

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 217**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/64** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2009 PCT/CH2009/000208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2009 WO09152633**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2009 E 09765315 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2323572**

54 Título: **Dispositivo para la fijación externa de fracturas óseas**

30 Prioridad:

**17.06.2008 CH 929082008**

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

**03.03.2017**

73 Titular/es:

**DURST, HEIKO (100.0%)  
Tannenweg 2a  
93138 Lappersdorf, DE**

72 Inventor/es:

**LORENZ, KAI-UWE y  
DURST, HEIKO**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 604 217 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 para la fijación externa de fracturas óseas

**Campo de la técnica**

5 La invención se refiere a un dispositivo para la fijación externa de fracturas óseas según el preámbulo de la reivindicación independiente 1.

**Estado de la técnica**

10 Un fijador externo es un dispositivo incorporado fuera del cuerpo que se fija al hueso mediante barras roscadas de metal, las denominadas espigas, para la fijación externa de fracturas óseas de un paciente y que se emplea normalmente en fracturas abiertas con lesiones en partes blandas o en pacientes con heridas múltiples. En operaciones de urgencia llevadas a cabo en pacientes con heridas múltiples suele ser necesario posponer el tratamiento definitivo de las fracturas óseas en extremidades, como por ejemplo, los muslos o las piernas, en favor de otras lesiones que supongan un peligro de muerte para no poner en riesgo la vida del paciente. Después de una primera recolocación de la fractura, esta se estabiliza de forma provisional con un armazón exterior, el fijador externo. Igualmente, en casos de fracturas abiertas puede ser también necesario estabilizar la fractura con un fijador externo, puesto que un tratamiento definitivo de la fractura mediante placas, tornillos o clavos en un primer momento podría aumentar el riesgo de una infección postoperatoria. En los casos de fracturas abiertas, la posterior retirada del fijador externo y la estabilización ósea definitiva mediante placas y tornillos, o con clavos, tiene lugar después de obtener una herida limpia o, en el caso de los pacientes con heridas múltiples, después de alcanzar una condición estable.

20 En el denominado fijador de espigas se anclan espigas, por ejemplo, tornillos de Schanz o clavos de Steinmann, al tejido óseo. Estas espigas suelen ser pasadores de acero con dimensiones estandarizadas. Una vez recolocada la fractura ósea, las espigas se unen entre sí a un armazón exterior rígido, que a menudo suele componerse de barras o tubos unidos entre sí. Algunas formas alternativas son fijadores con pinzas, fijadores con anillos o con halo y dispositivos combinados, los denominados fijadores híbridos.

25 Cuando un paciente que ha sufrido una fractura abierta de grado superior (grado 3b o 3c) ingresa en el servicio de urgencias, esta fractura no se puede estabilizar directamente con placas o clavos. En su lugar, en estos casos se monta en un primer momento un fijador externo y después, pasados unos días, se produce el cambio de técnica. Se retira el fijador externo y se efectúa una osteosíntesis definitiva por medio de, por ejemplo, placas o clavos. El montaje del fijador externo suele requerir mucho tiempo en los modelos conocidos, puesto que, para el montaje posterior a la recolocación de la fractura, se suelen colocar muchos tornillos y, en caso de una posición insuficiente, se tienen que volver a soltar y colocar otra vez. En caso de que sean necesarias varias correcciones de la posición, esta operación puede durar mucho tiempo. Puesto que en situaciones de emergencia los pacientes con fracturas abiertas de grado superior suelen ser heridos graves, con heridas adicionales, por ejemplo en la caja torácica o en el abdomen, el primer tratamiento de la fractura ósea se debe finalizar con la mayor rapidez posible para que el paciente pueda ser trasladado tan pronto como sea posible a la unidad de cuidados intensivos. Los sistemas fijadores hasta la fecha no permiten esto debido a los motivos nombrados más arriba. Las distintas formas de realización de los fijadores externos todavía hacen más complicada la recolocación anatómica de los fragmentos de la fractura, puesto que se tienen que alinear cuatro o más espigas óseas en una recta, lo que puede resultar complicado o imposible debido a la posición de la espiga. Además, el montaje de los sistemas conocidos de barras y tubos suele ser voluminoso y difícil de manejar.

40 Se ha desarrollado una serie de sistemas fijadores que supuestamente permiten una mejor adaptación del fijador externo a las circunstancias específicas respectivas de una fractura.

45 DE 10125742 C1 muestra un fijador externo en el que se introduce, alrededor de un cable tensor, una serie de módulos individuales provistos de un orificio pasante. Los distintos tipos de módulos individuales presentan distintas longitudes y/o ángulos de conexión. Además, se prevén elementos de conexión específicos para espigas óseas y barras de sujeción. Los elementos individuales disponen de cuatro pivotes en una superficie de conexión frontal y, en el lado opuesto, de cuatro oquedades, de forma que se puedan disponer respectivamente dos módulos individuales consecutivos con cuatro ángulos de giro distintos en unión positiva entre sí. El cable tensor se tensa después de una adaptación del fijador. Así pues, los módulos individuales también se unen entre sí en arrastre de fuerza en la dirección del cable tensor. El fijador externo nombrado permite únicamente una adaptación relativamente aproximada a las condiciones anatómicas. Además, después del ensartamiento en el cable tensor, ya no es posible efectuar un ajuste de precisión o una adaptación a la posición de las espigas. Así, también se prevé que los tornillos óseos no se atornillen en los huesos hasta después de la construcción del fijador.

50 US 5944719 muestra un fijador externo en el que una cadena de rótulas y manguitos se tensa con un cable tensor y se vuelven rígidos cuando se someten a tracción. Una pluralidad de elementos de manguito dispone de dispositivos

5 rotatorios de sujeción de espigas con los que se pueden sujetar las espigas incorporadas en el tejido óseo al fijador externo. Para ello, la espiga se tiene que unir a los dispositivos de sujeción de espigas con su extremo distal mediante una tuerca. Así, la separación del fijador con el hueso viene dada por la longitud de las espigas, que por ello solo pueden ser raptas. Debido a las rótulas, el fijador es móvil y se puede adaptar de forma precisa a la situación anatómica durante la conformación. Sin embargo, como la posición de los dispositivos de sujeción en el fijador está predeterminada o el fijador se debe preparar correspondientemente durante el montaje, el dispositivo nombrado es especialmente adecuado para operaciones preparadas, pero no tanto para un tratamiento inicial con una fuerte presión de tiempo.

10 WO 99/20194 A1 muestra un dispositivo similar con una cadena de rótulas que se puede volver rígida mediante un cable tensor. En una forma de realización, en lugar de los elementos de rótula provistos de los dispositivos de sujeción de espigas, se utilizan manguitos con dispositivos de sujeción de espigas que se pueden incorporar posteriormente en la cadena del fijador, de forma que la posición de los dispositivos de sujeción se puede adaptar más rápidamente a la posición real de las espigas.

15 WO 03/068085 A1 muestra una variante de un fijador con elementos de rótula análogo al dispositivo nombrado anteriormente, en el que las uniones entre las rótulas individuales se fijan o se liberan mediante un cierre de palanca de sujeción rápida. Ello permite un montaje local secuencial del fijador a partir de piezas individuales. No obstante, en esta forma de realización, la forma en conjunto no se puede adaptar tan rápidamente, puesto que primero hay que soltar una pluralidad de cierres.

20 De US 2003/187432 A1 se conoce un dispositivo para la fijación externa de fragmentos óseos. El dispositivo comprende una pluralidad de componentes modulares que están respectivamente compuestos por un material no metálico. En este caso, en un extremo de una barra hecha con una longitud deseada se incorpora un elemento de bloqueo que está previsto para conectarse con otra barra. Combinando elementos de apriete, pasadores, separadores y resortes se alcanza la fijación deseada de los fragmentos óseos.

25 JP 2004 298253 A describe un dispositivo de fijación de huesos externo con una pluralidad de pasadores que se introducen en un hueso, una pluralidad de medios de rótula configurados de forma giratoria unos con respecto a otros y con respecto a los pasadores, y tornillos de sujeción para fijar los pasadores a los medios de rótula. Soltando los tornillos de sujeción se pueden ajustar respectivamente los pasadores en el ángulo deseado.

30 De EP 807 419 A2 se conoce un fijador externo que es especialmente adecuado para la fijación de fracturas de huesos pequeños en niños. El fijador comprende un par de elementos de apriete para pernos óseos que están unidos mediante rótulas inmovilizables a un cuerpo central de longitud ajustable que comprende al menos un elemento macho y un elemento hembra. Uno de los elementos hembra configurado de forma telescópica se fabrica de un material que es esencialmente transparente para los rayos X, mientras que otro de los elementos telescópicos se fabrica de un material rígido esencialmente opaco. Las paredes laterales de este elemento telescópico presentan un espesor tan bajo que son, al menos en parte, transparentes para los rayos X para poder permitir así una radioscopia de la fractura a través del cuerpo central.

35

### Explicación de la invención

40 La tarea de la invención es proporcionar un dispositivo del tipo mencionado al principio que no presente los inconvenientes nombrados más arriba ni otros inconvenientes. Particularmente, un dispositivo de este tipo para la fijación de fracturas óseas debe permitir una recolocación sencilla de una fractura ósea con espigas introducidas en los huesos o en los fragmentos de hueso respectivamente y, posteriormente, una rigidización rápida y estable del dispositivo. Preferiblemente, un dispositivo según la invención debe poderse manejar de forma sencilla y con pocas maniobras, incluso en condiciones de estrés. En caso de recolocación insuficiente, el dispositivo según la invención también se tiene que poder volver a desbloquear fácilmente para permitir una corrección de la recolocación y, a continuación, otra rigidización. Preferiblemente, un dispositivo según la invención también tiene que ser esencialmente transparente a los rayos X para permitir un seguimiento de la recolocación. Además, preferiblemente, también se tiene que poder utilizar en un tomógrafo de resonancia magnética.

45

Estas y otras tareas se resuelven mediante un dispositivo según la invención para la fijación externa de fracturas óseas según el preámbulo de la reivindicación independiente 1. En las reivindicaciones dependientes se indican otras formas de realización preferidas.

50 Un dispositivo según la invención para fijar fracturas óseas se compone de un soporte rigidizable de elementos de articulación individuales que están alineados en un elemento flexible central de fuerza de tracción. Así, dos elementos de articulación constituyen una rótula respectivamente. Las espigas convencionales que se anclan previamente a los fragmentos óseos individuales son sujetadas por apriete por los elementos de articulación y, de esta forma, los fragmentos óseos se estabilizan entre sí espacialmente. El apriete de las espigas y la rigidización del dispositivo tienen lugar de forma simultánea aplicando una fuerza de tracción lo suficientemente elevada al elemento central de fuerza de tracción. Así, las superficies de contacto de las rótulas se presionan unas sobre las otras, de forma que se

55

produce una unión friccional estable entre los elementos de articulación individuales del dispositivo y el dispositivo se rigidiza completamente. Al mismo tiempo, las espigas se aprietan, bien entre dos elementos de articulación adyacentes, o bien con elementos de articulación de dos partes. Al eliminar la fuerza de tracción, el dispositivo se vuelve a desbloquear y se libera la unión a las espigas.

5 En una variante preferida del dispositivo según la invención, el elemento de fuerza de tracción ya se encuentra pretensado con cierta fuerza de tracción en el estado desbloqueado, de forma que sujeta provisionalmente el dispositivo a las espigas en el montaje del mismo después del encaje y, a pesar de ello, el dispositivo fijador puede ser llevado fácilmente a la forma deseada por el operador durante la recolocación de la fractura. Después de soltarse, el dispositivo según la invención mantiene la forma de manera provisional.

10 Se pueden utilizar todos los materiales adecuados tanto para el elemento de fuerza de tracción como para los elementos de articulación, particularmente, metales y plásticos reforzados con fibras. No obstante, para los elementos de fuerza de tracción se prefieren alambres, bandas, cables o, muy preferiblemente, haces de fibras (en lo sucesivo, también denominados haces) de metal, fibra de carbono o de otros plásticos o combinaciones de los nombrados anteriormente adecuados que puedan absorber fuerzas de tracción muy elevadas con un peso reducido, sin deformarse en un periodo de tiempo de meses. Para los elementos de rótula se prefieren materiales poliméricos reforzados con fibras para garantizar una estabilidad mecánica elevada junto con un peso reducido al mismo tiempo. Además, una elección de materiales de este tipo presenta la ventaja de que el dispositivo según la invención es transparente a los rayos X y no presenta ninguna parte metálica que pudiese causar artefactos en el tomógrafo de resonancia magnética o que pudiese prohibir su aplicación en el campo magnético del tomógrafo de resonancia magnética.

25 En un método para fijar fracturas óseas se anclan espigas convencionales en el tejido óseo del paciente. Normalmente se utilizan dos espigas por cada fragmento óseo grande, es decir, en total, al menos cuatro espigas. Por consideraciones mecánicas, se selecciona la separación más grande posible de las espigas en el mismo fragmento. Posteriormente, las espigas se encajan en un dispositivo fijador según la invención. Los elementos individuales del dispositivo pueden moverse giratoriamente unos con respecto a otros en el estado desbloqueado y siguen los movimientos de las espigas durante la recolocación del hueso por parte del operador. Tensando un elemento de fuerza de tracción central, los elementos de articulación se bloquean unos con respecto a los otros y permanecen sometidos a carga en la posición ajustada anteriormente. Con ello, el hueso fracturado se mantiene fijado en la posición ajustada, lo más parecida posible a la posición anatómica original. Al mismo tiempo, las espigas se aprietan en la posición deseada en el dispositivo de forma estable.

30 Fundamentalmente, el dispositivo fijador según la invención está previsto para el tratamiento temporal hasta el tratamiento definitivo de la fractura con clavos o placas debido a sus ventajas en cuanto al manejo y a la velocidad, especialmente en situaciones de emergencia. Otro campo de aplicación previsto son usos en situaciones de crisis, como por ejemplo, terremotos o guerras, en las que pacientes con heridas graves tienen que prepararse con medios escasos en el menor tiempo posible para ser transportados. No obstante, un dispositivo fijador según la invención también es adecuado para un tratamiento definitivo de una fractura.

### Breve descripción de los dibujos

A continuación, se explica el dispositivo según la invención por medio de dibujos.

- 40 La Figura 1 muestra a modo de ejemplo el extremo posterior de un dispositivo según la invención (a) en una vista lateral y (b) en una sección longitudinal.
- La Figura 2 muestra una sección longitudinal a través de un fragmento de un dispositivo según la invención análogo a la Figura 1, con otra forma de realización de los elementos de articulación.
- La Figura 3 muestra una sección longitudinal a través de un fragmento de un dispositivo según la invención análogo a la Figura 2, en el ángulo de flexión máximo.
- 45 La Figura 4 muestra de forma esquemática (a) una fractura ósea estabilizada con un dispositivo según la invención y (b) una forma de realización con dos soportes y un elemento intermedio dispuesto entre los mismos.
- La Figura 5 muestra una forma de realización posible de un elemento de articulación individual de un dispositivo según la invención, análogo a la Figura 1.
- 50 La Figura 6 muestra otra forma de realización posible de un elemento de articulación individual de un dispositivo según la invención, análogo a las Figuras 2 y 3.
- La Figura 7 muestra una forma de realización en dos partes de un elemento de articulación para un dispositivo según la invención.

La Figura 8 muestra otra variante de un dispositivo según la invención con un elemento de articulación de dos partes.

### Forma de realización de la invención

5 En la Figura 1 se representa una posible forma de realización de un dispositivo 1 según la invención para la fijación externa de fracturas óseas (a) en una vista lateral y (b) en una sección longitudinal. En ella, se muestra el extremo posterior del soporte 11 del dispositivo 1 con los elementos de articulación 2 más posteriores y un dispositivo de tensado 5 situado en el extremo para generar la fuerza de tracción necesaria para la rigidización del dispositivo 1. El elemento de fuerza de tracción 3 que recorre toda la longitud del soporte 11 se extiende desde el elemento de tensión 5 a través de los pasos longitudinales 24 de los elementos de articulación 2 hasta finalizar en un extremo anterior del soporte, en un contrasoporte que absorbe una fuerza de tracción existente y la transmite a los elementos de articulación 2. El elemento de fuerza de tracción se configura preferentemente como un haz de fibras que dispone de una resistencia a la tracción lo más alta posible con un espesor lo más reducido posible. Para ello son apropiados, por ejemplo, haces de alambre, haces de fibra de carbono o haces de otros plásticos adecuados. Estos últimos cuentan con la ventaja adicional de la transparencia a los rayos X y de la ausencia de sensibilidad a los campos magnéticos.

10 Los elementos de articulación 2 individuales disponen de una superficie de rótula superior en forma de casquete esférico 21 y una superficie de rótula inferior en forma de tejuelo articular 22, en donde el casquete esférico 21 de un elemento de articulación 2 descansa en el tejuelo articular 22 del siguiente elemento de articulación 2 respectivamente, de forma que se produce una sucesión de rótulas. Durante el montaje del dispositivo fijador 1, el elemento de tracción 3 no está sometido o solo está sometido a una fuerza de tracción reducida, de forma que el cierre por fricción entre las superficies de rótula 21, 22 de dos elementos de articulación 2 adyacentes es reducido y las rótulas individuales pueden ser alineadas y dispuestas por el operador como se desee. Si se produce un aumento de la fuerza de tracción, la fricción estática entre las superficies de rótula 21, 22 es tan elevada que se produce una unión friccional fuerte entre los elementos de articulación 2 individuales y el dispositivo 1 se rigidiza de forma que ya no se puede deformar sin romperse.

15 Los elementos de articulación se pueden hacer de metal o de un plástico altamente resistente adecuado. Puesto que están expuestos a fuerzas de compresión durante un tiempo prolongado en las superficies de contacto 21, 22, el material debería disponer de una resistencia a la fluencia elevada. Por ejemplo, los plásticos reforzados con fibras son especialmente adecuados. Las superficies que se adhieren de forma friccional unas sobre otras se pueden tratar de forma adecuada para aumentar el coeficiente de fricción. Así, por ejemplo, se pueden rugosificar o revestir. Las superficies de contacto pueden estar provistas de una dentadura.

20 Se puede seleccionar la orientación de los elementos de rótula a la inversa, de forma que los casquetes esféricos estén orientados frente al dispositivo de tensado. Del mismo modo, también es posible una configuración en la que se coloquen en fila, alternativamente uno junto a otro, dos tipos distintos de elementos de articulación, en donde un primer tipo presente dos casquetes esféricos y un segundo tipo presente dos superficies de articulación.

25 El dispositivo de tensado 5 sirve para tensar el elemento de fuerza de tracción 3. Se puede realizar un dispositivo de tensado 5 de formas distintas, en donde, preferentemente, solo sea necesaria una fuerza reducida para alcanzar la fuerza de tracción relativamente elevada durante la rigidización y no sea necesario emplear grandes fuerzas de palanca que se pudiesen transmitir a la fractura. En el ejemplo mostrado, se gira un perno roscado 51 a través de una herramienta de giro adecuada, como por ejemplo, una llave hexagonal, un destornillador de batería, un manubrio o una llave dinamométrica, con lo que mediante una placa 54 con una rosca opuesta se comprime un resorte de compresión 52 dispuesto en una carcasa 53. Para captar la fuerza de cizallamiento de la herramienta de giro, el dispositivo de tensado 5, en particular, el contrasoporte 55 que está en contacto directo con el primer elemento de articulación 2, se tiene que fijar, por ejemplo, con la mano o con una pinza. La fuerza de resorte opuesta del elemento de resorte 52 da lugar a una aplicación de fuerza del perno 51. El perno 51 se une al elemento de fuerza de tracción 3 a través de un acoplamiento que gira libremente y transmite de esa forma la fuerza de resorte al elemento de fuerza de tracción y, con ello, a los elementos de articulación 2. No obstante, los elementos de articulación individuales 2 no se mueven, de forma que la posición de las espigas no se desplaza en la estabilización definitiva. Como se describe a continuación de forma más detallada, el resorte 52 pretensa los elementos de articulación unos contra otros cuando se le ha aplicado fuerza. Al apretar más el perno roscado 51, el elemento de resorte se comprime totalmente y la carcasa 53, con una superficie frontal 53, llega a situarse en un escalón opuesto 55 del contrasoporte 55. En ese momento, el recorrido elástico es igual a cero y, al seguir tensando el elemento 3 que absorbe la fuerza de tracción central, los respectivos elementos de articulación adyacentes se presionan correspondientemente en mayor medida unos contra otros.

30 En el ejemplo mostrado, el dispositivo de tensado 5 es un componente integral del dispositivo 1 según la invención. Sin embargo, alternativamente también es posible configurar el dispositivo de tensado 5 de forma que tenga dos partes, con un contrasoporte dispuesto en el extremo posterior del dispositivo, que sirva para mantener la fuerza de tracción, y un dispositivo actuador que sirva para generar la fuerza de tracción y se monte para ello de forma provisional en el dispositivo según la invención. De la ingeniería mecánica se conoce una pluralidad de dispositivos

para generar una fuerza de tracción. Sin embargo, los dispositivos de tensión montados de forma permanente y de una sola parte deberían estar configurados de forma sencilla y que ahorre espacio para no causar inconveniencias debido a su volumen o a su peso. Ello limita las posibilidades técnicas de configuración, pero también hace posible un montaje del dispositivo sin necesidad de medios costosos. Por su parte, en las configuraciones en dos partes del dispositivo de tensado 5, es posible generar fuerzas de tracción más elevadas sin que un operador humano tenga que aplicar una gran fuerza durante la generación de estas fuerzas de tracción, o sin que el dispositivo según la invención se exponga a grandes fuerzas de cizallamiento durante la operación.

De forma alternativa, un elemento de resorte puede, por ejemplo, tensarse con un dispositivo actuador neumático, hidráulico o eléctrico adecuado y, a continuación, bloquearse con el elemento de fuerza de tracción, por ejemplo, con una tuerca de inmovilización, de forma que el dispositivo actuador se pueda volver a retirar posteriormente. En el caso más sencillo, un dispositivo actuador puede ser, por ejemplo, una llave neumática o eléctrica.

En otra forma de realización posible, también se puede situar un elemento de fuerza de resorte en un contrasoprote incorporado en el extremo anterior del dispositivo. En lugar de elementos de resorte separados, también se puede utilizar la propia deformación elástica de un perno de acero o del elemento de fuerza de tracción como elemento de fuerza de resorte. Así, un perno roscado unido al elemento de fuerza de tracción se puede pretensar, por ejemplo, de forma hidráulica con una fuerza de tracción definida, después, el perno se puede fijar con una tuerca de inmovilización sin requerir una gran fuerza y, a continuación, se puede volver a eliminar la fuerza de tracción hidráulica. También es posible un dispositivo de tensado en el que, después del montaje del dispositivo, se pueda accionar un activador que provoque que se aplique fuerza de tracción al elemento de fuerza de tracción y al elemento de resorte de forma momentánea y, con ello, se rigidice el dispositivo según la invención de forma inmediata.

La Figura 2 también muestra, en una sección longitudinal, un fragmento de un dispositivo fijador 1 según la invención análogo a la Figura 1, con dos espigas 4 representadas en sección transversal que se sujetan por apriete entre dos elementos de articulación respectivamente. Las dos espigas 4 ancladas en el tejido óseo se unen al soporte 11 del dispositivo 1 en arrastre de fuerza y de forma positiva mediante su fijación por apriete entre el casquete esférico 21 de un primer elemento de articulación 2 y una muesca de alojamiento 23 de un segundo elemento de articulación 2' contiguo al mismo. Para el montaje de las espigas 4 al dispositivo 1 según la invención, estas se encajan en el hueco entre la muesca de alojamiento 23 y el casquete esférico 21, de forma que el segundo elemento de articulación 2' se separa ligeramente de forma provisional del primer elemento de articulación 2'. También es posible que esta sujeción provisional se efectúe mediante un tipo de cierre por encaje a presión que mantenga la espiga en el sitio de forma provisional.

Según otra forma de realización, no representada en las figuras, la posición de la muesca de alojamiento respecto a los dos elementos de articulación está intercambiada con respecto a la variante descrita anteriormente. Así, la muesca de alojamiento está dispuesta en un casquete esférico de un primer elemento de articulación, y el segundo elemento de articulación adyacente presenta un tejuelo articular sin muesca de alojamiento. El casquete esférico y el tejuelo articular forman a su vez en su conjunto una rótula y, cuando se aplica fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción, se puede fijar una espiga de forma positiva y en arrastre de fuerza entre la muesca de alojamiento y el tejuelo articular.

Sobre la base de la presente divulgación, para el experto en la materia resulta evidente que la geometría de la muesca de alojamiento se adapta al contorno exterior de las espigas. En el caso de que se deba alcanzar una protección contra la torsión de las espigas en la posición fijada, las superficies colaboradoras se pueden, o bien rugosificar o estructurar correspondientemente, o bien configurar, por ejemplo, con varios lados en su sección transversal.

Todos los elementos de articulación 2 disponen de un paso longitudinal 24 que forma un canal pasante, el cual se extiende desde el dispositivo de tensado en el extremo posterior hasta el contrasoprote en el extremo anterior del dispositivo, en el que se sitúa el elemento de fuerza de tracción 3, independientemente de la conformación del soporte 11 del dispositivo 1. En el ejemplo mostrado, el paso longitudinal 24 está compuesto por una cavidad cilíndrica 244 abierta 241 hacia el casquete esférico 21, en cuya base un orificio inferior 242 más pequeño conduce al tejuelo articular 22. Fundamentalmente, es preferible que el elemento de tracción sea conducido por el centro del radio del casquete esférico.

Evidentemente, el paso longitudinal también puede diseñarse en forma de cono, resultando sin embargo ventajosa una configuración en forma de cilindro en métodos de fabricación por arranque de virutas. En un principio, en el diseño de los pasos longitudinales se debe considerar que la superficie de contacto entre el casquete esférico y el tejuelo articular de la rótula es suficiente en todas las orientaciones de la rótula y en todos los lados para asegurar un apoyo estable de la articulación cuando está sometida a tracción y para evitar que el soporte se doble.

La Figura 3 muestra un fragmento de un soporte 11 del mismo dispositivo 1 que en la Figura 2 en sección longitudinal, en una flexión máxima del dispositivo. Principalmente, el ángulo de giro  $\alpha$  máximo de dos elementos de articulación 2, 2' uno respecto al otro se determina mediante el borde 243 del orificio superior 241 del paso longitudinal 24 en el que el elemento de fuerza de tracción 3 se apoya en un giro máximo. En el ejemplo mostrado, el ángulo de giro

puede ser de hasta 15°. Sin embargo, el apoyo del elemento de fuerza de tracción 3 puede provocar que actúen fuerzas de cizallamiento sobre el elemento de fuerza de tracción 3 en el borde 243, lo que puede provocar la aparición de desgaste. Además, los materiales de fibra de carbono especialmente ventajosos para el elemento de fuerza de tracción 3 son muy sensibles a este tipo de fuerzas de cizallamiento pese a tener una resistencia a la tracción extremadamente alta. Por ello, en el ejemplo de realización del elemento de articulación 2 mostrado se dispone, en el orificio inferior 242 del paso longitudinal 24, un elemento de desviación 25 que protege al elemento de fuerza de tracción 3 del lado del orificio inferior 242 y limita hacia abajo el radio de flexión mínimo del elemento central de fuerza de tracción 3. El elemento de desviación 25 dispone de un taco 251 que se extiende a lo largo del orificio inferior 242 y sobresale del tejuelo articular 22. Así, el taco 251 constituye por un lado un tope que limita el giro máximo de los elementos de articulación 2, 2' uno respecto al otro y, por otro lado, dicho taco 251 protege al elemento de fuerza de tracción del lado 243 del orificio superior 241 del elemento de articulación (2) contiguo.

Para proteger al elemento de fuerza de tracción 3 también de posibles fuerzas de cizallamiento perjudiciales debido a la rotación de los elementos de articulación 2, 2' uno con respecto al otro, el elemento de desviación 25 debería presentar un coeficiente de fricción lo más reducido posible, de forma que el elemento de fuerza de tracción 3 y los elementos de articulación 2, 2' estén esencialmente desacoplados mecánicamente respecto a la rotación. El material del elemento de desviación se selecciona de forma que no corte el elemento de tracción y no se deforme cuando el elemento de tracción está incorporado y se tira de él. El elemento de articulación 2 y el elemento de desviación 25 también se pueden formar en una sola pieza, lo que se puede hacer de forma económica particularmente en una fabricación con moldeo por inyección.

La aplicación de un dispositivo según la invención se representa de forma muy esquemática en la Figura 4. La posición de las espigas en los fragmentos óseos individuales y relativa a los mismos se indica solo de forma aproximada. En un uso real, las espigas no solo atraviesan un hueso cortical, sino que se colocan de forma bicortical. Después de la recolocación de la fractura, se ancla una pluralidad de espigas 4 en el tejido óseo 61 de los fragmentos óseos 62, 62' individuales de un paciente con los métodos conocidos. Normalmente, se emplean de cuatro a seis espigas. Las espigas 4 se pueden situar para su uso con el dispositivo 1 según la invención sin tomar mucho en consideración el fijador externo que todavía se tiene que colocar. En la recolocación de fracturas abiertas en una situación de emergencia, en la que posteriormente tendrá lugar una osteosíntesis definitiva mediante placas o clavos, por lo general no se suele corregir exactamente al milímetro: en este caso, en ocasiones los fragmentos todavía están dislocados en 5 a 10 mm. En vista de las heridas secundarias, lo importante es un tratamiento rápido, y no la recolocación perfecta de la fractura. En un primer momento, es importante que ningún fragmento ejerza presión contra la piel, los nervios, los músculos o los vasos sanguíneos. Por el contrario, en las osteosíntesis definitivas se intenta alcanzar una dislocación de menos de 5 mm y 5° de desviación axial en la recolocación.

Después de la colocación de las espigas 4 y de una primera recolocación, provisional, de los fragmentos, las espigas 4 se encajan de forma sencilla en el dispositivo fijador según la invención. Gracias a la posibilidad de giro de aprox. 15° entre los elementos de articulación adyacentes y su rotación libre, también se pueden fijar sin problemas espigas 4 que se encuentren de forma inclinada unas respecto a las otras. Igualmente, las separaciones entre las espigas se pueden seleccionar esencialmente sin medir. El soporte 11 del dispositivo según la invención que se puede formar de manera flexible puede asumir estas irregularidades sin problemas.

En una versión preferida del dispositivo según la invención se aplica, ya en el estado de montaje, una primera fuerza de tracción, más reducida, de entre 100 y 200 N al elemento de fuerza de tracción, de forma que entre los elementos de articulación 2 individuales ya existe un cierre por fricción. Este pretensado se selecciona de forma que el cierre por fricción se pueda superar sin problemas en el ajuste manual y exista una holgura suficiente para que las espigas se puedan ajustar en las muescas de alojamiento 23 de los elementos de articulación 2 y el cierre por arrastre de fuerza o por fricción entre las espigas y los elementos de articulación impidan un deslizamiento espontáneo de las espigas. Otro efecto ventajoso de este pretensado reducido consiste en que el soporte en forma de cadena de eslabones no es tan inestable y no queda colgando en la recolocación. El pretensado se selecciona solo en una medida en la que los elementos de articulación se sigan pudiendo mover unos con respecto a otros sin problemas para recolocar la fractura. Por consiguiente, el pretensado reducido es demasiado reducido para mantener la fractura recolocada.

Para generar el pretensado, como se muestra en la Figura 1b, se puede utilizar un elemento de resorte 52 que no solo proporcione la fuerza para el pretensado, sino también el recorrido elástico para el encaje de las espigas. En el estado pretensado, también después del encaje de las espigas 4, el dispositivo según la invención todavía se puede mover a mano, de forma que la fractura se puede ajustar correctamente. Esto se puede controlar mediante radioscopia con convertidor de imágenes. Cuando la posición de los fragmentos óseos es la correcta, el dispositivo de tensado (no representado en la Figura 4) se acciona, con lo que se tira de los elementos de articulación 2 unos con respecto a otros y se bloquean debido a la fricción estática. En ese momento, el dispositivo fijador según la invención está rigidizado. La posición de las espigas 4 no se modifica en esta operación de rigidización. Para mantener la fractura recolocada se tiene que aplicar una fuerza mayor, de 500 a 2000 N. Preferentemente, ello es posible mediante operación manual. El dispositivo queda entonces asegurado de forma provisional. A continuación, la fuerza de tracción se aumenta, preferentemente, con un dispositivo actuador hasta llegar a un valor definitivo de 5000 a 15000 N.

En otras formas de realización no representadas en las figuras se emplea una llave dinamométrica motorizada de dos niveles que permite establecer un primer nivel, más ligero, de pretensado. No se establece un segundo nivel de tensión con un pretensado más elevado hasta que el resorte no se ha comprimido totalmente. Para la fijación definitiva del fijador se activa el segundo nivel, más elevado, de la llave dinamométrica de dos niveles. En este aspecto, la contrasujeción se tiene que efectuar con una herramienta, como por ejemplo, una pinza o una llave de tuercas de boca abierta. De forma alternativa, esta fijación definitiva se puede efectuar con una llave dinamométrica manual.

Preferentemente, el dispositivo según la invención se concibe de tal manera que la tensión no se reduce o se reduce de manera insignificante durante varios meses. También es posible equipar a un dispositivo según la invención con un indicador óptico que, por ejemplo, muestre distintos colores, cifras y/o letras en función de la fuerza de tracción y/o el modo (modo de montaje, modo de tensión del primer y del segundo nivel, etc.). Igualmente, también se pueden utilizar sensores de presión de distintos tipos para determinar y supervisar la fuerza de tracción real existente.

Cabe la posibilidad de que sea necesario incorporar más espigas más adelante. En tal caso, el dispositivo ya rigidizado se tiene que desbloquear para encajar las nuevas espigas al soporte. No obstante, para la incorporación posterior se utilizan preferentemente elementos adaptadores que se puedan incorporar reversiblemente de manera positiva o en arrastre de fuerza en el dispositivo según la invención y que dispongan de un dispositivo de sujeción adecuado para la espiga adicional. Por ejemplo, WO 2007/001945 A1 muestra un dispositivo de apriete adecuado para ello. Los elementos adaptadores de este tipo también se pueden utilizar para acoplarse mecánicamente con otros dispositivos fijadores.

En la Figura 5 se muestra un elemento de articulación 2 individual del dispositivo según la invención de la Figura 1, con una visión semiinclinada del tejuelo articular 22. El elemento de articulación 2 tiene esencialmente la forma exterior de un cilindro corto, con un casquete esférico 21 en un extremo superior y un tejuelo articular 22 en el extremo inferior opuesto, del que sobresale el taco 251 del elemento de desviación 25. En la superficie circular de cilindro se forman cuatro dientes 28, de forma que entre cada diente 28 y el tejuelo articular 22 se encuentra una muesca 23 para el alojamiento de una espiga. A una tensión de tracción de 5000 N se puede alcanzar un par de apriete de 1 a 5 Nm para esta sujeción de la espiga. Fundamentalmente, la separación entre la muesca de alojamiento 23 y el elemento de fuerza de tracción 3 debería ser lo más reducida posible para lograr el mejor efecto de apriete posible. La superficie de la muesca de alojamiento 23 se puede diseñar de forma adecuada para alcanzar un coeficiente de fricción lo más alto posible, por ejemplo, mediante un perfil correspondiente o mediante un revestimiento que aumente la fricción.

La Figura 6 muestra otra forma de realización posible de un elemento de articulación individual 2 de un dispositivo según la invención como se representa en las Figuras 2 y 3. El elemento de desviación con el taco se ha omitido para hacer visible el orificio pasante 24, 241. Esta variante es especialmente adecuada para un método de fabricación por arranque de virutas. Después de girar un cuerpo base con simetría rotacional y de taladrar el paso longitudinal 24 se fresan las cuatro muescas de alojamiento 23.

El diámetro de un elemento de articulación de un dispositivo según la invención es, normalmente, de entre 30 y 40 mm, de forma que se tiene que seleccionar en este caso un compromiso entre estabilidad mecánica y consumo de espacio. Así, el diámetro de los elementos de articulación 2 en, por ejemplo, la variante del dispositivo según la invención de la Figura 1 es preferentemente de 40 mm, la altura, de 23 mm, y el radio esférico del casquete esférico, de 20 mm. De esta forma, en el estado extendido, resulta una separación de 20 mm entre los elementos de articulación individuales. La conformación y la posición de las muescas de alojamiento 23 se adapta al diámetro de las espigas que van a ser apretadas, el cual es de 5 mm por defecto, pero también puede alojar las espigas asimismo convencionales de un diámetro de 4 mm o 6 mm. También son factibles elementos de articulación con distintas muescas para distintos diámetros de espiga. En un principio, solo sería necesaria una muesca de alojamiento, puesto que los elementos de articulación de un dispositivo según la invención se pueden girar libremente alrededor de su eje longitudinal.

En otra configuración posible de un dispositivo según la invención, también se puede incorporar una muesca en el casquete esférico 21, de forma que se sitúe una espiga tanto en la muesca de alojamiento 23 como en la muesca del casquete esférico 21. De forma alternativa, la muesca también se puede configurar como una muesca anular que rodee el casquete esférico 21. Esta variante presenta la ventaja de una mayor superficie de contacto entre la espiga y el casquete esférico, pero también hace que los dos elementos de articulación implicados se tengan que alinear y orientar con un ángulo de rotación adecuado, lo que reduce la flexibilidad de soporte en este punto.

En vez de como cuerpos de una pieza, los elementos de articulación también se pueden realizar en dos piezas. Así, la Figura 7 muestra por ejemplo una forma de realización de dos partes de un elemento de articulación 2, con una parte superior 2a con un casquete esférico 21 y una parte inferior 2b con un tejuelo articular (22), unida a esta mediante una articulación de bisagra 27 de forma que se puede girar, (a) en una vista lateral con una visión hacia el eje de bisagra, (b) en una vista superior con una visión a lo largo del eje longitudinal, (c) en una vista lateral con una visión perpendicular al eje de bisagra y (d) en un fragmento de un soporte 11 correspondiente al dispositivo 1 según la invención. En los lados interiores opuestos de las dos partes 2a, 2b se disponen dos muescas de alojamiento 23,



23a paralelas entre las cuales se puede apretar una espiga. Puesto que la fuerza de tracción del elemento de fuerza de tracción 3 se extiende esencialmente de forma perpendicular al eje de bisagra 27, la articulación 27 se puede construir de forma relativamente sencilla. La forma de realización nombrada es especialmente robusta y permite una cercanía mayor de las muescas de alojamiento 23, 23a al elemento de fuerza de tracción 3, y, con ello, un par de apriete más elevado.

Como sucede en las formas de realización de los elementos de articulación en una pieza expuestas más arriba, en la variante de dos piezas, la fuerza de apriete para fijar las espigas es generada por el elemento central de fuerza de tracción 3. El ejemplo de la Figura 7 cuenta además con otro elemento de resorte 271, por ejemplo en forma de resorte de tracción, que aplica adicionalmente una fuerza de resorte reducida a las dos partes 2a, 2b, de forma que las espigas se pueden sujetar de forma provisional durante el montaje del dispositivo 1 según la invención. Estos elementos de resorte 271 integrados también se pueden omitir, de forma que tiene lugar una fuerza de resorte para la sujeción provisional análoga a la forma de realización en una pieza. En la Figura 8 se representa otra variante de un dispositivo 1 según la invención con elementos de articulación 2 de dos piezas 2a, 2b y sin elemento de resorte.

En otra forma de realización preferida, un dispositivo según la invención presenta medios de acoplamiento para acoplar el dispositivo a otros dispositivos fijadores o a dispositivos complementarios. Por ejemplo, se puede incorporar un acoplamiento atornillado en un extremo anterior del dispositivo según la invención con el que este se pueda unir a un extremo anterior de otro dispositivo según la invención o a un elemento de acoplamiento. Resulta igualmente concebible un elemento de acoplamiento, por ejemplo, en forma de placa con varias espigas dispuestas de forma adecuada que se puedan encajar en dos dispositivos según la invención que se deban unir y así unirlos. De esta manera, también se pueden incluir elementos intermedios, por ejemplo, para cubrir distancias más grandes. Preferentemente, los fijadores externos de longitudes mayores, por ejemplo, que vayan de la cadera al tobillo, se forman mediante la composición de dos o más dispositivos según la invención individuales, puesto que las fuerzas de tracción necesarias aumentan de forma proporcional a la longitud del dispositivo fijador. Cuando sea necesario, se pueden integrar otros componentes en el dispositivo fijador según la invención que permitan, por ejemplo, la separación, la corrección axial o el alargamiento, y con los que se pueda influir en la curación de las fracturas. Ejemplos de ello son elementos separadores y elementos de resorte amortiguadores. También es posible realizar algunos o todos los elementos de articulación de forma alargable.

Un dispositivo según la invención también se puede unir en forma de estrella a dos o más dispositivos según la invención adicionales mediante un elemento de acoplamiento adecuado. De esta forma se puede realizar, por ejemplo, un fijador híbrido que presente un dispositivo según la invención que se sujete a espigas y que se transforme en un elemento de acoplamiento de dos a cuatro brazos que también estén configurados como un dispositivo según la invención y que estén unidos a un fijador anular.

En un método según la invención, también se pueden unir grupos de espigas en dos lados de una fractura, cada uno a un dispositivo según la invención con respecto a un soporte 11. A continuación, entre estos se instala un soporte intermedio 7 que permite, por ejemplo, una separación o corrección axial posterior, por ejemplo, en una corrección posterior en la unidad hospitalaria o en la consulta. Una forma de realización de este tipo con un elemento intermedio se representa de forma esquemática en la Figura 4(b). El elemento intermedio 7 se une a los dos soportes 11 de los dispositivos 1 mediante cuatro espigas 71. En un elemento intermedio 7 de este tipo también se pueden integrar elementos amortiguadores que permitan un ajuste de la dureza de la estructura global. Una fijación elástica de fracturas de este tipo puede ser deseable, por ejemplo, para alcanzar un mejor proceso de curación en ciertos casos.

Según otras formas de realización de la invención no mostradas en las figuras, se añaden a un soporte dos o más elementos de soporte cortos o elementos parciales con una longitud deseada. Los elementos parciales individuales se encajan de manera conjunta para, por un lado, alcanzar la longitud definitiva de los soportes necesarios y, por otro, para proporcionar el tipo de fijador necesario. Así, se puede formar una composición de un fijador como una única forma serpenteada (para la noche, en un paciente con traumatismos con heridas múltiples), o bien un fijador con un elemento serpenteado en los dos extremos y un elemento amortiguador o un elemento corrector en el centro (para el tratamiento definitivo de una fractura). Los elementos se unen mediante acoplamientos, de forma que estos acoplamientos permiten, por un lado, unir los elementos y, por otro, transmitir la tracción central (del elemento de tracción del elemento 1 al elemento de tracción del elemento 2 y al elemento de tracción del elemento 3). Es decir, solo sigue siendo necesario un elemento tensor en un lado a pesar de que se acoplan varios elementos.

Según otras formas de realización ventajosas, también se pueden disponer dispositivos tensores a ambos lados en los dispositivos según la invención.

Según otras formas de realización preferidas, los elementos de rótula se hacen de un plástico o metal adecuado.

Según un método ventajoso para la fijación externa de huesos fracturados 62, 62' de un paciente, particularmente, de las extremidades, se ancla una pluralidad de espigas 4 con sus extremos proximales 41 en el tejido óseo 61 del paciente, y los extremos distales 42 de las espigas 4 se sujetan de forma provisional a un soporte 11 de un dispositivo 1 según la invención descrito más arriba. A continuación, los fragmentos 62, 62' se recolocan esencialmente en su posición anatómica original, y se aplica una fuerza de tracción a un elemento central de fuerza de tracción 3 del

dispositivo 1, de forma que el soporte 11 del dispositivo 1 se rigidiza y las espigas 4 del soporte 11 se fijan por apriete y/o de manera friccional. Preferentemente, la fuerza de tracción que actúa sobre el elemento de fuerza de tracción 3 se elimina para poder corregir la recolocación de los fragmentos óseos. A continuación, se vuelve a aplicar una fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción 3 del dispositivo 1, de forma que el soporte 11 del dispositivo se vuelve a rigidizar y las espigas 4 del soporte 11 se fijan por apriete y/o de manera friccional.

**Lista de números de referencia**

- 1 Fijador externo, dispositivo para la fijación externa
- 11 Soporte
- 2,2' Elemento de articulación
- 10 2a, 2b Parte de un elemento de articulación
- 21 Casquete esférico
- 22, 22' Tejuelo articular
- 23, 23a Muesca para el alojamiento de la espiga
- 24 Paso longitudinal
- 15 241 Orificio superior
- 242 Orificio inferior
- 243 Borde
- 244 Cavidad
- 25 Elemento de desviación
- 20 251 Taco
- 27 Articulación de bisagra
- 271 Elemento de resorte
- 28 Diente
- 3 Elemento central de fuerza de tracción
- 25 4 Espiga
- 41 Extremo proximal
- 42 Extremo distal
- 5 Dispositivo de tensado
- 51 Perno
- 30 52 Elemento de resorte
- 53 Carcasa
- 54 Placa
- 55 Contrasoporte
- 61 Tejido óseo
- 35 62, 62' Fragmento óseo
- 63 Tejido de las partes blandas
- 64 Piel
- 7 Elemento intermedio
- 71 Espiga
- 40

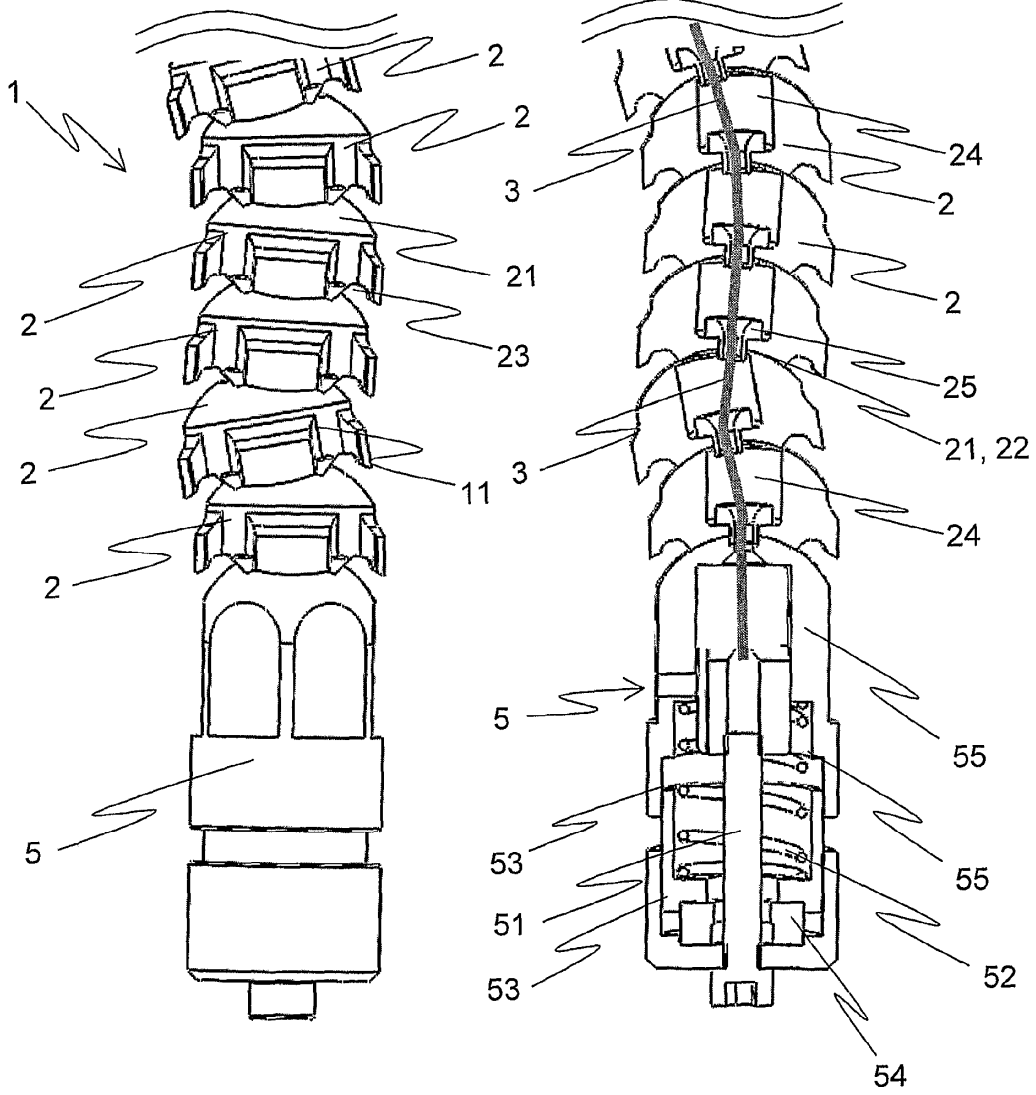
REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (1) para la fijación externa de fragmentos óseos (62, 62') de un paciente, particularmente, de las extremidades, con un soporte (11) de una pluralidad de elementos de articulación (2, 2') colocados en fila uno seguido del otro que se puede disponer fuera del cuerpo del paciente, en el que al menos dos espigas (4) dispuestas de forma percutánea y ancladas en el tejido óseo (61) del paciente con su extremo proximal (41) se pueden sujetar con su extremo distal (42) y sujetar unas respecto a otras en su posición espacial; en donde los elementos de articulación (2) están dispuestos en fila en un elemento central de fuerza de tracción (3), y cada dos elementos de articulación (2, 2') adyacentes forman juntos una rótula con un casquete esférico (21) y un tejuelo articular (22); y en donde las rótulas individuales y, con ello, el soporte (11), se pueden sujetar de forma reversible en arrastre de fuerza o, preferentemente, de manera friccional mediante una aplicación de fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3), caracterizado por que los elementos de articulación (2, 2') se configuran de forma que una espiga (4) se puede sujetar al soporte (11) en arrastre de fuerza, preferentemente por apriete y/o de manera friccional mediante la aplicación de fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3).
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que un primer elemento de articulación (2) del soporte (11) presenta un casquete esférico (21), y un segundo elemento de articulación (2') adyacente, un tejuelo articular (22) y una muesca de alojamiento (23), en donde el casquete esférico (21) y el tejuelo articular (22) forman juntos una rótula, y en donde se puede fijar de forma positiva y en arrastre de fuerza una espiga (4) entre la muesca de alojamiento (23) y el casquete esférico (21) cuando se aplica la fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3), o por que un primer elemento de articulación del soporte presenta un casquete esférico y una muesca de alojamiento, y un segundo elemento de articulación adyacente presenta un tejuelo articular, en donde el casquete esférico y el tejuelo articular forman juntos una rótula, y en donde se puede fijar una espiga (4) de forma positiva y en arrastre de fuerza entre la muesca de alojamiento y el tejuelo articular cuando se aplica la fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3).
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por un elemento de articulación (2) compuesto por dos partes (2a, 2b) unidas de forma giratoria, en donde una primera parte (2a) presenta un casquete esférico (21) que interactúa con un tejuelo articular (22) de un primer elemento de articulación (2) adyacente, y una segunda parte (2b) presenta un tejuelo articular (22) que interactúa con un casquete esférico (21) de un segundo elemento de articulación (2) adyacente, y en donde se puede fijar una espiga (4) de forma positiva y en arrastre de fuerza entre las dos partes (2a, 2b) cuando se aplica una fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3).
- 30 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que al menos un elemento de desviación (25) que limita el ángulo de flexión máximo del elemento de fuerza de tracción (3) está dispuesto en un paso longitudinal (24) de un elemento de articulación (2, 2') individual a través del cual se extiende el elemento central de fuerza de tracción (3).
- 35 5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que, en un tejuelo articular (22) de un primer elemento de articulación (2), se dispone un taco (251) que limita la movilidad de giro de una rótula compuesta por el tejuelo articular (22) y por un casquete esférico (21) de un segundo elemento de articulación (2) adyacente sobresaliendo hacia el interior de un orificio superior (241) del paso longitudinal (24) del segundo elemento de articulación (2) situado en el casquete esférico (21).
- 40 6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los elementos de articulación (2, 2') se hacen de metal, de un material polimérico reforzado con fibras o de un material plástico adecuado.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento central de fuerza de tracción (3) es un haz, particularmente, un haz de alambres, un haz de fibra de carbono o un haz de otro material plástico adecuado, o una combinación de los materiales nombrados anteriormente.
- 45 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un elemento de resorte (52) unido al elemento central de fuerza de tracción (3), a través del cual se puede aplicar una fuerza de tracción al elemento central de fuerza de tracción (3).
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un dispositivo de tensado (5) a través del cual se puede generar una fuerza de tracción que actúe sobre el elemento central de fuerza de tracción (3).
- 50 10. Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado por que el dispositivo de tensado (5) se dispone en un extremo del soporte (11) del dispositivo (1) y/o se puede desmontar de este.

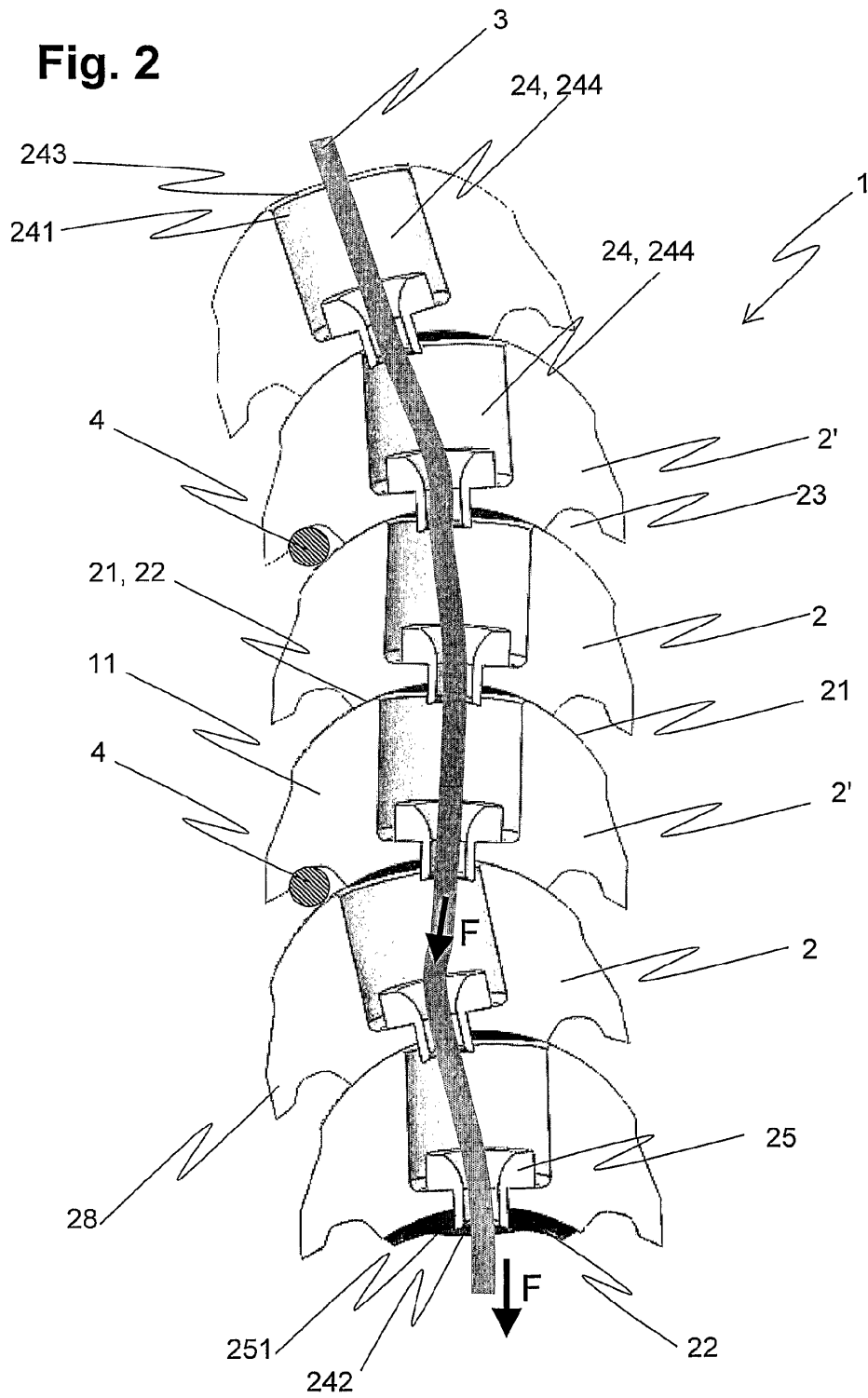
**Fig. 1**

**(a)**

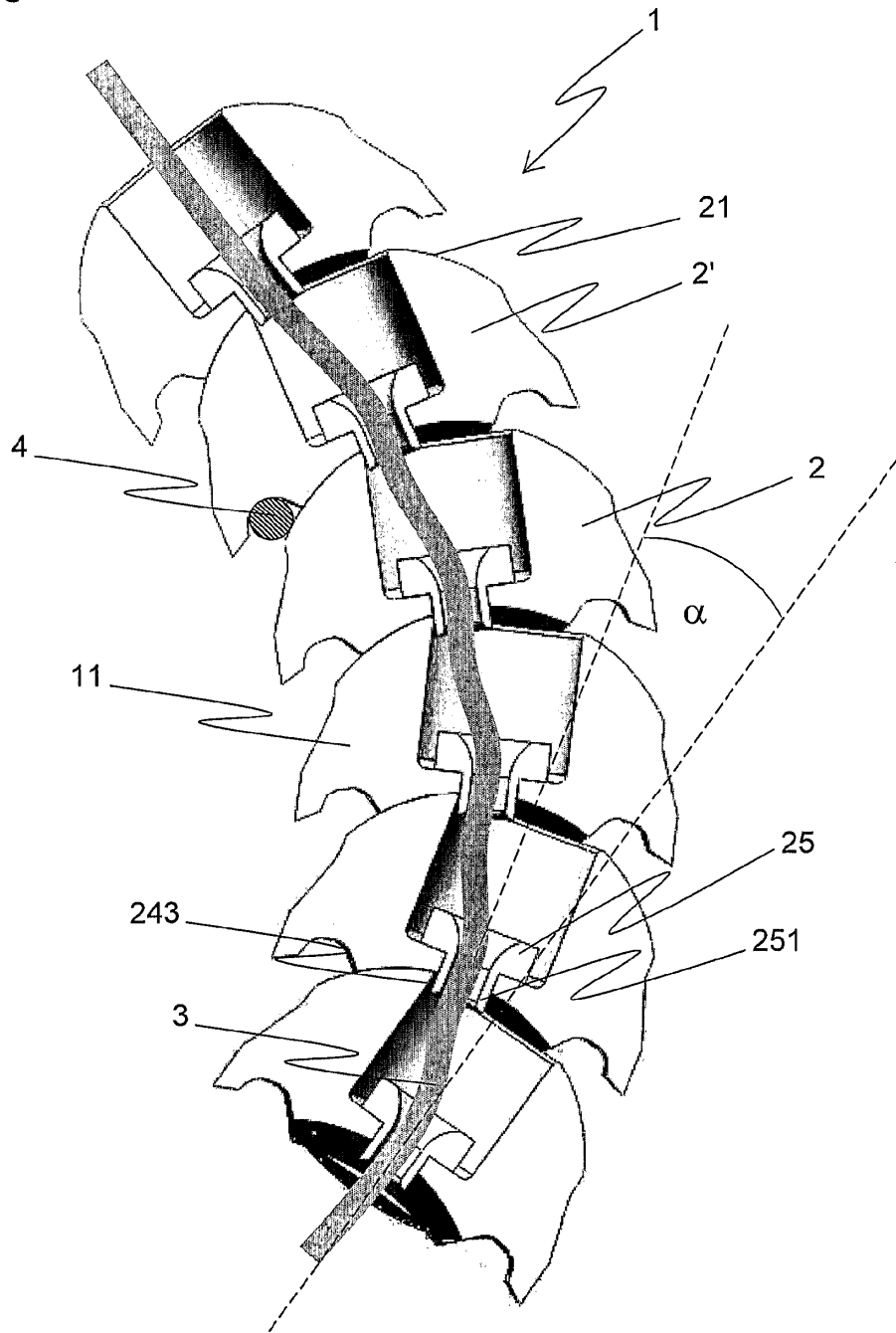
**(b)**



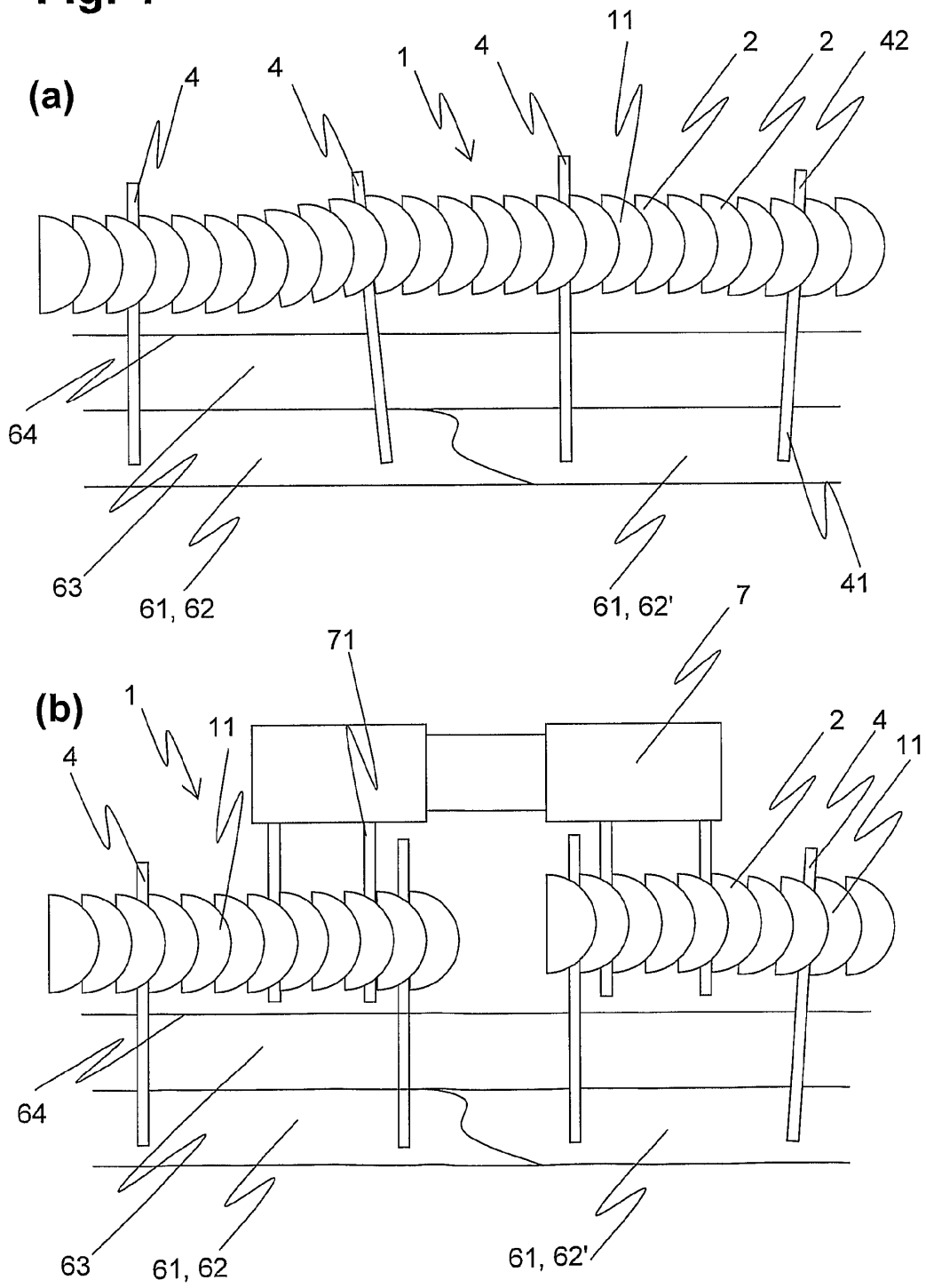
**Fig. 2**



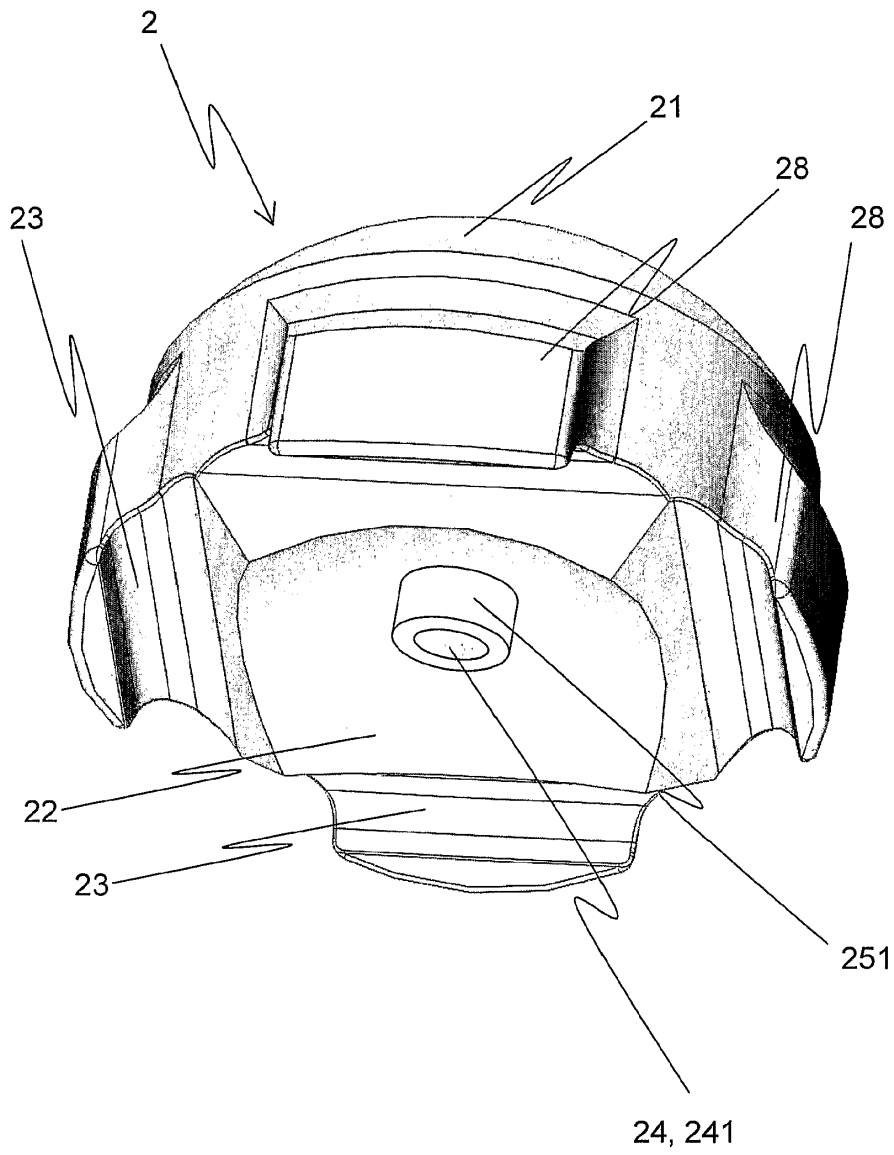
**Fig. 3**



**Fig. 4**

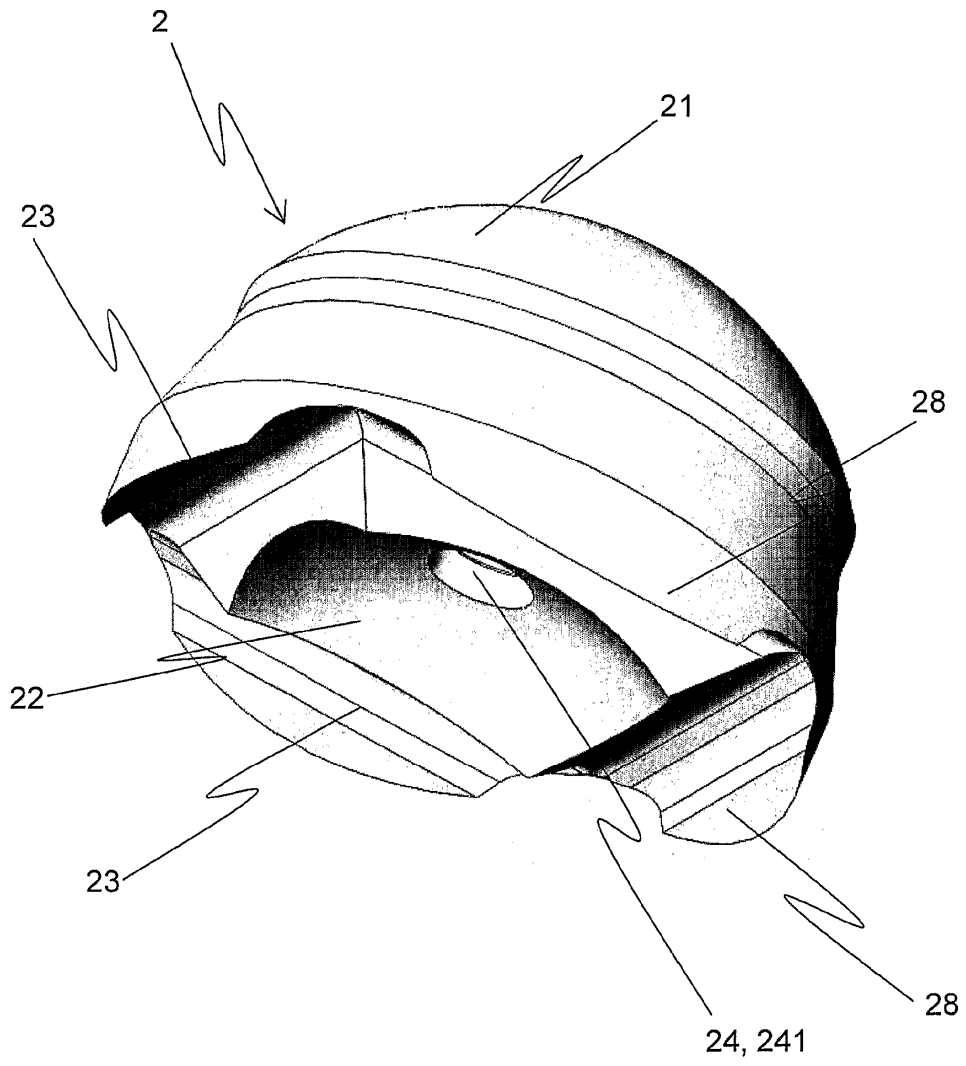


**Fig. 5**

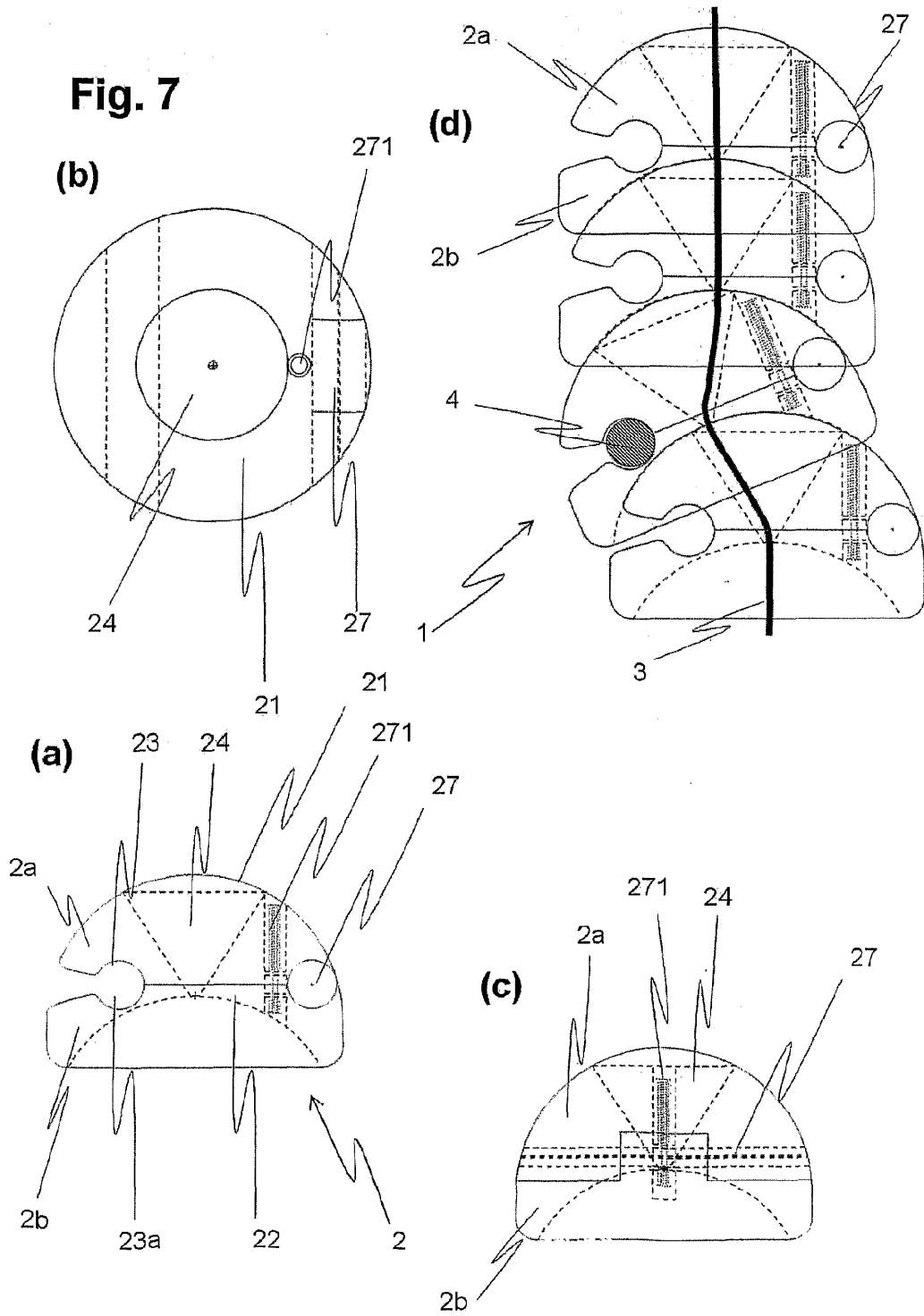




**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**

