

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 520**

51 Int. Cl.:

F16C 13/00 (2006.01)
C21D 9/56 (2006.01)
F16B 3/00 (2006.01)
F16D 1/08 (2006.01)
F27D 3/02 (2006.01)
B21B 27/03 (2006.01)
F27D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2011 E 11764830 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.01.2015 EP 2625436**

54 Título: **Rodillo de material compuesto para recocido a alta temperatura**

30 Prioridad:

07.10.2010 FR 1058140

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

23.04.2015

73 Titular/es:

**HERAKLES (100.0%)
Les Cinq Chemins Rue de Touban
33185 Le Haillan, FR**

72 Inventor/es:

**LACOMBE, ALAIN;
LACOSTE, MARC;
BESSETTES, RÉMI y
DREVET, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 534 520 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 de material compuesto para recocido a alta temperatura.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere al sector de los rodillos utilizados para el transporte, el guiado o el conformado de productos industriales destinados a estar sometidos a temperaturas y gradientes de temperatura importantes. La invención se refiere en particular pero no exclusivamente a unos rodillos para líneas de recocido a muy alta temperatura, como las que se utilizan en la fabricación de acero con muy altas prestaciones y en las cuales se alcanzan unas temperaturas superiores a 1000°C.

Se conoce por el documento JP 59137170 A un rodillo según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 Como las chapas de acero tienen muy poca firmeza a estas temperaturas y no se puede contemplar una tracción de la banda, es necesario tener un apoyo muy apretado de la banda para evitar su deslizamiento y garantizar su guiado. Por consiguiente, la línea de recocido a muy alta temperatura debe comprender un rodillo cada 0,5 m a 2 m. Cada uno de estos rodillos está además motorizado, y el conjunto de éstos sincronizado para acompañar el desplazamiento de la banda sin esfuerzo de tracción y minimizando la fricción.

20 Los rodillos utilizados en este tipo de línea de recocido tienen, de forma típica, unos diámetros de por ejemplo pero no exclusivamente unos 100 mm y generalmente por debajo de 500 mm, y una mesa de longitud generalmente comprendida entre 500 mm y 3000 mm.

25 Los rodillos utilizados en este tipo de industria están generalmente fabricados en acero refractario con revestimientos de superficie (del tipo óxido de cerámica, circonita, silicio, etc.) pero tienen una vida limitada por encima de 1000°C, en las líneas de recocido y deben ser sustituidos frecuentemente (cada 1 a 5 meses en general) debido a su desgaste.

30 Se utilizan en general unos rodillos de cerámica o de grafito que permiten unas temperaturas más elevadas. Sin embargo, estos rodillos son relativamente frágiles, lo cual limita su tiempo de vida. La invención se refiere también a los rodillos presentes en las líneas de recocido de chapas de acero tratadas a más bajas temperaturas, de forma típica entre 600°C y 900°C, pero que están sometidas a unas tracciones importantes. Para un tratamiento de este tipo, se utilizan de forma corriente los rodillos de acero pero, debido a su coeficiente de dilatación significativo, éstos se pueden deformar por el efecto de la temperatura provocando, en determinados casos, la formación de pliegues en la chapa (corrientemente llamados "heat buckles"), o un guiado deficiente de ésta (desviamiento). En este caso, estos rodillos tienen generalmente un diámetro mayor, de forma típica comprendido entre 500 y 1000 mm, mientras que la mesa puede alcanzar los 2000 mm.

40 El documento US nº 6.709.372 divulga un rodillo de recocido, destinado al transporte de una banda metálica, en una instalación de recocido continuo y cuya virola o envuelta está fabricada ya sea de material compuesto carbono-carbono (C-C) es decir un material formado por un refuerzo de fibras de carbono densificado por una matriz de carbono, ya sea de material compuesto SiC-SiC es decir un material formado por un refuerzo de fibras SiC densificado por una matriz SiC. El documento US 2009/0036283 describe asimismo un rodillo destinado a ser utilizado en unas instalaciones metalúrgicas o siderúrgicas de altas temperaturas y cuya virola es de un material compuesto C-C.

45 Aunque un rodillo con una virola de material compuesto C-C o SiC-SiC tiene unas prestaciones termodinámicas mejores que un rodillo con una virola de acero, la utilización de estos dos materiales compuestos adolece sin embargo de ciertos inconvenientes.

50 Efectivamente, estos rodillos requieren la utilización, generalmente, de un árbol metálico pasante para garantizar la firmeza mecánica. Es necesario, entonces, tener unos medios de acoplamiento en rotación entre el árbol metálico y la virola de material compuesto para asegurarse de que el árbol activa la rotación.

55 Sin embargo, debido a las dilataciones térmicas diferenciales entre el árbol y la virola, se deben prever unos medios específicos ya sea para limitar la dilatación del árbol, ya sea para compensar estas dilataciones diferenciales.

60 En el primer caso, existen unos dispositivos que permiten enfriar activamente el árbol con respecto a las temperaturas muy elevadas, por ejemplo mediante la circulación de un fluido de enfriamiento en el interior del árbol. La necesidad de tener un enfriamiento activo hace más compleja la instalación y genera un consumo de energía importante.

65 En el segundo caso, se han desarrollado soluciones para permitir que el árbol metálico se dilate a la vez que se limitan las tensiones sobre la virola compuesta que, en cambio, se dilata muy poco a altas temperaturas. El documento US 2009/036283 divulga un rodillo que comprende un árbol metálico alrededor del cual se coloca una

envuelta o virola de material compuesto termoestructural. Con el fin de compensar las dilataciones diferenciales entre el árbol y la envuelta, se ubica un juego radial entre estos dos elementos. Aunque esta solución permite compensar eficazmente las dilataciones radiales diferenciales, necesita sin embargo formar unas ranuras en la superficie externa del árbol y unos dientes en la superficie interna de la envuelta, destinados a encajar con las ranuras del árbol para permitir un arrastre en rotación de la envuelta por éste último.

Estas geometrías particulares hacen más compleja la fabricación del rodillo y aumentan su coste. Por otra parte, el posicionamiento (centrado) en frío de la virola sobre el árbol presenta asimismo dificultades debido a la presencia del juego radial en frío importante entre la envuelta y el árbol.

Objeto y resumen de la invención

El objetivo de la presente invención es proponer una nueva estructura de rodillo que comprende una virola o envuelta de material compuesto cuya geometría exterior no varía por el efecto de altas temperaturas, en particular superiores a 1000°C, y/o cuando hay cambios bruscos de temperatura, a la vez que se garantiza una conexión en rotación entre esta envuelta y un árbol metálico de los medios simples y fiables que permiten además compensar las dilataciones diferenciales entre esos dos elementos.

Con este fin, el objeto de la presente invención es un rodillo de línea de recocido a alta temperatura que comprende una envuelta cilíndrica de material compuesto y un elemento de soporte axial de material metálico que comprende una mangueta en por lo menos uno de sus extremos, comprendiendo el rodillo, además, por lo menos una primera y una segunda chavetas fijadas en el elemento de soporte axial y dispuestas cada una de ellas respectivamente en una primera y una segunda aberturas de paso con unas dimensiones superiores a las de las chavetas, comprendiendo cada abertura de paso, según un sentido de recorrido determinado a lo largo de la circunferencia de la envuelta, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial y, según un sentido de recorrido axial determinado, una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal,

caracterizado por que la primera chaveta está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo circunferencial de la primera abertura de paso mientras que la segunda chaveta está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial de la segunda abertura de paso,

y por que la primera chaveta está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo longitudinal de la primera abertura de paso mientras que la segunda chaveta está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo longitudinal de la segunda abertura de paso.

La envuelta cilíndrica del rodillo de la invención, a saber el cuerpo del rodillo destinado a soportar las chapas a altas temperaturas, está realizado en material compuesto termoestructural. Gracias a las excelentes prestaciones térmicas, mecánicas y termomecánicas de los materiales compuestos termoestructurales, el rodillo de la invención es capaz de funcionar a temperaturas superiores a las que soporta el acero, es decir a temperaturas superiores a 1000°C y de hasta 1300°C, sin tener la fragilidad de la cerámica o el grafito.

Los materiales compuestos termoestructurales tienen, además, unas características estructurales (refuerzo fibroso densificado por una matriz) suficientes para resistir las cargas soportadas por los rodillos de la técnica anterior. Además, estos materiales como el material compuesto C-C o CMC tienen un coeficiente de dilatación térmica débil que permite evitar la deformación de la envuelta por el efecto de altas temperaturas, y conservar la geometría externa del rodillo durante las subidas o bajadas de temperatura. Estas características combinadas son particularmente interesantes también para fabricar unos rodillos que equipan las líneas de recocido de chapas tratadas con una fuerte tensión y a altas temperaturas ya que permiten limitar los riesgos de "heat buckles" y de desviación.

Por otra parte, el arrastre en rotación de la envuelta cilíndrica está garantizado por unas chavetas solidarias del mandril de por lo menos una mangueta. La transmisión del par de arrastre se realiza, por consiguiente, con unos elementos sencillos, poco numerosos y de bajo coste.

Además, gracias al apoyo circunferencial antagonista de las chavetas en la envuelta cilíndrica, ésta última puede ser arrastrada por la mangueta según los dos sentidos de rotación, estando dispuesto, entre cada chaveta y la abertura de paso correspondiente de la envuelta, un juego circunferencial que permite una dilatación de las chavetas y/o un desplazamiento de éstas debido a la dilatación de la mangueta sin ejercer fuerzas demasiado importantes sobre la envuelta. Esta limitación de las fuerzas en la envuelta en caso de dilataciones diferenciales entre las chavetas/mangueta y la envuelta también se da según el sentido axial gracias a las superficies de apoyo antagonistas de las chavetas en la envuelta, según el sentido axial.

Por otra parte, teniendo en cuenta la masa débil y la inercia débil del rodillo de la invención con respecto a los rodillos de acero, las potencias necesarias para su arrastre son claramente inferiores.

Según una característica adicional de la invención, la primera y la segunda chavetas están colocadas cerca de un

5 primer extremo del elemento de soporte axial, comprendiendo el rodillo, además, por lo menos una tercera y una
cuarta chavetas colocadas cerca del segundo extremo del elemento de soporte axial, estando dichas tercera y
cuarta chavetas fijadas en el elemento de soporte axial y colocadas cada una respectivamente en una tercera y
cuarta aberturas de paso practicadas en la envuelta, presentando dichas aberturas de paso unas dimensiones
10 superiores a las de las chavetas, comprendiendo cada abertura de paso, según el sentido de recorrido determinado
a lo largo de la circunferencia de la envuelta, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial, y,
según el sentido de recorrido axial determinado, una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal. La
tercera chaveta está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial de la tercera abertura
de paso mientras que la cuarta chaveta está montada contra la primera superficie de apoyo circunferencial de la
cuarta abertura de paso. La tercera chaveta está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo
longitudinal de la tercera abertura de paso mientras que la cuarta chaveta está montada contra la segunda superficie
de apoyo longitudinal de la cuarta abertura de paso.

15 Según otra característica adicional de la invención, cada mangueta comprende una punta de centrado que coopera
con un resalte practicado en un extremo de la envuelta para facilitar el centrado en frío de las manguetas con la
envuelta cilíndrica.

20 Según otra característica adicional de la invención, el rodillo comprende, además, un elemento de soporte axial de
material metálico dispuesto dentro de la envuelta cilíndrica, en la prolongación de la mangueta, y por lo menos un
elemento elásticamente deformable dispuesto entre la superficie externa del elemento de soporte axial y la superficie
interna de la envuelta. Esta conexión elástica entre la envuelta cilíndrica y el elemento de soporte axial permite
compensar las dilataciones diferenciales entre estos elementos a la vez que garantiza un centrado del eje de la
envuelta sobre el del elemento de soporte axial, en frío y a alta temperatura.

25 Esta conexión elástica se puede realizar, en particular, ya sea con múltiples lengüetas elásticas o zapatas de hojas
de grafito repartidas de forma uniforme en el espacio circunferencial entre la superficie externa del elemento de
soporte axial y la superficie interna de la envuelta, ya sea con una lámina elástica con forma de anilla hendida
dispuesta en el espacio circunferencial entre la superficie externa del elemento de soporte axial y la superficie
interna de la envuelta.

30 Según otra característica adicional de la invención, la envuelta cilíndrica está realizada en material compuesto
carbono-carbono (C-C) que tiene a la vez un coeficiente de dilatación térmica débil y una buena conductividad
térmica. Otros materiales compuestos termoestructurales que tienen una relación entre el coeficiente de dilatación
térmica y la conductividad térmica cercana a 0, como los materiales CMC, también pueden ser utilizados para
35 fabricar la envuelta cilíndrica.

Breve descripción de los dibujos

40 Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que sigue de modos particulares
de realización de la invención, facilitados a título de ejemplos no limitativos, con respecto a los dibujos adjuntos, en
los que:

- 45 - la figura 1 es una vista esquemática de un rodillo para línea de recocido a alta temperatura según un modo de
realización de la invención;
- las figuras 2 y 3 son unas vistas parciales del rodillo de la figura 1;
- la figura 4 es una vista en sección según el plano IV-IV de la figura 1;
- 50 - las figuras 5 y 6 muestran las chavetas del rodillo de la figura 1;
- las figuras 7 y 8 son unas vistas de detalles de partes del rodillo de la figura 1;
- 55 - las figuras 9 y 10 son unas vistas en sección rebajada, respectivamente según los planos IX-IX y X-X de la
figura 4;
- la figura 11 es una vista parcial en perspectiva que muestra una variante de realización de un elemento
elásticamente deformable que permite compensar las dilataciones diferenciales entre el elemento de soporte
axial y la envuelta del rodillo de la invención.

Descripción detallada de un modo de realización

60 Un sector particular pero no exclusivo de aplicación de la invención es el de las instalaciones o líneas de recocido en
continuo en las que se tratan bandas de chapas metálicas, tales como chapas de acero de alto rendimiento, a
65 temperaturas superiores a 1000°C.

Las figuras 1 a 3 ilustran un rodillo 100 de acuerdo con un modo de realización de la invención que puede ser utilizado indistintamente para el transporte, el guiado o el conformado de banda de chapas metálicas en líneas de recocido.

5 El rodillo 100 comprende una virola o envuelta cilíndrica 120 y un elemento de soporte axial 170 en el que un primer extremo comprende una mangueta 130 mientras que el otro extremo comprende una mangueta 140.

10 Para garantizar un funcionamiento fiable a temperaturas superiores a 1200°C que los rodillos metálicos no soportan sin deformación, y esto teniendo a la vez una resistencia mecánica superior a la de las cerámicas y el grafito, la envuelta cilíndrica 120 está constituida por una pieza axisimétrica 121 realizada en material compuesto termoestructural, en particular en material compuesto carbono/carbono (C-C), el cual, como es conocido, es un material formado por un refuerzo de fibras de carbono densificado por una matriz de carbono o de material compuesto CMC que, como es conocido, es un material formado por un refuerzo de fibras de carbono o cerámica densificado por una matriz por lo menos parcialmente cerámica. Los materiales compuestos termoestructurales como el material C-C o CMC se caracterizan por sus grandes propiedades mecánicas que los hacen aptos para constituir piezas estructurales y su capacidad de conservar esas propiedades mecánicas a altas temperaturas que pueden sobrepasar los 1300°C en el caso del material C-C o CMC. El material compuesto termoestructural confiere a la envuelta una resistencia mecánica suficiente para ser autoportante, es decir para soportar las fuerzas a las que está sometido el rodillo sin soporte interno.

20 Un material de este tipo tiene, además, un coeficiente de dilatación térmica débil (aproximadamente $2,5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$ para el material C-C) en comparación con los materiales metálicos tales como el acero (aproximadamente $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$). Por consiguiente, la envuelta 120 que constituye la parte del rodillo 100 destinada a estar en contacto con las chapas a tratar se dilata muy poco por el efecto de la temperatura, y no se deforma debido a sus características mecánicas a altas temperaturas.

30 La fabricación de piezas de material compuesto, en particular C-C o CMC es bien conocida. Generalmente comprende la realización de una preforma fibrosa de carbono cuya forma se parece a la de la pieza que se debe fabricar y la densificación de la preforma por la matriz. Los materiales CMC también se pueden fabricar con refuerzos de fibras cerámicas, tales como fibras SiC. Sin embargo, en la presente invención, se utilizan refuerzos de fibras de carbono ya que las características mecánicas de las fibras cerámicas tales como las fibras SiC se degradan a altas temperaturas, por ejemplo a partir de 1200°C, mientras que las características mecánicas de las fibras de carbono mejoran, al contrario, a alta temperatura.

35 La preforma fibrosa constituye el refuerzo de la pieza cuya función es esencial en cuanto a las propiedades mecánicas. La preforma se obtiene a partir de texturas fibrosas de fibras de carbono. Las texturas fibrosas utilizadas pueden ser de diversas índoles y formas tales como, en particular:

- 40 - tejido bidimensional (2D),
- tejido tridimensional (3D) obtenido mediante un tejido 3D o multicapas,
- trenza
- 45 - punto,
- fieltro
- 50 - napa unidireccional (UD) de hilos o cables o napa multidireccional (nD) obtenida mediante la superposición de varias napas UD en diferentes direcciones, y unión de las napas UD entre ellas, por ejemplo mediante costura, agente químico de unión o punzonado.

Asimismo, se puede utilizar una estructura fibrosa formada por varias capas superpuestas de tejido, trenza, punto, fieltro, napas, cables u otras, estando las capas conectadas entre sí, por ejemplo mediante cosido, implantación de hilos o de elementos rígidos o punzonado.

Se puede dar forma mediante bobinado filamentario, enrollamiento de napa UD sobre un mandril, tejido, apilamiento, punzonado de estratos bidimensionales/tridimensionales o de papas de cables, etc.

60 En el caso de un material C-C, la densificación de la preforma fibrosa se puede realizar por vía líquida impregnando ésta con un precursor de resina de matriz de carbono tal como una resina del tipo fenólica.

Una vez impregnada, se da forma a la preforma fibrosa destinada a constituir el refuerzo fibroso de la pieza a realizar que tiene una forma correspondiente sustancialmente a la de ésta pieza, conformándola con una herramienta de mantenimiento. A continuación, se transforman la o las resinas (polimerización/carbonización) por tratamiento térmico. Las operaciones de impregnación y polimerización/carbonización pueden repetirse varias veces,

si es necesario, para obtener unas características mecánicas determinadas.

La densificación de la preforma fibrosa se puede realizar también en continuo, por vía gaseosa, mediante infiltración química en fase vapor de la matriz de carbono (CVI).

5 Una densificación que combina vía líquida y vía gaseosa se utiliza a veces para facilitar la implementación, limitar los costes y los ciclos de fabricación a la vez que se obtienen características satisfactorias para la utilización contemplada.

10 Los materiales CMC que se pueden utilizar para fabricar una pieza axisimétrica que constituye la envuelta del rodillo de la invención están formados por un refuerzo fibroso de fibras de carbono, densificado por una matriz por lo menos parcialmente cerámica, en particular de carburo, nitruro, óxido refractario, etc., como por ejemplo un material compuesto carbono-carbono/carburo de silicio (C-C/SiC) que es un material formado por un refuerzo de fibras de carbono y densificado por una matriz que comprende una fase carbono y una fase carburo de silicio o de material
15 compuesto carbono-carburo de silicio (C-SiC) que es un material formado por un refuerzo de fibras de carbono densificado por una matriz de carburo de silicio. En el caso del material C-C/SiC, la primera fase carbono de la matriz se deposita en primer lugar para que esté presente lo más cerca posible de las fibras y luego se reviste con la segunda fase SiC, lo que permite formar en la primera fase carbono una capa de protección contra la oxidación en SiC.

20 En el caso de una densificación por vía líquida, se utiliza para la matriz (o fase cerámica de ésta) una resina precursora de cerámica que puede ser, por ejemplo, una resina de policarbosilano precursora de carburo de silicio (SiC) o una resina polisiloxano precursora de SiCO, o una resina precursora de poliborocarbosilazano de SiCNB o una resina polisilazano (SiCN). En el caso de un material C-C/SiC, la preforma fibrosa se impregna en primer lugar
25 con una resina precursora de la fase carbono de la matriz tal como una resina de tipo fenólico.

En el caso de una densificación por vía gaseosa por infiltración química en fase vapor de la matriz (CVI), se utiliza para la matriz (o fase cerámica de ésta) un precursor gaseoso de SiC que puede ser, por ejemplo, en la fabricación de un material C-SiC, metiltriclorosilano (MTS) que da SiC por descomposición del MTS. En la fabricación de un material C-C/SiC, la primera fase carbono puede estar formada por gases de hidrocarburos tales como el metano y/o el propano que da el carbono por craqueo, siendo la segunda fase SiC, a continuación, depositada sobre la primera fase carbono, por ejemplo por descomposición del MTS.

35 Claro está, la densificación por vía líquida y la densificación por vía gaseosa pueden estar combinadas entre sí.

El elemento de soporte axial 170 y las manguetas 130 y 140 están realizados en material metálico, por ejemplo en acero de tipo inoxidable. Cada mangueta 130, respectivamente 140, comprende un mandril 131, respectivamente 141, una porción troncocónica 132, respectivamente 142, prolongada por un semiárbol 133, respectivamente 143. El elemento de soporte axial 170 y las manguetas 130 y 140 pueden estar formados de una sola pieza. Según una variante, las manguetas pueden estar conectadas con el elemento de soporte axial por unos medios de conexión desmontables lo que tiene la ventaja de permitir el desmontaje de las dos manguetas del elemento de soporte axial y garantizar así el mantenimiento o la sustitución de uno de estos elementos de forma independiente.

40 En el ejemplo considerado en la presente memoria, el rodillo 100 está dispuesto dentro de un recinto 10 de una línea de recocido (figura 1). Los semiárboles 133 y 143 están respectivamente soportados por unos cojinetes 11 y 12 del recinto 10. En el modo de realización de la figura 1, el árbol 133 está acoplado a un motor de arrastre en rotación 13 mientras que el árbol 143 descansa dentro de un cojinete 12.

45 La envuelta cilíndrica 120 descansa en posición axial sobre el elemento axial 170 mediante dos anillas o caperuzas 200 y 210. De forma más precisa, una porción de sección reducida 204 de la caperuza 200 está fijada sobre el mandril 131 de la mangueta 130 mediante unos órganos de fijación 201 (por ejemplo unos tornillos) que cooperan con unos orificios roscados 1310 dispuestos en el mandril 131 (figuras 2 y 3). Asimismo, una porción de sección reducida 214 de la caperuza 210 está fijada sobre el mandril 141 de la mangueta 140 mediante unos órganos de fijación 211 (por ejemplo unos tornillos) que cooperan con unos orificios roscados 1410 practicados en el mandril 141 (figuras 2 y 3). Las porciones de sección reducida 204 y 214 están respectivamente prolongadas por unas porciones cilíndricas 202 y 212 que forman unas puntas de centrado como se expondrá a continuación.

50 Como ilustran las figuras 2 a 4, el elemento de soporte axial 170 comprende, cerca de la mangueta 130, un primer y un segundo alojamientos 134 y 135, estando el alojamiento 134 destinado a recibir una primera chaveta 150 (figura 5), y estando el alojamiento 135 destinado a recibir una segunda chaveta 155 (figura 6). Las chavetas 150 y 155 están formadas de material metálico, por ejemplo con el mismo material que el de las manguetas 130 y 140. Las chavetas 150 y 155 presentan una forma de paralelepípedo que se extiende en una longitud L_{150} , respectivamente L_{155} (en su parte superior 155a), una anchura I_{150} , respectivamente I_{155} (en su parte superior 155a), y una profundidad P_{150} , respectivamente P_{155} . La chaveta 155 comprende una parte superior 155a, destinada a estar dispuesta en una abertura de paso practicada en la envuelta 120 como se describirá a continuación detalladamente, y una parte inferior 155b con una longitud y una anchura reducidas, destinada a cooperar con el alojamiento 135.

ES 2 534 520 T3

Las dimensiones de la parte superior 155a de la chaveta 155 pueden ser retomadas, en caso de necesidad (mecanizado) para ajustar el montaje final.

5 La primera chaveta 150 se fija en el primer alojamiento 134 introduciendo un tornillo 151 a través de un paso 154 practicado en la chaveta, y se aprieta ésta en un orificio 1341 que se hace en el fondo del alojamiento 134 y que comprende un taladro roscado correspondiente a la rosca del tornillo 151 (no representados en la figura 4). También se pueden prever otros medios de fijación de la chaveta en el alojamiento 1341. Asimismo, la segunda chaveta 155 está fijada en el segundo alojamiento 135 mediante la introducción de un tornillo 152 a través de un paso 156 ubicado en la chaveta y del apriete de ésta en un orificio 1351 que se hace en el fondo del alojamiento 135 y que comprende un taladro roscado correspondiente a la rosca del tornillo 152 (no representados en la figura 4).

15 Para hacer posible el paso de las chavetas a través de la envuelta 120 y, a la vez, hacer posible la puesta en rotación de esta última mediante el elemento axial 170, están dispuestas en ésta una primera y una segunda aberturas de paso 122 y 123. La primera abertura de paso 122 está destinada a cooperar con el primer alojamiento 134 mientras que la segunda abertura de paso 123 está destinada a cooperar con el segundo alojamiento 135. La primera abertura de paso 122 comprende, según un sentido de recorrido \underline{S}_C a lo largo de la circunferencia de la envuelta 120, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial 1221 y 1222. La primera abertura 122 comprende, además, según un sentido de recorrido axial \underline{S}_a , una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinales 1223 y 1224. Asimismo, la segunda abertura de paso 123 comprende, según el sentido de recorrido \underline{S}_C a lo largo de la circunferencia de la envuelta 120, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial 1231 y 1232 y, según el sentido de recorrido axial \underline{S}_a , una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal 1233 y 1234.

25 La primera abertura de paso 122 presenta unas dimensiones, en este caso una longitud L_{122} y una anchura l_{122} , superiores a las de la primera chaveta 150, en este caso una longitud L_{150} y una anchura l_{150} . Del mismo modo, la segunda abertura de paso 123 presenta unas dimensiones, en este caso una longitud L_{123} y una anchura l_{123} superiores a las de la segunda chaveta 155, en este caso una longitud L_{155} y una anchura l_{155} .

30 De acuerdo con la presente invención y como ilustran las figuras 7 y 9, la primera chaveta 150 está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo circunferencial 1221 de la primera abertura de paso 122 de modo que un juego circunferencial J_{C1} está dispuesto entre la chaveta 150 y la segunda superficie de apoyo circunferencial 1222 de la abertura 122. La primera chaveta 150 está además montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo longitudinal 1224 de la primera abertura de paso 122 de modo que un juego longitudinal J_{l1} está dispuesto entre la chaveta 150 y la primera superficie de apoyo longitudinal 1223 de la abertura 122.

35 Siempre según la invención y como ilustran las figuras 8 y 10, la segunda chaveta 155 está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial 1232 de la segunda abertura de paso 123 de modo que un juego circunferencial J_{C2} está dispuesto entre la chaveta 155 y la primera superficie de apoyo circunferencial 1231 de la abertura 123. La segunda chaveta 155 está, además, montada apoyada contra la primera superficie de apoyo longitudinal 1233 de la segunda abertura de paso 123 de modo que un juego longitudinal J_{l2} está dispuesto entre la chaveta 155 y la segunda superficie de apoyo longitudinal 1234 de la abertura 122.

45 Gracias a los apoyos antagonistas tanto circunferenciales como longitudinales de las primera y segunda chavetas 150 y 155 sobre las superficies de apoyo circunferencial y longitudinal de las aberturas de paso 122 y 123, es posible mantener la envuelta en posición radial y en posición axial con respecto al elemento de soporte axial 170, a la vez que se limitan los esfuerzos ejercidos por las chavetas sobre la envuelta durante la dilatación de las chavetas y/o del elemento de soporte axial 170 gracias a los juegos circunferenciales J_{C1} y J_{C2} y a los juegos longitudinales J_{l1} y J_{l2} dispuestos entre las chavetas 150 y 155 y las aberturas de paso 122 y respectivamente 123.

50 Los apoyos circunferenciales antagonistas de las chavetas 150 y respectivamente 155 sobre las superficies de apoyo circunferencial 1221 y 1232 de las aberturas de paso 122 y 123 permiten, además, transmitir el par de rotación a la envuelta 120 según los dos sentidos de rotación.

55 Las chavetas 150 y 155, y, por consiguiente las aberturas de paso 122 y 123 de la envuelta (así como los alojamientos 134 y 135) están colocadas preferentemente en unas posiciones radialmente opuestas con respecto al eje Xf de la envuelta 120 como se muestra en la figura 9. Efectivamente, al colocar los puntos de apoyo axiales de las chavetas sobre la envuelta en un mismo plano perpendicular al eje Xf de la envuelta, se reducen las fuerzas de las chavetas sobre la envuelta en caso de dilatación.

60 Además, como se muestra en la figura 4, las chavetas 150 y 155 están preferentemente desfasadas axialmente según el eje Xe de la envuelta. Este desfase también permite reducir las fuerzas de las chavetas sobre la envuelta en caso de dilatación.

65 En el ejemplo descrito en la presente memoria, el elemento de soporte axial 170 comprende, además, cerca de la mangueta 140 un tercer y un cuarto alojamientos 136 y 137, estando el alojamiento 136 destinado a recibir una tercera chaveta 160 (figuras 2 y 3) similar a la chaveta 150, y estando el alojamiento 137 destinado a recibir una

cuarta chaveta 165 (figuras 2 y 3) similar a la chaveta 155.

La tercera chaveta 160 está fijada en el tercer alojamiento 136 mediante la introducción de un tornillo 161 a través de un paso 164 ubicado en la chaveta 160 y el ajuste de ésta en un orificio 1361 practicado en el fondo del alojamiento 136 y que comprende un roscado correspondiente a la rosca del tornillo 161 (no representados en la figura 4).

Asimismo, la cuarta chaveta 165 está fijada en el segundo alojamiento 137 mediante la introducción de un tornillo 162 a través de un paso 166 ubicado en la chaveta 165 y el ajuste de ésta en un orificio 1371 practicado en el fondo del alojamiento 137 y que comprende un roscado correspondiente a la rosca del tornillo 162 (no representados en la figura 4).

Para hacer posible el paso de las chavetas a través de la envuelta 120 y, a la vez, hacer posible la puesta en rotación de ésta última mediante el elemento axial 170, están dispuestas en ésta una tercera y una cuarta aberturas de paso 124 y 125. La tercera abertura de paso 124 está destinada a cooperar con el tercer alojamiento 136 mientras que la cuarta abertura de paso 125 está destinada a cooperar con el cuarto alojamiento 137. La tercera abertura de paso 124 comprende, según un sentido de recorrido \underline{Sc} a lo largo de la circunferencia de la envuelta 120, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial 1241 y 1222, y, según un sentido de recorrido axial \underline{Sa} , una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinales 1243 y 1244. Asimismo, la cuarta abertura de paso 125 comprende, según el sentido de recorrido \underline{Sc} a lo largo de la circunferencia de la envuelta 120, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial 1251 y 1252 y, según el sentido de recorrido axial \underline{Sa} , una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal 1253 y 1254.

La tercera abertura de paso 124 presenta unas dimensiones, en este caso una longitud L_{124} y una anchura I_{124} superiores a las de la tercera chaveta 160, en este caso una longitud L_{160} y una anchura I_{160} . De la misma manera, la cuarta abertura de paso 125 presenta unas dimensiones, en este caso una longitud L_{125} y una anchura I_{125} superiores a las de la cuarta chaveta 165, en este caso una longitud L_{165} y una anchura I_{165} .

De acuerdo con una característica adicional de la presente invención y como ilustran las figuras 7 y 10, la tercera chaveta 160 está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial 1242 de la primera abertura de paso 124 de modo que un juego circunferencial J_{C3} está dispuesto entre la chaveta 160 y la primera superficie de apoyo circunferencial 1241 de la abertura 124. La tercera chaveta 160 está, además, montada apoyada contra la primera superficie de apoyo longitudinal 1243 de la tercera abertura de paso 124 de modo que un juego longitudinal J_{J3} está dispuesto entre la chaveta 160 y la segunda superficie de apoyo longitudinal 1244 de la abertura 124.

Asimismo según una característica adicional de la invención y como ilustran las figuras 7 y 10, la cuarta chaveta 165 está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo circunferencial 1251 de la cuarta abertura de paso 125 de modo que un juego circunferencial J_{C4} está dispuesto entre la chaveta 165 y la segunda superficie de apoyo circunferencial 1252 de la abertura 125. La cuarta chaveta 165 está, además, montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo longitudinal 1254 de la cuarta abertura de paso 125 de modo que un juego longitudinal J_{J4} está dispuesto entre la chaveta 165 y la primera superficie de apoyo longitudinal 1253 de la abertura 125.

Las superficies de apoyo circunferencial y longitudinal entre las chavetas 160 y 165 y las aberturas de paso 124 y 125 de la envuelta 120 están respectivamente opuestas con respecto a las superficies de apoyo circunferencial y longitudinal entre las chavetas 150 y 155 y las aberturas de paso 122 y 123. Con ello se puede garantizar una estabilidad en la transmisión del movimiento de rotación entre la parte del rodillo situada a altura de las chavetas 150 y 155 que transmiten a la envuelta 120 el par del motor 13 acoplado al árbol 131 y la parte opuesta situada cerca de la mangueta 140 y las chavetas 160 y 165.

Gracias a los apoyos antagonistas tanto circunferenciales como longitudinales de las tercera y cuarta chavetas 160 y 165 sobre las superficies de apoyo circunferencial y longitudinal de las aberturas de paso 124 y 125, es posible mantener la envuelta en posición radial y axial con respecto al elemento de soporte axial 170, y a la vez limitar las fuerzas que ejercen las chavetas sobre la envuelta durante la dilatación de las chavetas y/o del elemento de soporte axial 170 gracias a los juegos circunferenciales J_{C3} y J_{C4} y los juegos longitudinales J_{J3} y J_{J4} dispuestos entre las chavetas 160 y 165 y las aberturas de paso 124 y 125 respectivamente.

Las chavetas 160 y 165 y, por consiguiente, las aberturas de paso 124 y 125 de la envuelta (así como los alojamientos 136 y 137) están preferentemente colocadas en unas posiciones radialmente opuestas con respecto al eje Xf de la envuelta 120 como ilustra la figura 10. Efectivamente, al colocar los puntos de apoyo axiales de las chavetas sobre la envuelta, en un mismo plano perpendicular al eje Xf de la envuelta, se reducen las fuerzas de las chavetas sobre la envuelta en caso de dilatación.

Además, como se ilustra en la figura 4, las chavetas 160 y 165 están preferentemente desfasadas axialmente según el eje Xf de la envuelta. Este desfase permite también reducir las fuerzas de las chavetas sobre la envuelta en caso de dilatación.

5 Por otra parte, como se ilustra en la figura 4, las superficies de apoyo longitudinal de las chavetas 150 y 155 sobre la envuelta 120, por una parte, y las superficies de apoyo longitudinal de las chavetas 160 y 165 sobre la envuelta 120, por otra parte, están preferentemente alineadas en un mismo plano radial para no ejercer simultáneamente fuerzas opuestas sobre la envuelta 120 que podrían dañar ésta.

10 Como está representado en las figuras 2 a 4, el elemento de soporte axial 170 comprende una pluralidad de lengüetas elásticamente flexibles 180 que están distribuidas uniformemente sobre la circunferencia del elemento de soporte axial. En el ejemplo descrito en la presente memoria, las lengüetas 180 comprenden una base de fijación central 181 que se fija en la parte inferior de alojamientos 172 ubicados en la superficie exterior del elemento de soporte axial 170. Sin embargo, las lengüetas pueden estar fijadas directamente en la superficie exterior del elemento de soporte axial. Las lengüetas 180 comprenden, además, dos partes curvadas 182 y 183 que se extienden a cada lado y por encima de la base de fijación 181. Las porciones curvadas 182 y 183 están destinadas a entrar en contacto con la superficie interna de la envuelta.

15 Las lengüetas pueden estar realizadas en material metálico o en material compuesto termoestructural tal como C-C o C-C/SiC de acuerdo con los niveles de temperatura alcanzados en este lugar del rodillo.

20 Las lengüetas 180 permiten tanto efectuar un centrado en frío de la envuelta 120 sobre el elemento de soporte axial 170 como compensar la dilatación diferencial entre la envuelta de material compuesto termoestructural y el elemento de soporte axial de metal.

25 De acuerdo con una forma de realización alternativa ilustrada en la figura 11, una lámina elástica 190 con forma de anilla hendida puede estar dispuesta alrededor del elemento de soporte axial 170, comprendiendo este último en este caso una ranura anular 173 para retener axialmente la lámina elástica.

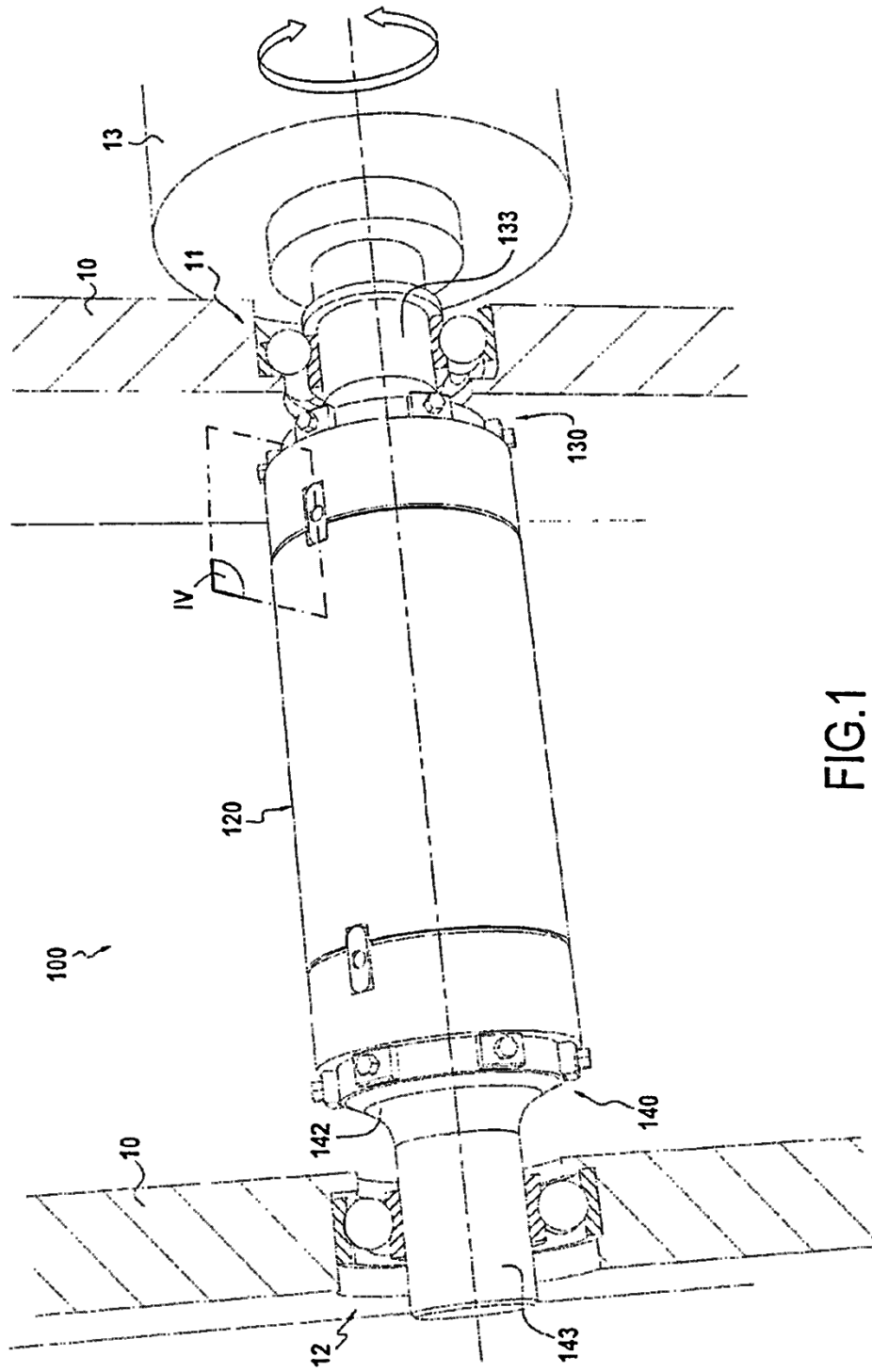
30 De acuerdo con otra forma de realización alternativa, el centrado en frío de la envuelta y la compensación de la dilatación diferencial con el elemento de soporte axial se pueden efectuar con zapatas de hojas de grafito dispuestas radialmente en la superficie exterior del elemento de soporte axial como las lengüetas descritas anteriormente.

35 Según otra característica adicional de la invención, la caperuza 200 comprende una punta de centrado 202 que coopera con una porción de sección reducida 125 presente en el extremo de la envuelta 120 y que define un resalte 126 (figura 4). Del mismo modo, la caperuza 210 comprende una punta de centrado 212 que coopera con una porción de sección reducida 127 presente en el otro extremo de la envuelta 120 y que define un resalte 128 (figura 4). Las puntas 202 y 212 definen cada una un rebaje en el que se acopla la porción de sección reducida 125 o 127 de la envuelta 120 consiguiendo de esta manera el centrado en el montaje del eje Xf de las manguetas metálicas 130 y 140 con el eje Xe de la envuelta compuesta termoestructural 120.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rodillo (100) de línea de recocido a alta temperatura que comprende una envuelta cilíndrica (120) de material compuesto y un elemento de soporte axial (170) de material metálico que comprende por lo menos en uno de sus extremos una mangueta (130; 140),
- 10 comprendiendo el rodillo, además, por lo menos una primera y una segunda chavetas (150, 155) fijadas en el elemento de soporte axial (170) y dispuestas cada una de ellas respectivamente en una primera y una segunda aberturas de paso (122, 123) dispuestas en la envuelta (120), teniendo dichas aberturas de paso unas dimensiones superiores a las de las chavetas (150, 155), comprendiendo cada abertura de paso (122; 123), según un sentido de recorrido (Sc) determinado a lo largo de la circunferencia de la envuelta (120), una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial (1221, 1222; 1231, 1232) y, según un sentido de recorrido axial determinado (Sa), una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal (1223, 1224; 1233, 1234),
- 15 caracterizado por que la primera chaveta (150) está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo circunferencial (1221) de la primera abertura de paso (122) mientras que la segunda chaveta (155) está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial (1232) de la segunda abertura de paso (123),
- 20 y por que la primera chaveta (150) está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo longitudinal (1224) de la primera abertura de paso (122) mientras que la segunda chaveta (155) está montada contra la primera superficie de apoyo longitudinal (1233) de la segunda abertura de paso (123).
- 25 2. Rodillo según la reivindicación 1, caracterizado por que las primera y segunda chavetas (150, 155) están dispuestas en un plano perpendicular al eje de la envuelta.
- 30 3. Rodillo según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que las primera y segunda chavetas (150, 155) están desfasadas según la dirección axial de la envuelta.
- 35 4. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las primera y segunda superficies de apoyo longitudinal (1223, 1224; 1233, 1234) están alineadas según un mismo plano radial.
- 40 5. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que las primera y segunda chavetas (150, 155) están dispuestas cerca de un primer extremo del elemento de soporte axial (170), comprendiendo el rodillo, además, por lo menos una tercera y una cuarta chavetas (160, 165) dispuestas cerca del segundo extremo del elemento de soporte axial (170), estando dichas tercera y cuarta chavetas fijadas en el elemento de soporte axial (170) y dispuestas cada una respectivamente en una tercera y cuarta aberturas de paso (124, 125) dispuestas en la envuelta (120), presentando dichas aberturas de paso unas dimensiones superiores a las de las chavetas (160, 165), comprendiendo cada abertura de paso (124; 125), según dicho sentido de recorrido (Sc) determinado a lo largo de la circunferencia de la envuelta, una primera y una segunda superficies de apoyo circunferencial (1241, 1242; 1251, 1252), y, según dicho sentido de recorrido axial determinado (Sa), una primera y una segunda superficies de apoyo longitudinal (1243, 1244; 1253, 1254),
- 45 por que la tercera chaveta (160) está montada apoyada contra la segunda superficie de apoyo circunferencial (1242) de la tercera abertura de paso (124) mientras que la cuarta chaveta (165) está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo circunferencial (1251) de la cuarta abertura de paso (125),
- 50 y por que la tercera chaveta (160) está montada apoyada contra la primera superficie de apoyo longitudinal (1243) de la tercera abertura de paso (124) mientras que la cuarta chaveta (165) está montada contra la segunda superficie de apoyo longitudinal (1254) de la cuarta abertura de paso (125).
- 55 6. Rodillo según la reivindicación 5, caracterizado por que las tercera y cuarta chavetas (160, 165) están dispuestas en un plano perpendicular al eje de la envuelta.
7. Rodillo según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que las tercera y cuarta chavetas (160, 165) están desfasadas según la dirección axial de la envuelta.
- 60 8. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por que las tercera y cuarta superficies de apoyo longitudinal (1243, 1244; 1253, 1254) están alineadas según un mismo plano radial.
9. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que cada mangueta comprende una punta de centrado (202; 210) que coopera con un resalte practicado en un extremo de la envuelta.
- 65 10. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende por lo menos un elemento elásticamente deformable (180), dispuesto entre la superficie externa del elemento de soporte axial (170) y la superficie interna de la envuelta (120).

11. Rodillo según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende una pluralidad de lengüetas elásticas (180) repartidas de forma uniforme en el espacio circunferencial entre la superficie externa del elemento de soporte axial (170) y la superficie interna de la envuelta (120).
- 5 12. Rodillo según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende una pluralidad de zapatas de hojas de grafito repartidas de forma uniforme en el espacio circunferencial entre la superficie externa del elemento de soporte axial (170) y la superficie interna de la envuelta (120).
- 10 13. Rodillo según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende una lámina elástica en forma de anilla hendida (190) dispuesta en el espacio circunferencial entre la superficie externa del elemento de soporte axial (170) y la superficie interna de la envuelta (120).
- 15 14. Rodillo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que la envuelta cilíndrica está realizada en material compuesto C-C o CMC.



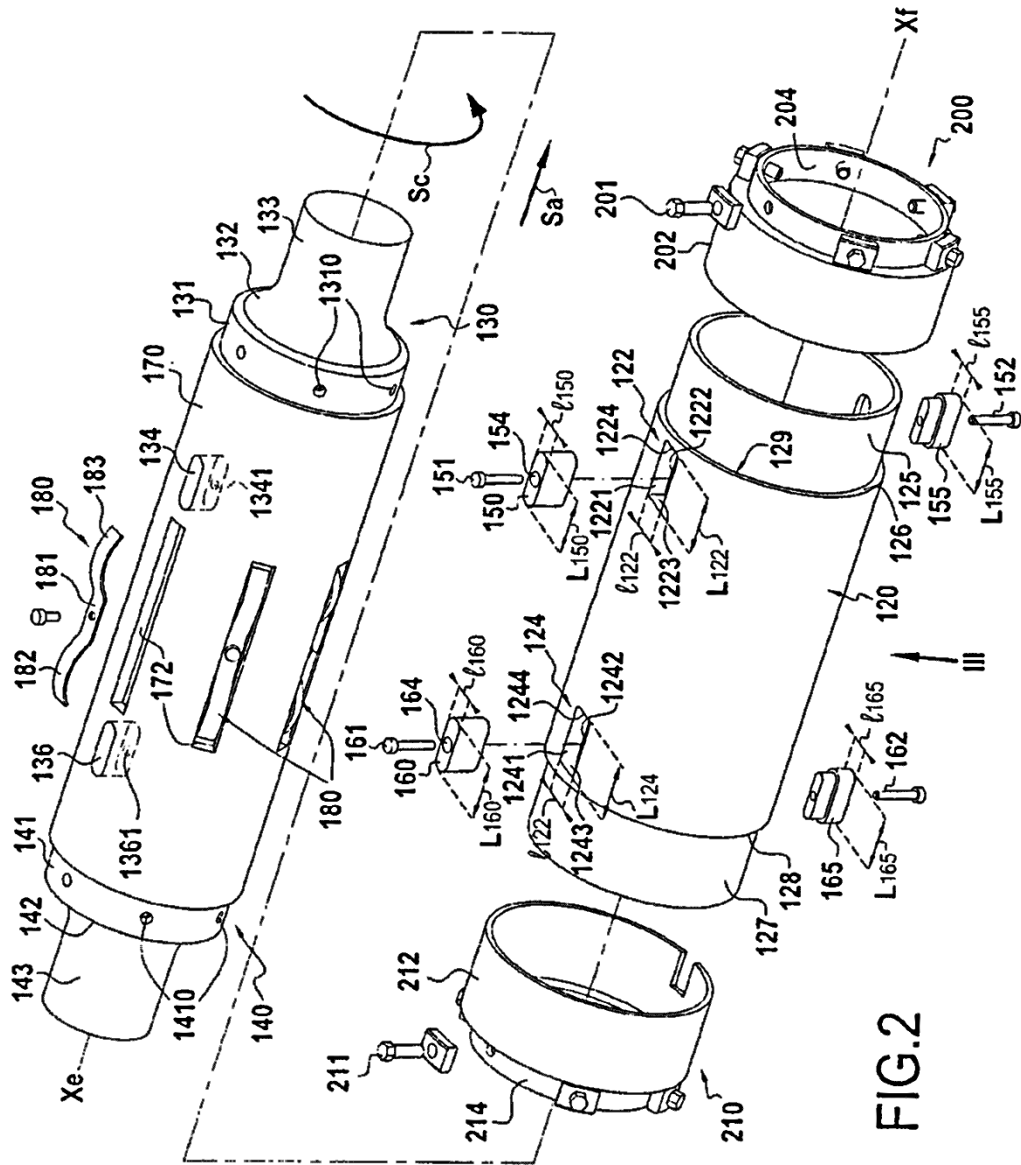
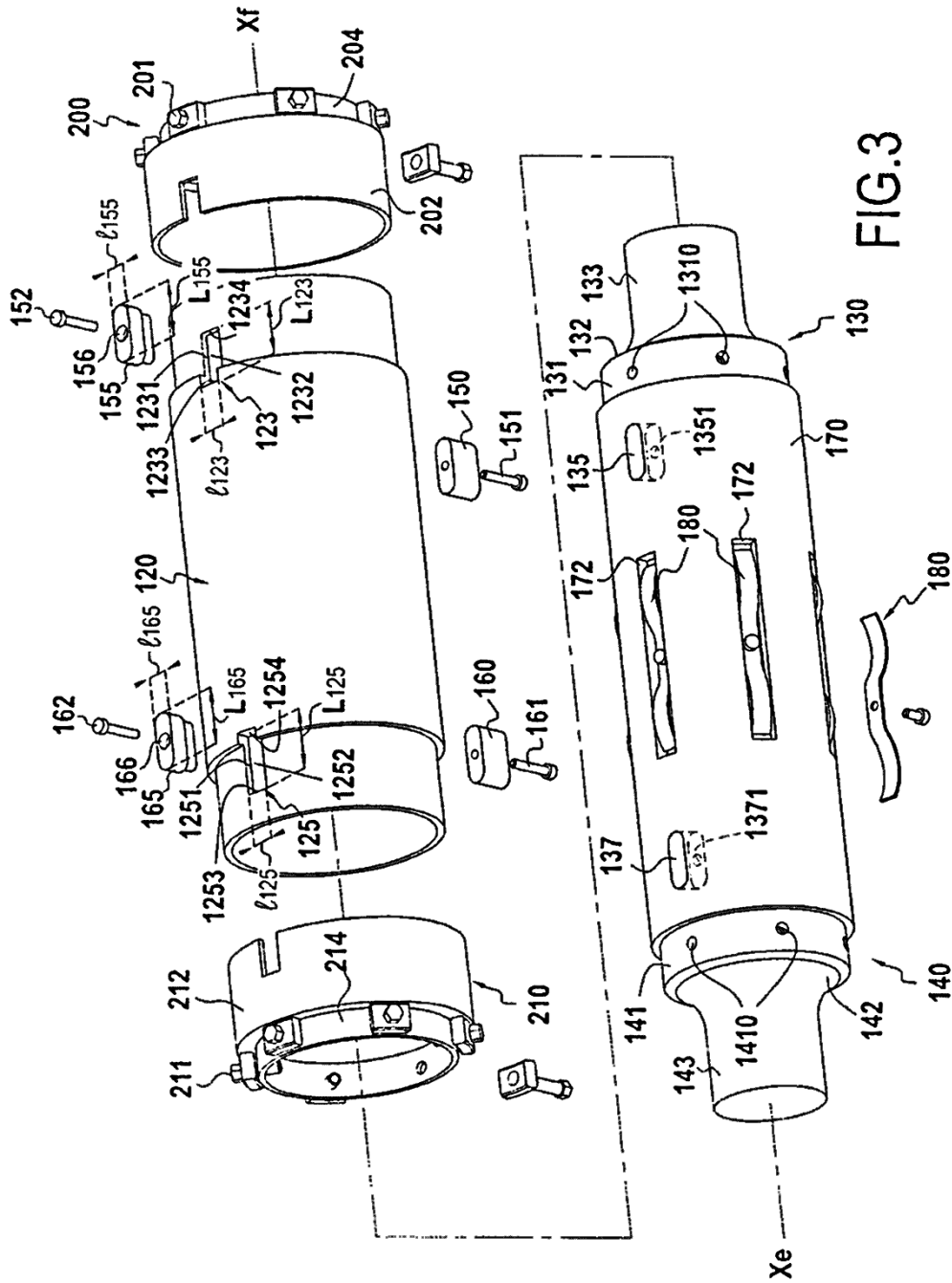


FIG.2



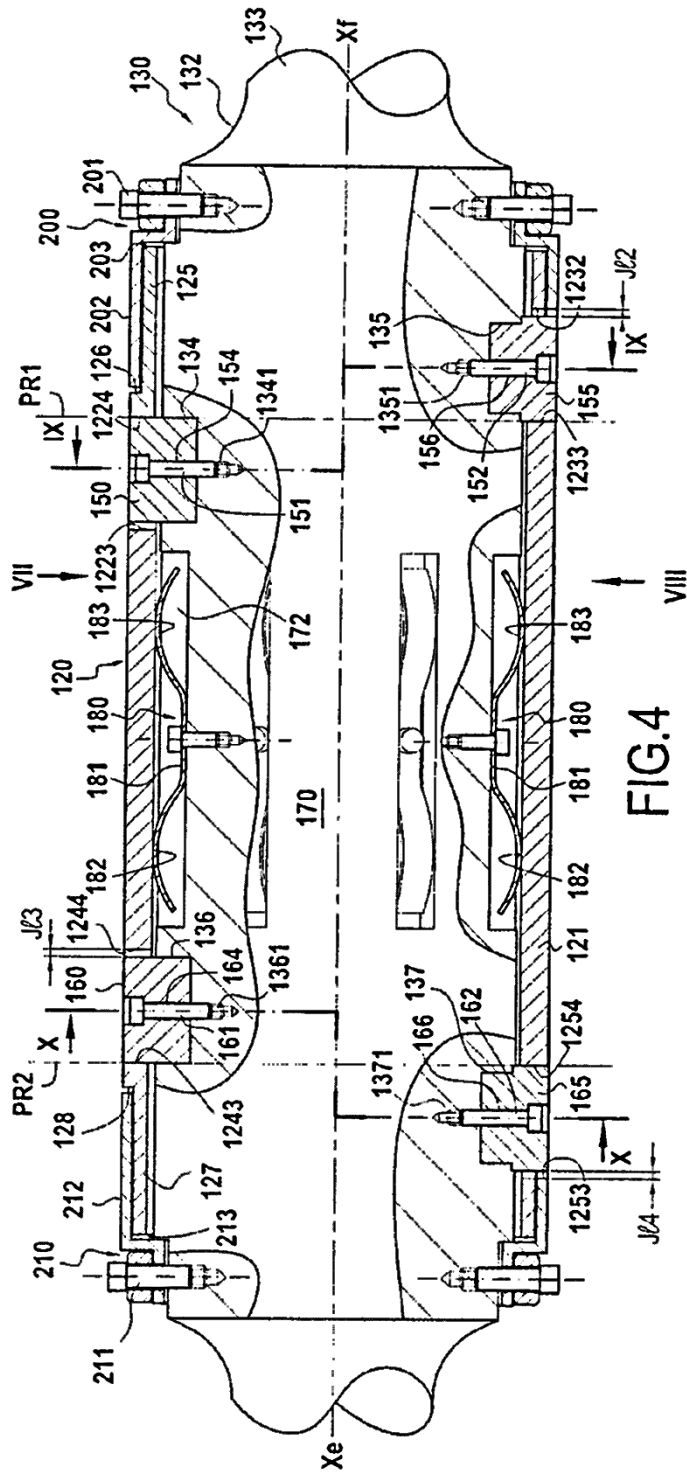


FIG. 4

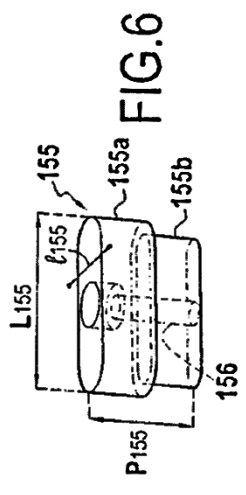


FIG. 5

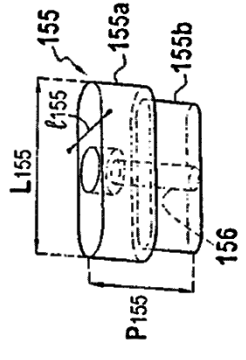


FIG. 6

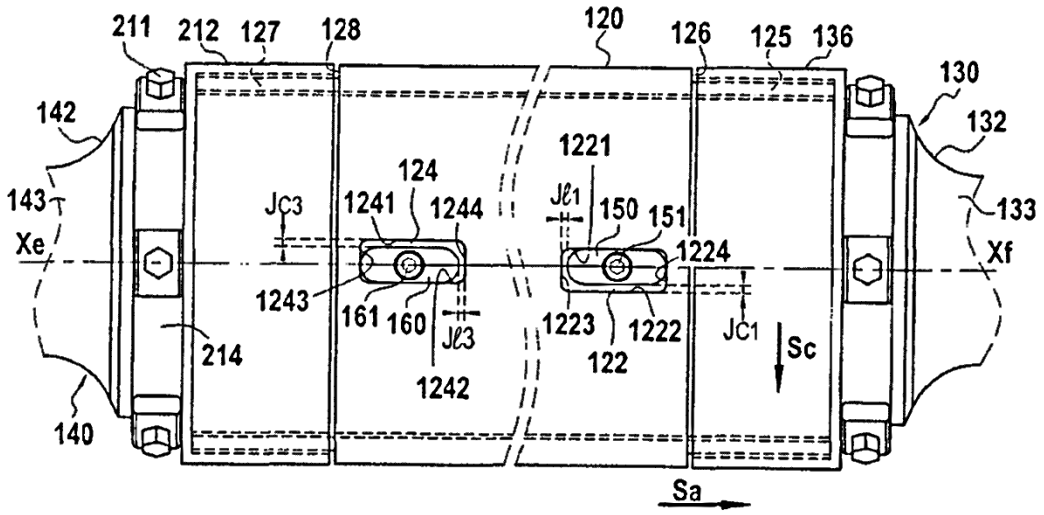


FIG.7

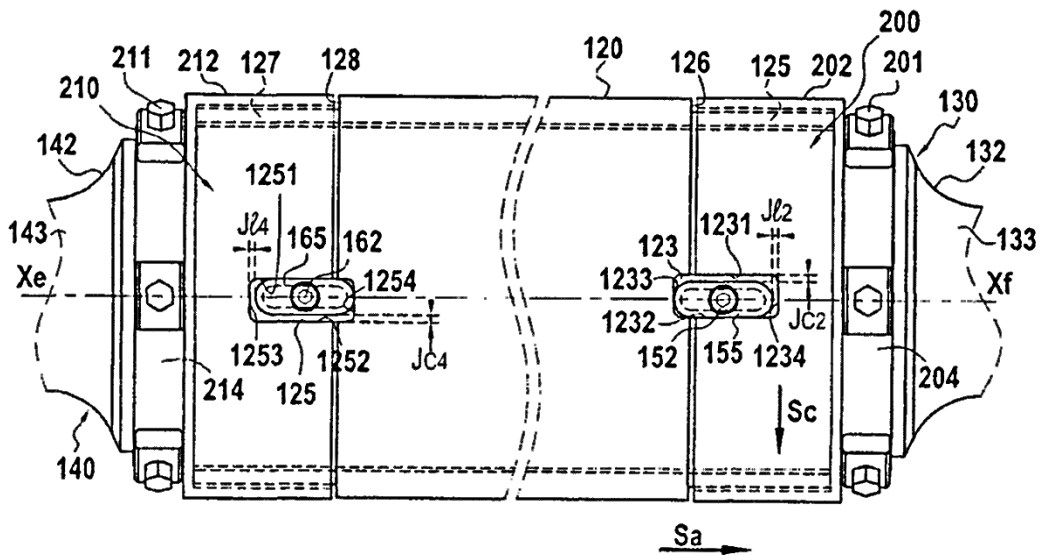


FIG.8

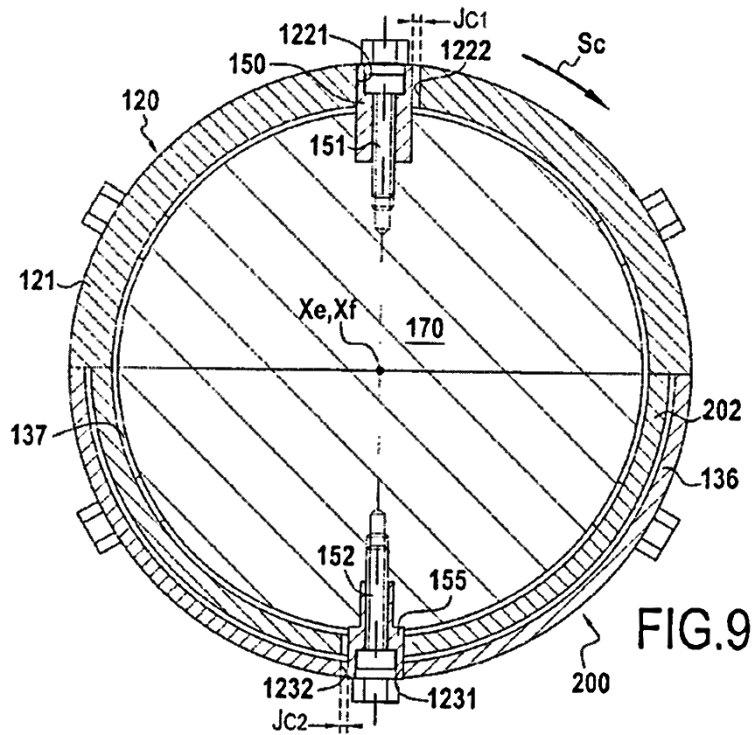


FIG. 9

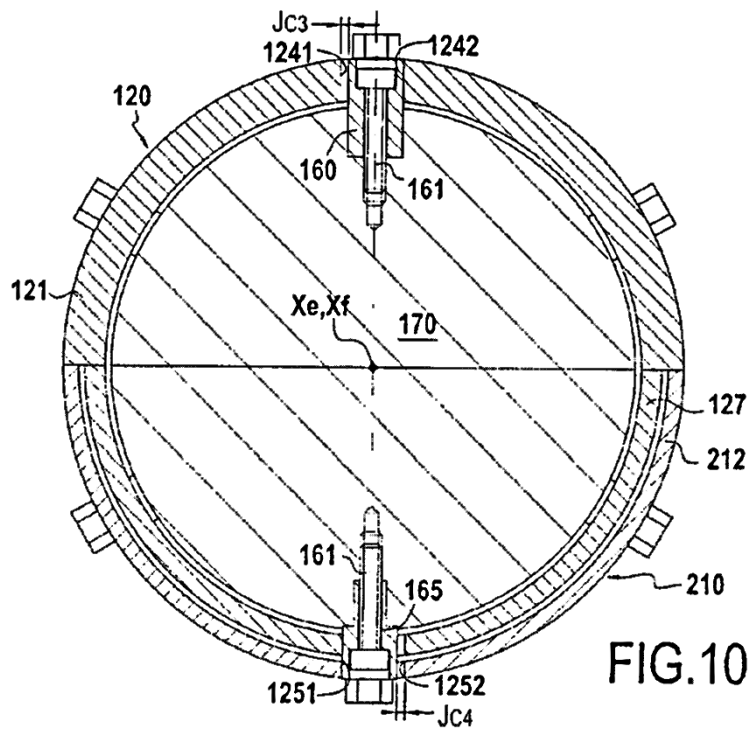


FIG. 10

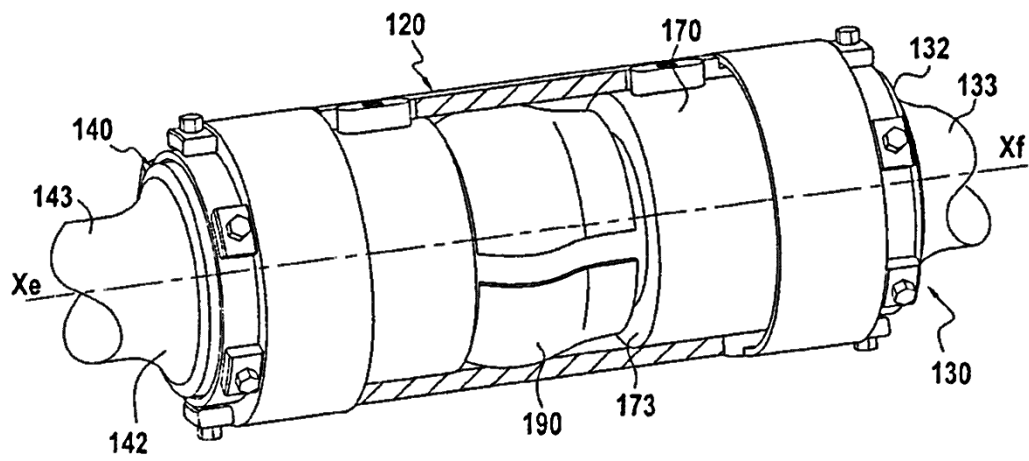


FIG.11