

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 973**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.12.2017 E 17210678 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3381377**

54 Título: **Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos en una persona**

30 Prioridad:

**27.03.2017 US 201715470321**

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

**31.03.2021**

73 Titular/es:

**TRIMED, INC. (100.0%)  
27533 Avenue Hopkins  
Santa Clarita CA 91355, US**

72 Inventor/es:

**MEDOFF, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

**ES 2 815 973 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**

Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos en una persona

**5 Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 Esta invención se refiere a un sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos en una persona y, más particularmente, a un sistema que utiliza suturas entre huesos.

**Antecedentes**

15 Se realizan varios procedimientos médicos que requieren que dos cuerpos en una persona se mantengan en una relación predeterminada. Estos cuerpos pueden ser cualquier parte anatómica tal como huesos, músculos, tendones, ligamentos, etc. y/o una masa extraña en combinación con una parte anatómica u otra masa extraña sobre o dentro de una persona. Con fines de simplicidad y claridad, la descripción en la presente memoria se centrará en cuerpos/masas que son huesos/partes de hueso separados.

20 Habitualmente, se separarán los huesos unos de otros y se utilizan sistemas/implantes para evitar la separación de los huesos más allá de una distancia predeterminada. Actualmente están disponibles muchos sistemas diferentes, por ejemplo, tal como se da a conocer en el documento US 2016/0157851 A1, que controlan una relación entre un primer y segundo huesos utilizando suturas entre huesos. Normalmente, pero no incluyéndolo todo, las aplicaciones para este tipo de sistema/implante son las siguientes: lesiones de sindesmosis (ligamento) entre la tibia y el peroné en el tobillo; corrección del primer ángulo intermetatarsiano en cirugía de juanetes (primer/segundo metatarso); lesiones del ligamento acromioclavicular (separaciones AC en las que la clavícula se sujeta aprieta hacia abajo hacia la apófisis coracoides de la escápula); corrección de lesiones de ligamento interóseo escafolunar u otro ligamento intercarpiano; y suspensión carpometacarpiana de los metacarpos primero/segundo para limitar la migración del primer metacarpo tras una cirugía de reconstrucción de la articulación carpometacarpiana del pulgar para estados de artritis; y otras lesiones de ligamentos del sistema muscoesquelético.

35 En una forma habitual del sistema de sutura entre huesos, descrito anteriormente, se enganchan una o más suturas con un primer y segundo huesos de una manera mediante la cual puede(n) utilizarse la(s) sutura(s) para acercar los huesos estratégicamente uno hacia otro hasta una posición óptima predeterminada y después se estabilizan de manera que se impide una separación adicional. Pueden proporcionarse componentes/anclajes en uno o ambos de los huesos para anclar las suturas en el hueso y distribuir las fuerzas cautivas producidas por las suturas a dichos huesos.

40 Los sistemas de sutura entre huesos también pueden dividirse en diferentes categorías basándose en cómo se bloquea el sistema de sutura para impedir la separación de los dos huesos. Se distinguen categorías básicas en sistemas con nudos y sin nudos y se distinguen adicionalmente por cómo se forman los nudos en las suturas o se forman y manipulan las suturas durante los procedimientos.

45 En una categoría, se requiere que un cirujano o bien forme totalmente o bien complete una estructura de nudo bloqueado para efectuar la fijación final de un implante. Generalmente, lleva mucho tiempo a un cirujano el tener que formar totalmente o completar uno o más nudos durante una cirugía. La manipulación de la sutura es inherentemente difícil. La cantidad de tensión aplicada al nudo es difícil de normalizar y puede no ser suficiente para sujetar el nudo. La creación de nudos requiere que se alejen dos extremos uno de otro, preferiblemente formando un ángulo recto con la línea de la sutura entre el primer y segundo huesos, para evitar la creación de un nudo corredizo. Esto requiere una exposición quirúrgica adicional. También existe la posibilidad de que pueda formarse un nudo de manera inadecuada, lo cual puede tener graves consecuencias que no resultan evidentes hasta algún tiempo después de que se complete el procedimiento.

55 Dada la naturaleza resbaladiza de los materiales de sutura, y particularmente materiales sintéticos, los cirujanos a menudo formarán múltiples vueltas para garantizar que los nudos no se desatarán de manera espontánea. Resulta habitual que se formen siete o más vueltas, lo cual requiere tiempo de trabajo y crea un volumen de material sintético que a menudo produce irritación del tejido y puede necesitar cirugía posterior. La formación de múltiples vueltas también introduce un riesgo de que una o más de las vueltas puede no formarse perfectamente, dando como resultado una sujeción debilitada.

60 Aunque un nudo parcialmente formado aborda los problemas anteriores hasta un determinado punto, todavía quedan inconvenientes. Un nudo parcialmente formado normalmente tendrá tendencia a deslizarse, necesitando de ese modo que se complete un cinchado final de la sutura mediante una manipulación adicional de la sutura.

65 Aunque puede ahorrarse algo de tiempo utilizando este tipo de sistema, puede ser un reto para un cirujano mantener la tensión de sutura deseada mientras que se completa el cinchado. La estructura de nudo preformado

puede deslizarse antes de que se produzca el cinchado, como consecuencia de lo cual puede dar como resultado una tensión de sutura inferior a la óptima. Esto puede comprometer la eficacia del procedimiento y puede conducir posiblemente a una reconstrucción fallida.

5 También se conocen sistemas de sutura en los que un cirujano puede tirar y sujetar dos estructuras juntas con un mecanismo sin nudos simplemente aplicando tensión a suturas para efectuar un tensado de las mismas que se mantiene de manera deseable. Se emplean diferentes mecanismos para hacer esto posible, algunos de los cuales pueden ser relativamente complicados y otros de los cuales son propensos a resbalarse. Además, algunos de tales sistemas presentan componentes pequeños y complicados que obstaculizan y posiblemente provocan una  
10 irritación continua a un paciente. Otros, tales como sistemas en los que una sutura pasa a través del núcleo de otra en una disposición similar a una trampa china de dedos, son difíciles de desplegar y utilizar para controlar la cantidad de tensión, y pueden ser propensos a resbalarse con cargas cíclicas.

15 Aunque la utilización de suturas con nudos en estos procedimientos es altamente deseable, desde el punto de vista del coste, facilidad de manipulación y construcción posoperatoria no obstrusiva, la industria se ha enfrentado continuamente al desafío de diseñar mejores sistemas que proporcionen todas las ventajas indicadas anteriormente pero que no sean propensos a un aflojamiento o fallo posoperatorio.

**Sumario de la invención**

20 La invención se refiere a un sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos en una persona. El sistema está compuesto por un conjunto de sutura que presenta al menos una primera sutura configurada para definir, o bien solo o bien junto con el primer cuerpo, una estructura de bucle restringible con el conjunto de sutura en un estado operativo. La estructura de bucle restringible presenta por lo menos un primer y segundo subbucles  
25 restringibles que definen de manera conjunta, o bien solos o bien junto con el primer cuerpo, un primer bucle que puede reducirse de tamaño para producir de ese modo una fuerza sobre el primer y segundo cuerpos que impulsa el primer y segundo cuerpos el uno hacia el otro. El primer y segundo subbucles restringibles están compuestos respectivamente por longitudes de bucle primera y segunda. La primera longitud de bucle presenta una primera parte deslizante, presentando la segunda longitud de bucle una segunda parte deslizante. El conjunto de sutura está configurado para definir al menos un nudo que se extiende alrededor de las partes deslizantes primera y  
30 segunda. El conjunto de sutura está configurado de modo que las partes deslizantes primera y segunda, después de moverse cada una dentro del al menos un nudo en un sentido de deslizamiento de apriete, hacen que se reduzca el tamaño de un subbucle respectivo. El conjunto de sutura está configurado además de modo que el tensado del bucle, provocado impulsando el primer y segundo cuerpos alejándolos el uno del otro con el conjunto de sutura en el estado operativo, hace que la primera y segunda longitudes circunferenciales separadas del primer bucle se alejen del al menos un nudo. El conjunto de sutura está configurado de modo que alejar cada una de las longitudes circunferenciales primera y segunda del primer bucle del al menos un nudo hace que el al menos un nudo agarre al menos una de las partes deslizantes primera y segunda con una fuerza mayor que se opone al  
35 agrandamiento de al menos uno de los subbucles y por tanto un tamaño eficaz del primer bucle resistiendo el movimiento de al menos una de las partes deslizantes primera y segunda dentro del al menos un nudo en un sentido opuesto al sentido de deslizamiento de apriete.

40 En una forma, cada una de las longitudes de bucle primera y segunda define al menos parte del al menos primer nudo.

45 El al menos primer nudo consiste en un primer y segundo nudos. La primera longitud de bucle define uno de entre el primer y segundo nudos. La segunda longitud de bucle define el otro de entre el primer y segundo nudos.

50 En una forma, el conjunto de sutura presenta hebras primera y segunda que, con el conjunto de sutura en el estado operativo, se alejan del primer cuerpo para reducir los tamaños del primer y segundo subbucles restringibles. Las longitudes de dicha por lo menos menos primera sutura en el primer y segundo subbucles restringibles se mueven en sentidos opuestos a lo largo de la longitud del primer bucle a medida que las hebras primera y segunda se alejan del primer cuerpo.

55 En una forma, el primer y segundo subbucles restringibles están compuestos por una primera y segunda suturas separadas.

60 En una forma, el conjunto de sutura incluye suturas primera y segunda. Con el conjunto de sutura en el estado operativo, la primera sutura se forma con una configuración que es la misma que una configuración de la segunda sutura.

65 En una forma, el conjunto de sutura incluye una primera y segunda suturas. La primera y segunda suturas presentan una primera y segunda longitudes de hebra que son mantenidas juntas y están formadas de la misma manera para producir el primer y segundo nudos de modo que el primer y segundo nudos se combinan para producir un nudo de doble hebra con el conjunto de sutura en el estado operativo.

En una forma, dicho por lo menos un nudo consiste en un primer y segundo nudos, cada uno de los cuales es: a) un medio cote (del inglés, "half hitch"); b) un nudo de atesar (del inglés "rolling hitch"); c) un nudo de empalme ajustable (del inglés, "adjustable bend"); d) un cote de guardamarina (del inglés, "midshipman's hitch"); y e) un nudo de lazo ajustable (del inglés "adjustable hitch").

5

En una forma, el conjunto de sutura presenta al menos un componente que reside entre cada uno de entre el primer y segundo nudos y el primer cuerpo con el conjunto de sutura en el estado operativo. El al menos un componente está configurado para bloquear el avance del primer y segundo nudos a través de dicho por lo menos un componente.

10

En una forma, con el conjunto de sutura en el estado operativo, el primer y segundo subbucles restringibles se extienden cada uno a través del otro.

15

En una forma, el primer y segundo cuerpos son un primer y segundo huesos.

En una forma, el sistema se proporciona en combinación con un bajanudos que está configurado para enganchar y estabilizar por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos a medida que las hebras primera y segunda se alejan del primer cuerpo para reducir de ese modo los tamaños de entre el primer y segundo subbucles restringibles.

20

En una forma, el conjunto de sutura presenta al menos un componente configurado para hacer tope contra el primer hueso. El al menos un componente define una superficie que hace tope contra cada uno de entre el primer y segundo nudos con el conjunto de sutura en el estado operativo para bloquear de ese modo el avance del primer y segundo nudos a través de dicho por lo menos un componente.

25

En una forma, dicho por lo menos un componente define un receptáculo configurado para recibir al menos una parte de por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos.

30

En una forma, el sistema incluye además una placa configurada para ser fijada al primer hueso para estabilizar partes del primer hueso cerca de una fractura. El conjunto de sutura incluye además un componente que está configurado para fijarse a la placa y definir una superficie que hace tope contra por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos con el conjunto de sutura en el estado operativo para bloquear de ese modo el avance del primer y segundo nudos a través del primer hueso.

35

En una forma, el componente está configurado para anclarse dentro del primer hueso con el conjunto de sutura en el estado operativo.

40

En una forma, el sistema se proporciona en combinación con un conjunto de introducción que está configurado para hacer avanzar el primer y segundo subbucles restringibles a través de por lo menos uno de entre el primer y segundo huesos.

45

En una forma, el al menos un componente define un receptáculo para recibir la mayor parte del primer y segundo nudos.

En una forma, el al menos un componente está roscado para engancharse con uno de: a) el primer hueso; y b) una placa conectada al primer hueso.

50

En una forma, dicho por lo menos un componente presenta un elemento de conexión para alojar una herramienta de giro.

En una forma, el sistema se proporciona en combinación con una herramienta de giro con un componente de accionamiento configurado para realizar una conexión de chaveta con el elemento de conexión en el al menos un componente.

En una forma, la herramienta de giro incluye además un manguito alargado con un eje longitudinal.

55

En una forma, dicho por lo menos un nudo consiste en un primer y segundo nudos. La tensión aplicada a las longitudes circunferenciales primera y segunda en un sentido alejándose de cada uno de entre el primer y segundo nudos hace que cada uno de entre el primer y segundo nudos reconfigure una longitud respectiva de la al menos primera sutura alrededor de la cual se extiende para adoptar una forma no lineal a través del nudo dando como resultado una resistencia aumentada al deslizamiento.

60

En una forma, dicho por lo menos un componente define un receptáculo para recibir sustancialmente la totalidad del primer y segundo nudos.

### Breve descripción de los dibujos

65

La figura 1 es una representación esquemática de un entorno en el cual puede utilizarse la presente invención;

- la figura 2 es una representación esquemática de un sistema para controlar una relación entre un primer y segundo huesos, según la presente invención;
- 5 la figura 3 es una representación esquemática que muestra detalles adicionales de un conjunto de sutura, en el sistema en la figura 2, que coopera entre un primer y segundo huesos;
- 10 la figura 4 es una representación parcialmente esquemática de una forma de una forma de realización de un conjunto de sutura, en un estado operativo y de partida, y enganchado con un primer y segundo huesos y con un nudo en el conjunto de sutura preformado, pero no cinchado, siendo esta forma de realización útil para la comprensión, pero sin formar parte de la invención tal como se reivindica;
- la figura 5 es una vista tal como en la figura 4 de una forma modificada de conjunto de sutura en un estado operativo y de partida;
- 15 la figura 6 es una representación parcialmente esquemática del sistema de la invención en la figura 5 con el conjunto de sutura en un estado operativo y fijado con respecto a un primer y segundo huesos;
- 20 la figura 7 es una vista tal como en la figura 6 en la que se proporciona un componente entre dos nudos y un primer hueso y con una forma específica de componente, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 6, que coopera con el segundo hueso;
- la figura 8 es una vista desde un extremo de una forma de componente que coopera entre los nudos y el primer hueso tal como se muestra en la figura 7;
- 25 la figura 9 es una vista tal como en la figura 8 en la que se muestran nudos y partes de suturas tal como interaccionan con el componente;
- 30 las figuras 10 y 11 corresponden respectivamente a las figuras 8 y 9 y muestran una forma alternativa adicional de componente que actúa entre los nudos y el primer hueso;
- la figura 12 es una vista tal como en las figuras 8 y 10 que muestra una forma modificada adicional de un componente que actúa entre los nudos y el primer hueso;
- 35 la figura 13 es una vista en sección transversal de una forma modificada adicional de un componente que actúa entre los nudos y el primer hueso;
- la figura 14 es una vista desde un extremo de una forma de componente, tal como se muestra en la figura 7, para actuar conjuntamente entre bucles de conjunto de sutura y el segundo hueso;
- 40 la figura 15 es una vista tal como en la figura 14 que muestra los bucles que actúan conjuntamente;
- las figuras 16 y 17 son unas vistas que corresponden a las de las figuras 14 y 15 y que muestran una forma modificada de componente que interacciona con los bucles de una manera diferente;
- 45 las figuras 18 a 20 muestran secuencialmente la inserción del conjunto de sutura de la invención a través del primer y segundo huesos utilizando un conjunto de introducción;
- la figura 21 es una vista tal como en la figura 7 con el conjunto de sutura en su estado operativo y de partida con un bajanudos enganchado;
- 50 la figura 22 es una vista tal como en la figura 21 en la que el bajanudos se manipula para cinchar los nudos;
- la figura 23 es una vista tal como en las figuras 21 y 22 en la que el bajanudos está separado y partes de las suturas de las que se tira están cortadas;
- 55 la figura 24 es una vista tal como en la figura 21 sin el bajanudos y con una forma diferente de componente que actúa entre los nudos y el primer hueso;
- 60 la figura 25 es una vista tal como en la figura 24 en la que los nudos se han cinchado y se han cortado las partes de las que se tira de las suturas;
- la figura 26 es una vista tal como en la figura 25 que muestra una forma modificada de componente que hace que se doblen los extremos erguidos de las suturas que se extienden a través de unos nudos;
- 65 la figura 27 es una vista tal como en la figura 24 en la que el componente coopera con una placa que se utiliza para estabilizar partes de hueso en la cercanía de una fractura;

- la figura 28 es una vista tal como en la figura 27 en la que la placa está unida a un primer hueso, los nudos están cinchados y las partes de las que se tira de la sutura están cortadas;
- 5 la figura 29 es una vista en alzado del conjunto de sutura de la invención con un instrumento de ensamblaje unido a los bucles de conjunto de sutura y se ha hecho avanzar para tirar de los bucles de conjunto de sutura a través del primer hueso;
- 10 la figura 30 es una vista tal como en la figura 29 en la que se tira de los bucles de conjunto de sutura a través de los huesos tanto primero como segundo y se une una estructura de formación de bucle a los bucles;
- la figura 31 es una vista tal como en la figura 30 en la que los bucles de conjunto de sutura están restringidos, utilizando un bajanudos para hacer que los bucles de conjunto de sutura se sujeten mediante la estructura de formación de bucle en el segundo hueso a medida que se cinchan los nudos;
- 15 la figura 32 es una vista tal como en la figura 31 en la que las partes de las que se tira de las suturas están cortadas;
- la figura 33 es una vista tal como en la figura 32 en la que se proporcionan componentes entre cada uno de: a) los nudos y el primer hueso; y b) la estructura de formación de bucle en el segundo hueso y el segundo hueso;
- 20 la figura 34 es una vista en sección transversal ampliada de una forma modificada de un componente que coopera entre los nudos y el primer hueso;
- la figura 35 es una vista tal como en la figura 34 de una forma modificada adicional de un componente;
- 25 la figura 36 es una vista tal como en las figuras 34 y 35 de todavía una forma modificada adicional de componente;
- la figura 37 es una vista tal como en la figura 36 con suturas anudadas en su sitio;
- la figura 38 es una vista en perspectiva ampliada de todavía una forma modificada adicional de un componente que actúa entre los nudos y el primer hueso;
- 30 la figura 39 es una vista del componente en la figura 38 desde una perspectiva diferente;
- la figura 40 es una vista del componente en las figuras 38 y 39 desde todavía una perspectiva diferente adicional y que muestra la relación con las suturas;
- 40 la figura 41 es una vista en sección transversal del primer hueso con un paso modificado con un orificio escariado para recibir otra forma de componente que actúa entre el primer hueso y nudos en el conjunto de sutura de la invención;
- la figura 42 es una vista tal como en la figura 41 con el componente insertado;
- 45 la figura 43 es una vista tal como en la figura 42 con el componente girado aproximadamente 90° dentro del paso del primer hueso;
- la figura 44 es una vista desde un extremo del componente en el primer hueso;
- 50 la figura 45 es una representación esquemática de un método para controlar una relación entre el primer y segundo huesos, según la presente invención;
- la figura 46 es una representación parcialmente esquemática de otra forma de conjunto de sutura, según la presente invención, en un estado de partida;
- 55 la figura 47 es una vista tal como en la figura 46 en la que el conjunto de sutura está en un estado operativo y un nudo de doble hebra en el conjunto de sutura está preformado, pero sin cinchar;
- la figura 48 es una vista tal como en la figura 47 en la que el nudo de doble hebra está cinchado;
- 60 la figura 49 es una vista en perspectiva de una forma de estructura de bloqueo que coopera entre uno o más nudos en el conjunto de sutura de la invención en el primer hueso;
- la figura 50 es una vista en perspectiva de otra forma de la estructura de bloqueo de la invención para utilizar en el primer hueso;
- 65

la figura 51 es una vista en perspectiva de otra forma de la estructura de bloqueo de la invención;

la figura 52 es una vista en perspectiva de otra forma de la estructura de bloqueo de la invención;

la figura 53 es una vista en perspectiva de todavía una forma adicional de la estructura de bloqueo de la invención;

la figura 54 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de aún otra forma de la estructura de bloqueo de la invención;

la figura 55 es una vista tal como en la figura 54 con las partes ensambladas;

la figura 56 es una representación esquemática de una herramienta de giro para algunas de las estructuras de bloqueo de la invención;

la figura 57 es una vista en perspectiva de la estructura de bloqueo en la figura 50 enganchada con una forma de herramienta de giro, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 56 y asociada con suturas primera y segunda, formada con dos nudos, tal como en la figura 5, con el conjunto de sutura en un estado operativo;

la figura 58 es una vista tal como en la figura 57 con la herramienta de giro retirada y un conjunto de empuje de nudo colocado operativamente;

la figura 59 es una vista tal como en la figura 58 habiéndose implantado la estructura de bloqueo mediante la herramienta de giro en el primer hueso;

la figura 60 es una vista tal como en la figura 59 en la que los nudos, estabilizados por el conjunto de empuje de nudo tal como en la figura 59, se han hecho avanzar hacia un receptáculo en la estructura de bloqueo implantada debido a que se reduce el tamaño de bucles restringibles en el conjunto de sutura;

la figura 61 es una vista en perspectiva de un conjunto de sutura que muestra otra forma de la estructura de bloqueo de la invención que se hace avanzar hacia un orificio de alojamiento en el primer hueso;

la figura 62 es una vista tal como en la figura 61 en la que la estructura de bloqueo se ha hecho avanzar hacia el orificio en una trayectoria de traslación restringiendo el tamaño del bucle en las suturas asociadas;

la figura 63 es una vista en perspectiva de una combinación preensamblada de una estructura de bloqueo, una forma de conjunto de sutura, una herramienta y un mango que puede agarrarse utilizados en conjunto para implantar la estructura de bloqueo y cinchar nudos en el conjunto de sutura;

la figura 64 es una representación esquemática de componentes que actúan conjuntamente entre la herramienta y la estructura de bloqueo, tal como en la figura 63, para permitir el giro de la estructura de bloqueo mediante la herramienta;

las figuras 65 a 71 son representaciones parcialmente esquemáticas que muestran secuencialmente un método de utilización de la estructura de la invención para controlar la relación entre huesos semilunar y escafoides;

las figuras 72 a 74 son unas vistas en alzado ampliadas de una forma alternativa de componentes que están anclados en el hueso semilunar para llevar a cabo el procedimiento en las figuras 65 a 71; y

la figura 75 es una vista tal como en la figura 47 con el conjunto de sutura modificado uniendo estratégicamente partes de hebras para facilitar la formación de nudos.

**Descripción detallada de la forma de realización preferida**

En la figura 1, se muestra en 10 un entorno genérico para la presente invención. La invención está diseñada para la reparación/reconstrucción anatómica e interacciona entre una primera masa/cuerpo/hueso 12 y una segunda masa/cuerpo/hueso 14. Al menos una de las masas/cuerpos 12, 14 puede ser un ligamento, músculo u otro tejido blando. Las masas/cuerpos 12, 14 pueden ser ambas tejido blando. Alternativamente, las masas/cuerpos/huesos 12, 14 pueden ser una combinación de tejido blando y hueso. Todavía adicionalmente, una de las masas/cuerpos 12, 14 puede ser un cuerpo extraño integrado en la anatomía humana. Como un ejemplo, puede atarse un vaso alrededor de una endoprótesis vascular. Ambas masas/cuerpos 12, 14 pueden ser cuerpos extraños, tales como implantes integrados en la anatomía de una persona. Por motivos de simplicidad, tal como se utiliza a continuación en la presente memoria en la descripción y reivindicaciones, el término "cuerpo" abarca de manera general las "masas" y "huesos" mencionados anteriormente.

Aunque en la presente memoria se describen en relación con una "persona", los conceptos inventivos pueden utilizarse en sujetos no humanos. Por motivos de simplicidad y claridad, la invención se describirá en la presente memoria tal como se utiliza con un primer y segundo huesos en un ser humano. Sin embargo, aunque es útil para describir el funcionamiento de la invención, esta aplicación no debe considerarse limitativa.

5

La invención es particularmente útil para actuar conjuntamente entre un primer y segundo huesos 12, 14 que se requiere que se junten uno contra otro o un primer y segundo huesos 12, 14 que, como parte de un procedimiento, se requiere que se impulsen uno hacia el otro con el fin de limitar la separación entre los dos huesos por debajo de un valor específico, pero para permitir por lo demás un movimiento relativo continuado entre los huesos dentro de este límite de separación.

10

Tal como se muestra en la figura 2, la invención se refiere a un sistema, o implante, en 16 para controlar una relación entre el primer y segundo huesos 12, 14. El sistema 16 incluye un conjunto de sutura 18 que está configurado para colocarse en un estado operativo en el que el conjunto de sutura define al menos un bucle restringible 20, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3, que coopera entre el primer y segundo huesos 12, 14. En diferentes formas en la presente memoria, un bucle 20 puede ser una forma continua formada por el conjunto de sutura 18. Alternativamente, la forma continua del bucle 20 puede formarse parcialmente por el primer hueso 12 y/o el segundo hueso 14 junto con el conjunto de sutura 18. Por motivos de simplicidad, se considera que el conjunto de sutura 18 forma el bucle, aunque una parte del mismo esté definida por el primer hueso 12 y/o el segundo hueso 14.

15

20

El conjunto de sutura 18 está compuesto por al menos una sutura 22. Se pretende que "sutura", tal como se utiliza en la presente memoria, abarque una construcción de sutura convencional, y todas las demás construcciones, tales como cables de acero inoxidable, cinta de sutura, cordel, etc., que pueden realizar la misma función básica de una sutura convencional. Se forma al menos un nudo 24 en una de las suturas 22. Con el conjunto de sutura 18 en su estado operativo, el nudo 24 se extiende alrededor de una longitud de una hebra 26 que se dirige a través de un paso 28, con un tamaño seleccionado estratégicamente, en el primer hueso 12. Estabilizando el nudo 24 y tirando de la misma u otra hebra 26 alejándose del primer hueso 12, la hebra se desliza a través del nudo 24 y se reduce el tamaño del bucle 20. A medida que se restringe el tamaño del bucle 20, el nudo 24 estabilizado se desplaza en un primer sentido, hacia el primer hueso 12.

25

30

El conjunto de sutura 18 está configurado de modo que: a) con el conjunto de sutura 18 en el estado operativo y el bucle restringible 20 colocado con una primera tensión, el nudo 24 agarra la hebra 26 en el punto en el que el nudo 24 rodea la hebra 26 con una primera fuerza que mantiene el tamaño del bucle restringible 20; y b) con el conjunto de sutura 18 en el estado operativo y el bucle 20 colocado con una tensión mayor que la primera tensión, el nudo 24 agarra la hebra 26 en el punto en el que el nudo 24 rodea la hebra 26 con una fuerza mayor que la primera fuerza que mantiene el tamaño del bucle restringible 20.

35

Con el conjunto de sutura 18 en su estado operativo y fijado, se bloquea el nudo 24 frente al avance a través del paso 28.

40

Con el conjunto de sutura 18 en su estado operativo, el bucle 20 se extiende alrededor de al menos uno de: a) el segundo hueso 14; y b) la estructura 30 en o asociada con el segundo hueso 14 configurada de modo que el bucle 20 limita el movimiento del primer y segundo huesos 12, 14 alejándose el uno del otro y puede restringirse para tirar del primer y segundo huesos 12, 14 uno hacia, y potencialmente contra, el otro.

45

Ahora se describirán formas específicas del sistema 16. Debe entenderse que no se pretende que las formas a modo de ejemplo sean limitativas, dado que se pretende que lo que se muestra de manera genérica de componentes en las figuras 2 y 3 abarque los componentes específicos descritos en la presente memoria, así como un número prácticamente ilimitado de variaciones de los mismos y sus interacciones.

50

En una forma básica, tal como se muestra en la figura 4, el conjunto de sutura 18 consiste en una única sutura 22 que forma un bucle autocontenido 20. El nudo 24 representado es un nudo de vuelta ajustable en el que un extremo libre de la parte anudada de la parte de sutura 32 se dirige alrededor de la hebra 26a para producir dos vueltas completas T1, T2 alrededor de la hebra 26a. Aunque el dibujo muestra dos vueltas completas, el número de vueltas puede ser diferente para seleccionar una resistencia deseada frente al deslizamiento de la hebra 26a. Después se envuelve la parte de extremo libre 32 alrededor de una hebra paralela 34 y la hebra 26a para producir una vuelta independiente T3 con la parte de extremo libre 32 sobresaliendo después entre las vueltas T2, T3. Por motivos de simplicidad al describir esta y otras formas de realización, las longitudes paralelas separadas de la sutura 22 se consideran "hebras" separadas, aunque sean parte de la misma sutura 22. Estabilizando el nudo 24 y tirando de la parte 32, el nudo 24 agarra una longitud de la hebra 26a alrededor de la cual se extiende. El conjunto de sutura 18 está de ese modo en un estado operativo y de partida preformado.

55

60

El bucle 20 puede dirigirse entonces a través del paso 28 a través del primer hueso 12 de manera que el extremo de bucle distal 38 se mueve en la cercanía del segundo hueso 14 para unirse al mismo mediante una estructura de unión apropiada en 40. La estructura de unión 40 puede adoptar varias formas diferentes incluyendo, pero sin

65

limitarse a, las descritas a continuación en la presente memoria para diferentes formas de realización. Basta mencionara en esta etapa que la estructura de unión 40 permite que se restrinja el tamaño del bucle 20 con el nudo 24 bloqueado frente a moverse a través del paso 28 en el primer sentido tal como se indica mediante la flecha 42, como consecuencia de lo cual se aplica una fuerza al segundo hueso 14, impulsándolo en el primer sentido hacia el primer hueso 12. Esta restricción se efectúa tirando de una parte 44 de la hebra 34 en un sentido opuesto al primer sentido, tal como se indica mediante la flecha 46, mientras que se estabiliza el nudo completado 24 que se mueve como resultado en el primer sentido hacia el primer hueso 12. El sentido de tracción para la hebra 34 es sustancialmente paralelo a una línea de fuerza aplicada entre el primer y segundo huesos 12, 14.

Con un nudo 24 bloqueado frente al movimiento, la tensión sobre la hebra 44 en el primer sentido hace que la sutura se estreche cuando hay carga, así como tiende hacia una trayectoria lineal recta a través del nudo 24, haciendo que la hebra 26a se deslice en el primer sentido para reducir el tamaño del bucle 20. Por otro lado, con tensión aplicada al bucle de manera opuesta al primer sentido, el apriete del nudo 24 alrededor de la hebra 26a hace que el nudo 24 doble localmente la trayectoria de la hebra 26a alrededor del material en el nudo 24 a lo largo de una trayectoria no lineal, así como que agarre la hebra 26a alrededor de su circunferencia, dando como resultando el bloqueo de la hebra 26a dentro del nudo 24 e impidiendo el agrandamiento del bucle 20.

Lo que se muestra en la figura 4 es de naturaleza algo esquemática. Se contempla que, con el nudo 24 apretado a partir de su configuración de la figura 4, puede presentar un tamaño eficaz adecuado que bloqueará que se mueva al interior y a través del paso 28.

Alternativamente, pueden interponerse uno o más componentes 48 entre el nudo 24 y el primer hueso 12 para bloquear el avance del nudo 24 a través del paso 28.

El nudo 24 de vuelta ajustable se forma de modo que puede tensarse el bucle 20 mediante lo cual el nudo 24 agarra de manera favorable la hebra 26a e impide el deslizamiento del nudo 24 debido a fuerzas conferidas por el primer y segundo huesos 12, 14, tendiendo a alejarse uno de otro. Además, el nudo 24 de vuelta ajustable está configurado de modo que el movimiento de los huesos 12, 14 alejándose el uno del otro provoca una tensión sobre el bucle 20 que potencia la integridad del implante 18 aumentando la fuerza de agarre del nudo 24 sobre la hebra 26a, para mantener de ese modo de manera más favorable el tamaño seleccionado de manera óptima del bucle 20.

El mantenimiento del tamaño de bucle establecido está ayudado además por la interacción del bucle 20 con el segundo hueso 14 y/o la estructura de unión, así como la trayectoria no lineal a través del nudo 24 para disipar la carga a través de un efecto de cabrestante.

Por consiguiente, sólo se requiere que el cirujano obtenga el conjunto de sutura 18 con el nudo 24 preformado, dirija el bucle 20 a través del paso 28 para engancharse con el segundo hueso 14, y tire de la primera parte de hebra 44 en el segundo sentido mientras que estabiliza el nudo 24, como consecuencia de lo cual el nudo 24 avanza en el primer sentido. El nudo 24 se cinchará contra la presión de resistencia generada por los huesos 12, 14, que están o bien uno contra otro o bien impulsados normalmente alejándose uno del otro mediante el sistema musculoesquelético del paciente. No se requiere que el cirujano cree ningún nudo adicional, aunque se concibe que pueden realizarse nudos adicionales para potenciar adicionalmente la integridad y capacidad de sujeción del nudo 24. El cirujano sólo tiene que retirar el exceso de la parte de hebra 44 de la que se ha tirado y la parte de sutura 32.

Aunque se describe la configuración de vuelta ajustable para el nudo 24, se contempla que también pueden utilizarse otras configuraciones de nudos. Dentro de lo que se muestra de manera genérica, el nudo 24 en la figura 2 está destinado a abarcar, por ejemplo, un medio cote, un nudo de atesar, un cote de guardamarina, un nudo de lazo ajustable y cualquier otro nudo que cinche en el sistema 16 tal como se describe en la presente memoria. Esencialmente, los nudos contemplados son nudos de agarre que se cincharán adicionalmente, y por tanto se volverán más seguros cuando se tense adicionalmente un bucle asociado, que se produce en el sistema 16 cuando los huesos 12, 14 se impulsan alejándose uno del otro con el conjunto de sutura 18 en su estado operativo. El nudo 24 define un nudo de tope que no avanzará a través del paso 28 y se soportará contra el primer hueso 12, directa o indirectamente, para permitir un apriete adicional eficaz del nudo 24 a medida que el cirujano lleva a cabo el procedimiento inicial para fijar el sistema 16.

Debe observarse que, a lo largo de la descripción en la presente memoria, y las reivindicaciones, el dibujo de las partes de hebra y el desplazamiento resultante del nudo a lo largo de una longitud de una hebra que rodea, aunque se describe que se produce en sentidos opuestos primera y segunda, puede no producirse en trayectorias perfectamente paralelas. Se pretende que los "sentidos primero y segundo" tal como se utiliza en la presente memoria sean de naturaleza general, pero queda suficientemente claro para entender cómo se produce un movimiento relativo entre las diversas partes del conjunto de sutura cuando se utiliza el sistema 16.

En las figuras 5 a 44 se muestra una forma más preferida de conjunto de sutura en 18'. El conjunto de sutura 18' utiliza suturas primera y segunda 22a', 22b' que actúan conjuntamente para producir parte o la totalidad de un primer bucle 20a' y un segundo bucle 20b'. Se forma un primer nudo 24a' por la primera sutura 22a', formándose

un segundo nudo 24b' por la segunda sutura 22b'. El nudo 24a' rodea una primera hebra 26a' en la segunda sutura 22b', rodeando el segundo nudo 24b' una segunda hebra 26b' en la primera sutura 22a'. La primera sutura presenta una parte/extremo libre 44a' que es parte de la segunda hebra 26b'. La segunda sutura 22b' presenta una parte/extremo libre 44b' que es parte de la primera hebra 26a'. Se tira de las partes de hebra 44a', 44b' en el segundo sentido mencionado anteriormente, tal como se indica mediante la flecha 46, para reducir el tamaño del primer y segundo bucles 20a', 20b'.

Con el conjunto de sutura 18' en la figura 5, el primer y segundo bucles 20a', 20b', así como las diversas otras formas del bucle 20 en la presente memoria, definen "subbucles" restringibles que juntos componen una estructura de bucle restringible y definen un bucle combinado CL que puede reducirse de tamaño para producir de ese modo una fuerza sobre la masa/cuerpo/hueso 12 y la masa/cuerpo/hueso 14 que los impulsa uno hacia y/o contra el otro. El tirar de los extremos libres 44a', 44b' en el primer sentido provoca el tensado de los bucles de sutura 20a', 20b' en sentidos opuestos a lo largo de la longitud del bucle combinado CL. Como resultado, cuando se aplica tensión en longitudes CLA, CLB circunferenciales separadas del bucle combinado CL en un sentido alejándose de los nudos 24a', 24b', cada uno de los primeros nudos 24a', 24b': a) agarrará una longitud respectiva de sutura alrededor de la cual se extiende con una fuerza mayor; y b) reconfigurará una longitud respectiva de sutura alrededor de la cual se extiende en una forma no lineal a través del nudo 24a', 24b' para resistir de ese modo el movimiento de deslizamiento de las longitudes de sutura en los nudos 24a', 24b'. Resistiendo al agrandamiento de uno de los bucles de sutura 20a', 20b' tirando de cualquiera de las longitudes de bucle CLA, CLB, el tamaño eficaz del bucle combinado CL se mantiene eficazmente.

Con el conjunto de sutura 18' en el estado operativo inicial y de partida de la figura 5, el conjunto de sutura 18' puede conformarse tal como en la figura 6 para hacer avanzar los bucles 20a', 20b' a través del paso 28 en el primer hueso 12.

Las partes de bucle distales 52a', 52b' interaccionan con el segundo hueso 14 de una manera que reduciendo el tamaño de los bucles 20a', 20b', con los nudos 24a', 24b' soportados con respecto al primer hueso 12, se tira del primer y segundo huesos 12, 14 uno hacia el otro. La manera precisa para conectar las partes de bucle 52a', 52b' con el segundo hueso 14 no es crítica para la presente invención. Por motivos de discusión inicial, se muestra que al menos un componente 54 interconectar las partes de bucle 52a', 52b' con el segundo hueso 14. El/los componente(s) 54 puede(n) estar configurado(s) de modo que los bucles 20a', 20b' se extienden de manera cooperativa alrededor de parte del segundo hueso. Alternativamente, el/los componente(s) 54 puede(n) funcionar como un anclaje en el segundo hueso 14.

El/los componente(s) 54 puede(n) estar configurado(s) de modo que los bucles 20a', 20b' se conectan independientemente al segundo hueso 14. Más preferiblemente, el/los componente(s) 54 está(n) configurado(s) de modo que los bucles 20a', 20b' funcionan juntos como un bucle combinado con, en esta forma de realización, dos pares de hebras que forman bucles.

Con el sistema 16 en la configuración de la figura 6, a medida que se reduce el tamaño de los bucles 20a', 20b', el primer y segundo nudos 24a', 24b' se desplazan en el primer sentido, indicado mediante la flecha 42, a lo largo de una longitud de su hebra 26a', 26b' respectiva que se dirige a través del paso 28. Esto se produce como resultado de que se tira de las partes 44a', 44b' de las hebras 26b', 26a', respectivamente, alejándolas del primer hueso 12 en el segundo sentido, tal como se indica mediante la flecha 46, con los nudos 24a', 24b' estabilizados, para reducir de ese modo el tamaño de cada uno de los bucles 20a', 20b'. Dicho de otro modo, las partes deslizantes se mueven en un sentido de deslizamiento de apriete dentro de un nudo 24a', 24b' respectivo para hacer que un bucle 20a', 20b' respectivo reduzca su tamaño.

Tal como se representa, en un sentido algo esquemático en la figura 6, los nudos 24a', 24b' pueden hacer tope directamente contra el hueso 12 alrededor del paso 28 de modo que producen de manera cooperativa una masa que no puede hacerse avanzar al interior/a través del paso 28. Los nudos 24a', 24b' quedan soportados de ese modo para permitir que se aplique una tensión apropiada a las partes de sutura 44a', 44b' de las que se tira para cinchar los nudos 24a', 24b'. Esta tensión se selecciona de modo que los nudos 24a', 24b' agarrarán una hebra 26a', 26b' respectiva que rodean con una fuerza adecuada de modo que los nudos 24a', 24b' no se deslizarán dentro de su nudo 24a', 24b' respectivo de manera opuesta al sentido de deslizamiento de apriete que permitiría el agrandamiento de los bucles 20a', 20b'.

La configuración de nudo representada también es de tal modo que las fuerzas que actúan entre las partes de hueso 12, 14 que tienden a moverlos separándolos uno del otro actúan sobre las suturas 22a', 22b' para cinchar los nudos 24a', 24b' de manera incluso más apretada. Es decir, la tensión aumentada en los bucles 20a', 20b' hace que cada nudo 24a', 24b' en su sutura 22a', 22b' asociada se cinche de manera más apretada para agarrar de ese modo su hebra 26a', 26b' respectiva con una fuerza de sujeción mayor para mantener de manera incluso más favorable el tamaño de los bucles 20a', 20b'.

Las longitudes de sutura que definen los bucles 20a', 20b' se mueven en sentidos opuestos alrededor del segundo hueso 14 o estructura de unión 40 en el mismo a medida que se reduce el tamaño de los bucles 20a', 20b'. Por

- 5 consiguiendo, independientemente de en qué sentido se aplique tensión a los bucles 20a', 20b', a través de un intento de movimiento relativo de los huesos 12, 14, los nudos 24a', 24b' aumentan su fuerza de agarre sobre la longitud de sutura deslizante rodeada. Dicho de otro modo, independientemente de cómo se apliquen fuerzas que tienden a desplazar los huesos 12, 14 alejándolos uno del otro, incluyendo fuerzas que producen carga asimétrica sobre el bucle combinado CL, los nudos 24a', 24b' producen al menos uno de: a) aumentar una fuerza de agarre; y b) reconfigurar longitudes de sutura rodeadas. En este último caso, la longitud de sutura rodeada se dobla, o se cambia de otro modo con respecto a una configuración lineal, y adicionalmente se entrelaza con/envuelve contra el nudo para producir una fuerza de rozamiento mayor que impide el resbalamiento.
- 10 Haciendo referencia a la figura 5, puede observarse que los sentidos de deslizamiento opuestos de los dos bucles 20a', 20b' proporcionan un mecanismo adicional que permite que los bucles 20a', 20b' reduzcan fácilmente su tamaño cuando se tira de los extremos libres 44a', 44b' en el sentido indicado mediante la flecha 46, pero bloquea e impide el agrandamiento de los bucles 20a', 20b' cuando se aplica tensión en el sentido opuesto, indicado mediante la flecha 42.
- 15 El bucle 20a' presenta una parte de extremo 26e', pudiendo la hebra 26b' en un lado deslizarse a través del nudo 24b', y terminando la hebra 26c' en el lado opuesto en un punto de fijación en el nudo 24a'. De manera similar, el bucle 20b' presenta una parte de extremo 26f' pudiendo la hebra 26a' en un lado deslizarse a través del nudo 24a', y terminando la hebra 26d' en el lado opuesto en un punto de fijación en el nudo 24b'. A medida que se tira de los extremos libres 44a' y 44b' alejándolos de los nudos 24b' y 24a', respectivamente, las fuerzas se transmiten sólo a las longitudes de hebras deslizantes 26a' y 26b' descargándose longitudes de hebras fijas 26c' y 26d', dando como resultado el deslizamiento de las hebras 26a' y 26b' a través de los nudos 24a' y 24b', y el cierre de los bucles 20a', 20b'. En cambio, cuando se aplica carga a las partes de extremo 26e' y 26f' lejos de los nudos 24a' y 24b', la carga se aplica a cada hebra en ambos lados de las partes de extremo 26e', 26f'. Sin embargo, debido a que las partes de extremo de bucle 26e' y 26f' se envuelven alrededor de una segunda estructura 30, se produce un efecto de cabrestante, amplificando las cargas de tracción relativamente bajas en las hebras deslizantes 26a', 26b' para resistir cargas de tracción relativamente altas en las longitudes de hebras 26d', 26c' respectivamente. Debido a esto, a medida que se aplica una fuerza en el sentido de la flecha 42 para intentar agrandar los bucles, pueden producirse cargas crecientes en las longitudes de hebras 26c' y 26d' sin resbalamiento.
- 30 En la figura 7, se muestra un componente 48a' entre cada uno de los nudos 24a', 24b' y el primer hueso 12 con el conjunto de sutura 18' en su estado operativo. El componente 48a' está configurado para bloquear el movimiento de cada uno de los nudos 24a', 24b' al interior y a través del paso 28 en el primer hueso 12. El componente 48a', como todos los componentes 48, está configurado de manera que cualquier superficie expuesta es curva/redondeada para evitar la irritación del tejido.
- 35 Tal como se representa, el componente 48a' presenta un lado de enganche al hueso 56 y un lado opuesto 58. Al menos una, y en este caso una única, abertura pasante 60a se extiende entre los lados de enganche al hueso y opuesto 56, 58. Dos longitudes de cada una de las suturas primera y segunda 22a', 22b' se extienden a través de la abertura 60a. La abertura pasante 60a está configurada de modo que los nudos 24a', 24b' hacen tope contra el lado 58 y no pueden trabarse a través de la abertura 60a a medida que aumenta la tensión en los bucles 20a', 20b'.
- 40 En las figuras 8 a 13 se muestran configuraciones alternativas para el componente 48a'. En las figuras 8 y 9, el componente 48b' presenta una forma generalmente rectangular con un borde periférico redondeado 62b que está inclinado de manera similar al borde 62a correspondiente tal como se muestra en el componente 48a' en la figura 7. Esto evita la creación de esquinas afiladas que pueden irritar el tejido blando de un paciente.
- 45 La abertura 60b presenta una forma circular con un diámetro, con respecto al del material que compone las suturas 22a', 22b', tal como se muestra en la figura 9. Tal como se observa en la figura 9, los nudos 24a', 24b' forman de manera colectiva una masa que presenta un diámetro eficaz sustancialmente mayor que el de la abertura 60b.
- 50 En las figuras 10 y 11, se muestra un componente 48c' con una abertura alargada 60c que interactúa con el conjunto de sutura 18, y los nudos 24a', 24b', tal como se muestra en la figura 11.
- 55 En la figura 12, se muestra una forma adicional del componente en 48d' con una abertura 60d que presenta una forma de letra "T" o "X". Esta forma de abertura produce partes de rama 64a, 64b, 64c, 64d que alojarán el diámetro del material de las suturas 22a', 22b', pero no pasarán los nudos 24a', 24b'.
- 60 En la figura 13, se muestra una forma modificada adicional del componente en 48e'. El componente 48e' presenta una abertura 60e que puede ser la misma que cualquiera de las aberturas 60a-60d o con una forma alternativa. La principal diferencia con el componente 48e' es que se forma un receptáculo en forma de copa 66 para aceptar parte o la totalidad de la masa de los nudos 24a', 24b'. Con una forma redondeada global, el componente 48e' puede evitar cualquier irritación significativa de tejido blando a la vez que minimiza una exposición que sobresale de los nudos 24a', 24b'.
- 65 El componente 54a', tal como se muestra en la figura 7, presenta un cuerpo 68 con una forma alargada que es generalmente ovalada tal como se observa en la figura 7. El cuerpo 68 presenta aberturas diferenciadas espaciadas 70a, 70b, respectivamente para alojar una longitud de cada una de las suturas 22a', 22b'. Entre las

aberturas 70a, 70b, se forma una pared 72a alrededor de la cual se envuelven las partes de bucle 52a', 52b' para permitir que las partes de bucle 52a', 52b' produzcan una fuerza de soporte sobre el segundo hueso 14 contra el cual hace tope el cuerpo 68 lo que impulsa el segundo hueso 14 hacia el primer hueso 12 a medida que se restringen/tensan los bucles 20a', 20b'.

5

A continuación, se explicará la importancia de la forma global del cuerpo 68 mostrado. Todos los bordes son redondeados para evitar la irritación de tejido blando.

10

En las figuras 14 a 17 se muestran formas alternativas del componente 54a'. En las figuras 14 y 15, el componente 54b' presenta dos aberturas generalmente ovaladas espaciadas 70c, 70d con una pared 72b entre las mismas contra la cual se envuelven independientemente las partes de bucle 52a', 52b', tal como se muestra en la figura 15.

15

En las figuras 16 y 17, el componente 54c' presenta generalmente la misma configuración que el componente 54b' con la excepción de que las aberturas 70e, 70f están más cerca una de otra para definir una pared más estrecha 72c. Los bucles 20a', 20b' se extienden, cada uno a través del otro, en las partes de bucle 52a', 52b' y se envuelven contra la pared 72c tal como se muestra en la figura 17. Con esta disposición, los bucles 20a', 20b' pasan independientemente a través de sólo una de las aberturas 70e, 70f.

20

En cada una de estas formas de realización, los componentes 54 quedan cautivos entre las partes de bucle 52', 52b' y el segundo hueso 14. Cada uno de los componentes 54, tal como se muestra con el componente 54a' a modo de ejemplo en la figura 7, presenta un lado de enganche al hueso 74 y un lado opuesto 76, soportándose las partes de bucle 52a', 52b' contra la pared 72a en el lado opuesto 76. Se obtiene como resultado un efecto de cabrestante en el punto en el que las partes de bucle 52a', 52b' se envuelven contra los componentes 54. Esto ayuda adicionalmente a evitar el deslizamiento de las suturas 22a', 22b' en sus nudos circundantes 24b', 24a' respectivos con carga.

25

30

En las figuras 18 a 20, se representa un conjunto de introducción en 78 para hacer avanzar los bucles 20a', 20b' en el conjunto de sutura 18' enganchándose los bucles 20a', 20b' con el componente 54a'. El conjunto de introducción 78 incluye un alojamiento cilíndrico 80 que define un receptáculo alargado 82 para el conjunto de sutura 18. El componente alargado 54a' se gira de modo que su longitud se alinea con el eje 84 del receptáculo 82, tal como se muestra en la figura 18. El componente 54a' sobresale ligeramente desde el extremo de ataque 86 del alojamiento 80. Un émbolo 88 se engancha en uno de los extremos longitudinales 90 del componente 54a'.

35

Con el conjunto de introducción 78 enganchado con el conjunto de sutura 18 tal como se muestra en la figura 18, el extremo de ataque 86 del alojamiento y el componente 54a' pueden utilizarse para guiar de manera cooperativa el conjunto de introducción 78 y el conjunto de sutura 18 en el primer sentido, indicado mediante la flecha 42, al interior y a través del paso 28 en el primer hueso 12 y un paso 92 de diámetro similar en el segundo hueso 14. El conjunto de introducción 78 con el conjunto de sutura 18 enganchado presenta un área de sección transversal eficaz que puede alojarse mediante una abertura de diámetro relativamente pequeño que define los pasos 28, 92.

40

45

Una vez que se realiza la posición de la figura 19 para el alojamiento 80, puede hacerse avanzar el émbolo 88 en el sentido de la flecha 94 dentro del receptáculo 82, lo que hace que el componente 54a' avance adicionalmente en el primer sentido y pivote en el sentido de la flecha 96 hacia la posición de la figura 20. Echando entonces hacia atrás el conjunto de introducción 78 fuera de los pasos de hueso 92, 28, se tirará de los bucles 20a', 20b' en el segundo sentido, tal como se indica mediante la flecha 46 para presentar la superficie 74 del cuerpo 68 contra el segundo hueso 14.

50

Una vez que se produce esto, el conjunto de sutura 18 puede cambiarse de su estado operativo y de partida, tal como se muestra en la figura 21, a su estado operativo y enganchado, tal como se muestra en la figura 22. Aunque es posible cambiar el estado del conjunto de sutura 18' manualmente y sin ninguna herramienta especial, por motivos de conveniencia, se proporciona un bajanudos 98. El bajanudos 98 presenta un alojamiento generalmente en forma de copa 100 con receptáculos espaciados 102, 104 para los nudos 24a', 24b' respectivamente. Se extienden canales 106, 108 desde los receptáculos 102, 104, respectivamente, completamente a través del alojamiento 100 para alojar las hebras 26a', 26b', respectivamente. Utilizando los mismos conceptos, en una forma alternativa, puede utilizarse un único receptáculo y canal. Un elemento de presión 110 se conecta al alojamiento 100 a través de un vástago 112 estrecho.

55

60

En la posición de la figura 21, se muestra el elemento de presión 110 estabilizando los nudos 24a', 24b' a medida que se tira de las partes de hebra 44a', 44b' en el segundo sentido, tal como se indica mediante las flechas 46. El elemento de presión 110 seguirá el desplazamiento resultante de los nudos 24a', 24b' en el primer sentido, tal como se indica mediante la flecha 42, hasta que se realiza el estado de la figura 22.

65

Después, se separa el bajanudos 98 y se cortan las hebras 26a', 26b', tal como se muestra en la figura 23, para producir extremos erguidos 114a, 114b que no sobresalen significativamente más allá de los nudos 24a', 24b'.

Se observa que el componente 48 está interpuesto entre los nudos 24a', 24b' y el primer hueso 12. Aunque el

componente 48 no se observa en las figuras 18 a 20, puede incorporarse al conjunto de sutura 18 antes de engancharse operativamente con el conjunto de introducción 78. El componente alargado 48 puede reorientarse durante este procedimiento de la misma manera que se reorienta el componente 54a' para permitir la introducción en y la retirada desde el receptáculo 82 en el alojamiento de conjunto de introducción 80.

Determinadas conexiones con el segundo hueso 14 pueden no requerir el avance de los bucles 20a', 20b' a través del segundo hueso. Sin embargo, se realizarán las mismas etapas de ensamblaje básicas con tales formas de realización diferentes. Aunque no se muestra específicamente, resultará evidente para un experto en la materia la fijación del bucle 20 a una estructura de anclaje en la superficie del segundo hueso 14, o parcialmente dentro del segundo hueso 14.

En las figuras 24 y 25, se muestra una forma modificada adicional de conjunto de sutura en 18". El conjunto de sutura 18" difiere del conjunto de sutura 18' principalmente debido a la configuración del componente 48a", que funciona como un componente de anclaje. El componente 48a" está en forma de un tornillo de hueso roscado con una abertura pasante 60a". Se perfora un orificio en el primer hueso 12 para permitir la implantación roscada del componente 48a". Se dirigen los bucles 20a', 20b' a través de la abertura 60a" para preparar el conjunto de sutura 18" para su utilización. En la figura 24 se muestra el estado operativo y de partida para el conjunto de sutura 18". Los nudos estabilizados 24a', 24b' se desplazan hacia el primer hueso 12 a medida que se tira de las hebras 26a', 26b' alejándolas del primer hueso 12 para fijar el conjunto de sutura 18.

El extremo de salida 116 del componente 48a" puede ser una superficie plana contra la cual hacen tope los nudos 24a', 24b' cuando están completamente cinchados. Más preferiblemente, la configuración es tal como se muestra en la figura 24. La abertura pasante 60a" presenta una parte de diámetro constante 118. Una parte de abertura 120 cerca del extremo de salida 116 presenta un diámetro que presenta una sección decreciente desde el extremo de salida 116 hasta la parte 118, para definir de ese modo una superficie cónica truncada que limita un receptáculo para los nudos 24a', 24b' y soporta los nudos 24a', 24b' cuando están completamente cinchados. Los nudos 24a', 24b' se muestran completamente asentados en la figura 25.

Tal como se muestra en la figura 26, la abertura 60a" puede hacer que los extremos erguidos 122a, 122b en las hebras 26a', 26b', después del corte de las mismas, estén inclinados con respecto a la línea de tensión de los bucles 20a', 20b', tal como se indica mediante la flecha de dos puntas 124. Con esta relación, a medida que se cinchan los nudos 24a', 24b', tienden a pellizcar los extremos erguidos inclinados 122a, 122b, para proporcionar de ese modo mayor resistencia al deslizamiento de los nudos 24a', 24b' a lo largo de las hebras 26a', 26b' que pueden aflojar los bucles 20a', 20b'. Además, la reconfiguración de los nudos 24a', 24b' por las fuerzas de cinchamiento hace que el material de nudo y las hebras 26a', 26b se entrelacen y se sujeten más estrechamente uno contra el otro a lo largo de una longitud extendida no recta para potenciar fuerzas de sujeción por rozamiento que impiden el resbalamiento.

La configuración de sección transversal de la abertura 60a" puede adoptar, por ejemplo, formas tales como las de las aberturas 60b, 60c, 60d, tal como se muestra en las figuras 8, 10 y 12, u otra forma.

En la figura 27, el conjunto de sutura 18" se muestra con otro componente de sistema en forma de una placa 126. La placa 126 está configurada convencionalmente para fijarse para estabilizar partes separadas 128, 130 del primer hueso 12 en la cercanía de una fractura.

El componente 48a" presenta roscas opcionales 132 para engancharse dentro de una abertura roscada 134 en la placa 126. El componente 48a" se muestra con dos juegos de roscas opcionales, uno 132 para el enganche con la placa 126 y uno 135 para anclar de manera segura el componente 48" en el primer hueso 12. El componente 48a" podría realizarse sin el juego de roscas 132 si se utiliza sin una placa, tal como en la figura 26, sin embargo, puede utilizarse una construcción universal para ambas aplicaciones.

El conjunto de sutura 18" puede utilizarse de otro modo de la misma manera que las otras versiones del conjunto de sutura 18 descrito anteriormente, con el estado operativo final y ensamblado para el conjunto de sutura 18" mostrado en la figura 28.

También se contempla que los bucles 20a', 20b' podrían engancharse en el segundo hueso 14 a través de un procedimiento realizado a través del segundo hueso 14 tal como se muestra en las figuras 29 a 33.

Tal como se muestra en la figura 29, un instrumento de ensamblaje 136 con un anillo de tracción 138 puede engancharse con los bucles 20a', 20b' para permitir que se tire de ellos consecutivamente a través del paso 28 en el primer hueso 12 y el paso 92 en el segundo hueso 14 de modo que las partes de bucle 52a', 52b' se exponen más allá del segundo hueso tal como se muestra en la figura 30. Esto permite la conexión de los bucles 20a', 20b' a la estructura de anclaje 30 mencionada anteriormente que se conecta desde la ubicación adyacente al segundo hueso 14. La estructura 30 no se limita a la estructura mostrada en las figuras 30 a 33. La estructura 30 a modo de ejemplo es en forma de un par de suturas 140a, 140b que presentan longitudes coextensivas y se atan de una manera para definir nudos espaciados 142a, 142b.

- Dirigiendo un extremo 144 de la estructura 30 a través de los bucles 20a', 20b', tal como se indica mediante la flecha 146 en la figura 30, los bucles 20a', 20b' pueden moverse en el segundo sentido mencionado anteriormente, tal como se indica mediante la flecha 46, para tirar de las partes de bucle 52a', 52b' y una parte de la estructura 30 de nuevo a través del paso 92 en el segundo hueso 14. Los nudos 142a, 142b hacen tope contra el segundo hueso 14, tal como se muestra en la figura 31, para bloquear de ese modo un movimiento adicional de modo que la estructura 30 define un bucle de anclaje 148. Los bucles 20a', 20b' y 148 se extiende cada uno a través del otro y actúan conjuntamente para limitar el movimiento del primer y segundo huesos 12, 14 alejando uno del otro.
- Los nudos 24a, 24b se cinchan después tal como en formas de realización anteriores con la configuración final para el sistema mostrado en la figura 32. Debe observarse que, aunque los dibujos representan la estructura 30 en forma de dos suturas y dos nudos, se contemplan configuraciones alternativas, tal como una única sutura extendida a través de los bucles 20a', 20b' y atada en un único nudo con un tamaño mayor que el canal 92.
- Con esta forma de realización, tal como en todas las formas de realización, la utilización de unos componentes separados para bloquear el movimiento de la sutura/nudo es opcional. Tal como se muestra en la figura 33, pueden utilizarse componentes 48, 54 con cualquiera de las diversas construcciones descritas u otra construcción, para bloquear el paso de los nudos 24a', 24b' y 142a, 142b a través de sus pasos 28, 92 respectivos.
- Debe entenderse, tal como se observó anteriormente, que la estructura 30 podría variar considerablemente de la forma representada. Por ejemplo, podría proporcionarse un fiador fijo en el segundo hueso 14 para que sirva como ancla para los bucles 20a', 20b'.
- Tal como se mencionó con respecto a la forma de realización mostrada en la figura 26, puede conseguirse una sujeción de nudos potenciada provocando una acción de pellizcado entre el nudo 24a', 24b' y su hebra 26a', 26b' asociada. En las figuras 34 a 40 se muestran diferentes formas de componentes con esta característica.
- En la figura 34, un componente 48<sup>'''</sup> presenta un cuerpo 150<sup>'''</sup> con unas aberturas 152a<sup>'''</sup>, 152b<sup>'''</sup> que alojan longitudes de sutura que se extienden desde los nudos 24a', 24b'. Las aberturas 152a<sup>'''</sup>, 152b<sup>'''</sup> convergen para definir de manera cooperativa una configuración de abertura en la superficie 154<sup>'''</sup> en forma del número "8".
- El componente 48<sup>4</sup> en la figura 35 difiere del 48<sup>'''</sup> principalmente en que las aberturas 152a<sup>4</sup>, 152b<sup>4</sup> convergen a una cámara 156<sup>4</sup> que presenta una forma ovalada continua en la superficie 154<sup>4</sup>.
- En las figuras 36 y 37, el componente 48<sup>5</sup> presenta aberturas convergentes 152a<sup>5</sup>, 152b<sup>5</sup> con una cámara 156<sup>5</sup> entre las mismas y que define una abertura de salida ovalada en la superficie 154<sup>5</sup>.
- Con esta construcción, los nudos cinchados 24a', 24b' se asientan en receptáculos 158a, 158b, respectivamente. Como resultado, las partes de sutura que se extienden desde los nudos 24a', 24b' se doblan para entrar en las aberturas 152a<sup>5</sup>, 152b<sup>5</sup> y se doblan además donde salen del componente 48<sup>5</sup> a través de la cámara 156<sup>5</sup>.
- Tal como puede verse más claramente en la figura 37, la hebra 26a' a título de ejemplo, que está rodeada por el nudo 24a', presenta dos vueltas relativamente cerradas, formando de ese modo ubicaciones de pellizco PL1, PL2 que impiden el movimiento de deslizamiento relativo entre la hebra 26a' y el nudo 24a'.
- En las figuras 38 a 40, se muestra una forma adicional de componente en 48<sup>6</sup>. El componente 48<sup>6</sup> presenta un cuerpo 160 con paredes espaciadas 162, 164 entre las cuales se forma una cavidad 166.
- La pared 164 presenta una única abertura pasante 168 a través de la cual se extienden dos longitudes de la primera sutura 22a' y se extienden dos longitudes de la segunda sutura 22b'. El primer y segundo nudos 24a', 24b' se desplazan al menos parcialmente hacia la cavidad 166 después de cincharse y se bloquean mediante bordes curvos 170a, 170b cada uno definido parcialmente por las paredes 162, 164.
- En todavía una forma alternativa adicional, tal como se muestra en las figuras 41 a 44, se forma un orificio escariado 172 en la entrada del paso 28 en el primer hueso 12. Se proporciona un componente 48<sup>7</sup> en forma de un inserto que anida en el paso modificado 28. El componente 48<sup>7</sup> está configurado para producir receptáculos espaciados 176a, 176b, cada uno para alojar uno de los nudos 24a', 24b'. Las longitudes de cada una de las suturas primera y segunda 22a', 22b' se extienden desde las cámaras 176a, 176b a través de las aberturas 178a, 178b en ubicaciones diametralmente opuestas en relación con el extremo de acceso al paso, y desde ahí se redirigen axialmente a través de una abertura cilíndrica 180 que es coaxial con el paso 28.
- Con esta construcción, se consigue el rebaje de los nudos 24a, 24b mientras que al mismo tiempo se hace que las suturas se doblen en la región de los nudos 24a, 24b, lo que impide el deslizamiento de los nudos 24a, 24b a lo largo de unas longitudes de las suturas 22a', 22b' que rodean.
- Se contempla que, con cualquiera de las estructuras anteriores, pueden intercambiarse componentes. Con

cualquier combinación de los componentes anteriores, puede llevarse a cabo un método, tal como se muestra en la forma de diagrama de flujo en la figura 45, para controlar una relación entre un primer y segundo huesos.

Tal como se muestra en el bloque 184, se obtiene un sistema tal como se describió anteriormente.

Tal como se muestra en el bloque 186, con el conjunto de sutura en un estado de partida, en el que el primer y segundo nudos están preformados, se dirigen partes del primer y segundo bucles definidas por el conjunto de sutura a través de al menos un paso en el primer hueso.

Tal como se muestra en el bloque 188, el primer y segundo bucles se enganchan después con el segundo hueso.

Tal como se muestra en el bloque 190, con el primer y segundo bucles enganchados, se tira de partes de las hebras primera y segunda, mientras que se estabilizan el primer y segundo nudos, para producir de ese modo una tensión en el primer y segundo bucles seleccionados para mantener una relación deseada entre el primer y segundo huesos.

En las figuras 46 a 48, se muestra en 18<sup>'''</sup> una forma modificada adicional, y preferida, de conjunto de sutura, según la presente invención. El conjunto de sutura 18<sup>'''</sup> incluye suturas primera y segunda 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> que se forman para producir nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup>.

En esta forma de realización, la primera y segunda suturas 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> presentan unas longitudes de hebra 202a<sup>'''</sup>, 202b<sup>'''</sup> que son mantenidas juntas y están formadas de la misma manera para producir un primer y segundo nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup> de modo que el primer y segundo nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup> se combinan para producir un nudo de doble hebra en 204 con el conjunto de sutura 18<sup>'''</sup> en el estado operativo. Combinando ambas longitudes de hebra 202a<sup>'''</sup>, 202b<sup>'''</sup> en un único nudo, se evita tensión asimétrica después de apretar el sistema. Además, una mayor discrepancia en el diámetro eficaz del nudo 204 y hebras 20a<sup>'''</sup>, 20b<sup>'''</sup> compuestos permite una mayor tolerancia en variación en el tamaño del paso 28 sin preocupación del paso del nudo 204 en el paso 28.

Más específicamente, las longitudes de hebra 202a<sup>'''</sup>, 202b<sup>'''</sup> están formadas para producir cualquiera de los nudos mencionados anteriormente, medio cote, nudo de atesar, nudo de empalme ajustable, cote de guardamarina y nudo de lazo ajustable. La invención, sin embargo, no se limita a ninguna de estas configuraciones de nudos. Tal como se representa en la figura 47, las longitudes de hebra 202a<sup>'''</sup>, 202b<sup>'''</sup> se forman para producir un nudo de vuelta ajustable, tal como se describió con detalle anteriormente, con respecto a la figura 4.

Con esta construcción, cada uno de entre el primer y segundo nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup> rodea unas longitudes 206a<sup>'''</sup>, 206b<sup>'''</sup> de cada una de las suturas primera y segunda 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup>. Estas longitudes 206a<sup>'''</sup>, 206b<sup>'''</sup> se deslizan a través del nudo compuesto 204 formado por nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup> cuando la primera y segunda suturas 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> se manipulan para reducir el tamaño de bucles/subbucles restringibles 20a<sup>'''</sup>, 20b<sup>'''</sup>, respectivamente definidos por la primera y segunda suturas 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup>.

La reducción de tamaño de bucle se efectúa sustancialmente de la misma manera que con formas de realización descritas anteriormente. Es decir, con los nudos 24a<sup>'''</sup>, 24b<sup>'''</sup> estabilizados, se tira de las partes de sutura 208a<sup>'''</sup>, 208b<sup>'''</sup> de manera opuesta hacia el primer sentido mencionado anteriormente, tal como se indica mediante la flecha 42, como un caso del cual el nudo de doble hebra 204 se desplaza hacia el primer hueso 12 en el primer sentido mencionado anteriormente.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 46, las suturas primera y segunda 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> pueden actuar juntas directamente con el primer hueso 12, tal como se muestra en líneas discontinuas, o pueden actuar junto con el primer hueso a través de la estructura mostrada esquemáticamente en 210. Esta estructura 210 está pensada para abarcar todas las estructuras descritas anteriormente con las diferentes formas del conjunto de sutura 18, 18', 18'', así como la descrita con detalle a continuación en la presente memoria y otras que resultan evidentes a un experto en la materia con las enseñanzas en la presente memoria en mano. La estructura 210 puede incorporar uno o más componentes realizados, por ejemplo, a partir de al menos uno de: acero, aleación de titanio, titanio u otro metal. Alternativamente, el material de construcción puede ser PEEK u otro plástico o material compuesto.

De manera similar, los bucles 20a<sup>'''</sup>, 20b<sup>'''</sup> restringibles pueden actuar juntos directamente con el segundo hueso 14, tal como se muestra en líneas discontinuas en la figura 46, o pueden actuar junto con el segundo hueso 14 a través de la estructura mostrada esquemáticamente en 212. La estructura 212 está pensada para abarcar todas las estructuras descritas anteriormente en la presente memoria para los conjuntos de sutura 18, 18', 18'' y virtualmente un número ilimitado de otras dentro de lo que se muestra esquemáticamente en la figura 2. La estructura 212 puede incluir componentes realizados a partir de los mismos materiales que componen uno o más de los componentes de la estructura 210.

El conjunto de sutura 18<sup>'''</sup> incorpora aspectos de cada uno de los conjuntos de sutura 18, 18', mostrados respectivamente en las figuras 4 y 6. Las suturas 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> forma cada una independientemente bucles restringibles 20a<sup>'''</sup>, 20b<sup>'''</sup>, respectivamente, mientras que, al mismo tiempo, las suturas 22a<sup>'''</sup>, 22b<sup>'''</sup> se integran para

presentar características de la estructura en la figura 6. La configuración de nudo de doble hebra, debido al entrelazado y doblado más intrincados de las suturas 22a", 22b", produce más "puntos de pellizcado" y disipación de tensión en la sutura que resisten el resbalamiento y aprietan cuando se coloca tensión en los bucles restringibles 20a", 20b", tendiendo a agrandar los mismos.

5

El nudo de doble hebra 204 ocupará generalmente un volumen menor que el del volumen combinado de los nudos 24a', 24b', separados como en la figura 6. Al mismo tiempo, el nudo de doble hebra 204 produce una masa que es suficientemente grande que fácilmente se puede bloquear que se mueva a través de uno o más pasos en el primer hueso 12, a través del cual pasan hebras de las suturas primera y segunda 20a", 20b" para permitir el enganche con el segundo hueso 14 y/o la estructura 212 del mismo.

10

La construcción anterior es significativa a partir del punto de vista de que, con determinadas de las formas de realización descritas anteriormente, un único paso a través del primer hueso con una dimensión adecuada para alojar cuatro longitudes de hebra en bucles restringibles separadas sería normalmente suficientemente grande como para que cada uno de dos nudos formados de manera independiente presente una tendencia apreciable a pasar a su través. Con el nudo de doble hebra, un paso con una sección transversal circular puede aceptar fácilmente cuatro hebras de sutura sin preocupaciones sobre el paso a su través del nudo de doble hebra 204, incluso en la ausencia de utilizar cualquiera de las estructuras 210 mencionadas anteriormente.

15

Además, debido al entrelazado mencionado anteriormente de las suturas 22a", 22b" dentro del nudo de doble hebra 204, se ha encontrado que, en lugar de utilizar los tres bucles representados con un medio cote, tal como en las figuras 4 y 47, dos bucles con un medio cote con esta configuración de nudo han demostrado ser adecuados durante las pruebas.

20

El conjunto de sutura 18" se presta a ser utilizado con varias estructuras diferentes, correspondientes a las identificadas esquemáticamente en 210 en la figura 46, y mostradas en formas alternativas específicas en las figuras 49 a 55. Las estructuras son a modo de ejemplo sólo en naturaleza, y aunque son particularmente adaptables al nudo de doble hebra 204, pueden utilizarse con cualquiera de las construcciones del conjunto de sutura tal como se describió anteriormente en la presente memoria.

25

30

Tal como se muestra en la figura 47, uno de los bucles 20a", 20b", y en este caso los bucles 20a", se voltea para producir una región de cruce en CR. Los bucles/subbucles 20a", 20b" componen juntos una estructura de bucle restringible que define un bucle combinado CLA. El tirar de los extremos libres/partes de sutura 208a", 208b" en el sentido de la flecha 46, debido a la disposición volteada del bucle 20a", da como resultado el tensado de los bucles de sutura 20a", 20b" en sentidos opuestos. Como resultado, cuando se aplica tensión al bucle combinado CLA en cualquiera de dos sentidos opuestos, cada uno de los 24a", 24b" será al menos uno de: a) agarrar las longitudes de sutura 206a", 206b" alrededor de las cuales se extiende con una fuerza mayor; y b) reconfigurar las longitudes de sutura 206a", 206b" alrededor de las cuales se extiende para resistir el movimiento de deslizamiento de las longitudes de sutura 206a", 206b" en los nudos 24a", 24b".

35

40

En la figura 49, se muestra una estructura de bloqueo 210 que presenta un cuerpo 214 con un diámetro exterior escalonado. Una parte de diámetro mayor 216 se engarza y funde en una parte de diámetro menor sin engarzar 218. El cuerpo 214 presenta una superficie 220 que une un receptáculo en forma de copa 222 que es contiguo a una abertura 224 en la parte de diámetro menor 218 del cuerpo 214, abertura 224 que está dimensionada para ser ligeramente mayor que los diámetros combinados de las hebras de sutura que se extienden a su través. El nudo de doble hebra 204 o los nudos 24a', 24b' separados se asientan dentro del receptáculo en forma de copa 222.

45

El cuerpo 214 presenta una ranura 226 para alojar un destornillador convencional que puede utilizarse para girar el cuerpo 214 para enganchar de manera roscada la parte de diámetro mayor 216 con el primer hueso 12 o una placa sobre el mismo.

50

El borde superior 228 del cuerpo 214 puede hacerse avanzar hacia el primer hueso 12 para nivelarse con la superficie expuesta del mismo o, alternativamente, puede rebajarse para evitar salientes de cualquier parte de los nudos 24a', 24b', 204 que anidan en el receptáculo 222.

55

La figura 50 muestra una estructura de bloqueo 210' que está modificada con respecto a la estructura 210 principalmente por el agrandamiento de la ranura 226' correspondiente para producir un volumen mayor para alojar los nudos 24a', 24b', 204. Esta estructura está diseñada para la utilización preferiblemente con una forma específica de mecanismo de accionamiento, que es una alternativa a un destornillador convencional, tal como se describe a continuación en la presente memoria con respecto a las figuras 57 a 59.

60

En la figura 51, se muestra en 210" una forma modificada de estructura de bloqueo. La estructura de bloqueo 210" presenta un cuerpo de sección decreciente sin rosca 214" que define un receptáculo 222" con la función general de la estructura de bloqueo 210" que es la misma que la descrita para las estructuras de bloqueo 210, 210'. Debido a realizar el cuerpo 214" sin rosca, la estructura de bloqueo 210" puede colocarse en un orificio roscado circular o ranurado o directamente contra el primer hueso 12.

65

La figura 52 muestra una estructura de bloqueo 210<sup>m</sup>, que es similar a la estructura de bloqueo 210<sup>n</sup> en la figura 51, pero adicionalmente incorpora brazos de control de profundidad 230, que están formados de manera solidaria con la misma en ubicaciones diametralmente opuestas. Los brazos 230 presentan cada uno una pestaña transversal 232 que sobresale hasta más allá del diámetro del cuerpo 214<sup>m</sup>.

Con esta disposición, puede formarse un orificio en el primer hueso 12 y/o una placa sobre el mismo con un diámetro para alojar el diámetro del cuerpo 214<sup>m</sup> y una profundidad para alojar toda la extensión axial de los brazos 230. Las superficies 234 en cada pestaña 232 bloquean el movimiento de la estructura de bloqueo 214<sup>m</sup> en el orificio de alojamiento, para mantener de manera consistente de ese modo el cuerpo 214<sup>m</sup> a una profundidad deseada que alojará preferiblemente el volumen completo de los nudos 24a', 24b', 204 en un receptáculo 222<sup>m</sup>.

La figura 53 representa una estructura de bloqueo 210<sup>4'</sup> que presenta similitudes con las estructuras de bloqueo 210, 210'. La estructura de bloqueo 210<sup>4'</sup> presenta un cuerpo 214<sup>4'</sup> que está configurado para dirigirse de manera roscada hacia un orificio a través del primer hueso 12 y/o una placa sobre el mismo en una posición nivelada o rebajada. El receptáculo 222<sup>4'</sup> es alargado para alojar una herramienta de instalación tal como un destornillador. Los nudos 24a', 24b', 204 normalmente no se extenderán completamente en el receptáculo 224'. En su lugar, los nudos 24a', 24b', 204 se encontrarán en el borde superior 228<sup>4'</sup> del cuerpo 214<sup>4'</sup>.

En las figuras 54 y 55, se muestra una estructura de bloqueo en 210<sup>5'</sup> que incorpora un cuerpo 214<sup>5'</sup>, generalmente el mismo que el cuerpo 214<sup>4'</sup>. Un conjunto de control de profundidad 236 se une de manera independiente al cuerpo 214<sup>5'</sup> para producir una configuración generalmente tal como se muestra en la figura 52, en la que la profundidad de la colocación del cuerpo 214<sup>5'</sup> puede controlarse de manera consistente. El conjunto de control de profundidad 236 define un asiento 237 para el cuerpo 214<sup>5'</sup>.

Con las formas de realización mostradas en las figuras 49, 51, y 53 a 55, los receptáculos 222, 222<sup>m</sup>, 222<sup>4'</sup>, y 222<sup>5'</sup> pueden ser dimensionados de modo que los nudos 24a', 24b', 204 no se extienden completamente en los mismos. Por tanto, la profundidad de los cuerpos 214, 214<sup>m</sup>, 214<sup>4'</sup>, 214<sup>5'</sup> dentro de sus huesos respectivos puede controlarse de modo que los cuerpos 214, 214<sup>m</sup>, 214<sup>4'</sup>, 214<sup>5'</sup> se rebajan al menos hasta un grado que alojará los nudos 24a', 24b', 204 de modo que los nudos 24a', 24b', 204 no sobresalen hacia fuera desde la superficie expuesta del primer hueso 12 y/o la placa sobre el mismo.

Estas estructuras 210 que incluyen un componente, tal como el cuerpo 214, que definen un receptáculo para aceptar partes significativas de los nudos 24a', 24b', 204 están configuradas, en una forma preferida, para aceptar la mayor parte del volumen del nudo, y en una forma, la totalidad del volumen del/de los nudo(s). El cuerpo 214' en la figura 50 está configurado de esta manera.

Aunque en la figura 49 se muestra una ranura 226 para alojar un destornillador de tipo convencional, la invención contempla otros tipos de ajustes 238, tal como se muestra esquemáticamente en la estructura 210 en la figura 56, que puede actuar junto con un componente de accionamiento 240 en una herramienta de giro 242. Lo que se muestra esquemáticamente en la figura 56 está pensada para englobar cualquier estructura que hace una conexión de chaveta entre la herramienta 242 y la estructura 210 para permitir el giro requerido del componente en la estructura 210 a través de manipulación de la herramienta 242.

En una forma a modo de ejemplo, tal como se muestra en las figuras 57 a 60, la herramienta de giro 242 presenta un componente de accionamiento 240 configurado para interactuar con el componente de bloqueo 210' tal como se muestra en la figura 50. El componente de accionamiento 240 presenta una forma complementaria a la ranura 226', para hacer una conexión de chaveta con la misma, y se fija a un manguito 244 alargado con un eje a lo largo 246. En el extremo axial del manguito 244, lejos del componente de accionamiento 240, se proporciona un cabezal agrandado 248 y puede agarrarse para facilitar la manipulación/giro del manguito 244 y componente de accionamiento 240 asociado alrededor del eje 246 para permitir la implantación roscada del cuerpo 214' en la estructura de bloqueo 210'.

La herramienta de giro 242 presenta una ranura 249 sobre su longitud axial que es suficientemente ancha como para permitir el paso a su través del hilo de sutura en el conjunto de sutura 18' mediante lo cual el componente de accionamiento 240 puede manipularse para separarse del conjunto de sutura 18'.

Se utiliza un conjunto de empuje de nudos en 250, tal como se observa en la figura 58, para estabilizar los nudos 24a', 24b' en el conjunto de sutura 18' a modo de ejemplo, ya que puede utilizarse para estabilizar cualquiera de los nudos de sutura mostrados y contemplados, a medida que se tira de las partes de sutura 44a', 44b' para cinchar los nudos 24a', 24b'.

El conjunto de empuje de nudos 250 presenta un manguito 252 con una abertura pasante 254 y un borde de empuje orientado axialmente 256 alrededor de la abertura pasante 254 para enganchar los nudos 24a', 24b'. Dirigiendo las partes de sutura 44a', 44b' hacia la abertura 256 y haciendo avanzar el conjunto de empuje de nudos 250 a lo largo del conjunto de sutura 18' en el sentido de la flecha 42 en la figura 58, el borde de empuje 256 puede

engancharse con los nudos 24a', 24b'.

El manguito 252 presenta un cabezal agrandado 264 que puede agarrarse para sujetar eficazmente el manguito 252 para soportar los nudos 24a', 24b'.

5

En una aplicación particular, tal como se observa en las figuras 59 y 60, se forma un orificio 266 en el primer hueso 12 hasta una profundidad BD. La profundidad de orificio BD es sustancialmente mayor que la profundidad SD correspondiente de la estructura de bloqueo 210'. La estructura de bloqueo 210' se implanta utilizando la herramienta de giro 242 con el componente de accionamiento 240 enchavetado en la ranura 226', tal como se muestra en la figura 57. Girando después el manguito 244 alrededor del eje 246 a través del cabezal 248, la estructura de bloqueo 210' se hace avanzar de manera roscada dentro del orificio 266 en el que sale por el fondo tal como se muestra en la figura 59.

10

Después, el conjunto de empuje de nudos 250, a través del borde de empuje 256, engancha y estabiliza los nudos 24a', 24b' a medida que se tira de las partes de hebra 44a', 44b' alejándolas del primer hueso y las hebras se deslizan a través de los nudos 24a', 24b' a medida que los bucles se restringen progresivamente tal como se muestra en las figuras 59 y 60. El conjunto de empuje de nudos 250 se mueve con los nudos 24a', 24b' enganchados, desplazándose hacia el primer hueso 12 a medida que la restricción de bucle progresa hasta que los nudos 24a', 24b' hacen tope contra la estructura de bloqueo 210' y se asientan en el receptáculo 222'. El tirar de las hebras 44a', 44b' se controla para seleccionar el tamaño de, y la tensión sobre, los bucles restringibles 20a', 20b' que mantiene la relación deseada entre el primer hueso 12 y el segundo hueso 14.

15

20

La estructura de bloqueo 210, tal como se observó anteriormente, puede realizarse para hacer tope contra los nudos 24a, 24b, 204 o para aceptar en el receptáculo 222, 222', 222'', 222''', 222<sup>4</sup>, 222<sup>5</sup> definido de ese modo, algo o todo el volumen de los nudos 24a', 24b', 204. El sistema se diseña generalmente de modo que los nudos 24a', 24b', 204 no sobresalen como para potencialmente provocar irritación en el tejido. La ubicación nivelada o rebajada de la estructura de bloqueo 210 puede seleccionarse para conseguir este fin.

25

En una configuración de sistema alternativa, mostrada en las figuras 61 y 62, se muestra una estructura de bloqueo 210<sup>6</sup> con una configuración similar a la mostrada en 210<sup>5</sup> en la figura 52. La estructura de bloqueo 210<sup>6</sup> presenta un cuerpo 214<sup>6</sup> que define un receptáculo 222<sup>6</sup> que aloja los nudos 24a', 24b' debajo de una placa 270 que realiza la función de las pestañas 232 en la forma de realización mostrada en la figura 52. Es decir, tal como se observa en la figura 62, con el primer hueso 12 perforado para producir un orificio 272 que es complementario a la forma exterior del cuerpo 214<sup>6</sup>, la placa 270 hará tope contra una superficie expuesta 273 del primer hueso 12 alrededor del orificio 272, para mantener de manera consistente una profundidad de penetración del cuerpo 214<sup>6</sup>. Mientras que las pestañas 232 son elementos separados espaciados entre sí, la placa 270 presenta una forma continua que descansa completamente sobre el diámetro del orificio 272. Las aberturas 274, 276 a través de la placa 270 alojan las suturas 26a', 26b' y específicamente partes de las mismas de las que se tiran desde el primer hueso 12 a medida que los nudos estabilizados 24a', 24b' se desplazan en el primer sentido, indicado mediante la flecha 42, a medida que el tamaño de bucles asociados se reduce.

30

35

40

En todavía una forma alternativa adicional de la configuración de sistema, tal como se muestra en la figura 63, se utiliza una estructura de bloqueo 210<sup>7</sup> que presenta un cuerpo 214<sup>7</sup>, similar al cuerpo 214' tal como se muestra en las figuras 57 y 58. El cuerpo 214<sup>7</sup> define un receptáculo 222<sup>7</sup> que aloja todo el volumen de los nudos 24a', 24b'.

45

El receptáculo 222<sup>7</sup> presenta suficiente profundidad para recibir adicionalmente una parte del extremo libre de ataque 280 de una herramienta 282 que realiza dos funciones separadas, estabilizar los nudos 24a', 24b' en el conjunto de sutura 18' a medida que se tira de las partes de hebra 44a', 44b' en el segundo sentido indicado mediante la flecha 46, y girar el cuerpo 214<sup>7</sup> para enganchar roscas 284 sobre el mismo con el primer hueso 12.

50

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 64, la herramienta 282 y el alojamiento 214<sup>7</sup> pueden presentar respectivamente componentes de ajuste/enchavetado 286, 288 que actúan conjuntamente para hacer que el alojamiento 214<sup>7</sup> siga el movimiento de la herramienta 282 a medida que se gira alrededor de su eje a lo largo 290. Se proporciona una parte de agarre agrandada 292 para facilitar el giro de la herramienta 282.

55

Los componentes de enchavetado 286, 288 pueden tomar virtualmente un número ilimitado de diferentes formas. Sólo como un ejemplo, pueden ser formas poligonales macho y hembra que actúan conjuntamente. Podría utilizarse una forma hexagonal o una configuración de destornillador torx.

60

El extremo libre 280 presenta un borde de ataque 294 que realiza la función de empuje de nudos. La herramienta 282 presenta un manguito con una abertura pasante a lo largo 295 para alojar las suturas 22a', 22b' que se extienden a través del borde de ataque 294. El extremo libre 280 está configurado de modo que a medida que se hace avanzar axialmente el componente de enchavetado 286 en el receptáculo 222<sup>7</sup> para enganchar el componente de enchavetado 288, el borde 294 estabiliza los nudos 24a', 24b' dentro de los receptáculos 222'.

65

Un mango agarrable 296 se conecta a las partes de hebra 44a', 44b' para facilitar tirar del mismo en el sentido de

la flecha 46 a través del paso 295 con los nudos 24a', 24b' estabilizados a través de la herramienta 282.

Una vez que el cuerpo 214<sup>7</sup> se enrosca en su lugar y las partes de hebra 44a', 44b' se tiran hasta cinchar los nudos 24a', 24b', la herramienta 282 puede retraerse axialmente, exponiendo las partes de hebra 44a', 44b' adyacentes al primer hueso 12, tras lo cual pueden cortarse potencialmente a nivel para completar el procedimiento.

Con este sistema, el cirujano puede obtener todos los componentes sustancialmente previamente ensamblados tal como se muestra en la figura 63. Los nudos 24a', 24b' se cargan previamente en el receptáculo 222<sup>7</sup> y el extremo libre 280 de la herramienta 282 se enchaveta dentro el receptáculo 222<sup>7</sup>

Por tanto, el cirujano puede empujar el alojamiento 214<sup>7</sup> en el orificio de alojamiento en el primer hueso 12, hacer avanzar de manera roscada el cuerpo 214<sup>7</sup> hasta su posición completamente asentada, separar la herramienta 282, y cortar las hebras 44a', 44b'.

Un procedimiento a título de ejemplo, que utiliza el conjunto de sutura 18' y la herramienta 282 se muestra en las figuras 65 a 74, en el que el primer hueso 12 es un hueso escafoides y el segundo hueso 14 es un hueso semilunar.

Tal como se muestra en la figura 65, se emplea una guía 297 de tipo convencional para producir unos orificios alineados 298, 300, respectivamente a través del hueso escafoides 12 y en el hueso semilunar 14. Un componente de perforación 302 en la guía 297 puede guiarse alternativamente a través de un manguito de tipo convencional (no mostrado).

Tal como se muestra en la figura 66, con la guía de perforación 297 y el componente de perforación 302 separados, se utiliza un componente de perforación 304 independiente para producir una región avellanada en 306 en la ubicación de entrada del orificio 298.

En las figuras 72 a 74, se muestran unas formas alternativas de componentes 54<sup>8</sup>, 54<sup>9</sup>, 54<sup>10</sup>, que pueden anclarse de forma sucesiva en el hueso semilunar 14.

El componente 54<sup>8</sup> a título de ejemplo presenta un vástago 308 con roscas 310 sobre el mismo. El vástago 308 presenta un extremo de salida en 312 con un ojal 314 que produce un bucle a través del cual se extienden los bucles de sutura 20a', 20b'.

En esta forma de realización, el extremo de vástago 312 presenta una forma generalmente rectangular para engancharse mediante un destornillador 316 (figura 67) que presenta un extremo ranurado 318 que es complementario al extremo de vástago de salida 312. Realizando una conexión de chaveta entre el extremo de destornillador 318 y el extremo de vástago 312, puede agarrarse el destornillador 316, envolviendo una mano alrededor de un agrandamiento 320, y hacerlo girar alrededor de su eje a lo largo 322 para dirigir el componente 54<sup>8</sup> inicialmente hacia y después a través del orificio 298 en el escafoides 12 y dentro del orificio 300 en el semilunar 14, tal como se observa en la figura 68.

Tal como se muestra en la figura 69, el destornillador 316 se separa del conjunto de sutura 18' para permitir que se utilice una forma de la herramienta 282<sup>8</sup> y mango agarrable 296<sup>8</sup>, previamente ensamblado al conjunto de sutura 18' y una estructura de bloqueo 210<sup>8</sup> para completar el procedimiento.

Tal como se muestra en las figuras 69 y 70, la herramienta 282<sup>8</sup> y la estructura de bloqueo 210<sup>8</sup> se hacen avanzar en el sentido de la flecha 42 hacia el hueso escafoides 12 y se enrosca en el orificio 298 en la parte avellanada 306 para residir por debajo de la superficie expuesta 324 del hueso escafoides 12, tal como se muestra en la figura 70.

El extremo de ataque 280<sup>8</sup> en la herramienta 282<sup>8</sup> presenta una sección ligeramente decreciente para presentar un diámetro ligeramente menor que el de la estructura de bloqueo 210<sup>8</sup>, tras lo cual puede hacerse avanzar la estructura de bloqueo 210<sup>8</sup> en la parte avellanada del orificio 298 sin estar suspendida.

Con los nudos 24a', 24b' cinchados, la herramienta 282<sup>8</sup> puede retraerse para exponer las partes de hebra 44a', 44b', que pueden cortarse a nivel para completar el procedimiento, tal como se muestra en la figura 71.

En la configuración alternativa para el componente 54<sup>9</sup> en la figura 73, el vástago roscado 308<sup>9</sup> presenta un ojal 314<sup>9</sup> en un extremo de ataque 326.

Unas hendiduras 328 diametralmente opuestas (se muestra una) se extienden entre el ojal 314<sup>9</sup> y un extremo de salida 312<sup>9</sup> para alojar los bucles 20a', 20b' de modo que no sobresalen radialmente hacia fuera de modo que podrían dañarse a medida que el ancla 54<sup>9</sup> se implanta de manera roscada.

El extremo de salida 312<sup>9</sup> se conforma para alojar el destornillador 316 mencionado anteriormente, o un destornillador con otra construcción complementaria. El componente 54<sup>9</sup> se utiliza de otro modo de la misma manera que el componente 54a'.

El componente de anclaje 54<sup>10'</sup> en la figura 74 presenta un vástago 308<sup>10'</sup> con una construcción hueca y una barra de anclaje de extremo de ataque 230 alrededor de la cual se envuelven los bucles 20a', 20b'.

5 El extremo de salida 312<sup>10'</sup> está configurado para actuar junto con el destornillador 316 u otra configuración de destornillador de funcionamiento similar.

10 Aunque no se muestran los detalles del destornillador 316 en las figuras, se contempla que puede utilizarse una construcción ranurada tal como se muestra para la herramienta de giro 242 en la figura 57, lo que permite que el destornillador 316 se cambie de un estado completamente separado inicialmente a una posición operativa mientras que abandona el conjunto de sutura 18', estando la herramienta 282<sup>8'</sup>, el mango agarrable 296<sup>8'</sup>, y la estructura de bloqueo 210<sup>8'</sup> previamente ensamblada y los nudos 24a', 24b' previamente formados.

15 Por consiguiente, con los componentes previamente ensamblados, un cirujano potencialmente puede utilizar de manera rápida, sencilla y eficaz el sistema inventivo 16 para reducir y/o mantener la separación entre la masa/cuerpo/hueso 12 y la masa/cuerpo/hueso 14. Ensamblando previamente los componentes, el cirujano no tiene que atar ningún nudo. Al mismo tiempo, tal como se observa en la figura 71, los nudos 24a', 24b' pueden enterrarse al menos parcialmente dentro de un hueso o implante.

20 De manera significativa, los nudos 24a', 24b' se cinchan tirando de las partes de hebra 44a', 44b' en un sentido sustancialmente paralela a la línea de fuerza entre la masa/cuerpo/hueso 12 y la masa/cuerpo/hueso 14 generada a través del sistema inventivo 16. Esto elimina la necesidad de tener que tirar de manera convencional de hebras generalmente de manera ortogonal a esta línea de fuerza, que es rara e impide la formación eficaz de nudos en cualquier parte rebajada de un implante o hueso.

25 Otra forma general del sistema 16, dentro de lo que se muestra de manera genérica en las figuras 2 y 3, presenta un conjunto de sutura 18 con al menos una primera sutura configurada para definir, o bien sola o bien junto con el primer cuerpo/hueso 12, una estructura de bucle restringible con el conjunto de sutura 18 en un estado operativo. La estructura de bucle restringible presenta al menos un primer y segundo subbucles restringibles 20 que, de manera conjunta, o bien solos o bien junto con el primer cuerpo/hueso 12, definen un bucle combinado que puede reducirse en tamaño para producir de ese modo una fuerza sobre el primer y segundo cuerpos que empuja el primer y segundo cuerpos uno hacia y/o contra el otro.

30 Tal como en las diversas formas de realización descritas anteriormente, el primer y segundo subbucles 20 restringibles respectivamente compuestos por una primera y segunda longitudes de bucle.

La primera longitud de bucle presenta una primera parte deslizante, presentando la segunda longitud de bucle una segunda parte deslizante.

40 El conjunto de sutura está configurado para definir al menos un primer nudo que se extiende alrededor de las partes deslizantes primera y segunda tras lo cual el movimiento de las partes deslizantes primera y segunda cada una dentro de al menos un nudo en un sentido de deslizamiento de apriete, hace que el tamaño del subbucle respectivo se reduzca.

45 El conjunto de sutura 18 está configurado además de modo que el tensionado del bucle combinado, provocado por empujar el primer y segundo cuerpos/huesos 12, 14 alejando uno del otro con el conjunto de sutura 18 en la posición operativa, hace que el al menos un nudo agarre cada una de las partes deslizantes primera y segunda con una fuerza mayor que se opone al agrandamiento de los subbucles y por tanto el bucle combinado resistiendo el movimiento de las partes deslizantes primera y segunda dentro del al menos un nudo en sentidos opuestos al sentido de deslizamiento de apriete.

Potencialmente, podría utilizarse un único nudo 24 con esta construcción básica. Cada una de las longitudes de bucle primera y segunda define al menos una parte del al menos primer nudo.

55 Con las estructuras y métodos descritos anteriormente, es posible utilizar eficazmente el tiempo de operación y crear de manera consistente y fiable nudos seguros con volúmenes controlados que pueden rebajarse completamente debajo de una superficie ósea.

60 Formando previamente por lo menos parcialmente nudos, se reduce la probabilidad de una formación de nudos inadecuada.

Además, formando previamente nudos que pueden desplazarse hacia un receptáculo rebajado a medida que se cinchan, se evitan otros problemas. La manipulación lateral de hebras requerida para iniciar la formación convencional de nudos no puede producirse cuando el nudo se construye desde dentro y en la base de un rebaje o receptáculo. Como resultado, los nudos deben cincharse completamente en el exterior de sus receptáculos asociados. Después, los bucles definidos por las suturas se agrandan de manera eficaz a medida que el cirujano

libera los nudos formados y permite trasladarlos a receptáculos subyacentes. Mientras que un nudo convencional no puede desplazarse a un rebaje a la vez que se mantiene una tensión de sutura estabilizada, el nudo inventivo, incluso con un gran volumen, puede desplazarse eficazmente hacia un receptáculo para limitar o eliminar el saliente sin comprometer la integridad del nudo o reducir una tensión que se selecciona tras el cinchado.

5

Mientras que algunos sistemas existentes, incluyendo aquellos con una construcción "sin nudos", implican múltiples componentes, requieren etapas de cinchado complicadas, y pueden presentar dificultades para un cirujano a la hora de establecerse de manera fiable un estado deseado con una tensión deseada, la presente invención permite una operación de sistema eficaz, simple y consistente para producir de manera fiable una fuerza que puede mantenerse entre cuerpos que el cirujano puede seleccionar y detectar fácilmente.

10

Para facilitar la formación de nudos, pueden unirse estratégicamente partes de las suturas para moverse como una. Por ejemplo, el conjunto de sutura 18" en la figura 47 podría modificarse tal como se muestra en la figura 75. Más específicamente, los extremos libres de suturas SEA, SEB en la figura 47 podrían unirse a lo largo de una longitud discreta para producir un extremo libre de suturas combinado CSE tal como se muestra en la figura 75. Esto facilita la manipulación del material de sutura durante la formación de nudos.

15

La unión de longitudes de sutura puede tener lugar en diferentes ubicaciones en las que longitudes de sutura pueden permanecer juntas durante la formación y cinchado de nudos. Esta unión puede efectuarse mediante cualesquiera medios, tales como trenzado, cosido, envoltura alrededor de las longitudes, envoltura de las longitudes unas alrededor de otras, etc. Aunque no es necesario, la unión también puede hacer que las longitudes de sutura unidas asuman un volumen eficazmente reducido.

20

Por motivos de simplicidad, en la descripción y reivindicaciones en la presente memoria, se considerarán aun así que longitudes unidas/conectadas discretas están compuestas por partes separadas. Por ejemplo, el se considera que nudo resultante K en la figura 75 es un nudo de doble hebra aunque las partes de hebra separadas SP1, SP2 se fusionen para dar una forma compuesta en la que las partes de hebra SP1, SP2 pueden no ser distinguibles.

25

Tal como se observó anteriormente, las longitudes de hebra discretas pueden combinarse en otro lugar con diferentes formas de realización en la presente memoria para facilitar la formación de nudos, el cinchado de nudos y la manipulación global de parte o todo el conjunto de sutura particular.

30

La divulgación anterior de formas de realización específicas está pensada para que sea ilustrativa de los conceptos amplios comprendidos por la invención.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona, comprendiendo el sistema:

5 un conjunto de sutura (18') que comprende por lo menos una primera sutura (22a') configurada para definir una estructura de bucle restringible con el conjunto de sutura (18') en un estado operativo,

10 comprendiendo la estructura de bucle restringible por lo menos un primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles que definen de manera cooperativa un primer bucle (20a') que puede ser reducido de tamaño para producir de este modo una fuerza sobre el primer y segundo cuerpos (12, 14) que impulsa el primer y segundo cuerpos (12, 14) el uno hacia el otro,

15 estando el primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles respectivamente constituidos por una primera y segunda longitudes de bucle (CLA, CLB),

presentando la primera longitud de bucle (CLA) una primera parte deslizante, presentando la segunda longitud de bucle (CLB) una segunda parte deslizante,

20 estando el conjunto de sutura (18') configurado para definir por lo menos un nudo que se extiende alrededor de la primera y segunda partes deslizantes,

25 estando el conjunto de sutura (18') configurado de manera que la primera y segunda partes deslizantes, después de haber sido movidas cada una dentro de dicho por lo menos un nudo en un sentido de deslizamiento de apriete, hacen que se reduzca un tamaño de un respectivo subbucle (20a', 20b'),

30 estando el conjunto de sutura (18') configurado asimismo de manera que el tensado del bucle, tal como se produce al impulsar el primer y segundo cuerpos (12, 14) alejando el uno del otro con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo, hace que la primera y segunda longitudes (CLA, CLB) circunferenciales separadas del primer bucle se alejen de dicho por lo menos un nudo,

35 estando el conjunto de sutura (18') configurado de manera que alejar cada una de entre la primera y segunda longitudes circunferenciales (CLA, CLB) del primer bucle de dicho por lo menos un nudo hace que dicho por lo menos un nudo agarre por lo menos una de entre la primera y segunda partes deslizantes con una fuerza mayor que se opone al agrandamiento de por lo menos uno de los subbucles (20a', 20b') y por tanto, un tamaño eficaz del primer bucle mediante la resistencia del movimiento de por lo menos una de entre la primera y segunda partes deslizantes dentro de dicho por lo menos un nudo en un sentido opuesto al sentido de deslizamiento de apriete,

40 caracterizado por que

dicho por lo menos primer nudo (24a') comprende un primer y segundo nudos (24a', 24b') y la primera longitud de bucle (CLA) define uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') y la segunda longitud de bucle (CLB) define el otro de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b').

45 2. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que cada una de entre la primera y segunda longitudes de bucle (CLA, CLB) define por lo menos parte de dicho por lo menos primer nudo.

50 3. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sutura (18') comprende una primera y segunda hebras (26a', 26b') que, con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo, se alejan del primer cuerpo (12) para reducir los tamaños del primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles, moviéndose las longitudes de dicha por lo menos una primera sutura en el primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles en sentidos opuestos a lo largo de una longitud del primer bucle (20a') a medida que la primera y segunda hebras (26a', 26b') se alejan del primer cuerpo (12).

60 4. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles están compuestos por una primera y segunda suturas (22a', 22b') separadas.

65 5. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sutura (18') comprende una primera y segunda suturas (22a', 22b') y, con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo, la primera sutura (22a') está formada con una configuración que es la misma que una configuración de la segunda sutura (22b').

- 5 6. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sutura comprende una primera y segunda suturas (22a', 22b') y la primera y segunda suturas (22a', 22b') presentan una primera y segunda longitudes de hebra (CLA, CLB) que son mantenidas juntas y formadas de la misma manera para producir el primer y segundo nudos (24a', 24b') de manera que el primer y segundo nudos (24a', 24b') se combinen para producir un nudo de doble hebra con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo.
- 10 7. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que cada uno de entre el primer y segundo nudos es uno de entre: a) un medio cote; b) un nudo de atesar; c) un nudo de empalme ajustable; d) un cote de guardamarina; y e) un nudo de lazo ajustable.
- 15 8. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el conjunto de sutura (18') comprende por lo menos un componente (48a') que reside entre cada uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') y el primer cuerpo (12) con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo, estando dicho por lo menos un componente (48a') configurado para bloquear el avance del primer y segundo nudos (24a', 24b') a través de dicho por lo menos un componente (48a').
- 20 9. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo el primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles se extienden uno a través del otro.
- 25 10. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que el primer y segundo cuerpos (12, 14) son un primer y segundo huesos.
- 30 11. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 3, en el que el sistema está previsto en combinación con un bajanudos (98) que está configurado para enganchar y estabilizar por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') a medida que la primera y segunda hebras (26a', 26b') se alejan del primer cuerpo (12) para reducir de este modo los tamaños del primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles.
- 35 12. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 10, en el que el conjunto de sutura (18') comprende por lo menos un componente (48a') configurado para hacer tope con el primer hueso (12), definiendo dicho por lo menos un componente (48a') una superficie que hace tope con cada uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') con el conjunto de sutura (18) en el estado operativo para bloquear de este modo el avance del primer y segundo nudos (24a', 24b') a través de dicho por lo menos un componente (48a').
- 40 13. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 12, en el que dicho por lo menos un componente (48a') define un receptáculo (66) configurado para recibir por lo menos una parte de por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b').
- 45 14. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 10, en el que el sistema comprende asimismo una placa (126) configurada para ser fijada al primer hueso (12) para estabilizar unas partes del primer hueso (12) cerca de una fractura y el conjunto de sutura (18') comprende asimismo un componente que está configurado para ser fijado a la placa y definir una superficie que hace tope contra por lo menos uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo para bloquear de este modo el avance del primer y segundo nudos (24a', 24b') a través del primer hueso (12).
- 50 15. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 14, en el que el componente (126) está configurado para ser anclado dentro del primer hueso (12) con el conjunto de sutura (18') en el estado operativo.
- 55 16. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 10 en combinación con un conjunto de introducción (78) que está configurado para hacer avanzar el primer y segundo subbucles (20a', 20b') restringibles a través de por lo menos uno de entre el primer y segundo huesos (12, 14).
- 60 17. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 12, en el que dicho por lo menos un componente (48a') define un receptáculo (66) para recibir la mayor parte de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b').
- 65 18. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 12, en el que dicho por lo menos un componente (48a') está roscado para engancharse con uno de entre: a) el primer hueso (12); y b) una placa (126) conectada al primer hueso (12).

19. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 18, en el que dicho por lo menos un componente (48a') presenta un elemento de conexión (238) para alojar una herramienta de giro (242).
- 5 20. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 19 en combinación con una herramienta de giro (242) con un componente de accionamiento (240) configurado para realizar una conexión de chaveta con el elemento de conexión (238) en dicho por lo menos un componente (48a').
- 10 21. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 20, en el que la herramienta de giro (242) comprende asimismo un manguito (244) alargado con un eje longitudinal (246).
- 15 22. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 1, en el que la tensión aplicada a la primera y segunda longitudes circunferenciales (CLA, CLB) en un sentido lejos de cada uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') hace que cada uno de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b') reconfigure una respectiva longitud de dicha por lo menos una primera sutura (22a') que se extiende alrededor para adoptar una forma no lineal a través del nudo dando como resultado una resistencia aumentada al deslizamiento.
- 20 23. Sistema para controlar una relación entre un primer y segundo cuerpos (12, 14) en una persona según la reivindicación 12, en el que dicho por lo menos un componente (48a') define un receptáculo para recibir sustancialmente la totalidad de entre el primer y segundo nudos (24a', 24b').

Fig. 1

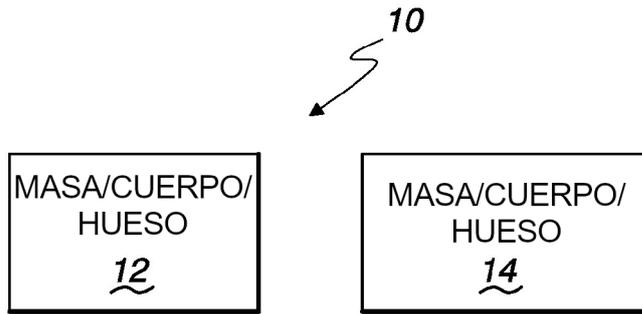


Fig. 2

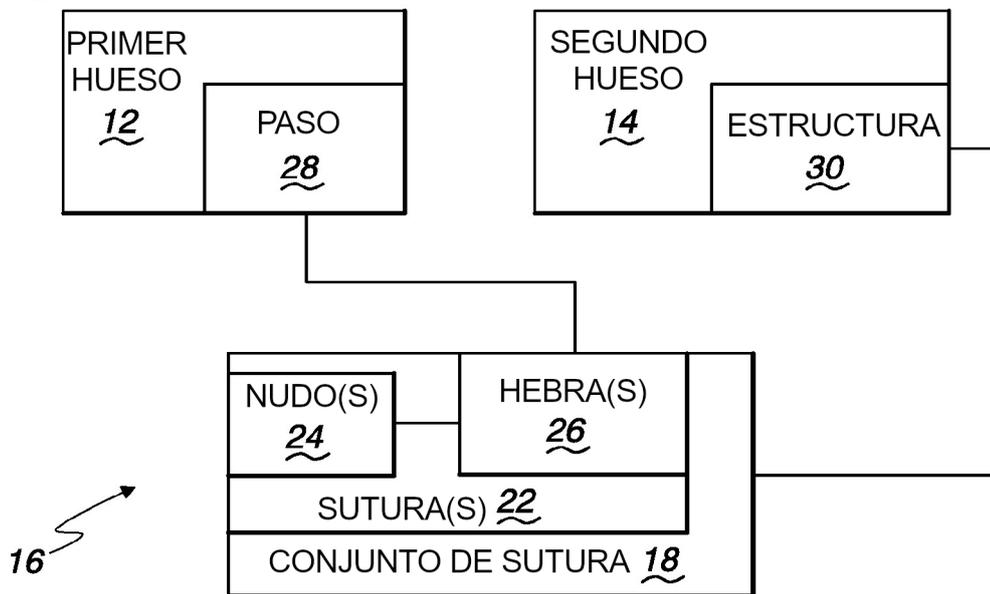
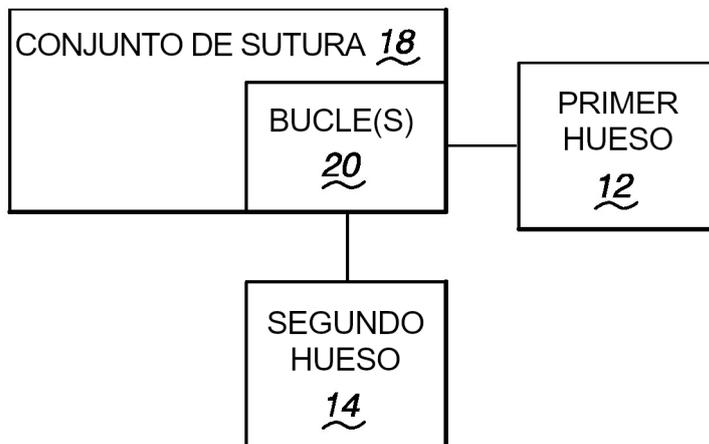


Fig. 3



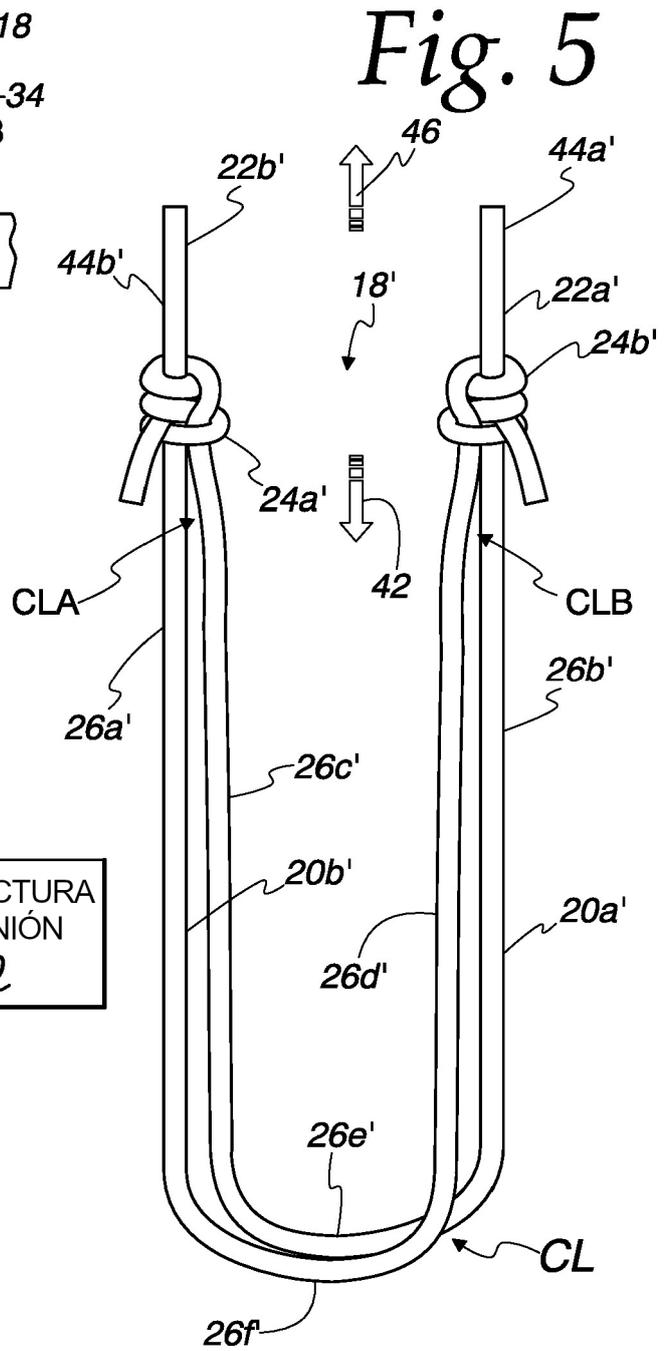
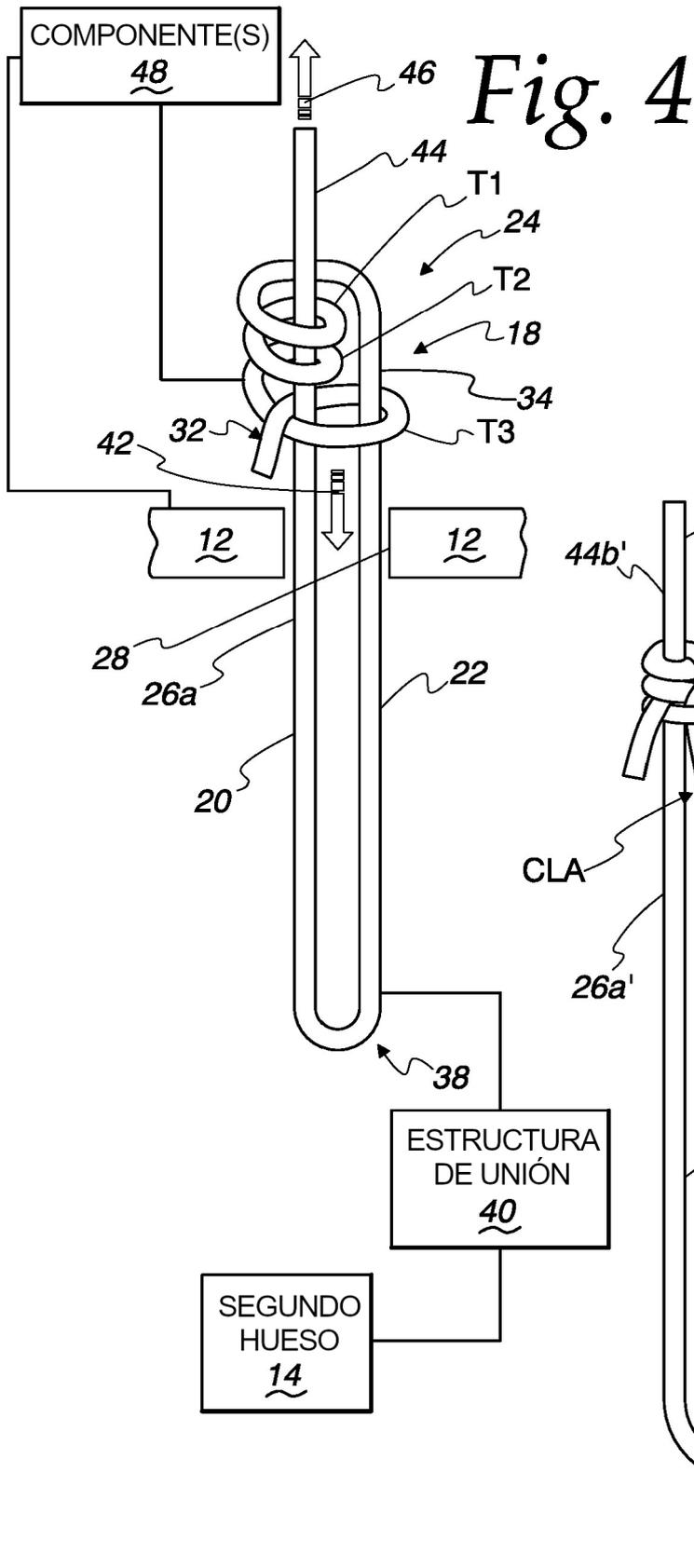


Fig. 6

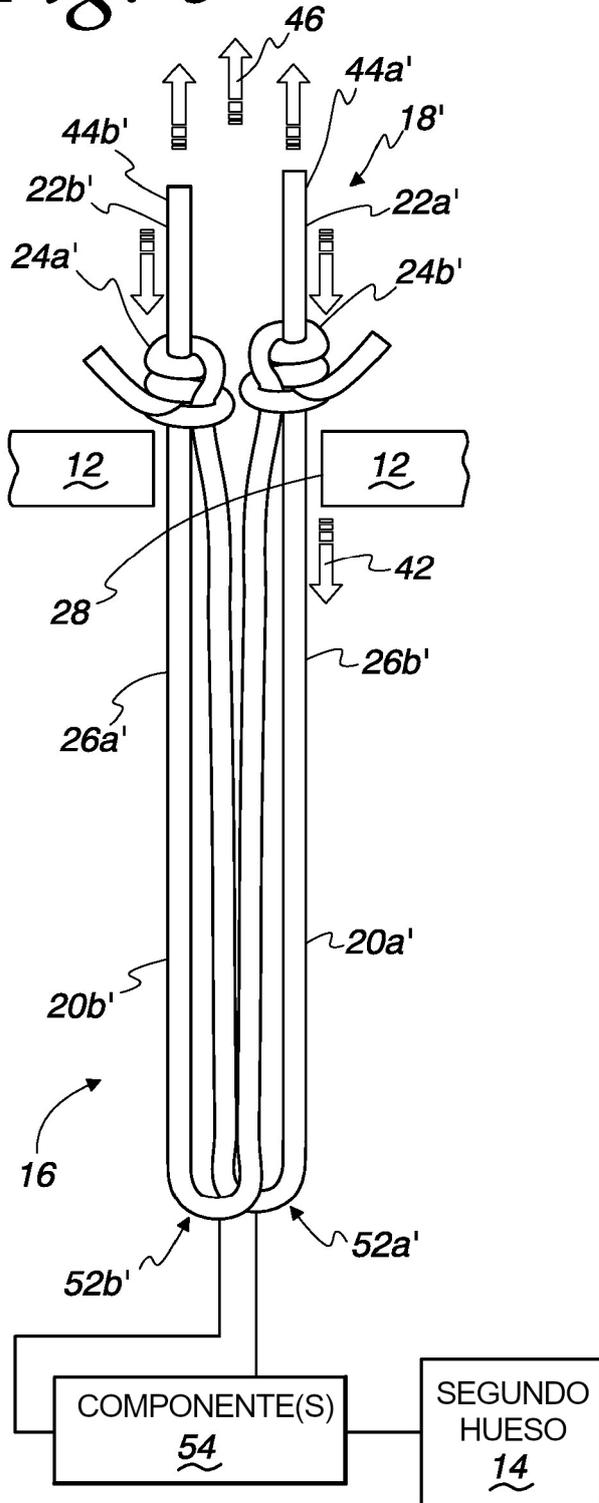


Fig. 7

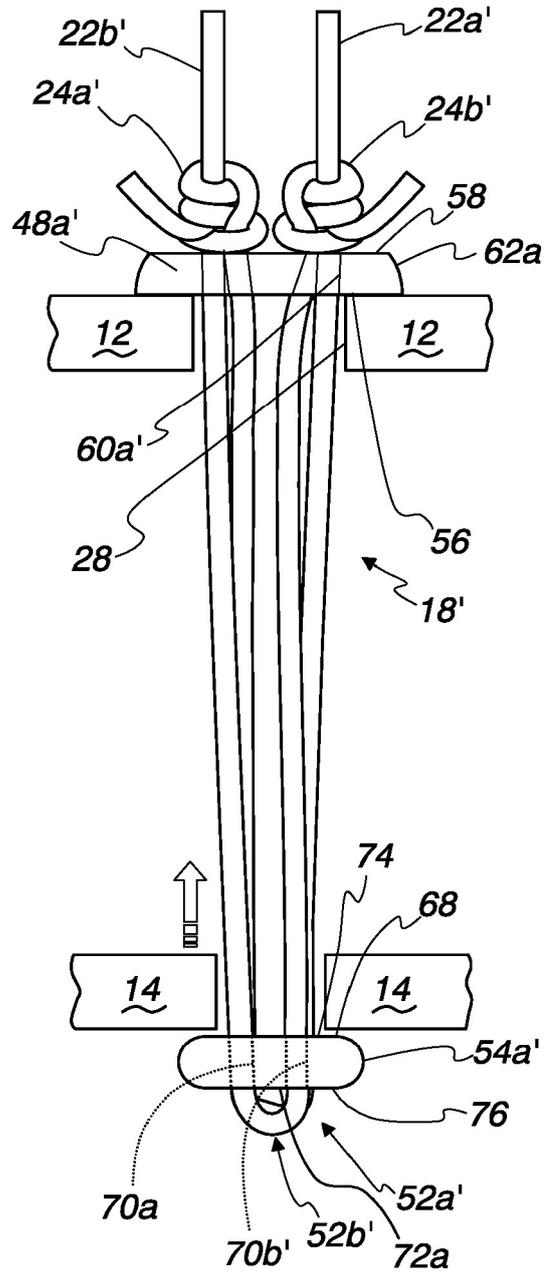


Fig. 8

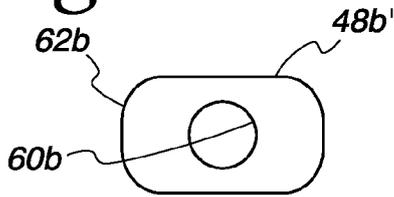


Fig. 9

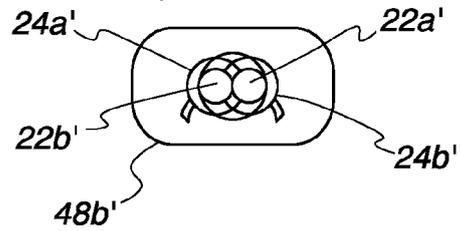


Fig. 10

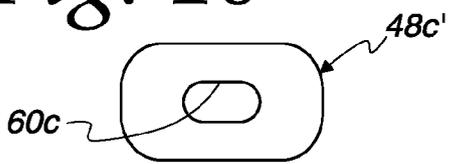


Fig. 11

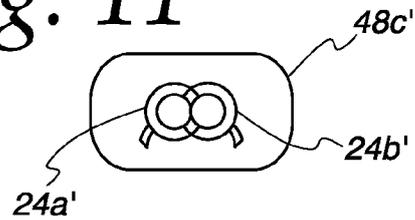


Fig. 12

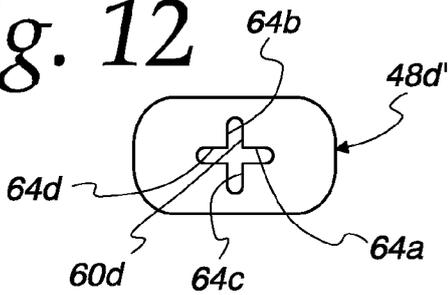


Fig. 13

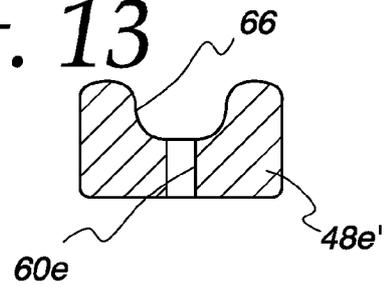


Fig. 14

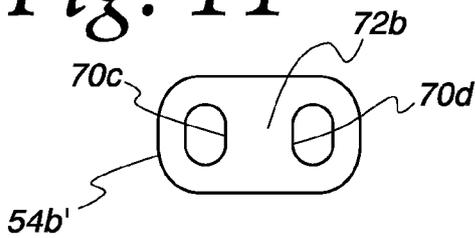


Fig. 15

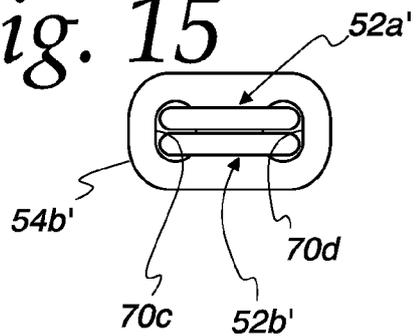


Fig. 16

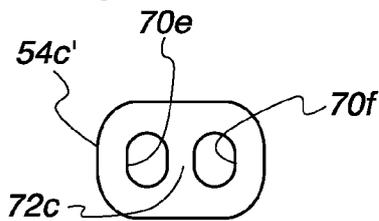


Fig. 17

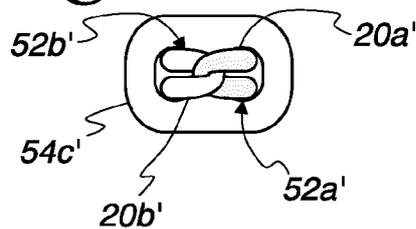


Fig. 18

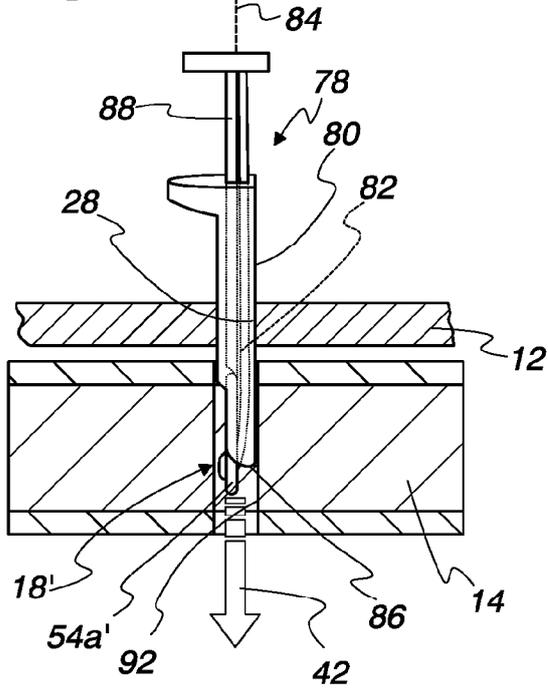


Fig. 19

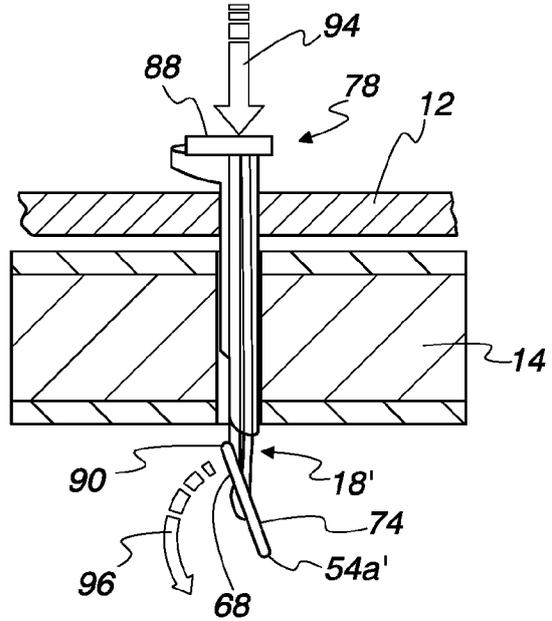


Fig. 20

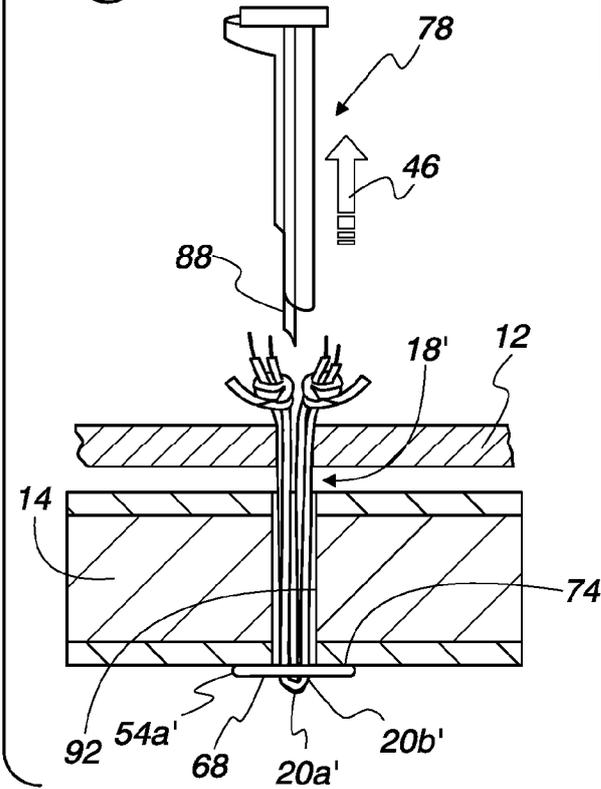


Fig. 21

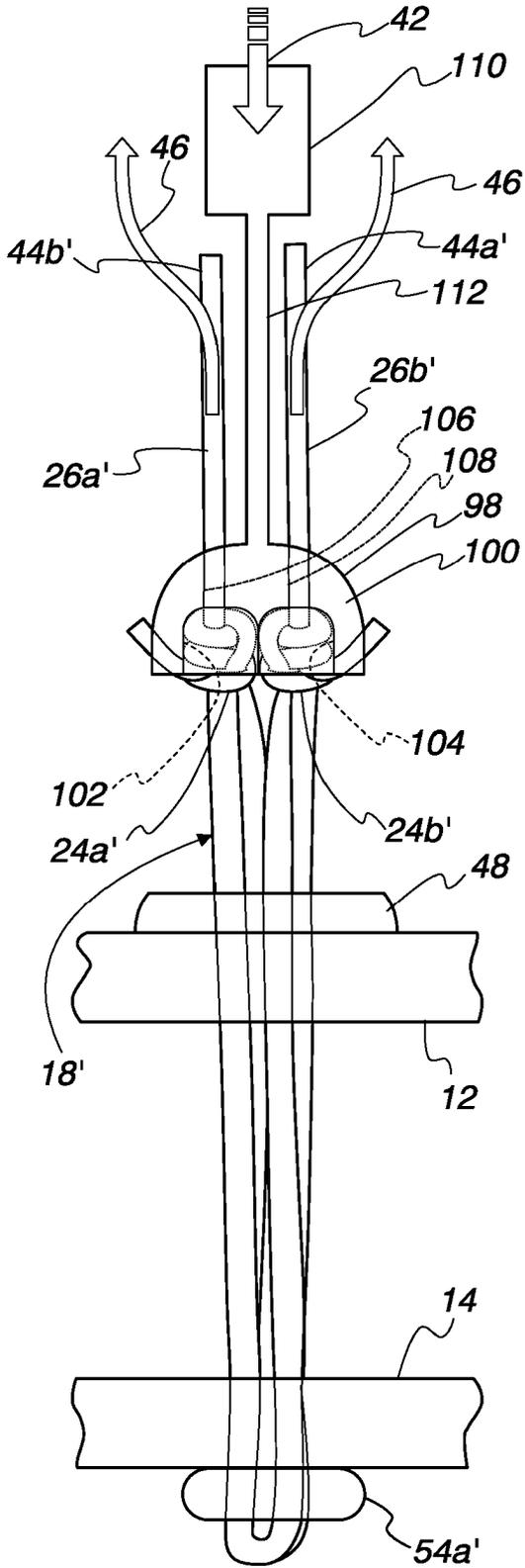
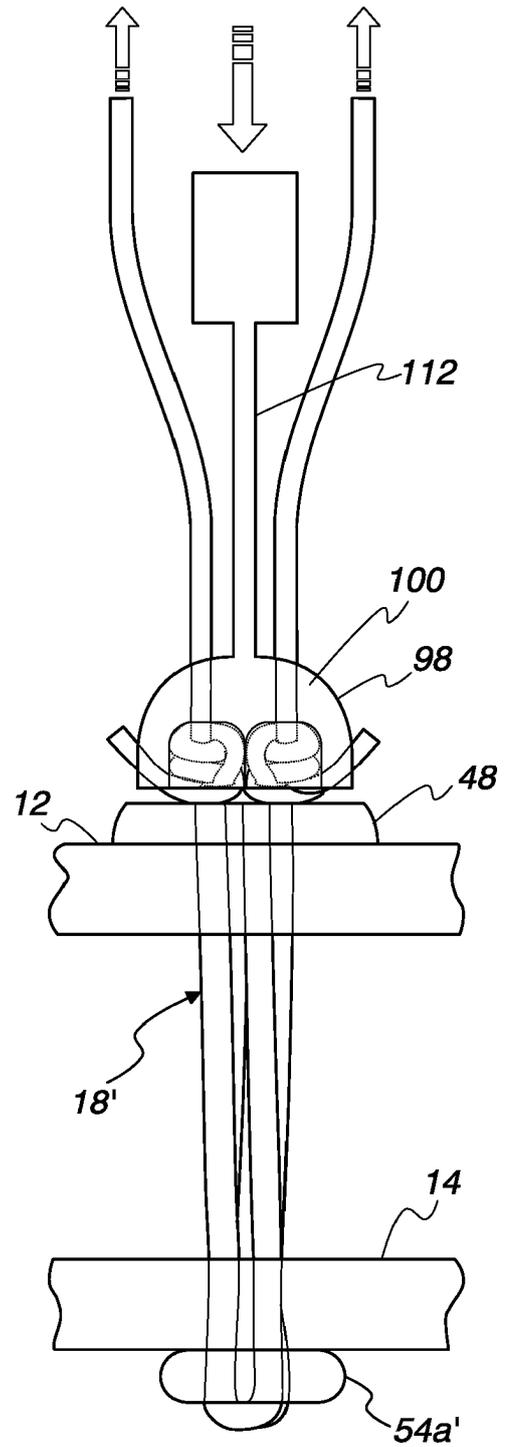


Fig. 22



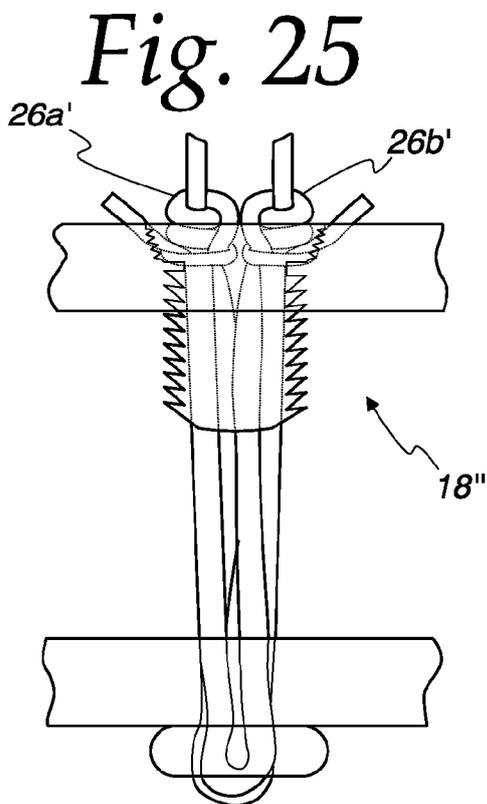
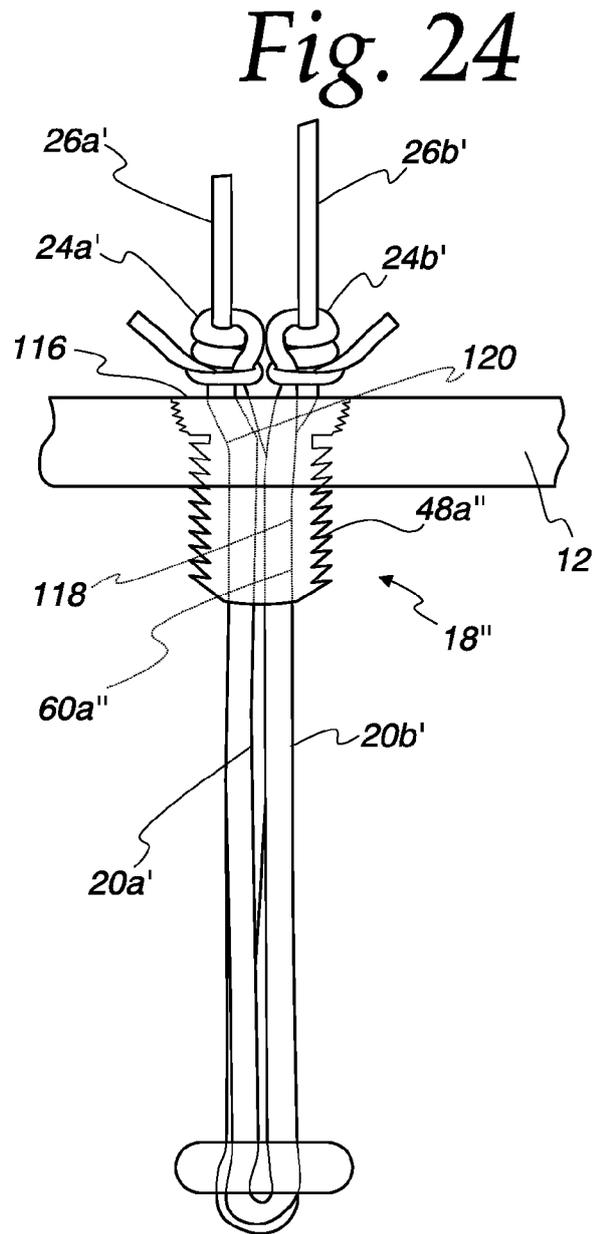
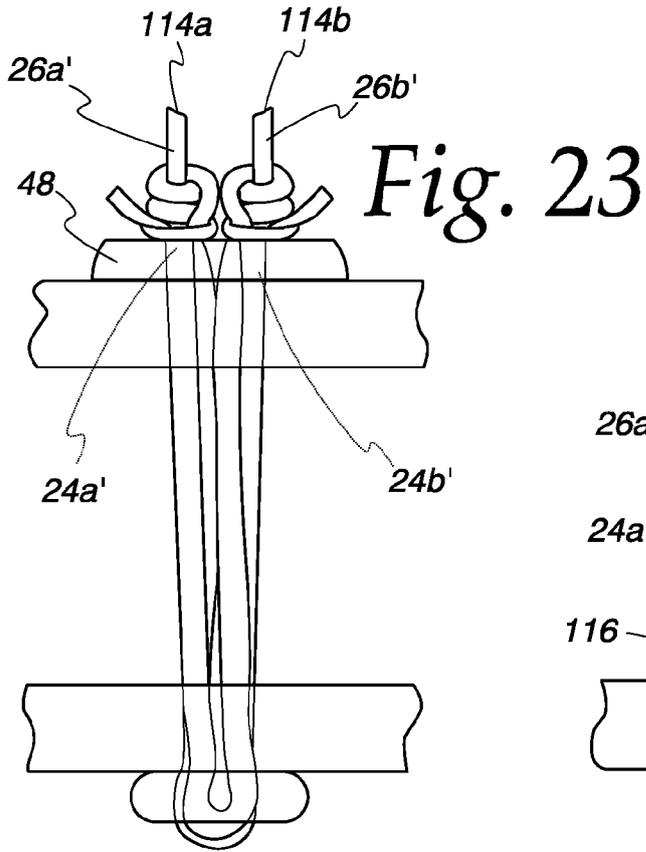


Fig. 26

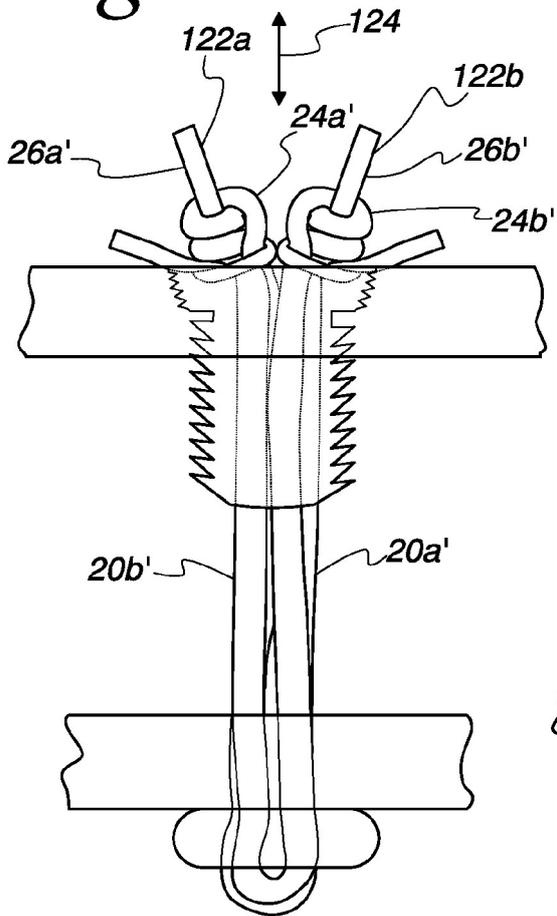


Fig. 27

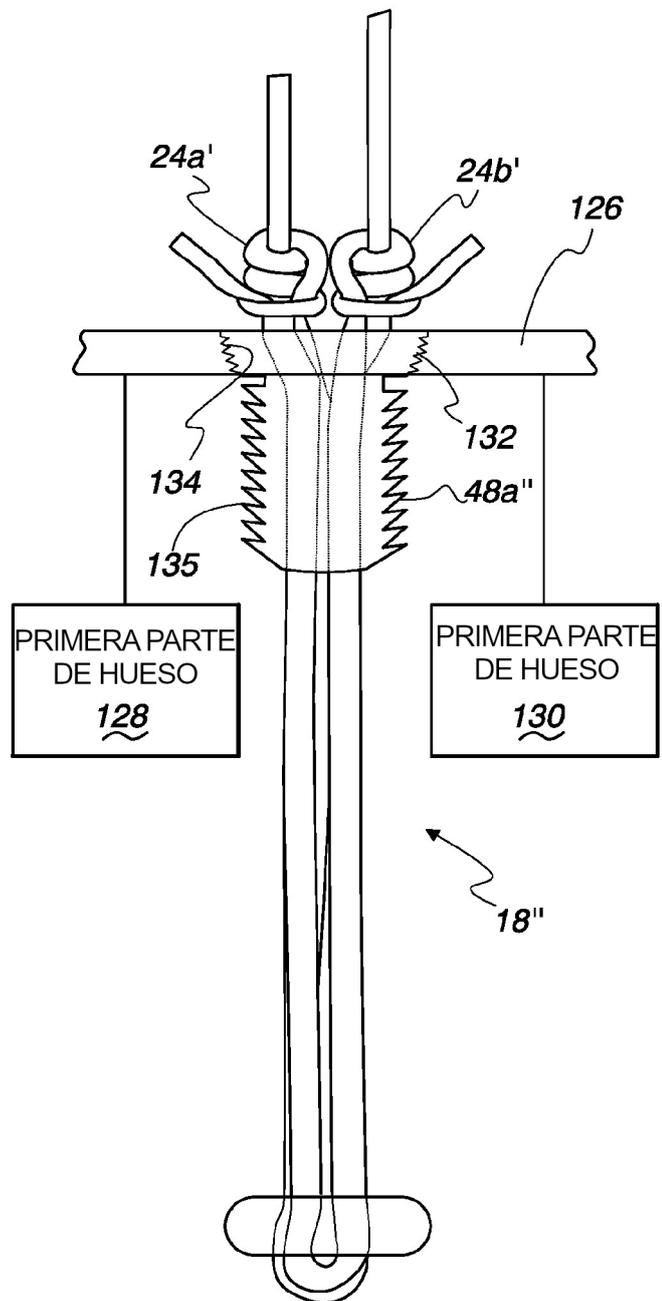


Fig. 28

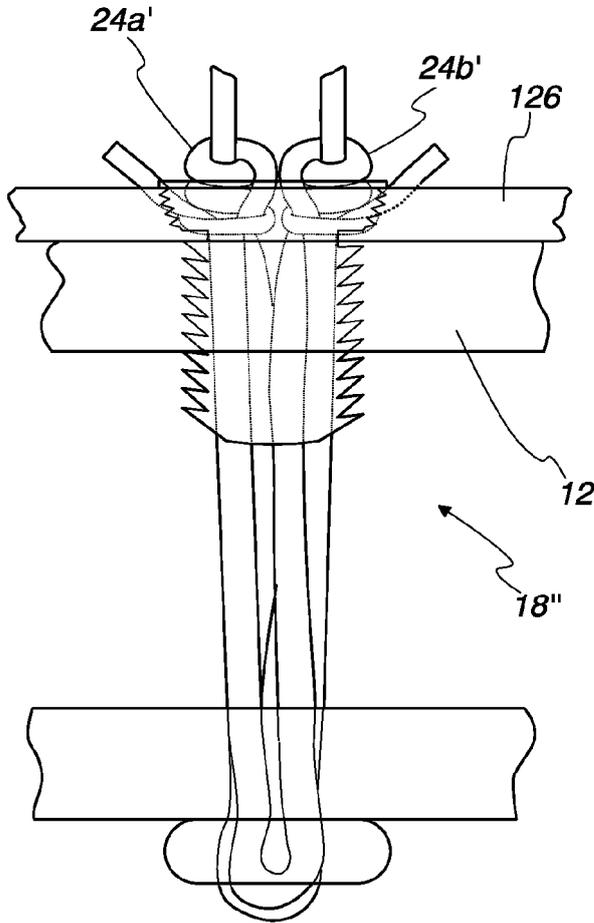


Fig. 29

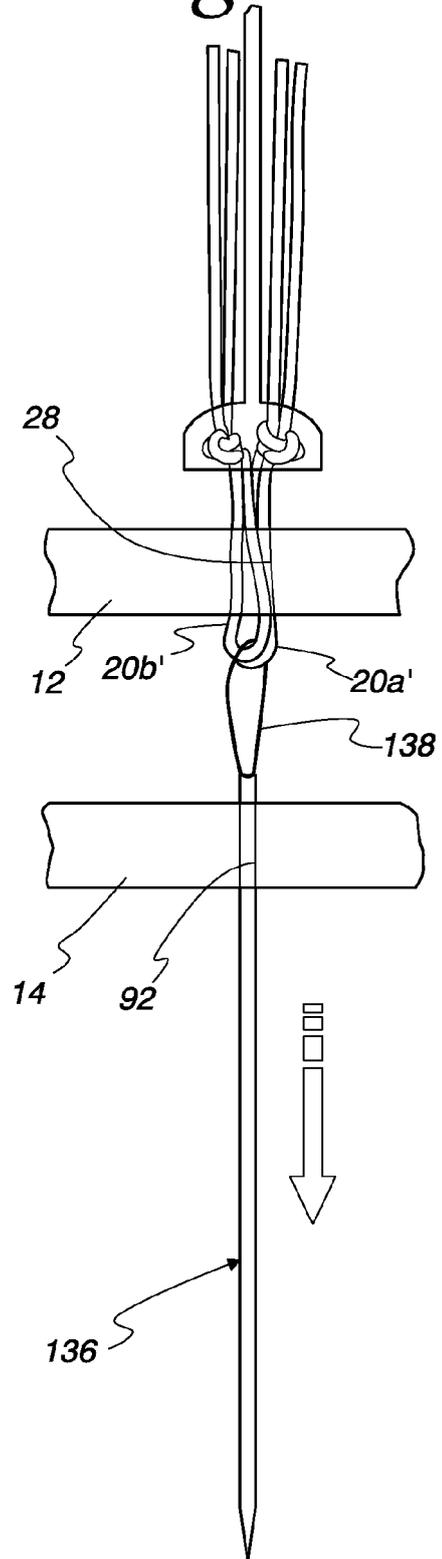


Fig. 30

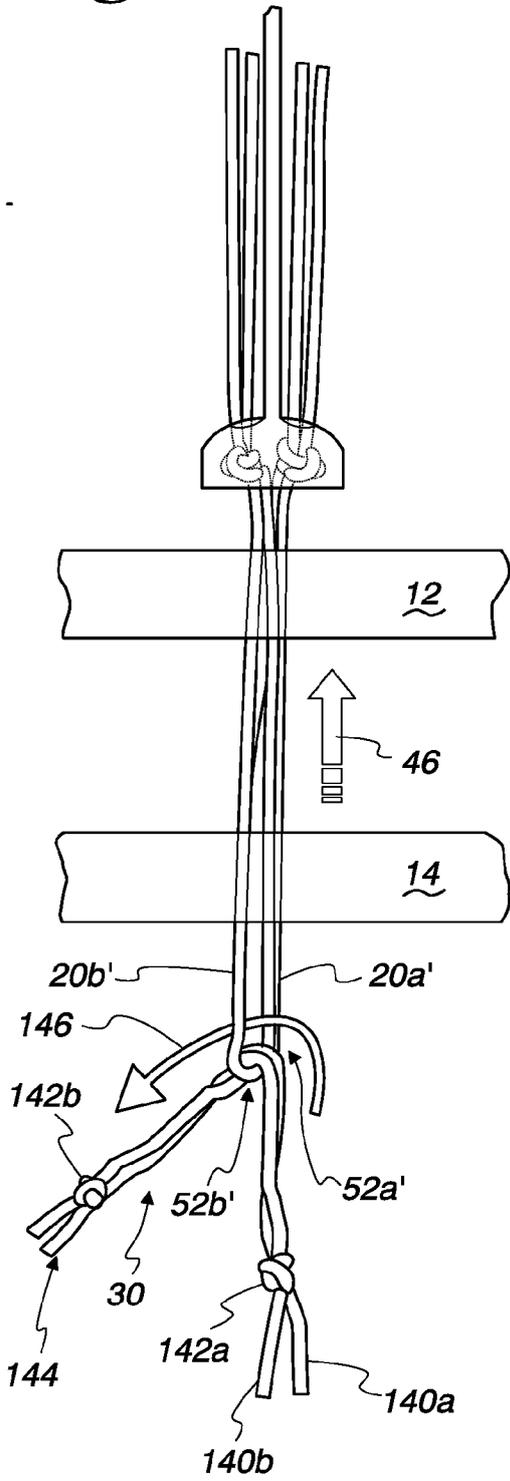
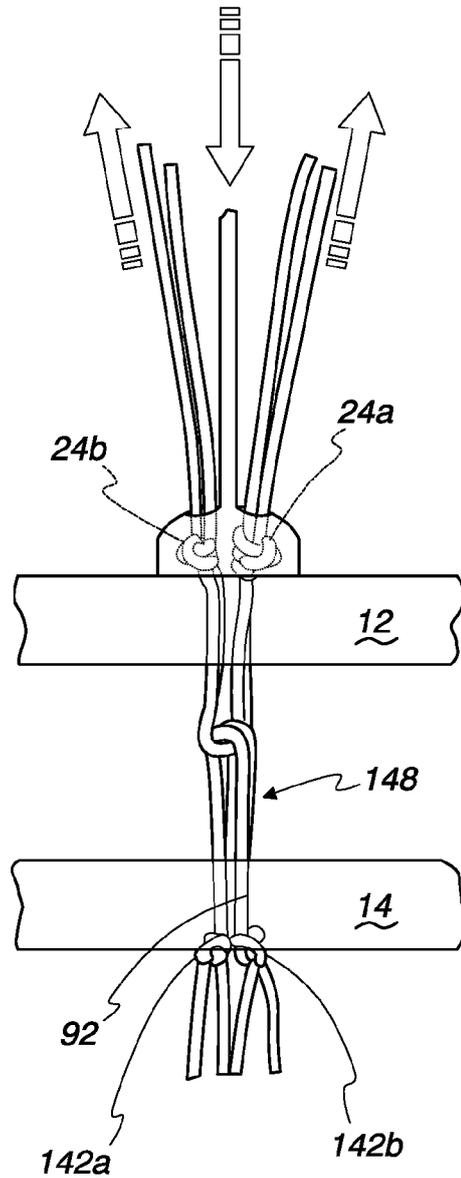


Fig. 31



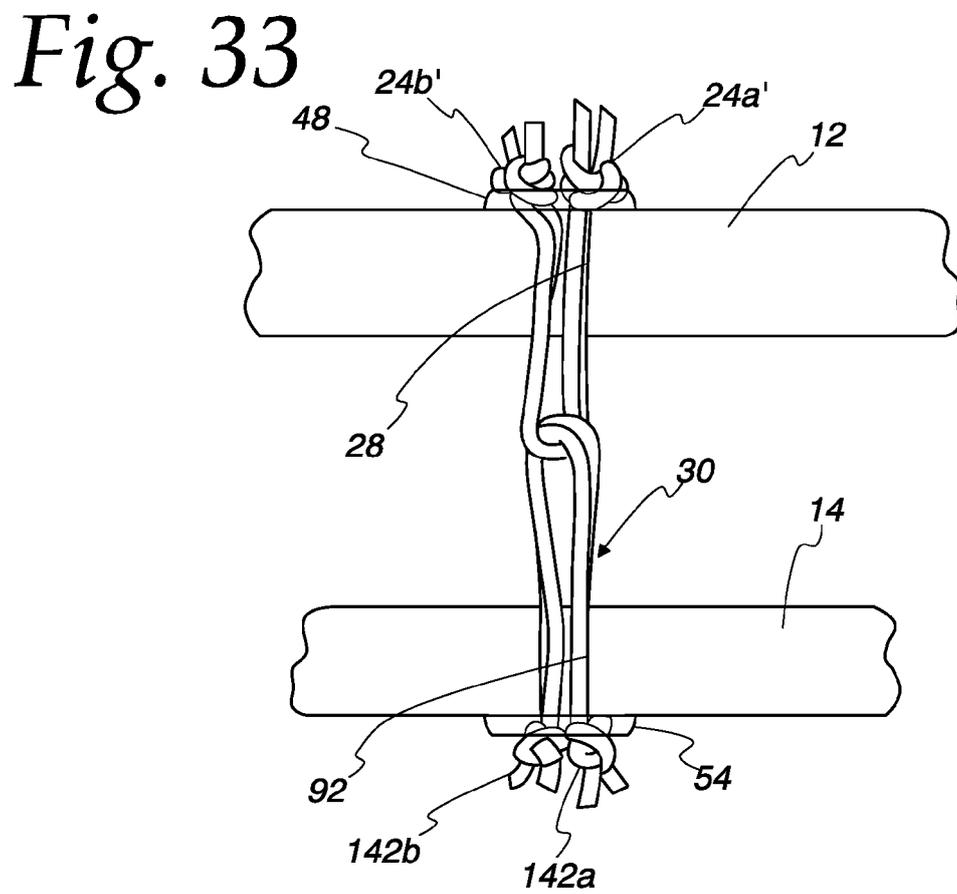
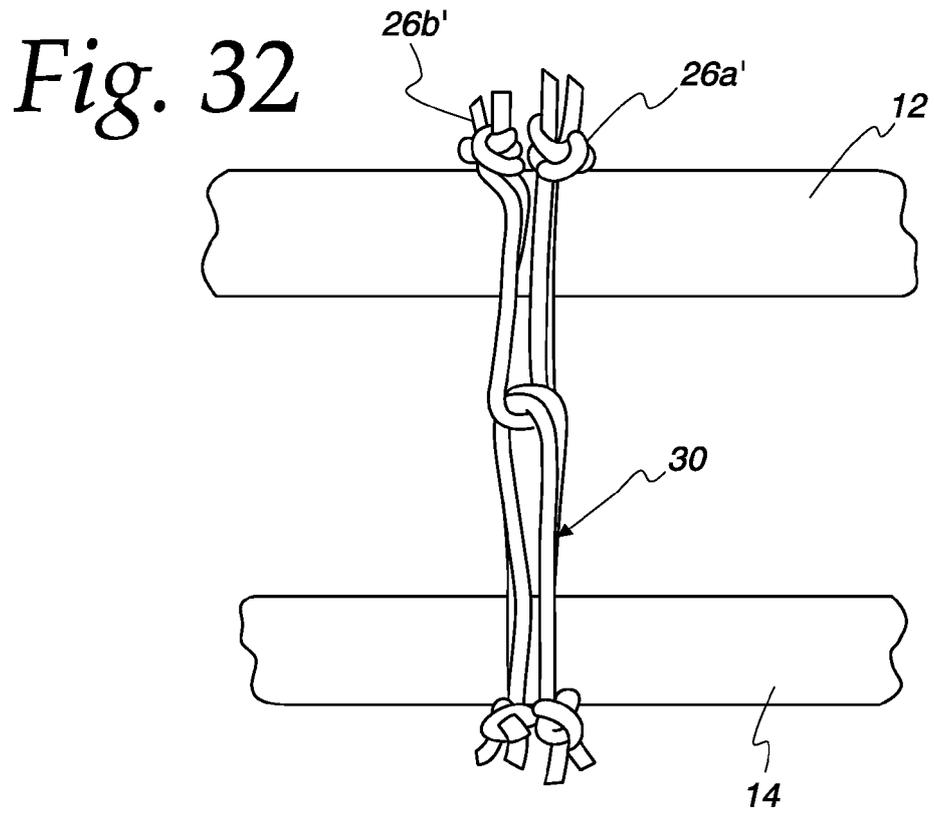


Fig. 34

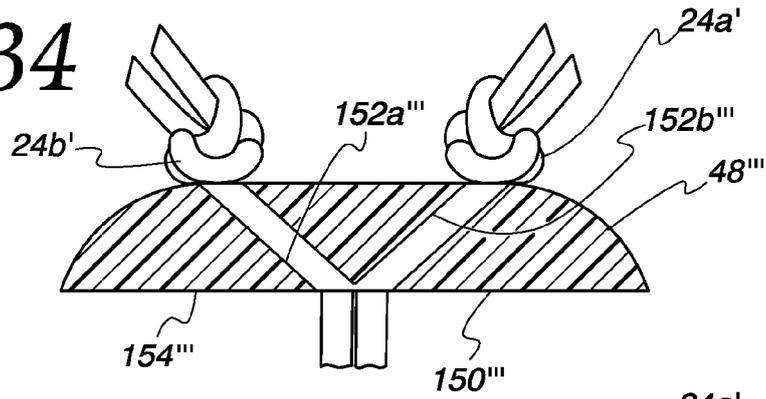


Fig. 35

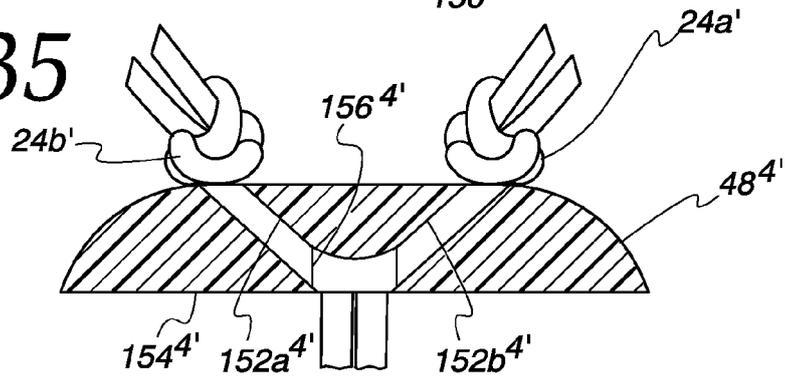


Fig. 36

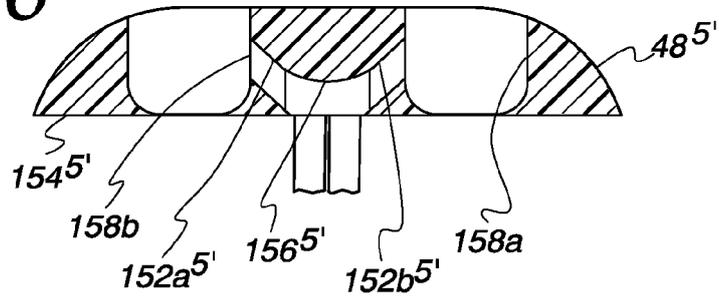


Fig. 37

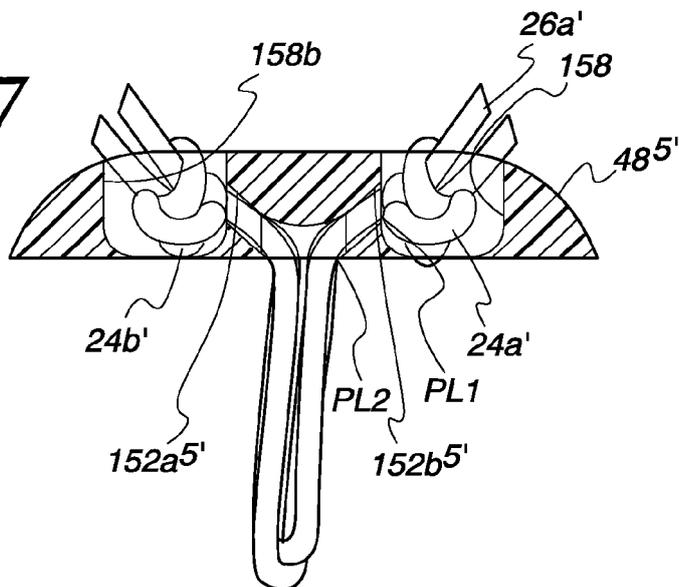


Fig. 38

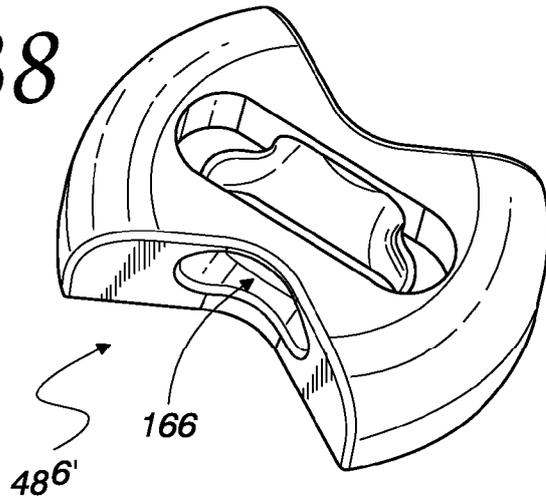


Fig. 39

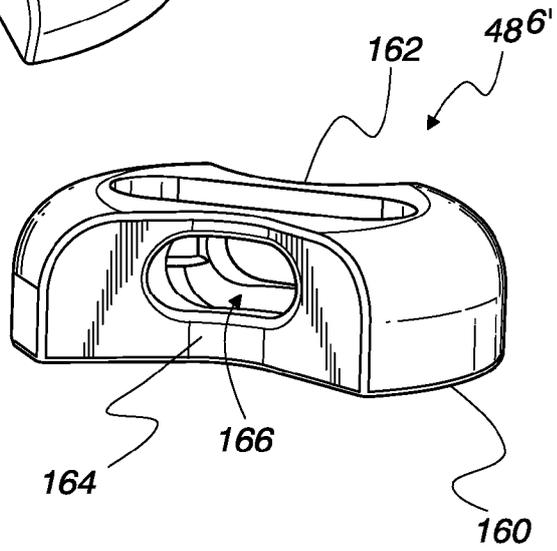


Fig. 40

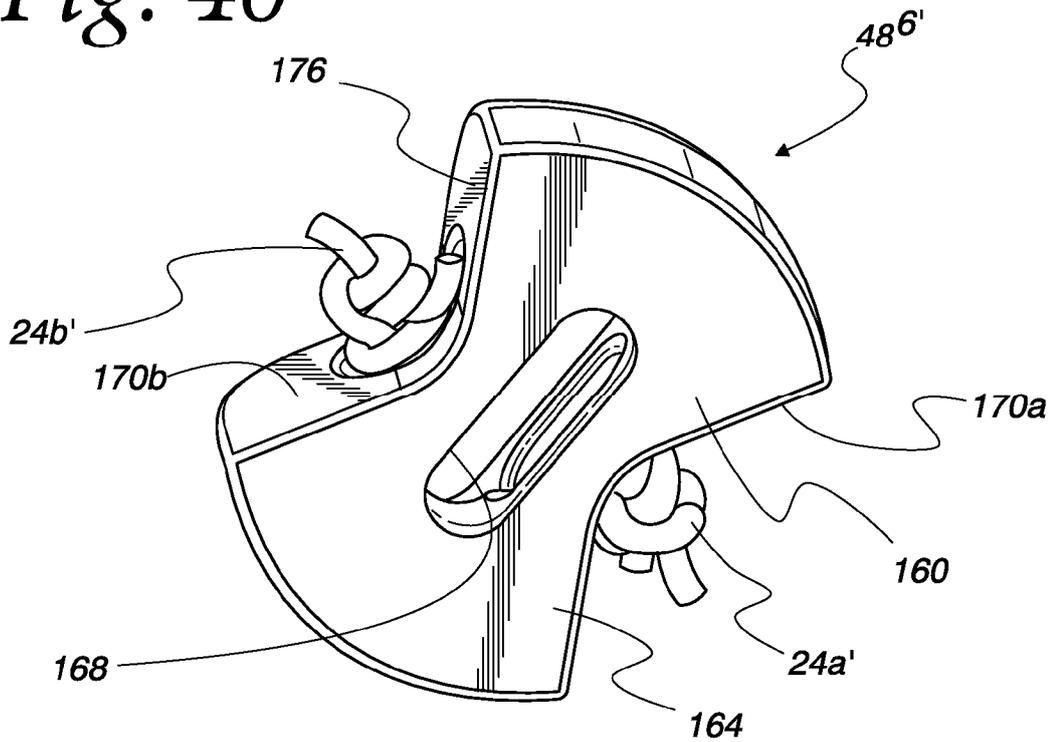


Fig. 41

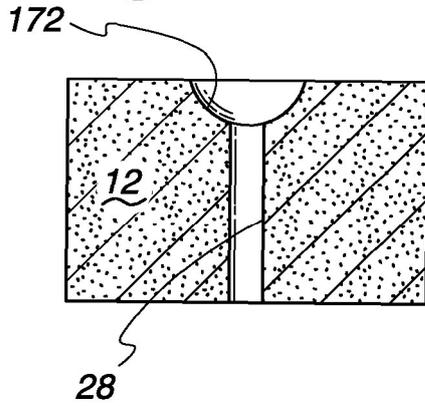


Fig. 42

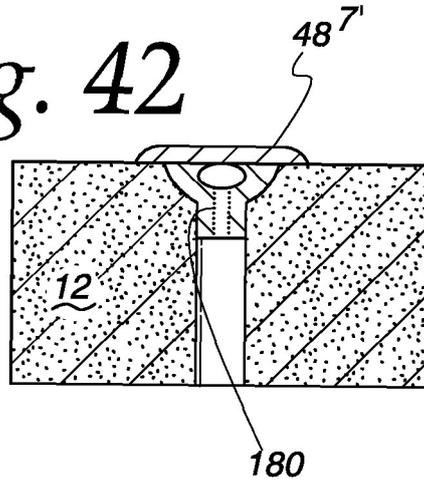


Fig. 43

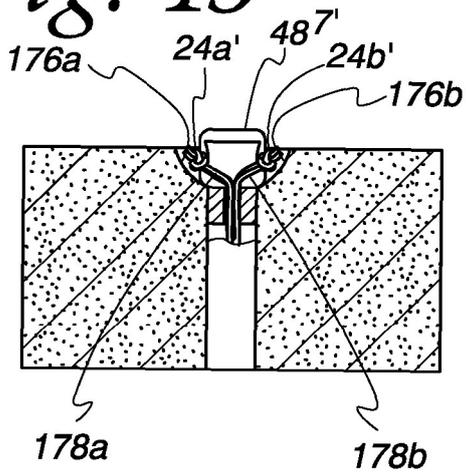


Fig. 44

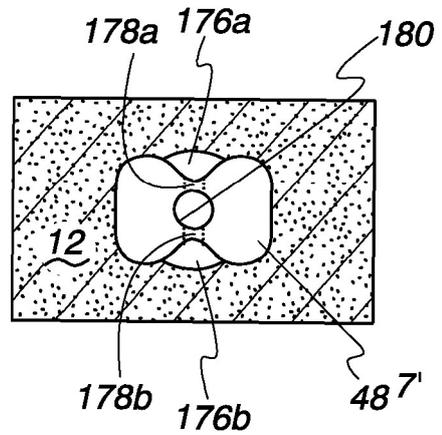


Fig. 45

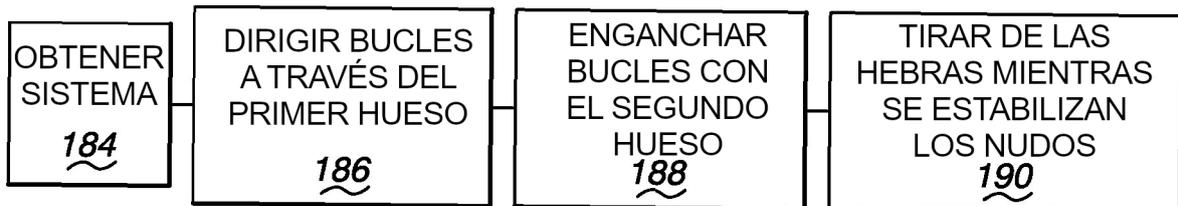


Fig. 46

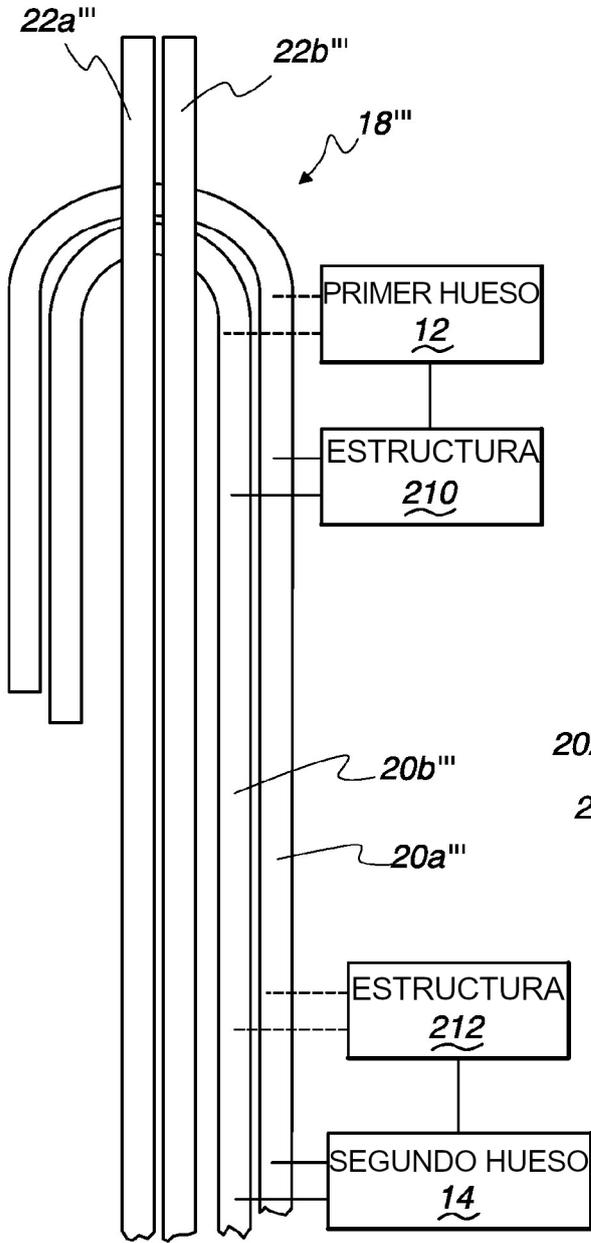
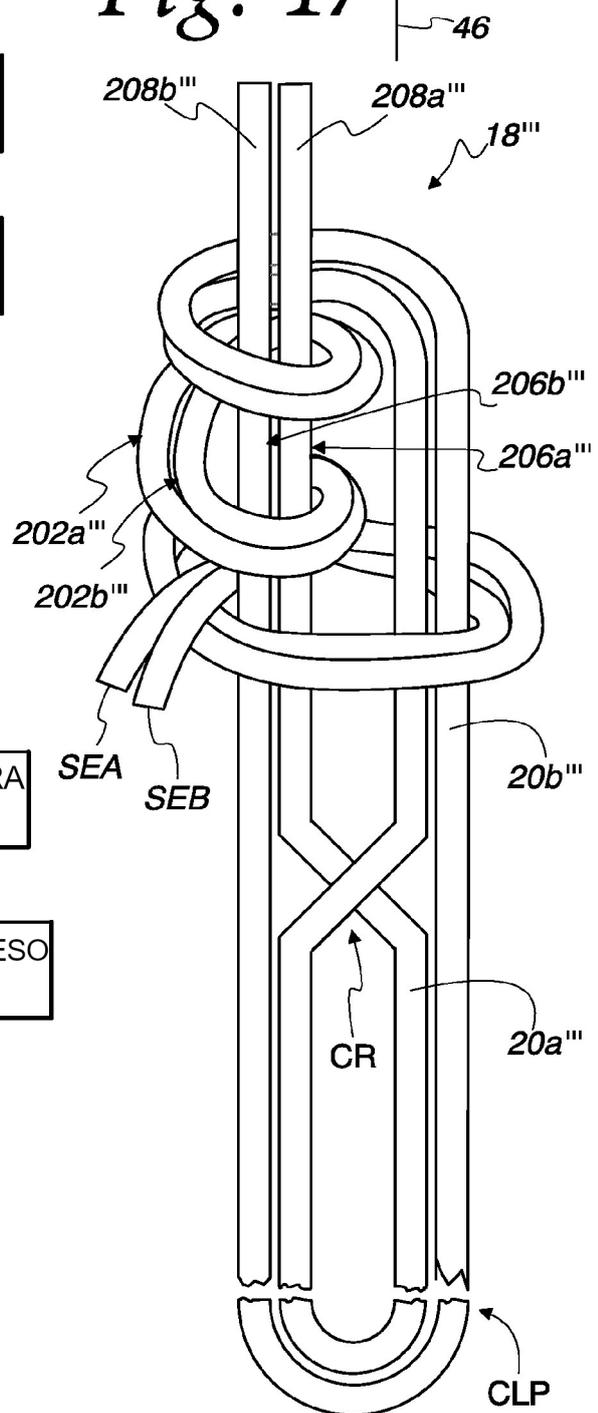


Fig. 47



*Fig. 48*

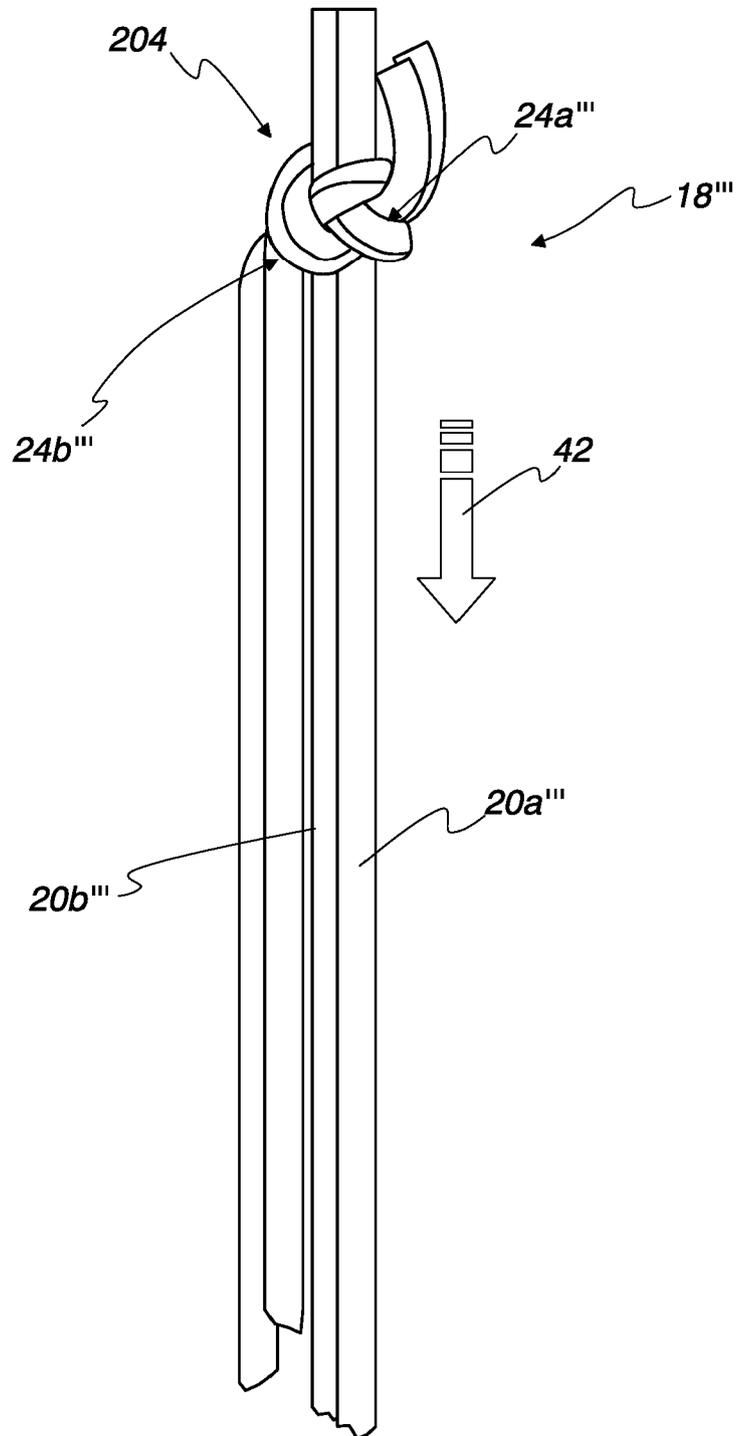


Fig. 49

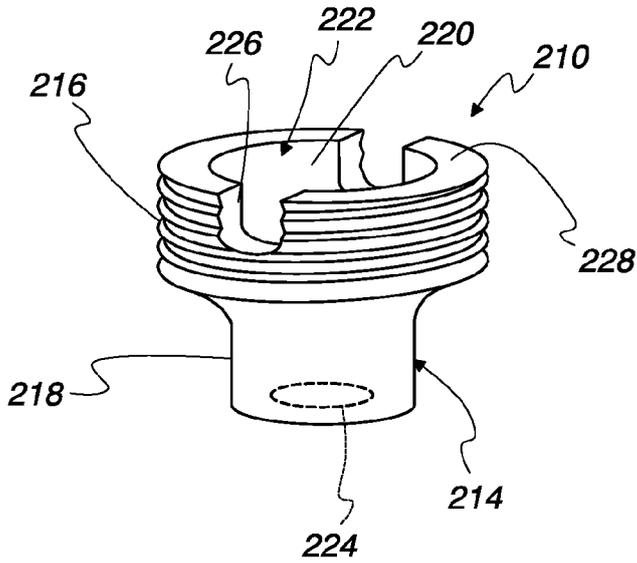


Fig. 50

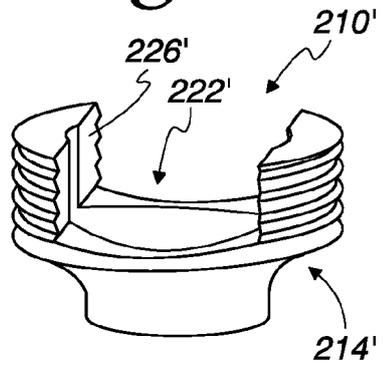


Fig. 51

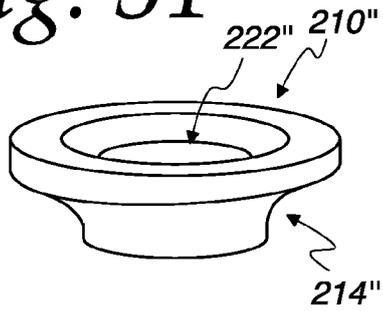


Fig. 52

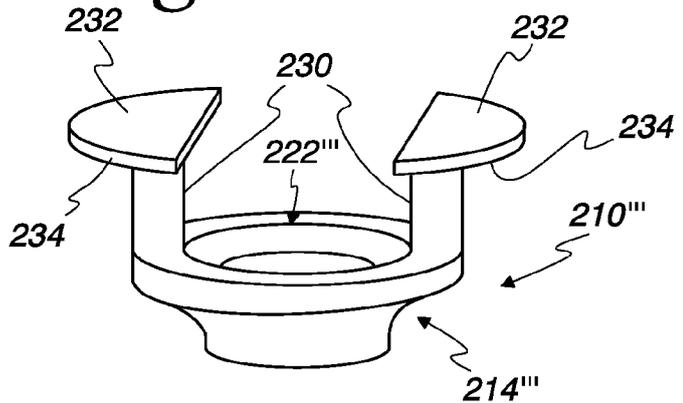
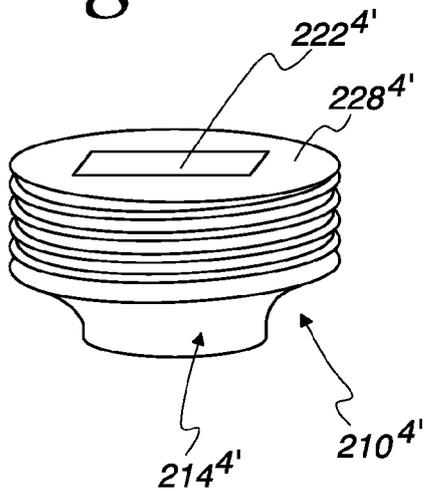
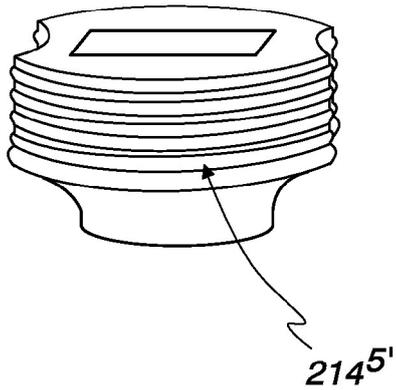
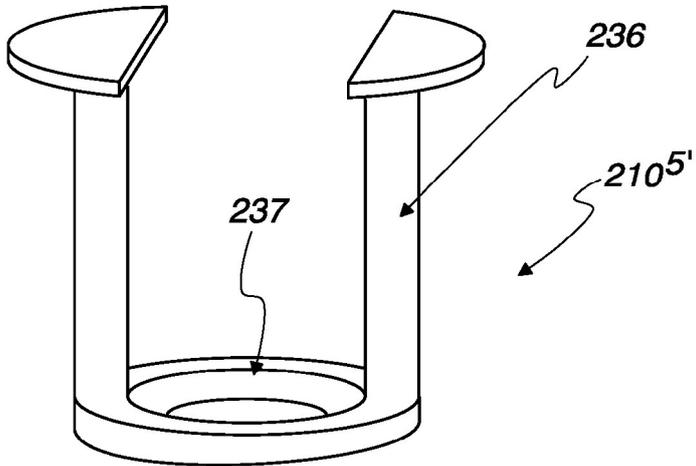


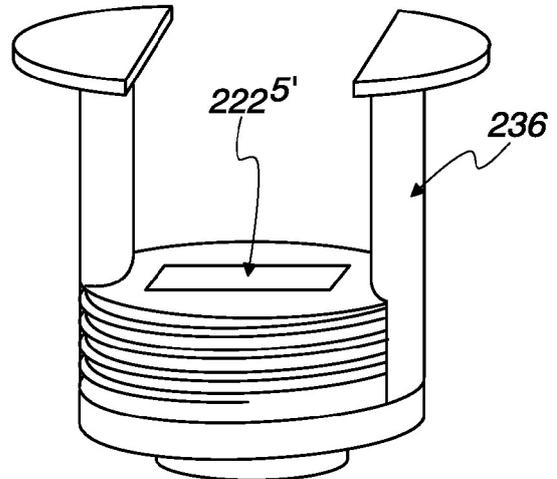
Fig. 53



*Fig. 54*



*Fig. 55*



*Fig. 56*

HERRAMIENTA DE GIRO	
<u>242</u>	COMPONENTE DE ACCIONAMIENTO
	<u>240</u>

ESTRUCTURA	
ELEMENTO DE AJUSTE	<u>210</u>
<u>238</u>	

Fig. 57

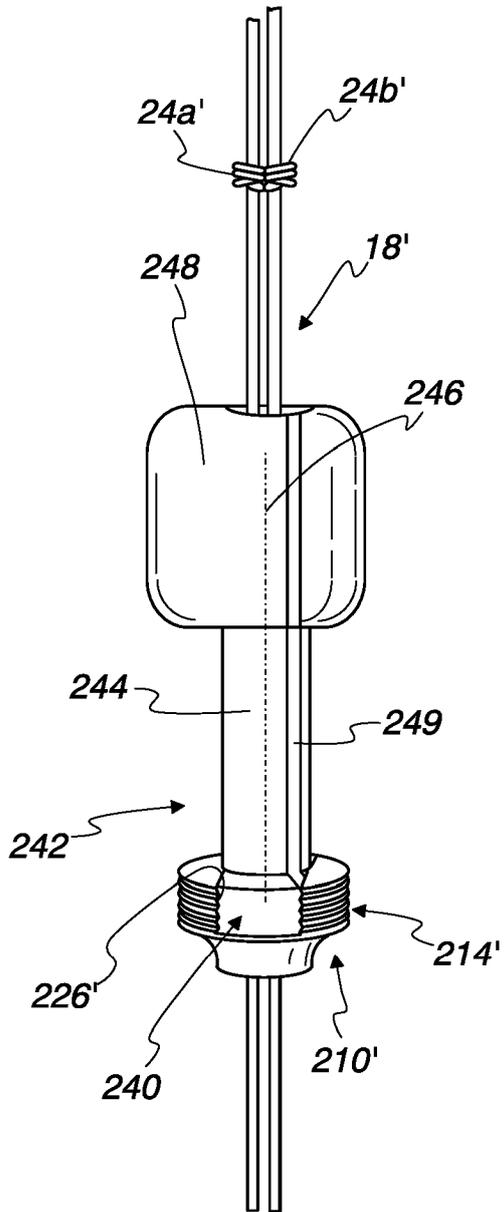


Fig. 58

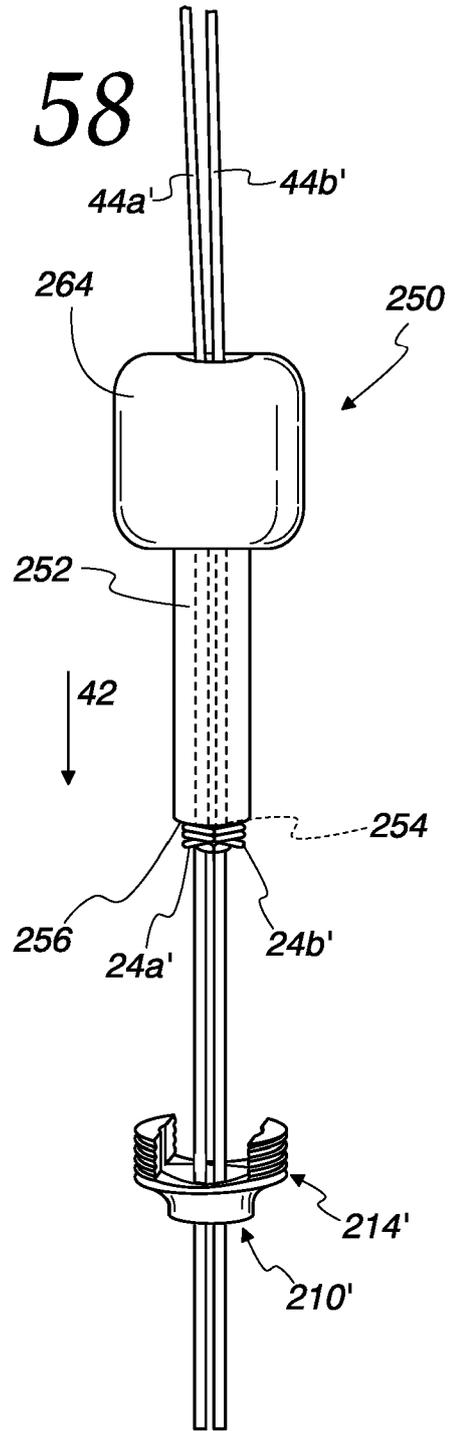


Fig. 59

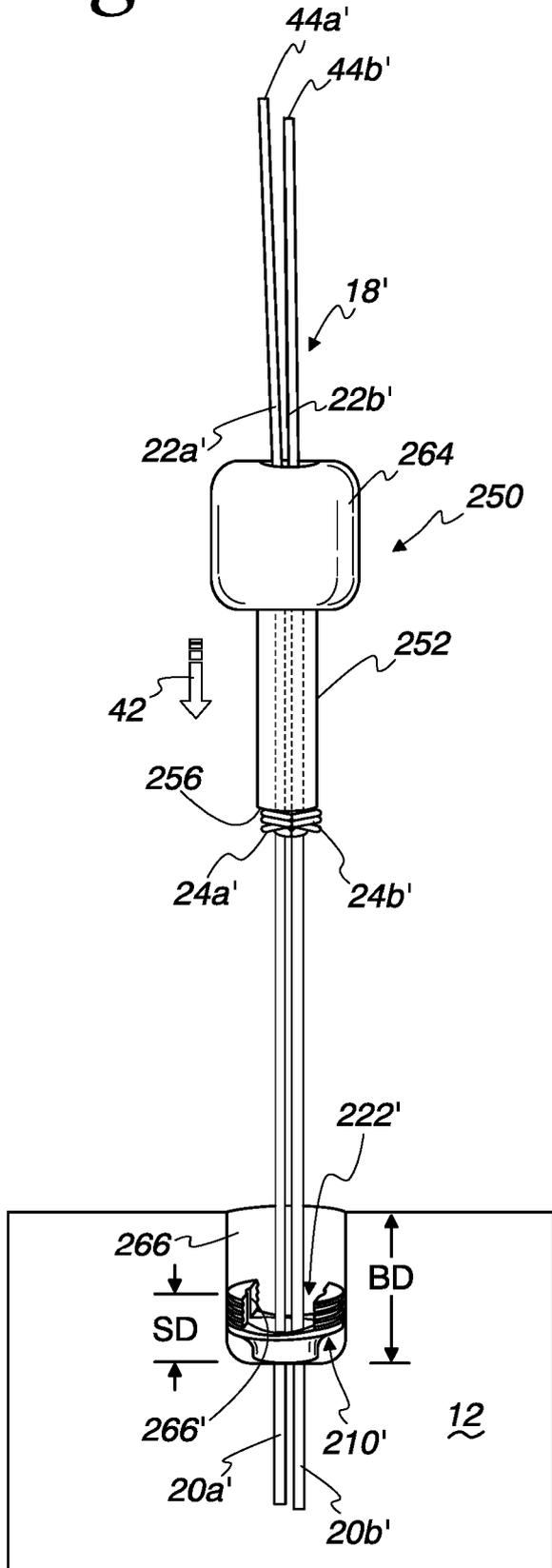
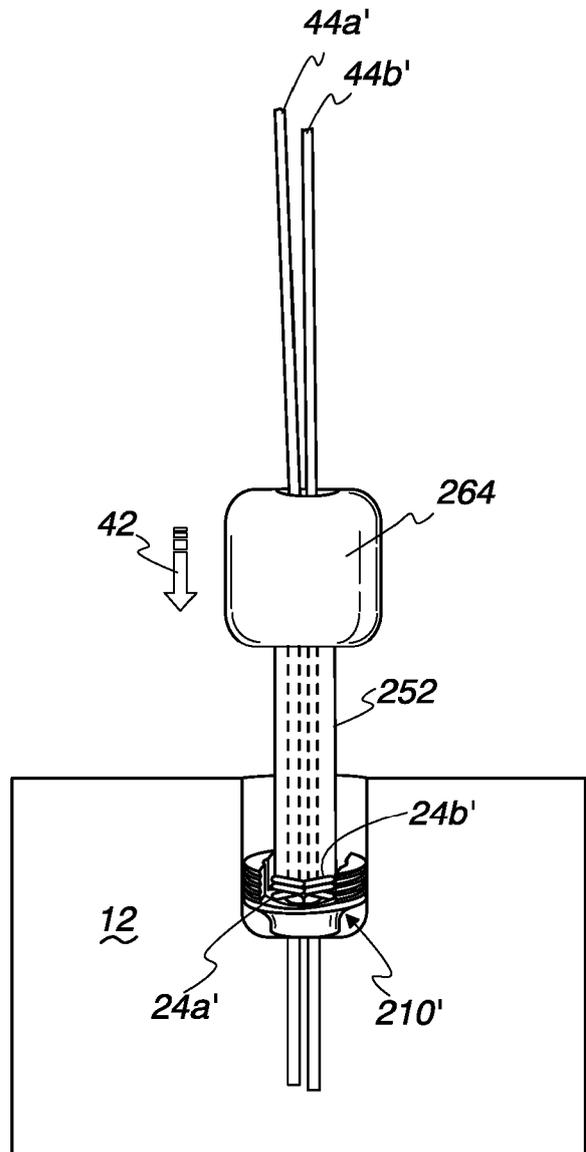
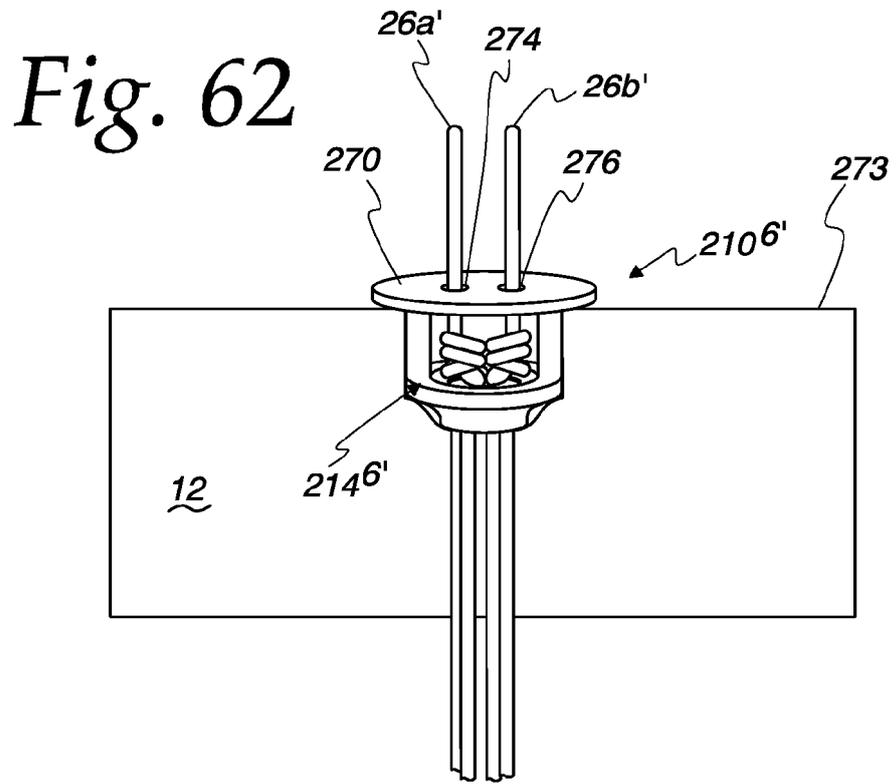
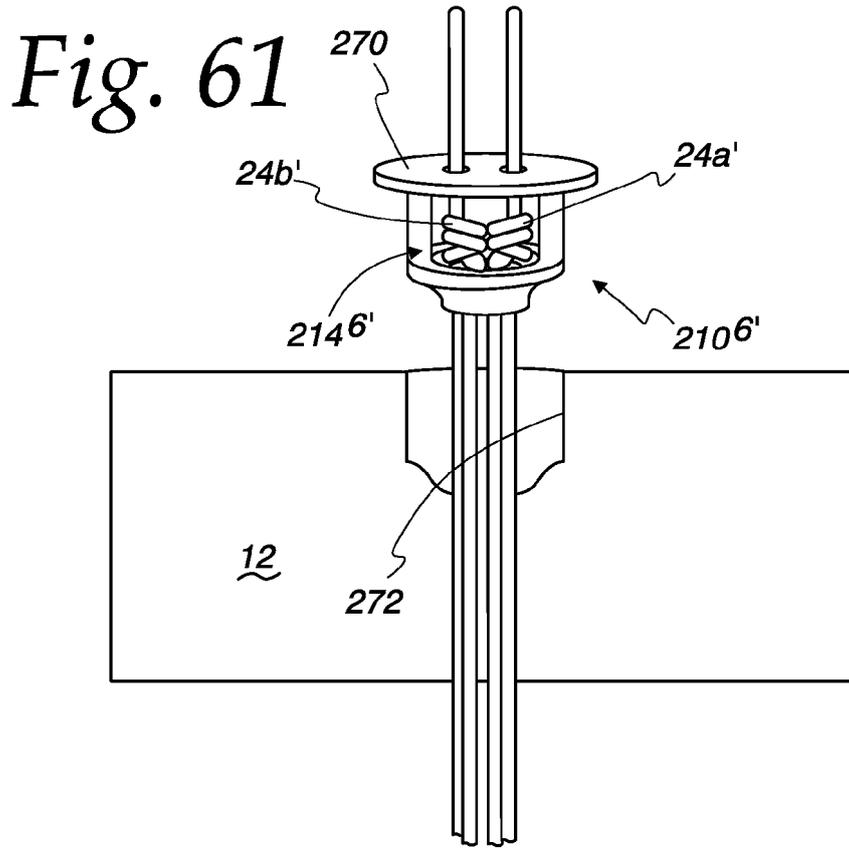


Fig. 60





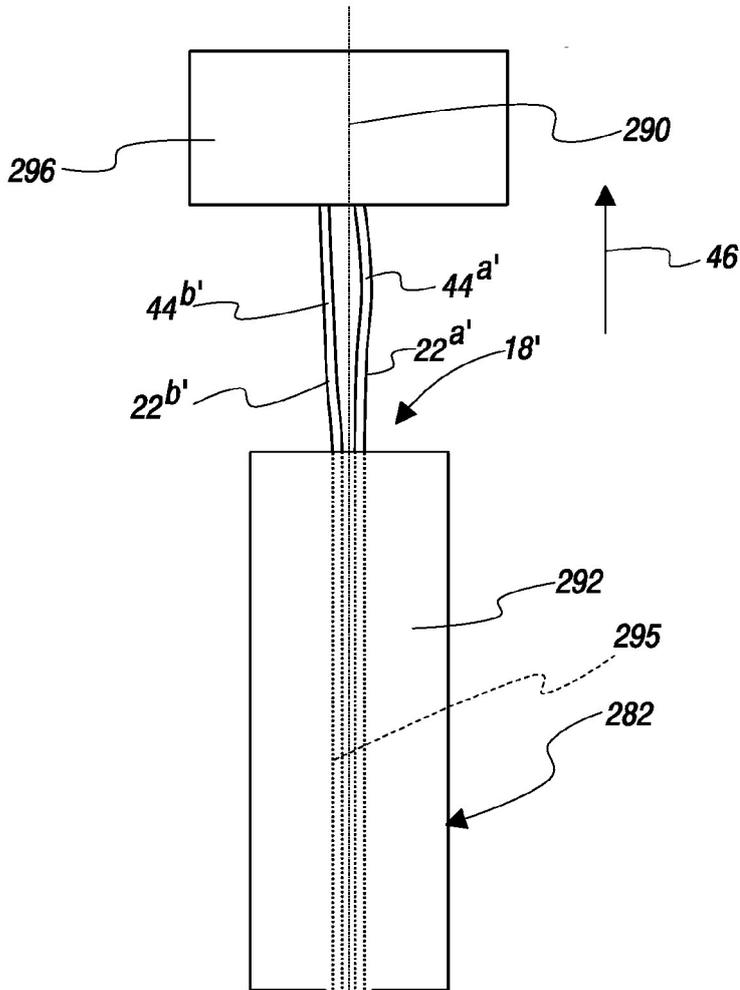


Fig. 63

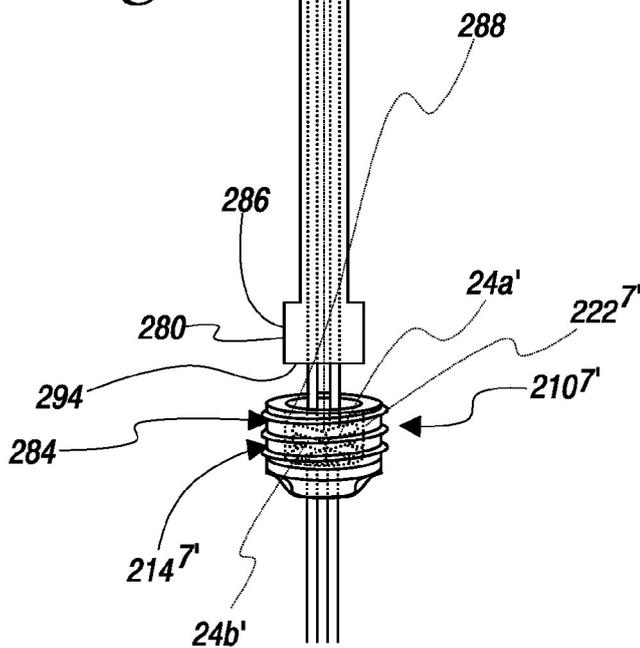


Fig. 64



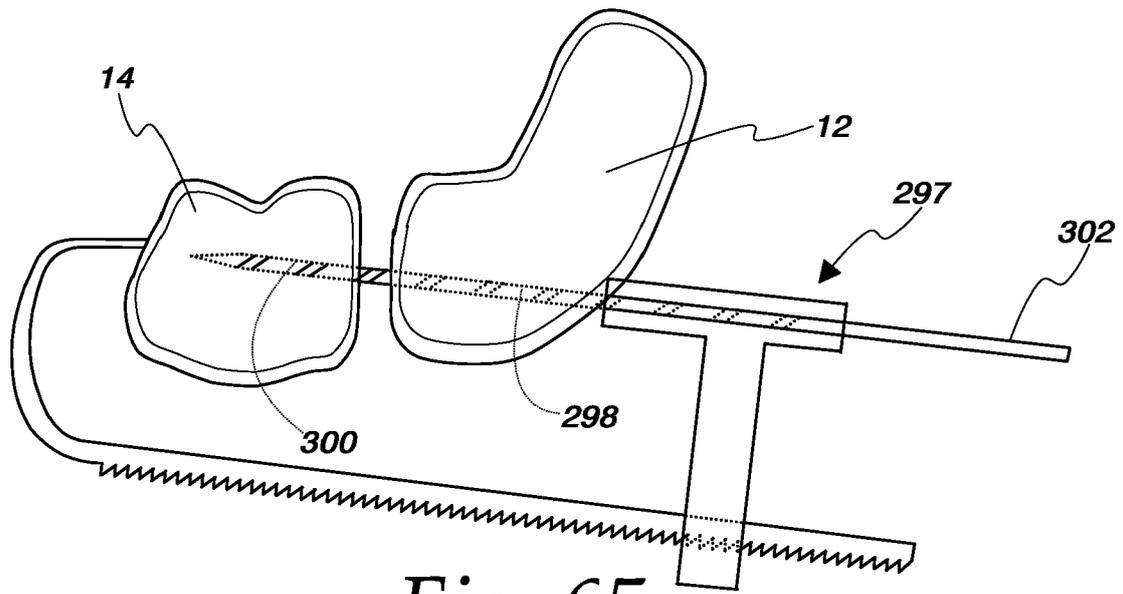


Fig. 65

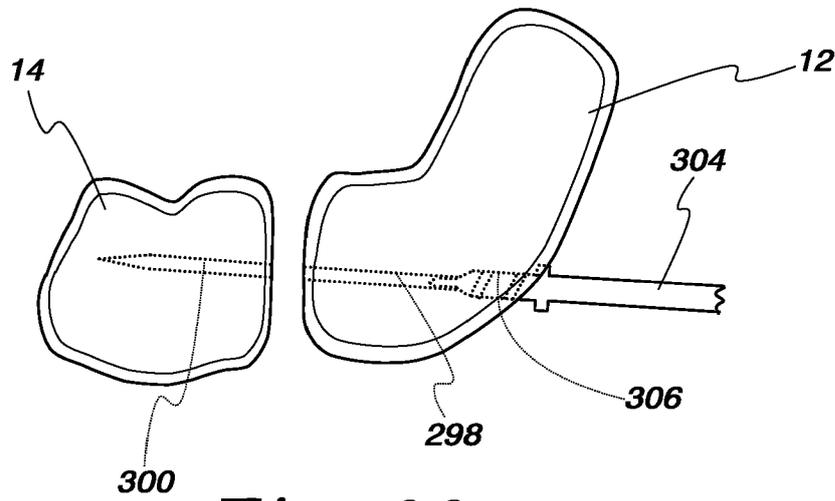
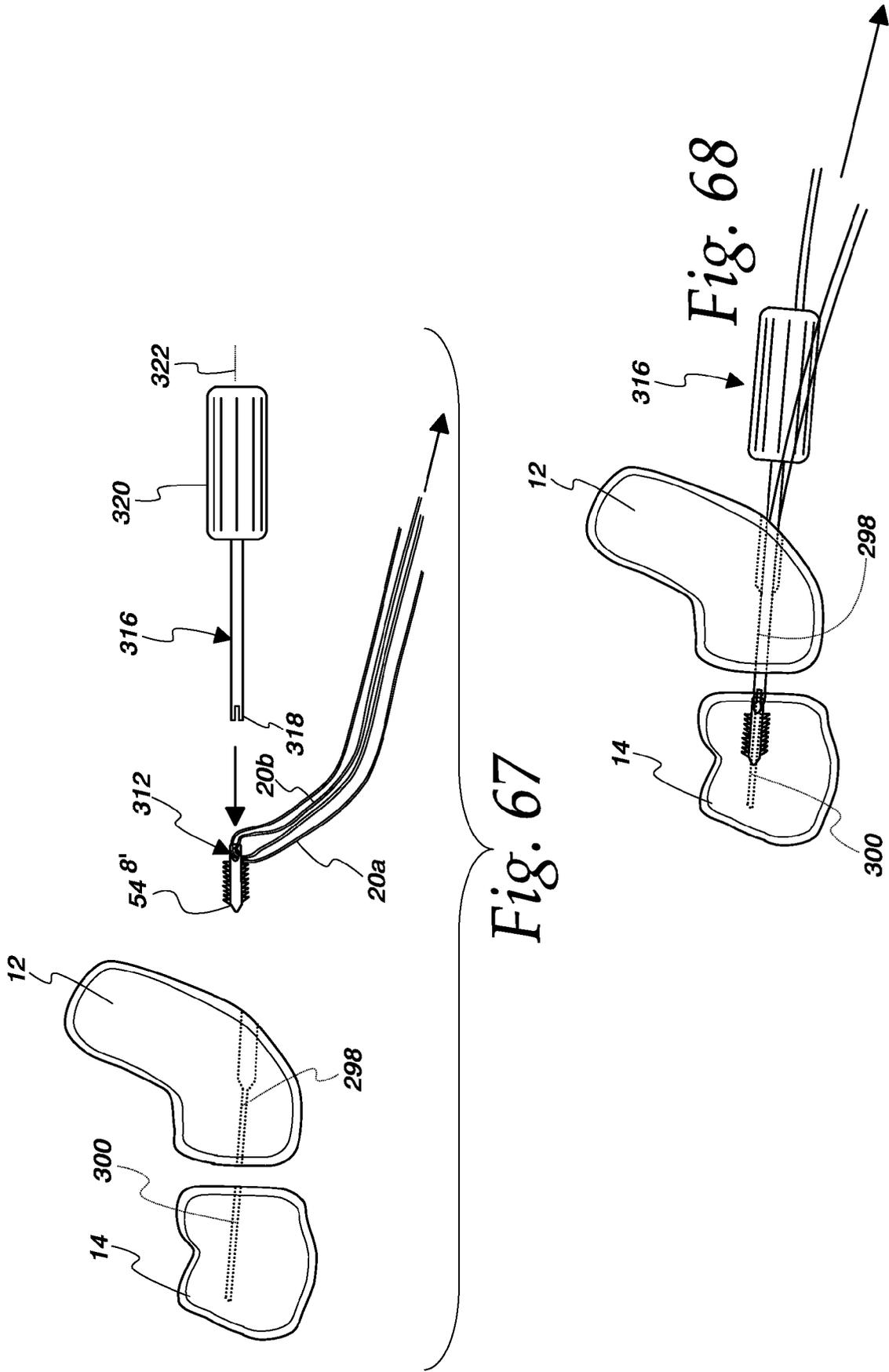
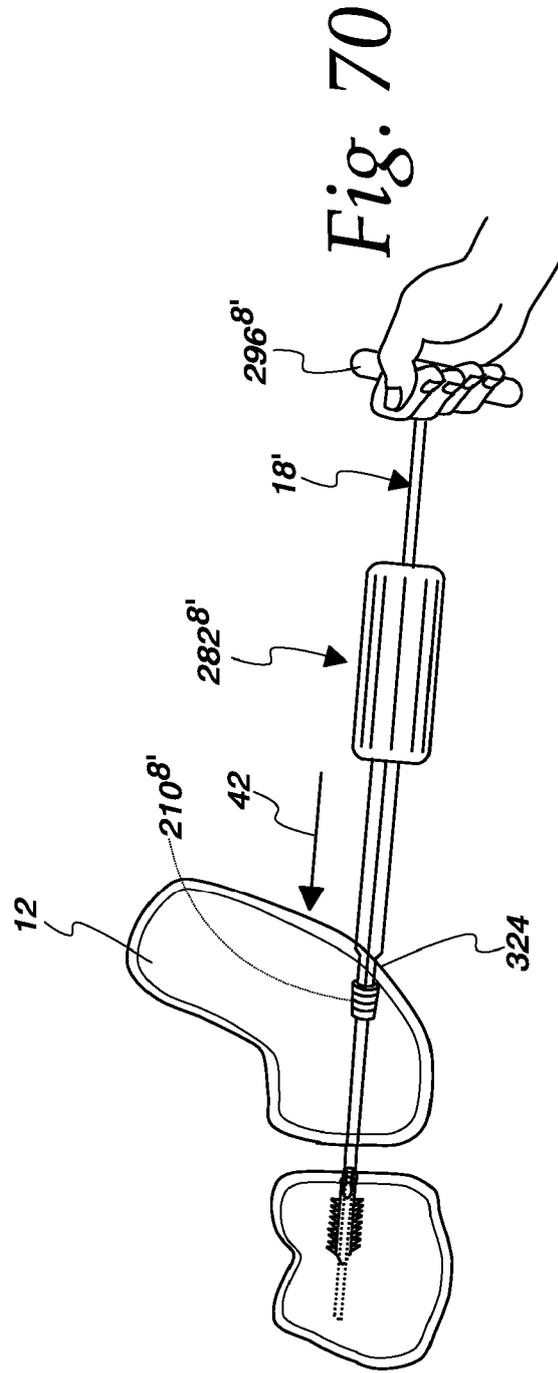
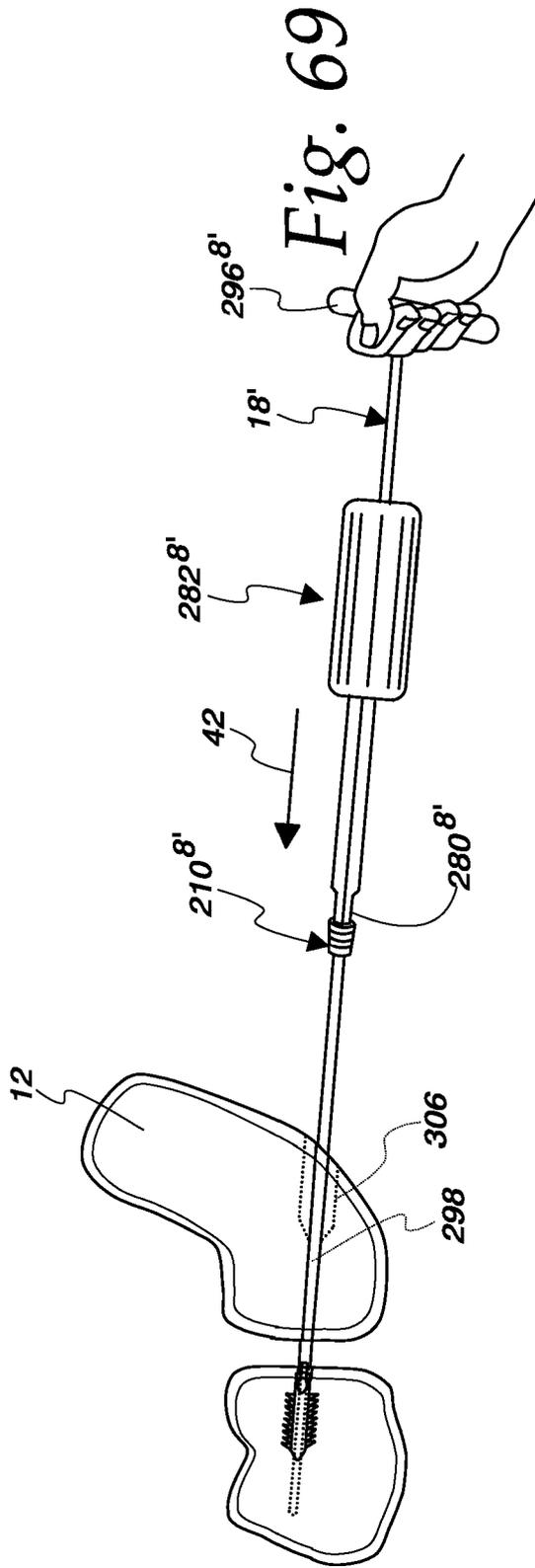


Fig. 66





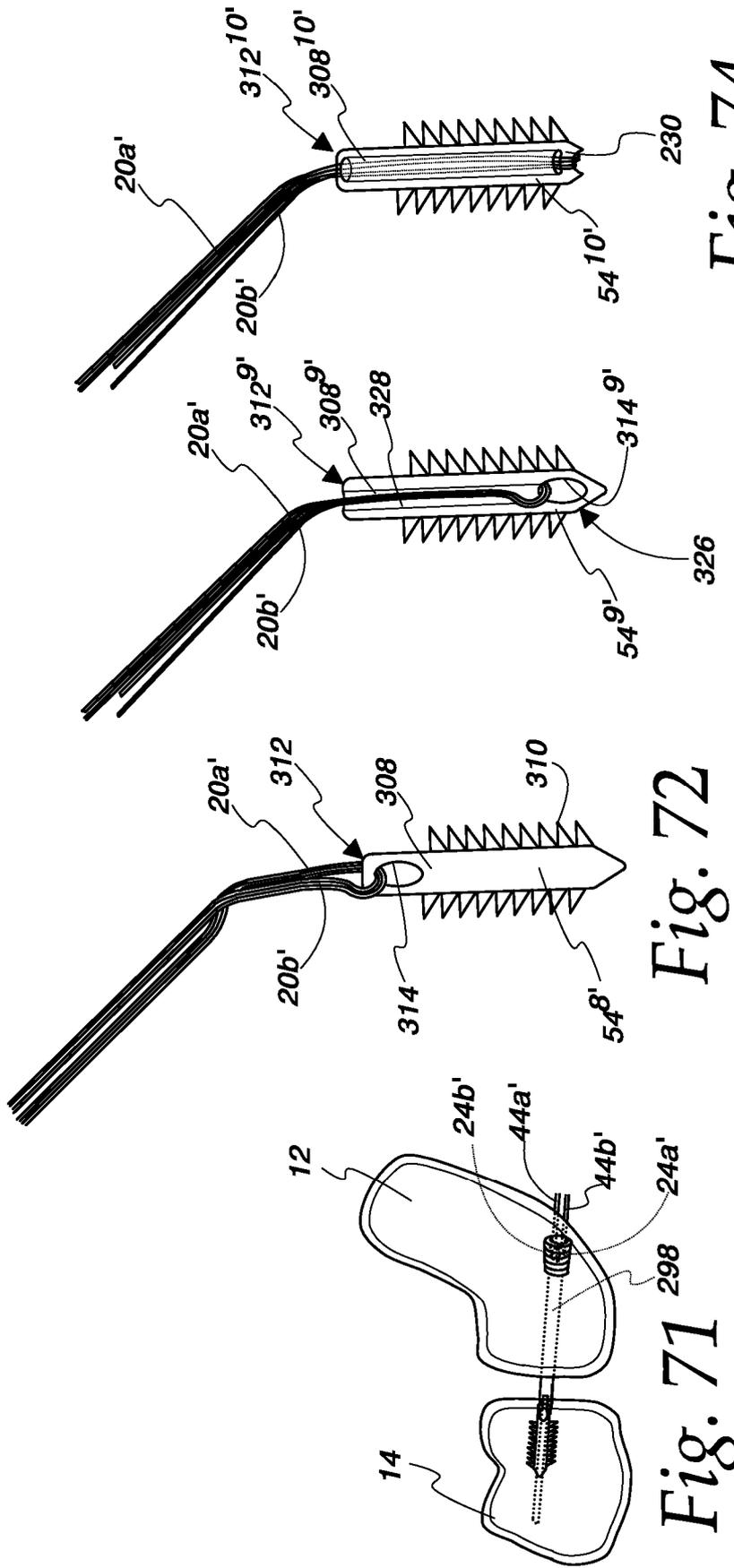
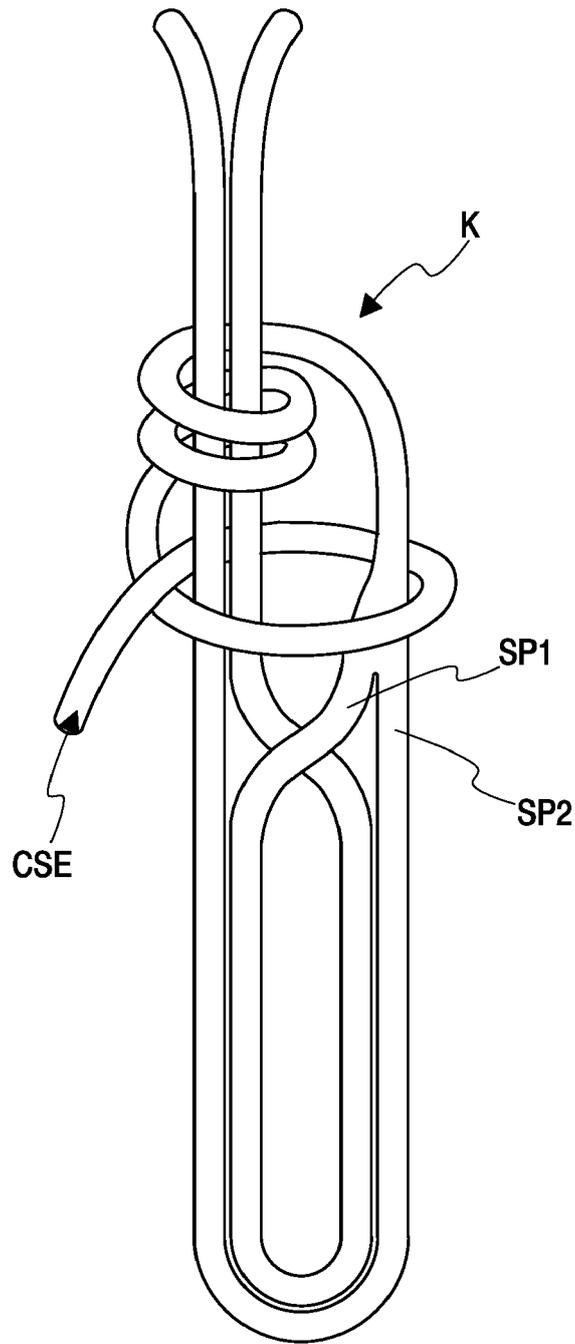


Fig. 74

Fig. 73

Fig. 72

Fig. 71



*Fig. 75*