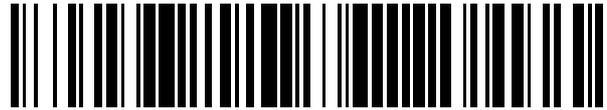


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 477 417**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/88**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2009 E 09789120 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2367491**

54 Título: **Sistemas de fijación para la columna vertebral**

30 Prioridad:

**23.10.2008 US 290035**

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

**16.07.2014**

73 Titular/es:

**ALPHATEC SPINE, INC. (100.0%)**

**5818 El Camino Real  
Carlsbad, CA 92008, US**

72 Inventor/es:

**HUTTON, CLARK y  
SMITH, KETCHEN**

74 Agente/Representante:

**RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, Francisco José**

**ES 2 477 417 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**

Sistemas de fijación para la columna vertebral

5 ANTECEDENTES de la INVENCION

*Ámbito de la invención*

10 De manera general, la presente invención se refiere al ámbito de la cirugía de la columna vertebral. En particular, la presente invención se refiere al ámbito de una herramienta para el acceso quirúrgico a la columna vertebral.

La fusión de la columna vertebral es un procedimiento que promueve la fusión o el crecimiento conjunto de dos o más vértebras en la columna vertebral. La fusión de columna vertebral puede realizarse para:

- 15 ○ enderezar una columna vertebral deformada por la escoliosis, enfermedad neuromuscular, parálisis cerebral u otro trastorno
- prevenir la deformación posterior
- apoyar una columna vertebral debilitada por una infección o un tumor;
- reducir o prevenir el dolor de nervios pellizcados o lesionados;
- 20 ○ compensar las vértebras lesionadas o discos.

25 Uno de los objetivos del procedimiento de la fusión de la columna vertebral es unir dos o más vértebras para evitar que se muevan independientemente una de la otra. Esto se puede hacer para mejorar la postura, aumento de capacidad de ventilar los pulmones, prevenir el dolor o tratar la inestabilidad de la columna vertebral y reducir el riesgo de daño al nervio. De acuerdo con la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos, cada año son realizados aproximadamente una cuarta parte de millón de fusiones de columna vertebral, la mitad en la parte superior y la mitad en la parte inferior de la columna vertebral.

30 La columna vertebral es una serie de huesos individuales llamados vertebras, separada por discos cartilaginosos. La columna vertebral incluye siete vértebras cervicales (cuello), 12 vértebras torácicas (dorso), cinco vértebras lumbares (espalda inferior) y las vértebras fusionadas en el sacro y en el coxis que ayudan a formar la región de la cadera. Mientras que las formas de las vertebras individuales difieren entre estas regiones, cada una es esencialmente un tubo hueco corto que contiene el paquete de nervios conocido como la médula espinal. Nervios individuales, tales como lo que llevan mensajes a los brazos o las piernas, entran y salen del cordón espinal a través de los espacios entre las vértebras. Los discos de la columna vertebral actúan como amortiguadores de choque, amortiguando la columna vertebral y previniendo que los huesos individuales contacten uno con otro. Los discos también ayudan a mantener las vertebras juntas. El peso de la parte superior del cuerpo se transfiere a través de la columna vertebral a las caderas y las piernas. La columna vertebral es mantenida erguida hacia arriba gracias al trabajo de los músculos de la espalda, los cuales están unidos a las vértebras. Mientras que la columna vertebral normal no tiene ningún curva lado-a-lado, tiene una serie de curvas de adelante-hacia-atrás, dándole una forma de "S" suave. La columna vertebral se curva en la región lumbar, atrás en la región torácica y atrás en la región cervical.

45 Uno de los tipos de procedimientos es la cirugía de fusión posterior de la columna vertebral. Este procedimiento es realizado desde la parte posterior o desde la espalda del paciente, como contraposición a la anterior, o a través del abdomen. Hay tres técnicas de fusión posterior conocidas (los tres son típicamente realizadas con fijación de tornillo pedicular). El primero es una cirugía de fusión de canaleta posterolateral. Este tipo de fusión de columna vertebral involucra la colocación de injertos óseos en la parte posterolateral de la columna vertebral (una región justo por fuera de la parte posterior de la columna vertebral). La segunda es una cirugía de fusión lumbar posterior intercorporal ("PLIF"). Una PLIF incluye la colocación de injerto de hueso y/o implante de columna vertebral (por ejemplo, jaula) directamente en el espacio del disco en la parte delantera de la columna vertebral. La tercera es una cirugía de fusión transforaminal lumbar intercorporal ("TLIF"). Un TLIF es esencialmente como una PLIF extendida, que también implica expandir el espacio en disco mediante la eliminación de una articulación facetaria entera (considerando que un PLIF generalmente implica acceder al espacio del disco mediante la eliminación de una parte de las articulaciones facetarias en cada lado de la columna vertebral).

55 Han existido varios enfoques y sistemas realizar la cirugía posterior de la columna vertebral. Algunos sistemas convencionales incluyen además construcción con titanio que es compatible con las tecnologías actuales de escaneado CT (tomografía computerizada) y MRI (imagen por resonancia magnética), sistemas de implantes de perfil bajo, sistemas de carga máxima (top-loading) y apriete máximo (top-tightening) y otros parámetros. Algunos sistemas también incluyen conectores en cruz que permiten ser aplicados en un implante de una sola pieza a una construcción de doble varilla para un enfoque de carga máxima (top-loading). Un ejemplo de un conjunto de estabilización, para estabilizar las estructuras óseas como las vértebras, puede verse en 2006 WO/042188; mientras que US2005/0245928 muestra un ejemplo de aparato para desplazar las estructuras óseas en relación una con cada una de las demás.

65

Los dispositivos y sistemas convencionales tienen un número de desventajas. Estos dispositivos no proporcionan flexibilidad cuando se ajustan los dispositivos ya sea antes, durante o después de su colocación en el paciente. De esta forma, estos dispositivos obligan a un cirujano a utilizar una configuración específica, dejando muy poco espacio para el ajuste de acuerdo con las características fisiológicas y necesidades del paciente.

En algunas realizaciones, la presente invención se refiere a un sistema de colocación de tornillo en el hueso mínimamente invasiva que permite a un cirujano implantar uno o más tornillos para hueso en la columna vertebral y conectar los tornillos con un cable o cualquier otro dispositivo, en el cual el sistema no requiere incisión alguna además de las incisiones de tornillo para el hueso.

## RESUMEN DE LA INVENCIÓN

En algunas realizaciones, la presente invención está dirigida a un sistema de estabilización de la columna vertebral para estabilizar una columna vertebral utilizando por lo menos un implante de tornillo quirúrgico configurado para ser implantado en la columna vertebral. El sistema incluye un alojamiento configurado para acomodar la colocación del implante del tornillo quirúrgico, el implante del tornillo quirúrgico es asegurado al alojamiento utilizando un primer dispositivo de acoplamiento en el implante del tornillo quirúrgico, un dispositivo de bloqueo contenido dentro del alojamiento y configurado para retener el implante de tornillo quirúrgico para la implantación. El primer dispositivo de acoplamiento está configurado para controlar el movimiento axial del implante de tornillo quirúrgico.

En algunas realizaciones, la presente invención se refiere a un sistema quirúrgico de estabilización utilizando por lo menos un tornillo implantado en un hueso de un paciente, en el cual el tornillo incluye una cabeza, en el cual la cabeza está configurada para incluir un segundo dispositivo de acoplamiento que puede ser configurado para incluir una pluralidad de aperturas y una pluralidad de bordes hundidos. El sistema incluye un alojamiento hueco que tiene un muro alrededor del alojamiento hueco, un extremo proximal abierto y un extremo distal abierto, en donde el muro está dispuesto entre el extremo proximal y el extremo distal. El extremo distal está asegurado al tornillo quirúrgico y el tornillo quirúrgico se entrega vía el extremo proximal. El alojamiento incluye una parte flexible que tiene un primer dispositivo de acoplamiento dispuesto a lo largo de la pared del alojamiento y adyacente al extremo distal. Las partes encajadoras flexibles están configuradas para retener el tornillo quirúrgico dentro del alojamiento.

Un aparato extensor quirúrgico para implantar un tornillo quirúrgico, el cual no es parte de la presente invención, incluye un alojamiento que tiene un extremo distal y un extremo proximal, un pasillo interior hueco dispuesto entre el extremo distal y el extremo proximal, un canal dispuesto a lo largo de una superficie exterior del alojamiento por lo menos parcialmente entre el extremo distal y el extremo proximal y configurado para por lo menos parcialmente exponer el pasaje interior hueco, un mecanismo de bloqueo interior dispuesto en una superficie interior del alojamiento y sustancialmente adyacente al extremo proximal, en donde el mecanismo de bloqueo está configurado para permitir la fijación de por lo menos una herramienta quirúrgica y por lo menos, un elemento sustancialmente adyacente al extremo distal. El alojamiento está configurado para dar cabida a la colocación de un implante de tornillo quirúrgico. El implante de tornillo quirúrgico está asegurado en el alojamiento utilizando un dispositivo de acoplamiento en el implante de tornillo quirúrgico. El, por lo menos un elemento flexible está configurado para retener el implante de tornillo quirúrgico. El acoplamiento está configurado para controlar el movimiento axial del implante de tornillo quirúrgico.

Un kit para la estabilización de la columna vertebral de un paciente, que no es parte de la presente invención incluye un extensor de tornillo configurado para ser acoplado a un tornillo quirúrgico, en el cual el extensor de tornillo incluye un alojamiento que tiene un extremo distal y un extremo proximal, un pasillo interior hueco dispuesto entre el extremo distal y el extremo proximal, un canal dispuesto a lo largo de una superficie exterior del alojamiento por lo menos parcialmente entre el extremo distal y el extremo proximal y configurado para por lo menos parcialmente exponer el pasillo interior hueco, un mecanismo de bloqueo interior dispuesto sobre una superficie interior del alojamiento y sustancialmente adyacente al extremo proximal, en donde el mecanismo de bloqueo interior está configurado para permitir la unión de por lo menos una herramienta quirúrgica y por lo menos un elemento flexible dispuesto sustancialmente adyacente al extremo distal. El alojamiento está configurado para acomodar la colocación de un implante de tornillo quirúrgico. El implante de tornillo quirúrgico está asegurado al alojamiento utilizando un dispositivo de acoplamiento en el implante de tornillo quirúrgico. Los elementos flexibles están configurados para retener el implante de tornillo quirúrgico. El dispositivo de acoplamiento está configurado para controlar el movimiento axial del implante de tornillo quirúrgico.

En algunas realizaciones, la presente invención se refiere a una herramienta de separación/compresión para su uso con un sistema de extensor de tornillo que tiene por lo menos dos alojamientos huecos para el extensor de tornillo configurados para acoplarse a los respectivos conjuntos de tornillo implantados en las vértebras. La herramienta incluye un alojamiento que tiene una parte de soporte para el extensor de tornillo, una segunda parte de sujeción para el extensor de tornillo acoplada de forma pivotante a la primera parte de sujeción del extensor de tornillo, incluyendo cada parte de sujeción del extensor de tornillo una base configurada para sostener un alojamiento del extensor de tornillo, un mecanismo enroscado multidireccional configurado para asegurar las bases de la parte de sujeción del extensor de tornillo. La rotación del mecanismo roscado en una sola dirección provoca la separación de

los alojamientos del extensor de tornillo acoplados a las bases y la rotación del mecanismo en otra dirección causa la compresión de los alojamientos de extensor de tornillo.

5 Una herramienta insertadora de varilla para su uso con un alojamiento hueco de extensor de tornillo configurada para ser acoplado a un conjunto de tornillo implantado en las vértebras, que no forma parte de la presente invención incluye un mango acoplado a un eje curvado en un extremo proximal del eje curvado. El eje incluye una parte de eje estático configurado para estar permanentemente acoplada al mango, una parte de eje deslizante configurada para acoplarse de forma deslizante dentro del mango y además configurada para deslizar a lo largo de la parte del eje estático, un mecanismo de soporte de la varilla formado por la parte del eje estático y una parte del eje deslizante y configurada para estar situada en un extremo distal del eje curvado. Mediante la translación de la parte deslizante a lo largo de la parte del eje estático hacia el extremo distal del eje, el mecanismo de soporte de la varilla está configurado para asegurar una varilla.

15 Una herramienta guía de recolocación para volver a colocar un alojamiento hueco de extensor de tornillo que tiene por lo menos un canal abierto en una pared del alojamiento de extensor de tornillo, a un conjunto de tornillo implantado en una vértebra incluye por lo menos eje de guía configurado para ser acoplado a un conjunto de tornillo, un conjunto principal que tiene un mango acoplado a un eje plano en un extremo proximal del eje plano, un alojamiento hueco acoplado al eje plano en un extremo distal del eje plano y configurado para acomodar la inserción del alojamiento del extensor de tornillo de por lo menos un eje de guía. El eje plano está configurado para tener un determinado espesor que permite el acoplamiento del alojamiento del extensor de tornillo utilizando el por lo menos un canal abierto en el alojamiento del extensor de tornillo.

20 Una herramienta reductora de varilla para su uso con un alojamiento de extensor de tornillo asegurado a un conjunto de tornillo implantado en una vértebra incluye un eje hueco que tiene un extremo proximal y un extremo distal y configurado para acomodar la inserción del alojamiento del extensor de tornillo, un mango giratorio acoplado al eje hueco en el extremo proximal del eje hueco, un primer mecanismo roscado situado dentro del mango, un segundo mecanismo roscado acoplado al mango y situado dentro del eje hueco para el acoplamiento con el alojamiento del extensor de tornillo. El primer mecanismo roscado está configurado para permitir la rotación independiente del mango en relación con el eje hueco. La rotación del mango está configurada para trasladar el eje hueco a lo largo del alojamiento del extensor de tornillo que ha sido insertado en el eje hueco mediante la interacción del segundo mecanismo roscado con un mecanismo roscado dispuesto en el alojamiento del extensor de tornillo.

25 Una herramienta de retirada del extensor de tornillo para retirar un alojamiento de extensor de tornillo que tiene partes flexibles situadas en un extremo distal del alojamiento del extensor de tornillo, en donde el alojamiento del extensor de tornillo está acoplado a un conjunto de tornillo, que no forma parte de la presente invención, incluyendo la herramienta un eje externo que tiene un extremo proximal y un extremo distal, en donde una pluralidad de protuberancias se disponen sobre una superficie exterior en el extremo distal del eje externo, teniendo el eje externo un eje interno situado en un interior hueco del eje externo, un mango acoplado al extremo proximal del eje, en el cual el mango incluye un mecanismo de carga por resorte acoplado de forma giratoria al eje interno. Una vez actuado el mecanismo de carga por resorte, el eje interno se traslada al interior hueco del eje externo para ser extendido más allá del extremo distal del eje externo. El eje externo está configurado para ser insertado en el alojamiento del extensor de tornillo acoplado al conjunto de tornillo. Entonces, usando el mango, se gira para separar hacia los lados las partes flexibles del alojamiento del extensor de tornillo. Desde la actuación del mecanismo de carga por resorte, configurado además para extensor el eje interno más allá del extremo distal del eje externo con el fin de retirar el alojamiento del extensor de tornillo desde el conjunto de tornillo.

35 Una herramienta insertadora de varilla para su uso con un alojamiento hueco de extensor de tornillo configurada para ser acoplada a un conjunto de tornillo implantado en las vértebras, que no forma parte de la presente invención incluye un mango, un alojamiento principal configurado para incluir un mecanismo adyacente de sujeción de una varilla a un extremo distal del alojamiento principal para la sujeción de una varilla, en donde el mango está acoplado al alojamiento adyacente principal a un extremo proximal del alojamiento principal, un alojamiento secundario configurado para ser desplazado mediante deslizamiento a lo largo del alojamiento principal y configurado además para sujetar la varilla al extremo distal del alojamiento principal y un alojamiento lateral para ser desplazado mediante deslizamiento a lo largo del alojamiento principal y configurado además para cambiar la orientación de la varilla una vez accionada por el mango.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

60 La presente invención se describe con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, como números de referencia se indican elementos idénticos o funcionalmente similares

LAS FIGS. 1a-c ilustran un ejemplo de sistema de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 2a-b ilustran otro ejemplo de sistema de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 3a-d ilustran aún otro ejemplo de sistema de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 4a-b ilustran un ejemplo de tornillo para uso con un sistema de extensor de tornillo.

LA FIGURA 5 ilustra un ejemplo de acoplamiento de sistema de extensor de tornillo.

LA FIGURA 6 ilustra una parte distal del alojamiento de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 7a-b son vistas inferiores del alojamiento del extensor de tornillo teniendo un ejemplo de dispositivo removedor de tornillo configurado para retirar el alojamiento del tornillo implantado.

LAS FIGS. 8a-d ilustran varios ejemplos herramientas removedoras de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 9a-h ilustran ejemplos de insertadores percutáneos de cable para su uso con un sistema de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 10a-h ilustran un ejemplo de procedimiento paso-a-paso para la inserción percutánea de un cable utilizando un sistema de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 11a-b ilustran un ejemplo de mecanismo de avance de cable.

LA FIGURA 12 ilustra un ejemplo de cable.

LAS FIGS. 13a-f ilustran un ejemplo de herramienta de compresión/separación.

LAS FIGS. 14a-e ilustran otro ejemplo de herramienta de compresión/separación.

LA FIGURA 15 ilustra un ejemplo de dispositivo anti-extensión.

LAS FIGS. 16A-c ilustran un ejemplo de herramienta calibre.

LAS FIGS. 17a-c ilustran un ejemplo de herramienta de guía de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 18a-c ilustran un ejemplo de herramienta removedora suplementaria de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 19a-f ilustran varios ejemplos de herramientas insertadoras de varilla.

LAS FIGS. 20a-o ilustran ejemplos de procedimientos paso-a-paso para la inserción de una varilla utilizando herramientas insertadoras de varilla.

LAS FIGS. 21a-e ilustran un ejemplo de herramienta reductora de varilla.

LAS FIGS. 22a-b ilustran un ejemplo de herramienta insertadora de varilla.

LAS FIGS. 23a-i ilustran un ejemplo de herramienta de compresión-separación, según algunas realizaciones de la presente invención.

LAS FIGS. 24a-l ilustran un ejemplo de herramienta de inserción de sujeción final de varilla

LAS FIGS. 25a-e ilustran un ejemplo de herramienta de inserción percutánea de sujeción final de varilla

LAS FIGS. 26a-k ilustran un ejemplo de herramienta guía "in-situ" para la re-implantación.

LAS FIGS. 27a-i ilustran un ejemplo de herramienta reductora de varilla.

LAS FIGS. 28a-e ilustran un ejemplo de herramienta removedora de extensor de tornillo.

LAS FIGS. 29a-f ilustran un ejemplo de herramienta insertadora de varilla.

LA FIGURA 30 ilustra una herramienta convencional de calibrado de varilla para medir la longitud de una varilla.

LA FIGURA 31 ilustra una llave de par convencional de mango en T con un eje de llave de par para el apriete final de un tornillo de fijación del interior de un conjunto de tornillo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En algunas realizaciones, la presente invención permite a un cirujano utilizar cortes de bisturí convencionales para colocar tornillos óseos. Normalmente esto se logra usando una aguja para biopsia de hueso (Jamshidi) seguida de dilatación progresiva. Una vez que el hueso ha sido preparado, se implanta el tornillo óseo.

5 Tras la implantación, el tornillo del hueso es manipulado para su orientación por el extensor. Este "extensor" se extiende fuera del corte mediante bisturí y permite que el cirujano controle el tornillo implantado. Una vez que dos o más tornillos han sido implantados, el cirujano colocará los insertadores de cable sobre el extensor de tornillo. Los componentes del cable están diseñados para guiar un cable por el eje del extensor de tornillo. Una vez que ha sido alcanzada la profundidad deseada, el cable saldrá del extensor de tornillo y puncionará el músculo y creará un camino para unir el adyacente tornillo de hueso.

Una vez que el cable cubre el espacio entre tornillos, un instrumento que ha sido previamente instalado el extensor adyacente agarra el cable y tira la parte distal del cable hacia la superficie. Adjunta a la parte proximal del cable hay una varilla. Tirando en la parte distal del cable, la varilla es introducida en el extensor y tirada a través de la distancia entre los tornillos. La función de "botón" en la parte proximal de la varilla previene que la varilla sea excesivamente extraída más allá del extensor. Los extensores junto con los tornillos y los insertadores de cable están dispuestos en el sitio quirúrgico antes del avance del cable.

Pueden colocarse los tornillos de fijación, darles el apretado final y se puede quitar el cable guía. Esto proporciona una colocación mínimamente invasiva de fusión de equipo físico (hardware).

Las FIGS. 1a-c ilustran un dispositivo de extensor de tornillo 100, la FIG. 1a ilustra el dispositivo de extensor de tornillo 100 siendo acoplado a un tornillo. La FIG. 1b ilustra el dispositivo de extensor de tornillo por sí mismo y la FIG. 1c ilustra un corte transversal del dispositivo de extensor de tornillo mostrado en la FIG. 1b. El dispositivo de extensor de tornillo incluye un alojamiento 110 que se acopla a un tornillo de implante 120 usando unos primeros elementos de acoplamiento (o como se muestra en la FIG. 1a-c, las sangrías 105 colocados sobre la cabeza del tornillo 122. Los elementos sangrías 105 están configurados para el control del movimiento axial y de torsión. El alojamiento 110 tiene un extremo proximal 102 y un extremo distal 104. El alojamiento 110 incluye además un canal parcialmente abierto 112, que permite la inserción y pasaje de una varilla hacia el extremo proximal 102 y hacia el extremo distal 104 del alojamiento 110. Como se expondrá más adelante, el alojamiento 110 puede ser configurado para incluir un canal parcialmente abierto 112 y/o un canal completamente abierto, por el que es configurado el canal completamente abierto que se alarga desde el extremo proximal 102 al extremo distal 104. El canal abierto está configurado como un hueco interior o un pasaje 119 del alojamiento 110. El hueco interior 119 está configurado para permitir el paso de instrumentos, varillas, implantes, etc. a través del dispositivo de extensor de tornillo durante la cirugía. Para permitir tal paso, el alojamiento 110 incluye una abertura 108 dispuesta en el extremo proximal 102 y una abertura similar en el extremo distal 104. Los tamaños de las aberturas pueden ser sustancialmente similares al tamaño del interior 119. Las aberturas permiten el paso de instrumentos, herramientas, varillas, implantes, etc. durante los procedimientos quirúrgicos. El alojamiento del extensor de tornillo 110 está configurado para tener una forma cilíndrica. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, son posibles otras formas del alojamiento 110.

El extremo distal 104 del alojamiento 110 está configurado para acoplarse a la cabeza del tornillo 122. El extremo distal 104 incluye elementos secundarios de acoplamiento (como se muestra en las FIGS. 1a-c, protuberancias) 115 (como se muestra en las FIG. 1b-c) que se configuran para acoplarse con los primeros (o sangrías) elementos (o espacios) 105 dispuestos sobre la cabeza del tornillo 122. En la siguiente descripción de las FIGS. 1a-22b, los términos "protrusión (s)", "sangría", "primer elemento (s) de acoplamiento", "segundo elemento (s) de acoplamiento" serán utilizados de manera intercambiable y por lo tanto, algunos sistemas pueden incluir un primer elemento de acoplamiento que es una protrusión y un segundo elemento de acoplamiento que es una sangría configurada para acoplarse con las protrusiones, mientras que en algunos sistemas, un primer elemento de acoplamiento puede ser una sangría y un segundo elemento de acoplamiento puede ser una protrusión con el cual el primer elemento de acoplamiento se acopla. Por lo tanto, los términos "protrusión (s)" y "sangría (s)" pueden querer significar "sangría (s) o protrusión (s)" y deben interpretarse como tal. Además, se utilizan los términos "protrusión (s)" y "sangría (s)" son utilizados en esta descripción ilustrativa solo con propósitos no limitantes. Las protrusiones 115 están configuradas para la flexión según el tornillo 120 (una parte 117 del tornillo se muestra en las FIGS. 1a-c) es acoplado al alojamiento del extensor 110. En algunos sistemas las protrusiones 115 están configuradas para ser accionadas por resorte o de cualquier manera deben ser elementos de bloqueo, en los cuales al insertar el tornillo, las protrusiones 115 están configuradas para retraerse hacia la pared interior del alojamiento del extensor 110 y luego prolongarse hacia las sangrías 105 una vez que las protrusiones 115 han sido alineadas con las sangrías 105. Una vez acopladas, las protrusiones 115 se configuran para ajustarse en las sangrías 105, bloqueando de tal modo el tornillo al alojamiento del extensor del tornillo 110 y creando de esta manera una estructura rígida. Las paredes interiores del alojamiento 110 pueden además estar configuradas para incluir el roscado 131 situado cerca del extremo proximal 104. El roscado 131 está configurado para permitir el aseguramiento de varias herramientas al alojamiento del extensor 110 durante los procedimientos quirúrgicos. Como puede ser entendido por cualquiera especializado en la Técnica, los términos "roscado" o "rosca" se utilizan en esta descripción de las FIGS. 1a - 22c con propósitos de ejemplos no limitantes y en vez de componentes roscados unidos, pueden ser usados otros medios de compresión y/o separación y/u otras formas de acoplamiento.

En algunos sistemas el tornillo 120 puede ser un tornillo poliaxial que permite a un cirujano manipular (rotar, inclinar, etc.) la combinación del tornillo 120 acoplado al alojamiento 110 una vez que el tornillo está implantado en una materia ósea (por ejemplo, vértebras) del paciente. El tornillo 120 incluye además un roscado 124 sobre un eje de rosca del tornillo que está configurado para ayudar en la inserción del tornillo en una materia ósea. El eje roscado se acopla a la cabeza del tornillo 122. La cabeza del tornillo 122 incluye un pasaje 126 que está configurado para ser suficientemente ancho para dar cabida a la colocación y fijación de una varilla. El pasaje 126 está configurado para ser alineado con el canal 112 con el fin de crear un canal continuo entre el tornillo y el extensor del tornillo. En algunos sistemas, puede ser configurado el pasaje 126 para incluir un roscado 138 dispuesto sobre las superficies interiores del pasaje. El roscado 138 permite la colocación de tornillos de ajuste (que no se muestra en las FIGS. 1a-c) para asegurar una varilla una vez que está instalada en el tornillo.

Las FIGS. 2a-b ilustran otro ejemplo de sistema de extensor de tornillo 200, según algunos sistemas de la presente invención. La FIG. 2a ilustra el alojamiento del extensor de tornillo siendo acoplado al tornillo y la FIG. 2b ilustra el alojamiento del extensor de tornillo siendo desacoplado del tornillo. Como se muestra en las FIGS. 2a-b, un tornillo 220 está configurado para ser acoplado a un alojamiento del extensor de tornillo 210. El alojamiento del extensor de tornillo 210 está configurado para ser un tubo alargado que incluye aberturas en ambos de sus extremos 202 (proximal), 204 (distal) para acoplamiento al tornillo 220 en un extremo 204 y para la inserción de los instrumentos quirúrgicos por el otro extremo 202. El alojamiento 210 incluye además espacios o canales 212 que se extienden a lo largo de por lo menos una parte del alojamiento 210 y están además configurados para acomodar instalaciones de varilla (s). Adicionalmente, el alojamiento 210 incluye además partes encajadoras o elementos de bloqueo de tornillo 240, que se configuran para asegurar el tornillo 220 al alojamiento del dispositivo de extensor de tornillo 210. En algunos sistemas, el alojamiento incluye dos partes encajadoras 240 (la segunda parte no se muestra en la FIG. 2a). Las partes encajadoras 240 están configuradas para ser fijadas al alojamiento 210 en una localización 237, que está situada hacia el extremo de acoplamiento del tornillo 204. En algunos sistemas, las partes encajadoras 240 están configuradas para ser soldadas en una localización 237. Una vez que el tornillo 220 está cargado en el dispositivo extensor (ver FIG. 2a), las partes encajadoras 240 son configuradas para enganchar el tornillo 220 usando proyecciones 242 que están dispuestas en una pared interior de las partes encajadoras 240 y además están configurados para sobresalir en el interior del alojamiento 210. En algunos sistemas, las partes encajadoras 240 están configuradas para ser flexibles.

Las partes encajadoras 240 están configuradas para encajar en una abertura 251 en la cabeza del tornillo 220, tal y como se muestra en la FIG. 2b. Una vez realizada la inserción del tornillo 220 en el alojamiento del dispositivo extensor 210 las partes encajadoras 240 están configuradas para separarse del centro del alojamiento 210. En algunos sistemas, las partes encajadoras 240 están configuradas para ser dispositivos similares a resortes que tiran hacia afuera mediante la aplicación de una presión mecánica externa. Una vez que el tornillo 220 se inserta en el alojamiento 210, las partes encajadoras 240 están configuradas para encajarse en las aberturas 251 del tornillo 220. Una vez encajadas en las aberturas 251, las partes encajadoras 240 aseguran rígidamente el tornillo 220 al alojamiento 210.

De manera similar al extensor de tornillo que se muestra en las FIGS. 1a-c, el alojamiento del extensor de tornillo 210 incluye un pasaje interior 219 configurado para ser expuesto mediante el canal 212 (que se extiende de forma total o parcialmente a lo largo de la longitud del alojamiento 210). El canal 212 está configurado para estar alineado con un pasaje 226 dispuesto sobre la cabeza del tornillo 222 con el fin de crear un canal continuo entre el canal 212 y el pasaje 226 para el paso de herramientas, instrumentos, varillas, etc.

Las FIGS. 3a-c ilustran otro ejemplo de alojamiento de extensor de tornillo 310. El alojamiento del extensor 310 incluye dos canales 312 y 332 que están configurados para exponer el interior 319 del alojamiento del extensor de tornillo 310. El canal 312 está configurado para estar parcialmente abierto (es decir, parcialmente extendido entre los extremos proximal y distal) y el canal 332 está configurado para estar completamente abierto (es decir que conecta los extremos proximal y distal), como está ilustrado en las FIGS. 3B y 3C, en donde la FIG. 3C es una vista transversal superior del alojamiento del extensor 310. El alojamiento 310 incluye además un elemento (o elementos) de agarre 391 que está configurado para ser colocado a lo largo de los bordes del canal 312 y/o del canal 332, como se muestra en las FIGS. 3a-b. El elemento de agarre 391 está configurado para ayudar en proporcionar un soporte adicional al dispositivo separador/compresor que se muestra en las FIGS. 14a-e y explicado más adelante. En algunos sistemas, el elemento de agarre 391 puede tener una forma de pequeña cavidad dispuesta a lo largo de los bordes de los canales. En algunos sistemas, los elementos de agarre 391 pueden tener una forma de cavidad semicircular. Los elementos de agarre 391 pueden ser configurados para estar situados a lo largo de toda la longitud de los canales 312 y/o 332 o a lo largo de una parte de los canales.

De manera similar al extensor de tornillo que se muestra en las FIGS. 1a-2b, el alojamiento del extensor de tornillo 300 puede incluir roscados interiores 331 dispuestos adyacentes al extremo proximal 302 del alojamiento del extensor de tornillo 300. El alojamiento del extensor de tornillo 310 incluye además un elemento de bloqueo 340 situado hacia el extremo distal 304 para enclavamiento con un tornillo en una manera similar al extensor de tornillo mostrado in las FIGS. 2a-b.

La FIG. 3d es una vista transversal de una parte del extremo distal del alojamiento del extensor de tornillo 310. La FIG. 304 3d ilustra además en el elemento de bloqueo 340 una protrusión 371 que está configurada para acoplarse con una abertura situada en la cabeza del tornillo (que no se muestra en FIG.3d), similar al elemento 240 que se muestra en las FIGS. 2a-c. El elemento de bloqueo 340 incluye además un mecanismo de detención 379 que está configurado para evitar la sobre rotación de una herramienta removedora del extensor de tornillo (que se muestra en las FIGS. 8a – 8d y explicada más adelante) una vez que se coloca dentro del interior del alojamiento del extensor de tornillo para los propósitos de retirar el alojamiento del extensor de tornillo del tornillo. En algunos sistemas, el mecanismo de detención 379 está configurado para prevenir la rotación de más de 90 grados de la herramienta removedora del extensor de tornillo. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, el mecanismo de detención puede prevenir cualquier ángulo de rotación.

Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, los canales formados por los canales del alojamiento del extensor de tornillo y el tornillo no necesitan ser continuos. Por ejemplo, un canal en el alojamiento del extensor puede tener múltiples discontinuidades dispuestas en todo el alojamiento. Como también puede ser entendido por un experto en la Técnica, el alojamiento del extensor de tornillo puede estar configurado para incluir uno o más elementos prioritarios de acoplamiento (o encajadores o elementos encajadores o partes encajadoras, etc.) y una vez que se haya soltado uno de ellos, el alojamiento del extensor puede ser configurado para desengancharse del tornillo.

Las FIGS 4a-b ilustran un ejemplo de tornillo 400 configurado para ser usado con los extensores de tornillo que se muestran en las FIGS. 1A-3d y que se han explicado anteriormente. El tornillo 400 incluye un extremo distal 404, un extremo proximal 402, un eje 421 unos roscados 424 dispuestos a lo largo de su longitud y una cabeza del tornillo 408 acoplada al eje 421. La cabeza del tornillo incluye un pasaje 426 que está dimensionado y configurado para acomodar la colocación y la fijación de una varilla. Para asegurar la varilla dentro de la cabeza del tornillo 408, la varilla se coloca en un espacio interior 425 creada por el pasaje 426 y luego un tornillo de fijación de (que no se muestra) es situado encima de la varilla y asegurada mediante las roscas 415 dispuestas en las paredes interiores del pasaje 426. El pasaje 426 puede estar configurado para incluir bordes deprimidos 420 (a, b, c, d) que están configurados para acomodar la instalación del alojamiento del extensor de tornillo (que se muestra en la FIG. 5). La cabeza del tornillo incluye además las aberturas 410 que está configuradas para recibir las protrusiones de los elementos de bloqueo dispuestos sobre el alojamiento del extensor de tornillo (tal y como se muestra en las FIGS. 2a-3b).

Refiriéndose a la FIG. 5, para asegurar aún más el tornillo 500 (similar al tornillo 400) al alojamiento del dispositivo extensor 512, el alojamiento 512 incluye una pluralidad de protrusiones 510 (a, b, c, d). Las protrusiones 510 son respectivamente configuradas para engancharse con los bordes deprimidos 509 (a, b, c, d), de la cabeza 528 del tornillo 514. En algunos sistemas, las protrusiones 510 están configuradas para envolver alrededor de los bordes deprimidos 509. Tal interacción de los bordes deprimidos del tornillo 509 y las protrusiones del extensor 510 aseguran además el tornillo 514 al alojamiento del extensor 512 y previene el desplazamiento del tornillo 514 del alojamiento 512. Esta configuración también permite que el cirujano (o cualquier otro profesional de la medicina) de manera controlable aplique diversas fuerzas al tornillo (por ejemplo, durante la colocación de un implante, etc.), tales como traslacional, axial, torsional o cualesquiera otras fuerzas. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, el tornillo 514 y el alojamiento 512 pueden tener cualquier número de bordes deprimidos 509 y las correspondientes protrusiones 510. Adicionalmente, el tornillo 514, puede tener cualquier número de aberturas (que no se muestran en la FIG. 5, pero que se muestran en las FIGS. 4a-b) y el alojamiento 512 puede tener cualquier número de partes encajadoras correspondientes 540 que interactúan con las aberturas.

Como se indicó anteriormente, el extensor de tornillo ayuda en la colocación de, por ejemplo, tornillos pediculares durante los procedimientos de fusión espinal. En algunos sistemas el cirujano (o cualquier otro profesional de la medicina) une el extensor de tornillo al tornillo pedicular y mantiene el control del tornillo desde el exterior (por ejemplo, por fuera de la incisión en la piel). El extensor de tornillo proporciona fuerte unión debido a las fuerzas axial, lateral y torsional que pueden ser aplicadas al extensor de tornillo. Normalmente, el cirujano aplica esas fuerzas a los extensores de tornillo para manipular la vértebra a la cual están unidos los tornillos pediculares.

En algunos sistemas, el extensor de tornillo tiene un cuerpo tubular sin centro. El extensor incluye varios elementos de seguridad, por ejemplo, penetradores flexibles, para mantener el tornillo en un plano axial a lo largo del eje del tornillo y el extensor, donde los elementos de seguridad se enganchan los bordes deprimidos del tornillo. En algunos sistemas, los penetradores de extensor de tornillo son flexibles y están fijados al cuerpo principal del extensor de tornillo en un sólo lugar (tal como se muestra en la Figura 3a). Esto permite la a los penetradores del extensor de tornillo flexionarse fuera del camino y permitir que el tornillo sea liberado desde el extensor de tornillo. Como se mencionó anteriormente, el cuerpo tubular del extensor está también parcialmente ranurado para permitir que una varilla sea colocada de la manera común.

En otros sistemas, el sistema incluye una herramienta removedora del extensor de tornillo que se muestra en las FIGS. 8a-d. Las FIGS. 8a-b ilustran una herramienta removedora del extensor de tornillo 800 y las FIGS. 8c-d ilustran una herramienta removedora del extensor tornillo 850.

Refiriéndose a las FIGS. 8a-b, la herramienta removedora 800 incluye un eje 833 dispuesto entre un extremo distal 864 y un mango 862. En algunos sistemas, el mango 862 está configurado para tener una forma redondeada. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, el mango puede estar configurado para tener cualquier forma deseada. El eje 833 incluye además una parte roscada 823 situada sustancialmente adyacente al mango 862 y un mecanismo de detención 821 situados entre el mango y la parte roscada 823. El eje 833 está configurado para encajar en el pasaje interior 819 del alojamiento del extensor 810, como se muestra en la FIG. 8a. La parte roscada 823 está configurada para interactuar con una parte roscada interior 825 del alojamiento del extensor de tornillo 810 a continuación de la inserción de la herramienta removedora 800 dentro del alojamiento del extensor de tornillo 810, como se muestra en la FIG. 8b. Al insertar la herramienta removedora 800, las partes roscadas 823 y 825 están configurados para interactuar una con la otra y un cirujano (o cualquier otro profesional médico) comienza a girar la herramienta removedora en una dirección hacia abajo (por ejemplo, a favor del sentido de movimiento de las agujas del reloj) con el fin de avanzar la herramienta removedora hacia el tornillo. La herramienta removedora es avanzada hasta que el mecanismo de detención 821 impide su avance hacia el tornillo. En algunos sistemas, la longitud del eje de la herramienta removedora puede ser seleccionada apropiadamente para que al insertar por completo la herramienta removedora, su extremo distal 864 esté configurado para interactuar con las placas flexibles 817 que contienen las protusiones 815 y al empujar hacia afuera empuje las placas 817, causando de esta forma el desenganche del alojamiento del extensor de tornillo 810 del tornillo. El mecanismo de detención 821 está configurado además para prevenir la sobre inserción de la herramienta removedora y por lo tanto, dañar el tornillo.

Por lo tanto, para remover o desenganchar el alojamiento del extensor 810 del tornillo, es insertado un eje roscado 833 a lo largo del eje del alojamiento del extensor. Este eje roscado 833 se enrosca con las roscas 825 del alojamiento del extensor y fuerza la separación de los extremos distales penetradores del extensor. Este mecanismo libera el tornillo del hueso liberando las lengüetas o placas flexibles 817 en el extensor de tornillo de su orificio de acoplamiento en el tornillo.

Las FIGS. 8c-d ilustran un sistema alternativo de la herramienta removedora 850, según algunos sistemas. La herramienta removedora 850 incluye un eje 853, un mecanismo de detención 857 y un mango 851. En algunos sistemas el mango 851 puede estar configurado para estar canulado en el interior para permitir el paso de dispositivos adicionales a través de él, como se muestra en las FIGS. 18a-c. Tales dispositivos adicionales pueden ser configurados para ser usados para ayudar en la retirada del extensor de tornillo del tornillo en caso de que la herramienta removedora 850 fuera incapaz de desengancharse del tornillo.

Tal y como se muestra en las FIGS. 8c-d, la herramienta removedora 850 está configurada para caber dentro del alojamiento del extensor 820 y para ser avanzada hacia el extremo distal del alojamiento hasta la aplicación por el cirujano (o cualquier otro profesional de la medicina) de una fuerza hacia abajo. El mecanismo de detención 857 está configurado para impedir la inserción excesiva de la herramienta removedora 850 y por lo tanto, dañar el tornillo. La herramienta removedora 850 incluye además por lo menos una protusión 861 que se extiende desde una superficie exterior del eje 853 de la herramienta removedora 850 sustancialmente adyacente al extremo distal del eje de la herramienta removedora 853. Las protusiones 861 están configuradas para interactuar con las partes flexibles 840 del alojamiento del extensor 810 cuando la herramienta removedora 850 está insertada completamente en el alojamiento del extensor de tornillo (es decir, el mecanismo de detención 857 está configurado para interactuar con un extremo proximal del alojamiento del extensor de tornillo) y girada por el cirujano. Hasta la interacción de las protusiones y los elementos flexibles de bloqueo, las protusiones 861 están configuradas para empujar sobre los elementos flexibles de bloqueo 840, empujándolos, por tanto, por el pasaje interior del extensor de tornillo y desbloqueando de esta forma el alojamiento del extensor de tornillo del tornillo. En algunos sistemas, un mecanismo de detención 379 que se muestra en la FIG. 3d previene la sobre rotación de la herramienta removedora una vez que está insertada en el alojamiento del extensor de tornillo. El mecanismo de detención 379 puede ser una protusión dispuesta sobre una superficie interna del alojamiento del extensor sustancialmente adyacente a los penetradores flexibles. El mecanismo de frenado 379 puede estar además colocado en el camino de las protusiones giratorias 861, para de este modo, prevenir la rotación de la herramienta removedora más allá de un punto en particular. En algunos sistemas, el mecanismo de detención 379 está configurado para impedir la rotación de la herramienta removedora por más de 90 grados. El mecanismo de detención ésta configurado para ayudar al cirujano a determinar cuando los miembros flexibles han empujado hacia afuera y por lo tanto es seguro retirar el alojamiento del extensor.

La FIG. 6 ilustra una vista más cercana de la interacción del extremo distal de la herramienta removedora 679 (que es similar a la herramienta removedora 850) con el alojamiento del extensor 610. Tal y como se muestra, el extremo distal de la herramienta removedora 679 incluye protusiones 675 que están configuradas para extenderse lejos de la superficie de la herramienta removedora 679. Las partes flexibles 640 (a, b) (similares a las que se muestran en las FIGS. 2a - 3C) incluyen protusiones 642 (a, b), respectivamente, que están configuradas para ser retiradas desde las aberturas en el tornillo hasta la rotación de la herramienta removedora y la subsecuente interacción de las protusiones 675 de la herramienta removedora con las partes flexibles 640.

Por lo tanto, para que el cirujano retire el extensor del tornillo 610 del tornillo (lo cual normalmente se hace después de terminar un procedimiento), se utiliza el extensor de dispositivo removedor del extensor de tornillo 679. Además de los componentes mostrados en las FIGS. 8c-d, el dispositivo removedor 679 incluye una punta que tiene

protrusiones o rampas 675. Las rampas 675 están configuradas para ser situadas alrededor del perímetro de la punta. El eje y la punta del dispositivo removedor pueden ser cilíndricos con el fin de que coincidan con el alojamiento cilíndrico 610 del dispositivo extensor 600. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, el eje y la punta pueden tener cualquier otra forma y pueden corresponder a la forma del alojamiento 610.

En algunos sistemas, la punta puede ser más pequeña que el eje (por ejemplo, el diámetro de la punta es más pequeño del diámetro del eje). El eje está también dimensionado para encajar dentro del alojamiento 610 del dispositivo extensor 600. El mecanismo de detención o un borde de tope 823 (ver las FIGS. 8c-d) que actúa como un tapón y limita la profundidad en que la dispositivo removedor 679 se puede colocar en el alojamiento 610, controla de este modo la profundidad que las rampas 675 pueden encajarse con las partes penetradoras del extensor de tornillo 640 fija (tal como se muestra en la FIG. 6).

Las rampas 675 están configuradas para sobresalir fuera de la superficie de la punta. Las rampas 675 interactúan con las partes penetradoras 640 del alojamiento 610, como se ilustra en las FIGS. 6-7b, en donde las FIGS. 7a-b ilustran una vista inferior de la herramienta removedora interactuando con las partes penetradoras. Para retirar el dispositivo extensor 600 del tornillo, el dispositivo removedor 679 se inserta en el alojamiento hueco 610 a través de su extremo proximal (que no se muestra en las FIGS. 6-7b). En algunos sistemas, las rampas 675 del dispositivo removedor 679 se pueden alinear con los canales 619 durante la inserción del dispositivo removedor 679 en el alojamiento 610. De esta manera, durante la inserción, las rampas 675 deslizan hacia abajo los canales 619 (tal como se muestra en la figura 6). La inserción del dispositivo 679 continua hasta que el borde tope del dispositivo removedor (que no se muestra en la figura 6) entra en contacto con el extremo proximal del alojamiento del extensor. En este momento, el dispositivo 679 es girado cerca de 90 grados (en cualquier dirección) el agarre del mango del dispositivo removedor (que se muestra en la figura 8c-d) y girándolo en una dirección adecuada. Mediante el giro del mango, las rampas 675 entran en contacto con las partes penetradoras 640. Debido a la naturaleza flexible de las partes penetradoras 640, las rampas 675 están configuradas para empujar las partes penetradoras 640 hacia la parte exterior del alojamiento 610 del dispositivo extensor 600. Como las partes 640 han sido empujadas hacia afuera, las protrusiones penetradoras 642 se desenganchan de las aberturas del tornillo. Una vez que las protrusiones 642 se retiran de las aberturas de la cabeza del tornillo, el dispositivo extensor 600 se queda suelto y puede ser removido del tornillo. En algunos sistemas, el dispositivo extensor 600 y el dispositivo removedor 610 pueden ser retirados al mismo tiempo. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, son posibles otras maneras de retirar el alojamiento del extensor de tornillo del tornillo.

Las FIGS. 18a-c ilustran un ejemplo de dispositivo suplementario removedor del extensor de tornillo 1810, según algunos sistemas de la presente invención. En el evento de que un cirujano no sea capaz de desenganchar el dispositivo extensor de tornillo del tornillo, el dispositivo 1810 puede ayudar al cirujano en empujar el extensor de tornillo del tornillo. Como se muestra en las FIGS. 18a-c, dispositivo suplementario 1810 incluye un eje 1803 situado entre la punta distal 1807 y un mango 1801. El dispositivo suplementario 1810 está configurado para tener un diámetro más pequeño que el de la herramienta removedora 850. El eje 1803 del dispositivo 1810 está configurado para ser más largo que el de la herramienta removedora 850. La herramienta removedora 850 incluye una parte interior canulada (que no se muestra en las FIGS. 18a-c) que está situada dentro de la herramienta removedora 850 y que se adapta además a la inserción del dispositivo 1810, como se muestra en las FIGS. 18a-b. El dispositivo 1810 incluye además una parte roscada 1805 configurada para estar situada sustancialmente adyacente al mango 1801. La parte roscada 1805 está configurada para interactuar con una parte roscada situada dentro del mango 851 del dispositivo 850.

Por lo tanto, en el caso de que el cirujano no pueda retirar el dispositivo de extensor de tornillo 1802 del tornillo 1807 usando solamente la herramienta removedora 850, el cirujano inserta el dispositivo 1810 a través de una abertura en el mango 851 del dispositivo removedor 850 y empuja el dispositivo 1810 a lo largo del canal interior (es decir, la parte canulada) del dispositivo removedor 850, hasta el contacto de la parte roscada 1805 con una parte roscada interior del dispositivo removedor 850. En este momento, el cirujano comienza a girar el dispositivo 1810 a lo largo de la parte roscada, provocando de esta manera la penetración de la punta 1807 más allá de la punta distal del dispositivo removedor 850. De esta manera, la punta 1807 entra en contacto con el tornillo 1804 y efectivamente empuja el extensor de tornillo 1802 a lo largo con la herramienta removedora 1810 lejos el tornillo, permitiendo al cirujano, por lo tanto, retirar el extensor de tornillo.

En algunos sistemas, el sistema extensor de tornillo de la presente invención puede ser utilizado para la entrega de un cable percutáneo, que entonces puede ser utilizado para el avance de una varilla. Inicialmente, para realizar una cirugía de columna vertebral utilizando el dispositivo extensor de tornillo de la presente invención, el cirujano inicialmente hace una incisión en un lugar donde deben ser implantados un primer tornillo junto con un primer dispositivo extensor de tornillo. Puede realizarse otra incisión en otro lugar donde debe ser implantado un segundo tornillo junto con un segundo extensor de tornillo. Como puede ser entendido por una persona entendida en la Técnica, el cirujano puede hacer cuantas incisiones sean necesarias para la creación de un sistema de estabilización de columna vertebral según la presente invención. Una vez que han sido realizadas las incisiones, el cirujano puede acoplar los extensores de tornillo con los tornillos y avanzar esta combinación hacia la materia ósea (por ejemplo, vértebras) para la subsecuente inserción. Una vez que las combinaciones extensor de tornillo-y-tornillo se han insertado, el cirujano es capaz de manipular los extensores de tornillo y los tornillos para la inserción de

cables percutáneos o varillas u otras herramientas y dispositivos. En algunos sistemas los tornillos pueden ser tornillos poli-axiales que permiten al cirujano manipular los extensores de tornillo en cualquier dirección mientras los extensores de tornillo están rígidamente unidos a los tornillos.

5 Las FIGS. 9a - 9h ilustran un ejemplo de inserción percutánea de cable que no forma parte de la presente invención, de los dispositivos 900 y 950, según algunas realizaciones de la presente invención. Los dispositivos 900 y 950 están configurados para ser insertados en los interiores huecos de los extensores de tornillo para guiar un cable percutáneo a lo largo y entre los extensores de tornillos. Refiriéndose a las FIGS. 9a-c y 9h, se ilustra un primer dispositivo 900 de inserción percutánea de cable. El dispositivo 900 incluye un eje 920 situado entre un extremo proximal 902 y un extremo distal 904. El dispositivo 900 está configurado para ser canulado y por ello incluye un canal interior 941 configurado para estar colocado entre una abertura en el extremo proximal 902 y una abertura 930 situada en el extremo distal 904 del dispositivo 900. En algunos sistemas, la apertura 930 está configurada para ser colocada en el lateral del dispositivo 900 así como para acomodar el avance del cable hacia otro extensor de tornillo.

15 En algunos sistemas, el dispositivo 900 incluye además dos piezas 927a y 927b que están configuradas para ser acopladas utilizando una tuerca o cualquier otro mecanismo de bloqueo 922 que está configurado para ser colocado adyacente al extremo proximal 902 del dispositivo 900. La configuración de las dos partes se proporciona para facilitar la retirada del dispositivo 900 desde el extensor de tornillo. Las dos partes 927 están configuradas para ser acopladas utilizando los elementos de gancho 932 y 933 situados en el extremo distal 902 del dispositivo y la tuerca 922 situada adyacente al extremo proximal 904 del dispositivo 900. La tuerca 922 incluye adicionalmente la rosca 924 que está configurada para interactuar con el roscado situado en un extremo proximal del extensor de tornillo en la superficie interna del extensor del tornillo.

25 Con el fin de asegurar el dispositivo 900 dentro de un dispositivo extensor de tornillo, el cirujano inserta el conjunto del dispositivo 900 con el extremo distal 904 en el extremo proximal del extensor de tornillo y desliza el dispositivo 900 a lo largo del pasaje interior del extensor de tornillo hasta que las roscas 924 del dispositivo 900 comienzan a interactuar con la rosca interior del extensor de tornillo situada en el extremo proximal del extensor de tornillo. En este punto, el cirujano comienza la rotación de la tuerca 922, atornillando de esta manera la tuerca 922 en el extensor de tornillo sin la rotación del eje 920 del dispositivo 900. Una vez insertado el dispositivo 900 en el extensor de tornillo, el extremo distal 904 del dispositivo 900 es configurado para caber dentro del pasaje de la cabeza del tornillo. Esto permite una alineación correcta de la abertura 932 hacia otro extensor de tornillo. En algunas realizaciones, después de la colocación de los tornillos y sus extensores de tornillo correspondientes, el cirujano puede manipular los extensores de tornillo (acoplados con los tornillos) de tal manera que los canales situados en las superficies exteriores de los extensores son alineados uno hacia el otro. El dispositivo 900 puede ser insertado con la abertura 930 apuntado hacia el segundo extensor de tornillo que ya sido instalado en las vértebras del paciente. Durante la inserción del cable a través del dispositivo 900, el cable es avanzado a lo largo del canal interior 941, fuera de la abertura 930 y hacia el segundo extensor a través del tejido muscular del paciente.

40 Tal y como se indicó anteriormente, el dispositivo 900 está configurado para ser dividido en las partes 927a y 927b. En algunas realizaciones, la parte 927a está configurada para incluir el canal 941 para hacer avanzar el cable a lo largo del dispositivo 900. El canal 941 está configurado para iniciarse en el extremo proximal del dispositivo 900 y prolongarse a través de la longitud entera de la parte 927a hacia la abertura 930 situada en el lateral del dispositivo 900. En algunas realizaciones, el canal 941 está configurado para ser curvado con el fin de acomodarse doblado del cable durante el avance.

45 En algunos sistemas, el dispositivo 900 puede incluir un elemento de equilibrio 925 configurado para alejarse de la superficie del eje 920. El elemento 925 está configurado para evitar que el dispositivo 900 alabee una vez que es introducido en el pasillo interior del extensor de tornillo.

50 El segundo dispositivo 950, que se muestra en las FIGS. 9d-g, está configurado para incluir un eje 951 situado entre un extremo distal 914 y un extremo proximal 912. En algunos sistemas, el eje puede estar configurado para tener una estructura unitaria de manera opuesta a una estructura de dos partes del dispositivo 900. El dispositivo 950 incluye además incluye una tuerca o cualquier otro mecanismo de bloqueo 947 situado sustancialmente adyacente al extremo proximal del dispositivo 950. La tuerca 947 incluye además el roscado 948 configurado para interactuar con el roscado situado en un extremo proximal del extensor de tornillo en su pared interior. La tuerca está configurada para ser acoplada al eje 951 en el extremo proximal 912. El dispositivo 950 además incluye un mecanismo de pinzado de cable o de soporte de cable 957 situado en el extremo distal 914 del dispositivo 950 y está configurado para pinzar o asegurar el cable una vez que el cable se avanza desde el primer extensor de tornillo (que contiene el dispositivo 900) a través del tejido muscular del paciente. El mecanismo de pinzado del cable 957 incluye una abertura 959. Una vez que se ha avanzado el cable desde el primer extensor de tornillo y a través del tejido muscular, la abertura 959 está configurada para recibir el cable, que es entonces asegurado por el mecanismo de pinzado de cable 957. El mecanismo de pinzado de cable 957 es controlado por una perilla o por cualquier otro elemento de bloqueo 945 dispuesto en el extremo proximal 912 del dispositivo 950. La perilla 945 está configurada para ser acoplada a un eje 955 que se inserta a través del interior del eje 951 del dispositivo 950. El eje 955 está configurado para tener un diámetro más pequeño que el diámetro del eje 951. El eje 955 incluye adicionalmente un roscado 913 configurado para acoplarse con un roscado situado en una superficie interior del eje 951 (no mostrado).

Una vez realizado el acoplamiento, el cirujano puede comenzar a girar la perilla 945, avanzando de esta manera el eje 955 a través la abertura 959, como se ilustra en las FIGS. 9f-g. Una vez ha avanzado el eje 955, el eje 955 está configurado para disminuir el espacio disponible dentro de la abertura 959, enclavando de tal modo el cable a una de las paredes de la abertura 959.

5 La FIG. 12 ilustra un ejemplo de cable 1010, que no es parte de la presente invención. El cable 1010 incluye una punta distal 1210 que está configurada para conducir el cable a través del primer extensor (y el dispositivo 900), a través del tejido muscular del paciente y en el segundo extensor (y el dispositivo 950). El cable 1010 también incluye un extremo proximal 1212 al cual se une una varilla 1984. La varilla 1984 contiene un orificio donde el cable se engrana con la varilla. Este accesorio puede tener un roscado o un mecanismo de fijación mecánica. La varilla también contiene un elemento sobre la parte más proximal de la varilla, (el extremo no conectado al cable). Esto evita que la varilla sea tirada a través del extensor de tornillo. Como puede ser entendido por un experto la Técnica, son posibles cualesquiera otras formas de acoplamiento del cable a la varilla, por ejemplo, son posibles cualesquiera acoplamientos mecánicos del cable y la varilla. En algunas realizaciones, tal acoplamiento puede ser configurado para permitir una liberación rápida de la varilla del cable.

En algunas realizaciones, el cable 1010 pueden estar configurado para ser avanzado usando un dispositivo de avance de cable o una pistola de avance del cable 1100, como se muestra en las FIGS. 11a-b. La FIG. 11a ilustra una vista transversal de la pistola 1100 y la FIG. 11b ilustra una vista en perspectiva de la pistola 1100. En algunas realizaciones, la pistola 1100 incluye un mango fijo 1102, un mango de accionamiento 1104 y un barril 1106 acoplado a los mangos 1102 y 1104. El barril 1106 está configurado para incluir un orificio de carga 1114 situado en un extremo proximal del barril 1106 y un orificio de descarga 1112 situado en un extremo distal del barril 1106. El cable 1010 está configurado (no se muestra) para ser cargados el orificio de carga 1114 y descargado a través del orificio de descarga 1112 mediante el avance del cable a través del barril 1106. El mango de accionamiento 1104 está configurado para ser cargado con muelle resistente con respecto al mango fijo 1102, es decir, apretando el mango de accionamiento 1104 hacia el mango fijo 1102, un mecanismo de engranaje 1110 es configurado para causar el avance del cable 1010 a través del barril 1106 y luego forzando el mango 1104 a volver con resorte a su posición original. En algunas realizaciones, el cirujano, al apretar el mango 1104 varias veces, puede avanzar el cable 1010 a cualquier longitud deseada. Como puede ser entendido por un experto la Técnica, son posibles otros métodos y o instrumentos de avance del cable 1010 y no están limitados al dispositivo de avance de cable 1100 que se muestra en las FIGS. 11a-b.

Las FIGS. 10a-e ilustran un ejemplo de procedimiento para avance del cable 1010 a través de los extensores de tornillo 1002 y 1004, que no es parte de la presente invención. Como se mencionó anteriormente, antes del avance del cable 1010, un cirujano (o cualquier otro profesional médico) hace una incisión sobre la localización de la implantación de un sistema de estabilización de la columna vertebral (representado por unos tornillos, cables, varillas o cualquier otro dispositivo), donde la incisión está configurada para corresponder a la ubicación donde será implantada una primera combinación de un tornillo y un extensor de tornillo (es decir, el tornillo 1006, el extensor de tornillo 1002) en las vértebras de un paciente. El cirujano puede hacer otra incisión correspondiente al lugar donde una segunda combinación de un tornillo y un extensor de tornillo (es decir, el tornillo 1008, el extensor de tornillo 1004) será implantada en las vértebras del paciente. Entonces, el cirujano implanta la primera y la segunda combinación. Los extensores de tornillo son posteriormente alineados de tal manera que los canales situados en sus alojamientos (es decir los canales 1012 situados en el primer extensor de tornillo 1002 y los canales 1014 situados en el segundo extensor de tornillo 1004; en donde los canales pueden ser parcialmente o completamente abiertos, como se señaló anteriormente) están encarados el uno frente al otro. A lo largo de los canales, los pasajes en la cabezas de los tornillos (es decir, el pasaje 1016 en la cabeza del tornillo 1006 y el pasaje 1018 en la cabeza del tornillo 1008) también están alineados, creando así un corredor virtual entre los pasillos y los canales.

A continuación del procedimiento de alineación, los dispositivos 900 y 950 se insertan en las partes interiores de los alojamientos de los extensores de tornillo 1002 y 1004, respectivamente. Los dispositivos 900 y 950 están entonces asegurados usando las perillas y las partes roscadas apropiadas, como se explicó en relación con las FIGS. 9a-h. Durante la inserción, el cirujano también alinea los dispositivos 900 y 950 para que la abertura 930 en el dispositivo 900 esté alineada con la abertura 959 del dispositivo 950 (que no se muestra en la FIG. 10a). El dispositivo de avance de cable 1100 es cargado con el cable 1010 y es entonces acoplado al dispositivo 900, como se muestra en la figura 10a. Una vez realizado el acoplamiento del dispositivo 1100, el orificio 1112 en el barril del dispositivo 1100 está alineado con la abertura en el dispositivo 900 situada en un extremo proximal del dispositivo 900 de tal manera que el cable 1010 pueda pasar con seguridad a través del canal interior 941 del dispositivo 900 (no se muestra en la FIG. 10a).

Mientras el cirujano avanza el cable 1010 usando el dispositivo 1100, el cable 1010 comienza a recorrer a lo largo del canal 941 del dispositivo 900 y está configurado para avanzar fuera de la abertura 930 del dispositivo 900. Entonces, el cable 1010 comienza a viajar a través del tejido muscular hacia el segundo extensor de tornillo 1004. En algunos sistemas, el cable 1010 puede configurarse para tener una punta afilada para perforar a través del tejido muscular. Según el cable 1010 va avanzando hacia adelante, alcanza y es pasado a través de la abertura 959 del dispositivo 950 situada dentro del segundo extensor de tornillo 1004. Cuando ha pasado suficiente longitud de cable

a través de abertura 959, el cirujano acciona el mecanismo de pinzado del dispositivo 950, que comprime el cable 1010 el dispositivo 950. El cirujano puede observar el avance del cable utilizando rayos X.

Una vez que el cable 1010 está asegurado en el dispositivo 950, el cirujano retira el dispositivo de avance de cable 1100, tal y como se ilustra en la FIG. 10b. En algunos sistemas, el dispositivo 1100 puede deslizarse simplemente del cable 1010. De esta manera, en esta etapa, el cable permanece asegurado por el dispositivo 950 y ambos dispositivos 900 y 950 están protegidos dentro de sus respectivos extensores de tornillo 1002 y 1004. Entonces, el cirujano retira la tuerca 922 desenroscándola a lo largo de las roscas 924 (como se muestra en las FIGS. 9a-b) y retira la parte 927b seguida por la retirada de la parte 927a del dispositivo 900 del extensor tornillo 1002, como se muestra en la FIG. 10c. El dispositivo 950 todavía permanece en el segundo extensor de tornillo 1004. Refiriéndose a las FIGS. 10D-e, el cirujano retira el dispositivo 950 desenroscándolo del alojamiento del extensor 1004. El dispositivo 950 es retirado mientras que el cable está siendo retenido por el mecanismo de pinzado 957. Al retirar el dispositivo 950, el cable 1010 está configurado para prolongarse a través del primer extensor 1002, a través del tejido muscular del paciente situado entre los extensores 1002 y 1004 y el segundo extensor 1004 mientras está siendo acoplado al dispositivo retirado 950.

En algunos sistemas la varilla 1984 (ver FIG. 104) puede ser configurada para avanzar junto con el cable 1010 (o siguiendo el cable a través del extensor de tornillo 1002 y luego a lo largo del corredor virtual creado por el cable en el tejido muscular) para la instalación entre dos tornillos. Las FIGS. 10f-g ilustran el avance de la varilla 1984 a lo largo del cable 1010, donde la FIG. 10f es una vista en perspectiva de la varilla instalada y la FIG. 10 g es una vista transversal. La varilla 1984 se puede configurar para incluir una punta de avance 1952 situada en un extremo distal de la varilla 1050 y un extremo proximal 1954 de la varilla 1984 que en algunos sistemas se puede configurar para ser acoplada a un insertador de varilla (se explicará en detalle a continuación). La punta de avance de la varilla 1952 está configurada para desplazarse desde el primer extensor de tornillo 1002 a lo largo del pasaje creado por el cable 1010 en el tejido muscular del paciente para llegar al segundo extensor de tornillo 1004. Una vez que varilla 1984 se sitúa el pasaje de los tornillos 1006 y 1008 que están acoplados a los correspondientes extensores de tornillo 1002 y 1004, la varilla 1984 puede ser asegurada usando las fijaciones de tornillo 1072 que pueden ser avanzados a través del interior de los extensores de tornillo utilizando un dispositivo de fijación de ajuste de tornillo 1070, como se muestra en la FIG. 10h. El dispositivo de fijación de ajuste de tornillo 1070 puede ser configurado para llevar una fijación de tornillo en su punta distal y entonces una vez insertado en el pasaje en la cabeza del tornillo implantado empezando girando la fijación de tornillo (con las roscas apropiadas) a lo largo de los roscados situados en el interior del pasaje del tornillo implantado. Una vez ajustada la fijación del tornillo, el dispositivo 1070 puede ser liberado de la fijación de tornillos 1072 y retirado desde el interior del extensor de tornillo. Una vez retirado el dispositivo de fijación de ajuste de tornillo 1070, los extensores de tornillo pueden ser retirados utilizando las herramientas removedoras mencionadas anteriormente.

Durante la instalación del sistema de estabilización de la columna vertebral, el cirujano puede desear comprimir o separar los extensores de tornillo que están acoplados a los tornillos, que han sido implantados en la materia ósea del paciente. Las FIGS. 13a-13f y 14a-e ilustran diversas realizaciones de herramientas de compresión/separación. En algunas realizaciones, el movimiento de compresión puede ser caracterizado para empujar los extremos distales de los extensores de tornillo más cerca uno al otro y para tirar de los extremos proximales de los extensores de tornillos más lejos uno del otro. El movimiento de separación puede ser caracterizado mediante el empuje los extremos proximales de los extensores de tornillo más cerca el uno del otro y tirando los extremos distales de los extensores de tornillo lejos uno del otro (es decir, al contrario del movimiento de compresión).

Las FIGS. 13a-f ilustran un ejemplo de una herramienta de compresión/separación 1300, de acuerdo con algunos sistemas. La herramienta 1300 incluye un alojamiento 1310, unos brazos de compresión/separación (a, b), 1304, un mango de engranaje 1302, un fulcro 1312 y un mango de liberación 1320. Los brazos 1304 están configurados para ser acoplados al alojamiento 1310 usando sus respectivos hombros 1315 (a, b). Los brazos 1304 están configurados para sobresalir de manera sustancialmente perpendicular lejos del alojamiento 1310 en la misma dirección. El mango de engranaje 1302 está configurado para ser situado en el lateral del alojamiento 1310 que es opuesto al lado donde están situados los brazos 1304. El mango de engranaje 1302 está configurado para causar el movimiento de los brazos 1304 hacia y desde cada un otro. El mango de engranaje 1302 puede ser configurado para utilizar cualquier mecanismo convencional con engranaje para activar el movimiento de traslación de los brazos 1304. En algunos sistemas el mango de engranaje 1302 puede ser configurado para tener una parte de agarre con el fin de permitir un mejor agarre del mango 1302. Los brazos 1304 incluyen además las respectivas cavidades internas 1308 (a, b) que están configuradas para acomodar la colocación del extensor de tornillo entre los brazos 1304 y el fulcro 1312. El fulcro 1312 puede configurarse para tener una forma de rombo (son posibles otra formas, como puede ser entendido por un experto en la Técnica) que crea los puntos de giro para que los extensores de tornillo estén asegurados entre los brazos 1304 y el fulcro 1312. Los puntos de giro están configurados para permitir la inclinación de los extensores de tornillo durante los movimientos de compresión o de separación. En algunos sistemas, el fulcro 1312 puede ser configurado para ser girado con el fin de permitir un ángulo variable de la compresión/separación de los extensores. En algunos sistemas, los brazos 1304 pueden configurarse para incluir aberturas respectivas 1306 (a, b) configuradas para acomodar la inserción de pasadores 1353 (a, b), que sirven para la fijación de un dispositivo anti-par 1370 (que se muestra en la FIG. 13f).

Con el fin de evitar el deslizamiento de los extensores de tornillo, se puede colocar un dispositivo anti extendido 1351 (que se muestra en la FIG. 15) sobre cada uno de los extremos proximales de los alojamientos de los extensores antes de realizar cualquier separación/compresión. En algunos sistemas, el dispositivo anti extendido puede también ser un dispositivo anti-par. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, los términos "anti- extendido" y "anti-par" se usan de manera intercambiable en esta descripción y un dispositivo extendido puede ser configurado para tener capacidades anti-par y viceversa. El dispositivo extendido 1351 incluye una parte de cuerpo 1504 acoplado a un parte anti-extendido 1357. La parte de cuerpo 1504 está configurada para ser acoplada al alojamiento del extensor de tornillo utilizando cualesquiera métodos conocidos (por ejemplo, gancho-y-deslizamiento (que se muestra en la FIG. 15), sistema de ajuste o de cualquier otra forma). La parte anti-extendido 1357 está configurada para interactuar con los brazos 1304 o con cualesquiera otras partes (por ejemplo, el fulcro 1312) del dispositivo 1300, tal como se muestra en las FIGS. 13e-f. Una vez realizado el acoplamiento, el dispositivo anti- extendido 1351 y el alojamiento del extensor de tornillo crean una estructura unitaria que puede soportar las fuerzas que le serán aplicadas durante los movimientos de compresión/separación. Las partes anti-extendido 1357 pueden ser configuradas para tener una superficie similar a una malla que está configurada para generar fricción entre los componentes del dispositivo 1300 y los dispositivos anti-extendido 1351.

Refiriéndose a la FIG. 13e, los extensores de tornillo 1341 (a, b) están configurados para ser dispuestos en el dispositivo 1300 para los efectos de la compresión, es decir, separando el uno del otro los extremos proximales de los extensores de tornillo. Para la compresión de los extensores del tornillo, los dispositivos anti-extendido 1351 (a, b) están acoplados a los extremos proximales de los respectivos extensores de tornillo 1341 (a, b). El dispositivo 1300 está configurado para ser colocado de tal manera que el fulcro 1312 está colocado por encima de los brazos 1304 (a, b) en relación a los extremos proximales de los extensores de tornillo. Los extensores de tornillo 1341 están configurados para ser colocados entre los respectivos brazos 1304 y el fulcro 1312, como se muestra en la FIG. 13e. Una vez que los extensores de tornillo 1341 junto con los dispositivos anti-extendido 1351 están asegurados entre los respectivos brazos 1304 y el fulcro 1312, el mango adicional 1302 es entonces girado para inclinar los extensores de tornillo 1341 alrededor de los bordes laterales del fulcro 1312, causando de esta manera que los extremos distales de los extensores 1341 sean empujados juntos, mientras que los extremos proximales de los extensores 1341 son separados hacia afuera. En algunos sistemas, un dispositivo anti-par 1370 puede acoplarse a los pasadores 1353 para evitar el deslizamiento o cualquier otro movimiento de los extensores mientras se realiza la compresión. Para aumentar el ángulo de inclinación de los extensores 1341, el cirujano puede continuar girando el mango 1302. Para soltar el mango 1302 después de compresión, el mango 1320 debe apretarse hacia abajo.

La FIG. 13f ilustra un movimiento inverso de separación. Para realizar este movimiento, el dispositivo 1300 es girado al revés en relación con el movimiento de situación compresión, por el que el fulcro 1312 es situado por debajo de los brazos 1304, como se muestra en la FIG. 13f. Durante la separación, los brazos 1304 están configurados para interactuar con las partes anti-extendido 1357 de los dispositivos anti-extendido 1351. Mediante la rotación del mango 1302, el dispositivo 1300 es configurado para empujar juntos los extremos proximales de los extensores más cerca mientras que tirando de los extremos distales de los extensores los separa. También se puede conectar el dispositivo anti-par 1370 a los pasadores 1353 para evitar el deslizamiento del dispositivo.

En algunos sistemas, los brazos 1304 pueden ser "alimentados" por una cremallera y piñón o un sistema de acoplamiento mecánico. En algunas realizaciones, el dispositivo anti-expansión 1351 previene además a los extensores de expansión, doblado o flexión sin control durante actividades tales como la separación, compresión, torsión y cargas axiales comunes en la manipulación de las vertebras durante la cirugía de columna.

Las FIGS. 14a-e ilustran otro ejemplo de dispositivo compresor/separador 1480, que no forma parte de la presente invención. El dispositivo 1480 incluye un alojamiento 1482 que incluye una abertura alargada entre dos raíles 1491 (a, b) en paralelo uno con el otro. Los raíles 1491 están configurados para ser conectados en un extremo usando una sección redondeada elevada 1483 y en el otro extremo utilizando una varilla de conexión 1493. El dispositivo 1480 incluye además un mecanismo de manivela-y-engranaje 1474 que está configurado para deslizarse a lo largo de los raíles 1491 usando un mecanismo de deslizamiento 1490 situado dentro de cada raíl. El raíl 1491 incluye además una pluralidad de dientes de engranaje 1484 con los cuales una rueda de engranaje 1495 del mecanismo 1474 está configurada para interactuar, como se muestra en la FIG. 14c. El mecanismo 1474 incluye además un mango 1481 que está acoplado a la rueda de engranaje 1495 y configurado para causar la rotación de la rueda de engranaje 1495. El mecanismo 1474 incluye además el mango de liberación 1482 que está configurado para permitir el movimiento del mecanismo hacia la parte elevada 1483 y evitar un movimiento inverso del mecanismo 1474. Una vez presionado el mango de liberación 1482, el mecanismo 1474 es liberado y es permitido el movimiento (es decir, la traslación) lejos de la parte elevada 1483.

La parte elevada 1483 del dispositivo 1480 incluye un elemento de bloqueo de carga por resorte 1488 que tiene dos pasadores cargados por muelles 1489 (a, b) conectados por una varilla 1499. La varilla 1499 y la parte elevada 1483 están configuradas para crear una abertura 1485 para la inserción de un dispositivo extensor de tornillo, como se muestra en las FIGS. 14d-e. En algunos sistemas, los elementos 391 del dispositivo extensor de tornillo que se muestra en las FIGS. 3a-b están configurados para interactuar con la varilla 1499 y prevenir el movimiento del dispositivo extensor de tornillo dentro de la abertura 1485. Se puede insertar un segundo dispositivo extensor de tornillo en una abertura creada entre los raíles 1491, la varilla 1499 y el mecanismo 1474. El segundo extensor de

5 tornillo puede ser asegurado mediante el mecanismo de traslación 1474 a lo largo de los raíles 1491, hasta que esté asegurado el segundo extensor de tornillo entre la varilla 1499 y el mecanismo 1474. En algunos sistemas, cada una de las aberturas 1485 y 1487 están configuradas para ser dimensionadas con el fin de permitir la inserción y fijación de los extensores de tornillo. Los elementos cargados por muelle 1489 están configurados para ser bloqueados mediante el uso de un destornillador u otra herramienta. Refiriéndose a la FIG. 14 d, se muestra un movimiento de separación, por el que están separados los extremos distales de los extensores de tornillo. Durante este movimiento, el dispositivo 1480 está configurado para ser asegurado de tal manera que los dientes de engranaje 1484 están hacia arriba. La FIG. 14e ilustra un movimiento de compresión, por el que son separados los extremos proximales de los extensores de tornillo. En este caso, el diente de engranaje 1484 está configurado cara hacia abajo. El dispositivo mostrado en las FIGS. 14a-e es ventajoso porque no es requerido ningún dispositivo anti-extendido o anti-par para mantener la estabilidad de los extensores del tornillo durante los movimientos de separación/compresión.

15 Las FIGS. 16a-c ilustran un ejemplo de herramienta de calibrado 1600 que tiene unos cursores accesorios del extensor de tornillo 1602 (a, b) que están acoplados a una regla de medición 1604, de esta manera la regla de medición 1604 está configurada para ser acoplada de forma deslizante al cursor 1602a (por ejemplo) y fijada al cursor 1602b. En algunos sistemas, los cursores 1602 están también acoplados a sus mangos respectivos 1603 (a, b) que están configurados para permitir a un cirujano desplazar fácilmente los cursores 1602. Los cursores 1602 están configurados para ser huecos interiormente y están apropiadamente dimensionados para acomodar la instalación de los extensores de tornillo. La herramienta de calibrado 1600 ayuda al cirujano en la determinación de la longitud de una varilla que es necesitada para una cirugía especial.

25 Tras la instalación de los extensores de tornillo en las vértebras, el cirujano coloca los cursores 1602 sobre los extremos proximales de los extensores de tornillo (tal como se muestra en la FIG. 16c) y desliza uno de los cursores 1602a a lo largo de la regla 1604. La regla 1604 está configurada para tener las marcas 1608 indicando un tamaño apropiado de la varilla que se necesita para la cirugía. En algunos sistemas, la regla 1604 puede ser configurada para tener un mecanismo de detención 1607 que previene el deslizamiento de los cursores 1602 de la regla 1604. Una vez que el tamaño del implante se indica en la regla 1604, la herramienta de calibrado 1600 puede retirarse de los extensores. En algunos sistemas, el cursor móvil 1602b también puede incluir un dispositivo de bloqueo 1611 que el cirujano puede usar para bloquear el dispositivo una vez que se ha determinado el tamaño apropiado de la varilla.

35 Las FIGS. 17a-c ilustran un ejemplo de herramienta guía del extensor de tornillo 1700 para volver a instalar el extensor de tornillo, según algunos sistemas de la presente invención. La herramienta 1700 puede ser utilizada en el caso de que un extensor tornillo es extraído (o por ejemplo, accidentalmente se resbale de) del tornillo instalado y necesite ser reinstalado en el tornillo. La herramienta 1700 puede utilizarse durante cualquier procedimiento de reinstalación.

40 La herramienta 1700 incluye un alojamiento hueco 1702 situado entre un extremo distal 1704 y un extremo proximal 1706. El extremo proximal 1706 está configurado para incluir un mango 1708 que controla la rotación de una parte roscada 1710 situada en un extremo distal 1704. La parte roscada 1710 está configurada para interactuar con la parte roscada dentro de la cabeza del tornillo (que no se muestra en la figura 17a). De esta manera, en caso de que el extensor de tornillo 1750 sea retirado del tornillo 1752 (tanto accidentalmente como no) y sea necesario que sea reinstalado, la herramienta 1700 es colocada sobre el cable 1754 y se desliza hacia abajo a lo largo del cable 1754 y hacia el tornillo 1752. Una vez que haya sido alcanzado el tornillo 1752, la herramienta 1700 se enrosca en la cabeza del tornillo 1752 y por lo tanto, queda asegurada al tornillo 1752. Una vez que la herramienta 1700 está asegurada al tornillo, el extensor 1750 puede ser avanzado a lo largo de la herramienta 1700 para el acoplamiento al tornillo de una manera similar a como se describió anteriormente. Después del acoplamiento del extensor 1750, la herramienta 1700 se desatornilla de la cabeza del tornillo 1752 y es retirada a lo largo de la cable 1754. En algunos sistemas, el cable 1754 puede ser un cable guía instalado para delinear un perímetro del procedimiento quirúrgico y guía al cirujano durante el procedimiento.

55 Las FIGS 19a-e ilustran varios sistemas de un dispositivo insertador de varilla, que no es parte de la presente invención. Las FIGS. 19a-b ilustran un ejemplo de una herramienta insertadora de varilla 1910. La herramienta de inserción de varilla 1910 incluye un mango 1912 situado en un extremo proximal de la herramienta 1910 y un eje 1914 acoplado al mango 1912. En un extremo distal del eje 1914, el eje incluye un mecanismo de cremallera-y-piñón 1920 configurado para deslizarse del eje 1914 y para girar una varilla 1930 (que fue acoplada previamente al mecanismo 1920) por aproximadamente 90 grados. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, son posibles otros ángulos de rotación. En algunos sistemas, tal rotación es lograda a través de la rotación del mango 1912 que está acoplado a las varillas 1925 situadas dentro del eje 1914. El giro del mango 1912 provoca que las varillas 1925 empujen hacia abajo las varillas 1927 del mecanismo de cremallera-y-piñón 1920, causando de esta forma el movimiento de rotación de la varilla 1930. La rotación inversa del mango 1912 causa la rotación inversa de la varilla 1930.

65 En algunos sistemas, la varilla 1930 (que es similar a la varilla 1984 que se muestra en la FIG. 19f) incluye una abertura 1979 en su extremo distal y configurada para ser acoplada a un pasador de inserción del mecanismo de

cremallera-y-piñón 1920. Esto permite que la varilla 1930 se mantenga en su lugar por la herramienta insertadora de varilla 1910, mientras la varilla está siendo insertada en los extensores de tornillo. La varilla incluye adicionalmente los dientes de engranaje 1978 (que se muestra en la FIG. 19f) que están configurados para estar situados en el extremo distal de la varilla y además configurados para interactuar con los dientes del engranaje 1922 del mecanismo 1920. La interacción con engranaje de la varilla 1930 y el mecanismo 1920 proporciona una rotación controlada de la varilla 1930.

Las FIGS. 19c-e ilustran otro ejemplo de herramienta insertadora de varilla 1950, que no es parte de la presente invención. La herramienta 1950 incluye un eje 1955 situado en el extremo distal 1957 configurado para ser acoplado a una varilla 1930 (de manera similar como con la herramienta 1910 in las FIGS. 19a-b) y un mango de control 1959. El mango de control 1959 está configurado para ser asegurado de forma roscada dentro del eje 1955 usando las roscas 1961. El mango 1959 de control está sujeto adicionalmente a una varilla interior 1971 que está situada dentro del eje 1955 y está configurado para deslizar dentro del eje 1955. La varilla 1930 está acoplada de forma giratoria a la varilla interior 1971. A continuación de la rotación del mango de control 1959, la varilla interior 1971 comienza a empujar en la conexión giratoria entre la varilla 1930 y la varilla interior 1971, causando de esta manera que la varilla 1930 gire, tal como se muestra en las FIGS. 19d-e. En algunos sistemas, la varilla interior 1971 puede configurarse para ser cargada con resorte dentro del eje 1955 usando los resortes 1963, que causan que el mango 1959 retorne por presión del muelle después de la rotación completa de la varilla 1930. En algunos sistemas la varilla 1930 puede ser configurada para incluir un orificio de giro 1977 que está configurado para desengancharse de la varilla interior 1971 una vez realizada la rotación de la varilla 1930. Por lo tanto, esto permite una liberación de la varilla de 1930 de la varilla interior 1971.

En algunos sistemas el eje 1955 incluye además una escala medidora 1967 situada a lo largo de una parte de la longitud del eje 1955. La escala 1967 está configurada para determinar la profundidad adecuada de inserción de la herramienta insertadora 1950 en el alojamiento del extensor de tornillo.

Las FIGS. 20a-l ilustran un procedimiento para la inserción de varilla usando una herramienta 1910 que se muestra en las FIGS 19a-b. Refiriéndose a las FIGS. 20a-d, la herramienta de inserción de varilla 1910 acoplada a la varilla 1930 (apuntando hacia el extensor de tornillo) es insertada dentro del primer extensor de tornillo 2002. Una vez insertada, la varilla 1930 es girada para que sobresalga fuera de los canales exteriores del primer extensor de tornillo 2002 y esté apuntando hacia el segundo extensor de tornillo 2004, tal como se muestra en las FIGS. 20e-f. Entonces, la varilla 1930 es avanzada dentro uno de los canales exteriores del segundo extensor de tornillo 2004, como se muestra en las FIGS. 20g-j. Una vez que haya sido insertada en los canales del primer y del segundo extensores de tornillo 2002 y 2004, la herramienta de inserción 1910 es desenganchada, tal como se muestra en las FIGS. 20k-1. Las FIGS. 20m-o ilustran la inserción de la varilla 1930 utilizando la herramienta 1950 mostrada en las FIGS.19c-e.

Las FIGS. 21a-e ilustran un ejemplo de herramienta reductora de varilla 2100 para reducir la varilla 1930 hacia el tornillo implantado, según algunos sistemas de la presente invención. La reductora de varilla 2100 incluye un eje reductor de varilla 2102 unido a un mango 2104. El mango 2104 está configurado para acoplarse de manera giratoria al eje 2102. El eje 2102 está configurado para incluir un pasaje interior 2120 para su inserción en un extensor de tornillo. La reductora incluye además unas roscas de mango 2132 y unas roscas de extensor 2135. Las roscas del extensor 2135 están configurado para interactuar con las roscas situadas sobre una superficie interior del alojamiento del extensor de tornillo 2165 (como se muestra en la FIG.21 a) y por lo tanto están configurados para sujetar la herramienta 2100 al alojamiento del extensor de tornillo. Las roscas de mango 2132 están configuradas para permitir la rotación del mango 2104 una vez que la herramienta reductora 2100 está asegurada al alojamiento del extensor 2165. En algunos sistemas la herramienta reductora 2100 incluye una ventana 2140 situada sobre el eje 2102 que permite a un cirujano obtener una confirmación visual de que el alojamiento del extensor 2165 ha sido asegurado a la herramienta reductora 2100.

En algunos sistemas el mango 2104 de la herramienta 2100 incluye una abertura 2108 que está configurada para permitir la inserción de los tornillos de fijación u otras herramientas, una vez que la herramienta reductora 2100 ha alineado la varilla 1930 y sea el momento adecuado para asegurarla al tornillo implantado.

Las FIGS. 22a-b ilustran un ejemplo de herramienta insertadora de varilla 2200, que no es parte de la presente invención. La herramienta 2200 está configurada para permitir el empuje de la varilla 1930 situada en los canales entre los dos extensores 2202 y 2204 hacia los tornillos implantados. La herramienta 2200 puede empujar la varilla 1930 desde un lado de uno de los extensores (como se muestra en la FIG. 22b) o entre dos extensores (como se muestra en la FIG. 22a). Los escenarios que se muestran en las FIGS. 22ab pueden requerir realizar diferentes tipos de incisiones. Por ejemplo, el escenario que se muestra en la FIG. 22a puede requerir a un cirujano hacer una incisión que conecta las dos incisiones creadas para los dos extensores. En algunos sistemas, la herramienta 2200 incluye un eje alargado 2207 acoplados a mangos similares a tijeras 2209 en un extremo proximal y mordazas de agarre 2211 en un extremo distal. Las mordazas de agarre 2211 están configuradas para sujetar la varilla 1930 a continuación de la actuación de los mangos 2209. Una vez que las mordazas 2211 han agarrado la varilla 1930, el cirujano puede empezar empujando la varilla hacia los tornillos implantados.

Los componentes de la presente invención pueden ser fabricados con Nitinol o cualquier otro material adecuado.

En algunos sistemas, pueden utilizarse por un cirujano (o cualquier otro profesional de la medicina) los anteriormente referenciados dispositivos extensores en una variedad de aplicaciones. Los dispositivos extensores pueden utilizarse subsecuentemente a la preparación de un hueso para la implantación de un tornillo. El tornillo es implantado utilizando una aguja para biopsia de hueso, tal como una aguja de Jamshidi, fabricada por Cardinal Health Inc., Dublin, Ohio, Estados Unidos, que puede ser seguida por la dilatación progresiva. Una vez que el hueso ha sido preparado, se implanta el tornillo del hueso. Después de la implantación, el tornillo del hueso puede ser manipulado para su orientación mediante el dispositivo extensor. Este "extensor" se extiende fuera de la herida y permite al cirujano el control el tornillo implantado.

La descripción siguiente ilustra algunas herramientas adicionales que pueden ser utilizadas con los dispositivos extensores de tornillos que se han explicado anteriormente y que se muestran en las FIGS. 1-22b.

Las FIGS. 23a-i ilustran un ejemplo de herramienta compresora-separadora 2300, según algunas realizaciones de la presente invención. Las FIGS. 23a-b ilustran vistas en perspectiva de la herramienta 2300; La FIG. 23c ilustra la herramienta 2300 siendo acoplada a los extensores de tornillo que están unidos a los tornillos respectivos implantados en una vértebra; Las FIGS.23d-e ilustran la herramienta 2300 estando en un estado de compresión (la FIG. 23d es una vista en perspectiva y la FIG. 23e es una vista transversal); Las FIGS. 23f-g ilustran la herramienta 2300 estando en un estado de separación (la FIG. 23f es una vista en perspectiva y la FIG. 23g una vista transversal); Las FIGS. 23h-i son una vista en perspectiva de la herramienta 2300 siendo acoplada a los extensores de tornillo junto con los conjuntos de tornillos correspondientes.

Refiriendo a las FIGS. 23a-i, la herramienta 2300 está configurada para aplicar fuerzas de compresión y/o de separación a los extensores de tornillo y, en última instancia, a los conjuntos de tornillo que han sido implantados en la vértebra y acoplados a los extensores de tornillo. En algunas realizaciones, la herramienta 2300 es colocada sobre las partes superiores de los dos extensores de tornillo que puede estar adyacentes el uno al otro y entonces, mediante el giro de un mango o una perilla, los conjuntos de extensor de tornillo pueden ser comprimidos juntos o separados el uno del otro, como se muestra en la FIG. 23 c-g.

En algunas realizaciones, la herramienta 2300 incluye una parte de soporte de un primer extensor de tornillo 2302 y una parte de un segundo extensor de tornillo 2304, como se muestra en las FIGS.23a-b. Cada parte 2302, 2304 puede ser configurada para tener una pieza de base respectiva 2303 acoplada a una parte respectiva superior 2305. La pieza de base 2303 está configurada para estar acoplada a un extensor de tornillo (que no se muestra en la Fig. 23 ab). La parte superior 2305 está configurada para sobresalir de la pieza de base 2303 y, en algunas realizaciones, puede estar además configurada para tener una curvatura. Las partes superiores de las partes 2302 y 2304 pueden estar configuradas para curvarse la una hacia la otra, donde las partes 2302 y 2304 están giratoriamente acopladas la una a la otra en sus respectivas partes superiores, tal y como se muestra en las FIGS. 23a-b.

Las partes 2302 y 2304 están acopladas de manera giratoria la una a la otra utilizando una conexión giratoria 2306. En algunas realizaciones, puede ser insertado un mango removible 2308 acoplado a una varilla 2307 a través de las aberturas en la parte superior de las partes 2302 y 2304 para permitir el giro de las partes 2302, 2304 alrededor de la varilla 2307.

Las partes de base 2303 de cada parte 2302 y 2304 incluyen aberturas respectivas 2312 y 2314 en el extensor de tornillo dispuestas en la parte inferior de los respectivos partes de base. Las aberturas 2312 y 2314 están configuradas para recibir las partes superiores de los extensores de tornillo, es decir que la herramienta 2300 es colocada en la parte superior de los extensores usando las aberturas 2312 y 2314, tal y como se muestra en las FIGS. 23 c-i.

La herramienta 2300 incluye además un tornillo multi roscado 2310 configurado para conectar además las partes 2302 y 2304 y las piezas de base 2303. El tornillo 2310 está configurado para ser insertado a través de las aberturas 2309, donde las aberturas 2309 están configuradas para estar situadas sustancialmente perpendiculares a las aberturas 2312 y 2314. El tornillo 2310 está configurado para incluir el roscado multi direccional 2315 y 2317 que está situado en los extremos opuestos del tornillo. Las piezas de base 2303 de cada parte 2302, 2304 incluyen respectivos mecanismos roscados 2319, 2321. El mecanismo 2319 está configurado para interactuar con la rosca del tornillo 2310 2315 y el mecanismo 2321 está configurado para interactuar con la rosca 2317 del tornillo 2310. El tornillo 2310 puede estar además configurado para incluir un mango 2320 para girar el tornillo una vez que este está insertado a través de las aberturas 2309. Debido a que los roscados 2315 y 2317 son roscados dispuestos de manera opuesta, la rotación del mango 2320 y del tornillo 2310 en una dirección (por ejemplo, en el sentido de movimiento de las agujas de un reloj 2341) causa que las piezas de base 2303 de las partes 2302 y 2304 se aproximen la una a la otra (es decir, la compresión). Similarmente, la rotación del mango 2320 y del tornillo 2310 en una dirección opuesta (por ejemplo, en el sentido contrario del movimiento de las agujas de un reloj 2342) causa que las piezas de base 2303 de las partes 2302 y 2304 se separen la una de la otra (es decir, separación). Tal movimiento de las piezas de base 2303 se traduce en el movimiento de compresión/separación de las torres del

extensor de tornillo insertadas en las aberturas respectivas 2312 y 2314. Los extendores comprimidos se ilustran en las FIGS. 23d-e. Los extendores separados se ilustran en las FIGS. 23f-i. Debido a que el tornillo 2310 gira a la misma velocidad angular, se aplica la misma fuerza rotacional a las partes 2302 y 2304 lo que permite que las partes se trasladen igualmente a lo largo de la longitud del tornillo 2310 en sus respectivas direcciones (que depende de la compresión o separación).

En algunas realizaciones, el mango fulcro 2308 puede ser configurado para ser removible y además puede ser configurado para acomodar las utilizaciones por diestros o por zurdos. Esto es ventajoso en el caso de que las partes 2302 y 2304 puedan necesitar ser separadas.

Tal como se muestra en la FIG. 23a, las partes superiores respectivas 2305 de las partes 2302 y 2304 pueden ser configuradas para incluir las aberturas 2331 que permiten el acceso a las torres de los extendores de tornillo que están insertadas en las aberturas respectivas 2312 y 2314. El cirujano (u otro profesional médico) puede insertar instrumentos o cualesquiera otras herramientas a través de las partes superiores 2305 y las respectivas aberturas 2331 de la herramienta 2300 y en las torres del extensor de tornillo 2331. Las aberturas 2331 pueden estar configuradas también para proporcionar un indicador visual de la colocación de los tornillos a través de las torres/alojamientos del extensor de tornillo.

Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, la herramienta 2300 puede estar configurada para comprimir/separar al menos dos torres de extensor de tornillo.

Las FIGS. 24a-1 ilustran un ejemplo de una herramienta de inserción de soporte final de varilla 2400, que no es parte de la presente invención. La herramienta 2400 se utiliza durante los procedimientos para la inserción de la varilla y está configurada para sujetar la varilla en un extremo distal mediante el apretado en la varilla.

Refiriéndose a las FIGS. 24a-1, la herramienta 2400 incluye un mango 2402 acoplada a un eje curvado 2404. El eje 2404 incluye un extremo distal 2406 configurado para asegurar una varilla segura y un extremo proximal 2408 que está acoplado al mango 2404. En algunos sistemas, la varilla puede ser sostenida a aproximadamente 75 grados (o cualquier otro ángulo) con respecto al eje 2404. El extremo proximal 2408 está configurado para tener una parte curvada 2409, que permite al usuario de la herramienta 2400 asegurar convenientemente y manipular la varilla dentro de los extendores de tornillo acoplados a los conjuntos respectivos de tornillos implantados.

El eje 2404 está configurado para tener una parte estacionaria o estática 2412 y una parte deslizante 2414. La parte deslizante 2414 está configurada para deslizarse en la parte superior de la parte estacionaria 2412. La parte estacionaria 2412 está configurada para estar asegurada permanentemente al mango (o dentro del mango) 2402. Ambas partes 2412 y 2414 tienen extremos proximales curvados 2409 (a, b). El extremo distal de la parte estacionaria 2412 incluye adicionalmente una ranura de recepción en forma de L 2415 que, en combinación con el extremo distal de la parte deslizante 2414, está configurada para asegurar la varilla. En algunos sistemas, como se ilustra en la FIG. 241, el extremo distal de la parte estacionaria 2412 puede tener un elemento macho de acoplamiento 2451 que está configurado para interactuar con un elemento hembra de acoplamiento 2453a situado sobre la varilla 2460. La varilla 2460 puede estar configurada para tener otro elemento de acoplamiento 2453b situado de manera opuesta al elemento de acoplamiento 2453a y configurado para interactuar con el extremo distal de la parte deslizante 2414 (que no se muestra en la FIG. 241). La varilla 2460 está configurada estar firmemente "exprimida" entre el elemento de acoplamiento de la parte estacionaria 2412 y la parte deslizante 2414, cuando la varilla está colocada en la ranura receptora en forma de L 2415.

La parte deslizante 2414 está configurada para ser acoplada a un mecanismo giratorio 2420 situado dentro del mango 2402. El mecanismo giratorio 2420 está además acoplado a una perilla de control 2425. El mecanismo rotatorio 2420 incluye además una primera varilla 2427 que está situada entre y acoplada a la perilla 2425 y una tuerca roscada 2429 y una segunda varilla 2431 que está acoplada a la tuerca roscada 2429 y a una parte interior del extremo proximal curvado de la parte deslizante 2412. La tuerca roscada 2429 está configurada para girar dentro y a lo largo de una parte roscada 2433, tal como se muestra en las FIGS. 24 g, 24i y 24k. La parte roscada 2433 está acoplada a la parte deslizante 2414 y dependiendo del movimiento de la tuerca roscada 2429 igualmente tira o empuja la parte deslizante 2414 a lo largo de la parte estacionaria 2412, tal como se muestra en las FIGS. 24 g y 24k. La rotación y traslación de la tuerca roscada 2429 a lo largo de la parte roscada 2433 son controladas por la perilla de control 2425, cuyo movimiento de rotación causa el giro de la primera varilla 2427, girando de esta forma la tuerca roscada 2429 y como consecuencia, igualmente el tirar hacia o el empujar lejos desde la perilla de control 2425.

En algunos sistemas, la parte estacionaria 2412 puede configurarse para tener partes ranuradas de detención 2471 (a, b) dispuestas en su eje y la parte deslizante 2414 puede estar configurada para tener protuberancias correspondiente 2473 (a, b) que deslizan dentro de las partes de detención 2471 cuando la parte deslizante 2414 es trasladada a lo largo de la parte estacionaria 2412. Las partes de detención impiden que la parte deslizante 2414 se extienda demasiado y por lo tanto, dañar la varilla 2460 o la herramienta 2400.

Por lo tanto, para asegurar la varilla 2460 a la herramienta 2400, la perilla de control 2425 es girada en una dirección (por ejemplo, en el sentido del movimiento contrario de las agujas de un reloj) para abrir la ranura receptora en forma de L 2415 en el extremo distal del eje de la herramienta 2400. Como consecuencia, dicha rotación traslada la parte deslizante 2414 a lo largo de la parte estacionaria 2412 hacia el mango 2408, separando de tal manera los extremos distales de las partes 2412, 2414 y formando un espacio entre los extremos proximales curvados de las partes estacionaria y deslizante, tal y como se muestra en la FIG. 24 k. La varilla se coloca en la abierta ranura receptora 2415 en forma de L. Opcionalmente, los elementos de acoplamiento 2451 y 2453a en la parte estacionaria 2412 y la varilla de 2460, respectivamente, pueden ser enganchados para asegurar más la varilla. Una vez que la varilla está en su lugar 2460, la perilla 2425 se gira en sentido contrario (por ejemplo, en el sentido del movimiento de las agujas del reloj) y la parte deslizante 2414 es trasladada lejos del mango 2408 y hacia el extremo distal de la parte estacionaria 2412 que está sosteniendo la varilla 2460. La parte deslizante 2414 entra en contacto con la varilla 2460 y la asegura dentro de la ranura receptora en forma de L 2415. Opcionalmente, los elementos de acoplamiento de la parte deslizante y la varilla pueden ser enganchados para proporcionar más estabilidad a la varilla asegurada. En algunos sistemas, la herramienta 2400 puede estar configurada para incluir un mecanismo de bloqueo con el fin de prevenir la traslación involuntaria de la parte deslizante 2414. La varilla 2460 puede ser liberada realizando los pasos anteriores en sentido inverso. Los elementos de acoplamiento también están configurados para prevenir las fuerzas axial y de torsión durante los procedimientos de inserción de varillas.

Las FIGS. 25a-e ilustran un ejemplo de una herramienta insertadora de varilla soporte final percutáneo 2500, que no es parte de la presente invención. La herramienta 2500 es en algunos aspectos similar a la herramienta 2400 pues, como aquella, permite el soporte de varillas durante la inserción de la varilla a través del sistema de extensor de tornillo. La herramienta 2500 incluye un mango 2502 y un eje curvado 2504. El eje 2504 tiene un extremo proximal 2509 al cual está unida una perilla de control 2508 y un extremo distal 2511 que está configurado para asegurar una varilla 2560. El extremo proximal 2509 está configurado adicionalmente para estar permanentemente acoplado al mango 2502. El mango 2502 está configurado para ayudar al usuario de la herramienta 2500 durante los procedimientos de inserción de la varilla. El extremo distal 2511 incluye un mecanismo soporte de la varilla 2570. El mecanismo 2570 está configurado para abrazar la varilla 2560 en una forma del tipo de pinzas. El mecanismo 2570 puede incluir un labio superior inmóvil 2571 que está permanentemente acoplado al extremo distal del eje 2504 y un labio pivotante 2573 que está giratoriamente acoplado al extremo distal del eje 2504.

Tal como se ilustra en la FIG. 25e, en algunos sistemas, el labio inmóvil 2571 puede estar configurado para incluir un elemento macho de acoplamiento 2575 que está configurado para interactuar con un correspondiente elemento hembra de acoplamiento 2576 situado sobre la varilla 2560. En algunos sistemas, el labio pivotante 2573 puede también estar configurado para incluir elementos similares de acoplamiento que puede interactuar con los correspondientes elementos de acoplamiento situados sobre la varilla 2560 (que no se muestran en la FIG. 25e). Similarmente a la herramienta 2400, los elementos de acoplamiento permiten mejor agarre de la varilla 2560, cuando la varilla 2560 está colocada entre el labio inmóvil 2571 y el labio pivotante 2573. Los elementos de acoplamiento están también configurados para prevenir las fuerzas axiales y de torsión durante los procedimientos de inserción de varillas.

El eje curvado 2504 incluye adicionalmente una varilla deslizante 2520 dispuesta en una parte interior del eje 2504. La varilla deslizante 2520 está acoplada a un mecanismo roscado 2525 dispuesto en el extremo proximal del eje 2504. La varilla deslizante 2520 es además acoplada de forma giratoria al labio pivotante 2573.

Para asegurar la varilla 2560 a la herramienta 2500, la perilla 2508 es girada en una dirección (por ejemplo, en el sentido del movimiento contrario a las agujas de un reloj), causando que la varilla 2520 sea empujada lejos del mango 2502 y de esa forma rotando el labio pivotante 2573 en una dirección hacia abajo lejos del labio inmóvil 2571. La varilla 2560 está insertada en una abertura creada mediante los dos labios 2571, 2573. En algunas realizaciones, los elementos de acoplamiento en la varilla 2560 y el labio 2571 pueden interactuar el uno con el otro. Una vez que la varilla 2560 está insertada, se gira la perilla 2508 en una dirección opuesta (por ejemplo, a favor del sentido del movimiento de las agujas de un reloj), causando de esta manera que la varilla deslizante 2520 se retraiga hacia el mango y de esta forma girando el labio pivotante 2573 en una dirección ascendente hacia el labio inmóvil 2571 y la varilla 2560. En algunos sistemas, los elementos de acoplamiento de la varilla 2560 y el labio pivotante 2573 pueden estar configurados para interactuar con el fin de asegurar aún más varilla 2560 dentro del mecanismo 2570. En algunas realizaciones, la herramienta 2500 puede estar configurada para tener un mecanismo de detención que puede estar configurado para prevenir el relajado accidental de la perilla 2508, que puede liberar la varilla 2560. Como puede ser entendido por un experto en la Técnica, la herramienta 2500 puede tener ambos labios 2571, 2573 pivotantes para asegurar la varilla.

Las FIGS. 26a-k ilustran un ejemplo de una herramienta guía de re-colocación in-situ 2600, que no forma parte de la presente invención. En algunos sistemas, la herramienta 2600 está configurada para facilitar la re-colocación de un extensor de tornillo a un conjunto de tornillo mientras que éste último está ya implantado en las vértebras. Esta herramienta también puede ser útil en los siguientes escenarios: (1) cuando el conjunto del tornillo es por sí mismo; (2) cuando el conjunto de tornillo ya incluye una varilla que ha sido insertada; y (3) cuando el conjunto de tornillo incluye ya una varilla que ha sido insertada y asegurada mediante un tornillo de fijación.

La FIG. 26a ilustra la herramienta 2600 siendo acoplada a un extensor de tornillo 2601. Los extendores de tornillo ya han sido previamente mencionados con respecto a las FIGS. 1-22b. Como se muestra en la figura 26b, la herramienta 2600 puede estar configurada para incluir dos ejes removibles 2604 y 2606 de manera conjunta con un conjunto principal 2608. El eje 2604 está configurado para poder usarse cuando un tornillo de fijación no ha sido unido a un conjunto de tornillo que está siendo implantado en las vértebras (es decir, escenarios números (1) y (2)). El eje 2604 tiene un extremo distal 2605a y un extremo proximal 2605b. El extremo distal 2605a incluye una punta roscada 2610 que permite atornillar el eje 2604 en la cabeza del conjunto de tornillo cuando el tornillo de fijación no está instalado. El extremo proximal 2605b acomoda la colocación de una perilla desmontable 2611 que está configurada para girar el eje 2604 durante la instalación y la retirada del conjunto de tornillo.

Alternativamente, si el tornillo de fijación ya se ha instalado en el conjunto de tornillo (es decir, escenario número (3)), puede utilizarse el eje 2606. El eje 2606 incluye un extremo distal 2607a y un extremo proximal 2607b. El extremo distal 2607a incluye una clavija 2612 que está configurada para estar insertada en el tornillo de fijación y que asegura el eje 2606 al tornillo de fijación. Los extremos proximales 2607b y 2605b son similares el uno al otro. La perilla 2611 puede ser configurado para estar asegurada al extremo proximal 2607b del eje 2606 de la misma manera como con respecto al eje 2604.

Una vez que uno de los ejes 2604, 2606 está instalado en el conjunto de tornillo, como se muestra en las FIGS. 26c-d, el conjunto principal 2608 es colocado sobre el eje instalado. El conjunto principal 2608 incluye un extremo proximal 2615 y un extremo distal 2617 y un eje 2619 situado entre el extremo proximal 2615 y el extremo distal 2617. El extremo proximal 2615 incluye un mango 2618. El extremo distal 2617 incluye un alojamiento hueco 2621 que está configurado para ser colocado sobre la cabeza de un tornillo instalado y además acomodar la colocación de un alojamiento de extensor de tornillo. El eje 2619 y el mango 2618 incluyen un canal interior 2625, que se utiliza para colocar el conjunto 2608 sobre el eje 2604 ó 2606. En algunos sistemas, la longitud del eje 2619 o, alternativamente, la distancia entre el extremo distal del mango 2618 y el alojamiento hueco en el extremo proximal 2621 es mayor que la longitud del alojamiento del extensor de tornillo que está preparado para ser re-unido al tornillo.

El alojamiento hueco 2621 tiene un diámetro que es más grande que el diámetro de un alojamiento de extensor de tornillo que está preparado para ser reconectado al conjunto de tornillo. En algunas realizaciones, el alojamiento 2621 puede estar además configurado para tener partes ranuradas situadas en su extremo distal, donde las partes ranuradas están configuradas para ser estar colocadas sobre la varilla que ha sido previamente asegurada al conjunto de tornillo (si tal varilla ha sido instalada).

Una vez que el eje 2604 ó 2606 y el conjunto 2608 están instalados al conjunto de tornillo, la perilla 2611 asegura la combinación del eje 2604 (ó 2606) y el conjunto 2608 al tornillo, tal como se muestra en la figura 26h. Entonces, el alojamiento de extensor de tornillo que tiene un canal abierto (como se ilustra en las FIGS. 3a c) está configurado para ser deslizado sobre el eje plano 2619 mediante su canal abierto. El espesor del eje plano 2619 puede ser configurado para ser menor que el ancho del canal abierto del extensor de tornillo. Una vez que el alojamiento del extensor de tornillo se coloca sobre el eje 2619 (como se muestra en la FIG. 26i), el alojamiento del extensor es trasladado hacia el conjunto de tornillo (por ejemplo, en una manera descendente) a lo largo del eje 2619, insertando de esta manera el alojamiento del extensor de tornillo en el alojamiento hueco 2621, tal como se muestra en la FIG. 26j. Una vez realizada la inserción, el alojamiento del extensor de tornillo está asegurado al conjunto de tornillo, tal y como se explicó anteriormente con respecto a las FIGS. 1-22b. Una vez que el alojamiento del extensor de tornillo está asegurado al conjunto de tornillo, se retira la herramienta 2600. La herramienta 2600 puede ser desatornillada del conjunto de tornillo, si el tornillo de fijación no está instalado; alternativamente, se puede quitar del conjunto de tornillo mediante la retirada del conjunto 2608 y el eje 2606, si el tornillo de fijación está instalado. Una vez que la herramienta 2600 ha sido retirada del conjunto de tornillo, el alojamiento del extensor de tornillo está configurado para permanecer unido al conjunto de tornillo tal como se muestra en la FIG. 26 k.

Las FIGS. 27a-g ilustran un ejemplo de herramienta reductora de varilla 2700, de acuerdo con algunos sistemas de la presente invención. En algunos aspectos, la reductora de varilla 2700 es similar a la reductora de varilla 2100 que se muestra en las FIGS. 21a-e con las siguientes diferencias. En algunos sistemas, la varilla reductora 2700 incluye un mecanismo de reducción roscado y permite a su parte externa del eje ser independiente del patinamiento o de las fuerzas giratorias. El mango de la reductora de varilla 2700 está configurado para acoplarse a un roscado interno que se engancha con una torre de extensor de tornillo. La reductora de varilla 2700 incluye un collar que está unido al eje principal y está configurado para flotar dentro del conjunto del mango. De esta forma, el roscado rotacional de la reductora de varilla 2700 causa a la varilla ser forzada hacia abajo a lo largo del extensor de tornillo, sin embargo, el collar y/o el eje principal de la reductora de varilla están configurados para permanecer en el lugar. La reductora de varilla 2700 está configurada para proporcionar fuerzas contra-rotacionales en la varilla y además proporcionar una mejor traslación de fuerzas hacia abajo desde la reductora de varilla a la varilla.

Refiriéndose a la FIG. 27a-f, asumiendo que una torre/alojamiento de extensor de tornillo 2710 ya está acoplada al conjunto de tornillo 2730 que se ha implantado en las vertebrae y se ha colocado una varilla 2720 dentro del extensor de tornillo 2710 sustancialmente adyacente al conjunto de tornillo, la herramienta reductora de varilla 2700 puede ser colocada sobre la torre/alojamiento del extensor de tornillo 2710 para además asegurar la varilla 2730 en

su lugar. En algunos sistemas, la reductora de varilla 2700 incluye un eje principal 2702 acoplado a un mango 2704. Como se muestra en la FIG. 27c, una vista transversal de la reductora de varilla 2700, la reductora de la varilla incluye un interior hueco 2708 que está configurado para acomodar la instalación del alojamiento/torre del extensor de tornillo 2710 (véase las FIGS. 27 d-e). El mango 2704 está configurado para incluir un mecanismo roscado interior 2712 que además está configurado para enganchar el alojamiento del extensor de tornillo 2710, tal como se muestra en las FIGS. 27 d-e. Una vez enganchada la torre del extensor de tornillo, el mecanismo roscado 2712 es girado en una manera hacia abajo usando el mango 2704, trasladando de esta manera la reductora de varilla 2700 también en un dirección hacia abajo hacia el conjunto de tornillo y la varilla. El mango está configurado para girar junto con eje principal 2702. En algunos sistemas, el mango está configurado para rotar independientemente del eje principal 2702, donde el eje principal 2702 no gira. Dicha traslación de la reductora de varilla 2700 empuja la varilla hacia el conjunto de tornillo, tal como se muestra en las FIGS. 27e-g. Después de empujar la varilla al conjunto de tornillo, la herramienta de varilla reductora 2700 se retira.

Las FIGS. 27h-i ilustran un sistema alternativo de una herramienta de varilla reductora 2750. La herramienta de varilla reductora 2750 está configurada para ser similar a la herramienta de varilla reductora 2700. La herramienta 2750 incluye un mango 2755, un eje principal 2757, y un collar 2759 situados entre el mango 2755 y el eje principal 2757. El mango 2757 incluye un eje de mango 2761, un primer roscado de mango 2763 y un segundo roscado de mango 2765, en donde el primer roscado de mango 2763 está situado en el extremo proximal del eje del mango 2761 y el segundo roscado de mango 2765 está situado en el extremo distal del eje del mango 2761. El primer roscado de mango 2763 está configurado para permitir el giro del mango 2755 alrededor del eje del mango 2761 durante el movimiento traslacional de la herramienta 2750 a lo largo de la torre del extensor tornillo (que no se muestra en las FIGS. 27h-i). El segundo roscado de mango 2765 está configurado para enganchar la torre del extensor de tornillo de manera similar, como se ha explicado anteriormente y se ha mostrado en las FIGS. 27a-g. El collar 2759 está configurado para incluir un roscado de collar 2767 que interactúa con un roscado de eje 2769 durante el procedimiento de reducción de la varilla (es decir, la traslación del eje de manera descendente a lo largo de la torre/alojamiento del extensor de tornillo). El collar 2759 permite a un usuario mantener el collar 2759 durante el procedimiento de reducción de la varilla y girar el mango 2755 para forzar la herramienta 2750 hacia el conjunto de tornillo y de esta manera empujar la varilla hacia el conjunto del tornillo. Debe ser señalado que durante los procedimientos de reducción de la varilla, el eje principal 2757 es estático, mientras que el mango 2755 y el collar 2759 están configurados para girar independientemente el uno del otro y el eje 2757. En algunos sistemas, la punta distal del eje 2757 incluye dos partes ranuradas 2771 (a, b) que están configuradas para acomodar la instalación de la varilla durante los procedimientos de reducción de la varilla. La parte ranurada 2771 permite mejor estabilidad de la herramienta de la varilla reductora 2750 durante el procedimiento.

Las FIGS. 28a-e ilustran otro ejemplo de una herramienta removedora del extensor de tornillo 2800. La herramienta 2800 está configurada para ser utilizada cuando es necesario remover un alojamiento/torre del extensor de tornillo que ha sido unido a un conjunto de tornillo. Esta herramienta está configurada para liberar fácilmente el extensor de tornillo del conjunto de tornillo y minimizando las fuerzas axiales en el conjunto de tornillo.

Refiriéndose a FIG. 28e, en algunos sistemas, la herramienta 2800 incluye un mango 2802 acoplado a un eje 2804. El mango 2802 incluye una parte estática 2805 y una parte móvil 2807. La parte móvil está cargada con resistencia usando un mecanismo similar a un resorte 2809. El mecanismo 2809 permite mover la parte 2807 para ser empujada hacia la parte estática 2805 contra la resistencia del mecanismo 2809 y retornando la parte 2807 a su estado original desde su liberación. La parte móvil 2807 está acoplada a una palanca 2811, que a su vez está acoplada a un eje interno 2806 situado dentro del eje 2804. El eje 2804 está configurado para tener un diámetro más pequeño que el diámetro interno del alojamiento del extensor de tornillo que debe ser removido del conjunto de tornillo. La palanca 2811 está giratoriamente acoplada a ambos, a la parte móvil 2807 y el eje interno 2806. Una vez apretada la parte 2807 del mango 2802, las conexiones giratorias de la palanca 2811 giran y empujan el eje interno 2806 a lo largo del interior del eje 2804 y lejos del mango 2802. Esto causa que el extremo distal mango del eje interno 2806 se extienda más allá del extremo distal del eje 2804. Una vez liberada la parte 2807, el eje interno 2806 retorna a su posición original dentro del eje 2804.

El eje 2804 incluye adicionalmente las protuberancias 2815 (a, b) situadas sobre su circunferencia exterior sustancialmente adyacentes al extremo distal del eje 2804. Los protuberancias 2815 están configurados para interactuar con las partes flexibles encajadoras 240 (véase, FIG. 2a) una vez realizada la inserción de la herramienta 2800 en el alojamiento del extensor de tornillo 2820, como se muestra en las FIGS. 28a-e. Las protuberancias 2815 están configuradas para empujar hacia fuera las partes flexibles encajadoras 240 y de esta manera libera el alojamiento del extensor de tornillo de la unión bloqueada con el conjunto de tornillo 2830. De esta manera, para retirar la torre/alojamiento del extensor de tornillo del conjunto de tornillo, se inserta la herramienta 2800 en el alojamiento del extensor de tornillo hasta que su extremo distal es sustancialmente adyacente al tornillo de fijación del conjunto de tornillo, la herramienta 2800 puede ser girada de tal manera que las protuberancias 2815 contactan y subsecuentemente empujan y separan (es decir, lejos de la cabeza del conjunto de tornillo) las partes flexibles encajadoras 240, entonces es apretada la parte móvil 2807 del mango 2802, extendiendo de esta manera el eje interno 2806 más allá del extremo distal del eje 2804 y empujando el interno 2806 contra el tornillo de fijación del conjunto de tornillo y quitando el extensor del tornillo del conjunto de tornillo, tal como se muestra en las FIGS. 28a-e. En algunos sistemas, el eje 2804 puede estar configurado para incluir un elemento de detención 2819 que entra

en contacto con el extremo proximal del alojamiento del extensor tornillo de una vez insertada la herramienta 2800 y previene la inserción excesiva de la herramienta.

Las FIGS. 29a-f ilustran un ejemplo de herramienta insertadora de varilla 2900 para insertar un elemento de conexión a través de la exposición divergente de un tejido blando, que es creado por los extensores de tornillo. La herramienta 2900 incluye un mango 2902, un alojamiento principal 2904, un alojamiento secundario 2906, un alojamiento lateral 2908 y un interruptor 2910. El mango 2902 está situado en el extremo proximal del alojamiento principal 2904. La herramienta 2900 incluye además un mecanismo (o mordazas) de soporte de varilla 2912 situado en un extremo distal del alojamiento principal 2904. El mecanismo de soporte de la varilla 2912 está configurado para asegurar una varilla 2950 mientras está siendo insertada entre dos alojamientos de extensor de tornillo 2952 y 2954 que están acoplados a tornillos instalados, tal como se muestra en las FIGS. 29b-d. El alojamiento principal 2904 está situado entre el mango 2902 y el extremo distal de la herramienta 2900. El subalojamiento 2906 y el alojamiento lateral 2908 están configurados para estar situados a lo largo del alojamiento principal 2904. La herramienta 2900 incluye adicionalmente un mecanismo de conmutación 2914 situado en el extremo proximal de la herramienta 2900 y sustancialmente adyacente al alojamiento principal 2904 y al mango 2902. El mecanismo de conmutación 2914 está además ilustrado en las FIGS. 29e-f. El mecanismo de conmutación está configurado para liberar la varilla 2950 una vez esta instalada entre dos alojamientos de extensor de tornillo 2952 y 2954.

El mecanismo de soporte de la varilla con 2912 está formado utilizando los extremos distal del alojamiento principal 2904, el alojamiento secundario 2906 y el alojamiento lateral 2908. El extremo distal del alojamiento principal 2904 incluye un elemento de agarre en "forma de L" 2918 que permite la colocación de la varilla en una posición sustancialmente vertical con respecto a los alojamientos 2904, 2906, 2908, tal como se muestra en la FIG. 29b. El extremo distal del alojamiento lateral 2908 está configurado para empujar sobre una parte de la varilla que está situada adyacente al extremo distal del alojamiento lateral 2908 con el fin de rotar la varilla a una posición horizontal, tal como se muestra en la figura 29 d.

Los alojamientos 2904, 2906 y 2908 están configurados para acoplarse internamente al mango 2902 y al mecanismo de conmutación 2914. El mango 2902 es configurado para ser cargado por resorte teniendo una resistencia de muelle que permite el retorno del mango 2902 a un estado inicial, después de que el usuario haya apretado el mango 2902. El mecanismo de conmutación 2914 incluye una palanca 2920 situada sobre el mango 2902 sustancialmente adyacente al extremo proximal del alojamiento principal 2902. La palanca 2920 está además colocada adyacente a una pestaña 2922. La rotación de la palanca 2920 permite la liberación de la varilla del mecanismo de soporte 2912. La palanca 2920 está además interconectada con un pasador de sujeción 2944, como se muestra en las FIGS. 29e-f. Una vez que se ha realizado la rotación de la palanca 2920 en sentido descendente, como se muestra en la FIG. 29e, el pasador 2944 está configurado para tirar de él en una dirección ascendente, liberando de esta manera el alojamiento 2906 de una posición, en la cual está configurado para sostener la varilla 2950 (véase, FIG. 29d). Una vez el alojamiento 2906 es liberado, el usuario puede tirar en la pestaña 2922 para liberar la varilla 2950 de la herramienta 2900 (y viceversa).

La herramienta 2900 está configurada para sostener la varilla 2950 en posición casi vertical durante la inserción. La herramienta 2900 permite además manipular la varilla horizontalmente una vez que la varilla está insertada a través de una incisión pequeña en la piel del paciente para instalar la varilla 2950 entre dos tornillos pediculares, tal como se muestra en las FIGS. 29b-d. La herramienta 2900 permite a su usuario (un cirujano o cualquier otro profesional médico) agarrar la varilla 2950 en su tramo intermedio sin necesidad de requerir que un elemento especial (por ejemplo, una ranura de sujeción, etc.) esté instalado en la varilla. La herramienta 2900 permite además a su usuario instalar la varilla 2950 a través de una incisión con una abertura pequeña pero divergente según se profundiza en la incisión. En algunos sistemas, la herramienta 2900 está configurada para combinar dos movimientos en direcciones diferentes mediante el apretado de la herramienta 2900, es decir, que permite sostener la varilla en orientación semi vertical y girándola luego en una posición horizontal para su instalación entre dos tornillos pediculares.

Las FIGS. 29b-d ilustran además el procedimiento para la inserción de la varilla 2950 utilizando la herramienta 2900. Para instalar la varilla 2950, el usuario carga la varilla 2950 en la herramienta 2900 mediante el acoplamiento de la varilla 2950 al mecanismo de soporte de la varilla 2912 situado en el extremo distal de la herramienta 2900. Para cargar la varilla 2950, el alojamiento secundario 2906 es tirado hacia atrás utilizando la pestaña 2922 y la varilla 2950 es colocada en el elemento de agarre en forme de L 2918. El alojamiento secundario 2906 está configurado para ser accionada por resorte (por ejemplo, teniendo un muelle colocado en el interior del alojamiento secundario) y está configurado además para volver a su original posición con respecto al alojamiento principal y hacia la varilla cargada 2950. Una vez que el alojamiento secundario 2906 ha sido devuelto a su posición original, la varilla 2950 está asegurada en el extremo distal de la herramienta 2900. Por lo tanto, la varilla 2950 está lista para ser instalada a través de la incisión.

Durante la inserción de la varilla, el usuario puede querer girar la varilla para colocarla en una posición horizontal para asegurarla a los tornillos pediculares. Para rotar la varilla 2950, el usuario comprime el mango 2902. La compresión del mango acciona el alojamiento lateral 2908, que causa que el lateral 2908 se deslice a lo largo del alojamiento principal 2902 hacia la varilla asegurada 2950. El extremo distal del alojamiento lateral entra en contacto con la varilla 2950 y fuerza a la varilla para girar en una posición sustancialmente horizontal. Durante el proceso de

rotación, el alojamiento principal sirve como un fulcro y continúa sosteniendo la varilla 2950. Además, el alojamiento secundario está configurado para ser empujado lejos de la varilla y hacia el extremo proximal del alojamiento secundario hasta la actuación del alojamiento lateral y la rotación de la varilla. Por lo tanto, al apretar totalmente el mango 2902, la varilla 2950 está configurada para rotar a una posición que es sustancialmente perpendicular al eje del alojamiento principal.

Una vez que la varilla 2950 está asegurada a los tornillos pediculares, la varilla se libera. Para liberar la varilla 2950, el usuario gira el mecanismo de conmutación desde su primera posición (posición de carga) a la segunda posición (posición de liberación), bloqueando de esta manera el alojamiento lateral 2908 y el cuerpo secundario 2906 juntos. Una vez bloqueados los dos alojamientos juntos, el usuario suelta el mango 2902 y la varilla 2950 permanece en una posición horizontal y de los alojamientos secundario y lateral 2906, 2908. En este punto, la herramienta de inserción 2900 puede ser retirada de la incisión. Para volver a sujetar la varilla 2950, el usuario puede apretar el mango 2902 y girar el mecanismo de conmutación en una dirección opuesta desde su segunda posición a su primera posición, asegurando de tal manera la varilla 2950 al mecanismo de soporte.

En algunos sistemas, un cirujano puede implementar una o varias de las herramientas explicadas con anterioridad y que se muestran en las FIGS. 1a-29f en conexión con un alojamiento de extensor de tornillo y un conjunto de tornillo. En un ejemplo de procedimiento, un paciente puede ser colocado prono, acostado plano en una mesa radiotransparente. Pueden ser utilizados los rollos de pecho, pero es preferible evitar posiciones rodilla a torso. Puede ser proporcionada una separación adecuada de la mesa quirúrgica para el uso de un brazo-C fluoroscópico. En algunos casos, la planificación preoperatoria puede determinar una correcta aproximación al pedículo, incluyendo un punto de entrada apropiado y la trayectoria. Para la aproximación al pedículo, puede utilizarse imagen fluoroscópica para verificar las imágenes antero-posterior y lateral de la columna vertebral para delinear adecuadamente la morfología del pedículo y la geometría. Después de la identificación del punto de entrada al pedículo, se utiliza una aguja dirigida a iniciar el punto de entrada. El ángulo de entrada y la trayectoria pueden ajustarse con imagen fluoroscópica hasta que es obtenida la posición correcta. Una vez que la aguja de aproximación está en su lugar, se puede quitar un estilete interno de la aguja. La aguja es canulada para permitir la colocación de un cable guía. El cable guía es insertado a través de la aguja a una profundidad deseada mientras se observa que el cable guía no causa ningún daño. Entonces, después de que se ha insertado el cable guía, se retira la aguja. A los efectos de separación hacia los lados del tejido y de permitir la colocación de las torres/alojamiento del extensor tornillo y las herramientas, se avanzan a lo largo del cable guía los dilatadores de diámetro variable. Una vez que se ha realizado la colocación de un dilatador de mayor diámetro, se retira un dilatador de diámetro más pequeño y un punzonador canulado es colocado sobre el cable guía a través del dilatador de diámetro más grande con el fin de abrir el cortex en el punto de entrada del pedículo. El pedículo puede ser punzonado utilizando una herramienta canulada de punzonado una vez que el punzonador se ha retirado. Esto completa la etapa de preparación del pedículo del procedimiento quirúrgico. En este momento, el cirujano puede comenzar la inserción del tornillo. Se retira la herramienta canulada de punzonado y además se colocan sobre el cable guía dilatadores de mayor diámetro. Como se explicaba más arriba, el alojamiento del extensor de tornillo está conectado a un tornillo poliaxial canulado (o cualquier otro tipo de tornillo adecuado) antes de ser instalado en el sitio elegido. En algunas realizaciones, puede ser utilizada una herramienta guía de alineación de tornillo para unir el tornillo con el extensor de tornillo. Una vez que el extensor de tornillo está acoplado al tornillo, usando un destornillador que tenga un mango axial o un mango en T, la combinación de la extensión del tornillo y el tornillo se colocan sobre el cable guía y a través del dilatador unido. El tornillo es entonces insertado en el pedículo utilizando el destornillador. Después de insertar el tornillo en el pedículo, el destornillador y el dilatador se retiran. El procedimiento anterior puede ser repetido para cualesquiera subsecuentes tornillos y extensores de tornillos.

Una vez que los tornillos con sus respectivos extensores de tornillo están instalados en el sitio, se puede iniciar el procedimiento de inserción de la varilla. Usando calibres de extensor de tornillo 3000 (como las que se muestran en la FIG. 30) o cualquier otra herramienta adecuada, se determina la longitud de la varilla. Si se utilizan los calibres que se muestran en la FIG. 30 entonces la longitud de la varilla puede estar indicada en la parte superior de los calibres. Entonces, la varilla está preparada basándose en esas mediciones.

Un camino es abierto entre dos tornillos instalados usando una conocida curvada y/o afilada varilla de cuchillo. Entonces, usando un insertador de varilla (FIG. 22a-b), y un insertador de varilla de soporte en el extremo (Fig. 24a-1), el elemento de inserción percutánea de varilla de soporte en el extremo (FIGS. 25a-e), un insertador de varilla (FIGS. 29a-f) o cualquier otro mecanismos/herramientas insertadores de varilla (por ejemplo, FIGS.19a-20o) se utilizan para avanzar la varilla a lo largo de los extensores de tornillo hacia los tornillos implantados.

En algunos sistemas, puede utilizarse una herramienta reductora de varilla (FIGS. 21ae, 27a-i) para asegurar provisionalmente la varilla en su lugar. Además, pueden utilizarse las herramientas de compresión/separación (FIGS.13a-14e, 23a-i) para ajustar distancias/ángulos entre las torres de extensor de tornillo.

Después de que se determinan las distancias/ángulos, la varilla es capturada mediante tornillos de fijación que son colocados a través de los conjuntos de extensor de tornillo usando una conocida herramienta insertadora de tornillo de fijación. Los tornillos de fijación pueden ser provisionalmente apretados para asegurar la varilla en su lugar. Luego, utilizando una conocida llave de par de mango en T con un eje de llave de par y un mango anti-par de

5 extensor de tornillo 3100 (por ejemplo, como se muestra en la FIG. 31), los tornillos de fijación son finalmente apretados. El mango anti par es acoplado a un extremo proximal del alojamiento del extensor de tornillo y llave de par de mango en T es insertada en el alojamiento del extensor de tornillo hasta que contacta con el tornillo de fijación. Entonces, la llave de par con mango en T es girada (por ejemplo, en el sentido del movimiento de las agujas de un reloj) para fijar el tornillo de fijación. En algunos sistemas, una indicación audible (por ejemplo, un ruido de clic) puede alertar al cirujano que los tornillos de fijación han sido finalmente apretados.

10 Para quitar los extensores de tornillo, son utilizadas las herramientas removedoras del extensor de tornillo (por ejemplo, las FIGS. 18a-c, 28a-e) para desenganchar el alojamiento del extensor de tornillo desde el conjunto de tornillo implantado. En algunos sistemas, puede ser usada in situ una herramienta de re-colocación del extensor de tornillo (por ejemplo, las FIGS. 26a-k) para volver colocar los alojamientos del extensor de tornillo a los conjuntos de tornillo.

15 En una cirugía típica, pueden ser implantados una pluralidad de tornillos de hueso utilizando las herramientas explicadas en conexión con ello y que se muestran en las FIGS. 1a-31. En algunos casos, una vez que el número apropiado de tornillos haya sido implantado en la materia ósea de un paciente, una varilla y/o cable pueden unir espacios entre los tornillos. La colocación y manipulación de los tornillos pueden lograrse usando los dispositivos extensores y las diversas herramientas quirúrgicas, como se muestra en las FIGS. 1a-31. A continuación, pueden ser apretados los tornillos de fijación y el cable guía puede ser retirado. Normalmente, el cable guía es retirado antes  
20 del uso de la herramienta de calibrado. El dispositivo extensor y el uso de herramientas quirúrgicas permiten a un cirujano (u otra profesión médica) llevar a cabo una cirugía mínimamente invasiva para colocar diversos dispositivos de fusión, tal y como es en el caso de los procedimientos de fusión de columna vertebral.

REIVINDICACIONES

- 5 1.Una herramienta de separación/compresión (2300) para su utilización con un sistema de extensor de tornillo que tiene por lo menos dos alojamientos huecos para unos extensores de tornillo configurados para ser acoplados a los respectivos conjuntos de tornillo implantados en las vértebras, estando la herramienta **caracterizada porque** comprende:
- 10 Un alojamiento que tiene
- 10 Una parte soporte del primer extensor de tornillo (2302) con un primera parte superior (2305);
- Una parte soporte del segundo extensor de tornillo (2304) con una segunda parte superior acoplada de forma giratoria (2306) a la primera parte superior de la primera parte soporte del primer extensor de tornillo (2302);
- 15 Cada parte soporte del extensor de tornillo incluye una base (2303) configurada para mantener un alojamiento de extensor de tornillo; y
- Un mecanismo roscado multidireccional (2310) configurado para fijar las bases de las partes soportes del extensor de tornillo (2302, 2304);
- 20 En donde la rotación del mecanismo roscado en una dirección provoca la separación del alojamiento del extensor de tornillo alojamientos acoplado a las bases y la rotación del mecanismo roscado en la otra dirección causa la compresión del alojamiento del extensor de tornillo.
- 25 2. La herramienta de separación/compresión según la reivindicación 1, en la cual cada base incluye además un mecanismo roscado respectivo de base (2319, 2321) **caracterizada para** interactuar con el mecanismo roscado multidireccional.
- 30 3. La herramienta de separación/compresión según la reivindicación 2, en donde el mecanismo roscado multidireccional incluye por lo menos una parte que tiene un roscado a derechas y por lo menos otra parte que tiene un roscado a izquierdas.
- 35 4. La herramienta de separación/compresión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un mango fulcro intercambiable (2308) configurado para acoplarse giratoriamente con las partes soporte (2302, 2304) en sus respectivas partes superiores.
- 40 5. La herramienta de separación/compresión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde además el alojamiento comprende por lo menos un puerto de acceso (2331) para el acceso a los alojamientos de extensor de tornillo acoplados a las bases.
- 45 6. La herramienta de separación/compresión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el plano de rotación del mecanismo roscado multidireccional está configurado para ser sustancialmente perpendicular al plano de los alojamientos de los extensores de tornillo acoplados a las bases.
- 50 7. La herramienta de separación/compresión según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la parte de base (2303) de la parte soporte del primer extensor de tornillo (2302) incluye una primera abertura (2312) para recibir un primer extensor tornillo que se conecta a una primera vértebra;
- La parte de base de la parte soporte segunda (2304) incluye una segunda abertura (2314) para recibir un segundo extensor de tornillo que se acopla a una segunda vértebra; y
- El mecanismo de roscado multidireccional es un tornillo multirroscado (2310) que conecta las partes de base distal (2303) y posiciona la parte soporte del primer extensor de tornillo (2302) en relación con la parte soporte del segundo extensor de tornillo (2304) para comprimir y separar la primera vértebra en relación con la segunda vértebra, en donde la herramienta comprende además una tercera abertura (2309) perpendicular a la primera
- 55 abertura para recibir tornillo multirroscado; y
- Una cuarta abertura perpendicular a la segunda abertura para recibir el tornillo multirroscado,
- En donde los mecanismos roscados (2319, 2321) en las aberturas tercera y cuarta interactúan con el tornillo multirroscado (2310) y permiten el giro de la parte soporte del primer extensor de tornillo con relación con la parte soporte del segundo extensor de tornillo,
- 60 y además en la cual el tornillo multirroscado (2310) incluye una primera rosca que interactúa con un primero de los mecanismos roscados en la tercera abertura y una segunda rosca que interactúa con un segundo de los mecanismos roscados en la cuarta abertura.
8. La herramienta de separación/compresión de la reivindicación 7 el acoplamiento giratorio (2306) consta además de una varilla (2307) insertada a través de aberturas en el los extremos proximales (2305) de las partes soportes del primer y segundo extensor de tornillo.
- 65 9. La herramienta de separación/compresión de la reivindicación 8, en donde la conexión giratoria (2306) adicionalmente comprende un mango removible (2308) acoplado a la conexión giratoria (2306).

FIG. 1A

FIG. 1B

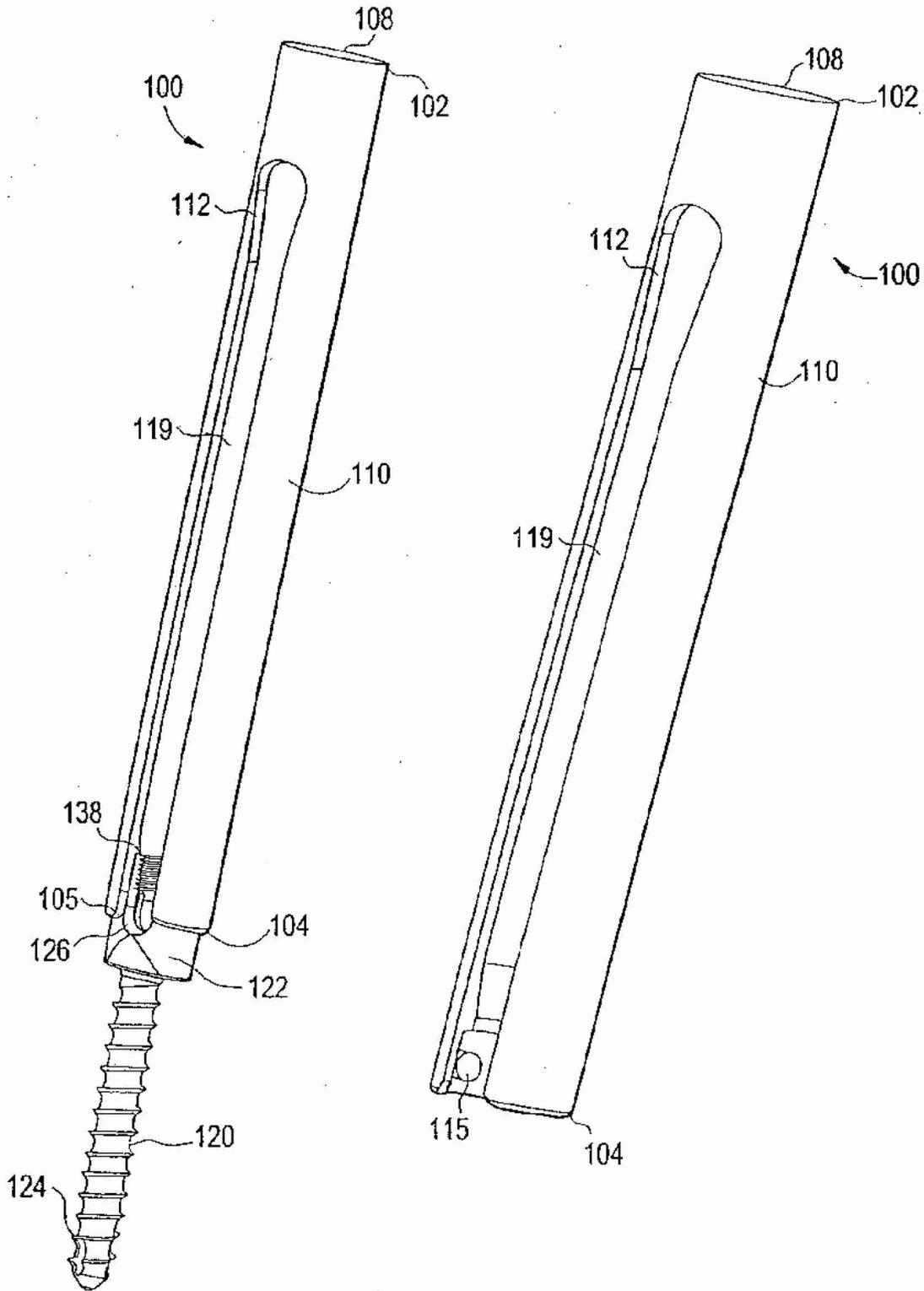


FIG. 1C

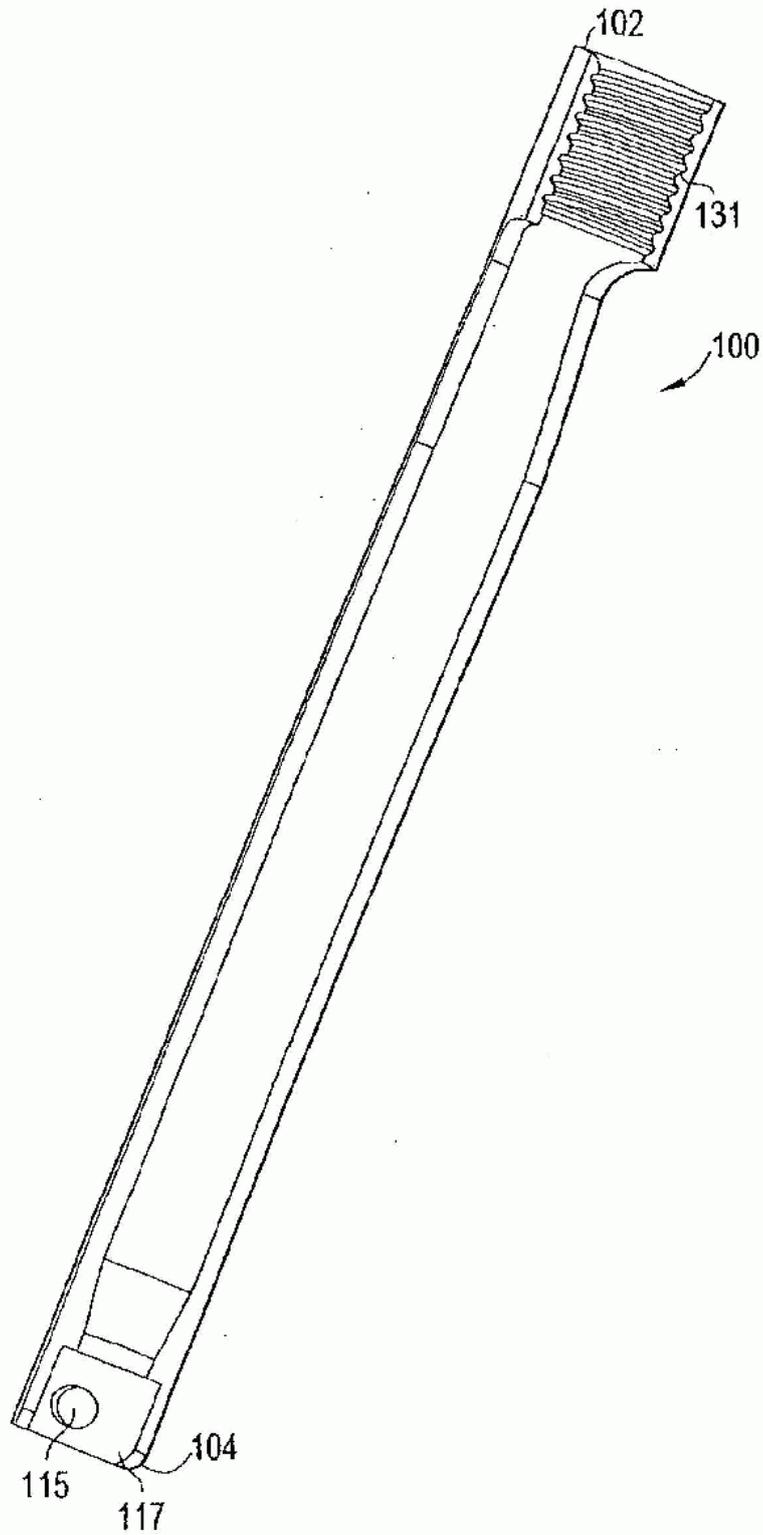




FIG. 2B

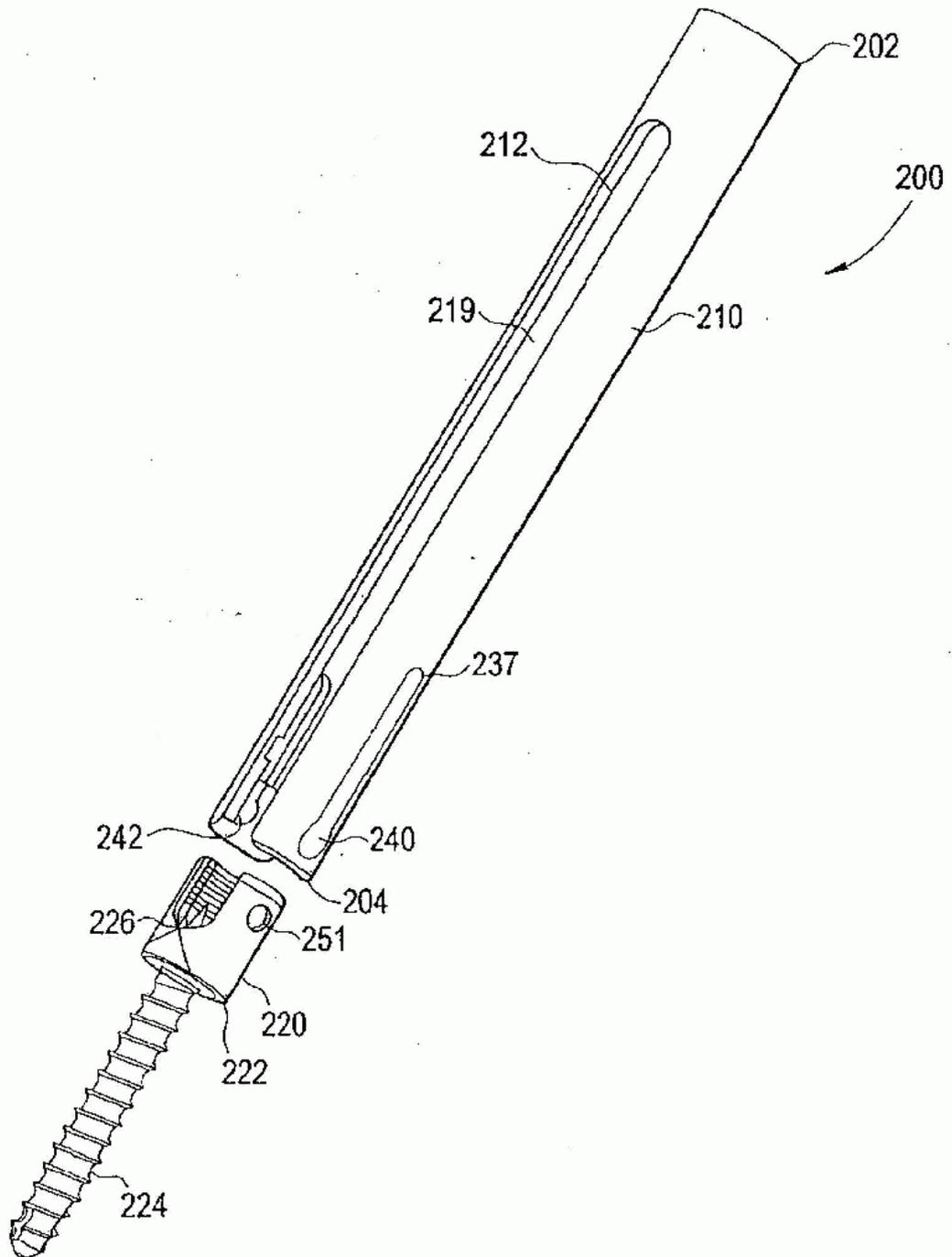


FIG. 3A

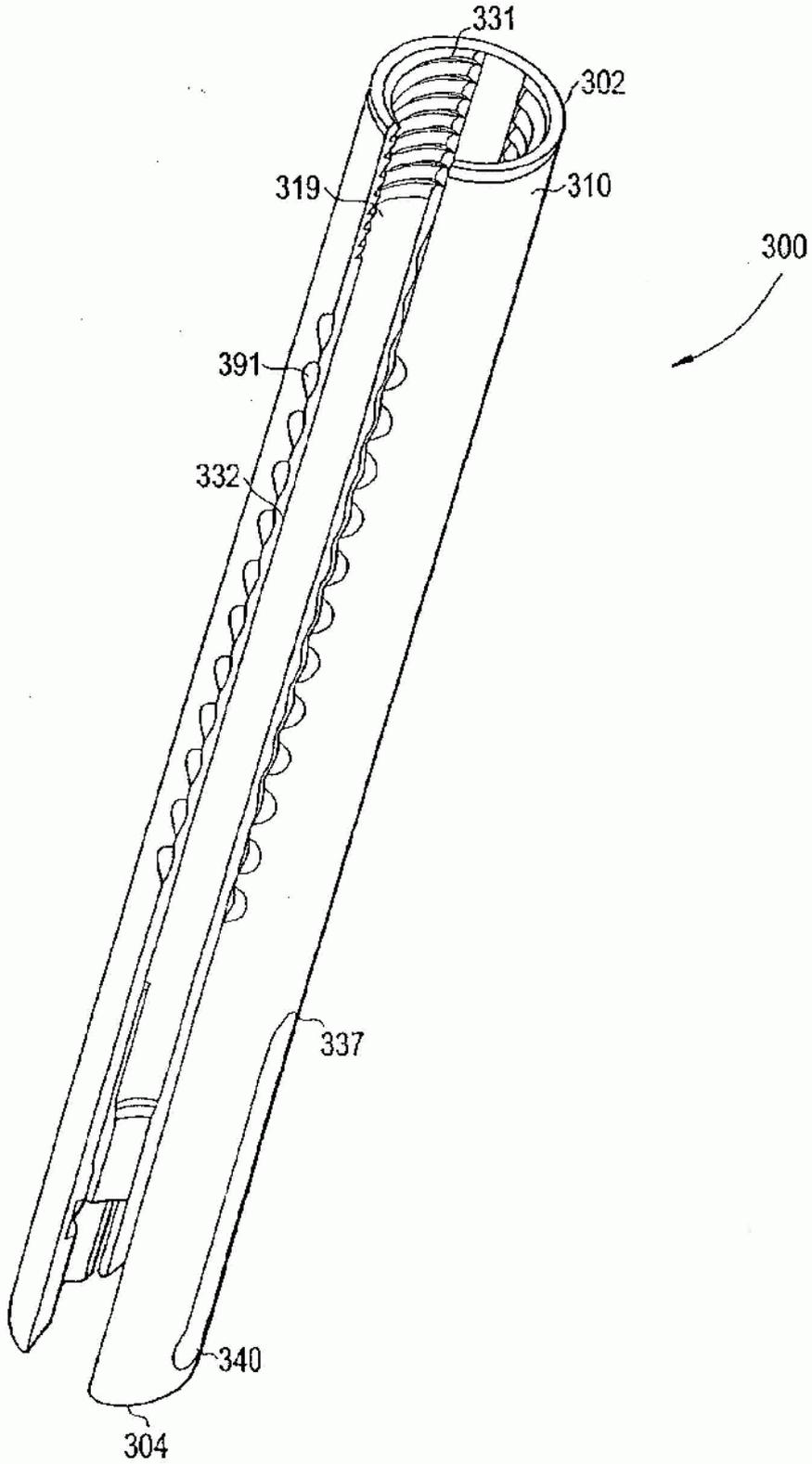


FIG. 3B

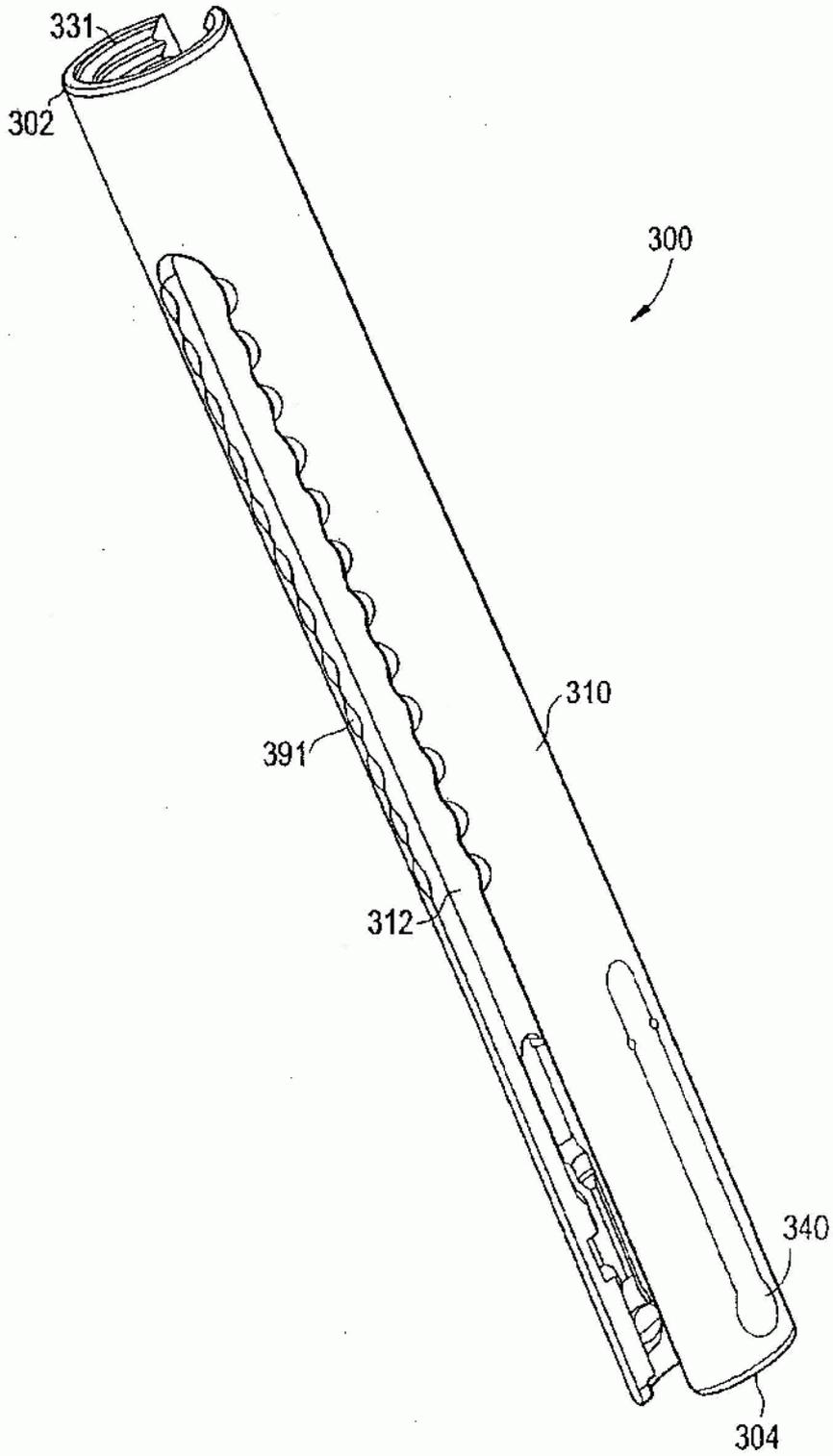


FIG. 3C

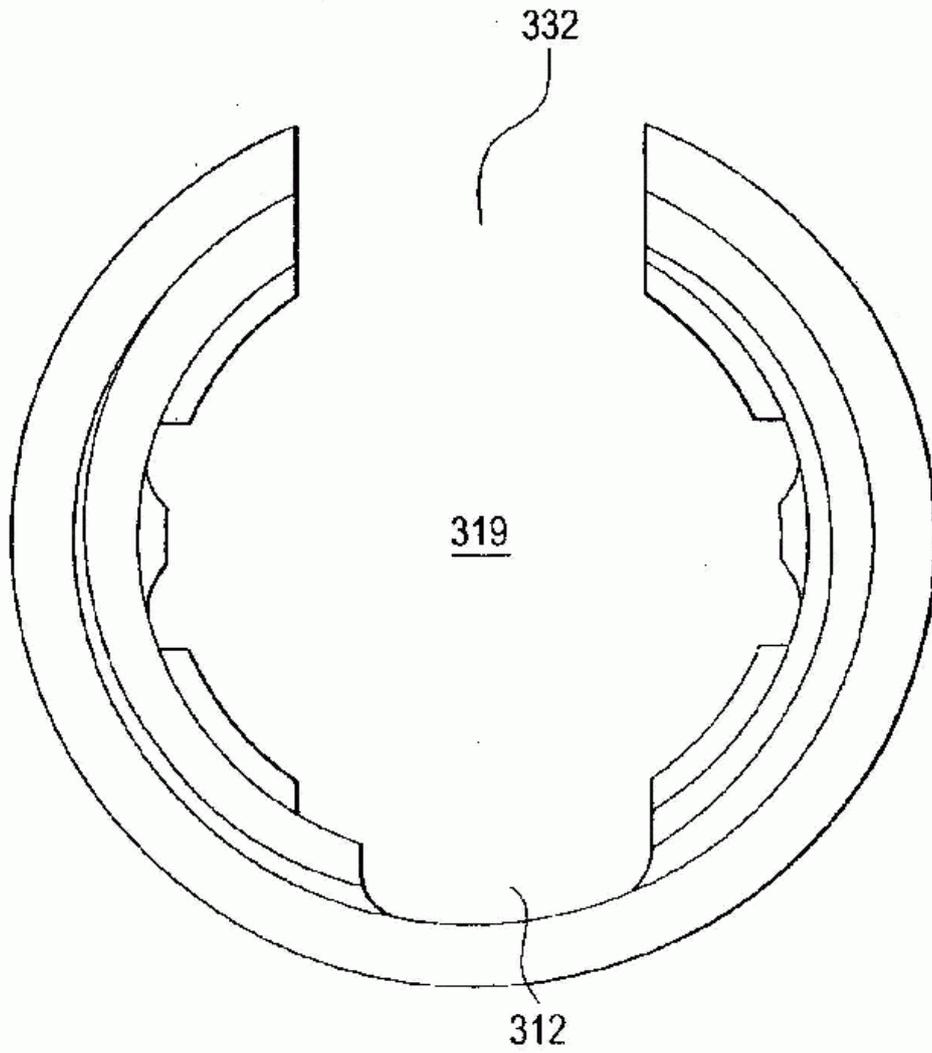


FIG. 3D

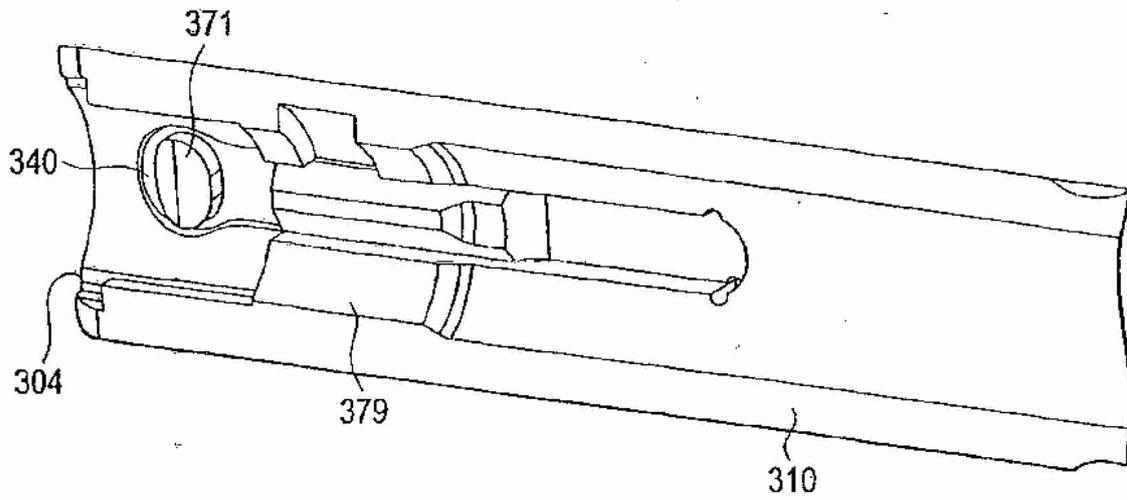


FIG. 4A

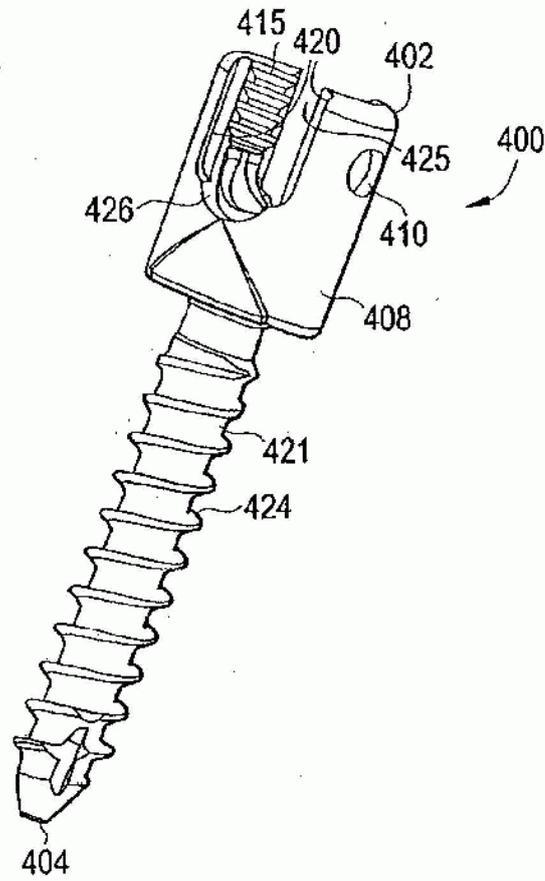


FIG. 4B

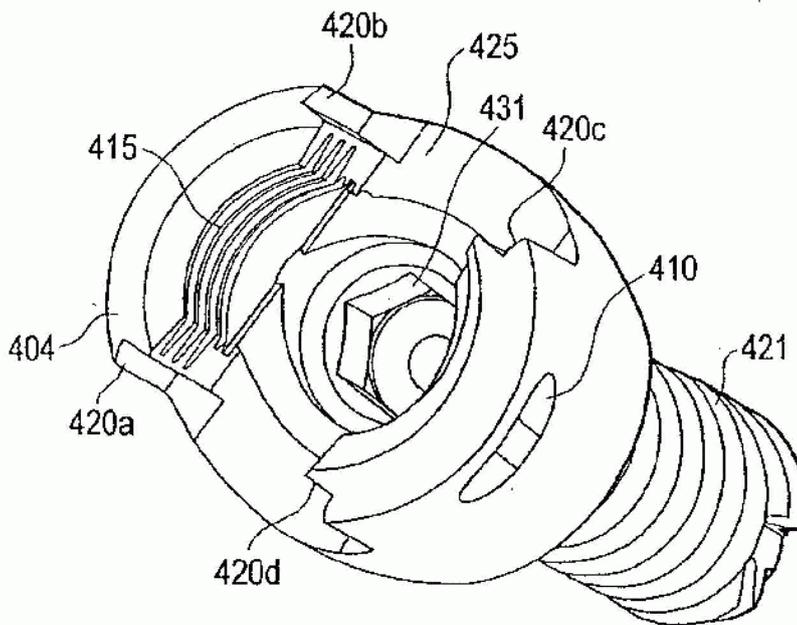


FIG. 5

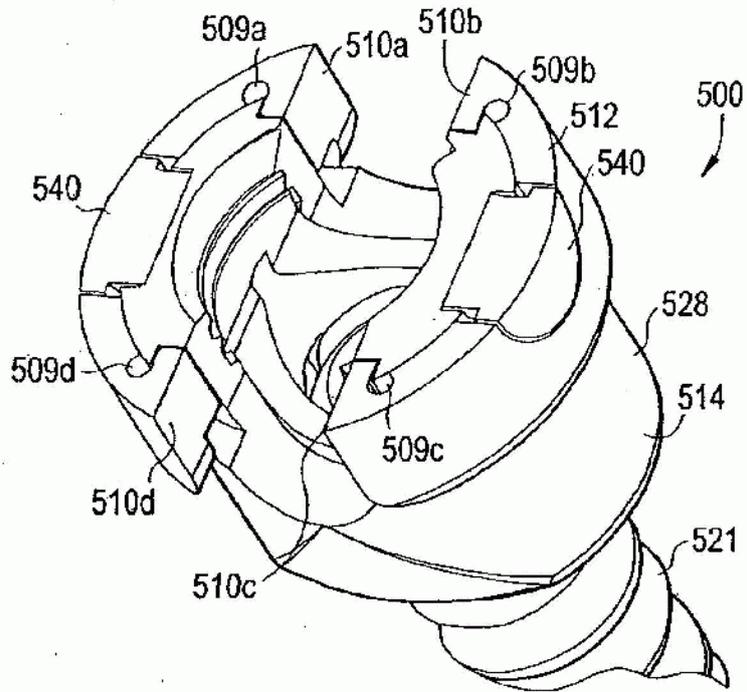


FIG. 6

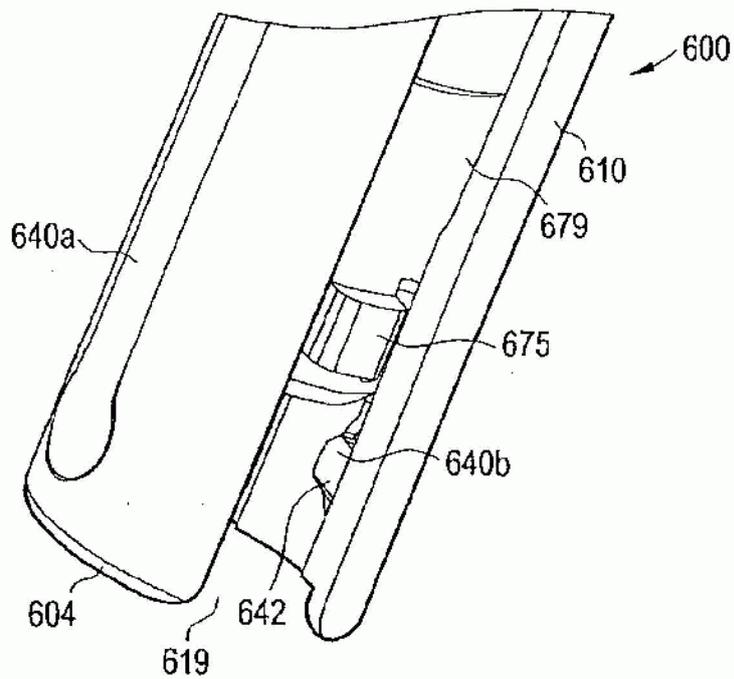


FIG. 7A

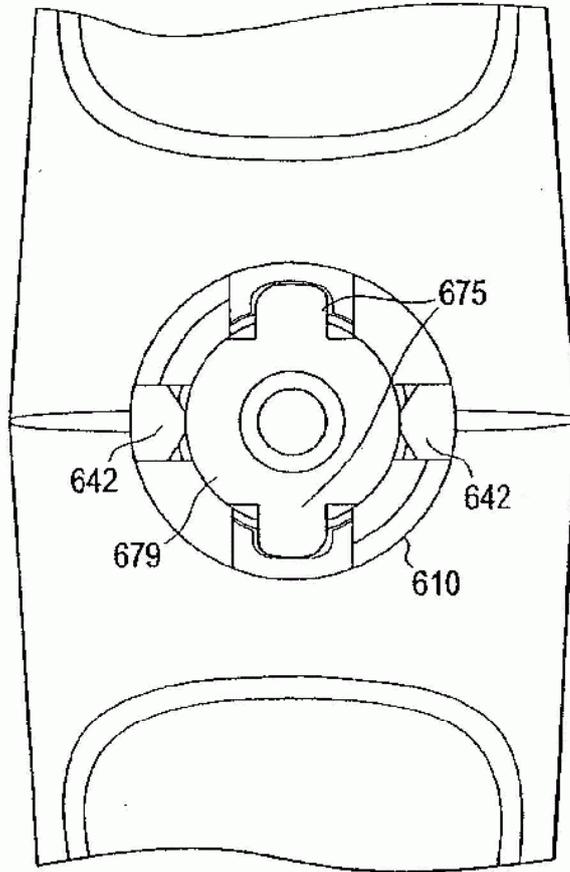


FIG. 7B

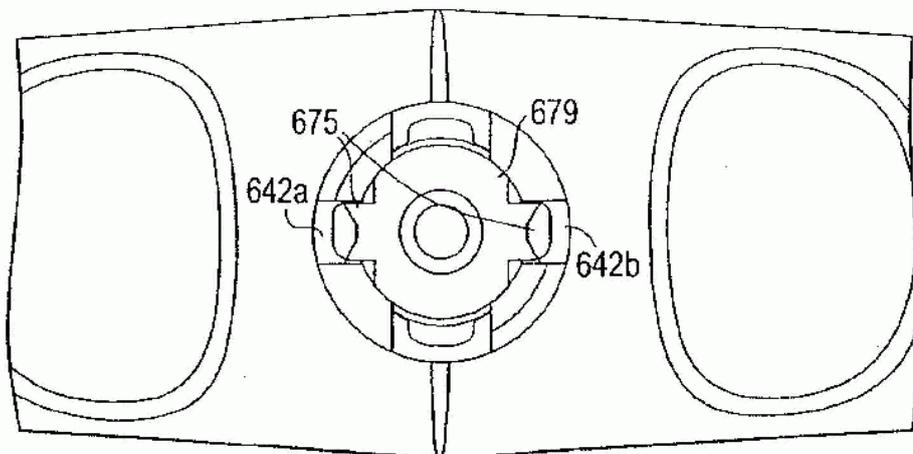


FIG. 8A

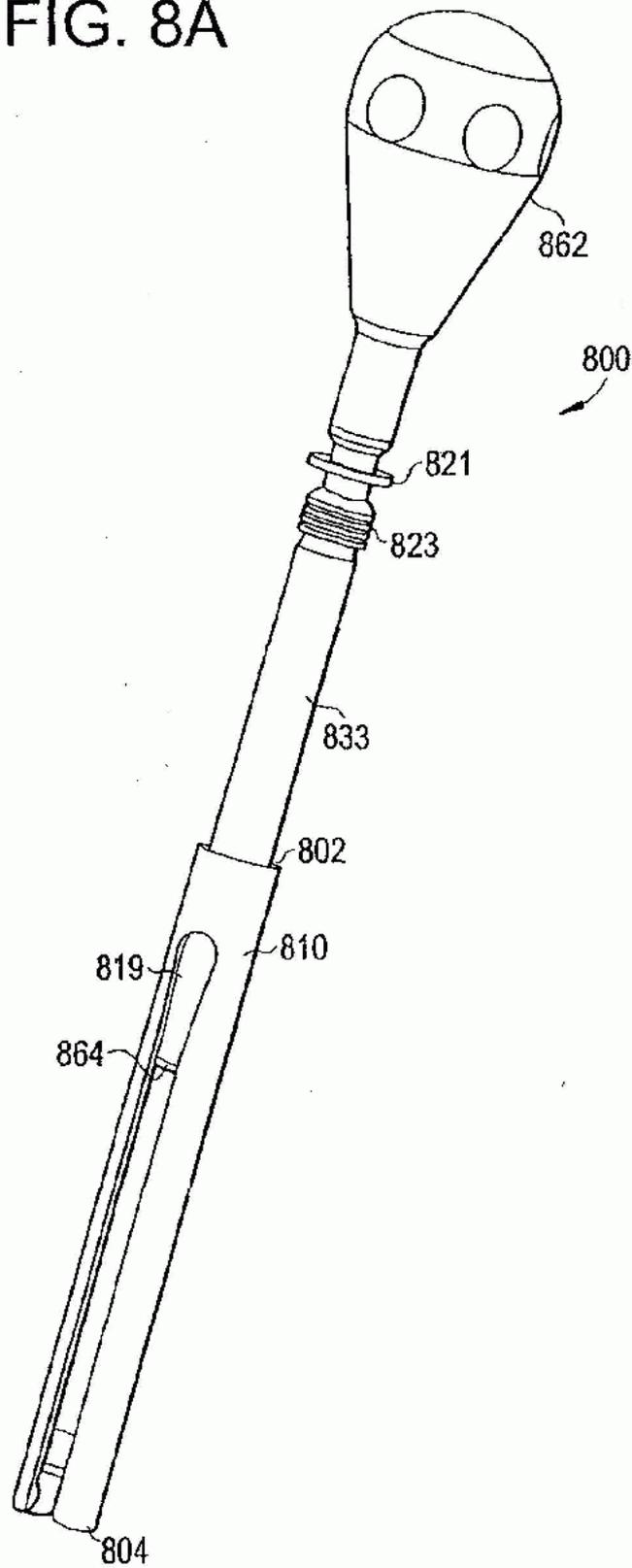


FIG. 8B

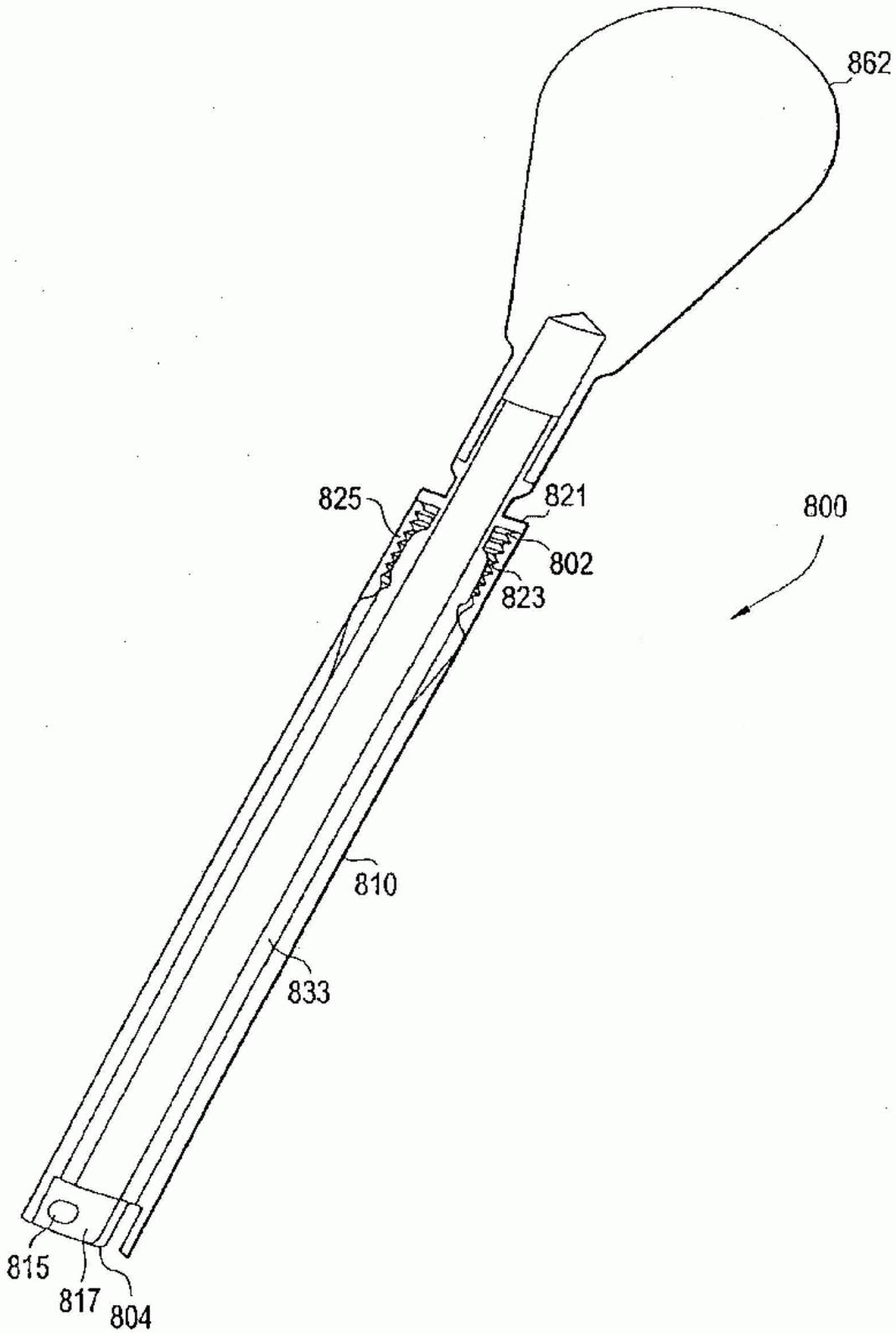


FIG. 8C

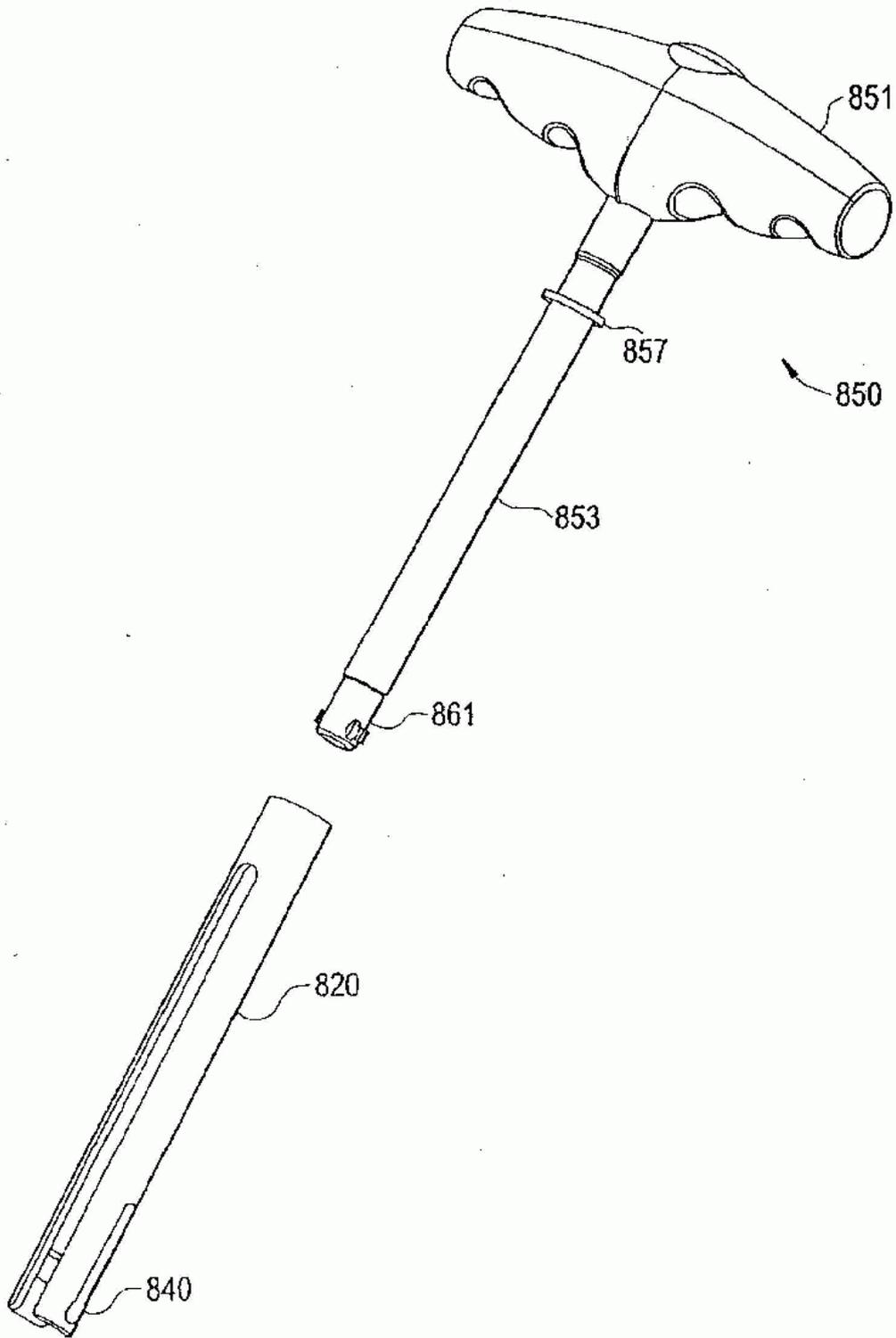


FIG. 8D

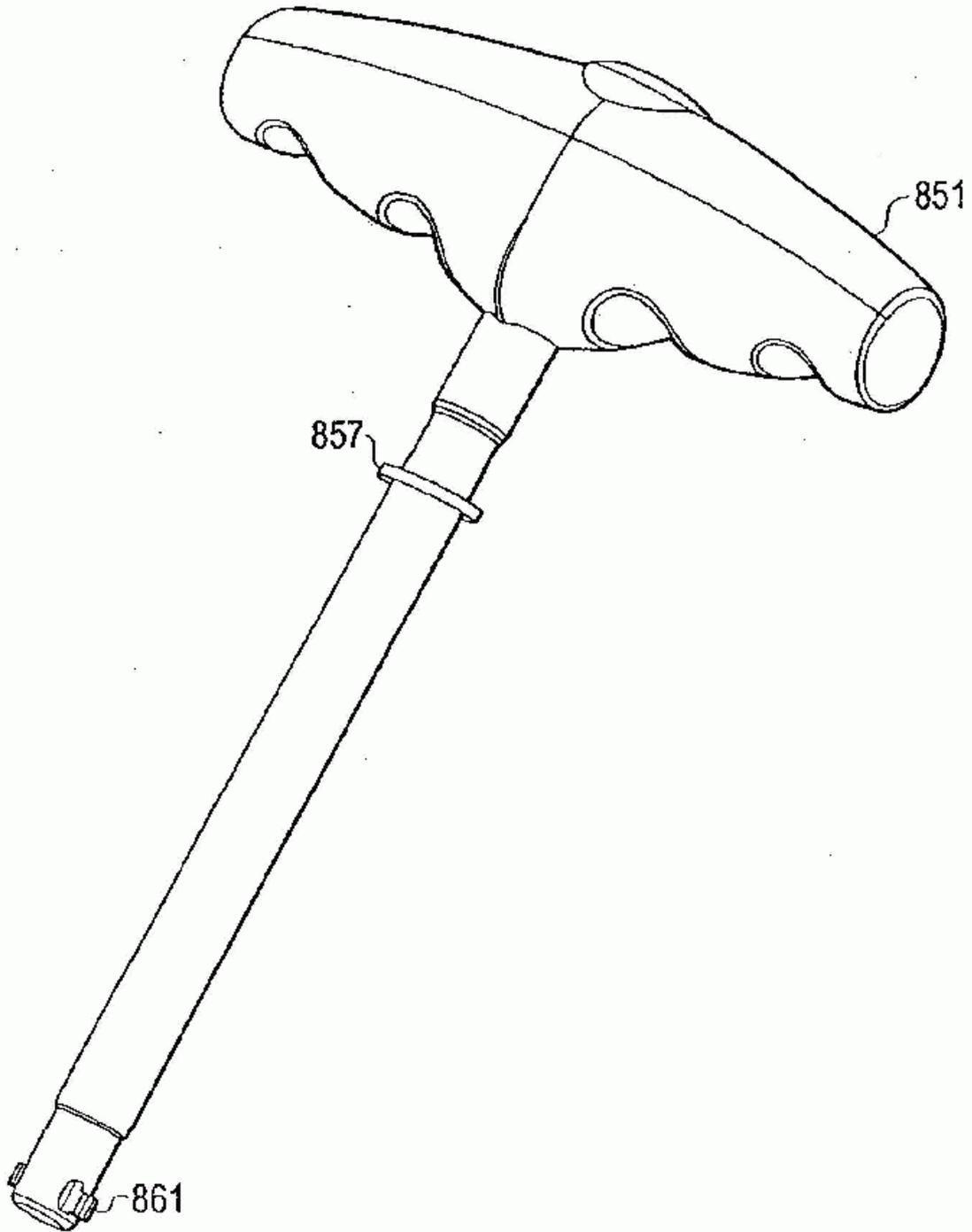


FIG. 9A

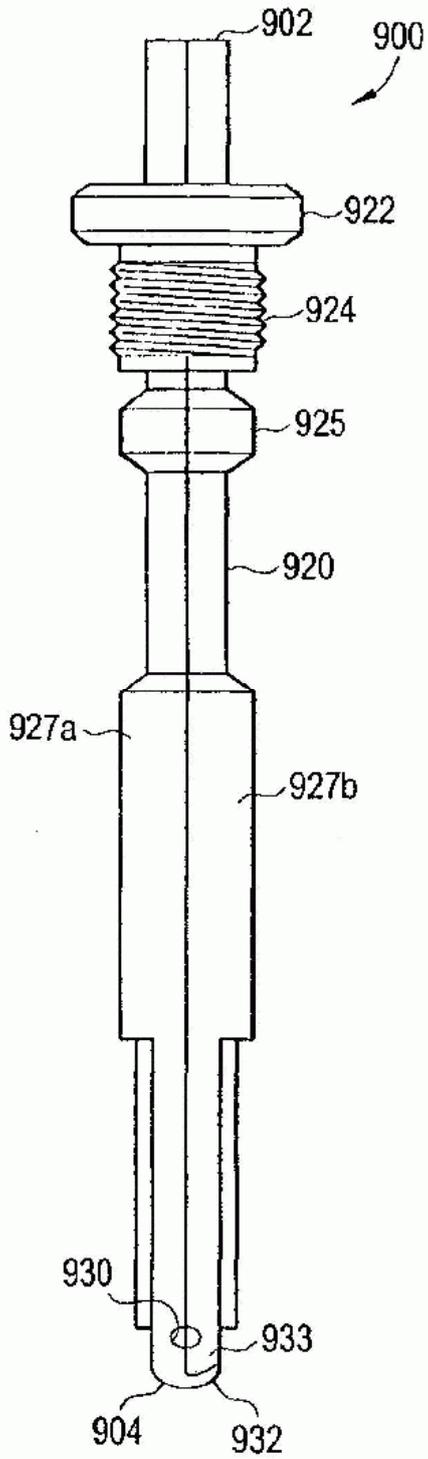


FIG. 9B

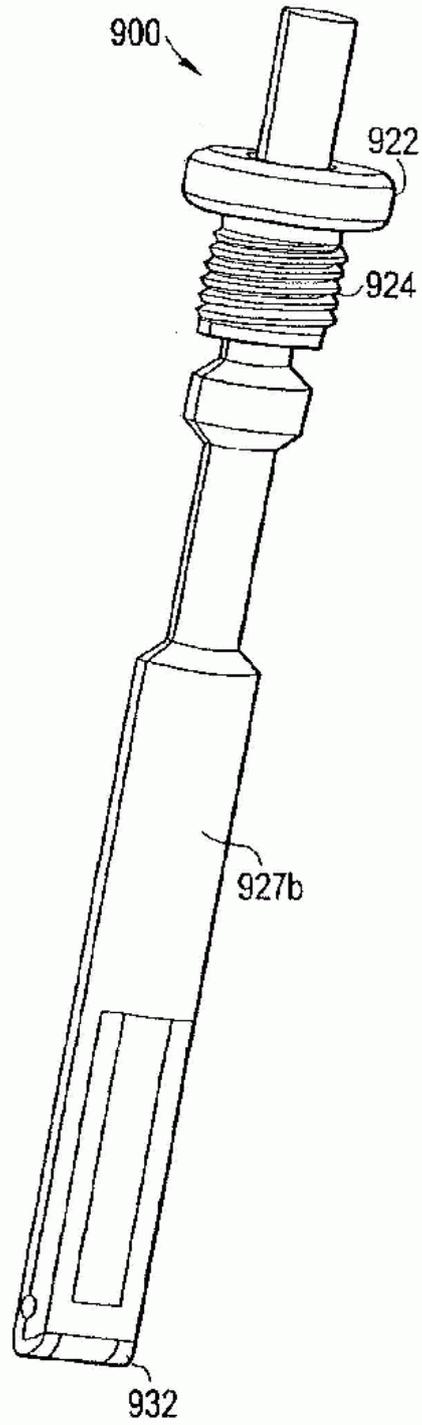


FIG. 9C

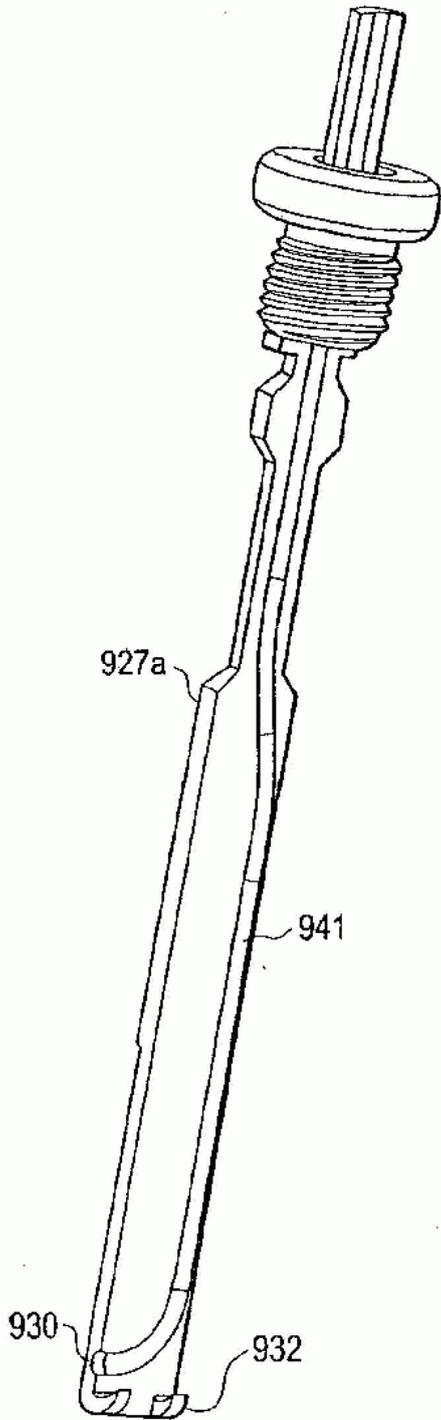


FIG. 9D

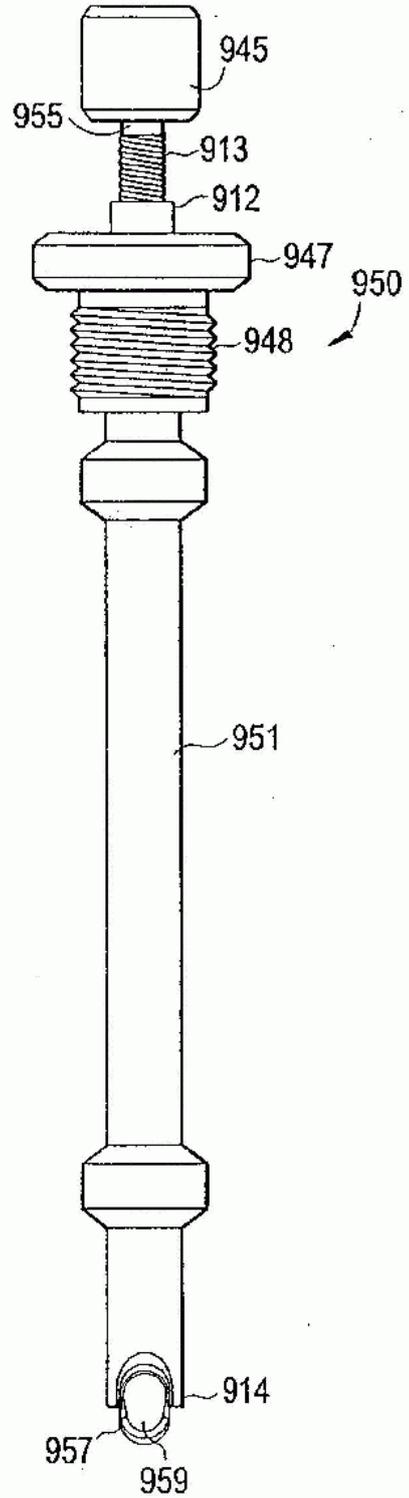


FIG. 9E

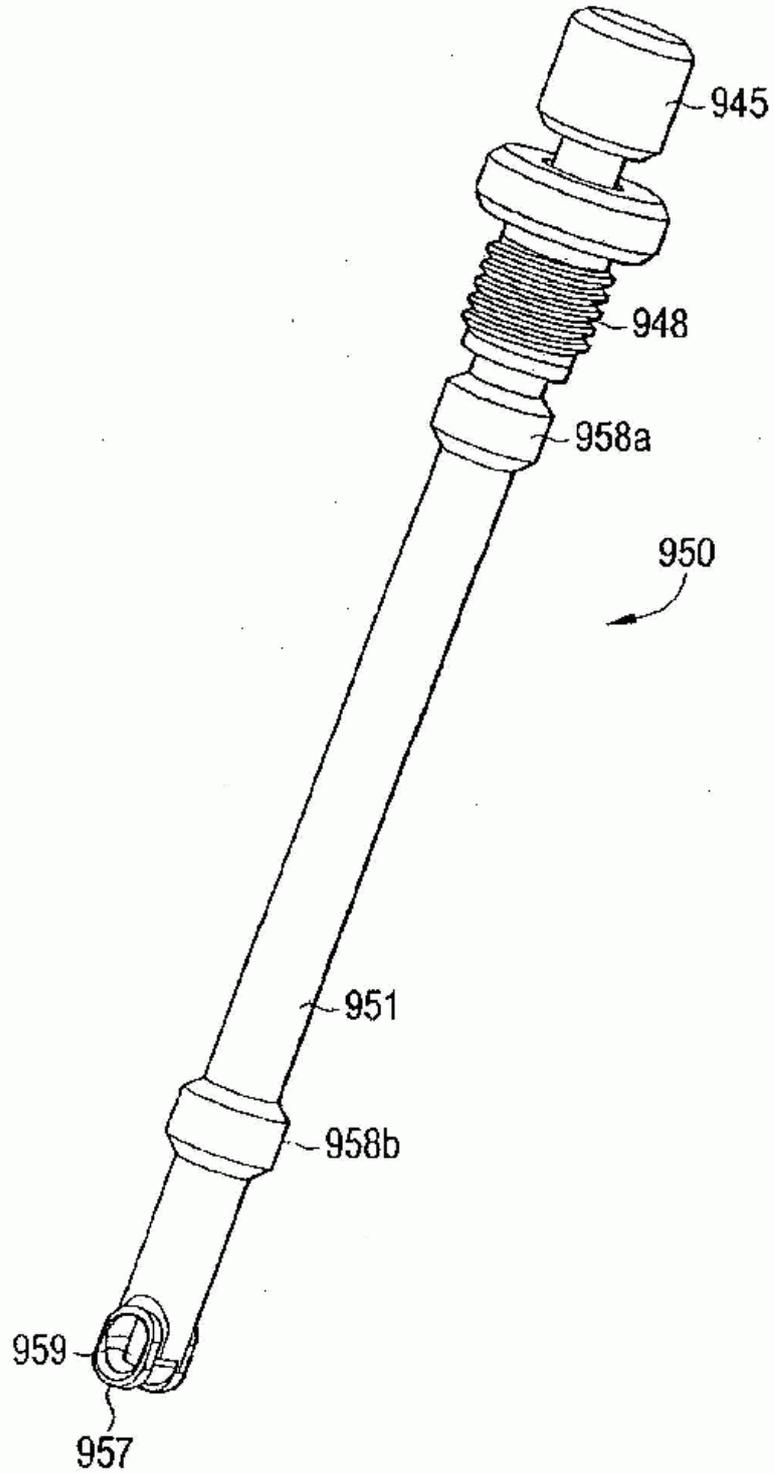


FIG. 9F

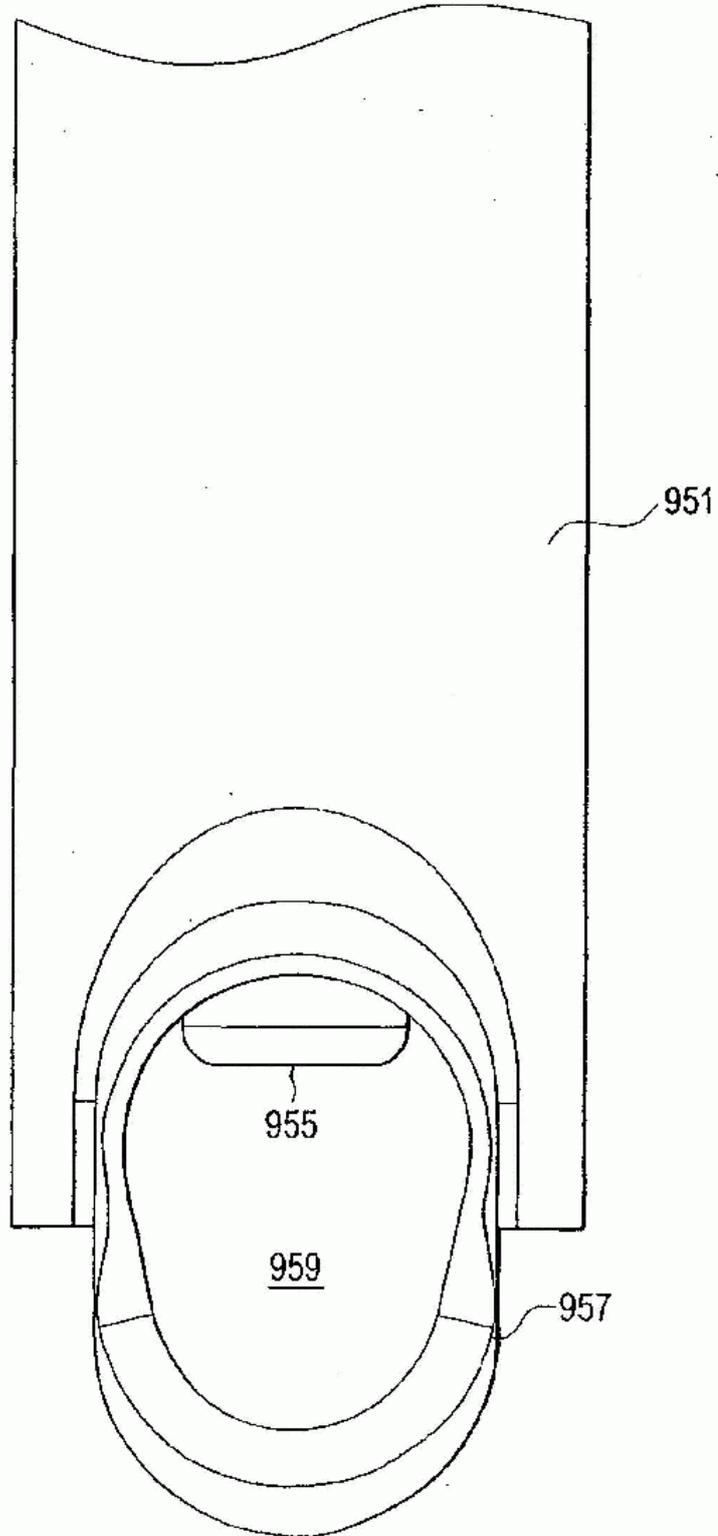


FIG. 9G

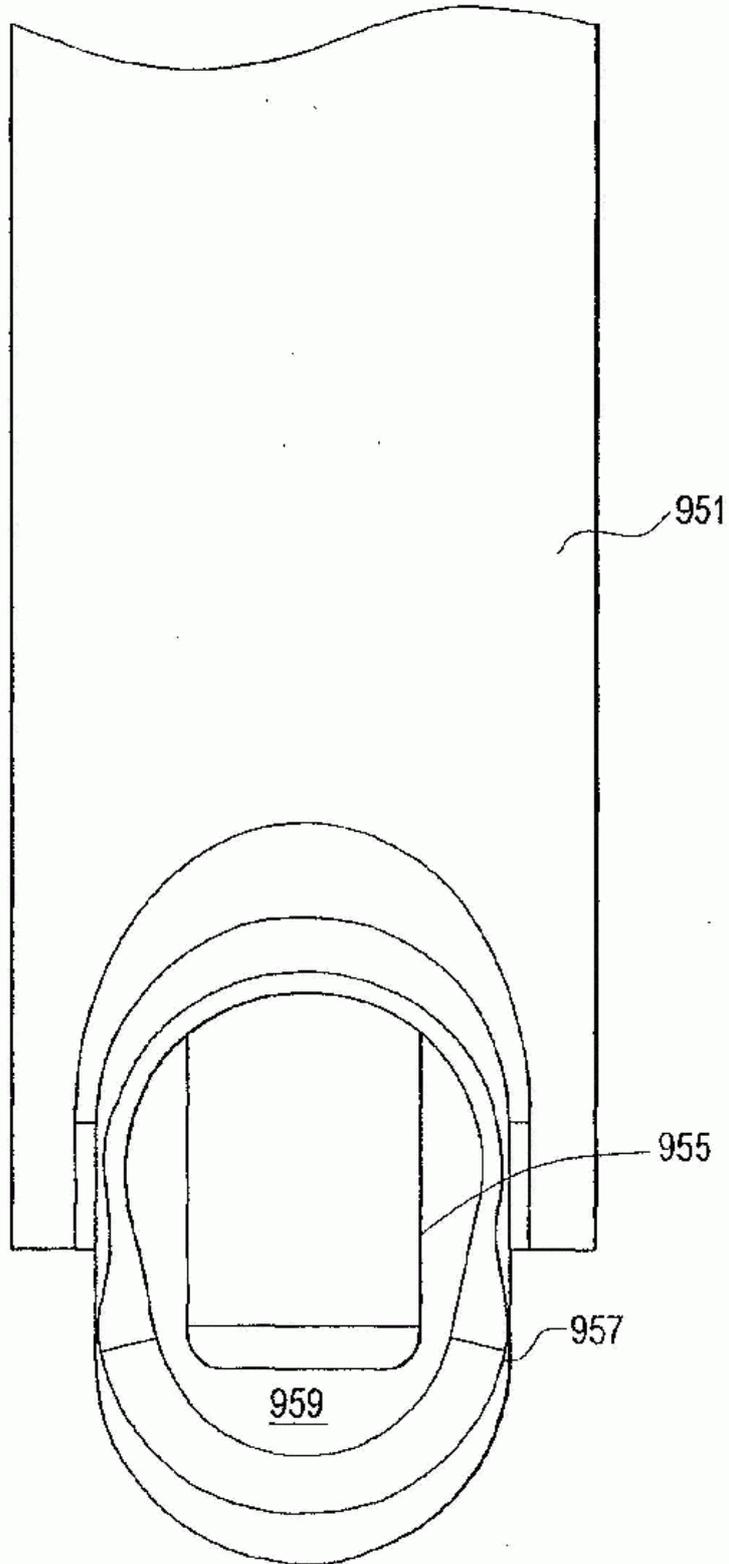


FIG. 9H

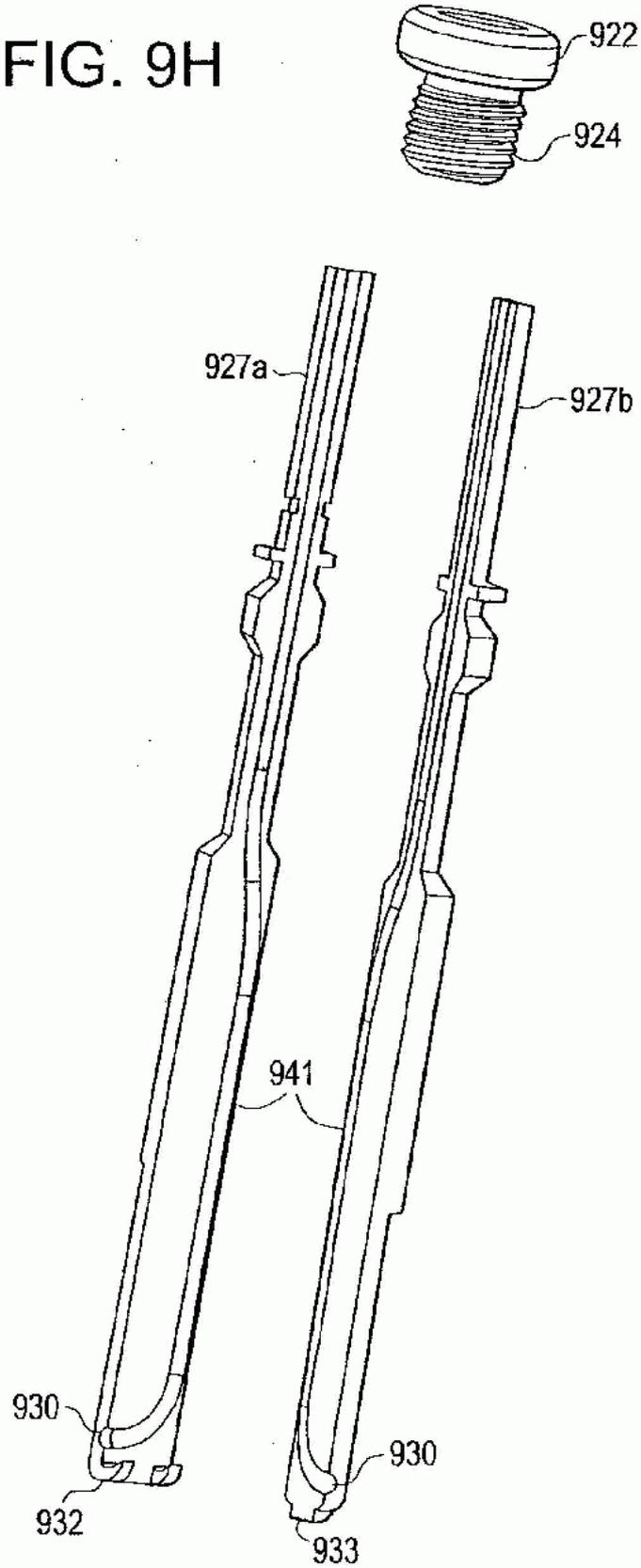


FIG. 10A

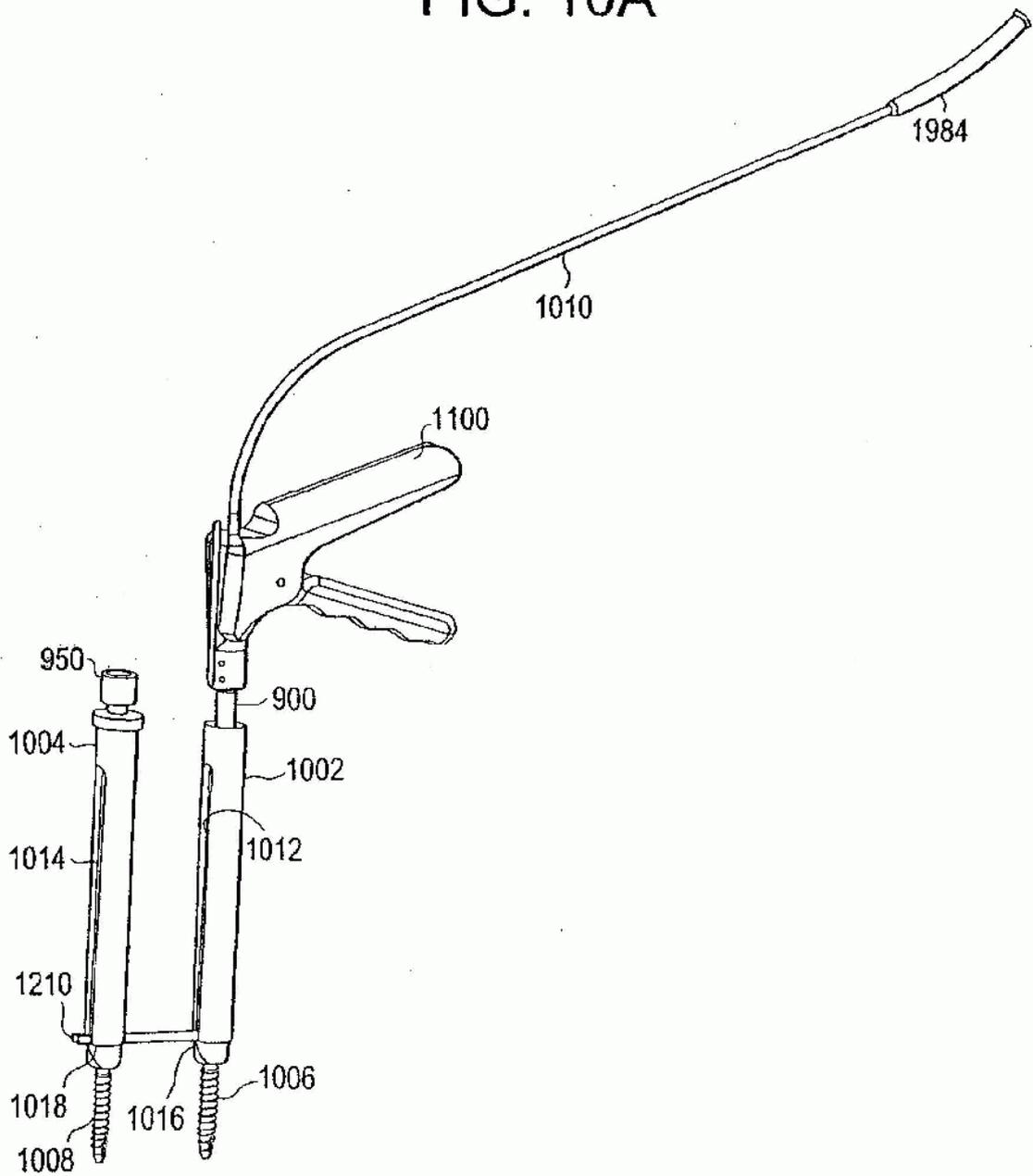


FIG. 10B

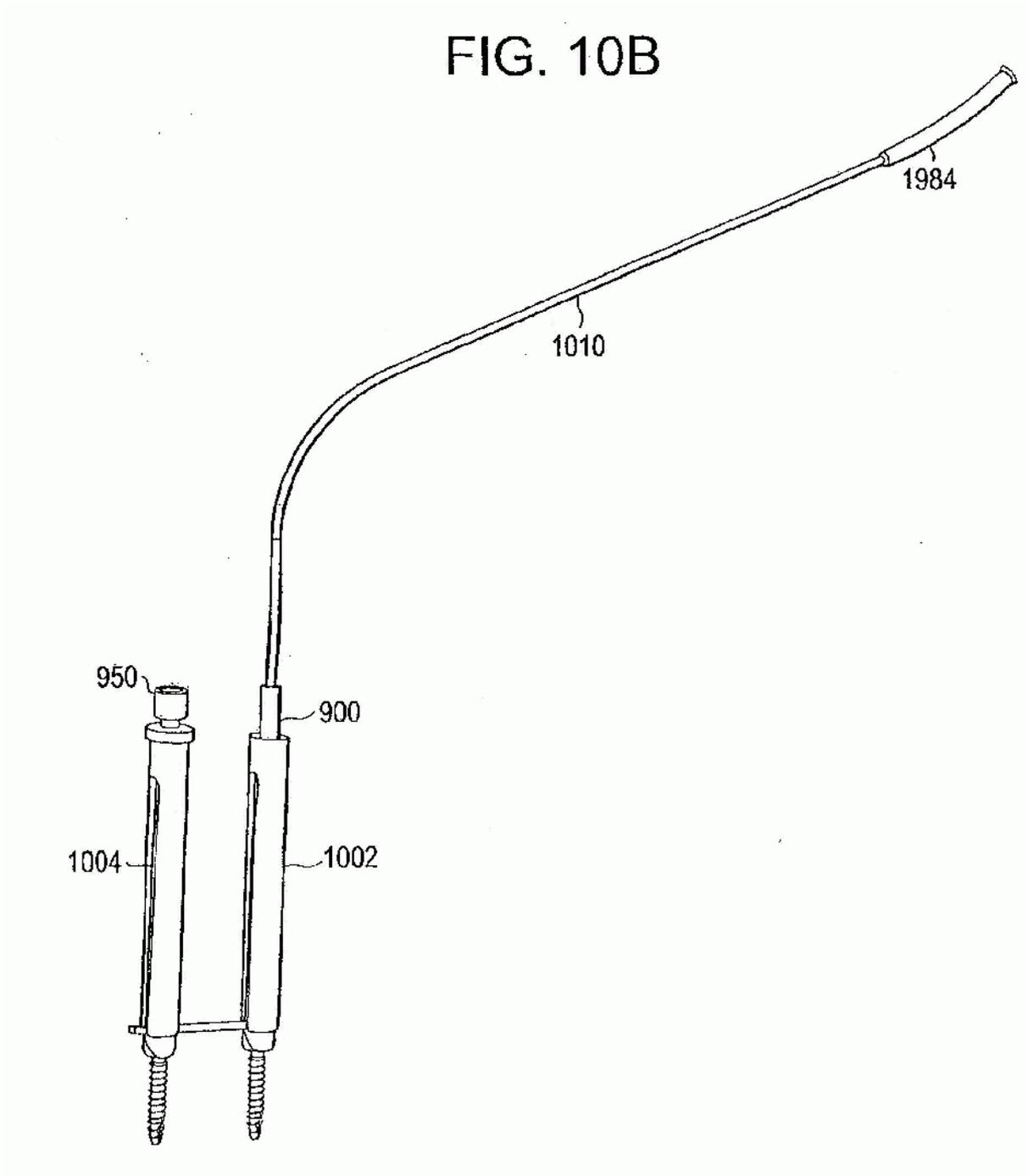


FIG. 10C

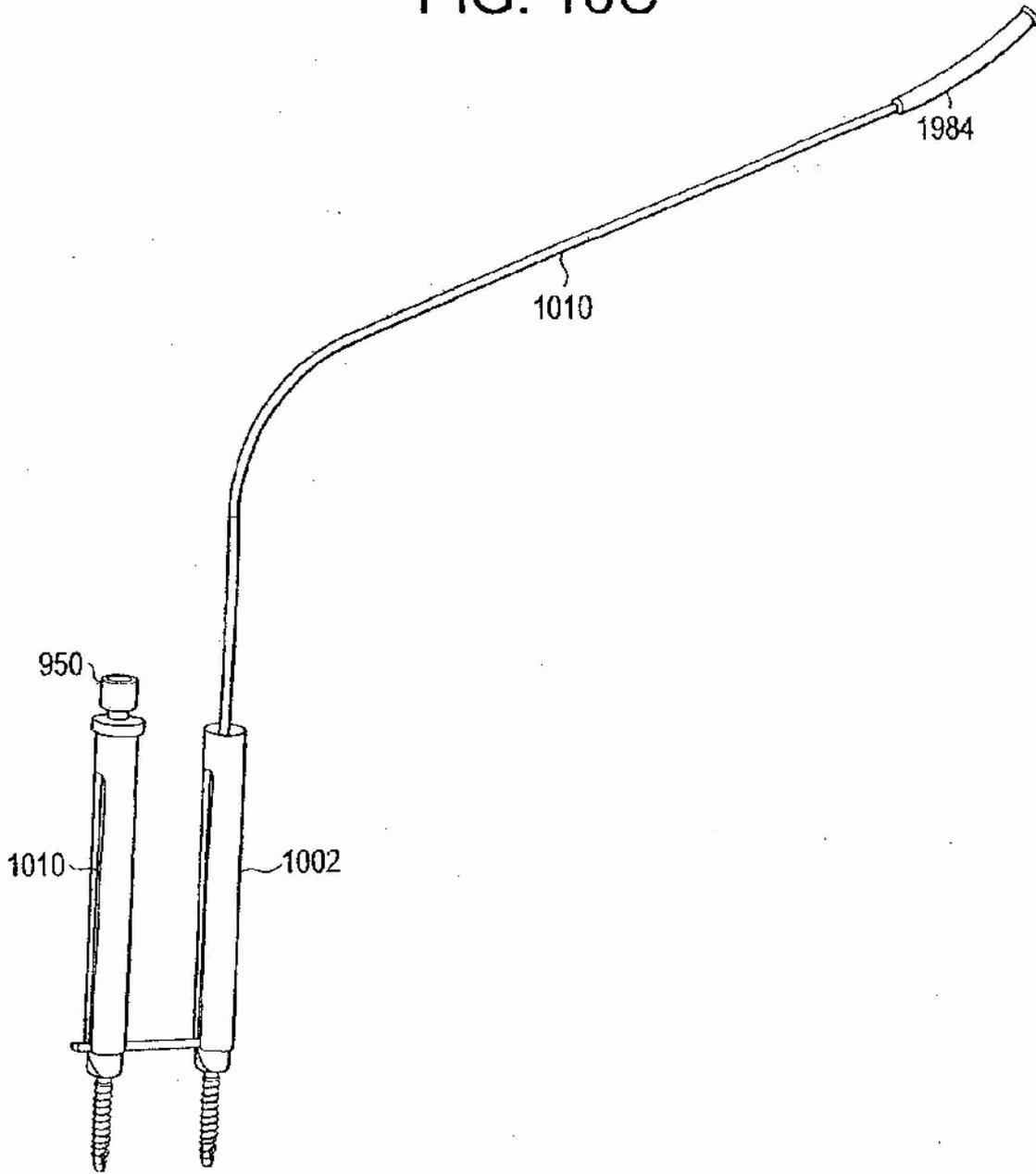


FIG. 10D

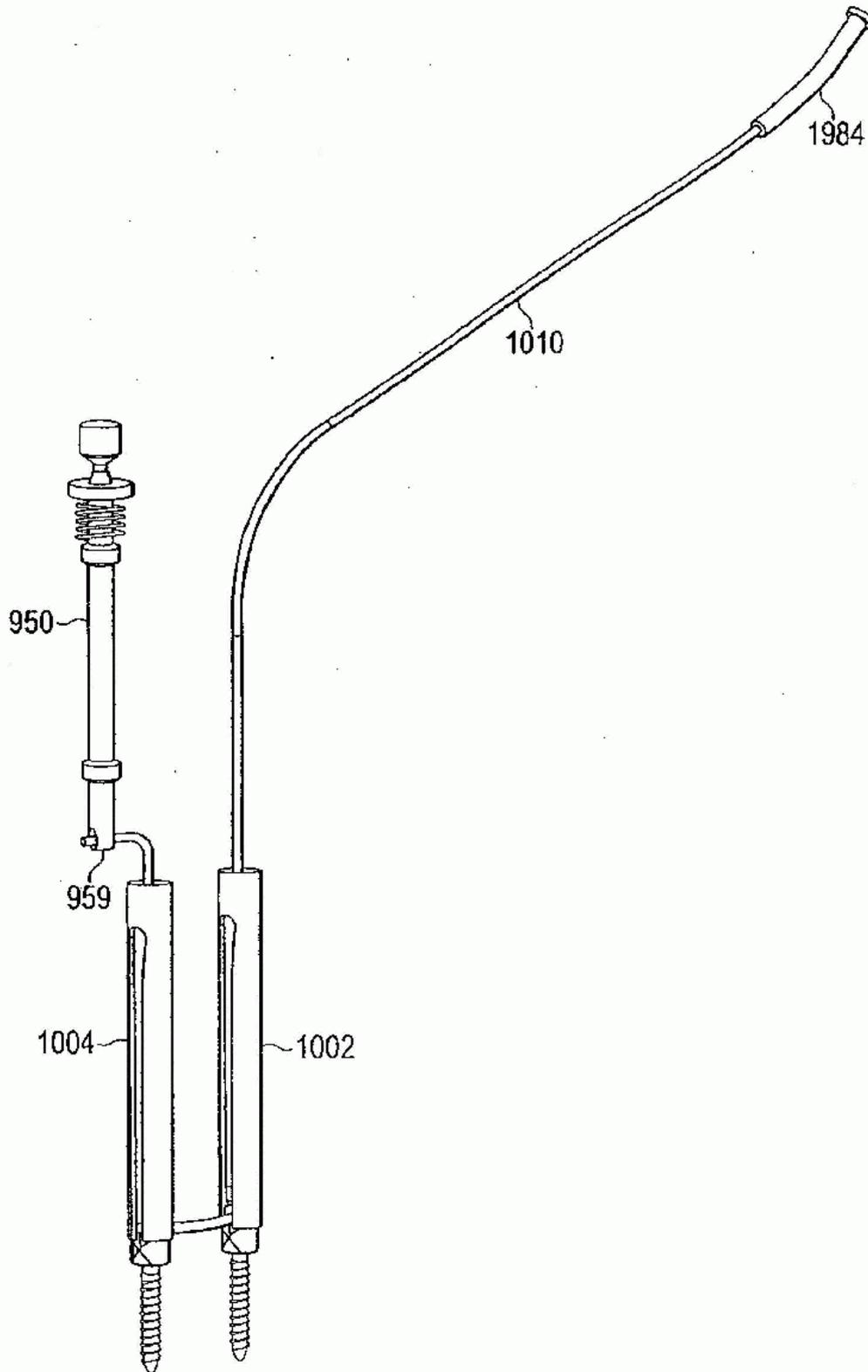


FIG. 10E

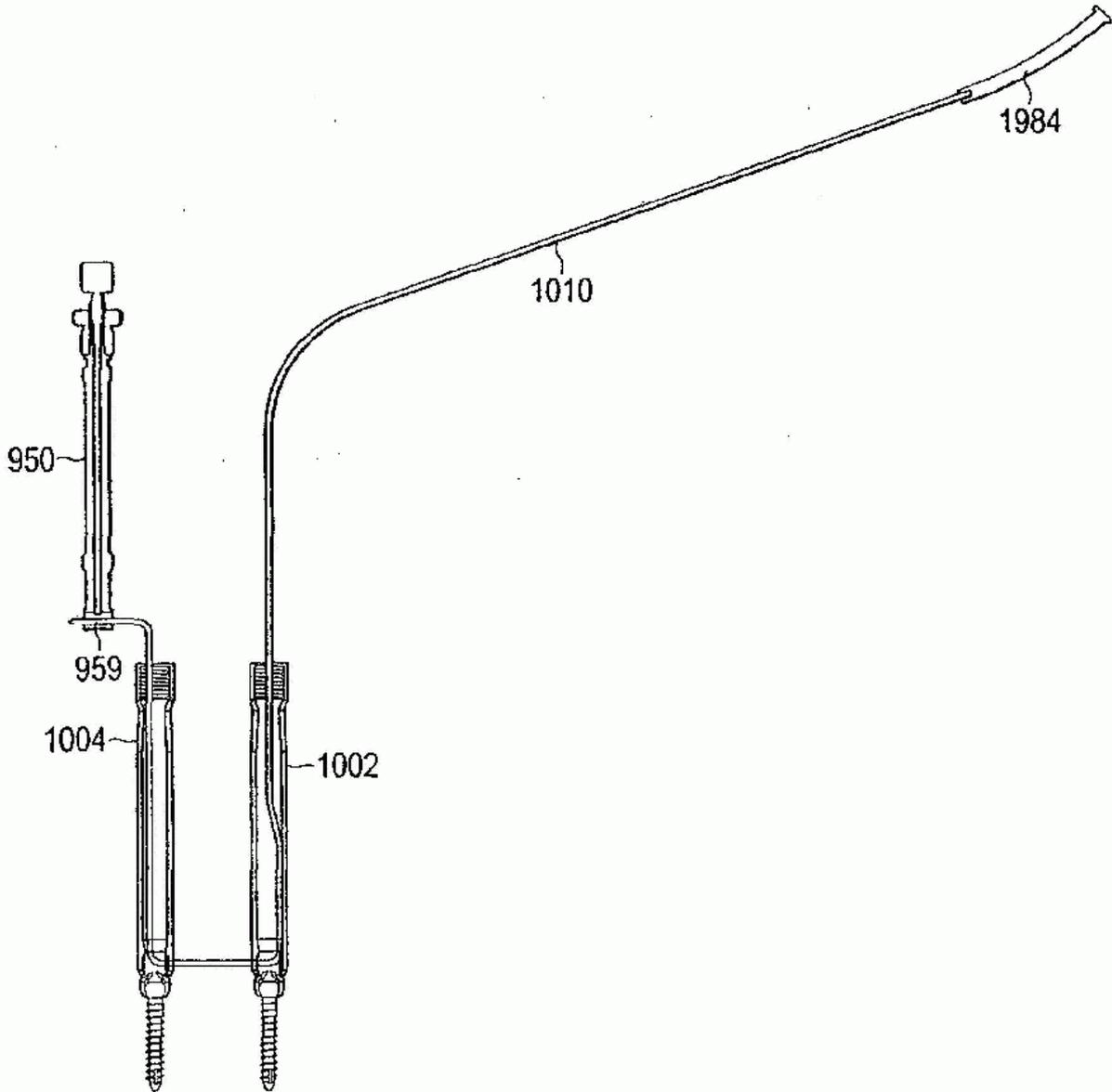


FIG. 10F

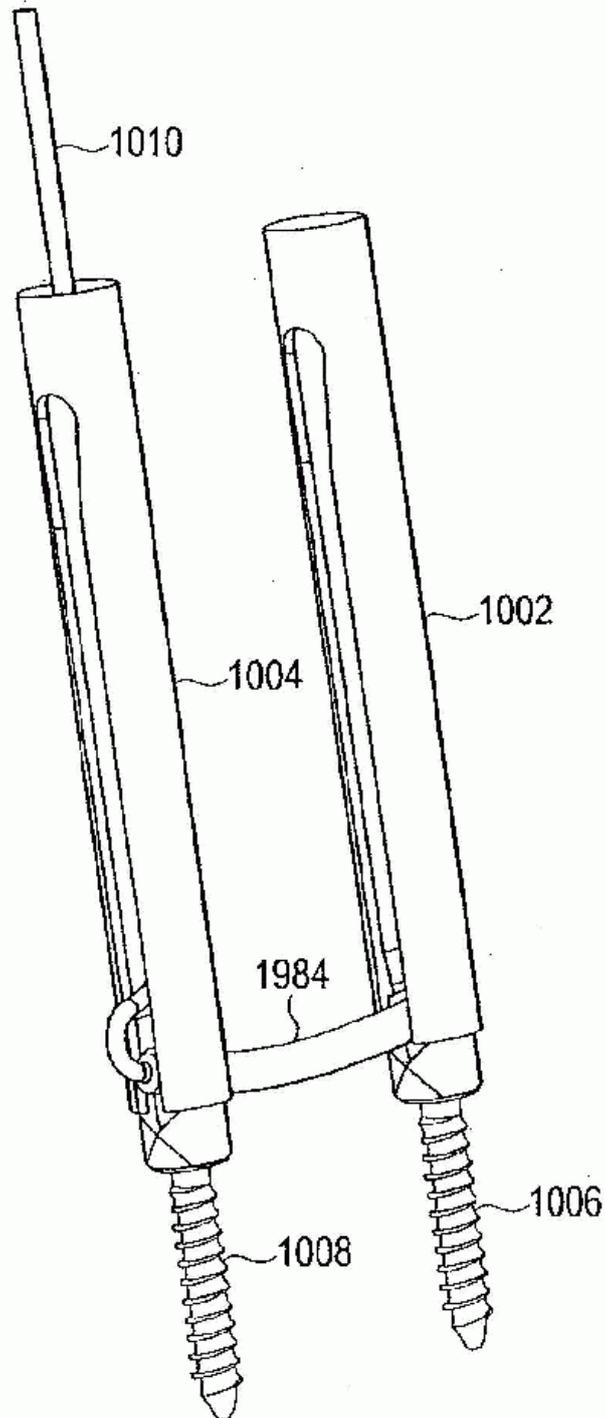


FIG. 10G

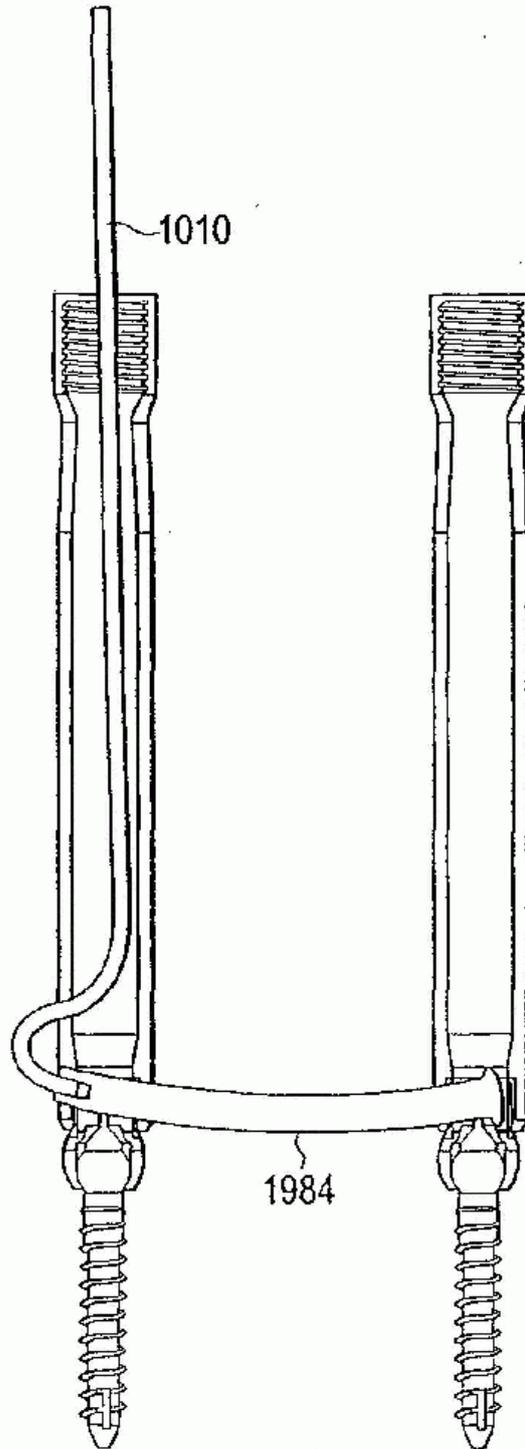


FIG. 10H

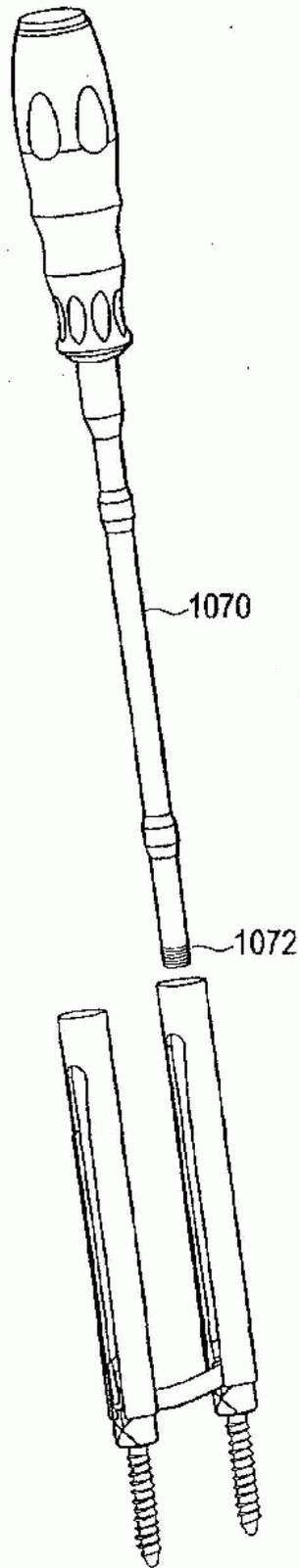


FIG. 11A

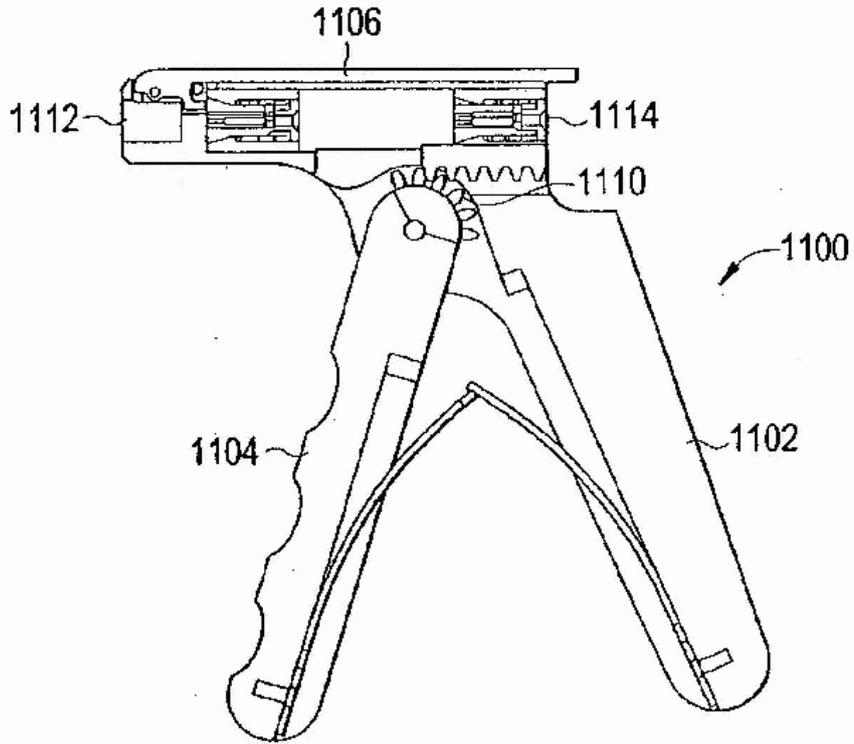


FIG. 11B

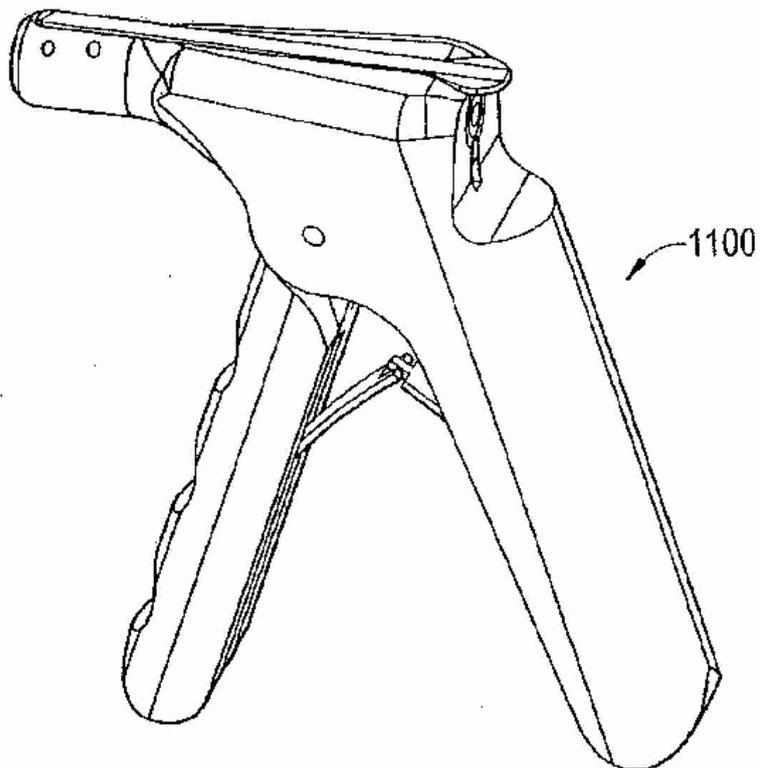


FIG. 12

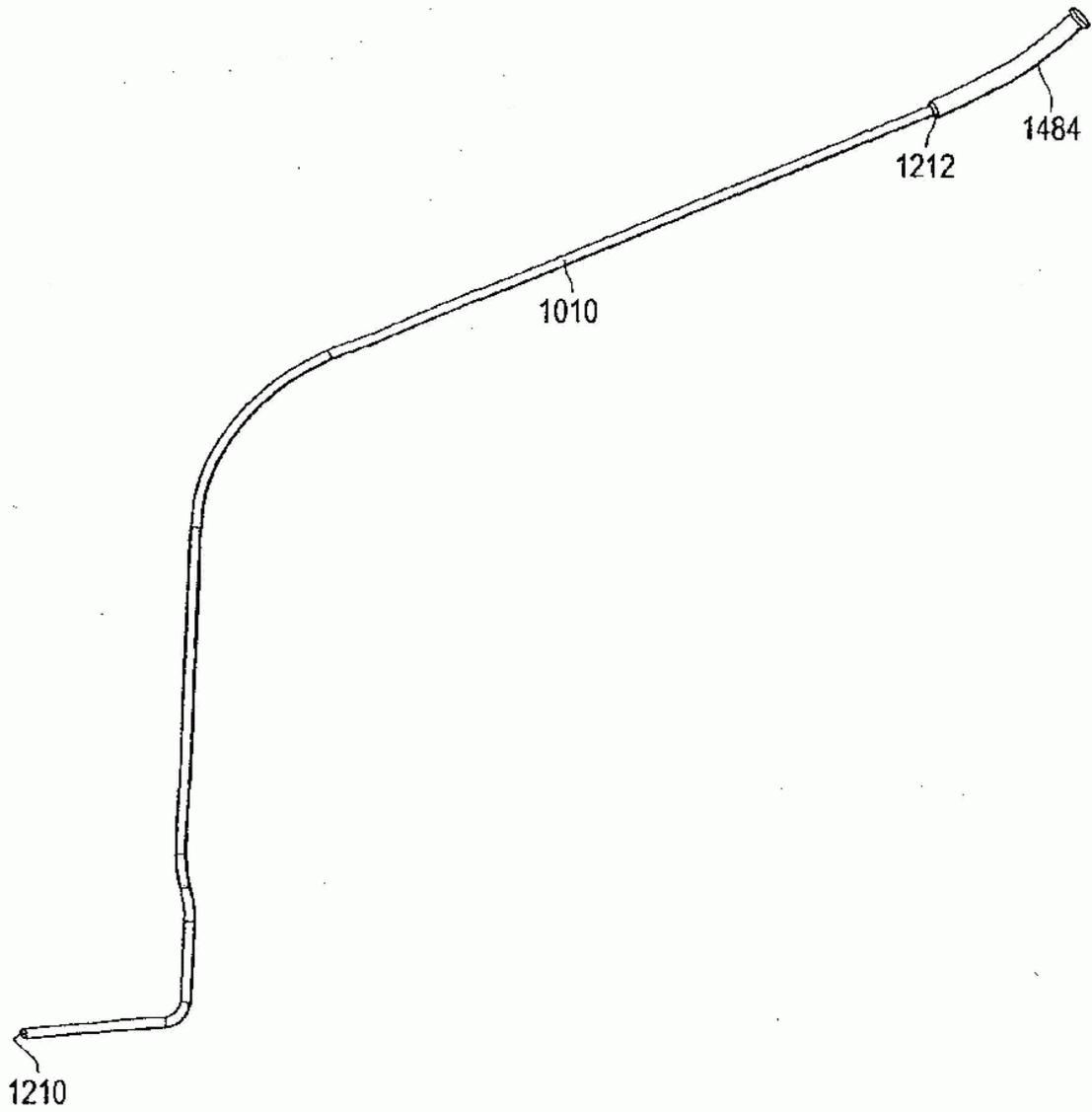


FIG. 13A

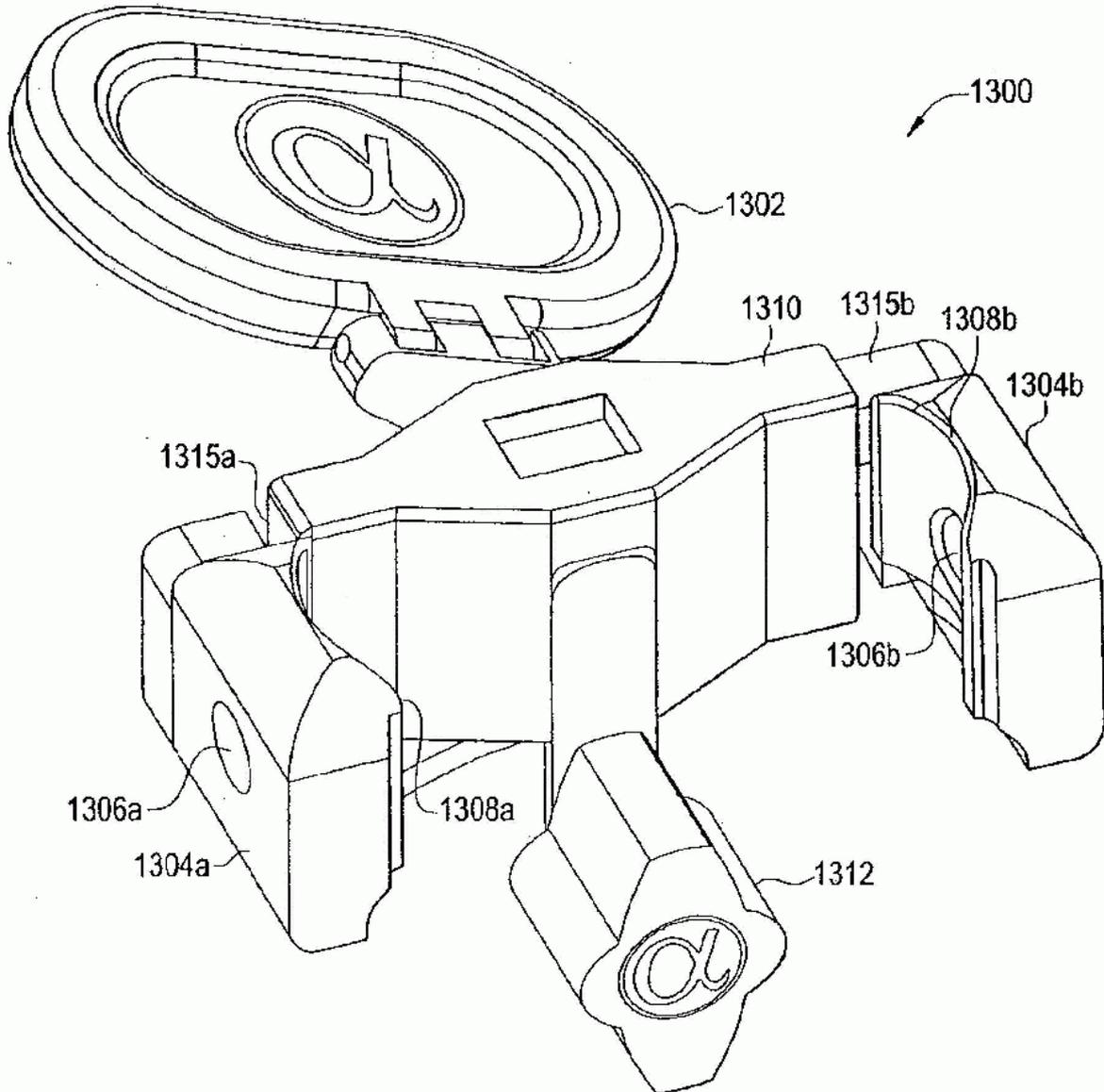


FIG. 13B

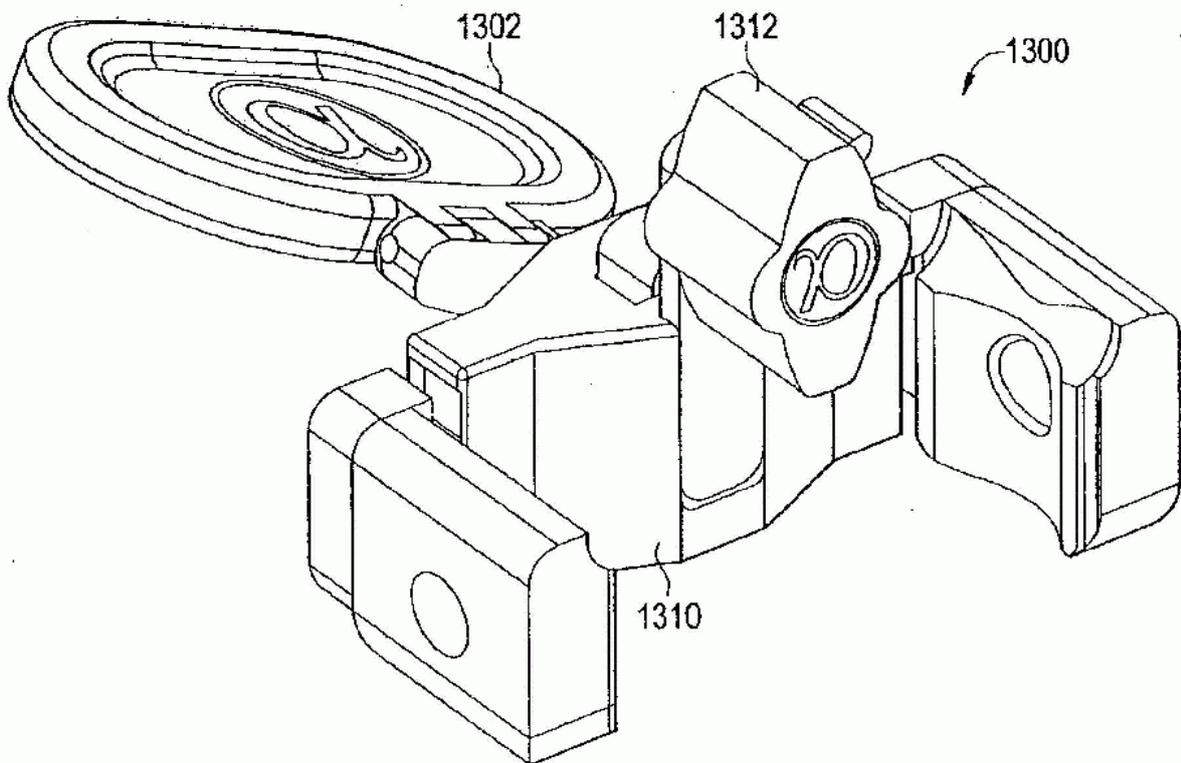


FIG. 13C

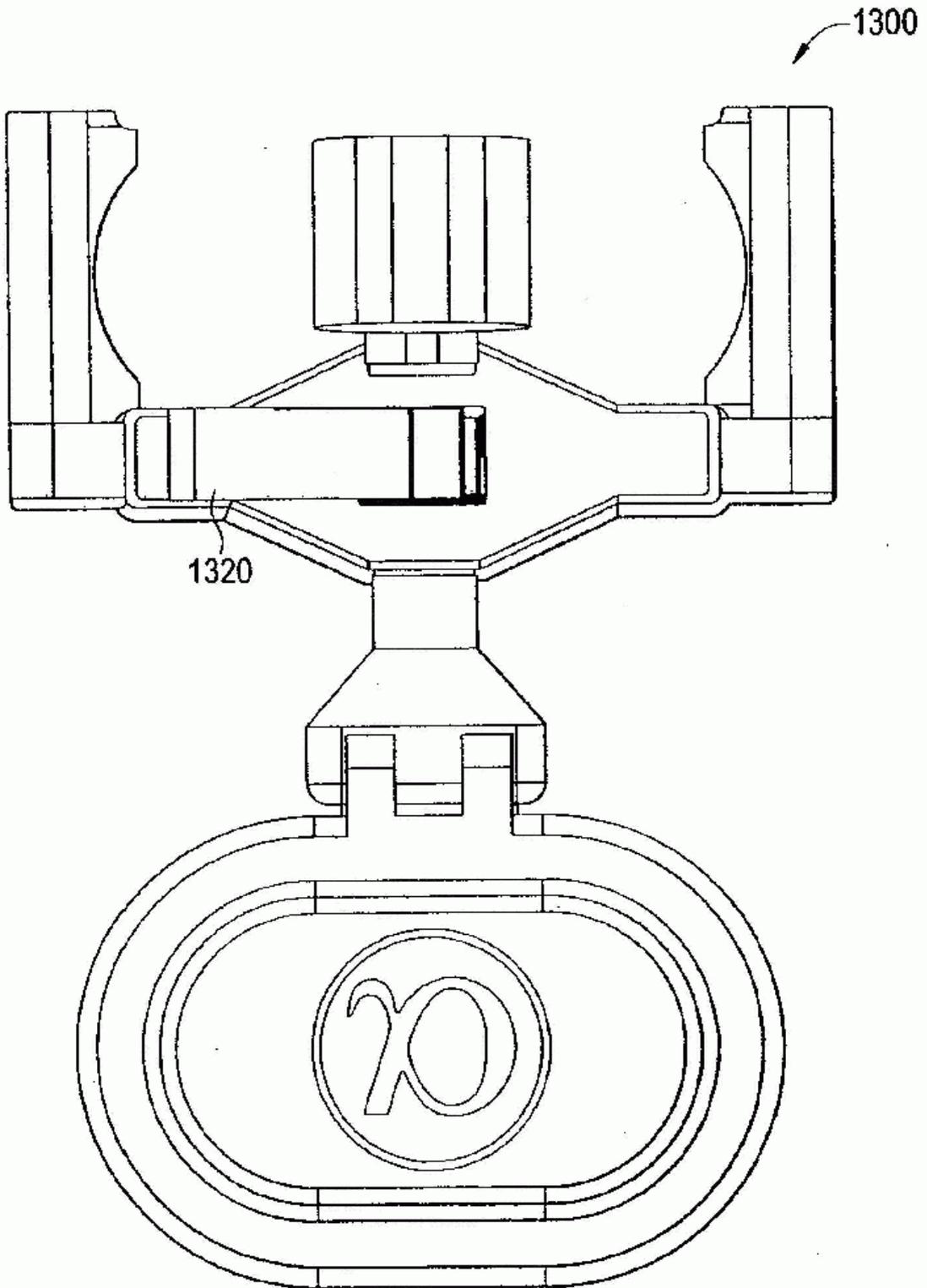


FIG. 13D

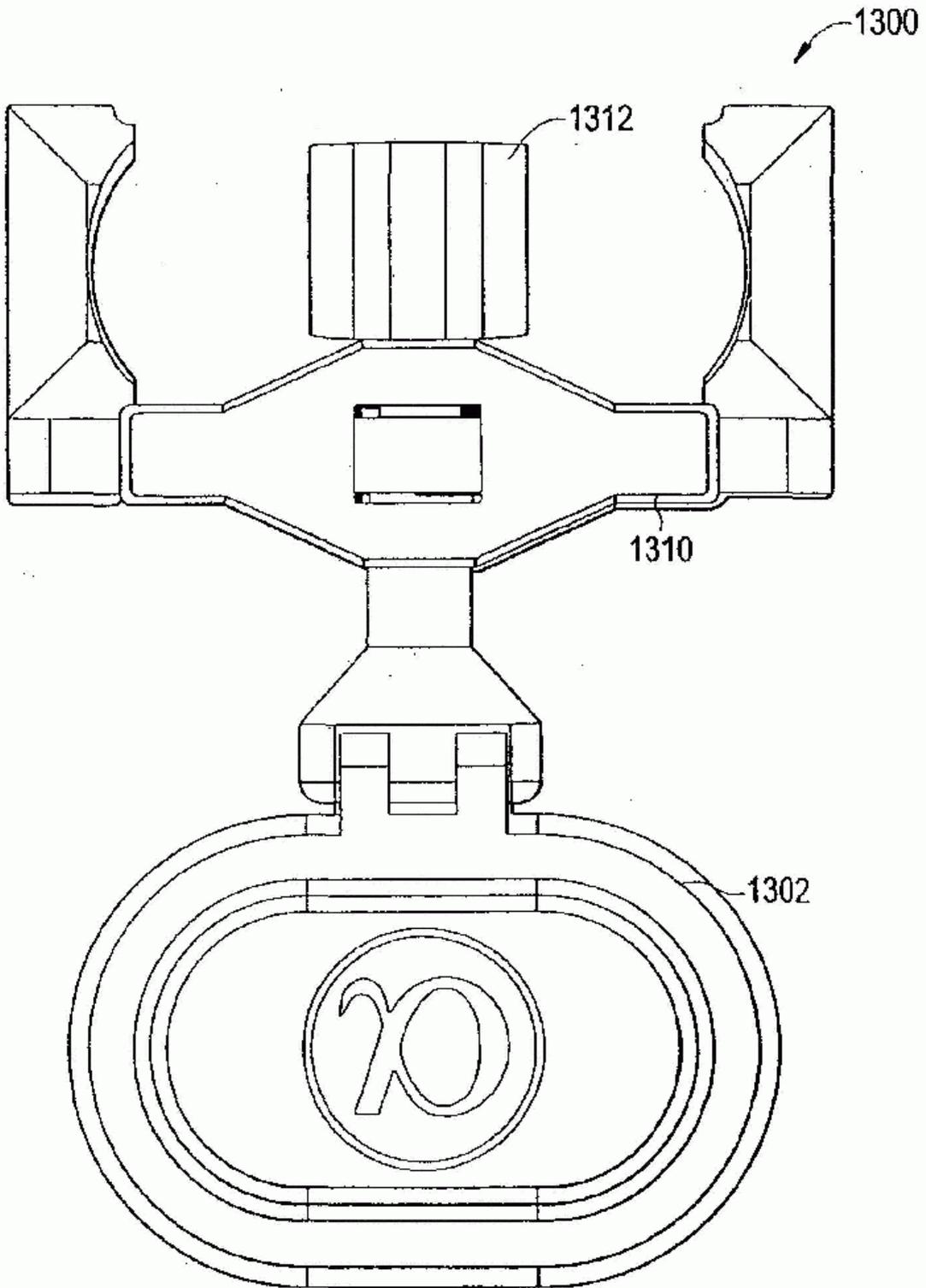


FIG. 13E

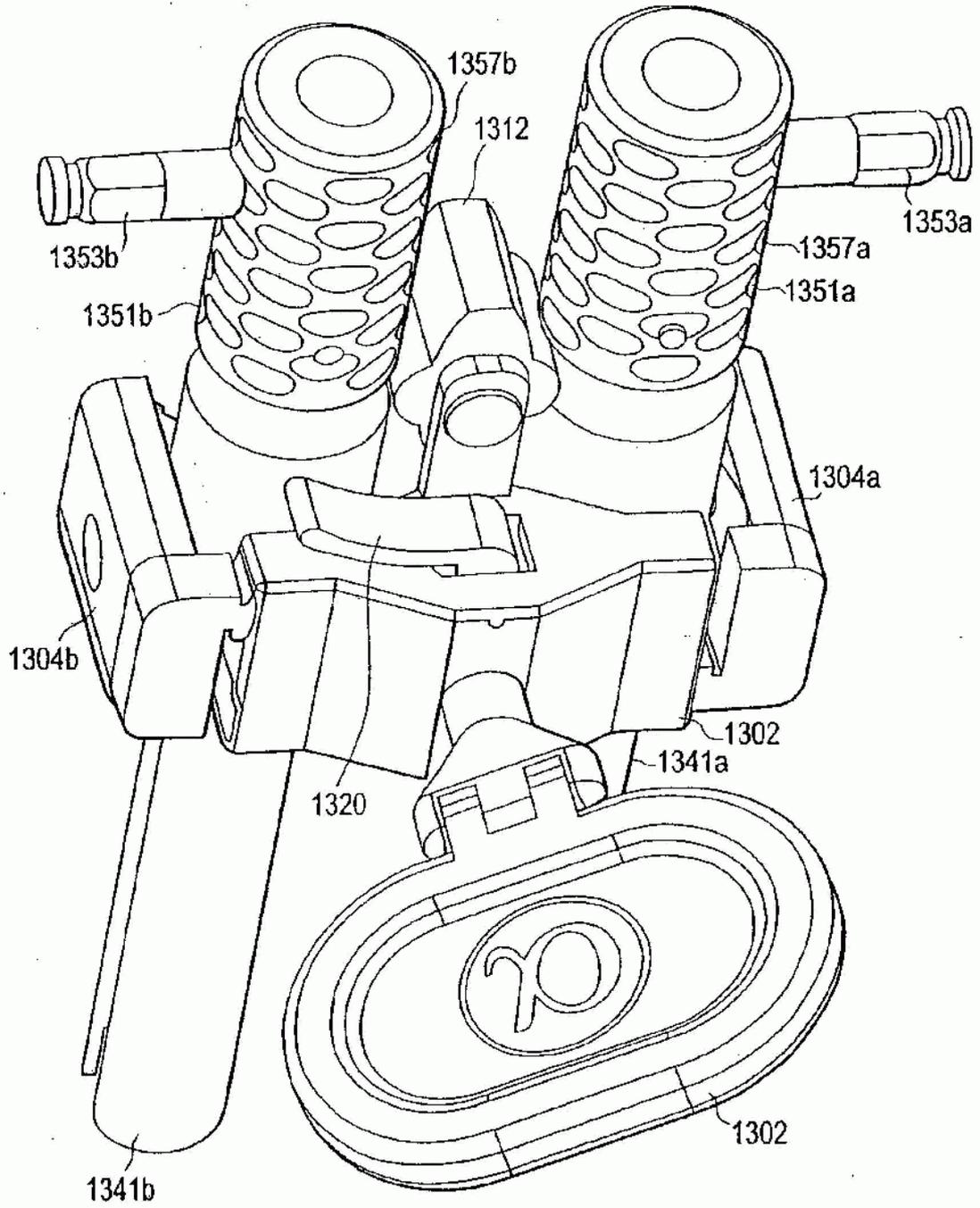
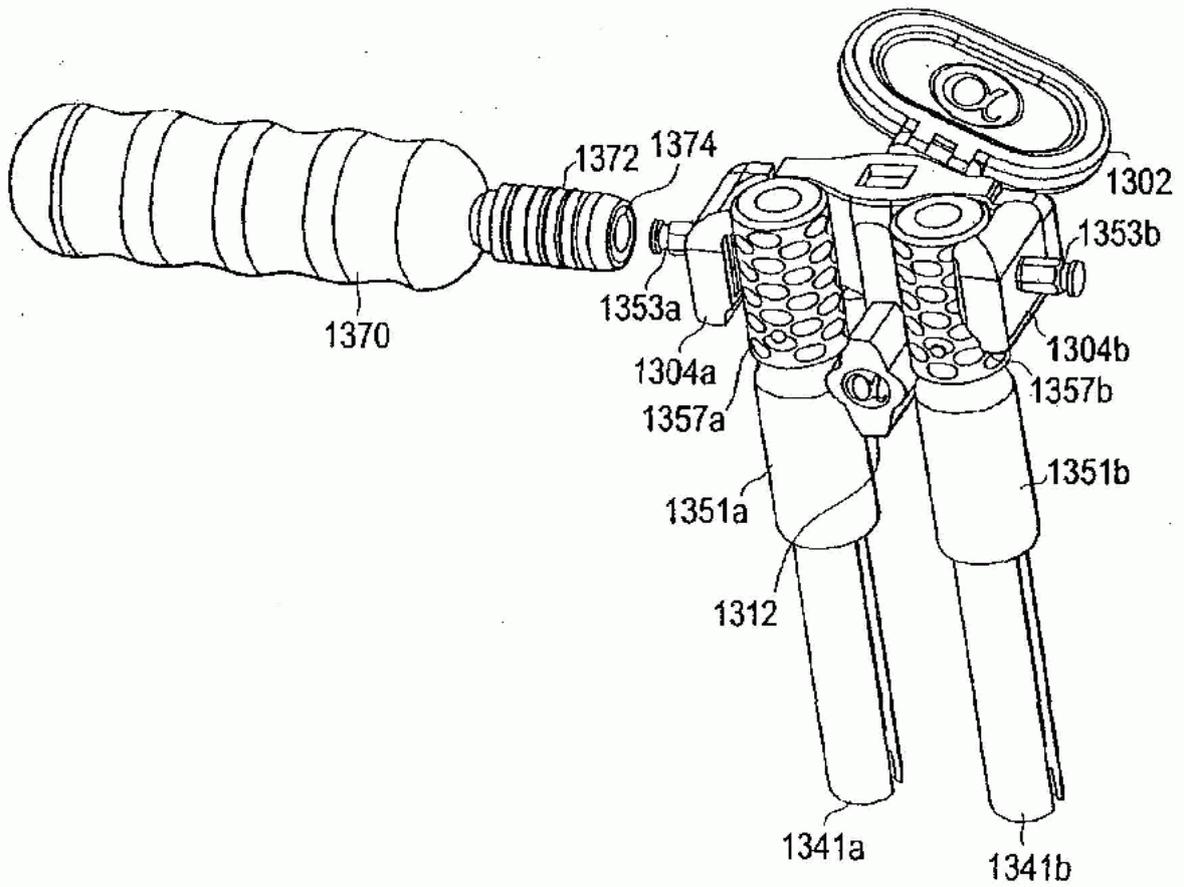


FIG. 13F



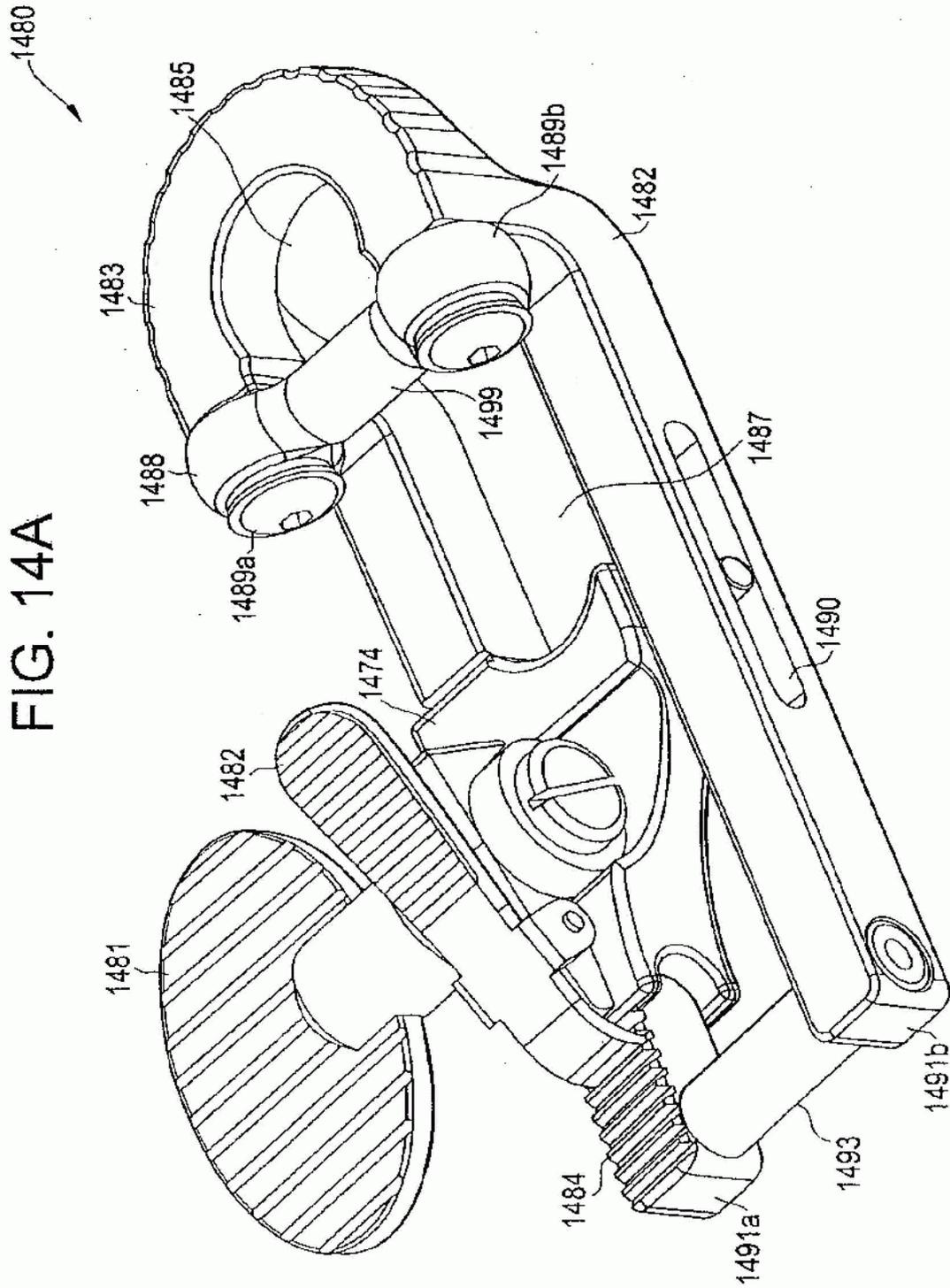


FIG. 14B

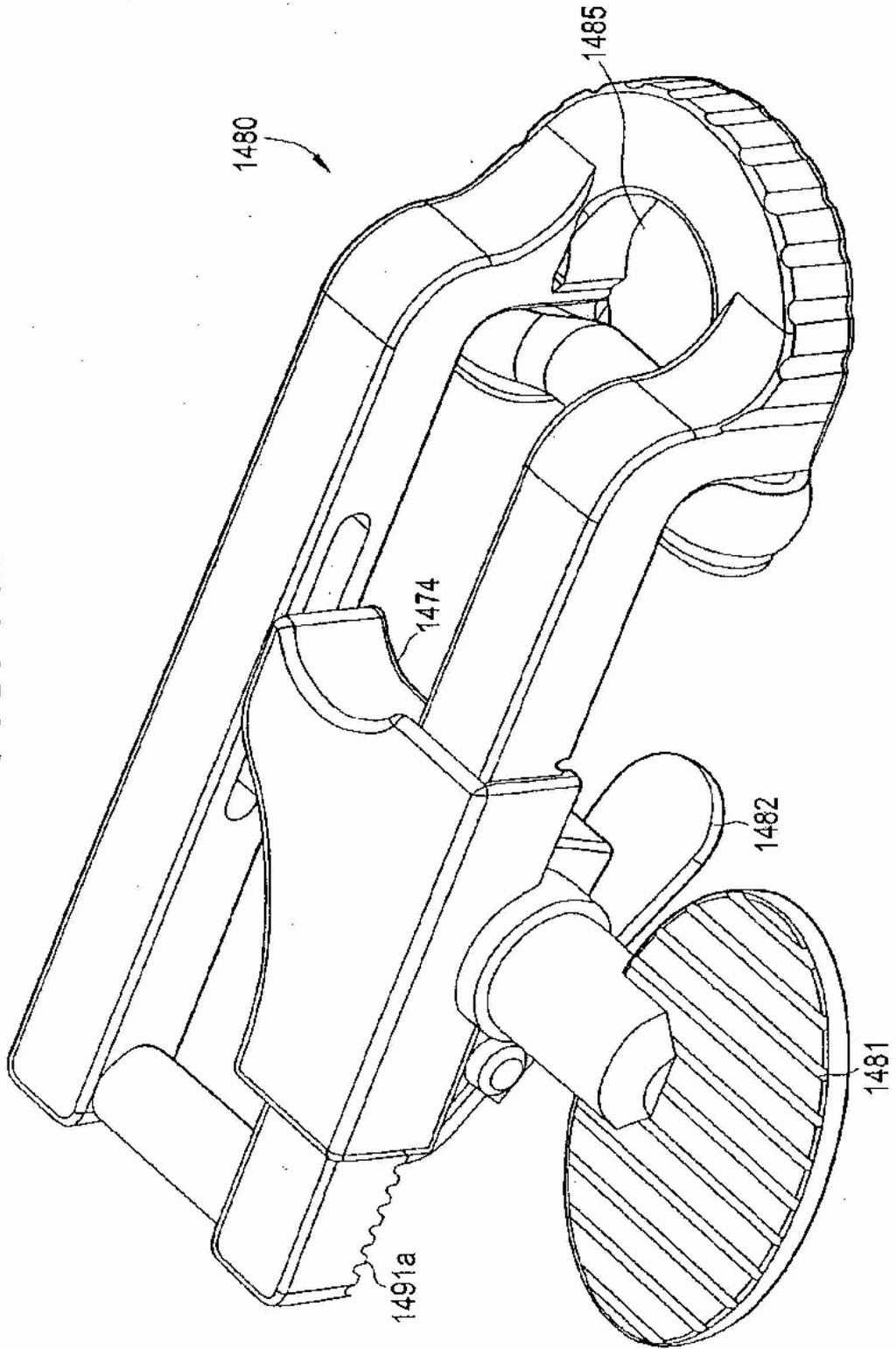


FIG. 14C

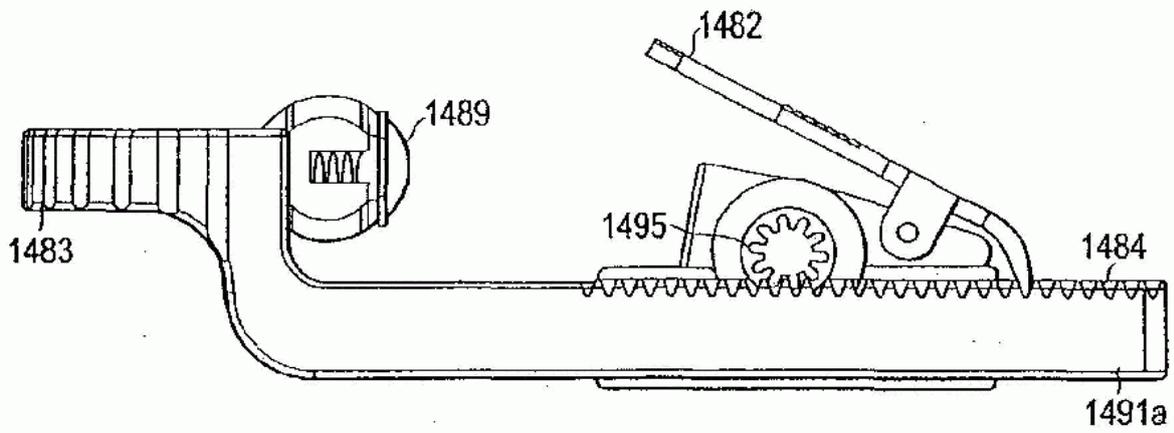


FIG. 14D

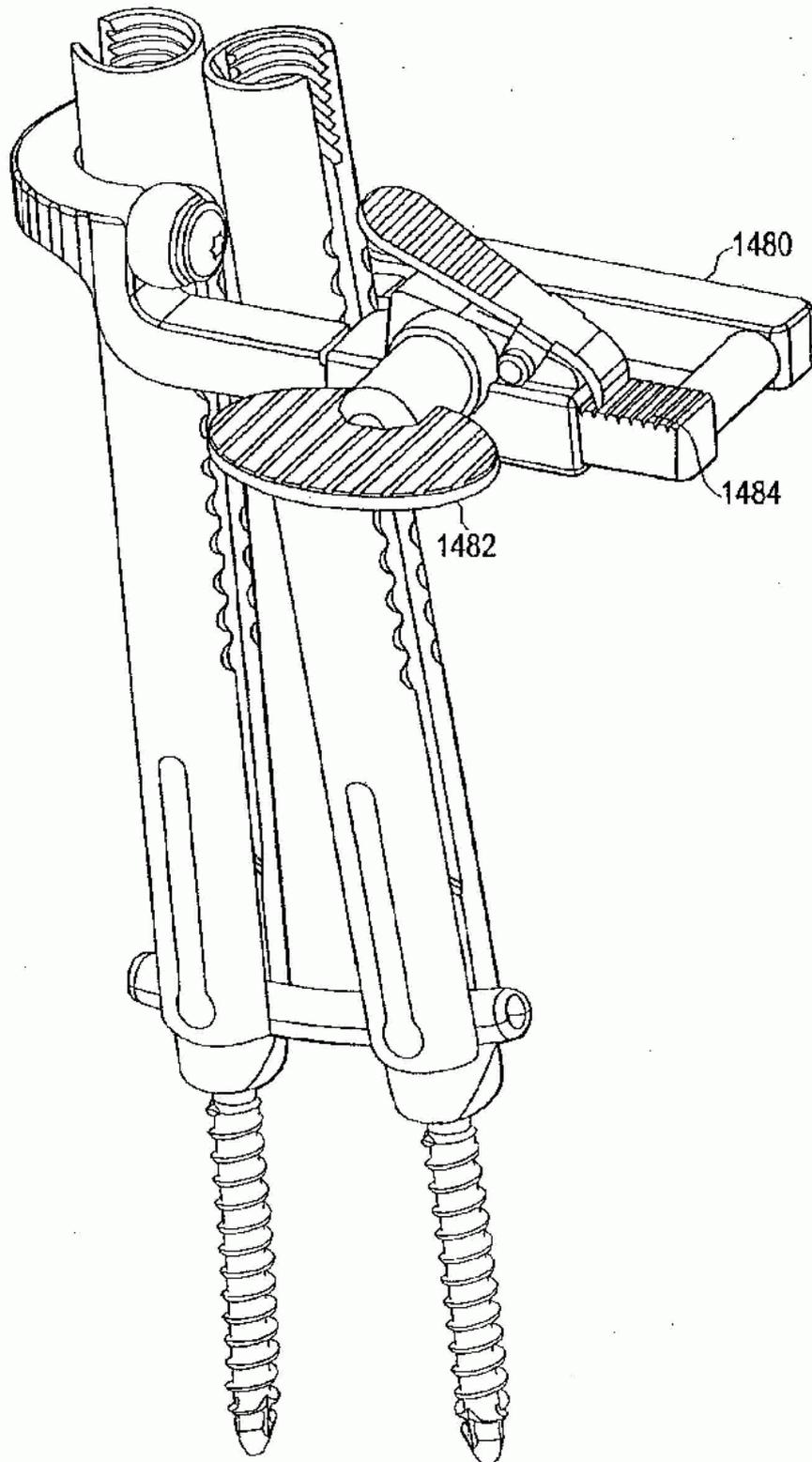


FIG. 14E

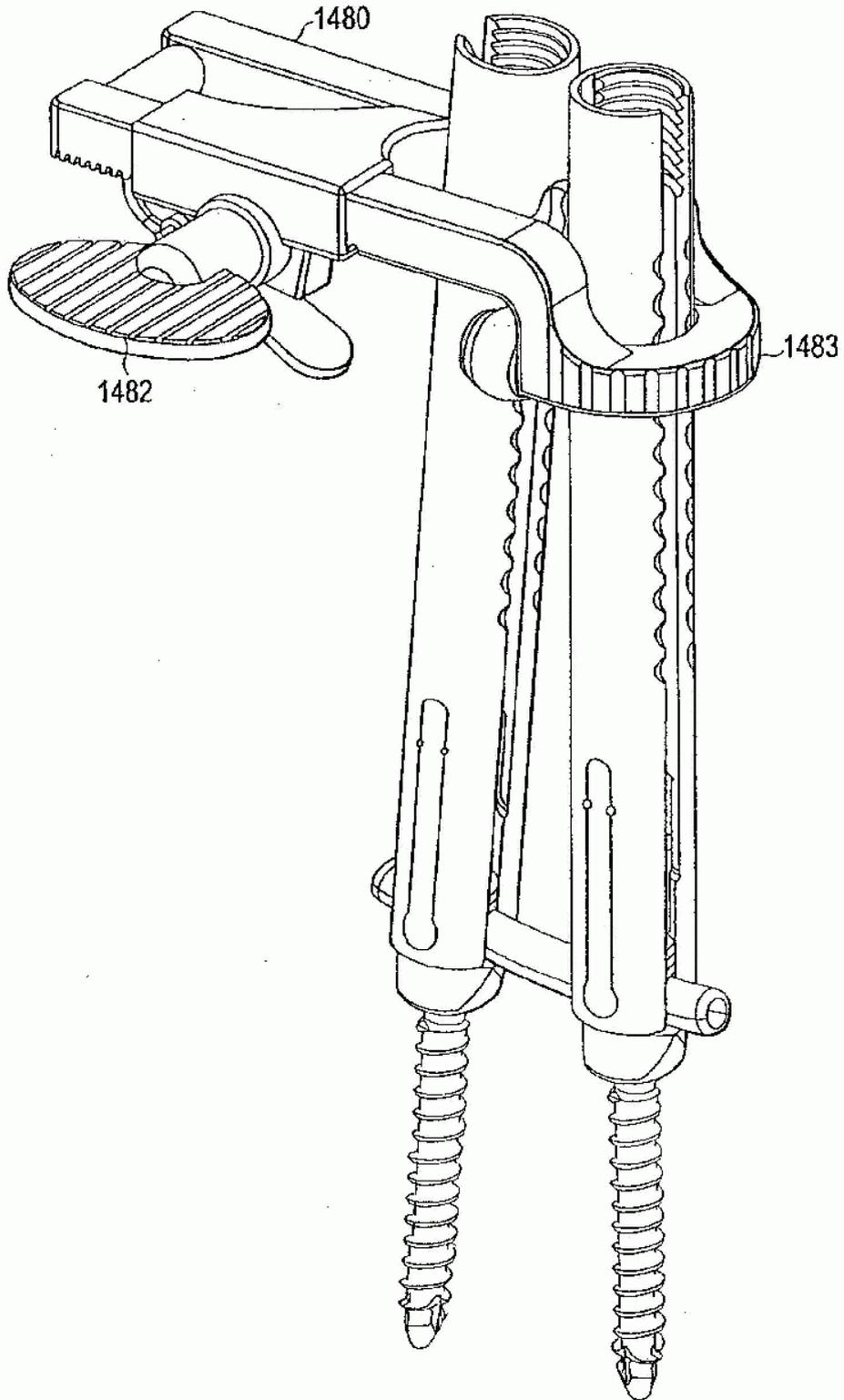


FIG. 15

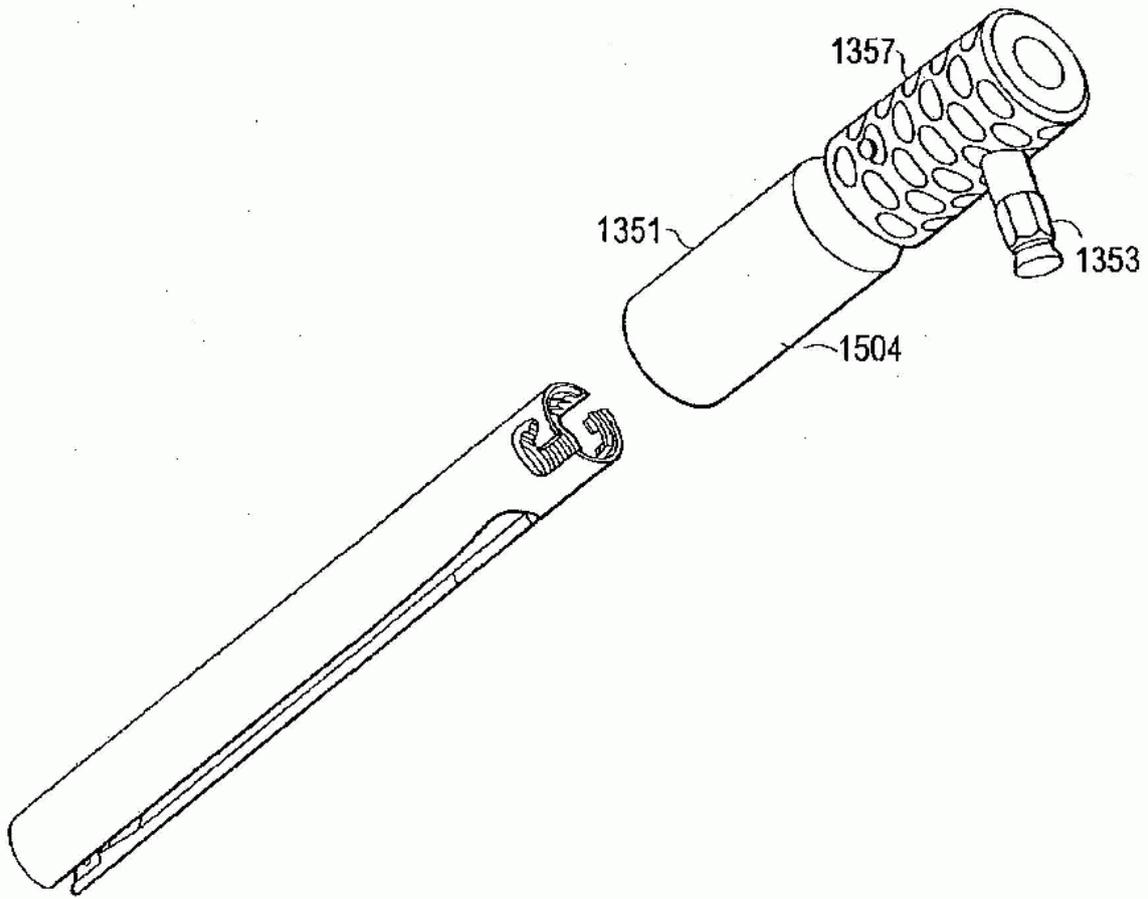


FIG. 16A

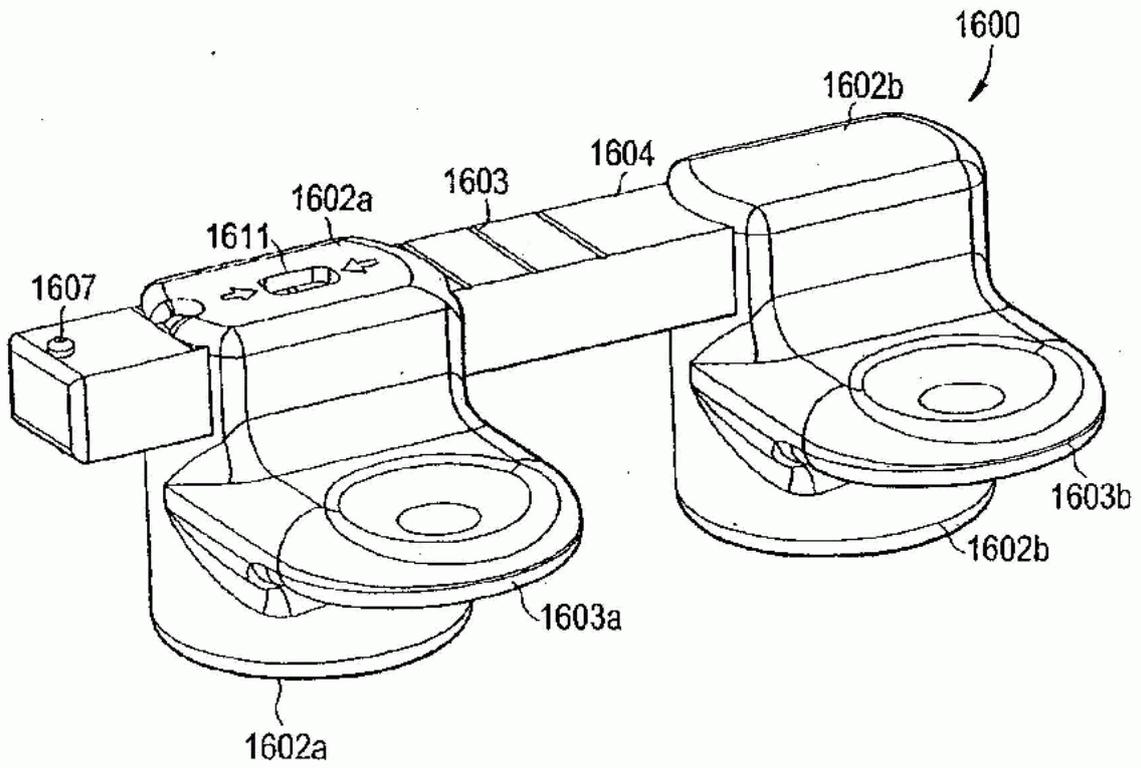


FIG. 16B

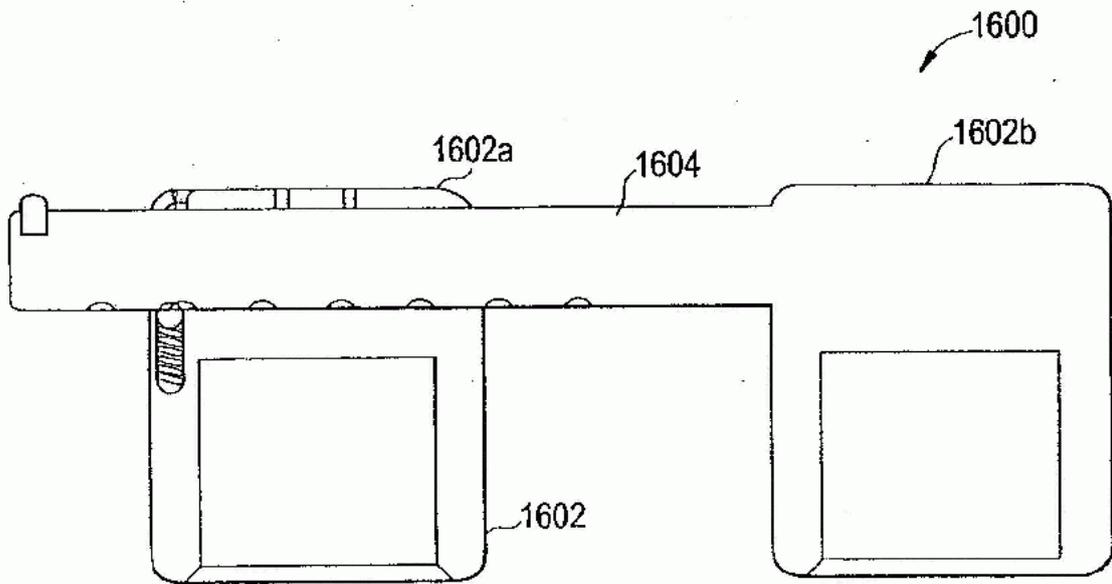




FIG. 17A

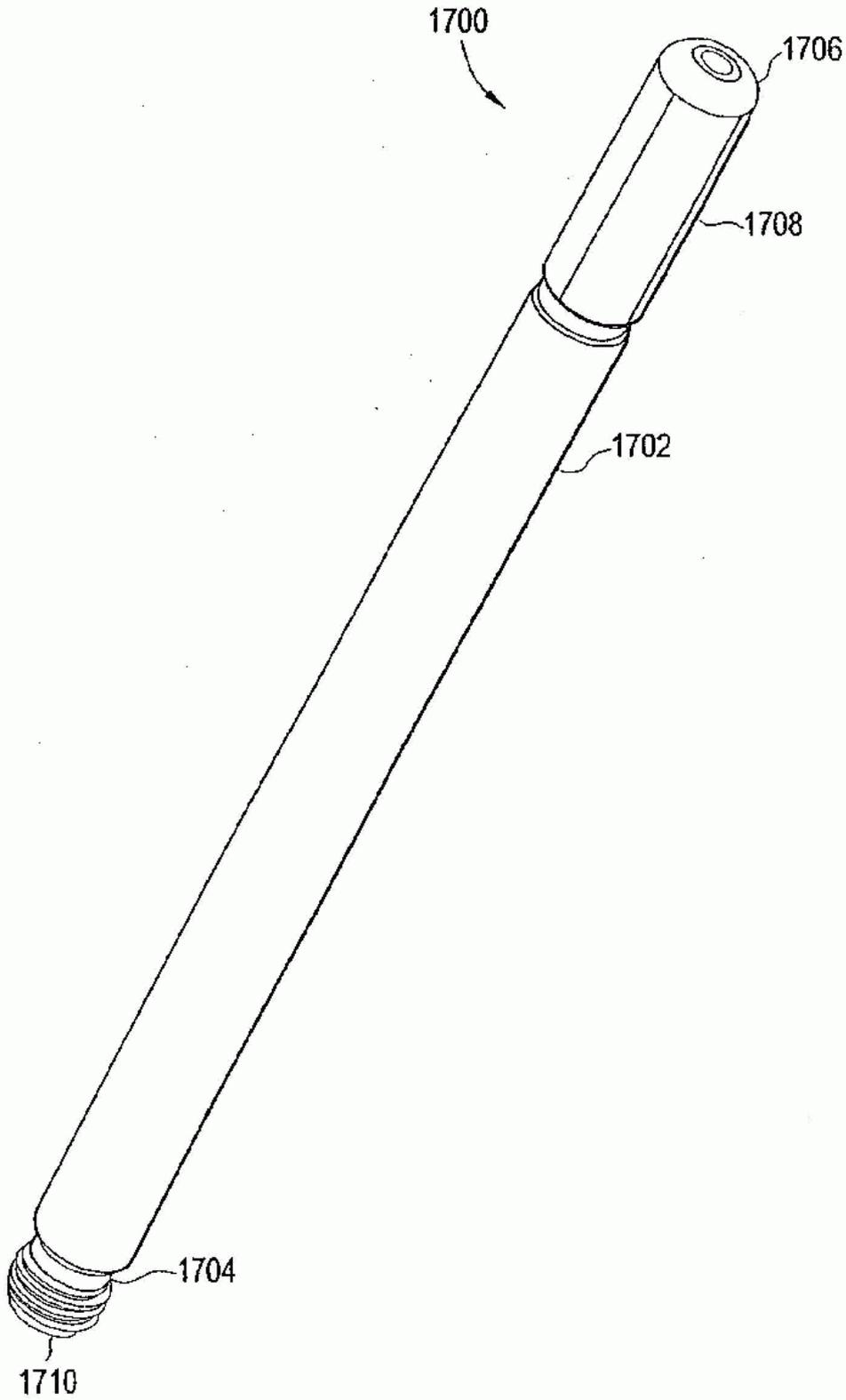


FIG. 17B

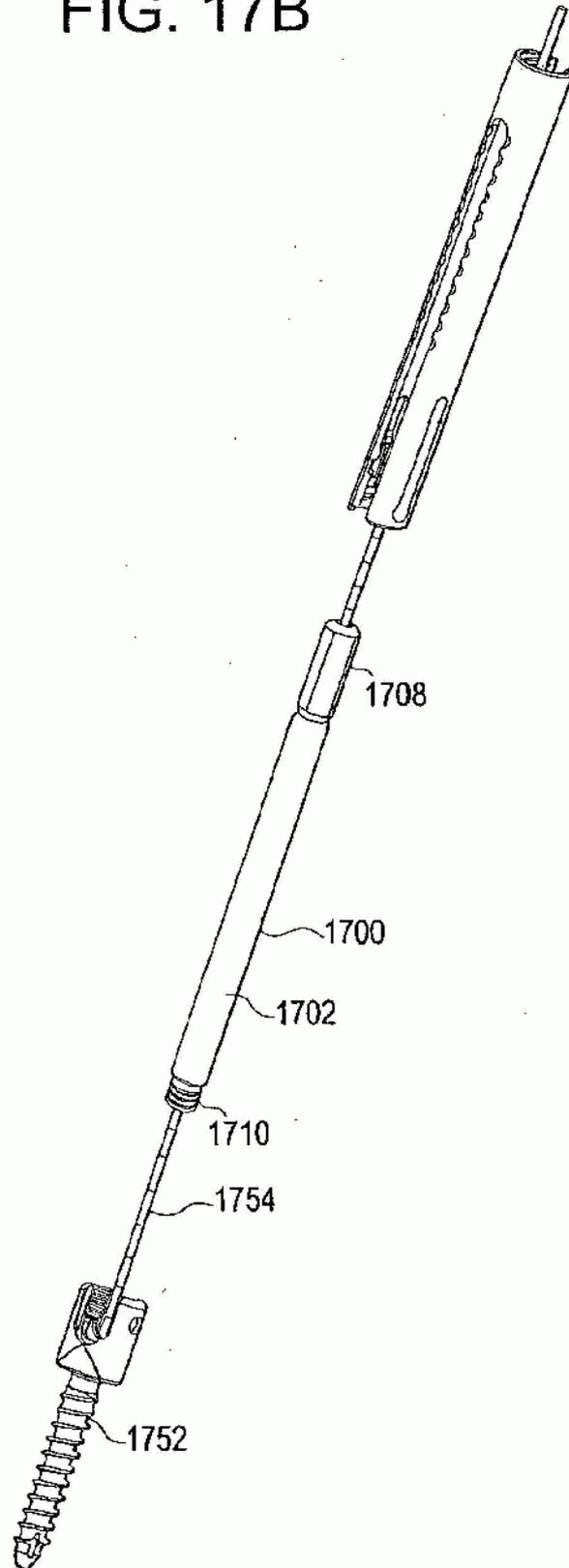


FIG. 17C

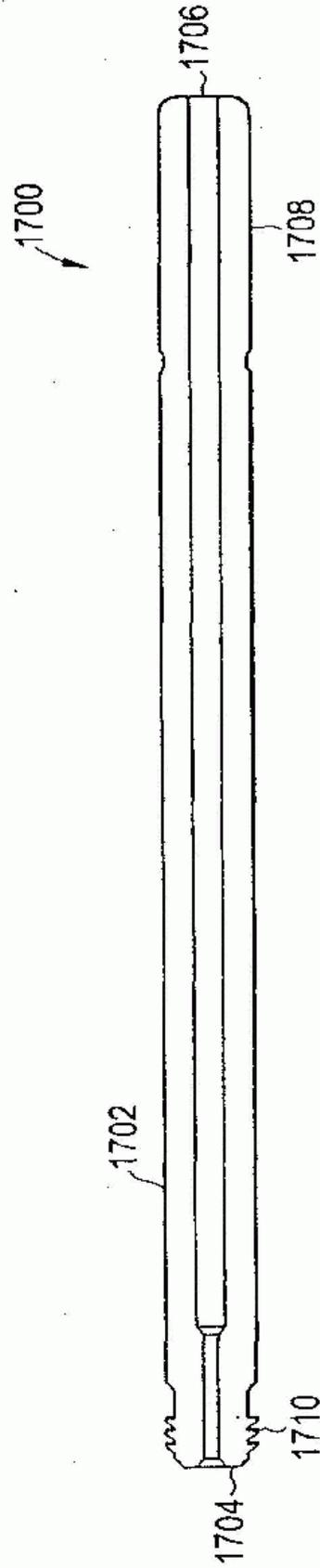


FIG. 18A

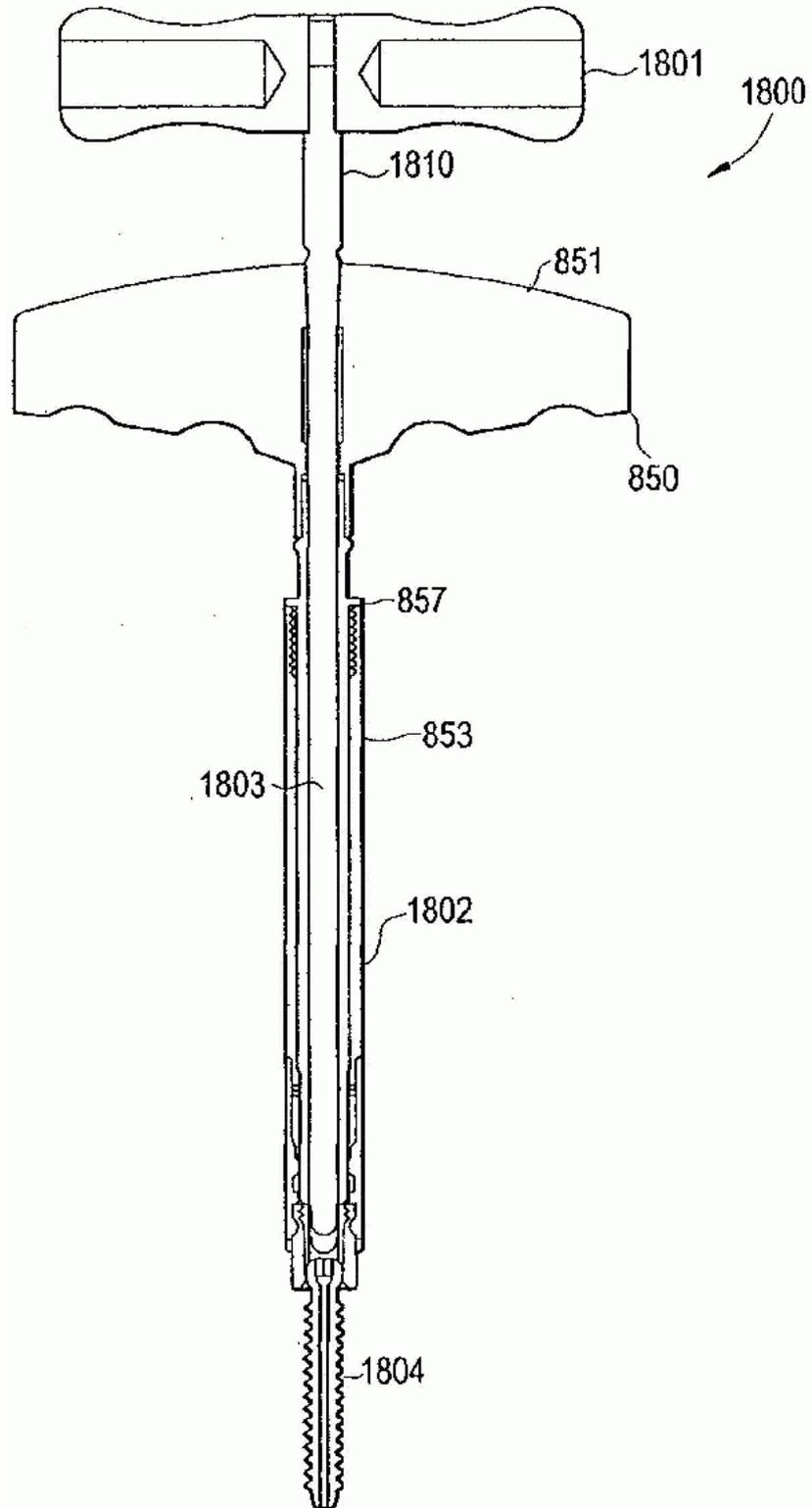


FIG. 18B

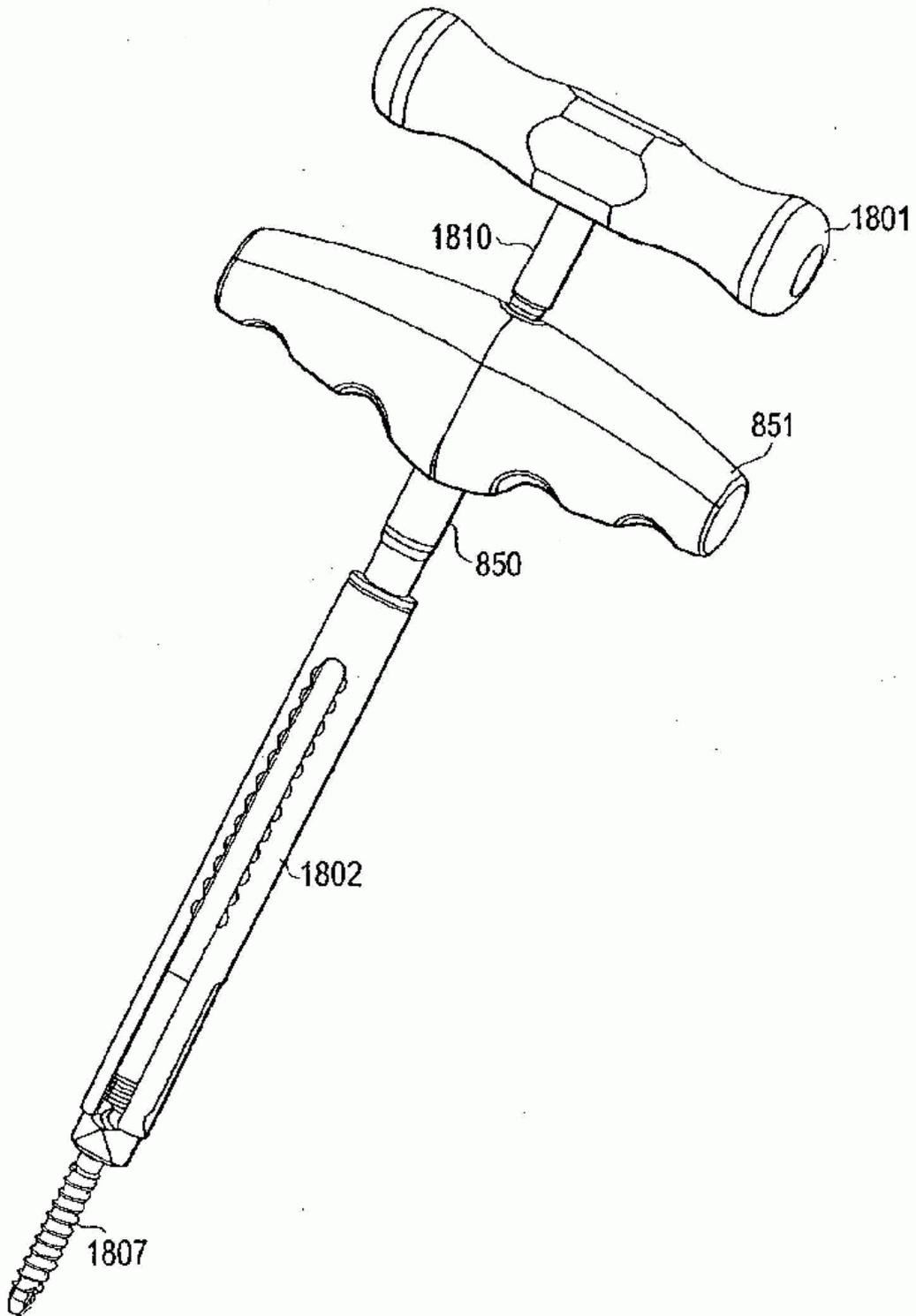


FIG. 18C

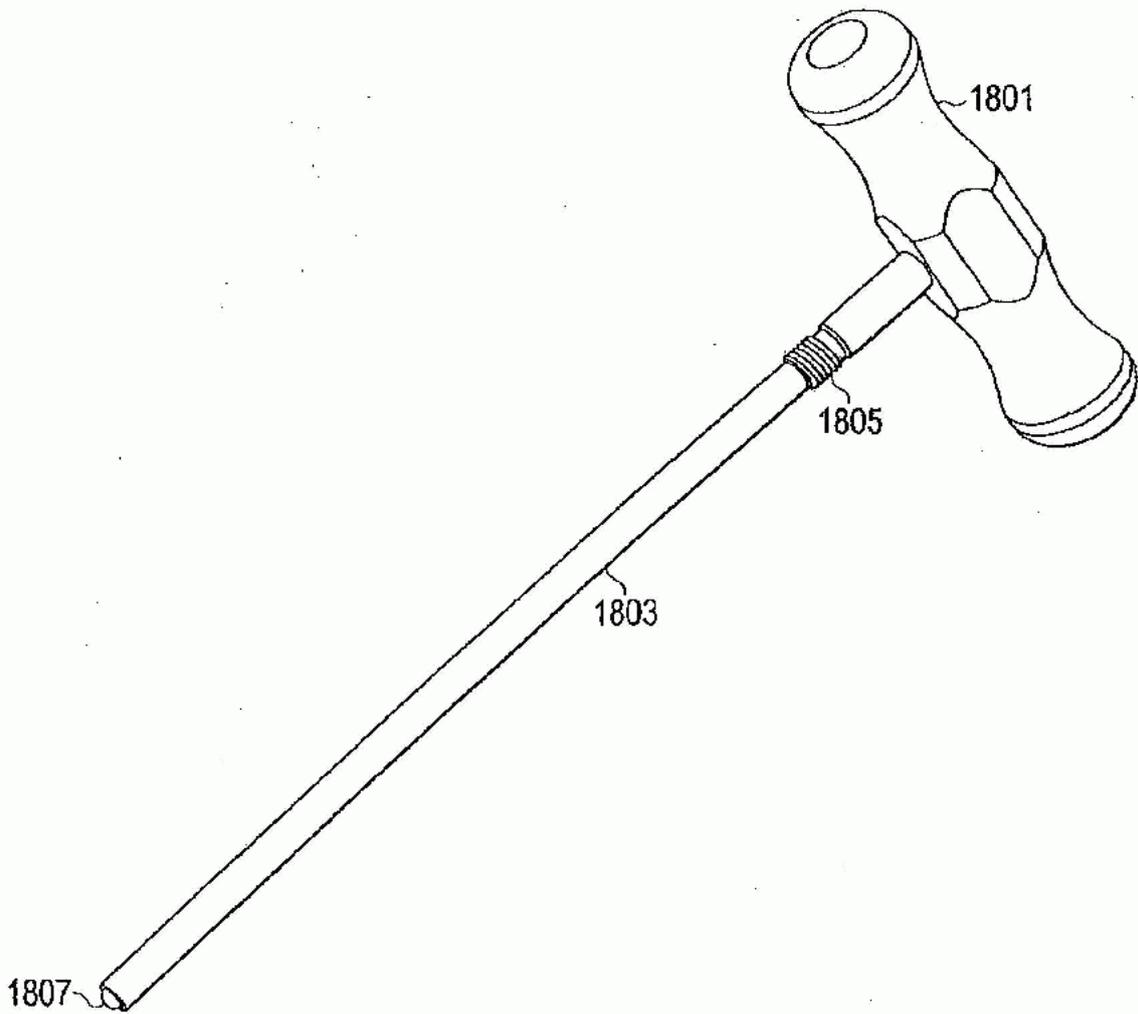


FIG. 19A

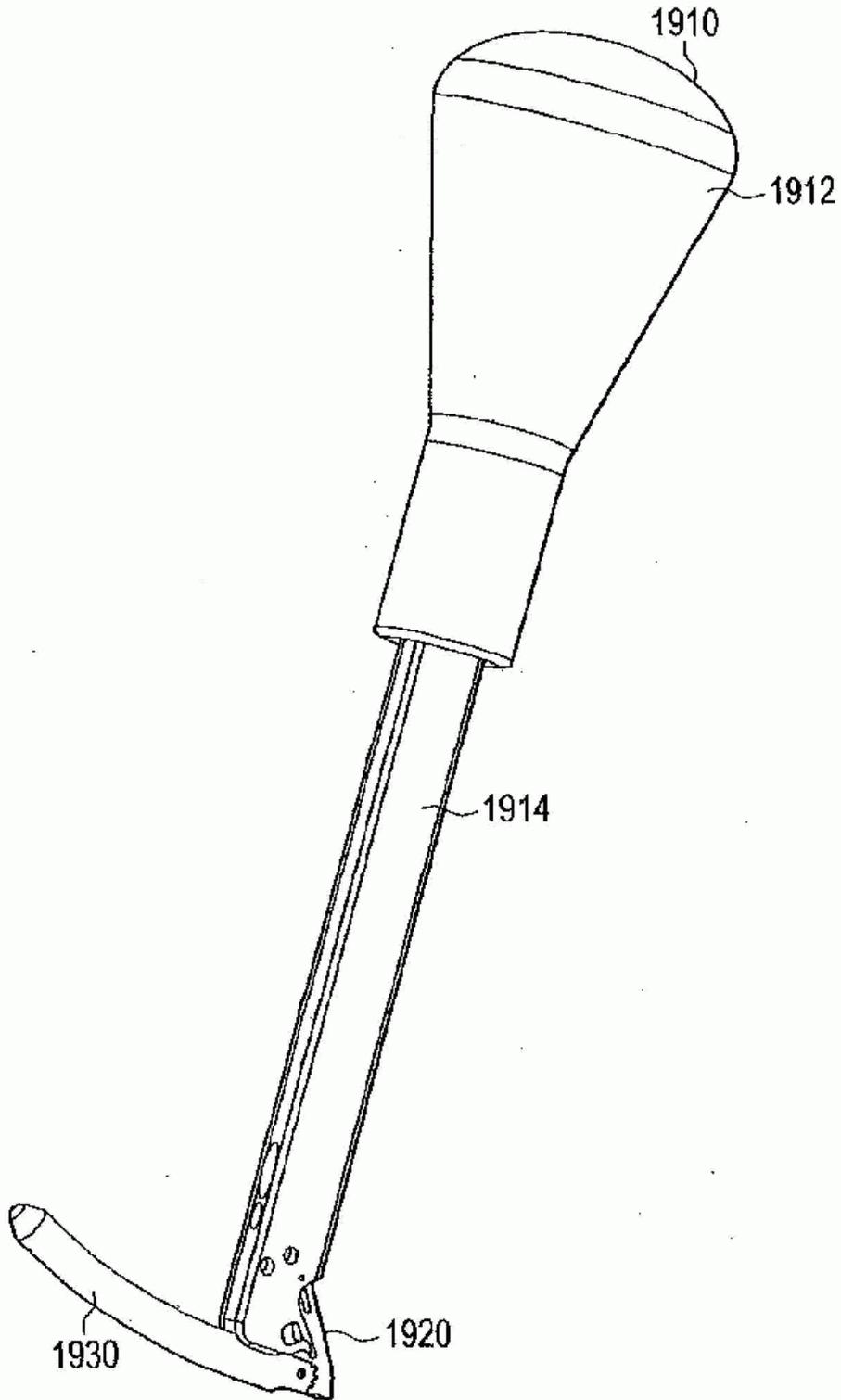


FIG. 19B

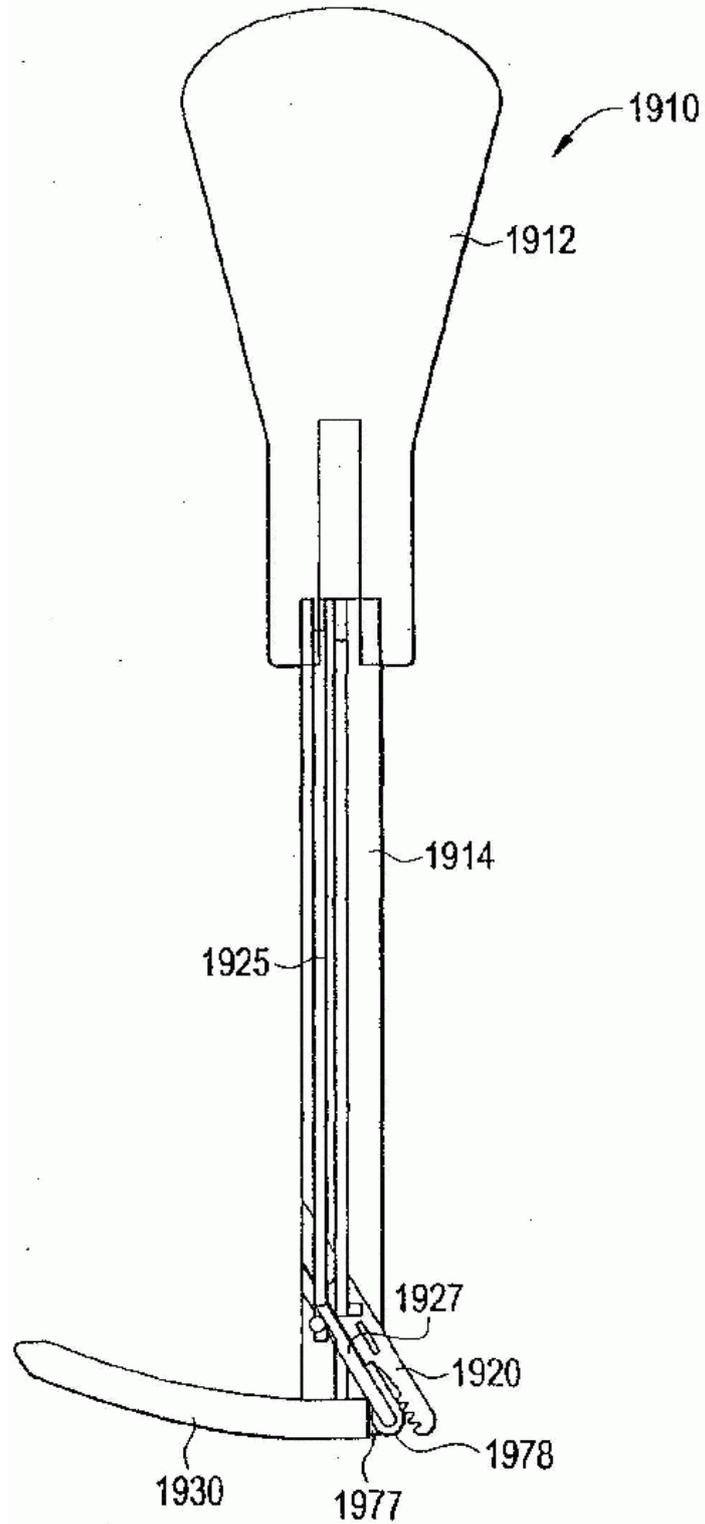


FIG. 19C

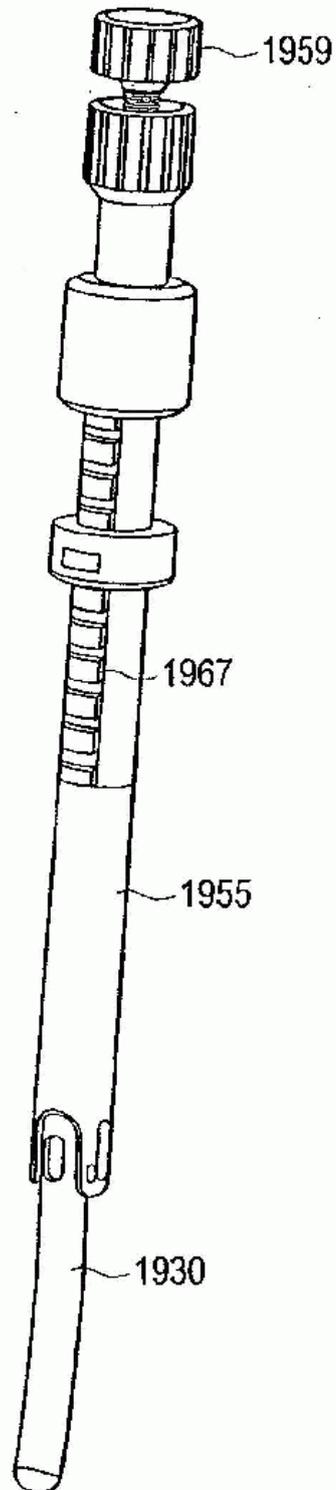


FIG. 19D

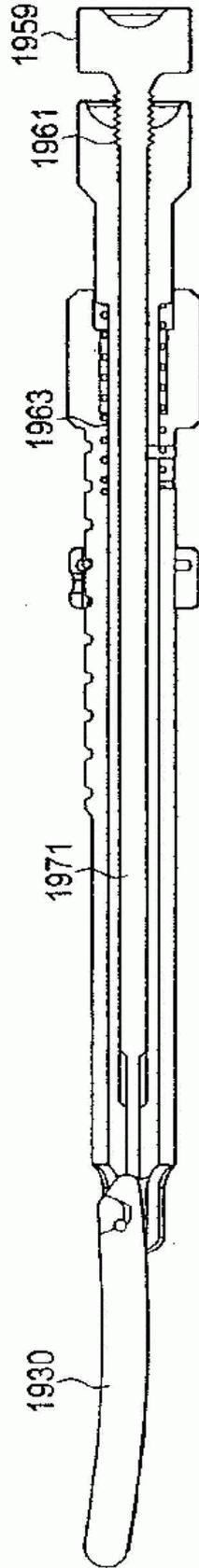


FIG. 19E

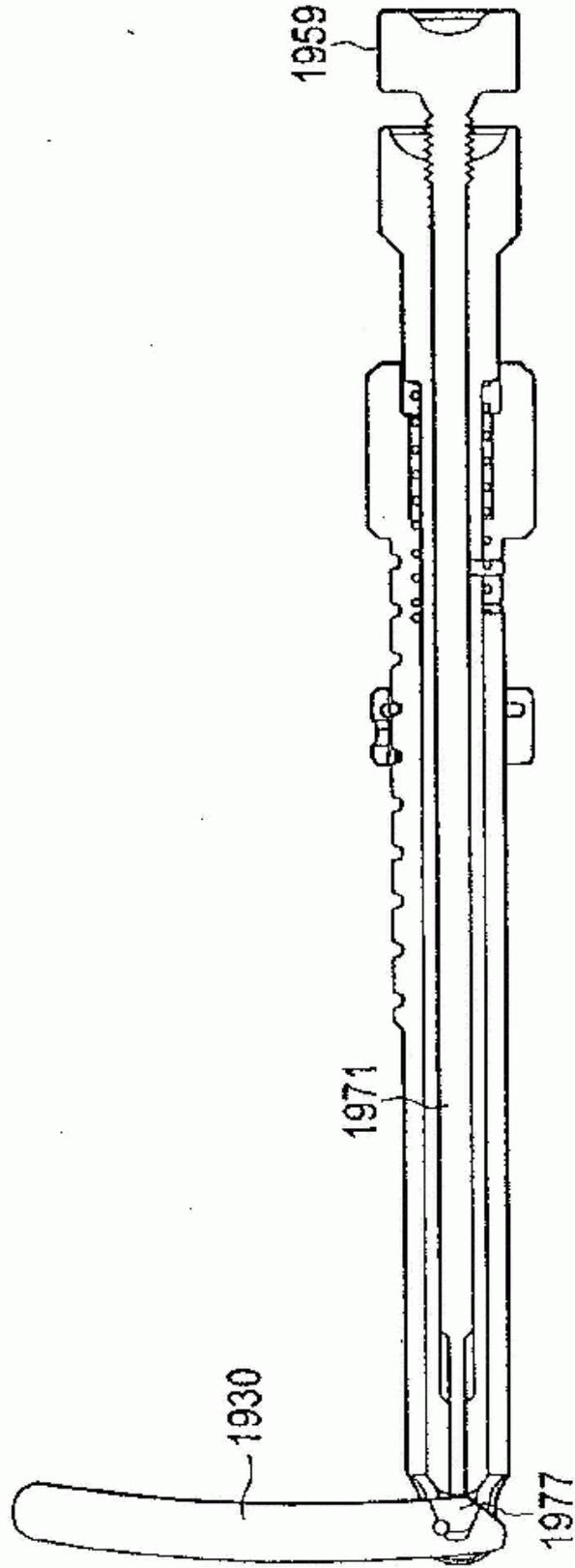


FIG. 19F

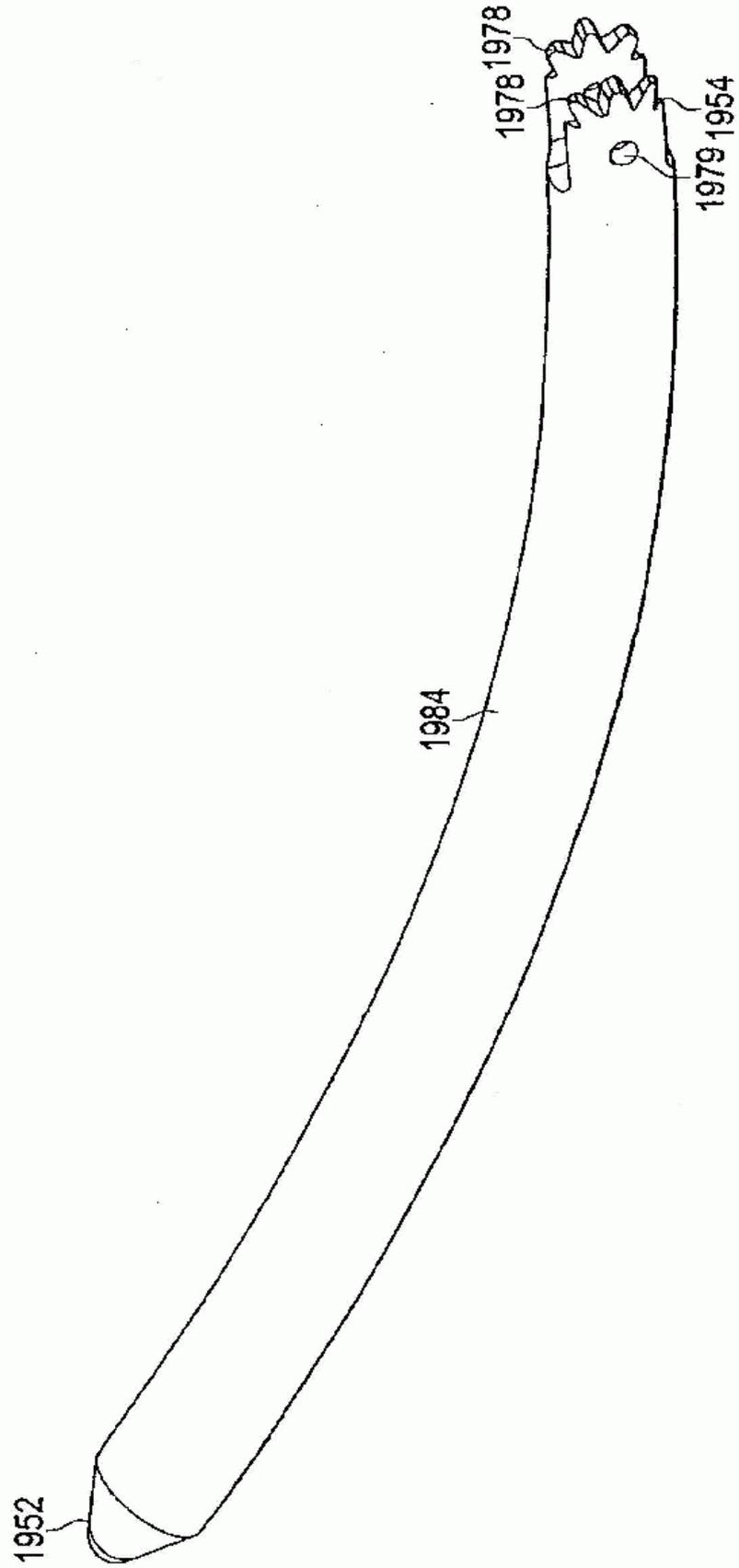


FIG. 20A

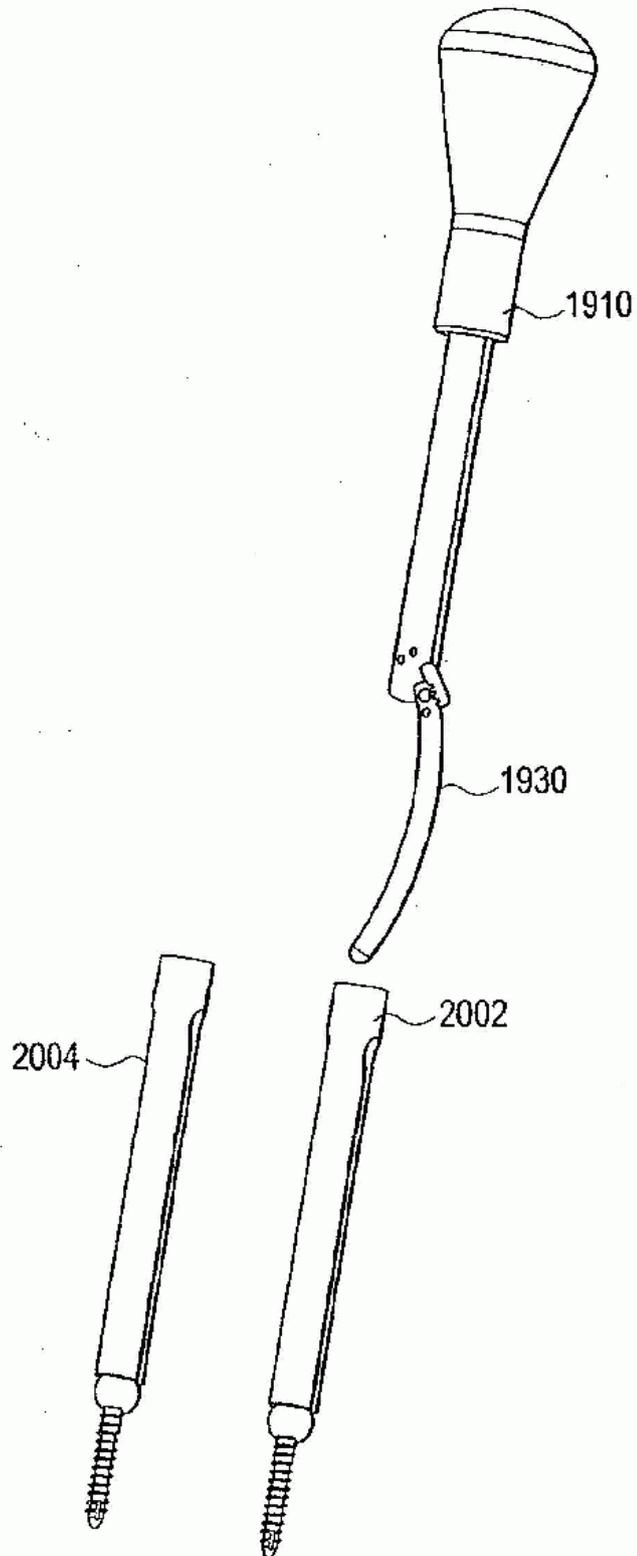


FIG. 20B

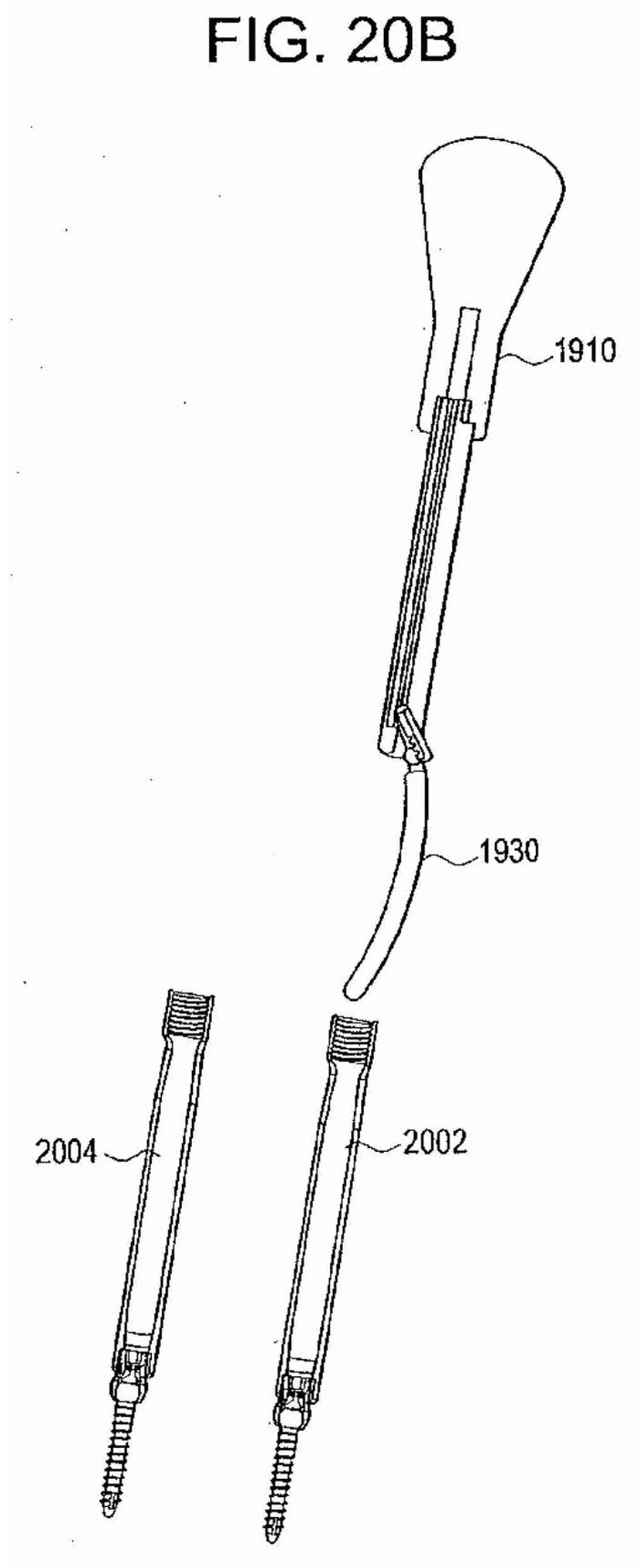


FIG. 20C

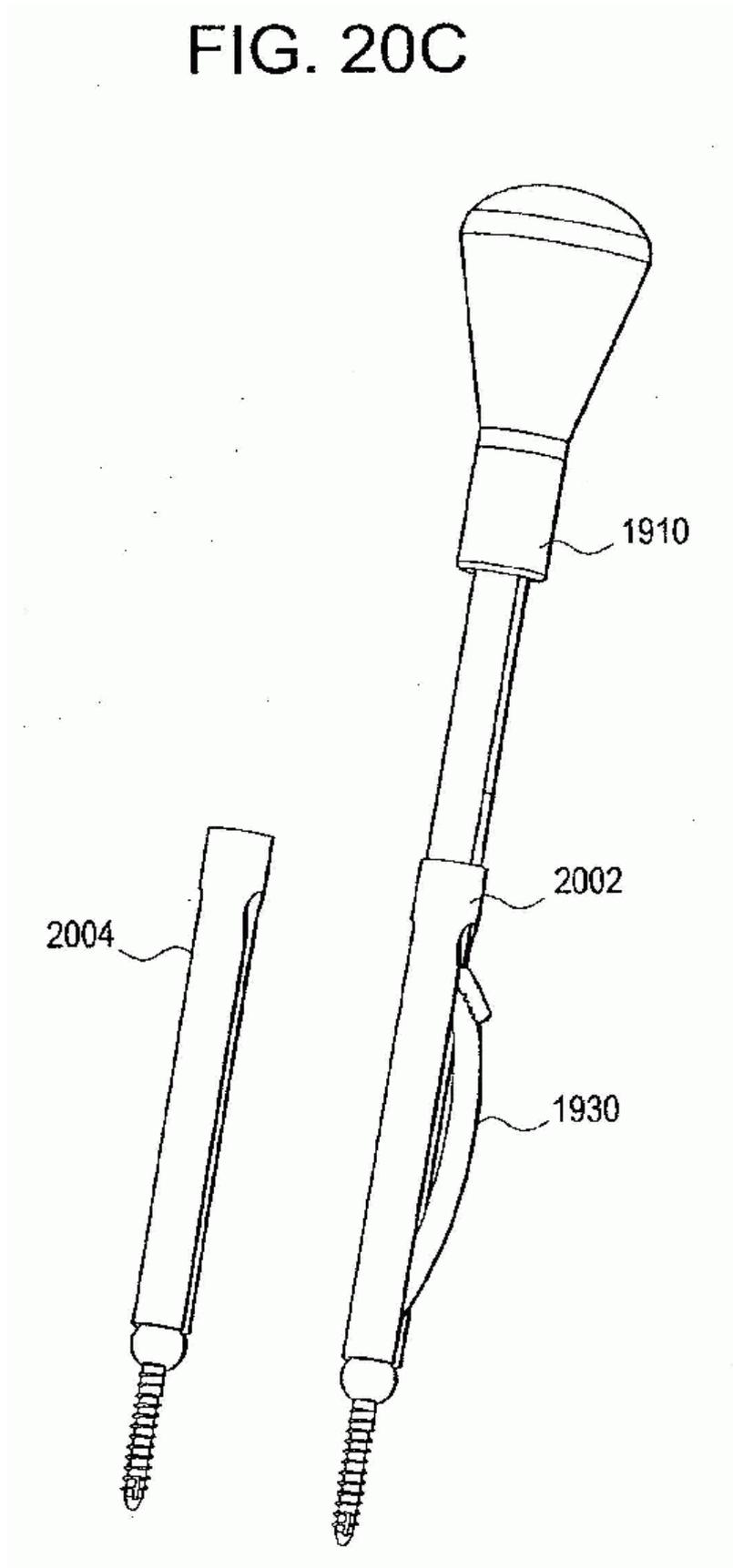


FIG. 20D

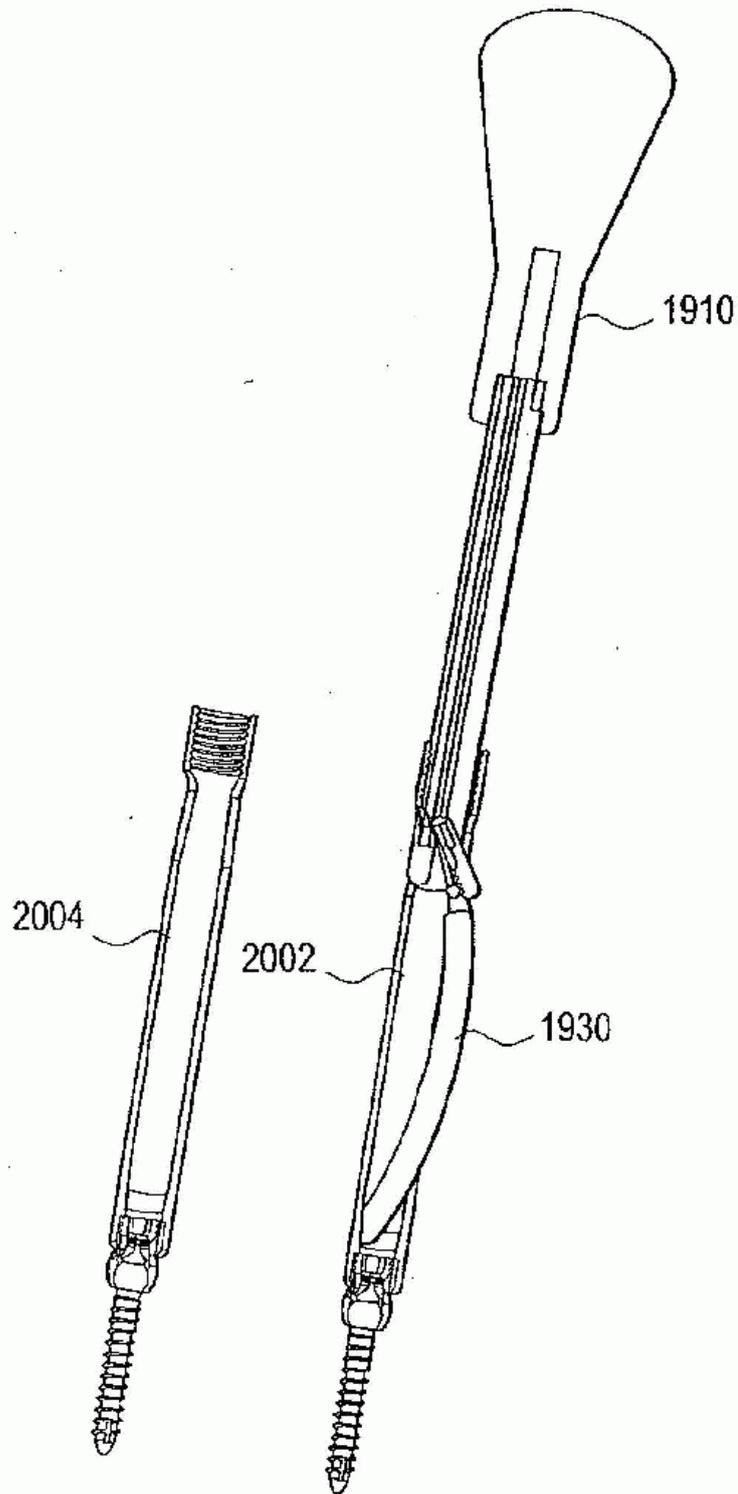


FIG. 20E

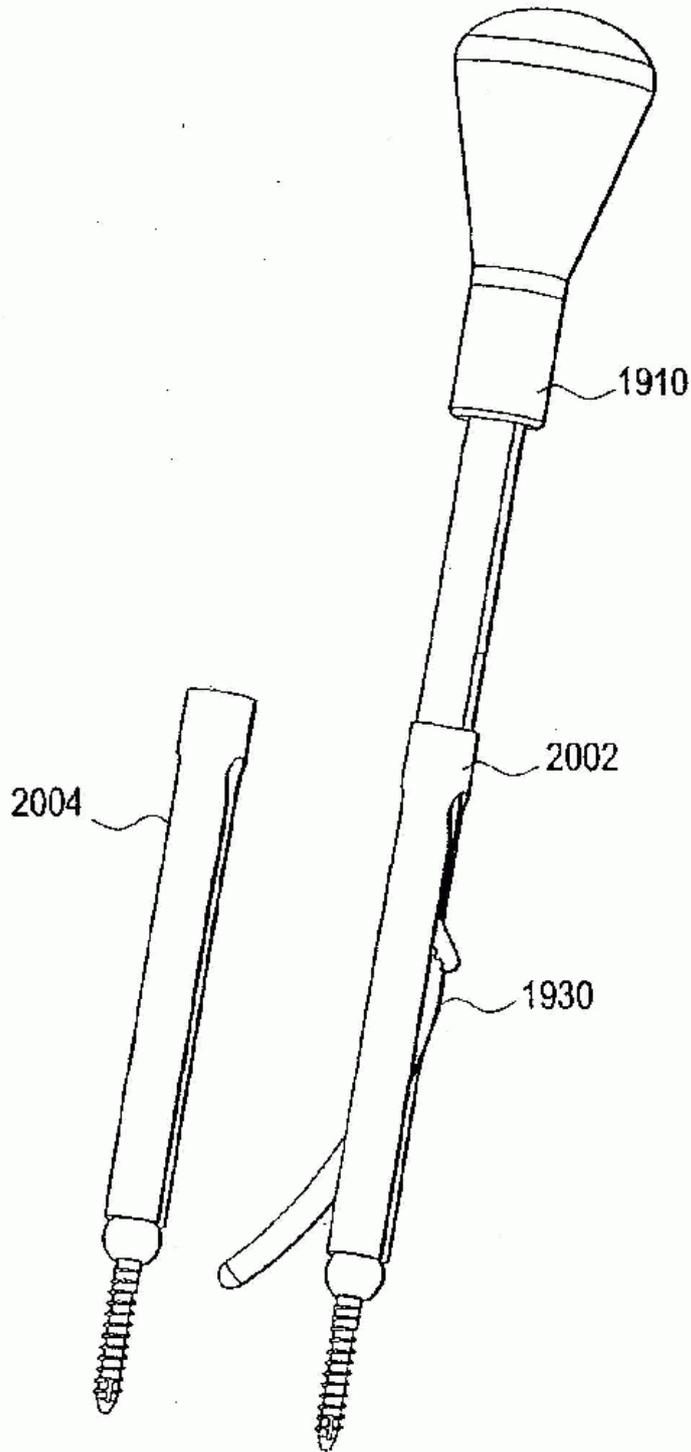


FIG. 20F

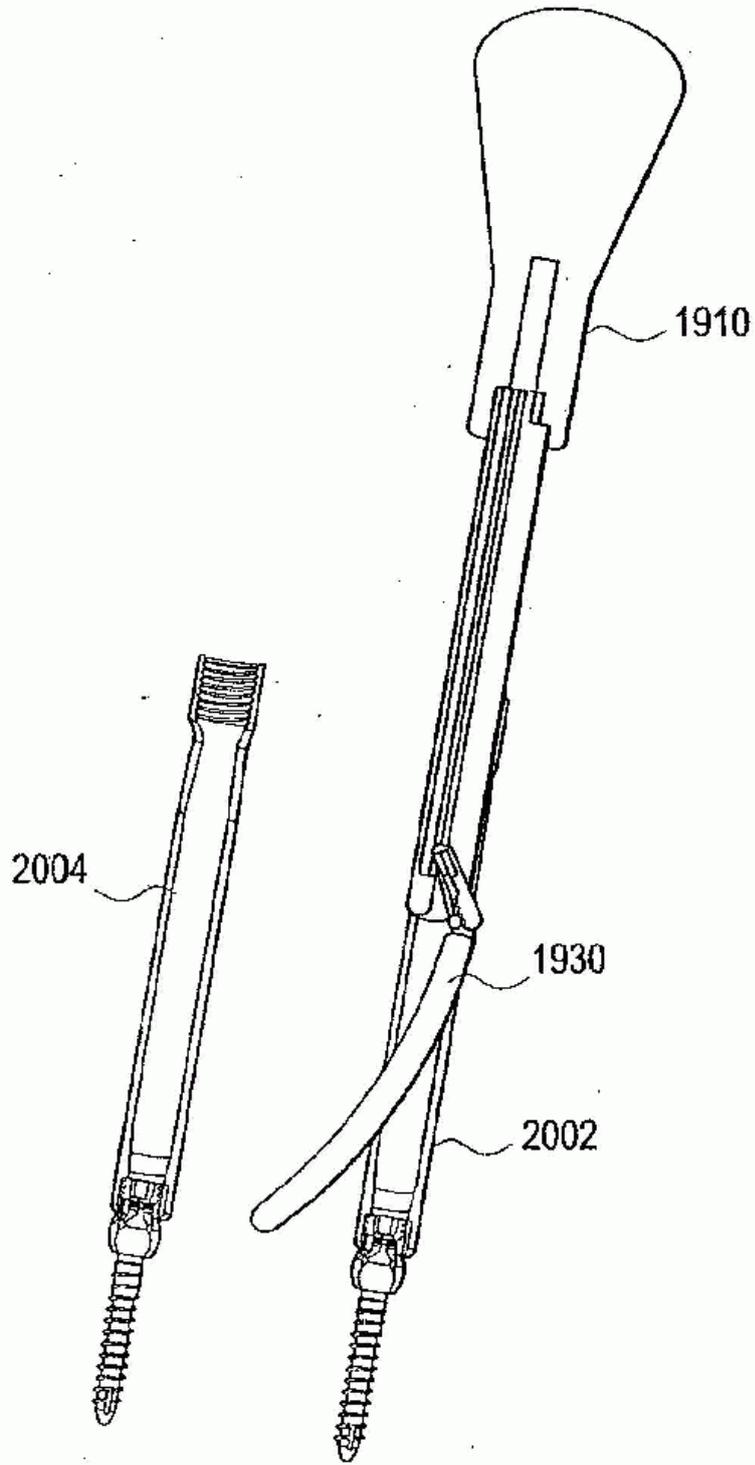


FIG. 20G

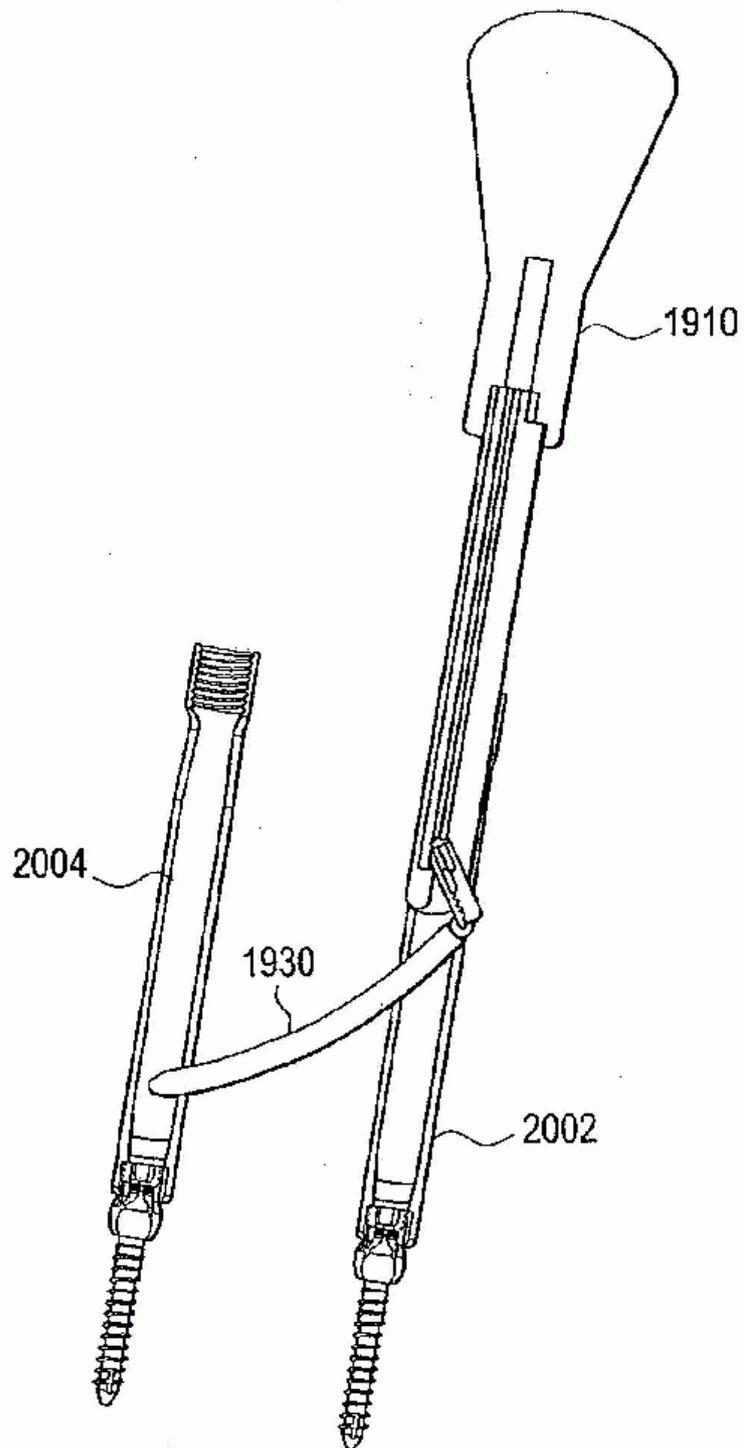


FIG. 20H

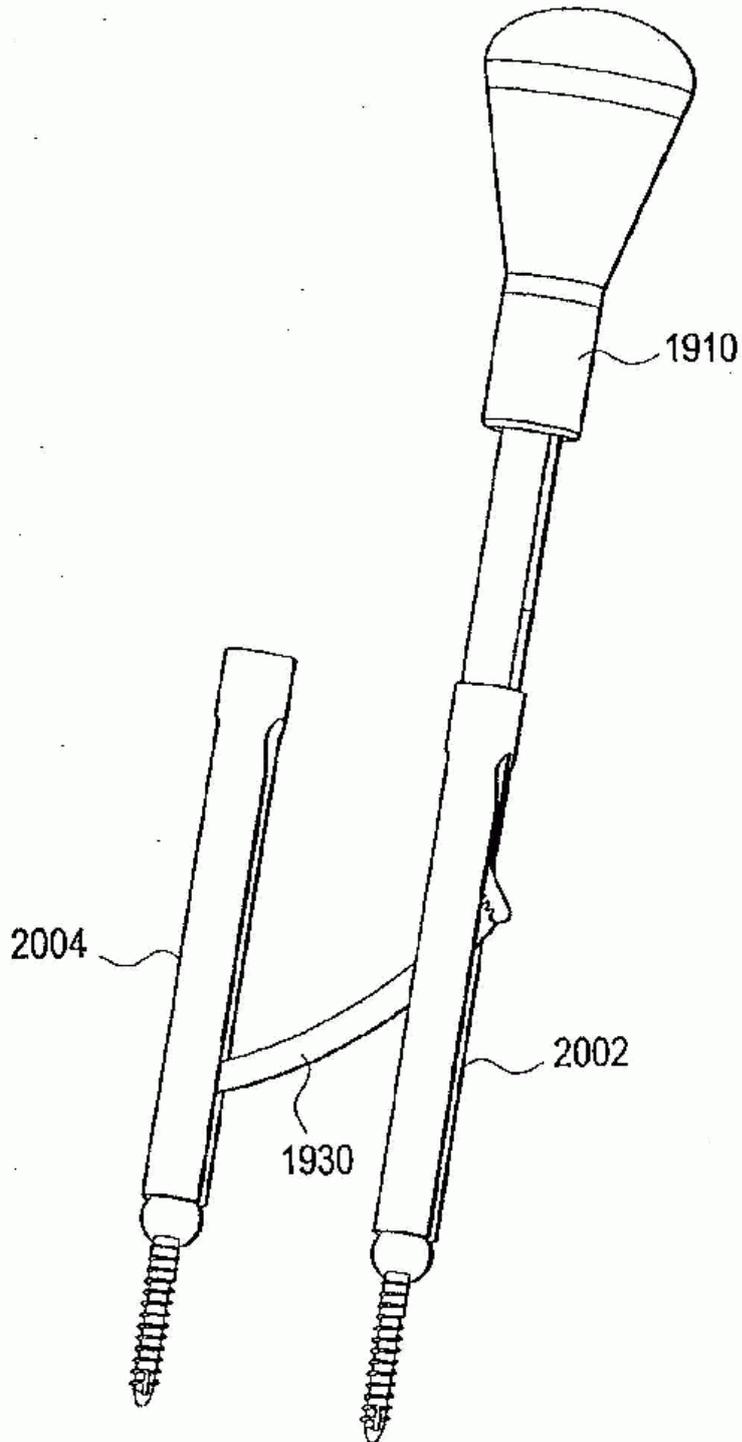


FIG. 20I

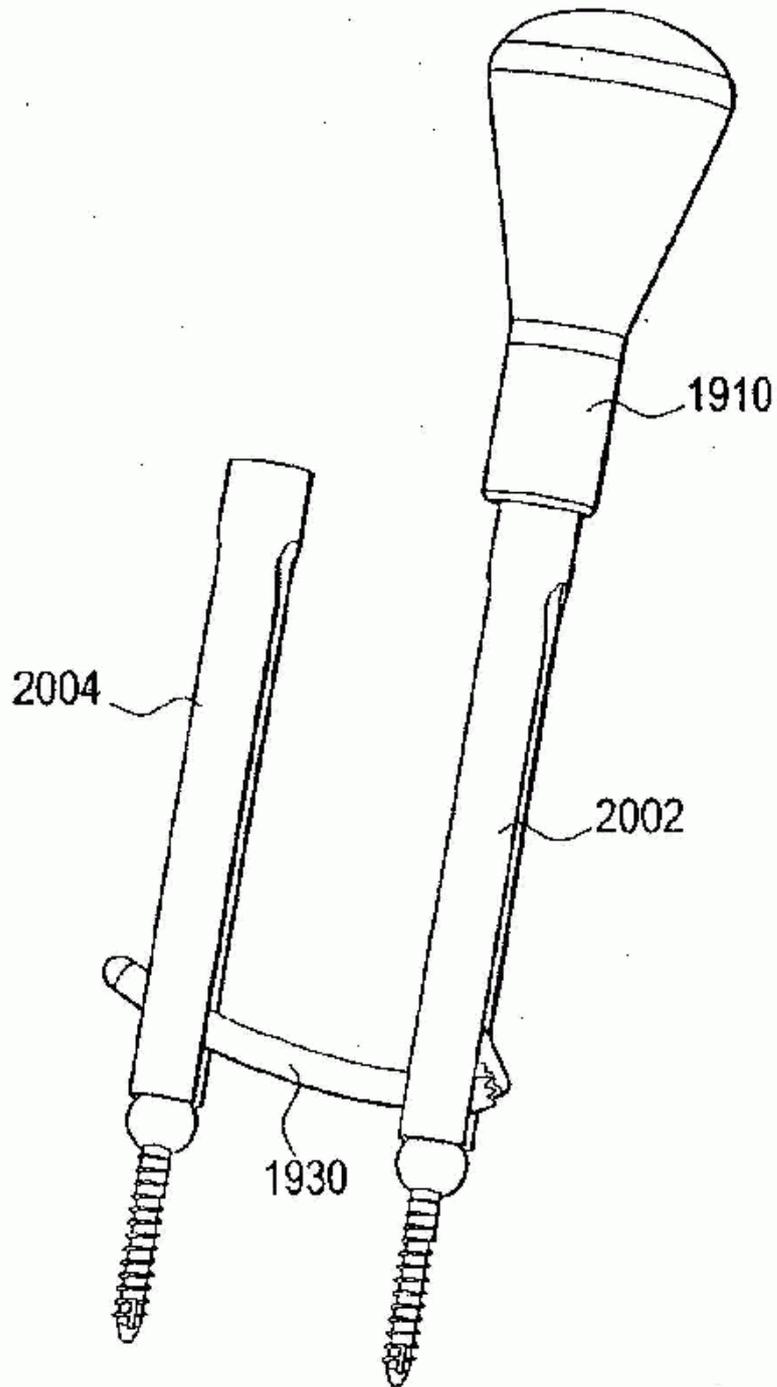


FIG. 20J

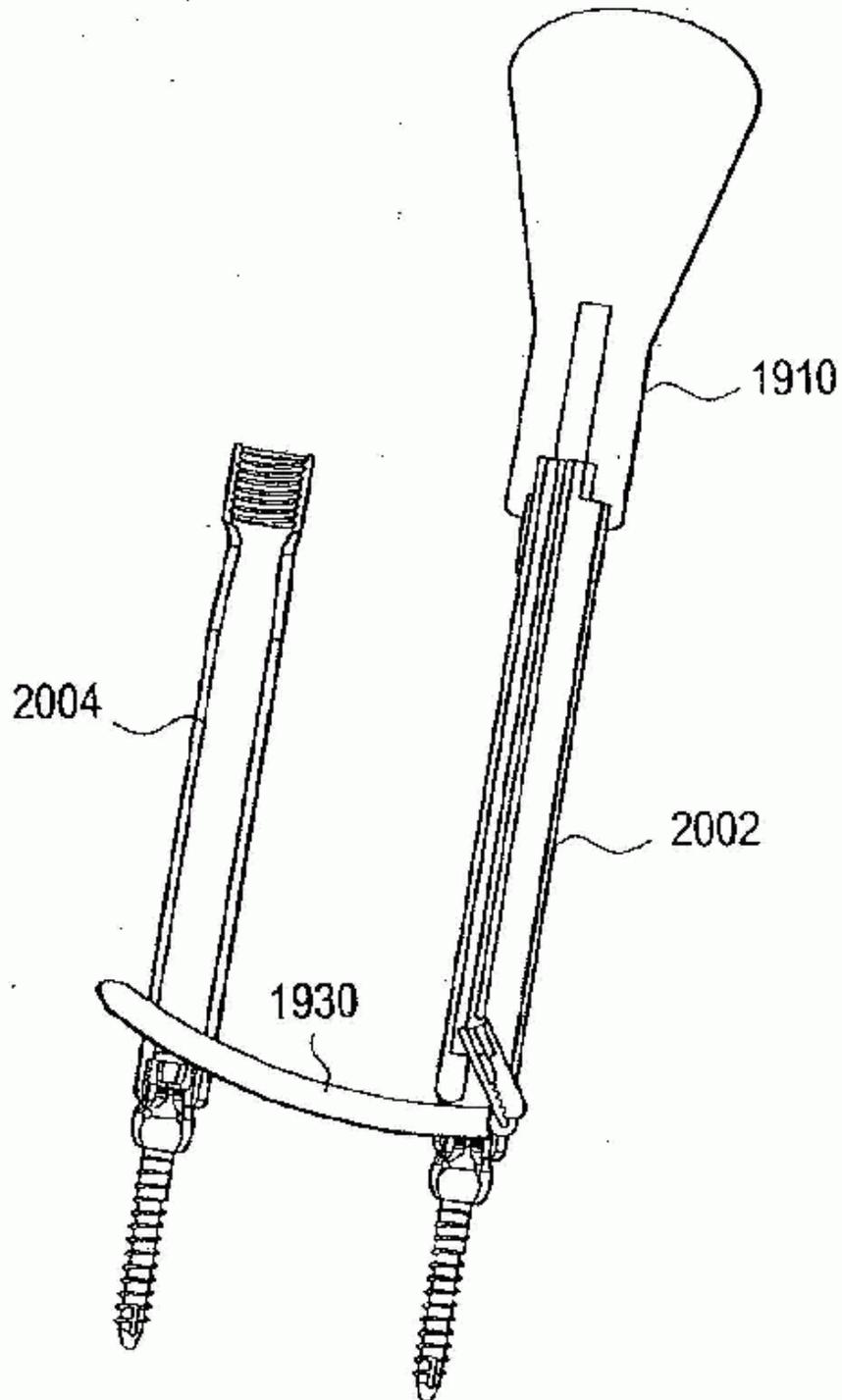


FIG. 20K

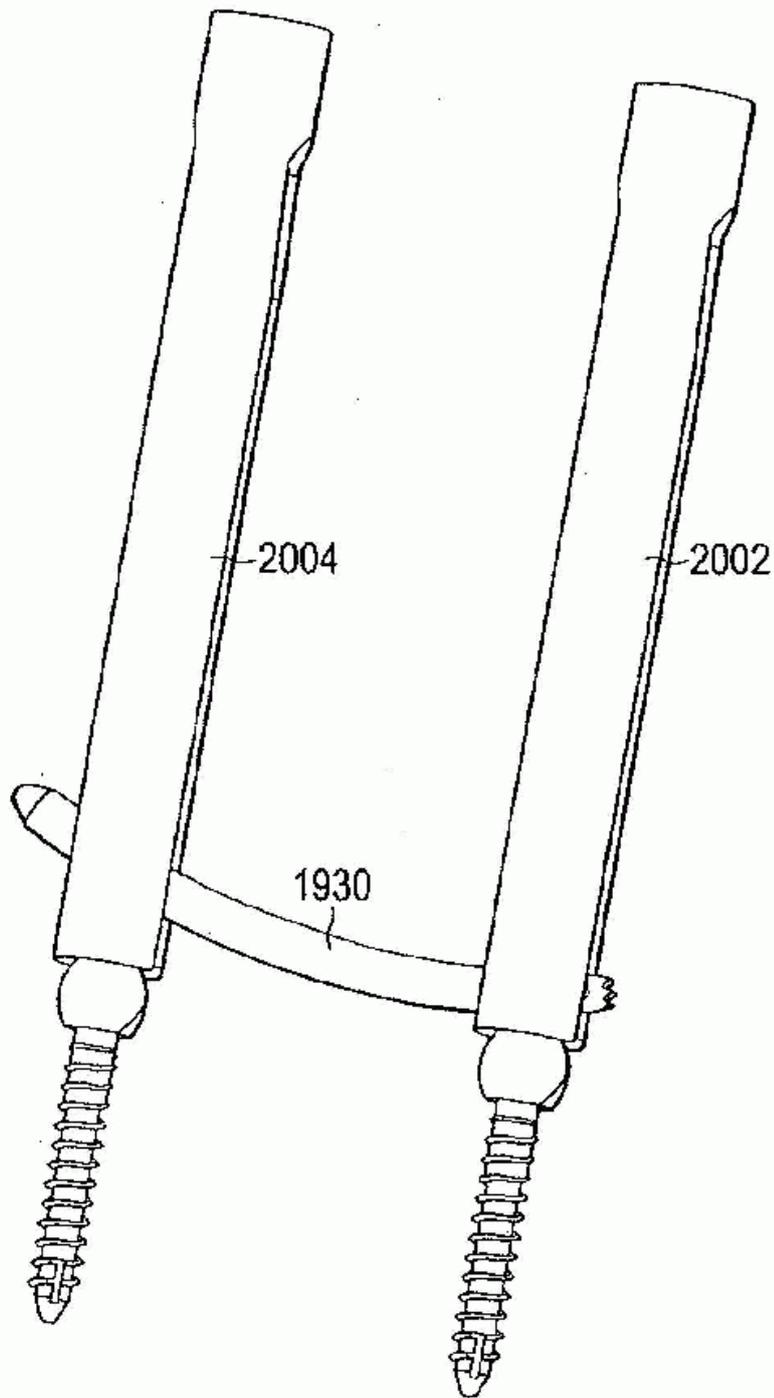


FIG. 20L

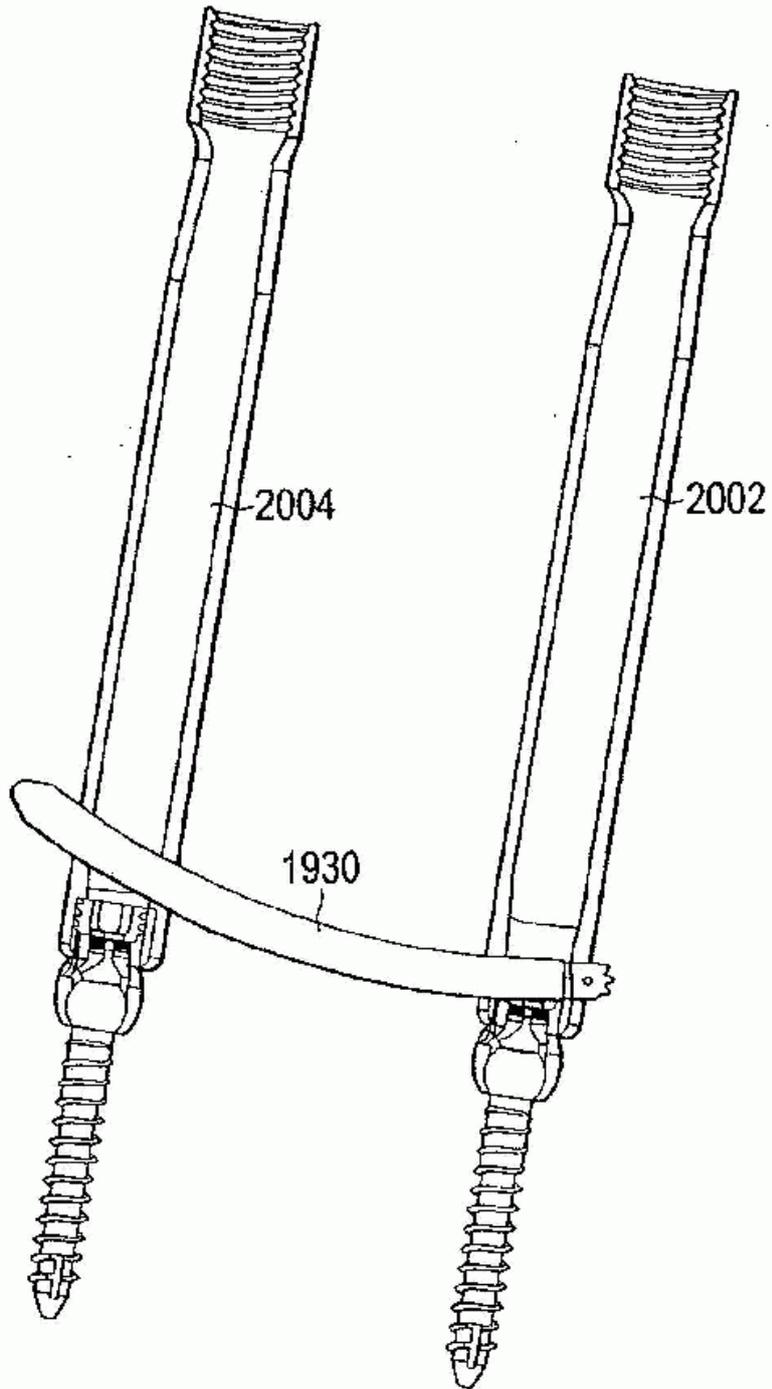


FIG. 20M

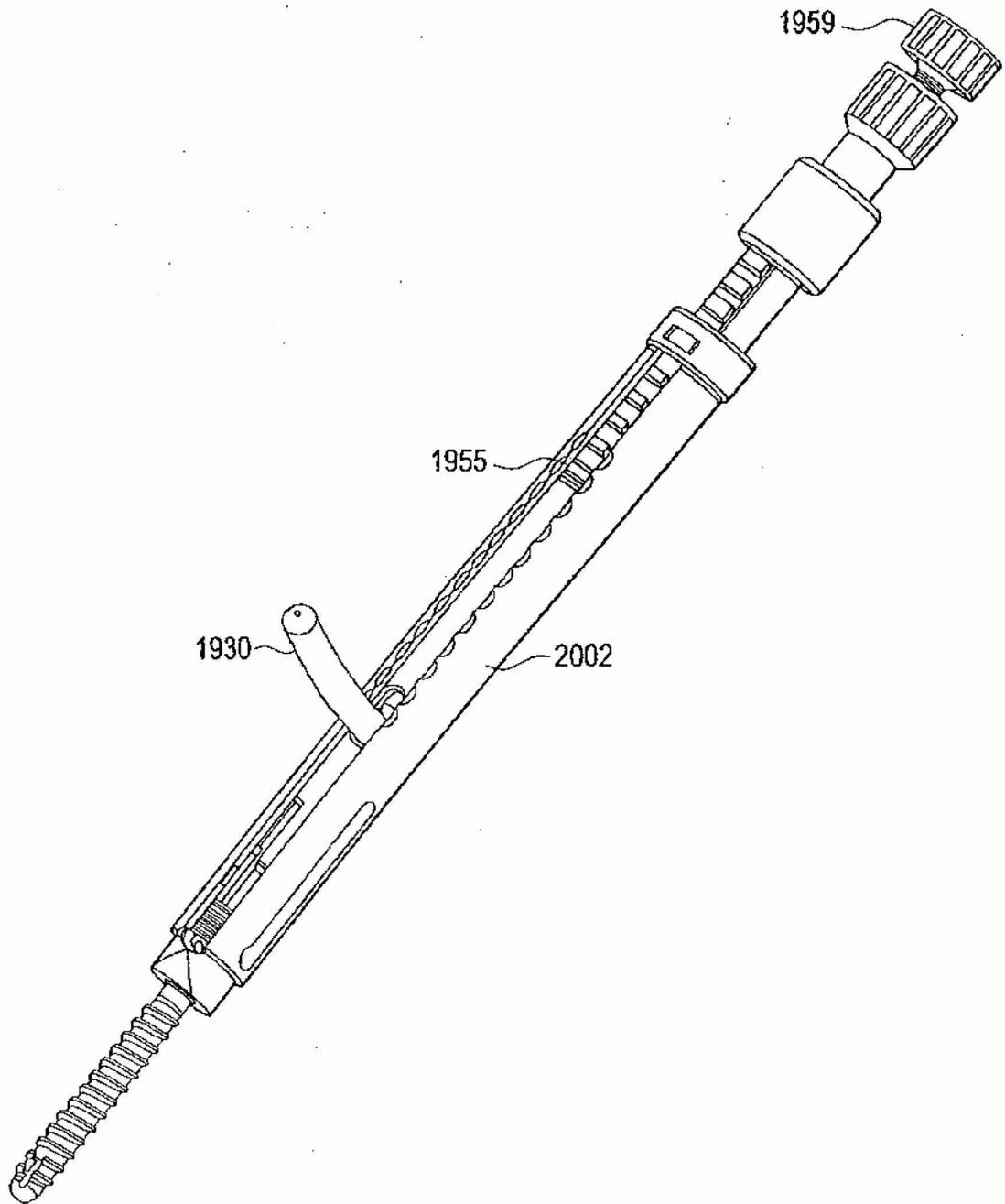


FIG. 20N

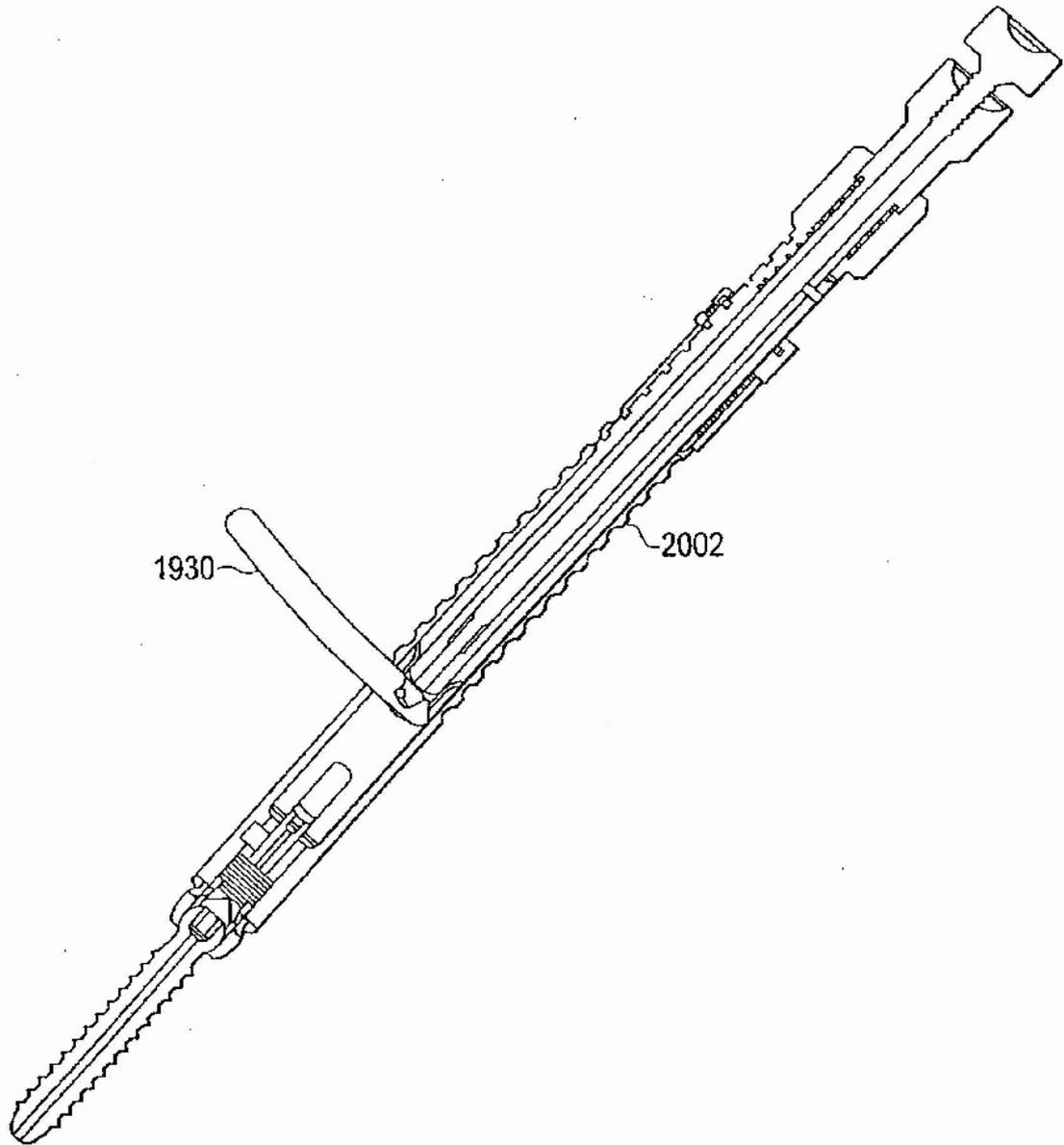


FIG. 200

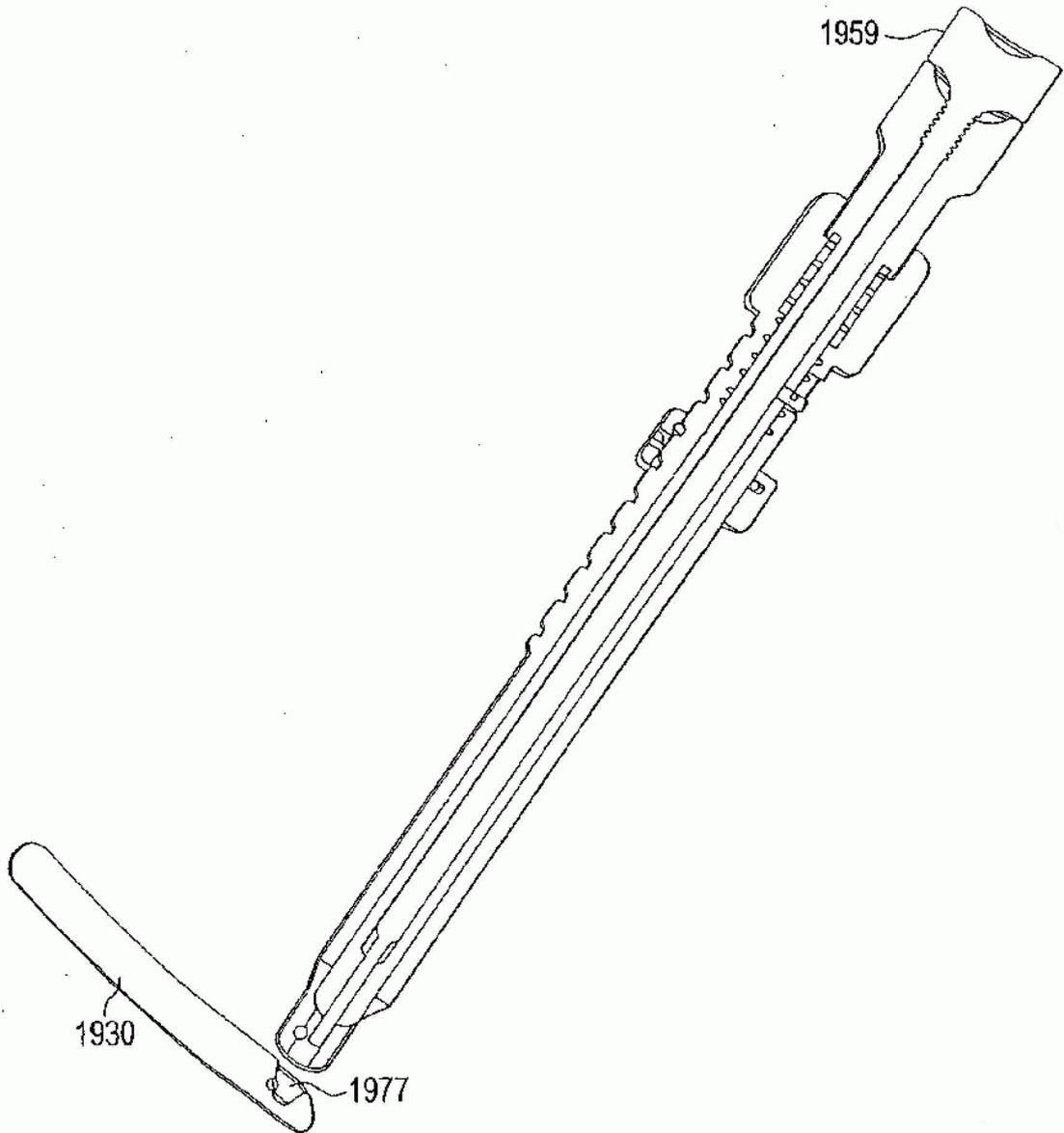


FIG. 21A

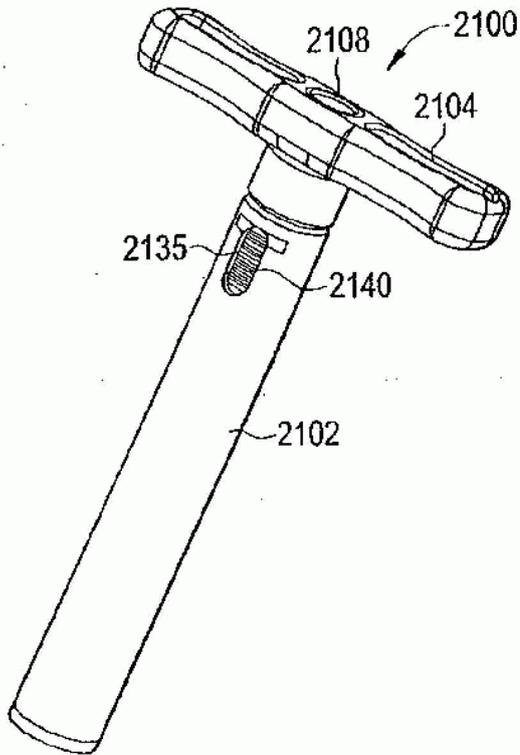


FIG. 21B

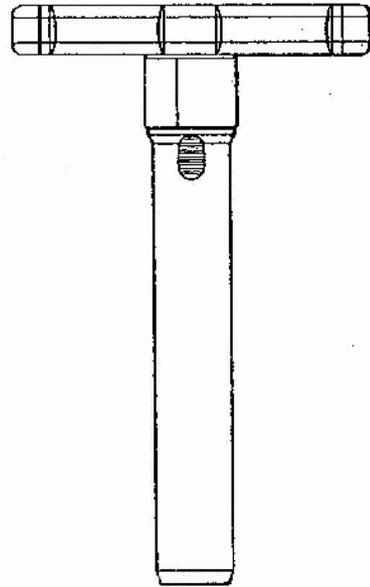


FIG. 21C

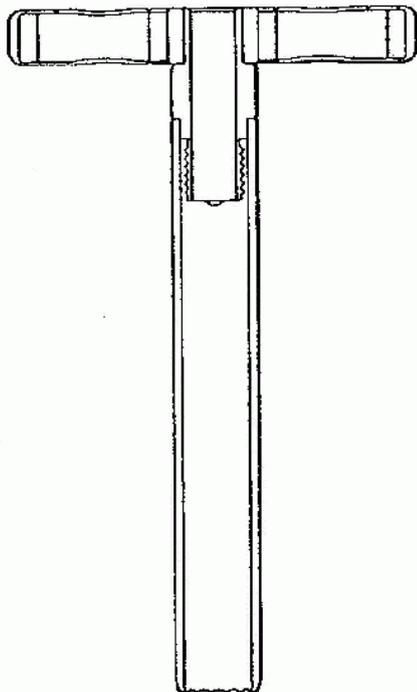


FIG. 21D

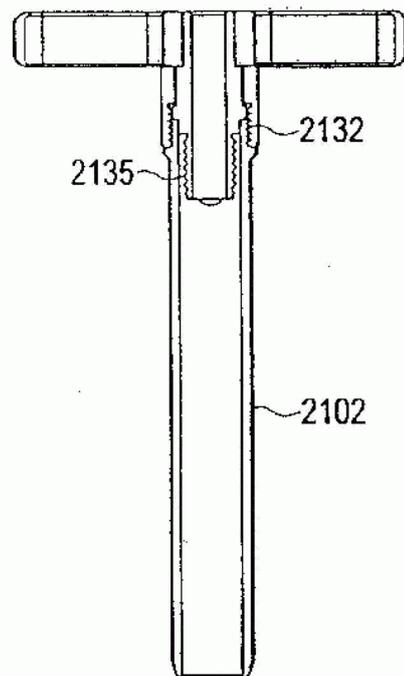


FIG. 21E

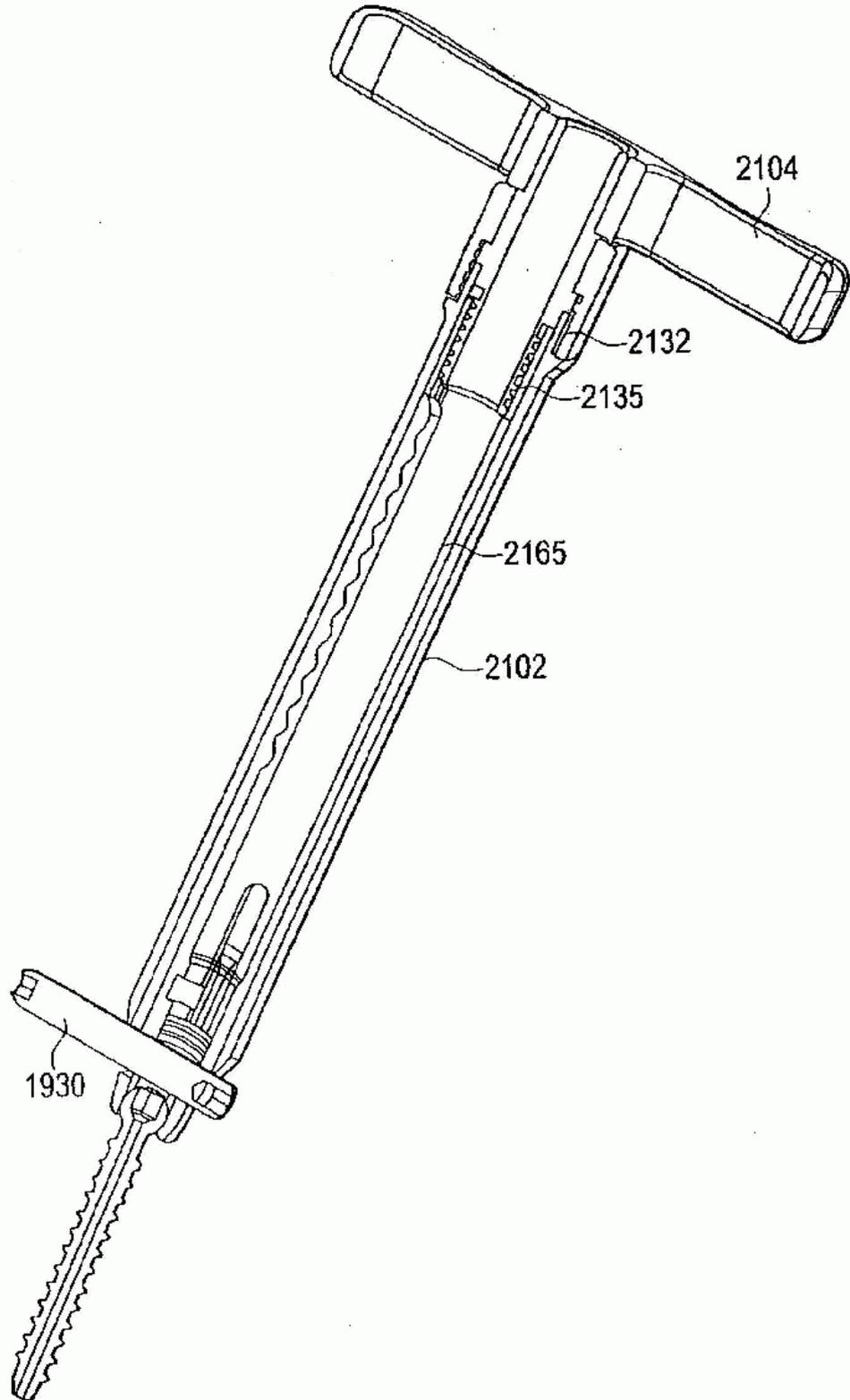


FIG. 22A

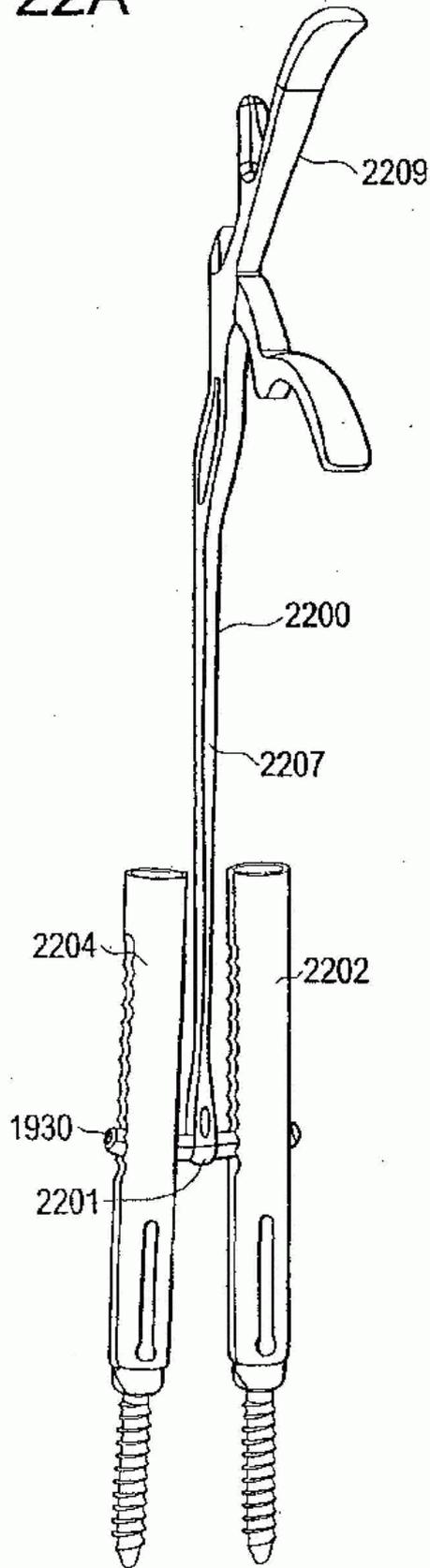
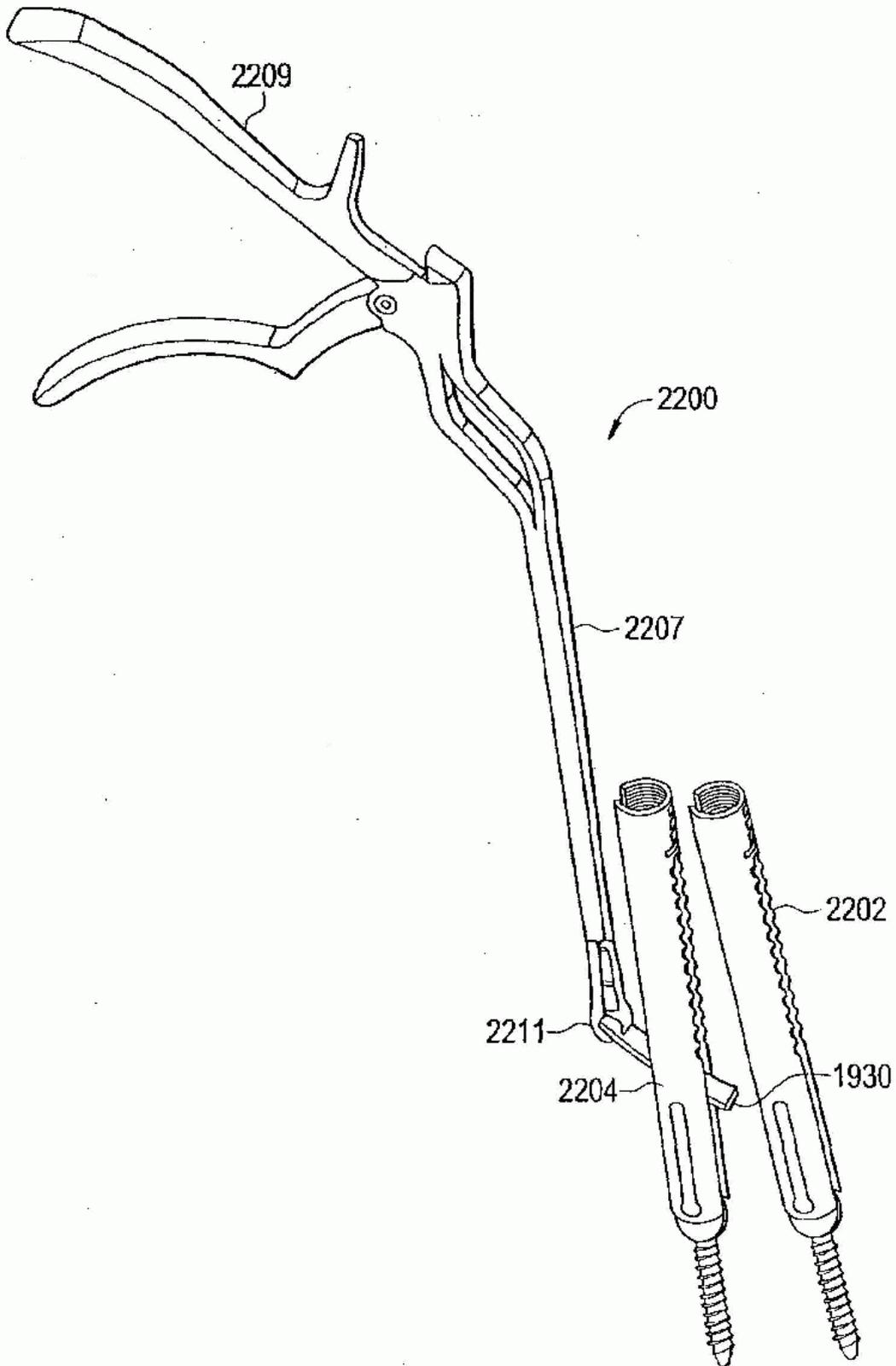


FIG. 22B



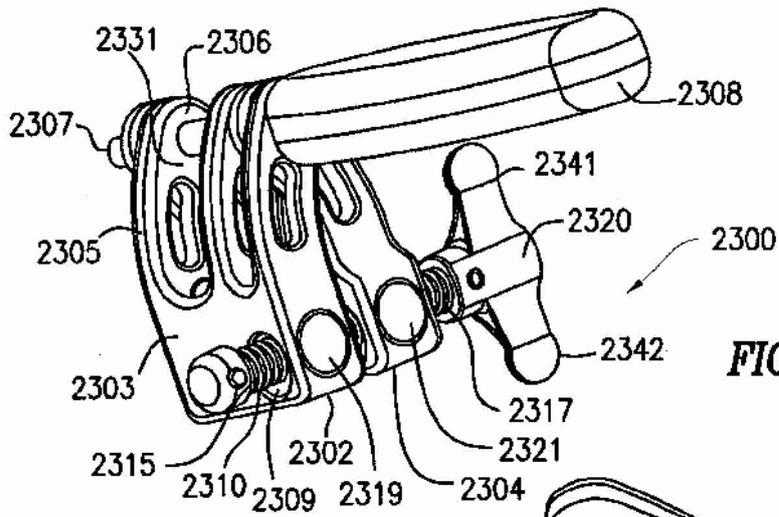


FIG. 23a

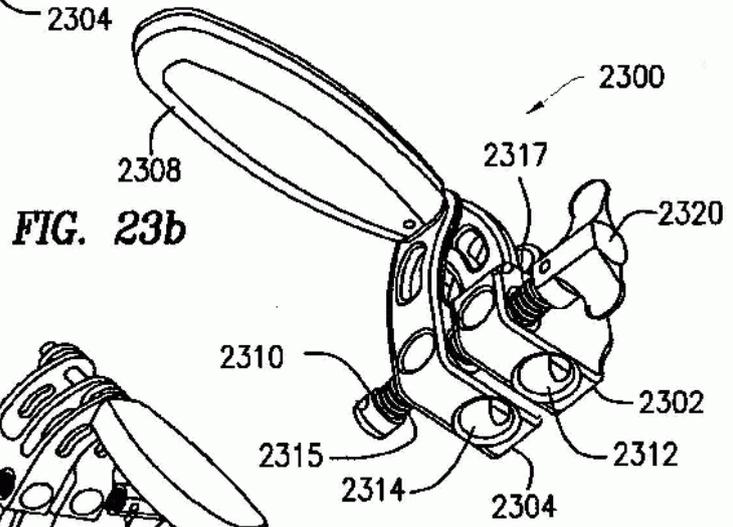


FIG. 23b

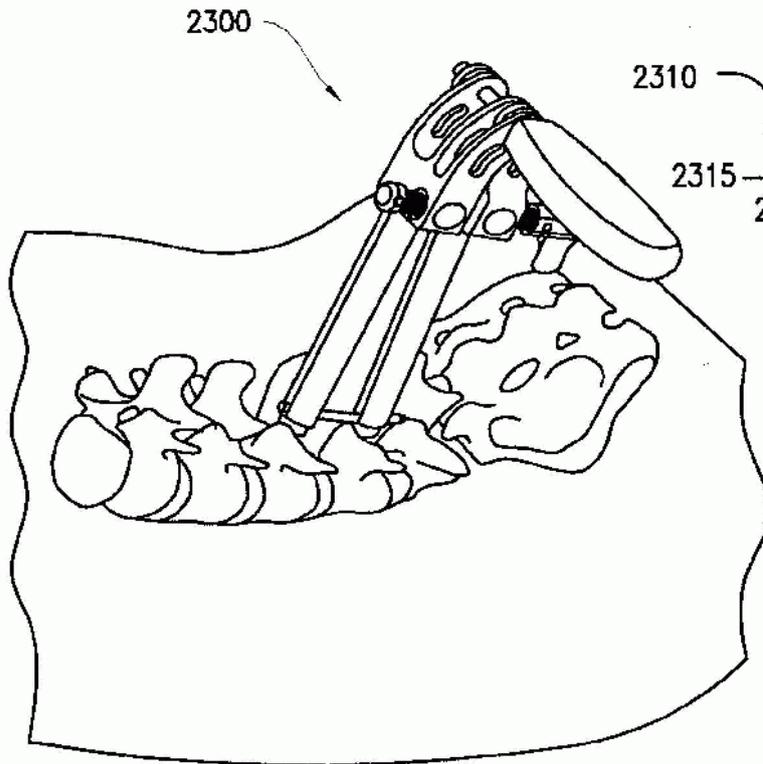
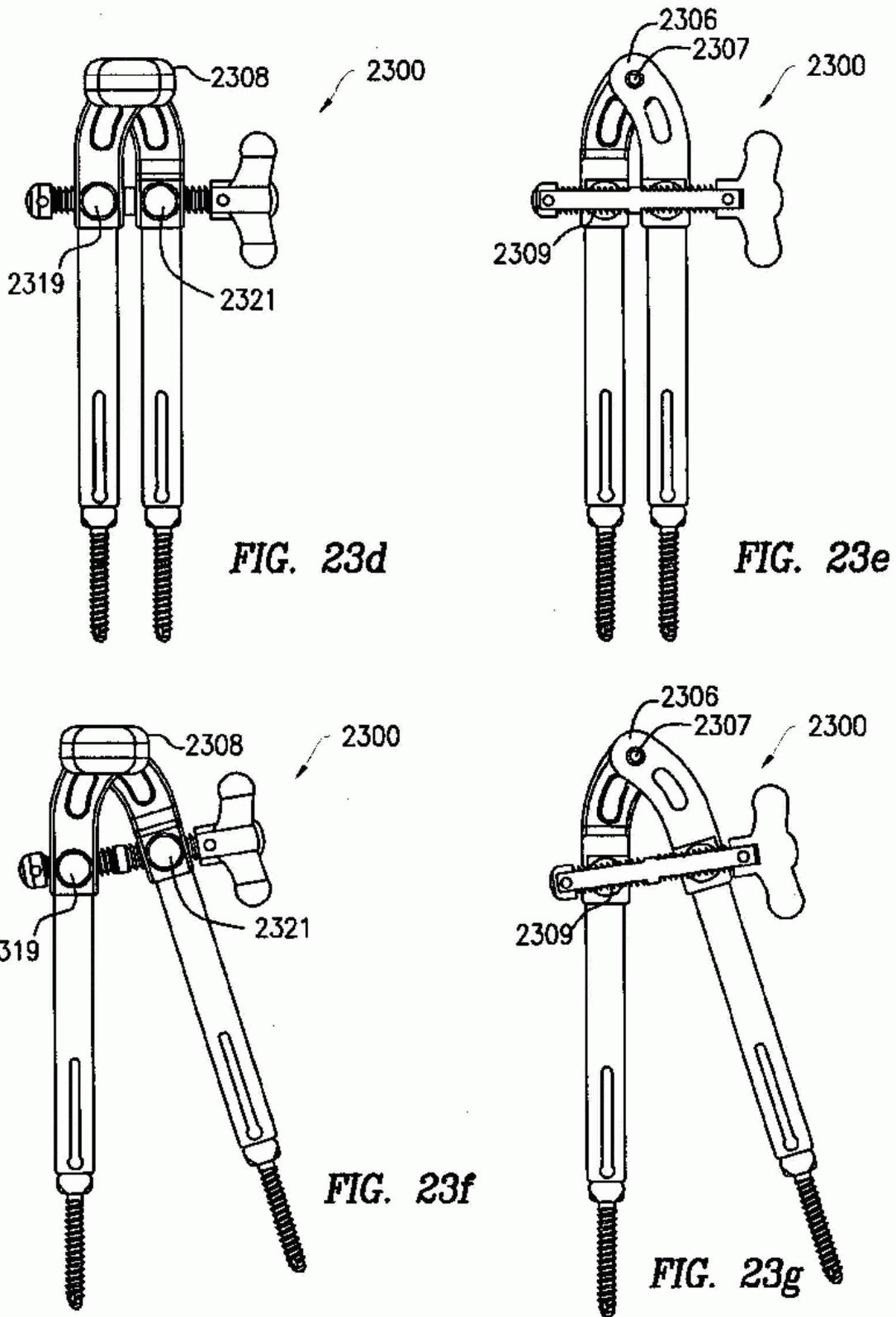
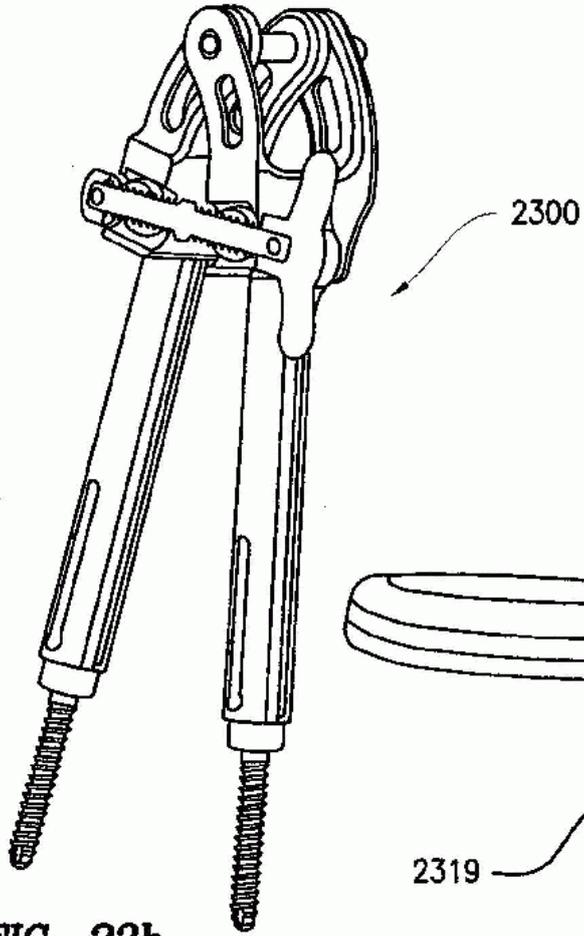
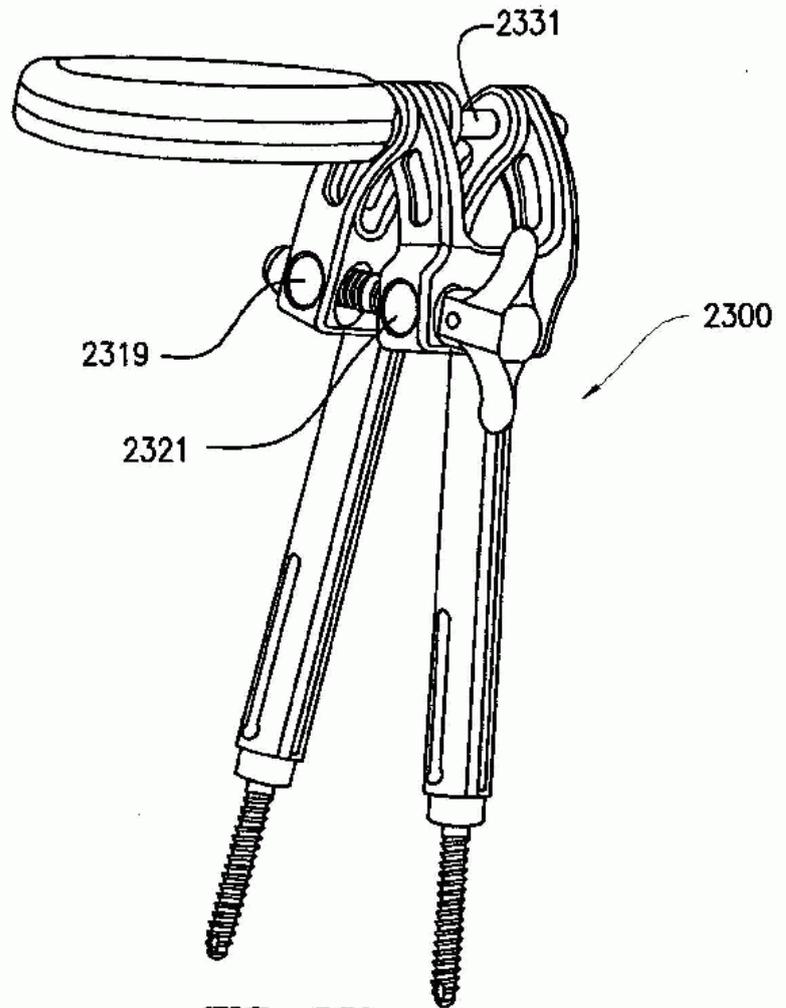


FIG. 23b

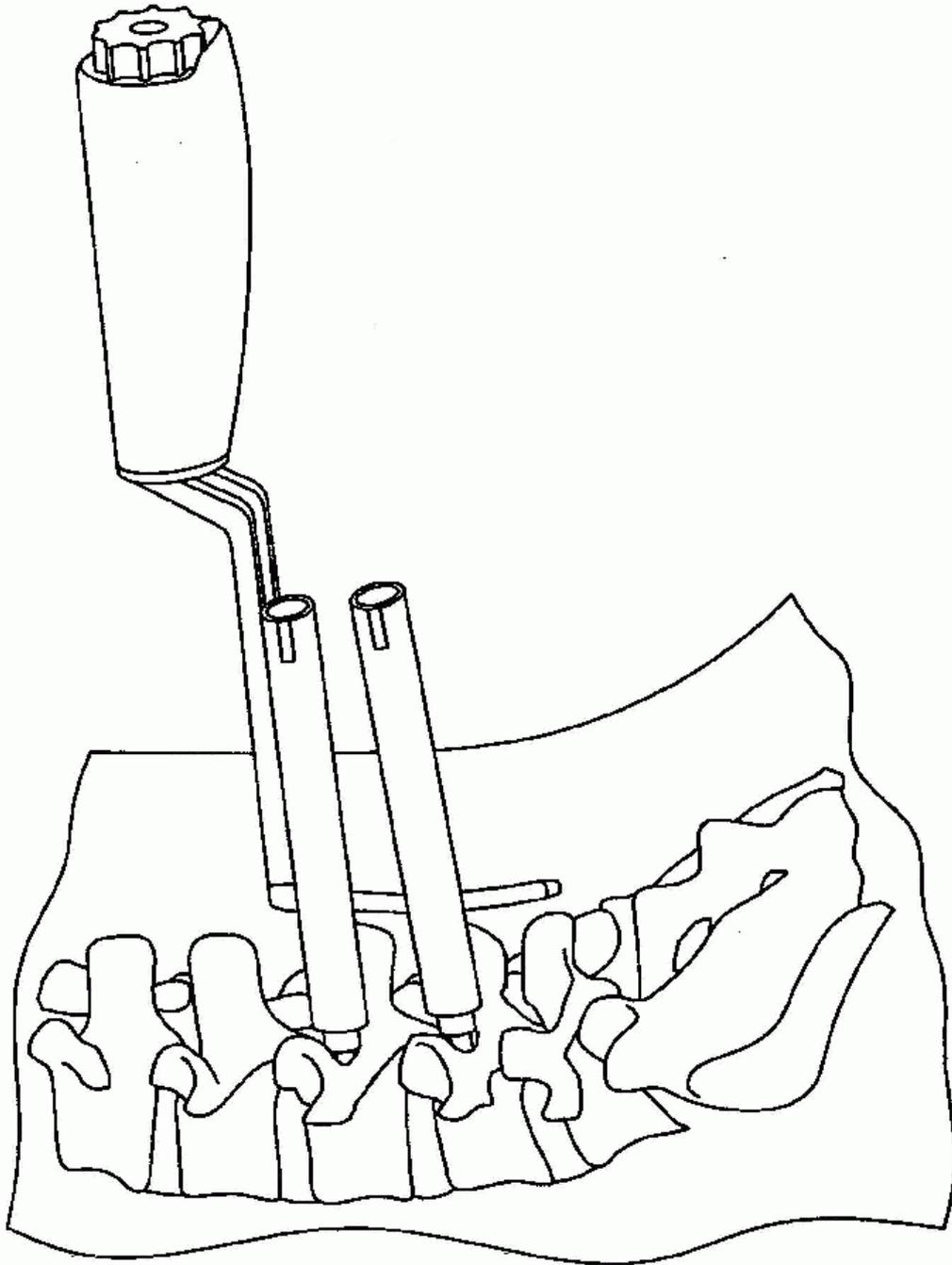




**FIG. 23h**



**FIG. 23i**



**FIG. 24a**

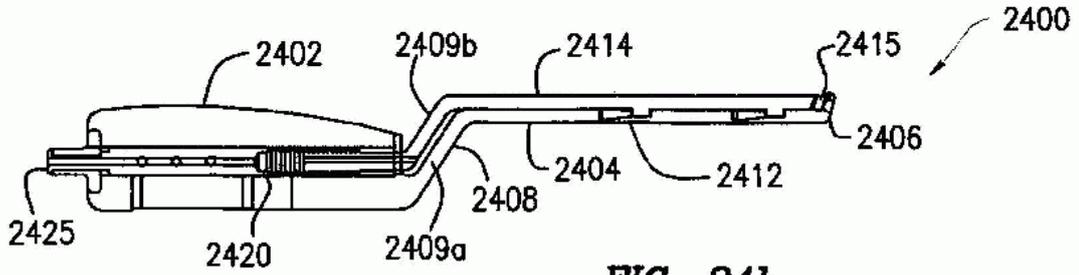


FIG. 24b

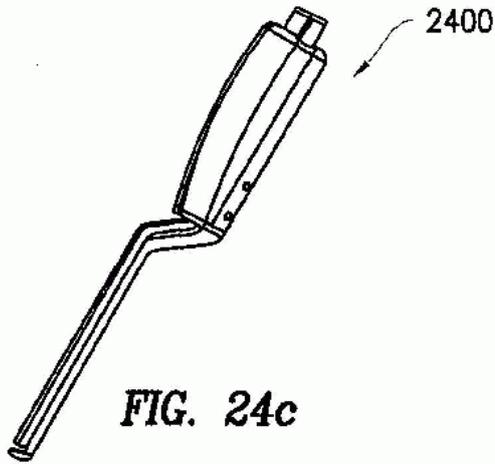


FIG. 24c

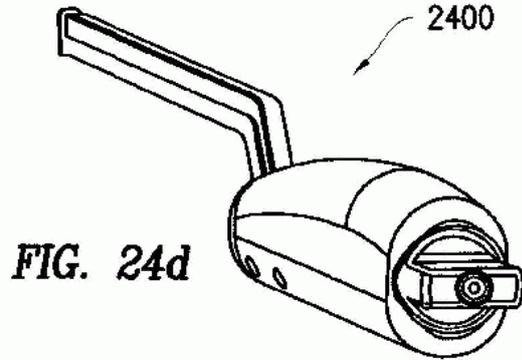


FIG. 24d

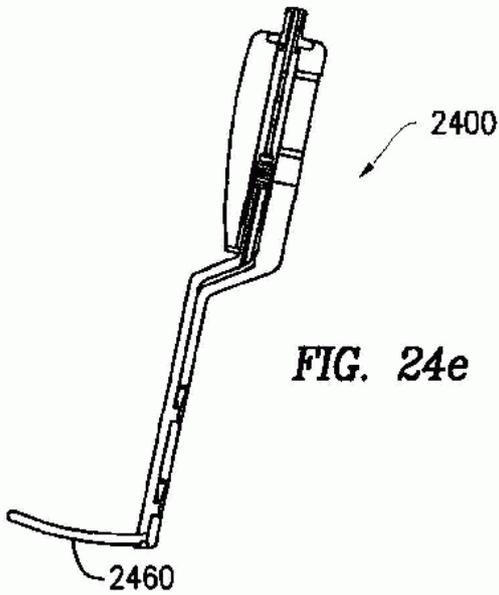


FIG. 24e

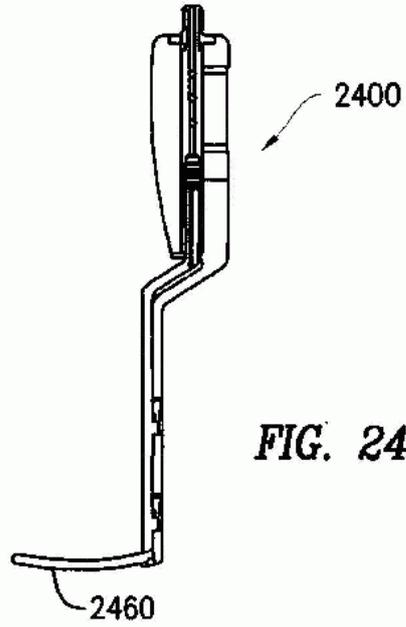


FIG. 24f

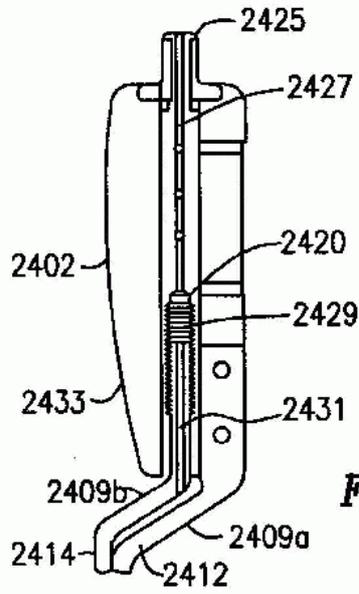


FIG. 24g

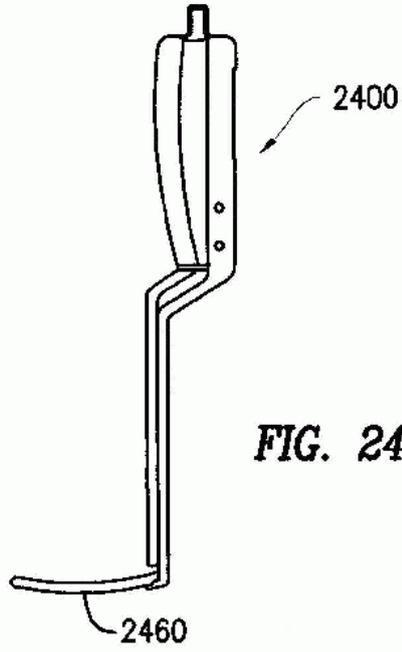


FIG. 24h

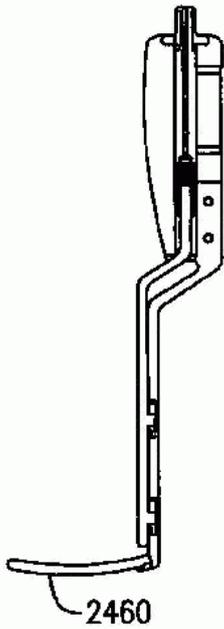


FIG. 24i

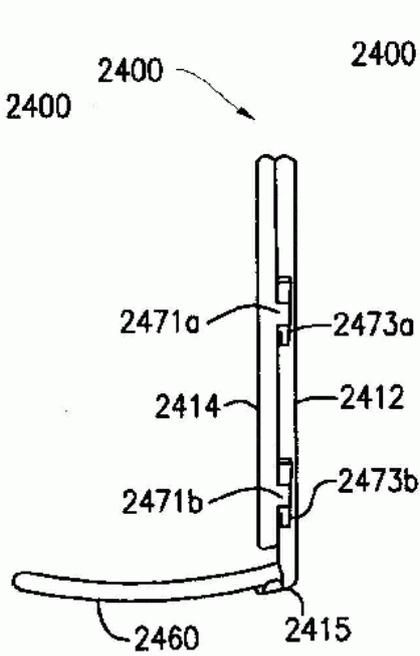


FIG. 24j

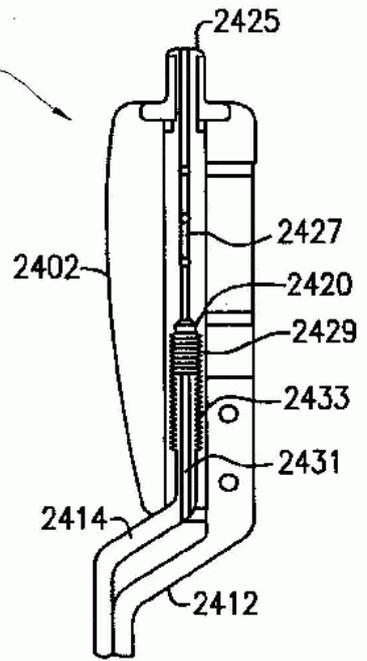
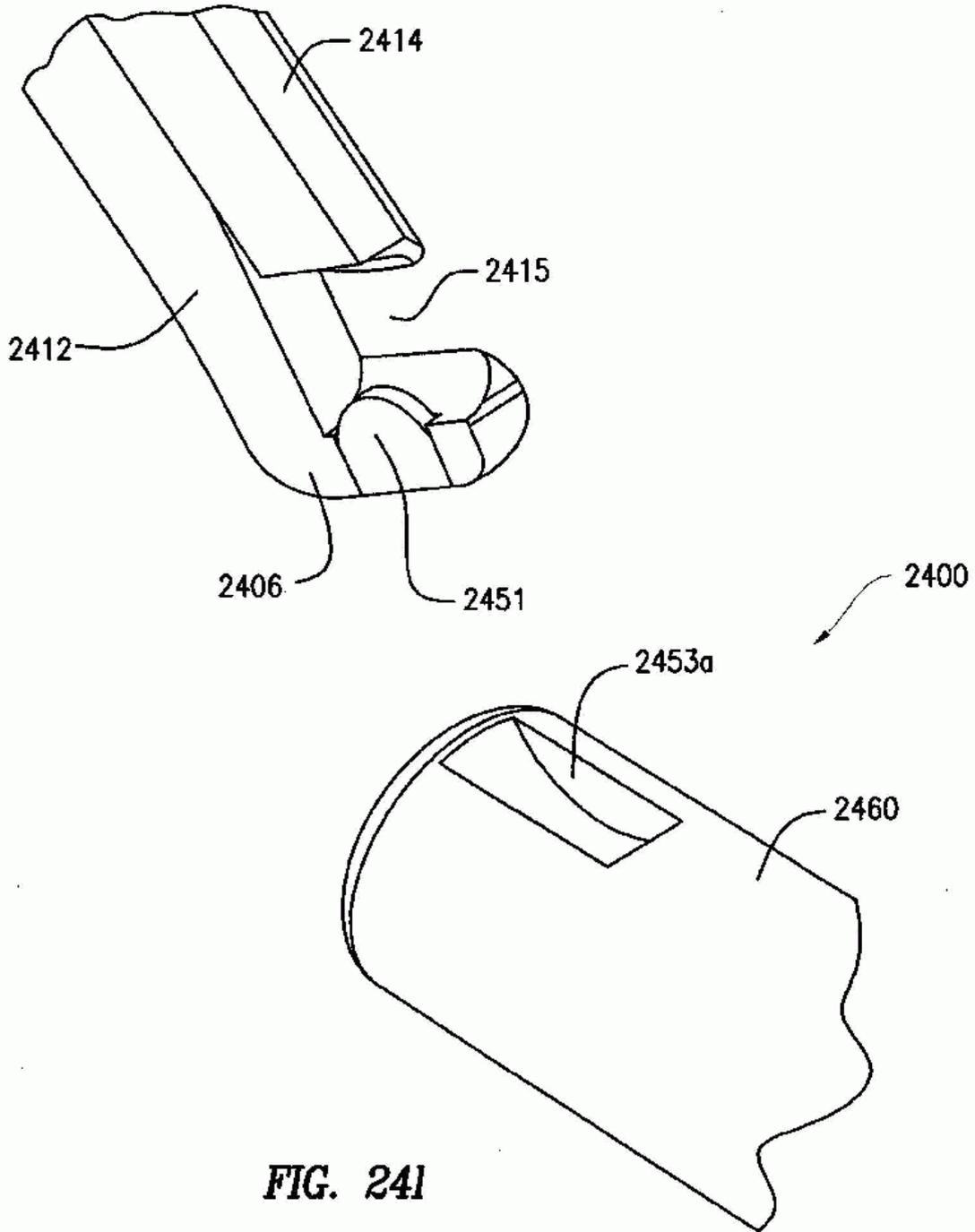


FIG. 24k



**FIG. 241**

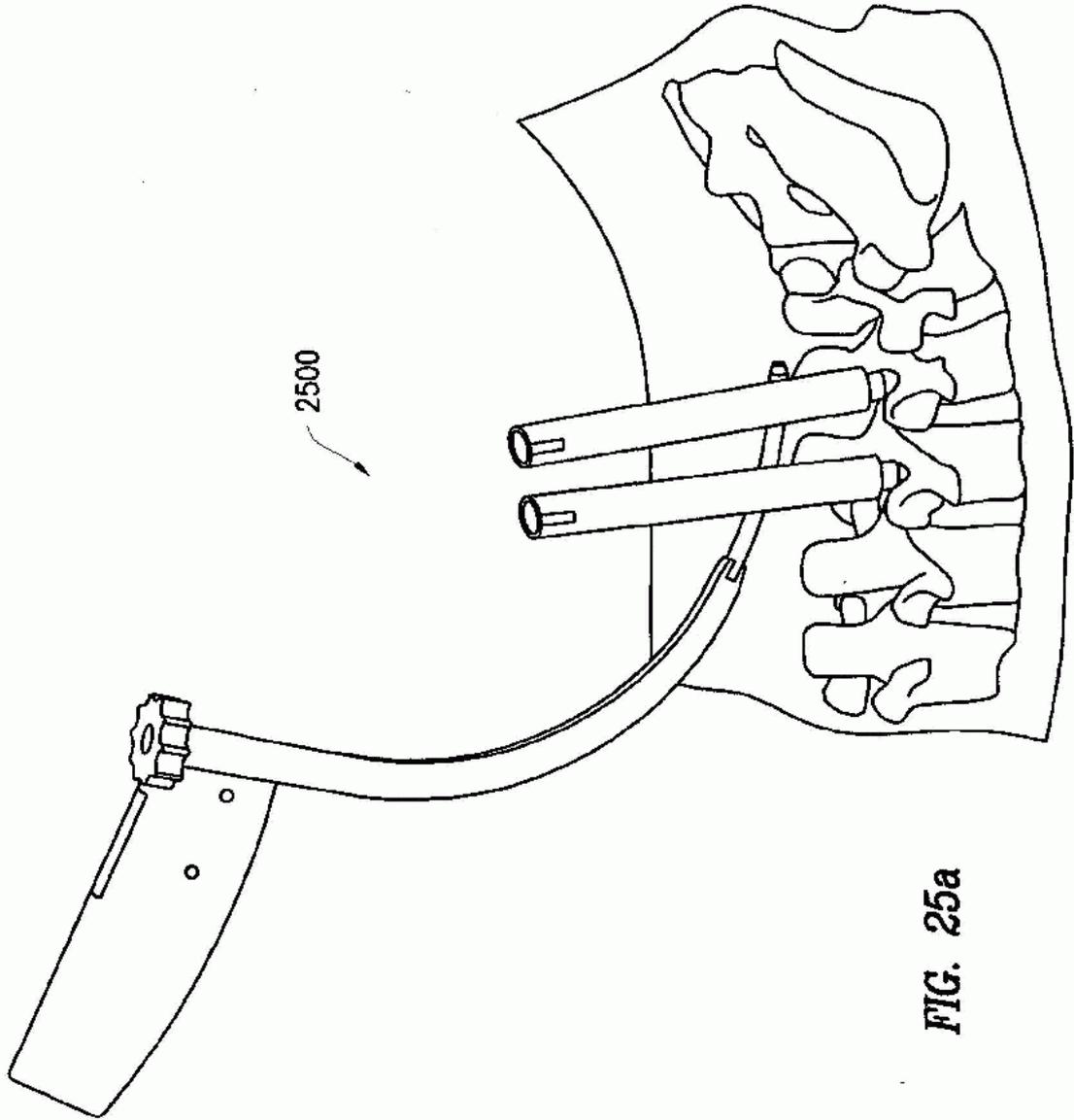


FIG. 25a

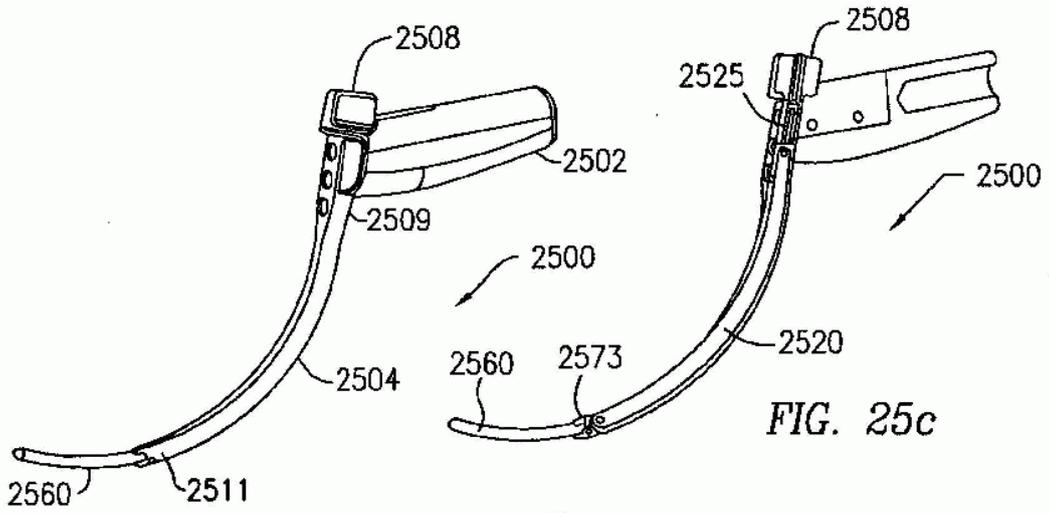


FIG. 25b

FIG. 25c

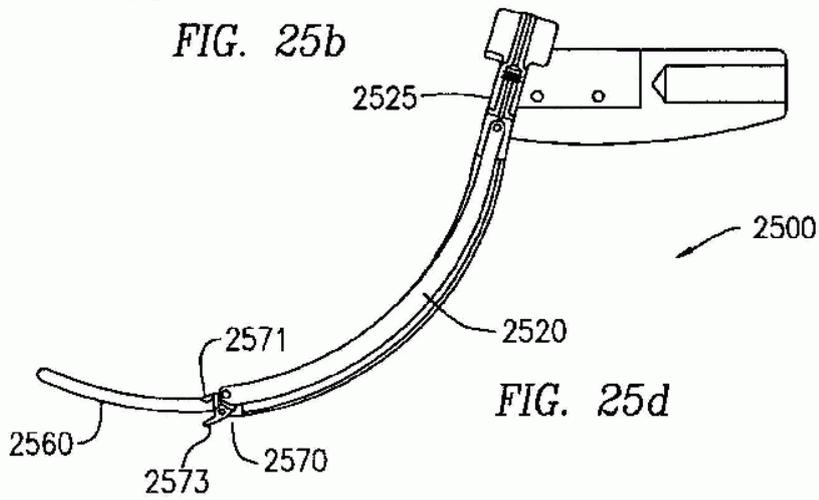


FIG. 25d

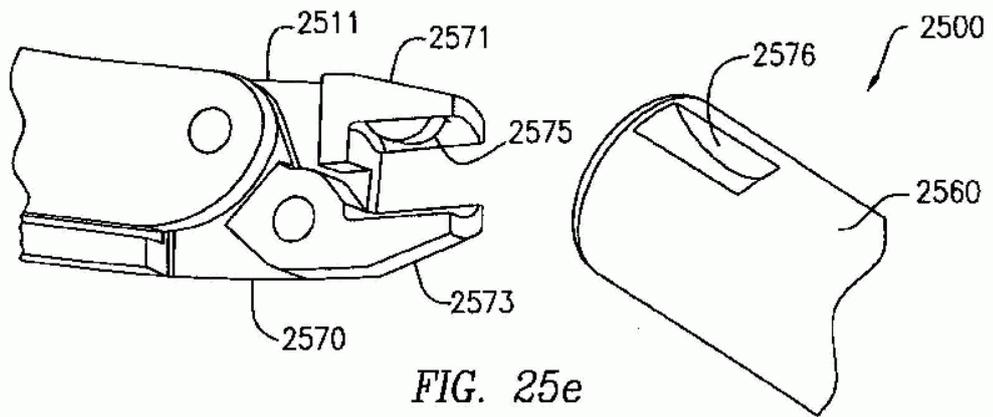
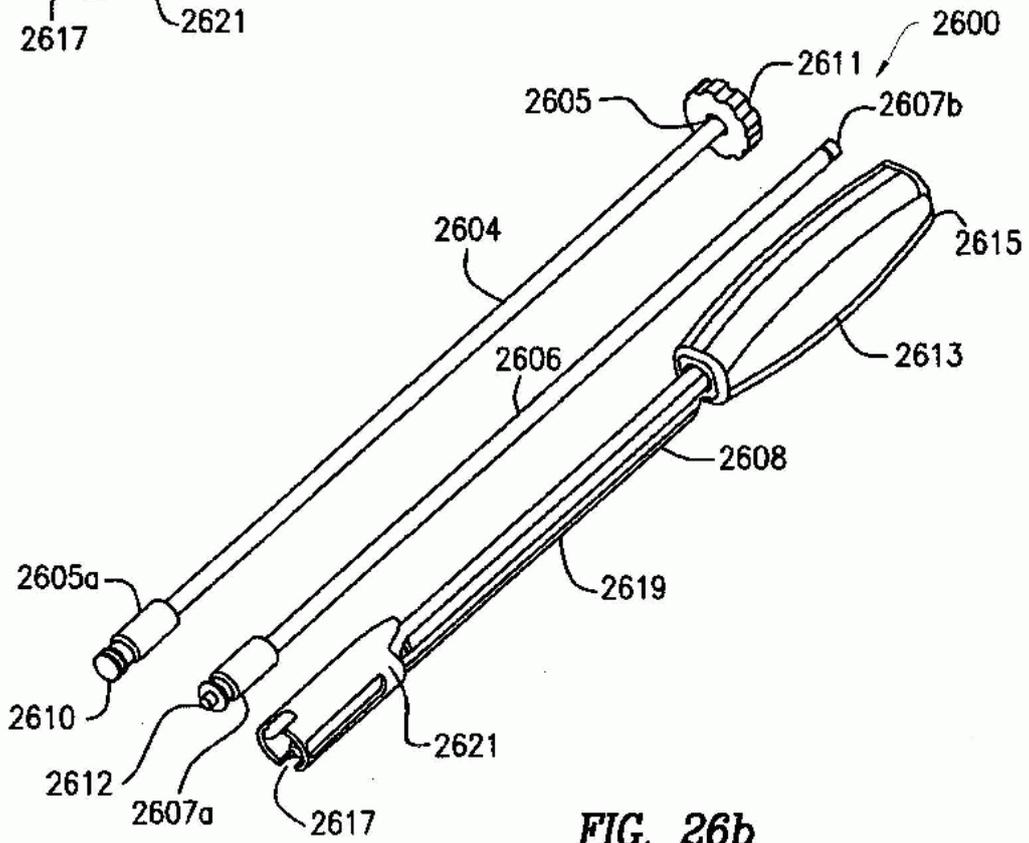
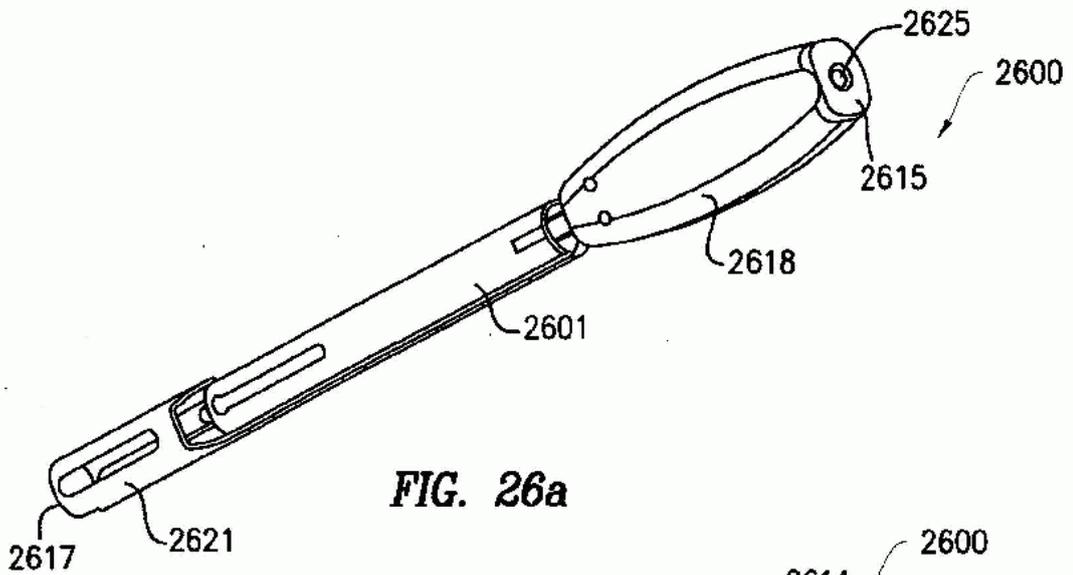
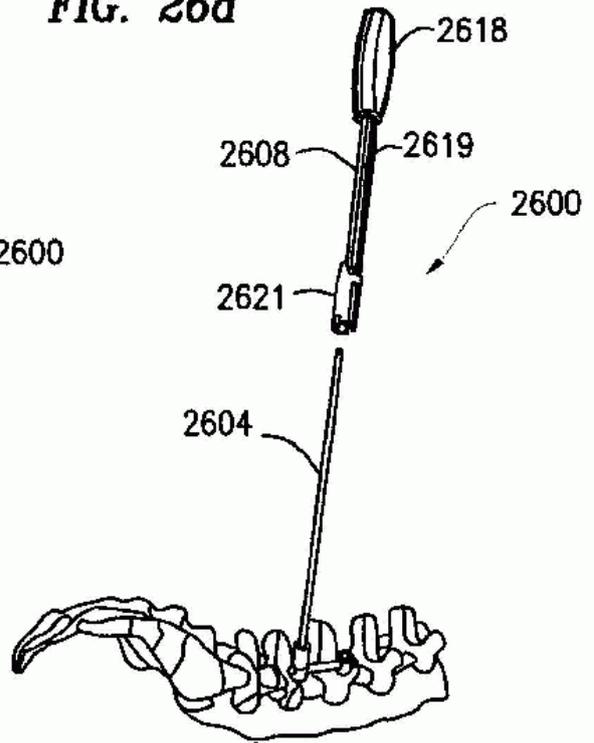
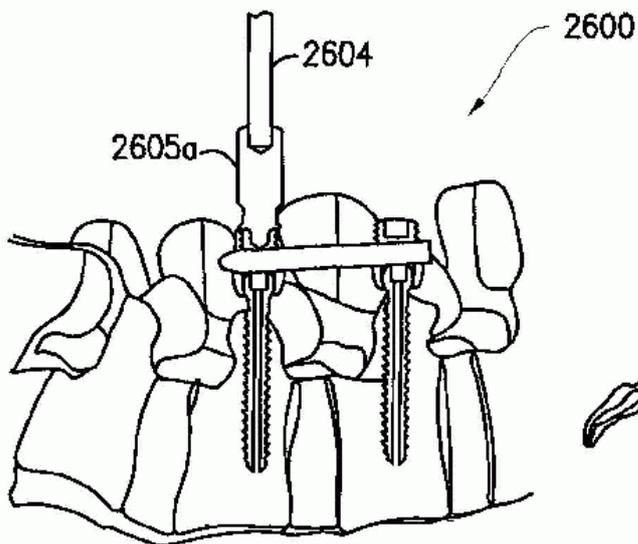
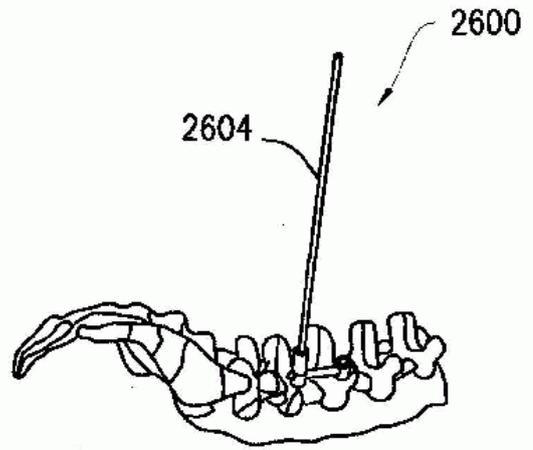
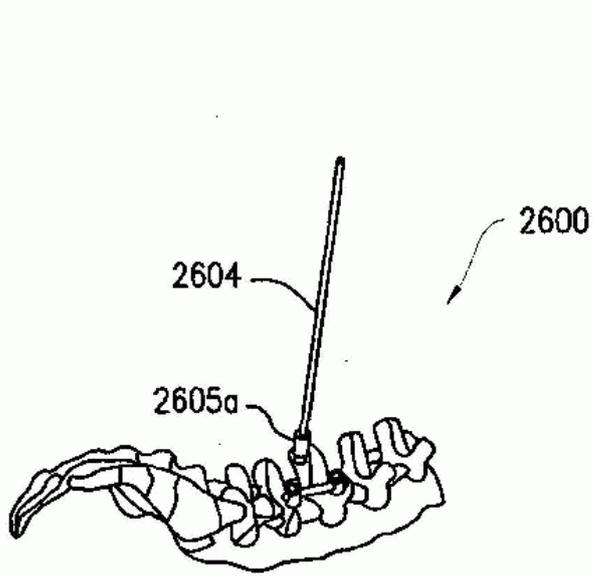


FIG. 25e





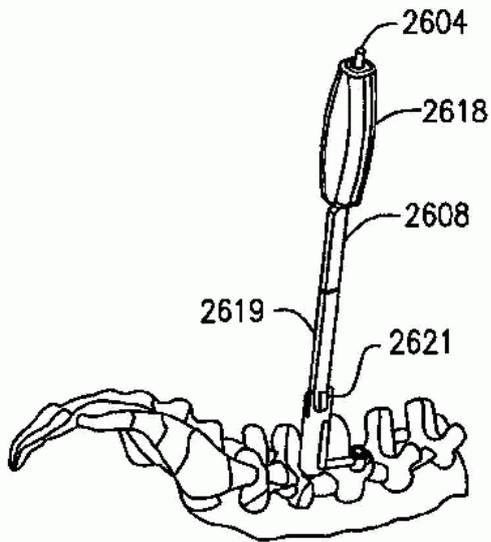


FIG. 26g

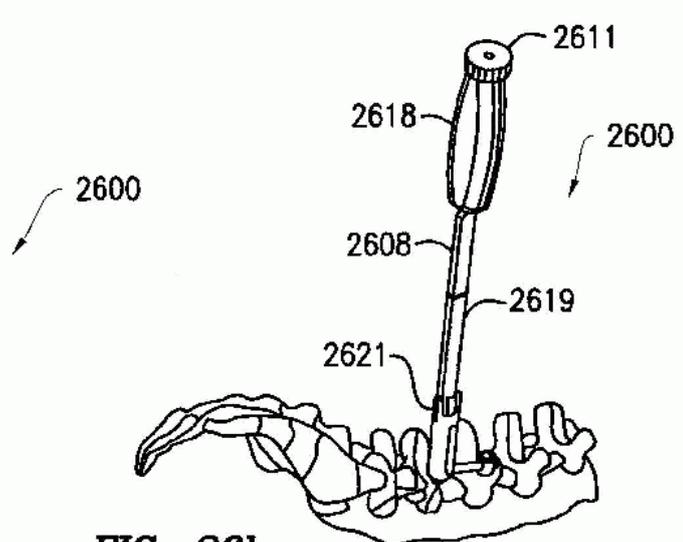


FIG. 26h

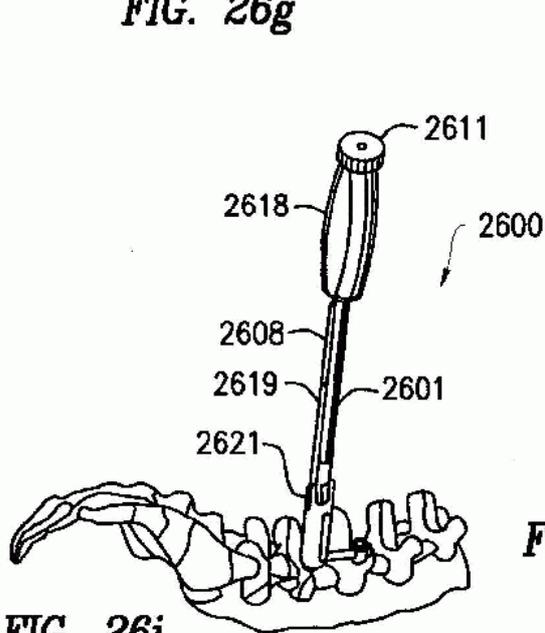


FIG. 26i

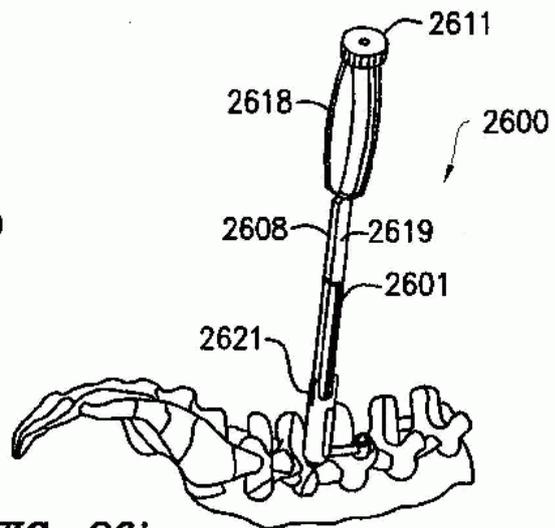


FIG. 26j

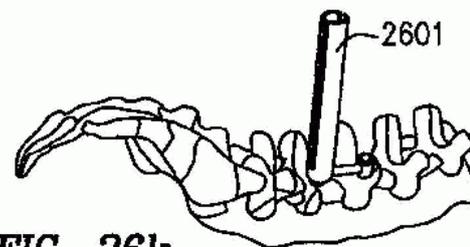


FIG. 26k

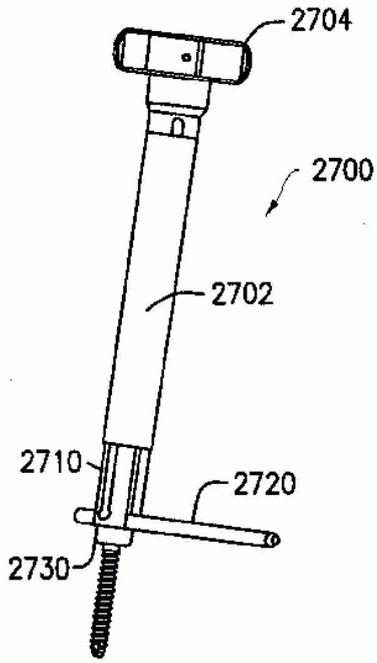


FIG. 27a

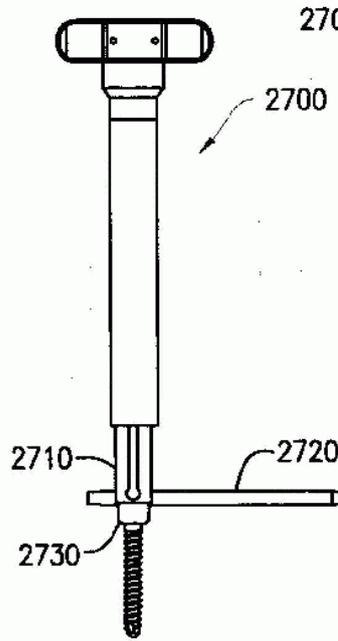


FIG. 27b

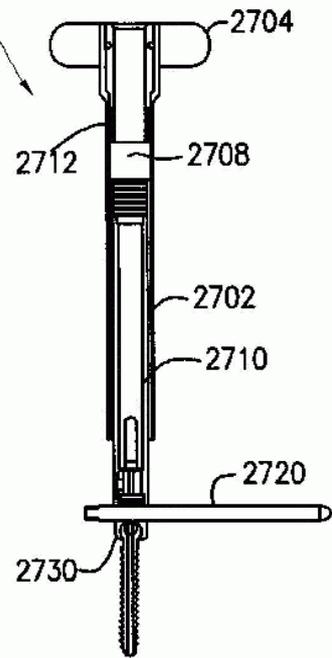


FIG. 27c

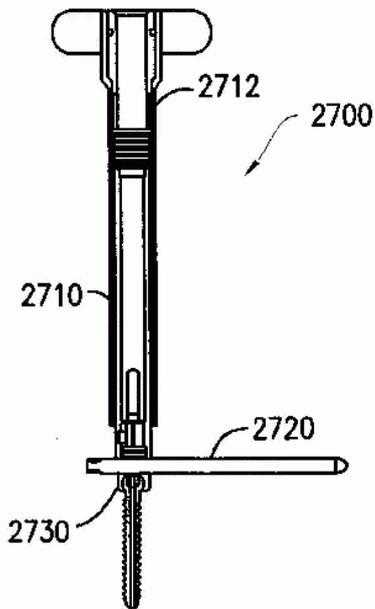


FIG. 27d

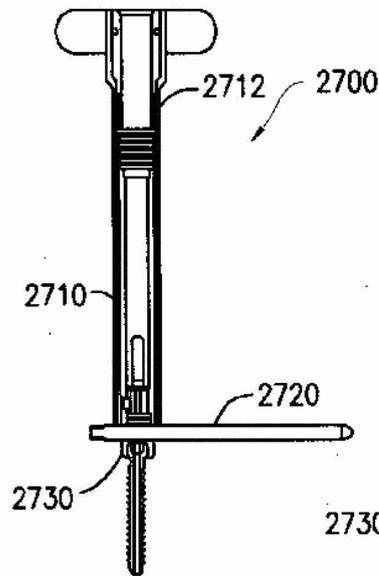


FIG. 27e

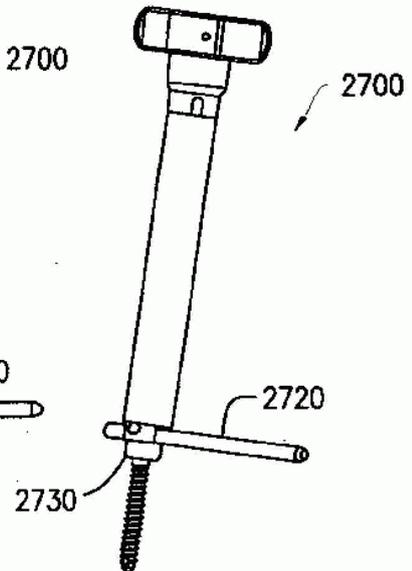
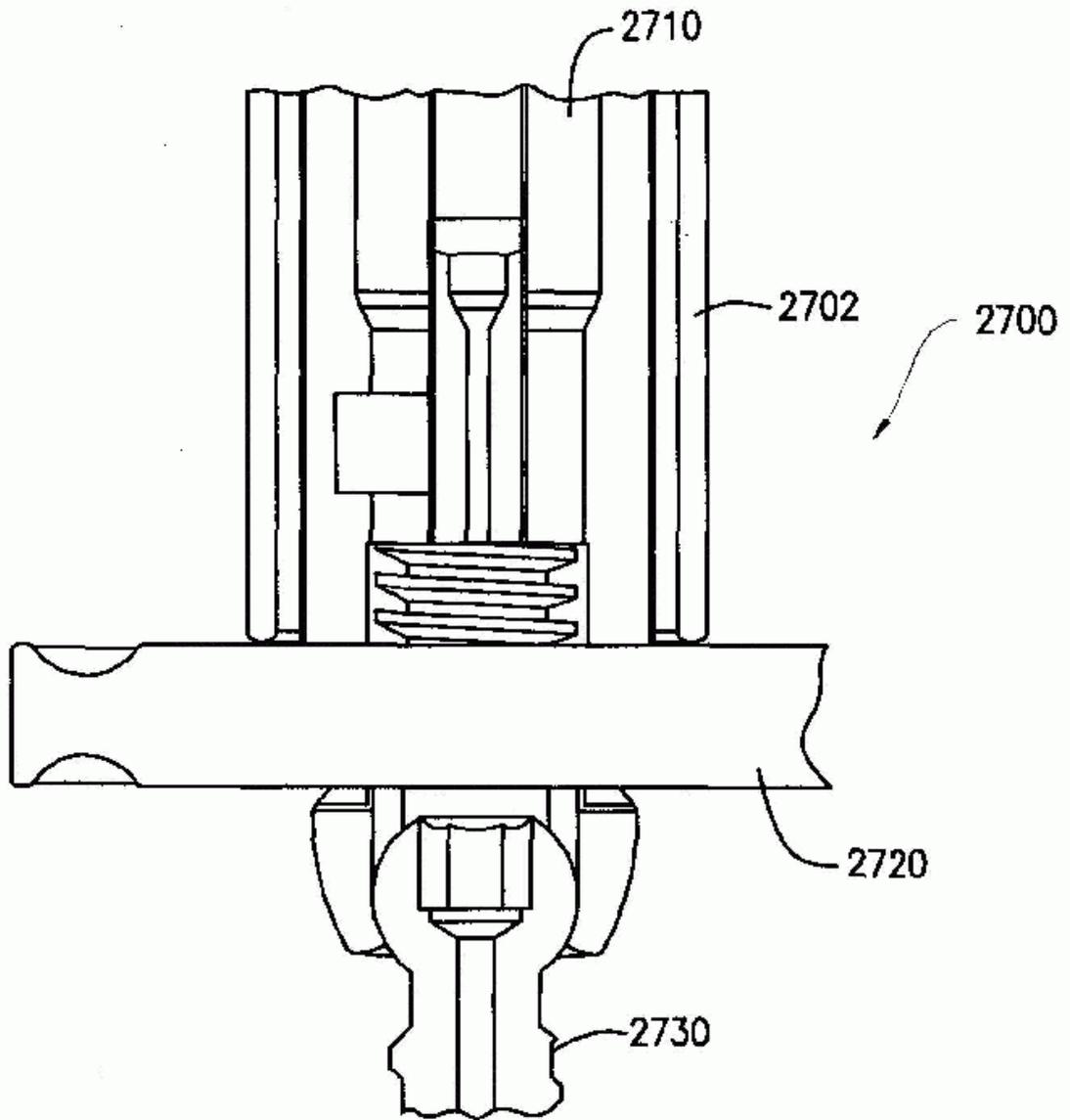
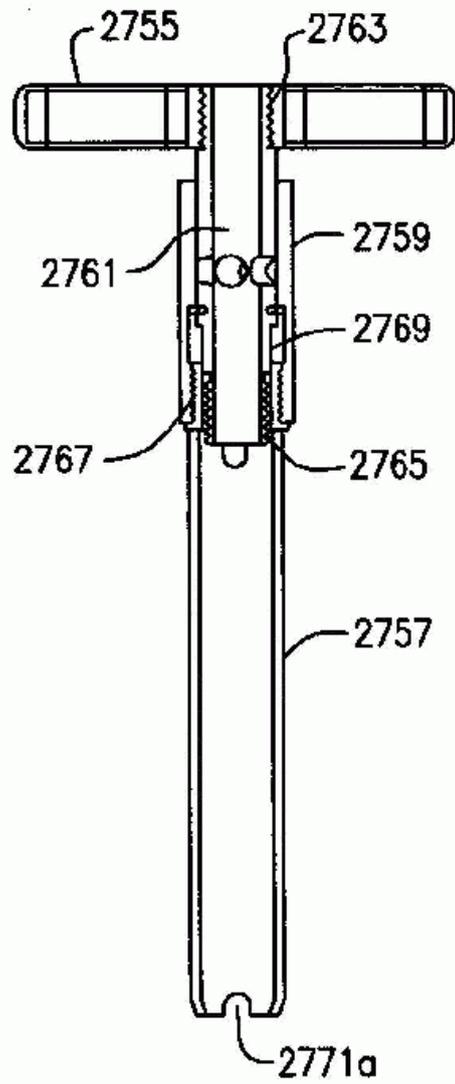
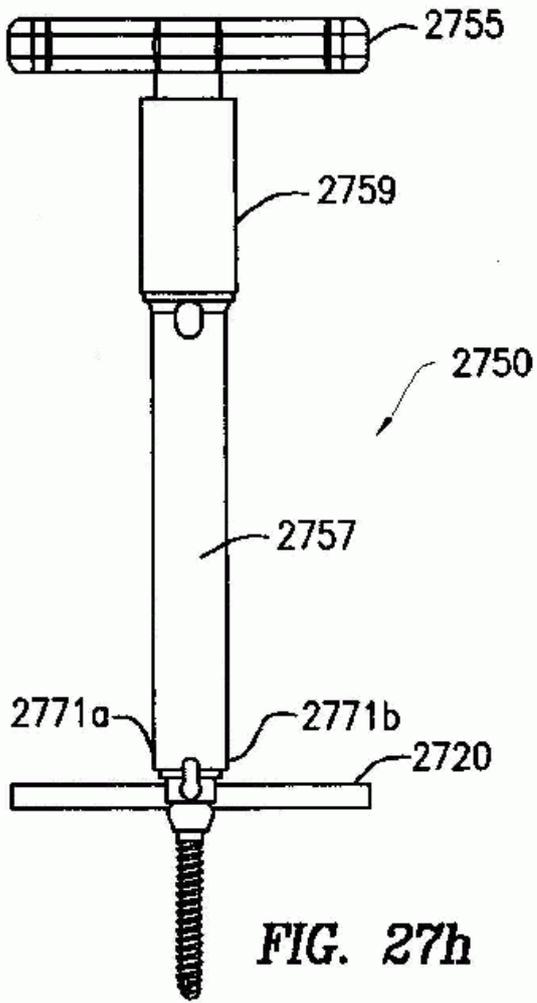
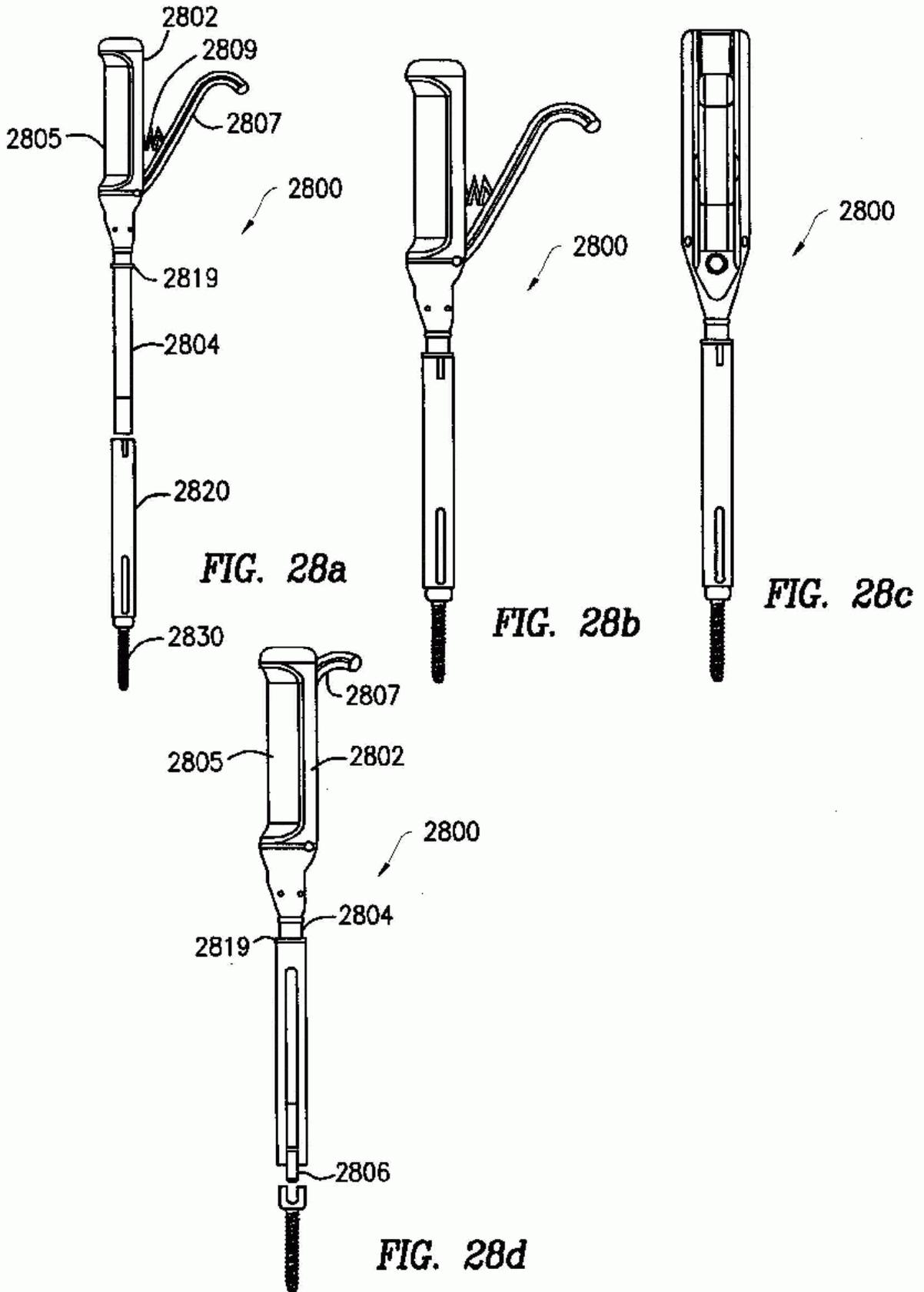


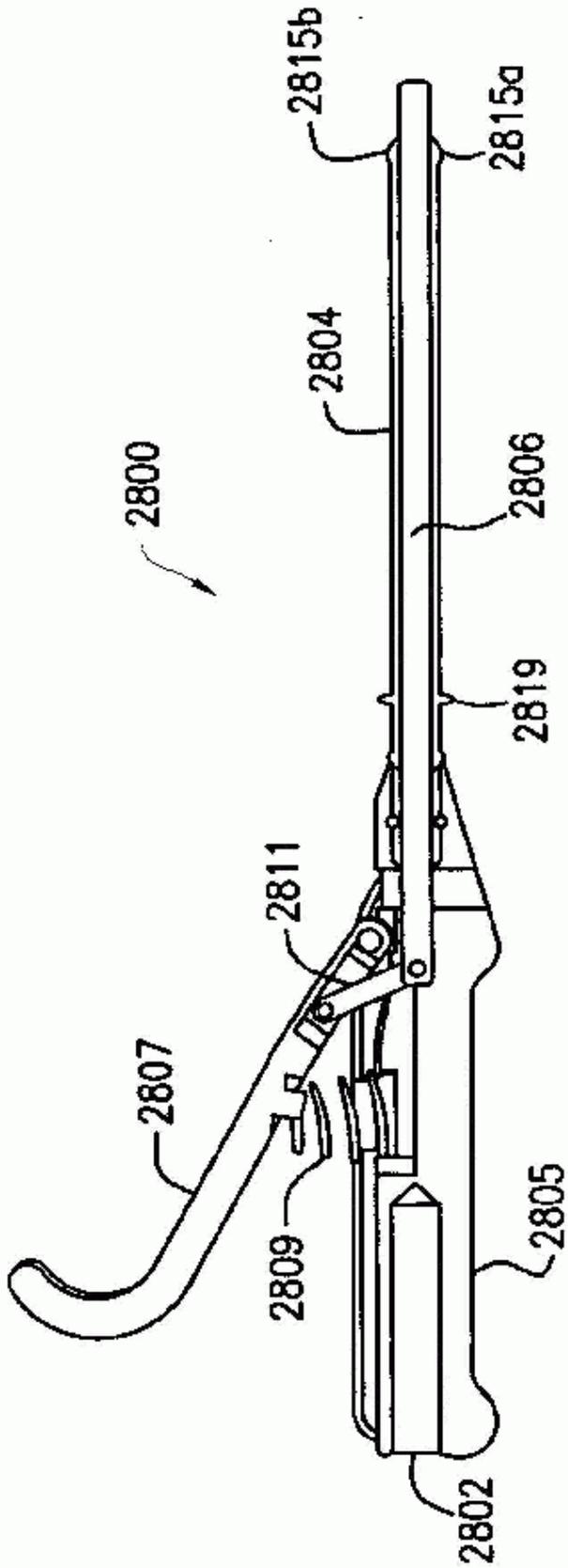
FIG. 27f



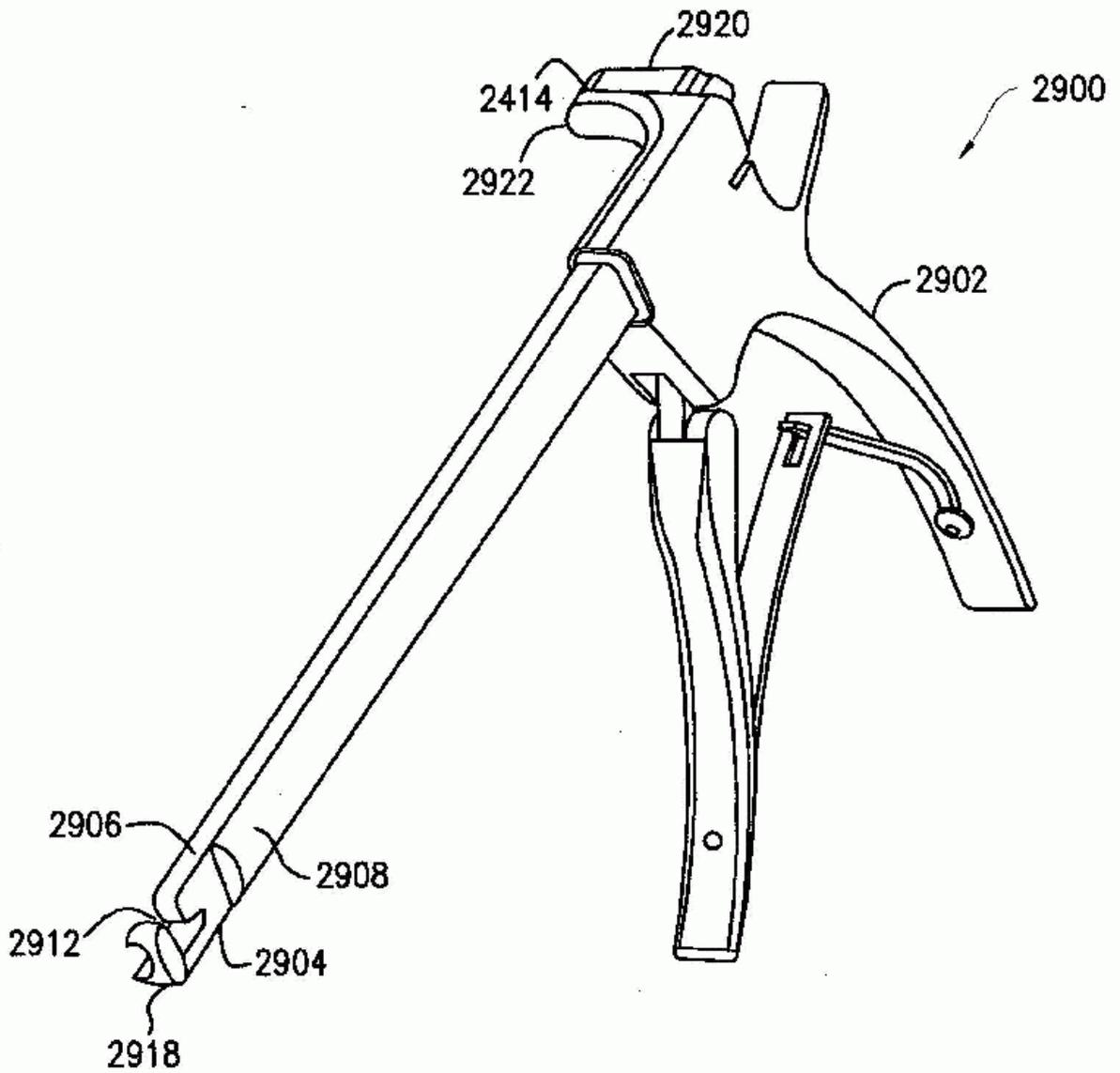
**FIG. 27g**







**FIG. 28e**



**FIG. 29a**

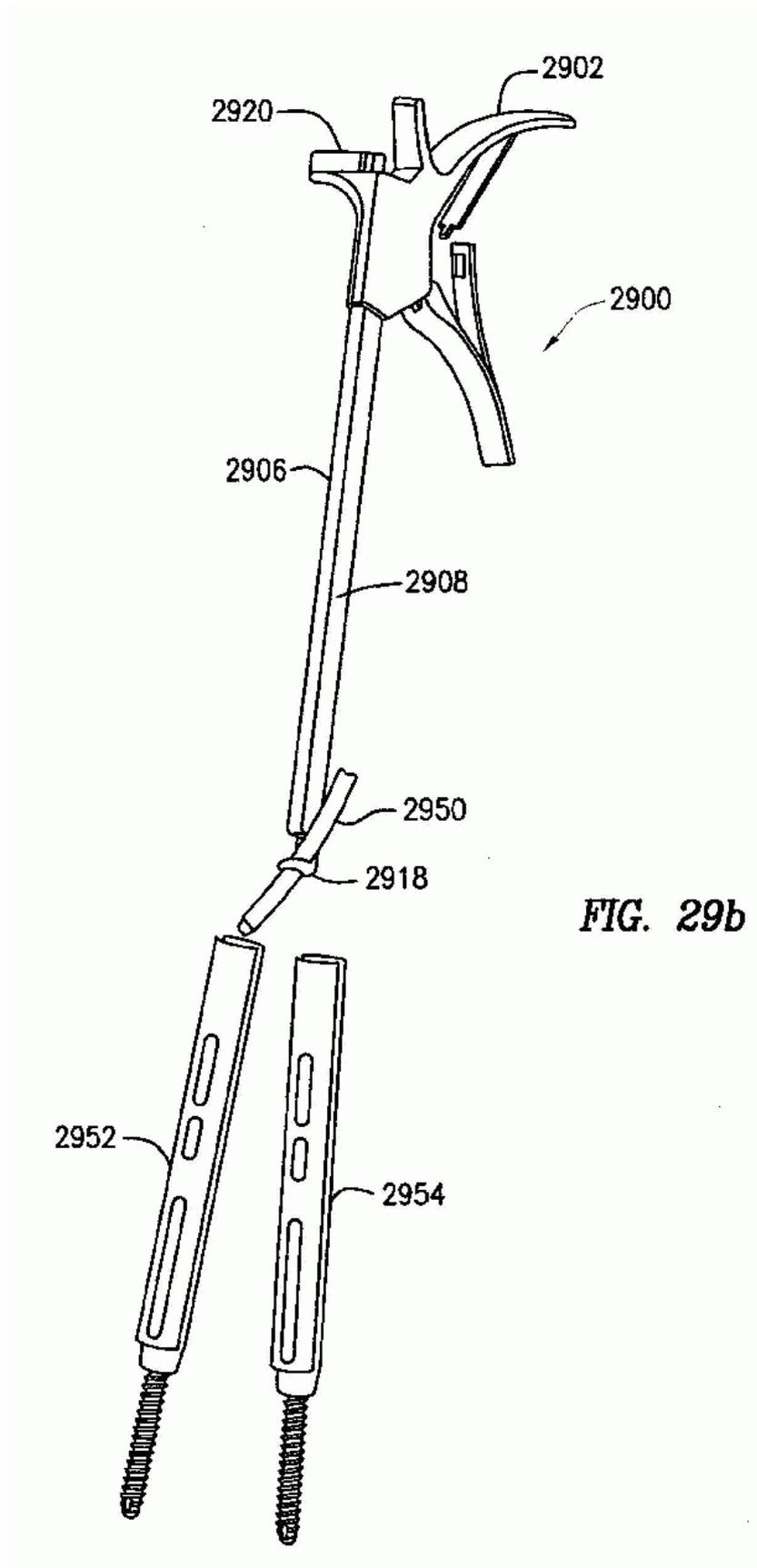
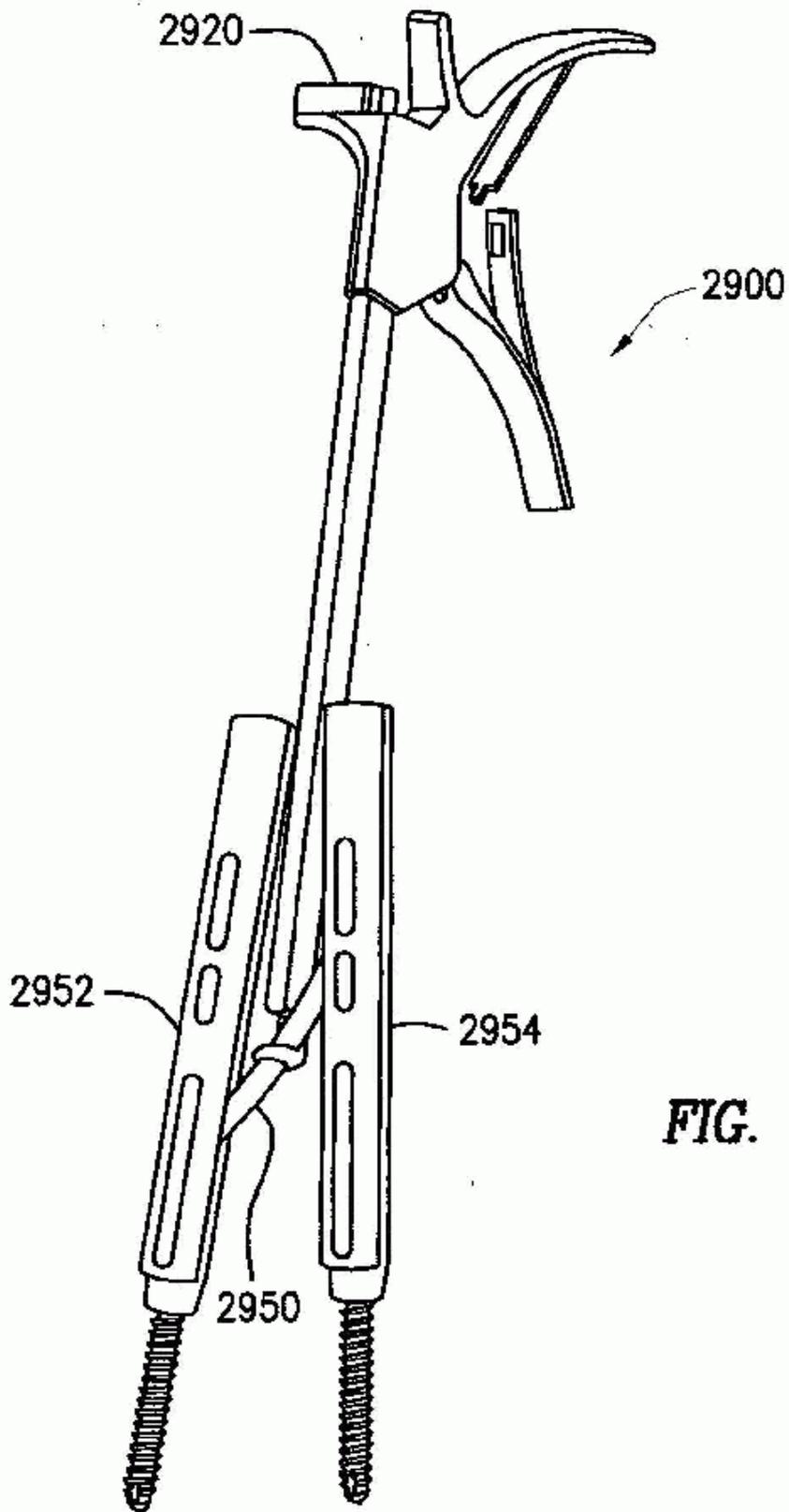
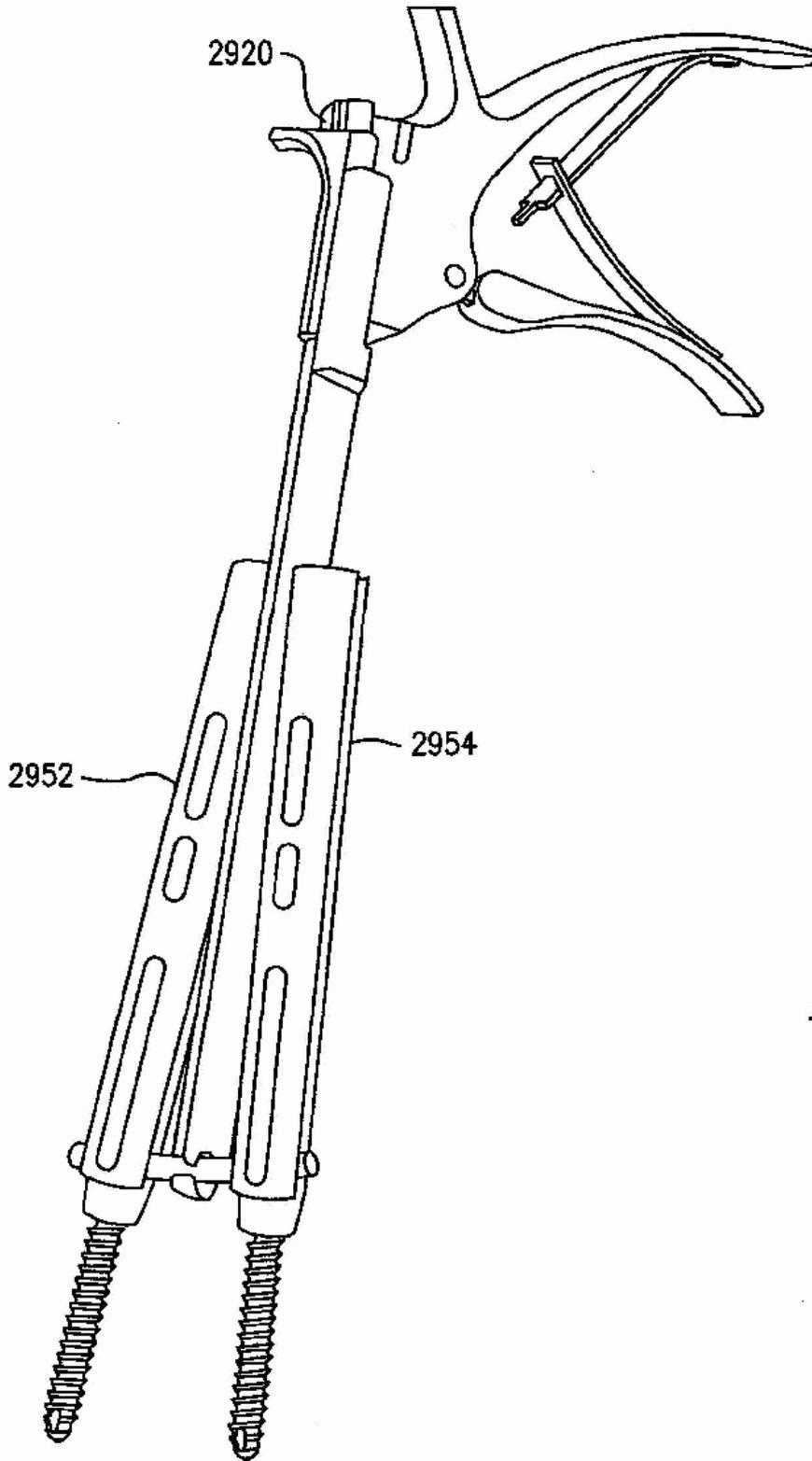


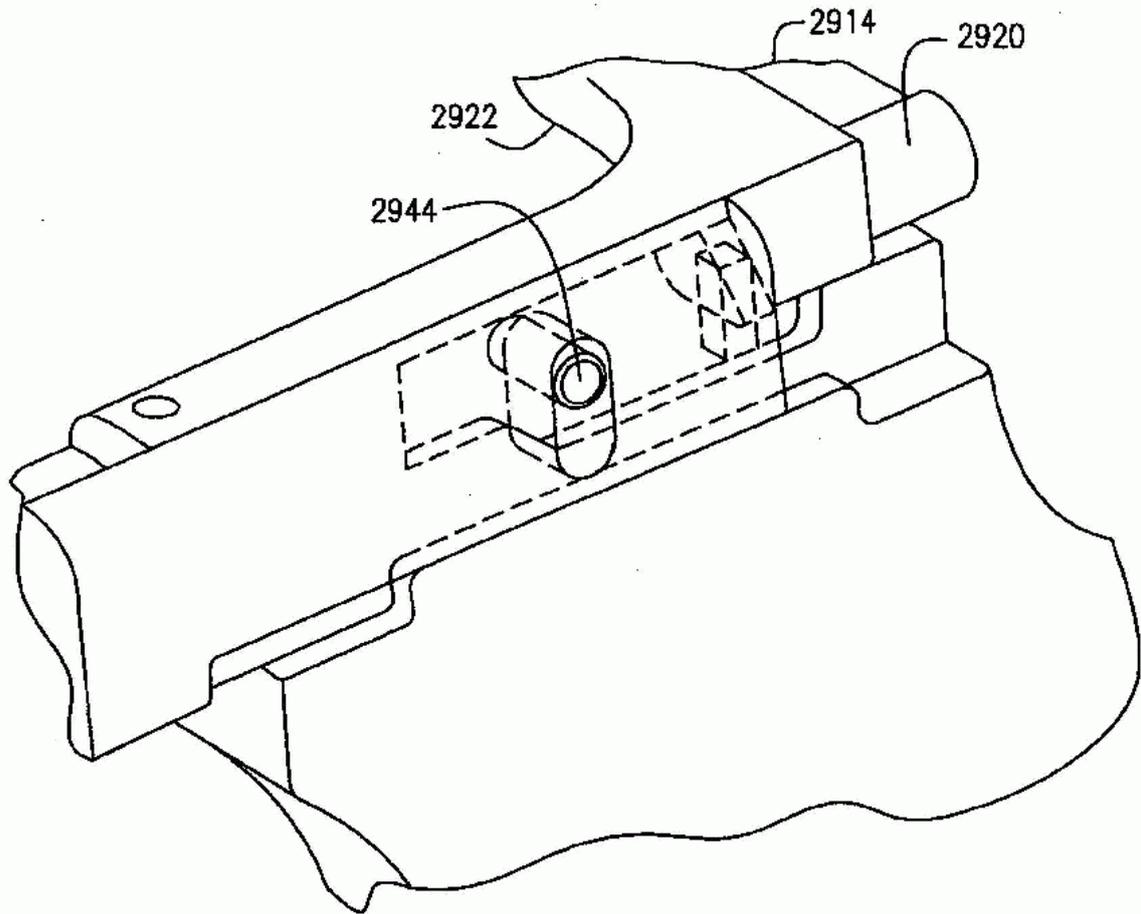
FIG. 29b



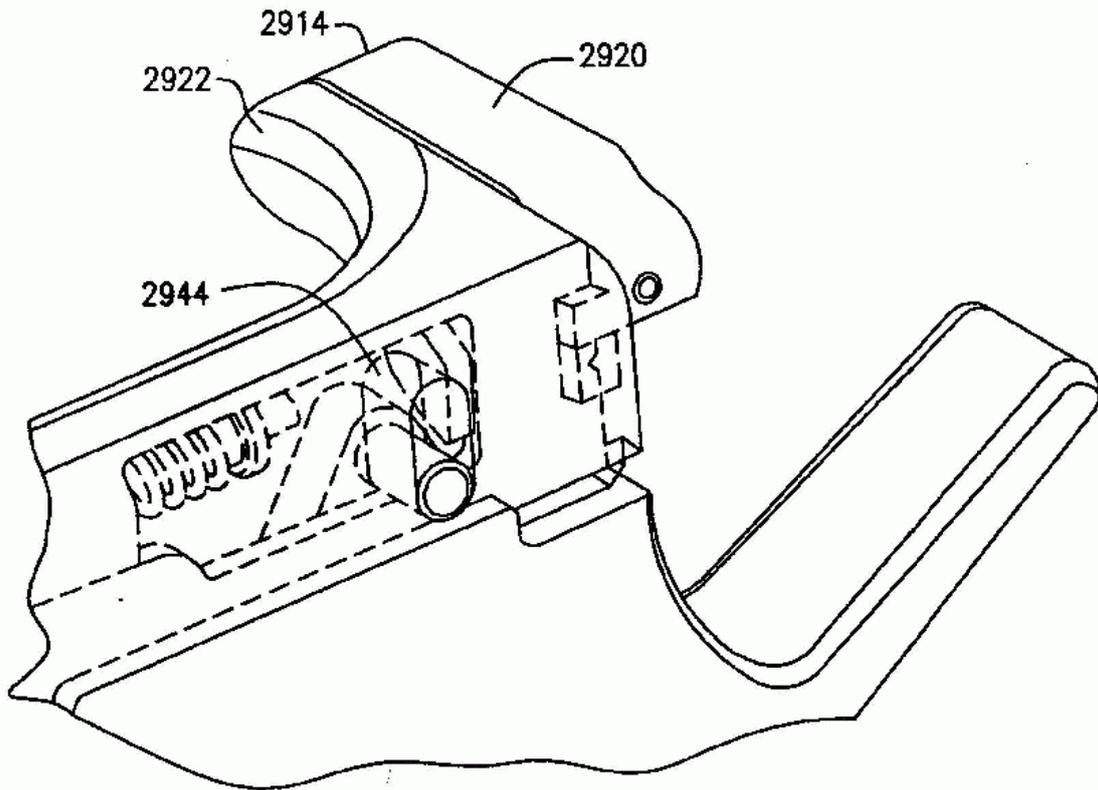
**FIG. 29c**



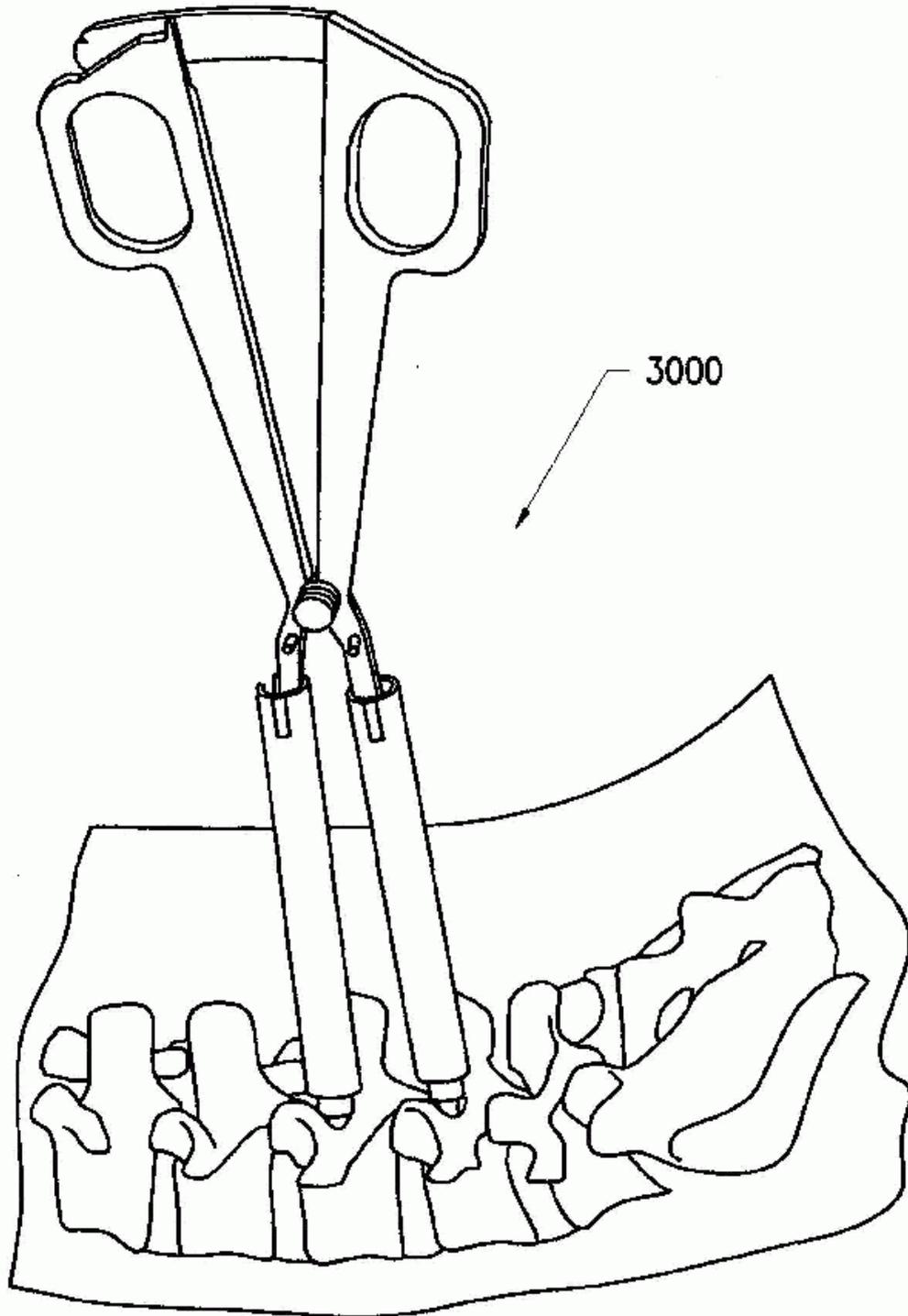
**FIG. 29d**



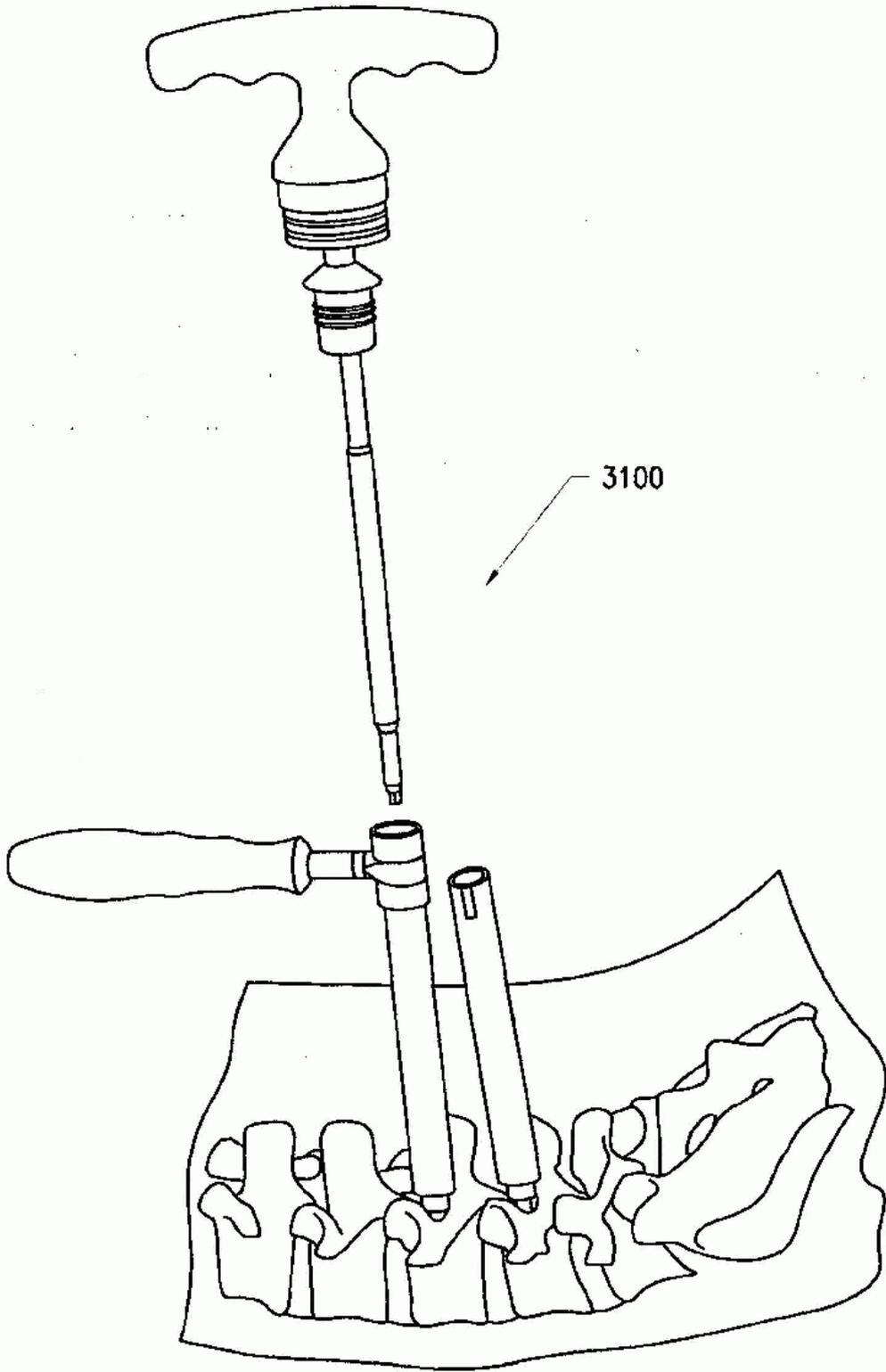
**FIG. 29e**



**FIG. 29f**



**FIG. 30**



**FIG. 31**