

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 602 982**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/70** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2014** **E 14151004 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016** **EP 2893889**

54 Título: **Conjunto de acoplamiento para acoplar una varilla con un elemento de anclaje de hueso, y dispositivo de anclaje de hueso poliaxial**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.02.2017**

73 Titular/es:

**BIEDERMANN TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG  
(100.0%)  
Josefstrasse 5  
78166 Donaueschingen, DE**

72 Inventor/es:

**BIEDERMANN, LUTZ;  
SCHÜNEMANN, ACHIM y  
DANDANOPOULOS, DIMOSTHENIS**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 602 982 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).

**Conjunto de acoplamiento para acoplar una varilla con un elemento de anclaje de hueso, y dispositivo de anclaje de hueso poliaxial**

**Descripción**

5

La invención se refiere a un conjunto de acoplamiento para acoplar una varilla con un elemento de anclaje de hueso y a un dispositivo de anclaje de hueso poliaxial con dicho conjunto de acoplamiento. El conjunto de acoplamiento comprende una parte receptora con un canal para recibir y alojar la varilla, un espacio de acomodación para acomodar una cabeza de un elemento de anclaje de hueso y un elemento de retención para retener la cabeza del elemento de anclaje de hueso en la parte receptora. El elemento de retención comprende una estructura que incluye una parte de muelle pretensada de tal modo que el elemento de retención se engancha automáticamente sobre la cabeza del elemento de anclaje de hueso cuando se inserta dicha cabeza.

10

15

El documento US 2013/0150852 A1 da a conocer un anclaje de hueso poliaxial que incluye un alojamiento, un tornillo para hueso y un elemento de retención para acoplar la cabeza del tornillo para hueso de forma giratoria en el alojamiento. El elemento de retención está dispuesto dentro del taladro del alojamiento e incluye múltiples lengüetas y ranuras alternas situadas circunferencialmente para definir una cavidad para alojar dentro de la misma la parte de cabeza del tornillo para hueso. El anclaje de hueso también incluye un medio de muelle elástico que pretensa el elemento de retención hacia el extremo inferior del alojamiento. La cabeza del tornillo para hueso puede aplicar una fuerza contra el elemento de retención que se opone a la fuerza de pretensado del medio de muelle elástico y la supera. El medio de muelle elástico puede consistir, por ejemplo, en una arandela ondulada, un muelle helicoidal, un elemento elastomérico, etc., o puede consistir en ranuras circunferenciales o helicoidales formadas en el elemento de retención.

20

25

El documento US 8,075,603 B2 describe un sistema de sujeción que consiste en una articulación de rótula poliaxial utilizada conjuntamente con un tornillo para hueso que tiene roscas en un extremo y un conector esférico en el otro, que actúa como punto de giro alrededor del cual un conjunto de conexión se mueve de forma poliaxial. Un conjunto de conexión esencialmente en forma de U tiene un receptáculo inferior que actúa como un casquillo para alojar un anillo de retención superior y un anillo de retención inferior partido. El casquillo puede alojar el conector esférico, que se inserta a través del anillo de retención inferior partido provocando un desplazamiento momentáneo de éste que permite colocar el conector esférico entre los anillos de retención superior e inferior. Un componente elástico situado entre el anillo de retención superior y el conjunto de conexión posibilita una colocación y retención relativa predeterminada del conector esférico con respecto al conjunto de conexión.

30

35

40

El documento US 2013/0338721 da a conocer una parte receptora para recibir y alojar una varilla con el fin de acoplarla a un elemento de anclaje de hueso que incluye un cuerpo de parte receptora con un extremo superior, un extremo inferior, un eje central, un canal para alojar la varilla y un espacio de acomodación para acomodar una cabeza de un elemento de anclaje de hueso, teniendo el espacio de acomodación una abertura en el extremo inferior para introducir la cabeza, y un elemento de presión de una sola pieza que tiene un extremo superior, un extremo inferior y una parte flexible para inmovilizar la cabeza, presentando la parte flexible una primera ranura que se extiende parcialmente a lo largo del eje central cuando el elemento de presión está en el cuerpo de parte receptora, y una segunda ranura que se extiende desde el extremo inferior del elemento de presión hasta la primera ranura.

45

50

Los anclajes de hueso poliaxiales conocidos permiten insertar la cabeza esférica de un tornillo para hueso en el elemento receptor empujándola contra la fuerza de muelle de un elemento elástico. Sin embargo, sigue existiendo la necesidad de un conjunto de acoplamiento y un anclaje de hueso poliaxial con dicho conjunto de acoplamiento mejorado en relación con diversos aspectos, tales como la eficiencia y la seguridad del acoplamiento.

55

Un objetivo de la invención consiste en proporcionar un conjunto de acoplamiento para acoplar una varilla en un elemento de anclaje de hueso y un anclaje de hueso poliaxial que comprende dicho conjunto de acoplamiento que permita conectar con seguridad el elemento de anclaje de hueso al conjunto de acoplamiento con poca fuerza de inserción pero con una alta fuerza de retención, y que solo requiera un pequeño desplazamiento axial para insertar el elemento de anclaje de hueso en el conjunto de acoplamiento.

60

Este objetivo se alcanza mediante un conjunto de acoplamiento de acuerdo con la reivindicación 1 y mediante un anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la reivindicación 16. En las reivindicaciones subordinadas se indican otros desarrollos.

65

El conjunto de acoplamiento incluye una parte receptora con un espacio de acomodación para acomodar la cabeza de un elemento de anclaje de hueso y un elemento de retención configurado para colocarlo al menos parcialmente dentro del espacio de acomodación. El elemento de retención comprende al menos

5 una parte en forma de muelle que se puede comprimir en dirección axial y se extiende en dirección axial al menos hasta una posición que sea más alta que el fondo de un canal para la varilla. Por lo tanto, el muelle pretensado genera una fuerza suficiente que facilita el enganche del elemento de retención sobre la cabeza del elemento de anclaje de hueso. La parte de muelle se puede realizar mediante un muelle serpenteado que tenga un tamaño pequeño en la dirección radial vista desde el eje central de la pieza receptora y sea grande en dirección axial.

10 El elemento de retención puede tener además al menos una ranura horizontal en su extremo inferior que haga que se requiera poca fuerza para insertar la cabeza en la pieza receptora. Al mismo tiempo, la fuerza de retención que sujeta la cabeza en la pieza receptora es alta en comparación con la fuerza de inserción. Por lo tanto, se evita eficazmente que el elemento de anclaje de hueso pueda ser sacado por la abertura inferior. Además, gracias al pequeño recorrido de inserción también se evita el fresado bajo la cabeza o que la cabeza sobresalga del hueso.

15 El conjunto de acoplamiento puede incluir además un elemento de presión para ejercer presión sobre la cabeza de un elemento de anclaje de hueso con el fin de bloquear el elemento de anclaje de hueso en una posición angular específica en relación con la pieza receptora. El elemento de retención puede rodear el elemento de presión desde la parte exterior del mismo, de modo que no sea necesaria ninguna altura adicional de la pieza receptora para acomodar el elemento de retención y el elemento de presión. Por  
20 consiguiente, se proporciona un implante de perfil bajo.

Además, la pieza receptora es monolítica y está dimensionada de tal modo que el elemento de retención y el elemento de presión se pueden montar desde la abertura superior de la misma.

25 El elemento de presión se puede mantener en una posición tal que la cabeza del elemento de anclaje de hueso quede sujeta por la fuerza de rozamiento ejercida por el elemento de presión sobre la cabeza. La fuerza de rozamiento puede ser de una magnitud que permita girar la cabeza aplicando una fuerza que supere la fuerza de rozamiento.

30 El conjunto de acoplamiento se puede montar *in situ* con un elemento de anclaje de hueso que ya ha sido insertado en un hueso o en una vértebra.

35 Junto con el conjunto de acoplamiento se puede suministrar un dispositivo de anclaje de hueso poliaxial modular que puede incluir varios elementos de anclaje de hueso que difieran en cuanto a la longitud de su vástago, las características de anclaje del vástago, tales como los diferentes tipos de rosca, pasos de rosca, los diferentes diámetros del vástago, y con respecto a vástagos canulados o no canulados.

Otras características y ventajas de la invención se evidenciarán a partir de la descripción de diversas realizaciones representadas en los dibujos adjuntos. En los dibujos:

- 40 La Figura 1 muestra una vista de despiece en perspectiva de una primera realización de un dispositivo de anclaje de hueso.
- 45 La Figura 2 muestra una vista en perspectiva del dispositivo de anclaje de hueso de la Figura 1 montado.
- La Figura 3 muestra una vista en perspectiva desde arriba de una pieza receptora de acuerdo con una primera realización.
- 50 La Figura 4 muestra una vista en perspectiva desde abajo de la pieza receptora mostrada en la Figura 3.
- La Figura 5 muestra una vista desde arriba de la pieza receptora mostrada en las Figuras 3 y 4.
- 55 La Figura 6 muestra una vista en sección transversal de la pieza receptora mostrada en las Figuras 3 y 4 a lo largo de la línea A-A de la Figura 5.
- La Figura 7 muestra una vista en perspectiva desde arriba de un elemento de retención de acuerdo con la primera realización.
- 60 La Figura 8 muestra una vista en perspectiva desde abajo del elemento de retención de la Figura 7.
- 65 La Figura 9 muestra una vista lateral del elemento de retención de las Figuras 7 y 8.

## ES 2 602 982 T3

La Figura 10	muestra una vista desde arriba del elemento de retención de las Figuras 7 a 9.
5 La Figura 11	muestra una vista en sección transversal del elemento de retención de las Figuras 7 a 9 a lo largo de la línea B-B de la Figura 10.
La Figura 12	muestra una vista en perspectiva desde arriba de un elemento de presión de acuerdo con la primera realización.
10 La Figura 13	muestra una vista en perspectiva desde abajo del elemento de presión de la Figura 12.
La Figura 14	muestra una vista desde arriba del elemento de presión de las Figuras 12 y 13.
15 La Figura 15	muestra una vista en sección transversal del elemento de presión de las Figuras 12 y 13 a lo largo de la línea D-D de la Figura 14.
20 La Figura 16	muestra una vista en sección transversal del conjunto de acoplamiento ya montado, de acuerdo con la primera realización, extendiéndose la sección en un plano perpendicular al eje de una varilla que se ha de insertar.
La Figura 17	muestra una vista en sección transversal del conjunto de acoplamiento de la Figura 16, girado 90°.
25 Las Figuras 18 y 19	muestran vistas en sección transversal, respectivamente en un plano perpendicular al eje de varilla y girado 90°, del conjunto de acoplamiento en el primer paso del montaje del elemento de anclaje de hueso.
30 Las Figuras 20 y 21	muestran vistas en sección transversal, respectivamente perpendiculares al eje de varilla y giradas 90°, de un segundo paso de la inserción del elemento de anclaje de hueso en la pieza receptora.
35 La Figura 22a	muestra una vista en sección transversal perpendicular al eje de varilla de un tercer paso de la inserción del elemento de anclaje de hueso en el conjunto de acoplamiento.
La Figura 22b	muestra una vista en sección transversal ampliada de un detalle de la Figura 22a.
40 La Figura 23	muestra una vista en sección transversal del conjunto de acoplamiento de la Figura 22a, estando el plano de la sección transversal girado 90°, es decir, en un plano que contiene el eje de varilla.
45 Las Figuras 24 y 25	muestran vistas en sección transversal, respectivamente en un plano perpendicular al eje de varilla y girado 90°, de un cuarto paso de la inserción del elemento de anclaje de hueso en el conjunto de acoplamiento.
50 Las Figuras 26 y 17	muestran una vista en sección transversal, respectivamente en un plano perpendicular al eje de varilla y girado 90°, de un paso final del montaje del conjunto de acoplamiento y el elemento de anclaje de hueso.
55 Las Figuras 28 y 29	muestran vistas en sección transversal del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial completamente montado con la varilla y el elemento de bloqueo insertados, en un plano perpendicular al eje de varilla y en un plano girado 90°, respectivamente.
La Figura 30	muestra una vista de despiece en perspectiva de un dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con una segunda realización.
60 La Figura 31	muestra una vista en sección transversal en un plano perpendicular al eje, de una varilla insertada del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de la Figura 30, ya montado.

- La Figura 32 muestra una vista en perspectiva desde arriba de la pieza receptora del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la segunda realización.
- 5 La Figura 33 muestra una vista en perspectiva desde la parte inferior de la pieza receptora de la Figura 32.
- La Figura 34 muestra una vista desde abajo de la pieza receptora de las Figuras 32 y 33.
- 10 La Figura 35 muestra una vista desde arriba de la pieza receptora de las Figuras 32 a 34.
- La Figura 36 muestra una vista en sección transversal de la pieza receptora de las Figuras 32 a 35 a lo largo de la línea F-F de la Figura 35.
- 15 La Figura 37 muestra una vista en perspectiva del elemento de retención del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la segunda realización.
- La Figura 38 muestra una vista lateral del elemento de retención de la Figura 37.
- 20 La Figura 39 muestra una vista desde arriba del elemento de retención de las Figuras 37 y 38.
- La Figura 40 muestra una vista en perspectiva desde arriba del elemento de presión del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la segunda realización.
- 25 La Figura 41 muestra una vista en perspectiva desde abajo del elemento de presión de la Figura 40.
- 30 La Figura 42 muestra una vista en sección transversal del elemento de presión de las Figuras 40 y 41, extendiéndose la sección en un plano perpendicular al eje de una varilla insertada.
- 35 Tal como muestran las Figuras 1 y 2, un dispositivo de anclaje de hueso de acuerdo con una primera realización incluye un elemento de anclaje de hueso 1 en forma de un tornillo para hueso que presenta un vástago roscado 2 y una cabeza 3. La cabeza 3 tiene una parte de su superficie exterior 3a en forma de segmento esférico, presentando un diámetro exterior máximo E, y un extremo libre con un entrante 3b para acoplar una herramienta de atornillado. El dispositivo de anclaje de hueso también incluye un conjunto de acoplamiento 4 para acoplar una varilla de estabilización 100 con el elemento de anclaje de hueso 1. El conjunto de acoplamiento 4 incluye una parte receptora 5, un elemento de retención 6 y un elemento de presión 7 configurado para ser colocado en la parte receptora 5. El elemento de presión 7 sirve para bloquear la cabeza 3 en la parte receptora 5. También se pueden prever pasadores 8a, 8b para sujetar el elemento de presión 7 en la parte receptora 5.
- 40
- 45 Además está previsto un elemento de bloqueo 9 en forma de un tornillo interior para asegurar la varilla 100 dentro de la parte receptora 5 y para bloquear todo el dispositivo.
- Con referencia en particular a las Figuras 3 a 6, la parte receptora 5 consiste en una pieza monolítica que presenta un primer extremo o extremo superior 5a y un segundo extremo opuesto o extremo inferior 5b, y un eje de simetría central C que pasa a través del extremo superior 5a y el extremo inferior 5b. Está previsto un taladro 51 que es coaxial con el eje central C. En una primera zona adyacente al primer extremo 5a, la parte receptora 5 tiene un entrante esencialmente en forma de U 52 con el fondo orientado hacia el extremo inferior 5b y dos brazos laterales libres 52a, 52b que se extienden hacia el extremo superior 5a. En los brazos 52a, 52b está prevista una rosca interior 53 que coopera con el elemento de bloqueo 9. El canal formado por el entrante en forma de U 52 está dimensionado para alojar la varilla 100 dentro del mismo con el fin de conectar al menos dos o múltiples dispositivos de anclaje de hueso. En una zona por debajo de los brazos 52a, 52b hay un espacio de acomodación 54 que sirve para alojar la cabeza 3 del elemento de anclaje de hueso y para alojar también, al menos parcialmente, el elemento de retención 6 y el elemento de presión 7. El espacio de acomodación 54 tiene una primera sección 54a con un diámetro interior superior ligeramente más grande que el diámetro interior del taladro coaxial 51, estrechándose la primera sección hacia el extremo inferior 5b de la parte receptora. En esta realización, la sección 54a tiene una forma de cono hueco. No obstante también se puede concebir otra forma. El espacio de acomodación comprende además una segunda parte 54b que se estrecha cónicamente hacia el extremo inferior 5b. La segunda parte 54b forma un asiento para una parte del elemento de retención 6. Entre las dos partes 54a, 54b está previsto un reborde 54c que sobresale hacia adentro y que sirve como tope para una parte del elemento de retención 6 tal como se describe más abajo.
- 50
- 55
- 60
- 65

El espacio de acomodación 54 también tiene una abertura 55 en el extremo inferior 5b, cuyo diámetro interior es mayor que el diámetro exterior máximo E de la cabeza 3 del elemento de anclaje de hueso 1, de modo que ésta se pueda insertar desde el extremo inferior 5b. Cada uno de los brazos 52a, 52b puede incluir un agujero pasante 56a, 56b en forma de un agujero para pasador que está situado en una posición esencialmente central en los brazos y que sirve para alojar los pasadores 8a, 8b. Los pasadores 8a, 8b tienen una longitud tal que, una vez que un pasador está insertado en el agujero para pasador 56a, 56b correspondiente, se extiende una distancia corta dentro del taladro 51, proporcionando un tope para asegurar la posición de rotación del elemento de presión 7. Además, los pasadores 8a, 8b también tienen la función de proporcionar un tope para el muelle del elemento de retención 6. Cuando están insertados, los pasadores 8a, 8b pueden estar a ras de la superficie exterior de la pieza receptora 5.

A continuación se explica el elemento de retención 6 con referencia más detallada a las Figuras 7 a 11. El elemento de retención 6 consiste en una pieza esencialmente a modo de manguito con un primer extremo o extremo superior 6a y un segundo extremo opuesto o extremo inferior 6b. Es hueco entre el extremo superior 6a y el extremo inferior 6b. El elemento de retención comprende una primera parte 61 en forma de un anillo cerrado que presenta una superficie cónica exterior que se estrecha hacia el extremo inferior 6b y una superficie cilíndrica hueca interior. La primera parte 61 está dimensionada de tal modo que encaje en la parte inferior de la primera sección 54a del espacio de acomodación 54 y se apoye contra la superficie interior cónica de la primera sección 54a. El diámetro interior de la superficie cilíndrica interior de la primera parte 61 es mayor que el diámetro exterior máximo E de la cabeza 3.

Entre la primera parte 61 y el extremo inferior 6b, el elemento de retención 6 tiene la forma de un anillo partido 62. El anillo partido 62 tiene una forma exterior esencialmente cónica que se corresponde con la forma interior de la segunda sección 54b del espacio de acomodación. Una superficie interior 62a del anillo partido 62 tiene la forma de un segmento esférico hueco que se corresponde con la forma esférica de la cabeza 3, de modo que el anillo partido 62 proporciona un asiento para la cabeza 3 con el fin de constituir una articulación de rótula entre la parte receptora 5 y el elemento de anclaje de hueso 1. El anillo partido 62 está formado por una primera ranura vertical 62b que se extiende desde el extremo inferior 6b en una dirección esencialmente vertical. Desde la ranura vertical 62b se extienden circunferencialmente dos ranuras horizontales opuestas 62c, 62d alrededor del eje central C. Las ranuras horizontales 62c, 62d terminan en unas partes de extremo ampliadas 62e, 62f. La parte situada entre las partes de extremo 62e, 62f forma una parte de conexión 62g que conecta el anillo partido 62 con la primera parte 61 del elemento de retención. Por lo tanto, el anillo partido 62 está conectado integralmente con el resto del elemento de retención 6. La anchura de la ranura vertical 62b y de las ranuras horizontales 62d, 62f y también la anchura de la parte de conexión 62g se pueden seleccionar de tal modo que se obtenga la flexibilidad deseada del anillo partido 62. El anillo partido 62 está configurado para ser expandido y comprimido en una dirección radial por medio de las ranuras 62b, 62c, 62d.

Dos salientes de soporte de varilla rectos 63a, 63b, que están desplazados entre sí 180°, se extienden desde la primera parte 61 hacia el extremo superior 6a. Los salientes rectos 63a, 63b tienen una parte de superficie cilíndrica exterior, una parte de superficie cilíndrica interior y una acanaladura 64 prevista en su extremo libre que puede tener esencialmente forma de V y estar dimensionada para recibir varillas de diferentes diámetros. Los salientes de soporte de varilla 63a, 63b se extienden hasta una altura tal que el fondo de la acanaladura en forma de V 64 esté ligeramente por encima del fondo del entrante en forma de U 52 de la parte receptora 5 cuando el elemento de retención 6 está asentado en la parte receptora 5. Por debajo del fondo de la acanaladura en forma de V 64 está previsto un agujero para pasador transversal 65a, 65b en cada uno de los salientes de soporte de varilla 63a, 63b. Los agujeros para pasador 65a, 65b atraviesan por completo los salientes de soporte de varilla 63a, 63b y sirven para alojar un pasador para acoplar el elemento de retención 6 con el elemento de presión 7 tal como se explica más abajo.

Entre los salientes de soporte de varilla 63a, 63b están previstas dos partes de muelle 66a, 66b que están situadas a cada lado de la acanaladura en forma de V 64 y que sobresalen en dirección axial por encima de los salientes de soporte de varilla 63a, 63b, de modo que el extremo superior del elemento de retención 6 esté formado por la superficie terminal de las partes de muelle 66a, 66b. Cada una de las partes de muelle 66a, 66b tiene una superficie cilíndrica exterior con un diámetro exterior que es solo ligeramente más pequeño que el diámetro interior del taladro 51 de la parte receptora, de modo que, tal como se puede ver por ejemplo en la Figura 26, las partes de muelle 66a, 66b se encajan en el taladro 51. Los muelles 66a, 66b también tienen una superficie cilíndrica interior que está configurada para encajarse alrededor de una superficie cilíndrica exterior del elemento de presión 7, tal como se puede ver también en la Figura 26. El diseño de los muelles 66a, 66b se parece al de un muelle serpenteado. Cada muelle 66a, 66b tiene secciones verticales 67 y secciones horizontales 68 esencialmente alternantes, siendo las secciones horizontales 68 preferentemente más largas que las secciones verticales 67 y formando las secciones verticales 67 y las secciones horizontales 68 una estructura de meandros que serpentean alrededor de un eje central c que se extiende paralelo al eje central C de la parte receptora 5 cuando el elemento de retención 6 está asentado en la parte receptora. De este modo, el elemento de retención 6 se puede

5 comprimir en dirección vertical cuando se ejerce presión sobre los muelles 66a, 66b, de modo que cambia de una primera altura a una segunda altura que es menor que la primera altura. La sección horizontal más alta 68a de cada uno de los muelles 66a, 66b puede tener un entrante en forma de segmento cilíndrico 69 para recibir un pasador 8a, 8b y tiene un extremo libre. Se ha de señalar que la longitud de las secciones verticales 67 y las secciones horizontales 68 y otros parámetros de los muelles 66a, 66b se pueden seleccionar de tal modo que se obtenga una elasticidad deseada. Además, las secciones verticales 67 y las secciones horizontales han de ser exactamente verticales u horizontales, y no inclinadas. Los muelles 66a, 66b se pueden producir fácilmente cortando un tubo cilíndrico. La altura del elemento de retención 6 es tal que, cuando está asentado en la parte receptora 5 con el anillo partido 62 dispuesto en la segunda parte 10 54b del espacio de acomodación 54, la sección horizontal más alta 68a de los muelles 66a, 66b se apoya contra los pasadores 8a, 8b previstos en la parte receptora 5.

15 Con referencia más detalladamente a las Figuras 12 a 15, el elemento de presión 7 consiste en una pieza esencialmente cilíndrica con un primer extremo que es un extremo superior 7a y un segundo extremo opuesto que es un extremo inferior 7b. Junto al extremo inferior 7b está previsto un entrante esencialmente en forma de segmento esférico 71 que se corresponde con la superficie esférica de la cabeza 3 y proporciona una parte de superficie de contacto de cabeza. Junto al extremo superior 7a está previsto un canal de alojamiento de varilla 72 que tiene dos paredes laterales esencialmente planas y paralelas 72a, 20 72b y un fondo esencialmente en forma de V 72c. El tamaño del canal es tal que la distancia entre las paredes laterales 72a, 72b solo es ligeramente mayor que el diámetro de la varilla de mayor tamaño a alojar en el mismo. El elemento de presión 7 comprende además un taladro coaxial 73 que permite acceder con una herramienta al entrante 3b de la cabeza del elemento de anclaje de hueso 1.

25 Tal como se puede ver en particular en las Figuras 12 y 13, a cada uno de los lados del fondo en forma de V del canal 72 se extiende un agujero alargado 74a, 74b (de los que solo se muestra uno en las figuras) en una dirección axial. Los agujeros alargados 74a, 74b están configurados para alojar pasadores 10a, 10b (véase la Figura 17) para acoplar juntos el elemento de retención 6 y el elemento de presión 7. Los pasadores 10a, 10b se pueden mover dentro de los agujeros alargados 74a, 74b en una dirección axial 30 limitados por los extremos superior e inferior de los agujeros alargados 74a, 74b. En cada pared lateral del canal 72, un entrante en forma de U 75a, 75b se extiende desde el extremo superior 7a hasta cierta distancia del mismo. Los entrantes en forma de U 75a, 75b están abiertos hacia el extremo superior 7a y están configurados para acoplar los pasadores 8a, 8b. El fondo de los entrantes 75a, 75b proporciona un tope para los pasadores 8a, 8b, respectivamente.

35 El dispositivo de anclaje de hueso en conjunto o partes del mismo pueden estar hechos de un material biocompatible, como un metal o una aleación metálica biocompatible, por ejemplo titanio, acero inoxidable, una aleación de níquel y titanio, por ejemplo Nitinol, o de materiales plásticos biocompatibles, como por ejemplo poliéter éter cetona (PEEK) o un material cerámico biocompatible.

40 Para proporcionar el conjunto de acoplamiento 4, el elemento de presión 7 y el elemento de retención 6 pueden estar montados previamente de tal modo que, tal como se puede ver en particular en las Figuras 16 y 17, el elemento de presión 7 se extienda dentro del elemento de retención 6 de forma que la acanaladura en forma de V 64 del elemento de retención 6 esté alineada con el canal 72 del elemento de presión. Los pasadores 10a, 10b están insertados en los agujeros para pasador 65a, 65b del elemento de retención 6 y 45 se extienden dentro de los agujeros alargados 74a, 74b del elemento de presión 7. Los pasadores 10a, 10b están montados esencialmente en una conexión a presión dentro de los agujeros 65a, 65b. De este modo, el elemento de retención 6 y el elemento de presión 7 se pueden mover relativamente entre sí en un movimiento de traslación, que está limitado por el apoyo de los pasadores 10a, 10b en los extremos superior e inferior de los agujeros alargados 74a, 74b.

50 El elemento de retención previamente montado 6 y el elemento de presión 7 se insertan en la parte receptora 5 desde el extremo superior 5a a través del taladro coaxial 61, de modo que el anillo partido 62 se asiente en la segunda parte 54b del espacio de acomodación, tal como se puede ver en las Figuras 16 y 17. Tal como está representado también en las Figuras 16 y 17, una vez que la unidad previamente montada ha sido insertada en la parte receptora 5, los dos pasadores 8a, 8b se insertan en los agujeros para pasador 55 56a, 56b de la parte receptora hasta que sus extremos delanteros sobresalgan dentro del taladro coaxial 51. Una primera función de los pasadores 8a, 8b consiste en proporcionar un tope para los muelles 66a, 66b. Una segunda función de los pasadores 8a, 8b consiste en limitar el recorrido de movimiento del elemento de presión 7 en dirección al extremo superior 5a de la parte receptora 5. Una tercera función consiste en 60 asegurar el elemento de presión 7 y el elemento de retención 6 contra rotación.

65 Tal como se muestra en particular en la Figura 17, durante el montaje del elemento de retención 6 con el elemento de presión 7 previamente montado, los pasadores 8a, 8b están situados junto al extremo superior de los entrantes en forma de U 75a, 75b. El elemento de retención 6 está empujado hacia abajo por los dos muelles 66a, 66b.

El elemento de presión 7 se apoya con el extremo superior de los entrantes 74a, 74b sobre los pasadores 10a, 10b, respectivamente, y sigue pudiendo moverse con respecto al elemento de retención 6.

5 El anillo partido 62 está asentado en la segunda parte cónica 54b del espacio de acomodación y los pasadores 8a, 8b sujetan los muelles 66a, 66b. Cuando el anillo partido 62 está colocado dentro del asiento 54b, su borde inferior 6b sobresale ligeramente de la abertura inferior 55.

10 A continuación, tal como está representado en las Figuras 18 y 19, la cabeza 3 del elemento de anclaje de hueso 1 se inserta en la parte receptora 5 a través de la abertura inferior 55. La cabeza 3 entra primero en la parte inferior del anillo partido 62 que sobresale ligeramente a través de la abertura inferior 55.

15 El anillo partido 62 es empujado fuera de su asiento 54b, tal como está representado adicionalmente en las Figuras 20 y 21. Al mismo tiempo, el conjunto del elemento de retención 6 y el elemento de presión 7 se mueve en sentido ascendente hacia el extremo superior 5a de la parte receptora 5, con lo que los pasadores 8a, 8b entran más profundamente en los entrantes en forma de V 75a, 75b del elemento de presión 7. Durante el movimiento ascendente, los muelles 66a, 66b se comprimen, ya que sus extremos superiores 68a con el entrante 69 se apoyan contra los pasadores 8a, 8b. Además, el anillo partido 62 se expande cuando la cabeza 3 sigue entrando en el mismo. Como el elemento de retención 6 y el elemento de presión 7 están acoplados entre sí por medio de los pasadores 10a, 10b, el elemento de presión 7 se mueve hacia arriba.

20 Con referencia a las Figuras 22a, a 23, al continuar insertando la cabeza 3 se produce una mayor expansión del anillo partido 62 y una mayor compresión de los muelles 66a, 66b. En cuanto la fuerza antagonista ejercida por los muelles 66a, 66b comprimidos es mayor que la fuerza necesaria para expandir el anillo partido 62 y para deslizar el anillo partido 62 sobre la parte del diámetro máximo E de la cabeza 3, la fuerza de muelle de las partes de muelle 66a, 66b comprimidas hace que el anillo partido 62 se enganche sobre la cabeza de tal modo que su borde inferior 6b se deslice fácilmente sobre la zona con el diámetro máximo E (véase la Figura 22b). La cabeza 3 se puede insertar únicamente hasta que se apoye contra la parte de superficie de contacto de cabeza del entrante esférico 71 del elemento de presión 7. El fondo de los entrantes en forma de U 75a, 75b del elemento de presión sirve como apoyo para los pasadores 8a, 8b, de modo que el elemento de presión con el elemento de retención 6 no se puede salir a través del extremo superior 5a.

35 Tal como muestran las Figuras 24 y 25, cuando la cabeza 3 está totalmente insertada, de modo que los pasadores 8a, 8b se apoyen contra el fondo de los entrantes en forma de U 75a, 75b, los muelles 66a, 66b se pueden expandir por completo, moviendo de este modo los pasadores 10a, 10b hacia abajo hasta que se apoyen contra el fondo de los agujeros alargados 74a, 74b. El anillo partido 62 está situado por debajo de la zona con diámetro máximo E de la cabeza 3. El deslizamiento del elemento de retención 6 por encima de la cabeza 3 está apoyado por los muelles 66a, 66b y por lo tanto es rápido y seguro. Cuando el anillo partido 62 está por debajo de la zona con diámetro máximo E de la cabeza 3, ésta ya no puede ser sacada a través de la abertura inferior.

40 Tal como se muestra además en las Figuras 26 y 27, cuando se tira de la parte receptora 5 hacia arriba o cuando se empuja el elemento de presión 7 hacia abajo, la cabeza 3 empuja el anillo partido 62 hacia dentro del asiento 54b. Esta situación es una situación de prebloqueo, en la que la cabeza 3 está conectada con el conjunto de acoplamiento de tal modo que no se puede separar del mismo sin utilizar un instrumento especial.

45 La parte interior del anillo partido 62 puede tener un tamaño ligeramente más pequeño que el tamaño de la cabeza 3, de tal modo que rodee la cabeza 3 ejerciendo de este modo una fuerza de rozamiento sobre la misma. Por lo tanto, en la situación mostrada en las Figuras 26 y 27, la cabeza está sujeta por rozamiento dentro de la parte receptora y, en consecuencia, ésta se puede mantener en una posición angular específica con respecto al elemento de anclaje de hueso 1 antes de bloquear el elemento de anclaje de hueso 1 en relación con la parte receptora. La fuerza de muelle ejercida por los muelles 66a, 66b también puede contribuir a la sujeción por rozamiento de la cabeza 3 en la parte receptora.

50 Cuando la varilla está montada en esta condición y se mueve hacia abajo con el elemento de bloqueo 9, el elemento de presión 7 ejerce presión contra la cabeza 3, que ejerce a su vez presión contra el anillo partido 62. El apriete final del elemento de bloqueo 9 bloquea todo el dispositivo, En las Figuras 28 y 29 se muestra la situación de bloqueo completo.

55 En la práctica, el elemento de anclaje de hueso se puede insertar en el hueso o en una vértebra antes de montar el conjunto de acoplamiento. Según un modo de uso alternativo, el elemento de anclaje de hueso y el conjunto de acoplamiento se montan previamente y después se insertan en el hueso. Múltiples dispositivos de anclaje de hueso se pueden conectar mediante una varilla de estabilización.



Se ha de señalar que, aunque se muestran dos pasadores (8a, 8b y 10a, 10b), la función básica también se puede lograr con un solo pasador para acoplar el elemento de retención 6 y la pieza receptora 5 y un solo pasador para sujetar la parte receptora 5 y para formar un apoyo para los muelles.

5 A continuación se describe una segunda realización del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial con referencia a las Figuras 30 y 31. El dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la segunda realización se diferencia del dispositivo de anclaje de hueso poliaxial de acuerdo con la primera realización en el diseño del conjunto de acoplamiento. Todas las partes similares o idénticas a las de la realización anterior están indicadas con los mismos números de referencia y no se describirán de nuevo.

10 El conjunto de acoplamiento 4' incluye una parte receptora 5', un elemento de retención 6', un elemento de presión 7' y un pasador 8'. Adicionalmente con referencia a las Figuras 32 a 36, la parte receptora 5' comprende un espacio de acomodación 54' asimétrico. El espacio de acomodación 54' tiene una primera parte 54a' que se extiende entre el taladro coaxial 51 hacia abajo desde el fondo del entrante en forma de U 52 y una parte de asiento 54b' que tiene forma de segmento esférico con una longitud limitada en dirección circunferencial. La sección esférica tiene un tamaño que se corresponde con el tamaño de una parte inferior de la cabeza 3. Por lo tanto, la sección esférica 54b' proporciona un asiento esférico parcial para la cabeza 3. Un compartimento 54d' se extiende desde un reborde inferior 54c' hacia arriba hasta una altura por encima del fondo del entrante en forma de U 52. El compartimento 54d' aumenta el espacio de acomodación asimétricamente con respecto al eje central C, de modo que junto a uno de los brazos 52a hay un espacio ampliado para alojar el elemento de retención 6' de acuerdo con la segunda realización. El borde inferior 54c' del compartimento 54d' sirve como soporte para soportar el elemento de retención 6', tal como muestra la Figura 31. La abertura inferior 55' de la parte receptora 5' tiene un diámetro mayor en la zona del compartimento 54d' en comparación con la zona de la sección esférica 54d'. Además, en la parte receptora 5' están previstos un agujero para pasador transversal 56', para alojar el pasador 8', y una parte rebajada 57' que se extiende en dirección circunferencial por encima del agujero para pasador 56'.

20 El elemento de retención 6' comprende una parte principal 61' que tiene un contorno en forma de segmento de cilindro exterior y un contorno en forma de segmento de cilindro interior que parece una hoz en una vista desde arriba, una altura y una anchura en dirección circunferencial tales que rodeen al menos una parte de la cabeza esférica 3. La parte principal 61' se encaja en la parte inferior del compartimento 54d' de tal modo que se pueda apoyar sobre el soporte 54c'. Desde la parte principal 61' se extiende una parte en forma de muelle 66' en sentido ascendente hacia el extremo superior 6a que presenta una forma similar a un muelle serpenteado pero con un contorno en forma de hoz, en una vista desde arriba, tal como muestra la Figura 39. La cantidad y la longitud, así como la distancia de la sección esencialmente vertical 67' y las secciones esencialmente horizontales 68' que forman el diseño en meandro de la parte de muelle 66', se ajustan de tal modo que se logren la elasticidad y la fuerza de muelle deseadas. El elemento de retención 6' está configurado para insertarlo en el compartimento 54d'. Una vez insertado en el compartimento 54d', se extiende de forma oblicua en relación con el eje central C del conjunto de acoplamiento tal como se representa en la Figura 31.

30 El elemento de presión 7' comprende en su extremo superior 7a dos partes de collar laterales 76a, 76b que se extienden desde una acanaladura en forma de V 72c' más allá de un diámetro exterior del cuerpo cilíndrico del elemento de presión. Las partes de collar 76a, 76b tienen un tamaño exterior tal que se extienden dentro de la parte rebajada 57 prevista por encima del agujero para pasador 56' en la parte receptora 5'. Por debajo de una de las partes de collar, en la realización mostrada por debajo de la parte de collar 76b, está previsto un entrante alargado en forma de U 75' que está abierto hacia el extremo inferior 7b del elemento de presión 7'. El entrante en forma de U 75' sirve para alojar una parte del pasador 8' dentro del mismo.

40 Como se aprecia en particular en la Figura 31, el conjunto de acoplamiento se puede montar previamente de tal modo que el elemento de retención 6' se inserta desde el extremo superior 5a de la parte receptora a través del taladro coaxial 51 hasta asentarse en el compartimento 54d' y apoyarse su parte principal 61 sobre el soporte 54c'. La altura del compartimento 54d' es tal que el muelle 66' se puede someter a una ligera tensión previa cuando el elemento de retención 6' se coloca dentro del compartimento 54d'. La superficie esférica interior 61b se extiende dentro del espacio de acomodación 54' y forma una segunda parte de un asiento para la cabeza 3 rodeando una parte de la misma por un lado opuesto con respecto al asiento esférico 54b'.

50 El elemento de presión 7' también se inserta desde el extremo superior 5a de tal modo que las partes de collar 76a, 76b se alinean con el canal de alojamiento de varilla 72. Después, el elemento de presión se mueve hacia abajo hasta que llegue a la parte rebajada 57. En esta posición se puede girar de modo que su acanaladura en forma de V 72c' se alinee con el canal 52 de la parte receptora y las partes de collar 76a, 76b sigan extendiéndose dentro de la parte rebajada 57. Después, el pasador 8' se inserta a través del agujero para pasador 56' hasta que su parte delantera se extienda dentro del entrante en forma de U 75'. El pasador 8' previene la rotación del elemento de presión 7' alineado.

5 Durante el uso, la cabeza 3 entra a través de la abertura inferior 55' y mueve el elemento de retención 6' hacia arriba, comprimiendo de este modo el muelle 66', que se mueve contra la pared superior del compartimento oblicuo 54d'. El elemento de presión 7' también es empujado hacia arriba por la cabeza 3 hasta que su superficie de extremo libre 7a prevista en las partes de collar 76a, 76b se apoya contra la superficie superior del rebaje 57. Cuando la cabeza 3 ejerce presión contra la superficie de contacto de cabeza del entrante esférico 71 del elemento de presión 7', la fuerza del muelle 66' hace que el elemento de retención 6' se enganche sobre la parte de la cabeza 3 con el diámetro máximo E hasta que se apoye sobre el soporte 54c' en la parte receptora 5'. En esta posición, la cabeza 3 ya no se puede sacar de la parte receptora 5'.

15 También se pueden concebir otras modificaciones en las realizaciones descritas. Por ejemplo, para el elemento de anclaje de hueso se pueden utilizar diversos tipos de elementos de anclaje diferentes, que se pueden combinar con la parte receptora. Estos elementos de anclaje pueden consistir, por ejemplo, en tornillos de diferentes longitudes, tornillos de diferentes diámetros, tornillos canulados, tornillos con diferentes formas de rosca, clavos, ganchos, etc. Para algunos elementos de anclaje, la cabeza y el vástago también pueden consistir en piezas independientes que se pueden conectar entre sí.

20 Otras modificaciones posibles de la parte receptora pueden incluir, por ejemplo, en lugar del entrante en forma de U perpendicular al eje central, un entrante inclinado para la varilla, abierto hacia el lado, o en forma de un canal cerrado. También son posibles otros tipos de dispositivos de bloqueo, incluyendo tuercas exteriores, tapones exteriores, dispositivos de bloqueo de bayoneta, u otros. En particular también se puede utilizar un dispositivo de bloqueo de dos piezas, que incluya un primer elemento de bloqueo para ejercer presión a través del elemento de presión únicamente sobre la cabeza y un segundo elemento de bloqueo para ejercer presión únicamente sobre la varilla para bloquear la cabeza y la varilla de forma independiente. En algunas realizaciones, la parte de superficie interior del elemento de presión que entra en contacto con la cabeza puede no tener necesariamente forma esférica. La parte de superficie interior puede tener cualquier otra forma adecuada para ejercer presión sobre la cabeza.

30 En lugar del pasador que se extiende a través del agujero para pasador en la parte receptora y se acopla en un entrante alargado previsto en el elemento de presión, también se pueden utilizar otros mecanismos de retención que permitan retener el elemento de presión alineado con la parte receptora e impedir que el elemento de presión se salga de ella a través de su extremo superior.

35 No es necesario que la cabeza del elemento de anclaje de hueso sea rotacionalmente simétrica. Por ejemplo, la cabeza puede tener dos partes de superficie plana opuestas entre dos partes de superficie exterior con forma esférica, para lograr un giro en un solo plano.

40 El muelle del elemento de retención puede tener otra forma que asegure una longitud suficiente del muelle en una dirección axial y, con ello, suficiente fuerza de muelle. Por ejemplo, también se puede considerar la posibilidad de utilizar un muelle helicoidal.

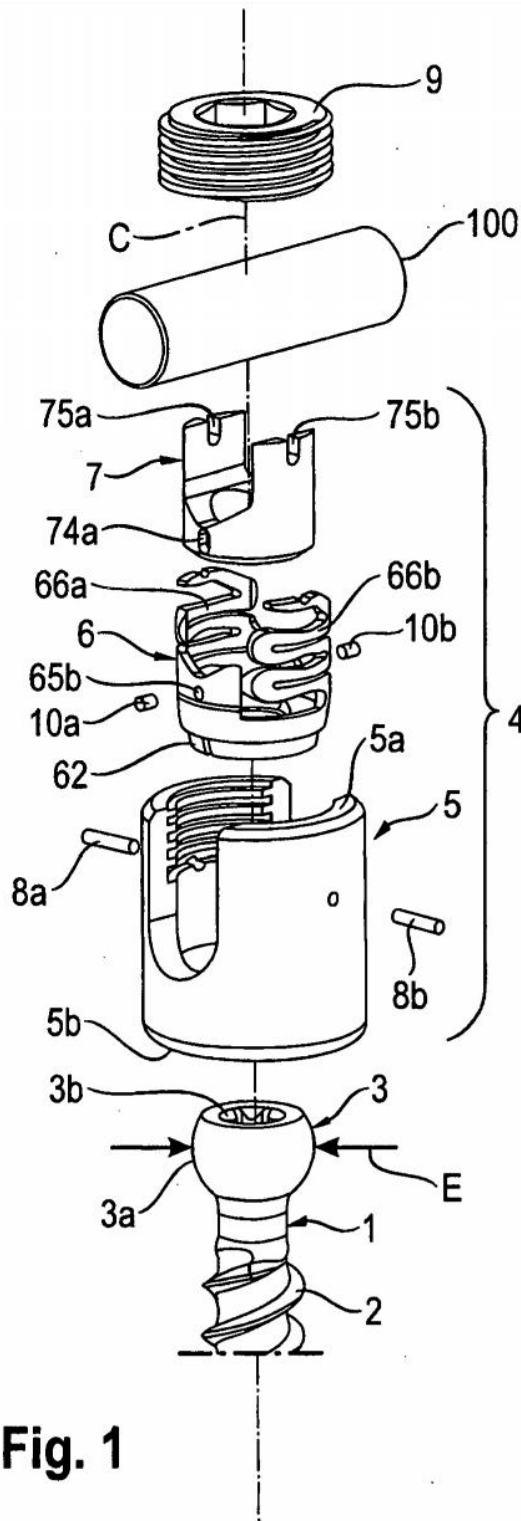
45 En lugar del anillo partido se pueden prever múltiples ranuras que se extiendan verticalmente o una combinación de ranuras que se extiendan en dirección esencialmente vertical y esencialmente horizontal.

Tampoco es necesario que el asiento para el anillo partido y la superficie exterior del anillo partido sean cónicos. Se puede concebir cualquier forma que proporcione una sujeción segura del anillo partido, como por ejemplo una forma esférica.

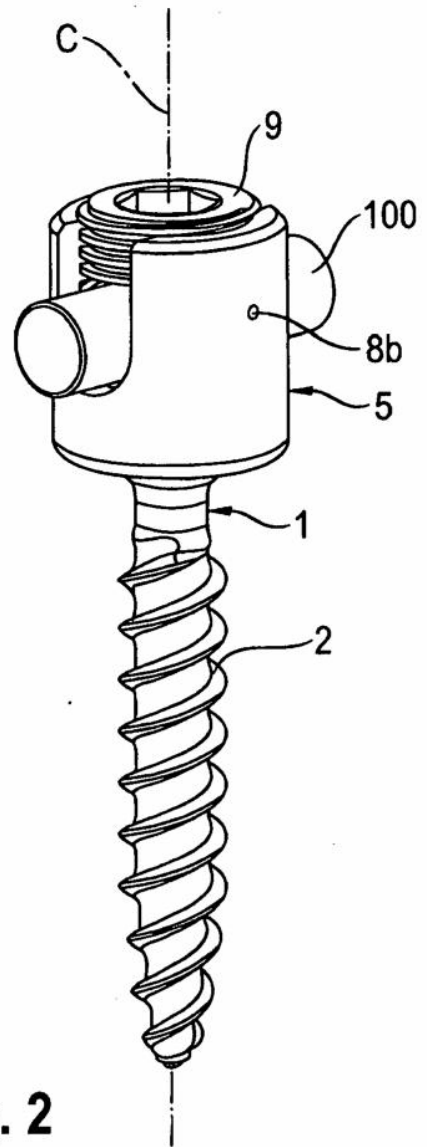
**Reivindicaciones**

1. Conjunto de acoplamiento para acoplar una varilla con un elemento óseo de anclaje, comprendiendo el conjunto de acoplamiento una parte receptora (5, 5') que presenta un primer extremo (5a), un segundo extremo (5b) y un eje central (C) que se extiende a través del primer extremo (5a) y el segundo extremo (5b), un entrante (52) para alojar una varilla (100), presentando el entrante un fondo, y un espacio de acomodación (54, 54') para acomodar una cabeza (3) de un elemento de anclaje (1), teniendo el espacio de acomodación una abertura (55, 55') en el segundo extremo (5b) dimensionada para permitir la inserción de la cabeza (3) y un taladro que se extiende desde el espacio de acomodación hasta el primer extremo (5a), un elemento de retención (6, 6') configurado para ser colocado al menos parcialmente en el espacio de acomodación (54, 54') y dimensionado para rodear, al menos parcialmente, una cabeza (3) insertada; **caracterizado porque** el elemento de retención (6, 6') comprende al menos una parte en forma de muelle (66a, 66b; 66') que se puede comprimir en una dirección axial y que se extiende en una dirección axial al menos hasta una posición hacia el primer extremo (5a) de la parte receptora que esté más alta que el fondo del entrante (52) para la varilla.
2. Conjunto de acoplamiento según la reivindicación 1, en el que la parte en forma de muelle (66a, 66b; 66') está formada por secciones (67, 68) que se extienden a modo de meandros a lo largo de un eje longitudinal (c) que es esencialmente paralelo al eje central (C) o está ligeramente inclinado con respecto a éste.
3. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que un contorno exterior y un contorno interior de la parte en forma de muelle (66a, 66b; 66') presentan esencialmente la forma de un segmento de cilindro.
4. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento de retención (6, 6') consiste en una pieza monolítica que comprende la o las partes en forma de muelle (66a, 66b; 66').
5. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la o las partes en forma de muelle (66a, 66b; 66') se extienden hasta al menos una posición axial correspondiente al centro de una varilla (100) insertada.
6. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, que adicionalmente comprende un elemento de presión (7, 7') configurado para ser colocado, al menos parcialmente, en el espacio de acomodación (54, 54') y para ejercer presión sobre la cabeza (3).
7. Conjunto de acoplamiento según la reivindicación 6, en el que al menos una parte en forma de muelle (66a, 66b; 66') del elemento de retención (6, 6') se extiende al menos parcialmente alrededor del elemento de presión (7, 7') en una dirección circunferencial.
8. Conjunto de acoplamiento según la reivindicación 6 o 7, en el que el taladro (51) de la parte receptora (5, 5') está dimensionado de tal modo que el elemento de presión (7, 7') y/o el elemento de retención (6, 6') se pueden insertar en la parte receptora (5, 5') desde el primer extremo (5a).
9. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que está previsto un tope (8a, 8b; 57) para el elemento de presión (7, 7') que impide el movimiento ascendente del elemento de presión una vez que éste ha sido insertado en la parte receptora (5, 5').
10. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que está previsto un tope (8a, 8b, 54d') para el elemento de retención (6, 6') contra el que se puede comprimir el elemento de retención.
11. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el elemento de retención (6) y el elemento de presión (7) están acoplados uno con otro de tal modo que se pueden mover relativamente entre sí en una distancia limitada en dirección axial.
12. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el elemento de retención (6) comprende un primer extremo (6a) y un segundo extremo (6b), y una primera ranura (62f) separada del segundo extremo (6b) que se extiende al menos parcialmente alrededor del eje central (C), y una segunda ranura (62b) que se extiende desde el segundo extremo (6b) del elemento de retención (6) entrando en la primera ranura (62f), y en el que la primera ranura (62f) se extiende en sentido opuesto a la segunda ranura (62b) y es más larga que la segunda ranura (62b).

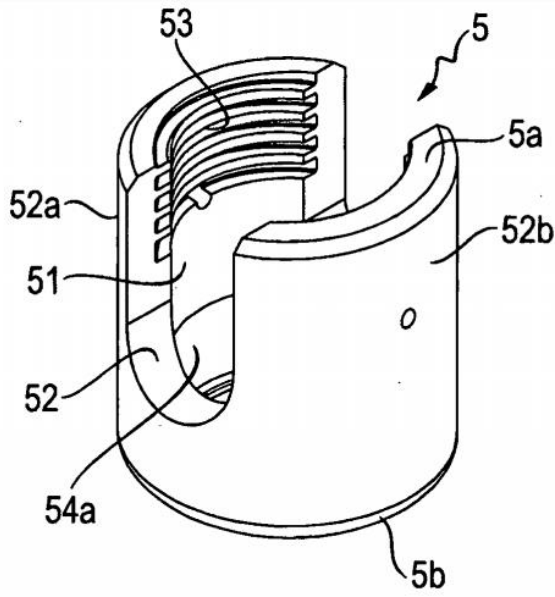
- 5
13. Conjunto de acoplamiento según la reivindicación 12, en el que el elemento de retención (6) comprende una tercera ranura (62e) que se extiende parcialmente alrededor del eje central (C) de tal modo que en el segundo extremo (6b) del elemento de retención (6) está formado un anillo partido (62).
- 10
14. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que están previstas dos partes de muelle (66a, 66b) que están dispuestas a cada lado del canal (52) para alojar la varilla.
- 15
15. Conjunto de acoplamiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que está prevista una sola parte en forma de muelle (66') y en el que la parte en forma de muelle (66') se extiende de forma oblicua dentro de un compartimento ampliado (54d') de la parte receptora (5') que proporciona un tope superior y un tope inferior para el elemento de retención (6').
16. Dispositivo de anclaje de hueso poliaxial que comprende un elemento de anclaje de hueso (1) que presenta un vástago (2) para ser anclado al hueso y una cabeza (3), y un conjunto de acoplamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15.



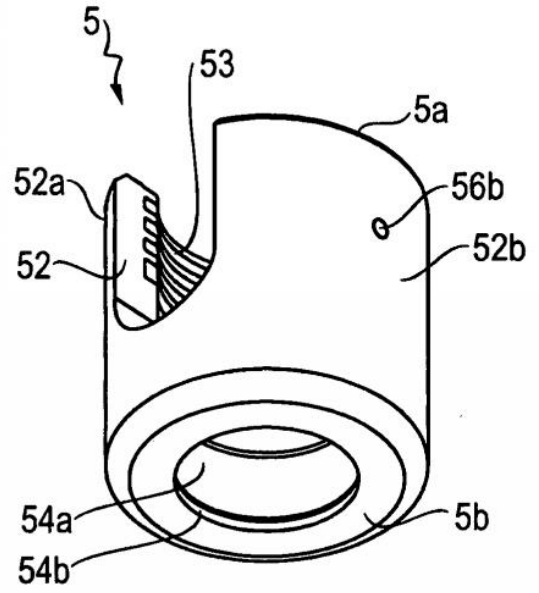
**Fig. 1**



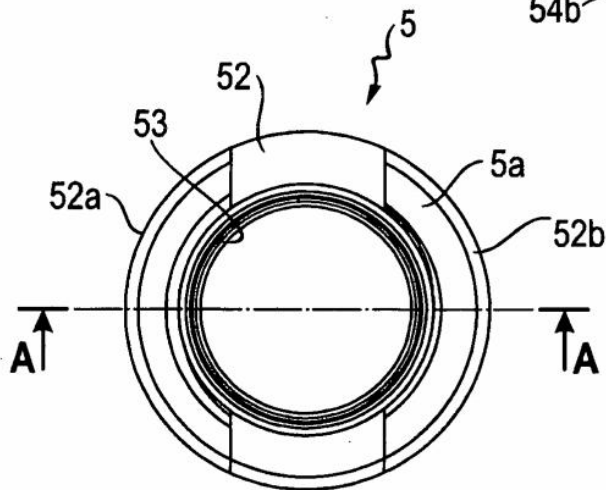
**Fig. 2**



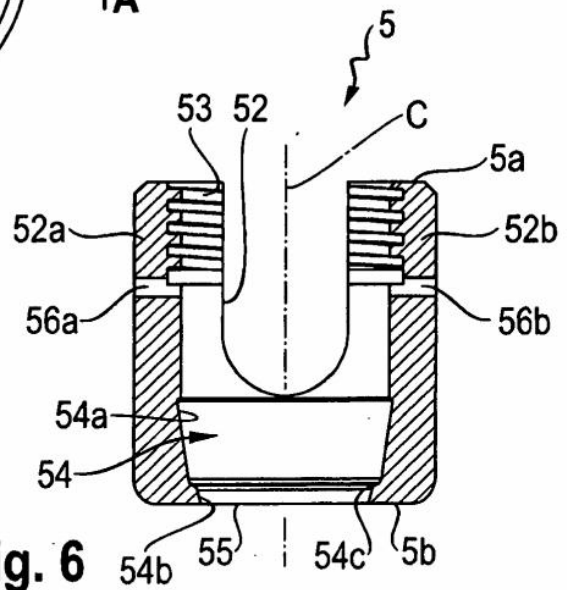
**Fig. 3**



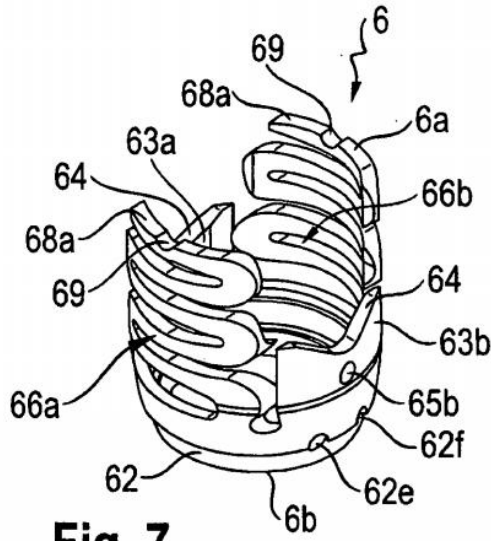
**Fig. 4**



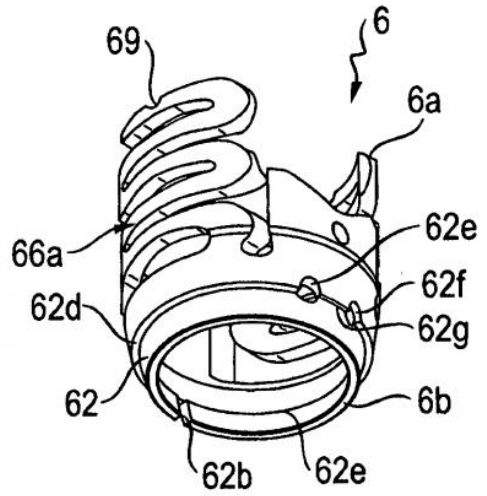
**Fig. 5**



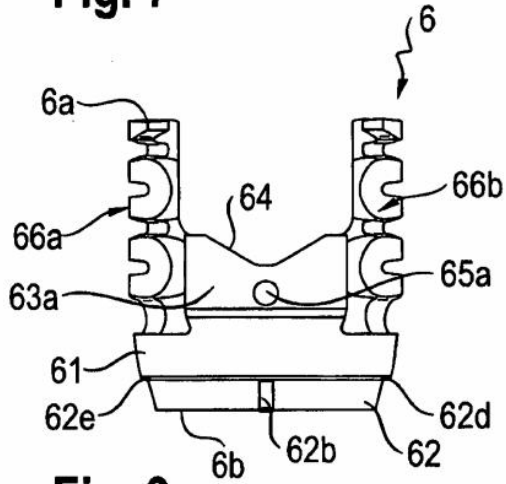
**Fig. 6**



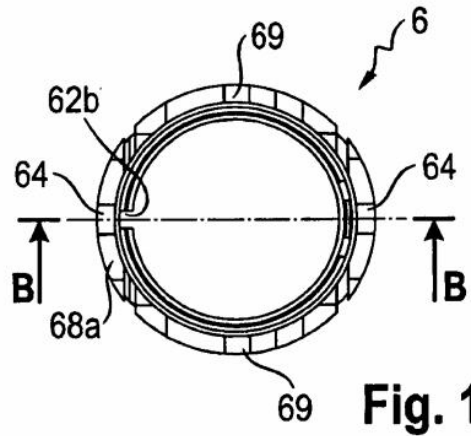
**Fig. 7**



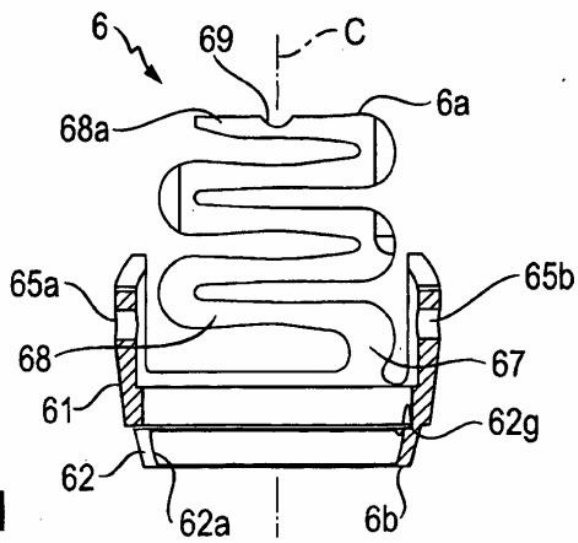
**Fig. 8**



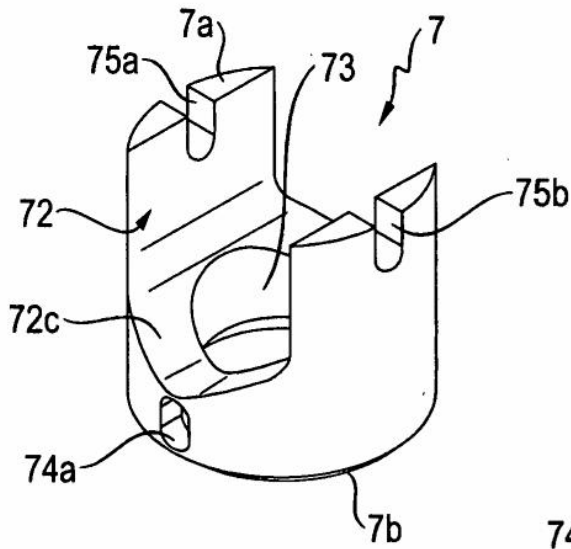
**Fig. 9**



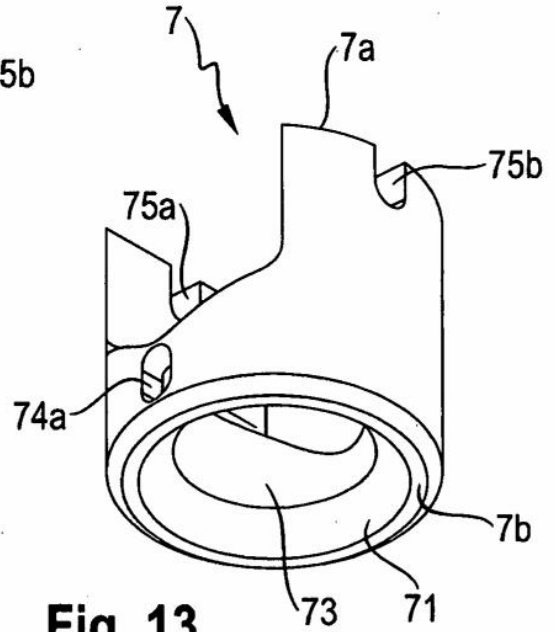
**Fig. 10**



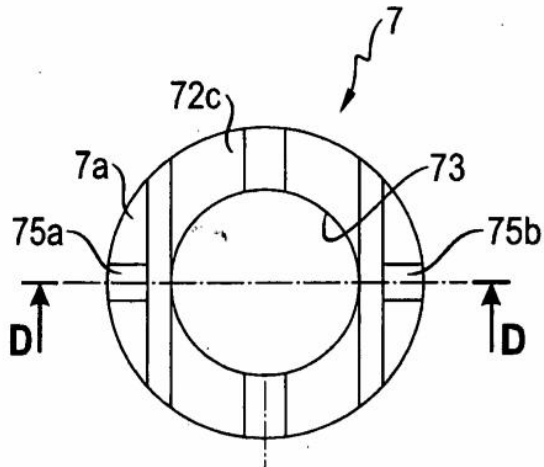
**Fig. 11**



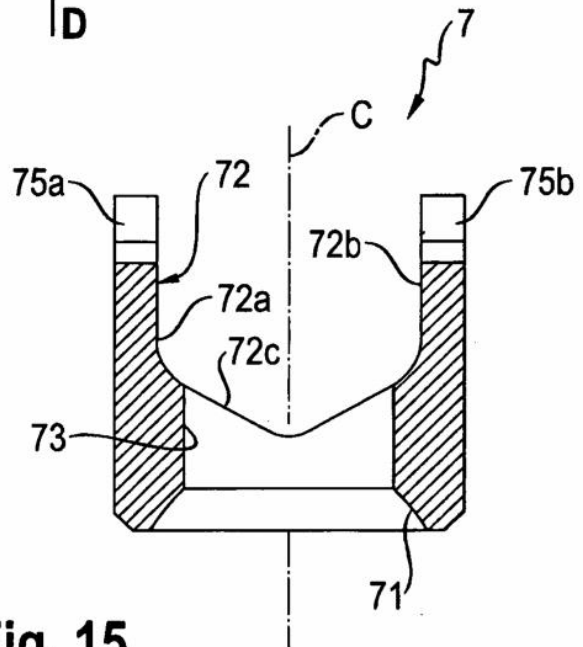
**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**



**Fig. 15**



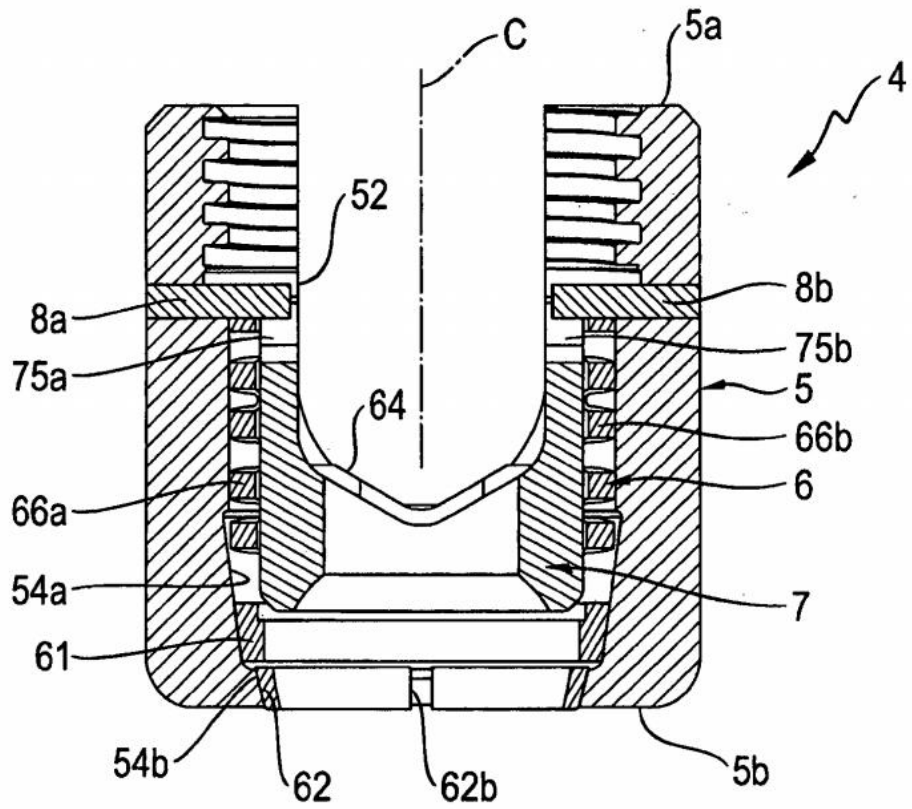


Fig. 16

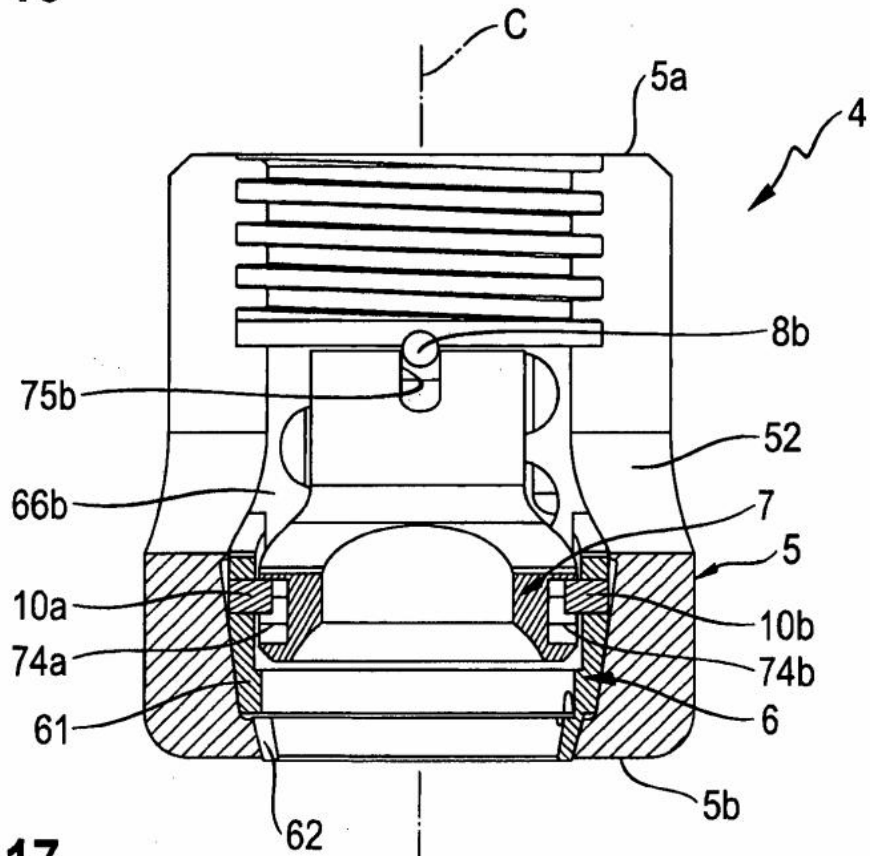


Fig. 17

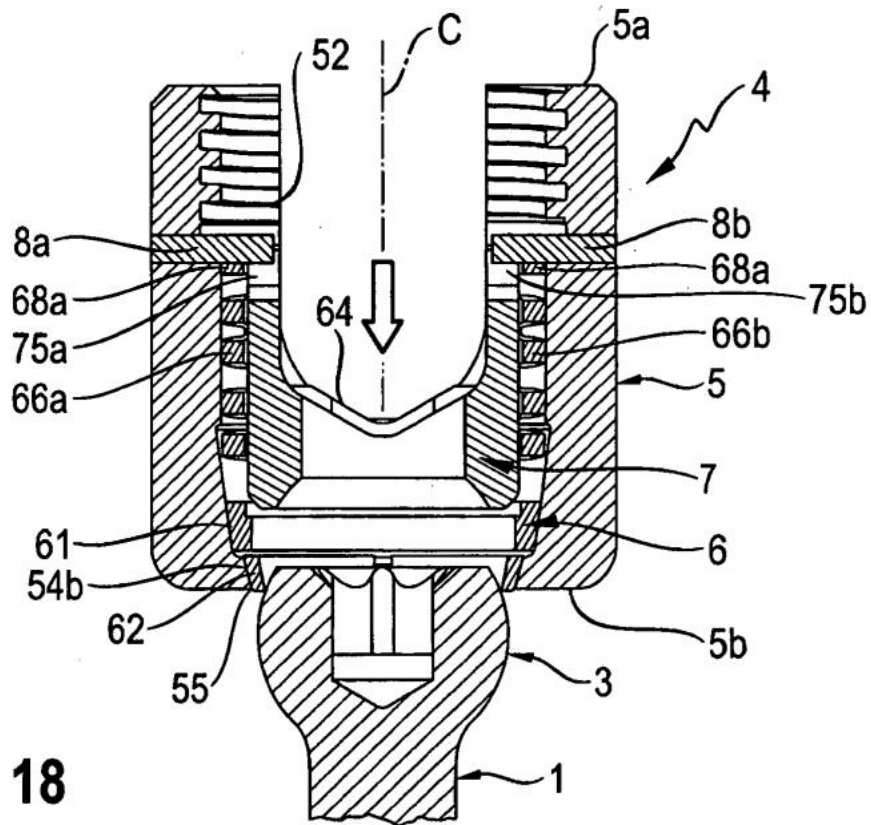


Fig. 18

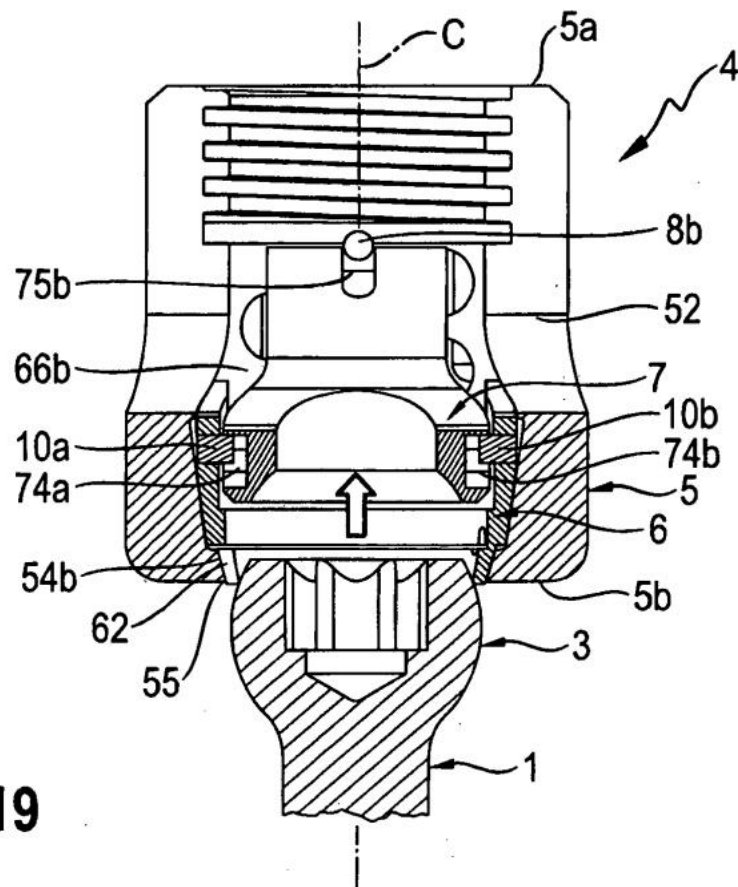


Fig. 19

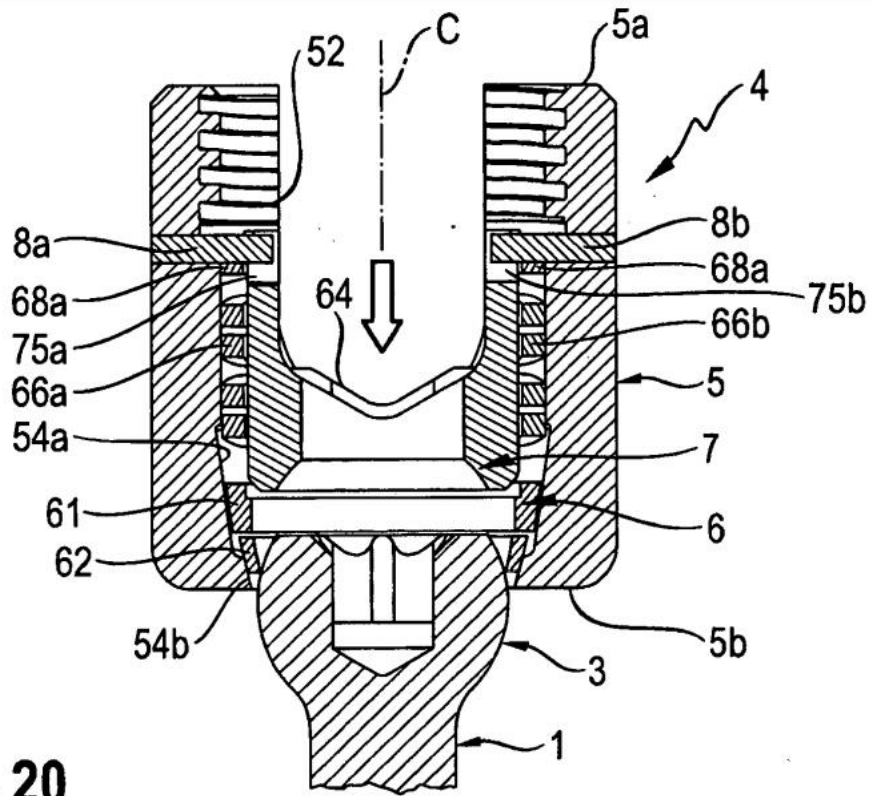


Fig. 20

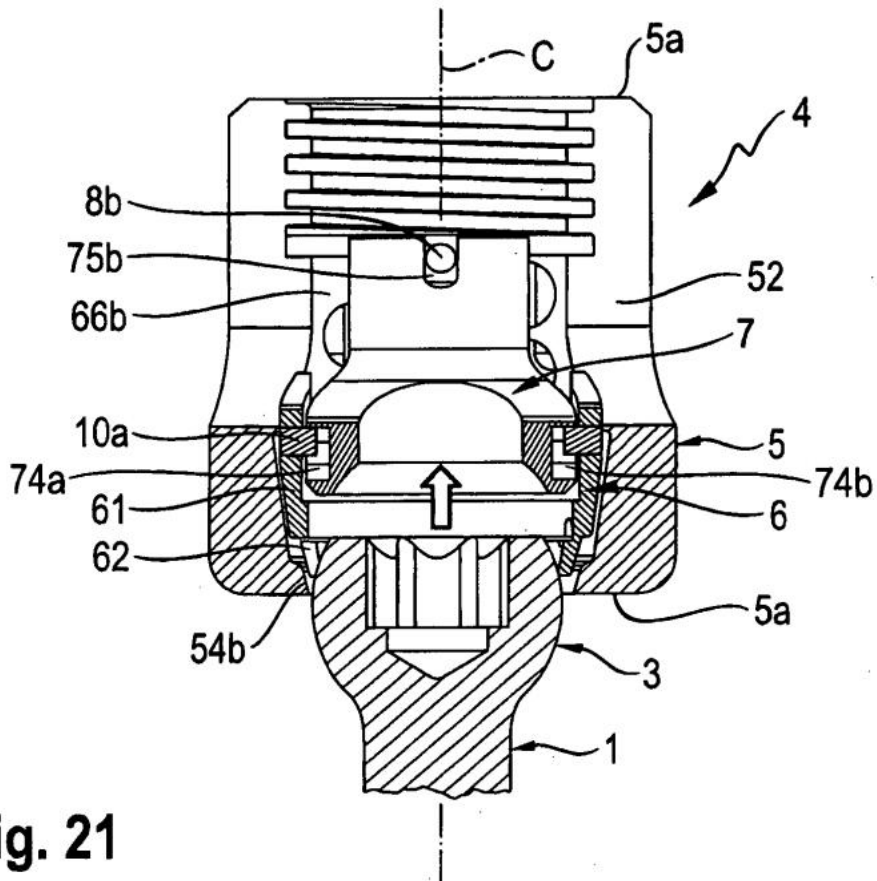
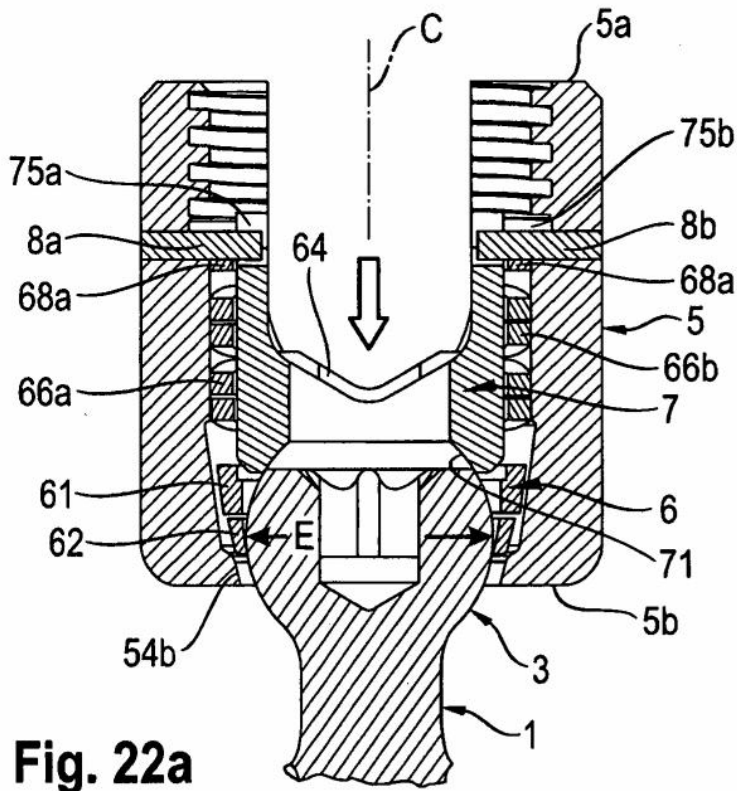
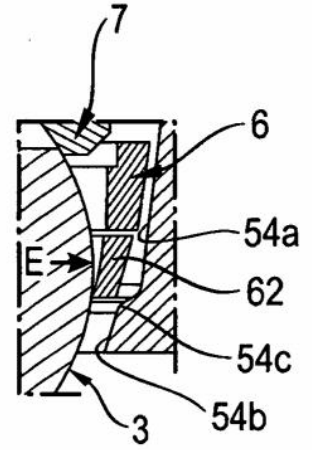


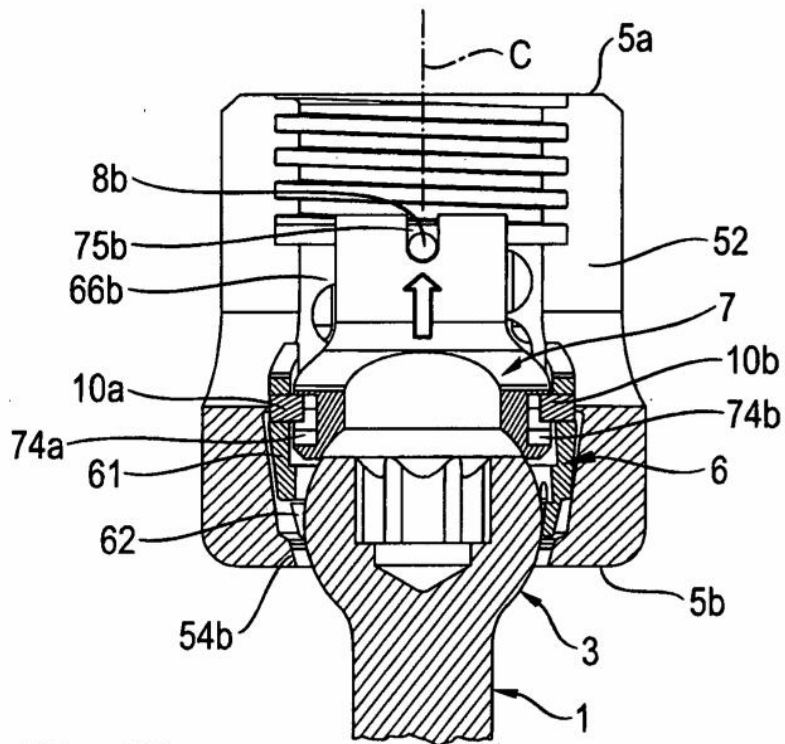
Fig. 21



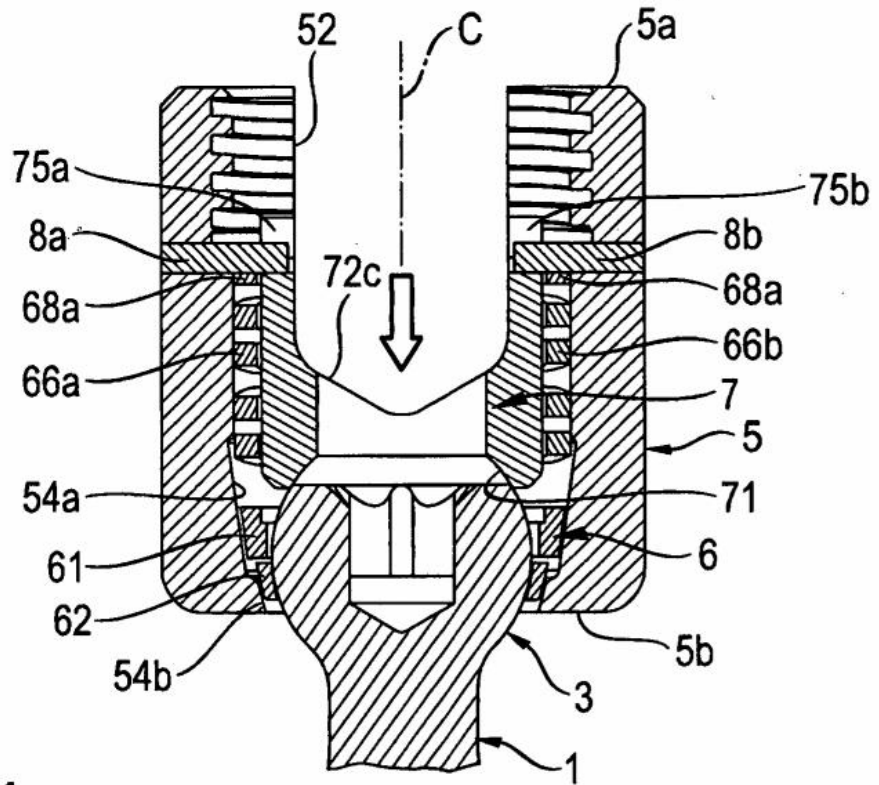
**Fig. 22a**



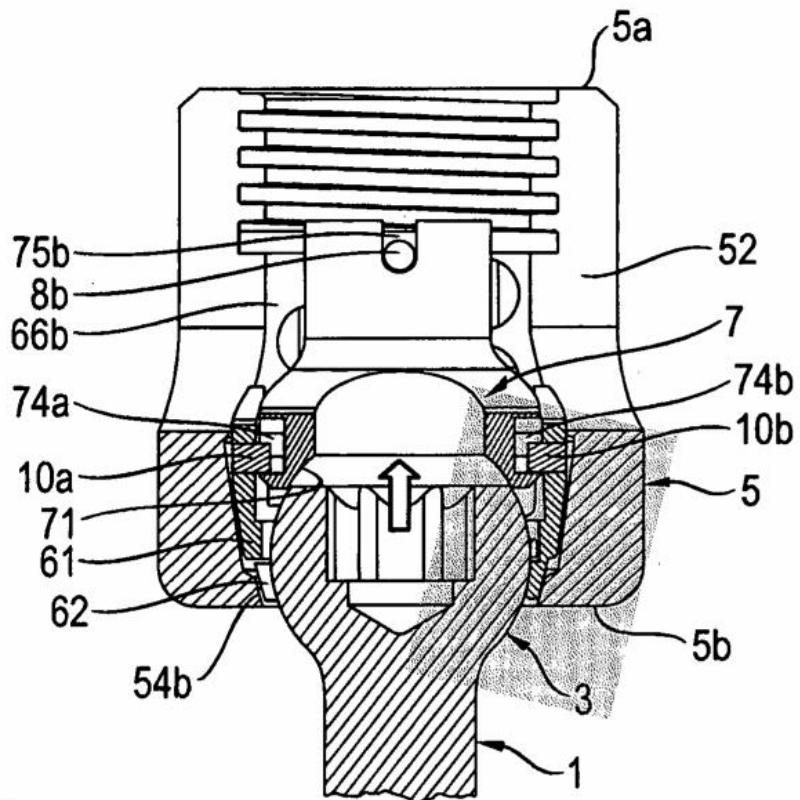
**Fig. 22b**



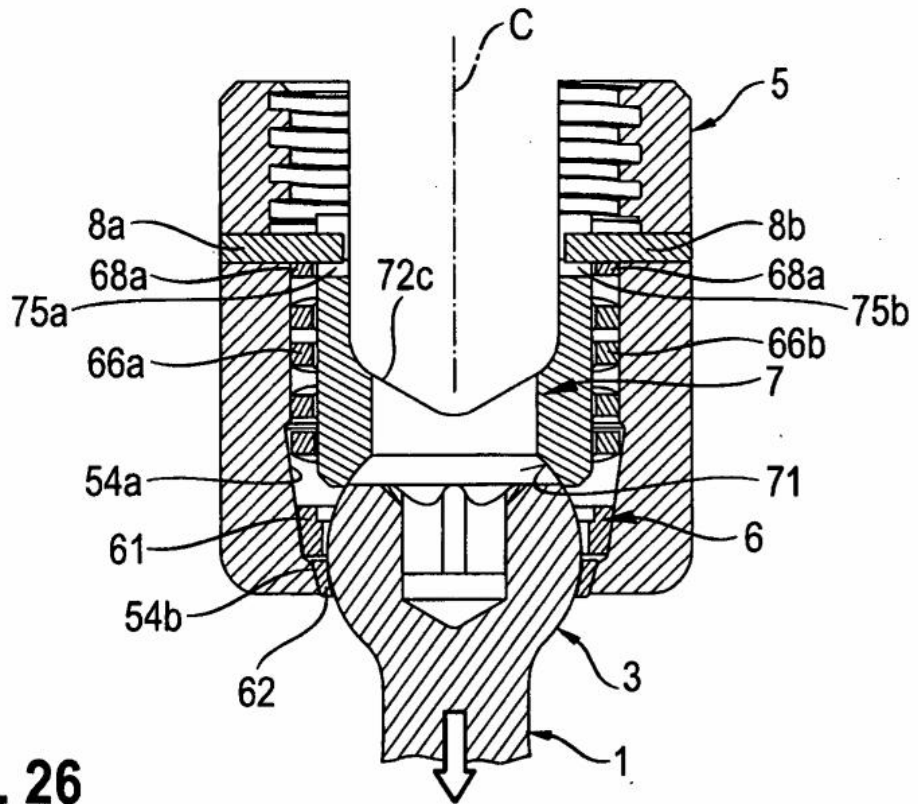
**Fig. 23**



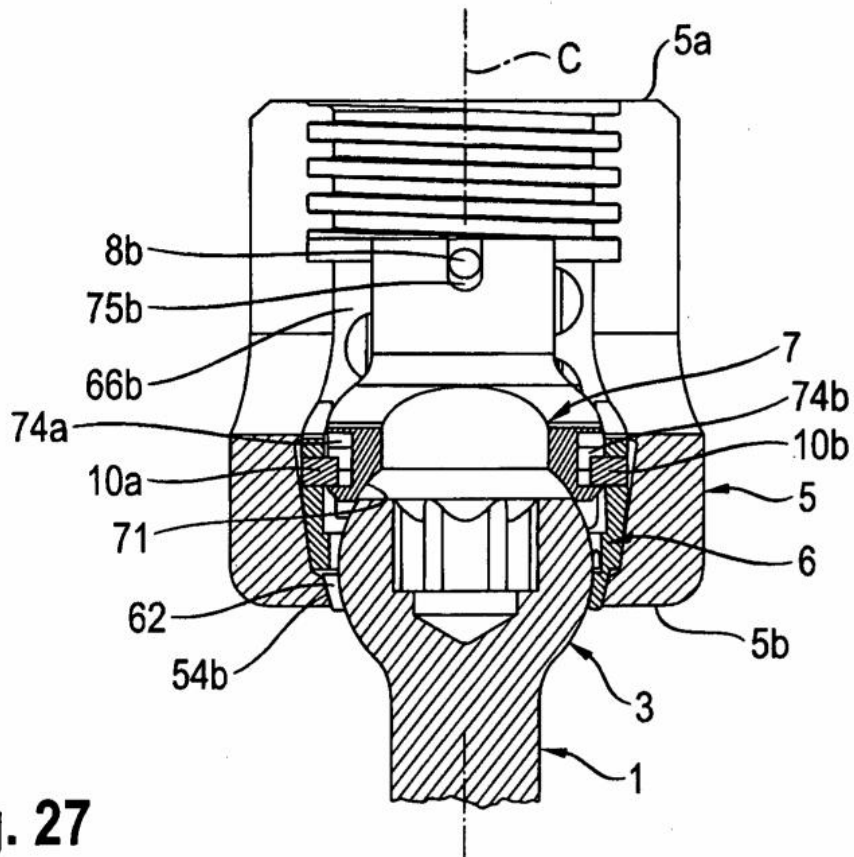
**Fig. 24**



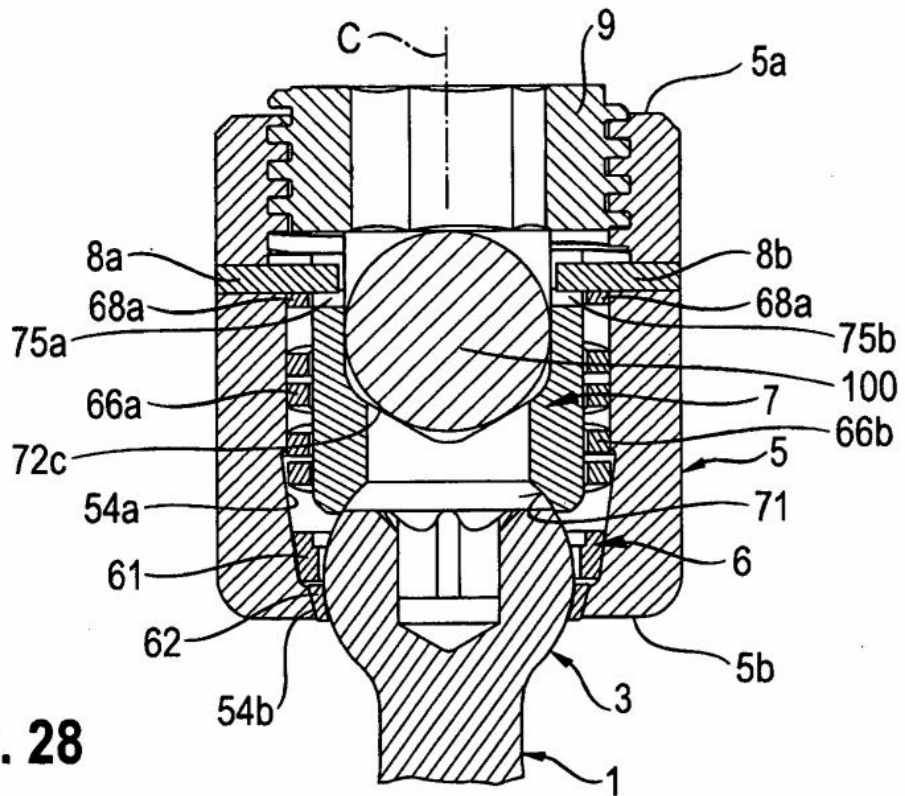
**Fig. 25**



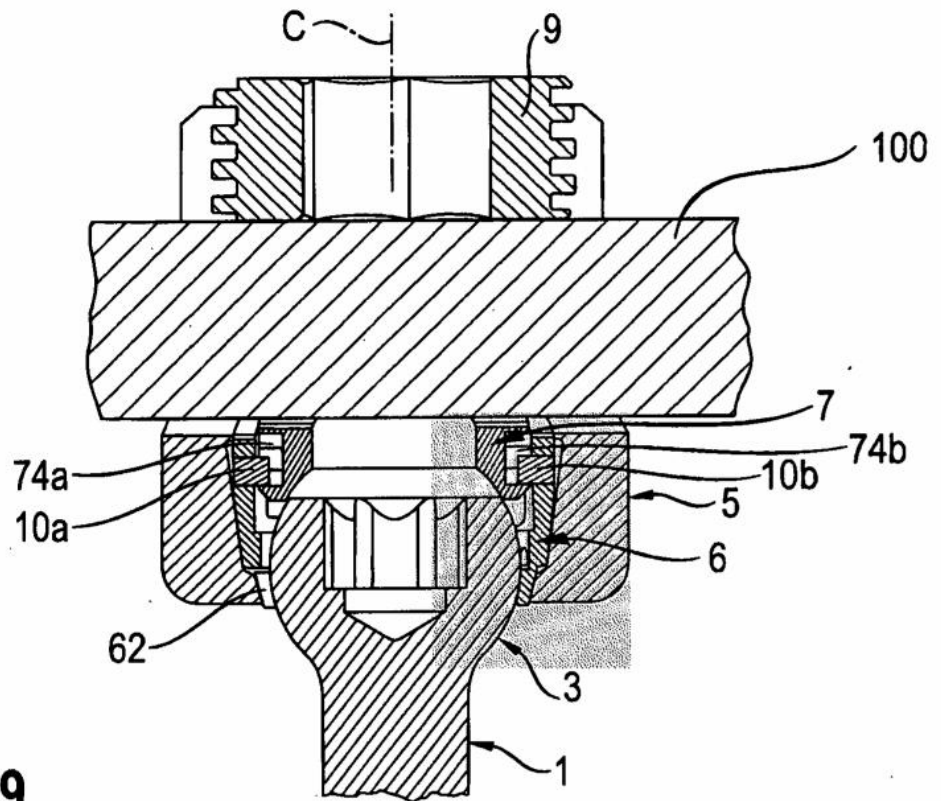
**Fig. 26**



**Fig. 27**



**Fig. 28**



**Fig. 29**

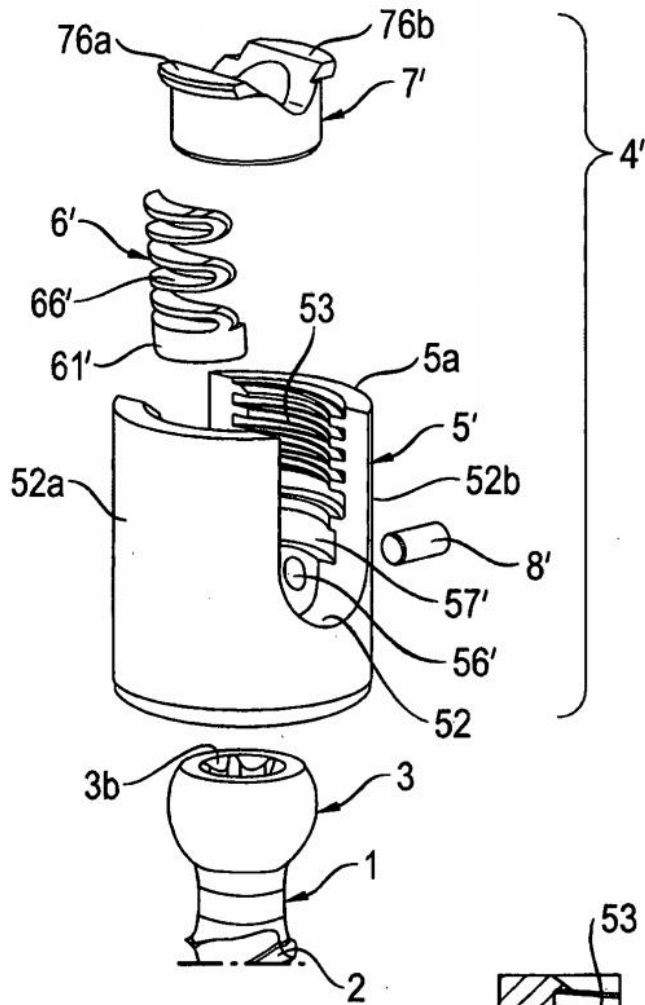


Fig. 30

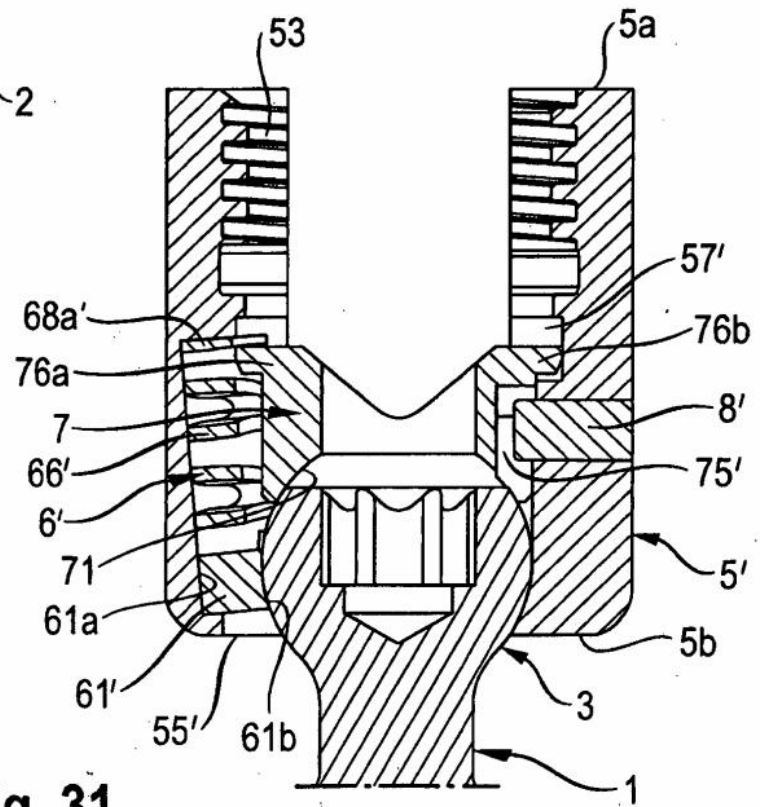
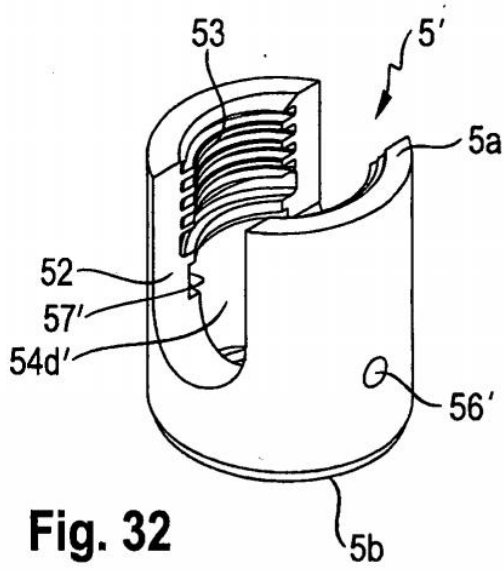
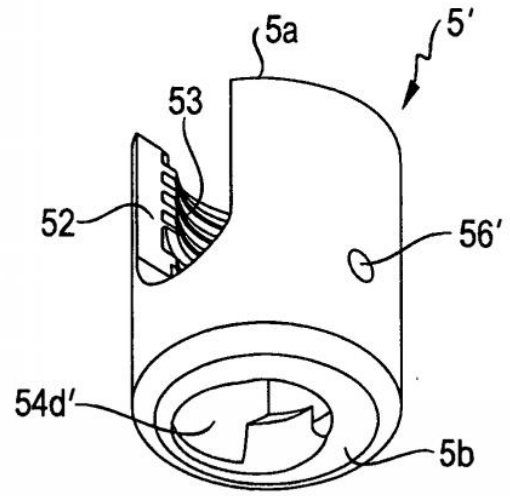


Fig. 31

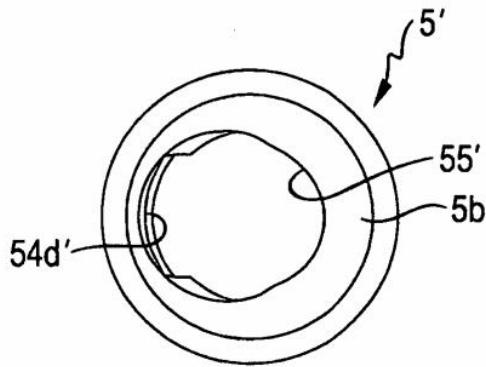




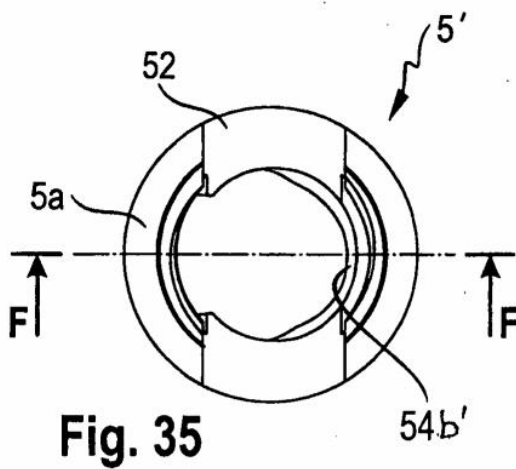
**Fig. 32**



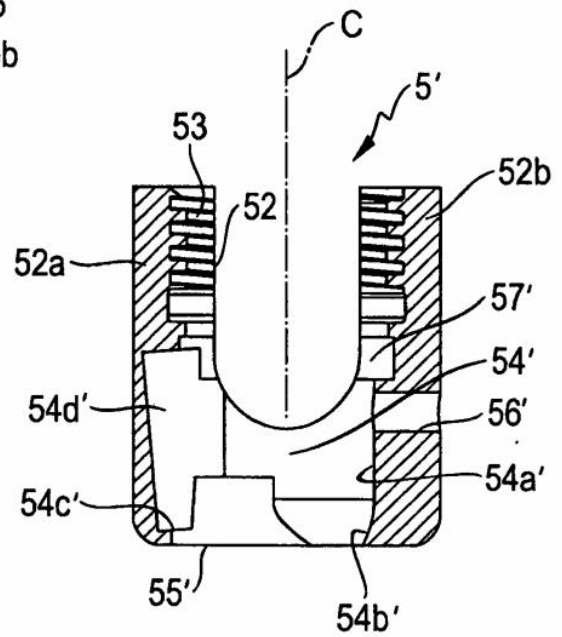
**Fig. 33**



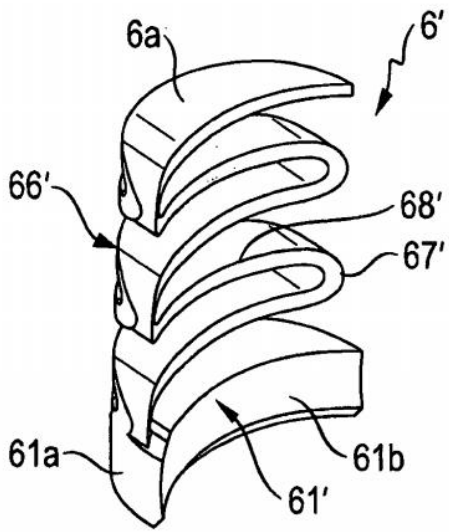
**Fig. 34**



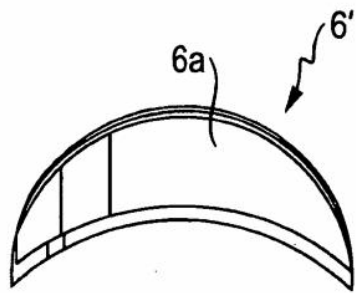
**Fig. 35**



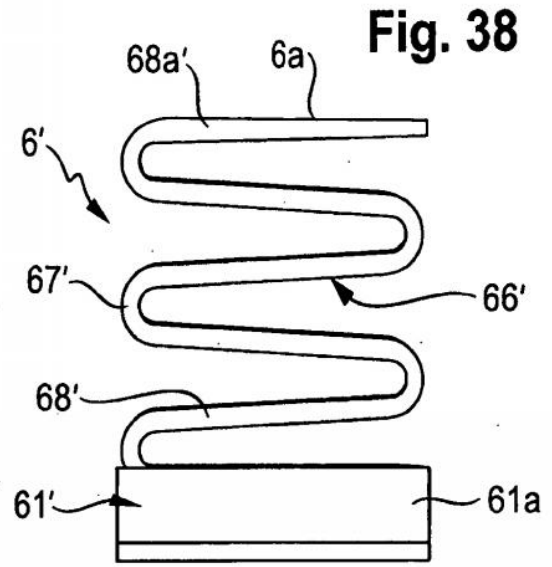
**Fig. 36**



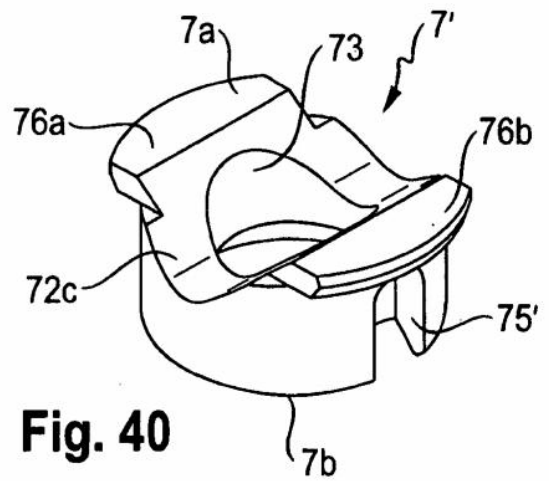
**Fig. 37**



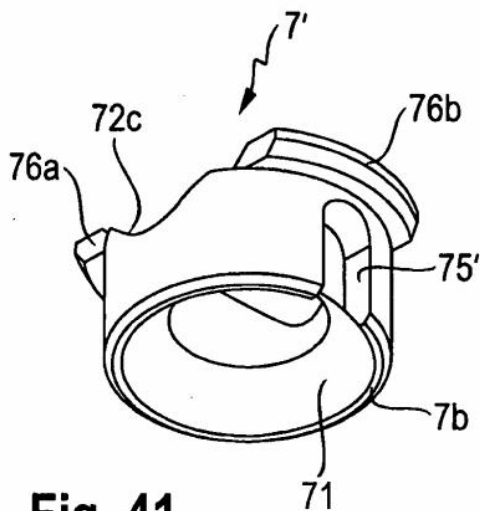
**Fig. 39**



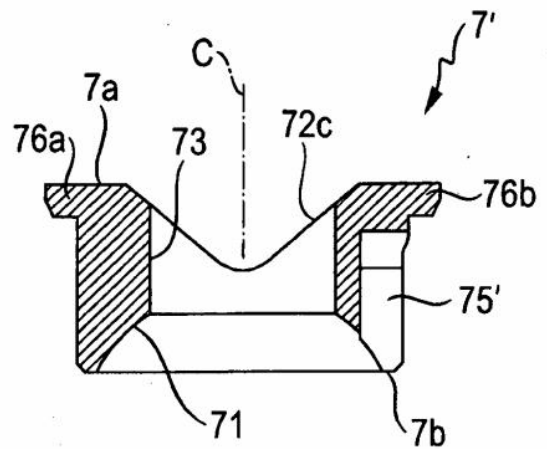
**Fig. 38**



**Fig. 40**



**Fig. 41**



**Fig. 42**