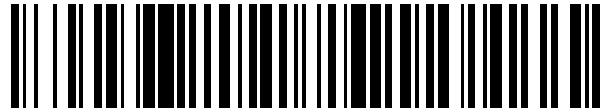


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 056**

51 Int. Cl.:

A61B 17/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.12.2012 PCT/US2012/069118**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13090345**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2012 E 12812444 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2790600**

54 Título: **Dispositivo no invasivo para ajustar un elemento de sujeción**

30 Prioridad:

12.12.2011 US 201161569453 P
11.01.2012 US 201261585450 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2017

73 Titular/es:

AUSTEN BIOINNOVATION INSTITUTE IN AKRON (50.0%)
1 South Main Street Suite 401
Akron, Ohio 44308, US y
CHILDREN'S HOSPITAL MEDICAL CENTER OF AKRON (50.0%)

72 Inventor/es:

FENING, STEPHEN D. y
RITZMAN, TODD

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 629 056 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo no invasivo para ajustar un elemento de sujeción

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La escoliosis de inicio temprano (EOS) puede afectar a los niños antes de que hayan alcanzado la madurez esquelética. Si no se trata, puede provocar una deformidad de la columna lesiva en fases tempranas de la vida, lo que, a su vez, puede afectar a otros aspectos de la salud del niño, como el funcionamiento de los pulmones.
 10 Por ejemplo, si la columna continúa deformándose durante el crecimiento, un área disponible para los pulmones tal vez no pueda llevar el ritmo de las necesidades respiratorias del niño. Así, el tratamiento temprano de esta dolencia puede ser vital para la futura salud y el bienestar del niño. Normalmente, se disponen barras de crecimiento acopladas quirúrgicamente con la columna del paciente, y se ajustan periódicamente (por ejemplo, se alargan), por ejemplo, para proporcionar una corrección de la deformidad y la tensión con el fin de estimular el crecimiento de la
 15 columna y ayudar en el tratamiento de la escoliosis. Sin embargo, los ajustes periódicos (por ejemplo, normalmente cada seis meses) requieren cirugía para manipular las barras de crecimiento implantadas.

[0002] El documento US-2010/094.306 describe un sistema de corrección de columna. El documento US-7.753.915 describe un sistema de ajuste en longitud del hueso bidireccional. El documento US-2011/137.347 describe una barra de columna expansible para escoliosis sin fusión. El documento US-2010/137.911 describe un ensamblaje ajustable para corregir las alteraciones de la columna.
 20

RESUMEN

[0003] El presente Resumen se proporciona para introducir una selección de conceptos de forma simplificada que se describen más en detalle a continuación en la Descripción detallada. Este Resumen no pretende identificar los factores clave ni pretende usarse para limitar el alcance del objeto reivindicado.
 25

[0004] Tal como se proporciona en la presente memoria descriptiva, puede usarse un dispositivo de tensado de columna no invasivo en el tratamiento de la escoliosis. Por ejemplo, un soporte de barra alargado puede tener un primer extremo dispuesto de forma opuesta con respecto a un segundo extremo, en el que una barra o barras asociadas pueden pasar a través de los extremos respectivos del soporte. Puede usarse uno o más elementos de sujeción ajustables selectivamente por medios magnéticos, como tornillos de fijación, para fijar la o las barras en el soporte de barra. En un ejemplo, un dispositivo externo puede generar un campo magnético deseado que puede hacer que el o los elementos de sujeción se aflojen y/o se aprieten, permitiendo así el ajuste de la o las barras, sin
 30 de columna no invasivo en el tratamiento de la escoliosis. Por ejemplo, un soporte de barra alargado puede tener un primer extremo dispuesto de forma opuesta con respecto a un segundo extremo, en el que una barra o barras asociadas pueden pasar a través de los extremos respectivos del soporte. Puede usarse uno o más elementos de sujeción ajustables selectivamente por medios magnéticos, como tornillos de fijación, para fijar la o las barras en el soporte de barra. En un ejemplo, un dispositivo externo puede generar un campo magnético deseado que puede hacer que el o los elementos de sujeción se aflojen y/o se aprieten, permitiendo así el ajuste de la o las barras, sin
 35 necesidad de cirugía.

[0005] La presente invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 15 y sus características preferidas se recogen en las reivindicaciones dependientes.
 40

[0006] Para conseguir lo anterior y los extremos relacionados, en la siguiente descripción y en los dibujos adjuntos se exponen algunos aspectos e implementaciones ilustrativos. Son indicativos sólo de algunas de las diversas formas en que pueden emplearse uno o más aspectos. Otros aspectos, ventajas y características novedosas de la descripción serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se considera conjuntamente con los dibujos adjuntos.
 45

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0007] La invención puede adoptar una forma física en algunas partes y una configuración de las partes, de las que se describirá en detalle una implementación preferida en la presente memoria descriptiva y que se ilustra en los dibujos adjuntos que forman parte de la misma y en los que:
 50

La FIGURA 1 ilustra una vista en perspectiva de un aparato de barra de crecimiento de ejemplo.
 La FIGURA 2 ilustra una vista en perspectiva de otro aparato de barra de crecimiento de ejemplo.
 55 La FIGURA 3 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en perspectiva de una o más partes de una barra de crecimiento de ejemplo de acuerdo con uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.
 La FIGURA 4 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en perspectiva de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.
 La FIGURA 5 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en perspectiva de una implementación de

ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIGURA 6 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en despiece ordenado de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIGURA 7 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en despiece ordenado de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIGURAS 8A, 8B, 8C y 8D son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIGURAS 9A, 9B, 9C y 9D son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

10 Las FIGURAS 10A, 10B, 10C y 10D son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIGURAS 11A y 11B son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

15 Las FIGURAS 12A, 12B y 12C son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIGURAS 13A, 13B y 13C son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

20 La FIGURA 14 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en perspectiva de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIGURA 15 es un diagrama de componentes que ilustra una vista en perspectiva de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

Las FIGURAS 16A, 16B y 16C son diagramas de componentes que ilustran varias vistas de una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

25 La FIGURA 17 es una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

La FIGURA 18 es una vista en sección transversal de la FIGURA 17.

La FIGURA 19 es una vista ampliada de una parte de la FIGURA 18.

30 La FIGURA 20 es una implementación de ejemplo de una o más partes de uno o más sistemas descritos en la presente memoria descriptiva.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

35 **[0008]** A continuación se describe el objeto reivindicado con referencia a los dibujos, en los que en general se usan números de referencia iguales para referirse a elementos semejantes. En la siguiente descripción, con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos dirigidos a proporcionar una comprensión minuciosa del objeto reivindicado. Sin embargo, será evidente que el objeto reivindicado puede alcanzarse sin estos detalles específicos. En otros casos, las estructuras y dispositivos pueden mostrarse en forma de un diagrama de bloques con el fin de facilitar la descripción del objeto reivindicado.

40 **[0009]** Normalmente, el manejo inicial de la escoliosis y otras deformidades de la columna se realiza usando series de corsés seguido de refuerzos de sujeción. Si este tratamiento no es viable, o no tiene éxito, a menudo es necesario un tratamiento quirúrgico. La fusión espinal es una forma común de tratamiento quirúrgico para escoliosis progresiva en adultos y niños con madurez esquelética. La fusión espinal suele implicar la colocación de barras, ganchos, tornillos pediculares y/o injertos de hueso para corregir la parte afectada de la columna. Sin embargo, este tipo de cirugía puede inmovilizar las secciones tratadas de la columna. Cuando un niño presenta inmadurez esquelética, el tratamiento de fusión espinal puede limitar el crecimiento potencial del mismo, lo que puede llevar a otros posibles problemas de salud, como el síndrome de insuficiencia torácica, en el que la reducción o la detención del crecimiento del tórax puede conducir a que no se disponga de volumen suficiente para una función respiratoria sana en la edad adulta.

55 **[0010]** Algunas opciones actuales pueden permitir tanto la corrección de la escoliosis como el crecimiento futuro. Los tratamientos que no impiden el crecimiento, que pueden usar barras de crecimiento duales (DGR) y/o costilla de prótesis de titanio expansible vertical (VEPTR), pueden proporcionar un tratamiento del problema de la escoliosis y permitir un crecimiento torácico continuado. Conceptualmente, las barras pueden fijarse a los huesos, incluidas la columna, las costillas y/o la pelvis, y las barras se configuran para poder alargarse selectivamente. Sin embargo, los pacientes que se someten a estos tratamientos necesitan normalmente intervenciones quirúrgicas repetidas primero para la implantación, y posteriormente para alargar los implantes, a veces con frecuencias de cada cuatro meses.

5 **[0011]** La FIGURA 1 ilustra una vista en perspectiva de un aparato de barra de crecimiento de ejemplo 100. A modo de ejemplo, algunos dispositivos existentes de barras de crecimiento usados para tratar la escoliosis en seres humanos comprenden un soporte de barra 102, una o más barras de crecimiento 104, 106, y uno o más pares de tornillos de fijación 108, 110 usados para fijar la o las barras 104, 106 al soporte de barra 102. Normalmente, los tornillos de fijación 108, 110 comprenden una abertura de acoplamiento de herramientas 112 que está diseñada para recibir una herramienta usada para aflojar y/o apretar el tornillo. Por ejemplo, puede insertarse una herramienta hexagonal (por ejemplo, una llave de Allen) en la abertura de acoplamiento de la herramienta 112 y hacerse girar (por ejemplo, en sentido horario o antihorario) para aflojar y/o apretar el tornillo 108, 110.

10 **[0012]** Además, por ejemplo, con el fin de acceder a la abertura de acoplamiento de la herramienta 112 del aparato de barra de crecimiento de ejemplo 100, cuando el aparato de barra de crecimiento 100 se implanta en un paciente, el paciente debe someterse a una cirugía invasiva (por ejemplo, con incisión abierta). En una implementación, cuando se lleva a cabo el ajuste del aparato de barra de crecimiento de ejemplo 100 para pacientes de corta edad con inmadurez esquelética, puede necesitarse una cirugía de columna abierta cada seis meses hasta 15 la edad de madurez esquelética. No sólo estas múltiples intervenciones quirúrgicas pueden acarrear una morbilidad importante por la cirugía en sí, por ejemplo, sino que puede imponerse una alta carga psicosocial, en particular para los niños esqueléticamente inmaduros y sus cuidadores. A la vez que pueden aparecer otras complicaciones en este tipo de tratamiento, la morbilidad suele aparecer normalmente por la necesidad de una intervención quirúrgica repetida. Las infecciones y las complicaciones relacionadas con la piel pueden conducir a más cirugía, antibioterapia 20 de larga duración y un estrés psicológico debido a la hospitalización crónica tanto para el paciente como para el cuidador.

25 **[0013]** La FIGURA 2 ilustra una vista en perspectiva de una implementación 200 de un ejemplo de un aparato de barra de crecimiento. En este ejemplo 200, puede acoplarse un primer tipo de sistema de barra de crecimiento 208 con (por ejemplo, atornillarse en) la columna de un paciente 202 en un primer extremo 206, y con la caja torácica del paciente 204 en un segundo extremo 210. A modo de ejemplo, fijando el dispositivo de ejemplo 208 a la columna 202 y la caja torácica 204, puede obtenerse una orientación deseada de la columna de un paciente 202. Además, la orientación deseada puede ajustarse periódicamente, abriendo quirúrgicamente al paciente y 30 manipulando manualmente el dispositivo 208, por ejemplo, con el fin de ajustar la columna a una orientación final deseada. Como otro ejemplo, un segundo tipo de sistema de barra de crecimiento 212 puede simplemente acoplarse en la caja torácica del paciente 204; sin embargo, aún puede ser necesaria una manipulación manual mediante cirugía invasiva.

35 **[0014]** En consecuencia, tal como se describe en la presente memoria descriptiva, puede idearse un sistema y/o dispositivo no invasivo que puede proporcionar un tratamiento para la escoliosis, puede permitir un crecimiento torácico continuado y puede mitigar las intervenciones quirúrgicas repetitivas. A modo de ejemplo, el sistema puede usar una o más barras fijadas respectivamente a un soporte de barra por uno o más elementos de sujeción, en el que los elementos de sujeción respectivos pueden apretarse y/o aflojarse mediante un dispositivo externo (es decir, 40 sin intrusión quirúrgica del paciente). Es decir, por ejemplo, puede acoplarse un elemento de sujeción con un componente magnético que puede hacerse girar mediante el dispositivo externo. En este ejemplo, cuando el componente magnético gira puede aplicar un par de torsión al elemento de sujeción, apretando y/o aflojando así el elemento de sujeción. Además, el elemento de sujeción puede estar situado en el soporte de barra de manera que al apretar el elemento de sujeción puede fijarse una barra correspondiente, con respecto al soporte de barra. En una 45 implementación, los procedimientos de ajuste para dicho dispositivo no invasivo pueden llevarse a cabo en una sala de exploración, por ejemplo, en lugar de en un quirófano.

[0015] En referencia ahora a los dibujos, que tienen el fin de ilustrar las implementaciones de un sistema y/o dispositivo no invasivo, y no de limitar el mismo, con referencia a las FIGURAS 3-6, se describe un sistema y/o 50 dispositivo 300 para tensado no invasivo, tal como un tratamiento de barra de crecimiento implantado. El sistema de tensado no invasivo 300 comprende un soporte de barra 308 que comprende un primer extremo 310 y un segundo extremo 312. El soporte de barra 308 está configurado para acoplarse selectivamente con una primera barra 304a. Además, el sistema de tensado no invasivo 300 comprende un primer elemento de sujeción 302a dispuesto en el primer extremo 310. El primer elemento de sujeción 302a está configurado para fijar la primera barra 304a con respecto al soporte de barra 308. Además, el sistema de tensado no invasivo 300 comprende un primer componente 55 de imán 602a que está acoplado operativamente con el primer elemento de sujeción 302a. El primer componente de imán 602a está configurado para aplicar un par de torsión al primer elemento de sujeción 302a cuando se somete a un campo magnético deseado.

[0016] En una implementación, el sistema de tensado no invasivo 300 puede comprender un segundo elemento de sujeción 302b dispuesto en el segundo extremo 312 del soporte de barra 308. El segundo elemento de sujeción 302b puede estar configurado para fijar una segunda barra 304b con respecto a dicho soporte de barra 308. En una implementación, el segundo elemento de sujeción 302b puede estar configurado para fijar la primera barra 304a al soporte de barra 308, por ejemplo, en el que la primera barra 304a se extiende desde el primer extremo 310 al segundo extremo 312 del soporte de barra (por ejemplo, a través de toda la longitud del soporte de barra 308). Además, el sistema de tensado no invasivo 300 puede comprender un segundo componente de imán 602b, que está acoplado operativamente con el segundo elemento de sujeción 302b. El segundo componente de imán 602b puede estar configurado para aplicar un par de torsión al segundo elemento de sujeción 302b cuando se somete al campo magnético deseado.

[0017] A modo de ejemplo, el uso del componente de imán 602 para aflojar y/o apretar el elemento de sujeción que sostiene la barra en el soporte de barra puede permitir volver a tensar el sistema de tensado de ejemplo 300 (por ejemplo, aparato de barra de crecimiento) sin necesidad de obtener un acceso quirúrgico directo a las cabezas 306 de los elementos de sujeción 302. En una implementación, los elementos de sujeción 302 pueden hacerse girar (por ejemplo, para aflojarlos o apretarlos) aplicando un campo magnético deseado a los componentes magnéticos 602. Debe entenderse que un campo magnético puede inducir una fuerza sobre determinados componentes tal como se describe en la presente memoria descriptiva. Tal como se usa en la presente memoria descriptiva la fuerza inducida por el campo magnético se referirá como fuerza magnética. Además, en una implementación, el campo magnético deseado puede comprender un campo magnético que proporciona una magnitud deseada de fuerza magnética en una orientación deseada, por ejemplo, que hace girar el elemento de sujeción en una dirección deseada (por ejemplo, horaria, antihoraria).

[0018] Con referencia de nuevo a las FIGURAS 3-6, y con referencia adicional a las FIGURAS 7-13, el soporte de barra 308 del sistema/dispositivo de ejemplo 300 puede comprender un árbol receptor de la barra 506, un manguito, un tubo o cualquier abertura que sea totalmente hueca o parcialmente hueca. En una implementación, el soporte de barra 308 (por ejemplo, tal como se ilustra en las FIGURAS 8B y 8C) puede comprender un primer árbol receptor de la barra 506a con una abertura en el primer extremo 310, en el que la primera parte del árbol que recibe la barra 506a está configurada para acoplarse selectivamente con la primera barra 304a. Además, el soporte de barra 308 puede comprender una segunda parte del árbol que recibe la barra 506b con una abertura en el segundo extremo 312, en el que la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b está configurada para acoplarse selectivamente con la segunda barra 304b.

[0019] En una implementación, la primera parte del árbol que recibe la barra 506a y la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b pueden estar dispuestas a lo largo de un mismo eje de árbol, por ejemplo, de manera que la primera parte del árbol que recibe la barra 506a y la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b pueden formar un árbol receptor de la barra 506 continuo a través del soporte de barra 308. Puede disponerse una ranura alargada 314 entre el primer extremo 310 y el segundo extremo 312. En una implementación, la primera parte del árbol que recibe la barra 506a y la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b pueden intersectar la ranura alargada 314, por ejemplo, de manera que la primera barra 304a y/o la segunda barra 304b pueden ser visibles a través de una abertura de la ranura alargada 314 (por ejemplo, para determinar de forma visible la posición de las barras respectivas acopladas en el o en los árboles).

[0020] En una implementación, la primera parte del árbol que recibe la barra 506a puede extenderse a lo largo de un primer eje de árbol y la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b puede extenderse a lo largo de un segundo eje de árbol. A modo de ejemplo, los ejes de árbol primero y segundo pueden estar desplazados con respecto al soporte de barra 308. Es decir, por ejemplo la primera parte del árbol que recibe la barra 506a puede discurrir a lo largo del soporte de barra 308 en un primer lado, mientras que la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b puede discurrir a lo largo del soporte de barra 308 en un segundo lado. En este ejemplo, la primera barra 304a puede acoplarse con la primera parte del árbol que recibe la barra 506a, y la segunda barra 304b puede acoplarse con la segunda parte del árbol que recibe la barra 506b, y las dos barras pueden no confluir dentro del soporte de barra, y pueden extenderse completamente a través de la longitud del soporte de barra 308.

[0021] En una implementación, pueden disponerse múltiples elementos de sujeción en los extremos respectivos 310, 312 del soporte de barra 308 (por ejemplo, como en la FIGURA 1). Es decir, por ejemplo, puede disponerse uno o más elementos de sujeción adicionales en el primer extremo 310, junto con el primer elemento de sujeción 302a. El uno o más elementos de sujeción adicionales pueden estar también configurados para fijar la primera barra 304a con respecto al soporte de barra 308. Además, pueden disponerse dos o más segundos elementos de sujeción (por ejemplo, el segundo elemento de sujeción 302b y uno o más elementos de sujeción

adicionales) en el segundo extremo 312, y pueden estar también configurados para fijar la segunda barra 304b con respecto al soporte de barra 308.

[0022] Tal como se ilustra en las FIGURAS 3-13, los elementos de sujeción respectivos 302 pueden comprender una cabeza del tornillo 306, una caña del tornillo 402 y una parte roscada 404. En una implementación, tal como se ilustra en la FIGURA 4, la parte roscada 404 puede estar configurada para ser recibida por, y acoplarse con, un parte receptora roscada 406, por ejemplo, dispuesta en el soporte de barra 308, tal como en el primer extremo 310 y/o el segundo extremo 312. En una implementación, el componente de imán 602 puede estar acoplado operativamente con el elemento de sujeción 302 (por ejemplo, en la caña del tornillo 402), de manera que una parte de polo norte del componente de imán 602 reside en un primer lado 408 del elemento de sujeción 302, y una parte de polo sur del componente de imán 602 reside en un segundo lado 410 del elemento de sujeción 302. De esta forma, por ejemplo, una fuerza magnética del polo norte aplicada al primer lado 408 del elemento de sujeción 302 puede hacer que el elemento de sujeción 302 gire en una dirección deseada; y una fuerza magnética de polo sur aplicada al segundo lado 410 del elemento de sujeción 302 puede hacer que el elemento de sujeción 302 continúe girando en la dirección deseada. Además, si la aplicación de la fuerza de polo norte y polo sur se alterna continuamente (por ejemplo, rotacionalmente), el elemento de sujeción 302 puede seguir girando en la dirección deseada.

[0023] En otra implementación, el componente de imán 602 puede estar dispuesto en acoplamiento rotacional con al menos una parte del elemento de sujeción 302. A modo de ejemplo, tal como se ilustra en las FIGURAS 6, el primer componente de imán 602a puede acoplarse rotacionalmente con la caña del tornillo 402 del primer elemento de sujeción 302a, y el segundo componente de imán puede acoplarse rotacionalmente con la caña del tornillo 402 del segundo elemento de sujeción 302b. Tal como se ilustra adicionalmente en las FIGURAS 7 y 9A-D, la geometría del elemento o los elementos de sujeción 302 puede tener cualquier forma elegida con un criterio fundado de ingeniería. En una implementación, la caña del tornillo 402 puede comprender una forma de cilindro. Además, el elemento de sujeción 302 puede comprender una parte interior 902, en la que el componente de imán 602 puede estar dispuesto, en acoplamiento rotacional con el elemento de vástago de la sujeción 402.

[0024] En una implementación, el componente de imán 602 (por ejemplo, que comprende uno o más imanes) puede estar en flotación libre o asentado dentro de la parte interior 902, de manera que no está acoplado de forma fija con ninguna parte del interior 902. En un ejemplo, el componente de imán 602, tal como se ilustra en las FIGURAS 11A y 11B, que comprende polos norte 1102 y sur 1104 opuestos, puede girar libremente dentro de la parte interior 902 cuando se somete al campo magnético deseado, tal como se describe anteriormente.

[0025] Con referencia a las FIGURAS 7, 9A-D, 10A-D y 11A-B, en una implementación, el elemento de sujeción puede comprender un componente de acoplamiento de imán 904, tal como una extensión dispuesta en la parte interior 902 de la caña del tornillo 402, que está acoplado con el primer elemento de sujeción. En una implementación, el componente de acoplamiento de imán 904 puede estar conformado con el elemento de sujeción 302; y en otra implementación, el componente de acoplamiento de imán 904 puede estar unido al elemento de sujeción 302. El componente de acoplamiento de imán 904 puede estar configurado para acoplarse selectivamente con el componente de imán 602, de manera que una aplicación de par de torsión al primer componente de imán 602 que está acoplado con el componente de acoplamiento de imán 904 hace que se aplique un par de torsión al elemento de sujeción 302.

[0026] En una implementación, el componente de imán 602 puede comprender una extensión de collar 702, que se extiende desde un collar del imán 704 acoplado de forma fija con el componente de imán 602. Por ejemplo, el componente del collar del imán 704 puede comprender una forma anular configurada para encajar simplemente alrededor del componente de imán 602 en un acoplamiento fijo. En una implementación, el componente de collar del imán 704 puede conformarse junto con el componente de imán 602; en otra implementación el componente de collar del imán 704 puede estar unido (por ejemplo, por ajuste a presión, adhesión, encolado, soldadura blanda, soldadura por fusión, etc.) al componente de imán 602. Además, el componente de collar del imán 704 puede comprender la extensión del collar 702, que está configurado para su disposición en el acoplamiento opuesto con respecto a la extensión interior 904 dispuesta en la parte interior 902 de la caña del tornillo 402.

[0027] A modo de ejemplo, cuando se aplica una fuerza magnética (por ejemplo, el campo magnético deseado) al componente de imán 602, el componente de imán puede girar (por ejemplo, en una dirección que depende de la rotación del campo magnético deseado, tal como se describe anteriormente), y la extensión del collar 702 puede acoplarse con la parte de extensión interior 904 del elemento de sujeción 302, que puede hacer que el elemento de sujeción 302 gire en la misma dirección de rotación. En una implementación, la parte interior 902 puede

comprender una pista para el componente de imán (por ejemplo, y/o collar del imán 704) con el fin de mejorar el acoplamiento de la extensión del collar 704 con el componente de acoplamiento de imán 904 (por ejemplo, extensión de la parte interior), para proporcionar el par de torsión apropiado al elemento de sujeción 302.

5 **[0028]** En un aspecto, cuando la fuerza magnética proporcionada por el campo magnético deseado hace que el componente de imán 602 (por ejemplo, la extensión del collar 704 del collar del imán 702) se acople con el componente de acoplamiento de imán 904 del elemento de sujeción 302, el componente de imán 602 puede rebotar (por ejemplo, retroceder desde el acoplamiento), dependiendo de la magnitud de la resistencia a la rotación existente para el elemento de sujeción. En una implementación, una vez que el componente de imán 602 se
10 desacopla (por ejemplo, por rebote) del componente de acoplamiento de imán 904, cuando el elemento de sujeción encuentra una cierta magnitud de resistencia a la rotación (por ejemplo, deja de girar), el componente de imán 602 puede volverse a acoplar con el componente de acoplamiento de imán 904, cuando el componente de imán 602 se somete al campo magnético deseado. En esta implementación, cuando el componente de imán 602 se vuelve a acoplar con el componente de acoplamiento de imán 904, puede aplicarse una fuerza de martilleo rotacional al
15 elemento de sujeción 302.

[0029] A modo de ejemplo, la fuerza magnética proporcionada por el campo magnético deseado puede volverse a aplicar al componente de imán 602, haciendo que vuelva a entrar en contacto con la extensión del collar 702 del collar del imán 704 en la caña del tornillo 402 del elemento de sujeción 302. En este ejemplo, una acción repetida de rebote y nuevo acoplamiento puede provocar un tipo de efecto de martilleo entre la extensión del collar 702 y el componente de acoplamiento de imán 904 (por ejemplo, la extensión interior de la caña del tornillo 402). Puede tratarse de una acción de martilleo, por ejemplo, que puede hacer que el elemento de sujeción 302 gire, en particular cuando se somete a resistencia a la rotación. De esta forma, por ejemplo, es posible apretar más eficazmente un tornillo suelto, así como aflojar más eficazmente un tornillo apretado.
20
25

[0030] Con referencia a las FIGURAS 6-8, 12A-C y 13A-C, y con referencia de nuevo a las FIGURAS 3-5 y 9-11, una tapa roscada 604 puede acoplarse operativamente con el elemento de sujeción 302, por ejemplo, con el componente de imán 602 colocado entre ellos, tal como se ilustra en las FIGURAS 6 y 7. En una implementación, la caña del tornillo 402 puede comprender un extremo romo dispuesto en una parte de extremo de la parte roscada
30 404. El extremo romo puede acoplarse con la tapa roscada 604, por ejemplo por ajuste a presión. A modo de ejemplo, el extremo romo acoplado con la tapa roscada 604 puede estar configurado para aplicar presión a una barra 304 insertada en el soporte de barra 308 (por ejemplo, cuando se aprieta la parte roscada), de manera que la barra 304 puede asegurarse (por ejemplo, con una fuerza de tensado deseada) en el árbol receptor de la barra 506 del soporte de barra 308.
35

[0031] Tal como se ilustra en las FIGURAS 5-7, puede disponerse un primer componente de detención del tornillo 508a en el primer extremo 310, y/o puede disponerse un segundo componente de detención del tornillo 508b en el segundo extremo 312 del soporte de barra 308. El componente de detención del tornillo 508 puede estar configurado para mitigar el exceso de rotación del elemento de sujeción 302, a partir de un ajuste deseado. El
40 componente de detención del tornillo 508 puede comprender un receptor de tope 502, que comprende un tubo dispuesto en el soporte de barra, y un pasador de tope 504, configurado para acoplarse selectivamente con el receptor de tope 502. A modo de ejemplo, el pasador de tope 504 puede insertarse en el receptor de tope 502 después de insertar el elemento de sujeción 302 en un orificio de recepción del elemento de sujeción 802 del soporte de barra 308. De esta forma, por ejemplo, tal como se ilustra en la FIGURA 5, una parte de la cabeza del
45 tornillo 306 puede acoplarse con el pasador de tope 504 cuando se afloja el elemento de sujeción 302 (por ejemplo, mediante giro), evitando que el elemento de sujeción 302 gire más allá de la posición del pasador de tope 504.

[0032] A modo de ejemplo, el componente de detención del tornillo 508 puede mitigar el desenroscado inadvertido del elemento de sujeción completamente desde el orificio de recepción del elemento de sujeción 802, desacoplándose así del soporte de barra 308. El componente de detención del tornillo 508 puede comprender cualquier tope mecánico elegido con un criterio fundado de ingeniería. A modo de ejemplo, el componente de detención del tornillo 508 puede ser interno al soporte de barra 308, tal como se ilustra en la FIGURA 5, y/o puede ser externo al soporte de barra 308. En un diseño alternativo, el componente de detención del tornillo 508 puede estar integrado con el elemento de sujeción 302 en sí, y/o puede sujetarse al interior o el exterior del elemento de
50 sujeción 302.
55

[0033] Tal como se ilustra en las FIGURAS 8 y 14, el soporte de barra 308 puede comprender un primer orificio de recepción del tornillo 802a y un segundo orificio de recepción del tornillo 802b. El o los orificios de retención del tornillo pueden estar configurados para recibir un elemento de sujeción 302, tal como un tornillo de

ajuste. Los expertos en la materia verán que pueden diseñarse configuraciones alternativas de la configuración del soporte de barra/elemento de sujeción. A modo de ejemplo, en una implementación, un soporte de barra puede comprender un tipo de abrazadera de barra 1402, en el que puede usarse un elemento de sujeción de tipo tornillo de ajuste 302 para fijar una o más barras en los árboles de sujeción de barra 1404.

5

[0034] En una implementación, una o más partes del elemento de sujeción 302 y/o orificio de recepción del elemento de sujeción 802 pueden encapsularse con un material adecuado (por ejemplo, médicamente inerte). En una implementación, el componente de imán 602 puede encapsularse en el elemento de sujeción 302, por ejemplo, para mitigar la corrosión del componente de imán 602. A modo de ejemplo, la tapa roscada 604 puede sellar herméticamente el componente de imán 602 dentro de la parte interior 902 de la caña del tornillo 402. En una implementación, la encapsulación de todo el dispositivo de tensado no invasivo 300 puede mitigar la formación de materiales no deseables en las piezas de trabajo del dispositivo 300 que, por ejemplo, pueden interferir con la capacidad de la parte roscada 404 de acoplarse eficazmente con el orificio de recepción del tornillo 802 del soporte de barra 308.

10

[0035] Con referencia de nuevo a las FIGURAS 3-14, puede insertarse un primer elemento de sujeción 302a en un primer orificio de recepción del tornillo 802a, y puede insertarse un segundo elemento de sujeción 302b en un segundo orificio de recepción del tornillo 802b. En una implementación, los elementos de sujeción primero y/o segundo 302 pueden comprender tornillos de fijación, por ejemplo, de manera que un tornillo de ajuste puede comprender un extremo plano o relativamente romo, configurado para acoplar una barra 304, con el fin de fijar la barra 304 contra el soporte de barra 308 aplicando presión. En una implementación, el tornillo de ajuste puede comprender un extremo en punta o relativamente en punta, configurado para acoplar un endentado, un orificio, una depresión, una escotadura u otro corte de recepción del tornillo de ajuste, de la barra 304.

15

[0036] A modo de ejemplo, la barra 304 puede comprender una pluralidad de elementos de posicionamiento de barra (por ejemplo, endentados, orificios, depresiones, escotaduras, etc.) configurados respectivamente para facilitar la fijación de la barra con respecto a dicho soporte de barra en una posición deseada. Por ejemplo, los elementos de posicionamiento de barra pueden estar dispuestos en lugares a lo largo de la barra adecuados para ajustar la barra con respecto al tratamiento de escoliosis deseado. Como otro ejemplo, la una o más barras respectivas (por ejemplo, 304a, 304b) pueden comprender una pluralidad de endentados dispuestos respectivamente en un intervalo deseado, y/o una pluralidad de salientes dispuestos respectivamente en un intervalo deseado, en los que los endentados y/o depresiones entre los salientes pueden acoplar selectivamente el tornillo de ajuste y ayudar a fijar la barra 304 en el soporte de barra 308.

20

[0037] En otra implementación, de la presente invención, la barra 304 puede comprender uno o más dientes que están configurados para acoplar los dientes correspondientes dispuestos en el soporte de barra 308. A modo de ejemplo, los dientes en la barra 304 pueden estar acoplados con los dientes en el soporte de barra 308 para proporcionar un tipo de sistema de ajuste en trinquete, en el que la barra puede ajustarse selectivamente según las posiciones de trinquete deseadas de los dientes.

25

[0038] Con referencia de nuevo a las FIGURAS 3-14, en una implementación, después de acoplar el uno o más elementos de sujeción respectivos con el soporte de barra 308 (por ejemplo, roscado en el soporte de barra), puede acoplarse un primer pasador de tope 504a (por ejemplo, insertado en) con un primer receptor de tope 504a, y/o puede acoplarse un segundo pasador de tope 504b con un segundo receptor de tope 504b. De esta forma, tal como se describe anteriormente, el o los elementos de sujeción no pueden desacoplarse inadvertidamente del soporte de barra 308.

30

[0039] Una primera barra de crecimiento 304a puede insertarse en el árbol de recepción de la primera barra 506a del soporte de barra 308, y una segunda barra de crecimiento 304a puede insertarse en el árbol de recepción de la segunda barra 506b del soporte de barra 308. En una implementación, tal como se describe anteriormente, las barras de crecimiento primera y/o segunda 304 pueden sujetarse selectivamente al hueso, por ejemplo a una parte de la columna y/o la caja torácica. Además, en una implementación, el soporte de barra 308 puede sujetarse selectivamente al hueso (por ejemplo, en un ser humano), por ejemplo, como se usa la abrazadera de barra de la FIGURA 14. A modo de ejemplo, después de sujetar el dispositivo de tensado no invasivo 300 a los huesos, puede cerrarse la intervención quirúrgica del paciente.

35

[0040] Con referencia a las FIGURAS 15 y 16A-C, y con referencia de nuevo a las FIGURAS 3-14, para hacer un ajuste en el dispositivo de tensado no invasivo 300, que puede haber sido implantado quirúrgicamente en el paciente, la barra que sostiene los elementos de sujeción 302 puede tener que aflojarse. Para girar los elementos

de sujeción 302 sin cirugía invasiva puede usarse un componente de generación de campo magnético 1502. El componente de generación de campo magnético 1502 puede comprender uno o más imanes de accionamiento 1604, y un travesaño 1602 acoplado operativamente con el uno o más imanes de accionamiento 1604. El travesaño 1602 puede estar configurado para hacer que el o los imanes de accionamiento 1604 giren alrededor de un eje de rotación de imán para generar el campo magnético deseado. A modo de ejemplo, los imanes en rotación pueden proporcionar la fuerza magnética necesaria para hacer girar el elemento de sujeción, cuando se lleva en estrecha proximidad al componente de imán 602 dispuesto en el elemento de sujeción 302.

[0041] A modo de ejemplo, un primer imán de accionamiento 1604a puede comprender un polo norte dispuesto con su extremo orientado al exterior, un segundo imán de accionamiento 1604b puede comprender un polo sur dispuesto con su extremo orientado al exterior, un tercer imán de accionamiento 1604c puede comprender un polo norte dispuesto con su extremo orientado al exterior y un cuarto imán de accionamiento 1604d puede comprender un polo sur dispuesto con su extremo orientado al exterior. En este ejemplo, cuando se hace girar el travesaño 1602, puede proporcionarse una fuerza magnética norte-sur alterna en una cara del componente de generación de campo magnético 1502. Por ejemplo, el componente de generación de campo magnético 1502 puede comprender un alojamiento 1606, una de cuyas caras puede colocarse próxima a un lugar de un elemento de sujeción 302 en el dispositivo de tensado no invasivo 300 dispuesto en el paciente. Cuando se activa (por ejemplo, girado en una dirección deseada), la fuerza magnética norte-sur alterna puede proporcionarse en la cara del alojamiento, lo que puede hacer girar el elemento de sujeción 302 (por ejemplo, de forma no invasiva), tal como se describe anteriormente.

[0042] Además, en una implementación, el uno o más imanes 1604 del componente de generación de campo magnético 1502 puede hacerse girar en una primera dirección (por ejemplo, en sentido horario) haciendo, por ejemplo, que se aplique un par de torsión rotacional a un elemento de sujeción 302 en la primera dirección. En esta implementación, el uno o más imanes 1604 del componente de generación de campo magnético 1502 pueden hacerse girar en una segunda dirección (por ejemplo, antihoraria) haciendo, por ejemplo, que se aplique un par de torsión rotacional al elemento de sujeción 302 en la segunda dirección.

[0043] Además, la orientación del componente de generación de campo magnético 1502 con respecto al componente de imán en rotación, dispuesto en posición adyacente (por ejemplo, un elemento de sujeción), puede determinar si el componente magnético de rotación adyacente se ve afectado por el campo magnético resultante. Por ejemplo, cuando dos componentes magnéticos rotatorios se disponen relativamente perpendiculares entre sí (por ejemplo, dispuestos en un aparato de barra de crecimiento en a paciente), la colocación del componente de generación de campo magnético 1502 en una primera orientación, con respecto a los componentes magnéticos rotatorios, puede hacer que se aplique un par de torsión rotacional solamente al primero de los componentes magnéticos rotatorios. En este ejemplo, la colocación del componente de generación de campo magnético 1502 en una segunda orientación, con respecto a los componentes magnéticos rotatorios, puede hacer que se aplique un par de torsión rotacional solamente al segundo de los componentes magnéticos rotatorios, y no al primero. De esta forma, por ejemplo, si un médico desea aplicar (por ejemplo, o apretar) sólo un elemento de sujeción cada vez, puede usarse una orientación apropiada del componente de generación de campo magnético 1502 de manera que el elemento de sujeción deseado resulte afectado por el campo magnético resultante, pero no los elementos de sujeción no deseados.

[0044] En un aspecto, la acción de la fuerza magnética del componente de generación de campo magnético 1502 puede producir una fuerza de martilleo, tal como se describe anteriormente. En una implementación, el componente de imán 602 puede girar vuelta a vuelta con respecto a la caña del tornillo 402 y la parte roscada 404 hasta que se encuentra una resistencia a la rotación, como frente al apriete contra la barra de crecimiento 304, o frente al componente de detención del tornillo 508. En esta implementación, por ejemplo, cuando se encuentra una resistencia a la rotación, el componente de imán 602 puede no girar a la misma velocidad que la caña del tornillo 402 y la parte roscada 404. Es decir, por ejemplo, el componente de imán 602 puede tener una velocidad mayor que la caña del tornillo 402. En este ejemplo, mediante vueltas respectivas del componente de imán 602 puede intentarse hacerse girar la caña del tornillo 402 una vuelta. Sin embargo, si se encuentra resistencia a la rotación, el elemento de sujeción 302 puede no girar una vuelta completa.

[0045] Como ejemplo ilustrativo, si un médico determina que debe ajustarse la tensión de las barras de crecimiento 14, el componente de generación de campo magnético 1502 puede usarse para aflojar el o los elementos de sujeción que fijan la una o más barras de tensado 304. En este ejemplo, el componente de generación de campo magnético 1502 puede colocarse en estrecha proximidad al paciente, y hacerse girar (por ejemplo, manualmente o con una fuente de giro eléctrica, por ejemplo, un destornillador eléctrico, una broca, etc.). Además, la

rotación puede aplicarse en una dirección que hace que el componente de imán 602 gire (por ejemplo, en sentido horario) dentro del elemento de sujeción 302, por ejemplo de una forma que produce un par de torsión. Tal como se describe anteriormente, el par de torsión puede hacer que el elemento de sujeción 302 gire (por ejemplo, se afloje).

5 **[0046]** Además, en este ejemplo, después de ajustar al paciente en una posición deseada (por ejemplo, moviendo la barra o las barras de tensado 304 hacia y/o desde del soporte de barra 308), pueden volverse a apretar los elementos de sujeción respectivos. A modo de ejemplo, la rotación del componente de generación de campo magnético 1502 puede invertirse, haciendo que los elementos de sujeción giren en una dirección opuesta (por ejemplo, antihoraria). En este ejemplo, el elemento de sujeción 302 puede girar en el orificio de recepción del tornillo
10 802 del soporte de barra 308, al menos hasta que entre en contacto con la barra de crecimiento 304. Tal como se describe anteriormente, la fuerza de martilleo proporcionada por el componente de imán 602 puede hacer que el elemento de sujeción sujete firmemente la barra 304 en el soporte de barra 308. En una implementación, el dispositivo de tensado no invasivo puede comprender un componente de bloqueo del elemento de sujeción configurado para mitigar el aflojamiento del elemento de sujeción 302 desde un acoplamiento seguro con la barra
15 304.

[0047] En un aspecto, cuando se ajustan las barras de crecimiento 14, pueden usarse para medir el cambio en la posición de las barras. En una implementación, para medir la separación, puede usarse cualquier medio con un criterio fundado de ingeniería. A modo de ejemplo, pueden usarse cuentas (no mostrado) en las barras de
20 crecimiento, que pueden detectarse con un escáner no invasivo, por ejemplo un escáner de TC, fluoroscopia u otros medios no invasivos. En una implementación, pueden usarse medios electromagnéticos para determinar la distancia de separación, por ejemplo durante el ajuste. A modo de ejemplo, puede implementarse un medio de detección (por ejemplo, un dispositivo sensor) para determinar un cambio de polaridad de un componente magnético rotatorio, por ejemplo un tornillo autorroscante magnético. En esta implementación, por ejemplo, un cambio de polaridad del
25 componente magnético rotatorio puede indicar una cantidad determinada de rotación (por ejemplo, una rotación) del componente magnético rotatorio. Esto puede indicar adicionalmente la distancia recorrida combinando la magnitud de rotación con una distancia de rosca para determinar, por ejemplo, el recorrido del componente por rotación.

[0048] En una implementación, puede usarse un dispositivo de control para limitar la magnitud de rotación
30 (por ejemplo, y la distancia recorrida) del componente magnético rotatorio (por ejemplo, un elemento de sujeción y/o un tornillo autorroscante), por ejemplo, mitigando los efectos de la fuerza magnética aplicada al componente magnético rotatorio cuando se ha cumplido una magnitud de rotación predeterminada (por ejemplo, y/o una distancia recorrida). A modo de ejemplo, un médico puede indicar que el tornillo autorroscante magnético puede ajustarse por cinco milímetros. En este ejemplo, el dispositivo de control puede desactivar el componente de generación de fuerza
35 magnética (por ejemplo, o blindar el tornillo autorroscante magnético de la fuerza magnética) una vez que el medio de detección identifica que el tornillo autorroscante magnético ha recorrido los cinco milímetros deseados. De esta forma, por ejemplo, puede aplicarse la separación deseada, a la vez que se mitiga la posibilidad de que las barras de crecimiento estén separadas por exceso o por defecto.

40 **[0049]** En otra implementación de la presente invención, el dispositivo 300 puede retirarse del paciente pediátrico una vez alcanzada la madurez ortopédica de manera que podría usarse un sistema de implante diferente para la fusión de la columna según se necesite. En este caso, por ejemplo, el dispositivo 300 puede ser adaptable de manera que no sea necesario usar el imán rotatorio 36 para aflojarlo. El imán 36 del dispositivo puede aflojarse con una llave o un destornillador e instrumentos quirúrgicos externos para retirarlo y proporciona mayor flexibilidad y
45 adaptación para beneficio del paciente. Una diferencia importante con la técnica anterior es la ausencia de mecanismo de dirección dentro del árbol 20. No existen complicados componentes de engranaje, resortes, baterías u otros para hacer funcionar la presente invención.

[0050] La presente invención, aunque se describe en detalle para su aplicación a la escoliosis, puede
50 aplicarse a diversas aplicaciones ortopédicas que incluyen, pero no se limitan a, cualquier aplicación en que se usen tornillos de fijación. Los ejemplos no limitativos pueden incluir los tornillos de fijación que se usan en conjunción con placas o barras para huesos u otros tornillos. Puede usarse para tratar diversas dolencias que incluyen, sin limitación, fracturas o cualquier deformidad ósea.

55 **[0051]** En otro aspecto, en las FIGURAS 17-20 se muestra otra implementación de un aparato de barra de crecimiento de ejemplo 1700. En esta implementación, una o más barras de crecimiento 1702 pueden ajustarse mediante un procedimiento de dispositivo similar al descrito anteriormente, tal como un componente de generación de campo magnético (por ejemplo, 1502 en la FIGURA 15). Puede proporcionarse un soporte de barra 1704 (por ejemplo, tal como 308 de la FIGURA 3), por ejemplo, configurado para sostener la una o más barras de crecimiento

1702. Puede acoplarse un primer tornillo de ajuste basado en imán 1706, tal como se describe anteriormente (por ejemplo, 302 de la FIGURA 3), rotacionalmente con un primer extremo del soporte de barra 1708, y configurarse para su acoplamiento selectivo con la barra de crecimiento 1702, por ejemplo, cuando se gira en el soporte de barra 1704. Además, puede acoplarse un segundo tornillo de ajuste basado en imán 1710 (por ejemplo, o un tornillo de ajuste tradicional) rotacionalmente con un segundo extremo del soporte de barra 1712, y configurarse para su acoplamiento selectivo con la barra de crecimiento 1702, por ejemplo, cuando se gira en el soporte de barra 1704.

[0052] En una implementación, una parte de árbol 1714 del soporte de barra 1704, que puede estar acoplada con una o más de las barras de crecimiento 1702 puede comprender roscas internas (por ejemplo, rosca hembra).
 10 Además, puede disponerse un tornillo autorroscante magnético 1716 en la parte de árbol 1714. En una implementación, el tornillo autorroscante magnético 1716 puede comprender un imán de accionamiento 1718 (por ejemplo, similar a 602 de la FIGURA 6) dispuesto en el mismo. En una implementación, el imán de accionamiento 1718 puede estar configurado para accionarse (por ejemplo, hacerse girar) usando un dispositivo de accionamiento externo, tal como el componente de generación de campo magnético descrito anteriormente (por ejemplo, 1502 en
 15 la FIGURA 15), de una manera similar a la descrita anteriormente en las FIGURAS 2-16. Es decir, por ejemplo, un collar del imán (por ejemplo, 702 de la FIGURA 7) puede unirse de manera fija al imán de accionamiento 1718, y el tornillo autorroscante magnético 1716 puede comprender un componente de acoplamiento de imán interno (por ejemplo, 904 de la FIGURA 9A) dispuesto en el acoplamiento rotacional opuesto con el collar del imán del imán de accionamiento 1718. De esta forma, tal como se describe anteriormente, cuando se aplica una fuerza magnética de rotación apropiada al tornillo autorroscante magnético 1716, el collar del imán de accionamiento 1718
 20 puede aplicar una fuerza de rotación al componente de acoplamiento de imán dentro del tornillo autorroscante magnético 1716, por ejemplo, haciendo así que el tornillo autorroscante magnético 1716 gire de acuerdo con la fuerza magnética de rotación aplicada.

[0053] En una implementación, el tornillo autorroscante magnético 1716 puede comprender roscas externas (por ejemplo, rosca macho) que están configuradas para acoplarse por roscado con las roscas internas de la parte de árbol 1714 del soporte de barra 1704. En esta implementación, por ejemplo, el giro magnético del tornillo autorroscante magnético 1716 puede hacer que el tornillo autorroscante magnético 1716 se desplace a lo largo de la parte de árbol 1714 del soporte de barra 1704, con la dirección de recorrido dependiente de la dirección de rotación
 30 del tornillo autorroscante magnético 1716 (por ejemplo, y así la rotación y/u orientación del componente de generación de fuerza magnética 1502).

[0054] En una implementación, puede acoplarse una o más de las barras de crecimiento 1702 con la parte de árbol 1714, por ejemplo, y fijarse en el soporte de barra 1704 por medio de los primeros y/o segundos elementos de sujeción 1706, 1710. Además, en esta implementación, cuando la barra de crecimiento 1702 no se fija al soporte de barra 1704 (por ejemplo, se afloja el elemento de sujeción 1706), puede usarse el tornillo autorroscante magnético 1716 para extender la barra de crecimiento 1702. Por ejemplo, el tornillo autorroscante magnético 1716 puede hacerse girar magnéticamente para hacer que el tornillo autorroscante magnético 1716 se acople con un extremo de la barra de crecimiento 1702 dispuesto en la parte de árbol 1714, de manera que el tornillo autorroscante magnético
 40 1716 empuja al menos una parte de la barra de crecimiento 1702 fuera de la parte de árbol 1714. En este ejemplo, a continuación puede apretarse el elemento de sujeción 1706 (por ejemplo, magnéticamente) para fijar la barra de crecimiento 1702 en el soporte de barra 1704 en una posición deseada.

[0055] Como otro ejemplo, cuando se acciona el tornillo autorroscante magnético 1716, se contempla que la barra de crecimiento 1702 pueda trasladarse en el soporte de barra 1704 entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 20 mm por ajuste. Por ejemplo, el uno o más tornillos de fijación magnéticos 1706, 1710 pueden aflojarse con el componente de generación de campo magnético (por ejemplo, 1502 en la FIGURA 15, en una orientación apropiada), que puede hacer que la barra de crecimiento 1702 se afloje con respecto al soporte de barra 1704. Además, en este ejemplo, el componente de generación de campo magnético puede accionar el tornillo autorroscante magnético 1716, haciendo girar el tornillo autorroscante magnético 1716 en la parte de árbol 1714 del soporte de barra 1704. El tornillo autorroscante magnético 1716 puede aplicar una fuerza a la barra de crecimiento 1702, por ejemplo, haciendo que la barra de crecimiento 1702 avance una distancia deseada en el soporte de barra 1704. En este ejemplo, una vez realizado el ajuste deseado, el uno o más tornillos de fijación magnéticos 1706, 1710 pueden apretarse con el componente de generación de campo magnético, fijando la barra o barras de crecimiento
 50 1702 en el soporte de barra 1704. Además, puede usarse cualquier dispositivo y metodología elegidos con criterio fundado de ingeniería para obtener la distancia de recorrido deseada de la barra de crecimiento en el soporte de barra siempre que el tornillo autorroscante magnético 1716 esté acoplado directa o indirectamente con la barra de crecimiento 1702, y el imán de accionamiento 1718 sea accionado por el componente de generación de campo magnético 1502.

[0056] La palabra "ejemplar" se usa en la presente memoria descriptiva para referirse a servir, por ejemplo, un caso o una ilustración. Cualquier aspecto o diseño descrito en la presente memoria descriptiva como "ejemplar" no debe entenderse necesariamente como ventajoso con respecto a otros aspectos o diseños. Al contrario, el uso de la palabra ejemplar pretende presentar los conceptos de una forma concreta. Tal como se usa en la presente solicitud, el término "o" pretende referirse a un "o" inclusivo, no a un "o" excluyente. Es decir, salvo que se indique lo contrario, o se desprenda claramente del contexto, "X emplea A o B" pretende significar cualquiera de las permutaciones inclusivas naturales. Es decir, si X emplea A; X emplea B; o X emplea A y B, entonces se satisface "X emplea A o B" en cualquiera de los casos anteriores. Además, al menos uno de A y B y/o similar significa en general A o B o A y B. Además, los artículos "un" y "una" tal como se usan en la presente solicitud y en las reivindicaciones adjuntas pueden entenderse en general como "uno o más" salvo que se indique específicamente lo contrario o cuando se desprenda claramente del contexto que corresponde a una forma en singular.

[0057] Aunque el objeto se ha descrito en un lenguaje específico de las características estructurales y/o los actos metodológicos, debe entenderse que el objeto definido en las reivindicaciones adjuntas no se limita necesariamente a las características o actos específicos descritos anteriormente. Al contrario, las características o actos específicos descritos anteriormente se describen como formas de ejemplo de la implementación de las reivindicaciones. Naturalmente, los expertos en la materia reconocerán que pueden realizarse numerosas modificaciones en esta configuración sin apartarse del alcance del objeto reivindicado.

[0058] Además, aunque la descripción se ha mostrado y descrito con respecto a una o más implementaciones, los expertos en la materia descubrirán alteraciones y modificaciones equivalentes basadas en la lectura y la comprensión de la presente memoria descriptiva y de los dibujos adjuntos. La descripción incluye todas estas modificaciones y alteraciones y sólo está limitada por el alcance de las siguientes reivindicaciones. En particular en lo que respecta a las distintas funciones realizadas por los componentes descritos anteriormente (por ejemplo, elementos, recursos, etc.), los términos usados para describir dichos componentes pretenden corresponder, salvo que se indique lo contrario, a cualquier componente que realice la función especificada del componente descrito (por ejemplo, que es funcionalmente equivalente), aun cuando no sea estructuralmente equivalente a la estructura descrita que realiza la función en las implementaciones de la descripción de ejemplo ilustradas en la presente memoria descriptiva.

[0059] Además, aunque se haya descrito una característica especial de la descripción con respecto a sólo una de varias implementaciones, dicha característica puede combinarse con una o más características distintas de las demás implementaciones que pudieran considerarse convenientes y ventajosas para cualquier aplicación dada o particular. Además, en la medida en que en la descripción detallada o en las reivindicaciones se usan los términos "incluye", "que tiene", "tiene", "con", o variantes de los mismos, dichos términos pretenden ser inclusivos de una manera similar al término "que comprende".

[0060] En el presente documento se han descrito las implementaciones. Para los expertos en la materia será evidente que los procedimientos y aparatos anteriores pueden incorporar cambios y modificaciones sin apartarse del alcance general de la presente invención. Se pretende incluir todas estas modificaciones y alteraciones en la medida en que se sitúen dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) para tensado no invasivo, que comprende:
- 5 un soporte de barra (308) que comprende un primer extremo (310) y un segundo extremo (312), y configurado para acoplarse selectivamente con una primera barra (304a);
un primer elemento de sujeción (302a) dispuesto en dicho primer extremo, y configurado para fijar dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra; y
un primer componente de imán (602a), acoplado operativamente con dicho primer elemento de sujeción, y
10 configurado para aplicar un par de torsión a dicho primer elemento de sujeción cuando se somete a un campo magnético deseado.
2. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además:
- 15 un segundo elemento de sujeción (302b) dispuesto en dicho segundo extremo, y configurado para fijar uno o más de:
- dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra; y
una segunda barra (304b) con respecto a dicho soporte de barra; y
20 un segundo componente de imán (602b), acoplado operativamente con dicho segundo elemento de sujeción, y configurado para aplicar un par de torsión a dicho segundo elemento de sujeción cuando se somete a dicho campo magnético deseado.
- 25 3. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho soporte de barra comprende además uno o más de:
- una primera parte de árbol (506a) configurada para acoplarse selectivamente con dicha primera barra, en la que dicha primera parte de árbol comprende una abertura en dicho primer extremo; y
30 una segunda parte de árbol (506b) configurado para acoplarse selectivamente una segunda barra (304b), en el que dicha segunda parte de árbol comprende una abertura en dicho segundo extremo; y
en el que uno o más de:
- dicha primera parte de árbol y dicha segunda parte de árbol se extienden a lo largo de un mismo eje de árbol; y
35 dicha primera parte de árbol se extiende a lo largo de un primer eje de árbol y dicha segunda parte de árbol se extiende a lo largo de un segundo eje de árbol.
4. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho soporte de barra está configurado además para acoplarse selectivamente con una segunda barra (304b), y en el que dicho sistema comprende además:
- 40 uno o más segundos elementos de sujeción dispuestos en dicho segundo extremo, y configurados para fijar dicha segunda barra con respecto a dicho soporte de barra.
5. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un componente de bloqueo del primer
45 elemento de sujeción configurado para mitigar el aflojamiento de dicho primer elemento de sujeción desde un acoplamiento seguro con dicha primera barra o en el que dicha primera barra comprende una pluralidad de elementos de posicionamiento de barra configurados respectivamente para facilitar la fijación de dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra en una posición deseada.
- 50 6. El sistema según la reivindicación 1, en el que uno o más de:
- dicha primera barra está configurado para acoplarse selectivamente con una o más partes de un hueso; y dicho soporte de barra está configurado para acoplarse selectivamente con una o más partes de dicho hueso, o
que comprende además un componente de generación de campo magnético (1502) configurado para generar dicho
55 campo magnético deseado, y que comprende uno o más de uno o más imanes de accionamiento (1604); y un travesaño (1602) acoplado operativamente con dichos uno o más imanes de accionamiento, estando dicho travesaño configurado para hacer que dichos uno o más imanes de accionamiento giren alrededor de un eje de rotación de imán para generar dicho campo magnético deseado.

7. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un primer componente de acoplamiento de imán (904), acoplado operativamente con dicho primer elemento de sujeción, y configurado para acoplar dicho primer componente de imán, en el que una aplicación de par de torsión a dicho primer componente de imán acoplado con dicho primer componente de acoplamiento de imán hace que dicho par de torsión se aplique a dicho primer elemento de sujeción opcionalmente en el que dicho primer componente de imán está configurado además para reacoplar dicho primer componente de acoplamiento de imán cuando se somete a dicho campo magnético deseado, durante el desacoplamiento de dicho primer componente de acoplamiento de imán cuando dicho primer elemento de sujeción se encuentra con una resistencia a la rotación deseada opcionalmente en el que dicho reacoplamiento de dicho primer componente de imán con dicho primer componente de acoplamiento de imán aplica una fuerza de martilleo rotacional a dicho primer elemento de sujeción.

8. El sistema según la reivindicación 1, en el que dicho primer extremo (310) comprende un primer orificio de recepción del elemento de sujeción (802), con dicho primer orificio de recepción del elemento de sujeción configurado para acoplar el primer elemento de sujeción (302a), estando dicho primer elemento de sujeción configurado para acoplar dicho primer orificio de recepción del elemento de sujeción con el fin de asegurar dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra, y en el que el primer componente magnético comprende un primer collar (704), acoplado rotacionalmente con dicho primer elemento de sujeción.

9. El sistema según la reivindicación 8, en el que dicho campo magnético deseado es generado por un componente de generación de campo magnético (1502) que comprende uno o más de: uno o más imanes de accionamiento (1604); y un travesaño (1602) acoplado con dichos uno o más imanes de accionamiento, con dicho travesaño configurado para hacer girar dichos uno o más imanes de accionamiento alrededor de un eje de rotación de imán para generar dicho campo magnético deseado.

10. El sistema según la reivindicación 8, que comprende además un segundo elemento de sujeción (302b) configurado para realizar uno o más de:

acoplamiento de un segundo orificio de recepción del elemento de sujeción (802) dispuesto en dicho segundo extremo, y fijación de una segunda barra (304b) con respecto a dicho soporte de barra; y
 acoplamiento de un segundo orificio de recepción del elemento de sujeción dispuesto en dicho primer extremo, y fijación de dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra;
 en el que dicho segundo elemento de sujeción se acopla rotacionalmente con un segundo collar magnético (704) configurado para aplicar un par de torsión a dicho segundo elemento de sujeción cuando se somete a dicho campo magnético deseado.

11. El sistema según la reivindicación 8, en el que dicho soporte de barra comprende además un primer árbol (506a), dispuesto a lo largo de un eje de alineación del primer árbol que interseca dicho primer orificio de recepción del elemento de sujeción, con dicho primer árbol configurado para realizar uno o más de:

recepción selectiva de dicha primera barra en dicho primer extremo, y
 recepción selectiva de una segunda barra (304b) en dicho segundo extremo, y opcionalmente en el que dicho soporte de barra comprende además un segundo árbol (506b), con dicho segundo árbol dispuesto a lo largo de dicho eje de alineación del primer árbol, y configurado para recibir selectivamente dicha segunda barra en dicho segundo extremo; o dispuesto a lo largo de un eje de alineación del segundo árbol que interseca un segundo orificio de recepción del elemento de sujeción (802), en el que dicho segundo árbol está configurado para recibir selectivamente dicha segunda barra en dicho segundo extremo.

12. El sistema según la reivindicación 8, que comprende además:

uno o más segundos orificios de recepción del elemento de sujeción dispuesto en dicho primer extremo, con dicho uno o más segundos orificios de recepción del elemento de sujeción configurados respectivamente para acoplar un segundo elemento de sujeción (302b) acoplado rotacionalmente con un segundo collar magnético (704) configurado para aplicar un par de torsión a dicho segundo elemento de sujeción cuando se somete a dicho campo magnético deseado; y

dos o más orificios de recepción del tercer elemento de sujeción dispuesto en dicho segundo extremo, con dichos dos o más orificios de recepción del tercer elemento de sujeción respectivamente configurados para acoplar un tercer elemento de sujeción acoplado rotacionalmente con un tercer collar magnético configurado para aplicar un par de torsión a dicho tercer elemento de sujeción cuando se somete a dicho campo magnético deseado.

13. El sistema según la reivindicación 8, comprendiendo dicha primera barra uno o más de:

una pluralidad de endentados dispuestos respectivamente en un intervalo deseado, y configurados para acoplarse selectivamente con dicho primer elemento de sujeción;

5 una pluralidad de salientes dispuestos respectivamente en un intervalo deseado, en el que un área entre los salientes respectivos está configurada para acoplarse selectivamente con dicho primer elemento de sujeción; y uno o más primeros dientes configurados para acoplar uno o más segundos dientes dispuestos en dicho soporte de barra, en el que dichos primeros dientes pueden estar acoplados con dichos segundos dientes en una pluralidad de posiciones de trinquete.

10

14. El sistema según la reivindicación 8, comprendiendo dicho primer elemento de sujeción además una primera extensión (904) dispuesta en un acoplamiento opuesto con respecto a una segunda extensión (702) dispuesta en dicho primer collar magnético, en el que uno o más de:

15 una aplicación de par de torsión en dicho primer collar magnético, en el que dicha segunda extensión está acoplada con dicha primera extensión, hace que dicho par de torsión se aplique a dicho primer elemento de sujeción; y dicha segunda extensión está configurada además para reacoplar dicha primera extensión con una fuerza de martilleo rotacional cuando se somete a dicho campo magnético deseado, durante el desacoplamiento de dicha primera extensión cuando dicho primer elemento de sujeción se encuentra con una resistencia a la rotación.

20

15. Un procedimiento para ensamblaje in vitro de un sistema para tensado no invasivo, que comprende:

acoplamiento de una primera barra (304a) con un soporte de barra (308) en un primer extremo (310);

acoplamiento de una segunda barra (304b) con dicho soporte de barra en un segundo extremo (312);

25 fijación de un primer elemento de sujeción (302a) en dicha primera barra con respecto a dicho soporte de barra a través de un orificio de primer elemento de sujeción (802) en dicho primer extremo, comprendiendo dicho primer elemento de sujeción un primer collar magnético (704) configurado para aplicar un par de torsión a dicho primer elemento de sujeción cuando se somete a un campo magnético deseado; y fijación de un segundo elemento de sujeción (302b) a dicha segunda barra con respecto a dicho soporte de barra a través de un orificio de segundo

30 elemento de sujeción (802) en dicho segundo extremo, comprendiendo dicho segundo elemento de sujeción un segundo collar magnético (704) configurado para aplicar un par de torsión a dicho segundo elemento de sujeción cuando se somete a dicho campo magnético deseado.

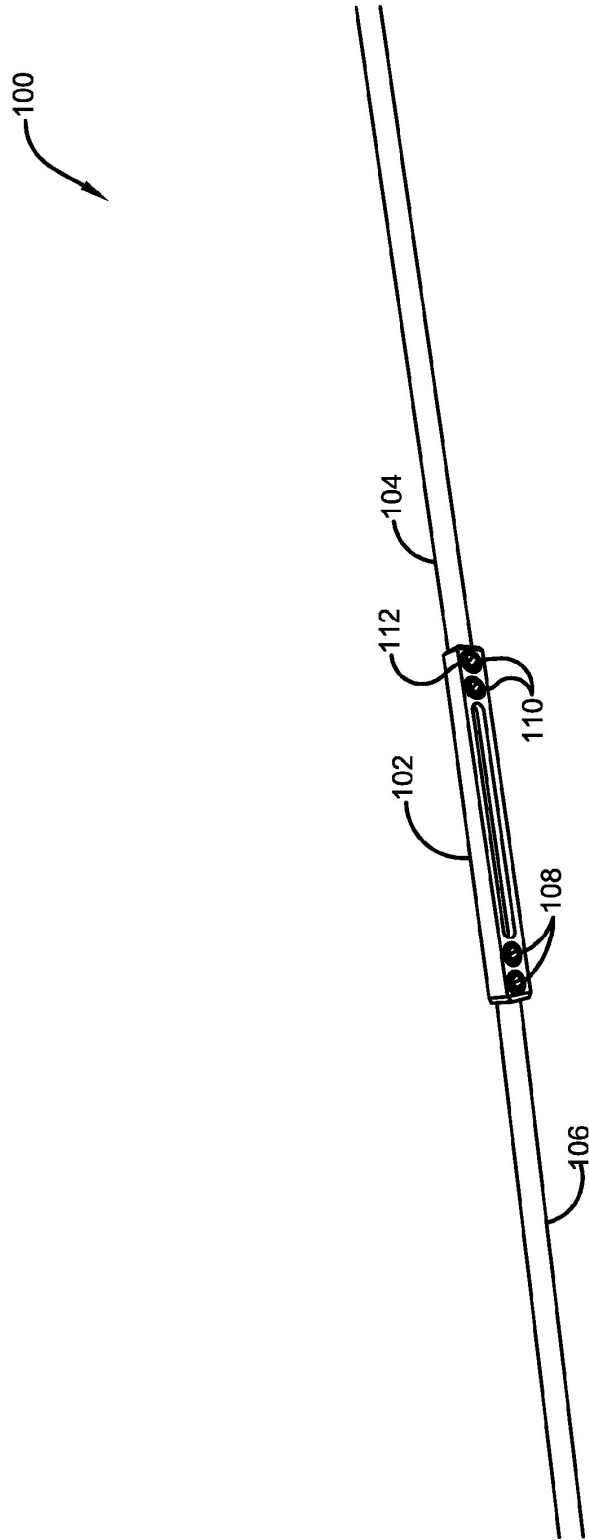


FIGURA 1

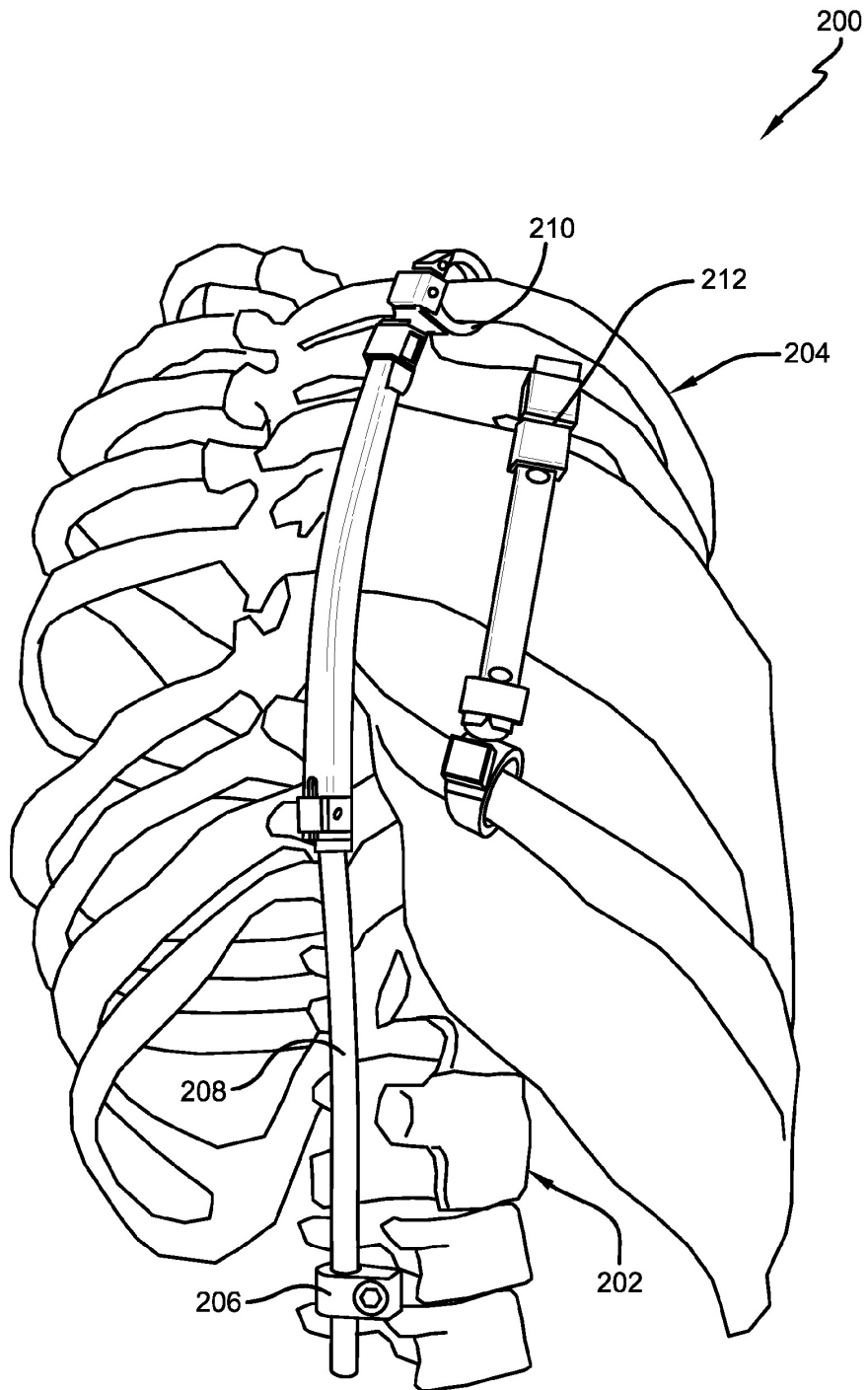


FIGURA 2

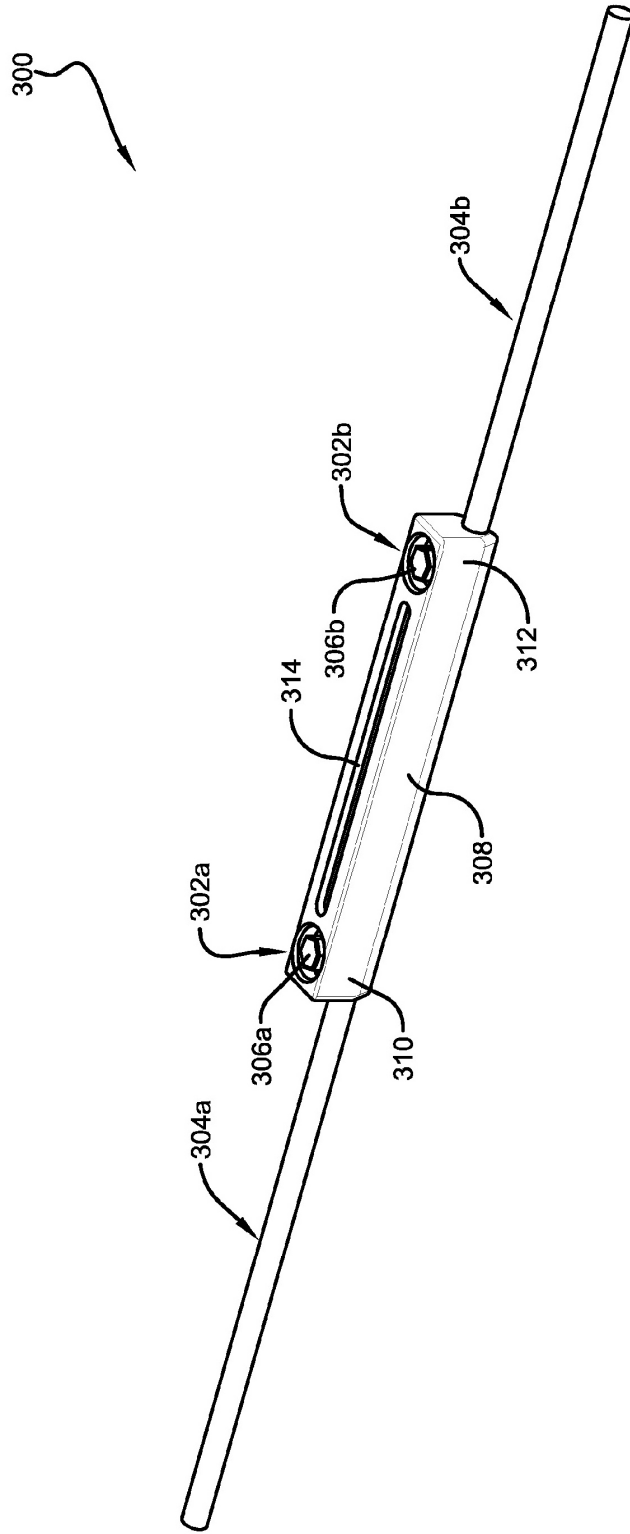


FIGURA 3

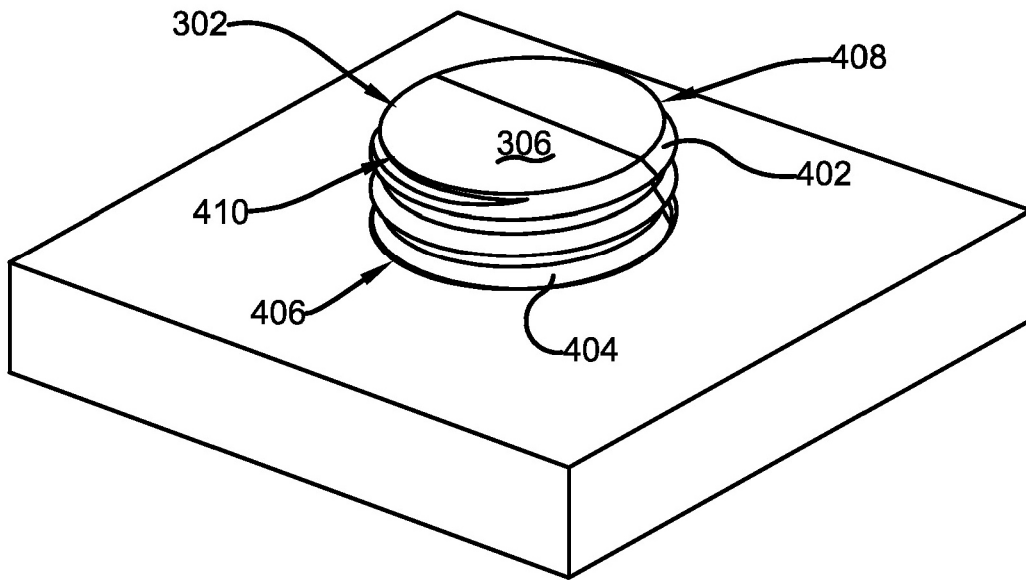


FIGURA 4

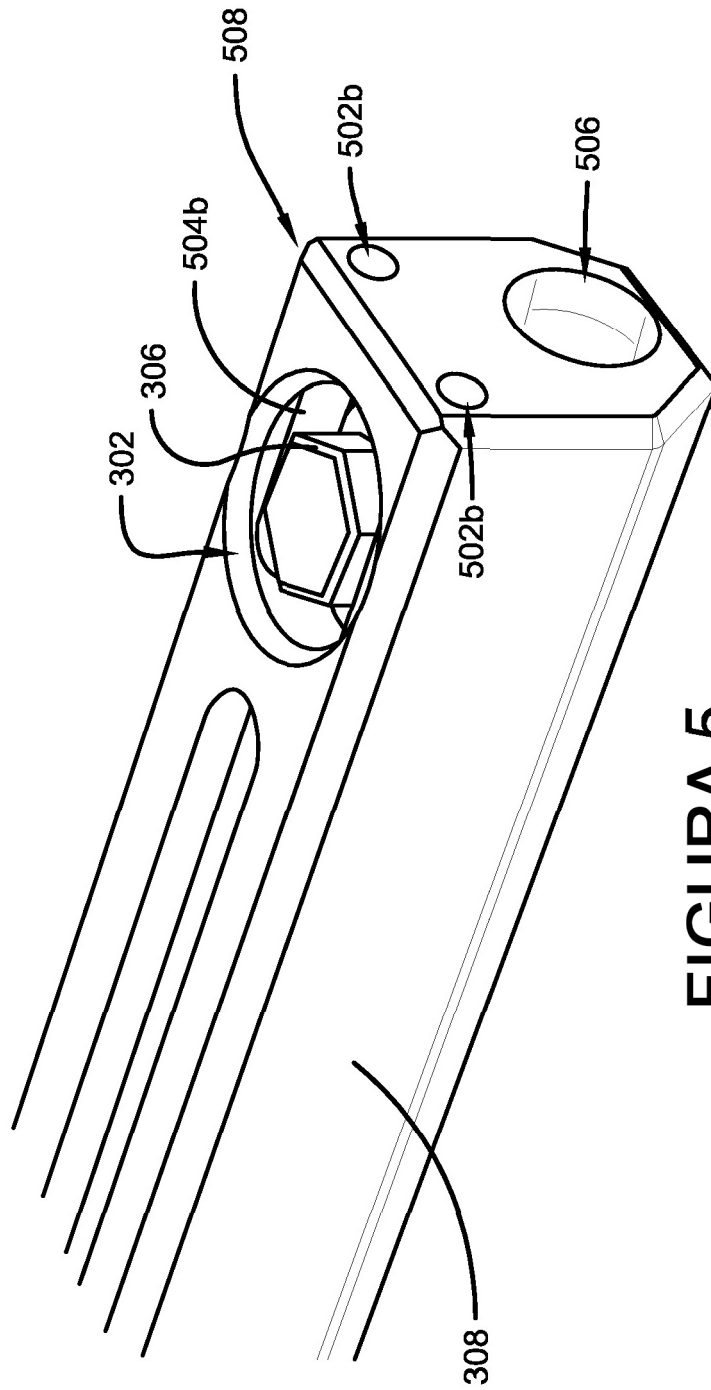


FIGURA 5

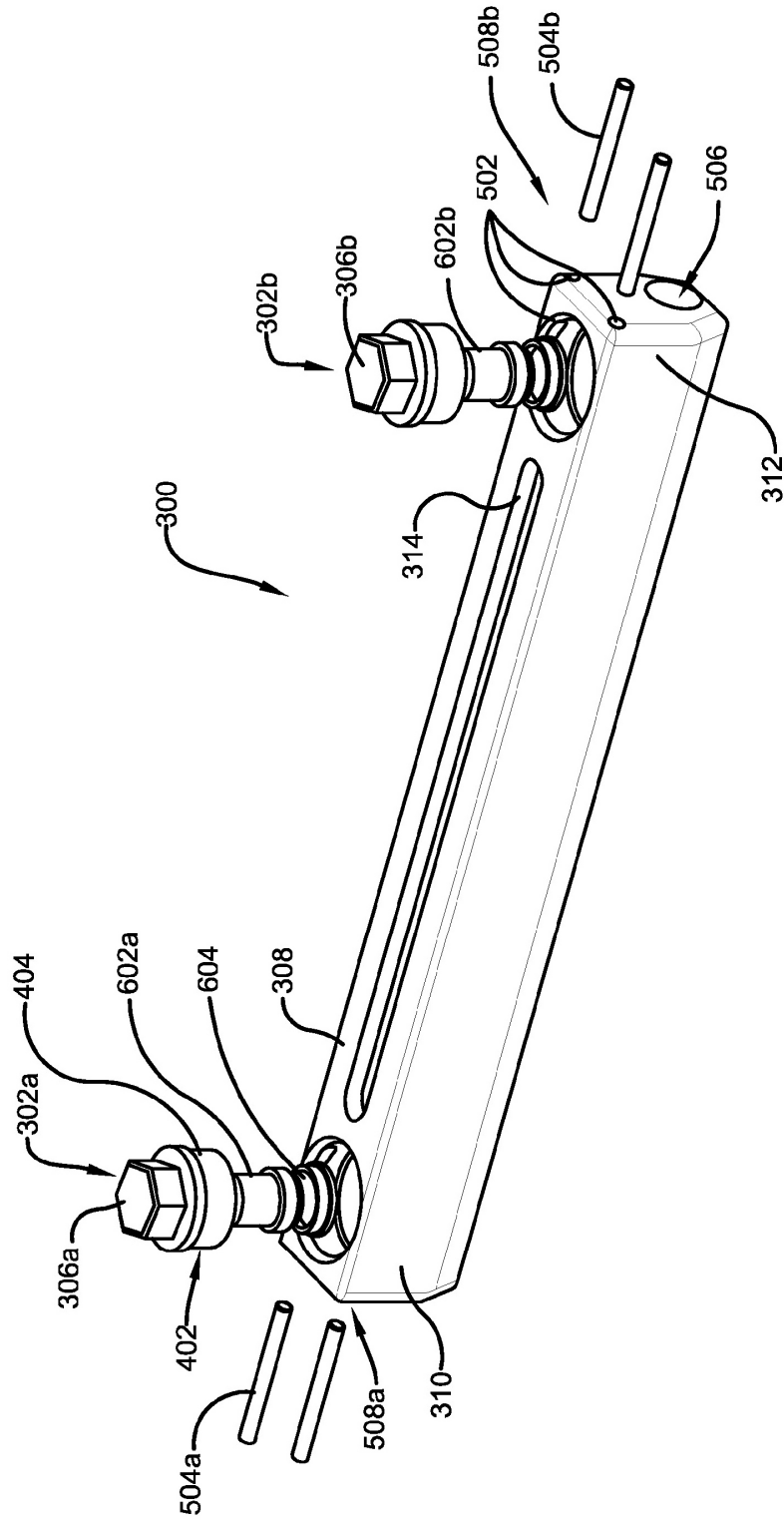


FIGURA 6

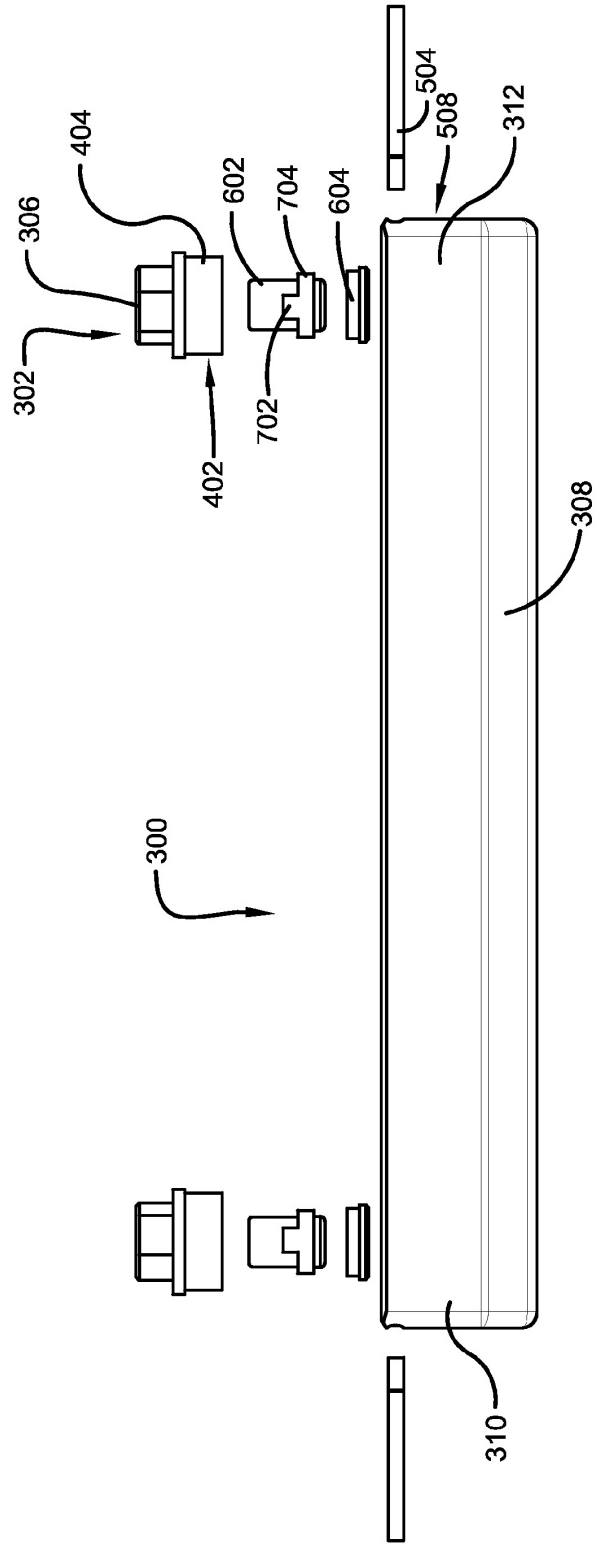


FIGURA 7

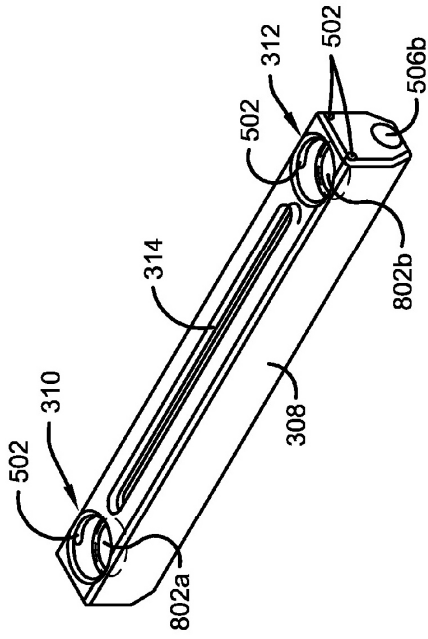


FIGURA 8C

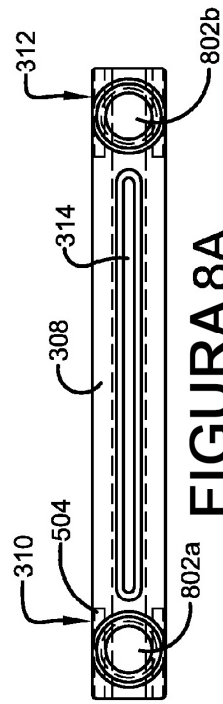


FIGURA 8A

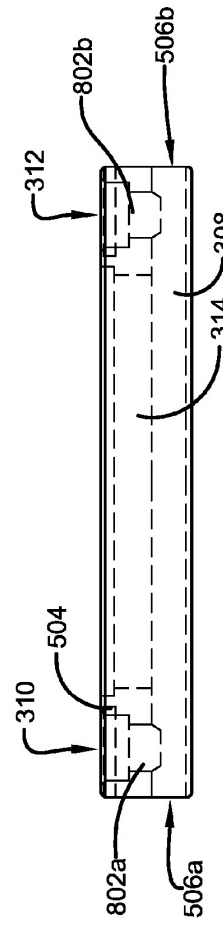


FIGURA 8B

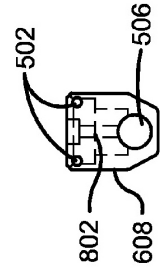


FIGURA 8D

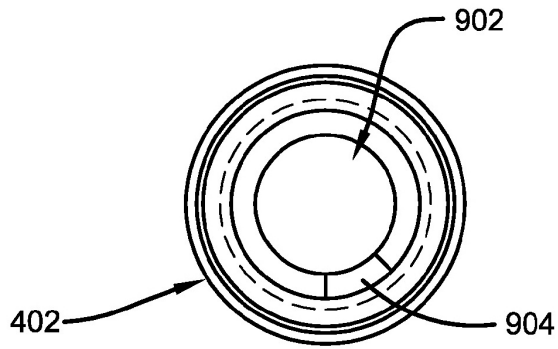


FIGURA 9A

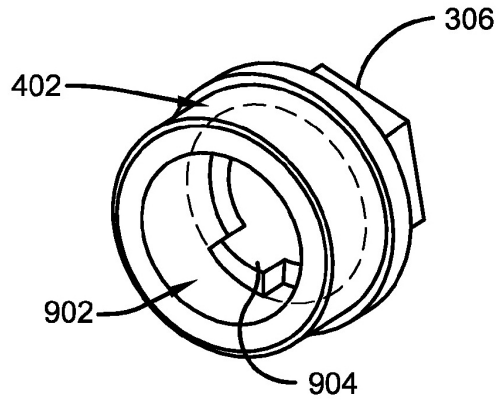


FIGURA 9C

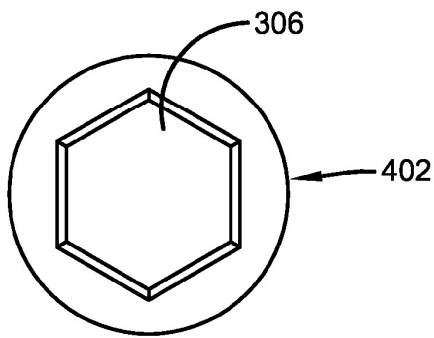


FIGURA 9B

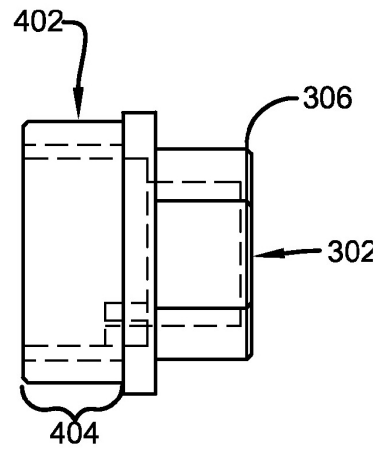


FIGURA 9D

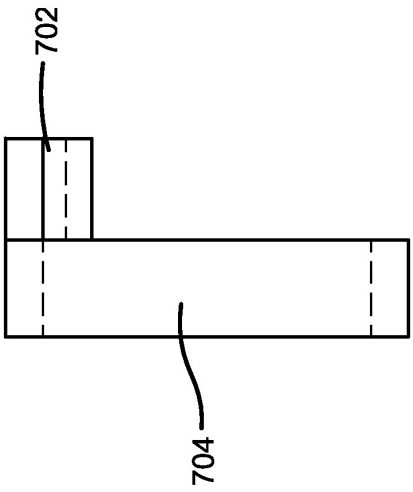


FIGURA 10C

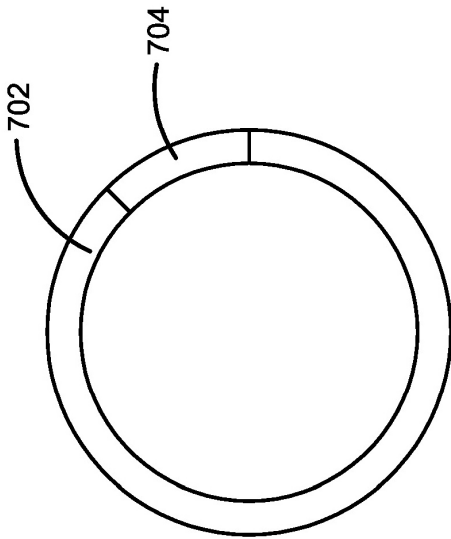


FIGURA 10A

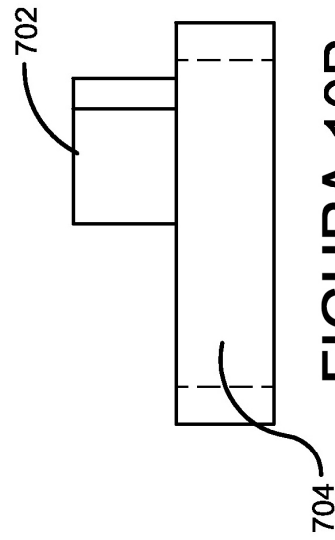


FIGURA 10B

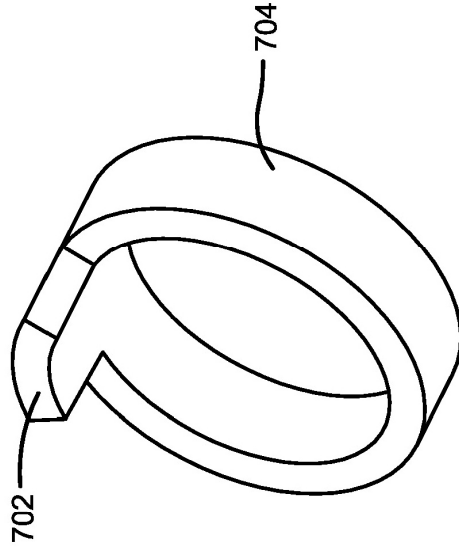


FIGURA 10D

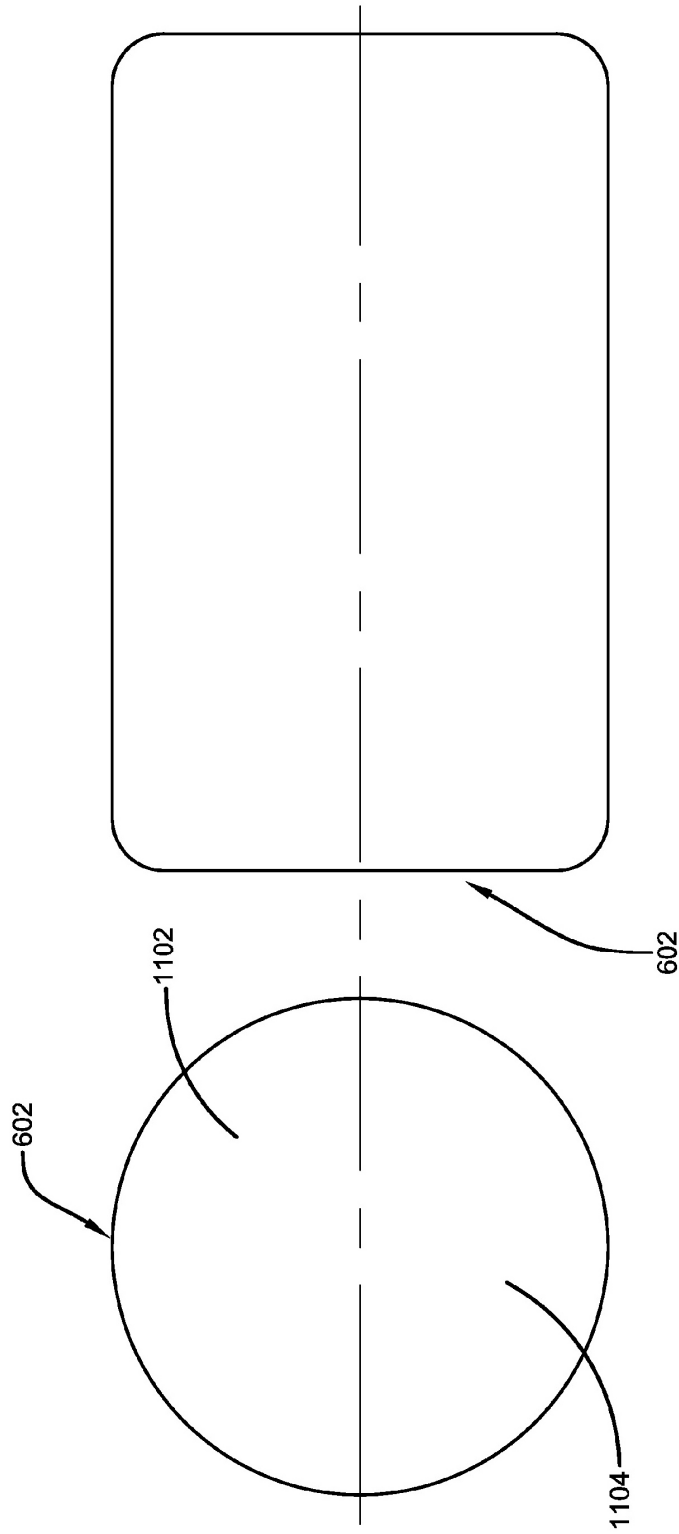


FIGURA 11B

FIGURA 11A

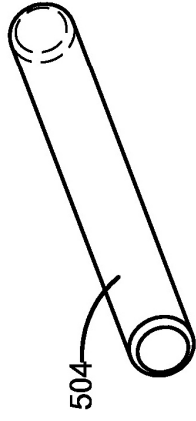


FIGURA 12B

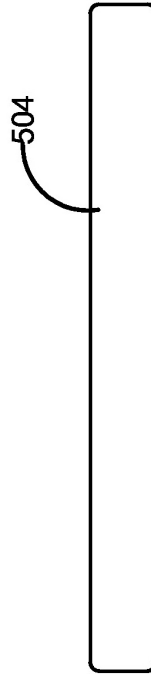


FIGURA 12A

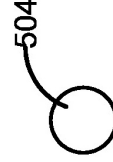


FIGURA 12C

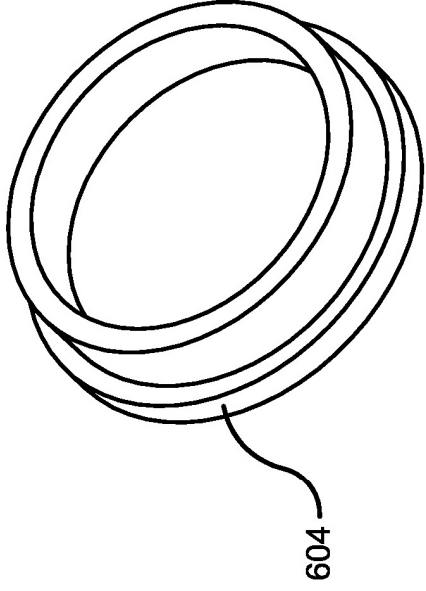


FIGURA 13B

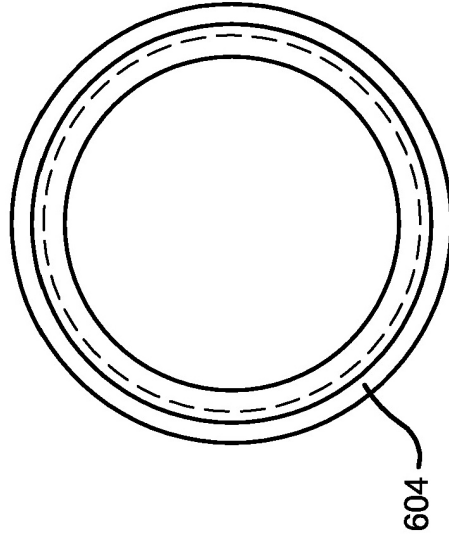


FIGURA 13C

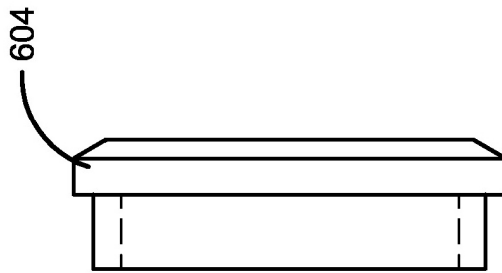


FIGURA 13A

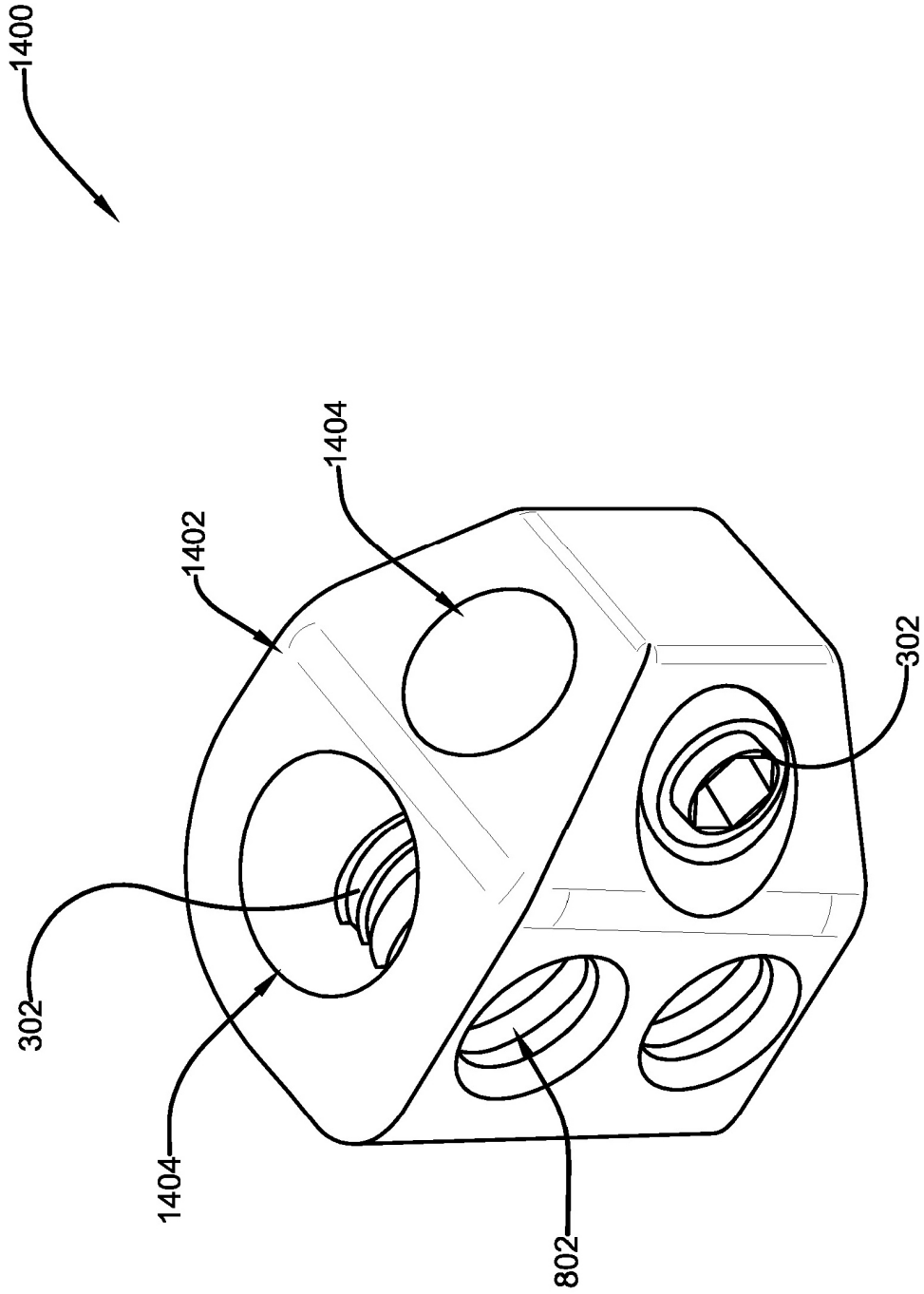


FIGURA 14

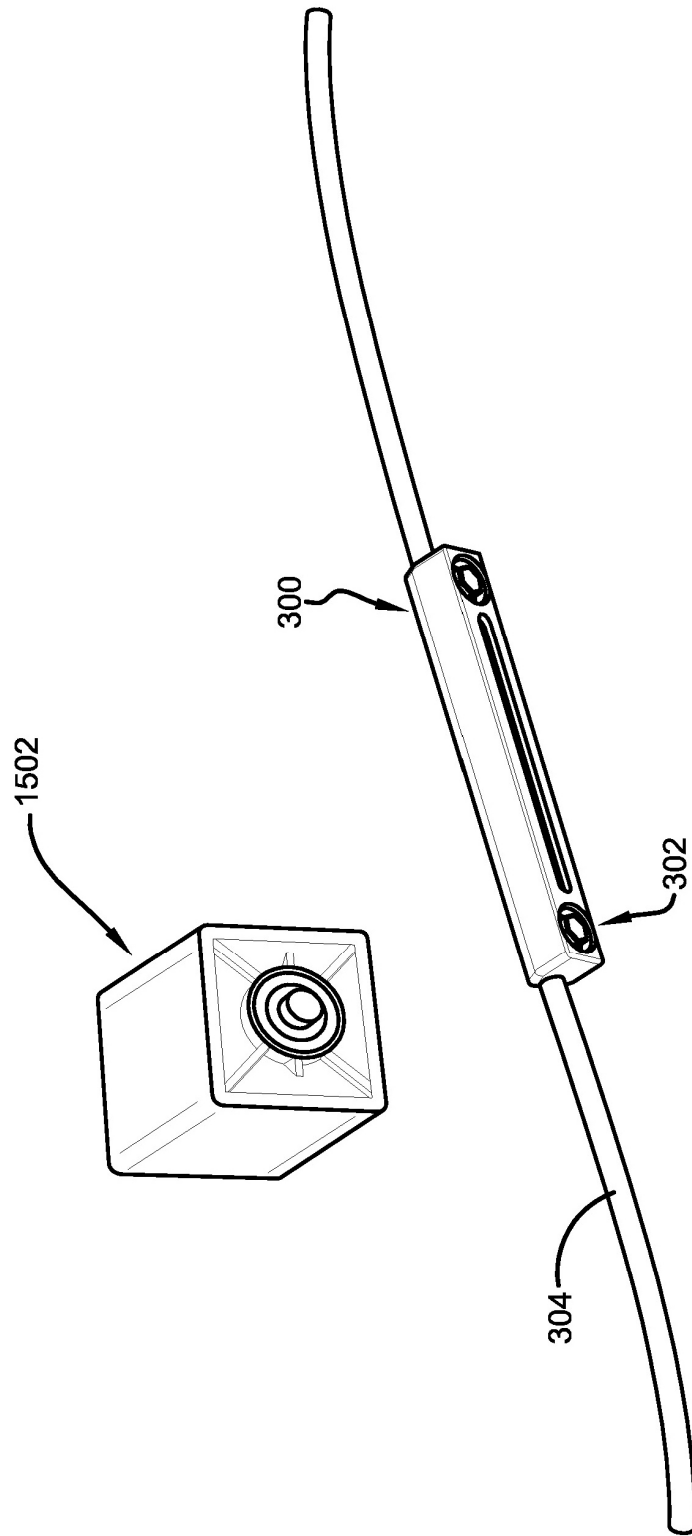
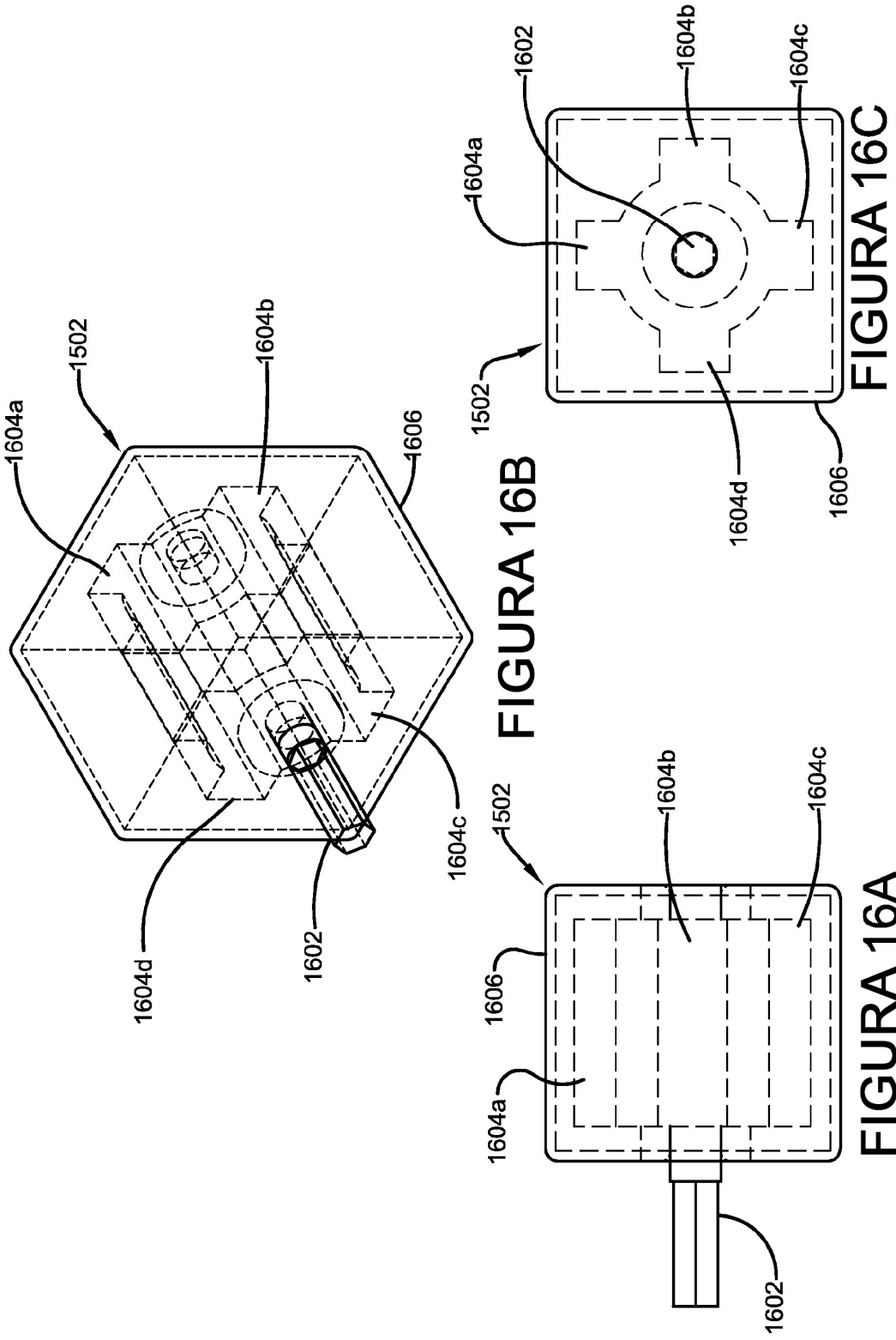


FIGURA 15



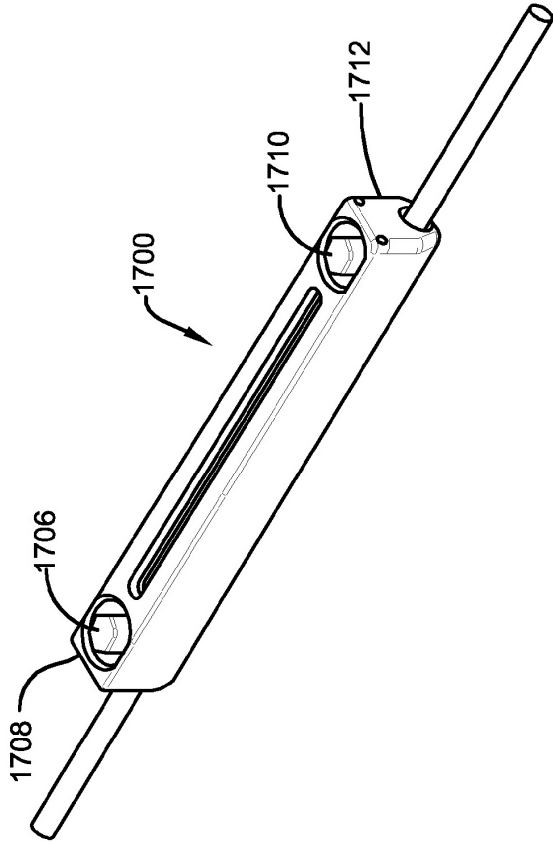


FIGURE 17

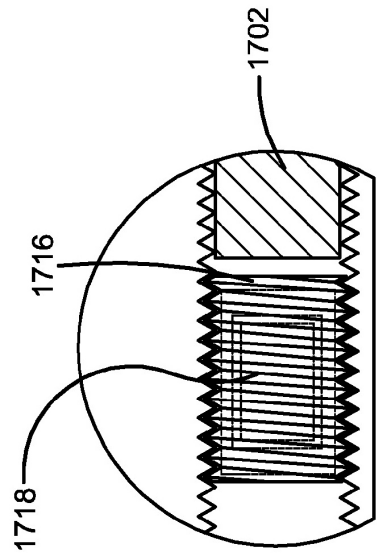


FIGURE 19

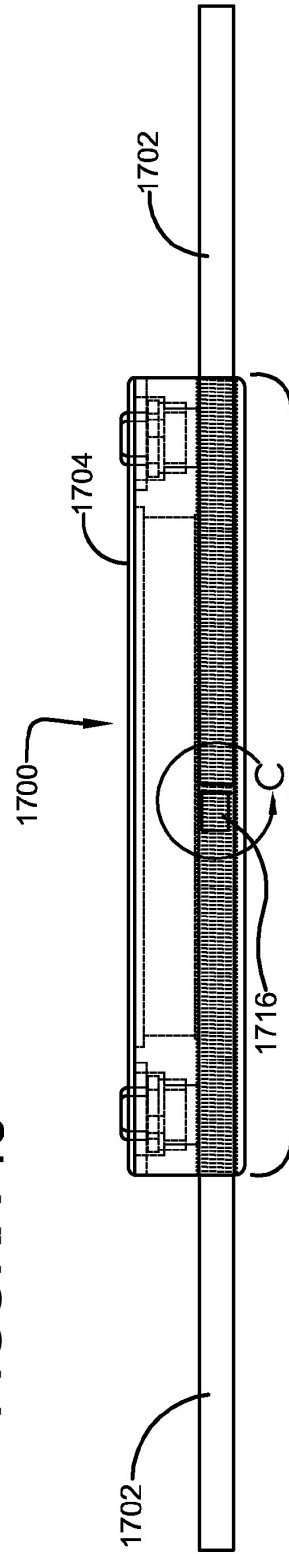


FIGURE 18

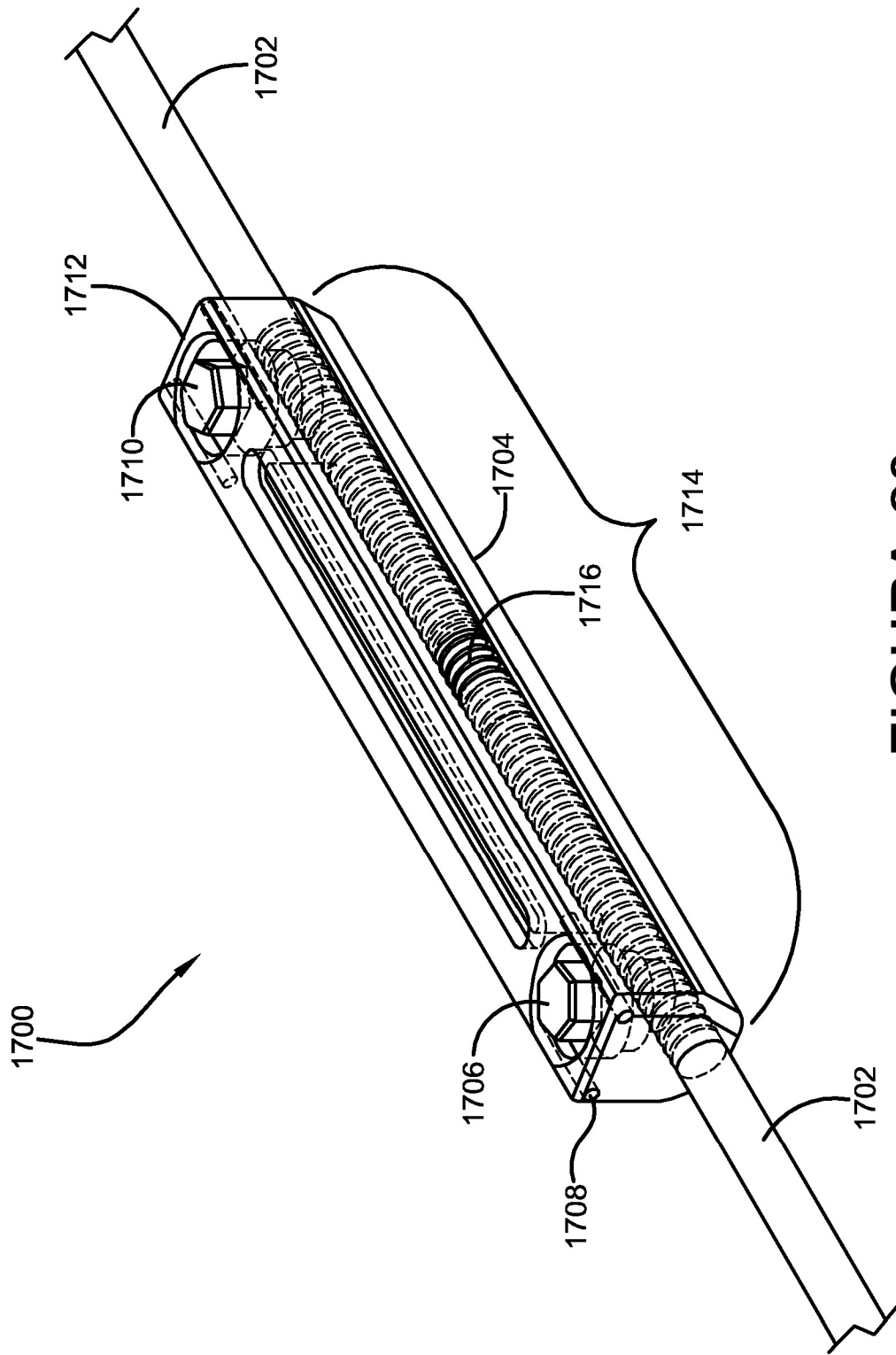


FIGURA 20