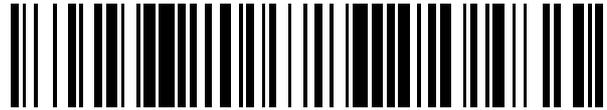


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 536 065**

51 Int. Cl.:

A61B 17/70

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.06.2009 E 09771238 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2334262**

54 Título: **Sistema para realizar cirugía vertebral**

30 Prioridad:

27.06.2008 US 133357 P
10.10.2008 US 104411 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2015

73 Titular/es:

K2M, INC. (100.0%)
751 Miller Drive, SE, Suite F-1
Leesburg, VA 20175, US

72 Inventor/es:

BOACHIE-ADJEI, OHENEBA;
ROCK, ANDREW, THOMAS;
WOO, RAYMOND;
BARRUS, MICHAEL y
JONES, SCOTT

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 536 065 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 realizar cirugía vertebral

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense con nº de serie 61/104,411 presentada el 10 de octubre de 2008 y la solicitud provisional estadounidense con nº de serie 61/133,357 presentada el 27 de junio de 2008.

10

Antecedentes

Campo técnico

15 La presente divulgación se refiere a cirugía ortopédica, y más particularmente, a aparatos para la corrección quirúrgica de deformidades vertebrales.

Antecedentes de técnica relacionada

20 La corrección de una deformidad vertebral requiere normalmente la estabilización y fijación de vértebras en una relación espacial particular. Los procedimientos quirúrgicos de corrección vertebral implican la colocación de una pluralidad de clavos, anclajes, cables, ganchos o tornillos óseos situados en vértebras adyacentes y el uso de varillas vertebrales para mantener una relación espacial predeterminada entre las vértebras. Tales dispositivos pueden implantarse de manera permanente en el sujeto. Sin embargo, en otros casos, los dispositivos pueden retirarse posteriormente cuando ya no se necesitan.

25

Determinadas deformidades de la columna vertebral requieren una corrección considerable, por ejemplo, la escoliosis grave de la columna. El uso de dispositivos convencionales para la corrección vertebral puede requerir una serie de cirugías separadas. Por ejemplo, el tratamiento de la escoliosis implica normalmente el uso de un tornillo rígido y varillas de conexión. Tales conexiones no proporcionan ningún grado de flexibilidad durante el procedimiento quirúrgico, impidiendo de ese modo la manipulación y recolocación de las vértebras antes de bloquear las varillas de conexión para conseguir una conexión rígida con los tornillos óseos.

30

Para facilitar la introducción y el bloqueo de las varillas de conexión cuando se construye un constructo vertebral, se han empleado tornillos óseos poliaxiales. Sin embargo, los tornillos óseos poliaxiales y otras conexiones flexibles pueden proporcionar un rango de movimiento que es demasiado grande en casos tales como la escoliosis. Puede ser necesario restringir el rango de movimiento durante el proceso de manipulación de la columna vertebral a sólo un movimiento monoplanar o monoaxial de la varilla de conexión en relación con el tornillo óseo. Lograr la alineación apropiada usando sistemas de tornillo y varilla de conexión convencionales que no limitan el movimiento de la cabeza de un tornillo óseo a un único plano o a un único eje rotación puede ser problemático. Aunque un tornillo óseo rígido puede facilitar la manipulación vertebral, la unión de las varillas de conexión es más difícil usando tales dispositivos. Evitar el movimiento multiaxial no deseado de una cabeza de tornillo durante la manipulación mientras se facilita la unión de una varilla de conexión puede lograrse utilizando cabezas de tornillos monoplanares o monoaxiales.

35

40

45

Sin embargo, los métodos quirúrgicos convencionales no están diseñados para aprovecharse completamente del empleo de tornillos óseos especializados, tales como tornillos óseos monoplanares y monoaxiales. Por ejemplo, muchos tornillos óseos utilizan un diseño de tornillo de fijación o tuerca de bloqueo para sujetar la varilla al tornillo. Un sistema de bloqueo de este tipo no facilita el bloqueo parcial del tornillo con respecto a la varilla de modo que la posición relativa de la varilla y el tornillo permanecerá estable cuando se realicen ajustes de la posición de ese tornillo y otros tornillos a lo largo de la varilla antes del bloqueo final, y durante todo el bloqueo final del constructo.

50

El documento US 2007/213715 da a conocer un conjunto de instrumentos de desrotación para facilitar la colocación de una o más vértebras de una columna vertebral en una alineación deseada. El conjunto incluye soportes de implante que pueden engancharse a implantes respectivos enganchados a vértebras de la columna vertebral, puentes transversales para conectar los soportes de implante asociados con una vértebra particular y conjuntos de asociación entre niveles para conectar conjuntos de instrumentos asociados con diferentes vértebras. En el documento US 2007/213716 se dan a conocer conjuntos similares.

55

60

El documento US 2002/052603 da a conocer un aparato para conectar unas primera y segunda varillas vertebrales separadas alargadas entre sí. El aparato incluye una parte de cuerpo alargado y una parte de pinza que sale de la parte de cuerpo para engancharse a una varilla vertebral.

65

El documento US 2006/0200132 da a conocer un método para manipular una vértebra que incluye conectar un primer anclaje óseo a una primera vértebra, conectar un segundo anclaje óseo a una segunda vértebra, colocar una varilla vertebral en un elemento de recepción del primer anclaje óseo y en un elemento de recepción del segundo

anclaje óseo, conectar un primer instrumento al elemento de recepción del primer anclaje óseo y manipular el primer instrumento para hacer girar el primer anclaje óseo y la primera vértebra en relación con la segunda vértebra.

Sumario

5 La presente invención se define en la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

10 Se dan a conocer otros métodos y sistemas vertebrales para fines de información. El sistema vertebral reivindicado es para la corrección quirúrgica de deformidades vertebrales que implica la manipulación de varillas vertebrales colocándolas en su posición en relación con la columna vertebral y el bloqueo de tornillos óseos, por ejemplo, tornillos de bloqueo de sección decreciente poliaxiales, monoplanares y/o monoaxiales con respecto a las varillas vertebrales. Se contempla que al menos algunos de los tornillos poliaxiales puedan ser tornillos de estilo tornillo de fijación. Puede usarse una combinación de tornillos de bloqueo de sección decreciente en una parte del constructo y tornillos de estilo tornillo de fijación o tuerca en otra parte del constructo. Pueden usarse varillas vertebrales que previamente curvadas en un plano sagital fisiológico.

15 También se da a conocer un kit que proporciona instrumentos para su uso en los métodos descritos en el presente documento. El kit incluye una pluralidad de varillas vertebrales, dispositivos de reducción de varilla que incluyen un mecanismo de gato de tornillo y manipuladores.

20 En cualquiera de los sistemas dados a conocer, las varillas vertebrales pueden estar curvadas previamente en un plano sagital fisiológico antes de la unión de las vértebras usando tornillos óseos. Pueden usarse un dispositivo de reducción de varilla que tiene mecanismos de conexión de tornillo de bloqueo de sección decreciente y un mecanismo de gato de tornillo de reducción de varilla para facilitar las correcciones de reducción de varilla y rotación vertebral en una única etapa. Los dispositivos de reducción de varilla de mecanismo de gato de tornillo pueden unirse a tornillos óseos en el lado cóncavo de la deformidad y pueden unirse manipuladores a tornillos óseos en el lado convexo de la deformidad para facilitar la reducción de varilla y la rotación vertebral en una única acción. En general, los métodos dados a conocer incluyen las etapas de implantar una pluralidad de tornillos óseos en múltiples perforaciones de la columna usando tornillos óseos de bloqueo de sección decreciente, y más particularmente utilizando tornillos de bloqueo de sección decreciente multiplanares que incluyen, entre otros, tornillos de bloqueo de sección decreciente multiplanares, tornillos de bloqueo de sección decreciente uniaxiales y tornillos de bloqueo de sección decreciente monoaxiales. Los tornillos de bloqueo de sección decreciente proporcionan la capacidad para bloquear parcialmente el tornillo, permitiendo la manipulación adicional o continuada de la columna mientras se mantiene la posición mientras se bloquea parcialmente antes de bloquear completamente. Antes de conectar las varillas vertebrales, la columna vertebral puede manipularse manualmente para reducir la deformidad.

25 Pueden montarse gatos de reducción en al menos algunos de la pluralidad de tornillos óseos y se inserta una varilla entre los gatos de reducción de varilla y los tornillos óseos. Los gatos de reducción de varilla pueden accionarse parcialmente de manera alternante o secuencial para reducir gradualmente la varilla para cada tornillo. Dependiendo del tipo de deformidad vertebral, la reducción de varilla puede realizarse primero en un lado de la deformidad seguida por una reducción de varilla en el otro lado de la deformidad. Alternativamente, las etapas de reducción de varilla pueden realizarse de manera bilateral en ambos lados de la deformidad.

30 Para facilitar la alineación sagital de las varillas vertebrales, puede realizarse una corrección que incluye compresión, distracción y/o desrotación con los tornillos implantados en el cuerpo vertebral y parcialmente bloqueados. El accionamiento parcial de los gatos de reducción de varilla para cada tornillo óseo puede lograrse montando un instrumento de bloqueo parcial de tornillo sobre el gato de reducción de varilla y el tornillo óseo y bloqueando parcialmente el tornillo óseo con el gato de reducción de varilla en su sitio.

35 Pueden usarse tornillos de bloqueo de sección decreciente en una parte del constructo vertebral y se usan tornillos de estilo tornillo de fijación o tuerca en otra parte del constructo espinal. Para fines de información, en un método para realizar cirugía vertebral, una parte de una varilla vertebral se ancla a vértebras en la columna vertebral usando tornillos poliaxiales mientras que la parte restante de la varilla vertebral se ancla a las vértebras usando tornillos óseos de bloqueo de sección decreciente monoplanares anclándose la última vértebra instrumentada (LIV, Last Instrumented Vertebra) a las varillas vertebrales usando tornillos óseos monoaxiales. Puede lograrse la contratorción de la última vértebra instrumentada. Por ejemplo, un acoplador transversal asociado unido a la vértebra instrumentada más baja facilitará la estabilización y proporcionará contratorción durante la corrección.

40 Pueden montarse tubos de alineación o instrumentos similares sobre uno o más de los gatos de reducción y usarse para manipular la columna para colocarla en una posición corregida deseada. Una vez colocados, los tubos de alineación pueden retirarse y puede montarse un instrumento de bloqueo parcial de tornillo sobre el tornillo y el gato de reducción de varilla y el tornillo puede bloquearse parcialmente con el gato de reducción de varilla en su sitio. El instrumento de bloqueo parcial de tornillo y el gato de reducción de varilla pueden retirarse de cada tornillo. Puede usarse un instrumento de bloqueo de tornillos para bloquear completamente cada tornillo. Algunos de los tornillos pueden bloquearse completamente, mientras que otros pueden bloquearse parcialmente, permitiendo de ese modo que se realicen ajustes adicionales.

45

50

55

60

65

También se da a conocer en el presente documento un sistema para recolocar vértebras para corregir una deformidad vertebral que incluye un primer dispositivo de reducción de varilla acoplado a un primer cuerpo vertebral de una columna vertebral, un segundo dispositivo de reducción de varilla acoplado a un segundo cuerpo vertebral de una columna vertebral, un primer manipulador acoplado al primer dispositivo de reducción de varilla, un segundo manipulador acoplado al segundo dispositivo de reducción de varilla y un acoplador que acopla los manipuladores primero y segundo.

En otra realización, el sistema para recolocar vértebras de una columna vertebral puede incluir un primer conjunto que incluye un primer dispositivo de reducción de varilla y un segundo dispositivo de reducción de varilla, estando acoplados los dispositivos de reducción de varilla primero y segundo a un primer cuerpo vertebral de una columna vertebral, en el que un primer manipulador está acoplado al primer dispositivo de reducción de varilla y un segundo manipulador está acoplado al segundo dispositivo de reducción de varilla, incluyendo un segundo conjunto un tercer dispositivo de reducción de varilla y un cuarto dispositivo de reducción de varilla, estando acoplados los dispositivos de reducción de varilla tercero y cuarto a un segundo cuerpo vertebral de la columna vertebral, en el que un tercer manipulador está acoplado al tercer dispositivo de reducción de varilla y un cuarto manipulador está acoplado al cuarto dispositivo de reducción, y un acoplador que acopla los conjuntos primero y segundo.

El sistema puede incluir un primer conjunto que incluye manipuladores primero y segundo, estando acoplado cada manipulador a un pedículo diferente de un primer cuerpo vertebral y un primer acoplador transversal que acopla los manipuladores primero y segundo, un segundo conjunto que incluye manipuladores tercero y cuarto, estando acoplado cada manipulador a un pedículo diferente de un segundo cuerpo vertebral y un segundo acoplador transversal que acopla los manipuladores tercero y cuarto, y un acoplador configurado y adaptado para ejercer fuerza sobre los conjuntos primero y segundo.

En cualquiera de estas realizaciones, el acoplador puede estar configurado y adaptado para que un médico sujete y aplique presión sobre el mismo para recolocar los cuerpos vertebrales el uno en relación con el otro. En otra realización, un mango puede estar configurado y adaptado para engancharse a uno o más de los manipuladores en extremos proximales de los mismos.

Los acopladores transversales pueden acoplarse a manipuladores a cada lado de la deformidad vertebral. Por ejemplo, en una realización, un primer acoplador transversal acopla los manipuladores primero y segundo y un segundo acoplador transversal acopla los manipuladores tercero y cuarto y el acoplador incluye un agarre configurado y adaptado para capturar los acopladores transversales primero y segundo en el mismo. El acoplador transversal puede estar configurado y adaptado para que un médico lo sujete y aplique presión sobre el mismo para recolocar el cuerpo vertebral.

El acoplador transversal puede incluir una primera parte de brazo que incluye un primer anillo y una segunda parte de brazo que incluye un segundo anillo, en el que las partes de brazo primera y segunda están acopladas entre sí y los anillos primero y segundo están configurados y adaptados cada uno para recibir una parte de una de las perillas de control en los mismos. Los anillos primero y segundo pueden incluir cada uno un manguito dispuesto de manera deslizante en los mismos que está configurado y adaptado para recibir de manera liberable una parte de una de las perillas de control en el mismo.

Se usa un dispositivo de acoplamiento que está configurado y adaptado para acoplar al menos dos acopladores transversales. En una realización, el dispositivo de acoplamiento puede incluir un agarre que está configurado y adaptado para capturar uno o más acopladores transversales en el mismo. El agarre incluye un primer y un segundo brazos que están acoplados de manera pivotante entre sí.

Las diversas realizaciones de la presente divulgación se entenderán más fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lea conjuntamente con las figuras adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Las características anteriores y otras de la presente divulgación resultarán evidentes para un experto en la técnica a la que se refiere la presente divulgación teniendo en cuenta la siguiente descripción de la divulgación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1A es una vista en perspectiva de un dispositivo de reducción de varilla que tiene un mecanismo de gato de tornillo en una posición cerrada configurado para su conexión a una cabeza de un tornillo óseo;

la figura 1B es una vista en perspectiva del dispositivo de reducción de varilla de la figura 1 con el mecanismo de gato de tornillo en una posición abierta;

la figura 1C es una vista desde arriba del dispositivo de reducción de varilla de la figura 1;

la figura 1D es una vista en sección transversal a lo largo de la línea de sección A-A de la figura 1;

la figura 2A es una vista en perspectiva de un dispositivo de manipulación;

5 la figura 2B es una vista en despiece ordenado, con las partes separadas, del dispositivo de manipulación de la figura 2A;

10 la figura 3 muestra una vista dorsal de una sección de una columna vertebral con una pluralidad de tornillos óseos unidos a vértebras de la columna vertebral, dos varillas vertebrales enganchadas con la pluralidad de tornillos óseos, una pluralidad de dispositivos de reducción de varilla unidos a los tornillos óseos y una pluralidad de manipuladores unidos a los tornillos óseos;

la figura 4A es una vista lateral de un tornillo poliaxial con una varilla vertebral en un estado desbloqueado;

15 la figura 4B es una vista lateral del tornillo poliaxial y la varilla vertebral de la figura 4A en un estado bloqueado;

la figura 5A es una vista lateral de un tornillo de bloqueo de sección decreciente monoplanar con un acoplamiento en una primera posición;

20 la figura 5B es una vista lateral del tornillo de bloqueo de sección decreciente monoplanar de la figura 5A con el acoplamiento en una segunda posición;

la figura 6 es una vista en perspectiva de un tornillo de bloqueo de sección decreciente monoaxial;

25 la figura 7A es una vista lateral de un dispositivo de bloqueo de tornillos;

la figura 7B es una vista en sección transversal del dispositivo de bloqueo de tornillos de la figura 7A tomada a lo largo de la línea de sección A-A;

30 la figura 8 es una vista en perspectiva de un sistema de manipulación vertebral unido a una parte de una columna vertebral;

35 la figura 9A es una vista en perspectiva de un acoplador transversal según una realización de la presente divulgación;

la figura 9B es una vista en despiece ordenado, con las partes separadas, del acoplador transversal de la figura 9A;

40 la figura 10A es una vista en perspectiva de un sistema de manipulación vertebral unido a una parte de una columna vertebral según otra realización de la presente divulgación;

la figura 10B es una vista en perspectiva en despiece ordenado, con las partes separadas, del sistema de manipulación vertebral de la figura 10A;

45 la figura 11 es una vista en perspectiva de un sistema de manipulación vertebral unido a una parte de una columna vertebral según otra realización de la presente divulgación;

la figura 12 es una vista en perspectiva de un mango;

50 la figura 13 es una vista en perspectiva de un sistema de manipulación vertebral unido a una parte de una columna vertebral según una realización alternativa de la presente divulgación;

la figura 14 es una vista en perspectiva de un manipulador ajustable;

55 la figura 15 es una vista frontal de un accesorio de tubo de alineación;

la figura 15A es una vista lateral del accesorio de tubo de alineación de la figura 15;

60 la figura 16 es una vista en sección transversal a lo largo de la línea de sección A-A del accesorio de tubo de alineación de la figura 15;

la figura 17 es una vista isométrica de un instrumento de accionamiento montado en el dispositivo de reducción de varilla de la figura 1A y un tornillo óseo;

65 la figura 18 es una vista frontal de un manipulador de varillas;

la figura 18A es una vista isométrica en despiece ordenado del manipulador de varillas de la figura 18; y

la figura 19 es una vista en perspectiva de un tornillo de reducción acoplado a una realización alternativa de un dispositivo de reducción de varilla.

5 Descripción detallada de las realizaciones

Ahora se describirán en detalle realizaciones de los aparatos dados a conocer actualmente para cirugía vertebral con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los números de referencia similares designan elementos idénticos o correspondientes en cada una de las diversas vistas. A lo largo de toda la siguiente descripción, el término "proximal" se referirá al extremo de un dispositivo o sistema que está más cerca del operario, mientras que el término "distal" se referirá al extremo del dispositivo o sistema que está más lejos del operario. Además, el término "craneal" se usa en esta solicitud para indicar una dirección hacia la cabeza de un paciente, mientras que el término "caudal" indica una dirección hacia los pies del paciente. Todavía adicionalmente, para los fines de esta solicitud, el término "medial" indica una dirección hacia el centro del cuerpo del paciente, es decir, alejándose del centro del cuerpo del paciente. El término "posterior" indica una dirección hacia la espalda del paciente, mientras que el término "anterior" indica una dirección hacia la parte frontal del paciente.

Ahora se describirá un dispositivo 10 de reducción de varilla con referencia a las figuras 1A y 1D. El dispositivo 10 de reducción de varilla se describe en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2009/0018593, cuyo contenido completo se incorpora por referencia al presente documento. En particular, el dispositivo 10 de reducción de varilla incluye un mecanismo 12 de gato enganchado de manera móvil con un conjunto 21 de horquilla de sujeción alargado que incluye un cuerpo 27 de conjunto de horquilla. El conjunto 21 de horquilla de sujeción alargado incluye un cuerpo 27 de conjunto de horquilla que define un paso 75 pasante de cuerpo que está dimensionado y configurado de manera complementaria para permitir el paso del árbol 16 de tornillo alargado del mecanismo 12 de gato de tornillo. Una parte 73 superior del paso 75 pasante de cuerpo está dotada de roscas complementarias a las roscas del árbol 16 de tornillo roscado alargado.

Tal como se muestra mejor en la figura 1D, una primera y una segunda ranuras 74, 82 de compresión están definidas en lados opuestos del cuerpo 27 de conjunto de horquilla. En la posición más exterior de las ranuras 74, 82 de compresión hay unas pestañas 52, 54 accesorias primera y segunda asociadas, que se extienden proximalmente desde las partes 80, 58 inferiores del cuerpo 27 de conjunto de horquilla. Las pestañas 52, 54 de conexión accesorias primera y segunda se proporcionan para facilitar un enganche positivo con otros instrumentos o accesorios que pueden usarse en combinación con el dispositivo 10 de reducción de varilla, tal como, por ejemplo un tubo de alineación, mostrado en general como 92 en las figuras 15 y 16. El ejemplo de realización del tubo 92 de alineación se proporciona como un dispositivo de tipo trocar dimensionado y configurado para disponerse circunferencialmente alrededor del dispositivo 10 y para ser útil en la colocación del dispositivo 10 en un paciente. Las pestañas 52, 54 de conexión accesorias que se extienden hacia fuera desde el cuerpo 27 de conjunto de horquilla del dispositivo 10 pueden hacer contacto suficiente con la pared 94 interna de la luz 96 del tubo 92 de alineación como para facilitar el movimiento del dispositivo 10 hacia una posición apropiada sobre la cabeza de un tornillo óseo en cuyo interior va a situarse una varilla. El tubo 92 de alineación puede estar dotado de luces o accesorios adicionales para mejorar su utilidad a la hora de facilitar la colocación del dispositivo 10 sobre el tornillo óseo durante un procedimiento quirúrgico.

El mecanismo 12 de gato de tornillo incluye un árbol 16 de tornillo alargado que termina en su extremo más proximal con un elemento 14 de control y termina en su extremo más distal con un yunque 26 o elemento de contacto de varilla. El yunque 26 o elemento de contacto de varilla está unido al extremo distal del árbol 16 de tornillo roscado y está colocado en contacto circunferencial deslizante con un par de elementos 18, 20 de sujeción alargados. Cada uno de los elementos 18, 20 de sujeción incluye un elemento 22, 24 de sujeción de tornillo dirigido hacia dentro en un extremo distal del mismo. Tal como se observa en las figuras 1A y 1B, el elemento 26 de contacto de varilla está conectado al extremo distal del árbol 16 de tornillo roscado mediante pasadores 26b de retención de elemento de contacto que pasan a través de orificios 26a de pasador de retención definidos en el elemento 26 de contacto de varilla en una posición que permite que los pasadores 26b de retención también descansan dentro de una acanaladura 31 de pasador de retención que está definida circunferencialmente en una parte 79 más inferior del árbol 16 de tornillo roscado. La parte 79 más inferior del árbol 16 roscado no está roscada sino que más bien está configurada para tener una superficie lisa que puede facilitar el movimiento rotacional libre de esta parte del árbol 16 dentro de un agujero 84 de árbol de elemento de contacto dimensionado y configurado de manera apropiada y luego se retiene rotacionalmente en el mismo mediante la inserción de los pasadores 26b de retención de elemento de contacto. El agujero 48 de árbol de elemento de contacto está dimensionado y configurado para recibir la parte 79 más inferior de superficie lisa del extremo distal del árbol 16 roscado y para permitir el movimiento rotacional libre de esa parte 79 más inferior.

Tal como se muestra en la figura 1D, el elemento 26 de contacto de varilla define, en un primer y un segundo extremos opuestos del elemento 26 de contacto de varilla, un primer y un segundo pasos 90, 91 pasantes. Los pasos 90, 91 pasantes primero y segundo están dimensionados y configurados para facilitar el enganche del conjunto 21 de horquilla de sujeción alargado con el mecanismo 12 de gato de tornillo del dispositivo 10 de reducción de varilla.

La rotación del elemento 14 de control en una dirección puede lograrse o bien a mano o bien con una herramienta T, por ejemplo, un dispositivo de tipo destornillador, tal como se muestra en la figura 17. El elemento 14 de control incluye contactos 25 de agarre dispuestos circunferencialmente, que facilitan el agarre manual o instrumental de un usuario del elemento 14 de control durante su uso. Además, un rebaje 23 de enganche de herramienta puede estar configurado para complementar la forma de una herramienta de apriete o aflojamiento para facilitar el movimiento rotacional del elemento 14 de control del árbol 16 de tornillo. Las pestañas 52, 54 de conexión cuando se comprimen manualmente hacia dentro efectúan un desplazamiento hacia fuera de las partes 80, 58 inferiores del conjunto 27 de cuerpo de horquilla para aliviar ligeramente la presión en la parte roscada del paso 75 pasante de cuerpo desde el árbol 16 de tornillo roscado enganchado de manera roscada del mecanismo 12 de gato de tornillo para proporcionar cierto alivio de la presión hacia dentro durante la rotación del elemento 14 de control y el árbol 16 de tornillo y a la inversa, cuando no se aplica presión a las pestañas 52, 54 de conexión accesorias, el desplazamiento hacia dentro de la parte roscada del cuerpo 75 sirve para mantener el árbol 16 roscado en su sitio para proporcionar un efecto de sujeción de posición liberable de manera selectiva.

La rotación del elemento 14 de control acciona el elemento 26 de contacto de varilla unido hacia abajo. Tal como se muestra en las figuras 3 y 17, el dispositivo 10 de reducción de varilla se conecta fácilmente a la cabeza de un tornillo 48 óseo. La referencia adicional al tornillo 48 óseo incluye las realizaciones del tornillo 48 óseo que se ilustran en las figuras 4-6 y se comentan en mayor detalle a continuación en el presente documento. Cuando los elementos 22, 24 de sujeción de tornillo tienen el tornillo 48 óseo colocado entre los mismos, y la cabeza del tornillo 48 (figuras 4-6) está enganchada con la varilla 50 (figura 3), el movimiento hacia abajo del elemento 26 de contacto de varilla fuerza o impulsa la varilla 50 dentro de la cabeza del tornillo 48 óseo. El movimiento hacia abajo del elemento 26 de contacto de varilla también sujeta adicionalmente la cabeza del tornillo 48 óseo moviendo los elementos 18, 20 de sujeción hacia dentro el uno hacia el otro. La reducción de varilla se logra cuando el yunque 26 o elemento de contacto de varilla se retrae proximalmente y la varilla 50 se sitúa a través de los brazos 18, 20 o elementos de sujeción del dispositivo 10 de reducción de varilla. Cuando se hace avanzar distalmente el yunque o elemento 26 de contacto de varilla, la varilla 50 se reduce. Alternativamente, puede usarse un instrumento de bloqueo de varilla que se monta sobre el dispositivo 10 de reducción de varilla para bloquear parcial o completamente el tornillo 48 mientras que el dispositivo 10 de reducción de varilla está montado en el tornillo 48.

En una realización alternativa, un dispositivo 800 de reducción de varilla mostrado en la figura 19 puede sustituir al dispositivo 10 de reducción de varilla. El dispositivo 800 de reducción de varilla, según se seleccione, puede usarse para bloquear parcialmente o para bloquear completamente la cabeza del tornillo 48 óseo en posición con la varilla 50. La varilla 50 vertebral puede introducirse entre dos brazos 860, 870 del dispositivo 800 de reducción de varilla y por encima del asiento X del tornillo 48 óseo. La aplicación de una fuerza de torsión a un tornillo 820 de reducción da como resultado un avance lineal incremental medible y controlado del tornillo 820 de reducción. El tornillo 820 de reducción tiene una cabeza 810 dispuesta en el extremo proximal del mismo para accionar el tornillo 820 de reducción y una parte 830 roscada a través de un alojamiento 840 y una perforación 853 de yunque del yunque 850. Cuando se hace avanzar el tornillo 820 de reducción, pasa a través de la perforación 853 de yunque hasta que entra en contacto con la varilla 50 vertebral. El avance adicional del tornillo 820 de reducción reduce la varilla 50 vertebral colocándola en el asiento X del tornillo 48 óseo y continúa accionando el yunque 850 distalmente. El uso del dispositivo 800 de reducción de varilla facilita la desrotación axial sin bloquear los tornillos 48 óseos. En determinadas situaciones puede ser deseable realizar una compresión y distracción con los tornillos 48 óseos en una posición desbloqueada, por ejemplo cuando el paciente tiene mala calidad ósea. Un ejemplo de un dispositivo de reducción de varilla adecuado se da a conocer en la solicitud internacional nº PCT/US09/47002, presentada el 11 de junio de 2009, cuyo contenido completo se incorpora al presente documento por referencia.

El cuerpo 27 de conjunto de horquilla también define ranuras 77, 86 de pivote primera y segunda opuestas configuradas para recibir de manera pivotante elementos 18, 20 de sujeción alargados opuestos primero y segundo del conjunto 21 de horquilla. El cuerpo 27 de conjunto de horquilla define orificios 71, 70 pasantes de cuerpo primero y segundo configurados y adaptados para recibir pasadores 72, 74 de cuerpo primero y segundo, que sirven como pasadores de montaje para el conjunto 21 de horquilla y también sirven como pasadores de pivote para permitir el movimiento pivotante limitado de los elementos 18, 20 de sujeción alargados primero y segundo durante el funcionamiento del dispositivo 10 de reducción de varilla. Este movimiento pivotante limitado se facilita por la inserción de los pasadores 72, 74 a través de orificios 76, 78 de pivote de elemento de sujeción dimensionados de manera apropiada, que están previstos en cada uno de los extremos proximales de los elementos 18, 20 de sujeción alargados.

El dispositivo 10 de reducción de varilla también puede emplearse con un extendedor tubular alargado (no mostrado) que se ajusta sobre el dispositivo 10 de reducción de varilla. El extendedor tubular alargado proporciona una fuerza de palanca adicional para la manipulación manual selectiva del dispositivo 10 de reducción de varilla y el tornillo 48 óseo que está introducido en una vértebra V de la columna S vertebral. En cualquier punto cuando los gatos 12 de reducción de varilla están colocados sobre los tornillos 48 con los tornillos 48 en una posición desbloqueada o una posición parcialmente bloqueada, los extendedores tubulares alargados pueden ajustarse sobre el dispositivo 10 de reducción de varilla para una fuerza de palanca manual mejorada y para facilitar la traslación.

Ahora se describirá un manipulador 28 con referencia a las figuras 2A y 2B. El manipulador 28 incluye un árbol 30 externo alargado enganchado de manera roscada con una perilla 32 de control. Entre la perilla 32 de control y el árbol 30 externo alargado, pueden estar colocados anillos 38 de montaje. Una varilla 34 de activación está contenida de manera deslizante dentro del árbol 30 externo alargado. La varilla 34 de activación incluye un elemento 36 de contacto de varilla vertebral en un extremo distal de la misma. Un pasador 40 de guía está adaptado y configurado para situarse de manera segura dentro de un receptáculo 44 de pasador de guía definido dentro de una sección central de la varilla 34 de activación. Una ranura 42 de pasador de guía está definida a lo largo de una pared del árbol 30 externo alargado y está adaptada y configurada para definir el rango de movimiento del pasador 40 de guía.

El manipulador 28 está adaptado y configurado para sujetar la cabeza del tornillo 48 óseo. El manipulador 28 está adaptado y configurado para proporcionar un brazo de momento largo de manera que el tornillo 48 óseo y la varilla 50 vertebral puedan manipularse y recolocarse más fácilmente. Un elemento 46 de sujeción de tornillo está definido en un extremo distal del manipulador 28 y está configurado y adaptado para engancharse a un tornillo óseo que tiene una configuración de bloqueo de sección decreciente. El movimiento hacia abajo de la varilla 34 de activación producido por la rotación de la perilla 32 de control en relación con el árbol 30 externo, impulsa una varilla vertebral colocándola en su posición en la acanaladura de recepción de un tornillo óseo. El movimiento hacia abajo continuado de la varilla 34 de activación mediante la misma fuerza hacia abajo libera el elemento 46 de sujeción de tornillo óseo de la cabeza del tornillo óseo.

Ahora se describirá una realización alternativa de un manipulador con referencia a la figura 2C. El manipulador 128 tiene un extremo 130a distal que tiene un tamaño fijo. El extremo 130a distal incluye un elemento 146 de sujeción de tornillo y un elemento 136 de contacto de varilla vertebral. El elemento 146 de sujeción de tornillo está configurado y adaptado para engancharse a un tornillo óseo que usa un tornillo de fijación para sujetar una varilla vertebral al tornillo óseo. Además, el manipulador 128 incluye un árbol 130 y una perilla 132 de control dispuesto en un extremo proximal del elemento 146 de sujeción de tornillo.

A lo largo de toda la divulgación, el tornillo 48 óseo se refiere a cualquier tornillo óseo adecuado. Está dentro del alcance de la presente divulgación emplear tornillos que tengan una configuración fijada o de bloqueo de varilla de tuerca de bloqueo o tornillo de fijación, que se limitan al ajuste uniaxial o monoaxial. Los tornillos 48 óseos pueden seleccionarse de, entre otros, el grupo que incluye tornillos 48a poliaxiales (figuras 4A-4B), tornillos 48b monoplanares (figuras 5A-5B) y tornillos 48c de bloqueo de sección decreciente monoaxiales (figura 6).

En el presente documento se describen tornillos 48 óseos y varillas 50 vertebrales adecuados para la puesta en práctica del método quirúrgico dado a conocer. Tornillos de bloqueo de sección decreciente multiplanares adecuados se muestran y se describen en la publicación de patente estadounidense 2008/0027432 y en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0093817, incorporándose ambas al presente documento por referencia en su totalidad. En particular, el tornillo de bloqueo de sección decreciente multiplanar está configurado para conectarse de manera liberable a una varilla vertebral en la parte más superior del tornillo y para conectarse físicamente a una primera vértebra usando una parte roscada inferior del tornillo. El aspecto multiplanar del tornillo permite que se use para realizar una conexión con la varilla vertebral tal que también pueda conectarse a una vértebra adyacente en un plano distinto al de la primera vértebra. El tornillo de bloqueo de sección decreciente multiplanar incluye un reborde al que puede accederse fácilmente ubicado proximalmente que está configurado para facilitar la sujeción del tornillo mediante un instrumento de bloqueo y/o desbloqueo que puede insertar y bloquear una varilla vertebral de manera segura en su sitio en el tornillo o desbloquear selectivamente la varilla del tornillo usando instrumentos de desbloqueo diseñados de manera complementaria.

Tal como se describe a continuación también pueden usarse selectivamente tornillos óseos poliaxiales, tales como tornillos que se bloquean con respecto a una varilla por medio de un tornillo de fijación o tuerca de bloqueo tal como se conoce en la técnica. Aunque los tornillos óseos de bloqueo de sección decreciente monoaxiales y monoplanares a los que se ha hecho referencia son adecuados para su uso en el método actual, se prevé que sea adecuado el uso de cualquier tornillo óseo que funcione para limitar el movimiento a un único plano o a un único eje de rotación y que también posea la capacidad de bloquearse parcialmente y/o bloquearse completamente con facilidad similar a los tornillos de referencia. El tornillo 48a óseo poliaxial se muestra en las figuras 4A y 4B. El tornillo 48a óseo poliaxial incluye un árbol 714 de tornillo que define una rosca 716 externa helicoidal a su alrededor y una cabeza 718 de tornillo unida a una parte superior del árbol 714 de tornillo. Un alojamiento 724 de tornillo estratificado doble está colocado parcialmente alrededor de la cabeza 718 de tornillo. El alojamiento 724 de tornillo tiene un alojamiento 726 exterior y un alojamiento 728 interior configurados para moverse el uno en relación con el otro. El alojamiento 728 interior define una abertura 750 dimensionada para recibir al menos una parte de un elemento alargado rígido y tiene al menos una superficie 754 de contacto de compresión configurada para comprimir el elemento alargado rígido cuando el tornillo 48a está colocado en su posición bloqueada, tal como se muestra en la figura 4A. El elemento alargado rígido, por ejemplo, la varilla 50, puede retirarse de la abertura 750 deslizando el alojamiento 728 interior alejándolo del árbol 714 de tornillo, de manera que el tornillo 48a esté en una posición desbloqueada, tal como se observa en la figura 4B.

Tornillos óseos de bloqueo de sección decreciente monoplanares adecuados se muestran y se describen en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2009/0105769, cuyo contenido completo se incorpora al presente

documento por referencia. Un tornillo 48b óseo de bloqueo de sección decreciente monoplanar se muestra en las figuras 5A y 5B. El tornillo 48b óseo monoplanar en una configuración parcialmente bloqueada o desbloqueada permite el movimiento pivotante monoplanar de un alojamiento 626 exterior y un alojamiento 628 interior en relación con un árbol 614 de tornillo óseo, que define una rosca 616 helicoidal externa para penetrar en el hueso esponjoso a través de la aplicación de un par. Esta rotación pivotante limitada facilita la colocación de una varilla de conexión en el tornillo 48b y permite la manipulación de la columna vertebral según sea necesario. De manera importante, la flexibilidad de la posición de la varilla de conexión en relación con el tornillo óseo insertado en un plano a la vez que se restringe el movimiento en el resto de los planos permite sólo el movimiento seleccionado de la unión cabeza de tornillo - varilla de conexión antes de bloquear el sistema en su sitio. Las fuerzas de manipulación del cirujano sobre la columna vertebral son más eficaces en la colocación apropiada de la columna vertebral porque, aunque el movimiento pivotante monoplanar de la unión cabeza de tornillo - varilla de conexión facilita la colocación y unión de la varilla, la restricción completa del movimiento de esa unión en cualquier otro plano sirve para dirigir la fuerza manual aplicada a su propósito pretendido, el de manipular y realinear la columna. No limitar el resto de movimientos de la unión varilla de conexión - cabeza de tornillo durante la manipulación de la columna podría dar como resultado en cambio que la cabeza del tornillo pivotara o rotara a un lado o el otro en relación con el eje longitudinal del tornillo vertebral. La cabeza de tornillo monoplanar restringe eficazmente el movimiento a un único plano y por tanto evita el movimiento multiplanar indeseable de la cabeza de tornillo durante la manipulación de la columna.

El tornillo 48b óseo de bloqueo de sección decreciente monoplanar puede estar dotado de una ranura 600 de acceso de alojamiento interior definida a través de una pared del alojamiento 626 exterior, que da acceso a una herramienta de desbloqueo diseñada para realizar un contacto de sujeción con un receptor 610 de herramienta de alojamiento interior para facilitar el rápido desbloqueo del tornillo 48b y permitir el movimiento de la cabeza 618 dentro de un rebaje de articulación y la retirada de una varilla de la ranura de varilla de conexión de alojamiento interior. La cabeza 618 de tornillo puede tener una superficie 686 texturizada, que puede servir para proporcionar un grado de resistencia limitada al funcionamiento de la articulación monoplanar que proporciona el tornillo 48b. Un rebaje de articulación de tornillo está definido en un interior de una parte inferior del alojamiento 628 interior que tiene una superficie interior que tiene una configuración de superficie complementaria a la forma generalmente esférica de la cabeza 618 de tornillo para facilitar la articulación de la cabeza 618 de tornillo dentro del rebaje. La parte más inferior del alojamiento 628 interior define un sitio 644 de salida de árbol de tornillo que está configurado y adaptado para retener la cabeza 618 de tornillo esférica dentro del rebaje mientras se permite el movimiento rotacional monoplanar del árbol de tornillo que se extiende de manera exterior al alojamiento 628 interior. El tornillo 48b puede estar dotado de una ranura 600 de acceso de alojamiento interior definida a través de una pared del alojamiento 626 exterior, que da acceso a una herramienta de desbloqueo diseñada para realizar un contacto de sujeción con un receptor 610 de herramienta de alojamiento interior para facilitar el rápido desbloqueo del tornillo 48b y permitir el movimiento de la cabeza 618 de tornillo dentro del rebaje de articulación y la retirada de la varilla de conexión de la ranura 650 de varilla.

Tornillos óseos de bloqueo de sección decreciente monoaxiales adecuados se muestran y se describen en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2009/0105716, cuyo contenido completo se incorpora al presente documento por referencia. En particular, los tornillos de bloqueo de sección decreciente monoaxiales tienen flexibilidad a lo largo de un único eje para facilitar la unión de las varillas de conexión a los tornillos para el tratamiento de determinados estados vertebrales, tales como la escoliosis, que requieren la realineación o colocación manual de la columna vertebral antes de bloquear la columna vertebral colocándola en una posición seleccionada. Un tornillo 48c monoaxial, tal como se muestra en la figura 6, en una configuración parcialmente bloqueada o desbloqueada permite el movimiento rotacional monoaxial de un alojamiento 487 exterior y un alojamiento 481 interior alrededor de un eje 480 longitudinal y un árbol 488 de tornillo óseo, que define una rosca 489 helicoidal externa para penetrar en el hueso esponjoso a través de la aplicación de un par. Esta articulación de la cabeza de tornillo facilita la colocación de la varilla 50 en el tornillo 48c y permite que un cirujano manipule la columna vertebral según sea necesario. De manera importante la flexibilidad en un plano de la posición de la varilla 50 en relación con el tornillo 48 insertado a la vez que se restringe el movimiento en el resto de los planos permite sólo el movimiento seleccionado de la unión de cabeza de tornillo y varilla antes de bloquear el sistema en su sitio. Las fuerzas de manipulación sobre la columna vertebral son más eficaces en la colocación apropiada de la columna vertebral porque, aunque el movimiento pivotante monoaxial de la unión de cabeza de tornillo y varilla facilita la colocación y unión de la varilla, la restricción completa del movimiento de esa unión en cualquier otro plano sirve para dirigir la fuerza manual aplicada a su propósito pretendido, el de manipular y realinear la columna. No limitar el resto de movimientos de la unión de varilla y tornillo durante la manipulación de la columna podría dar como resultado en cambio que la cabeza del tornillo 48 pivotara o rotara a un lado o el otro en relación con el eje longitudinal del tornillo 48. La cabeza del tornillo 48c monoaxial restringe eficazmente el movimiento a un único plano, perpendicular al eje 480 longitudinal del tornillo 48c, y por tanto impide el movimiento multiaxial indeseable de la cabeza de tornillo durante la manipulación vertebral.

El tornillo 48c monoaxial, tal como se muestra en la figura 6, puede conectarse a la varilla 50 vertebral mediante el uso de un alojamiento 491 de tornillo estratificado doble que incluye un alojamiento 487 exterior y un alojamiento 481 interior. El alojamiento 487 exterior está configurado de manera que al menos una parte de la superficie 492 interior del alojamiento 487 exterior pueda deslizarse selectivamente sobre una parte de una superficie 482 exterior del alojamiento 481 interior en una dirección hacia arriba y hacia abajo a lo largo del eje longitudinal del tornillo 48c. Una

ranura 483 de acceso de alojamiento interior está configurada y adaptada para facilitar el rápido desbloqueo del tornillo 48c y el movimiento de la cabeza del tornillo 48c dentro de un rebaje de articulación y la retirada de la varilla 50 de una ranura de varilla de alojamiento interior. El alojamiento 487 exterior puede incluir una acanaladura 486 de agarre anular. También se proporciona una ranura 490 de varilla de conexión de alojamiento exterior que está en alineación común con una ranura de varilla de conexión de alojamiento interior pero que no es necesariamente de exactamente la misma medida que la ranura de alojamiento interior.

Pueden proporcionarse herramientas e instrumentos quirúrgicos adicionales para facilitar la puesta en práctica de los métodos comentados en el presente documento. Tales instrumentos incluyen, por ejemplo, un dispositivo de reducción de varilla tal como, por ejemplo, el dado a conocer en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0093849 que facilita la reducción de varilla anti-par de torsión de acción única, cuyo contenido completo se incorpora al presente documento por referencia. En el método de cirugía vertebral actual también podría usarse cualquier dispositivo que pueda sujetar fácilmente la cabeza de un tornillo óseo de bloqueo de sección decreciente y reducir una varilla vertebral colocándola en su posición en la acanaladura de recepción del tornillo óseo. También pueden usarse otras herramientas y dispositivos tales como dispositivos de tipo destornillador y palancas de manipulación de sujeción de extremo de varilla vertebral, u otras herramientas y dispositivos quirúrgicos conocidos en la técnica para facilitar el método de cirugía vertebral actual. A modo de ejemplo adicional, también es adecuado para su uso en los métodos dados a conocer actualmente un elemento de bloqueo y reductor de varilla de acción doble tal como se muestra y se describe en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0213722, cuyo contenido completo se incorpora al presente documento por referencia. En particular, puede usarse un dispositivo quirúrgico de acción doble que puede reducir una varilla colocándola en su posición en una entalladura de recepción de varilla en la cabeza de un tornillo óseo con una primera acción y posteriormente bloquear la varilla en la entalladura de recepción mediante una segunda acción del mismo instrumento.

También se muestran y describen dispositivos de bloqueo y desbloqueo de tornillo adecuados en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0093817. En particular, puede usarse un tornillo de bloqueo de sección decreciente multiplanar para conectar una varilla de conexión al hueso y un dispositivo de bloqueo y desbloqueo configurado para bloquear parcialmente o bloquear completamente de manera selectiva el tornillo. El tornillo de bloqueo de sección decreciente multiplanar puede realizar una articulación multidireccional a la vez que la posición de la varilla de conexión puede permanecer estable y alineada según sea necesario. Una vez que el tornillo se ha articulado y colocado de manera apropiada, puede bloquearse de manera que el tornillo y la varilla de conexión permanecerán en posición relativa con respecto al hueso.

Los métodos descritos en el presente documento pueden utilizarse para corregir cualquier deformidad vertebral que implique una convexidad y una concavidad. Dependiendo de la naturaleza de la deformidad, se seleccionará un tornillo 48 óseo adecuado para su uso, por ejemplo, tornillos 48a óseos poliaxiales, tornillos 48b óseos monoaxiales y/o tornillos 48c óseos monoaxiales. Los tornillos 48 óseos se implantan primero en la vértebra de la columna S vertebral en múltiples puntos por encima y por debajo del vértice A de la curva. Entonces pueden unirse a las cabezas de los tornillos óseos, dispositivos 10 de reducción de varilla que incluyen un mecanismo 12 de gato de tornillo y dispositivos 28 de manipulación adaptados y configurados para su unión a las cabezas de los tornillos 48 óseos de bloqueo de sección decreciente y que proporcionan una fuerza de palanca para facilitar la manipulación de la columna S. Tal como se observa en la figura 3, el dispositivo 10 de reducción de varilla se une a las cabezas de los tornillos 48 óseos en el lado S1 cóncavo de la deformidad vertebral. El dispositivo 28 manipulador se sitúa sobre los tornillos 48 óseos en el lado S2 convexo de la deformidad vertebral. Dependiendo de la naturaleza de la deformidad, el dispositivo 10 de reducción de varilla puede usarse en ambos lados de la deformidad.

Antes de realizar cualquier corrección de las varillas 50, el cirujano puede manipular y corregir la curva de la columna S vertebral en un grado amplio. Es decir, el cirujano puede en primer lugar manipular y reducir manualmente la "giba costal". La varilla 50 vertebral puede estar pre-curvada hasta la configuración de la curva vertebral normal, por ejemplo, la curva sagital. Una vez seguro de que la columna S está en la posición anatómica apropiada, el cirujano puede colocar las varillas 50 vertebrales pre-curvadas en relación con los tornillos y los dispositivos de reducción de varilla y bloquear cada varilla 50 con respecto a los dos primeros puntos de la columna vertebral donde va a unirse el constructo.

A modo de ejemplo, en una deformidad vertebral torácica simple (derecha T4-L1), primero pueden unirse las varillas 50 vertebrales a las vértebras T4 y T5. Esta unión proximal se lleva a cabo usando tornillos óseos poliaxiales para facilitar la unión de la varilla y para establecer una base proximal para el constructo. Estas uniones proximales iniciales en T4 y T5 pueden bloquearse parcialmente colocándolas en su posición para proporcionar estabilidad para el trabajo adicional durante la cirugía para construir el constructo y manipular la columna para su corrección. Pueden llevarse a cabo otras uniones de tornillo a las otras vértebras usando tornillos 48b de bloqueo de sección decreciente monoaxiales (figuras 5A-5B) aunque la última vértebra instrumentada (LIV) debe dotarse de un tornillo 48c de bloqueo de sección decreciente monoaxial (figura 6). Una vez unidos a las vértebras, los tornillos óseos desbloqueados restantes están listos para conectarse a los dispositivos 10 de reducción de varilla en el lado S1 cóncavo de la deformidad y a los dispositivos 28 manipuladores en el lado S2 convexo de la deformidad, tal como se observa en la figura 3. Entonces la varilla 50 vertebral pre-curvada configurada para tener un plano sagital fisiológico puede roscarse mediante los tornillos óseos desbloqueados y los dispositivos 10 de reducción unidos.

En una realización, los dispositivos 10 de reducción se aprietan secuencialmente, alternando desde los extremos hacia el centro o desde un extremo hasta el otro, dependiendo de la técnica del cirujano para reducir la varilla 50 vertebral colocándola en la cabeza de los tornillos 48 óseos. Es necesario indicar que los dispositivos 10 de reducción también pueden apretarse simultáneamente y no es necesario que se aprieten secuencialmente. A medida que se aprietan los dispositivos 10 de reducción, la acción del mecanismo 12 de gato de tornillo reducirá gradualmente la varilla 50 vertebral a la vez que se efectúa cualquier rotación de la columna S vertebral necesaria para llevar la columna vertebral a la alineación apropiada. El efecto de la reducción de varilla y la corrección rotacional en una única acción sirve para facilitar la eficacia y eficiencia mejoradas del método de corrección vertebral. Tal como se comenta en mayor detalle a continuación, en o cerca de la finalización de la reducción de la varilla 50 vertebral, los tornillos 48 óseos de bloqueo de sección decreciente, o bien monoaxiales o bien monoaxiales, pueden bloquearse parcialmente colocándose en su posición mediante el mecanismo de un dispositivo de bloqueo tal como el reductor 10 de varilla.

Puede usarse un elemento 60 de bloqueo parcial para engancharse al tornillo 48 óseo y bloquear la varilla 50 colocándola en su sitio. El elemento 60 de bloqueo parcial, mostrado en las figuras 7A y 7B, incluye elementos 61 de sujeción de tornillo, que están configurados para sujetar el tornillo 48 óseo. En funcionamiento, un árbol 62 de bloqueo interior está dispuesto de manera deslizante dentro de un alojamiento 64 y puede moverse mediante un mango 66 de activación montado de manera pivotante de manera que un extremo 68 de contacto del árbol 62 se pone en contacto operativo con el extremo proximal del dispositivo 10 de reducción de varilla mientras que los elementos 61 de sujeción tiran del alojamiento exterior del tornillo 48 hacia arriba sobre el alojamiento interior del tornillo para colocarse en una posición parcial o completamente bloqueada.

El elemento 60 de bloqueo parcial se monta sobre un gato 12 de reducción de varilla para permitir el bloqueo parcial del tornillo de bloqueo de sección decreciente con respecto a la varilla 50 antes de retirar el reductor 10 de varilla del tornillo 48, tal como se muestra en la figura 7C. El reductor 10 de varilla se retira entonces del tornillo 48. En este punto, los tornillos 48a óseos poliaxiales parcialmente bloqueados (figuras 4A- 4B) que unen las varillas 50 a T4 y T5 pueden bloquearse completamente con cualquier instrumento de bloqueo adecuado. En todas las realizaciones dadas a conocer, la unión de una varilla 50 vertebral a un tornillo de pedículo puede llevarse a cabo tal como se comentó anteriormente en el presente documento o puede llevarse a cabo moviendo uno o más cuerpos vertebrales hacia la varilla vertebral, es decir, mediante la traslación del tornillo 48 hacia la varilla 50 vertebral, o mediante una combinación de estas técnicas.

La varilla 50 vertebral se asienta en los tornillos 48 óseos apretando gradualmente el mecanismo 12 de gato de tornillo del dispositivo 10 de reducción de varilla. Esta acción puede realizarse de manera secuencial (o simultánea) en las vértebras desde cualquier extremo del constructo hacia el vértice A de la deformidad y mediante la traslación y desrotación simultánea y gradual de la columna S vertebral colocándose en la curva sagital fisiológica deseada. Se indica que al realizar la traslación de manera gradual y secuencial con varios dispositivos 10 de reducción de varilla, se cargan numerosos tornillos en el constructo y se distribuyen fuerzas correctoras sobre numerosos tornillos durante la corrección, reduciendo la posibilidad de extracción de un tornillo y la pérdida resultante de fijación que puede resultar de ejercer una fuerza demasiado grande sobre un tornillo cada vez durante la corrección. Una vez que todos los dispositivos 10 de reducción de varilla están apretados al máximo, la varilla 50 vertebral se capturará en cada una de las cabezas de los tornillos 48 óseos. Además, durante esta secuencia de maniobras se lleva a cabo la contracción de la última vértebra instrumentada (LIV).

En cualquier punto durante la corrección, el cirujano puede utilizar el dispositivo 10 de reducción de varilla y el elemento 60 de bloqueo parcial, comentados anteriormente, o un dispositivo de bloqueo de tornillo óseo de bloqueo de sección decreciente similar en uno o más tornillos para bloquear parcialmente un tornillo. Hacia o al final de la reducción de las varillas 50 colocándolas en todos los tornillos 48 óseos, el elemento 60 de bloqueo parcial se habrá aplicado o se aplicará a todos los tornillos 48 óseos a los que se unen los dispositivos 10 de reducción de varilla de modo que la varilla 50 vertebral se bloquea parcialmente con respecto a todos los tornillos 48 óseos.

Con los tornillos 48 en una posición parcialmente bloqueada, los dispositivos 10 de reducción de varilla correspondientes pueden retirarse entonces del tornillo 48 óseo en el lado S1 cóncavo de la deformidad. Los dispositivos 10 de reducción de varilla que se han retirado de los tornillos 48 en el lado S1 cóncavo de la deformidad se sitúan entonces en las cabezas de los tornillos 48 en el lado S2 convexo de la deformidad. Entonces puede introducirse la varilla 50 vertebral curvada previamente en el lado S2 convexo de forma similar a la introducción anterior de la varilla 50 vertebral en el lado S1 cóncavo de la deformación. El apriete secuencial de los dispositivos 10 de reducción de varilla en el lado S2 convexo de la deformidad puede llevarse a cabo gradualmente igual que antes hasta que se haya logrado la traslación y rotación para el lado S2 convexo. En este punto, pueden realizarse ajustes *in situ* del contorno de la varilla vertebral.

Con los tornillos implantados y parcialmente bloqueados con respecto a las varillas 50, puede llevarse a cabo la corrección final de la deformidad que incluye compresión, distracción y/o desrotación vertebral directa. Cualquiera de tales correcciones finales puede realizarse desde cualquier extremo del constructo hacia el vértice A de la deformidad. Puede realizarse la aplicación de un sistema de bloqueo de tornillo adecuado, tal como el dispositivo 10

de reducción de varilla y el elemento 60 de bloqueo parcial, a las cabezas de los tornillos 48 para mantener la rotación corregida lograda antes en el lado S1 cóncavo. La aplicación de compresión entre el lado S2 convexo de los tornillos 48 óseos y un punto de fijación proximal (o contra un manipulador 700 de varillas mostrado en las figuras 18 y 18A) puede realizarse para nivelar el segmento de movimiento. Tras esto, puede usarse un instrumento de bloqueo, tal como el elemento 60 de bloqueo parcial, para bloquear los puntos de fijación del lado convexo o tornillos 48 con respecto a la varilla 50 en el lado S2 convexo. En este punto, pueden aplicarse los procedimientos de desrotación/compresión descritos anteriormente más allá del vértice A de la deformidad hasta que se logre la corrección deseada. De nuevo, puede aplicarse el manipulador 700 de varillas para reforzar los tornillos 48 óseos bloqueados.

El manipulador 700 de varillas, ilustrado en las figuras 18 y 18A, puede usarse para facilitar la distracción o compresión en ausencia de un tornillo 48 óseo completamente bloqueado en la ubicación en la que va a realizarse ese procedimiento. El manipulador 700 de varillas incluye un elemento 702 de sujeción configurado y adaptado para engancharse a la varilla 50 vertebral. El elemento 702 de sujeción puede acoplarse de manera roscada a una estructura 701 alargada adaptada y configurada para proporcionar fuerza de palanca. La estructura 701 alargada puede estar configurada para manipularse y sujetarse por un cirujano. El elemento 703 de agarre puede facilitar la manipulación manual del manipulador 700 de varillas. Además, el extremo 704 proximal del manipulador 700 de varillas puede estar configurado y adaptado para engancharse a un dispositivo de tipo destornillador (no mostrado) que tiene una forma correspondiente.

Finalmente, puede confirmarse la posición horizontal de la última vértebra instrumentada (LIV) y en esos puntos de fijación, los tornillos 48 pueden bloquearse completamente si anteriormente sólo estaban bloqueados parcialmente. Puede volverse a aplicar un instrumento de bloqueo, por ejemplo, el elemento 60 de bloqueo parcial, a cada punto de fijación o cabeza de tornillo para confirmar la fijación rígida por todo el constructo. En este momento puede retirarse cualquier manipulador 700 de varillas restante y se completa el método vertebral. Puede añadirse material de injerto óseo según sea necesario y puede aplicarse cualquier entrecruzamiento para las varillas 50 si resulta apropiado. En este momento puede realizarse la irrigación normal, decorticación del lecho de fusión y otros procedimientos de cierre normales. Realizaciones alternativas del método, dependiendo entre otros de la presentación de la deformidad, están dentro del alcance de la presente divulgación.

El número de tornillos monoplanares requerido depende de la magnitud de la curvatura de la deformidad vertebral. Además, el número de osteotomías de Ponte depende del grado de flexibilidad de la curva. La selección de un material apropiado para la formación de la varilla R vertebral puede basarse en una determinación de la fragilidad y la reserva óseas.

Un método alternativo para poner en práctica el procedimiento de cirugía vertebral dado a conocer para una deformidad torácica simple (derecha T4-L1) es similar al método descrito anteriormente con algunas revisiones que se comentarán a continuación. A diferencia del método comentado anteriormente, la selección de tornillos 48 óseos no incluye un tornillo óseo monoaxial para la última vértebra instrumentada (LIV). Se usan de manera similar tornillos óseos poliaxiales que incluyen pero no se limitan a un tornillo de fijación de bloqueo de sección decreciente, una tuerca de bloqueo o tornillos similares, para establecer una base proximal en T4 y T5, sin embargo se usan tornillos óseos monoplanares para todos los demás puntos de fijación en el constructo. Se aplican dispositivos 10 de reducción de varilla de manera bilateral en T4 y T5. Se introducen varillas 50 vertebrales en los dispositivos 10 de reducción de varilla de manera bilateral.

Tras garantizar la alineación sagital de las varillas 50 vertebrales, se bloquean completamente los tornillos 48 en T4 y T5 usando un instrumento de bloqueo adecuado entre los identificados anteriormente. Entonces se aplican dispositivos 10 de reducción de varilla sobre ambas varillas 50 vertebrales para capturar los tornillos apicales y reducir la varilla 50 en el lado S2 convexo colocándola en los tornillos 48 óseos. La varilla 50 puede reducirse secuencialmente. En este punto, los tornillos 48 óseos en el lado S1 cóncavo se bloquean parcialmente usando el elemento 60 de bloqueo parcial, mostrado en las figuras 7A y 7B, y se retiran los dispositivos 10 de reducción de varilla. En este punto, el método continúa a las etapas de corrección de la deformación finales comentadas anteriormente. La aplicación bilateral de muchas de las etapas altera algo el método con respecto al método descrito anteriormente en el que primero se trató la concavidad de la deformidad seguido por las aplicaciones en el lado S2 convexo de la deformidad.

En una presentación de deformación vertebral toracolumbar/lumbar, se varía el método descrito inicialmente en cierto grado porque los dispositivos 10 de reducción de varilla se aplican a los tornillos 48 óseos de manera bilateral en vez de primero al lado S1 cóncavo y segundo al lado S2 convexo de la deformidad. También se aplican de manera bilateral extendedores a los dispositivos 10 de reducción de varilla. La varilla 50 vertebral se introduce inicialmente sólo en el lado S2 convexo de la deformación. La LIV se estabiliza bloqueando parcialmente el tornillo con respecto a la varilla 50 y las vértebras por encima de la LIV se hacen rotar manualmente usando la fuerza de palanca mejorada ofrecida por la unión de los extendedores a los dispositivos 10 de reducción de varilla. Entonces se lleva a cabo la desrotación de la varilla 50 vertebral en el lado convexo de la deformidad. La LIV se sujeta adicionalmente al bloquearse completamente. En este punto, se introduce la varilla 50 vertebral en el lado cóncavo de la deformidad y se somete a desrotación. Los tornillos 48 se bloquean posteriormente con respecto a la varilla 50

usando un dispositivo de bloqueo adecuado. Entonces se retiran los dispositivos 48 de reducción de varilla del lado S1 cóncavo del constructo. La distracción se lleva a cabo tanto distal como proximalmente comenzando desde el vértice A de la deformidad. Entonces se bloquea completamente el lado cóncavo del constructo. En este punto, se lleva a cabo el asentamiento de la varilla 50 vertebral en las cabezas de los tornillos 48 en el lado convexo y se realiza un bloqueo parcial sobre los dispositivos 10 de reducción de varilla. A continuación se lleva a cabo la compresión del vértice inferior en el lado S2 convexo seguido por el bloqueo completo del lado S2 convexo del constructo.

En una presentación torácica doble (curvas izquierda T1-T4, derecha T4-L-1) de la deformidad vertebral, también se lleva a cabo el método de cirugía vertebral dado a conocer con algunas revisiones y el ajuste de las etapas comentadas anteriormente con respecto al método torácico simple. En la deformidad torácica doble, se emplean tornillos poliaxiales en T1, T2 o T3 para establecer una base proximal. De manera similar al método torácico simple, se usan tornillos monoplanares para todos los puntos de fijación en el constructo con la excepción de un tornillo monoaxial que se usa en la LIV. Se siguen los procedimientos de asentamiento de la varilla 50 y rotación posterior de la varilla 50 logrando un bloqueo parcial en los puntos de fijación proximales (T2-T5) usando el elemento 60 de bloqueo parcial mostrado en las figuras 7A y 7B y los dispositivos 10 de reducción de varilla o usando el segundo mango de un dispositivo de bloqueo y reducción de varilla de acción doble, tal como se muestra y se describe en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0213722. El punto de fijación en T-2 puede bloquearse completamente en este momento usando un instrumento de bloqueo, tal como el instrumento de bloqueo sin par que puede insertar y bloquear una varilla vertebral de manera segura colocándola en su sitio en el tornillo o bloquear/desbloquear selectivamente la varilla con respecto al tornillo y que está configurado con características complementarias a las del tornillo de bloqueo de sección decreciente multiplanar, tal como se muestra y se describe en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2007/0093817. La compresión segmental entre los puntos de fijación T-2 ahora completamente bloqueado y T-3 parcialmente bloqueado, que se repite entre los segmentos de curva superiores (T-2-T-5 o T-6) efectúa una corrección en la curva torácica superior.

En este punto, pueden aplicarse dispositivos 10 de reducción de varilla sobre la varilla 50 cóncava para capturar los tornillos 48 óseos en el lado S1 cóncavo de la deformidad desde T-6 hasta L-1. Al igual que con el método general descrito originalmente, la varilla 50 vertebral puede asentarse en los tornillos 48 óseos distales apretando gradualmente los dispositivos 10 de reducción de varilla y con la desrotación y traslación secuencial de la columna con respecto a la varilla 50 vertebral en el lado S1 cóncavo.

Todos los puntos de fijación o tornillos 48 óseos en el lado S1 cóncavo pueden bloquearse parcialmente sobre los dispositivos 10 de reducción de varilla usando el elemento de bloqueo mostrado en las figuras 7A y 7B. Al igual que con la realización descrita originalmente del método, los dispositivos 10 de reducción de varilla pueden retirarse ahora de los tornillos 48 óseos del lado S1 cóncavo y fijarse a los tornillos 48 óseos del lado S2 convexo de la deformidad. Se repite de manera similar la secuencia de etapas anterior para el lado S2 convexo de la deformidad y tras trasladar y hacer rotar el lado S2 convexo, puede llevarse a cabo la corrección final de la deformación, tal como se describió anteriormente. La varilla 50 vertebral debe situarse en el lado S1 cóncavo de la curva inferior para impedir la fractura de los pedículos torácicos altos más pequeños durante la reducción.

En una presentación doble principal (T4-L4; torácica derecha, lumbar izquierda) de una deformidad vertebral, se modifican las etapas del método general para hacer frente a los problemas adicionales planteados por esta presentación. Tal como se observa en otras variantes del método quirúrgico, se usan tornillos poliaxiales en T4-T5 para establecer una base proximal para el constructo. Se aplican en primer lugar dispositivos 10 de reducción de varilla proximalmente en T4-T6 en el lado S1 cóncavo de la deformidad torácica y se introduce la varilla 50 vertebral en ese lado. Entonces pueden aplicarse dispositivos 10 de reducción de varilla sobre la varilla 50 vertebral en el vértice A de ambas curvas de la deformidad vertebral. Entonces se hace rotar la varilla 50 en el lado S1 cóncavo colocándola en el plano sagital y se aplican bloqueos parciales a T4 y T5. Una vez que los dispositivos 10 de reducción de varilla pueden retirarse en T4 y T5, T5 y T5 pueden bloquearse completamente usando un instrumento de bloqueo, por ejemplo, el elemento 60 de bloqueo parcial.

Los dispositivos 10 de reducción de varilla se hacen avanzar sin apriete en la curva lumbar de la deformidad y se aplican extendedores al lado S2 convexo de la curva lumbar. En este momento, se estabiliza la LIV y se hace rotar la lumbar medio-apical. Entonces puede sellarse la varilla 50 vertebral colocándola en los tornillos 48 de fijación distales y puede bloquearse parcialmente una varilla lumbar cóncava corta temporal. La varilla 50 puede asentarse en los tornillos 48 de fijación distales. Puede lograrse la desrotación y traslación de la columna S con respecto a la varilla 50 en el lado S1 cóncavo. Entonces puede llevarse a cabo el apriete parcial, secuencial y gradual de los dispositivos 10 de reducción de varilla hacia el vértice A de la deformidad a la vez que se tiene cuidado de evitar extraer el tornillo. Entonces puede bloquearse parcialmente el lado S1 cóncavo del constructo y retirarse los dispositivos 10 de reducción de varilla del lado S1 cóncavo y situarse en el lado S2 convexo. En el lado S2 convexo, se repiten los procedimientos realizados anteriormente para el lado S1 cóncavo llevándose a cabo la corrección final de la deformidad tal como se describió antes comenzando desde el extremo proximal del constructo hasta el vértice A de la deformidad. A medida que avanza el método en el lado S2 convexo de la deformidad, puede presentarse la oportunidad para la corrección *in situ* de la varilla 50.

Con respecto al método proporcionado para una presentación doble principal, es posible que no puedan reducirse curvas grandes o particularmente rígidas en la deformidad vertebral con una única varilla de reducción. En ese caso, pueden usarse dos segmentos de varilla más pequeños para reducir cada curva en el mismo lado de la columna S. En este caso, las varillas 50 se conectan entonces entre sí con un conector de tipo "banda nupcial" de lado a lado. Entonces puede acoplarse una varilla de mantenimiento rígida al otro lado. Es posible la sustitución de las varillas iniciales continuas. En esta presentación, la desrotación de ambos vértices en el lado S1 cóncavo y el lado S2 convexo de la deformidad vertebral debe realizarse simultáneamente y en sentidos opuestos a la naturaleza acoplada de las deformidades rotacionales.

En una presentación de curva triple (torácica/toracolumbar/lumbar) de una deformidad vertebral, preferiblemente los tres vértices deben someterse a desrotación simultáneamente. El método empleado en esta situación es similar al método descrito con respecto a la presentación torácica doble hasta la aplicación de los extendedores a los dispositivos 10 de reducción de varilla con las siguientes excepciones que se describirán a continuación. Adicionalmente, pueden emplearse las etapas citadas anteriormente con respecto a las etapas torácicas y de distracción en el método de concavidad torácica superior. Se requieren entonces las etapas convexas torácicas seguidas por las etapas de sección lumbar completas si existe rotación o curva residual.

En una presentación de cifosis (T2-T3) (técnicas combinadas) de una deformidad vertebral, la consideración inicial debe ser caudal con respecto al nivel lumbar lordótico y craneal con respecto a T3-T4. La liberación anterior y la distracción entre los cuerpos rara vez es necesaria con las nuevas técnicas de acortamiento posterior (Ponte, osteotomías de sustracción pedicular). La selección del implante en esta presentación debe favorecer materiales más rígidos y más robustos. Como es común con otras variantes del método de cirugía vertebral descrito en el presente documento, se requiere la preparación inicial del campo quirúrgico y la exposición al menos parcial de la columna vertebral requiere la liberación de los ligamentos de apófisis transversa, la facetectomía amplia exhaustiva en todos los niveles con escisión de ligamento amarillo y múltiples osteotomías de Ponte situadas de manera simétrica alrededor del vértice de la cifosis.

Igual que antes, de manera proximal en T-2-T3, se usan tornillos poliaxiales para facilitar la unión de la varilla y el establecimiento de una base proximal. Como en el método general, descrito anteriormente, se usan tornillos monoplanares para los puntos de fijación restantes con la excepción de la última vértebra instrumentada (LIV), que requiere un tornillo monoaxial. Esta variación del método puede usar alternativamente tornillos poliaxiales para una deformidad flexible.

En esta deformidad, las varillas 50 vertebrales pueden introducirse en T2-T4 usando dispositivos 10 de reducción de varilla para asentar las varillas 50 y el elemento 60 de bloqueo parcial para lograr un bloqueo parcial para los tornillos 48 con los dispositivos 10 de reducción de varilla en su sitio. En este punto, pueden retirarse los dispositivos 10 de reducción de varilla y puede bloquearse completamente la cabeza del tornillo 48 en T2 usando un instrumento de bloqueo. En este punto, el cirujano puede comprimir los tornillos 48 completamente bloqueados en T2 y los tornillos 48 parcialmente bloqueados en T3 de manera bilateral seguido por el bloqueo completo de los tornillos 48 en T3. Puede lograrse una compresión segmental similar entre T3 y T4 para completar la base proximal de la reconstrucción.

Puede realizarse una aplicación bilateral de los dispositivos 10 de reducción de varilla a los tornillos 48 por debajo de T4 (de proximal a distal) para capturar las varillas 50 vertebrales. En este punto, puede llevarse a cabo gradualmente el apriete secuencial descrito anteriormente de los dispositivos 10 de reducción de varilla desde el extremo proximal hasta el distal del constructo para trasladar la varilla 50 hasta la columna S a la vez que se proporciona una rotación correctiva con el avance lento de las varillas 50 asentándose por completo en las cabezas de los tornillos 48. Puede impedirse la extracción del tornillo realizando la traslación simultáneamente con varios dispositivos 10 de reducción de varilla. Una vez completado el bloqueo parcial, puede retirarse el dispositivo 10 de reducción de varilla y situarse en un tornillo 48 más distal para facilitar la traslación de la varilla en puntos de fijación secuenciales. Se completa la compresión secuencial desde el nivel de T4 hasta la última vértebra instrumentada (LIV) para completar la corrección de la cifosis. Una vez confirmada la posición horizontal de la LIV, pueden bloquearse completamente los puntos de fijación usando un instrumento de bloqueo rápido. De nuevo, se confirma el bloqueo completo de cada punto de fijación para proporcionar una fijación rígida en todo el constructo. Como anotación, para una deformidad grave o rígida, puede llevarse a cabo el uso de un conector/conectores transversal/es de manera proximal antes del extremo libre apical y distal y la realización de SPO u osteotomías apicales para facilitar las correcciones de la curva.

Alternativamente, para el método frente a cifosis (T2-L3) descrito anteriormente, puede emplearse un método variante denominado "reducción apical focal". Para deformidades cifóticas rígidas o graves que requieren correcciones mayores, puede corregirse previamente la columna S con varillas temporales (no mostradas) antes de la colocación de las varillas 50 que servirán como implantes finales en el vértice A de la deformidad. Tales varillas temporales pueden proporcionarse cortando una varilla blanda en dos segmentos que son suficientemente largos como para extenderse al menos tres niveles por encima y por debajo del vértice de la deformidad.

Cada una de esas varillas temporales se reduce colocándose en el(los) tornillo(s) 48 óseo(s) apical(es) a ambos

5 lados de la columna S vertebral. Entonces se reducen poco a poco las varillas temporales colocándose en los dos tornillos restantes a cada lado del vértice A. El(los) tornillo(s) apical(es) se bloquea(n) entonces completamente y si el vértice A se comparte entre dos niveles adyacentes, entonces ambos niveles se comprimen ligeramente entre sí y se bloquean parcialmente de manera fuerte. Se realizan maniobras de compresión gradual muy ligeras sobre ambas varillas R comenzando centralmente desde el vértice A. Cada tornillo 48 se bloquea entonces parcialmente de manera que no haya deslizamiento una vez que el compresor se libera. Puede usarse un manipulador 700 de varillas para estabilizar el tornillo 48 más central durante cada maniobra de compresión. Puede obtenerse una longitud suficiente en la varilla R para permitir que los extremos se reduzcan colocándose en el siguiente tornillo 48 disponible.

10 Si se encuentra unión o resistencia aumentada, la mayoría de los tornillos 48 distantes pueden bloquearse completamente para descargar la tensión de unión en los tornillos 48 más centrales para permitir la compresión adicional. Pueden continuarse rondas secuenciales de compresión apical dejando un tiempo suficiente, por ejemplo, un minuto, entre cada ronda para adaptarse a la fluencia del tejido blando.

15 Entonces puede bloquearse completamente cada varilla temporal cuando se proporcionan todos los instrumentos de las "osteotomías de Smith Peterson". En este punto, puede retirarse una de las varillas temporales y sustituirse por una varilla 50 vertebral sustancialmente dura de longitud completa que está contorneada para obtener el perfil sagital deseado y actuará como la instrumentación implantada final. Esta varilla 50 vertebral permanente debe bloquearse completamente de manera proximal y al menos bloquearse parcialmente de manera distal firmemente para mantener la corrección mientras se realiza un cambio permanente para la segunda varilla 50 blanda temporal. Puede dejarse un breve periodo de compresión periapical focal antes de bloquear completamente los tornillos 48. La varilla temporal en el otro lado puede sustituirse usando técnicas similares.

25 En una presentación de cifoescoliosis (T2-L3) de una deformidad vertebral, pueden variarse los métodos presentados anteriormente para la presentación de cifosis (T2-L3) tal como sigue para lograr la corrección deseada. Pueden seguirse las etapas iniciales descritas para la presentación de cifosis (T2-L3) hasta que se ha completado la etapa de compresión secuencial desde el nivel de T4 hasta la LIV. En este punto, las etapas del método pueden dirigirse a corregir la curva de escoliosis de la columna vertebral. Los segmentos que requieren corrección para las deformidades de escoliosis pueden desbloquearse usando un instrumento de desbloqueo apropiado para tornillos de bloqueo de sección decreciente. Un ejemplo de un instrumento de desbloqueo de este tipo que está configurado para bloquear parcialmente o bloquear completamente de manera selectiva un tornillo se da a conocer en la publicación de solicitud de patente estadounidense 2008/0093817, cuyo contenido se incorpora en su totalidad al presente documento por referencia. Una vez desbloqueados, esos tornillos 48 pueden bloquearse parcialmente con el dispositivo 10 de reducción de varilla y el elemento 60 de bloqueo parcial mostrado en las figuras 7A y 7B. Comenzando de manera proximal al vértice A de la deformidad y usando el instrumento de bloqueo, por ejemplo, el elemento 60 de bloqueo parcial, en el lado S1 cóncavo de la deformidad con un extendedor de desrotación en el lado S2 convexo, puede hacerse rotar axialmente de manera segmental el segmento de movimiento en la alineación deseada. En este punto puede aplicarse el instrumento 60 de bloqueo para mantener la rotación corregida con la varilla 50 vertebral en el lado S1 cóncavo de la deformidad. Entonces puede retirarse el extendedor de desrotación del tornillo 48 en el lado S2 convexo del segmento. La aplicación de compresión entre los tornillos 48 en el lado S2 convexo y un punto de fijación proximal, por ejemplo, el manipulador 700 de varillas, puede realizarse para nivelar el segmento. Entonces puede usarse un instrumento de bloqueo, por ejemplo, el elemento 60 de bloqueo parcial para bloquear el punto de fijación en el lado S2 convexo con respecto a la varilla 50 en el lado S2 convexo.

45 Entonces puede repetirse la desrotación/compresión de manera secuencial más allá del vértice A de la deformidad hasta que se obtenga la corrección deseada. Puede confirmarse la posición horizontal de la LIV y pueden bloquearse completamente los puntos de fijación usando un instrumento de bloqueo. De nuevo, puede realizarse la etapa de repetir el bloqueo completo de todos los tornillos 48 para confirmar la fijación rígida por todo el constructo. Como con las otras variaciones del método actual, en este momento puede llevarse a cabo la irrigación, la decorticación y cualquier injerto óseo necesario para completar el método de cirugía vertebral.

50 En referencia ahora a la figura 8, se muestra un sistema 200 para recolocar vértebras. El sistema 200 incluye una pluralidad de manipuladores 28, 128 que están acoplados a una pluralidad de dispositivos 10 de reducción de varilla tal como se comentó anteriormente con respecto a la figura 3. Los manipuladores 28, 128 y los dispositivos 10 de reducción de varilla se unen a las vértebras de la columna S vertebral, tal como se comentó anteriormente. Posteriormente, se une un acoplador 150 transversal a un par de manipuladores 28, 128 que se unen a un único cuerpo vertebral. El acoplador 150 transversal se extiende de manera transversal a un eje longitudinal de la columna S vertebral, y actuando conjuntamente con el par de manipuladores 28, actúa sobre un único cuerpo vertebral. Tal como se muestra en la figura 8, pueden acoplarse múltiples conectores 150 transversales a pares de manipuladores 28, 128, estando asociado cada par con un único cuerpo vertebral.

60 En referencia ahora a las figuras 9A y 9B, el acoplador 150 transversal incluye una primera parte 130 de brazo y una segunda parte 170 de brazo. La primera parte 130 de brazo incluye un árbol 151 que tiene un receptor 140 dispuesto en un extremo del mismo y un anillo 134 dispuesto en el extremo opuesto. Un espaciador 135 y un manguito 138 están dispuestos de manera deslizante dentro del anillo 134. El manguito 138 está configurado y

adaptado para recibir de manera liberable una parte de las perillas 32, 132 de control de los manipuladores 28, 128, respectivamente. El receptor 140 tiene una abertura 146 alineada sustancialmente con el árbol 151. Un orificio 148 orientado ortogonalmente también está ubicado en el receptor 140. Un accesorio 142 está configurado y adaptado para su inserción en el orificio 148. El accesorio 142 incluye un receptáculo 142a roscado. Tras la colocación del accesorio 142 en el orificio 148, se instala un pasador 144 a través del orificio 145 para sujetar el accesorio 142 en el receptor 140 y se sujeta en su posición mediante fricción. El receptáculo 142a roscado se alinea con la abertura 146. La segunda parte 170 de brazo incluye un árbol 172 roscado que está configurado para engancharse de manera roscada al receptáculo 142a roscado del accesorio 142, sujetando de ese modo la segunda parte 170 de brazo con la primera parte 140 de brazo. Además, la segunda sección 170 de brazo incluye un anillo 174, un espaciador 176 y un manguito 178. El espaciador 176 y el manguito 178 están dispuestos de manera deslizante dentro del anillo 174. El manguito 178 está configurado y adaptado para recibir de manera liberable una parte de las perillas 32, 132 de control de los manipuladores 28, 128, respectivamente.

El sistema 200 permite que el médico manipule cuerpos vertebrales individuales una vez que los tornillos de pedículo y las varillas vertebrales están instalados sin afectar significativamente a los cuerpos vertebrales adyacentes, proporcionando de ese modo una orientación más precisa de los cuerpos vertebrales durante un procedimiento quirúrgico correctivo. El médico sujeta la primera parte 130 de brazo y la segunda parte 170 de brazo del acoplador 150 transversal y aplica presión para recolocar el cuerpo vertebral en la posición deseada. Alternativamente, el médico sujeta el acoplador 150 transversal entre los extremos opuestos del acoplador 150 transversal, por ejemplo, los árboles 151, 172, y recoloca el cuerpo o los cuerpos vertebrales.

En referencia ahora a las figuras 10A y 10B, un sistema 300 incluye un agarre 180. El agarre 180 incluye un primer brazo 182 que está acoplado de manera pivotante a un segundo brazo 184. Cuando los brazos 182, 184 están separados, los brazos 182, 184 definen un hueco entre los mismos de manera que el agarre 180 puede colocarse para capturar uno o más acopladores 150 transversales. Una vez que el agarre 180 está en una posición deseada, se pivotan los brazos 182, 184 el uno hacia el otro para cerrar el agarre 180 alrededor de uno o más acopladores 150 transversales, tal como se observa en la figura 10A. Aunque se muestra unido a múltiples acopladores 150 transversales, se prevé que el agarre 180 puede usarse mientras está unido a un único acoplador 150 transversal. Como tal, independientemente del número de acopladores 150 transversales asociados operativamente con el agarre 180, el médico puede manipular los manipuladores 28, 128 para recolocar el cuerpo o los cuerpos vertebrales durante la realización del procedimiento quirúrgico. Todavía adicionalmente, el médico puede retirar el agarre 180 y volver a unirlo a otros acopladores 150 transversales según se desee para manipular los cuerpos vertebrales seleccionados en un orden particular durante la realización del procedimiento seleccionado.

Ahora se describirá el sistema 400 con referencia a las figuras 11 y 12. El sistema 400 es sustancialmente similar al sistema 200 y 300 con la siguiente excepción. El sistema 400 no incluye el agarre 180 del sistema 300. En cambio, el sistema 400 incluye un mango 190 que incluye un cuerpo 192 que incluye una pluralidad de varillas 194 que se extienden desde el mismo. Un soporte 196 acopla cada varilla 194 al cuerpo 192. Aunque el mango 190 se ilustra con cuatro varillas 194, se prevé que pueden proporcionarse más o menos varillas 194 con el mango 190. En uso, el mango 190 se inserta en uno o más manipuladores 28, 128 a lo largo de un lado de los cuerpos vertebrales. En esta configuración, el sistema 400 permite la manipulación de uno o más cuerpos vertebrales sólo en un lado del eje longitudinal de la columna S vertebral. Como tal, el médico puede recolocar los cuerpos vertebrales seleccionados aplicando una fuerza de palanca sobre un lado de la columna S vertebral mientras se deja el otro lado sin afectar. En esta configuración, el movimiento del mango 190 permite que el médico pivote los cuerpos vertebrales seleccionados usando sus lados opuestos como puntos de referencia. En la realización ilustrada de la figura 11, el movimiento del mango 190 pivota los cuerpos vertebrales a través de los manipuladores 28, mientras que los manipuladores 128 permanecen relativamente estacionarios y funcionando como puntos de pivote. El mango 190 es desmontable y puede volver a unirse en el lado opuesto de manera que el médico puede recolocar gradualmente los cuerpos vertebrales. Alternativamente, el médico puede manipular el mango 190 y recolocar el sistema 400 o bien de manera medial o bien de manera lateral para lograr el resultado deseado.

En una realización adicional de la presente divulgación, ahora se describirá un sistema 500 con referencia a las figuras 13 y 14. El sistema 500 incluye los elementos comentados anteriormente con respecto al sistema 200, sin embargo incluye un acoplador 220. Tal como se observa en la figura 14, el acoplador 220 incluye una perilla 222 dispuesta a lo largo de una superficie de una barra 226. La barra 226 incluye un par de ranuras 228. Asociado con cada ranura 228 hay un elemento 224 de sujeción que incluye un par de elementos arqueados separados. Los elementos 224 de sujeción pueden recolocarse a lo largo del eje longitudinal de la barra 226. Todavía adicionalmente, los brazos de cada elemento 224 de sujeción están configurados para engancharse de manera liberable o bien a la primera parte 130 de brazo o bien a la segunda parte 170 de brazo de los acopladores 150 transversales. Una vez conectados a un par de acopladores 150 transversales, tal como se muestra en la figura 13, la recolocación de los cuerpos vertebrales se realiza sujetando la perilla 222 y manipulando los cuerpos vertebrales a través de los manipuladores 28, 128 que están acoplados operativamente a los acopladores 150 transversales. Alternativamente, el médico puede asir una o ambas secciones de la barra 226 para manipular los cuerpos vertebrales. En uso, el sistema 500 facilita la manipulación de los cuerpos vertebrales en una multitud de orientaciones facilitando la flexibilidad mejorada en la realización del procedimiento seleccionado.

Se indica que cualquier sistema que incluye un primer dispositivo de reducción de varilla acoplado a un primer cuerpo vertebral de una columna vertebral, un segundo dispositivo de reducción de varilla acoplado a un segundo cuerpo vertebral de una columna vertebral, un primer manipulador acoplado al primer dispositivo de reducción de varilla, un segundo manipulador acoplado al segundo dispositivo de reducción de varilla, y un acoplador que acopla los manipuladores primero y segundo, está dentro del alcance de la presente divulgación. En una realización, el sistema puede incluir unos dispositivos de reducción de varilla primero y segundo acoplados a un primer cuerpo vertebral de una columna vertebral, en el que un primer manipulador está acoplado al primer dispositivo de reducción de varilla y un segundo manipulador está acoplado al segundo dispositivo de reducción de varilla, incluyendo un segundo conjunto un tercer dispositivo de reducción de varilla y un cuarto dispositivo de reducción de varilla, estando los dispositivos de reducción de varilla tercero y cuarto acoplados a un segundo cuerpo vertebral de la columna vertebral, en el que un tercer manipulador está acoplado al tercer dispositivo de reducción de varilla y un cuarto manipulador está acoplado al cuarto dispositivo de reducción, y un acoplador que acopla los conjuntos primero y segundo.

Está dentro del alcance de la presente divulgación proporcionar un kit, no reivindicado, para su uso con el método dado a conocer en el presente documento. El kit incluye al menos dos tornillos óseos poliaxiales, al menos dos tornillos óseos monoplanares, al menos dos tornillos óseos monoaxiales y al menos dos varillas vertebrales, así como herramientas asociadas para usar los tornillos óseos para conectar las varillas quirúrgicas a las vértebras adyacentes. Además, el kit puede contener varillas quirúrgicas, tales como por ejemplo, varillas de conexión. También pueden incluirse en el kit dispositivos adicionales tales como elementos de entrecruzamiento o interconexión.

Los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios en la forma y los detalles y por consiguiente, modificaciones tales como las sugeridas anteriormente, pero sin limitarse a las mismas, han de considerarse dentro del alcance de la divulgación. Por tanto, la anterior descripción no debe interpretarse limitada a las realizaciones dadas a conocer. A los expertos en la técnica se les ocurrirán otras realizaciones de la presente invención tal como se reivindica. Por ejemplo, aunque el dispositivo 10 de reducción de varilla es un dispositivo para su uso en los métodos dados a conocer en el presente documento, se prevé que puedan usarse en cambio dispositivos alternativos que pueden sujetar una cabeza de tornillo óseo y facilitar la reducción de una varilla colocándola en un rebaje de un tornillo óseo y sustancialmente en la misma forma descrita. También se contempla, por ejemplo, que los dispositivos de reducción de varilla puedan adaptarse para montarse en y trabajar con tornillos óseos de estilo tornillo de fijación y tornillos óseos de estilo tornillo de fijación monoplanar y monoaxial, pudiendo insertarse el tornillo de fijación a través del dispositivo de reducción de varilla. También se prevé que cualquier herramienta alargada que pueda conectarse a la cabeza de un tornillo óseo y forzar una varilla vertebral en su posición dentro de esa ranura de recepción de tornillo óseo sería adecuada para el manipulador descrito en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) para recolocar vértebras de una columna vertebral que comprende:
- 5 un primer conjunto que incluye manipuladores (28, 128) primero y segundo, estando cada manipulador configurado y adaptado para acoplarse a un pedículo diferente de un primer cuerpo vertebral y un primer acoplador (150) transversal que acopla los manipuladores primero y segundo;
- 10 un segundo conjunto que incluye manipuladores (28, 128) tercero y cuarto, estando cada manipulador configurado y adaptado para acoplarse a un pedículo diferente de un segundo cuerpo vertebral y un segundo acoplador (150) transversal que acopla los manipuladores tercero y cuarto; y
- 15 un acoplador (180) configurado y adaptado para ejercer fuerza sobre los conjuntos primero y segundo, caracterizado porque
- 20 el acoplador incluye un primer brazo (182) que está acoplado de manera pivotante a un segundo brazo (184) para permitir que los brazos primero y segundo pivoten entre una configuración separada y una configuración cerrada, pudiendo colocarse los brazos primero y segundo alrededor de los acopladores transversales primero y segundo en la configuración separada, en el que los brazos primero y segundo están configurados para pivotar el uno hacia el otro para cerrar el acoplador alrededor de los acopladores transversales primero y segundo para capturar los acopladores transversales primero y segundo en un hueco definido entre los brazos primero y segundo.
- 25 2. El sistema según la reivindicación 1, en el que el acoplador está configurado y adaptado para recolocar los cuerpos vertebrales el uno en relación con el otro.
3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el acoplador es un agarre (180).
- 30 4. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los acopladores transversales primero y segundo incluye una primera parte (130) de brazo y una segunda parte (170) de brazo, incluyendo la primera parte de brazo un árbol (151) que tiene un receptor (140) dispuesto en un extremo del árbol y un primer anillo (134) dispuesto en el extremo opuesto del árbol, teniendo el primer anillo un primer espaciador (135) y un primer manguito (138) dispuestos de manera deslizante dentro del primer anillo, incluyendo la segunda parte de brazo un árbol (172) roscado sujeto al receptor de la primera parte de brazo en un primer extremo del árbol roscado y teniendo un segundo espaciador (176) y un
- 35 segundo manguito (178) dispuestos de manera deslizante dentro de un segundo anillo (174) en un segundo extremo del árbol roscado, estando los manguitos primero y segundo configurados y adaptados para recibir de manera liberable una parte de perillas (32, 132) de control de los manipuladores primero y segundo.

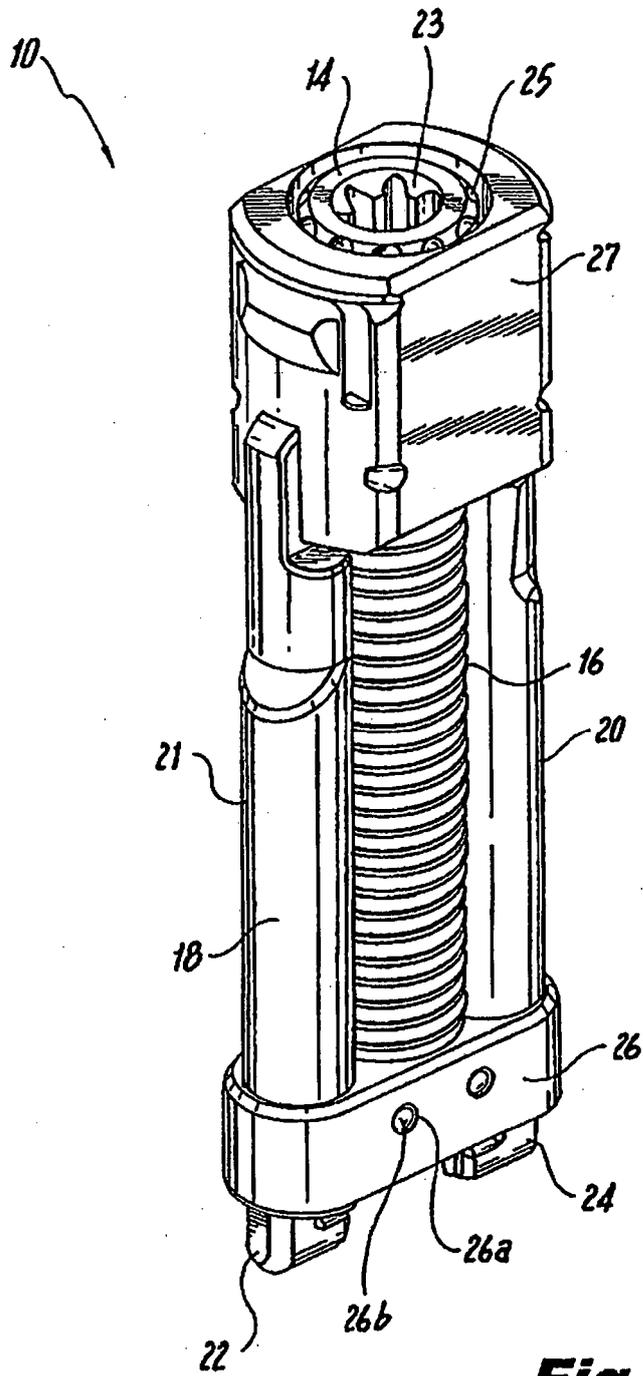


Fig. 1A

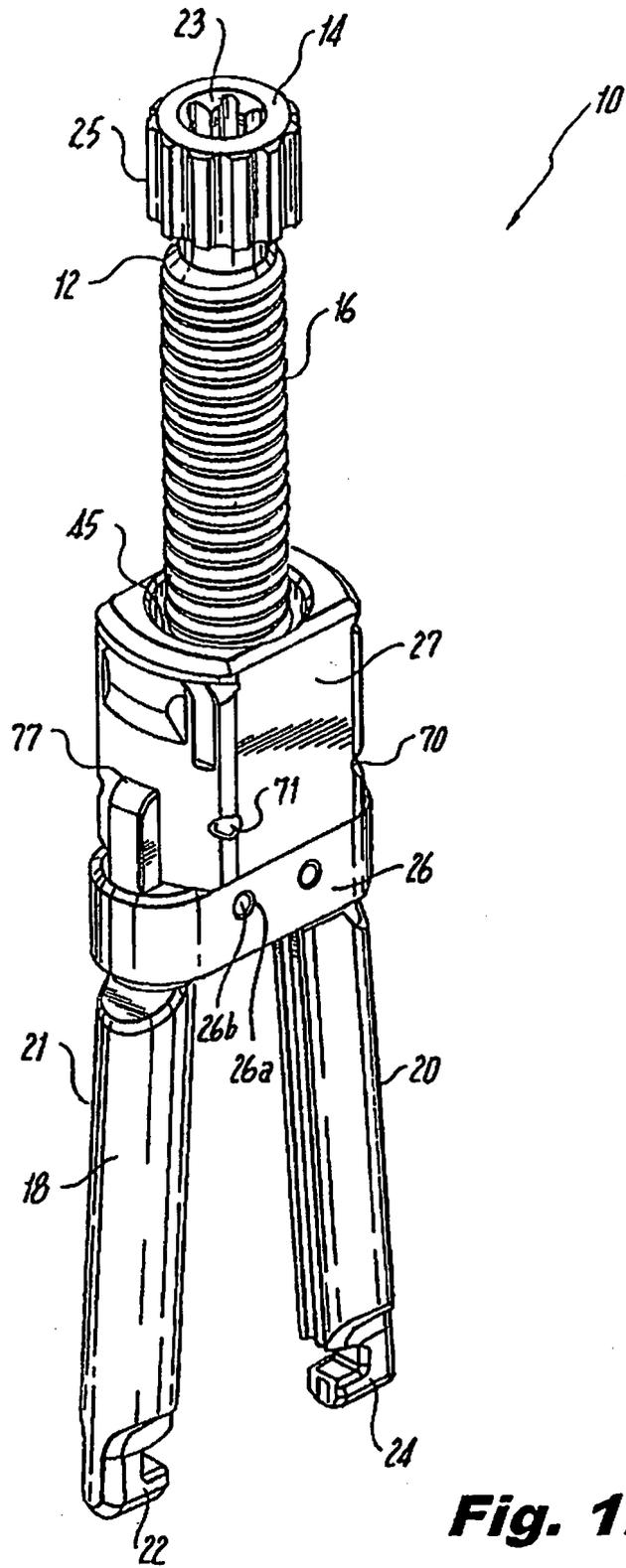


Fig. 1B

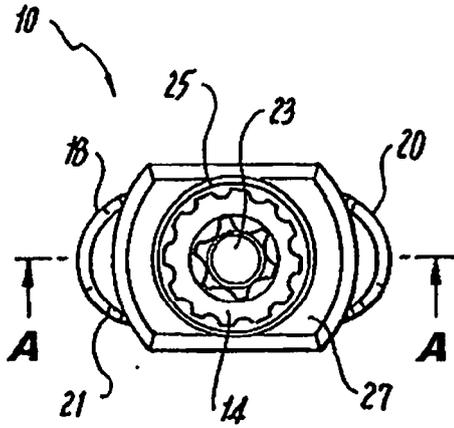


Fig. 1C

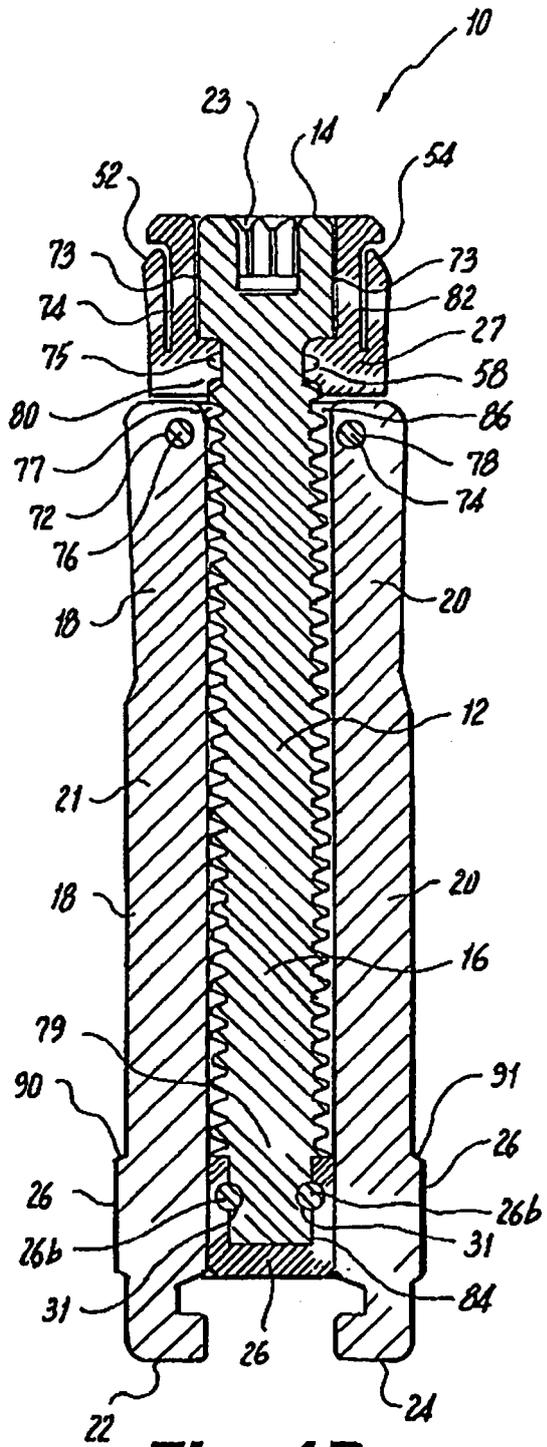


Fig. 1D

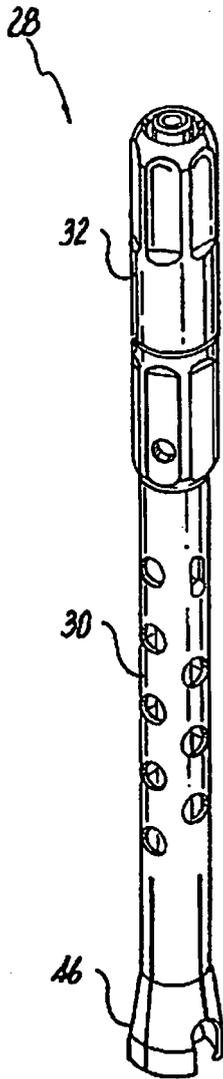


Fig. 2A

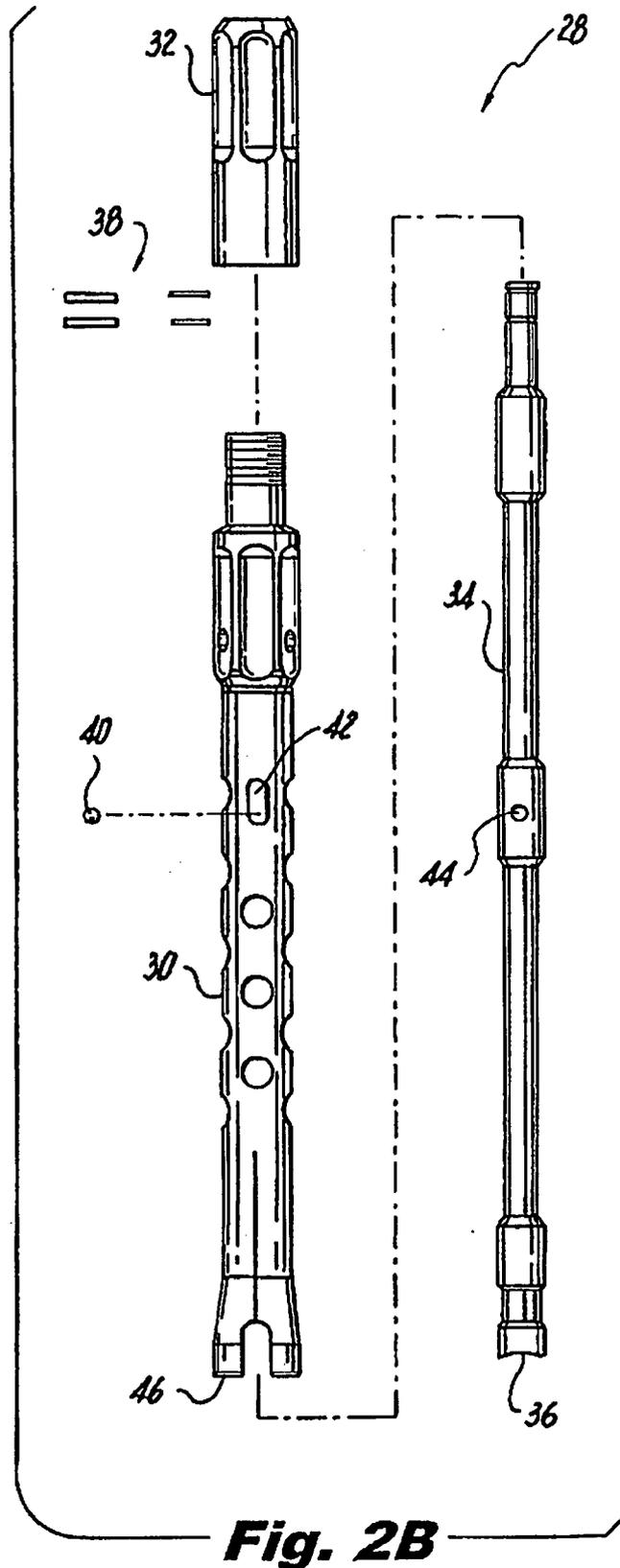


Fig. 2B

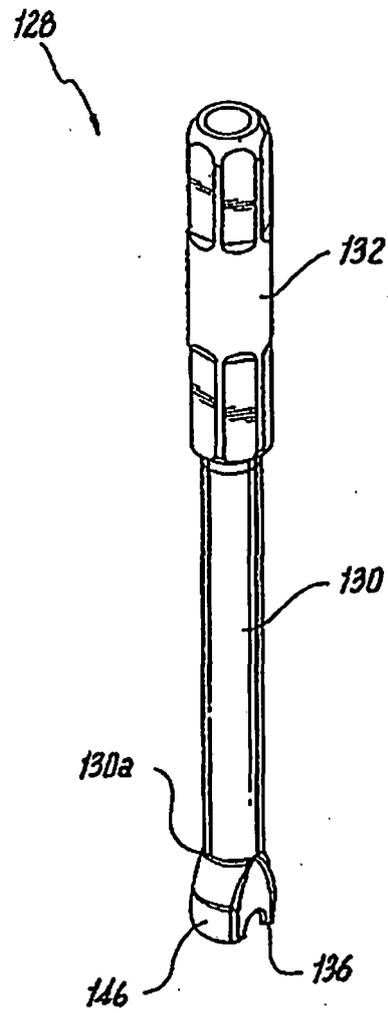
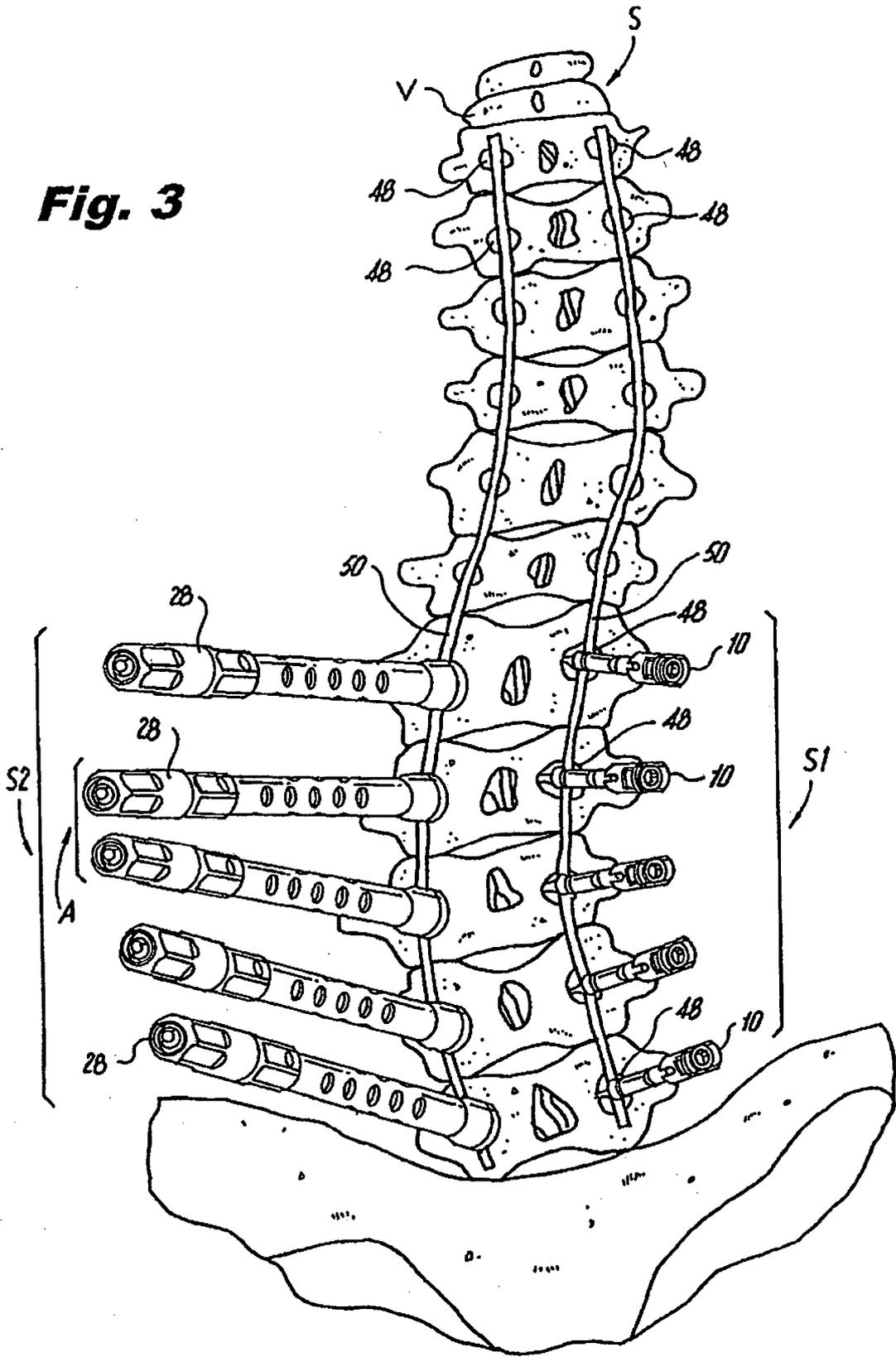


Fig. 2C

Fig. 3



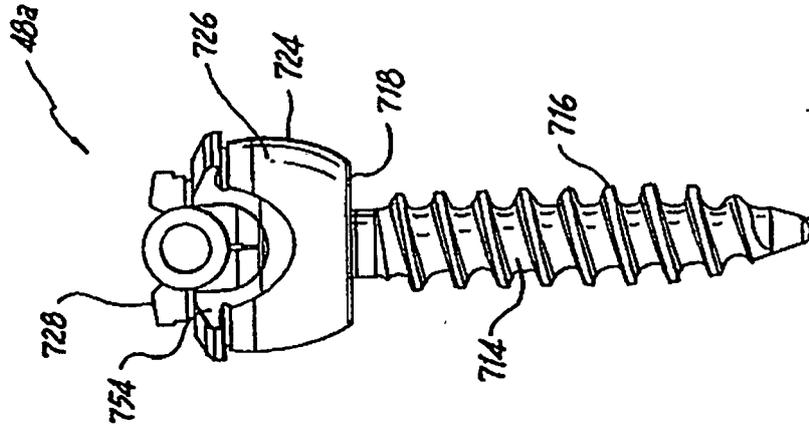


Fig. 4B

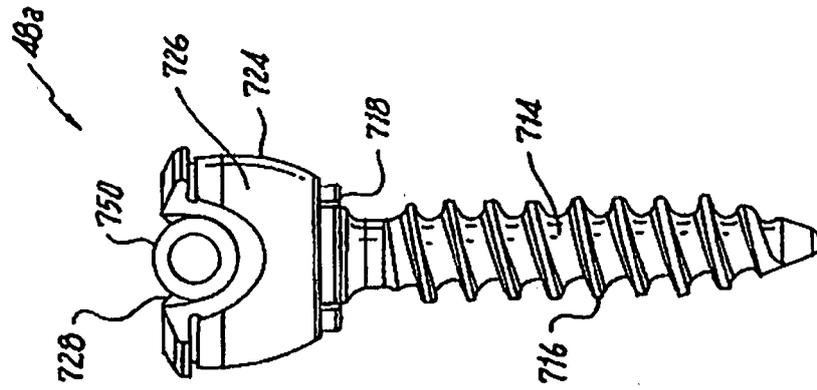


Fig. 4A

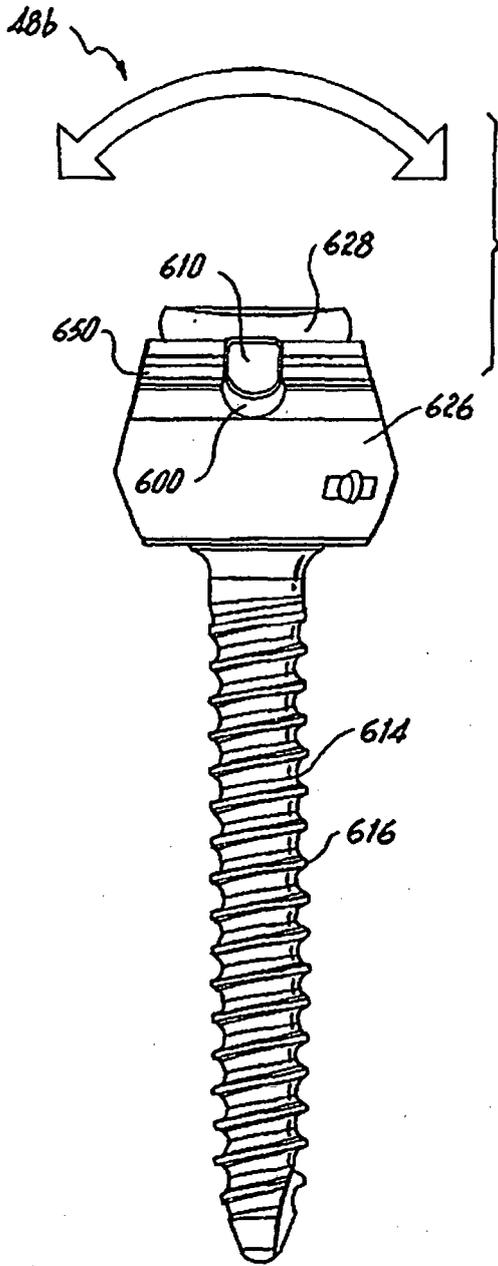


Fig. 5A

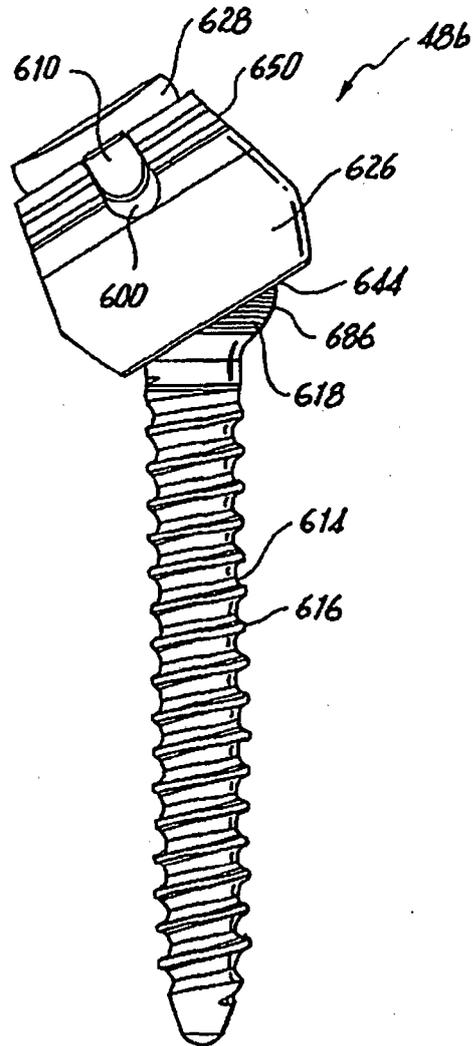


Fig. 5B

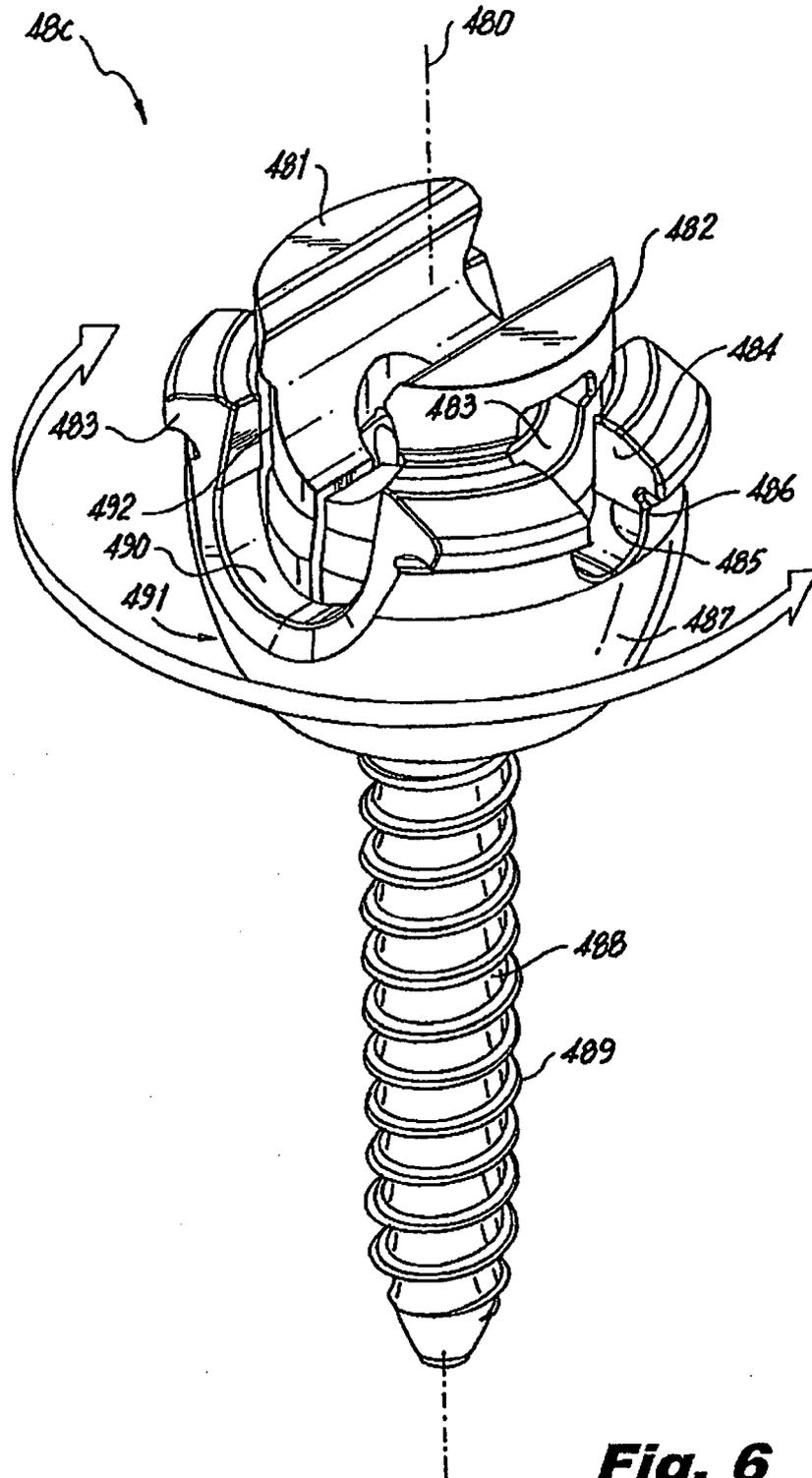


Fig. 6

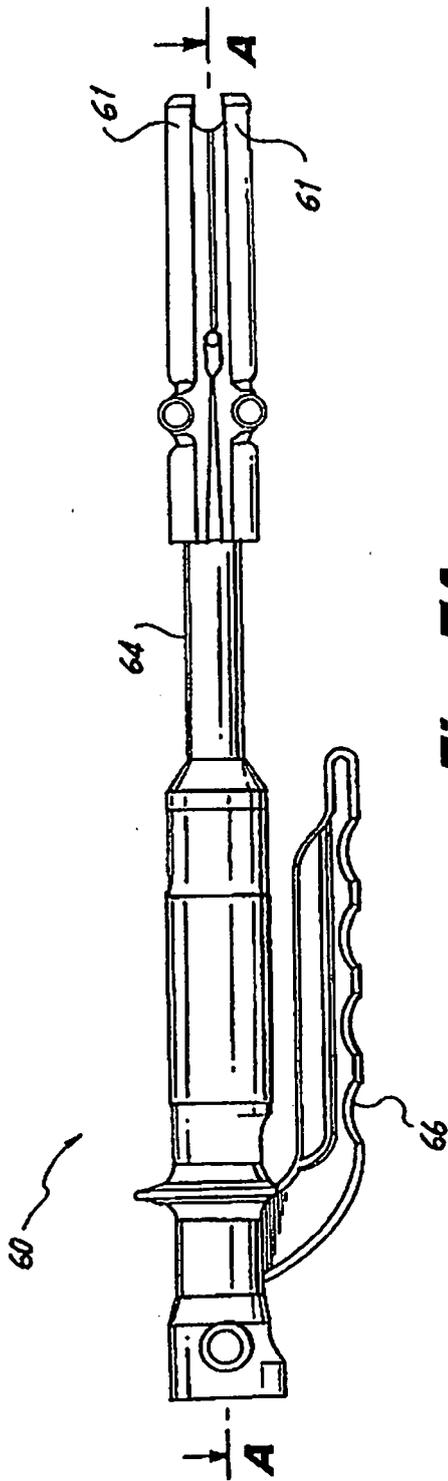


Fig. 7A

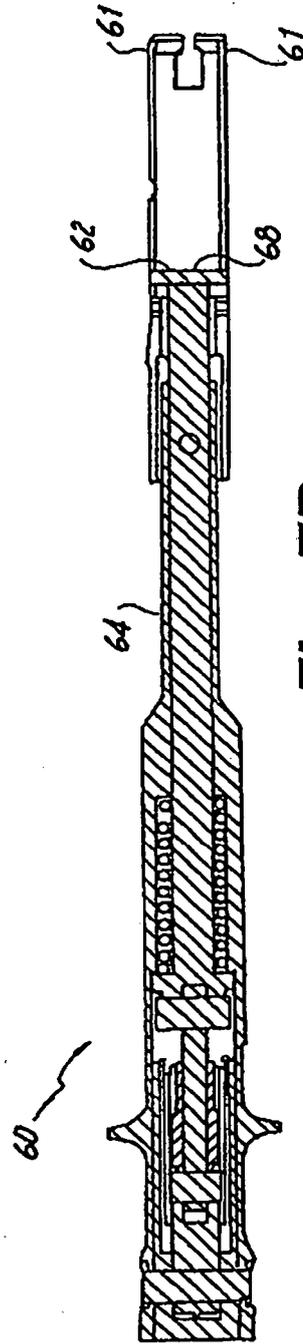
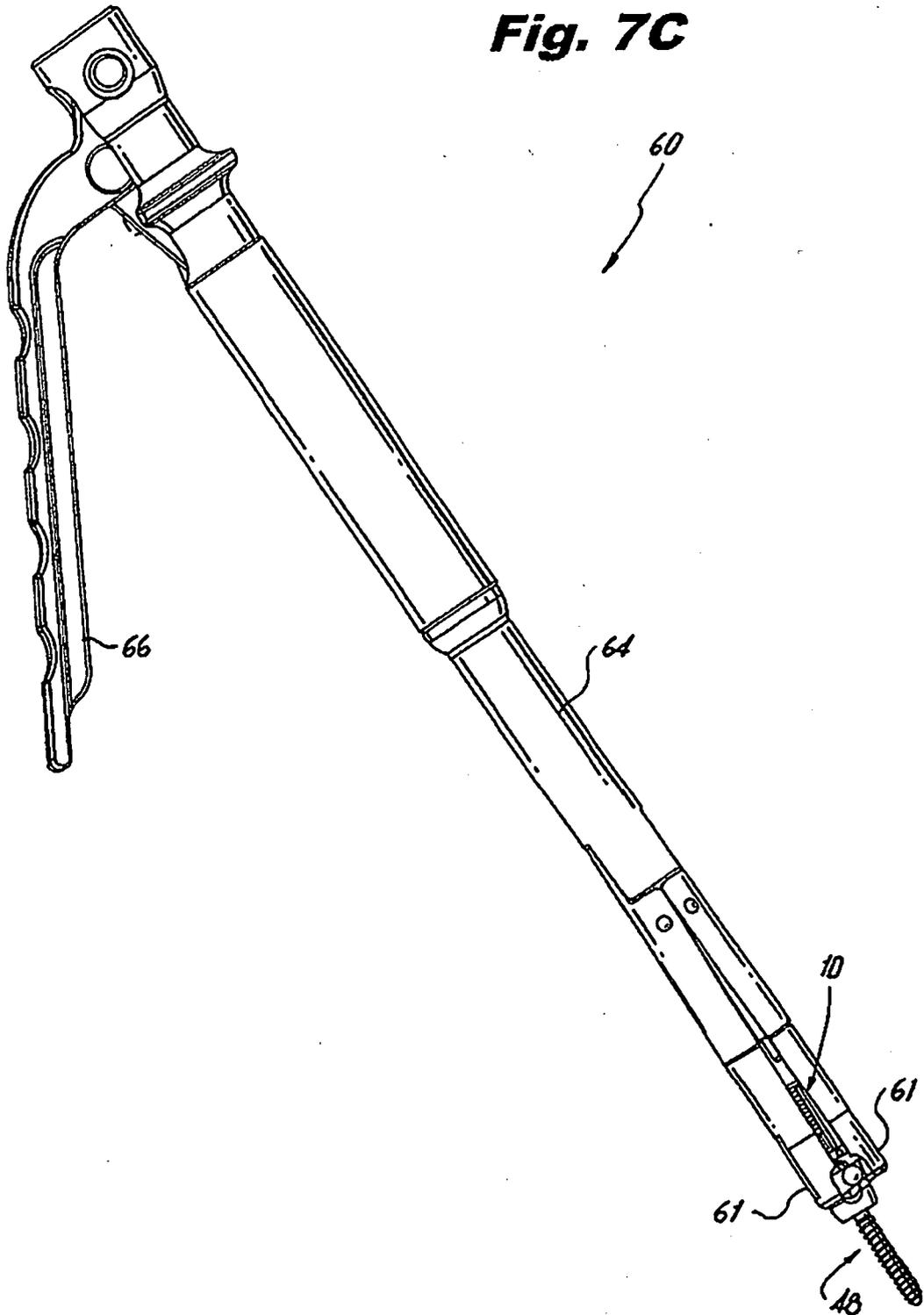


Fig. 7B

Fig. 7C



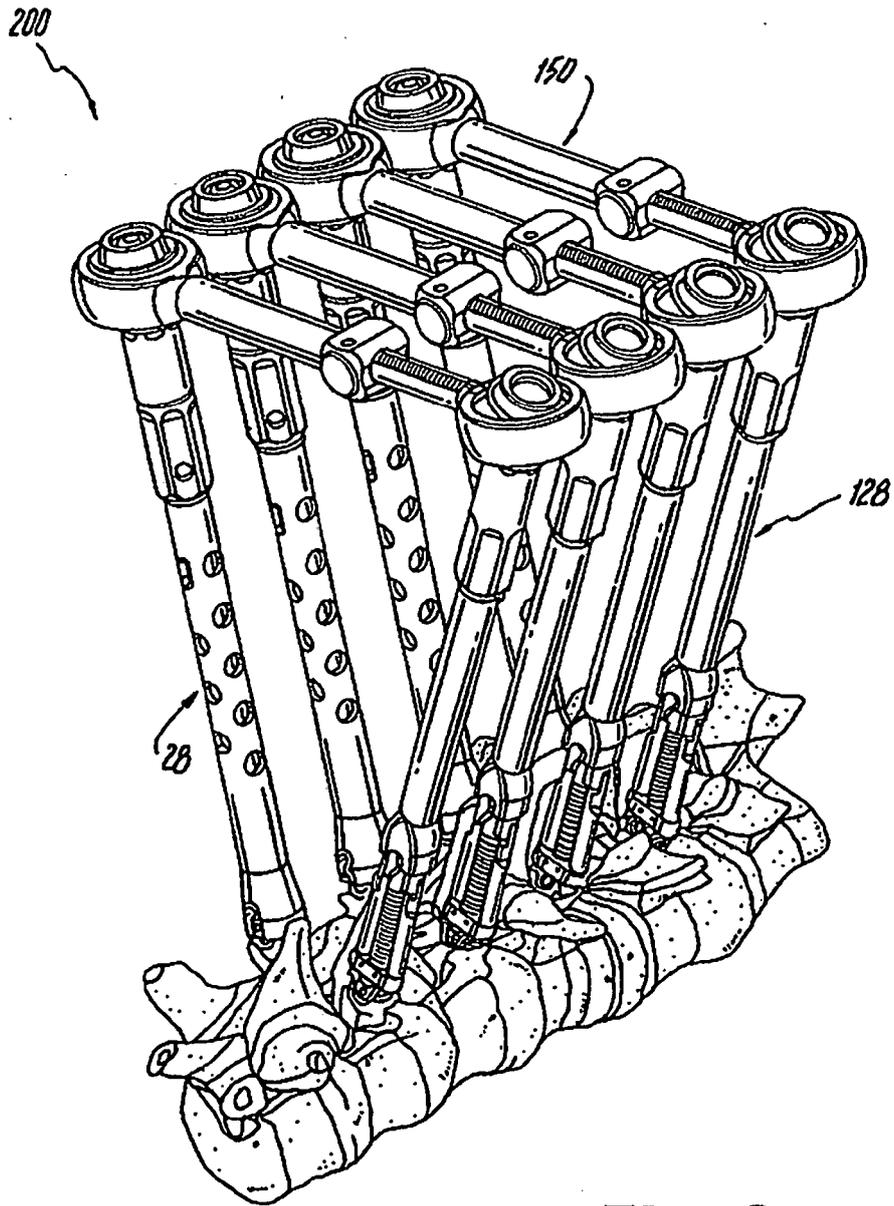


Fig. 8

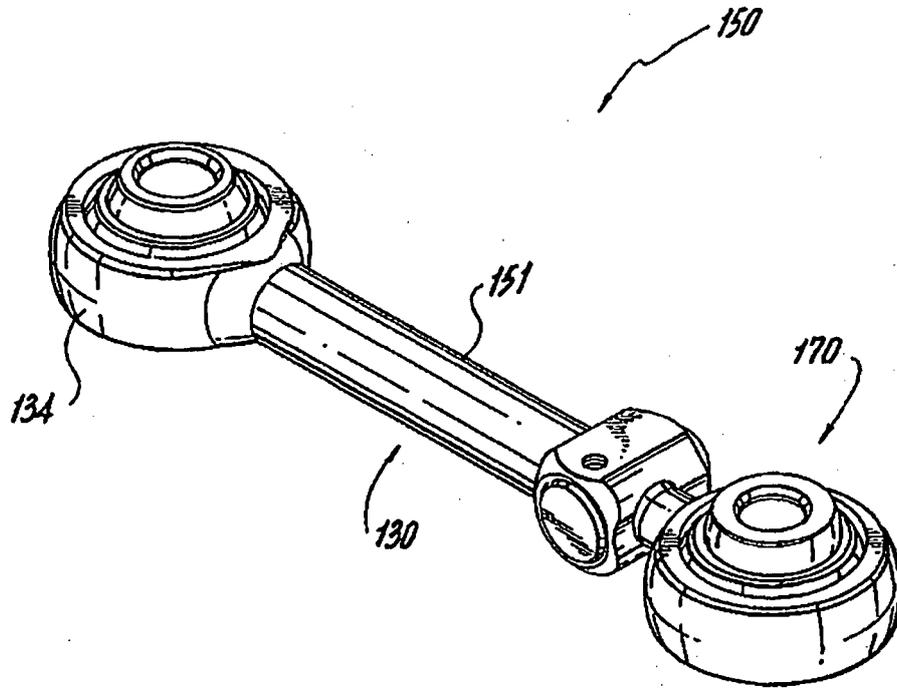
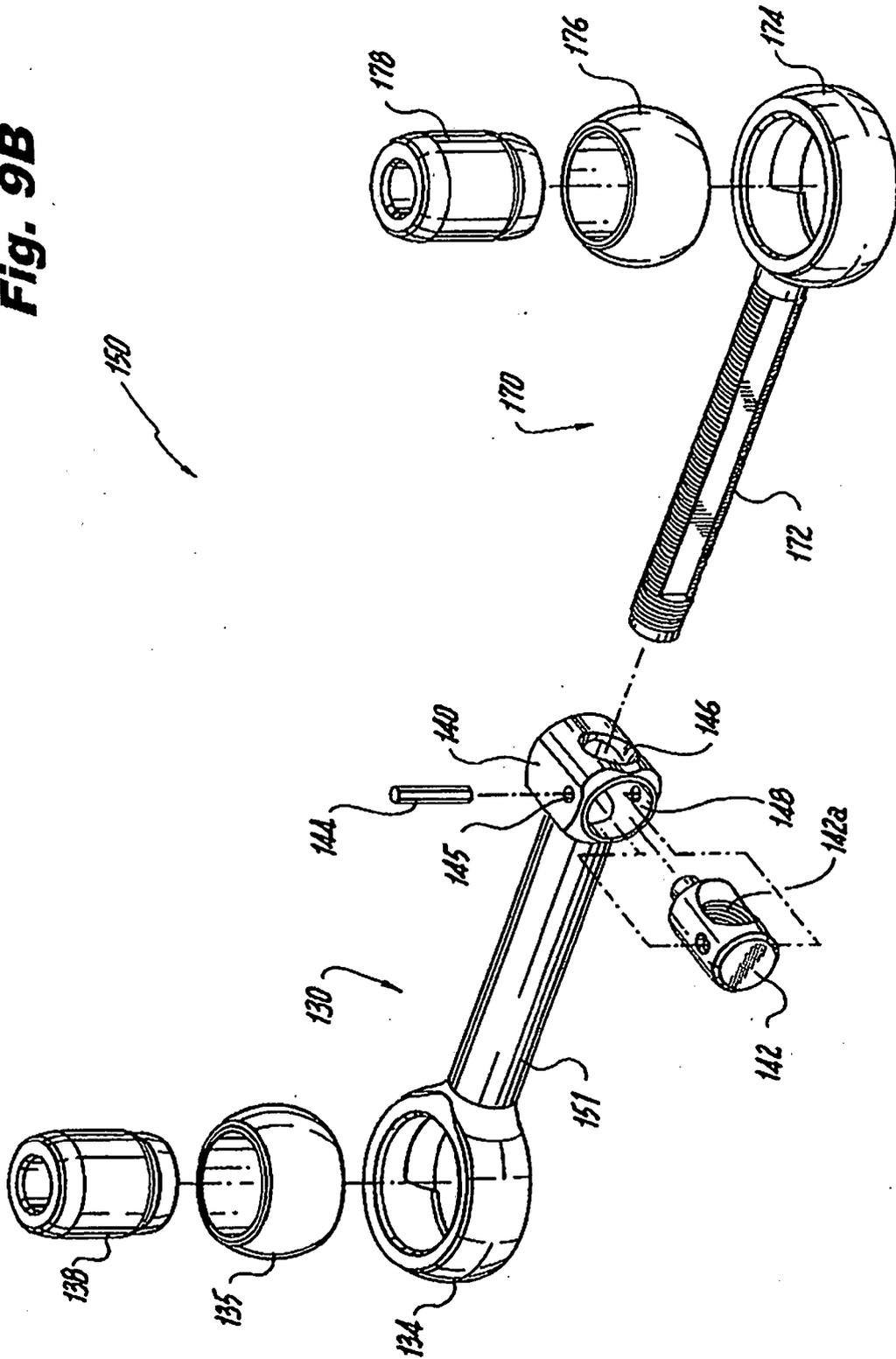


Fig. 9A

Fig. 9B



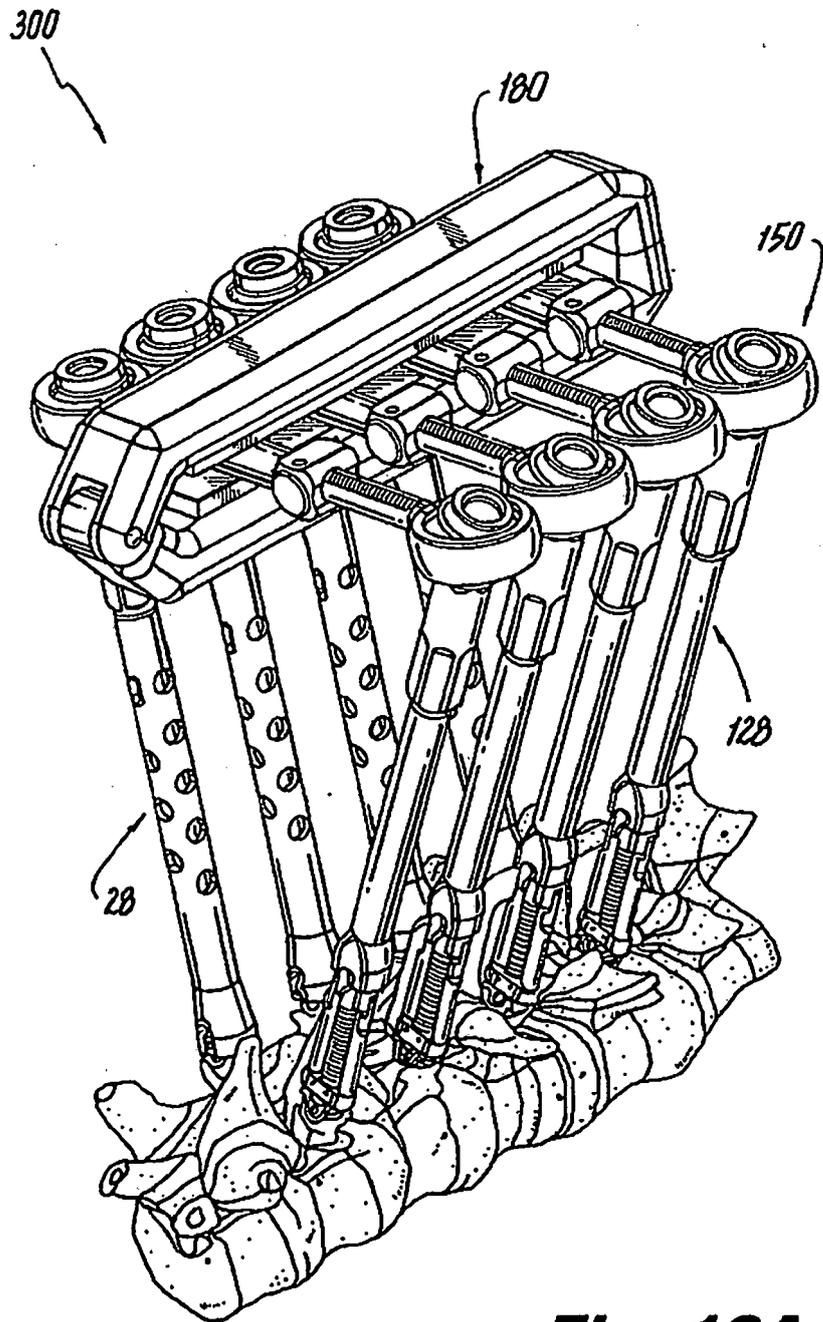


Fig. 10A

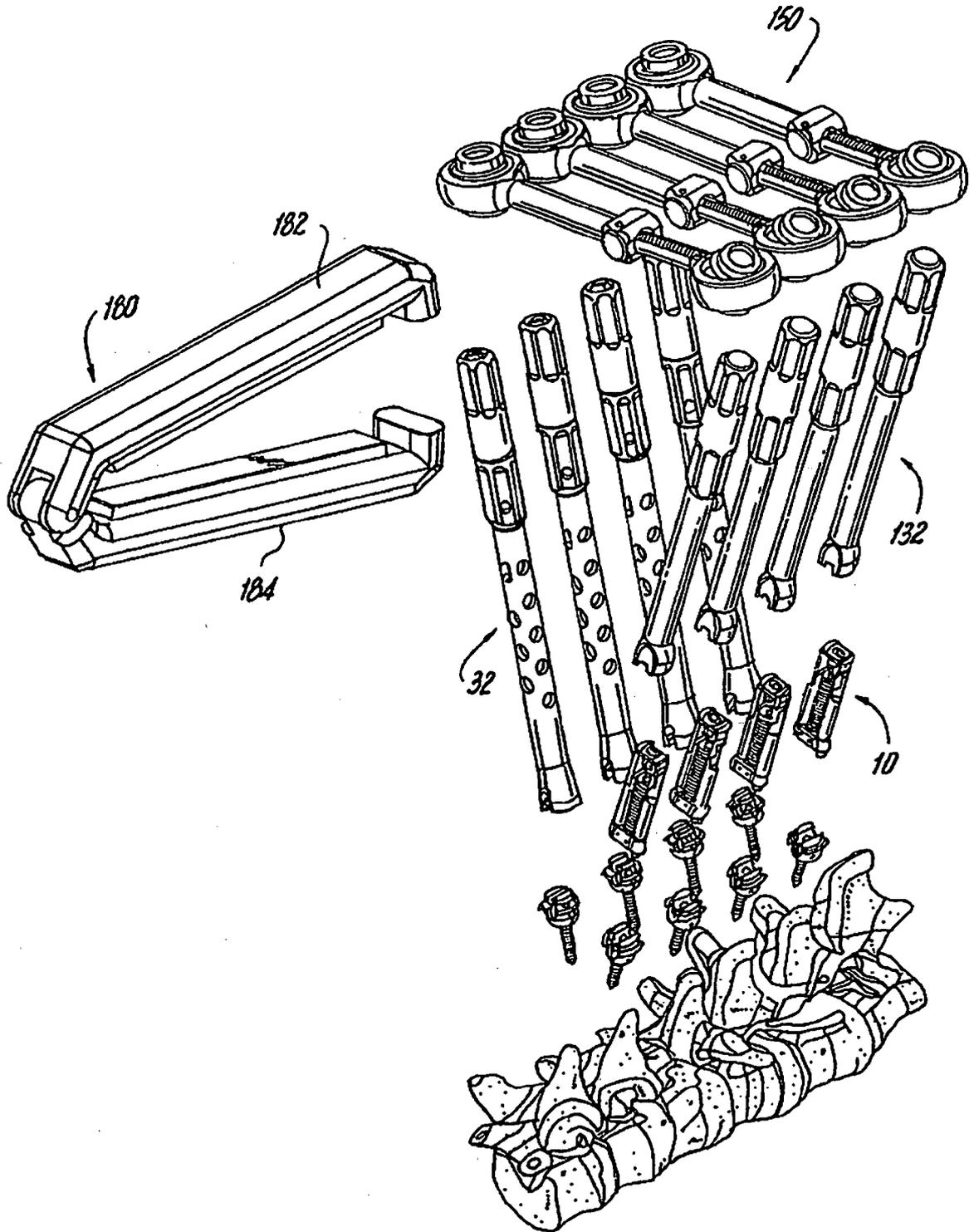


Fig. 10B

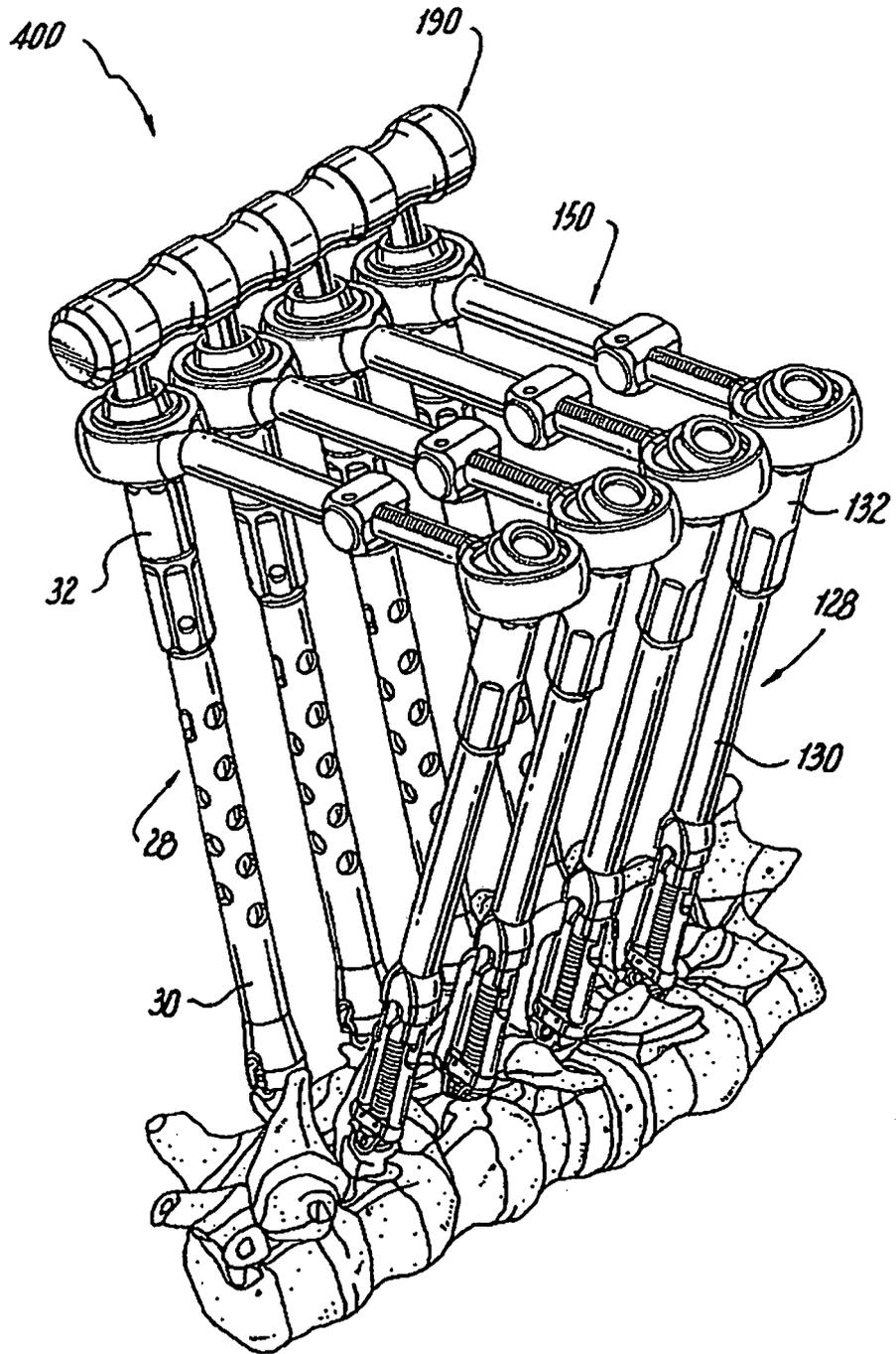


Fig. 11

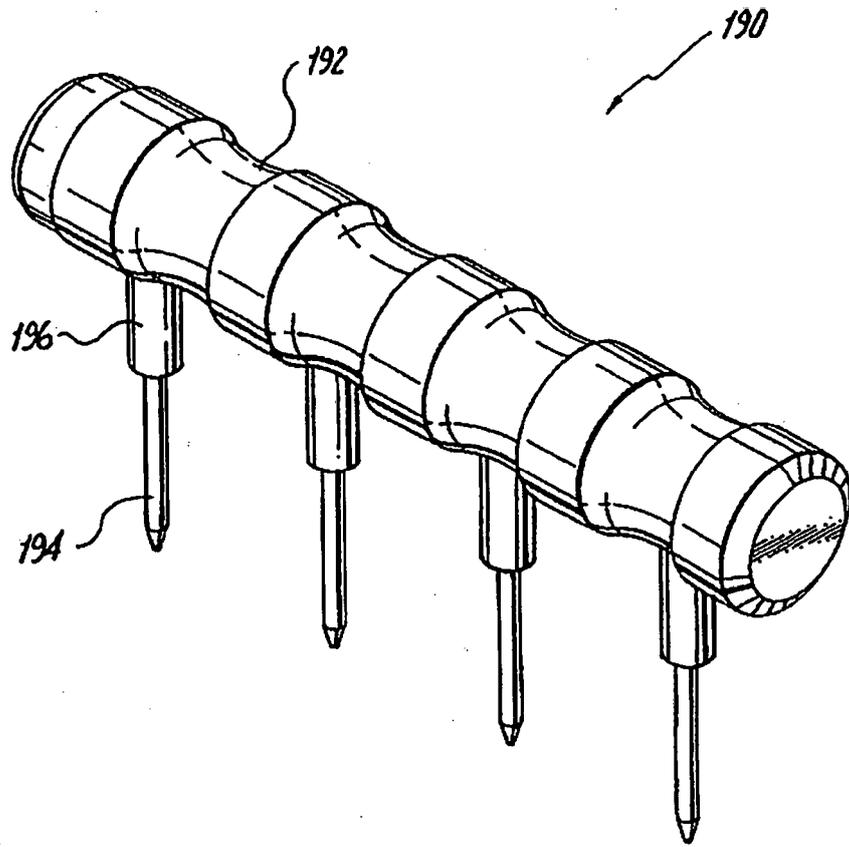


Fig. 12

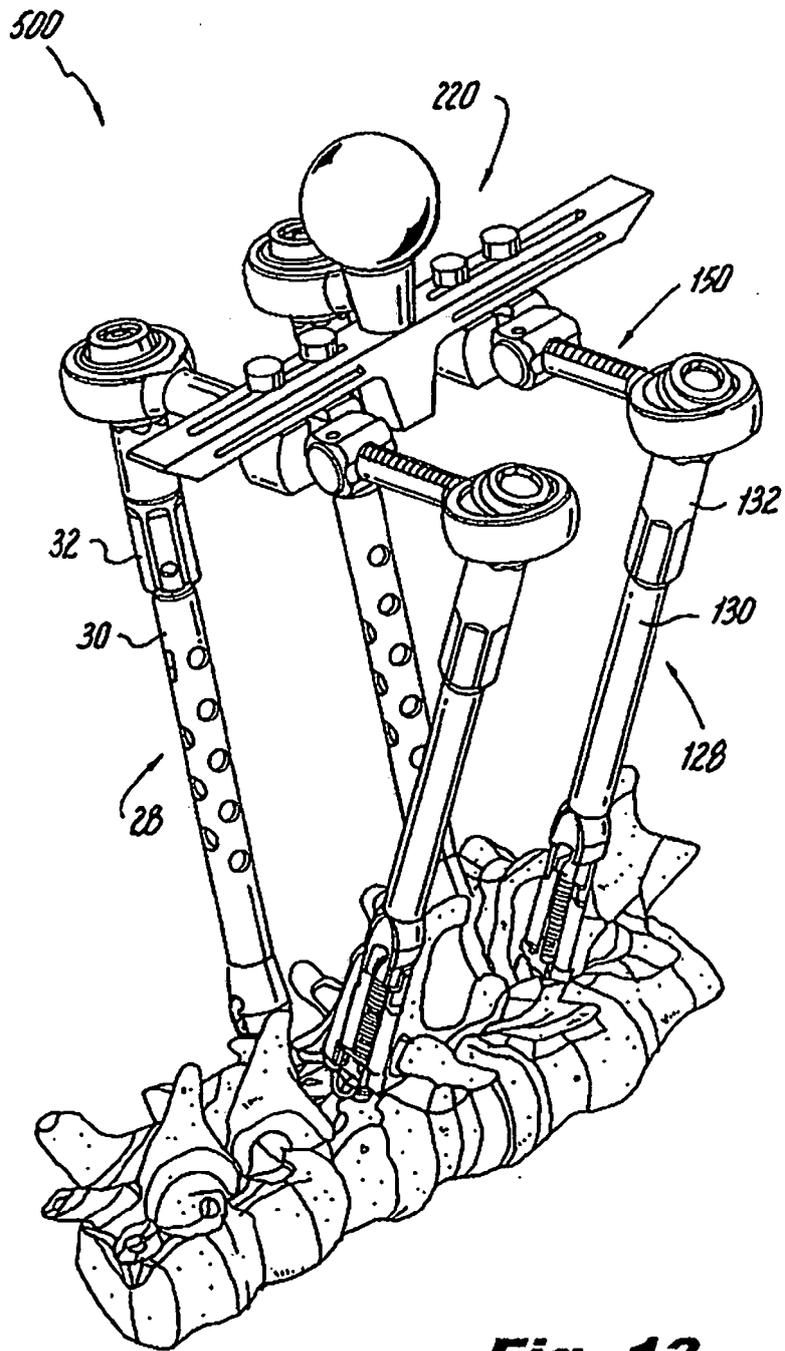


Fig. 13

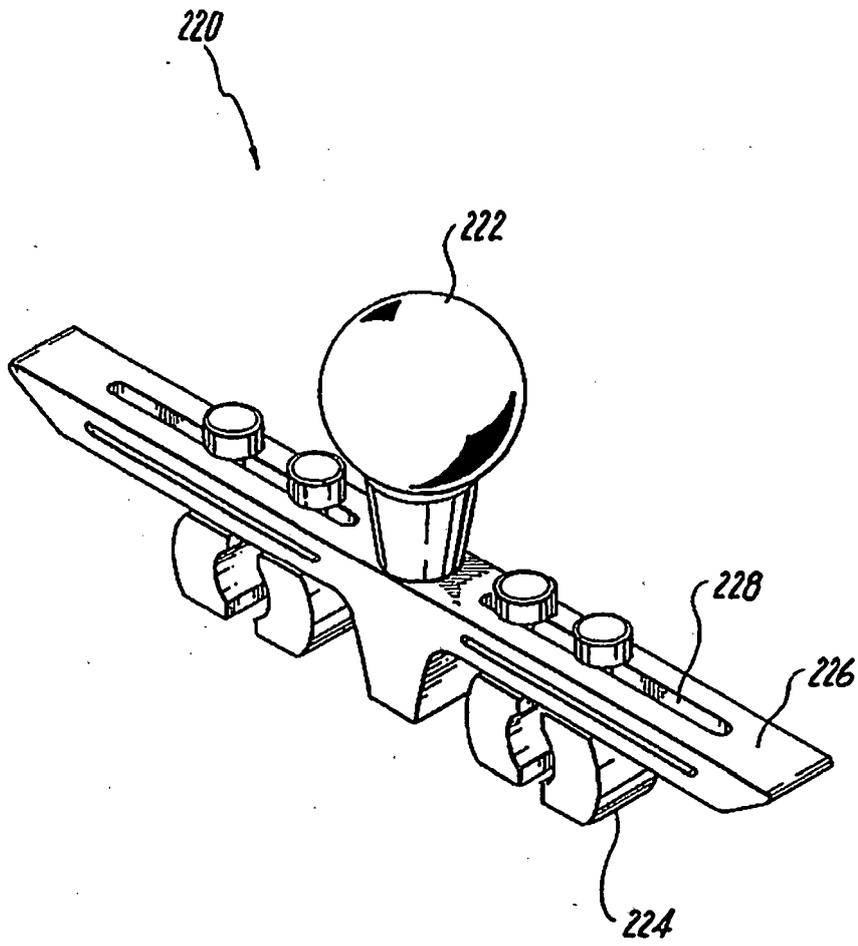


Fig. 14

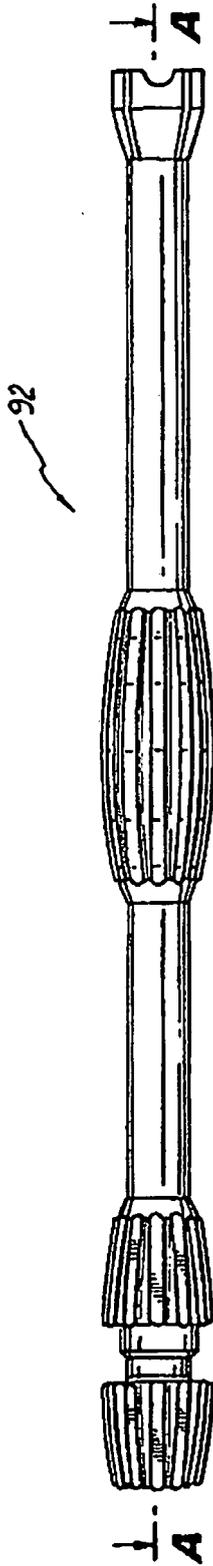


Fig. 15

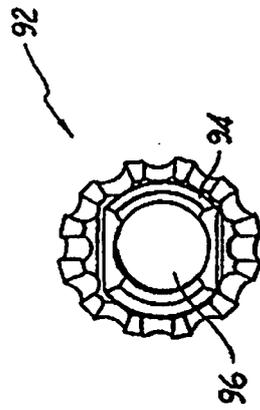


Fig. 15A

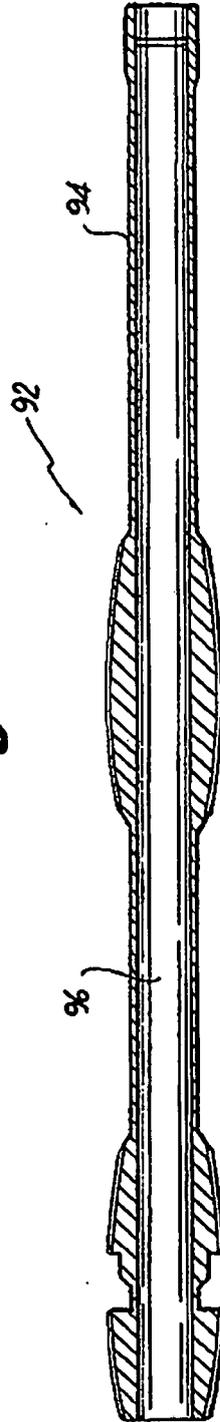


Fig. 16

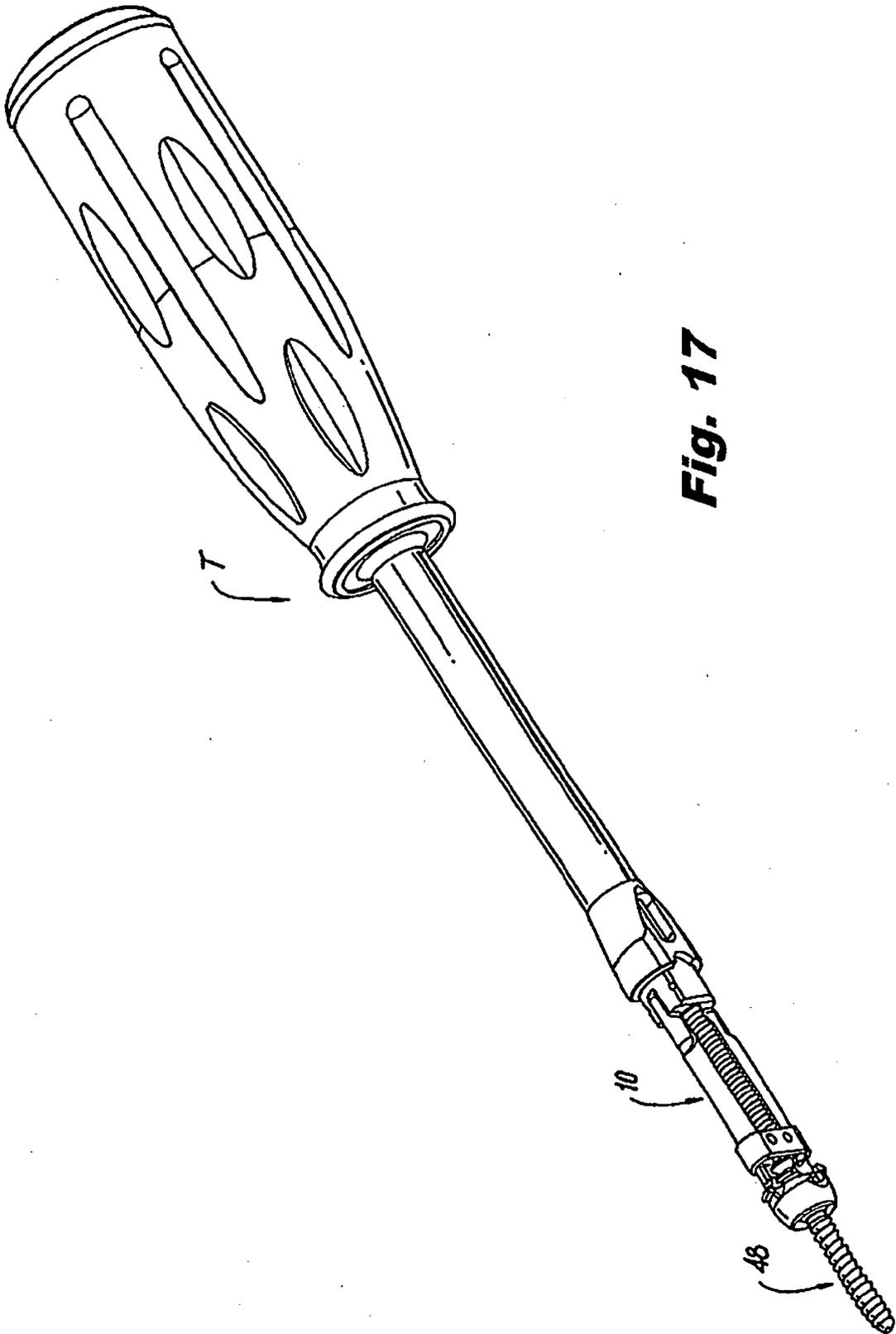


Fig. 17

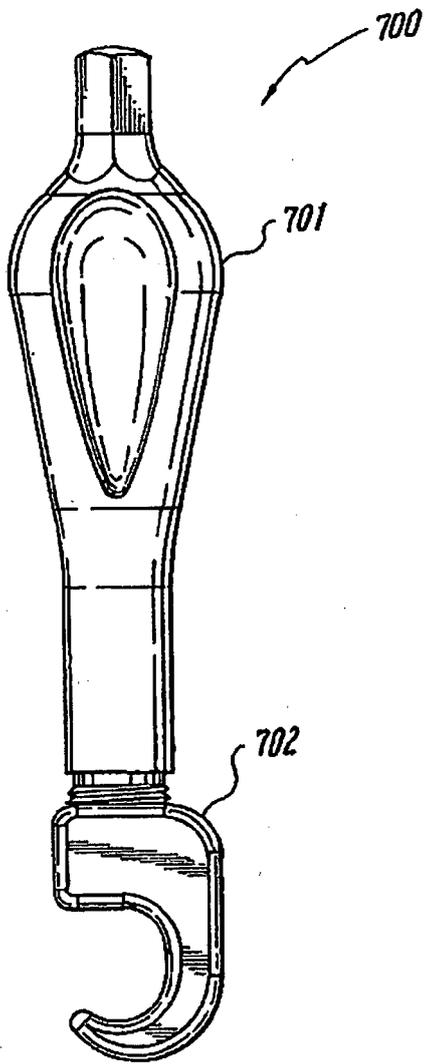


Fig. 18

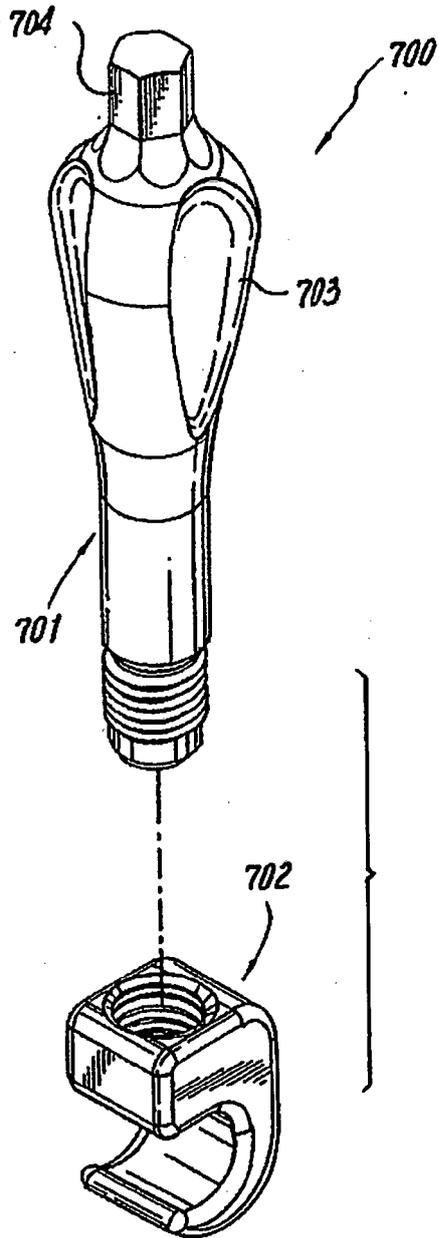


Fig. 18A

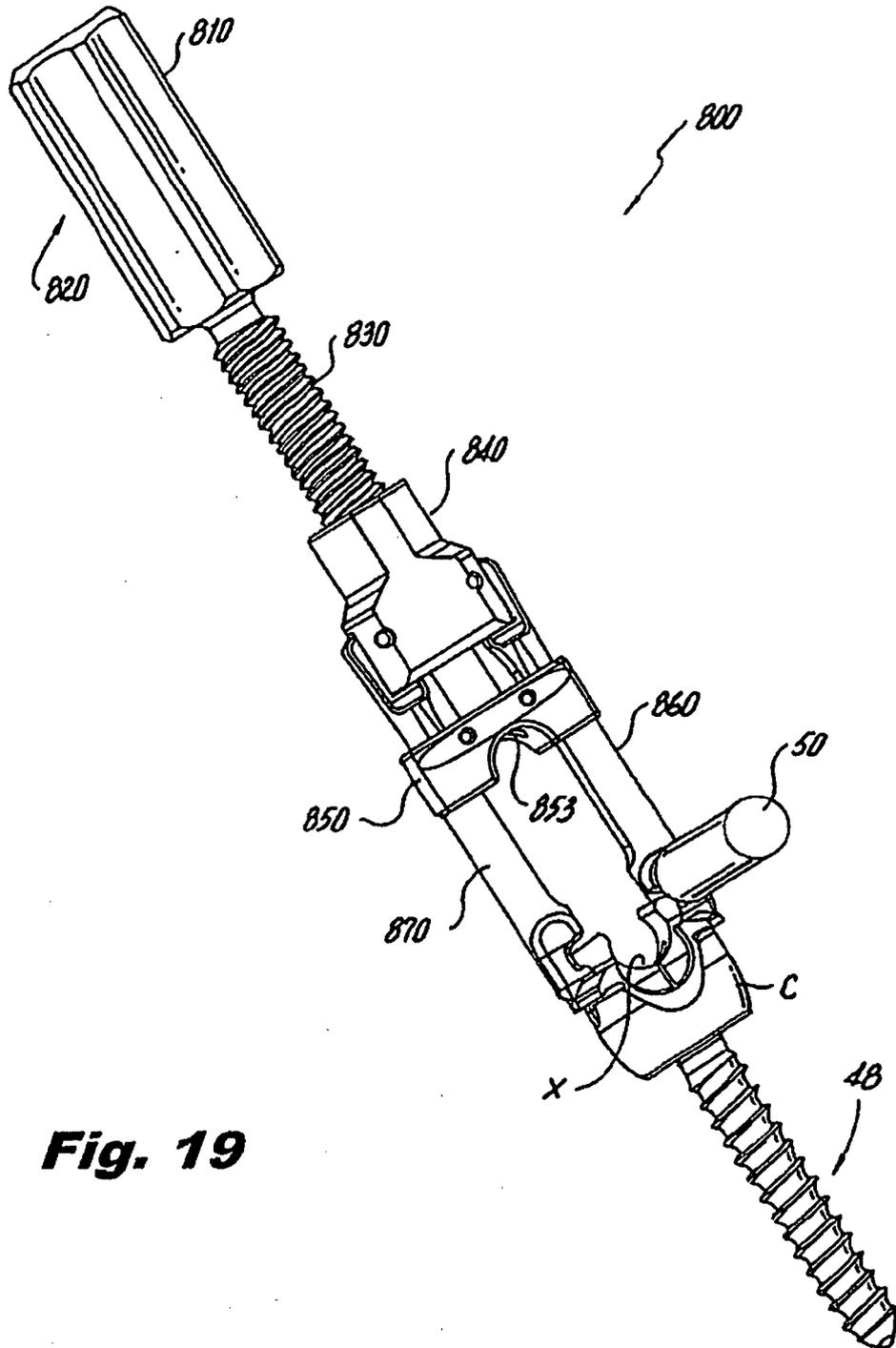


Fig. 19