

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 325**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/72** (2006.01)

**A61B 17/80** (2006.01)

**A61B 17/86** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.11.2015 PCT/US2015/061333**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17086953**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2015 E 15808491 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3376981**

54 Título: **Tornillo de fijación ortopédico para un sistema de sujeción ortopédico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.07.2020**

73 Titular/es:  
**STRYKER EUROPEAN HOLDINGS I, LLC (100.0%)**  
**2825 Airview Boulevard**  
**Kalamazoo, MI 49002, US**

72 Inventor/es:  
**WIELAND, MANFRED y**  
**ZANDER, NILS**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 772 325 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**

Tornillo de fijación ortopédico para un sistema de sujeción ortopédico

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a tornillos de fijación ortopédicos, a sistemas de sujeción ortopédicos que incluyen tales tornillos de fijación ortopédicos.

En procedimientos ortopédicos, resulta comúnmente necesario sujetar un implante ortopédico. En tales casos, puede utilizarse un sistema de sujeción ortopédico en el que se utiliza un tornillo de fijación ortopédico para sujetar un implante ortopédico a un hueso o a otro implante ortopédico.

10 Una disposición a modo de ejemplo de un sistema de sujeción ortopédico tal comprende un clavo de hueso intramedular para sujetar conjuntamente dos o más trozos de hueso. Se utilizan uno o varios tornillos de fijación ortopédicos para sujetar los trozos de hueso al clavo de hueso intramedular. Una disposición a modo de ejemplo de un clavo de hueso intramedular sujeto a trozos de hueso mediante tornillos de fijación se muestra en el documento WO 2013/075730 A1.

15 Otro tornillo de hueso descrito en la Patente de EE. UU. N° 8.162.998 incluye una funda que puede expandirse en dirección radial y que posee roscas internas que se enrosca al extremo roscado del tornillo. Adicionalmente, el documento EP 2 228 015 A2 describe un tornillo de fijación que puede expandirse que posee una carcasa externa que encaja sobre el extremo distal de un vástago y lo cubre. La carcasa externa posee roscas externas y una punta diseñada para asentarse dentro de un hueso. Un tornillo de fijación descrito en la Publicación de Patente de EE. UU. N° 2010/0179550 A1 se desliza en el interior de una funda y a través de ella, de manera que un tornillo de fijación  
20 presiona contra la funda para enclavar el tornillo y la funda al vástago de un clavo intramedular. La Patente de EE. UU. N° 5.454.813 describe una funda que se desliza en un tornillo barraquero y evita completamente el giro del tornillo en el interior del orificio de un clavo intramedular. Antecedentes tecnológicos adicionales pueden encontrarse en la Publicación de Patente de EE. UU. N° 2006/0149247 A1.

25 Habitualmente, existe un pequeño hueco o intervalo radial entre el diámetro externo del tornillo de fijación y el diámetro interno del orificio del implante ortopédico que recibe de manera funcional al tornillo de fijación. El juego radial resultante puede permitir el desplazamiento y el movimiento del hueso y/o del tornillo de fijación en relación al implante ortopédico y/o en relación a otras porciones del hueso sujetas mediante el implante ortopédico. Un desplazamiento y movimiento tal puede enlentecer o tener otros efectos negativos en la cicatrización de la fractura.

30 Con el fin de eliminar o minimizar este juego entre las partes conectadas, la utilización de tornillos o componentes adicionales resulta habitual. Esto, sin embargo, aumenta el número de partes utilizadas e insertadas dentro del cuerpo y puede aumentar el tiempo de cicatrización necesario.

**Breve resumen de la invención**

35 Existe la necesidad de un tornillo de fijación ortopédico configurado para ser utilizado como parte de un sistema de sujeción ortopédico que, en al menos algunos casos, pueda reducir o eliminar la cantidad de desplazamiento y movimiento entre partes del sistema de sujeción ortopédico y/o reducir el número de componentes adicionales para minimizar de manera suficiente cualquier movimiento de ese tipo.

40 De acuerdo con algunos aspectos de la presente descripción, un tornillo de fijación ortopédico configurado para ser sujetado a través de un orificio de un implante ortopédico comprende un vástago que se extiende en dirección axial entre un primer extremo y un segundo extremo. Una envoltura se sujeta a, y se fija de manera giratoria alrededor de, una superficie externa del vástago. La envoltura posee un primer extremo proximal al primer extremo del vástago y un segundo extremo proximal al segundo extremo del vástago. Una rosca deformable está situada a lo largo de una superficie externa de la envoltura. Una rosca externa delantera está situada en el vástago entre el primer extremo de la envoltura y el primer extremo del vástago. La rosca externa delantera posee un paso de rosca que es distinto al paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura.

45 De acuerdo con algunos aspectos, un sistema de sujeción ortopédico incluye un implante ortopédico que comprende un orificio y un tornillo de fijación ortopédico configurado para ser retenido en el interior del orificio. El tornillo de fijación ortopédico comprende un vástago que se extiende en dirección axial entre un primer extremo y un segundo extremo, en donde el primer extremo tiene un tamaño tal que puede ser recibido en el orificio; una envoltura sujeta a, y fijada rotacionalmente alrededor de, una superficie externa del vástago, de manera que la envoltura posee un  
50 primer extremo proximal al primer extremo del vástago y un segundo extremo proximal al segundo extremo del vástago; una rosca deformable situada a lo largo de una superficie externa de la envoltura, en donde la rosca deformable está configurada para acoplarse a un elemento de rosca interna sustancialmente complementaria del orificio; y una rosca externa delantera situada en el vástago entre el primer extremo de la envoltura y el primer extremo del vástago, en donde la rosca externa delantera posee un paso de rosca que es distinto del paso de rosca  
55 de la rosca deformable de la envoltura. En otras disposiciones del sistema, el tornillo de fijación ortopédico puede incluir una cualquiera de las realizaciones y variaciones mostradas y/o descritas en la presente memoria, y el

implante ortopédico puede ser cualquier tipo de implante ortopédico con un orificio.

De acuerdo con algunos aspectos, un tornillo de fijación ortopédico configurado para ser sujetado a través de un orificio de un implante ortopédico comprende un vástago que posee salientes situados en una superficie externa del vástago y una envoltura sujeta a, y fijada rotacionalmente alrededor de, la superficie externa del vástago, en donde la envoltura está constituida por un material deformable. Los salientes y la envoltura están dispuestos de manera alternativa en la superficie externa del vástago, de tal manera que los salientes y la envoltura forman conjuntamente un elemento de tipo rosca a lo largo del vástago.

De acuerdo con algunos aspectos, se proporciona un método para sujetar un tornillo ortopédico en un orificio de un implante ortopédico. El método comprende el paso de proporcionar un tornillo de fijación ortopédico que incluye un vástago que se extiende en dirección axial entre un primer extremo y un segundo extremo, en donde el primer extremo tiene un tamaño tal que puede ser recibido en el orificio; un elemento de accionamiento situado en el segundo extremo; una envoltura sujeta a y fijada rotacionalmente alrededor de una superficie externa del vástago, en donde la envoltura posee un primer extremo proximal al primer extremo del vástago y un segundo extremo proximal al segundo extremo del vástago; una rosca deformable situada a lo largo de una superficie externa de la envoltura; y una rosca externa delantera situada en el vástago entre el primer extremo de la envoltura y el primer extremo del vástago, en donde la rosca externa delantera posee un paso de rosca que es distinto del paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura. El método incluye adicionalmente los pasos de insertar el primer extremo del vástago dentro del orificio; acoplar la rosca deformable de la envoltura con el orificio; hacer girar el elemento de accionamiento para hacer girar el vástago y la envoltura con el fin de acoplar de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) la rosca deformable con el implante ortopédico, consiguiendo de ese modo un avance del tornillo de fijación ortopédico a través del orificio; acoplar la rosca externa delantera con el hueso en un lado opuesto del implante ortopédico; hacer girar el elemento de accionamiento adicionalmente para hacer girar el vástago y la envoltura con el fin de acoplar de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) la rosca externa delantera con el hueso, en donde, en el momento de acoplar de manera funcional la rosca externa delantera con el hueso, los pasos de rosca diferentes dan como resultado una deformación (por ejemplo, adicional) de la rosca deformable de la envoltura contra el implante ortopédico.

De acuerdo con algunos aspectos, se proporciona un método para sujetar un tornillo ortopédico en un orificio de un implante ortopédico, en donde el método comprende los pasos de taladrar un orificio que posee un primer diámetro en un hueso; ensanchar al menos una parte del orificio taladrando con un segundo diámetro; y proporcionar un tornillo de fijación ortopédico. El tornillo de fijación ortopédico incluye un vástago que se extiende en dirección axial entre un primer extremo y un segundo extremo; un elemento de accionamiento situado en el segundo extremo; una envoltura sujeta a y fijada rotacionalmente alrededor de una superficie externa del vástago, en donde la envoltura está constituida por un material deformable, en donde la envoltura posee una anchura de sección transversal externa que es mayor que la anchura de sección transversal interna más pequeña del orificio del implante ortopédico y el primer extremo del vástago posee una anchura de sección transversal externa que es menor que la anchura de sección transversal interna más pequeña del orificio del implante ortopédico pero mayor que el primer diámetro del orificio en el hueso. El método incluye adicionalmente los pasos de insertar el primer extremo del vástago dentro del orificio del implante ortopédico; acoplar la envoltura con el orificio del implante ortopédico; hacer girar el elemento de accionamiento para hacer girar el vástago y la envoltura con el fin de acoplar de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) la envoltura con el implante ortopédico, consiguiendo de ese modo un avance del tornillo de fijación ortopédico a través del orificio del implante ortopédico; acoplar el primer extremo del vástago con el orificio que posee el primer diámetro en el hueso en un lado opuesto del implante ortopédico; hacer girar el elemento de accionamiento adicionalmente para hacer girar el vástago y la envoltura con el fin de acoplar de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) el primer extremo del vástago con el hueso, en donde, en el momento de acoplar de manera funcional el primer extremo del vástago con el hueso, el giro adicional da como resultado una deformación (por ejemplo, adicional) de la envoltura contra el implante ortopédico.

En otras formas de los métodos descritos anteriormente, el tornillo ortopédico puede incluir cualquiera de las realizaciones y variaciones mostradas y/o descritas en la presente memoria, y el implante ortopédico puede incluir cualquier implante ortopédico con un orificio, tal como se describe y/o se muestra en la presente memoria.

Cualquiera de estos aspectos puede incluir de manera opcional una cualquiera o varias de las siguientes disposiciones y/o elementos en cualquier combinación y forma funcionalmente compatible.

En algunas disposiciones del sistema, por ejemplo, el tornillo de fijación ortopédico puede tener la forma de un perno roscado o no roscado.

En algunas disposiciones del sistema, el implante ortopédico es, por ejemplo, un clavo de hueso intramedular, con uno o varios orificios que se extienden parcialmente o completamente a su través para recibir un tornillo de fijación en su interior. El implante ortopédico no está limitado a un clavo de hueso intramedular. El implante ortopédico puede ser, por ejemplo, una placa un conector de hueso, o cualquier otro tipo de implante ortopédico.

En algunas disposiciones del sistema, el orificio del implante ortopédico de manera opcional define un elemento de superficie interna, tal como un elemento de rosca interna, que incluye uno o varios nervios, labios, pestañas o roscas

que sobresalen internamente que están configuradas para acoplarse con la envoltura (por ejemplo, con elementos de acoplamiento externos tales como la rosca deformable de la misma) para retener y/o hacer avanzar el tornillo en el interior y/o a través del orificio. Los elementos de superficie internos pueden definir un camino helicoidal o pueden no definir un camino helicoidal. El orificio puede ser un orificio roscado internamente. El orificio puede ser un orificio pasante o un orificio ciego.

La envoltura puede estar fabricada de manera integral con la rosca deformable. La envoltura y/o la rosca deformable pueden estar fabricadas de un material que es al menos parcialmente deformable plásticamente. De manera adicional, o de manera alternativa, la envoltura y/o la rosca deformable pueden estar fabricadas de un material que es al menos parcialmente deformable elásticamente.

En cualquiera de los aspectos, en particular en los aspectos del método, ofrecidos en la presente memoria, un acoplamiento roscable opcional del tornillo ortopédico con el hueso puede tirar del vástago y de la envoltura a través del orificio y conseguir la deformación de la rosca deformable de la envoltura contra el implante ortopédico. Como resultado de ello, este acoplamiento roscable con el hueso puede conseguir un avance diferente (por ejemplo, más rápido o más lento) del tornillo de fijación ortopédico a través del hueso en comparación con el avance anterior a través del orificio del implante ortopédico.

En una implementación, la envoltura está configurada para desarrollar una presión de ajuste a presión contra un elemento de superficie opuesto del implante ortopédico (por ejemplo, el orificio del mismo) tal como una superficie o borde interno y/o un elemento roscado interno. Generalmente, la envoltura puede estar fabricada de un material que es más deformable (es decir, más blando) que el vástago del tornillo. La envoltura puede estar fabricada de un material gomoso (por ejemplo, polimérico), tal como caucho o silicona u otros polímeros tales como ácido poli-L-láctico (PLLA). El material de la envoltura puede tener una dureza inferior a la de la superficie interna opuesta y/o la de los elementos de superficie del orificio del implante ortopédico. La envoltura puede estar fabricada, por ejemplo, de un polímero o de un metal capaz de sufrir deformación plástica cuando se acopla con el orificio. La presión de ajuste a presión puede ser semi-elástica de tal manera que la presión del ajuste a presión puede funcionar para agarrar con enclavamiento o retener de otro modo el tornillo en el orificio. En algunos casos, esto puede proporcionar una conexión angularmente estable entre el tornillo de fijación ortopédico y el orificio del implante ortopédico.

En algunas disposiciones del sistema, uno o varios elementos de entre el vástago, la envoltura y el implante ortopédico están fabricados de un material biocompatible apropiado y/o aprobado para ser utilizado como un implante en un ser humano y/o un animal. El material de la envoltura puede ser más blando que el material de al menos un elemento de entre el vástago y el elemento de superficie interna y/o la superficie del orificio del implante ortopédico. El material de la envoltura puede incluir al menos un elemento de entre plástico, polímero y metal. El material de un elemento de entre el vástago y el implante ortopédico, o el de ambos, puede incluir al menos un elemento de entre plástico, polímero, un metal y un material cerámico.

En algunas disposiciones del sistema, la superficie externa de la envoltura es sustancialmente lisa y/o incluye áreas sustancialmente lisas, que no incluyen ningún elemento de acoplamiento. En una realización, uno o varios elementos de acoplamiento están situados en la superficie externa de la envoltura. Un elemento de acoplamiento individual está configurado para acoplarse de manera funcional con el orificio del implante, por ejemplo, para acoplarse de manera funcional con uno o varios elementos de superficie internos en el orificio, tal como una o varias roscas, pestañas, rebordes, labios y/o bordes internos en el orificio, de una manera tal que retenga y/o haga avanzar el vástago en el orificio con un inter-ajuste mecánico. El elemento de acoplamiento puede incluir una protuberancia o una escotadura que interaccionan con un elemento roscado del orificio, por ejemplo, de una manera similar a un acoplamiento roscado, aunque el elemento de acoplamiento no necesita ser obligatoriamente una rosca helicoidal. Por ejemplo, el elemento de acoplamiento puede incluir salientes, tales como pestañas o rebordes. El elemento de acoplamiento puede incluir escotaduras, tales como surcos. Los elementos de acoplamiento pueden definir un camino helicoidal o pueden no definir un camino helicoidal. Los elementos de acoplamiento pueden estar configurados para acoplar los elementos de superficie del orificio para retener y/o para hacer avanzar el vástago en el orificio con un inter-ajuste mecánico entre elementos de acoplamiento complementarios en la envoltura y el orificio, tal como un inter-ajuste mecánico entre roscas o elementos de tipo rosca. El elemento de acoplamiento puede ser deformable o rígido. El elemento de acoplamiento puede estar fabricado del mismo material que la envoltura, como por ejemplo mediante el moldeo o el mecanizado de la superficie externa de la envoltura. El elemento de acoplamiento puede estar fabricado de un material diferente al de la envoltura y estar sujeto a la superficie externa de la envoltura, por ejemplo mediante moldeo en el material de la envoltura, soldadura, por ejemplo con calor y/o con soldadura química, y/o adhesión, por ejemplo mediante adhesivo.

En algunas disposiciones del sistema, el elemento de acoplamiento puede incluir una rosca externa. La rosca externa puede ser una rosca continua o una rosca intermitente. La rosca externa puede ser una rosca deformable. La rosca deformable puede estar configurada para acoplarse con un elemento de rosca interna del orificio. Por lo tanto, la rosca deformable de la envoltura puede ser una rosca continua que se extiende desde un lugar adyacente al primer extremo de la envoltura hasta el segundo extremo de la envoltura. La rosca deformable puede estar moldeada o mecanizada en la superficie externa de la envoltura. La rosca deformable puede estar fabricada del mismo material que el resto de la envoltura.

5 En una implementación, la rosca deformable de la envoltura puede definir un paso de rosca. El paso de rosca de la rosca deformable puede ser constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca deformable (es decir, a lo largo de la dirección del eje de la misma). En algunas disposiciones del sistema, la rosca deformable puede tener un paso de rosca variable que varía a lo largo de la dirección del eje. El paso de rosca puede variar desde un paso de rosca más pequeño en la zona proximal al primer extremo del vástago hasta un paso de rosca mayor en la zona proximal al segundo extremo del vástago. El paso de rosca puede variar de manera continua o bien el paso de rosca puede variar de manera discontinua. En estas disposiciones del sistema, cuando la envoltura se acopla funcionalmente de manera roscada con el orificio del implante, se forma una presión axial de ajuste a presión entre el orificio y los lados axiales de las roscas deformables, ayudando de ese modo a llevar a cabo una acción de enclavamiento por ajuste a presión entre la envoltura y el orificio. La rosca deformable puede estar configurada para acoplarse de manera funcional con el orificio de tal manera que retenga al vástago en el orificio del implante, por ejemplo mediante ajuste a presión y/o un inter-ajuste mecánico. En una implementación, el paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura puede ser sustancialmente igual al paso de rosca del elemento de rosca interna del orificio del implante ortopédico. De manera alternativa, el paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura puede ser ligeramente distinto al paso de rosca del elemento de rosca interna del orificio del implante ortopédico. El paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura también puede ser mayor o menor que el paso de rosca del elemento de rosca interna del orificio del implante ortopédico.

20 En una realización, la rosca externa delantera puede definir un paso de rosca. El paso de rosca de la rosca externa delantera puede ser constante a lo largo de la dirección del eje de la misma. En una implementación, el paso de rosca de la rosca externa delantera puede ser mayor que el paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura. De manera alternativa, el paso de rosca de la rosca externa delantera puede ser menor que el paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura. El paso de rosca de la rosca externa delantera puede ser sustancialmente igual al paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura.

25 En algunas implementaciones, el tornillo de fijación ortopédico puede incluir una rosca externa trasera. La rosca externa trasera puede estar situada en el vástago entre el segundo extremo del vástago y el segundo extremo de la envoltura. La rosca externa trasera puede tener un paso de rosca. El paso de rosca de la rosca externa trasera puede ser constante a lo largo de la dirección del eje de la misma. En una realización, el paso de rosca de la rosca externa trasera puede ser igual al paso de rosca de la rosca externa delantera. De manera alternativa, el paso de rosca de la rosca externa trasera puede ser mayor o menor que el paso de rosca de la rosca externa delantera. Más aún, al menos una rosca de entre la rosca externa delantera y la rosca externa trasera pueden estar separadas de la envoltura en dirección axial. Las roscas externas delantera y trasera pueden estar separadas entre sí en dirección axial a lo largo del vástago. La rosca externa delantera puede estar separada del primer extremo de la envoltura en dirección axial o bien puede extenderse completamente hasta el primer extremo de la envoltura. La rosca externa trasera puede estar separada del segundo extremo de la envoltura en dirección axial o bien puede extenderse completamente hasta el segundo extremo de la envoltura. Porciones de una rosca de entre las roscas externas delantera y trasera, o de ambas, pueden extenderse por debajo de los extremos respectivos de la envoltura. De manera alternativa, las roscas externas delantera y trasera pueden estar conectadas entre sí, por ejemplo, por debajo de la envoltura.

40 En algunas disposiciones del sistema, la rosca deformable puede tener un diámetro menor y un diámetro mayor. Al menos un diámetro de entre los diámetros menor y mayor puede ser constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca deformable. El diámetro menor o el diámetro mayor (es decir, el diámetro externo) de la rosca deformable puede ser mayor que el diámetro externo más grande del primer extremo del vástago y/o cualesquiera de las roscas (por ejemplo, la rosca externa delantera) fabricada en el primer extremo del vástago. En una implementación, la envoltura puede tener una anchura de sección transversal externa que sea mayor que una anchura de sección transversal del primer extremo del vástago adyacente al primer extremo de la envoltura.

50 La rosca deformable puede tener una profundidad variable, tal como teniendo un diámetro menor y/o teniendo un diámetro mayor que aumentan de manera continua o de manera discontinua en la dirección que va desde el primer extremo de la envoltura hacia segundo extremo de la envoltura. La rosca deformable puede extenderse de manera continua o de manera intermitente a lo largo de la envoltura. La rosca deformable puede extenderse desde un lugar adyacente al primer extremo de la envoltura. La rosca deformable puede tener un segundo extremo en el segundo extremo de la envoltura o bien en un lugar separado en dirección axial del segundo extremo de la envoltura. En el lugar en el que el primer extremo de la envoltura disminuye su sección, la rosca deformable puede tener un primer extremo a lo largo de la porción de sección decreciente. El primer extremo de la rosca deformable puede estar separado del primer extremo de la envoltura.

55 El diámetro menor de la rosca deformable puede ser mayor que una anchura de abertura menor correspondiente del orificio del implante ortopédico, tal como el diámetro menor de cualesquiera elementos de rosca interna del orificio. En algunas disposiciones del sistema, un diámetro mayor de la rosca deformable puede ser mayor que un diámetro mayor de una rosca interna del orificio. En estas disposiciones del sistema, cuando la envoltura está acoplada funcionalmente con el orificio, como por ejemplo mediante un acoplamiento roscado, se forma una presión radial de ajuste a presión entre el orificio y una superficie externa radial de la envoltura, ayudando de ese modo a llevar a cabo una acción de enclavamiento por ajuste a presión entre la envoltura y el orificio.

En una realización, el diámetro de la rosca deformable de la envoltura puede ser sustancialmente igual al diámetro del elemento de rosca interna del orificio del implante ortopédico. La rosca deformable puede ser sustancialmente igual a la rosca interna del orificio del implante ortopédico. Por lo tanto, el diámetro y el paso de rosca de la rosca deformable pueden ser iguales al diámetro y al paso de rosca de la rosca interna del orificio del implante ortopédico.

5 En algunas implementaciones, un diámetro menor de la rosca externa en la envoltura es mayor que el diámetro externo mayor del primer extremo del vástago. Si una rosca está situada en el primer extremo del vástago, el diámetro menor de la rosca deformable puede ser mayor que un diámetro mayor o una medida de sección transversal externa de la rosca mayor. El diámetro externo de la rosca deformable de la envoltura puede de ese modo ser mayor que el diámetro externo de la rosca externa delantera. Más aún, el diámetro interno del orificio del implante ortopédico puede ser mayor que el diámetro externo de la rosca externa delantera. Por lo tanto, la rosca externa delantera puede tener un diámetro mayor que es menor que el diámetro interno más pequeño de cualquier característica de rosca interna del orificio, tal como el diámetro menor de una rosca interna. El diámetro externo de la rosca externa trasera puede ser mayor que el diámetro externo de la rosca deformable de la envoltura. De manera alternativa o de manera adicional, el diámetro externo de la rosca externa trasera puede ser igual o puede ser mayor que el diámetro externo de la rosca externa delantera.

20 En algunas disposiciones del sistema, la superficie externa del primer extremo de la envoltura tiene una sección variable en dirección radial hacia adentro y hacia la superficie externa del vástago. El primer extremo de la envoltura puede tener una sección variable hasta alcanzar el mismo radio u otra dimensión de sección transversal externa de la porción adyacente del primer extremo del vástago con el fin de tener una transición suave entre la superficie externa del primer extremo del vástago y la superficie externa del primer extremo de la envoltura. De manera alternativa, el primer extremo de la envoltura puede tener un radio u otra dimensión de sección transversal externa mayor que la porción adyacente del primer extremo del vástago con el fin de formar una transición radial escalonada entre la superficie externa del primer extremo del vástago y la superficie externa del primer extremo de la envoltura. La superficie externa de la envoltura puede ser tubular con una dimensión de sección transversal constante, pudiendo, por ejemplo, ser cilíndrica, a lo largo de la extensión longitudinal total de la misma o bien a lo largo de una porción menor que la extensión longitudinal total de la misma.

30 La envoltura puede sujetarse a la superficie externa del vástago de cualquier manera que resulte suficiente para evitar el deslizamiento rotacional y/o axial de la envoltura en relación al vástago, por ejemplo, cuando la envoltura está acoplada de manera giratoria contra una superficie externa o interna del orificio. La envoltura puede moldearse directamente contra la superficie externa del vástago con el fin de proporcionar una sujeción por moldeo entre la envoltura y la superficie externa del vástago. La envoltura puede fijarse de manera adhesiva a la superficie externa del vástago utilizando un adhesivo. La envoltura puede sujetarse de manera mecánica a la superficie externa del vástago, por ejemplo, mediante su acoplamiento mediante salientes u otros elementos de superficie con el vástago, tales como roscas, nervios, pestañas, surcos y/o estrías. El vástago puede tener un perfil poligonal u otro perfil no circular (es decir, una forma de sección recta transversal al eje longitudinal del vástago) que evite que la envoltura gire en relación al vástago.

En algunas disposiciones del sistema, el vástago incluye al menos un surco. El surco puede recibir una parte de la envoltura o toda ella. La superficie radial interna de la envoltura puede sujetarse contra la superficie del surco, por ejemplo mediante interacción mecánica, moldeo, soldadura y/o adhesivo.

40 El surco puede extenderse en dirección circunferencial alrededor del vástago (por ejemplo, en la forma de un surco o hebra radial). De manera adicional, o como una alternativa, el surco puede extenderse en dirección axial a lo largo del vástago. El surco puede tener un perfil de núcleo genéricamente poligonal. El surco puede tener un perfil de núcleo genéricamente arqueado, tal como circular u ovalado. Más aún, el surco puede incluir tanto perfiles de núcleo arqueados como perfiles de núcleo poligonales. El surco puede incluir un resalte de entre un primer resalte proximal al primer extremo del vástago y un segundo resalte proximal al segundo extremo del vástago, o ambos. El primero y/o el segundo de los resaltes puede sujetar al menos parcialmente la envoltura en dirección axial y/o en dirección radial en el vástago. El primer extremo de la envoltura puede acoplarse con el primer resalte y/o el segundo extremo de la envoltura puede acoplarse con el segundo resalte. La envoltura puede tener un grosor mayor que una profundidad radial del surco de tal manera que el diámetro externo u otra dimensión de sección transversal externa de la envoltura sea mayor que un diámetro externo u otra dimensión de sección transversal externa del primer extremo del vástago adyacente a la envoltura.

55 La envoltura y/o el vástago pueden tener formas de sección transversal diferentes, medidas radialmente y ortogonalmente al eje del vástago, por ejemplo. La envoltura y/o el vástago pueden ser sustancialmente cilíndricos, con una sección transversal sustancialmente circular, medida ortogonalmente al eje del vástago, por ejemplo. Sin embargo, la sección transversal no debe ser necesariamente circular, y puede ser elíptica total o parcialmente, o bien tener otras formas arqueadas. El vástago puede tener un perfil poligonal alargado, tal como rectangular, cuadrado, hexagonal u otra forma poligonal, o bien poseer nervios o surcos longitudinales u otras protuberancias o escotaduras.

60 En algunas disposiciones del sistema, la anchura de sección transversal externa de la envoltura corresponde a un diámetro externo de la envoltura. Si la envoltura incluye un elemento de rosca, tal como un elemento de rosca

externo, la anchura de sección transversal externa de la envoltura puede ser un diámetro interno del elemento de rosca o un diámetro externo del elemento de rosca.

5 En algunas disposiciones del sistema, la anchura de sección transversal del vástago es un diámetro externo del vástago. La anchura de sección transversal del vástago puede ser inmediatamente adyacente al primer extremo de la envoltura. Si un elemento de rosca se sitúa en el primer extremo del vástago, la anchura de sección transversal del vástago puede ser un diámetro interno del elemento de rosca o un diámetro externo del elemento de rosca.

10 El tornillo de fijación ortopédico puede incluir adicionalmente un elemento de accionamiento. El elemento de accionamiento puede estar situado en el segundo extremo del vástago. En algunas disposiciones del sistema, el elemento de accionamiento incluye un cabezal configurado para acoplarse con un elemento de accionamiento giratorio, tal como un destornillador o una llave. El cabezal puede tener una anchura de sección transversal mayor, igual o menor que el segundo extremo del vástago adyacente al cabezal. El cabezal puede formar un resalte que se extiende en dirección radial hacia afuera desde una superficie externa del vástago hasta una superficie externa del cabezal. Por ejemplo, el cabezal puede tener un diámetro externo que es mayor que el diámetro externo de la porción adyacente del segundo extremo del vástago. Sin embargo, el cabezal puede tener una forma de sección transversal circular o una forma de sección transversal no circular, como por ejemplo elíptica y/o parcial o totalmente poligonal.

20 En algunas disposiciones del sistema, el primer extremo del vástago incluye una punta, que opcionalmente posee un elemento autorroscante. La punta puede tener sección decreciente. La sección decreciente puede llegar a convertirse en un punto o puede ser roma, tal como si tuviera un final redondeado o plano. El elemento autorroscante puede incluir una o varias escotaduras en la superficie externa del vástago, tales como surcos, que se extienden en dirección axial desde el primer extremo del vástago. Los surcos pueden extenderse en dirección axial a través de una porción de las roscas externas delanteras. Los surcos pueden estar arrollados de manera helicoidal a lo largo de la punta. Los surcos pueden fabricarse de tal manera que extraigan material, tal como material óseo.

25 En algunas variantes, el paso de rosca de la rosca deformable de la envoltura puede ser diferente (mayor o menor) al paso de rosca de un elemento de rosca interna del orificio del implante ortopédico. En un escenario tal, si se hace girar el elemento de accionamiento se provocará la aparición de una presión dirigida axialmente entre la rosca deformada en la envoltura y el resto de la envoltura.

Otras disposiciones y combinaciones en el seno del alcance de las reivindicaciones anexas se apreciarán al revisar los dibujos adjuntos y las descripciones detalladas de los dibujos que se ofrecen a continuación.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1a es una vista en perspectiva de un tornillo de fijación ortopédico que posee una envoltura y que está configurado para ser sujetado a través de un orificio de un implante ortopédico, de acuerdo con un aspecto de la presente descripción;

35 la Fig. 1b es una vista en perspectiva del tornillo de fijación ortopédico mostrado en la Fig. 1a pero desprovisto de la envoltura;

la Fig. 2a es una vista en perspectiva de un tornillo de fijación ortopédico que posee una envoltura y que está configurado para ser sujetado a través de un orificio de un implante ortopédico, de acuerdo con otro aspecto de la presente descripción;

40 la Fig. 2b es una vista en perspectiva del tornillo de fijación ortopédico mostrado en la Fig. 2a pero desprovisto de la envoltura;

la Fig. 3 es una vista en perspectiva de un tornillo de fijación ortopédico que posee salientes y una envoltura en una disposición alternativa en el vástago, de acuerdo con otro aspecto de la presente descripción;

la Fig. 4 es una vista lateral del tornillo de fijación ortopédico mostrado en la Fig. 1a;

45 la Fig. 5 es una vista parcial en perspectiva de un implante ortopédico que posee un orificio, de acuerdo con un aspecto de la presente descripción;

la Fig. 6 es una vista en sección transversal en perspectiva de un sistema de sujeción ortopédico que incluye un tornillo de fijación ortopédico como el mostrado en la Fig. 4 sujeto a través de un orificio de un implante ortopédico como el mostrado en la Fig. 5, de acuerdo con un aspecto de la presente descripción;

50 la Fig. 7 muestra vistas laterales de un sistema de sujeción ortopédico y un método para sujetar un tornillo ortopédico en un orificio de un implante ortopédico, de acuerdo con un aspecto de la presente descripción; y

la Fig. 8 muestra vistas laterales de un sistema de sujeción ortopédico y un método para sujetar un tornillo ortopédico en un orificio de un implante ortopédico, de acuerdo con otro aspecto de la presente descripción.

**Descripción detallada**

Haciendo referencia ahora a las Figs. 1a y 1b, una realización a modo de ejemplo de un sistema 10 de sujeción ortopédico incluye un tornillo 12 de fijación ortopédico configurado para ser sujetado de manera funcional a través de un orificio 14 en un implante 16 ortopédico (no mostrado), tal como un clavo de hueso (por ejemplo, un clavo intramedular) o una placa, con el fin de enclavar el implante ortopédico en una posición elegida relativa a uno o varios huesos o porciones de hueso. El tornillo 12 de fijación ortopédico está, en algunas implementaciones, configurado para proporcionar un ajuste a presión, incluyendo un ajuste por fricción, con el implante para evitar o eliminar sustancialmente el movimiento del implante ortopédico en relación al tornillo 12 de fijación ortopédico, tal como un movimiento radial en relación al eje del tornillo y/o un movimiento angular, en una posición elegida relativa al implante ortopédico.

El tornillo 12 de fijación ortopédico incluye un vástago 18 que se extiende en dirección axial entre un primer extremo 20 y un segundo extremo 22. El vástago 18 puede tener una forma alargada tubular. El perfil del vástago puede ser circular o poligonal, tal como rectangular, cuadrado o hexagonal. El vástago 18 puede ser genéricamente cilíndrico, teniendo un diámetro sustancialmente constante que se extiende entre los extremos primero 20 y segundo 22. Sin embargo, en algunas disposiciones del sistema, el vástago puede tener una forma tubular con secciones transversales no circulares y/o puede tener anchuras de sección transversal externa variables. El vástago 18 puede tener diferentes formas siempre que esas formas permitan al tornillo 12 de fijación ortopédico acoplarse funcionalmente a un orificio en el implante de tal manera que sea capaz de retener y, de manera opcional, hacer avanzar el tornillo 12 de fijación ortopédico en, y/o a través de, el orificio del implante ortopédico.

Un elemento 24 de accionamiento está situado en el segundo extremo 22 del vástago 18. El elemento 24 de accionamiento puede tomar cualquier forma capaz de acoplarse de manera funcional con un accionador giratorio (no mostrado), tal como un destornillador o una llave, de tal manera que sea capaz de hacer girar el tornillo 12 de fijación ortopédico alrededor del eje del vástago con el fin de acoplar de manera funcional el tornillo 12 de fijación ortopédico con hueso y/o el implante. En las Figs. 1a y 1b, el elemento de accionamiento tiene la forma de una escotadura, tal como un casquillo, para recibir un elemento giratorio. Sin embargo, el elemento 24 de accionamiento no está limitado a tener una forma particular o una disposición de accionamiento particular. Por ejemplo, el elemento 24 de accionamiento puede tener otras formas, pudiendo tener, por ejemplo, un perímetro cuadrado o hexagonal para ser recibido en una llave o en un casquillo, o también puede tener un casquillo adaptado para recibir un accionador cuadrado o hexagonal, o puede tener una ranura para recibir un destornillador.

Una envoltura 26 está sujeta como un componente diferente alrededor de una superficie externa del vástago 18. La envoltura 26 puede estar sujeta al vástago 18 de tal manera que esté fijada rotacionalmente con respecto al vástago 18. La envoltura 26 está fabricada de un material deformable, tal como plástico o un metal relativamente blando. La envoltura puede estar fabricada de un material gomoso, tal como caucho o silicona. El material del que están fabricadas la envoltura 26 y/o el vástago 18 puede ser un material biocompatible apropiado para ser utilizado como un implante en el cuerpo humano. El material de la envoltura 26 es más blando que el material del vástago 18. El material del vástago 18 puede ser plástico, metal o un material cerámico. La envoltura 26 está sujeta al vástago 18 de una manera que está configurada para evitar un movimiento de deslizamiento axial o radial, o ambos, a lo largo del vástago 18 cuando se acopla funcionalmente con el implante (es decir, con un orificio del mismo). Por ejemplo, la envoltura 26 puede sujetarse mediante moldeo al vástago 18, mediante adhesivo, mediante soldadura y/o utilizando elementos de sujeción mecánicos. Puede evitarse que la envoltura 26 se deslice en dirección circunferencial mediante interacción mecánica con un perfil con forma poligonal del vástago 18.

La envoltura 26 puede tener una superficie externa con unas dimensiones ligeramente mayores que el menor espacio de abertura interna a través del implante con el fin de llevar a cabo un ajuste a presión con el implante. El ajuste a presión reduce o elimina el desplazamiento o el movimiento radial del implante ortopédico en relación al eje del tornillo 12 de fijación, minimizando de ese modo el juego entre el tornillo de fijación, el implante ortopédico y/o porciones de hueso conectadas por el mismo. El ajuste a presión también puede opcionalmente enclavar de manera angular el tornillo 12 de fijación ortopédico en una posición elegida en el implante. La envoltura 26 posee una anchura  $W1$  de sección transversal externa que es mayor que la mayor anchura  $W2$  de sección transversal externa correspondiente del vástago 18 entre el primer extremo 20 y el segundo extremo 22. El ajuste a presión puede incluir componentes axiales y/o radiales.

La envoltura 26 se extiende en dirección axial a lo largo de la porción media del vástago 18. Explicado con más detalle, la envoltura 26 se extiende entre un primer extremo 28 y un segundo extremo 30. El primer extremo 28 está situado de manera proximal al primer extremo 20 del vástago 18. El segundo extremo 30 está situado de manera proximal al segundo extremo 22 del vástago 18. La envoltura 26 posee una superficie circunferencial externa ininterrumpida continua que se extiende entre el primer extremo 28 y el segundo extremo 30. El primer extremo 28 de la envoltura 26 está separado en dirección axial del primer extremo 20 del vástago 18. El segundo extremo 30 de la envoltura 26 está separado en dirección axial del segundo extremo 22 del vástago 18. La superficie externa de la envoltura 26 puede ser sustancialmente lisa. De manera adicional o de manera alternativa, uno o varios elementos 32 de acoplamiento, tales como nervios, pestañas o roscas, pueden estar fabricados de manera opcional en la superficie externa de la envoltura 26 configurados para acoplarse de manera funcional, por ejemplo, con elementos de rosca interna de un orificio del implante. Los elementos 32 de acoplamiento pueden definir un camino helicoidal o

pueden no definir un camino helicoidal, y pueden tomar cualquier forma dispuesta para acoplarse de manera funcional a elementos de rosca del orificio del implante con el fin de hacer avanzar y/o retener la envoltura y el vástago en su interior. Los elementos 32 de acoplamiento pueden tomar la forma de una o varias roscas externas. En la presente realización, los elementos 32 de acoplamiento están fabricados como una rosca 32 deformable descrita en otro lugar de la presente memoria. La rosca 32 deformable está situada a lo largo de la superficie externa de la envoltura 26.

La rosca 32 deformable es una rosca externa que posee un diámetro  $D_{maj}$  mayor y un diámetro  $D_{min}$  menor de una manera bien comprendida en la técnica del roscado. El vástago 18 y la envoltura 26 se muestran teniendo formas genéricamente cilíndricas con secciones transversales cilíndricas (tal como se ve transversalmente al eje del vástago 18). Sin embargo, se comprende que el vástago 18 y la envoltura 26 no están limitadas a tener formas cilíndricas, sino que pueden tener otras formas tubulares y/o no cilíndricas. El uso de los términos mayor y menor, por lo tanto, no deben interpretarse como limitantes a secciones transversales puramente circulares, sino que, sin embargo, se refieren al diámetro del círculo circunscrito cuando, por ejemplo, el vástago 18 gira alrededor de su eje longitudinal. La rosca 32 deformable puede ser una rosca continua o puede ser una rosca discontinua definida por una pluralidad de porciones de rosca con interrupciones o roturas intermitentes entre ellas. Por ejemplo, si la envoltura 26 posee una sección transversal con forma poligonal, tal como una sección transversal genéricamente cuadrada, la rosca 32 deformable puede estar definida por porciones de rosca intermitentes definidas a través de las esquinas externas de la sección transversal. Por supuesto, también son posibles otras formas y disposiciones con la misma lógica. En la presente realización, la rosca 32 deformable es una rosca continua que se extiende desde un lugar adyacente al primer extremo 28 de la envoltura 26 hasta un segundo extremo 30 de la envoltura 26, tal como se muestra en la Fig. 1a. El diámetro  $D_{maj}$  mayor y el diámetro  $D_{min}$  menor de la rosca 32 deformable son ambos constantes a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca 32 deformable.

Una rosca 34 externa delantera o cualquier otro elemento de acoplamiento por rosca, tal como nervios, pestañas o surcos, está situada en el primer extremo 20 del vástago 18. La rosca 34 externa delantera puede tener un tamaño tal que se acople con un elemento de rosca complementario de un orificio 14 del implante. En la presente realización, la rosca 32 externa delantera puede tener un diámetro  $W_2$  mayor (es decir, un diámetro externo) que es menor que la abertura de sección transversal interna más pequeña a través del orificio 14 del implante, tal como un diámetro menor de las roscas internas en el orificio 14. En otras palabras, el diámetro interno del orificio 14 del implante 16 ortopédico es mayor que el diámetro  $W_2$  externo de la rosca 34 externa delantera. La rosca 34 externa delantera se acopla funcionalmente con un orificio a través de hueso situado detrás del orificio 14 del implante 16. De esta manera, la rosca 34 externa delantera se utiliza para atornillar el vástago 18 y la envoltura 26 a través del orificio 14 del implante. Mientras la envoltura 26 avanza a través del orificio 14 del implante, la superficie externa de la envoltura 26, tal como la rosca 32 deformable, se acopla de manera deformable con la superficie o superficies internas del orificio 14 del implante. El acoplamiento deformable crea una presión de ajuste a presión, por ejemplo con un ajuste por fricción, que estabiliza el tornillo 12 de hueso ortopédico angularmente y/o axialmente en una posición elegida en el implante 16.

En la presente realización, la rosca 34 externa delantera está situada en el vástago 18 entre el primer extremo 28 de la envoltura 26 y el primer extremo 20 del vástago 18. Una rosca 36 externa trasera está situada en el vástago 18 entre el segundo extremo 30 de la envoltura 26 y el segundo extremo 22 del vástago 18. En algunas disposiciones del sistema, una de las roscas 34, 36 externas, o ambas, puede omitirse. La rosca 34 externa delantera está separada en dirección axial de la rosca 36 externa trasera. La rosca 34 externa delantera está separada en dirección axial del primer extremo 28 de la envoltura 26. La rosca 36 externa trasera está separada en dirección axial del segundo extremo 30 de la envoltura 26. Sin embargo, en otras disposiciones del sistema, la rosca 34 externa delantera puede extenderse hasta, y/o por debajo de, el primer extremo 28 de la envoltura 26 y/o la rosca 36 externa trasera puede extenderse hasta, y/o por debajo de, el segundo extremo 30 de la envoltura 26. En otras disposiciones del sistema adicionales, las roscas 34 y 36 delantera y trasera pueden estar conectadas como parte de una única rosca con una porción media situada parcialmente o totalmente por debajo (es decir, radialmente hacia adentro en relación a) la envoltura 26.

La rosca 34 externa delantera posee un diámetro  $W_2$  mayor que es más pequeño que el diámetro  $D_{min}$  menor de la rosca 32 deformable. En otras palabras, el diámetro  $W_1$  externo de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 es mayor que el diámetro  $W_2$  externo de la rosca 34 externa delantera. La rosca 36 externa trasera puede tener un diámetro  $W_3$  mayor igual, más grande o más pequeño que el de la rosca 34 externa delantera. En la presente realización, la rosca 36 externa trasera posee un diámetro  $W_3$  mayor más grande que el de la rosca 34 externa delantera, tal como se muestra en las Figs. 1a y 1b. La rosca 36 externa trasera está configurada para acoplarse con un orificio a través del hueso detrás del avance de la vaina 26. En una disposición del sistema, el diámetro  $W_3$ ,  $W_2$  mayor de una rosca de entre la rosca 36 externa trasera y la rosca 34 externa delantera, o de ambas, es igual al diámetro  $D_{maj}$  mayor de la rosca 32 deformable a lo largo de un camino cilíndrico. En la presente realización, el diámetro  $W_3$  externo de la rosca 36 externa trasera es mayor que el diámetro  $W_1$  externo de la rosca 32 deformable de la envoltura 26.

La rosca 34 externa delantera posee un paso de rosca que es distinto de un paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 28. En la presente realización, la rosca 34 externa delantera posee un paso de rosca que

es mayor que el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 28. De manera alternativa, el paso de rosca de la rosca 34 externa delantera puede ser menor que el paso de rosca de la rosca 32 deformable. La rosca 36 externa trasera posee un paso de rosca que es igual al paso de rosca de la rosca 34 externa delantera. Por lo tanto, la rosca 36 externa trasera puede tener un paso de rosca que es menor o mayor que el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 28.

La rosca 32 deformable puede tener un paso de rosca variable a lo largo de la extensión longitudinal de la envoltura 26. Por ejemplo, la rosca 32 deformable posee un paso de rosca más pequeño en, o cerca de, el primer extremo 28 de la envoltura 26 y aumenta de manera continua hasta alcanzar un paso de rosca mayor en, o cerca de, el segundo extremo 30 de la envoltura 26. Sin embargo, también son posibles y se contemplan otras variaciones del paso de rosca mientras sean capaces de conseguir una presión axial de ajuste a presión con roscas internas del orificio 14 del implante 16, tal como una variación discontinua del paso de rosca, un paso de rosca que disminuya desde el primer extremo 28 hacia el segundo extremo 30, u otras variaciones del paso de rosca. En la presente realización, el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 es constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca 32 deformable.

Una diferencia de paso de rosca entre la rosca 34 externa delantera y la rosca 32 deformable y también un paso de rosca variable de la rosca 32 deformable pueden, en ciertas variantes, aprovecharse para reducir o eliminar la cantidad de desplazamiento y de movimiento entre partes del sistema 10 de sujeción ortopédico. Como ejemplo, en ciertas variantes, puede obtenerse o aumentarse así una presión de ajuste a presión.

Tal como se muestra en las Figs. 1a y 1b, una punta 38 está situada en el primer extremo 20 del vástago 18. La punta 38 va reduciendo su sección hasta alcanzar un punto o, de manera alternativa, una terminación roma, tal como una terminación redondeada, plana o truncada. La punta 38 incluye un elemento 40 autorroscante para perforar un orificio dentro de un hueso. El elemento 40 autorroscante incluye un surco y, de manera opcional, una pareja de surcos 42 axiales diametralmente opuestos que se extienden a lo largo de la punta 40 a través de al menos una porción de la rosca 34 externa delantera tal como se muestra en la Fig. 1b. Los surcos 42 axiales pueden estar arrollados al menos parcialmente de manera helicoidal. Los surcos 42 axiales pueden actuar para extraer hueso u otro material cuando el tornillo 12 de fijación ortopédico es hecho girar y avanzar dentro del hueso.

El elemento 24 de accionamiento incluye un cabezal 44 situado en el segundo extremo 22 del vástago 18. El cabezal 44 está configurado para acoplarse con un elemento de accionamiento giratorio. Por ejemplo, el cabezal 44 incluye un casquillo 46 poligonal configurado para recibir un accionador giratorio complementario (no mostrado). También pueden utilizarse otras configuraciones de accionamiento. El cabezal 44 posee un diámetro más grande que el segundo extremo 22 adyacente del vástago 18, formando de ese modo un resalte 48 que se extiende en dirección radial hacia afuera desde la superficie circunferencial externa del segundo extremo 22 del vástago 18 hasta la superficie circunferencial externa del cabezal 44. En otras disposiciones del sistema, el cabezal 44 puede ser circunferencialmente más pequeño o tener el mismo tamaño que el segundo extremo 22 del vástago 18 y/o puede incluir superficies de acoplamiento circunferencial, como por ejemplo una forma circunferencial externa de cabeza hexagonal. El cabezal 44 no está limitado a las disposiciones del sistema descritas de manera expresa, y pueden utilizarse otras disposiciones del sistema para acoplar de manera funcional una herramienta de accionamiento giratorio.

La envoltura 26 se sujeta a la superficie externa del vástago 18 de un modo cualquiera que resulte suficiente para evitar el deslizamiento giratorio y/o axial de la envoltura 26 en relación al vástago 18, por ejemplo, cuando la envoltura 26 está acoplada de manera giratoria contra una superficie externa o interna del orificio 14 del implante 16. En la presente realización, la envoltura 26 está moldeada directamente contra la superficie externa del vástago 18 con el fin de proporcionar una sujeción por moldeo entre la envoltura 26 y la superficie externa del vástago 18. De manera alternativa, la envoltura 26 puede sujetarse de manera adhesiva a la superficie externa del vástago 18 utilizando un pegamento. Más aún, la envoltura 26 puede, de manera alternativa o de manera adicional, sujetarse de manera mecánica a la superficie externa del vástago 18, por ejemplo, mediante el acoplamiento con salientes u otros elementos de superficie con el vástago 18, tales como roscas, nervios, pestañas, surcos y/o estrías. En la presente realización tal como se muestra las Figs. 1a y 1b, el vástago 18 posee una rosca 50 para sujetar la envoltura 26 al vástago 18. La Fig. 1b ilustra un tornillo 12 de fijación ortopédico sin la envoltura 26. La rosca 50 del vástago es sustancialmente igual a la rosca 32 deformable de la envoltura. Más aún, la rosca 50 puede tener unas dimensiones y/o un paso de rosca sustancialmente iguales a las de la rosca 32 deformable de la envoltura. La envoltura 26 se acopla directamente con la rosca 50 del vástago 18; por ejemplo, está directamente moldeada contra la rosca 50 del vástago 18. Mediante moldeo o adhesión de la envoltura 26 al vástago 18, la rosca 50 puede actuar como una pre-forma para formar la estructura básica de la rosca 32 deformable.

Haciendo referencia ahora las Figs. 2a y 2b, se muestra otra realización de un tornillo 52 de fijación ortopédico. El tornillo 52 de fijación ortopédico es similar al tornillo 12 de fijación ortopédico en cuanto a que incluye un vástago 18 que se extiende entre los extremos 20 primero y 22 segundo, un elemento 24 de accionamiento situado en el segundo extremo 22, y una envoltura 26 sujeta alrededor de una superficie externa del vástago 18, en donde la envoltura 26 incluye una rosca 32 deformable y el vástago 18 incluye unas roscas 34, 36 delantera y trasera. Por razones de brevedad, no se repite aquí una descripción del mismo, pero se hace referencia a la descripción previa teniendo en cuenta las disposiciones adicionales o alternativas siguientes.

Una diferencia entre el tornillo 52 de fijación ortopédico y el tornillo 12 de fijación ortopédico es que el vástago 18 del tornillo 52 de fijación ortopédico incluye al menos un surco 54. La Fig. 2b ilustra el tornillo 52 de fijación ortopédico sin la envoltura 26. En la presente realización tal como se muestra en la Fig. 2b, el vástago 18 del tornillo 52 de fijación ortopédico posee cuatro surcos 54. De manera alternativa, el vástago 18 del tornillo 52 de fijación ortopédico puede incluir uno, dos, tres o más surcos 54.

El surco 54 se extiende en dirección circunferencial alrededor de, y axialmente a lo largo de, la superficie externa del vástago 18. La envoltura 26 está situada en el surco 52 de tal manera que el surco 52 ayuda a sujetar la envoltura 26 en la superficie externa del vástago 18. El surco 54 puede tener un perfil de núcleo poligonal continuo, tal como un rectángulo, un cuadrado o un hexágono, un perfil arqueado continuo, tal como circular u ovalado, o perfiles tanto poligonales como arqueados. El vástago 18 comprende un perfil poligonal o un perfil no circular en su sección transversal (es decir, la forma de sección recta transversal al eje longitudinal del vástago) que evita que la envoltura 26 se deslice de manera giratoria en el vástago 18. En la disposición del sistema a modo de ejemplo de la Fig. 2b, los surcos 52 poseen un perfil 56 de núcleo circular. El perfil 56 de núcleo circular se extiende de manera continua a lo largo de toda la extensión longitudinal axial del surco 54. En algunas disposiciones del sistema, el surco 54 y/u otras porciones del vástago 18 pueden tener otras formas de perfil de núcleo, tales como forma de estrella o de diente de engranaje formados por nervios alargados u otras protuberancias o escotaduras con formas distintas.

El surco 54 posee un diámetro externo más pequeño que las porciones adyacentes del vástago 18. Los surcos 54 en esta disposición del sistema están espaciados alrededor de la circunferencia externa del vástago 18. De manera alternativa, un surco puede extenderse de manera completamente radial alrededor de la circunferencia externa del vástago 18. Tal como se muestra en la Fig. 2b, los surcos 54 se extienden en dirección axial desde un primer resalte 58 radial proximal al primer extremo 20 del vástago 18 hasta un segundo resalte 60 radial proximal al segundo extremo 22 del vástago 18. La extensión longitudinal axial completa de la envoltura 26 es recibida en el seno de los surcos 54. El primer extremo 28 de la envoltura 26 se apoya contra el primer resalte 58 radial. El segundo extremo 30 de la envoltura 26 se apoya contra el segundo resalte 60 radial. Por lo tanto, los resaltes 58 y 60 radiales retienen de manera mecánica a la envoltura 26 y la fijan en dirección axial a lo largo de la extensión longitudinal del vástago 18. La envoltura 26 posee un espesor que es mayor que la dimensión radial del surco 54 de tal manera que las superficies circunferenciales externas de la envoltura 26 sobresalen en dirección radial más allá de las superficies circunferenciales externas de los extremos 20 primero y 22 segundo adyacentes del vástago 18, de acuerdo con la descripción previa. Una superficie interna radial de la envoltura 26 puede, de manera adicional o de manera alternativa, sujetarse contra la superficie externa radial de cada surco 54 utilizando otras conexiones de sujeción, tales como un adhesivo, o una conexión sobremoldeada, mediante soldadura o mediante elementos de sujeción mecánica.

La Fig. 3 ilustra otra realización de un tornillo 62 de fijación ortopédico. El tornillo 62 de fijación ortopédico es similar al tornillo 12 de fijación ortopédico en cuanto a que incluye un vástago 18 que se extiende entre los extremos 20 primero y 22 segundo, un elemento 24 de accionamiento situado en el segundo extremo 22, y una envoltura 26 sujeta alrededor de una superficie externa del vástago 18, en donde la envoltura 26 incluye una rosca 32 deformable y el vástago 18 incluye unas roscas 34, 36 externas delantera y trasera. Por razones de brevedad, no se repite aquí una descripción del mismo, pero se hace referencia a la descripción previa teniendo en cuenta las disposiciones adicionales o alternativas siguientes.

Una diferencia entre el tornillo 12 de fijación ortopédico de las Figs. 1a y 1b y el tornillo 62 de fijación ortopédico mostrado en la Fig. 3 es que el vástago 18 incluye salientes 64. Los salientes 64 están situados en la superficie externa del vástago 18. Los salientes 64 pueden estar situados en el vástago 18 a lo largo de una curva helicoidal alrededor del vástago 18, por ejemplo, de una manera similar a una rosca o secciones de rosca. Los salientes 64 pueden estar fabricados formando o cortando una rosca en el vástago 18 y, a continuación, moleteando porciones de la rosca, formando de ese modo huecos en el seno de la rosca.

La envoltura 26 está sujeta y está fijada rotacionalmente alrededor de la superficie externa del vástago 18, en donde la envoltura 26 está formada alrededor de salientes 64. En la presente realización, los salientes 64 y las protuberancias deformables de la envoltura 28 están dispuestas de manera alternativa en la superficie externa del vástago 18. Los salientes 28 y la envoltura 26 forman conjuntamente un elemento de tipo rosca a lo largo del vástago 18, tal como se muestra la Fig. 3. En la presente realización, una rosca 66 parcialmente deformable se forma de ese modo mediante las protuberancias de la envoltura 26 y los salientes 64 del vástago 18. Adicionalmente, el vástago 18 del tornillo 62 de fijación ortopédico puede tener uno o varios surcos 54 tal como se describió anteriormente y tal como se muestra en las Figs. 2a y 2b. En una realización tal, los salientes 64 pueden estar situados a lo largo del vástago 18 entre los surcos 54.

Haciendo referencia ahora las Figs. 4 a 6, se muestra el sistema 10 de sujeción ortopédico. El sistema 10 de sujeción ortopédico incluye un tornillo 12 de fijación ortopédico tal como se muestra en las Figs. 4 y 6 y un implante 14 ortopédico a modo de ejemplo tal como se muestra las Figs. 5 y 6. El tornillo 52 o 62 de fijación ortopédico tal como se describió anteriormente también podría utilizarse en combinación con los implantes ortopédicos de uno cualquiera de los dibujos mostrados en la presente memoria como parte de este sistema de sujeción ortopédico. El implante 14 ortopédico puede tener una forma de entre varias formas específicas.

La Fig. 4 ilustra un tornillo 12 de fijación ortopédico en una vista lateral. Tal como se describió anteriormente haciendo referencia a las Figs. 1a y 1b, el tornillo 12 de fijación ortopédico incluye el vástago 18 que se extiende entre los extremos 20 primero y 22 segundo, el elemento 24 de accionamiento situado en el segundo extremo 22, y la envoltura 26 sujeta alrededor de una superficie externa del vástago 18, en donde la envoltura 26 incluye la rosca 32 deformable y el vástago 18 incluye las roscas 34, 36 externas delantera y trasera. Por razones de brevedad, no se repite aquí una descripción del mismo, pero se hace referencia a la descripción previa teniendo en cuenta las disposiciones adicionales o alternativas siguientes.

El primer extremo 28 de la envoltura 26 tiene sección variable hacia adentro y en dirección radial, igual que en 68, hacia el diámetro externo del extremo 20 frontal del vástago 18 inmediatamente adyacente al primer extremo 28 de la envoltura 26. En esta disposición, la rosca 32 deformable termina en una ubicación situada a lo largo de la porción 68 de sección decreciente antes de alcanzar el primer extremo 28, de tal manera que la rosca 32 deformable posee un primer extremo espaciado a lo largo de la porción 68 de sección decreciente adyacente a, y separada de, el primer extremo 28 de la envoltura 26. De manera alternativa, la rosca 32 puede discurrir enteramente hasta el primer extremo 28 de la envoltura 26. En algunas disposiciones del sistema, la porción 68 de sección decreciente es tal que existe una transición suave entre el primer extremo 28 de la envoltura 26 y el vástago 18. En otras disposiciones del sistema, el primer extremo 28 de la envoltura 26 puede tener un diámetro mayor que la porción adyacente del vástago 18 con el fin de formar una transición escalonada en dirección radial. La porción restante del diámetro más externo de la envoltura 26 puede ser sustancialmente cilíndrica desde la porción 68 de sección decreciente hasta el segundo extremo 30, o bien puede tener otras variaciones de decrecimiento de sección u otra anchura. De manera alternativa, el diámetro más externo de la envoltura 26 puede ser sustancialmente cilíndrico a lo largo de la extensión longitudinal axial completa entre el primer extremo 28 y el segundo extremo 30.

En una realización a modo de ejemplo, el tornillo 12 de fijación ortopédico tiene preferiblemente una longitud total comprendida en el intervalo entre 125 mm y 5 mm, y más preferiblemente en el intervalo comprendido entre aproximadamente 70 mm y 50 mm. La envoltura 26 tiene preferiblemente una longitud comprendida en el intervalo entre 100 mm y 3 mm y más preferiblemente entre 40 mm y 30 mm. La envoltura 26 tiene preferiblemente un diámetro externo comprendido en el intervalo entre 52 mm y 0,9 mm, más preferiblemente entre 12 mm y 5 mm, y más preferiblemente todavía entre aproximadamente 6 mm y 4 mm, y en algunas disposiciones del sistema es de aproximadamente 5,2 mm o 5,3 mm. En una disposición del sistema, la rosca 32 deformable tiene preferiblemente un diámetro mayor comprendido en el intervalo entre 51 mm y 0,8 mm, más preferiblemente entre 11 mm y 4 mm, y más preferiblemente todavía entre aproximadamente 6 mm y 4 mm, y en algunas disposiciones del sistema es de aproximadamente 5,3 mm o 5,5 mm, un diámetro menor comprendido en el intervalo entre 50 mm y 0,7 mm, más preferiblemente entre 10 mm y 2 mm, y en algunas disposiciones del sistema es de aproximadamente 4,3 mm o 4,5 mm. En una disposición adicional del sistema, la rosca 32 deformable puede tener un paso de rosca variable que varía de manera continua a lo largo de la extensión longitudinal axial de la envoltura desde aproximadamente entre 0,5 y 2 roscas/mm en un lugar adyacente al primer extremo 28 hasta entre 0,1 y 1 roscas/mm en el segundo extremo 30. Preferiblemente, la rosca 32 deformable puede tener un paso de rosca constante a lo largo de la extensión longitudinal axial de la envoltura entre 0,5 y 2 roscas/mm, más preferiblemente entre 0,9 y 1,5 roscas/mm, y en algunas disposiciones del sistema de aproximadamente 1,25 roscas/mm o 1,3 roscas/mm. El vástago 18 puede tener un diámetro promedio comprendido en el intervalo entre 50 mm y 0,7 mm, más preferiblemente entre 20 mm y 3 mm, y en algunas disposiciones del sistema entre aproximadamente 4,9 mm y 5,1 mm. Una cualquiera de las roscas de entre la rosca 34 externa delantera y la rosca 36 externa trasera, o ambas, pueden tener un diámetro mayor comprendido en el intervalo entre 52 mm y 0,9 mm, más preferiblemente entre 12 mm y 4 mm, y más preferiblemente todavía entre aproximadamente 7 mm y 5 mm, y en algunas disposiciones del sistema de aproximadamente 5 mm o 6 mm. Más aún, una cualquiera de las roscas de entre la rosca 34 externa delantera y la rosca 36 externa trasera, o ambas, pueden tener un paso de rosca constante a lo largo de la extensión longitudinal axial de la misma comprendido en el intervalo entre 0,5 y 2 roscas/mm, más preferiblemente entre 1,0 y 1,9 roscas/mm, y más preferiblemente todavía entre aproximadamente 1,7 y 1,8 roscas/mm y en algunas disposiciones del sistema de aproximadamente 1,75 roscas/mm. Sin embargo, las dimensiones específicas proporcionadas en la presente memoria se ofrecen sólo a modo de ejemplo y corresponden a una disposición del sistema a modo de ejemplo opcional, y la invención no está limitada a las dimensiones específicas proporcionadas.

La Fig. 5 muestra una vista parcial en perspectiva del implante 16 ortopédico que posee un orificio 14. El implante 16 ortopédico puede estar fabricado de un material biocompatible apropiado y/o aprobado para su uso en un implante en el interior de un cuerpo humano. En algunas disposiciones del sistema, el implante 16 ortopédico está fabricado de metal, plástico y/o material cerámico. El implante 16 ortopédico puede ser cualquier tipo de implante ortopédico. Algunos tipos de implantes ortopédicos a modo de ejemplo incluyen placas y clavos de hueso tales como clavos intramedulares.

El orificio 14 del implante 16 ortopédico puede ser liso y/o puede incluir un elemento de superficie interno, tal como una rosca interna, que posee una disposición interna radial apropiada para acoplarse funcionalmente con roscas externas o con otras estructuras de acoplamiento en el tornillo 12 de fijación; por ejemplo, puede estar configurado para retener y, de manera opcional, hacer avanzar cualquiera de los tornillos de fijación ortopédicos descritos en la presente memoria cuando se hace girar el tornillo de fijación en el interior del orificio 14. Por lo tanto, por ejemplo, el orificio 14 puede, en algunas realizaciones, estar formado por un orificio delgado que no posee roscas helicoidales

5 pero que tiene bordes que interactúan con roscas helicoidales externas o elementos de tipo rosca para hacer avanzar y/o retener un tornillo de fijación ortopédico. En otras realizaciones, el orificio 14 puede incluir una o varias protuberancias que sobresalen internamente en dirección radial que de manera similar son capaces de interactuar de manera funcional con roscas helicoidales externas o con elementos de acoplamiento de rosca. En otras realizaciones adicionales, el orificio 14 puede incluir una o varias roscas internas helicoidales, bien en solitario o bien en combinación con otros elementos de tipo rosca.

10 En la presente realización, tal como se muestra en la Fig. 5, el implante 16 ortopédico incluye un orificio 14 a modo de ejemplo, aunque el implante 16 ortopédico puede incluir un número cualquiera de tales orificios 14. El orificio 14 es un orificio pasante que se extiende en dirección transversal a través del implante 16 ortopédico desde un primer lado hasta un segundo lado. El orificio 14 está roscado internamente, incluye una rosca 70 interna arrollada helicoidalmente a lo largo de la superficie circunferencial interna del orificio 14. Más aún, el orificio 14 incluye un nervio 72 circunferencial que se extiende alrededor y que sobresale hacia adentro en dirección radial desde la superficie circunferencial interna del orificio 14. El nervio 72 circunferencial está espaciado en la mitad del interior del orificio 14, como si estuviese espaciado a medio camino entre el primer y el segundo lado del orificio 14. La rosca 70 interna atraviesa la superficie circunferencial interna del nervio 72 circunferencial. Más aún, el implante 16 ortopédico incluye un canal 74 en la dirección de su eje longitudinal. El canal 74 cruza el orificio 14 roscado, es decir, el canal se abre al orificio 14 tal como se muestra en la Fig. 5.

La Fig. 6 ilustra el tornillo 12 de fijación ortopédico de la Fig. 4 insertado en el interior del orificio 14 del implante 16 ortopédico de la Fig. 5 como una vista parcial de sección recta transversal.

20 En el presente sistema, la rosca 34 externa delantera está dimensionada de tal manera que no se acople de manera funcional con el orificio 14 del implante 16 ortopédico, sino que está configurada básicamente para acoplarse con el hueso en cualquiera de los lados, o en ambos, del orificio 14 (no se muestra en la Fig. 6). Por ejemplo, el diámetro mayor de la rosca 34 externa delantera es menor que el diámetro menor de la rosca 70 interna de tal manera que la rosca 34 externa delantera no se acopla de manera funcional con la rosca 70 interna, sino que puede empujarse a través del orificio 14 sin interferencia. En otras disposiciones del sistema, sin embargo, la rosca 34 externa delantera puede estar dimensionada para acoplarse de manera funcional con el orificio 14. Por ejemplo, el diámetro mayor de la rosca 34 externa delantera puede ser mayor que una anchura de mínima abertura a través del orificio 14.

30 La rosca 32 deformable está configurada para acoplarse con el orificio 14 con el fin de retener de manera funcional el vástago 18 en el orificio 14 mediante un ajuste a presión y/o un inter-ajuste mecánico. Tal como se muestra en la Fig. 6, la rosca 32 deformable está configurada para acoplarse con uno o varios elementos de rosca interna, tal como por ejemplo con una o varias roscas 70 internas, en el orificio 14 de una manera que está configurada para que aparezca al menos una presión de entre una presión radial de ajuste a presión y una presión axial de ajuste a presión, o ambas. La rosca 36 deformable está opcionalmente configurada para recibir al menos parcialmente la circunferencia interna del nervio 72 circunferencial en el seno del surco de la rosca. Sin embargo, no resulta necesario que la rosca 32 deformable se corresponda perfectamente con la configuración de la rosca 70 interna puesto que puede deformarse para ajustarse a la rosca 70 interna. En el presente sistema, las roscas 70 internas se acoplan en dirección axial y deforman cada vez más las paredes axiales de la rosca 32 deformable cuando la rosca 32 está avanzando a través del orificio 14, dando lugar de ese modo a una presión variable del ajuste a presión y, en este caso, en aumento, cuando el tornillo 12 de fijación ortopédico se hace avanzar a través del orificio 14. Los procesos de inserción y enclavamiento del tornillo 12 de fijación ortopédico se describirán a continuación con más detalle haciendo referencia a las Figs. 7 y 8.

45 El ajuste a presión está configurado para evitar o para eliminar de manera sustancial el movimiento del implante 16 ortopédico en relación al tornillo 12 de fijación ortopédico, como por ejemplo un movimiento radial en relación al vástago 18 y/o un movimiento angular, en una posición elegida relativa al implante 16 ortopédico. Así, el ajuste a presión reduce o elimina el desplazamiento y el movimiento en dirección radial del implante 16 ortopédico en relación al eje del tornillo 12 de fijación, minimizando de ese modo el juego entre el tornillo de fijación, el implante ortopédico y/o porciones de hueso conectadas por el mismo. Opcionalmente, el ajuste a presión también puede enclavar de manera angular el tornillo 12 de fijación ortopédico en una posición elegida del orificio 14. Por lo tanto, el tornillo 12 de fijación ortopédico puede sujetarse a través del implante 16 ortopédico.

50 El paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 es, en el presente sistema, sustancialmente igual al paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 en el implante 16 ortopédico. En este caso, se provoca la aparición de una presión axial de ajuste a presión cuando la rosca 34 externa delantera entra en contacto en el hueso del lado opuesto del implante 16 ortopédico al desplazar el vástago 18 y la envoltura 26 a través del orificio 14 del implante. De manera alternativa, el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 puede ser ligeramente diferente del paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante 16 ortopédico, consiguiéndose de ese modo, de manera alternativa o de manera adicional, la aparición de una presión axial de ajuste a presión mientras se atornilla el tornillo 12 de fijación ortopédico dentro del orificio 14 del implante. En este caso, el paso de rosca de la rosca 32 deformable en la envoltura 26 también puede ser mayor o menor que el paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante 16 ortopédico.

60

En la presente realización, el diámetro de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 es sustancialmente igual al diámetro de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante 16 ortopédico. El diámetro Dmin menor de la rosca 32 deformable es constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca. Sin embargo, en otras disposiciones del sistema, el diámetro Dmin menor puede variar a lo largo de la extensión longitudinal, por ejemplo, incrementándose de manera continua o de manera discontinua desde el primer extremo 28 hacia el segundo extremo 30. En la disposición del sistema de la Fig. 6, la rosca 32 deformable está dimensionada de tal manera que el diámetro Dmin menor es sustancialmente igual al diámetro menor de la rosca 70 interna. Con el fin de conseguir opcionalmente una presión radial de ajuste a presión, al menos una anchura de sección transversal externa de la envoltura 26, tal como el diámetro Dmaj mayor o bien el diámetro Dmin menor, puede estar dimensionada para ser mayor que una abertura de la sección transversal interior más pequeña correspondiente del orificio 14, tal como el diámetro menor correspondiente o el diámetro mayor correspondiente de la rosca 70 interna. Por lo tanto, el diámetro Dmaj mayor de la rosca 32 deformable puede ser mayor que el diámetro mayor de la rosca 70 interna. De manera adicional o de manera alternativa, el diámetro Dmin menor de la rosca 32 deformable puede ser mayor que el diámetro menor de la rosca 70 interna para crear una presión radial de ajuste a presión. Sin embargo, otras realizaciones pueden incluir solamente una u otra característica, o ambas características, con el fin de provocar sólo una presión radial de ajuste a presión o una presión axial de ajuste a presión, o ambas presiones de ajuste a presión si así se desea.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 7 y 8, ambos dibujos muestran vistas laterales de una realización de sistema de sujeción ortopédico y un método para sujetar un tornillo 12 ortopédico en un orificio 14 de un implante 16 ortopédico (en la forma de un clavo intramedular). Tal como se muestra, el tornillo 12 de fijación ortopédico se acoplará de manera funcional con el orificio 14, como por ejemplo en él o a través de él.

El clavo 16 intramedular incluye al menos un orificio 14, y opcionalmente varios. Los orificios 14 pueden ser orificios roscados y/o incluir una cualquiera y/o todas las características del orificio 14 descrito previamente la presente memoria. El tornillo 12 de fijación ortopédico es el mismo que se describió anteriormente. Por razones de brevedad, no se repite aquí una descripción del mismo, pero se hace referencia a la descripción previa teniendo en cuenta las disposiciones adicionales o alternativas siguientes. Los aspectos restantes de esta disposición del sistema son sustancialmente similares como porciones correspondientes descritas previamente la presente memoria y, por razones de brevedad, no se repite aquí una descripción de los mismos. De manera alternativa o de manera adicional, con las disposiciones del sistema ortopédicos mostrados en las Figs. 7 y 8 podrían utilizarse otras realizaciones de tornillo de fijación ortopédico tal como se han descrito anteriormente o se describirán a partir de aquí.

Los métodos descritos en la presente memoria no están limitados al tornillo 12 de fijación ortopédico y al implante 16 ortopédico. Por el contrario, los métodos pueden utilizarse para acoplar uno cualquiera de los tornillos ortopédicos a uno cualquiera de los orificios situados en uno cualquiera de los implantes ortopédicos y/o de los clavos intramedulares descritos en la presente memoria o en otro lugar.

Haciendo referencia la Fig. 7, se describirá un primer método para sujetar un tornillo de fijación ortopédico a un orificio. Por lo tanto, la descripción que sigue, aunque se centra principalmente en la disposición del sistema mostrado en la Fig. 7 a modo de ejemplo, también se refiere a otras disposiciones del sistema. Debe comprenderse que este método no está limitado a la descripción exacta de estas disposiciones del sistema particulares, sino que puede aplicarse a cualquier disposición del sistema de una manera que podría ser comprendida por una persona con conocimientos básicos en la técnica.

En el caso que corresponde a la Fig. 7, la rosca 34 externa delantera del tornillo 12 de fijación ortopédico posee un paso de rosca que es diferente (por ejemplo, mayor) que el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 26. Por ejemplo, el paso de rosca de la rosca 34 externa delantera es de aproximadamente 1,75 y el paso de rosca de la rosca 32 deformable es de aproximadamente 1,25. En general, la diferencia entre los pasos de rosca podría estar comprendida en el intervalo entre 0,1 y 1,0. Más aún, el paso de rosca de la rosca 32 deformable es sustancialmente igual al paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante, pero también podría ser diferente.

El clavo 16 intramedular se inserta en el hueso 80 que comprende la médula 76 ósea. La médula 76 ósea está encapsulada circunferencialmente por la corteza ósea tal como se ilustra mediante una primera porción 78 de corteza ósea (en la parte izquierda de las Figs. 7 y 8) y una segunda porción 80 de corteza ósea (en la parte derecha de las Figs. 7 y 8).

En un paso adicional, el primer extremo 20 del vástago 18 es insertado a través de la primera porción 78 de corteza ósea y de la médula 76 ósea dentro del orificio 14 del implante 16 ortopédico.

El vástago 18 es hecho avanzar en el interior del orificio 14 de cualquier manera que resulte suficiente, de tal manera que la rosca 34 externa delantera es hecha avanzar a través del orificio 14, por ejemplo mediante atornillado. Cuando la rosca 32 deformable de la envoltura 26 se acopla con la rosca 70 interna del orificio 14, el vástago 18 puede ser forzado a girar, por ejemplo mediante una herramienta de accionamiento giratorio acoplada con el elemento 24 de accionamiento, para hacer avanzar el vástago 18 y la envoltura 26 en el interior de, y/o a través de, el orificio 14. En este caso, la rosca 32 deformable se acopla de manera funcional (de manera roscada)

con el orificio 14 con el fin de formar un inter-ajuste mecánico con la rosca 70 interna del orificio 14, tal como se muestra en la Fig. 7a.

El vástago 18 es hecho avanzar a través del orificio 14 de un modo cualquiera, tal como resulte apropiado. Cuando la rosca 34 externa delantera se acopla con hueso en el lado opuesto del implante 16 ortopédico, es decir, con la segunda porción 80 de corteza ósea, el elemento 24 de accionamiento es hecho girar de manera adicional, lo que hace girar el vástago 18 y la envoltura 26, con el fin de acoplar de manera funcional (de manera roscada) la rosca 34 externa delantera con hueso. Debido al hecho de que el paso de rosca de la rosca 34 externa delantera es diferente (por ejemplo, mayor) al paso de rosca de la rosca 32 deformable, la rosca 34 externa delantera funciona para hacer avanzar el vástago 18 (por ejemplo, tirando de él) y la envoltura 26 hacia adelante a través del orificio 14 del implante 16 ortopédico. De ese modo, el orificio 14 y, de manera específica, su rosca 70 interna, deforma la envoltura 26 y su rosca 32 deformable, respectivamente, en dirección axial y/o en dirección radial. La deformación de la rosca 32 deformable da como resultado un ajuste a presión de la envoltura 26 contra el orificio 14 en una dirección de presión axial y/o en una dirección de presión radial tal como se muestra en la Fig. 7b.

La presión del ajuste a presión puede aumentar mientras la envoltura 26 avanza a través del orificio 14. Por ejemplo, cuando la rosca 32 deformable posee un paso de rosca variable, puede aumentar una presión axial de ajuste a presión mientras la envoltura 26 avanza a través del orificio 14. Cuando la rosca deformable posee un diámetro externo que va aumentando, tal como un diámetro menor y/o un diámetro mayor aumentando, puede aumentar la presión radial de ajuste a presión cuando la envoltura 26 avanza a través del orificio 14. La superficie externa de la envoltura 26 también puede ser cilíndrica y cualquier rosca 32 deformable podría tener un paso de rosca constante a lo largo de la extensión longitudinal de la envoltura, en cuyo caso la presión del ajuste a presión puede permanecer sustancialmente constante cuando la envoltura 26 avanza a través del orificio 14. De manera adicional, la rosca 36 externa trasera también puede funcionar para hacer avanzar (por ejemplo, empujando) el vástago 18 y la envoltura 26 a través del orificio 14 mediante acoplamiento con el hueso en el lado de inserción del implante 16 ortopédico, es decir, con la primera porción 78 de corteza ósea.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 8, el dibujo muestra otra realización de un sistema de fijación ortopédico y un segundo método para sujetar un tornillo 12 de fijación ortopédico a un orificio 14 de un implante 16 ortopédico. La diferencia entre el sistema de fijación ortopédico y el método de la Fig. 8 y los descritos haciendo referencia la Fig. 7 consiste en que el paso de rosca de la rosca 32 deformable del tornillo 12 de fijación ortopédico es distinto (por ejemplo, ligeramente mayor) que el paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante. Por ejemplo, el paso de rosca de la rosca 32 deformable puede ser de aproximadamente 1,3 y el paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante puede ser de aproximadamente 1,25. En general, la diferencia entre pasos de rosca podría estar comprendida en el intervalo entre 0,01 y 0,3. La rosca 34 externa delantera del tornillo 12 de fijación ortopédico todavía podría tener un paso de rosca que fuese diferente (por ejemplo, mayor) que el paso de rosca de la rosca 32 deformable de la envoltura 26. El resto de aspectos del sistema y del método son sustancialmente similares a los descritos previamente la presente memoria y no se repiten aquí por razones de brevedad.

En la disposición del sistema y el método particulares de acuerdo con la Fig. 8, el paso de rosca de la rosca 32 deformable es ligeramente mayor que el paso de rosca de la rosca 70 interna del orificio 14 del implante. Por lo tanto, en el paso en el que el vástago 18 es forzado a girar, por ejemplo mediante una herramienta de accionamiento giratorio acoplada con el elemento 24 de accionamiento, para hacer avanzar el vástago 18 y la envoltura 26 en el interior de, y/o a través de, el orificio 14 y la rosca 32 deformable se acopla de manera funcional con la rosca 70 interna del orificio 14, se consigue una presión axial de ajuste a presión provocada por la diferencia entre los pasos de rosca de la rosca 32 deformable y de la rosca 70 interna. En este caso, la rosca 32 deformable y/o la rosca 70 interna propiamente dicha funcionan para hacer avanzar el vástago 18 (por ejemplo, tirando de él) y la envoltura 26 hacia adelante a través del orificio 14 del implante 16 ortopédico durante el atornillado del tornillo 12 de fijación ortopédico en el interior del orificio 14 del implante. Por lo tanto, el orificio 14 y su rosca 70 interna deforman (ligeramente) la envoltura 26 y su rosca 32 deformable, respectivamente, en dirección axial, desarrollando de ese modo una presión axial de ajuste a presión de la envoltura 26 contra el orificio 14 en una dirección de presión axial, tal como se muestra en la Fig. 8a.

Una vez que la rosca 34 externa delantera se acopla con hueso en el lado opuesto del implante 16 ortopédico, es decir, con la segunda porción 80 de corteza ósea, el elemento 24 de accionamiento se hace girar adicionalmente, lo que hace girar el vástago 18 y la envoltura 26, con el fin de acoplar de manera funcional (de manera roscada) la rosca 34 externa delantera con hueso. Si el paso de rosca de la rosca 34 externa delantera también es diferente (por ejemplo, mayor) que el paso de rosca de la rosca 32 deformable, la rosca 34 externa delantera funciona para hacer avanzar el vástago 18 (por ejemplo, tirando de él) y la envoltura 26 hacia adelante a través del orificio 14 del implante 16 ortopédico. Por lo tanto, el orificio 14 y su rosca 70 externa deforman adicionalmente la envoltura 26 y su rosca 32 deformable, respectivamente, en dirección axial y/o en dirección radial, aumentando de ese modo el ajuste a presión de la envoltura 26 contra el orificio 14 en una dirección de presión axial y/o en una dirección de presión radial, tal como se muestra en la Fig. 8b.

Un aspecto del segundo sistema y método tal como se ha descrito haciendo referencia a la Fig. 8 consiste en que una vez que la rosca 34 externa delantera se acopla con el hueso 80 y es hecha funcionar para empujar el vástago

18 y la envoltura 26 hacia adelante a través del orificio 14 del implante, la rosca 32 deformable no puede acoplarse de nuevo con la rosca 70 interna del orificio 14 del implante.

5 A continuación se describe una realización de un método adicional para sujetar un tornillo 12 ortopédico en un orificio 14 de un implante 16 ortopédico haciendo referencia a las Figs. 7 y 8. Esta realización puede combinarse con las realizaciones del método descritas anteriormente.

10 En un primer paso, se taladra en el hueso un orificio 82 que posee un primer diámetro BD1, por ejemplo en las porciones 78, 80 primera y segunda de corteza ósea. El valor de BD1 puede estar comprendido en el intervalo entre 3 mm y 6 mm (por ejemplo, entre 3,5 mm y 5 mm, tal como por ejemplo 4,2 mm). A continuación, se amplía la anchura de al menos una parte del orificio 82 (por ejemplo, la porción del orificio en la primera porción 78 de corteza ósea) mediante taladrado con un segundo diámetro BD2. El valor de BD puede estar comprendido en el intervalo entre 4 mm y 7 mm (por ejemplo, entre 4,5 mm y 6 mm, tal como por ejemplo 5,3 mm). El implante 16 ortopédico puede insertarse en la cavidad 76 de médula ósea del hueso antes o después de llevar a cabo los pasos de taladrado de hueso anteriores. Si el clavo 16 intramedular se inserta antes de taladrar el primer orificio en el hueso, la operación de taladrado puede llevarse a cabo a través del orificio 14 del implante del clavo 16 intramedular.

15 A continuación, se proporciona un tornillo 12 de fijación ortopédico tal como se ha descrito genéricamente anteriormente o a partir de aquí. Tal como se explicó anteriormente, el tornillo 12 de fijación ortopédico incluye el vástago 18 que se extiende en dirección axial entre el primer extremo 20 y el segundo extremo 22, el elemento 24 de accionamiento situado en el segundo extremo 22, y la envoltura 26 sujeta a, y fijada rotacionalmente alrededor de, la superficie externa del vástago 18, en donde la envoltura 26 está fabricada de un material deformable (por ejemplo, plásticamente). La envoltura 26 posee una anchura W1 de sección transversal externa que es mayor que la menor anchura ND de sección transversal interna del orificio 14 del implante 16 ortopédico. El primer extremo 20 del vástago 18 posee una anchura W2 de sección transversal externa que es menor que la menor anchura ND de sección transversal interna del orificio 14 del implante 16 ortopédico, pero mayor que el primer diámetro BD1 del orificio 82 en el hueso 80. El sistema y el tornillo de fijación pueden tener aspectos adicionales que se corresponden sustancialmente con porciones previamente descritas en la presente memoria y que no se repiten aquí por razones de brevedad.

El primer extremo 20 del vástago 18 es insertado en el orificio 14 del implante 18 ortopédico. A continuación, la envoltura 26 se acopla con el orificio 14 del implante 18 ortopédico.

30 Haciendo girar el elemento 24 de accionamiento, el vástago 18 y la envoltura 24 giran de manera que la envoltura 26 se acopla de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) con el orificio 14 del implante 16 ortopédico, consiguiendo de ese modo un avance del tornillo 12 de fijación ortopédico a través del orificio 14 del implante 16 ortopédico.

35 Cuando el primer extremo 20 del vástago 18 se acopla con el orificio 82 que posee el primer diámetro BD1 en el hueso 80 en el lado opuesto del implante 16 ortopédico, el elemento 24 de accionamiento es hecho girar adicionalmente para hacer girar el vástago 18 y la envoltura 26 con el fin de que el primer extremo 20 del vástago 18 se acople de manera funcional (por ejemplo, de manera roscada) con el hueso 80, haciendo avanzar de ese modo el vástago 18, por ejemplo tirando de él, y la envoltura 24 a través del orificio 14 del implante 16 ortopédico y provocando la aparición de un ajuste a presión deformable de la envoltura 26 contra el orificio 14 del implante 16 ortopédico.

40 De manera específica, cuando la rosca 34 externa delantera se acopla de manera funcional con la segunda porción 82 de corteza ósea, la diferencia entre pasos de rosca da como resultado una deformación de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 contra el implante 16 ortopédico cuando se tira del vástago 18 y de la envoltura 26 a través del orificio 14, consiguiendo de ese modo la deformación de la rosca 32 deformable de la envoltura 26 contra el implante 16 ortopédico.

45 Un aspecto de la tercera realización del método tal como se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las Figs. 7 y 8 es el hecho de que el segundo diámetro BD2 de la abertura del lado de "entrada" de la corteza ósea supera en valor al primer diámetro BD1 de la abertura del lado de "salida" de la corteza ósea. El segundo diámetro BD2 de mayor valor permite un avance más sencillo de la envoltura 26 a través de la corteza ósea. De manera específica, puede reducirse o incluso evitarse el daño del lado de "entrada" de la corteza ósea y/o de la envoltura 26 cuando el vástago 18 se está moviendo a través de la abertura del lado de "entrada" de la corteza ósea. Al mismo tiempo, la rosca 34 externa delantera puede acoplarse de manera funcional con la abertura del lado de "salida".

50 Los métodos y pasos de los mismos descritos anteriormente pueden combinarse de manera individual entre sí o pueden extenderse con pasos o procedimientos adicionales si así se desea. De manera similar, los métodos descritos pueden proporcionar diferentes realizaciones de tornillo de fijación y/o realizaciones de implante ortopédico si así se desea.

55 Cuando el tornillo 12 de fijación ortopédico está situado en una posición elegida, la presión del ajuste a presión entre la envoltura 26 y la superficie interna del orificio 14 evita o reduce un movimiento giratorio y/o un movimiento lateral

y/o un movimiento axial no deseado del tornillo 12 de fijación ortopédico en relación al orificio 14, y opcionalmente también al implante 16 ortopédico.

5 Los tornillos de fijación ortopédicos de la presente descripción proporcionan, en algunas circunstancias, un ajuste más rígido con el orificio de, por ejemplo, un implante ortopédico, tal como un clavo intramedular o una placa, o un hueso, en comparación con lo que se ha conseguido hasta este momento utilizando un único tornillo ortopédico. Como resultado de ello, puede reducirse el movimiento o desplazamiento no deseado entre las porciones de hueso conectadas y/o el implante ortopédico, mejorando de ese modo el proceso de cicatrización del hueso. Adicionalmente, la capacidad de enclavamiento mejorada de los tornillos de fijación ortopédicos puede permitir reducir el número de elementos de fijación necesarios en un sistema de sujeción ortopédico. También resulta posible conseguir otras ventajas y/o utilidades técnicas.

10 Las características propias descritas en relación con las disposiciones a modo de ejemplo mostradas en los dibujos pueden combinarse fácilmente para dar como resultado diferentes realizaciones, tal como se sugirió anteriormente. Resulta aparente, por lo tanto, que la presente descripción puede variarse en muchas maneras. Tales variaciones no deben considerarse como no contenidas en el alcance de la invención, y se pretende que todas las modificaciones en el seno del alcance de las reivindicaciones anexas se incluyan expresamente en el mismo.

15 Aunque la invención se ha descrito en la presente memoria haciendo referencia a realizaciones particulares, debe entenderse que estas realizaciones son meramente ilustrativas de los principios y aplicaciones de la presente invención. Debe comprenderse, por lo tanto, que pueden llevarse a cabo numerosas modificaciones a las realizaciones ilustrativas y que pueden concebirse otras disposiciones sin separarse del espíritu y del alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones anexas.

20

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico configurado para ser sujetado a través de un orificio (14) de un implante (16) ortopédico, en donde el tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico comprende:
- un vástago (18) que se extiende en dirección axial entre un primer extremo (20) y un segundo extremo (22);
- 5 una envoltura (26) sujeta a una superficie externa del vástago (18), en donde la envoltura (26) posee un primer extremo (28) proximal al primer extremo (20) del vástago (18) y un segundo extremo (30) proximal al segundo extremo (22) del vástago (18);
- una rosca (32) deformable situada a lo largo de una superficie externa de la envoltura (26); y
- 10 una rosca (34) externa delantera situada en el vástago (18) entre el primer extremo (28) de la envoltura (26) y el primer extremo (20) del vástago (18),
- en donde la rosca (34) externa delantera posee un paso de rosca que es diferente de un paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26),
- caracterizado por que
- la envoltura (26) está fijada rotacionalmente alrededor de la superficie externa del vástago (18).
- 15 2.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de la reivindicación 1, en donde la rosca (34) externa delantera posee un paso de rosca que es mayor que el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26).
- 3.- El tornillo (12; 52; 62) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca (32) deformable; y/o
- 20 en donde la rosca (32) deformable está configurada para acoplarse de manera funcional con el orificio (14) con el fin de retener el vástago (18) en el orificio (14); y/o
- en donde la rosca (32) deformable es una rosca (32) externa y está configurada para acoplarse con un elemento (70) de rosca interna del orificio (14); y/o
- 25 en donde la rosca (32) deformable es una rosca continua que se extiende desde un lugar adyacente al primer extremo (28) de la envoltura (26) hasta el segundo extremo (30) de la envoltura (26); y/o
- en donde la rosca (32) deformable posee un diámetro (Dmin) menor y un diámetro (W1, Dmaj) mayor, en donde al menos un diámetro de entre los diámetros menor y mayor (Dmin; W1, Dmaj) es constante a lo largo de la extensión longitudinal de la rosca (32) deformable; y/o
- en donde la envoltura (26) está fabricada de manera integral con la rosca (32) deformable; y/o
- 30 en donde al menos un elemento de entre la envoltura (26) y la rosca (32) deformable está fabricado de un material esencialmente deformable plásticamente.
- 4.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una rosca (36) externa trasera situada en el vástago (18) entre el segundo extremo (22) del vástago (18) y el segundo extremo (30) de la envoltura (26).
- 35 5.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de la reivindicación 4, en donde la rosca (36) externa trasera posee un paso de rosca que es igual al paso de rosca de la rosca (34) externa delantera.
- 6.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde al menos una rosca de entre la rosca (34) externa delantera y la rosca (36) externa trasera está separada en dirección axial de la envoltura (26).
- 40 7.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde el diámetro externo de la rosca (36) externa trasera es mayor que el diámetro (W1, Dmaj) externo de la rosca (32) deformable de la envoltura (26); en donde, de manera opcional, el diámetro externo de la rosca (36) externa trasera es igual o mayor que el diámetro (W2) externo de la rosca (34) externa delantera.
- 45 8.- El tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el diámetro (W1, Dmaj) externo de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es mayor que el diámetro (W2) externo de la rosca (34) externa delantera; y/o
- en donde la envoltura (26) posee una anchura (W1) de sección transversal externa que es mayor que una anchura (W2) de sección transversal del primer extremo (20) del vástago (18) adyacente al primer extremo (28)

de la envoltura (26); y/o

en donde el primer extremo (28) de la envoltura (26) tiene sección (68) decreciente en dirección radial hacia adentro hacia la superficie externa del vástago (18); y/o

5 en donde el vástago (18) comprende un perfil poligonal o de otra forma no circular que evita que la envoltura (26) se deslice de manera giratoria en el vástago (18); y/o

en donde el tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico comprende adicionalmente una punta (38) situada en el primer extremo (20) del vástago (18), en donde la punta (38) comprende un elemento (40) autorroscante; y/o

10 en donde el tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico comprende adicionalmente un elemento (24) de accionamiento situado en el segundo extremo (22) del vástago (18), en donde el elemento (24) de accionamiento comprende un cabezal (44) configurado para acoplarse con un elemento de accionamiento giratorio, en donde el cabezal (44) forma un resalte (48) que se extiende en dirección radial hacia afuera desde una superficie externa del vástago (18) hasta una superficie externa del cabezal (44); y/o

15 en donde el material de la envoltura (26) es más blando que el material del vástago (18), el material de la envoltura (26) comprende preferiblemente al menos un elemento de entre un plástico y un metal, y el material del vástago (18) comprende preferiblemente al menos un elemento de entre un plástico, un metal, y un material cerámico; y/o

en donde el tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico está configurado para ser sujetado a través de un implante (16) ortopédico fabricado de un material biocompatible y que comprende un orificio (14).

9.- Un sistema (10) de sujeción ortopédico, que comprende:

20 un implante (16) ortopédico que comprende un orificio (14); y

un tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico configurado para ser retenido en el interior del orificio (14), en donde el tornillo (12; 52; 62) de fijación ortopédico comprende:

un vástago (18) que se extiende en dirección axial entre un primer extremo (20) y un segundo extremo (22), en donde el primer extremo (20) está dimensionado para ser recibido en el orificio (14);

25 una envoltura (26) sujeta a una superficie externa del vástago (18), en donde la envoltura (26) posee un primer extremo (28) proximal al primer extremo (20) del vástago (18) y un segundo extremo (30) proximal al segundo extremo (22) del vástago (18);

30 una rosca (32) deformable situada a lo largo de una superficie externa de la envoltura (26), en donde la rosca (32) deformable está configurada para acoplarse con un elemento (70) de rosca interna sustancialmente complementaria del orificio (14); y

una rosca (34) externa delantera situada en el vástago (18) entre el primer extremo (28) de la envoltura (26) y el primer extremo (20) del vástago (18), en donde la rosca (34) externa delantera posee un paso de rosca que es diferente del paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26),

caracterizado por que

35 la envoltura (26) está fijada rotacionalmente alrededor de la superficie externa del vástago (18).

10.- El sistema (10) de sujeción ortopédico de la reivindicación 9, en donde la rosca (34) externa posee un paso de rosca que es mayor que el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26).

40 11.- El sistema (10) de sujeción ortopédico de la reivindicación 9 o de la reivindicación 10, en donde la rosca (32) deformable está configurada para acoplarse con el orificio (14) con el fin de retener de manera funcional el vástago (18) en el orificio (14) mediante al menos un ajuste de entre un ajuste a presión y/o un inter-ajuste mecánico.

12.- El sistema (10) de sujeción ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde al menos un elemento de entre el diámetro ( $W1$ ,  $D_{maj}$ ;  $D_{min}$ ) y el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es sustancialmente igual a al menos un elemento de entre el diámetro ( $ND$ ) y el paso de rosca del elemento (70) de rosca interna del orificio (14) del implante (16) ortopédico, respectivamente.

45 13.- El sistema (10) de sujeción ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es ligeramente diferente del paso de rosca del elemento (70) de rosca interna del orificio (14) del implante (16) ortopédico,

en donde, de manera opcional, el paso de rosca de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es mayor que el paso de rosca del elemento (70) de rosca interna del orificio (14) del implante (16) ortopédico.

14.- El sistema (10) de sujeción ortopédico de una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde el diámetro (W1, Dmaj) externo de la rosca (32) deformable de la envoltura (26) es mayor que el diámetro (W2) externo de la rosca (34) externa delantera; y/o

5 en donde el diámetro (ND) interno del orificio (14) del implante (16) ortopédico es mayor que el diámetro (W2) externo de la rosca (34) externa delantera; y/o

en donde el implante (16) ortopédico comprende un clavo (16) intramedular.

15.- Un tornillo (62) de fijación ortopédico configurado para ser sujetado a través de un orificio (14) de un implante (16) ortopédico, en donde el tornillo (62) de fijación ortopédico comprende:

un vástago (18); y

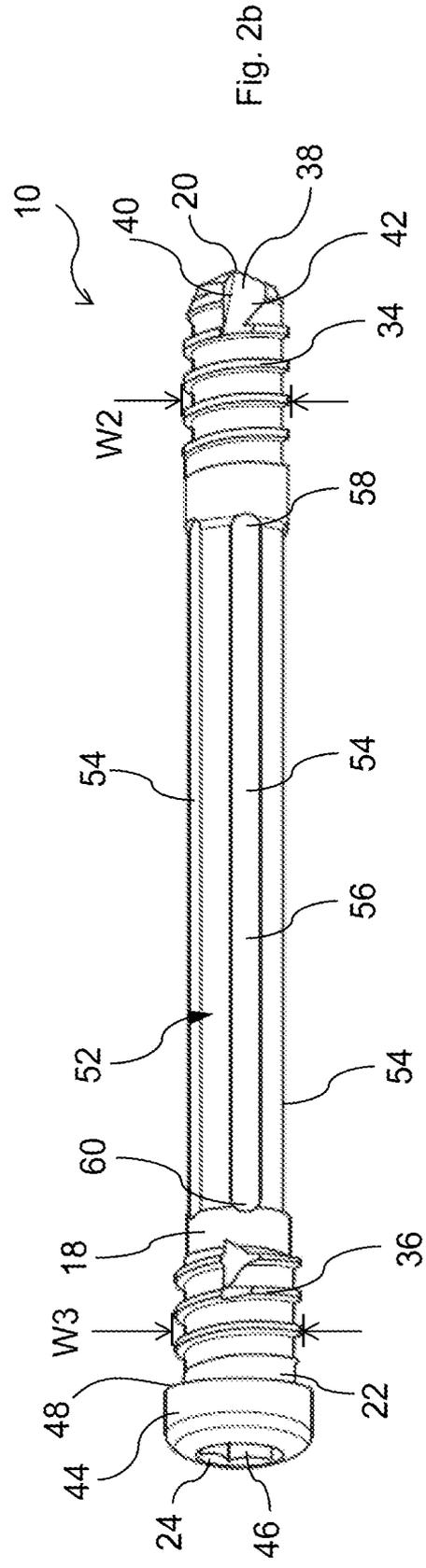
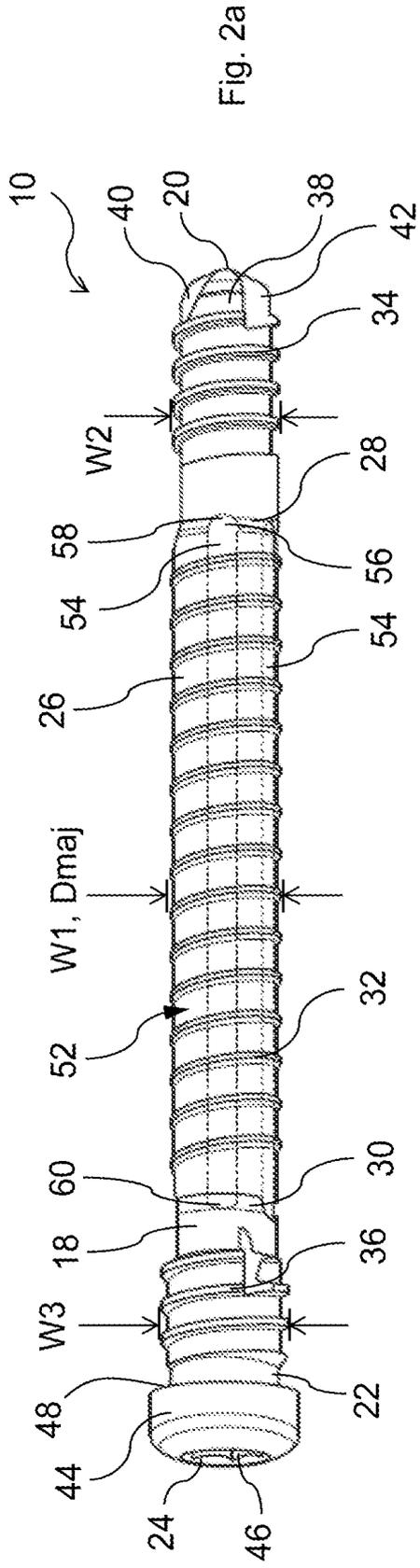
10 una envoltura (26) sujeta a una superficie externa del vástago (18), en donde la envoltura (26) está fabricada de un material deformable,

caracterizado por que

el vástago (18) posee salientes (64) situados en la superficie externa del vástago (18) y la envoltura (26) está fijada rotacionalmente alrededor de la superficie externa del vástago (18),

15 en donde los salientes (64) y la envoltura (26) están dispuestos de manera alternativa en la superficie externa del vástago (18), de tal manera que los salientes (64) y la envoltura (26) forman conjuntamente un elemento (66) de tipo rosca a lo largo del vástago (18).







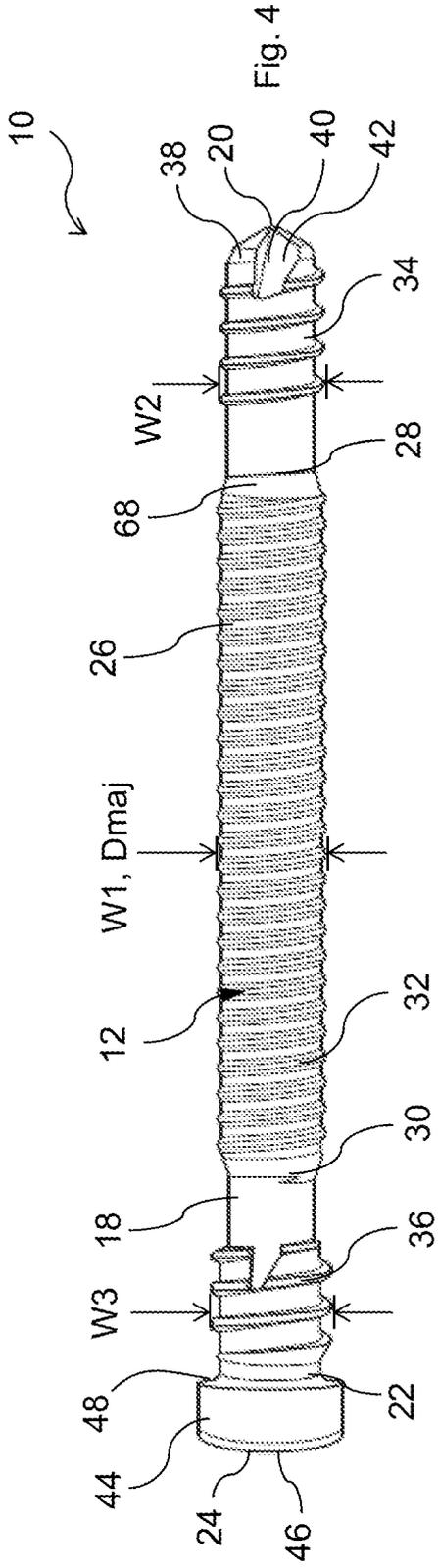


Fig. 4

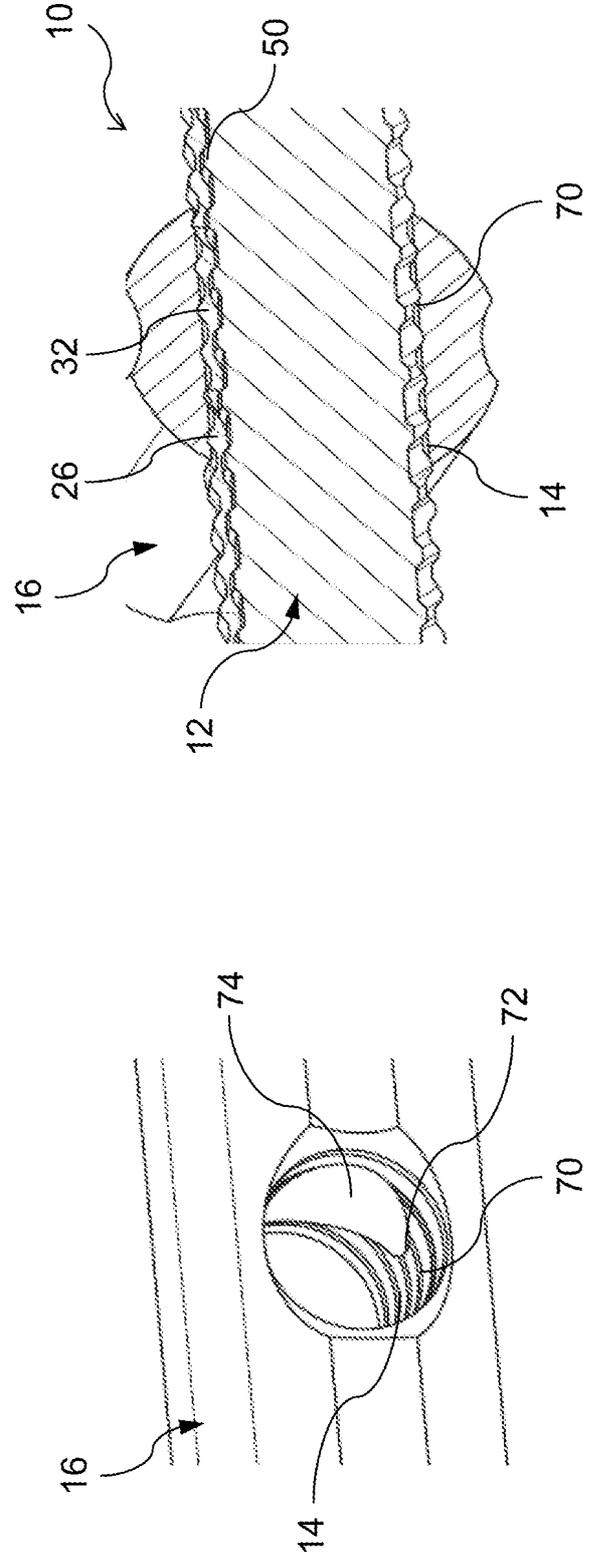


Fig. 6

Fig. 5



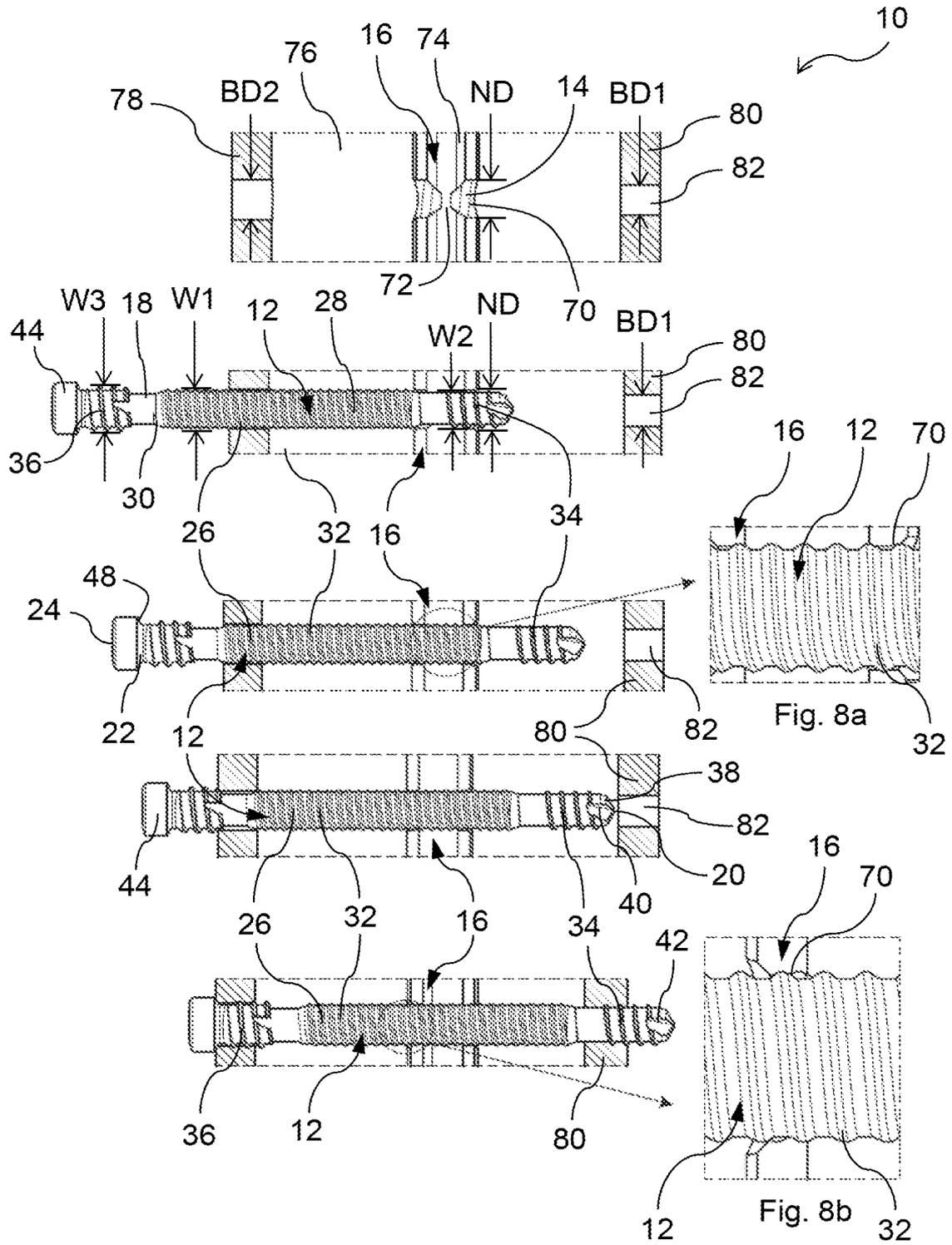


Fig. 8