentes $P1 - P4$, entre las que el cilindro de trabajo se hizo rotar respectivamente 90° . Los resultados de ello se indican en la tabla 4, junto a la desviación estándar calculada de la dureza Leeb alrededor del valor medio. La unidad de la dureza es también aquí HLE.

5 Los valores de la tabla 4 muestran que con el acondicionamiento se creó una estructura especialmente uniforme del cilindro de trabajo. Para el cilindro de trabajo F87, la desviación estándar de la dureza Leeb es inferior a 15 HLE. Para el cilindro de trabajo F88 se alcanzó incluso una desviación estándar inferior a 7,5 HLE.

Tabla 4

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	P	q	Desv.est.
	P1	840	849	848	850	950	851	851	849	848	847	844	845	845	847	851	842	13,8
	P2	839	854	850	852	851	852	850	852	851	849	848	849	847	848	848	841	
	P3	825	851	851	843	848	850	839	839	850	850	843	849	850	849	850	839	
F87	P4	848	848	857	856	855	855	855	851	850	849	850	850	848	845	831	823	
	P1	828	834	839	849	843	843	847	848	848	848	843	848	848	847	844	842	5,6
	P2	840	842	845	844	845	840	840	839	840	842	844	843	844	834	829	827	
	P3	829	830	849	849	851	849	843	848	844	843	841	845	844	842	849	845	
F88	P4	847	846	847	846	844	836	849	848	848	849	850	850	846	847	844	842	

En otra serie de experimentos detallados se variaron los distintos parámetros de procedimiento para el diámetro de bola d del elemento de presión, la presión y el avance. El número de revoluciones se mantuvo constante con 160 rev./min.

- 5 Con la ayuda de esta serie de experimentos se consiguió determinar los rangos preferentes de los parámetros, que acondicionan los cilindros de manera especialmente ventajosa. A estos se puede recurrir independientemente del número de revoluciones. Los rangos están reunidos en Δ HLE en la tabla 5 en función del endurecimiento deseado.

Tabla 5

AHLE	d bola (mm)	Presión (bar)	Avance (mm/rev.)
10	3 - 10	100 - 160	0,2 - 0,3
20	3 - 10	250 - 330	0,2 - 0,3
25	10 - 16	220 - 290	0,2 - 0,3
30	10 - 16	300 - 380	0,3 - 0,5
35	10 - 16	320 - 400	0,2 - 0,3
40	10 - 16	350 - 450	0,2 - 0,3

- 10 Además, se analizó también el efecto del acondicionamiento en dos pares de cilindros de trabajo que habían llamado la atención por reclamaciones relacionados con marcas de dibujo en el proceso de laminación. Tras un acondicionamiento de estos pares de cilindros de trabajo con el procedimiento descrito y una rectificación subsiguiente de la superficie de cilindro se consiguió que los pares de cilindros de trabajo pudieran hacerse funcionar sin reclamaciones relacionadas con las marcas de dibujo superficial por dobladuras de material.
- 15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el acondicionamiento estructural de un cilindro (4, 4'),
- 5 - en el que se hacen rotar, uno respecto al otro, un cilindro y al menos una herramienta de presión (10),
 - en el que, por medio de la al menos una herramienta de presión que presenta al menos un elemento de presión (12), el cilindro es sometido localmente a una presión a través del al menos un elemento de presión, y
- 10 - en el que la al menos una herramienta de presión es movida con respecto al cilindro bajo un avance en la dirección axial del cilindro, de tal manera que al menos una sección de superficie del cilindro es sometida a una presión a través del al menos un elemento de presión, de tal manera que
- se realiza un proceso de laminación profunda.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por que
 se acondiciona un cilindro de trabajo de una caja de laminación para la laminación en caliente o en frío de bandas o de láminas metálicas, en particular, bandas o láminas metálicas de aluminio o de una aleación de aluminio.
- 20 3. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2,
caracterizado por que
 adicionalmente, preferentemente después del proceso de laminación profunda, se realiza un proceso de eliminación de superficie en el cilindro (4, 4').
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado por que
 se usa un elemento de presión (12) que puede ser sometido a una presión y que comprende una bola giratoria o un rodillo cilíndrico giratorio.
- 30 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4,
caracterizado por que
 se usa una bola o un rodillo con un diámetro de 3 mm a 30 mm o de 3 mm a 16 mm, preferentemente de 6 mm a 13 mm.
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5,
caracterizado por que
 el elemento de presión (12) se somete a una presión de al menos 100 bares.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6,
caracterizado por que
 se usa un avance de 0,01 mm a 4 mm/revolución del cilindro, preferentemente de 0,1 mm a 0,4 mm/revolución del cilindro.
- 45 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7,
caracterizado por que
 en la sección mecanizada del cilindro se provoca un incremento de la dureza Leeb de la superficie de al menos 10 HLE.
- 50 9. Dispositivo para el acondicionamiento estructural de un cilindro (4), en particular de un cilindro de trabajo de una caja de laminación mediante la realización de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8,
- 55 - con una herramienta de presión (10) y
 - con medios para la rotación (6) de un cilindro (4) con respecto a la herramienta de presión (10), en donde
 - la herramienta de presión (10) presenta al menos un elemento de presión (12), el elemento de presión (12) está concebido para someter el cilindro (4) localmente a una presión, y
 - están previstos medios (18) para la realización de un movimiento de avance relativo de la herramienta de presión (10) en la dirección axial del cilindro (4), estando previsto al menos un medio para la realización de un proceso de eliminación de superficie,
- 60 **caracterizado por que**
 la herramienta de presión comprende una herramienta de laminación profunda.
10. Dispositivo según la reivindicación 9,
caracterizado por que
- 65 el al menos un elemento de presión (12) presenta al menos una bola giratoria o al menos un rodillo cilíndrico giratorio que pueden ser sometidos a una presión.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 9 o 10,
caracterizado por que
5 está previsto una fuente de presión, con la que el al menos un elemento de presión (12) puede ser sometido a una presión de al menos 100 bares.
12. Cilindro, en particular, un cilindro de trabajo para la conformación de materiales,
caracterizado por que
10 el cilindro (4, 4') presenta al menos una sección de superficie, preferentemente una tabla (22), que ha sido tratada con un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.
13. Cilindro según la reivindicación 12,
caracterizado por que
15 dentro de la sección acondicionada de la superficie, la dureza Leeb de la superficie del cilindro (4) presenta una desviación estándar máxima de 15 HLE, preferentemente una desviación estándar máxima de 7,5 HLE.
14. Cilindro según las reivindicaciones 12 o 13,
caracterizado por que
20 el cilindro (4) está realizado como cilindro de trabajo para la laminación de láminas o de bandas, preferentemente, para la laminación de láminas o bandas de aluminio o de una aleación de aluminio.

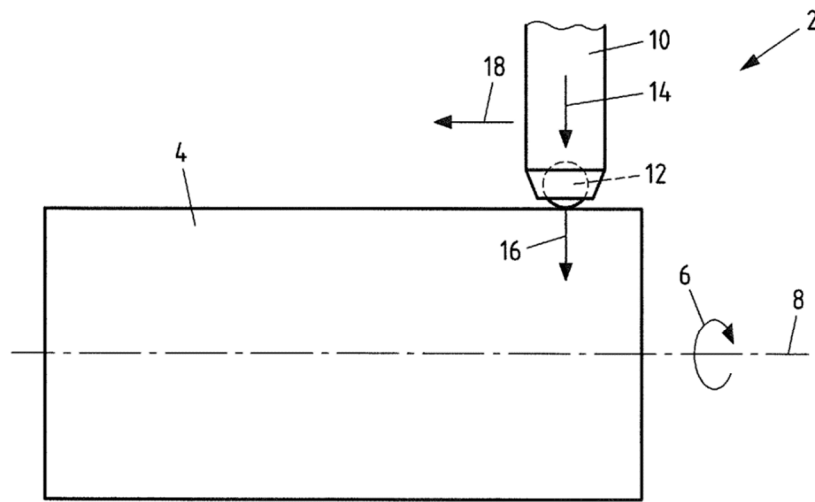


Fig.1

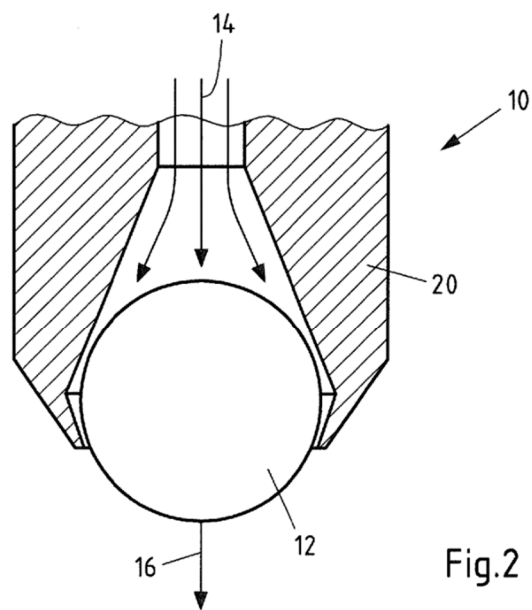


Fig.2

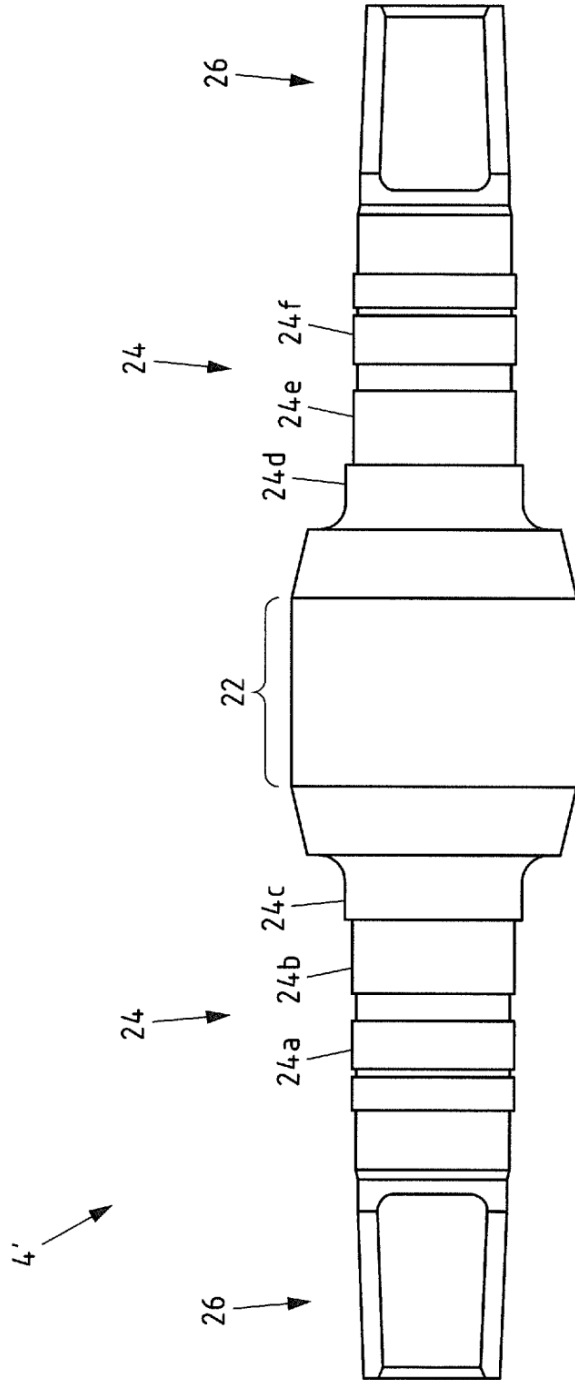


Fig.3

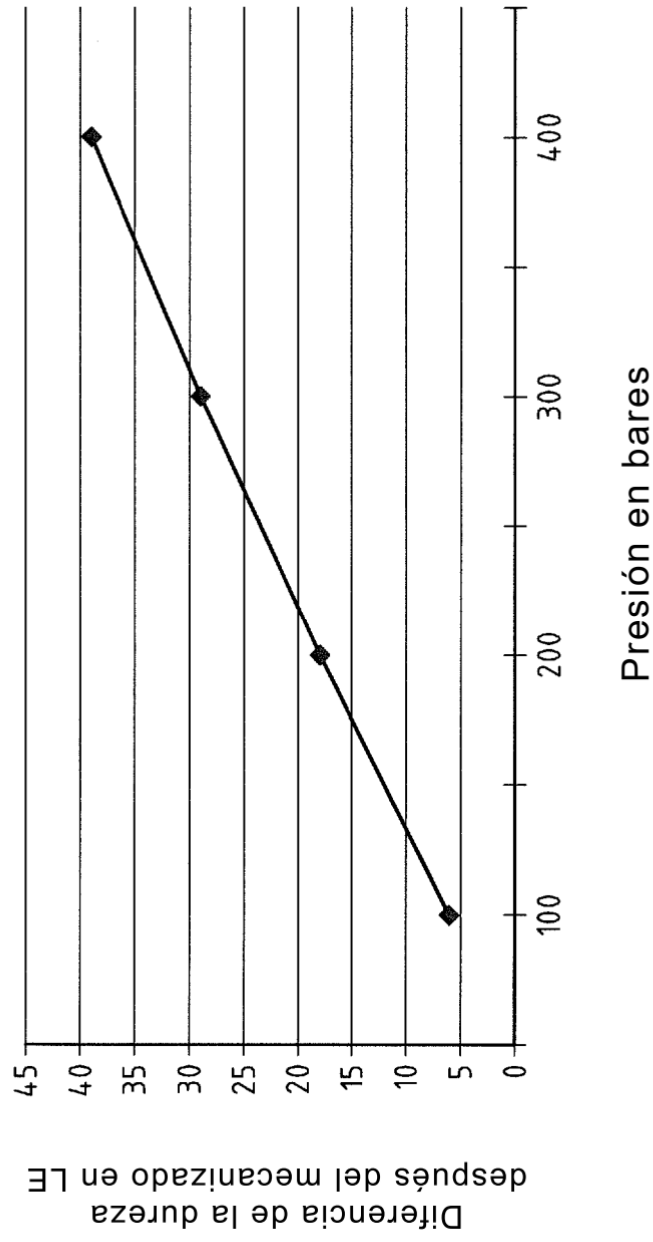


Fig.4