

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 956**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/72** (2006.01)

**A61B 17/66** (2006.01)

**A61B 17/68** (2006.01)

**A61F 2/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.05.2011 PCT/FI2011/050465**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.12.2011 WO11148047**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.05.2011 E 11786188 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2575654**

54 Título: **Dispositivo de tratamiento implantable fijado o interconectado al hueso**

30 Prioridad:

**24.05.2010 FI 20105569**

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

**09.02.2018**

73 Titular/es:

**SYNOSTE OY (100.0%)  
Spektri Business Park Metsänneidonkuja 6  
02130 Espoo, FI**

72 Inventor/es:

**HAAJA, JUHA;  
HALLILA, HARRI y  
RITVANEN, ANTTI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 653 956 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**

Dispositivo de tratamiento implantable fijado o interconectado al hueso

5 La invención se refiere a los detalles de un dispositivo de tratamiento implantable, especialmente a medios que permiten el movimiento unidireccional, por medio de los cuales el movimiento corto de un material que genera movimiento de vaivén es convertido en un movimiento largo unidireccional.

10 La técnica anterior está presentada, por ejemplo, por la solicitud anterior del mismo solicitante FI20085238. La información antecedente sobre tratamientos de alargamiento óseo desvelados en ese documento también se aplica al dispositivo de la presente invención.

15 El documento US5704939 desvela una solución en la que los rodillos descansan en la dirección del movimiento de la barra, y el bloqueo se consigue mediante un movimiento rotatorio causado por torsiones normales experimentadas por el miembro afectado. El documento US5415660 desvela una solución en la que el bloqueo se consigue con púas.

20 El objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo adecuado para uso implantable que funciona aún mejor, por medio del cual puede conseguirse un cambio en la distancia entre dos puntos de unión con cambios repetidos en la longitud del material inteligente. La consecución de suficiente generación de energía a partir del corto movimiento de vaivén proporcionado por el material magnetostrictivo ha demostrado ser un problema en relación con la solicitud mencionada anteriormente. El medio que permite el movimiento unidireccional y las holguras de todo el dispositivo debe ser más pequeño que el cambio de longitud efectuado por el material magnetostrictivo cuando se genera suficiente energía.

25 El material magnetostrictivo es ventajoso dado que proporciona suficiente energía, por ejemplo, en tratamiento de alargamiento óseo. La pequeña longitud del movimiento de vaivén generado es, sin embargo, un problema, con lo que se plantean exigencias altas a los medios que permiten el movimiento unidireccional. El material magnetostrictivo no requiere ningún componente electrónico a su alrededor. El metal con memoria térmica, tal como Nitinol, requiere medios de calentamiento y un medio de alimentación y control de energía para ellos. Los materiales MSM (memoria de forma magnética) generan un movimiento mayor que los materiales magnetostrictivos, pero su generación de energía es insuficiente sin transmisión mecánica. Un accionador piezoeléctrico, por otro lado, requiere, por ejemplo, una bobina de inducción para generar la tensión requerida. Todos los materiales inteligentes anteriores pueden usarse, sin embargo, en relación con la presente invención con limitaciones.

35 La aplicación de osteogénesis con separación de acuerdo con la invención generalmente requiere lo siguiente de la transmisión de energía:

- 40 (1) El movimiento debe llevarse a cabo de manera controlada en etapas de 0,25 mm (0,25 mm cuatro veces al día, es decir, 1,0 mm/día).
- (2) La transmisión de energía de transmitir la energía requerida para la separación.
- (3) El movimiento debe bloquearse después de la etapa.
- 45 (4) El bloqueo debe soportar la tensión mecánica estática y dinámica transmitida desde el miembro.

Además, el método de tratamiento seleccionado, es decir, el enclavamiento medular, plantea requisitos especiales:

- (5) La transmisión de energía debe encajar dentro del clavo medular.
- 50 (6) Los materiales usados deben ser biocompatibles o debe ser posible su aislamiento suficiente respecto al cuerpo.

Con Terfenol-D, se consigue un movimiento repetido de vaivén de aproximadamente 0,15 mm durante el tratamiento de alargamiento de una pierna. Esto corresponde a un alargamiento de longitud del 0,12 % con la contrafuerza requerida para el tratamiento. El Terfenol es frágil y, por lo tanto, no se pueden ejercer fuerzas de torsión, giro o corte sobre él. A la luz del conocimiento actual, la mayoría de los pacientes podrían ser tratados con una fuerza de alargamiento de aproximadamente 800 N. Como mínimo, el alargamiento se ha conseguido con 300 N, pero como máximo, la fuerza requerida ha sido de 1400 N. En relación con el tratamiento de alargamiento de huesos de la pierna, las fuerzas máximas que normalmente se producen durante el uso del dispositivo son, a su vez, del orden de 2,5 veces el peso del paciente. La tensión ejercida sobre el dispositivo cuando el paciente camina alcanza su máximo en la fase final del tratamiento cuando el eje telescópico del clavo es el más largo y la longitud del eje telescópico ya no se incrementa, y las superficies de fricción del mecanismo permanecen, de este modo, en su lugar y la tensión es ejercida sobre el mismo punto durante varios meses. El hueso consolidado y los músculos de las piernas asumen muy pronto una gran proporción de la tensión longitudinal, con lo que principalmente permanecen fuerzas que resisten a la torsión para ser soportadas por el dispositivo.

65

En la solicitud anterior se desveló el uso de una combinación de una tuerca esférica y un embrague de rueda libre y, por ejemplo, el uso de púas como medios para permitir el movimiento unidireccional. Además, la publicación US2009076597 (párrafo 0022 figura 2C) desvela el uso de un embrague accionado por bolas de acuñamiento en relación con un dispositivo ortopédico o similar. La solicitud no desvela un dispositivo de alargamiento óseo, sino aplicaciones en las que las fuerzas requeridas son considerablemente menores.

Las bolas de acuñamiento redondas generan una elevada presión superficial que causa deformación elástica y plástica en partes del embrague. Esto, a su vez, forma una holgura en el embrague, que es mayor cuanto mayor es la fuerza que debe ser resistida por una bola. Dado que el espacio disponible es extremadamente limitado, bolas grandes no encajan en el dispositivo, ni tampoco un gran número de embragues esféricos. La solución descrita en el documento US2009076597 es, por lo tanto, inadecuada para una aplicación en la que las fuerzas son altas y el espacio disponible es limitado. La solución no funciona en un dispositivo de separación ósea, al menos no cuando está hecho de los materiales habituales, por ejemplo los materiales usados convencionalmente en cojinetes de bolas no son suficientemente duraderos para que el dispositivo soporte la tensión durante la duración del tratamiento completo.

La presente invención se caracteriza por las características definidas en la parte de caracterización de la reivindicación independiente 1.

De acuerdo con la invención, los medios que proporcionan un efecto de acuñamiento que establecen contacto en línea se usa para bloquear el movimiento de retorno de un medio unidireccional. Estos medios que proporcionan un efecto de acuñamiento pueden ser, por ejemplo, un rodillo o un calzo. Una bola o un medio doliiforme es también posible si sus superficies de acoplamiento están diseñadas apropiadamente. Tomando como base ensayos llevados a cabo por el inventor, varios embragues sucesivos que permiten el movimiento unidireccional reducen la holgura sujeta a tensión y, con una implementación adecuada, la cantidad de la holgura es casi inversamente proporcional al número de los medios. Las soluciones de acuerdo con la invención se describen con más detalle en lo sucesivo, por medio de los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra una realización de los medios del dispositivo de acuerdo con la invención que permite un movimiento unidireccional.

La figura 2 muestra diferentes secciones transversales para el dispositivo que permite un movimiento unidireccional.

La figura 3 muestra diferentes configuraciones para colocar los medios que permiten un movimiento unidireccional.

La figura 4 muestra vistas en principio de una rueda libre que funciona sobre rodillos.

La figura 5 muestra el principio de un embrague de patín con movimiento lineal.

La figura 1 muestra una vista en despiece ordenado de un dispositivo que permite un movimiento unidireccional. El dispositivo puede comprender preferentemente varios miembros que proporcionan un efecto de acuñamiento en sucesión. En la figura, la barra 1 se mueve dentro del cuerpo 2, los rodillos 3 reposan sobre las superficies inclinadas 7 empujados por una placa resiliente 4 que actúa como un resorte cuando el tope 5 se enrosca en su lugar. Cuando la barra es movida contra la dirección indicada por la flecha, las superficies inclinadas 7 presionan los rodillos 3 contra las caras 8 de la barra, con lo que los rodillos bloquean la barra en su lugar. Varias cuñas o rodillos sucesivos pueden estar contruidos, por ejemplo, de tal manera que las partes sucesivas que acuñan los rodillos o bolas en un ángulo inclinado u oblicuo con respecto a la dirección de desplazamiento de la periferia estén elaboradas en piezas de unión no unidas que encajan sobre la superficie de acoplamiento de la parte externa o interna del dispositivo. Las superficies inclinadas 7 se elaboran a continuación en bandas y varios rodillos sucesivos se disponen sobre ellas. En este caso, se proporciona un resorte para cada rodillo, con lo que el resorte puede reposar sobre las superficies de las bandas o los resortes pueden ser empujados por medio del tope 5 con medios que se extienden, por ejemplo, más allá del espacio entre los extremos de los rodillos 3. Como un resorte también puede usarse un polímero, por ejemplo, caucho de silicona biocompatible, con el que los rodillos se encolan en su lugar sobre las bandas independientes.

En la realización preferida de la figura 1, se usa una barra angular 1 que tiene, por ejemplo, una sección transversal rectangular, en la que los rodillos reposan presionados por el medio 4 que actúa como un resorte de tal manera que el resorte presione los rodillos en el hueco entre la superficie inclinada y la barra. Este medio de resorte puede ser, por ejemplo, una lámina de plástico espumado biocompatible o, por ejemplo, un resorte de caucho de silicona hecho de un polímero, o un resorte de metal. Un resorte de metal puede ser un resorte helicoidal, de tipo lámina, doblado, resorte cónico, etc. Desde el punto de vista de la técnica de fabricación, es más fácil hacer que la barra comprenda superficies que son de sección transversal recta, dado que, en ese caso, los rodillos o calzos son de grosor uniforme y fáciles de fabricar. Los rodillos también pueden ser, por ejemplo, doliiformes, pero en ese caso las superficies de acoplamiento deben hacerse cóncavas. Un rodillo doliiforme o un calzo que tiene una superficie de fricción en forma

de un arco circular hace posible contacto en línea también con la superficie interna de un tubo externo redondo. En ese caso, sin embargo, la contrapartida en la barra interna debe estar diseñada para ser cóncava, de modo que su radio de curvatura será el mismo que el del tubo externo. La superficie de acoplamiento cóncava e inclinada puede fabricarse como una pieza independiente o puede elaborarse, por ejemplo, sobre la superficie de la barra central angular.

En lugar de rodillos rectos, también pueden usarse cuñas, bolas o rodillos doliiformes. En la figura 2 se muestran diferentes alternativas, donde la fila más superior representa medios que producen una superficie de fricción de forma esquemática, que no son ventajosas, por las razones desveladas anteriormente, por ejemplo, en dispositivos de alargamiento óseo, dado que cuando se construyen en el espacio disponible, su funcionamiento ha demostrado ser insatisfactorio. El ejemplo en la tercera fila representa cuatro medios o rodillos que proporcionan un efecto de acuñamiento doliiformes. Si se usan rodillos doliiformes, por ejemplo, con seis o más rodillos, puede usarse un tubo externo esencialmente redondo.

El uso de una parte que comprende un plano inclinado independiente hace posible elaborar las partes inclinadas que acuñan las bolas o rodillos por separado, por ejemplo, por medio de corte o embutición por láser o con agua. Además, la parte independiente es sometida solamente a fuerzas de compresión y, en cierta medida, fuerzas de cizallamiento, pero apenas a esfuerzo de tracción alguno. La parte independiente puede estar hecha, por lo tanto, de un material que es óptimo para uso como un plano inclinado de acuñamiento, parte independiente que también puede estar construida de tal manera que los planos o contrapartidas inclinadas de la cuña estén construidas de piezas más pequeñas independientes, por ejemplo, haciendo que solamente las partes inclinadas soporten los rodillos o las bolas, por ejemplo, de carburo de tungsteno o nitruro de titanio, en cuyo caso pueden, por ejemplo, soldarse ultrasónicamente a una fina lámina metálica que actúa como una parte que soporta los rodillos, bolas o cuñas y los mantiene en su lugar. Como alternativa, las partes pueden soldarse directamente a la barra interna o el tubo externo. El uso de partes independientes también hace posible usar, por ejemplo, una barra redonda como una barra 1 de tal manera que las partes independientes estén encajadas sobre la superficie de la barra, en cuyo caso las superficies inclinadas están, de este modo, sobre la barra interna y bloquean las superficies de fricción sobre la superficie del tubo externo. En este caso, también pueden usarse rodillos doliiformes, cuya curvatura longitudinal corresponde a la curvatura de la superficie interna del tubo externo. En el tubo interno se encajan en este caso partes independientes que comprenden superficies inclinadas de tal manera que reponen directamente sobre la barra redonda o que superficies de acoplamiento rectas se biselen a partir de ellas. En ambos casos, la ventaja es una trabajabilidad más fácil de la propia barra interna, con lo que las partes que comprenden superficies inclinadas de forma especial pueden fabricarse, por ejemplo, en series grandes mediante colada.

La parte independiente puede ser, preferentemente, rectangular o también un arco de sección transversal circular, en cuyo caso su superficie de acoplamiento es la superficie externa de la barra o la superficie interna del tubo. La parte independiente puede ser entonces, por ejemplo, una parte tubular hecha de lámina metálica, posiblemente dejada abierta, que se sujeta a la barra interna o el tubo externo por medio de su propia fuerza de resorte. En este caso, la parte independiente está hecha, preferentemente, recta y enrollada en un tubo abierto ligeramente más grande o más pequeño que su superficie de acoplamiento de modo que se asiente estrechamente sobre su superficie de acoplamiento. La formación final contra el tubo externo o el tubo interno tiene lugar solamente cuando es empujada por las bolas, rodillos o cuñas. La parte independiente puede ser, por ejemplo, una fina placa de acero con partes que albergan bolas sinterizadas, o la parte independiente es una placa con agujeros o cavidades para bolas. La parte independiente no se mueve con respecto a su base durante el funcionamiento.

Las piezas independientes están bloqueadas, por ejemplo, por medio del tope de la figura 1, en la dirección longitudinal y al mismo tiempo, también durante el bloqueo, la fuerza friccional mantiene las partes en su lugar contra la superficie de la parte externa. La ventaja de la parte independiente que comprende un segmento circular es que puede usarse un tubo redondo sobre la superficie interna o externa, o pueden elaborarse surcos que tienen la forma de sección transversal correcta para las bolas en raíles independientes o, por ejemplo, en piezas de metal duro que comprenden surcos inclinados que acuñan los rodillos, que están además soldados por soldadura blanda o fuerte sobre un manguito abierto longitudinalmente, tubular que los alberga, que finalmente se aprieta contra la superficie cuando es presionado por el medio de bloqueo. De esta manera, se evita el maquinado de varias superficies cilíndricas inclinadas en la superficie interna del tubo y el material de las propias partes inclinadas puede seleccionarse libremente. De este modo, la superficie inclinada puede estar hecha, por ejemplo, de cerámicas o carburo de tungsteno, y su soporte y otras partes, por ejemplo, de acero inoxidable o titanio. De este modo, puede usarse un material duro y resistente a la compresión contra el rodillo. La segunda superficie de acoplamiento del rodillo o el calzo es, por lo tanto, menos resiliente y más duradera que cuando está hecha de un material. La segunda superficie de acoplamiento es móvil y, de este modo, su deformación plástica es menos desventajosa, dado que en cada ciclo operativo, el rodillo presiona un nuevo punto y el tubo contador del dispositivo no tiene que usarse muchas veces, dado que el dispositivo es habitualmente específico del paciente y la mecánica es, por lo tanto, habitualmente para un solo uso únicamente.

Las superficies inclinadas son más fáciles de elaborar en una parte independiente pequeña, dado que, en ese caso, también puede usarse sinterización así como técnicas conocidas a partir de clavos de neumáticos de automóviles y las brocas de taladros para roca. Además, por ejemplo, el crecimiento electrolítico y el maquinado por electroerosión

son más fáciles de llevar a cabo en partes no unidas que directamente sobre la superficie de un tubo telescópico. La parte independiente puede ser una fina banda de metal o una fina banda que también comprende paredes verticales sobre las que pueden reposar los medios de resorte. Los medios de resorte pueden ser, por ejemplo, un resorte metálico o un resorte polimérico que al mismo tiempo actúa como un adhesivo durante el ensamblaje.

5 La figura 4 muestra diversas estructuras alternativas para dispositivos de bloqueo internos y externos que funcionan con rodillos, bolas o piezas dolioformes. La figura 2 muestra diferentes alternativas de la sección A-A.

10 La figura 5 muestra diferentes construcciones de calzo. A diferencia de la figura 5, también puede haber varios resortes para los calzos, en cuyo caso las deformaciones plásticas formadas en la estructura no generan fuerzas de sollicitación de diferentes magnitudes a las cuñas sollicitadas con un resorte de articulación. También puede haber resortes entre las cuñas, en cuyo caso el resorte puede ser fino y tener una pequeña longitud de carrera, con lo que permite una pequeña diferencia angular entre las cuñas sin que las cuñas pierdan su fuerza de sollicitación. A diferencia de la figura, puede haber resortes en ambos lados, en cuyo caso los diferentes extremos de la cuña están sollicitados en diferentes direcciones. Cada cuña también puede tener una superficie de acoplamiento conformada en el extremo inmóvil.

20 Los rodillos 3 se pueden adherir por medio de un cordón polimérico a las paredes intermedias estacionarias o a la base de las partes no unidas y posiblemente también a las partes de cuña. Cuando se monta, el rodillo presiona el polímero que actúa como un resorte y el polímero genera una fuerza que presiona el rodillo contra la superficie inclinada. Entre el rodillo y el polímero puede haber medios de soporte de separación que transmiten la fuerza del resorte. El resorte también puede ser de metal.

25 Para facilitar el ensamblaje, pueden montarse cuñas o rodillos sucesivos en marcos de montaje sucesivos que se presionan juntos sin holgura durante el montaje. En ese caso, las cuñas o rodillos de la barra o el tubo que actúan sobre la misma cara están en un marco de montaje diferente, pero los medios opuestos que actúan en el mismo punto de la barra o el tubo pueden estar en el mismo marco de montaje. Después del ensamblaje, los marcos de montaje se presionan a su posición final sucesivamente de tal manera que no hay una separación significativa entre ellos. Durante el funcionamiento, no se ejercen fuerzas significativas sobre los marcos para separarlos y, por lo tanto, la ausencia de holgura es fácil de lograr, siempre que las caras de los marcos de montaje que reposan una sobre otra sean lisas y rectas.

35 Puede haber, por ejemplo, dos o cuatro rodillos o cuñas en un marco de montaje, preferentemente dos rodillos que actúan sobre una barra plana, cuatro rodillos, es decir, dos pares opuestos que actúan sobre una barra rectangular. Como alternativa, como contrapartida del rodillo también se puede usar una mera superficie recta. Cada uno de los rodillos en un grupo tiene su propio resorte de sollicitación que está dispuesto de tal manera que el resorte permita que los rodillos se monten en el marco de montaje en relación con el conjunto del dispositivo, un marco de montaje cada vez y moviendo a continuación los marcos de montaje en una dirección moviéndolos sin holgura en su posición final, donde se presionan o conectan en sucesión, con lo que los sucesivos marcos de montaje forman juntos varios medios de bloqueo sucesivos en la dirección del movimiento.

45 Los resortes pueden soldarse a los marcos de montaje con antelación, en cuyo caso, al ensamblar el marco de montaje en la barra, los rodillos se pueden hacer pasar desde un hueco entre el extremo de la barra y el resorte, o los rodillos se pueden mantener en su lugar antes del montaje por medio de una herramienta adecuada que mantenga los rodillos en su lugar hasta que la barra o el tubo los mantenga en su posición final. La herramienta puede ser, por ejemplo, un dispositivo en forma de una barra de bloqueo, posiblemente adicionalmente con medios que soportan los rodillos que mantienen los rodillos en su lugar incluso si la barra y la herramienta no están completamente en línea durante el montaje. Los soportes pueden ser, por ejemplo, empujadores accionados por resorte que se extienden al menos hasta el extremo de la herramienta de tal manera que incluso si la herramienta se mueve ligeramente hacia los lados, los rodillos permanezcan firmemente presionados en su lugar hasta que el borde frontal de la barra soporta los rodillos en su lugar y desplaza los soportes. La herramienta también puede comprender medios para mantener los rodillos en su lugar durante el montaje, en cuyo caso los rodillos se colocan en la herramienta y la herramienta es empujada hacia el marco de montaje, con lo que los resortes del marco de montaje detienen los rodillos en su lugar cuando se empuja la herramienta dentro del marco de montaje. Después de esto, la herramienta de montaje es empujada con la barra a través del marco de montaje y los rodillos bloquean el marco de montaje al extremo de la barra.

60 Si los complejos se han conformado en forma adecuadamente arqueada o inclinada antes de que se tensionen los resortes, los rodillos permanecen en los resortes del marco de montaje, que se coloca hacia abajo del resorte, por el efecto de la gravedad. El marco de montaje y el resorte se colocan a continuación horizontalmente, por ejemplo sobre una mesa, de tal manera que el resorte esté contra la mesa. Después de esto, los rodillos se colocan en su lugar en los resortes, debajo del pico formado por el ángulo del plano de cuña. Después de esto, una vez que todos los rodillos están en su lugar, el medio de bloqueo se recoge en la barra presionando la barra entre los rodillos en contacto con la mesa. Los resortes son sollicitados a continuación de manera muy uniforme en todos los lados y el montaje es rápido y fácil. El plano de bloqueo permanece fijo justo en la punta de la barra porque la dirección de movimiento libre es desde la mesa hacia arriba. Después de esto, el siguiente marco de montaje se puede montar

de manera correspondiente en la barra, por lo que los marcos se asientan sucesivamente en la barra. Los medios de bloqueo internos se pueden montar dentro del tubo de una manera correspondiente, uno cada vez, en sucesión.

Los resortes que soportan los rodillos son, preferentemente, resortes de torsión de tipo placa que se pueden soldar en su lugar en el cuerpo, o los resortes también pueden estar contruidos para actuar como un anillo de bloqueo, en cuyo caso por ejemplo los resortes con cuatro rodillos son partes del mismo anillo de bloqueo y todo el anillo se bloquea con la fuerza de resorte en una ranura adecuada o en abrazaderas. Si el resorte no está soldado, sino que es una parte no unida en la etapa de ensamblaje, el ensamblaje se puede llevar a cabo montando el resorte sólo después que el marco de montaje y los rodillos. Las ventajas del resorte de torsión son la sencillez y la planeidad. Un resorte hecho de una banda de acero es además duradero y resbaladizo y no interfiere innecesariamente en el giro del rodillo. Como resorte también se puede utilizar, por ejemplo, una arandela de resorte ondulada, que también funciona como un resorte de torsión, pero que reposa sobre la superficie opuesta, es decir, por ejemplo, el siguiente marco de montaje.

Los marcos de montaje y sus resortes también se pueden construir de tal manera que también mantendrán en su lugar los rodillos o cuñas de un marco de montaje no unido. Para este fin, hay un soporte en el lado opuesto de la superficie de cuña de los rodillos con respecto a los resortes, que impide que el rodillo se mueva más. Además, el soporte o el resorte pueden estar diseñado para albergar los rodillos. El soporte puede ser, por ejemplo, un anillo que está acuñado en la superficie de la cuña detrás de los rodillos, o el soporte puede ser una parte fija del marco de montaje. Con el fin de que el rodillo permanezca en su lugar, las superficies de contacto del resorte y el soporte con el rodillo deben estar más lejos que dentro del radio del rodillo desde la superficie de cuña. El soporte también puede tener una forma similar a una copa. El soporte también puede ser amovible una vez que el marco de montaje ha sido montado en su lugar. El soporte amovible está, preferentemente, diseñado de tal manera que no encajará dentro del dispositivo, sino tiene que ser retirado en relación con el montaje. El soporte amovible puede ser, por ejemplo, plástico.

Los marcos de montaje son preferentemente lisos y brillantes en sus partes terminales que están en contacto entre sí con el fin de que no se forme ninguna holgura entre ellos. Por medio de marcos sucesivos independientes, el ensamblaje es más fácil de llevar a cabo y los sucesivos marcos de montaje se presionan estrechamente uno contra el otro durante el uso porque no se ejercen fuerzas de tracción sobre ellos, y así los marcos independientes no reducen la resistencia y la solidez del dispositivo, porque esencialmente sólo la fuerza de compresión, y en cierta medida las fuerzas de torsión, se ejercen sobre los marcos de montaje externamente, si el resto de la estructura del dispositivo no los recibe. Los marcos de montaje también se pueden soldar entre sí en relación con el ensamblaje para rigidificar la estructura.

Dado que cada marco de montaje puede estar hecho, preferentemente, de una pieza de material, pueden construirse para ser extremadamente sólidos en la dirección de las fuerzas de soporte del medio de bloqueo, en cuyo caso la holgura de un único medio de bloqueo es tan pequeña como posible y no hay articulaciones en la dirección de la fuerza generada por la fuerza más elevada del medio de bloqueo, es decir, la fuerza generada por la superficie de cuña o el calzo. El marco de montaje más simple es la forma de un anillo grueso, hay superficies de cuña inclinadas para los rodillos en el agujero para la barra, y puede haber un hueco de montaje para los resortes, lo que les da la flexibilidad adecuada. El hueco que da flexibilidad también puede estar en el siguiente marco de montaje. En el marco no se necesitan ninguna de dichas partes que no sean necesarias en el dispositivo. Por ejemplo, en comparación con la figura 1, el marco de montaje puede ser considerablemente más corto y no se requiere tope. Además, un resorte de torsión ocupa menos espacio que un resorte polimérico. Es posible fabricar el marco de montaje sólo un poco más largo que el diámetro de los rodillos.

Para facilitar el ensamblaje, los muchos rodillos sucesivos también se pueden encolar a las partes no unidas con una sustancia biocompatible. Un adhesivo adecuado puede ser, por ejemplo, un plástico de silicona biocompatible resiliente que más tarde actúa también como un resorte que genera la fuerza de sollicitación para los rodillos o cuñas. En ese caso, por ejemplo, se usa silicona para encolar los rodillos en la superficie inclinada, de tal manera que el encolado actúe simultáneamente como un resorte de presión durante el funcionamiento posterior. En la práctica, la parte posterior de la cuña tiene que ser conformada o rugosa de tal manera que el encolado o la colada de plástico permanezcan fijados de forma fiable a la parte de cuña. El propio rodillo o calzo puede desprenderse del encolado tan pronto como se haya completado el ensamblaje del dispositivo. También es posible usar, por ejemplo, hielo formado por agua para la unión temporal, que es fácil de quitar después del ensamblaje mediante calentamiento. En ese caso, la fuerza de resorte se debe generar de una manera diferente.

Entre el rodillo o cuña y el resorte polimérico puede haber un soporte separado o una parte portante que separa el resorte y el rodillo entre sí. Esto impide que la parte de resorte blanda se retuerza alrededor del rodillo durante el uso y, por lo tanto, el polímero termine entre la superficie de fricción. La parte de soporte se puede conectar temporalmente al rodillo durante la duración del ensamblaje o la parte de soporte también puede estar, por ejemplo, montada sobre un cojinete en el extremo del rodillo. Si se usa un calzo, los calzoes se pueden encolar con el material resiliente que actúa como un resorte, de tal manera que el encolado mantenga las cuñas casi en su lugar en un extremo y al mismo tiempo genera una fuerza de sollicitación durante el uso. En tal caso, se puede usar una contrapartida diseñada adecuadamente para las cuñas. Si los rodillos están encolados con un polímero elástico sobre una superficie inclinada o una estructura de soporte, también pueden actuar como cuñas no giratorias. En ese

caso, la posición de los rodillos no cambiará durante el funcionamiento, sino que, cuando el bloqueo es liberado, el resorte polimérico recuperará la posición del rodillo, que se ha retorcido un poco durante el bloqueo, cerca de la original. El rodillo, por lo tanto, probablemente se volverá ligeramente plano en sus superficies de fricción durante el uso, si se produce deformación plástica o desgaste en el rodillo.

5 Otros materiales de resorte preferibles son acero, caucho celular o plástico celular y Nitinol, que es un material superelástico y biocompatible bien conocido. La figura 3 muestra diferentes posiciones de los medios que permiten el movimiento unidireccional. En la primera y tercera soluciones (A y C), los medios 19 que permiten el movimiento unidireccional están en diferentes extremos de un medio de Terfenol 11. En este caso, la trayectoria máxima S es más corta que cuando los medios 19 están en el mismo lado, como en las figuras segunda y cuarta (B y D). Las superficies de fricción de bloqueo 14 de las dos primeras aplicaciones (A y B) están contra el tubo o barra telescópica interna 1 y las superficies de fricción 14 de las dos últimas aplicaciones (C y D) actúan contra el tubo externo 12. Medios dispuestos en el mismo lado requieren una pared o soporte intermedio adicional en la construcción y, por lo tanto, la construcción se vuelve algo más compleja.

15 Los rodillos o cuñas sólo pueden estar en un lado de los medios que se mueven en una dirección. El rodillo o cuña presionará los medios móviles contra la superficie de fricción en el lado opuesto. Esto hace posible el uso de diferentes superficies de fricción en la cuña o rodillo y su superficie de apoyo. La cuña o rodillo tiene que soportar una presión superficial mucho mayor que la superficie de fricción de un apoyo que tiene un área superficial mayor. También en este caso, el ángulo de acuñamiento de la cuña o rodillo debe ser suficiente para bloquear la cuña o el rodillo, pero no tiene que haber más de una cuña o rodillo. Esto es preferible no solamente desde el punto de vista de los costes de fabricación, sino también porque habrá deformación en un solo lado y, por lo tanto, altas presiones superficiales que causan holgura. Esta solución también hace posible una sección transversal semicircular, en cuyo caso la superficie de fricción del apoyo es curva.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de tratamiento implantable fijado o interconectado al hueso, que genera un movimiento progresivo unidireccional mediante un miembro (11) que genera un movimiento de vaivén en la misma dirección usando un medio (19) basado en la fricción que permite un movimiento unidireccional, comprendiendo el medio (19) que permite un movimiento unidireccional un segundo miembro dispuesto adyacente a una barra interna (1) o un tubo externo (2), teniendo el segundo miembro, o la barra interna o el tubo externo, una parte ahusada que tiene una superficie inclinada (7), en el que la parte ahusada se expande en la dirección del movimiento de la barra interna o el tubo externo, y medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento dispuestos entre la superficie inclinada del segundo miembro, o la barra interna o el tubo externo, y una superficie plana del segundo miembro, o la barra interna o el tubo externo, que se extiende paralela a la dirección de movimiento de la barra interna o el tubo externo, en el que los medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento proporcionan un efecto de acuñamiento en cooperación con la superficie inclinada (7), caracterizado por que los medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento se seleccionan entre un grupo que comprende rodillos, bolas, piezas dolioformes o calzos que forman un contacto en línea con el segundo miembro o la barra interna o el tubo externo sustancialmente no paralelo a la dirección de movimiento.
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el contacto en línea de los medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento es perpendicular a la dirección de movimiento.
3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que hay varios medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento que establecen un contacto en sucesión en la dirección del movimiento del movimiento unidireccional.
4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 3, en el que la parte ahusada que tiene una superficie inclinada se fabrica como una parte independiente que está conectada además a o reposa por medio de fricción directamente sobre su apoyo, o varias contrapartidas de las bolas, rodillos, piezas dolioformes o calzos están unidas a una parte de soporte común que está, además, conectada a o soportada sobre su apoyo.
5. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por que varias contrapartidas de las bolas, rodillos, piezas dolioformes o calzos están dispuestas en sucesión en la dirección del movimiento sobre una o más partes de soporte independientes.
6. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el miembro (11) que genera el movimiento de vaivén comprende un medio magnetoestrictivo, de metal con memoria, MSM o piezoeléctrico.
7. Un dispositivo de alargamiento de hueso intramedular que comprende el dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
8. Un dispositivo de tratamiento extramedular que comprende el dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, por ejemplo, un dispositivo de tratamiento para escoliosis o un separador de mentón.
9. Un dispositivo implantable de acuerdo con la reivindicación 3, en el que grupos de medios (3) que proporcionan un efecto de acuñamiento sucesivos en la dirección de movimiento del movimiento unidireccional están montados, cada uno, en sus propios marcos de montaje independientes de tal manera que cada medio de cuña tiene su propio resorte de sollicitación y los marcos de montaje son adecuados para ser montados uno por uno sucesivamente sobre la barra interna (1) o el tubo externo (2), con lo que pueden moverse, cuando el dispositivo está siendo ensamblado, en la dirección del movimiento unidireccional permitido hasta su posición final a lo largo de la barra o el tubo.



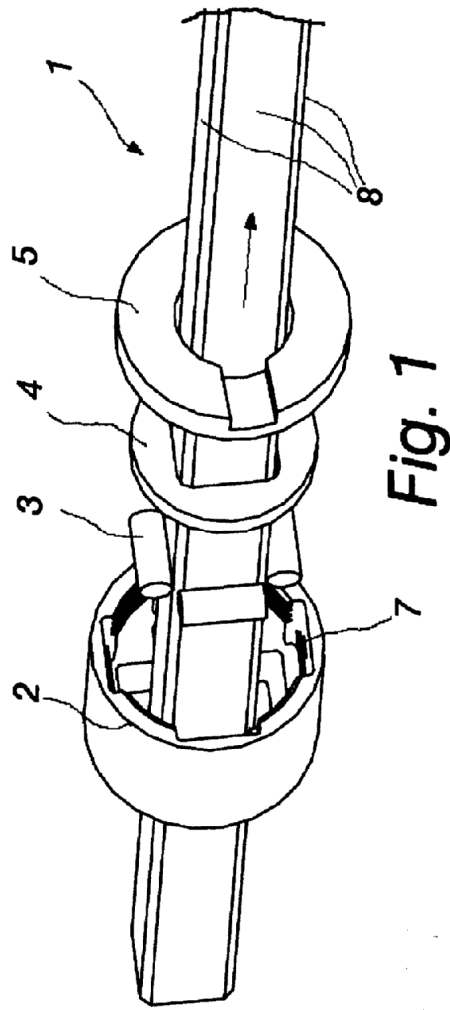
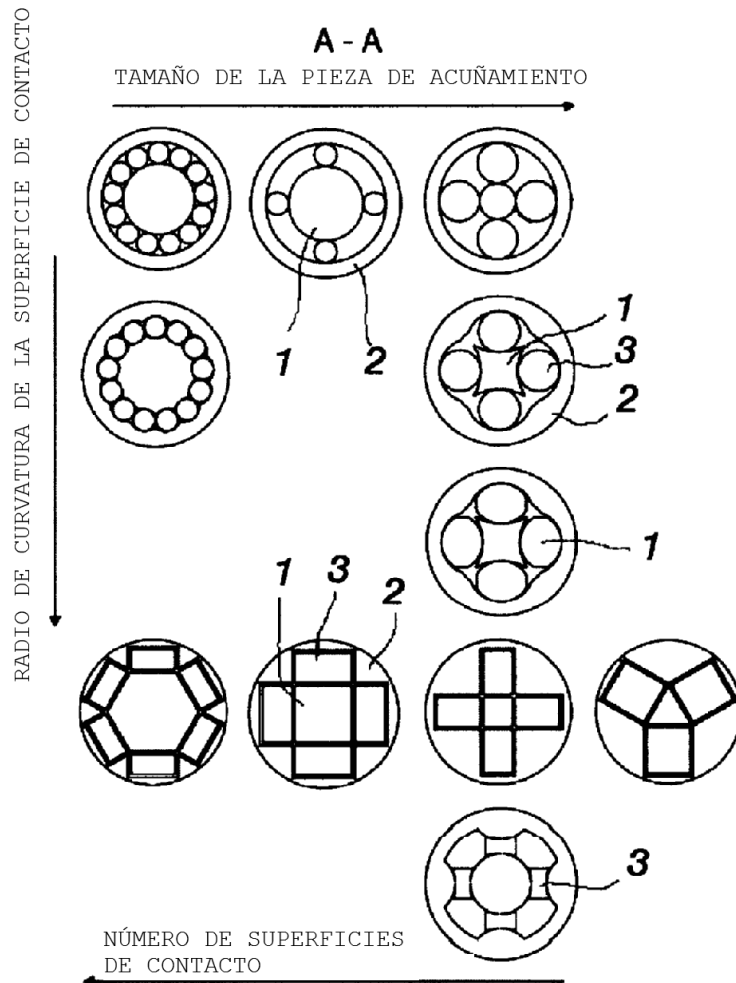


Fig. 1



**Fig. 2**

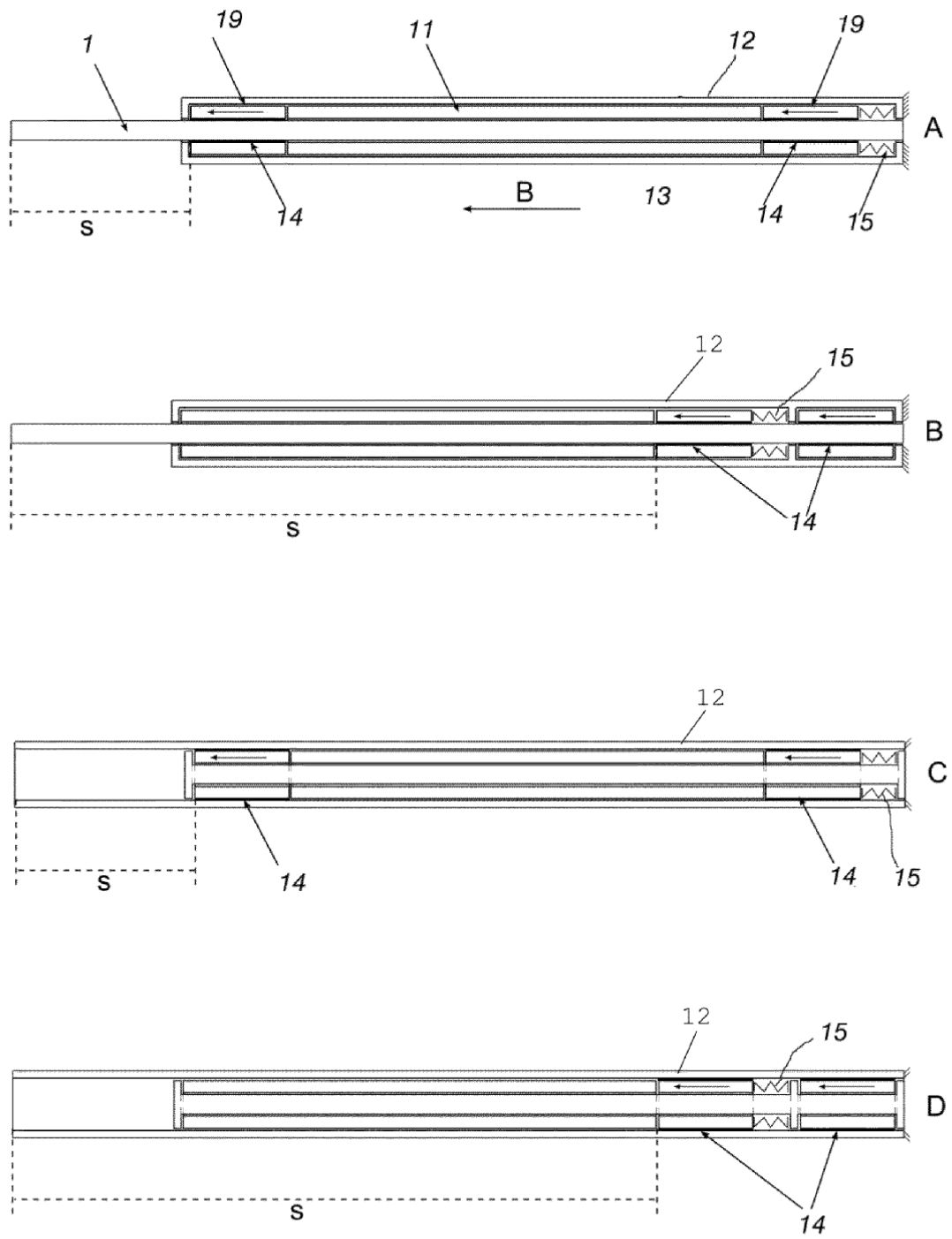


Fig. 3

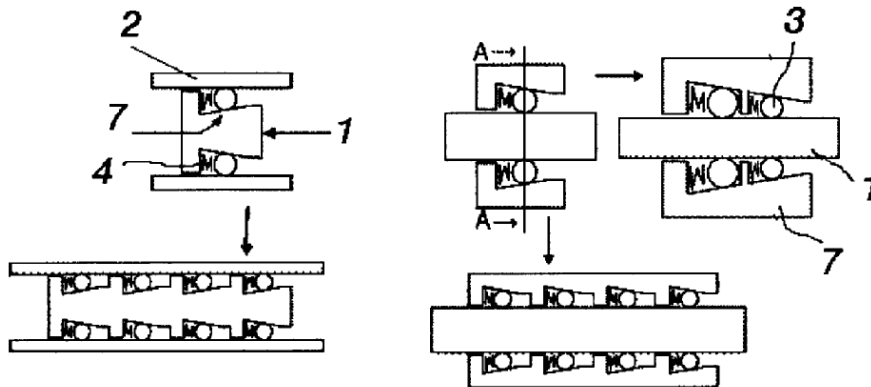


Fig. 4

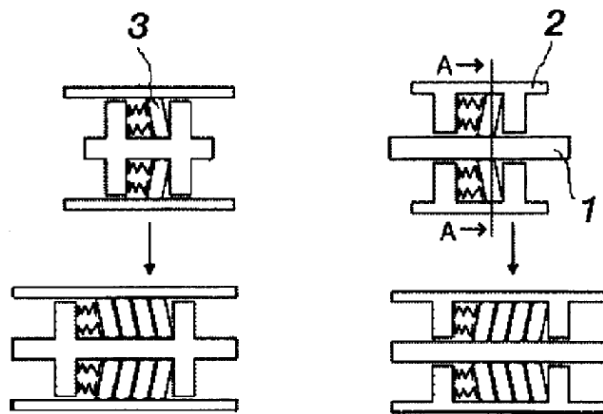


Fig. 5