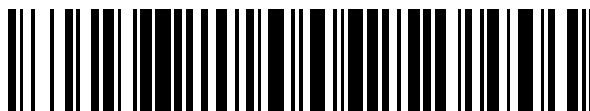


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 854**

51 Int. Cl.:

**B21B 27/03** (2006.01)

**B23K 20/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/EP2015/063733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15197466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15731285 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 3160664**

54 Título: **Rodillo y procedimiento para la fabricación de un rodillo para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal**

30 Prioridad:

**24.06.2014 DE 102014108823**

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

**11.10.2018**

73 Titular/es:

**STEINHOFF GMBH & CIE. OHG (100.0%)  
Gerhard-Malina-Straße 65  
46537 Dinslaken, DE**

72 Inventor/es:

**STEINHOFF, KARL y  
HECKMANN, CARL, JUSTUS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 685 854 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 y procedimiento para la fabricación de un rodillo para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal

5 La invención se refiere a un rodillo y un procedimiento para la fabricación de un rodillo para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal, presentando el rodillo una sección esférica, que está recubierta con una capa resistente al desgaste y dos espigas orientadas coaxialmente hacia la sección esférica, de las cuales una está formada en cada caso en uno de los lados frontales de la sección esférica.

10 En el caso de los productos planos de metal creados mediante laminación en frío o en caliente, se trata normalmente de bandas, chapas o cortes obtenidos a partir de ellos que se componen de acero o de un metal no ferroso.

15 Rodillos empleados para la laminación de productos planos de metal están expuestos en la práctica, por un lado, a consecuencia de las fuerzas de roscado, a elevadas fuerzas dinámicas y, por otro lado, están sometidos en la zona de sus superficies perimetrales, que entran en contacto con el producto laminado, a un elevado desgaste.

20 Para elevar la vida útil de rodillos de trabajo empleados para la laminación en caliente de bandas de acero, en el documento DE 10 2009 037 278 A1 se ha propuesto proveer un rodillo de trabajo que se emplea en una estructura para la laminación final en caliente de bandas compuestas de acero de una capa resistente al desgaste que debe estar fabricada de un material pulvimetalúrgico mediante prensado isostático en caliente, en la jerga técnica llamado también por sus siglas en inglés "HIP". Una propuesta similar se encuentra en el documento EP 1 365 869 B1, de acuerdo con el cual el rodillo de trabajo empleado también para la laminación en caliente es provisto de una capa aplicada mediante el procedimiento HIP para elevar su resistencia al desgaste.

25 En la fabricación de tales rodillos de trabajo, se fabrica en primer lugar mediante fundido o forjado un cuerpo básico compuesto de hierro fundido o un acero apropiado que comprende una zona esférica que entra en contacto en el uso con el producto laminado y espigas de rodamiento formadas en ella por medio de las cuales se monta en la correspondiente estructura de rodillo. El material del cuerpo básico presenta a este respecto propiedades mecánicas que están adaptadas de manera óptima a las cargas de fuerza que se generan en la aplicación práctica.

30 El cuerpo básico prefabricado de este modo es envuelto después con una cápsula de chapa. Esta está dimensionada de tal manera que, entre su superficie perimetral interior y la superficie perimetral de la esfera se forma un espacio hueco perimetral alrededor del cuerpo básico. Este espacio hueco se llena con un polvo de aleación. A continuación, se cierra la cápsula de chapa de manera estanca al gas. A continuación, se efectúa la densificación a alta presión que actúa en todos los lados y a alta temperatura. Presión y temperatura se regulan a este respecto de tal manera que el polvo se densifica y sinteriza. De esta manera, se crea sobre el cuerpo básico una capa completamente hermética en la que no solo están sinterizados los gránulos de polvo individuales entre sí, sino también con el cuerpo básico, de tal modo que se genera un cuerpo ensamblado homogéneo. Tras finalización del prensado isostático en caliente, se desprende la cápsula de chapa. Finalmente, se puede efectuar un tratamiento posterior térmico para otorgar al rodillo ensamblado obtenido las propiedades mecánicas requeridas. Asimismo, se efectúa por regla general una elaboración final mecánica para garantizar la tolerancia dimensional.

45 En trenes de laminación modernos, cada vez son más elevados los requerimientos para la anchura del producto laminado que debe procesarse. En consecuencia, deben ponerse a disposición rodillos cada vez más largos para poder laminar de manera segura anchuras mayores. En este contexto, se ha revelado como problemático que es considerable el esfuerzo asociado con el recubrimiento de tales rodillos largos en el procedimiento HIP. La complejidad de equipo requerida para el prensado isostático en caliente aumenta de manera desproporcionada con creciente longitud de los rodillos. Equipos HIP disponibles en la actualidad están tan limitados en su longitud que con ellos ya no se pueden procesar rodillos cuyas dimensiones están adaptadas a los requerimientos actuales de explotadores de trenes de laminación.

50 En el documento WO 2014/001024 A1 se ha propuesto para resolver este problema, para la fabricación de rodillos para la laminación en frío o en caliente de productos planos de metal, fabricar en primer lugar un cuerpo básico que se extienda únicamente por la zona esférica del rodillo que debe fabricarse, después, aplicar a este cuerpo básico mediante prensado isostático en caliente una capa resistente al desgaste y solo después soldar en el cuerpo básico las espigas necesarias para el alojamiento giratorio del rodillo en la estructura de rodillo. Gracias a que las espigas, de acuerdo con esta propuesta, se unen con el cuerpo básico solo después del prensado isostático en caliente, se pueden utilizar los equipos HIP disponibles en su longitud completa para el recubrimiento HIP de la zona esférica, mientras que en el modo de proceder convencional no solo debe alojarse la zona esférica, sino también las espigas ya formadas en la zona esférica del cuerpo básico en el equipo HIP.

65 En el contexto del estado de la técnica explicado en lo que antecede, el objetivo de la invención consiste en exponer un procedimiento con el que se puedan fabricar de manera efectiva desde el punto de vista económico un rodillo apropiado para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal que, con una longitud maximizada, posea propiedades mecánicas óptimas, así como también una resistencia al desgaste optimizada.

Asimismo, debe crearse un rodillo determinado para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal con tal abanico de propiedades.

5 En referencia al procedimiento, la invención ha conseguido este objetivo realizando en la fabricación de un rodillo para la laminación en frío o en caliente las etapas de procedimiento indicadas en la reivindicación 1.

En referencia al rodillo, la solución de acuerdo con la invención del objetivo planteado anteriormente consiste en que este posee las características indicadas en la reivindicación 11.

10 Diseños ventajosos de la invención, se indican en las reivindicaciones dependientes y se explican a continuación con detalle, al igual que la concepción general de la invención.

15 El procedimiento de acuerdo con la invención sirve, por tanto, para la fabricación de un rodillo para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal, presentando el rodillo una sección esférica, que está recubierta con una capa resistente al desgaste y dos espigas orientadas coaxialmente hacia la sección esférica, de las cuales una está formada en cada caso en uno de los lados frontales de la sección esférica. De acuerdo con la invención, se puede fabricar tal rodillo en gran longitud, de manera segura y aprovechando de manera óptima la tecnología de sistemas disponible, realizando las siguientes etapas de trabajo:

20 a) proporción de una pieza bruta de cuerpo básico, en la que están previstas

- una sección esférica, que presenta una forma básica cilíndrica alargada y se compone de un material de cuerpo básico y

25 - dos secciones brutas de espiga, de las cuales está formada en cada caso una en uno de los lados frontales de la sección esférica y que presentan en cada caso un diámetro mayor que la sección esférica, siendo el volumen de material de las secciones brutas de espiga al menos igual al volumen de la espiga asociada al correspondiente lado frontal del rodillo terminado;

30 b) revestimiento de la sección esférica con un revestimiento de forma tubular, siendo unido el revestimiento con sus zonas marginales asociadas a las secciones brutas de espiga de manera estanca a los lados frontales asociados a él en cada caso de las secciones brutas de espiga y estando formado, entre el revestimiento y la sección esférica, un espacio hueco perimetral en torno a la sección esférica;

35 c) llenado del espacio hueco con un polvo de aleación;

d) prensado isostático en caliente del polvo de aleación para formar a partir del polvo de aleación mediante densificación y sinterización la capa resistente al desgaste que debe revestir la sección esférica, unida por arrastre de material a la sección esférica;

40 e) retirada del revestimiento de la sección esférica;

f) transformación de las secciones brutas de espiga en las espigas;

45 g) elaboración final de la sección esférica y de las espigas.

50 En el procedimiento de acuerdo con la invención, se parte de una pieza bruta de cuerpo básico en la que no solo está formada la sección esférica, sino también ya las secciones brutas de espiga a partir de las cuales se formará en otra etapa posterior de procedimiento las espigas del rodillo que debe crearse. Esta manera de proceder tiene la ventaja decisiva de que en el rodillo fabricado está realizado un cuerpo básico de una sola pieza en el que no hay zonas de unión, zonas de influencia térmica o similares que podrían formar el punto de partido para el desarrollo de grietas o similares. En lugar de ello, en el caso de un rodillo fabricado de la manera de acuerdo con la invención, las espigas y la sección esférica están unidas en cada caso entre sí por arrastre de material en toda el área de la sección transversal en la que la correspondiente espiga y el lado frontal asociado de la sección esférica chocan entre sí. La transformación de las secciones brutas de espiga que se efectúa después del recubrimiento de la sección esférica tiene, además, la ventaja de que las espigas presentan en toda su sección transversal y en toda su longitud un perfil de propiedades que las hace óptimamente apropiadas para absorber las cargas de fuerza que se generan en el funcionamiento del rodillo. La transformación de la correspondiente sección bruta de espiga puede efectuarse a este respecto de manera ajustada a la práctica mediante forjado.

60 Independientemente de cómo se creen en cada caso, las secciones brutas de espiga previstas en una pieza bruta de cuerpo básico proporcionada de acuerdo con la invención deben estar dimensionadas en cada caso de tal modo que su volumen se corresponda al menos con el volumen que ocupa la espiga que debe formarse en cada caso a partir de ellas en el rodillo terminado. De manera óptima, a este respecto se parte en cada caso de un cierto excedente de volumen de las secciones brutas de espiga respecto al volumen de las espigas terminadas para tener disponible material suficiente para la elaboración mecánica final.

65

Dado que el volumen de las secciones brutas de espiga se distribuye en un diámetro claramente mayor que el volumen de las espigas, las secciones brutas de espiga presentan, vistas en dirección del eje longitudinal del rodillo y de la pieza bruta de cuerpo básico, una longitud esencialmente menor que las espigas que deben formarse a partir de ellas. Correspondientemente, la longitud "ahorrada" de esta manera para las espigas en la pieza bruta de cuerpo básico puede suplementarse a la sección esférica. Con la invención, de esta manera puede aprovecharse el tamaño de equipo que está a disposición para el prensado isostático en caliente para cubrir secciones esféricas de rodillo, claramente alargadas respecto al modo de proceder convencional, para la laminación en caliente o en frío con una capa resistente al desgaste creada pulvimetalúrgicamente. Simultáneamente, los rodillos creados y obtenidos de acuerdo con la invención presentan propiedades óptimas de uso, dado que la sección esférica y las espigas de su cuerpo básico forman una unidad material en el estado terminado sin que para ello sea necesario realizar una soldadura u otras medidas que podrían provocar una fragilización de los componentes.

A este respecto, el diámetro de las secciones brutas de espiga de una pieza bruta de cuerpo básico proporcionada de acuerdo con la invención debe dimensionarse con respecto al eje longitudinal del rodillo o de la pieza bruta de cuerpo básico que debe fabricarse de tal manera que el revestimiento, que se aplica en la etapa de trabajo b) del procedimiento de acuerdo con la invención alrededor de la sección esférica del cuerpo básico choque con su zona marginal asociada contra el lado frontal de las secciones brutas de espiga asociado a él en cada caso. De esta manera, es posible un sellado estanco al gas del revestimiento. Dado que el revestimiento por lo común se compone de un material de chapa, esto se puede efectuar mediante soldadura de la zona marginal de revestimiento correspondiente con el lado frontal asociado de la correspondiente sección de espiga.

El espacio hueco perimetral presente después de la aplicación del revestimiento entre el revestimiento y la sección esférica de la pieza bruta de cuerpo básico es llenado después con un polvo de aleación apropiado. Normalmente, se emplean para ello aleaciones normalizadas bajo los números de material 1.3394 o 1.3292. El llenado puede efectuarse de cualquier manera apropiada. Así, por ejemplo, es concebible introducir el polvo por medio de un tubo guiado a través del revestimiento en el espacio hueco. Por supuesto, pueden estar previstos también varios tubos de llenado de este tipo que, en caso necesario, dirijan un chorro de polvo de aleación con diferentes ángulos de caída en el espacio hueco para garantizar un llenado homogéneo. Asimismo, es concebible efectuar el llenado del espacio hueco que rodea la sección esférica por medio de un conducto de alimentación que esté guiado a través de una de las secciones brutas de espiga.

El prensado isostático en caliente del polvo de aleación llenado en el espacio hueco que rodea la sección esférica puede efectuarse de manera en sí conocida mediante la aplicación de una presión suficiente, por ejemplo, de 100 - 200 bar y alimentación de calor suficiente por medio de la cual el polvo sea llevado con la sección esférica a temperaturas de hasta 1500 °C. El objetivo es, a este respecto, formar a partir del polvo de aleación mediante densificación y sinterización una capa resistente al desgaste que debe revestir la sección esférica, unida por arrastre de material a la sección esférica.

Tras el prensado isostático en caliente, se retira el revestimiento y, de este modo, queda al descubierto la capa resistente al desgaste formada sobre la sección esférica del cuerpo básico.

Después, pueden formarse, del modo ya explicado anteriormente, las espigas a partir de las secciones brutas de espiga.

Finalmente, se efectúa la elaboración final de la sección esférica y de las espigas. Para ello, las espigas o la sección esférica en caso necesario se someten a un tratamiento térmico para la configuración de sus propiedades mecánicas que comprende una austenitización y recocido, y son procesadas mecánicamente mediante procedimientos de mecanizado con arranque de virutas para cumplir los requisitos de calidad de superficie y la tolerancia dimensional.

Por lo común, los cuerpos básicos de rodillo del tipo aquí referido se crean a partir de acero o hierro fundido. Un material apropiado para ello está normalizado con el número de material 1.2602.

También es concebible en este caso que la pieza bruta de cuerpo básico se fabrique de una sola pieza con su sección esférica y sus secciones brutas de espiga mediante un procedimiento de conformación primaria, en particular, fundido.

Asimismo, es posible fundir en primer lugar una pieza bruta colada con forma de porra o similar y transformar esta a continuación mediante forjado en la pieza bruta colada. En este caso, también puede formarse de una sola pieza la sección esférica y las secciones brutas de espiga a partir de la pieza bruta colada.

Otra posibilidad comprendida por la invención para la fabricación de la pieza bruta de cuerpo básico consiste en fabricar la sección esférica y las secciones brutas de espiga de la pieza bruta de cuerpo básico de manera separada entre sí y después unirlos de manera indisoluble entre sí. La unión indisoluble puede efectuarse, por ejemplo, acoplando entre sí las secciones brutas de espiga y la sección esférica por medio de espigas que penetren en correspondientes entalladuras de tal manera que las dos partes se unan entre sí por arrastre de material mediante el

calentamiento que se genera en el prensado isostático en caliente como consecuencia de la difusión de cuerpo sólido.

5 Independientemente de cómo esté fabricada la pieza bruta de cuerpo básico, por lo común este es elaborado mecánicamente antes del prensado isostático en caliente de tal manera que se creen las condiciones óptimas para una tolerancia dimensional del rodillo que debe fabricarse que satisfaga los requisitos más exigentes.

10 Si, en el caso de un rodillo creado de acuerdo con la invención, debe generarse también en la zona de las espigas una capa marginal con determinadas propiedades, por ejemplo, con una elevada resistencia al desgaste, esto se puede realizar llevando la sección esférica de la pieza bruta de cuerpo básico en al menos uno de sus lados frontales en cada caso un estabilizador lateral de espiga y estando fabricada la sección bruta de espiga en el correspondiente lado frontal por que el estabilizador lateral de espiga está rodeado con un revestimiento relleno con un polvo de aleación y por que el polvo de aleación que rodea el estabilizador lateral de espiga se densifica y sinteriza mediante prensado isostático en caliente, de tal modo que se une por arrastre de material con el  
15 estabilizador lateral de espiga y forma junto con el estabilizador lateral de espiga la sección bruta de espiga.

Básicamente, el correspondiente estabilizador lateral de espiga puede presentar un diámetro que sea menor que el diámetro de la sección esférica. En este caso, el estabilizador lateral de espiga es provisto para la creación de la sección bruta de espiga de un encapsulado compuesto de chapa que reproduce la forma de la sección bruta de  
20 espiga y contra la que se sella el revestimiento de la sección esférica. Sin embargo, si la correspondiente capa marginal de la espiga debe restringirse a un espesor menor, puede dimensionarse para ello el diámetro del estabilizador lateral de espiga de tal modo que sea mayor que el diámetro de la sección esférica. Esta variante tiene la ventaja adicional de que el revestimiento de la sección esférica puede ser sellado contra el material completo del estabilizador lateral de espiga.

25 El polvo de aleación previsto en cada caso para el recubrimiento del estabilizador lateral de espiga y de la sección esférica puede establecerse de tal modo que las capas formadas a partir de él en cada caso en la zona de las espigas y de la sección esférica cumplan de manera óptima los requisitos establecidos. Para ello, puede ser conveniente utilizar polvo de aleación para el recubrimiento de la espiga y de la sección esférica con diferentes aleaciones. Ejemplos de polvos de aleación apropiados para la formación de la capa de espiga son polvos con las aleaciones normalizadas con el número de material 1.3344 o con el número de material 1.3394.

30 De manera similar es posible formar al menos una de las secciones brutas de espiga de la pieza bruta de cuerpo básico llevando la sección esférica de la pieza bruta de cuerpo básico en al menos uno de sus lados frontales en cada caso un estabilizador lateral de espiga y fijando sobre estos estabilizadores laterales de espiga una sección anular que forme junto con el estabilizador lateral de espiga la sección bruta de espiga.

35 Un rodillo de acuerdo con la invención para la laminación en frío o caliente de productos planos de metal con un cuerpo básico que presenta una sección esférica y espigas formadas en los lados frontales de esta, poseyendo la sección esférica un recubrimiento resistente al desgaste creado mediante prensado isostático en caliente, se caracteriza en consecuencia por que las espigas son formadas mediante forjado tras la aplicación del recubrimiento resistente al desgaste y finalizadas después mecánicamente.

40 A continuación, se explica con más detalle la invención mediante un dibujo que representa ejemplos de realización. En cada caso muestran esquemáticamente y sin seguir escala:

- 45 la Figura 1 una pieza bruta colada fundida previamente en una vista en perspectiva;
- 50 la Figura 2 una pieza bruta de cuerpo básico creada mediante fundido a partir de la pieza bruta colada en una vista en perspectiva;
- la Figura 3 la pieza bruta de cuerpo básico tras una elaboración mecánica con arranque de virutas en una vista en perspectiva;
- 55 la Figura 4a el cuerpo básico tras envoltura de su sección esférica con un revestimiento de chapa de acero en una vista en perspectiva;
- la Figura 4b el cuerpo básico de acuerdo con la figura 4a en un fragmento cortado longitudinalmente de su zona final;
- 60 la Figura 5a el cuerpo básico tras el prensado isostático en caliente y tras retirada del revestimiento en una vista en perspectiva;
- 65 la Figura 5b el cuerpo básico de acuerdo con la figura 5a en un fragmento cortado longitudinalmente de su zona final;

- la Figura 6 un rodillo formado a partir del cuerpo básico de acuerdo con las figuras 5a,5b en una vista en perspectiva;
- 5 la Figura 7 otra pieza bruta de cuerpo básico preparada para el prensado isostático en caliente en el corte longitudinal;
- la Figura 8 una tercera pieza bruta de cuerpo básico preparada para el prensado isostático en caliente en el corte longitudinal;
- 10 la Figura 9 una cuarta pieza bruta de cuerpo básico preparada para el prensado isostático en caliente en el corte longitudinal;
- la Figura 10 una quinta pieza bruta de cuerpo básico preparada para el prensado isostático en caliente en el corte longitudinal.

15 Para la fabricación del rodillo 1 de acuerdo con la invención representado en la figura 6, en primer lugar, se funde una masa fundida de acero que presenta una aleación con la composición normalizada con el número de material 1.7225 en una pieza bruta colada 2 con forma de porra que, a continuación, mediante forjado, es llevada de manera en sí conocida a la forma representada en la figura 1.

20 A continuación, la pieza bruta colada 2 es convertida asimismo mediante forjado en una pieza bruta de cuerpo básico 3 que presenta la forma de una mancuerna cuyos pesos están formados por las secciones brutas de espiga 4,5 y cuya barra está formada por la sección esférica 6 que une las secciones brutas de espiga 4,5 de una sola pieza entre sí (figura 2).

25 Tras el forjado, la pieza bruta de cuerpo básico 3 pasa por una elaboración mecánica con arranque de virutas en la que se optimiza su geometría de tal modo que, por un lado, la sección esférica 6 posee el diámetro requerido para el uso de rodillo posterior y, por otro lado, las dimensiones de las secciones brutas de espiga 4,5 formadas con forma de espiga están dimensionadas de tal modo que el volumen de material reunido en ellas se corresponde con un determinado excedente de medida con el volumen de las espigas 7,8 del rodillo 1 que deben formarse después a partir de ellas (figura 3).

30 En la siguiente etapa de trabajo, la sección esférica 6 es envuelta con un revestimiento 9 de chapa de acero que forma un tubo orientado coaxialmente respecto al eje longitudinal L de la pieza bruta de cuerpo básico 3. El revestimiento 9 se extiende a este respecto entre los lados frontales 10,11 asociados unos con otros de las secciones brutas de espiga 4,5. Su diámetro dZ es mayor en una determinada sobremedida que el diámetro dB de la sección esférica 6, de tal modo que entre la superficie perimetral exterior de la sección esférica 6 y la superficie perimetral interior del revestimiento 9 está formado en torno a la sección esférica 6 un espacio hueco perimetral 12. Con sus bordes, el revestimiento 9 choca a este respecto contra el lado frontal 10,11 asociado en cada caso de las secciones brutas de espiga 4,5, cuyo diámetro dZ a su vez es claramente mayor que el diámetro dM del revestimiento 9. En el área de la zona de choque, los bordes del revestimiento 9 están soldados de manera estanca con el correspondiente lado frontal 10,11 (figuras 4a,4b).

35 Por medio de una alimentación no mostrada en las figuras 4a,4b, se llena un polvo de aleación M en el espacio hueco 12 que está compuesto de una aleación normalizada con el número de material 1.3394.

40 A continuación, la pieza bruta de cuerpo básico 3 es colocada en un equipo para el prensado isostático en caliente, en el que se densifica el polvo de aleación M presente en el espacio hueco 12 con presiones de aproximadamente 100 MPa y a temperaturas que se sitúan en el intervalo de 900 °C - 1200 °C, y se sinteriza en una capa estanca 13 que, a consecuencia de la difusión de cuerpo sólido, está unida por arrastre de material a la sección esférica 6 de la pieza bruta de cuerpo básico 3. Tras conclusión del proceso de prensado isostático en caliente, el revestimiento 9 es separado de la pieza bruta de cuerpo básico 3. A este respecto, se produce una rendija perimetral 14 por medio de la cual también la capa 13 está separada de las secciones brutas de espiga 4,5 (figuras 5a,5b).

45 En la siguiente etapa de trabajo, las secciones brutas de espiga 4,5 son forjadas de manera en sí conocida en las espigas 7,8 del rodillo 1. Finalmente, son terminadas mecánicamente y, en caso necesario, sometidas a un tratamiento térmico para la configuración de sus propiedades mecánicas.

50 El rodillo 1 terminado presenta en correspondencia un cuerpo básico en el que están formadas las espigas 7,8 y la sección esférica 6 de una sola pieza a partir de un material de partida, habiendo sido formadas las espigas 7,8 mediante forjado y posterior mecanización final solo después de la aplicación pulvimetalúrgica de la capa 13 resistente al desgaste.

55 Las figuras 7-10 muestran variantes de piezas brutas de cuerpo básico 3a,3b,3c y 3d preparadas para el prensado isostático en caliente.

En la variante representada en la figura 7, el correspondiente volumen  $V$  de las secciones brutas de espiga 4,5 se ha establecido de acuerdo con la fórmula  $V = dZ^2 (\pi/4) 1Z$  de tal manera que se corresponde, con un suplemento de mecanización, con el volumen de la espiga 7,8 del rodillo 1 que debe formarse en cada caso a partir de una de las secciones brutas de espiga 4,5. Con 1Z se designa a este respecto la longitud medida en dirección del eje longitudinal L de la sección bruta cilíndrica 4,5, mientras que dZ designa el diámetro exterior máximo posible de las secciones brutas de espiga 4,5 desde puntos de vista de mecanización y teniendo en cuenta el equipo HIP que está a disposición. La longitud esférica 1B y el diámetro esférico dB también han sido elegidos teniendo en cuenta las dimensiones del equipo HIP y las directrices del cliente. Después de que la pieza bruta de cuerpo básico 3 correspondientemente dimensionada ha sido creada, ha sido revestida con un revestimiento 9 compuesto de chapa de acero cuyo diámetro dM se ha elegido teniendo en cuenta la densidad de llenado y la compactación del polvo de aleación M de tal modo que, después del proceso HIP, se obtiene el diámetro dBf exigido de la sección esférica 6 terminada de recubrir del rodillo 1. Las chapas de acero se sueldan entre sí de manera estanca al gas, se supervisan en su estanqueidad al gas, se llenan con polvo en el espacio hueco 12 que rodea el revestimiento 9 a través de una boquilla de llenado 15 guiada a través del revestimiento 9 o a través de una de las secciones brutas cilíndricas 4,5, se evacuan y cierran. Esta pieza bruta de cuerpo básico 3 se introduce después en un equipo HIP y se lleva el polvo, mediante una combinación de presión, temperatura y tiempo al espesor del 100 %.

Tras el proceso HIP, las secciones brutas de espiga 4,5 son llevadas mediante forjado a la longitud de espiga deseada sin que se ejerza influencia sobre la esfera 6. A continuación, se mecanizan las espigas 7,8 a medida de rectificación, se endurecen y se rectifican de nuevo en los puntos requeridos.

En la pieza bruta de cuerpo básico 3b representada en la figura 8, el volumen de las secciones brutas de espiga 4,5 se ha establecido como se ha explicado anteriormente. Sin embargo, en este caso, en el lado frontal 10,11 asociado a la sección esférica 6 de las secciones brutas de espiga 4,5 se ha abierto alrededor de la sección esférica 6 una ranura perimetral 16 en la que se inserta el revestimiento 9. En la pieza bruta de cuerpo básico 3b se solapa de este modo el volumen de las secciones brutas cilíndricas 4,5 y el volumen de la sección esférica 6 en la profundidad de la ranura 16. Esto permite otro alargamiento efectivo de la sección esférica 6 o una reducción del diámetro dZ de las secciones brutas cilíndricas 4,5. Por lo demás, la pieza bruta de cuerpo básico 3b pasa por las mismas etapas de trabajo que la pieza bruta de cuerpo básico 3a anteriormente explicada.

En el caso de la pieza bruta de cuerpo básico 3c representada en la figura 9, las secciones brutas de espiga 4,5 y la sección esférica 6 están prefabricadas como piezas individuales en etapas de trabajo separadas. Las secciones brutas de espiga 4,5 llevan a este respecto sobre su lado frontal 10,11 asociado a la sección esférica 6 en cada caso un saliente 17a,17b dispuesto centradamente que penetra en una entalladura 18,19 conformada correspondientemente formada en el lado frontal asociado de la sección esférica 6. La holgura entre el saliente y la entalladura es a este respecto de 0,1 - 0,5 mm. Después de que las secciones brutas cilíndricas 4,5 y la sección esférica 6 han sido ensambladas para convertirse en la pieza bruta de cuerpo básico 3c, la sección esférica 6 es envuelta con el revestimiento 9 de la forma descrita anteriormente. A continuación, se efectúa el prensado isostático en caliente igualmente de la manera descrita anteriormente. A este respecto, no solo se forma la capa 13 resistente al desgaste sobre la sección esférica 6, sino que simultáneamente se unen las secciones brutas cilíndricas 4,5 y la sección esférica 6 en la zona en la que sus superficies adyacentes se tocan, en particular en la zona de los salientes 17a,17b mediante difusión de cuerpo sólido. Tras el proceso HIP también la pieza bruta de cuerpo básico 3c pasa por las etapas de trabajo explicadas anteriormente para ser convertida en un rodillo terminado.

La variante representada en la figura 10 ilustra finalmente que las secciones brutas cilíndricas 4,5 también pueden ser formadas formándose en la sección esférica  $\beta$  en la pieza bruta de cuerpo básico 3d estabilizadores laterales de espiga 20,21 de los que un estabilizador lateral de espiga 20 presenta un diámetro dS' menor que la sección esférica 6, mientras que el estabilizador lateral de espiga 21 posee un diámetro dS'' que es mayor que el diámetro dB de la sección esférica 6. Ninguno de los estabilizadores laterales de espiga 20,21 tiene, sin embargo, un volumen de material que sea suficiente para formar a partir de ellos las espigas 7,8 del rodillo 1 que debe crearse. Sobre los estabilizadores laterales de espiga 20,21 está deslizado en cada caso un anillo 22,23 cuyo diámetro exterior está dimensionado de tal modo que se corresponde a su vez con el diámetro requerido dZ de las secciones brutas cilíndricas 4,5 calculado de la manera descrita anteriormente. La sujeción segura de los anillos 22,23 sobre el estabilizador lateral de espiga 20,21 asociado en cada caso puede asegurarse mediante embutición. Alternativa o complementariamente, también puede estar prevista una unión por arrastre de forma, por ejemplo, en forma de una rosca o una unión de ranura-resorte.

Para asegurar que los anillos 22,23 y los estabilizadores laterales de espiga 20,21 se unen entre sí por arrastre de material de manera segura en el marco de la transformación de forjado final, la pieza bruta de cuerpo básico 3d puede ser encerrada de manera estanca al gas en una cápsula de acero y ser evacuada con una boquilla de evacuación durante al menos 4 horas. A continuación, se efectúa la compresión estanca al gas de la boquilla de evacuación y forjado de la pieza bruta para convertirse en el rodillo 1. De esta manera, se puede evitar que se formen óxidos en el intersticio de unión entre los estabilizadores laterales 20,21 y los anillos 22,23 que impedirían una unión por arrastre de material.

**Referencias**

	1	Rodillo
	2	Pieza bruta colada
5	3,3a,3b,3c,3d	Piezas brutas de cuerpo básico
	4,5	Secciones brutas de espiga
	6	Sección esférica
	7,8	Espigas del rodillo 1
	9	Revestimiento
10	10, 11	Lados frontales de las secciones brutas de espiga 4,5
	12	Espacio hueco perimetral
	13	Capa resistente al desgaste
	14	Rendija perimetral
	15	Boquilla de llenado
15	16	Ranura perimetral
	17a,17b	Salientes
	18,19	Entalladuras
	20,21	Estabilizadores laterales de espiga
	22,23	Anillos
20		
	dB	Diámetro de la sección esférica 6
	dBf	Diámetro de la sección esférica ya recubierta
	dM	Diámetro del revestimiento 9
25	dS',dS"	Diámetro de los estabilizadores laterales de espiga 20,21
	dZ	Diámetro de las secciones brutas de espiga 4,5
	L	Eje longitudinal de la pieza bruta de cuerpo básico
	1Z	Longitud de la sección bruta cilíndrica 4,5
	M	Polvo de aleación
30		



REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un rodillo (1) para la laminación en caliente o en frío de productos planos de metal, presentando el rodillo (1) una sección esférica (6), que está recubierta de una capa resistente al desgaste (13), y dos espigas orientadas coaxialmente hacia la sección esférica (6) de las cuales una está formada en cada caso en uno de los lados frontales de la sección esférica (6), comprendiendo las siguientes etapas de trabajo:
- 5 a) proporción de una pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d), en la que están previstas
- 10 - una sección esférica (6) que presenta una forma básica cilíndrica alargada y se compone de un material de cuerpo básico y
- dos secciones brutas de espiga (4,5), de las cuales está formada en cada caso una en uno de los lados frontales de la sección esférica (6) y que presentan en cada caso un diámetro (dZ) mayor que la sección esférica (6), siendo el volumen de material de las secciones brutas de espiga (4,5) al menos igual al volumen de la espiga (7,8) asociado al correspondiente lado frontal del rodillo (1) terminado;
- 15 b) revestimiento de la sección esférica (6) con un revestimiento de forma tubular (9), siendo unido el revestimiento (9) con sus zonas marginales asociadas a las secciones brutas de espiga (4,5) de manera estanca a los lados frontales (10,11) asociados a él en cada caso de las secciones brutas de espiga (4,5) y estando formado, entre el revestimiento (9) y la sección esférica (6), un espacio hueco perimetral (12) en torno a la sección esférica (6);
- 20 c) llenado del espacio hueco (12) con un polvo de aleación (M);
- d) prensado isostático en caliente del polvo de aleación (M) para formar a partir del polvo de aleación (M) mediante densificación y sinterización la capa (13) resistente al desgaste que debe revestir la sección esférica (6), unida por arrastre de material a la sección esférica (6);
- 25 e) retirada del revestimiento (9) de la sección esférica (6);
- f) transformación de las secciones brutas de espiga (4,5) en las espigas (7,8);
- g) elaboración final de la sección esférica (6) y de las espigas (7,8).
- 30 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d) está fabricada de una sola pieza con su sección esférica (6) y sus secciones brutas de espiga (4,5) mediante un procedimiento de conformación primaria.
- 35 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d) está fabricada de una sola pieza con su sección esférica (6) y sus secciones brutas de espiga (4,5) mediante forjado de una pieza bruta colada.
- 40 4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la sección esférica (6) y las secciones brutas de espiga (4,5) de la pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d) están fabricadas por separado unas de otras y son unidas después entre sí de manera no desmontable.
- 45 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la sección esférica (6) de la pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d) lleva en al menos uno de sus lados frontales en cada caso un estabilizador lateral de espiga (20,21) y **por que** la sección bruta de espiga (4,5) en el correspondiente lado frontal está fabricada rodeando el estabilizador lateral de espiga (20,21) con un revestimiento relleno con un polvo de aleación y por que el polvo de aleación que rodea el estabilizador lateral de espiga (20,21) se densifica y sinteriza mediante prensado isostático en caliente, de tal modo que se une por arrastre de material al estabilizador lateral de espiga (20,21) y forma junto con el estabilizador lateral de espiga (20,21) la sección bruta de espiga (4,5).
- 50 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el diámetro (dS") del estabilizador lateral de espiga (21) es mayor que el diámetro (dB) de la sección esférica (6).
- 55 7. Procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6, **caracterizado por que** el polvo de aleación asociado a la sección esférica (6) se diferencia del polvo de aleación que está asociado a la sección bruta de espiga (4,5).
- 60 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** el prensado isostático en caliente del polvo de aleación asociado a la sección esférica (6) y del polvo de aleación asociado a la sección bruta de espiga (4,5) se efectúa al mismo tiempo.
- 65 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la sección esférica (6) de la pieza bruta de cuerpo básico (3,3a,3b,3c,3d) lleva en al menos uno de sus lados frontales en cada caso un estabilizador lateral de espiga (20,21) y por que sobre este estabilizador lateral de espiga (20,21) está fijado un anillo (22,23) que forma junto con el estabilizador lateral de espiga (20,21) la sección bruta de espiga (4,5).
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el llenado del espacio hueco perimetral (12) en torno a la sección esférica (6) se efectúa a través de una abertura (15) formada en

una de las secciones brutas de espiga (4,5).

- 5 11. Rodillo (1) para la laminación en frío o en caliente de productos planos de metal con un cuerpo básico que presenta una sección esférica (6) y espigas (7,8) formadas en los lados frontales de esta, estando provista la sección esférica (6) de un recubrimiento resistente al desgaste creado mediante prensado isostático en caliente, siendo formadas mediante forjado y finalizadas a continuación mecánicamente las espigas (7,8) tras la aplicación del recubrimiento (13) resistente al desgaste.

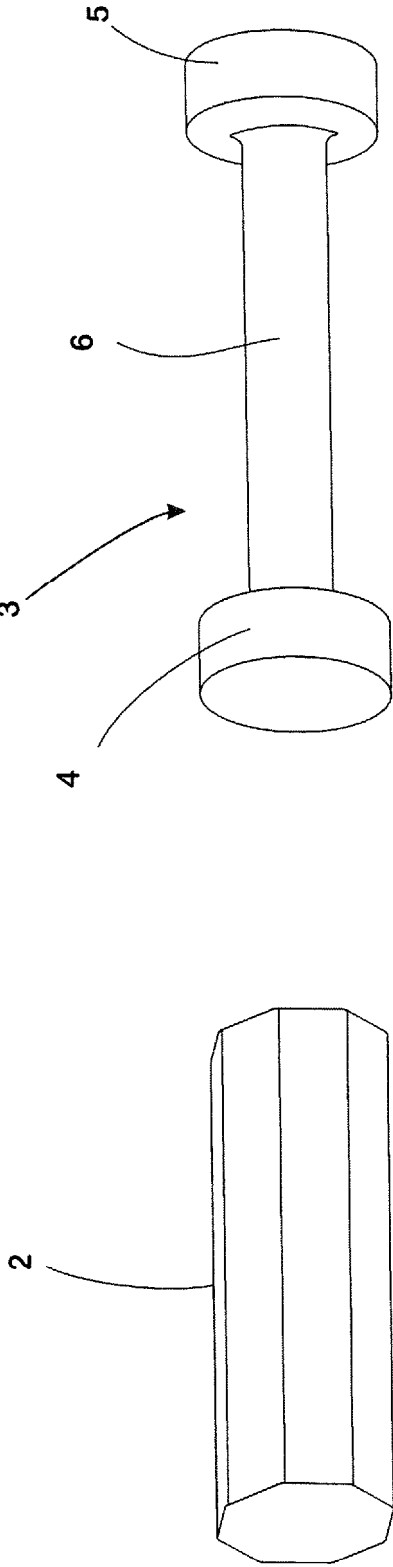


Fig. 1

Fig. 2

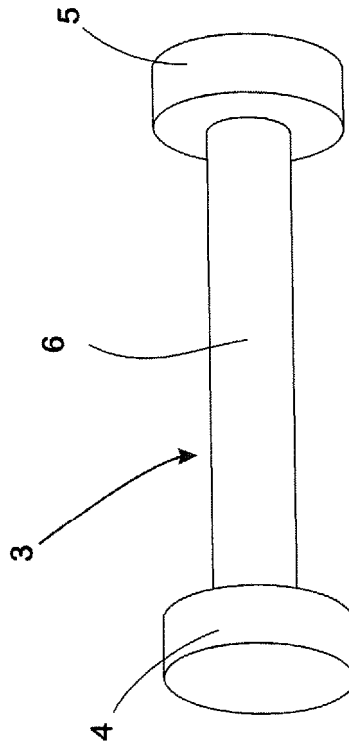


Fig. 3

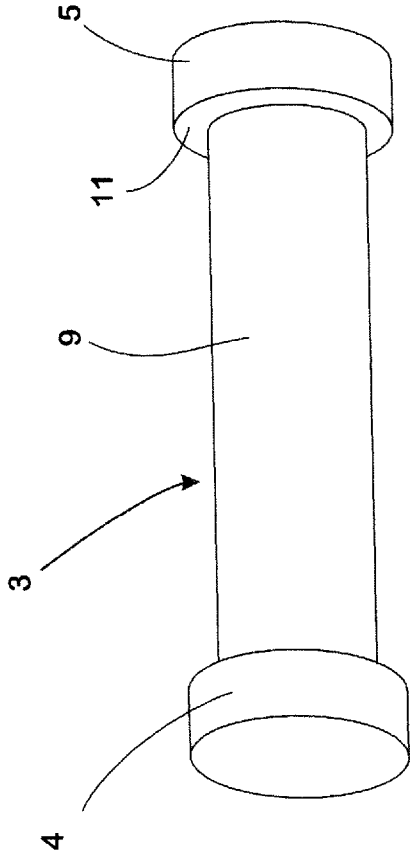


Fig. 4a

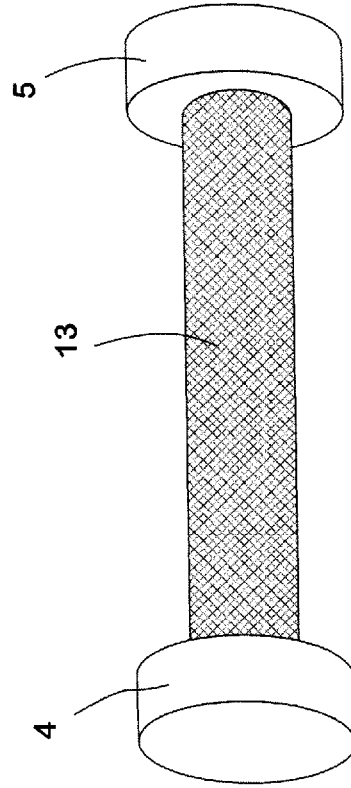


Fig. 5a

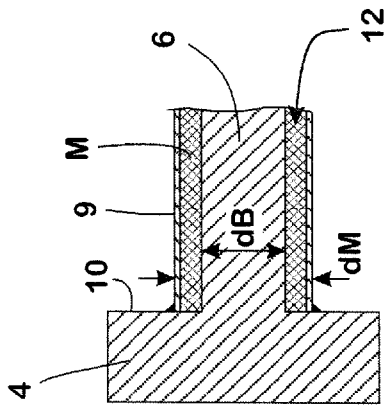


Fig. 4b

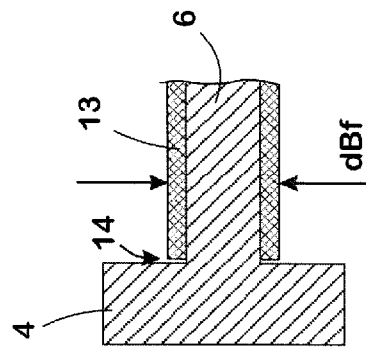


Fig. 5b

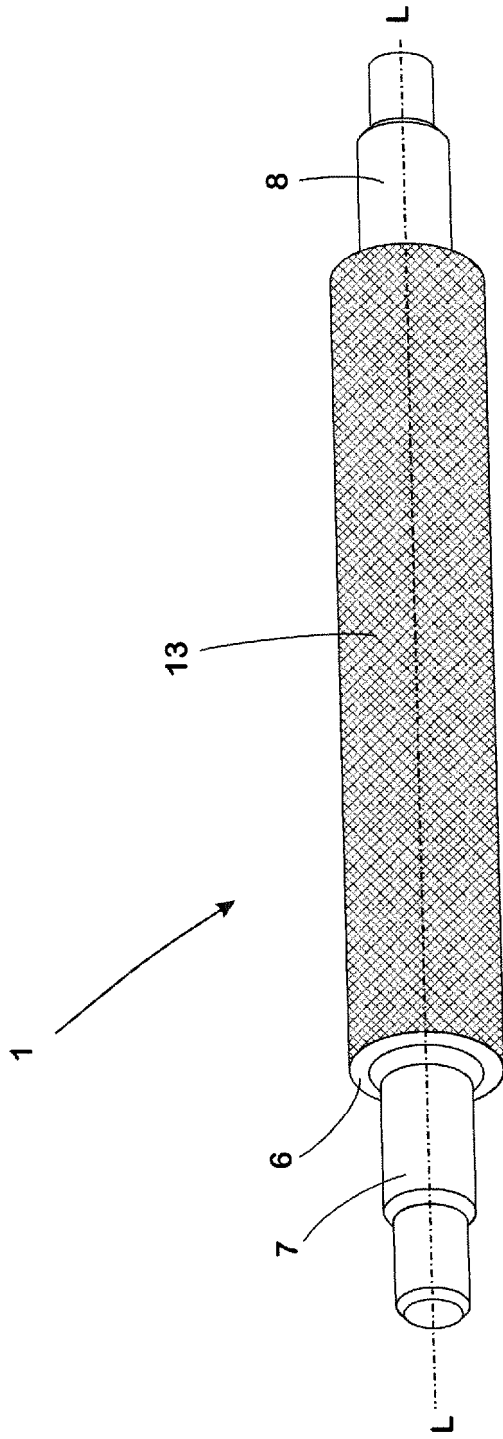


Fig. 6

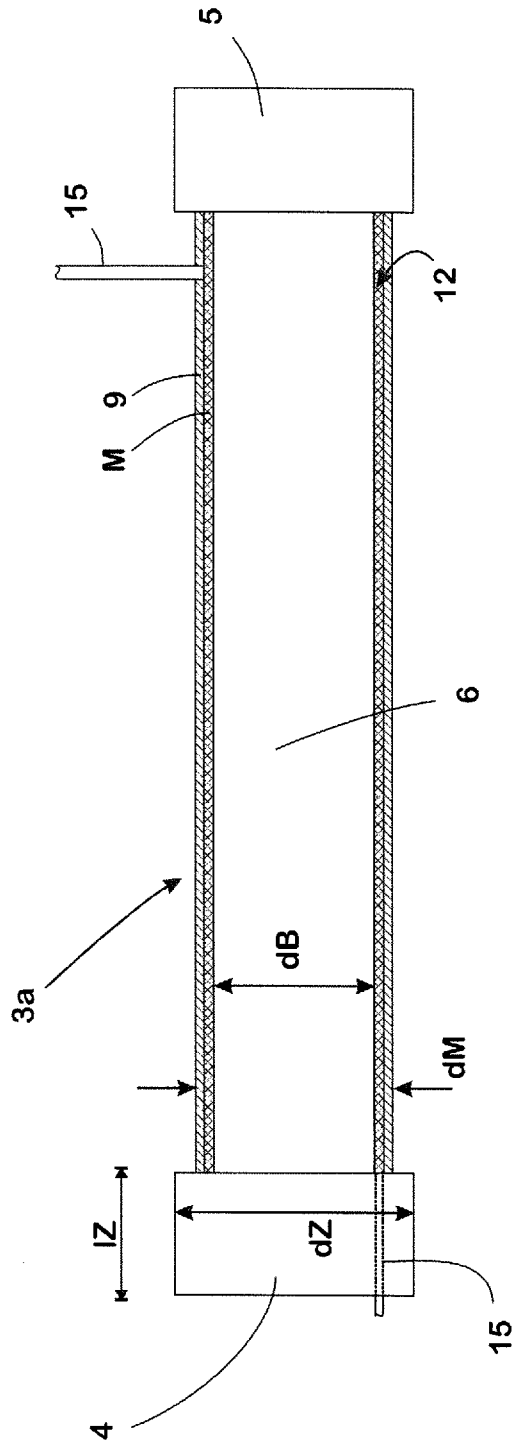


Fig. 7

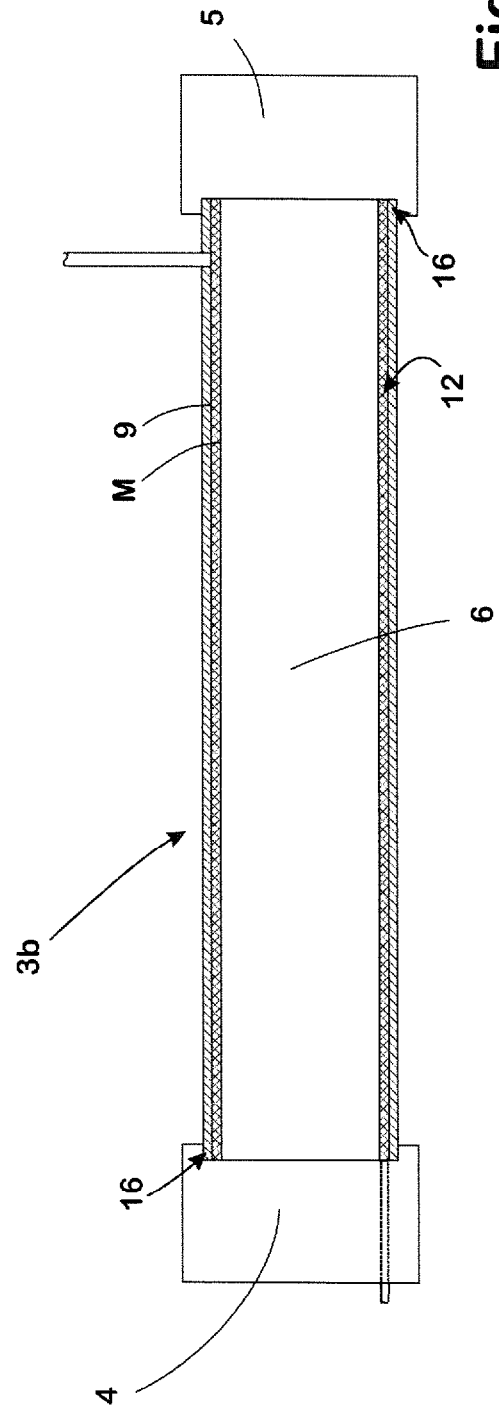


Fig. 8

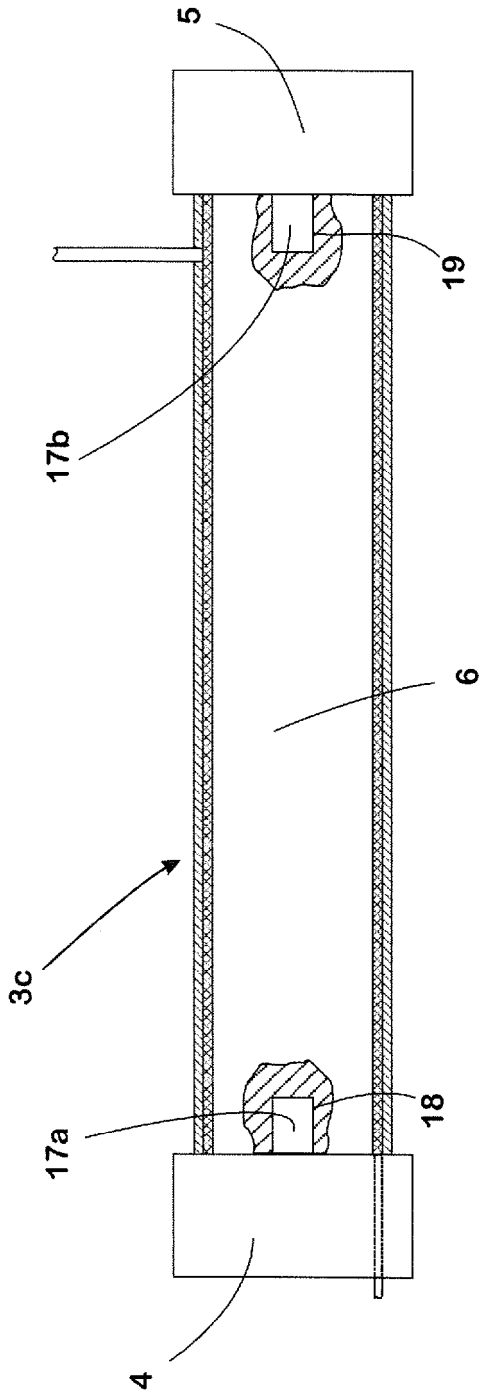


Fig. 9

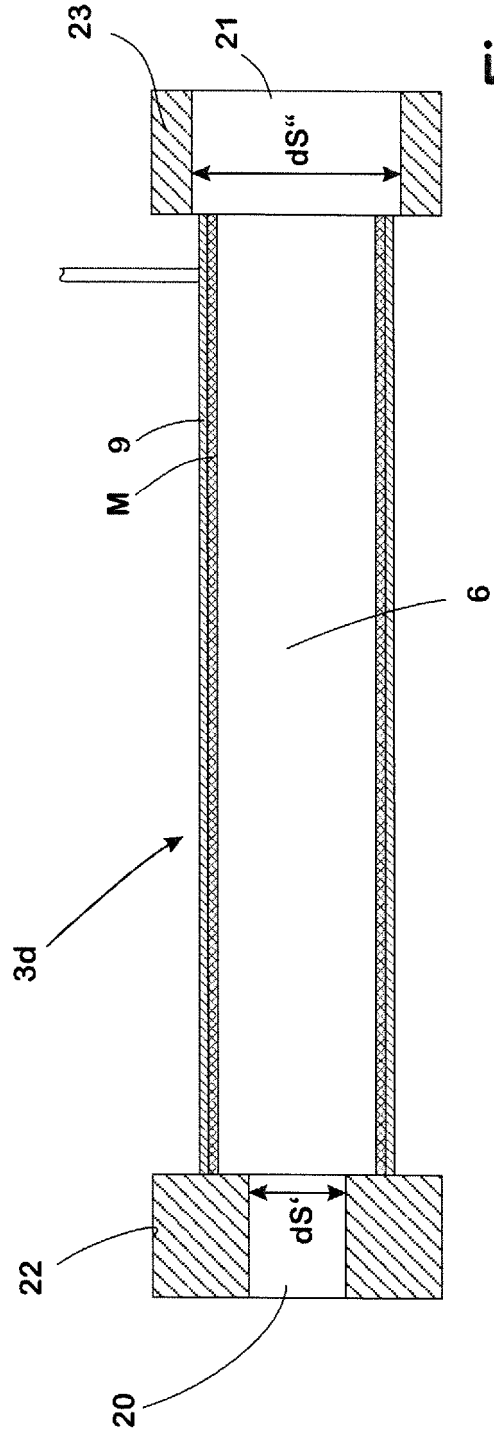


Fig. 10