

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 830**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/80** (2006.01)

**A61B 17/88** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2011 E 11714657 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2544614**

54 Título: **Elemento de bloqueo para un anclaje de hueso poliaxial, conjunto de placa para hueso y herramienta**

30 Prioridad:

**30.07.2010 US 369495 P**

**29.03.2010 EP 10158246**

**08.03.2010 US 311517 P**

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

**07.09.2016**

73 Titular/es:

**BIEDERMANN TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG**  
**(100.0%)**

**Josefstr. 5**  
**78166 Donaueschingen, DE**

72 Inventor/es:

**BIEDERMANN, MARKKU**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 581 830 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**

Elemento de bloqueo para un anclaje de hueso poliaxial, conjunto de placa para hueso y herramienta

- 5 La invención se refiere a un elemento de bloqueo para un anclaje de hueso poliaxial y a un conjunto de placa para hueso para la inmovilización de huesos o fragmentos de hueso o vértebras, así como a una herramienta utilizada para ello. En particular, la invención se refiere a un conjunto de placa para hueso con un acoplamiento poliaxial entre los anclajes de hueso del conjunto de placa para hueso y una placa con una amplitud de movimiento angular aumentada y un perfil bajo.
- 10 El documento US 6,022,350 describe un dispositivo de fijación de huesos que comprende un elemento alargado de una sola pieza en forma de placa que recibe al menos un tornillo de sujeción de hueso que pasa a través de un orificio formado en el elemento en forma de placa. La cabeza del tornillo incluye una superficie esencialmente esférica para ejercer presión contra una superficie de soporte de sección transversal esencialmente circular en el fondo del elemento de placa. El dispositivo incluye además un tapón para entrar en contacto contra dicha cabeza de tornillo y sujetar la misma en una posición angular deseada. La cara exterior del tapón incluye un entrante de apriete central que es idéntico al de la cabeza de tornillo, de modo que se puede utilizar la misma herramienta de apriete.
- 15 El documento US 5, 531,746 describe un conjunto de placa de tornillos poliaxiales para la inmovilización de huesos vertebrales que incluye una placa alargada que tiene múltiples agujeros, presentando la parte del fondo de los agujeros una superficie interior curvada que forma un reborde anular para soportar una parte de cabeza semiesférica de un tornillo para hueso. Un elemento de acoplamiento en forma de una pieza cilíndrica roscada corta que presenta un fondo cóncavo bloquea el tornillo dentro del agujero.
- 20 Además se conocen diversos conjuntos de placa para hueso que utilizan casquillos con una superficie exterior esférica que pueden girar en agujeros con una superficie interior esférica y que rodean una cabeza de tornillo para proporcionar una ajustabilidad angular poliaxial de tornillos para hueso en relación con la placa. Por ejemplo, los documentos WO 99/05968 y WO 00/04836 dan a conocer ejemplos de conjuntos de este tipo.
- 25 El documento EP 0 988 833 A2 se refiere a una placa para osteosíntesis con varios tornillos para hueso. Los tornillos para hueso tienen una cabeza esférica que se puede situar sobre una superficie anular esencialmente esférica de la placa en diferentes posiciones angulares. La placa comprende además tornillos de sujeción que ejercen presión su dirección axial sobre la cabeza esférica. El tornillo de sujeción comprende entrantes para aplicar un par de torsión con una herramienta. Los entrantes están abiertos a la circunferencia del tornillo de sujeción.
- 30 El documento US5904683 da a conocer un elemento de bloqueo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Si bien los conjuntos de placa para hueso conocidos pueden proporcionar un ajuste poliaxial de los anclajes de hueso en relación con la placa, sigue existiendo la necesidad de un conjunto de placa para hueso mejorado que permita una gama más amplia de posiciones angulares, un perfil más bajo de la construcción de placa-tornillo y una variedad de uso.
- 35 Por ello, el objeto de la invención consiste en proporcionar un conjunto de placa para hueso de perfil bajo y un elemento de bloqueo para un anclaje de hueso poliaxial, y una herramienta para ello que posibilite un ajuste poliaxial del anclaje de hueso y la placa con una gran amplitud de movimiento angular con un diseño simple, proporcionando al mismo tiempo una alta seguridad de uso.
- 40 Este objeto se resuelve mediante un elemento de bloqueo y un conjunto de placa para hueso de acuerdo con las reivindicaciones de la presente invención.
- 45 El conjunto de placa para hueso de acuerdo con la invención posibilita un ángulo de giro del anclaje de hueso en relación con la placa de alrededor de 35° con respecto a la posición vertical. Esto corresponde a un cono de movimiento de hasta al menos 60°. La posición del anclaje de hueso en relación con la placa tiene una estabilidad angular debido al elemento de bloqueo. El bloqueo se puede llevar a cabo mediante la aplicación de un par de torsión bajo. El elemento de bloqueo asegura los tornillos contra extracción de los mismos. Es posible prever elementos de bloqueo diferentes para lograr un bloqueo completo o un bloqueo por rozamiento, o para posibilitar una angulación libre mientras solo impide la extracción del anclaje.
- 50 Además, el conjunto de placa para hueso está diseñado con una cantidad mínima de piezas necesarias y tiene un perfil bajo. Debido al diseño simple y a la pequeña cantidad de piezas que constituyen el conjunto de placa para hueso, éste es económico de producir.
- 55 Los agujeros para los anclajes de hueso en el elemento de placa están diseñados de tal modo que se pueden utilizar anclajes de hueso con o sin elemento de bloqueo. Adicionalmente se pueden prever tapones de bloqueo para cerrar un agujero sin utilizar un anclaje de hueso, por ejemplo si hay pequeños fragmentos de hueso o para asegurar una estabilidad contra fisuración.
- 60 Los agujeros para los anclajes de hueso en el elemento de placa están diseñados de tal modo que se pueden utilizar anclajes de hueso con o sin elemento de bloqueo. Adicionalmente se pueden prever tapones de bloqueo para cerrar un agujero sin utilizar un anclaje de hueso, por ejemplo si hay pequeños fragmentos de hueso o para asegurar una estabilidad contra fisuración.
- 65

Además, el elemento de placa puede tener agujeros desplazados de una línea longitudinal central para una mayor variedad de uso. El elemento de placa puede estar diseñado para disponer de un área de contacto de hueso mínima y puede ser utilizado como una placa dinámica. Además, el elemento de placa puede estar contorneado para disponer de una forma específica para aplicaciones clínicas específicas.

- 5 El conjunto de placa para hueso es adecuado para diversas aplicaciones clínicas. Por ejemplo, debido al diseño de bajo perfil, el conjunto de placa para hueso es adecuado para la aplicación en áreas con una cobertura de tejidos blandos mínima, como la espina cervical u otros huesos pequeños, como la clavícula o la pelvis.
- 10 Otras características y ventajas de la invención se evidenciarán a partir de la descripción de realizaciones con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:
- La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un conjunto de placa para hueso de acuerdo con una primera realización.
- 15 La Figura 2 muestra una vista en sección esquemática de despiece de la parte de la placa para hueso de la Figura 1, incluyendo un agujero, un tornillo para hueso y un elemento de bloqueo.
- La Figura 3 muestra una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso de la Figura 1, incluyendo un agujero y un tornillo para hueso insertado.
- 20 La Figura 4 muestra una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso de la Figura 1 con un tornillo para hueso insertado y un elemento de bloqueo.
- La Figura 5 muestra una vista lateral del elemento de bloqueo de la Figura 4.
- La Figura 6 muestra una vista desde arriba del elemento de bloqueo de la Figura 4.
- La Figura 7 muestra una vista desde abajo del elemento de bloqueo de la Figura 4.
- 25 La Figura 8 muestra una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso de la Figura 1 con un tornillo para hueso insertado en una posición vertical y un elemento de bloqueo ligeramente modificado.
- La Figura 9 muestra la disposición de la Figura 8 con el tornillo para hueso en una posición girada.
- 30 La Figura 10 muestra una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso de la Figura 1, incluyendo un segundo tipo de agujero.
- La Figura 11 muestra una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso de la Figura 1, incluyendo un segundo tipo de agujero con un tornillo para hueso insertado.
- 35 La Figura 12 muestra una vista en perspectiva desde la parte de arriba de una segunda realización del conjunto de placa para hueso.
- La Figura 13 muestra una vista en perspectiva desde la parte de abajo del conjunto de placa para hueso de la Figura 12.
- 40 La Figura 14 muestra una vista en sección esquemática ampliada de un agujero de la placa para hueso según la Figura 12 cerrado herméticamente mediante un elemento de tapón.
- La Figura 15a muestra una vista en sección esquemática de otra realización del conjunto de placa para hueso, incluyendo el agujero, el tornillo para hueso y un elemento de bloqueo modificado, estando el tornillo para hueso en una posición recta.
- 45 La Figura 15b muestra el conjunto de placa para hueso de la Figura 15a con el tornillo para hueso en una posición angulada.
- La Figura 16 muestra una vista en perspectiva ampliada del elemento de bloqueo de la realización de acuerdo con las Figuras 15a y 15b.
- 50 Las Figuras 17a a 17e muestran una vista en sección esquemática de una parte de la placa para hueso con un tornillo poliaxial para hueso y un elemento de bloqueo, respectivamente, que ilustra una relación dimensional entre el entrante para el destornillador y la cabeza del tornillo para hueso.
- La Figura 18 muestra una vista en perspectiva de una herramienta para insertar el elemento de bloqueo.
- 55 La Figura 19 muestra una vista en sección esquemática ampliada de una parte de la herramienta de la Figura 18.
- La Figura 20 muestra otra vista en sección esquemática ampliada de una parte de la placa para hueso con un tornillo poliaxial para hueso, el elemento de bloqueo y la herramienta.
- 60 Las Figuras 21a a 21d muestra pasos de utilización de la herramienta.

A continuación se describe una primera realización del conjunto de placa para hueso con referencia a las Figuras 1 a 9. Tal como se puede ver en particular en las Figuras 1 y 2, el conjunto de placa para hueso incluye un elemento de placa 1 que en esta realización consiste en un cuerpo esencialmente rectangular con una cara superior 1a, una cara inferior 1b, lados cortos 1c y lados largos 1d, y un eje longitudinal L. Múltiples agujeros 2 se extienden a través del elemento de placa desde la cara superior 1a hasta la cara inferior 1b. Es posible prever unos segundos agujeros 3

que están situados por ejemplo entre los primeros agujeros 2 y que también se extienden desde la cara superior 1a hasta la cara inferior 1b. No obstante, la cantidad y la disposición de los primeros y segundos agujeros pueden variar en función del tamaño y la forma del elemento de placa 1. El elemento de placa puede tener únicamente primeros agujeros 2 y los segundos agujeros 3 se pueden suprimir.

5 El conjunto de placa para hueso comprende además múltiples anclajes de hueso en forma de tornillos para hueso 4 que se pueden insertar en los primeros agujeros 2 y/o en los segundos agujeros 3. El tornillo para hueso 4 tiene un vástago roscado 41 con una punta y una cabeza 42. La cabeza 42 tiene una parte de superficie exterior esférica y un entrante 42a en su extremo libre 42b opuesto al vástago 41 para acoplar un destornillador. También es posible utilizar otros anclajes de hueso longitudinales, como espigas, clavos dentados o rugosos.

Tal como se puede ver en las Figuras 1 y 2, está previsto un elemento de bloqueo 5 para bloquear el tornillo para hueso 4 en los agujeros 2 tal como se describe más abajo.

15 A continuación se describe la estructura de los agujeros 2 con referencia a un primer agujero 2 mostrado en las Figuras 3 y 4. El primer agujero 2 comprende una abertura 20 en la cara inferior 1b cuyo diámetro interior es mayor que el diámetro exterior del vástago roscado 41 del tornillo para hueso, de modo que el vástago roscado 41 puede pasar a través del mismo. Sin embargo, el diámetro es menor que el diámetro exterior máximo "d" de la cabeza 42, de modo que la cabeza 42 no puede pasar a través de él. Junto a la abertura 20 está previsto un asiento hueco 21 que forma un encaje para un movimiento de giro de la cabeza 42. Esto permite la inserción del tornillo para hueso en cualquier ángulo deseado. En la realización mostrada, el asiento 21 tiene forma esférica con un radio que corresponde al radio de la parte esférica de la cabeza 42. Cuando la cabeza descansa en el asiento, una parte de la sección esférica de la cabeza sobresale de la cara inferior 1b. La altura h del asiento 21 es más pequeña que el radio de la cabeza 42 y preferentemente más pequeña que la mitad, o de forma especialmente preferente más pequeña o igual que una cuarta parte del radio de la cabeza 42. Entre el asiento 21 y la cara superior 1a está previsto un taladro cilíndrico 22 con una parte 23 que presenta una rosca interior. Como muestra la Figura 3 en un ejemplo de un aspecto de la invención, la rosca interior consiste en una rosca completa que llega hasta la parte superior del taladro cilíndrico 22. El diámetro interior del taladro 22 es mayor que el diámetro interior del asiento 21 y mayor que el diámetro exterior de la parte esférica de la cabeza 42. Dicho de otro modo, el diámetro interior D del taladro 22 es mayor que el diámetro exterior "d" de la cabeza 42. De este modo se puede acceder a la cabeza 42 con un destornillador incluso en caso de grandes ángulos de giro. Así, en un ejemplo de un aspecto de la invención, el diámetro interior D del taladro 22 puede ser aproximadamente de 1,2 a 1,7 veces más grande que el diámetro exterior máximo "d" de la cabeza 42. No obstante, este ejemplo es únicamente ilustrativo y no limita el alcance de la invención. La parte roscada 23 puede tener cualquier forma de rosca, por ejemplo una rosca métrica. El espesor del elemento de placa 1 en el agujero, es decir, la distancia entre la cara superior 1a y la cara inferior 1b, es menor o igual al diámetro exterior máximo "d" de la cabeza 42.

La abertura 20 se ensancha en una parte cónica 24 hacia la cara inferior 1b para posibilitar ángulos de giro aún más grandes del tornillo para hueso 4.

40 A continuación se describe el elemento de bloqueo con referencia a las Figuras 1, 2 y 4 a 7. El elemento de bloqueo 5 es esencialmente cilíndrico y tiene una cara superior 5<sup>a</sup>, una cara inferior 5b y una parte de superficie exterior roscada 51 que coopera con la parte roscada interior 23 del taladro 22 del elemento de placa. La altura del elemento de bloqueo corresponde esencialmente a la profundidad del taladro 22, de modo que cuando el elemento de bloqueo 5 está enroscado en el taladro 22, su cara superior 5a está esencialmente a ras de la cara superior 1a del elemento de placa.

50 Como se puede ver en particular en la Figura 4, el elemento de bloqueo está parcialmente roscado. La parte no roscada 51a tiene una longitud axial que puede ser aproximadamente igual o menor que la de la parte roscada 51. El elemento de bloqueo también puede presentar una rosca completa.

55 En la cara inferior 5b, el elemento de bloqueo 5 comprende preferentemente un entrante con forma esférica 52 que se corresponde con la parte esférica de la cabeza 42. La profundidad del entrante 52 puede ser igual o mayor que el radio de la parte esférica de la cabeza 42. De este modo, la presión ejercida por el elemento de bloqueo 5 sobre la cabeza 42 está distribuida uniformemente sobre la cabeza 42.

60 En la cara superior 5a del elemento de bloqueo 5 existe un entrante 53 en forma de una ranura anular con un contorno que posibilita un acoplamiento en ajuste de forma de una herramienta correspondiente prevista en el área radial exterior. Como muestra la Figura 6, en esta realización el contorno de la ranura tiene forma de estrella. El área central de la cara superior 5a es maciza, es decir, no presenta ningún entrante.

65 Tal como se puede ver en particular en la Figura 4, la profundidad "b" del entrante 53 es mayor que la distancia "a" de la parte más profunda del entrante 52 desde la cara superior 5a. Dado que el entrante 53, que sirve para acoplar una herramienta, está en el área exterior de la cara superior 5a, el entrante esférico 53 que se extiende desde la cara inferior 5b puede tener una gran profundidad que conduce a una mayor área de contacto entre el elemento de

bloqueo 5 y la cabeza 42. Por otro lado, el asiento 21 puede ser pequeño para permitir una angulación grande del tornillo para hueso 4.

5 Además, con el diseño arriba descrito, el elemento de bloqueo tiene una altura reducida. Gracias a ello es posible mantener una altura total pequeña del conjunto de placa para hueso.

10 Es posible prever diferentes elementos de bloqueo con longitudes axiales diferentes o profundidades diferentes en el entrante de forma esférica para lograr un bloqueo completo de la cabeza o un bloqueo por rozamiento. El bloqueo por rozamiento permite el giro bajo la aplicación de una fuerza adicional que supere la fuerza de rozamiento entre la cabeza y el elemento de placa. Otro elemento de bloqueo diferente puede tener una longitud o una profundidad diferente en el entrante de forma esférica que permita un movimiento de giro libre del tornillo con el elemento de bloqueo y solo impide la extracción del tornillo.

15 La altura total del conjunto de placa para hueso se puede reducir adicionalmente mediante el uso de una rosca de doble entrada para las partes roscadas.

20 El diseño de los agujeros 2 y del elemento de bloqueo 5 no está limitado a la realización específica mostrada. Por ejemplo, no es necesario que el asiento 21 tenga forma esférica, sino que puede tener otra forma, por ejemplo forma de cono, o incluso puede estar realizado únicamente mediante el borde de la abertura 20. Entre el asiento 21 y el taladro 22 se pueden disponer secciones de transición del agujero siempre que no limiten el movimiento del giro de la cabeza de tornillo. El taladro 22 mostrado tiene forma cilíndrica. No obstante, también puede consistir en un taladro cónico. En este caso, el elemento de bloqueo se adaptaría al mismo. Dado que para bloquear la posición angular del tornillo para hueso solo se requiere una fuerza de inmovilización relativamente pequeña, también es posible utilizar otros tipos de conexiones entre el elemento de bloqueo y el taladro, por ejemplo una estructura de bloqueo de bayoneta. Además no es necesario que la orientación de los agujeros en dirección vertical sea perpendicular a la superficie, sino que puede formar un ángulo con la normal sobre la superficie del elemento de placa para proporcionar una angulación inicial.

30 En las Figuras 8 y 9, el elemento de bloqueo está ligeramente modificado de tal modo que el entrante 53 está más cerca del borde exterior que en el elemento de bloqueo 5 mostrado en la Figura 4. El entrante 52' es más profundo que el entrante 52 del elemento de bloqueo de la Figura 4 y tiene una parte plana cerca de la cara superior 5a. Mediante este diseño se puede reducir adicionalmente el tamaño del perfil del conjunto.

35 El entrante 53 forma una zona de enganche para una herramienta, tal como un destornillador. No está limitado a la forma de contorno de estrella mostrada, sino que también puede presentar otras formas, como por ejemplo un contorno poligonal, ondulado o en forma de flor, o puede presentar interrupciones de tal modo que únicamente estén previstas partes o entrantes de ranura.

40 Con el diseño arriba descrito se puede lograr un ángulo de giro grande que posibilita una amplitud de movimiento de al menos 60° y hasta 70°.

45 A continuación se describen los segundos agujeros 3 con referencia a las Figuras 1, 8 y 9. Los segundos agujeros 3 tienen una forma esencialmente oblonga con el lado largo orientado en la dirección del eje longitudinal L. Tal como se puede ver en particular en la Figura 8, un agujero 3 tiene un asiento superior 31 que presenta la forma de una sección esférica hueca que corresponde a la parte de superficie exterior esférica de la cabeza 42. Además, en el lado corto opuesto del agujero oblongo 3 está previsto un asiento inferior 32 junto a la cara inferior 1b. La forma del asiento 32 también es esférica y corresponde a la forma de la parte de superficie exterior de la cabeza 42. Entre el asiento superior 31 y el asiento inferior 32 se extiende una ranura esférica inclinada 33 a lo largo de la pared interior del lado largo del agujero oblongo, cuyo tamaño está adaptado a la superficie exterior de la cabeza 42 de tal modo que la cabeza 42 se puede guiar a lo largo de la ranura 33.

50 Los elementos del conjunto de placa para hueso están hechos de un material compatible con el cuerpo, como un metal compatible con el cuerpo, por ejemplo acero inoxidable o titanio, o una aleación compatible con el cuerpo tal como las aleaciones de Ni-Ti, por ejemplo Nitinol, o un material plástico compatible con el cuerpo, por ejemplo PEEK de calidad médica, o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, el elemento de placa, los elementos de bloqueo y los anclajes de hueso pueden estar hechos de materiales diferentes.

55 A continuación se describe el uso del conjunto de placa para hueso de acuerdo con la primera realización. En primer lugar se determina la cantidad de tornillos para hueso necesarios para la estabilización de las partes de hueso o fragmentos de hueso. Se ha de señalar que en algunos casos no es necesario utilizar todos los agujeros previstos en el elemento de placa. Los agujeros no utilizados para tornillos para hueso se pueden cerrar mediante un elemento de tapón que se describe más abajo. Una vez determinados los tipos de tornillos y la cantidad necesaria de los mismos, los tornillos se insertan en los agujeros 2 y/o en los agujeros 3. Después de colocar el elemento de placa en el lugar de la fractura, los tornillos se insertan en las partes de hueso en el ángulo deseado. Los tornillos para hueso se insertan en los agujeros en dicho ángulo deseado y el asiento esférico posibilita la colocación de la cabeza del tornillo en el agujero formando dicho ángulo. Una vez que los tornillos para hueso están completamente

- 5 insertados, la cabeza 42 de cada tornillo para hueso, que está insertada en un agujero 2, se apoya contra la parte de asiento 21 del mismo. En esta situación, el ángulo entre el tornillo para hueso y el elemento de placa ya está fijado cuando están insertados al menos dos tornillos para hueso. Para estabilizar adicionalmente la conexión entre el tornillo para hueso y la placa se puede utilizar el elemento de bloqueo 5, que se inserta en el taladro y se aprieta de modo que bloquee la cabeza en la posición angular elegida. Si así se desea, también es posible aplicar diferentes elementos de bloqueo a diferentes tornillos para obtener un bloqueo completo, un bloqueo por rozamiento o una angulación libre en la que el elemento de bloqueo únicamente impida la extracción del tornillo tal como se describe más arriba.
- 10 Los agujeros 3 se utilizan para producir un efecto de autocompresión. Los tornillos para hueso 4 que se insertan en los agujeros oblongos 3 están orientados en dirección esencialmente vertical en relación con el elemento de placa. La cabeza de tornillo 42, que primero se asienta en el asiento superior 31, se desliza hacia abajo a lo largo de la ranura inclinada 33 hasta que se apoya en el asiento inferior 32. Preferentemente, los segundos agujeros 3 están dispuestos de tal modo que el asiento inferior 32 está situada frente al centro del elemento de placa. Dado que la cabeza de tornillo 42 está conectada de forma fija con el vástago roscado 41 que está enroscado en el hueso, el movimiento de la cabeza 42 a lo largo de la ranura 33 conduce a un movimiento de la parte o fragmento de hueso en relación con la placa y, como resultado de ello, a una compresión de las partes de hueso entre sí y contra el elemento de placa.
- 15
- 20 A continuación se describe una segunda realización con referencia a las Figuras 12 a 14. Las partes iguales a las de las realizaciones anteriores están designadas con los mismos números de referencia y su descripción no se repite. Tal como se puede ver en la Figura 12, el elemento de placa 1' tiene una forma contorneada. El contorno exterior en una vista desde arriba es ligeramente trapezoidal con esquinas redondeadas y una parte central ampliada. Además, en la cara inferior 1b están previstos unos entrantes esféricos 7 para reducir el área de contacto con el hueso. En determinados casos puede ser necesario que el área de contacto del elemento de placa con la superficie del hueso sea mínima, para evitar lesiones de la superficie del hueso y la compresión de vasos sanguíneos, etc.
- 25
- 30 Los entrantes 7 también pueden dar lugar a que existan partes del elemento de placa con diferentes espesores. La placa se puede doblar en zonas con un espesor menor para poder utilizar el conjunto de placa para hueso como una placa de compresión dinámica.
- 35 En esta realización están previstos dos agujeros junto a los lados cortos 1c y tres agujeros en el centro de la placa en dirección longitudinal. Los agujeros 2 pueden estar desplazados con respecto al eje longitudinal. La cantidad no ha de ser necesariamente la cantidad indicada, sino que puede variar. Entre los agujeros 2, cerca de los lados cortos 1c y los agujeros 2 en el centro se pueden prever unos segundos agujeros 3 para una autocompresión.
- 40 En caso de pequeños fragmentos de hueso que han de ser inmovilizados por medio del conjunto de placa para hueso puede que no se utilicen tornillos para hueso 4 en todos los agujeros. Por ejemplo, tal como muestran las Figuras 12 y 13, en los agujeros 2 en la sección central del elemento de placa no se utilizan tornillos. Dichos agujeros se pueden cerrar mediante un tapón 8 mostrado en la Figura 14. El tapón 8 es esencialmente cilíndrico con una cara superior 8a y una cara inferior 8b. Presenta una primera parte 81 que tiene una zona roscada 82 que coopera con la rosca 23 del agujero 22. La primera parte 81 está adaptada al agujero 22 de tal modo que la superficie superior 8a del tapón está esencialmente a ras de la superficie superior 1 del elemento de placa 12'. En la superficie superior 8a del tapón está previsto un entrante 53 con forma aproximada de estrella, para el elemento de bloqueo 5. El tapón puede evitar una fisuración o rotura de un elemento de placa en las partes delgadas 7.
- 45
- 50 Junto a la parte cilíndrica 81, el tapón 8 tiene un saliente esférico 83 que está adaptado al asiento 21 del agujero 2, con lo que el agujero 2 queda cerrado después de la inserción del tapón 8. La cara inferior 8d puede estar a ras de la cara inferior 1b del elemento de placa.
- 55 Alternativamente, como tapón también se puede utilizar un elemento de bloqueo tal como se describe más arriba.
- 60 En otra realización, el conjunto de placa para hueso incluye un elemento de bloqueo modificado tal como muestran las Figuras 15a, 15b. El elemento de bloqueo 5' se diferencia del elemento de bloqueo de las realizaciones anteriores por la forma del entrante 53''' en la cara superior 5a del elemento de bloqueo que sirve para el destornillador. Además está previsto un agujero pasante coaxial 54. Todas las otras características del elemento de bloqueo son iguales o pueden estar presentes del mismo modo que en el elemento de bloqueo de las realizaciones anteriores. El agujero pasante coaxial 54 se extiende desde la cara superior 5a a través del elemento de bloqueo y continúa en el entrante 52. El diámetro del agujero pasante coaxial está configurado. Por lo tanto, el diámetro del agujero pasante puede ser mayor que el diámetro del extremo libre 42b de la cabeza de tornillo 42. Esto permite que la cabeza de tornillo 42 se extienda al menos en parte dentro del agujero pasante 54. El agujero pasante coaxial 54 permite reducir adicionalmente el espesor del elemento de placa y/o el elemento de bloqueo, ya que la cabeza del tornillo se puede extender parcialmente dentro del agujero cuando el tornillo está en una posición angular, tal como se muestra en la Figura 15b.
- 65

En esta realización, el entrante para el destornillador utilizado para apretar el elemento de bloqueo 5' está compuesto por múltiples entrantes separados que forman cavidades alargadas 53''' dispuestas alrededor del eje central del elemento de bloqueo de forma circunferencial.

5 La profundidad de las cavidades 53''' está configurada de tal modo que se extiendan por debajo del extremo libre 42b del la cabeza de tornillo cuando la cabeza de tornillo 42 está apoyada en el asiento 21. Dicho de otro modo, la distancia "b" entre la parte más profunda de las cavidades 53''' y la cara superior 1a es mayor que la parte más profunda del entrante 52 desde la cara superior 1a en las realizaciones anteriores. Dado que el entrante 53''' se extiende dentro del cuerpo del elemento de bloqueo en un área alrededor de la cabeza de tornillo, el elemento de  
10 bloqueo tiene poco espesor. Por lo tanto resulta una placa de bloqueo poliaxial de perfil bajo. En una realización modificada, el entrante se puede extender por completo a través del elemento de bloqueo.

En otra modificación, mostrada en la Figura 16, el elemento de bloqueo 5'' tiene un cuello anular 55 sobre la cara superior 5a.

15 Las Figuras 17a a 17e muestran vistas en sección esquemática de una parte del conjunto de placa para hueso con un tornillo poliaxial para hueso y un elemento de bloqueo, que muestran una relación dimensional del entrante para el destornillador y la cabeza del tornillo para hueso. La Figura 17a muestra un elemento de bloqueo en el que el entrante 52 para la cabeza se extiende a la cara superior 5a, de modo que se forma un agujero pasante 54. Un primer nivel L1 está definido por el punto más alto de un círculo trazado alrededor de la cabeza de tornillo con un diámetro que corresponde al diámetro máximo "d" de la cabeza de tornillo. El diámetro máximo "d" de la cabeza de  
20 tornillo 42 está situado por encima de la abertura 20 en la cara inferior de la placa para hueso. El fondo del entrante 53''' para el destornillador define un segundo nivel L2. Tal como muestra la Figura 17a, el nivel L2 está por debajo de L1. Con esta relación, el conjunto de placa para hueso tiene un perfil bajo. Al mismo tiempo se puede lograr una gran amplitud de angulación del tornillo.

En la Figura 17b el elemento de bloqueo es similar al elemento de bloqueo mostrado en la Figura 16 y tiene un collar anular 55 en la cara superior. También en este caso, el punto más alto de un círculo proyectado desde la posición del diámetro máximo "d" de la cabeza de tornillo define un nivel L1 y el fondo del entrante 53''' define un nivel L2 que  
30 está por debajo de L1.

La Figura 17c muestra un elemento de bloqueo que tiene el punto más alto de un círculo proyectado desde la posición con el diámetro máximo "d" de la cabeza de tornillo 42 en un nivel L1 que coincide con el nivel L2 del fondo del entrante 53''' para el destornillador. Todavía se puede obtener un perfil bajo.

35 En la Figura 17d, la superficie superior 5a del elemento de bloqueo está cerrada. El punto más alto del círculo está por encima de la superficie superior cerrada. En este caso, el nivel L2 también está por debajo de L1.

La Figura 17e muestra un elemento de bloqueo que tiene un primer entrante con forma cónica 52' que está en contacto con la cabeza 42 del tornillo poliaxial para hueso 4. En este caso, el nivel L2 también coincide con el nivel L1 o está por debajo de L1.

40 El área de contacto entre la cabeza de tornillo 42 y el entrante 52 no está limitada a una superficie esférica, puede consistir en un contacto lineal o tener otra forma. Por lo tanto, el entrante 52 para la cabeza de tornillo no está limitado a una forma esférica o una forma cónica, sino que puede presentar diversas formas.

No es necesario que la cabeza de tornillo sea completamente esférica. Basta con que tenga una parte de la superficie con forma esférica. También puede presentar otra forma, siempre que pueda girar en el asiento.

50 Las Figuras 18 a 20 muestran una herramienta utilizable con el elemento de bloqueo y el conjunto de placa para hueso. La herramienta 60 comprende un destornillador 61 con una parte de acoplamiento 62 para acoplarla con el elemento de bloqueo, y un mango 63. La parte de acoplamiento 62 del destornillador 61 está configurada para acoplarla con la estructura de acoplamiento, tal como las cavidades 53''' del elemento de bloqueo 5' de las Figuras 15 y 16, o la ranura 53 del elemento de bloqueo 5 de las Figuras 1 a 9. El destornillador 61 se extiende con su parte de acoplamiento 62 a través de un soporte tubular 64 y se puede mover en dirección axial y girar dentro del mismo. A cierta distancia de su extremo libre alejado del mango 63, el soporte 64 presenta una ranura radial 65 configurada para pasar el elemento de bloqueo 5 a través de ella. Además, el contrasoporte 64 tiene en su extremo libre una parte con una rosca interior 66 que coopera con la rosca exterior 51 del elemento de bloqueo 5.

60 Las Figuras 21a a 21d muestran los pasos para recoger el elemento de bloqueo con la herramienta 60. A modo de ejemplo se muestra el elemento de bloqueo de las Figuras 15 y 16. En un primer paso, el destornillador 61 se retrae y el soporte 64 queda libre en la posición de la ranura 65. En un siguiente paso, mostrado en la Figura 21b, el elemento de bloqueo 5' se introduce en el soporte 64 a través de la ranura 65. La cara inferior 5b del elemento de bloqueo, que tiene el entrante 52 para la cabeza, está orientada hacia la parte roscada 66 del soporte 64. Después, como muestra la Figura 21c, el destornillador 61 se mueve a través del soporte 64 para acoplarlo en las cavidades 53''' y el elemento de bloqueo 5' se enrosca en la parte roscada 66 del soporte 64. A continuación, como muestra la  
65

Figura 21d, el destornillador 61 se puede retraer y el elemento de bloqueo se puede colocar en el agujero 2. Por último, como ha mostrado previamente la Figura 20, el destornillador 61 puede avanzar de nuevo y acoplarse con las cavidades 53''' del elemento de bloqueo para enroscar más el elemento de bloqueo dentro del agujero 2. Si así se desea, el elemento de bloqueo se aprieta para que ejerza presión sobre la cabeza con el fin de fijar la posición angular del tornillo para hueso.

Con la herramienta, el elemento de bloqueo se puede recoger y mantener en el soporte con seguridad. Además, se puede colocar con seguridad en el agujero e insertar en el mismo.

Haciendo referencia de nuevo al elemento de bloqueo, éste puede estar configurado para ser utilizado con un anclaje de hueso poliaxial y puede ser esencialmente cilíndrico con una cara inferior (5b) orientada hacia una cabeza (42) del anclaje de hueso, una cara superior (5a) opuesta a la cara inferior (5b) y una parte superficial con una rosca exterior. El elemento de bloqueo puede tener un primer entrante (52, 52') en la cara inferior, para alojar al menos una parte de la cabeza (42), y un segundo entrante (53, 53', 53''') en la cara superior (5a) para acoplar un destornillador, estando situado el segundo entrante fuera del centro de la cara superior (5a). La cabeza (42) puede tener una zona con un diámetro máximo (d), un primer nivel L1 definido por el punto más alto de un círculo con el diámetro máximo trazado alrededor de la cabeza, y un segundo nivel L2 definido por el fondo del segundo entrante (53, 53', 53'''), estando L2 en un nivel no más alto que L1.

El elemento de bloqueo puede incluir un agujero pasante coaxial (54). Un área de contacto del primer entrante (52) que está en contacto con la cabeza puede consistir en un contacto con forma cónica, un contacto lineal y/o un contacto con forma esférica. El segundo entrante (53, 53', 53''') puede estar situado esencialmente en un área exterior en dirección radial de la cara superior (5a). El segundo entrante (53, 53') puede incluir una ranura anular con un contorno configurado para un acoplamiento en ajuste de forma con el destornillador. El contorno puede ser al menos un contorno seleccionado entre el grupo consistente en un contorno en forma de estrella, un contorno poligonal y un contorno en forma de flor. El segundo entrante puede incluir múltiples cavidades (53'''). Las cavidades pueden estar configuradas para extenderse a través del elemento de bloqueo hasta la cara inferior (5b). La distancia (a) de la parte más profunda del segundo entrante (52), medida desde la cara superior (5a), es menor que la profundidad (b) del primer entrante (53, 53', 53'''), medida desde la cara superior (1a). El elemento de bloqueo también puede incluir una zona (51) con una rosca exterior. El elemento de bloqueo (5) puede incluir una zona con la rosca exterior que se extienda por todo el elemento de bloqueo (5), haciendo que el elemento de bloqueo (5) esté completamente roscado, y/o una zona con la rosca exterior que no se extienda por todo el elemento de bloqueo (5), con lo que dispone de una sección no roscada (51a) adyacente a la cara inferior (5b). Una longitud axial de la sección no roscada (51a) puede ser esencialmente igual o menor que la longitud axial de una sección roscada de la parte con la rosca exterior (51).

Haciendo referencia de nuevo a un conjunto de placa para hueso, éste puede incluir un elemento de placa alargado (1, 1') con una cara superior (1a) y una cara inferior (1b), al menos dos agujeros (2, 2, 3) que se extienden desde la cara superior hasta la cara inferior, y al menos dos anclajes de hueso (4), comprendiendo cada anclaje de hueso un vástago (41) configurado para anclarlo en el hueso, y una cabeza (42) que presenta una zona con un diámetro exterior máximo (d), pudiendo extenderse el vástago a través del agujero. Al menos uno de los agujeros (2) puede estar configurado para definir un asiento (21) en la cara inferior (1b) adaptado para alojar de forma giratoria la cabeza (42), incluyendo dicho agujero (2) un taladro (22) en la cara superior (1a) con un eje de taladro y un diámetro interior (D) al menos tan grande como el diámetro máximo (d) de la cabeza (42). El elemento de bloqueo (5, 5', 5'', 5''') puede estar configurado para ser insertado en el taladro (22), teniendo un eje central coaxial con el eje de taladro, una cara inferior (5b) orientada hacia la cabeza, y una cara superior (5a) orientada en sentido opuesto a la cabeza. El elemento de bloqueo puede tener un primer entrante (52, 52') en la cara inferior, para cubrir al menos parcialmente la cabeza, y un segundo entrante (53, 53', 53''') en la cara superior (5a), para acoplar un destornillador, estando situado el segundo entrante fuera del centro de la cara superior (5a). El punto más alto de un círculo con el diámetro máximo (d) trazado alrededor de la cabeza puede definir un primer nivel L1 y el fondo del segundo entrante (53, 53', 53''') puede definir un segundo nivel L2, que está en un nivel no más alto que L1.

El conjunto de placa para hueso puede incluir múltiples elementos de bloqueo y éstos pueden estar configurados para bloquear la cabeza y/o impedir que se afloje el elemento de anclaje de hueso y/o el conjunto de placa para hueso, permitiendo al mismo tiempo un movimiento de giro.

Haciendo referencia de nuevo a un conjunto de placa para hueso, éste puede incluir un elemento de placa alargado (1, 1') con una cara superior (1a) y una cara inferior (1b), al menos dos agujeros (2, 2, 3) que se extienden desde la cara superior hasta la cara inferior, y al menos dos anclajes de hueso (4), comprendiendo cada anclaje de hueso un vástago (41) configurado para ser anclado en el hueso, y una cabeza (42) que presenta una parte superior (42a) y una parte con un diámetro exterior máximo (d), pudiendo extenderse el vástago a través del agujero. Al menos uno de los agujeros (2) puede estar configurado para definir un asiento (21) en la cara inferior (1b) adaptado para alojar de forma giratoria la cabeza (42), incluyendo dicho agujero un taladro (22) en la cara superior (1a) con un eje de taladro y un diámetro interior (D) al menos tan grande como el diámetro máximo (d) de la cabeza (42). Los especialistas en la técnica entenderán que la cabeza se puede alojar de forma giratoria cuando un anclaje de hueso está insertado en el conjunto de placa para hueso, por ejemplo. Sin embargo, en momentos tales como, por ejemplo,

5 la inserción del anclaje de hueso en el hueso, el giro puede estar restringido. Un elemento de bloqueo (5, 5') está configurado para ser insertado en el taladro y presenta un eje central coaxial con el eje de taladro, una cara inferior (5b) orientada hacia la cabeza, una cara superior (5a) orientada en sentido opuesto a la cabeza, y un entrante (53, 53', 53'') en la cara superior (5a) configurado para acoplar un destornillador, estando situado el entrante fuera del centro de la cara superior (5a) y teniendo el mismo una profundidad que se extienda más allá de la parte superior (42a) de la cabeza de tornillo (42) cuando la cabeza de tornillo (42) está en el asiento (21).

10 El taladro puede tener una zona (23) con una rosca interior y el elemento de bloqueo (5) puede tener una zona (51) con una rosca exterior adaptada para cooperar con la rosca interior del taladro. Al menos una de las roscas interior y exterior puede incluir una rosca de doble entrada. Además, en el conjunto de placa para hueso se puede incluir otro elemento de bloqueo, y el elemento de bloqueo y el otro elemento de bloqueo pueden tener longitudes axiales diferentes. El primer entrante (52) puede incluir una forma esférica y una profundidad medida desde la cara inferior (5b) esencialmente igual o ligeramente mayor que la mitad del diámetro (d) de la cabeza. El conjunto de placa para hueso también puede incluir un tapón (8) adaptado para cerrar un agujero si no se utiliza un anclaje de hueso. Una herramienta adaptada para ser utilizada con un conjunto de placa para hueso tal como se describe aquí, puede incluir un destornillador (61) con una parte de acoplamiento (62) configurada para acoplarla con un elemento de bloqueo; y un soporte tubular (64). El destornillador puede estar configurado de modo que se extienda con la parte de acoplamiento (62) a través del soporte tubular (64) y que se puede mover en dirección axial y girar dentro del mismo. El soporte puede presentar una ranura radial (65) adaptada para la inserción del elemento de bloqueo. El soporte puede incluir una zona con una rosca interior (66) que coopere con una rosca exterior (51) del elemento de bloqueo.

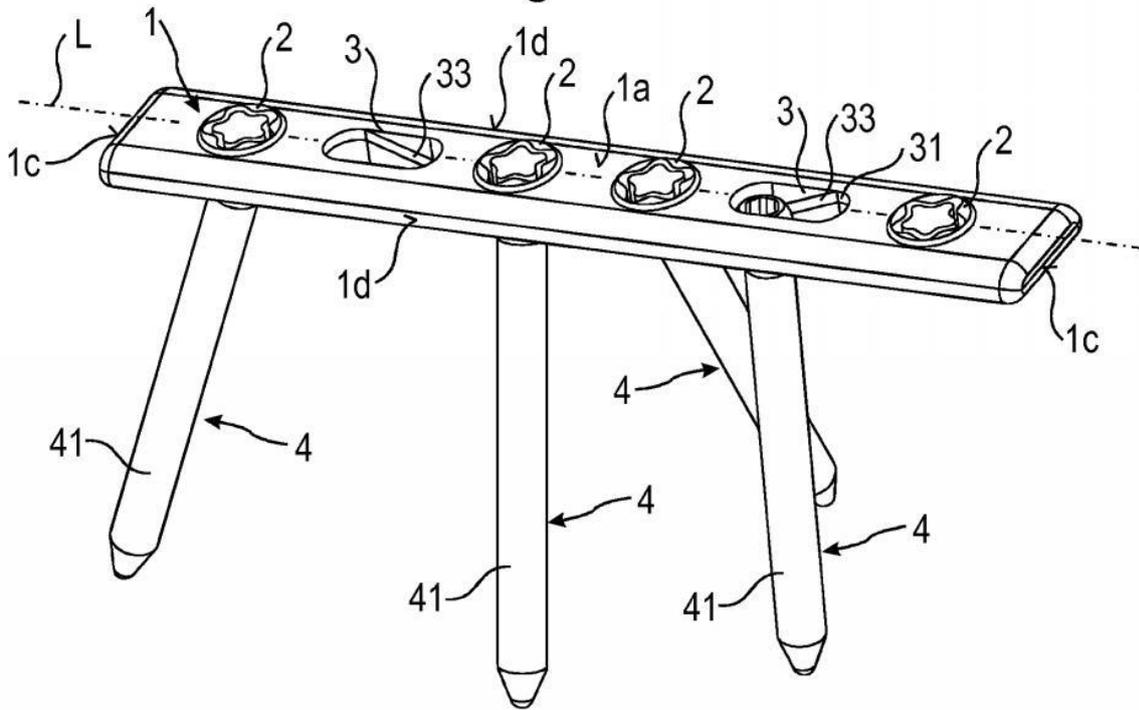
25 La forma del elemento de placa no se limita a las realizaciones mostradas. También se pueden concebir otras formas. El anclaje de hueso no se limita a un tornillo para hueso con un vástago roscado. También se pueden concebir espigas lisas, dentadas o rugosas. Además es posible utilizar cualquier tornillo para hueso conocido. Adicionalmente, también es posible utilizar otros anclajes de hueso.

REIVINDICACIONES

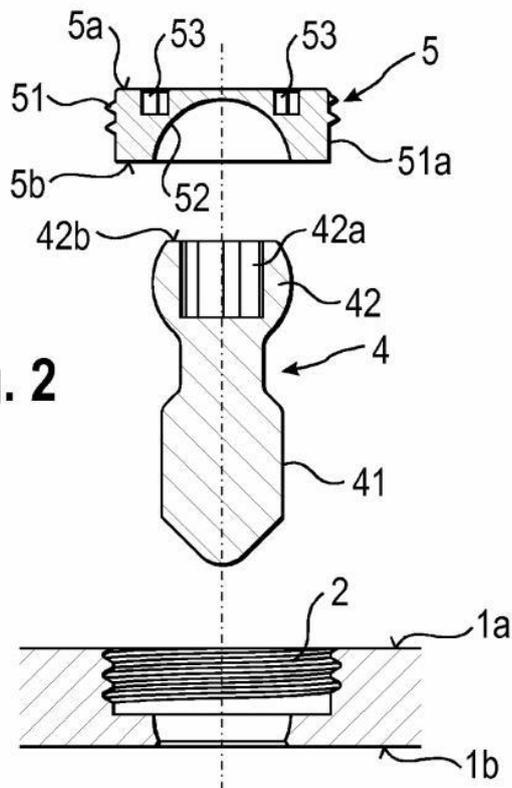
1. Elemento de bloqueo configurado para utilizarlo con un anclaje de hueso poliaxial, comprendiendo el anclaje de hueso una cabeza (42) con una parte de superficie exterior esférica que incluye un diámetro máximo (d);  
5  
siendo el elemento de bloqueo esencialmente cilíndrico con una cara inferior (5b) orientada hacia la cabeza (42) del anclaje de hueso, una cara superior (5a) en lugar opuesto a la cara inferior (5b), y una parte de superficie con una rosca exterior;  
10  
presentando el elemento de bloqueo un primer entrante (52, 52'') en la cara inferior, para alojar al menos una parte de la cabeza (42), y un segundo entrante (53, 53', 53''') en la cara superior (5a), para acoplar un destornillador, estando situado el segundo entrante fuera del centro de la cara superior y en el que un primer nivel L1 está delimitado por el punto más alto de un círculo con el diámetro máximo trazado alrededor de la cabeza, y un segundo nivel L2 está delimitado por el fondo del segundo entrante, estando L2 a un nivel no más alto que L1;  
15  
**caracterizado porque**  
el segundo entrante comprende múltiples cavidades (53''') que están situadas entre el eje central y un borde exterior del elemento de bloqueo.
2. Elemento de bloqueo según la reivindicación 1, que además comprende un agujero pasante coaxial (54).  
20
3. Elemento de bloqueo según la reivindicación 1 o 2, en el que el área de contacto del primer entrante (52) que entra en contacto con la cabeza comprende en al menos uno de los siguientes tipos de contacto: un contacto con forma cónica, un contacto lineal y un contacto con forma esférica.
4. Elemento de bloqueo según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el segundo entrante (53, 53', 53''') está situado sensiblemente en un zona radialmente exterior de la cara superior (5a).  
25
5. Elemento de bloqueo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las cavidades (53''') están situadas alrededor de un eje central del elemento de bloqueo de forma circunferencial.
6. Elemento de bloqueo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que las cavidades (53''') están configuradas de modo que se extienden a través del elemento de bloqueo hasta la cara inferior (5b).  
30
7. Elemento de bloqueo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la distancia (a) de la parte más profunda del primer entrante (52), medida desde la cara superior (5a), es menor que una profundidad (b) del segundo entrante (53, 53', 53'''), medida desde la cara superior (5a).  
35
8. Elemento de bloqueo según una de las reivindicaciones 1 a 7, que adicionalmente comprende una parte (51) con una rosca exterior.
9. Elemento de bloqueo según la reivindicación 8, en el que el elemento de bloqueo está configurado de uno de los siguientes modos: la parte con la rosca exterior se extiende por todo el elemento de bloqueo, haciendo que el elemento de bloqueo esté completamente roscado, o la parte con la rosca exterior no se extiende por todo el elemento de bloqueo, con lo que dispone de una sección no roscada adyacente a la cara inferior.  
40  
45
10. Elemento de bloqueo según la reivindicación 9, en el que la longitud axial de la sección no roscada es esencialmente igual o menor que la longitud axial de una sección roscada de la parte (51) con la rosca exterior.  
50
11. Conjunto de placa para hueso, que comprende:  
55  
un elemento de placa alargado (1, 1') con una cara superior (1a) y una cara inferior (1b),  
al menos dos agujeros (2, 3) que se extienden desde la cara superior hasta la cara inferior,  
al menos dos anclajes de hueso (4), comprendiendo cada anclaje de hueso un vástago (41)  
configurado para anclarlo en el hueso, y una cabeza (42) que presenta una parte con un diámetro  
exterior máximo (d), pudiendo extenderse el vástago a través del agujero;  
estando configurado al menos uno de los agujeros (2) para definir un asiento (21) en la cara  
inferior (1b) destinado a alojar de forma giratoria la cabeza, e incluyendo dicho agujero un taladro  
60  
(22) en la cara superior (1a) con un eje de taladro y un diámetro interior (D) al menos tan grande  
como el diámetro máximo (d) de la cabeza; y  
un elemento de bloqueo (5, 5') configurado para ser insertado en el taladro, que tiene un eje  
central coaxial con el eje de taladro, una cara inferior (5b) orientada hacia la cabeza, y una cara  
superior (5a) orientada en sentido opuesto a la cabeza; comprendiendo el elemento de bloqueo las  
65  
características indicadas en una de las reivindicaciones 1 a 9.

12. Conjunto de placa ósea según la reivindicación 11, en el que están previstos múltiples elementos de bloqueo y el que los múltiples elementos de bloqueo están configurados para bloquear la cabeza y/o impedir que se afloje el conjunto de placa ósea, permitiendo al mismo tiempo un movimiento de giro.
- 5 13. Conjunto de placa para ósea según la reivindicación 11 o 12, que adicionalmente comprende otro elemento de bloqueo, teniendo el elemento de bloqueo y el otro elemento de bloqueo longitudes axiales diferentes.
- 10 14. Herramienta diseñada para ser utilizada con un elemento de bloqueo y/o un conjunto de placa ósea según una de las reivindicaciones 1 a 3 y un elemento de bloqueo y/o conjunto de placa ósea de este tipo según una de las reivindicaciones 1 a 13, incluyendo la herramienta:
- 15 un destornillador (61) con una parte de acoplamiento (62) configurada para acoplarla con el elemento de bloqueo; y un soporte tubular (64); estando configurado el destornillador de modo que se extienda con la parte de acoplamiento (62) a través del soporte tubular (64), pudiendo el destornillador moverse en dirección axial y girar dentro del soporte; y presentando el soporte una ranura radial (65) diseñada para la inserción del elemento de bloqueo.

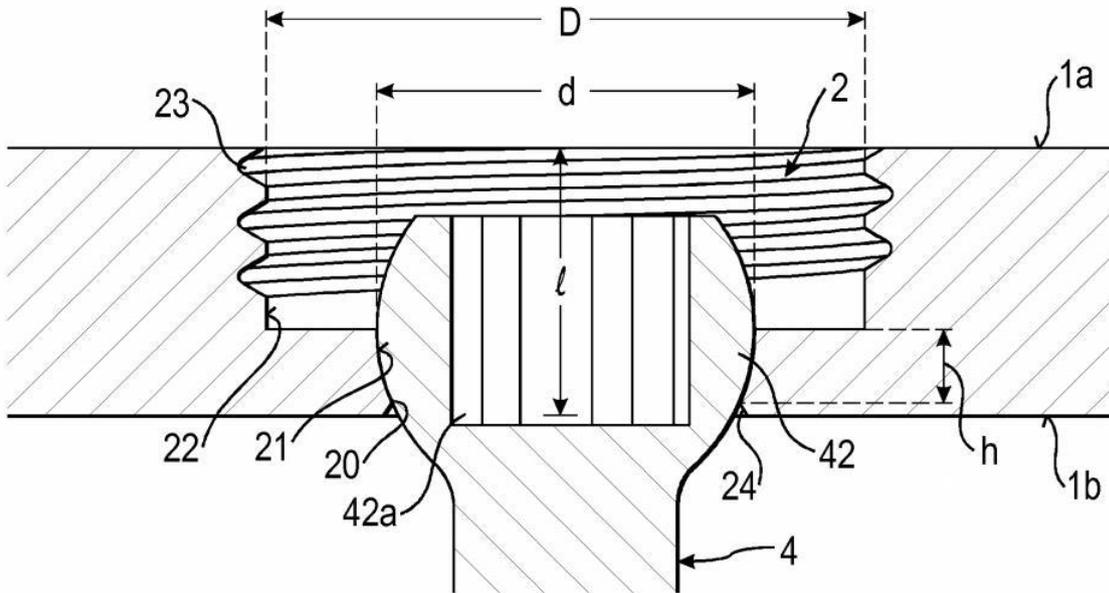
**Fig. 1**



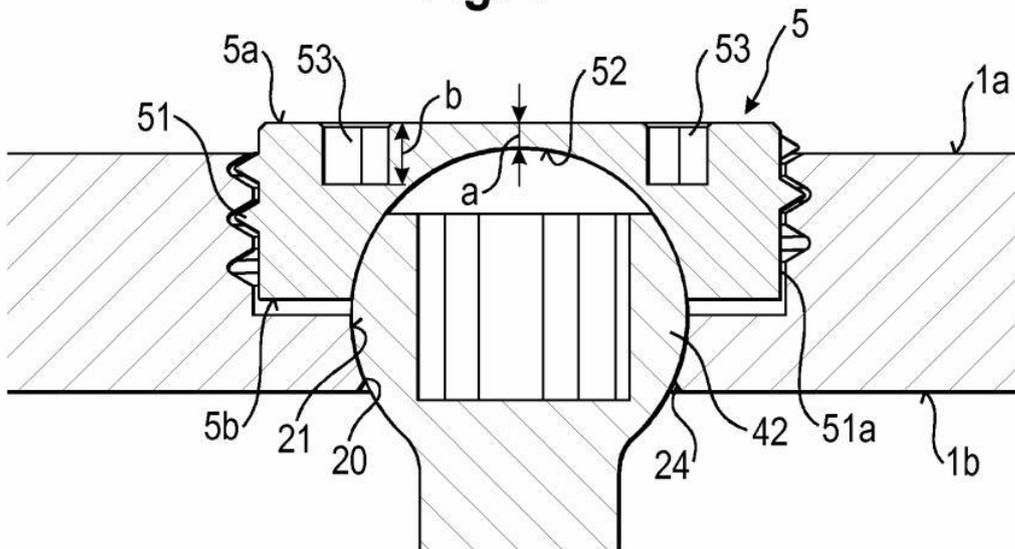
**Fig. 2**

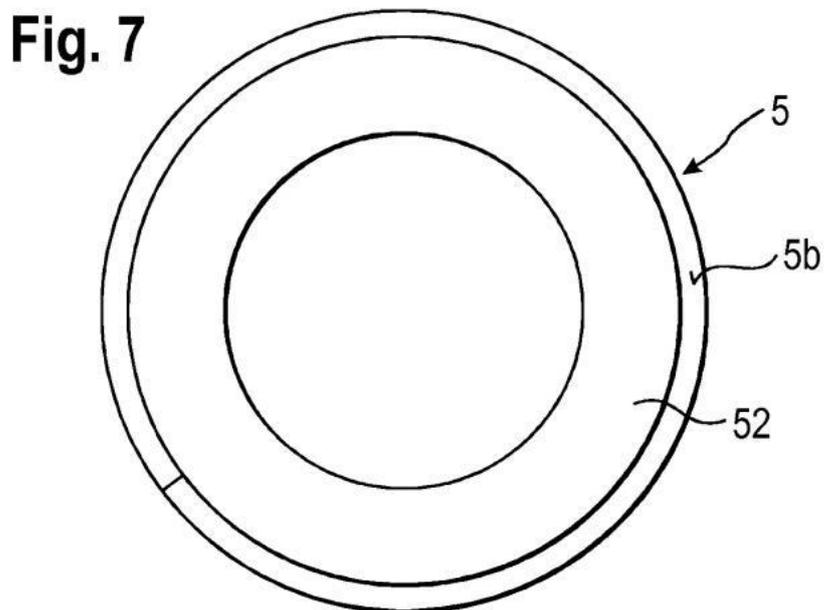
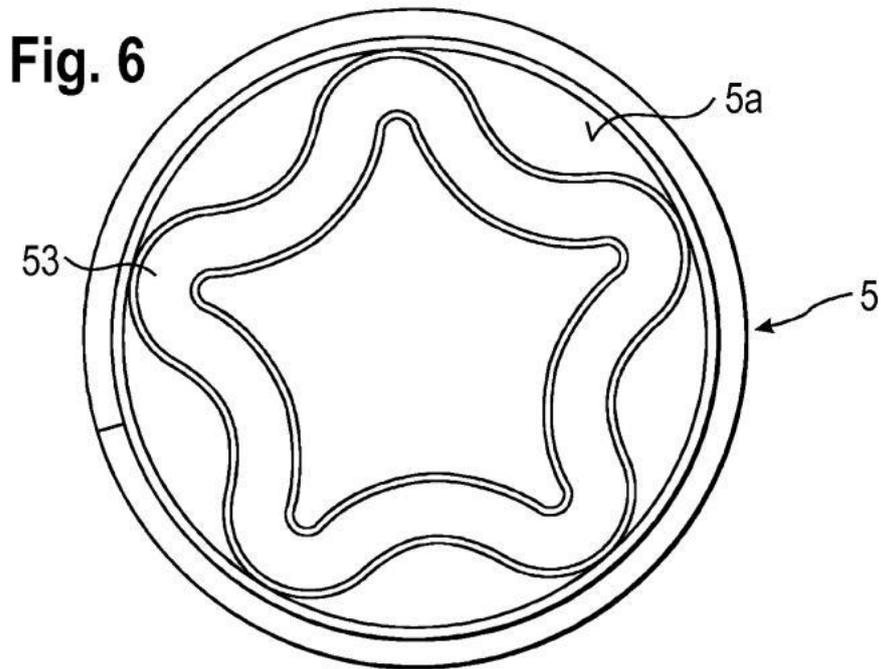
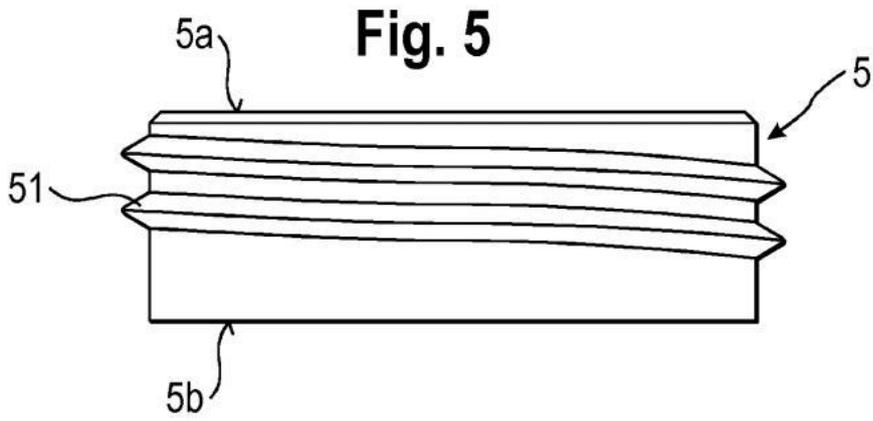


**Fig. 3**

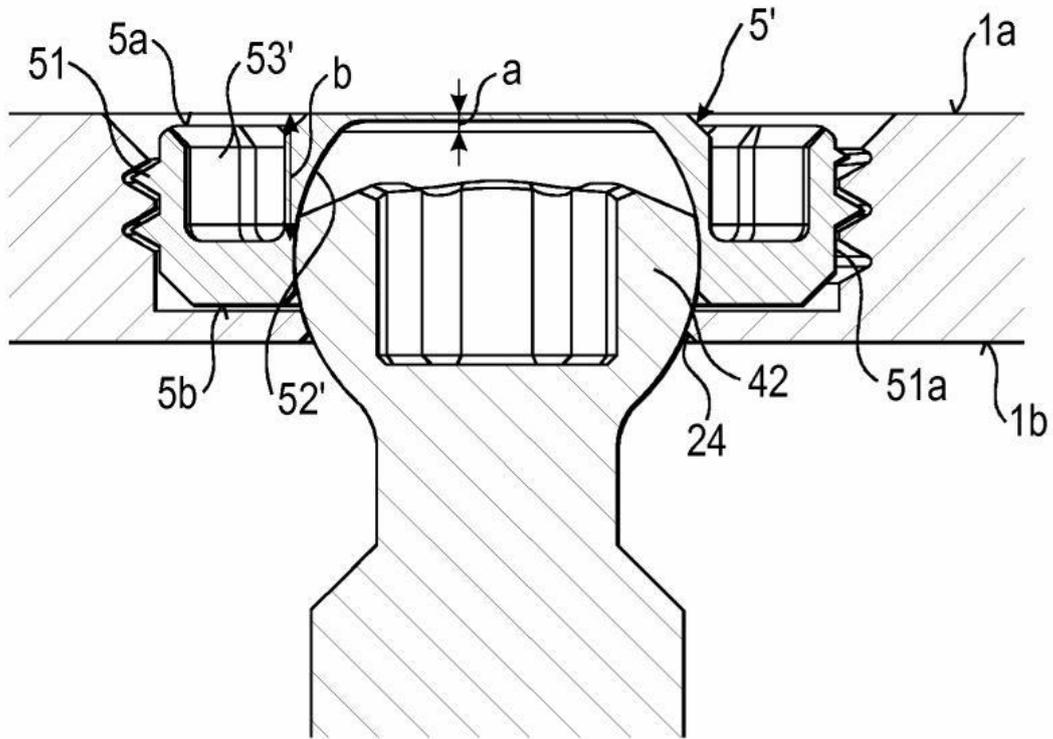


**Fig. 4**

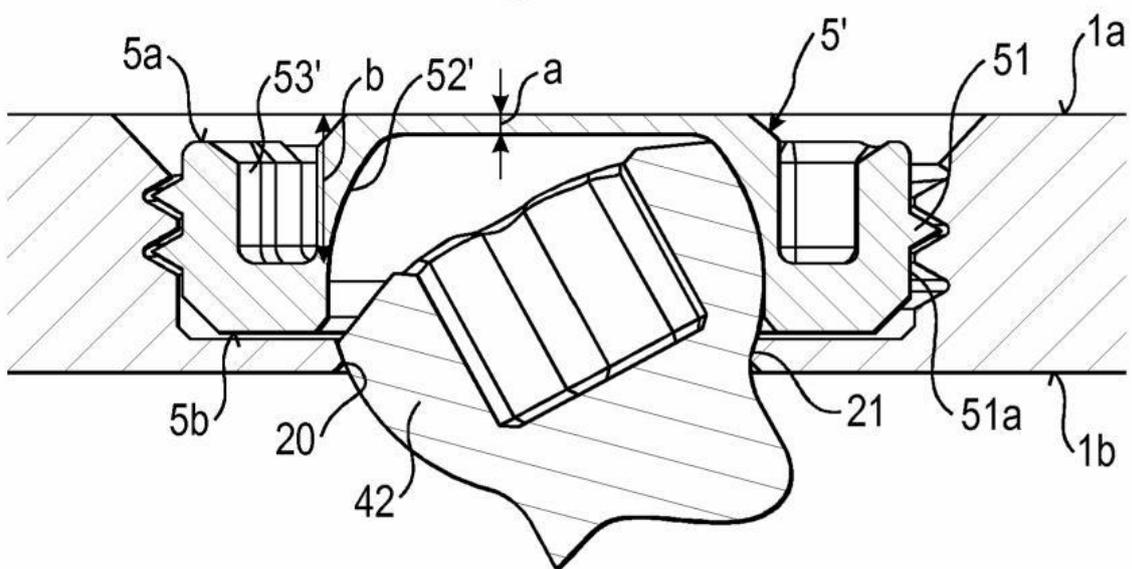




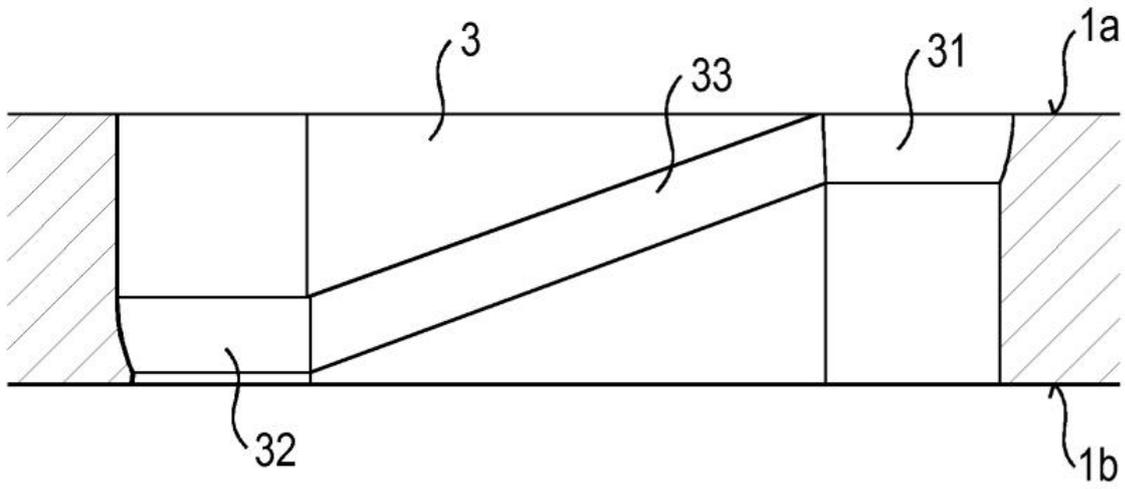
**Fig. 8**



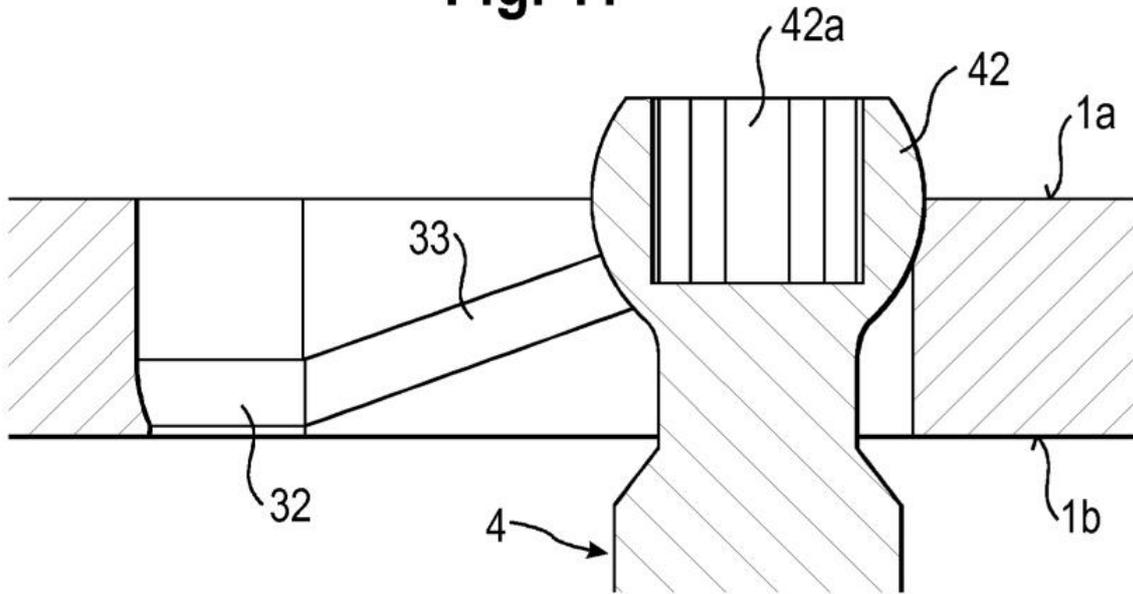
**Fig. 9**



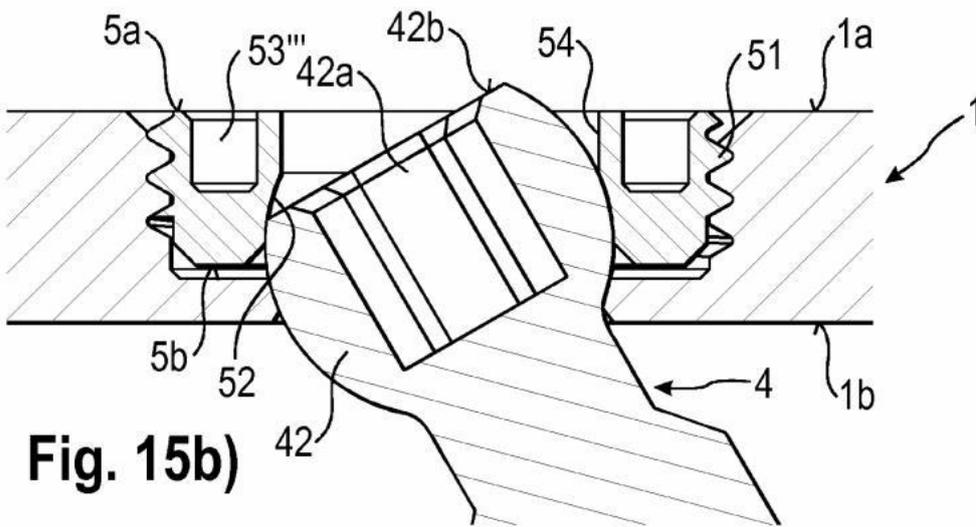
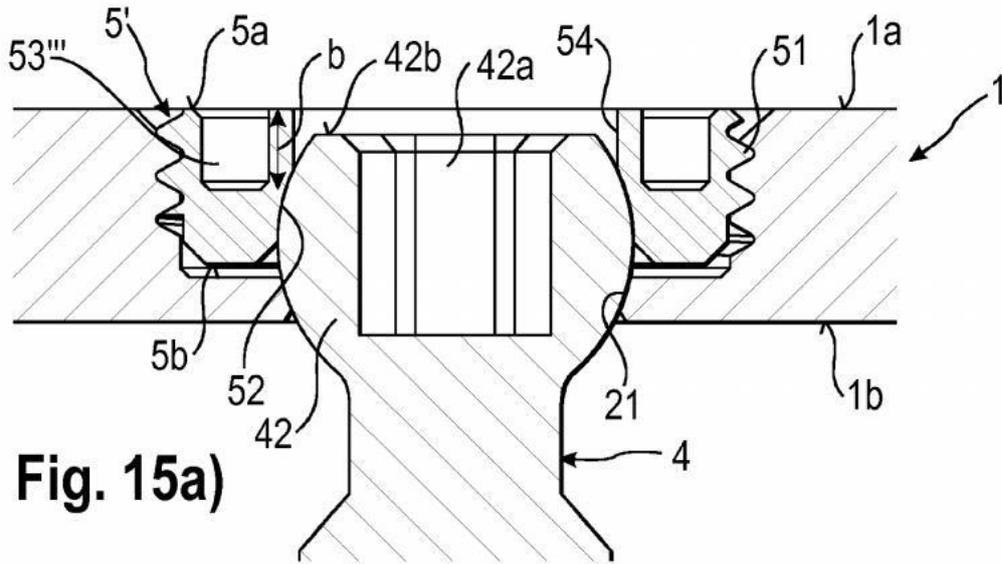
**Fig. 10**



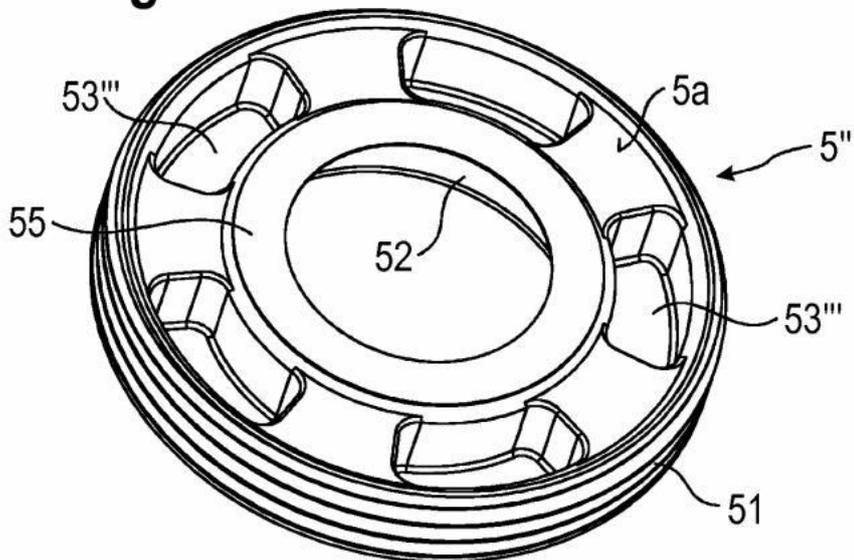
**Fig. 11**

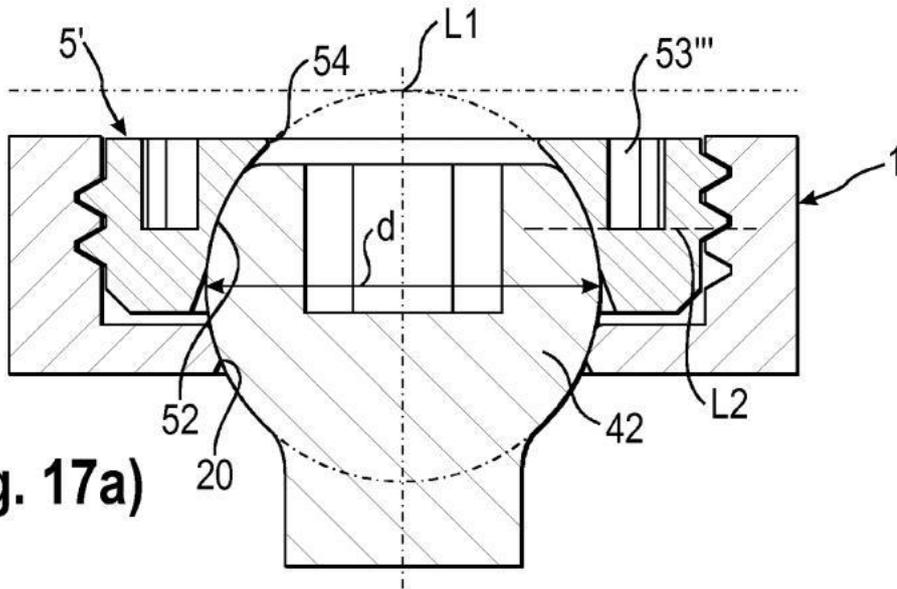




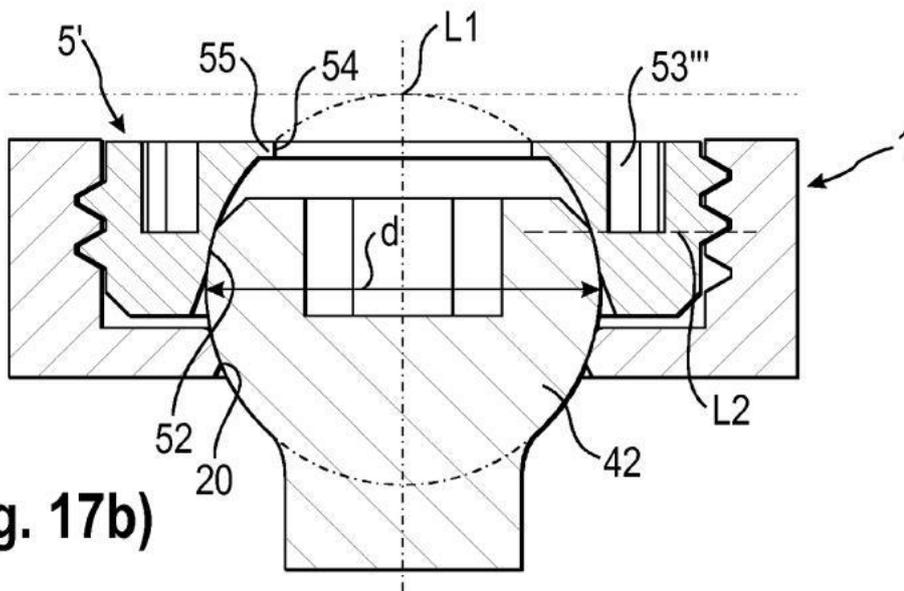


**Fig. 16**

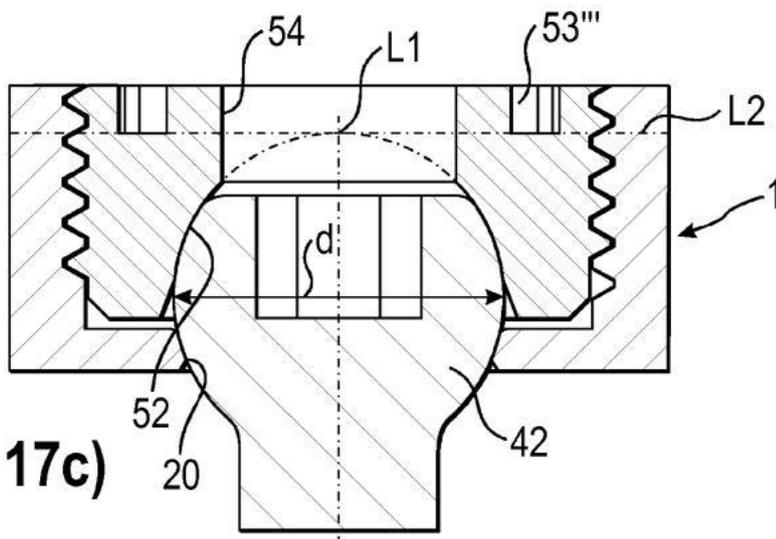




**Fig. 17a)**

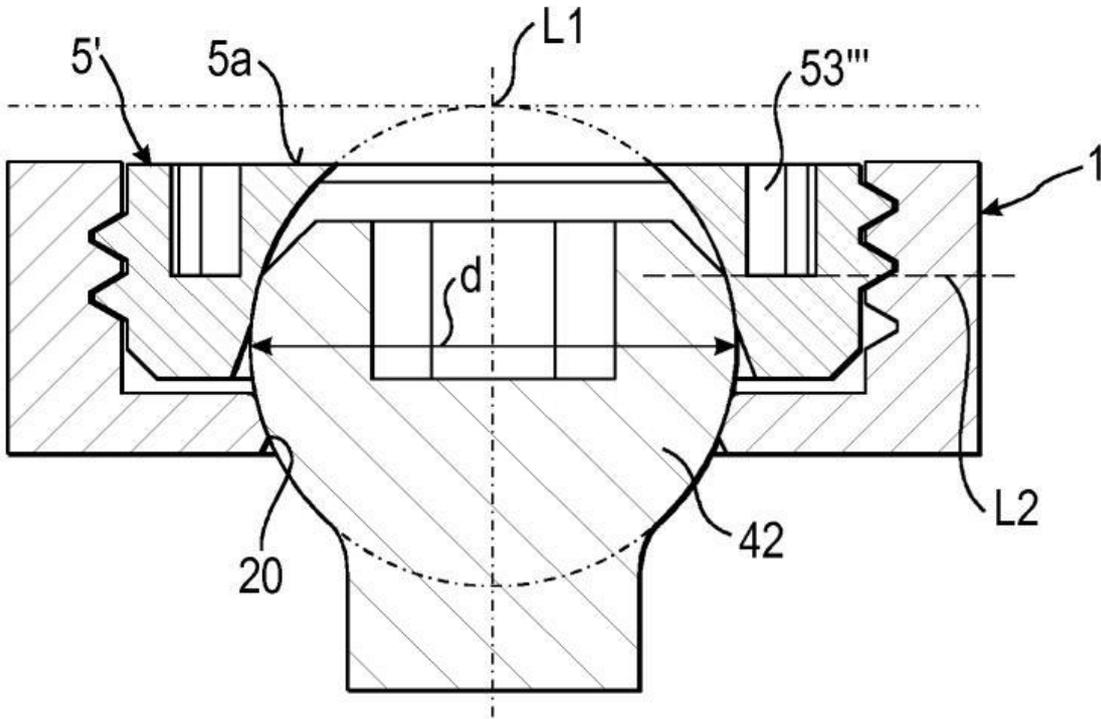


**Fig. 17b)**

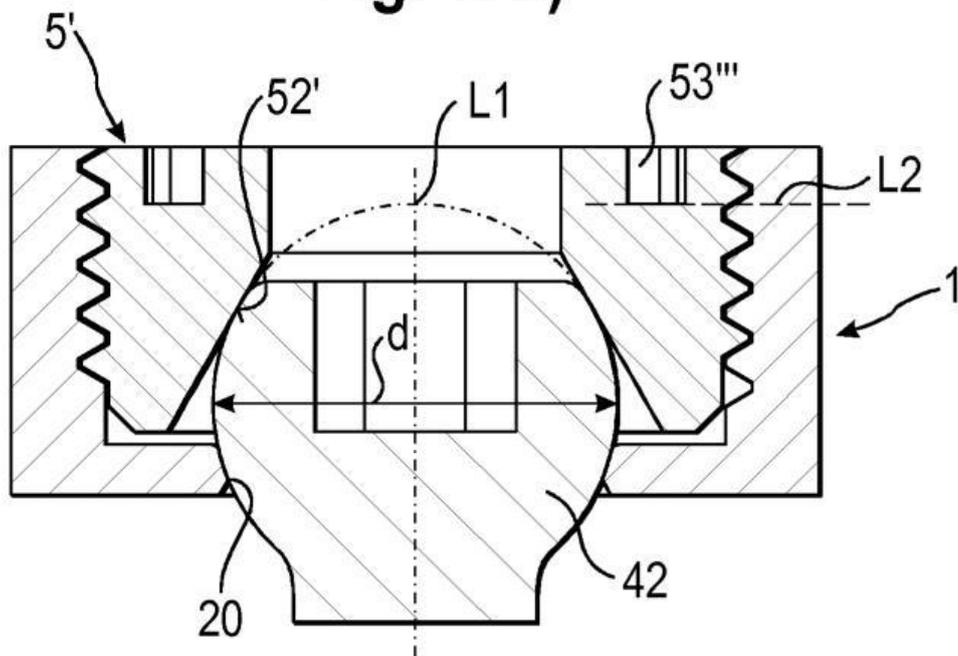


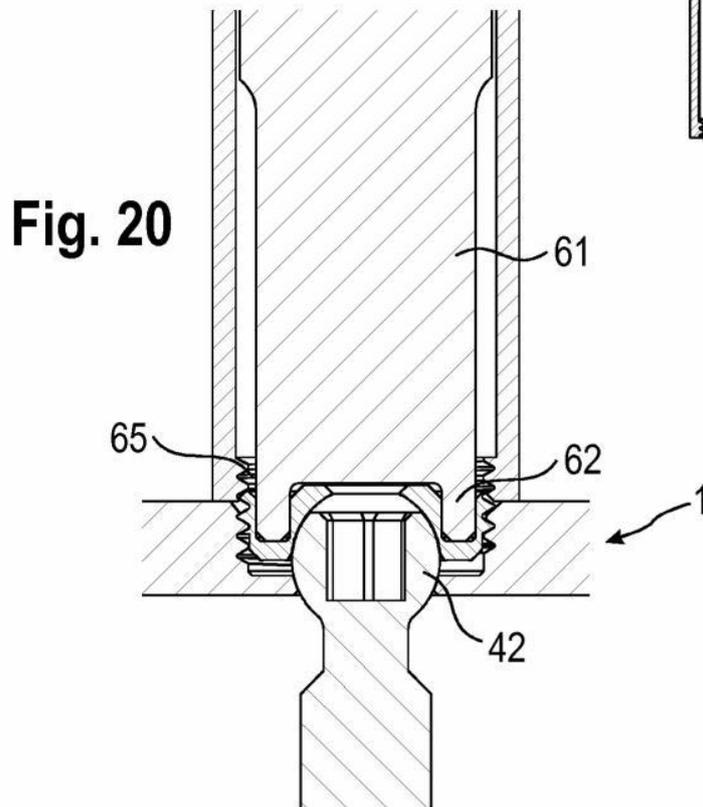
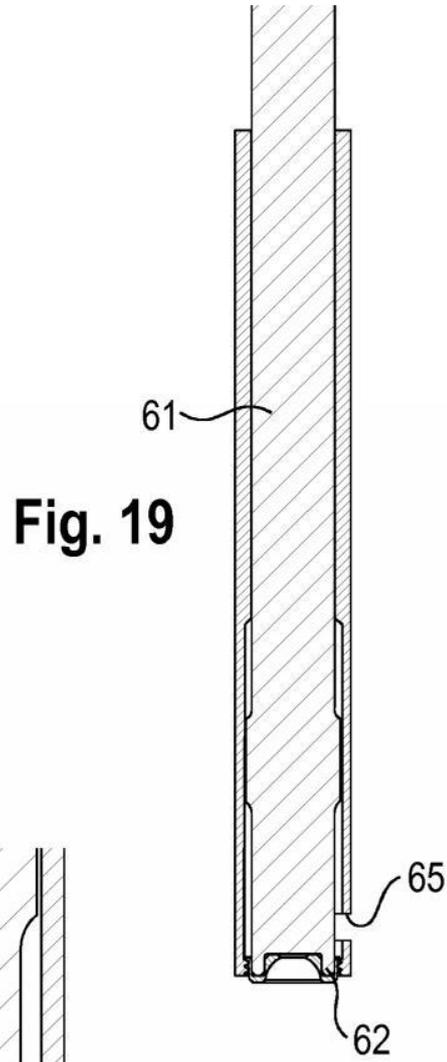
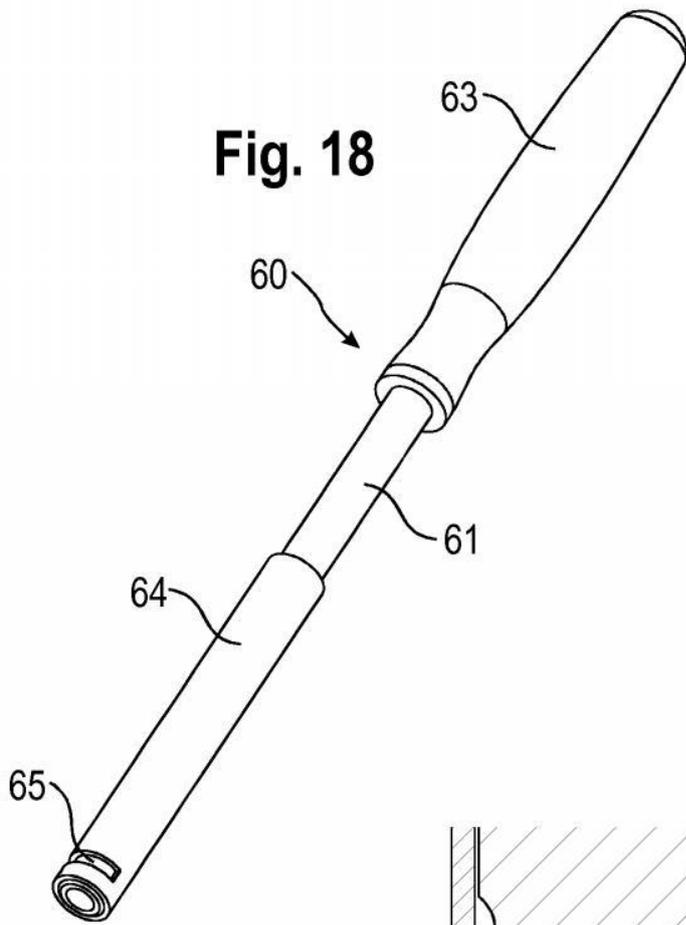
**Fig. 17c)**

**Fig. 17d)**

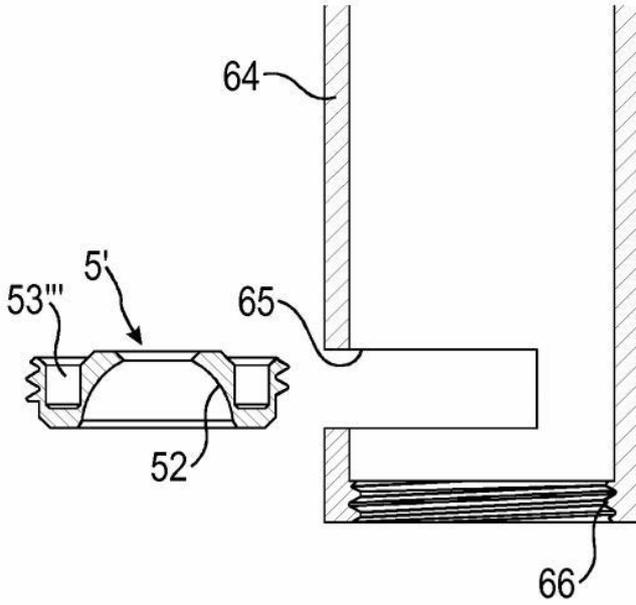


**Fig. 17e)**

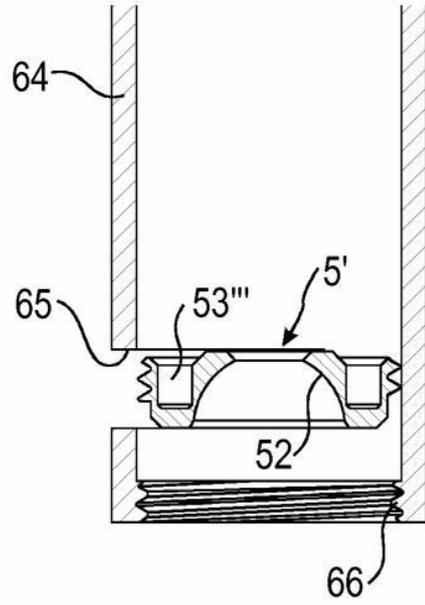




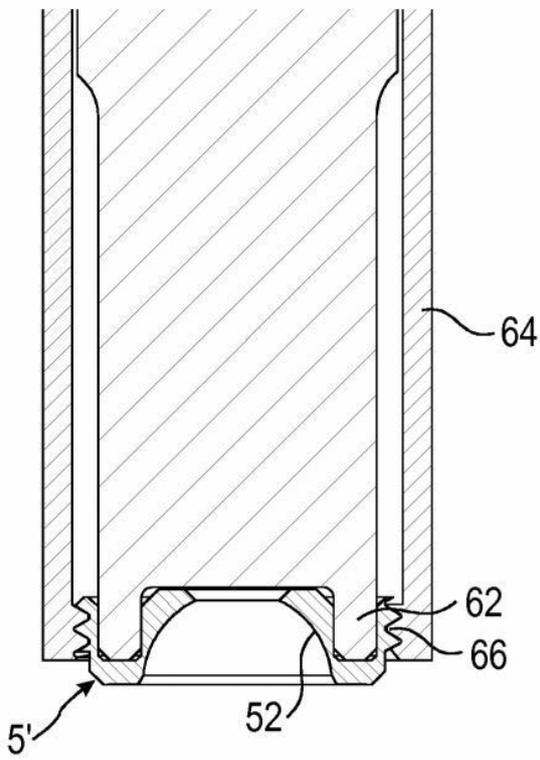
**Fig. 21a)**



**Fig. 21b)**



**Fig. 21c)**



**Fig. 21d)**

