

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 361**

51 Int. Cl.:

A61B 17/88 (2006.01)

A61B 17/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2008 PCT/US2008/012111**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2009 WO09055026**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2008 E 08841686 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2222241**

54 Título: **Sistemas para fijación espinal**

30 Prioridad:

23.10.2007 US 263 P

23.06.2008 US 132974 P

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

30.03.2017

73 Titular/es:

ALPHATEC SPINE, INC. (100.0%)

5818 El Camino Real

Carlsbad, CA 92008, US

72 Inventor/es:

HUTTON, CLARK S. y

SMITH, KETCHEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 607 361 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 para fijación espinal

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere generalmente al campo de la cirugía espinal. En particular, la presente invención se refiere al campo del acceso quirúrgico a la columna vertebral.

Antecedentes

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

- enderezar una columna vertebral deformada por escoliosis, enfermedad neuromuscular, parálisis cerebral u otro trastorno;

- prevenir una mayor deformación;

- apoyar una columna vertebral debilitada por infección o tumor;

15 - reducir o prevenir el dolor de los nervios pellizcados o lesionados;

- compensar las vértebras o discos dañados.

20 Uno de los objetivos del procedimiento de fusión espinal es unir dos o más vértebras para evitar que se muevan independientemente entre sí. Esto se puede hacer para mejorar la postura, aumentar la capacidad de ventilar los pulmones, prevenir el dolor, o tratar la inestabilidad espinal y reducir el riesgo de daño nervioso. Según la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos, aproximadamente un cuarto de millón de fusiones espinales se realiza cada año, la mitad en la parte superior y la mitad en la columna vertebral inferior.

25 La columna vertebral es una serie de huesos individuales llamados vértebras, separados por discos cartilagosos. La columna vertebral incluye siete vértebras cervicales (cuello), 12 vértebras torácicas (torácicas), cinco vértebras lumbares (parte inferior de la espalda) y las vértebras fusionadas en el sacro y el coxis que ayudan a formar la región de la cadera. Aunque las formas de las vértebras individuales difieren entre estas regiones, cada una es esencialmente un tubo hueco corto que contiene el haz de nervios conocido como la médula espinal. Los nervios individuales, como los que llevan mensajes a los brazos o las piernas, entran y salen de la médula espinal a través de las aberturas entre las vértebras. Los discos espinales actúan como amortiguadores, amortiguando la columna vertebral y evitando que los huesos entren en contacto. Los discos también ayudan a mantener las vértebras juntas.

30 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 se mantiene en posición vertical a través del trabajo de los músculos de la espalda, que se unen a las vértebras. Mientras que la columna vertebral normal no tiene curvatura hacia los lados, tiene una serie de curvas de adelante hacia atrás, dándole una forma "S" suave. La columna vertebral se curva en la región lumbar, hacia atrás en la región torácica, y de nuevo en la región cervical.

35 Uno de los tipos de procedimientos de fusión espinal es una cirugía de fusión espinal posterior. Este procedimiento se realiza posteriormente, o desde la parte posterior del paciente, en oposición a la anterior, o a través del abdomen. Hay tres técnicas conocidas de fusión posterior (las tres típicamente se realizan con fijación de tornillos pediculares). La primera es una cirugía de fusión posterolateral. Este tipo de fusión vertebral implica colocar un injerto óseo en la porción posterolateral de la columna vertebral (una región justo fuera de la parte posterior de la columna vertebral).

40 La segunda es una cirugía de fusión intersomática lumbar posterior ("PLIF"). Un PLIF implica colocar implante óseo y/o implante espinal (por ejemplo, jaula) directamente en el espacio discal en la parte frontal de la columna vertebral. La tercera es una cirugía transforaminal de fusión intercorporal lumbar ("TLIF"). Un TLIF es esencialmente como un PLIF extendido, ya que también implica la expansión del espacio del disco mediante la eliminación de una articulación de la faceta entera (mientras que un PLIF por lo general implica ganar acceso al espacio del disco mediante la eliminación de una parte de las articulaciones de la faceta en cada lado de la columna vertebral).

45

50 Ha habido varios enfoques y sistemas para realizar cirugía espinal posterior. Algunos sistemas convencionales incluyen además construcciones de titanio que es compatible con la tecnología actual de exploración de CT y MRI, sistemas de implantes de bajo perfil, sistemas de carga superior y de ajuste de topes, y otros parámetros. Algunos sistemas también incluyen conectores cruzados que permiten que un implante de una pieza se aplique a una construcción de doble varilla para un enfoque de carga.

Los dispositivos y sistemas convencionales tienen una serie de desventajas. Estos dispositivos no proporcionan flexibilidad al ajustar los dispositivos antes, durante o después de su colocación en el paciente. Por lo tanto, 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 las necesidades del paciente.

- 5 La publicación estadounidense No. 2006/0111715 describe una herramienta para insertar tornillos de hueso en un paciente. La herramienta puede sujetar los tornillos de hueso durante la inserción y posteriormente liberarlos.

En algunas realizaciones, la presente invención se refiere a un sistema de colocación de tornillo de hueso mínimamente invasivo que permite a un cirujano implantar uno o más tornillos de hueso en la columna y conectar los tornillos con un alambre o cualquier otro dispositivo, en donde el sistema no requiere más incisiones que las incisiones del tornillo de hueso.

10

Resumen de la invención

La presente invención está dirigida a un sistema de estabilización espinal tal como se describe en la reivindicación 1. Otras realizaciones de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

- 15 La presente invención se describe haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos, los números de referencia iguales indican elementos idénticos o funcionalmente similares.

Las figuras 1a-c ilustran un sistema extensor de tornillo ejemplar.

Las figuras 2a-b ilustran otro sistema extensor de tornillo ejemplar.

Las figuras 3a-d ilustran todavía otro sistema extensor de tornillo ejemplar.

- 20 Las figuras 4a-b ilustran un tornillo a modo de ejemplo para su uso con un sistema extensor de tornillos.

La figura 5 ilustra un acoplamiento ejemplar del tornillo y del sistema extensor de tornillo.

La figura 6 ilustra una parte distal de la carcasa del extensor de tornillo, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

- 25 Las figuras 7a-b son vistas inferiores de la carcasa del extensor de tornillo que tiene un dispositivo de desmontaje de tornillo, a modo de ejemplo, configurado para retirar la carcasa del tornillo implantado.

Las figuras 8a-d ilustran varias herramientas de desprendimiento del extensor de tornillo ejemplares.

Las figuras 9a-g ilustran un ejemplo de inserto percutáneo de alambre para uso con un sistema extensor de tornillo.

Las figuras 10a-h ilustran un procedimiento ejemplar paso a paso para insertar percutáneamente un alambre utilizando un sistema extensor de tornillo.

- 30 Las figuras 11a-b ilustran un mecanismo ejemplar de avance de alambre.

La figura 12 ilustra un alambre ejemplar.

Las figuras 13a-f ilustran una herramienta ejemplar compresor/separador.

Las figuras 14a-e ilustran otra herramienta ejemplar de compresor/distractor.

La figura 15 ilustra un dispositivo ejemplar de anti-desprendimiento.

- 35 Las figuras 16a-c ilustran una herramienta ejemplar de calibración.

Las figuras 17a-c ilustran una herramienta ejemplar de guía del extensor de tornillo.

Las figuras 18a-c ilustran una herramienta auxiliar suplementaria de desprendimiento del extensor de tornillo.

Las figuras 19a-f ilustran varias herramientas ejemplares de inserción de varillas.

- 40 Las figuras 20a-o ilustran procedimientos ejemplares paso a paso para la inserción de una varilla utilizando herramientas de inserción de varillas.

Las figuras 21a-e ilustran una herramienta ejemplar reductora de varillas.

Las figuras 22a-b ilustran una herramienta ejemplar de inserción de varillas.

Descripción detallada de la invención

5 En algunas realizaciones, la presente invención permite a un cirujano usar incisiones convencionales para colocar tornillos de hueso. Esto se logra típicamente usando una aguja de Jamshiti seguida por dilatación progresiva. Una vez que el hueso ha sido preparado, el tornillo de hueso se implanta.

10 Después de la implantación, el tornillo de hueso es manipulado para su orientación por el extensor. Este "extensor" se extiende fuera de la incisión y permite al cirujano controlar el tornillo implantado. Una vez que se han implantado dos o más tornillos, el cirujano colocará los insertadores de alambre en el extensor de tornillo. Los componentes de alambre están diseñados para guiar un alambre por el eje del extensor de tornillo. La función "botón" en la porción proximal de la deseada se alcanza, el alambre saldrá fuera del extensor de tornillo y perforará el músculo y creará una trayectoria para unir el tornillo de hueso adyacente.

15 Una vez que el alambre tiende puentes entre las aberturas de los tornillos, un instrumento que ha sido previamente colocado por el extensor adyacente agarra el alambre y tira de la porción distal del alambre a la superficie. Una varilla está unida a la porción proximal del alambre. Tirando de la parte distal del alambre, la varilla se tira hacia abajo del extensor y se tira a través de la abertura entre los tornillos. La función "botón" en la porción proximal de la varilla impide que la varilla sea excesivamente tirada más allá del extensor. Los extensores junto con los tornillos y los insertadores de alambre pueden disponerse en el sitio quirúrgico antes del avance del alambre.

20 Se pueden colocar los tornillos de fijación, se pueden apretar definitivamente y se puede quitar el alambre guía. Esto proporciona una colocación mínimamente invasiva del soporte físico de fusión.

25 Las figuras 1a-c ilustran un dispositivo 100 extensor de tornillo. La figura 1a ilustra el dispositivo 100 extensor de tornillo acoplado a un tornillo. La figura 1b ilustra el dispositivo 100 extensor de tornillo por sí mismo y la figura 1c ilustra un corte en sección transversal del dispositivo extensor de tornillo mostrado en la figura 1b. El dispositivo 100 extensor de tornillo incluye una carcasa 110 que está acoplada a un implante 120 de tornillo usando las primeras funciones 105 de acoplamiento (o como se muestra en las figuras 1a-c, las funciones marcadas) dispuestas en la cabeza del tornillo 122. Las funciones 105 marcadas están configuradas para controlar el movimiento axial y de torsión. La carcasa 110 tiene un extremo 102 proximal y un extremo 104 distal. La carcasa 110 incluye además un canal 112 parcialmente abierto que permite la inserción y el paso de una varilla hacia el extremo 102 proximal hacia el extremo 104 distal de la carcasa 110. La carcasa 110 puede configurarse para incluir un canal 112 parcialmente abierto y/o un canal completamente abierto, por lo que el canal completamente abierto está configurado para estirarse desde el extremo 102 proximal hasta el extremo 104 distal. El canal abierto está configurado como un interior 119 hueco o pasaje de la carcasa 110. El interior 119 hueco está configurado para permitir el paso de instrumentos, varillas, implantes, etc. a través del dispositivo extensor de tornillo durante la cirugía. Para permitir dicho paso, la carcasa 110 incluye una abertura 108 dispuesta en el extremo 102 proximal y una abertura similar dispuesta en el extremo 104 distal. 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 procedimientos quirúrgicos. La carcasa del extensor de tornillo se puede configurar para tener una forma cilíndrica. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, son posibles otras formas de carcasa 110.

30 El extremo 104 distal de la carcasa 110 está configurado para acoplarse a la cabeza del tornillo 122. El extremo 104 distal incluye segundas funciones de acoplamiento (como se muestra en las figuras 1a-c, protuberancias) 115 (como se muestra en las figuras 1b-c) que están configuradas para acoplarse con las primeras (o marcadas) funciones (o aberturas) 105 dispuestas en la cabeza del tornillo 122. En la siguiente descripción de las figuras 1a-22b, los términos "protuberancia(s)", "marcación(es)", "primera(s) función(es) de acoplamiento(s)", "segunda función(es) de acoplamiento(s)" se utilizará indistintamente, y por lo tanto, el presente sistema puede incluir una primera función de acoplamiento que es una protuberancia y una segunda función de acoplamiento que es una indentación configurada para acoplarse con las protuberancias, mientras que en algunos otros sistemas, una primera función de acoplamiento puede ser una indentación y una segunda función puede ser una protuberancia con la que se acopla la primera función de acoplamiento. Por lo tanto, los términos "protuberancia(s)" e "indentación(es)" significan "indentación(es) o protuberancia(s)" deben ser interpretados como tales. Además, los términos "protuberancia(s)" e "indentación(es)" se usan en esta descripción para fines ilustrativos no limitativos solamente. Las protuberancias 115 están configuradas para flexionar cuando el tornillo 120 (una parte 117 del tornillo se muestra en las figuras 1a-c) está acoplado a la carcasa 110 del extensor. Las protuberancias 115 pueden estar configuradas para ser accionadas por un resorte o por cualquier otra función de bloqueo, en donde al insertar el tornillo, las protuberancias 115 están configuradas para retraerse hacia la pared interior de la carcasa 110 de dilatación y luego se prolongan hacia las funciones 105 indentadas estando las protuberancias 115 alineadas con las funciones 105. Tras el acoplamiento, las protuberancias 115 están configuradas para encajar a presión en las funciones 105 indentadas bloqueando de este modo el tornillo la carcasa 110 del tornillo extensor y creando una estructura rígida. Las paredes interiores de la carcasa 110 pueden configurarse adicionalmente para incluir el roscado 131 dispuesto cerca del

extremo 104 proximal. El roscado 131 está configurado para permitir la sujeción de diversas herramientas a la carcasa 110 de dilatación durante procedimientos quirúrgicos. Como puede entenderse mejor por un experto en la técnica, los términos "roscado" o "rosca" se usan en esta descripción de las figuras 1a-22c para fines ejemplares no limitativos y en lugar de roscar componentes juntos, pueden usarse otros medios de compresión y/o distracción y/u otras formas de acoplamiento.

El tornillo 120 puede ser un tornillo poli axial que permite al cirujano manipular (girar, inclinar, etc.) la combinación del tornillo 120 acoplado a la carcasa 110 una vez que el tornillo se implanta en una materia ósea (por ejemplo, vértebras) del paciente. El tornillo 120 incluye además el roscado 124 sobre un eje roscado del tornillo que está configurado para ayudar a la inserción del tornillo en una materia ósea. El eje roscado está acoplado a la cabeza del tornillo 122. La cabeza 122 del tornillo incluye un pasaje 126 que está configurado para ser lo suficientemente ancho para acomodar la colocación y fijación de una varilla. El pasaje 126 está configurado para alinearse con el canal 112 para crear un canal continuo entre el tornillo y el extensor de tornillo. El pasaje 126 puede configurarse para incluir un roscado 138 dispuesto en las superficies interiores del pasaje. El roscado 138 permite la colocación de tornillos de fijación (no mostrados en las figuras 1a-c) para asegurar una varilla una vez que se instala en el tornillo.

Las Figuras 2a-b ilustran otro sistema 200 ejemplar extensor de tornillo. La figura 2a ilustra la carcasa del extensor de tornillo que está acoplado al tornillo y la figura 2b ilustra la carcasa del extensor de tornillo que está desacoplada del tornillo. Como se muestra en las figuras 2a-b, un tornillo 220 está configurado para acoplarse a una carcasa 210 del extensor de tornillo. La carcasa 210 del extensor de tornillo está configurada para ser un tubo alargado que incluye aberturas en ambos extremos 202 (proximal), 204 (distal) para acoplar al tornillo 220 en un extremo 204 y para la inserción de instrumentos quirúrgicos en el otro extremo 202. La carcasa 210 incluye además ranuras o canales 212 que se extienden a lo largo de al menos una parte de la carcasa 210 y están configuradas adicionalmente para acomodar colocaciones de varilla(s). Adicionalmente, la carcasa 210 incluye además porciones de indentador o funciones 240 de atornillado, las cuales están configuradas para asegurar el tornillo 220 a la carcasa 210 del dispositivo extensor de tornillo. La carcasa 210 puede incluir dos porciones de indentación 240 (la segunda porción no se muestra en la figura 2a). Las porciones de indentador 240 están configuradas para fijarse a la carcasa 210 en un lugar 237, que está dispuesto hacia el extremo 204 del tornillo de acoplamiento. La porción 240 de indentador puede configurarse para soldarse en una posición 237. Una vez que el tornillo 220 se carga en el dispositivo extensor (véase la figura 2a), las porciones 240 de indentador están configuradas para acoplar el tornillo 220 usando las protuberancias 242 que están dispuestas sobre una pared interior de las porciones de indentador 240 y están además configuradas para sobresalir hacia el interior de la carcasa 210. Las porciones de indentador 240 pueden configurarse para ser flexibles.

Las porciones 240 de indentador están configuradas para enganchar una abertura 251 en la cabeza del tornillo 220, como se muestra en la figura 2b. Al insertar el tornillo 220 en la carcasa 210 del dispositivo extensor, las porciones 240 de indentador están configuradas para separarse del centro de la carcasa 210. Las porciones 240 de indentador pueden estar configuradas para ser dispositivos de tipo resorte que se separan cuando se aplica una presión mecánica externa. Una vez que el tornillo 220 se inserta en la carcasa 210, las porciones 240 de indentador están configuradas para encajar a presión en las aberturas 251 del tornillo 220. Al encajarse en las aberturas 251, las porciones 240 de indentador sujetan rígidamente el tornillo 220 a la carcasa 210.

De manera similar al extensor de tornillo mostrado en las figuras 1a-c, la carcasa 210 del extensor de tornillo incluye un pasaje 219 interior que está configurado para ser expuesto por el canal 212 (extendiéndose total o parcialmente a lo largo de la carcasa 210). El canal 212 está configurado para alinearse con un pasaje 226 dispuesto en la cabeza del tornillo 222 para crear un canal continuo entre el canal 212 y el pasaje 226 para el paso de herramientas, instrumentos, varillas, etc.

Las figuras 3a-c ilustran otra carcasa 310 de tornillo extensor ejemplar. La carcasa 310 de prolongación incluye dos canales 312 y 332 que están configurados para exponer el interior 319 de la carcasa 310 de tornillo extensor. El canal 312 está configurado para estar parcialmente abierto (es decir, parcialmente se extiende entre los extremos proximal y distal) y el canal 332 está configurado para estar completamente abierto (es decir, conectar los extremos proximal y distal), como se ilustra en las figuras 3b y 3c, en donde la figura 3c es una vista en sección transversal superior de la carcasa 310 de extensión. La carcasa 310 incluye además una función 391 de agarre (o funciones) que está configurada para estar dispuesta a lo largo de los bordes del canal 312 y/o del canal 332, como se muestra en las figuras 3a-b. La función 391 de agarre está configurada para ayudar a proporcionar un soporte adicional al dispositivo de distracción/compresión mostrado en las figuras 14a-e y discutido a continuación. La función 391 de agarre puede configurarse para formar una pequeña cavidad dispuesta a lo largo de los bordes de los canales. Las funciones 391 de agarre pueden tener una forma de una cavidad semicircular. Las funciones 391 de agarre pueden configurarse para estar dispuestas a lo largo de toda la longitud de los canales 312 y/o 332 o a lo largo de una porción de los canales.

De manera similar a las prolongaciones de tornillo mostradas en las figuras 1a-2b, la carcasa 300 del extensor de tornillo puede incluir roscas 331 interiores dispuestas adyacentes al extremo 302 proximal de la carcasa 300 del extensor de tornillo. La carcasa 310 del extensor de tornillo incluye además una función 340 de bloqueo dispuesta

hacia el extremo 304 distal para un enclavamiento con un tornillo de una manera similar a la del extensor de tornillo mostrado en las figuras 2a-b.

La figura 3d es una vista en sección transversal de una porción del extremo 304 distal de la carcasa 310 del extensor de tornillo. La figura 3d ilustra adicionalmente en la función 340 de bloqueo que tiene una protuberancia 371 que está configurada para acoplarse con una abertura dispuesta sobre una cabeza del tornillo (no ilustrado en la figura 3d), similar a la función 240 mostrada en las figuras 2a-c. La función 340 de bloqueo incluye además un mecanismo 379 de detención que está configurado para evitar que una herramienta de extracción del extensor de tornillo (mostrada en las figuras 8a-8d y descrita más adelante) de rotación excesiva una vez que se coloca dentro del interior de la carcasa del extensor de tornillo con el fin de retirar la carcasa del extensor de tornillo del tornillo. El mecanismo 379 de detención puede configurarse para impedir la rotación de la herramienta de extracción del extensor de tornillo en más de 90 grados. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, el mecanismo de detención puede impedir cualquier ángulo de rotación.

Como puede ser entendido por un experto en la técnica, los canales formados por los canales de alojamiento del extensor de tornillo y el tornillo no necesitan ser continuos. Por ejemplo, un canal en la carcasa del extensor puede tener múltiples discontinuidades dispuestas a través de la carcasa. Como puede ser también entendido por un experto en la técnica, la carcasa del extensor de tornillo puede configurarse para incluir una o más primeras funciones de acoplamiento (o indentadores, o funciones indentadas, o porciones de indentación, etc.) al liberar uno de ellos, La carcasa del extensor puede configurarse para desengancharse del tornillo.

Las figuras 4a-b ilustran un tornillo 400 a modo de ejemplo configurado para ser utilizado con extensores de tornillo mostrados en las figuras 1a-3d y discutidos anteriormente. El tornillo 400 incluye un extremo 404 distal, un extremo 402 proximal, un eje 421 que tiene roscas 424 dispuestas 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 fijación de una varilla. Para asegurar la varilla dentro de la cabeza 408 de tornillo, la varilla se coloca en un espacio 425 interior creado por el pasaje 426 y luego se coloca un tornillo de presión (no mostrado) sobre la parte superior de la varilla y se asegura usando roscas 415 dispuestas en las paredes interiores del pasaje 426. El pasaje 426 puede configurarse para incluir los bordes 420 (a, b, c, d) rebajados que están configurados para acomodar la colocación de la carcasa del extensor de tornillo (mostrado en la figura 5). La cabeza del tornillo incluye además unas aberturas 410 que están configuradas para recibir protuberancias de las funciones de bloqueo dispuestas en la carcasa del extensor de tornillo (como se muestra en las figuras 2a-3b)

Haciendo referencia a la figura 5, para asegurar adicionalmente el tornillo 500 (similar al tornillo 400) a la carcasa 512 del dispositivo del extensor, la carcasa 512 incluye una pluralidad de protuberancias 510 (a, b, c, d). Las protuberancias 510 están configuradas para acoplarse a los bordes 509 (a, b, c, d) rebajados, respectivamente, de la cabeza 528 del tornillo 514. Las protuberancias 510 pueden configurarse para enrollarse alrededor de los bordes 509 rebajados. Dicha interacción de los bordes 509 rebajados del tornillo y las protuberancias 510 del extensor aseguran adicionalmente el tornillo 514 a la carcasa 512 del extensor e impiden el desplazamiento del tornillo 514 desde la carcasa 512. Esta configuración también permite al cirujano (o a cualquier otro profesional médico) aplicar de forma controlada varias fuerzas al tornillo (por ejemplo, durante la colocación de un implante, etc.), tales fuerzas de traslación, axial, de torsión o cualquier otra. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, el tornillo 514 y la carcasa 512 pueden tener cualquier número de bordes 509 rebajados y protuberancias 510 correspondientes. Además, el tornillo 514 puede tener cualquier número de aberturas (no mostradas en la figura 5, pero mostradas en las figuras 4a-b) y la carcasa 512 puede tener cualquier número de porciones 540 de indentador correspondientes que interactúan con las aberturas.

Como se ha indicado anteriormente, el extensor de tornillo ayuda en la colocación de, por ejemplo, tornillos de pedículo durante procedimientos de fusión espinal. El cirujano (u otro profesional médico) fija el extensor de tornillo al tornillo del pedículo y mantiene el control del tornillo desde el exterior (por ejemplo, desde fuera de la incisión de la piel). El extensor de tornillo proporciona una unión fuerte de manera que se pueden aplicar fuerzas axiales, laterales y de torsión al extensor de tornillo. El cirujano aplica típicamente estas fuerzas a los extensores de tornillo para manipular la vértebra a la que están unidos los tornillos pediculares.

El extensor de tornillo puede tener un cuerpo tubular sin centro. El extensor incluye diversas funciones de fijación, por ejemplo, indentadores flexibles, para sujetar el tornillo en un plano axial a lo largo del eje del tornillo y del extensor, donde las funciones de fijación se aplican a los bordes rebajados del tornillo. Los extensores de tornillo pueden ser flexibles y están fijados al cuerpo principal del extensor de tornillo en un solo lugar (como se muestra en la figura 3a). Esto permite que los indentadores del extensor de tornillo se flexionen fuera del camino y permitan que el tornillo sea liberado del extensor de tornillo. Como se ha indicado anteriormente, el cuerpo tubular del extensor está también parcialmente ranurado para permitir que se coloque una varilla de la manera típica.

El sistema incluye una herramienta de remoción del extensor de tornillo mostrada en las figuras 8a-d. Las figuras 8a-b ilustran una herramienta 800 de remoción del extensor de tornillo y las figuras 8c-d ilustran una herramienta 850 de remoción del extensor de tornillo.

Con referencia a las figuras 8a-b, la herramienta 800 de remoción incluye un eje 833 dispuesto entre un extremo 864 distal y un mango 862. El mango 862 está configurado para tener una forma redondeada. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, el mango puede configurarse para tener cualquier forma deseada. El eje 833 incluye además una porción 823 roscada dispuesta sustancialmente adyacente al mango 862 y un mecanismo 821 de detención dispuesto entre el mango y la porción 823 roscada. El eje 833 está configurado para encajar en el pasaje 819 interior de la carcasa 810 de extensión, como se muestra en la figura 8a. La porción 823 roscada está configurada para interactuar con una porción 825 roscada interior de la carcasa 810 del extensor de tornillo tras la inserción de la herramienta 800 de extracción en la carcasa 810 del extensor de tornillo, como se muestra en la figura 8b. Al insertar la herramienta 800 de remoción, las porciones 823 y 825 roscadas están configuradas para interactuar entre sí y un cirujano (o cualquier otro profesional médico) comienza a girar la herramienta de extensión en una dirección hacia abajo (por ejemplo, en sentido de las agujas del reloj) con el fin de hacer avanzar la herramienta de remoción hacia el tornillo. La herramienta de remoción avanza hasta que el mecanismo 821 de detención impidiendo su avance adicional hacia el tornillo. La longitud del eje de la herramienta de remoción se puede seleccionar apropiadamente de manera que al insertar completamente la herramienta de remoción, su extremo 864 distal está configurado para interactuar con las placas 817 flexibles que contienen las protuberancias 815 y para empujar las placas 817 entre sí, provocando de este modo el desacoplamiento de la carcasa 810 del extensor de tornillo del tornillo. El mecanismo 821 de detención está configurado además para evitar la sobre inserción de la herramienta de extracción y, por lo tanto, dañar el tornillo.

Por lo tanto, para retirar o desacoplar la carcasa 810 de extensión de tornillo, un eje roscado 833 es insertado por el eje largo de la carcasa del extensor. Este eje roscado 833 se acopla a las roscas 825 de la carcasa del extensor y obliga a separar los extremos distales distanciados del extensor. Este mecanismo libera el tornillo de hueso liberando las lengüetas o placas 817 flexibles en el extensor de tornillo desde su orificio de acoplamiento en el tornillo.

Las figuras 8c-d ilustran una realización de la herramienta 850 de remoción, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención. La herramienta 850 de eliminación incluye un eje 853, un mecanismo 857 de detención y un mango 851. En algunas realizaciones, el mango 851 puede estar configurado para ser canulado en el interior para permitir el paso de dispositivos adicionales a través de él, como se muestra en las figuras 18a-c. Dichos dispositivos adicionales pueden configurarse para ser utilizados para ayudar a retirar el extensor de tornillo del tornillo en el caso de que la herramienta 850 de remoción no pueda desacoplarse del tornillo.

Como se muestra en las figuras 8c-d, la herramienta 850 de remoción está configurada para encajar dentro de la carcasa 820 de extensión y para avanzar hacia el extremo distal de la carcasa al aplicar una fuerza hacia abajo por el cirujano (o cualquier otro profesional médico). El mecanismo 857 de detención está configurado para evitar la sobre inserción de la herramienta 850 de remoción y, por lo tanto, dañar el tornillo. La herramienta 850 de remoción incluye además al menos una protuberancia 861 que se extiende desde una superficie externa del eje 853 de la herramienta 850 de remoción sustancialmente adyacente al extremo distal del eje 853 de la herramienta de remoción. Las protuberancias 861 están configuradas para interactuar con las porciones 840 flexibles de la carcasa 810 de extensión cuando la herramienta 850 de remoción está completamente insertada en la carcasa de extensión de tornillo (es decir, el mecanismo de detención 857 está configurado para interactuar con un extremo proximal de la carcasa de extensión de tornillo) y es girada por el cirujano. Mediante la interacción de las protuberancias y las funciones de bloqueo flexibles, las protuberancias 861 están configuradas para empujar las funciones 840 de bloqueo flexible, empujándolas de este modo hacia fuera por el pasaje interior del extensor de tornillo y desbloqueando así la carcasa de extensión de tornillo del tornillo. En algunas realizaciones, un mecanismo 379 de detención mostrado en la figura 3d impide la rotación de la herramienta de remoción una vez que se inserta en la carcasa del extensor de tornillo. El mecanismo 379 de detención puede ser una protuberancia dispuesta sobre una superficie interna de la carcasa extensora sustancialmente adyacente a los indentadores flexibles. El mecanismo 379 de detención puede estar dispuesto adicionalmente en la trayectoria de las protuberancias 861 giratorias, evitando así la rotación de la herramienta de remoción más allá de un punto particular. En algunas realizaciones, el mecanismo 379 de detención está configurado para impedir la rotación de la herramienta de remoción en más de 90 grados. El mecanismo de detención está configurado para ayudar al cirujano a determinar cuándo los elementos flexibles han sido empujados y por lo tanto es seguro retirar el extensor de la carcasa.

La figura 6 ilustra una vista más cercana de la interacción del extremo distal de la herramienta 679 de remoción (que es similar a la herramienta 850 de remoción) con la carcasa 610 del extensor. Como se muestra, el extremo distal de la herramienta 679 de remoción incluye protuberancias 675 que son configuradas para extenderse lejos de la superficie de la herramienta 679 de remoción. Las porciones 640 (a, b) flexibles (similares a las mostradas en las figuras 2a-3c) incluyen protuberancias 642 (a, b), respectivamente, que están configuradas para ser retiradas de las aberturas en el tornillo tras la rotación de la herramienta de remoción y posterior interacción de las protuberancias 675 de la herramienta de remoción con las porciones 640 flexibles.

Por lo tanto, para que el cirujano extraiga el extensor 610 de tornillo del tornillo (que se realiza típicamente después de completar un procedimiento), se utiliza el dispositivo 679 de remoción del extensor de tornillo. Además de los componentes mostrados en las figuras 8c-d, el dispositivo 679 de remoción incluye una punta que tiene protuberancias o rampas 675. Las rampas 675 están configuradas para disponerse alrededor del perímetro de la

punta. El eje y la punta del dispositivo de remoción pueden ser cilíndricos para hacer coincidir la carcasa 610 cilíndrica del dispositivo 600 extensor. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, el eje y la punta tienen cualquier otra forma y pueden corresponder a la forma de la carcasa 610.

5 En algunas realizaciones, la punta puede ser más pequeña que el eje (por ejemplo, el diámetro de la punta es más pequeño que el diámetro del eje). El eje está dimensionado también para encajar dentro de la carcasa 610 del dispositivo 600 extensor. El mecanismo de detención o un reborde 823 de detención (ver, figuras 8c-d) que actúa como un tapón y limita la profundidad a la cual el dispositivo 679 de remoción puede colocarse en la carcasa 610, controlando con ello la profundidad que las rampas 675 pueden acoplar a las porciones de indentador 640 del extensor de tornillo (mostradas en la figura 6).

10 Las rampas 675 están configuradas para sobresalir alejándose de la superficie de la punta. Las rampas 675 interactúan con las porciones de indentador 640 de la carcasa 610, como se ilustra en las Figuras 6-7b, en donde las Figuras 7a-b ilustran una vista inferior de la herramienta de remoción que interactúa con las porciones de indentador. Para retirar el dispositivo 600 extensor del tornillo, el dispositivo 679 de remoción se inserta en el carcasa 610 hueca a través de su extremo proximal (no mostrado en las figuras 6-7b). En algunas realizaciones, las rampas 675 del dispositivo 679 de remoción pueden alinearse con los canales 619 durante la inserción del dispositivo 679 de remoción en la carcasa 610. Como tal, durante la inserción, las rampas 675 se deslizan hacia abajo por los canales 619 (como se muestra en la figura 6). La inserción del dispositivo 679 continúa hasta que el borde de detención del dispositivo de remoción (no mostrado en la figura 6) entra en contacto con el extremo proximal de la carcasa del extensor. En este punto, el dispositivo 679 se hace girar aproximadamente 90 grados (en cualquier dirección) agarrando el mango del dispositivo de remoción (mostrado en la figura 8c-d) y girándolo en una dirección apropiada. Girando el mango, las rampas 675 entran en contacto con las porciones 640 de indentador. Debido a la naturaleza flexible de las porciones 640 de indentador, las rampas 675 están configuradas para empujar las porciones 640 de indentador hacia la parte exterior de la carcasa 610 del dispositivo 600 de extensión. A medida que las porciones 640 se separan, las protuberancias 642 de indentación se desacoplan de las aberturas del tornillo. 15 20 25 Una vez que las protuberancias 642 son retiradas de las aberturas en la cabeza del tornillo, el dispositivo 600 extensor se afloja y puede ser retirado del tornillo. En algunas realizaciones, el dispositivo 600 extensor y el dispositivo 610 de remoción pueden ser retirados al mismo tiempo. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, son posibles otras maneras de retirar la carcasa del extensor de tornillo del tornillo.

30 Las figuras 18a-c ilustran un ejemplo de dispositivo 1810 de remoción del extensor de tornillo suplementario. En el caso de que un cirujano no pueda desacoplar el dispositivo de extensión de tornillo del tornillo, el dispositivo 1810 puede ayudar al cirujano a empujar el extensor de tornillo fuera del tornillo. Como se muestra en las figuras 18a-c, el dispositivo 1810 de remoción suplementario incluye un eje 1803 dispuesto entre la punta 1807 distal y un mango 1801. El dispositivo 1810 de remoción suplementario está configurado para tener un diámetro menor que el de la herramienta 850 de remoción. El eje 1803 del dispositivo 1810 está configurado para ser más largo que la de la herramienta 850 de remoción. La herramienta 850 de remoción incluye una porción canulada interior (no mostrada en las figuras 18a-c) que está dispuesta dentro de la herramienta 850 de remoción y que además acomoda la inserción del dispositivo 1810, como se muestra en las figuras 18a-b. El dispositivo 1810 incluye además una porción 1805 roscada configurada para estar dispuesta sustancialmente adyacente al mango 1801. La porción 1805 roscada está configurada para interactuar con una parte roscada dispuesta dentro del mango 851 del dispositivo 850. 35 40

Por lo tanto, en el caso de que el cirujano no pueda retirar el dispositivo 1802 de extensión de tornillo del tornillo 1807 usando sólo la herramienta 850 de remoción, el cirujano inserta el dispositivo 1810 a través de una abertura en el mango 851 del dispositivo 850 de remoción y empuja el dispositivo 1810 a lo largo del canal interior (es decir, la porción canulada) del dispositivo 850 de remoción, hasta que la parte 1805 roscada entra en contacto con una parte roscada interior del dispositivo 850 de remoción. En este momento, el cirujano comienza a girar el dispositivo 1810 a lo largo de la porción roscada, sobresaliendo así la punta 1807 del dispositivo 1810 más allá de la punta distal del dispositivo 850 de remoción. Así, la punta 1807 entra en contacto con el tornillo 1804 y efectivamente empuja el extensor de tornillo 1802 junto con la herramienta 1810 de remoción lejos del tornillo, permitiendo así al cirujano retirar el extensor de tornillo. 45

50 El sistema extensor de tornillo de la presente invención se puede utilizar para el suministro de un alambre percutáneo, que puede utilizarse entonces para el avance de una varilla. Inicialmente, para realizar una cirugía espinal utilizando el dispositivo extensor de tornillo de la presente invención, el cirujano inicialmente hace una incisión en un lugar en el que se va a implantar un primer tornillo junto con un primer dispositivo extensor de tornillo. Se puede realizar otra incisión en otro lugar en donde se va a implantar un segundo tornillo junto con un segundo extensor de tornillo. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, el cirujano puede hacer tantas incisiones como sean necesarias para implantar un sistema de estabilización espinal de acuerdo con la presente invención. Una vez que se hacen las incisiones, el cirujano puede acoplar los extensores de tornillo con los tornillos y hacer avanzar esta combinación hacia la materia ósea (por ejemplo, las vértebras) para su posterior inserción. Una vez que se ha insertado la combinación de extensor de tornillo y tornillo, el cirujano puede manipular a los extensores de tornillo y a los tornillos para la inserción de alambres y/o varillas percutáneas y/u otras herramientas y 55 60

dispositivos. Los tornillos pueden ser tornillos poli axiales que permiten al cirujano manipular los extensores de tornillo en cualquier dirección mientras que los extensores de tornillo están unidos rígidamente a los tornillos.

Las figuras 9a-9h ilustran unos dispositivos 900 y 950 ejemplares de inserción percutánea de alambre. Los dispositivos 900 y 950 están configurados para ser insertados en los interiores huecos de los extensor de tornillos para guiar un alambre percutáneo a lo largo y entre los extensores de tornillo. Haciendo referencia a las figuras 9a-c y 9h, se ilustra un primer dispositivo 900 percutáneo de inserción de alambres. El dispositivo 900 incluye un eje 920 dispuesto entre un extremo 902 proximal y un extremo 904 distal. El dispositivo 900 está configurado para ser canulado e incluye así un canal 941 interior configurado para estar dispuesto entre una abertura en el extremo 902 proximal y una abertura 930 dispuesta en el extremo 904 distal del dispositivo 900. La abertura 930 puede configurarse para colocarse en el lado del dispositivo 900 para acomodar el avance del alambre hacia otro extensor de tornillo.

El dispositivo 900 puede incluir además dos partes 927a y 927b que están configuradas para acoplarse usando una tuerca o cualquier otro mecanismo 922 de bloqueo que está configurado para colocarse adyacente al extremo 902 próximo del dispositivo 900. La configuración en dos partes se proporciona para facilitar la retirada del dispositivo 900 del extensor de tornillo. Las dos partes 927 están configuradas para acoplarse usando las funciones 932 y 933 de gancho dispuestas en el extremo 902 distal del dispositivo y la tuerca 922 dispuesta adyacente al extremo 904 proximal del dispositivo 900. La tuerca 922 incluye además un roscado 924 que está configurado para interactuar con el roscado dispuesto en un extremo proximal del extensor de tornillo en la superficie interior del extensor de tornillo.

Para asegurar el dispositivo 900 dentro de un dispositivo extensor de tornillo, el cirujano inserta el dispositivo 900 montado con el extremo 904 distal 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 las roscas interiores del extensor de tornillo dispuestos en el extremo proximal del extensor de tornillo. En este punto, el cirujano comienza la rotación de la tuerca 922, atornillando de este modo la tuerca 922 en el extensor de tornillo sin rotación del eje 920 del dispositivo 900. Al insertar el dispositivo 900 en el extensor de tornillo, el extremo 904 distal del dispositivo 900 está configurado para encajar dentro del pasaje de la cabeza del tornillo. Esto permite una alineación adecuada de la abertura 932 hacia otro extensor de tornillo. Al colocar los tornillos y los respectivos extensores de tornillo, el cirujano puede manipular los extensores de tornillo (acoplados a los tornillos) de manera que los canales dispuestos en las superficies exteriores de los extensores estén alineados uno hacia el otro. El dispositivo 900 puede insertarse con la abertura 930 dirigida hacia el segundo extensor de tornillo que ya ha sido instalado en las vértebras del paciente. Durante la inserción del alambre a través del dispositivo 900, el alambre se hace avanzar a lo largo del canal 941 interior, fuera de la abertura 930 y hacia el segundo extensor a través del tejido muscular del paciente.

Como se ha indicado anteriormente, el dispositivo 900 está configurado para ser separado en las porciones 927a y 927b. La porción 927a puede configurarse para incluir el canal 941 para avanzar el alambre a lo largo del dispositivo 900. El canal 941 está configurado para comenzar en el extremo proximal del dispositivo 900 y prolongarse a través de toda la longitud de la porción 927a hacia la abertura 930 dispuesta en el lado del dispositivo 900. El canal 941 puede configurarse para que sea curvado para acomodar la flexión del alambre durante el avance.

El dispositivo 900 puede incluir una función 925 de equilibrio configurada para extenderse alejándose de la superficie del eje 920. La función 925 está configurada para evitar que el dispositivo 900 oscile una vez que se inserta en el pasaje interior del extensor de tornillo.

El segundo dispositivo 950, mostrado en las figuras 9d-g, está configurado para incluir un eje 951 dispuesto entre un extremo 914 distal y un extremo 912 proximal. El eje puede configurarse para tener una estructura unitaria en oposición a una estructura de dos partes del dispositivo 900. El dispositivo 950 incluye además una tuerca o cualquier otro mecanismo 947 de bloqueo dispuesto sustancialmente adyacente al extremo proximal del dispositivo 950. La tuerca 947 incluye además un roscado 948 configurado para interactuar con la rosca dispuesta en un extremo proximal del extensor de tornillo en su pared interior. La tuerca está configurada para acoplarse al eje 951 en el extremo proximal 912. El dispositivo 950 incluye además un mecanismo de pinzamiento de alambre o un mecanismo 957 de sujeción de alambre dispuesto en el extremo 914 distal del dispositivo 950 y que está configurado para pellizcar o asegurar el alambre una vez que el alambre se hace avanzar desde el primer extensor de tornillo (que contiene el dispositivo 900) a través del tejido muscular del paciente. El mecanismo 957 de pinzamiento de alambre incluye una abertura 959. Al adelantar el alambre desde el primer extensor de tornillo y a través del tejido muscular, la abertura 959 está configurada para recibir el alambre, el cual es asegurado entonces por el mecanismo 957 de pinzamiento de alambre. El mecanismo 957 de pinzamiento de alambre está controlado por un botón o cualquier otra función 945 de bloqueo dispuesta en el extremo 912 proximal del dispositivo 950. El botón 945 está configurado para acoplarse 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 menor que el diámetro del eje 951. El eje 955 incluye además un roscado 913 que está configurado para acoplarse con un roscado dispuesto en una superficie interior del eje 951 (no mostrado). Después de tal acoplamiento, el cirujano puede comenzar a girar el botón 945, haciendo avanzar así el eje 955 a través de la abertura 959, como se ilustra en las figuras 9f-g. Al avanzar el eje 955, el eje

955 está configurado para disminuir el espacio disponible dentro de la abertura 959, fijando de este modo el alambre a una de las paredes de la abertura 959.

La Figura 12 ilustra un alambre ejemplar 1010. El alambre 1010 incluye una punta 1210 distal que está configurada para conducir el alambre a través del primer extensor (y el dispositivo 900), a través del tejido muscular del paciente, y al segundo extensor (y al dispositivo 950). El alambre 1010 también incluye un extremo 1212 proximal al que está unida una varilla 1984. El eje 1984 contiene un orificio en el que el alambre se enclava con el eje. Este accesorio puede tener un alambre o un mecanismo de fijación mecánico. La varilla también contiene una función en el extremo distal de la varilla, (el extremo no unido al alambre). Esto impide que el eje sea empujado a través del extensor de tornillo. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, son posibles cualesquiera otras maneras de acoplar el alambre a la varilla, por ejemplo, cualquier acoplamiento mecánico del alambre y la varilla son posibles. Dicho acoplamiento puede configurarse para permitir una liberación rápida del eje desde el alambre.

El alambre 1010 puede configurarse para avanzar utilizando un dispositivo de avance de alambre o una pistola de avance de alambre 1100, como se muestra en las figuras 11a-b. La figura 11a ilustra una vista en sección transversal de la pistola 1100 y la figura 11b ilustra una vista en perspectiva de la pistola 1100. La pistola 1100 puede incluir un mango fijo 1102, un mango de accionamiento 1104 y un cañón 1106 acoplado a los mangos 1102 y 1104. El cañón 1106 está configurado para incluir una abertura 1114 de carga dispuesta en un extremo proximal del cañón 1106 y una abertura 1112 de descarga dispuesta en un extremo distal del cañón 1106. El alambre 1010 (no mostrado) está configurado para ser cargado en la abertura 1114 de carga y descargado a través de la abertura 1112 de descarga haciendo avanzar el alambre a través del cañón 1106. El mango 1104 de accionamiento está configurado para ser cargado con resistencia a un resorte con respecto al mango 1102 fijo, es decir, al apretar el mango 1104 de accionamiento hacia el mango 1102 fijo, un mecanismo 1110 de trinquete está configurado para provocar el avance del alambre 1010 a través del cañón 1106 y forzando a continuación el mango 1104 a regresar a su posición original. El cirujano, al apretar el mango 1104 varias veces, puede hacer avanzar el alambre 1010 a cualquier longitud deseada. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, otros métodos y/o instrumentos de avance del alambre 1010 son posibles y no están limitados al dispositivo de avance de alambre 1100 mostrado en las figuras 11a-b.

Las figuras 10a-e ilustran un procedimiento ejemplar para el avance del alambre 1010 a través de los extensores de tornillo 1002 y 1004. Como se ha indicado anteriormente, antes del avance de alambre 1010, un cirujano (o cualquier otro profesional médico) hace una incisión por encima de la ubicación de implantación de un sistema de estabilización espinal (representado por tornillos, alambres, varillas o cualquier otro dispositivo), donde la incisión está configurada para corresponder al emplazamiento en donde una primera combinación de un tornillo y un extensor de tornillo (es decir, el tornillo 1006, extensor de tornillo 1002) se han de implantar en las vértebras del paciente. El cirujano puede realizar otra incisión correspondiente a la ubicación en la que una segunda combinación de un tornillo y un extensor de tornillo (es decir, tornillo 1008, extensor de tornillo 1004) se han de implantar en las vértebras del paciente. A continuación, el cirujano implanta la primera y la segunda combinación. Los extensores de tornillo se alinean posteriormente de manera que los canales dispuestos en sus carcasas (es decir, los canales 1012 dispuestos en el primer extensor de tornillo 1002 y canales 1014 dispuestos en el segundo extensor de tornillo 1004; en donde los canales pueden estar parcialmente abiertos o completamente abiertos, como se ha expuesto anteriormente) están enfrentados entre sí. Junto con los canales, también están alineados los pasajes en las 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), creando así un pasillo virtual entre los pasajes y los canales.

Después del procedimiento de alineación, los dispositivos 900 y 950 se insertan en las partes interiores de las carcasas de los extensores 1002 y 1004 de tornillo, respectivamente. Los dispositivos 900 y 950 se aseguran a continuación utilizando los botones apropiados y las porciones roscadas, como se ha explicado en relación con las figuras 9a-h. Durante la inserción, el cirujano también alinea los dispositivos 900 y 950 de manera que la abertura 930 del dispositivo 900 esté alineada con la abertura 959 del dispositivo 950 (no mostrado en la figura 10a). El dispositivo 1100 de avance del alambre se carga con el alambre 1010 y luego se acopla al dispositivo 900, como se muestra en la figura 10a. Al acoplar el dispositivo, la abertura 1112 en el cilindro del dispositivo 1100 está alineada con la abertura del dispositivo 900 dispuesta en un extremo proximal del dispositivo 900 de manera que el alambre 1010 puede pasar con seguridad a través del canal interior 941 del dispositivo 900 (no mostrado en la figura 10a).

A medida que el cirujano hace avanzar el alambre 1010 usando el dispositivo 1100, el alambre 1010 comienza a viajar a lo largo del canal 941 del dispositivo 900 y está configurado para avanzar fuera de la abertura 930 del dispositivo 900. A continuación, el alambre 1010 comienza a viajar a través del tejido muscular hacia el segundo extensor 1004 de tornillo. El alambre 1010 puede configurarse para tener una punta afilada con el fin de perforar a través del tejido muscular. Al avanzar el alambre 1010, alcanza y pasa a través de la abertura 959 del dispositivo 950 dispuesto dentro del segundo extensor 1004 de tornillo. Cuando la longitud suficiente de alambre ha pasado a través de la abertura 959, el cirujano acciona el mecanismo de pinzamiento del dispositivo 950, que comprime el alambre 1010 en el dispositivo 950. El cirujano puede observar un avance alambre mediante rayos X.

Una vez que el alambre 1010 está asegurado en el dispositivo 950, el cirujano retira el dispositivo 1100 de avance del alambre, como se ilustra en la figura 10b. El dispositivo 1100 puede ser simplemente deslizado fuera del alambre

1010. Así, en esta etapa, el alambre permanece asegurado por el dispositivo 950 y ambos dispositivos 900 y 950 se aseguran dentro de sus respectivos extensores 1002 y 1004 de tornillo. Después, el cirujano retira la tuerca 922 desarmándola a lo largo de las roscas 924 (como se muestra en las figuras 9a-b) y elimina la porción 927b seguida por la porción 927a de extracción del dispositivo 900 del extensor 1002 de tornillo, como se muestra en la figura 10c.

5 El dispositivo 950 permanece todavía en el segundo extensor 1004 de tornillo. Haciendo referencia a las figuras 10d-e, el cirujano extrae el dispositivo 950 desatornillándolo de la carcasa del extensor 1004. El dispositivo 950 se retira mientras el alambre está siendo retenido por el mecanismo de pinzamiento 957. Al retirar el dispositivo 950, el alambre 1010 está configurado para prolongarse a través del primer extensor 1002, a través del tejido muscular del paciente dispuesto entre los extensores 1002 y 1004, y el segundo extensor 1004 mientras está acoplado al dispositivo 950 removido.

10 La varilla 1984 (mostrada en la figura 104) puede configurarse para avanzar junto con el alambre 1010 (o seguir el alambre a través del extensor 1002 de tornillo y luego a lo largo del corredor virtual en el tejido muscular creado por el alambre) para su instalación entre dos tornillos. Las figuras 10f-g ilustran el avance de la varilla 1984 a lo largo del alambre 1010, donde la figura 10f es una vista en perspectiva de la varilla instalada y la figura 10g es una vista en sección transversal. La varilla 1984 puede estar configurada para incluir una punta 1952 de avance dispuesta en un extremo distal de la varilla 1050 y un extremo 1954 proximal de la varilla 1984 que puede configurarse para acoplarse a un insertador de varilla (que se discute a continuación en detalle). La punta 1952 de avance de la varilla está configurada para desplazarse desde el primer extensor 1002 de tornillo a lo largo del pasaje creado por el alambre 1010 en el tejido muscular del paciente para alcanzar el segundo extensor 1004 de tornillo. Una vez que la varilla 1984 está dispuesta en los pasajes de los tornillos 1006 y 1008 que están acoplados a los respectivos extensores 1002 y 1004 de tornillo, la varilla 1984 puede asegurarse mediante unos tornillos de presión 1072 que pueden avanzar a través del interior de los extensores de tornillo utilizando un dispositivo 1070 de ajuste de tornillo de presión, como se muestra en la figura 10h. El dispositivo 1070 de ajuste de tornillo de presión puede configurarse para llevar un tornillo de presión en su punta distal y después, al insertarlo en el pasaje en la cabeza del tornillo implantado, empiece a girar el tornillo de presión (que tiene roscas apropiadas) a lo largo de las roscas dispuestas en el interior del pasaje del tornillo implantado. Al poner el tornillo de fijación, el dispositivo 1070 puede liberarse del tornillo de presión 1072 y retirarse del interior del extensor de tornillo. Al retirar el dispositivo 1070 de ajuste del tornillo de fijación, los extensores de tornillo se pueden retirar usando las herramientas de eliminación descritas anteriormente.

15 Durante la instalación del sistema de estabilización espinal de la presente invención, el cirujano puede desear comprimir o distraer los extensores de tornillo que están acoplados a los tornillos, que se implantan en la materia ósea del paciente. Las figuras 13a-13f y 14a-e ilustran varias herramientas de compresión/distracción. El movimiento de compresión se puede caracterizar empujando los extremos distales de los extensores de tornillo más cerca uno del otro y tirando de los extremos proximales de los extensores de tornillo alejándose uno del otro. El movimiento de distracción se puede caracterizar empujando los extremos proximales de los extensores de tornillo más cerca uno del otro y tirando de los extremos distales de los extensores de tornillo alejándose uno del otro (es decir, un movimiento inverso a la compresión).

20 Las figuras 13a-f ilustran una herramienta 1300 de compresión/distracción. La herramienta 1300 incluye un carcasa 1310, brazos 1304 (a, b) de compresión/distracción, mango 1302 de trinquete, eje 1312 y un mango 1320 de liberación. Los brazos 1304 están configurados para acoplarse a la carcasa 1310 usando los respectivos hombros 1315 (a, b). Los brazos 1304 están configurados para sobresalir sustancialmente perpendiculares fuera de la carcasa 1310 en la misma dirección. El mango 1302 de trinquete está configurado para disponerse en el lado de la carcasa 1310 que es opuesto al lado donde están dispuestos los brazos 1304. El mango 1302 de trinquete está configurado para provocar el movimiento de los brazos 1304 hacia y entre sí. El mango 1302 de trinquete puede configurarse para utilizar cualquier mecanismo de trinquete convencional para activar dicho movimiento de traslación de los brazos 1304. El mango 1302 de trinquete puede configurarse para tener una porción de agarre para permitir un mejor agarre del mango 1302. Los brazos 1304 incluyen además cavidades 1308 (a, b) interiores respectivas que están configuradas para acomodar la colocación de los extensores de tornillo entre los brazos 1304 y el eje 1312. El eje 1312 puede configurarse para tener una forma de rombo (como puede entenderse por un experto en la técnica, son posibles otras formas) que crea puntos de pivote para los extensores de tornillo que se aseguran entre los brazos 1304 y el eje 1312. Los puntos de pivote están configurados para permitir la inclinación de los extensores de tornillo ya sea durante los movimientos de compresión o distracción. El eje 1312 se puede configurar para girar y así permitir la distracción/compresión de ángulo variable de los extensores. Los brazos 1304 pueden configurarse para incluir aberturas 1306 (a, b) respectivas configuradas para acomodar la inserción de pasadores 1353 (a, b), que sirven para la fijación de un dispositivo anti-torque 1370 (mostrado en la figura 13f).

25 Con el fin de evitar el deslizamiento de los extensores de tornillo, puede colocarse un dispositivo anti-desprendimiento 1351 (mostrado en la figura 15) sobre cada uno de los extremos proximales de las carcasas del extensor antes de realizar cualquier distracción/compresión. El dispositivo anti-desprendimiento también puede ser el dispositivo anti-torque. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, los términos "anti-desprendimiento" y "anti-torque" se usan indistintamente en esta descripción y un dispositivo anti-desprendimiento puede configurarse para tener capacidades anti-torque y viceversa. El dispositivo anti-desprendimiento 1351 incluye una porción 1504 de cuerpo acoplada a una porción 1357 anti-desprendimiento. La porción 1504 de cuerpo está

5 configurada para acoplarse a la carcasa del extensor de tornillo usando cualquier método conocido (por ejemplo, gancho y corredera (mostrado en la figura 15), ajuste por encaje o cualquier otra forma). La porción 1357 anti-expansión está configurada para interactuar con los brazos de la 1304 o cualquier otra parte (por ejemplo, eje 1312) del dispositivo 1300, como se muestra en las figuras 13ef. Al acoplarse, el dispositivo 1351 anti-desprendimiento y las carcasas del extensor de tornillo crean una estructura unitaria que puede soportar las fuerzas que se le aplican durante los movimientos de compresión/distracción. Las porciones 1357 anti-desprendimiento pueden configurarse para tener una superficie en forma de malla que está configurada para crear fricción entre los componentes del dispositivo 1300 y los dispositivos 1351 anti-desprendimiento.

10 Haciendo referencia a la figura 13e, los extensores 1341 (a, b) de tornillo están configurados para disponerse en el dispositivo 1300 con fines de compresión, es decir, tirando de los extremos proximales de los extensores de tornillo separados entre sí. Para comprimir los extensores de tornillo, los dispositivos 1351 (a, b) anti-desprendimiento están acoplados a extremos proximales de los respectivos extensores 1341 (a, b) de tornillo. El dispositivo 1300 está configurado para disponerse de manera que el eje 1312 esté dispuesto por encima de los brazos 1304 (a, b) en relación con los extremos proximales de los extensores de tornillo. Los extensores 1341 de tornillo están configurados para disponerse entre los respectivos brazos 1304 y el eje 1312, como se muestra en la figura 13e.

15 Una vez que los extensores 1341 de tornillo junto con el dispositivo 1351 anti-desprendimiento están asegurados entre los respectivos brazos 1304 y el eje 1312, el mango 1302 se hace girar además para inclinar los extensores 1341 de tornillo alrededor de los bordes laterales del eje 1312, haciendo con ello que los extremos distales de los extensores 1341 se empujen juntos, mientras que los extremos proximales de los extensores 1341 se separan. Un dispositivo anti-torque 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 haciendo girar el mango 1302. Para liberar el mango 1302 después de la compresión, el mango 1320 se presiona.

20 La figura 13f ilustra un movimiento inverso de distracción. Para realizar este movimiento, el dispositivo 1300 se gira al revés en relación con el movimiento de la situación de compresión, por lo que el eje 1312 está dispuesto por debajo de los brazos 1304, como se muestra en la figura 13f. Durante la distracción, los brazos 1304 están configurados para interactuar con las porciones anti-desprendimiento 1357 de los dispositivos 1351 anti-desprendimiento. Girando el mango 1302, el dispositivo 1300 está configurado para empujar los extremos proximales de los extensores más próximos entre sí mientras se tira de los extremos distales de los extensores. El dispositivo 1370 anti-torque también se puede unir a los pasadores 1353 para evitar el deslizamiento del dispositivo.

25 Los brazos 1304 pueden ser "accionados" por una cremallera y un piñón o un sistema de enlace mecánico. El dispositivo anti-desprendimiento 1351 impide además que los extensores se extiendan, se doblen o se sometan a flexión durante actividades tales como distracción, compresión, torsión y cargas axiales comunes en la manipulación de vértebras durante la cirugía de columna vertebral.

30 Las figuras 14a-e ilustran otro ejemplo de dispositivo 1480 compresor/distractor. El dispositivo 1480 incluye una carcasa 1482 que incluye una abertura alargada entre dos carriles 1491 (a, b) que discurren en paralelo uno del otro. Los carriles 1491 están configurados para ser conectados en un extremo usando una sección 1483 redondeada elevada y en el otro extremo usando una varilla 1493 de conexión. El dispositivo 1480 incluye además un mecanismo 1474 de manivela y trinquete que está configurado para deslizarse a lo largo de los carriles 1491 utilizando un mecanismo 1490 deslizante dispuesto dentro de cada carril. El carril 1491 incluye además una pluralidad de dientes 1484 de trinquete con los que está configurada una rueda 1495 de trinquete del mecanismo 1474 para interactuar, como se muestra en la figura 14c. El mecanismo 1474 incluye además un mango 1481 que está acoplado a la rueda 1495 de trinquete y configurado para provocar la rotación de la rueda 1495 de trinquete. El mecanismo 1474 incluye además un mango 1482 de liberación que está configurado para permitir el movimiento del mecanismo hacia la porción 1483 elevada y evita un movimiento inverso del mecanismo 1474. Al presionar el mango 1482 de liberación, el mecanismo 1474 se libera y se permite el movimiento (es decir, el traslado) lejos de la porción 1483 elevada.

35 La porción 1483 elevada del dispositivo 1480 incluye una función 1488 de bloqueo accionada por un resorte que tiene dos clavijas 1489 (a, b) de bloqueo accionadas por un resorte conectadas por una varilla 1499. La varilla 1499 y la porción 1483 elevada están configuradas para crear una abertura 1485 para la inserción de un dispositivo extensor de tornillo, tal como se muestra en las figuras 14d-e. Las funciones 391 de carcasa del dispositivo extensor de tornillo ilustradas en las figuras 3a-b están configuradas para interactuar con la varilla 1499 y evitar el movimiento del dispositivo extensor de tornillo dentro de la abertura 1485. Un segundo dispositivo extensor de tornillo puede insertarse en una abertura creada entre los carriles 1491, la varilla 1499 y el mecanismo 1474. El segundo extensor de tornillo puede asegurarse mediante la traslación del mecanismo 1474 a lo largo de los carriles 1491, hasta que el segundo extensor de tornillo esté asegurado entre la varilla 1499 y el mecanismo 1474. Cada una de las aberturas 1485 y 1487 está configurada para ser dimensionada para permitir la inserción y fijación de los extensores de tornillo. Las funciones 1489 accionadas por un resorte están configuradas para ser bloqueadas usando un destornillador o cualquier otra herramienta. Haciendo referencia a la figura 14d, se muestra un movimiento de distracción, por lo que los extremos distales de los extensores de tornillo se separan. Durante este movimiento, el dispositivo 1480 está configurado para ser asegurado de modo que los dientes 1484 de trinquete estén orientados

40

45

50

55

60

5 hacia arriba. La figura 14e ilustra un movimiento de compresión, con lo que los extremos proximales de los
extensores de tornillo se separan. En este caso, los dientes 1484 de trinquete están configurados para quedar hacia
abajo. El dispositivo ilustrado en las figuras 14a-e es ventajoso ya que no se requieren dispositivos anti-
desprendimiento o anti-torque para mantener la estabilidad de los extensores de tornillo durante movimientos de
distracción/compresión.

10 Las figuras 16a-c ilustran una herramienta 1600 de calibración a modo de ejemplo que tiene unos cañones 1602 (a,
b) de acoplamiento del extensor de tornillo que están acoplados a una regla 1604 de medición, por lo que la regla
1604 de medición está configurada para acoplarse de manera deslizable al cañón 1602a (por ejemplo) y fijada al
cañón 1602b. Los cañones 602 también pueden acoplarse a mangos 1603 (a, b) respectivos que están configurados
para permitir que un cirujano traslade fácilmente los cañones 1602. Los cañones 1602 están configurados para ser
huecos en el interior y están dimensionados apropiadamente para acomodar la colocación de los extensores de
tornillo. La herramienta 1600 de calibración ayuda al cirujano a determinar la longitud de una varilla que se necesita
para una cirugía particular.

15 Tras la instalación de los extensores de tornillo en las vértebras, el cirujano coloca los cañones 1602 sobre los
extremos proximales de los extensores de tornillo (como se muestra en la figura 16c) y desliza uno de los cañones
1602a a lo largo de la regla 1604. La regla 1604 está configurada para tener marcas 1608 que indican un tamaño
apropiado de la varilla necesaria para la cirugía. La regla 1604 puede configurarse para tener un mecanismo 1607
de detención que evita el deslizamiento de los cañones 1602 desde la regla 1604. Una vez que se ha observado el
20 tamaño del implante en la regla 1604, la herramienta 1600 de calibración puede retirarse de los extensores. El cañón
1602b móvil también puede incluir una función de bloqueo 1611 que el cirujano puede usar para bloquear el
dispositivo al determinar el tamaño apropiado de la varilla.

25 Las figuras 17a-c ilustran una herramienta 1700 de guía de extensión de tornillo ejemplar para reinstalar el extensor
de tornillo. La herramienta 1700 puede utilizarse en el caso en que se retire un extensor de tornillo (o por ejemplo se
deslice accidentalmente) del tornillo instalado y se tenga que volver a instalar en el tornillo. La herramienta 1700 se
puede utilizar durante cualquier procedimiento de reinstalación.

30 La herramienta 1700 incluye una carcasa 1702 hueca dispuesta entre un extremo 1704 distal y un extremo 1706
proximal. El extremo 1706 proximal está configurado para incluir un mango 1708 que controla el giro de una porción
1710 roscada dispuesta en un extremo 1704 distal. La porción 1710 roscada está configurado para interactuar con la
porción roscada dentro de la cabeza del tornillo (no mostrada en la figura 17a). De este modo, en el caso de que el
extensor 1750 de tornillo sea retirado del tornillo 1752 (ya sea accidentalmente o no) y necesita ser reinstalado, la
herramienta 1700 se coloca sobre el alambre 1754 y se desliza hacia abajo a lo largo del alambre 1754 y hacia el
tornillo 1752. Al alcanzar el tornillo 1752, la herramienta 1700 es atornillada en la cabeza del tornillo 1752 y, por lo
tanto, asegurada al tornillo 1752. Una vez que la herramienta 1700 está asegurada al tornillo, el extensor 1750
35 puede avanzar a lo largo de la herramienta 1700 para el acoplamiento al tornillo de una manera similar a la descrita
anteriormente. Después del acoplamiento del extensor 1750, la herramienta 1700 se desenrosca de la cabeza del
tornillo 1752 y se retira a lo largo del alambre 1754. El alambre 1754 puede ser un alambre-guía colocada para
delinear un perímetro del procedimiento quirúrgico y guiar al cirujano durante el procedimiento.

40 Las figuras 19a-e ilustran varios dispositivos de inserción de varillas. Las figuras 19a-b ilustran un ejemplo de una
herramienta 1910 de inserción de varillas. La herramienta 1910 de inserción de varillas incluye un mango 1912
dispuesto 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 1920 de cremallera y piñón que está configurado para deslizar fuera
del eje 1914 y para hacer girar una varilla 1930 (que estaba previamente acoplada al mecanismo 1920)
aproximadamente 90 grados. Como puede ser entendido por un experto en la técnica, son posibles otros ángulos de
rotación. Dicha rotación se consigue a través de la rotación del mango 1912 que está acoplada a las varillas 1925
45 dispuestas dentro del eje 1914. La rotación del mango 1912 hace que las varillas 1925 empujen hacia abajo las
varillas 1927 del mecanismo 1920 de cremallera y piñón, de la varilla 1930. La rotación inversa del mango 1912
provoca la rotación inversa de la varilla 1930.

50 La varilla 1930 (que es similar a la varilla 1984 mostrada en la figura 19f) puede incluir una abertura 1979 dispuesta
en su extremo distal y configurada para acoplarse a un pasador de inserción del mecanismo 1920 de cremallera y
piñón. Esto permite que la varilla 1930 pueda ser sostenida en su lugar por la herramienta 1910 de inserción de
varillas, mientras que la varilla se está insertando en los extensores de tornillo. La varilla incluye además dientes
1978 de trinquete (mostrados en la figura 19f) que están configurados para disponerse en el extremo distal de la
varilla y configurados adicionalmente para interactuar con los dientes 1922 de trinquete del mecanismo 1920. La
interacción de trinquete de la varilla 1930 y el mecanismo 1920 proporciona una rotación controlada de la varilla
55 1930.

Las figuras 19c-e ilustran otra herramienta 1950 ejemplar de inserción de varilla. La herramienta 1950 incluye un eje
1955 dispuesto entre un extremo 1957 distal configurado para acoplarse a una varilla 1930 (de manera similar a la
herramienta 1910 en las figuras 19a-b) y un mango 1959 de control. El mango 1959 de control está configurado para
ser asegurado con rosca en el interior del eje 1955 usando rosca 1961. El mango 1959 de control está además

asegurado a una varilla 1971 interior que está dispuesta dentro del eje 1955 y está configurada para deslizar dentro del eje 1955. La varilla 1930 está acoplada giratoriamente a la varilla 1971 interior. Al girar el mango 1959 de control, la varilla 1971 interior comienza a empujar la conexión pivotante entre la varilla 1930 y la varilla 1971 interior, haciendo por ello que la varilla 1930 gire, como se muestra en las figuras 19d-e. En algunas realizaciones, la varilla 1971 interior puede configurarse para ser accionada por un resorte dentro del eje 1955 usando resortes 1963, lo que hace que el mango 1959 retroceda al completarse el giro de la varilla 1930. En algunas realizaciones, la varilla 1930 puede configurarse para incluir un orificio 1977 de pivote que está configurado para desacoplarse de la varilla 1971 interior tras la rotación de la varilla 1930. Así, esto permite una liberación de la varilla 1930 de la varilla 1971 interior.

El eje 1955 también puede incluir una escala 1967 de medición dispuesta a lo largo de una porción de la longitud del eje 1955. La escala 1967 está configurada para determinar la profundidad apropiada de inserción de la herramienta 1950 de inserción en la carcasa del extensor de tornillo.

Las figuras 20a-l ilustran un procedimiento para la inserción de varillas usando una herramienta 1910 mostrada en las Figuras 19a-b. Haciendo referencia a las figuras 20a-d, la herramienta 1910 de inserción de varillas acoplada a la varilla 1930 (que apunta hacia el extensor de tornillo) es insertada en el primer extensor 2002 de tornillo. Al insertar, la varilla 1930 es girada para sobresalir fuera de los canales exteriores del primer extensor 2002 de tornillo y para comenzar a apuntar hacia el segundo extensor 2004 de tornillo, como se muestra en las figuras 20e-f. A continuación, la varilla 1930 se hace avanzar en uno de los canales exteriores del segundo extensor 2004 de tornillo, como se muestra en las figuras 20g-j. Al insertarse en los canales de los primer y segundo extensores 2002 y 2004 de tornillo, la herramienta 1910 de inserción está desacoplada, como se muestra en las figuras 20k-l. Las figuras 20m-o ilustran la inserción de la varilla 1930 usando la herramienta 1950 mostrada en las figuras 19c-e.

Las figuras 21a-e ilustran una herramienta 2100 ejemplar reductora de varillas para reducir la varilla 1930 hacia el tornillo implantado. El reductor 2100 de varilla incluye un eje 2102 reductor de varilla acoplado a un mango 2104. El mango 2104 está configurado para acoplarse de forma giratoria al eje 2102. El eje 2102 está configurado para incluir un pasaje 2120 interior para su inserción sobre un extensor de tornillo. El reductor incluye además roscas 2132 de mango y roscas 2135 extensoras. Las roscas 2135 extensoras están configuradas para interactuar con las roscas dispuestas en una superficie interior del carcasa 2165 del extensor de tornillo (como se muestra en la figura 21a) y están configuradas de este modo para asegurar la herramienta 2100 a la carcasa del extensor de tornillo. Las roscas 2132 de mango están configuradas para permitir la rotación del mango 2104 una vez que la herramienta 2100 reductora está asegurada a la carcasa 2165 del extensor. La herramienta 2100 reductora puede incluir una ventana 2140 dispuesta sobre el eje 2102 que permite al cirujano obtener una confirmación visual que la carcasa 2165 del extensor ha sido asegurada a la herramienta 2100 reductora.

El mango 2104 de la herramienta 2100 puede incluir una abertura 2108 que está configurada para permitir la inserción de tornillos de presión u otras herramientas, una vez que la herramienta reductora 2100 ha alineado la varilla 1930 y es el momento de asegurar al tornillo implantado.

Las figuras 22a-b ilustran una herramienta 2200 ejemplar de inserción de varilla. La herramienta 2200 está configurada para permitir el empuje de la varilla 1930 dispuesta en los canales entre dos extensores 2202 y 2204 hacia los tornillos implantados. La herramienta 220 puede empujar la varilla 1930 desde un lado de uno de los extensores (como se muestra en la figura 22b) o entre dos extensores (como se muestra en la figura 22a). Los escenarios mostrados en las figuras 22a-b pueden requerir diferentes tipos de incisiones hechas. Por ejemplo, el escenario mostrado en la figura 22a puede requerir que un cirujano realice una incisión que conecte las dos incisiones creadas para los dos extensores. La herramienta 2200 puede incluir un eje 2207 alargado acoplado a los mangos 2209 de tipo tijera en un extremo proximal y mordazas 2211 de agarre en un extremo distal. Las mordazas 2211 de agarre están configuradas para sujetar la varilla 1930 tras el accionamiento de los mangos 2209. Una vez que las mordazas 2211 han agarrado la varilla 1930, el cirujano puede comenzar a empujar la varilla hacia los tornillos implantados.

Los componentes de la presente invención se pueden fabricar a partir de Nitinol o cualquier otro material adecuado.

Los dispositivos extensores mencionados anteriormente pueden ser utilizados por un cirujano (o cualquier otro profesional médico) en una variedad de aplicaciones. Los dispositivos extensores pueden utilizarse después de la preparación de un hueso para la implantación de tornillo. El tornillo se implanta utilizando una aguja de biopsia ósea, tal como una aguja de Jamshidi, fabricada por Cardinal Health Inc., Dublin, Ohio, EE.UU., que puede ser seguida por dilatación progresiva. Una vez que el hueso ha sido preparado, el tornillo de hueso se implanta. Después de la implantación, el tornillo de hueso se puede manipular para la orientación utilizando el dispositivo de extensión. Este "extensor" se extiende fuera de la incisión y permite al cirujano controlar el tornillo implantado.

En una cirugía típica, se puede implantar una pluralidad de tornillos de hueso utilizando los métodos. En algunos casos, una vez que se ha implantado un número apropiado de tornillos en la materia ósea de un paciente, una varilla y/o alambre pueden tender un puente entre las aberturas de los tornillos. La colocación y manipulación de los tornillos se puede llevar a cabo usando los dispositivos de extensión y varias herramientas quirúrgicas, como se muestra en las figuras 1a-22c. A continuación, se pueden apretar los tornillos de fijación y se puede retirar el

alambre guía. El dispositivo de extensión y el uso de herramientas quirúrgicas permiten a un cirujano (u otra profesión médica) realizar una cirugía mínimamente invasiva de colocación de varios dispositivos de fusión, como en el caso de procedimientos de fusión espinal.

La invención está limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de estabilización espinal para estabilizar una columna vertebral usando al menos un implante (400, 1006) de tornillo quirúrgico configurado para ser implantado en la columna vertebral, comprendiendo el sistema:
- 5 Una carcasa (301, 512, 801, 1002) configurada para acomodar la colocación de un implante de tornillo quirúrgico y que tiene una función (340, 510) de bloqueo contenida dentro de la carcasa, la función de bloqueo configurada para acoplarse con una primera función (410, 509) de acoplamiento en un implante de tornillo quirúrgico para retener el implante de tornillo quirúrgico de forma segura en la carcasa para su implantación y para controlar el movimiento axial del implante de tornillo quirúrgico;
- caracterizado porque comprende:
- 10 una herramienta (679, 850) de remoción que tiene un eje (853) configurado para ser insertado en la carcasa y una protuberancia (675, 861) dispuesta en un extremo distal del eje y configurada para liberar la carcasa del implante de tornillo quirúrgico.
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo (900) de suministro de alambre configurado para ser insertado en la carcasa, en donde el dispositivo de suministro de alambre incluye:
- 15 un eje (920) sustancialmente cilíndrico que tiene una abertura en una punta distal del eje cilíndrico;
- un mecanismo (922) de bloqueo configurado para bloquear el dispositivo de suministro de alambre;
- una ruta (941) dispuesta dentro del eje cilíndrico y configurado para guiar un alambre a través de la ruta a una punta distal de la carcasa; y
- 20 un mecanismo (1100) de avance del alambre configurado para hacer avanzar el alambre (1010) a lo largo de la ruta, una vez conectado el mecanismo de avance del alambre al eje cilíndrico.
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo (1351) anti-desprendimiento configurado para evitar que la carcasa se extienda, doble y flexione durante la distracción, compresión, torsión y carga axial.
- 25 4. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además un dispositivo (1300) de distracción/compresión configurado para distraer/comprimir al menos dos implantes quirúrgicos de tornillo, en donde el dispositivo de distracción/compresión incluye al menos dos brazos de compresión (1304a, b) configurados para cambiar la orientación/distancia entre carcavas acopladas a los al menos dos implantes de tornillo quirúrgicos usando un mecanismo de eje (1312) acoplado al dispositivo de distracción/compresión.
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la carcasa comprende:
- 30 una carcasa hueca que tiene
- una pared que rodea un interior (319) de la carcasa hueca que forma un pasaje, un extremo (302) proximal abierto; y
- un extremo (304) distal abierto,
- en donde la pared está dispuesta entre el extremo proximal y el extremo distal;
- en donde el extremo distal está asegurado al tornillo quirúrgico;
- 35 la función de bloqueo que comprende por lo menos una porción (371) de indentación flexible dispuesta a lo largo de la pared de la carcasa adyacente al extremo distal; y la porción de indentación flexible está configurada para acoplarse con la primera función de acoplamiento del tornillo para retener el tornillo quirúrgico dentro de la carcasa.
6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la porción flexible puede configurarse para incluir una protuberancia (371) configurada adicionalmente para sobresalir hacia el interior de la carcasa; y
- 40 el tornillo incluye una cabeza (408) configurada con la primera función de acoplamiento que puede configurarse para incluir una pluralidad de aberturas;
- por lo que la protuberancia de la porción flexible está configurada para contactar al menos una de la pluralidad de las aberturas y asegurar el tornillo a la carcasa en el extremo distal.

7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde la cabeza de tornillo puede configurarse adicionalmente para incluir una pluralidad de bordes (420a-d) rebajados; y la carcasa incluye además al menos una función de acoplamiento dispuesta adyacente al extremo distal configurado para acoplarse con los bordes rebajados del tornillo.
- 5 8. El sistema de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en donde la herramienta de remoción incluye además:
- un mango (851) acoplado a un extremo proximal del eje; y
- la protuberancia es una rampa (861) dispuesta sobre una superficie exterior de la punta.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la herramienta de remoción está configurada para ser insertada en el espacio interior de la carcasa para retirar la carcasa del tornillo;
- 10 tras la inserción del dispositivo de remoción, la herramienta de remoción está configurada para girar utilizando el mango; y tras la rotación de la herramienta de remoción, la rampa está configurada para entrar en contacto y forzar la porción flexible hacia fuera del interior de la carcasa.
10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en donde la herramienta de remoción incluye un dispositivo (821) de detención configurado para evitar la inserción adicional de la herramienta de remoción dentro de la carcasa; y
- 15 la carcasa incluye un mecanismo de detención (379) configurado para limitar la rotación de la herramienta de remoción.
11. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5-10, en donde la carcasa comprende además:
- un canal (312, 332) dispuesto a lo largo de una superficie exterior de la carcasa al menos parcialmente entre el extremo distal y el extremo proximal y configurado para exponer al menos parcialmente el pasaje interior; y
- 20 un mecanismo de bloqueo interior dispuesto sobre una superficie interior de la carcasa y sustancialmente adyacente al extremo proximal, en donde el mecanismo de bloqueo interior está configurado para permitir la unión de al menos una herramienta quirúrgica.
12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el canal (312) está configurado para estar parcialmente abierto y configurado para estar parcialmente dispuesto a lo largo de la superficie exterior de la carcasa.
- 25 13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el canal (332) está configurado para estar completamente abierto y configurado para conectar el extremo distal y el extremo proximal de la carcasa.
14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además una segunda carcasa (1004) configurada para acoplarse a un segundo implante (1008) de tornillo quirúrgico.
- 30 15. El sistema de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el implante de tornillo quirúrgico acoplado a la carcasa y el segundo implante de tornillo quirúrgico acoplado a la segunda carcasa están configurados para ser conectados usando una varilla (1984);
- en donde la varilla está configurada para acoplarse al implante de tornillo quirúrgico y al segundo implante de tornillo quirúrgico.

FIG. 1A

FIG. 1B

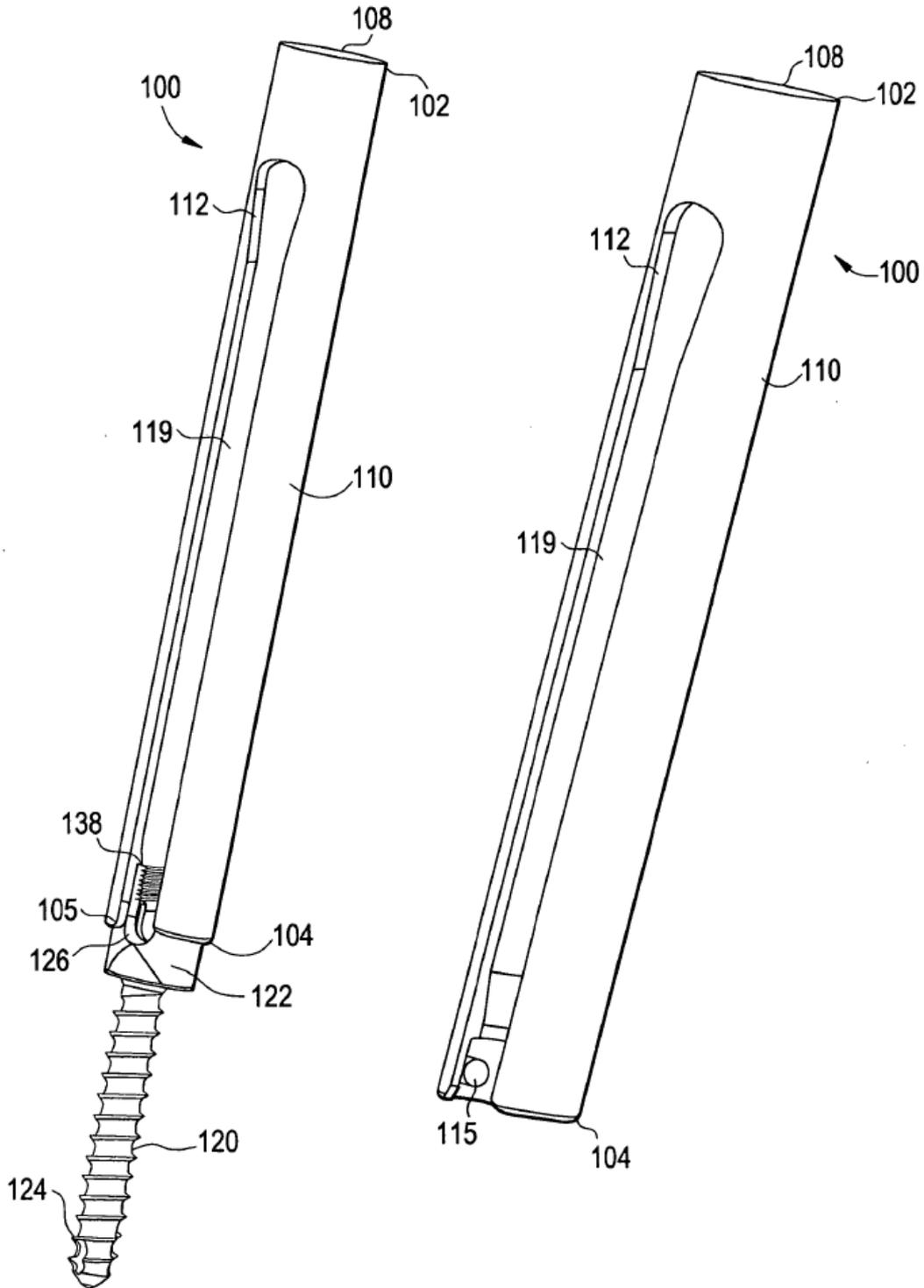


FIG. 1C

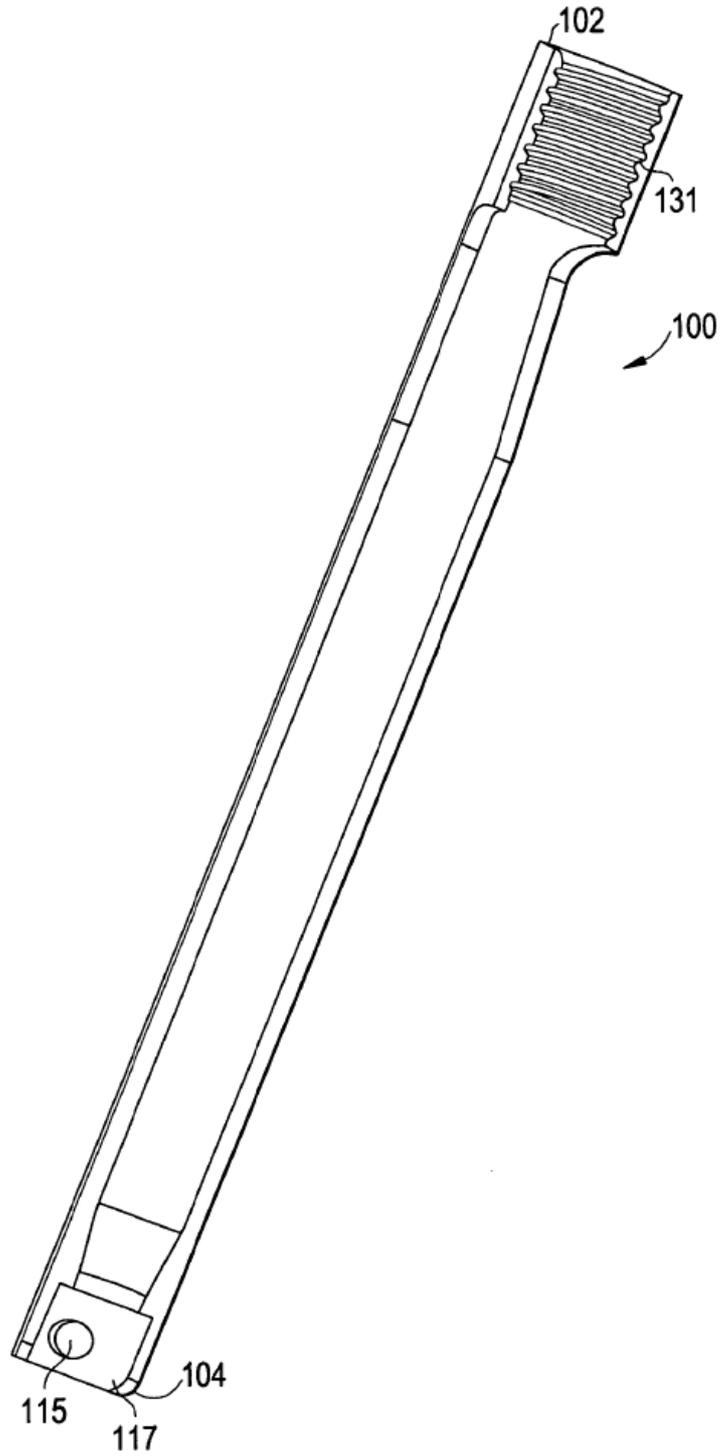


FIG. 2A

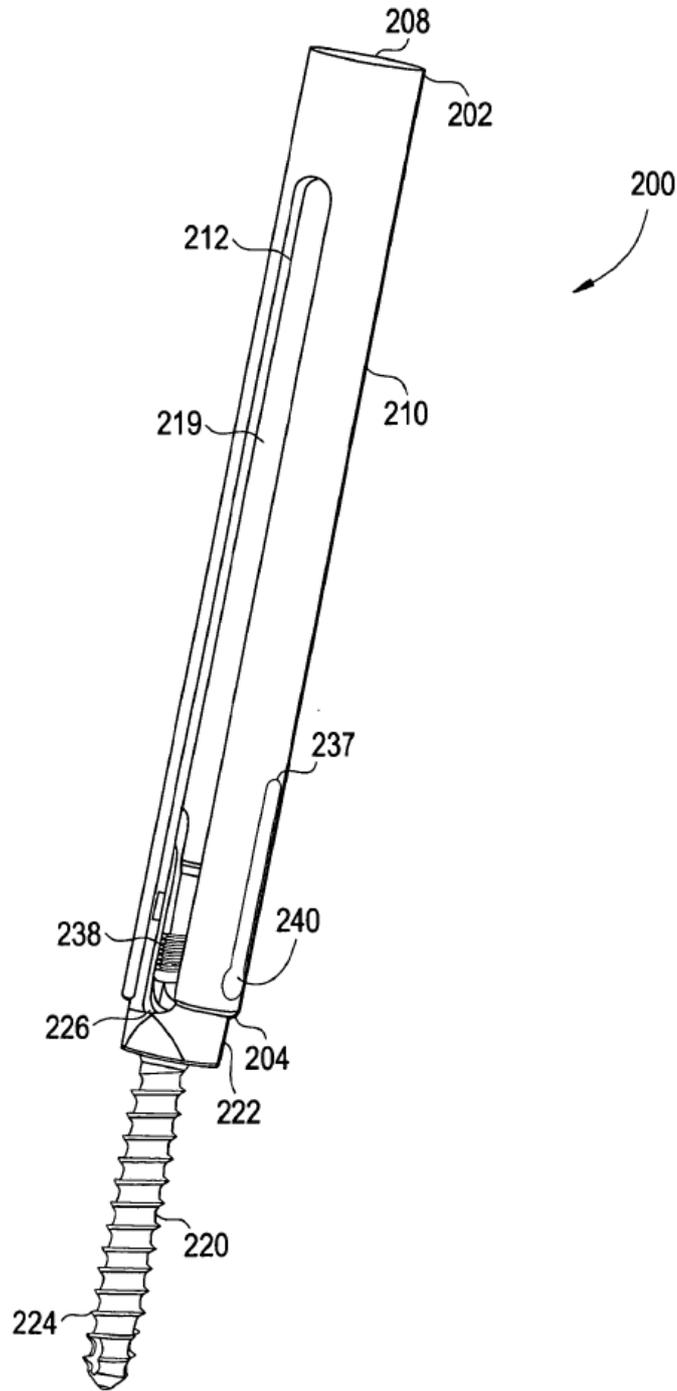


FIG. 2B

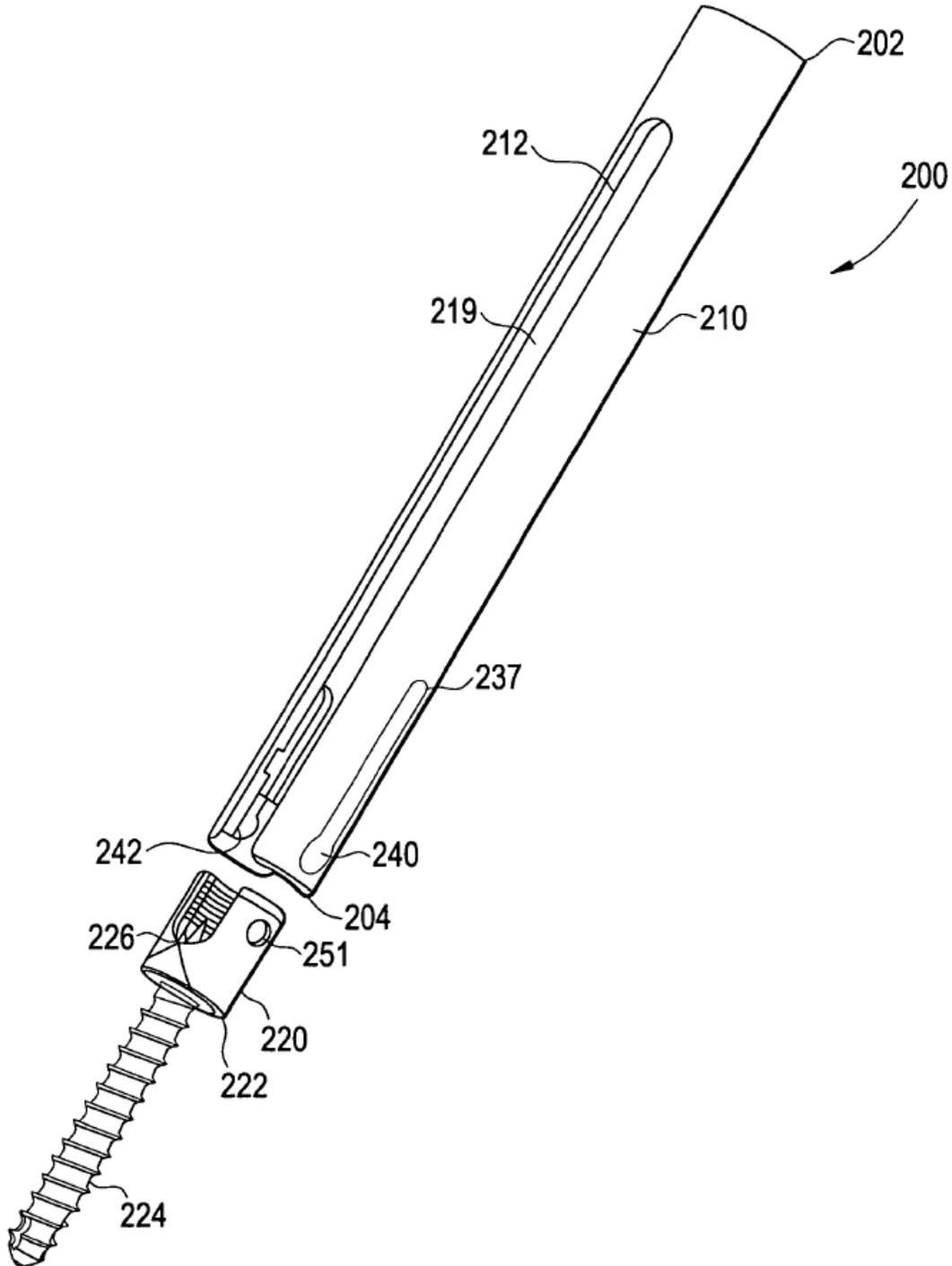


FIG. 3A

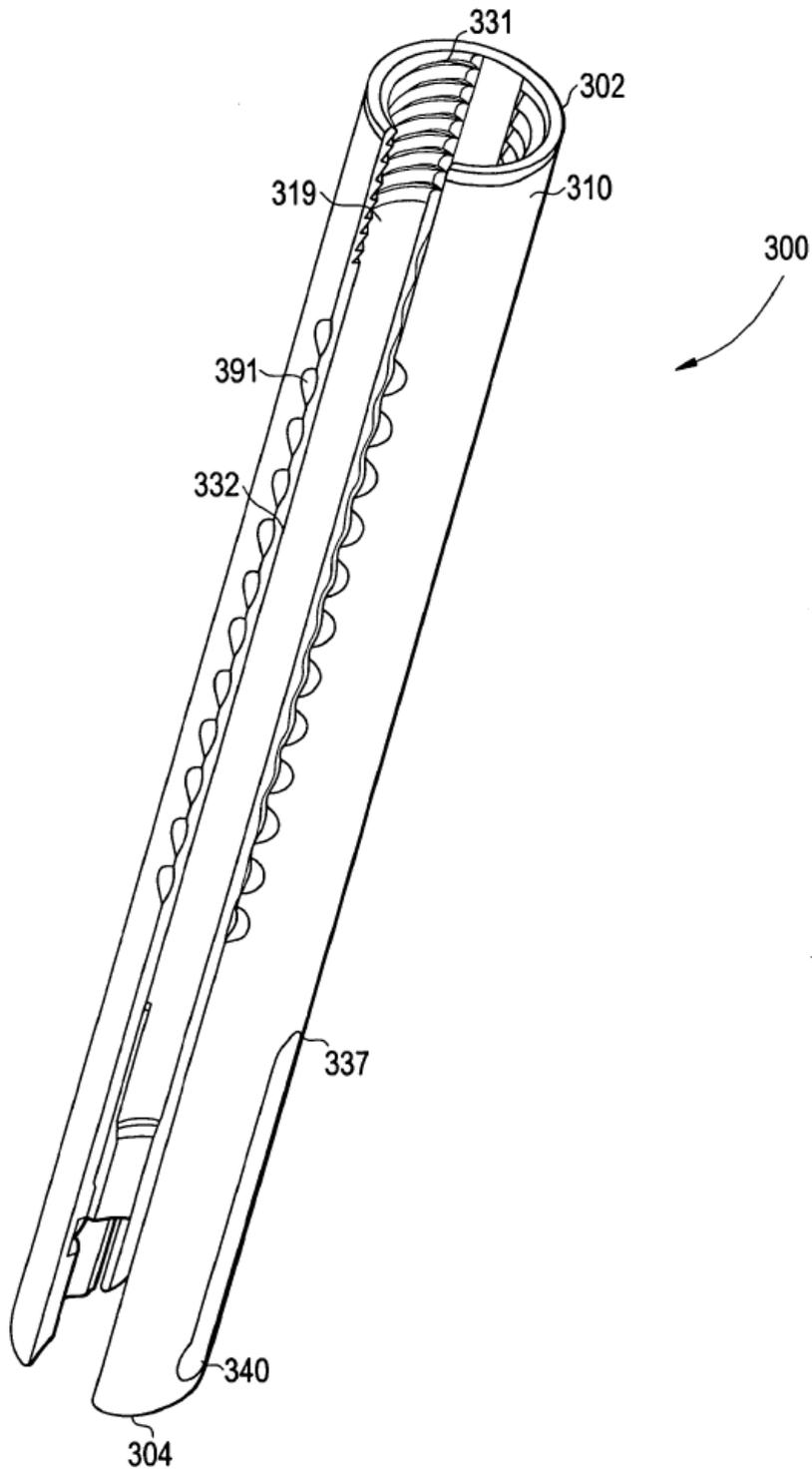


FIG. 3B

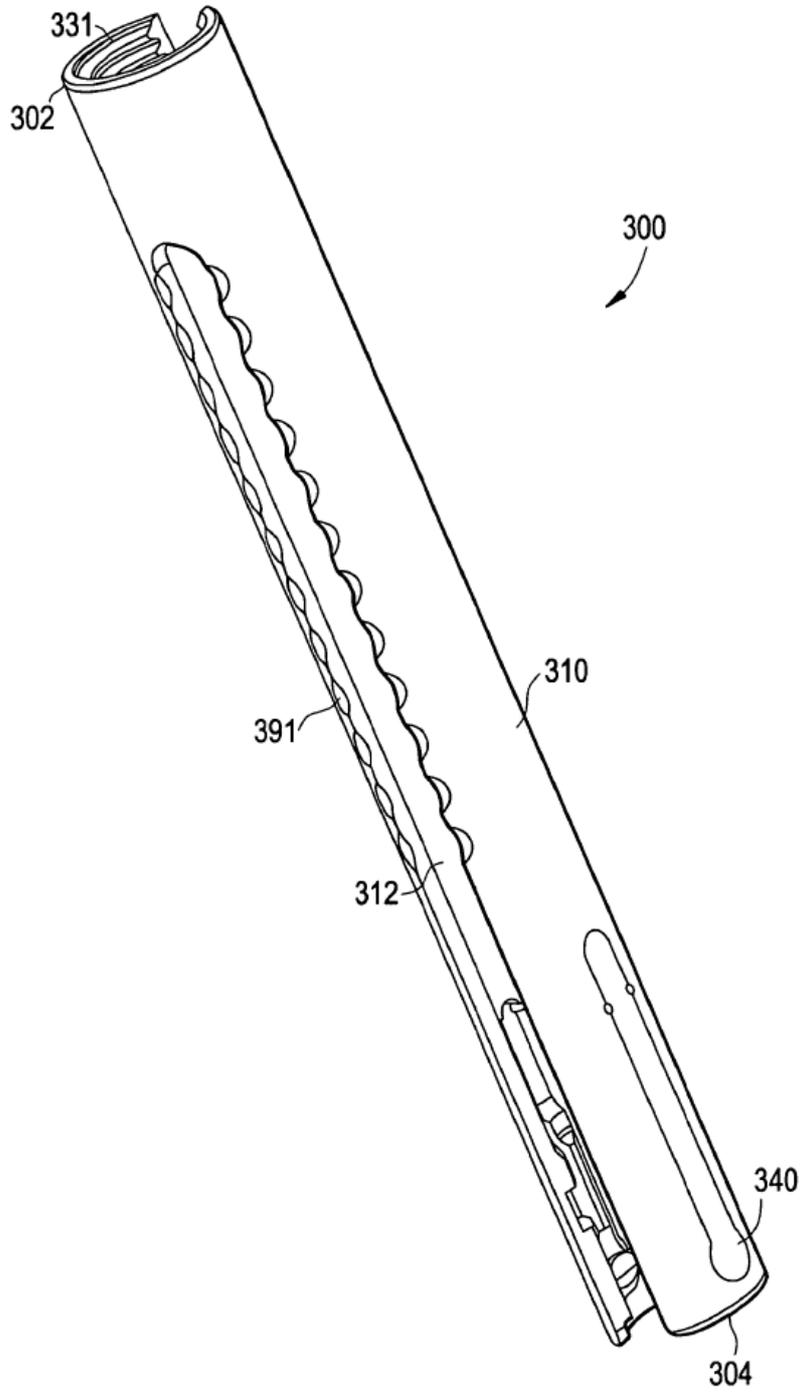


FIG. 3C

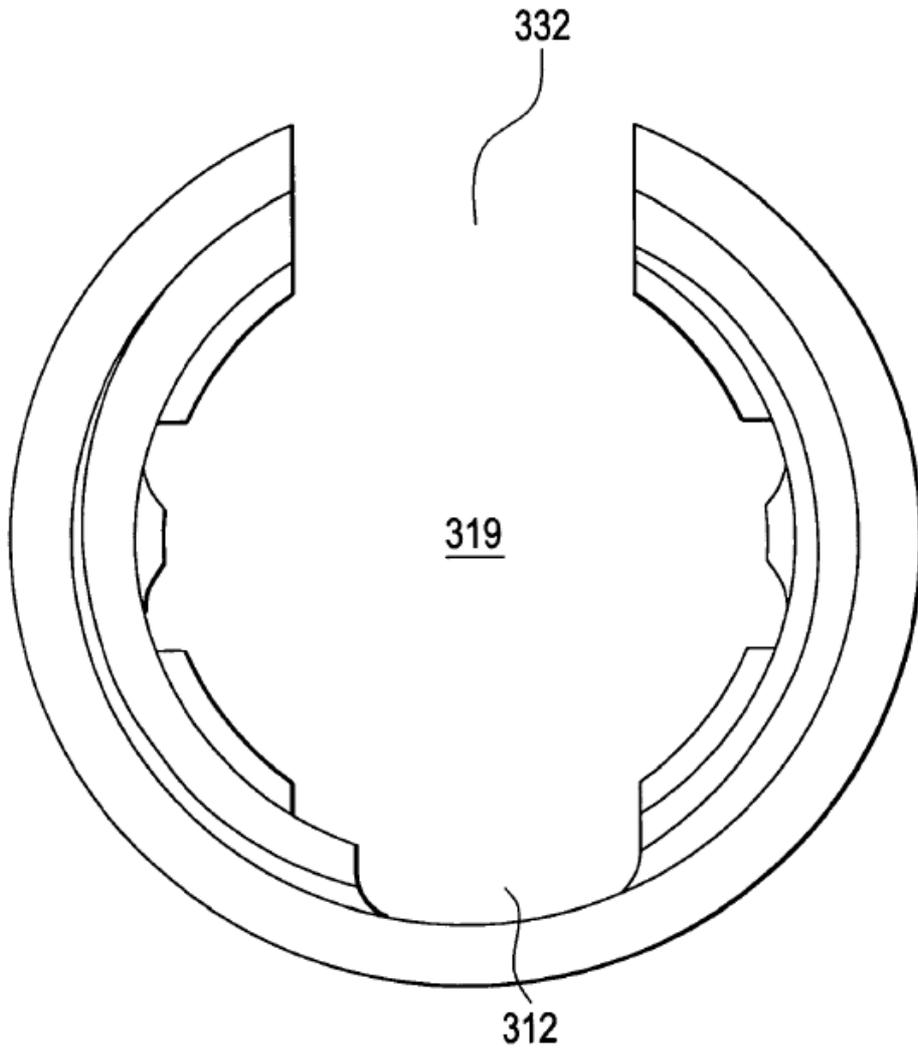


FIG. 3D

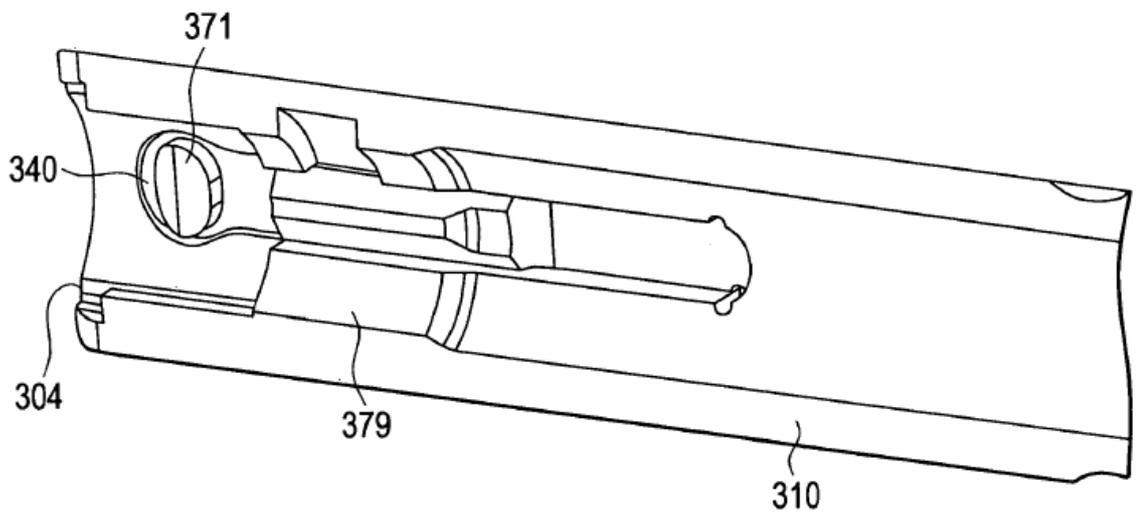


FIG. 5

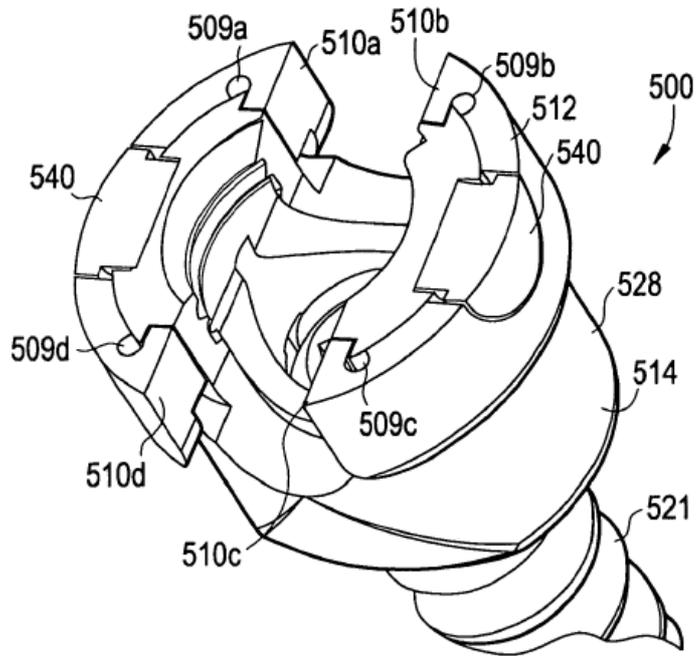


FIG. 6

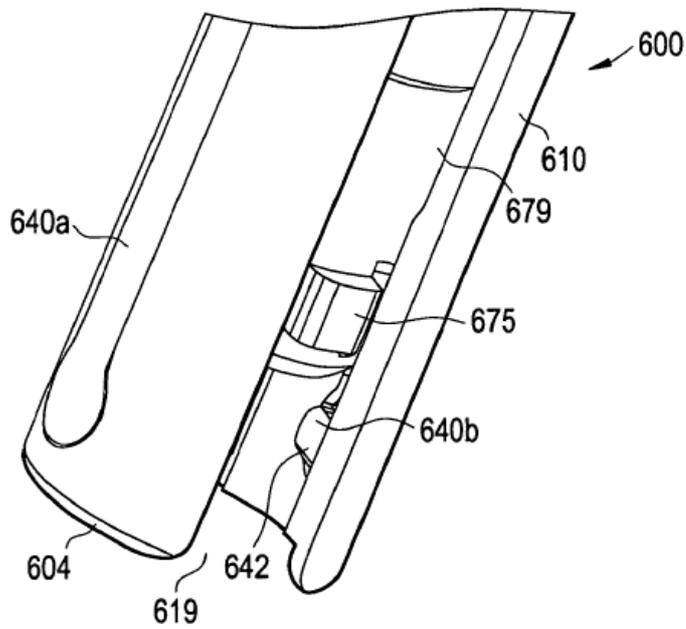


FIG. 7A

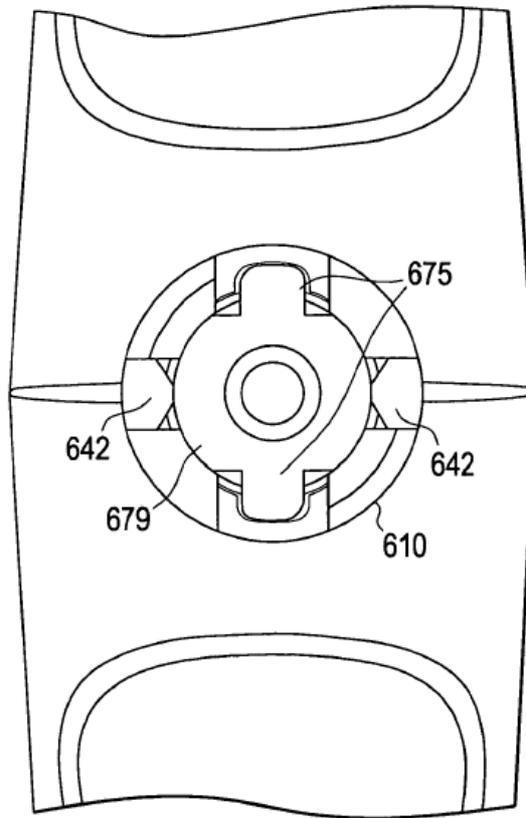


FIG. 7B

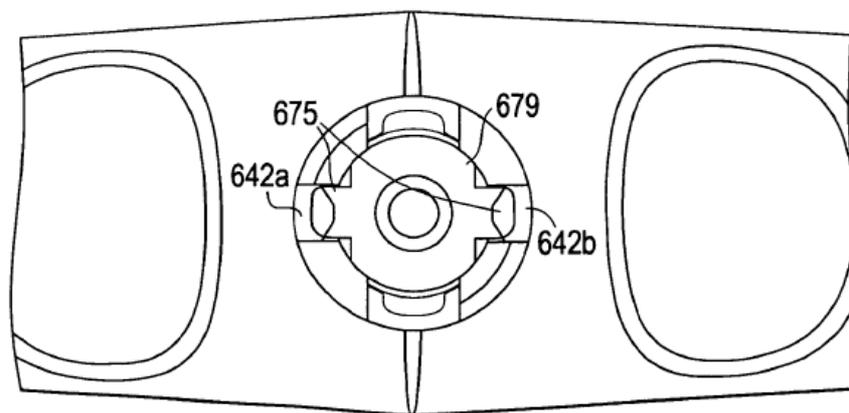


FIG. 8A

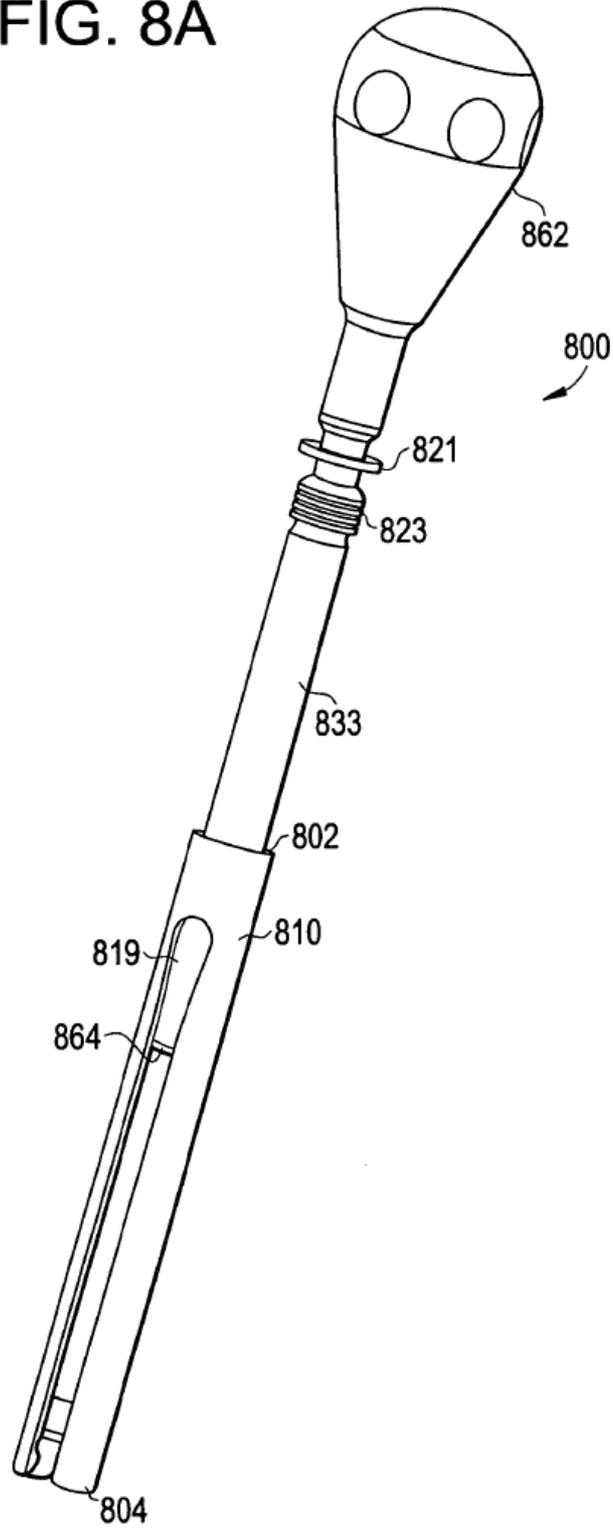


FIG. 8B

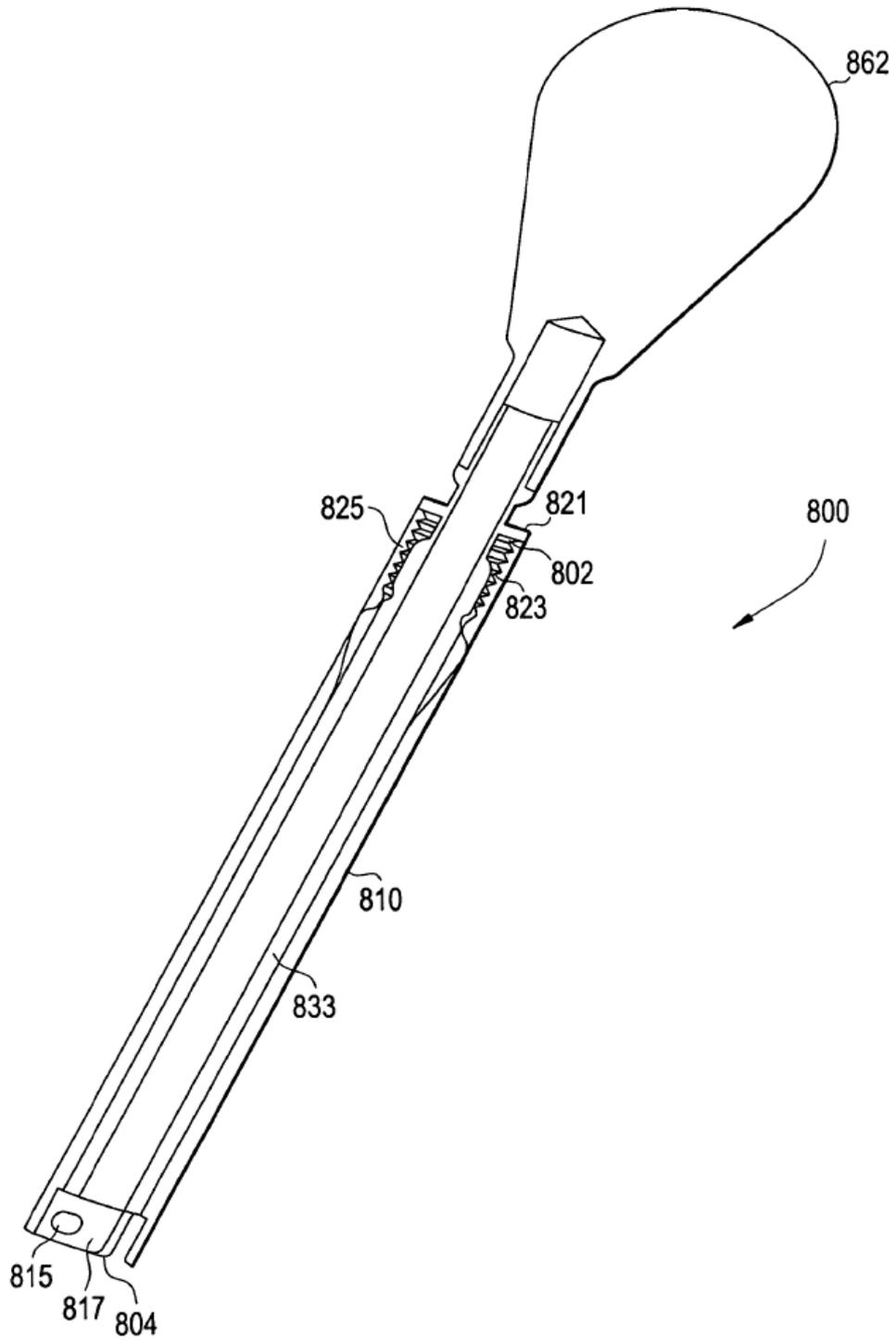


FIG. 8C

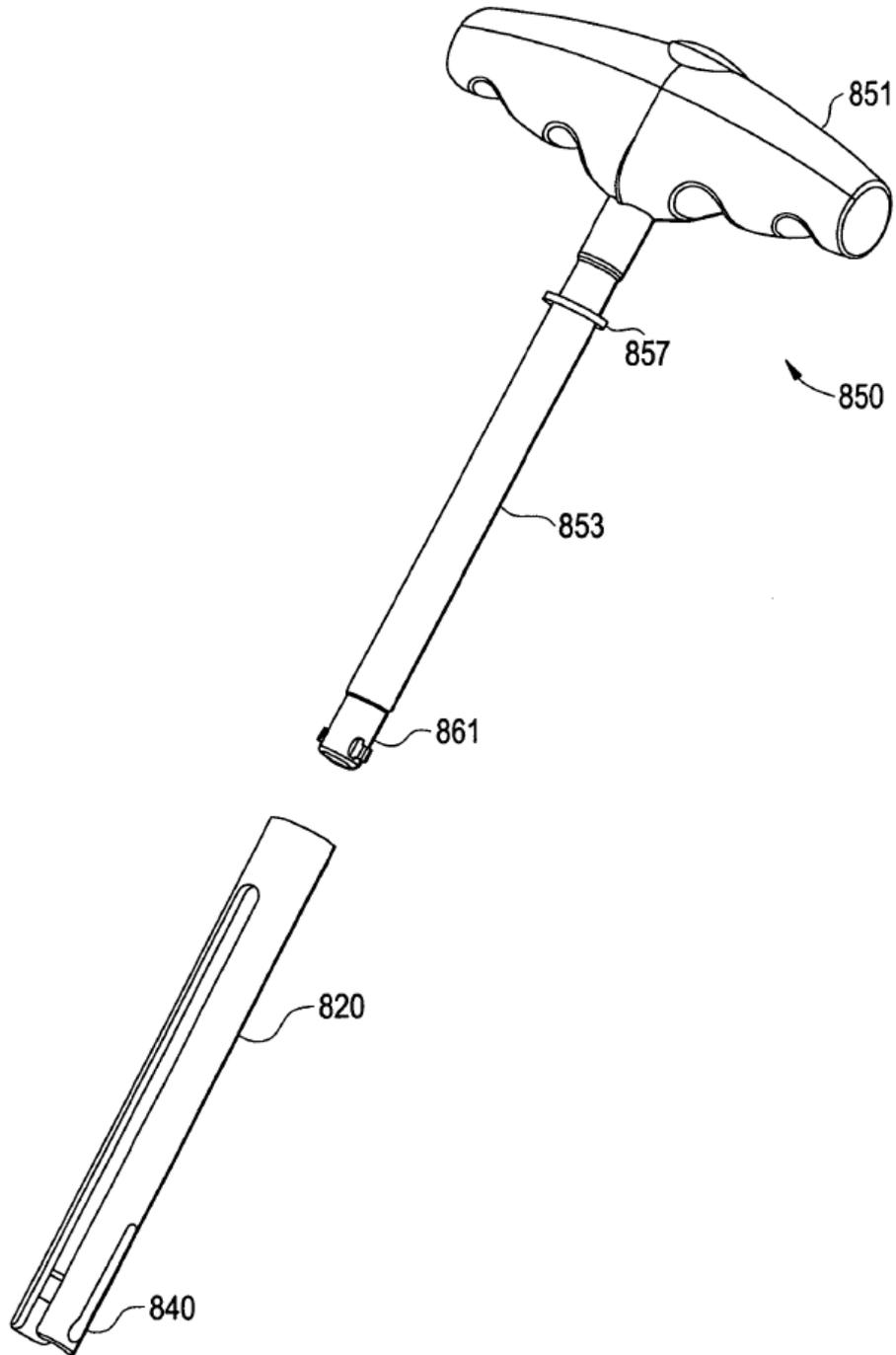


FIG. 8D

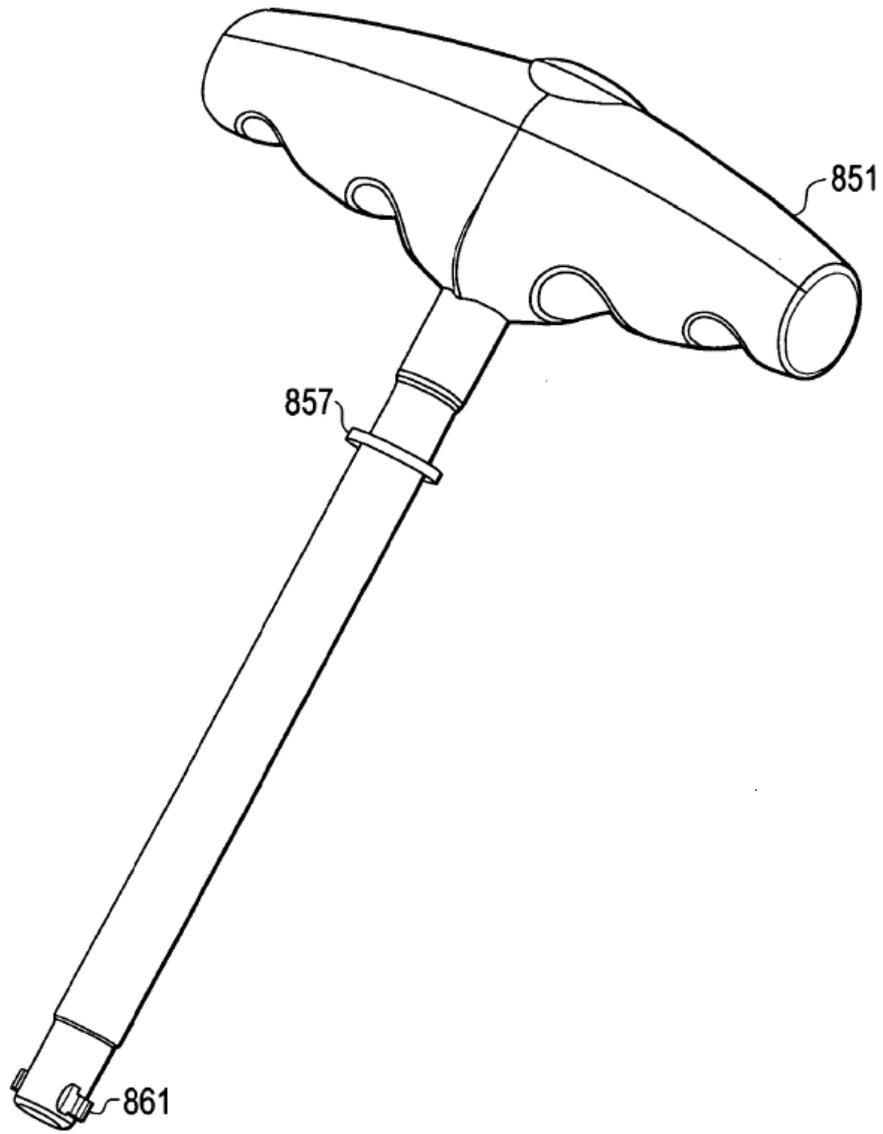


FIG. 9A

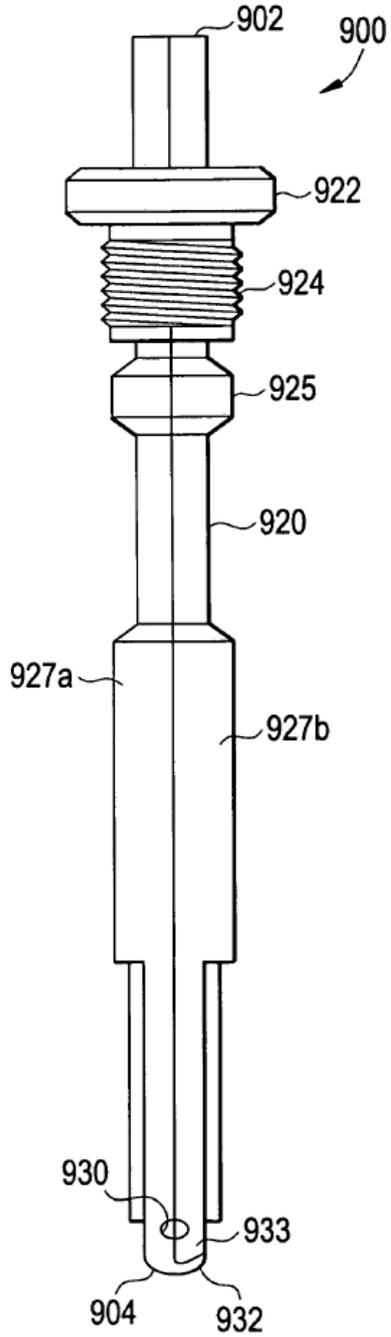


FIG. 9B

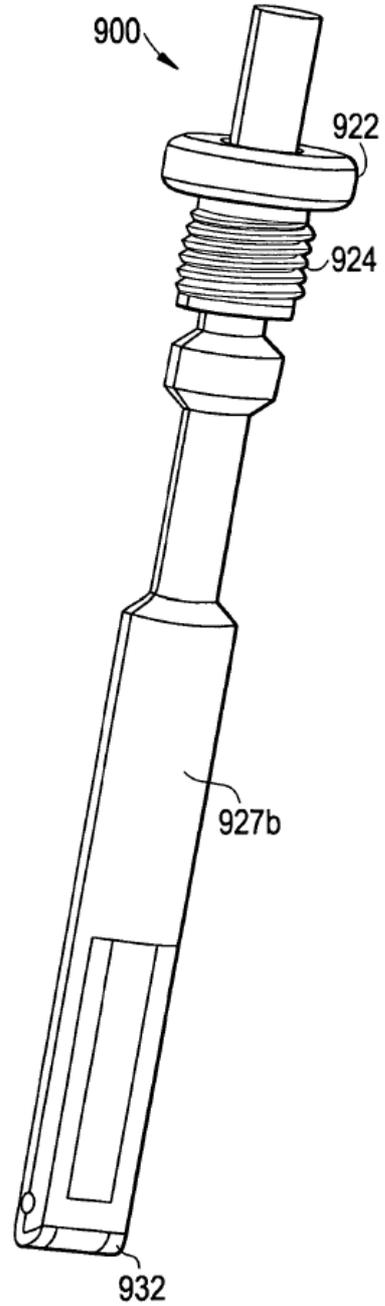


FIG. 9C

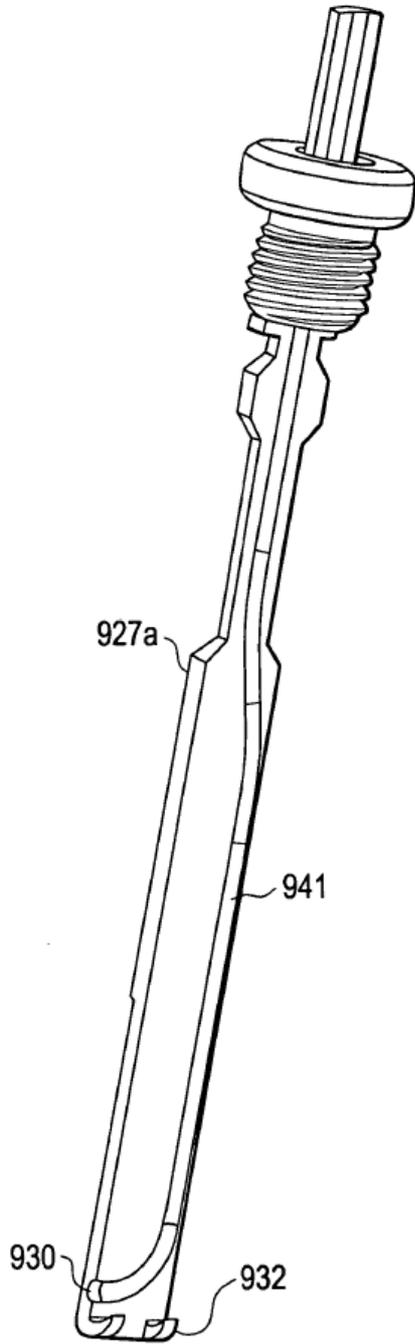


FIG. 9D

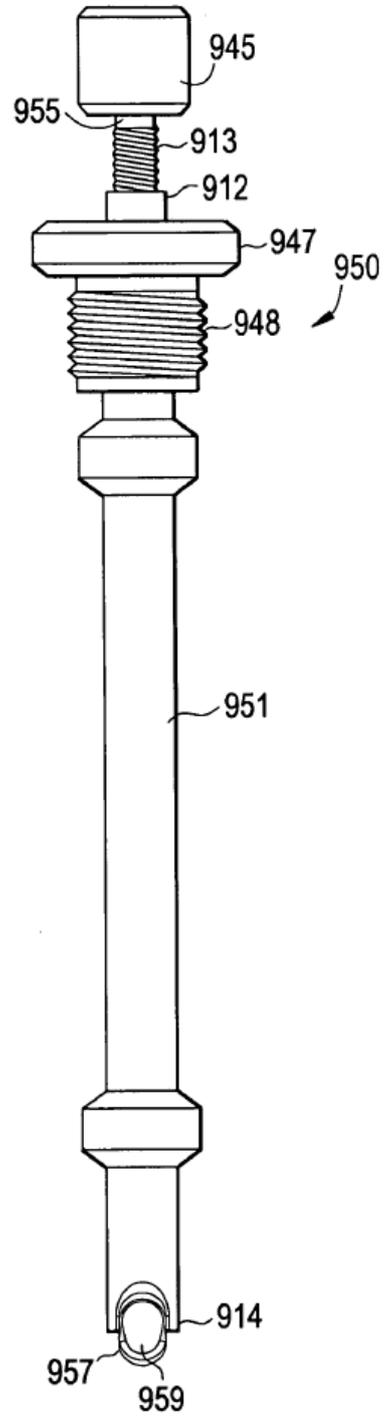


FIG. 9E

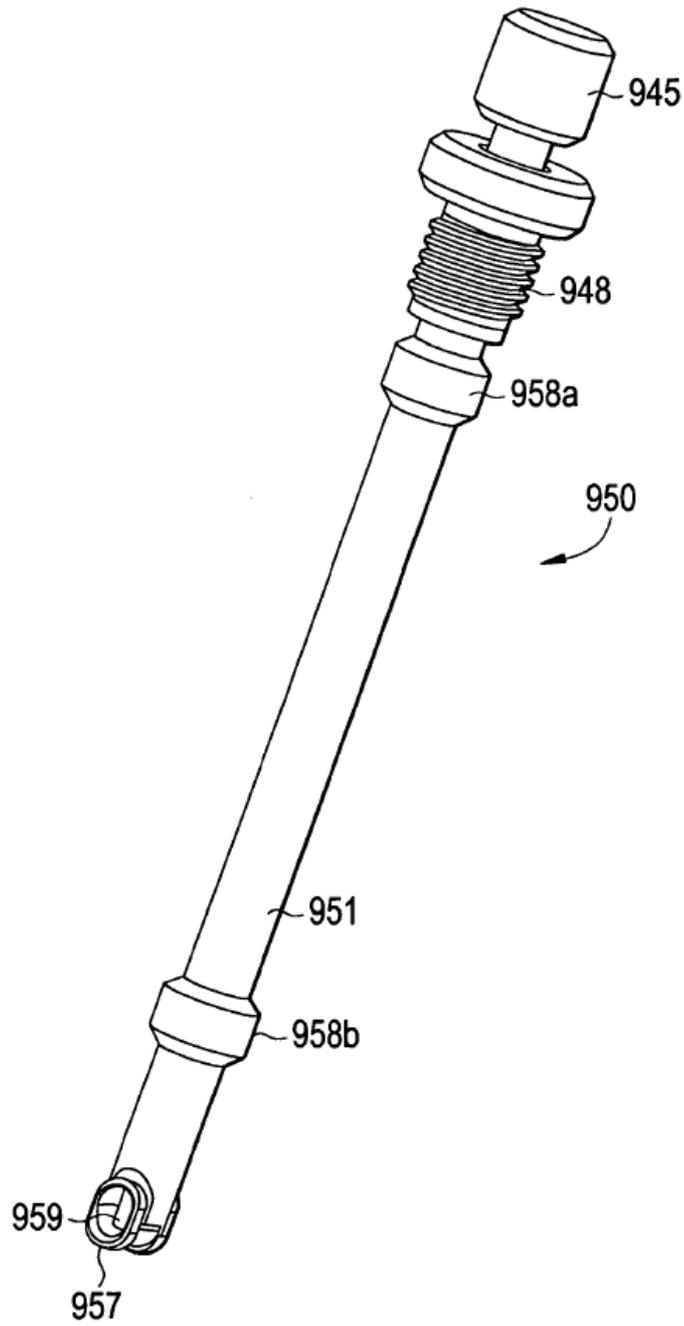


FIG. 9F

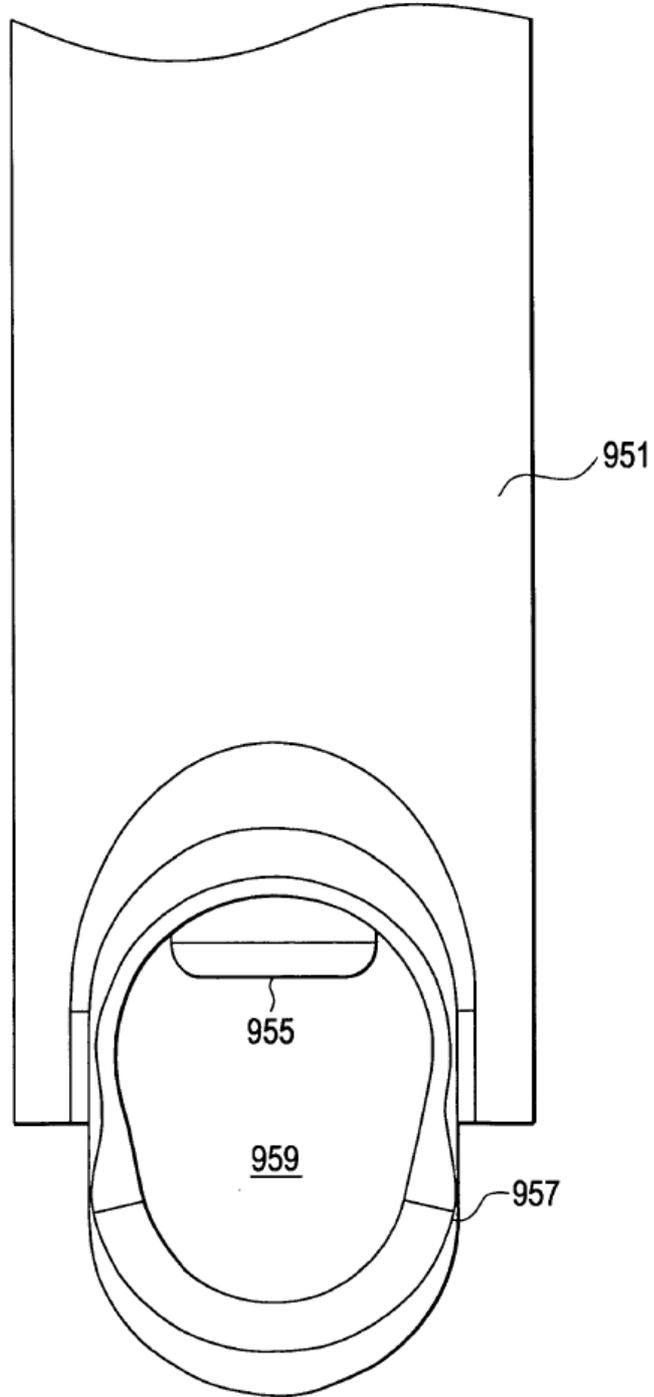


FIG. 9G

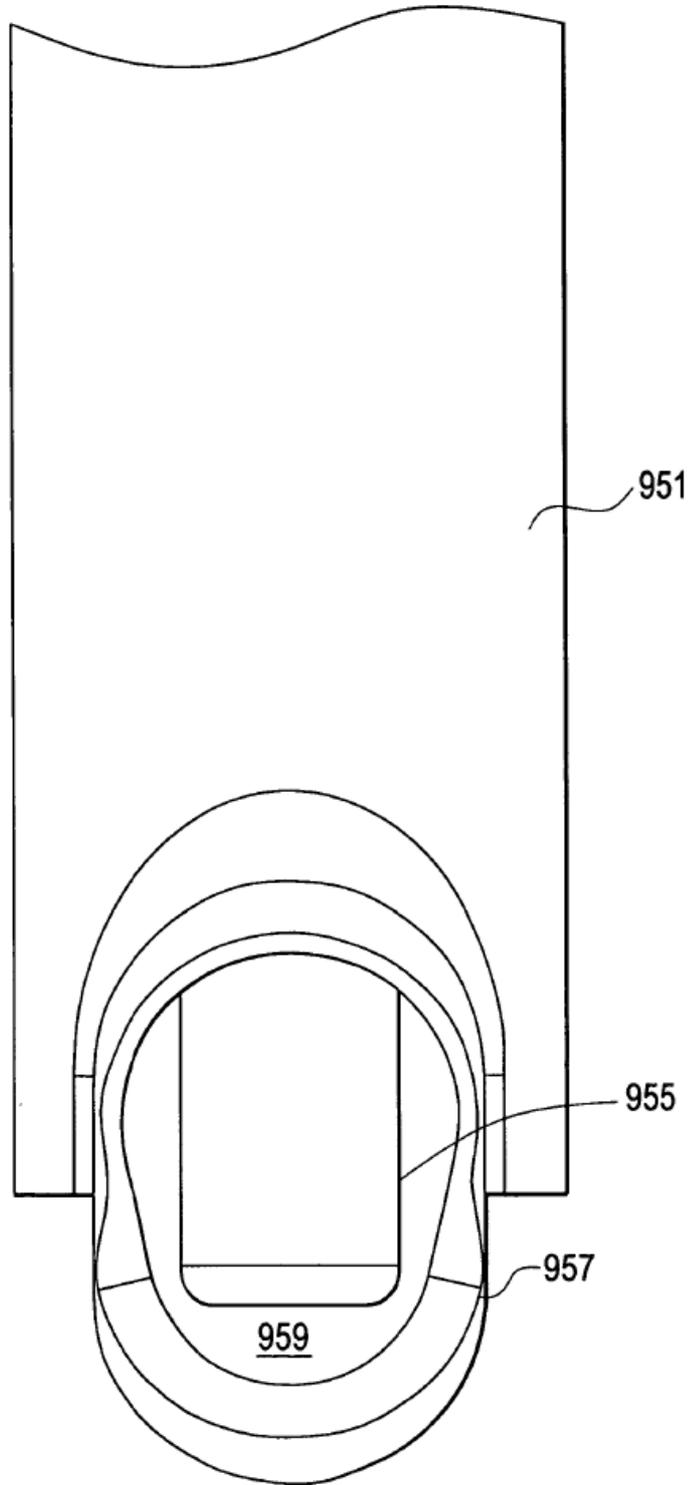


FIG. 9H

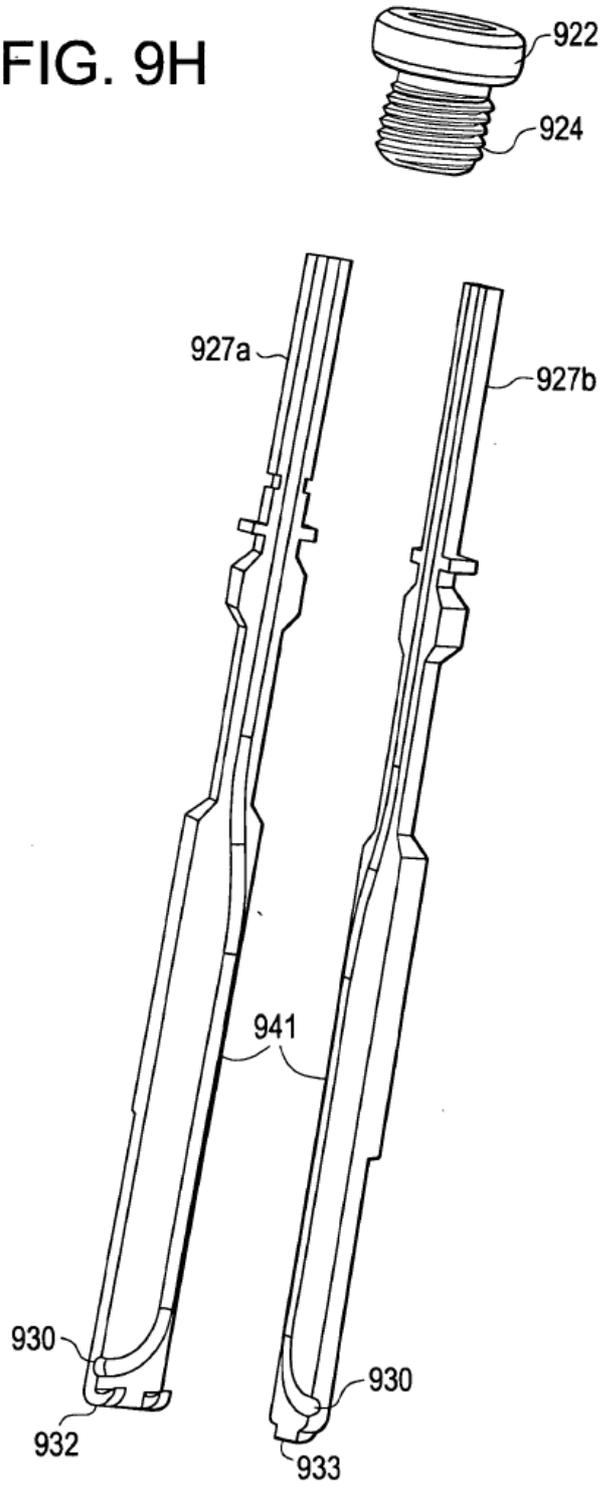


FIG. 10A

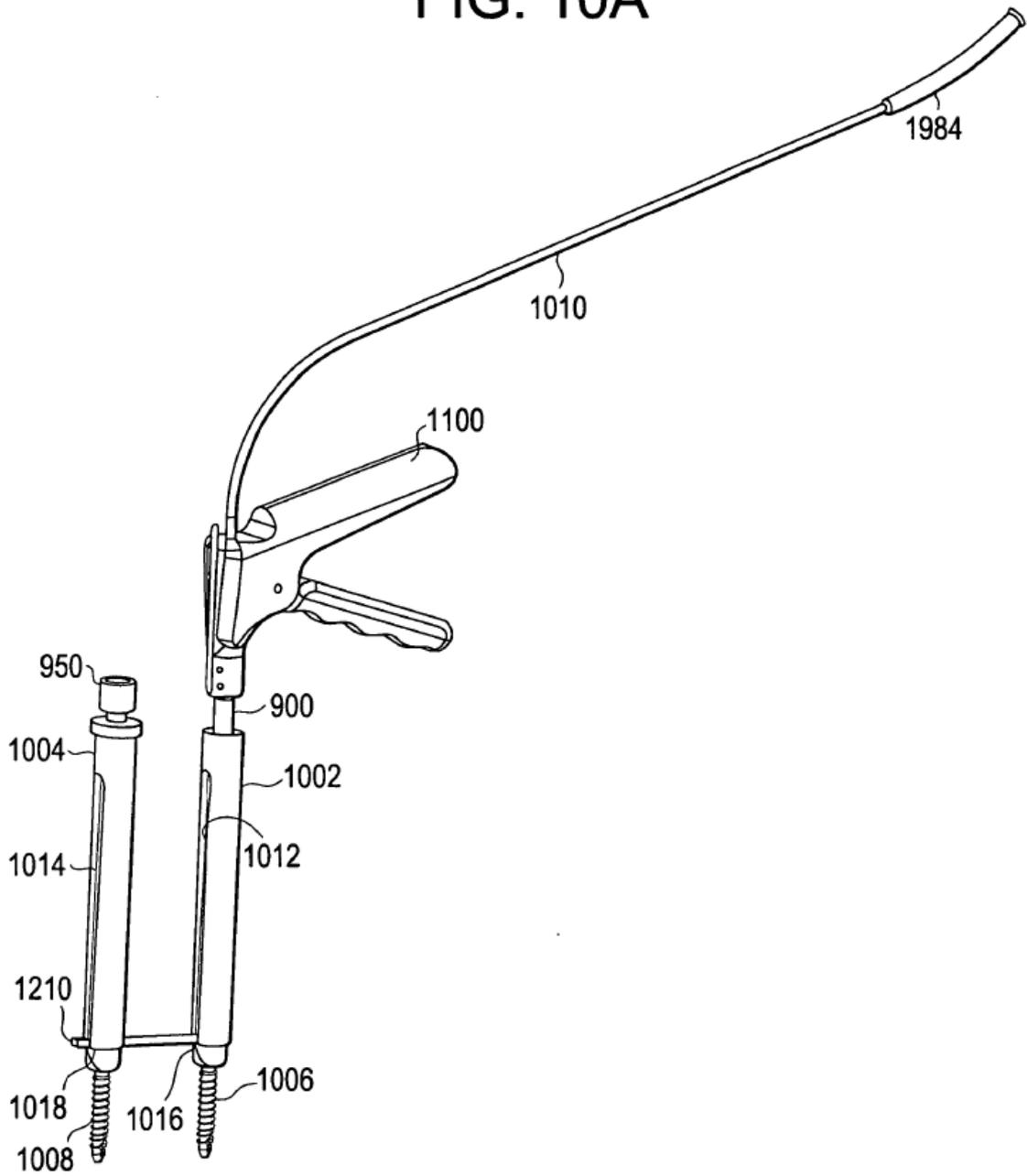


FIG. 10B

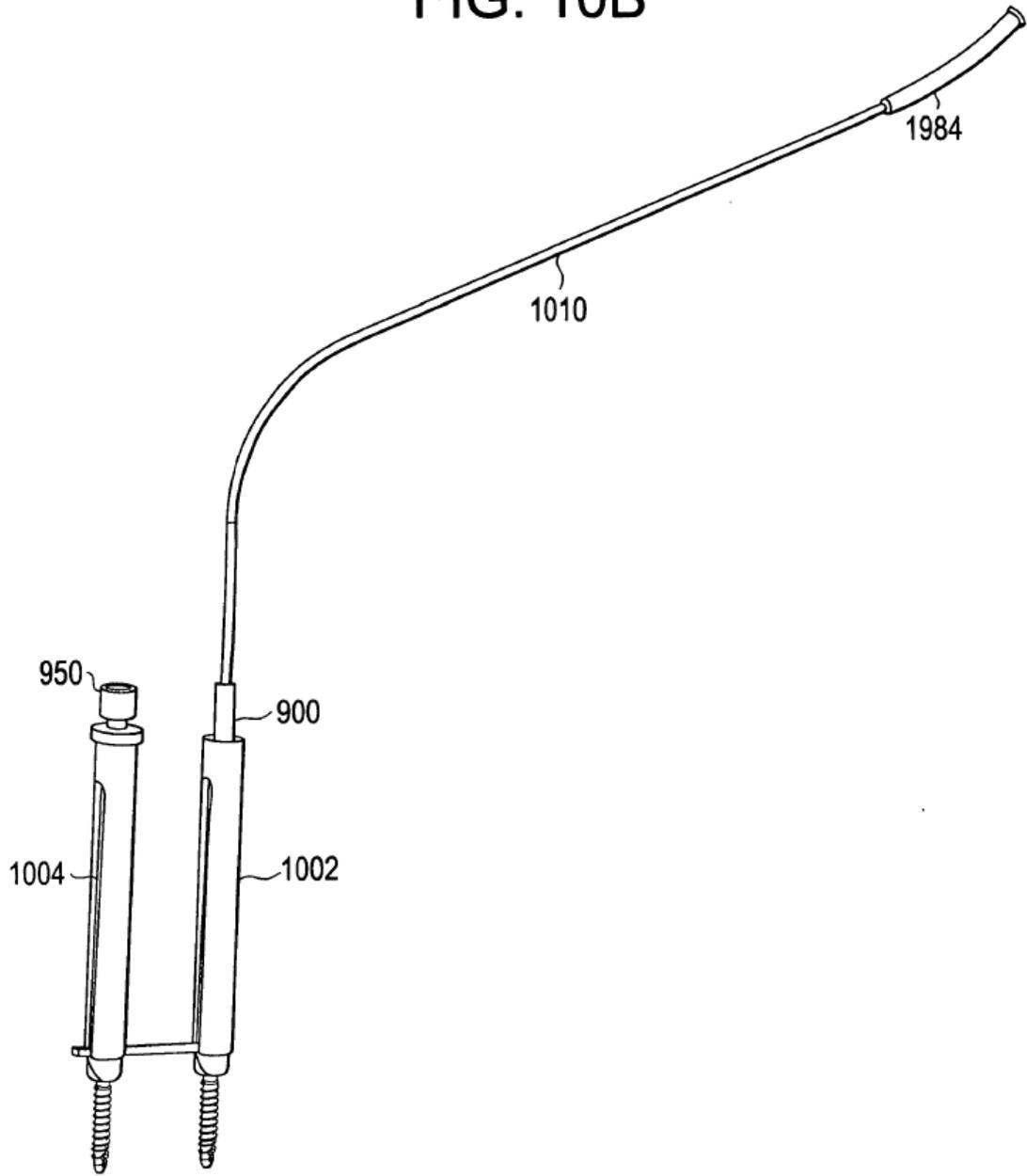


FIG. 10C

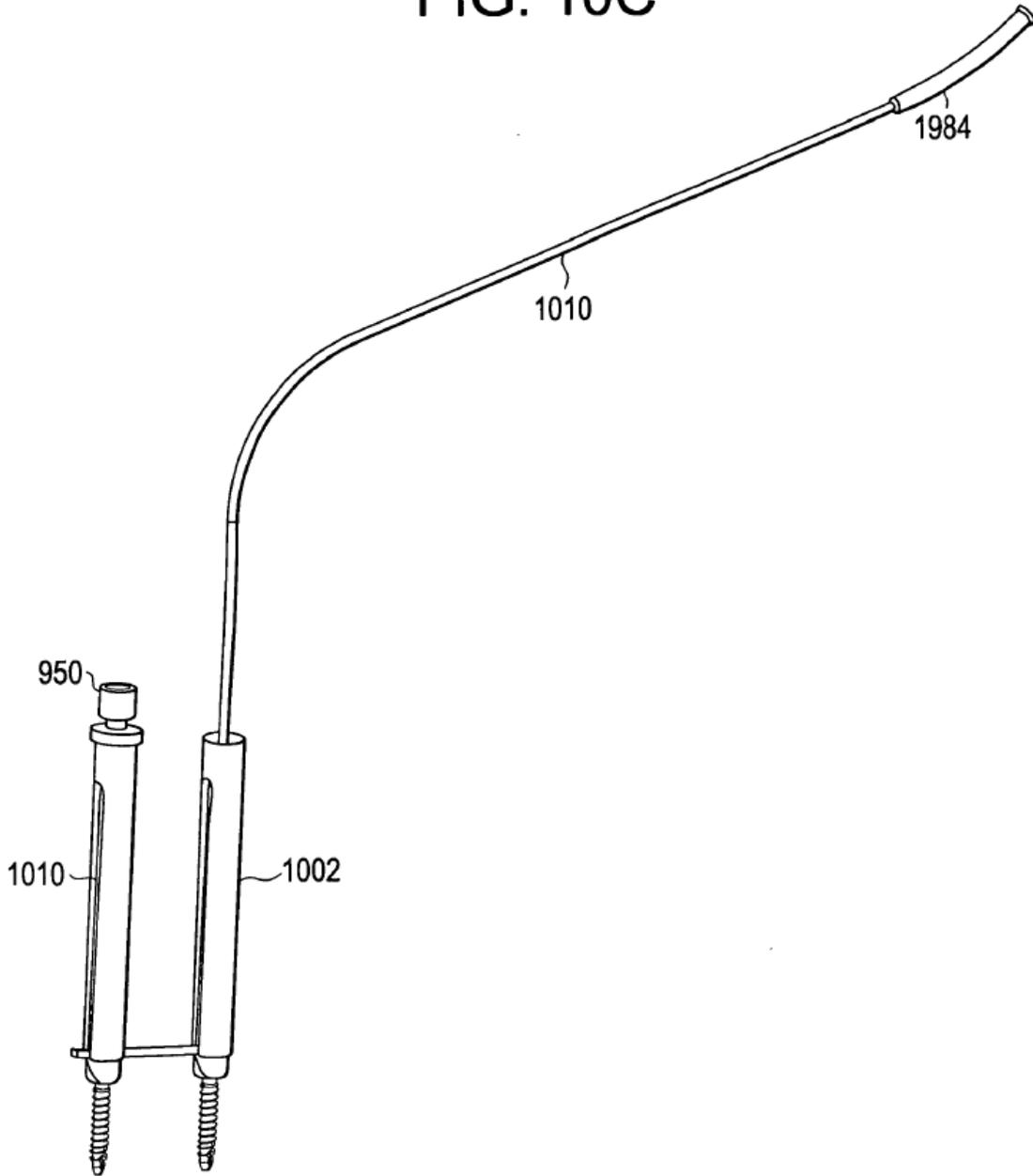


FIG. 10D

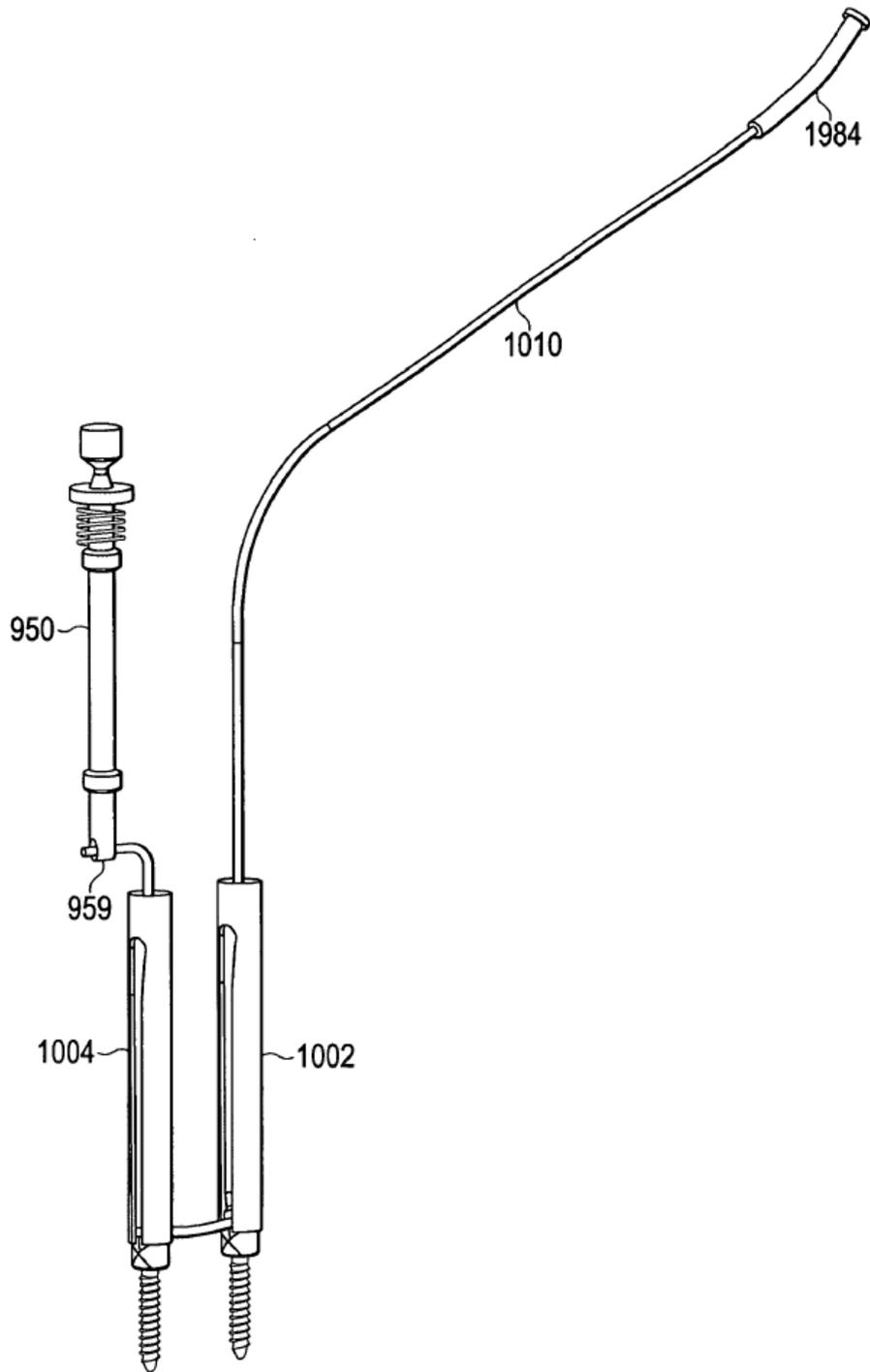


FIG. 10E

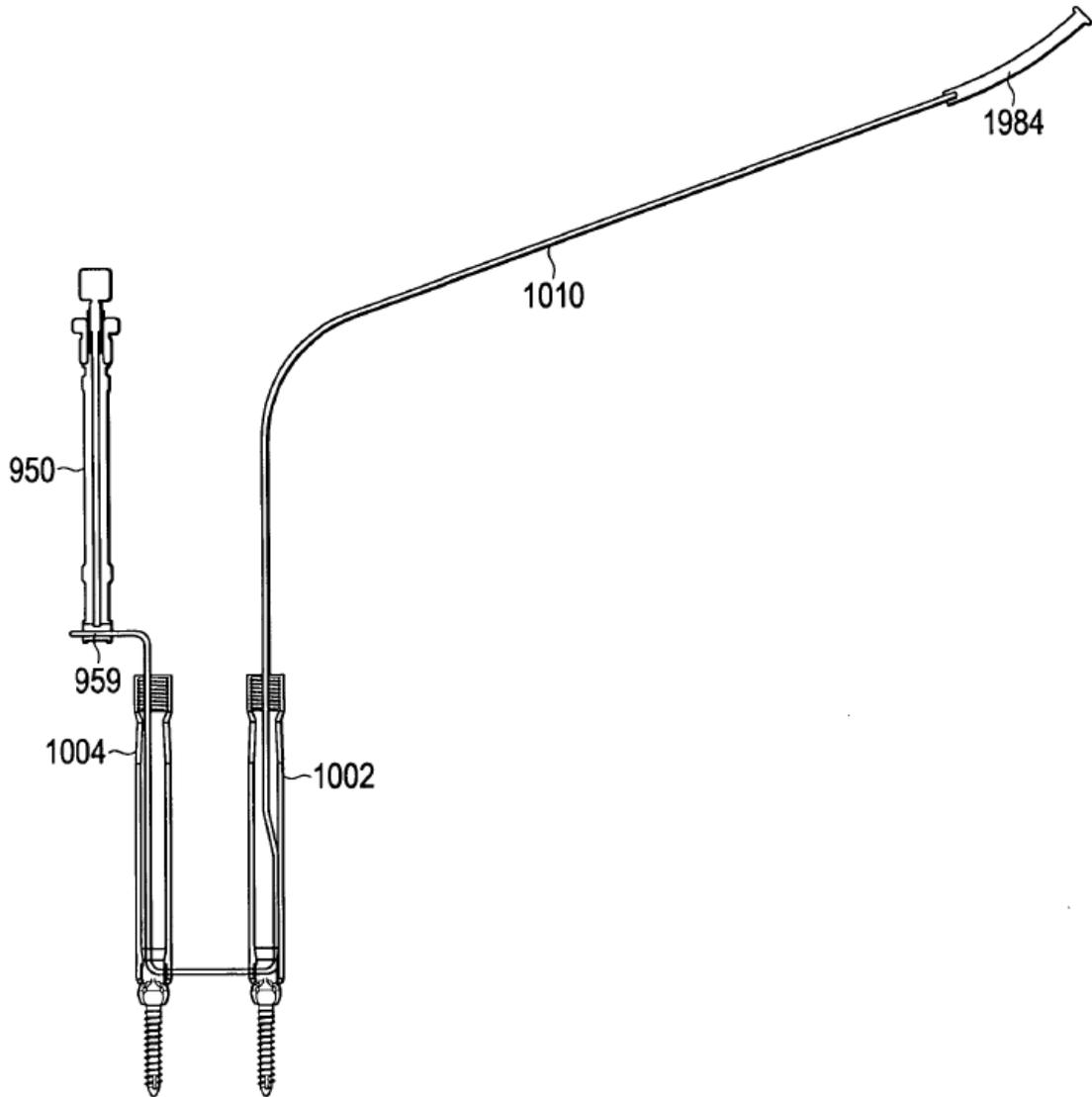


FIG. 10F

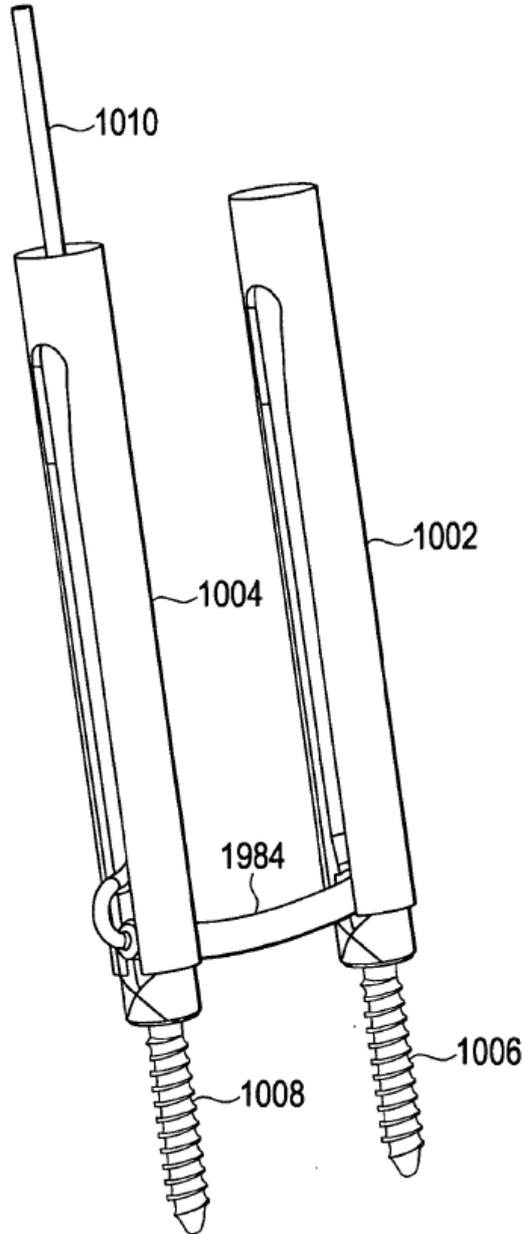


FIG. 10G

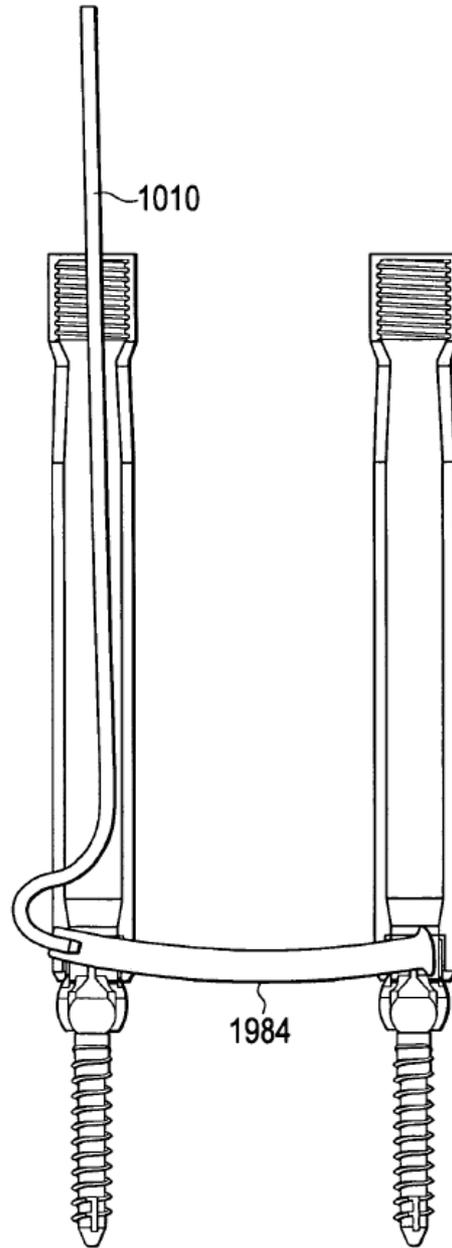


FIG. 10H

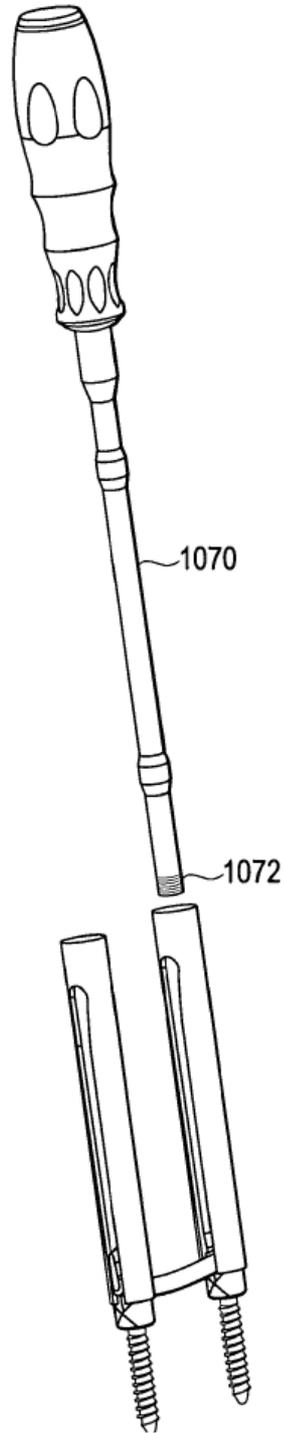


FIG. 11A

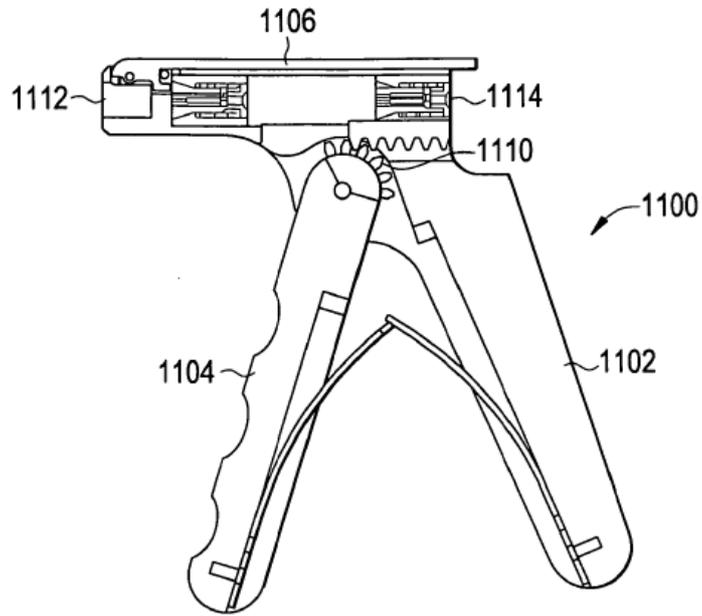


FIG. 11B

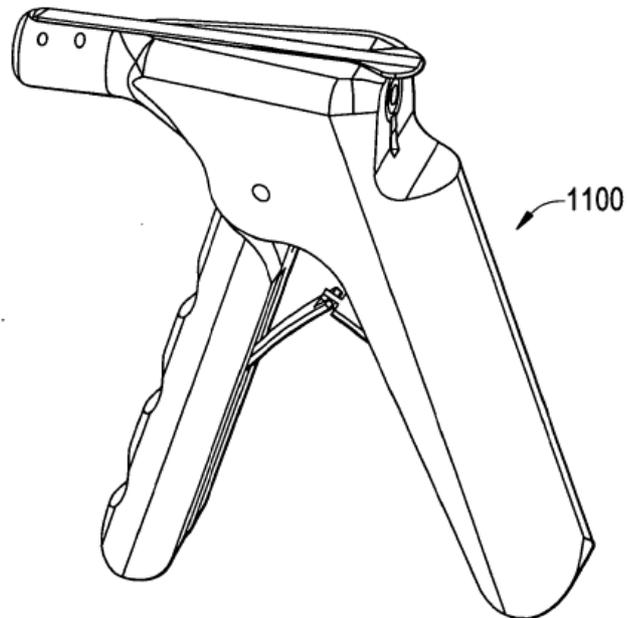


FIG. 12

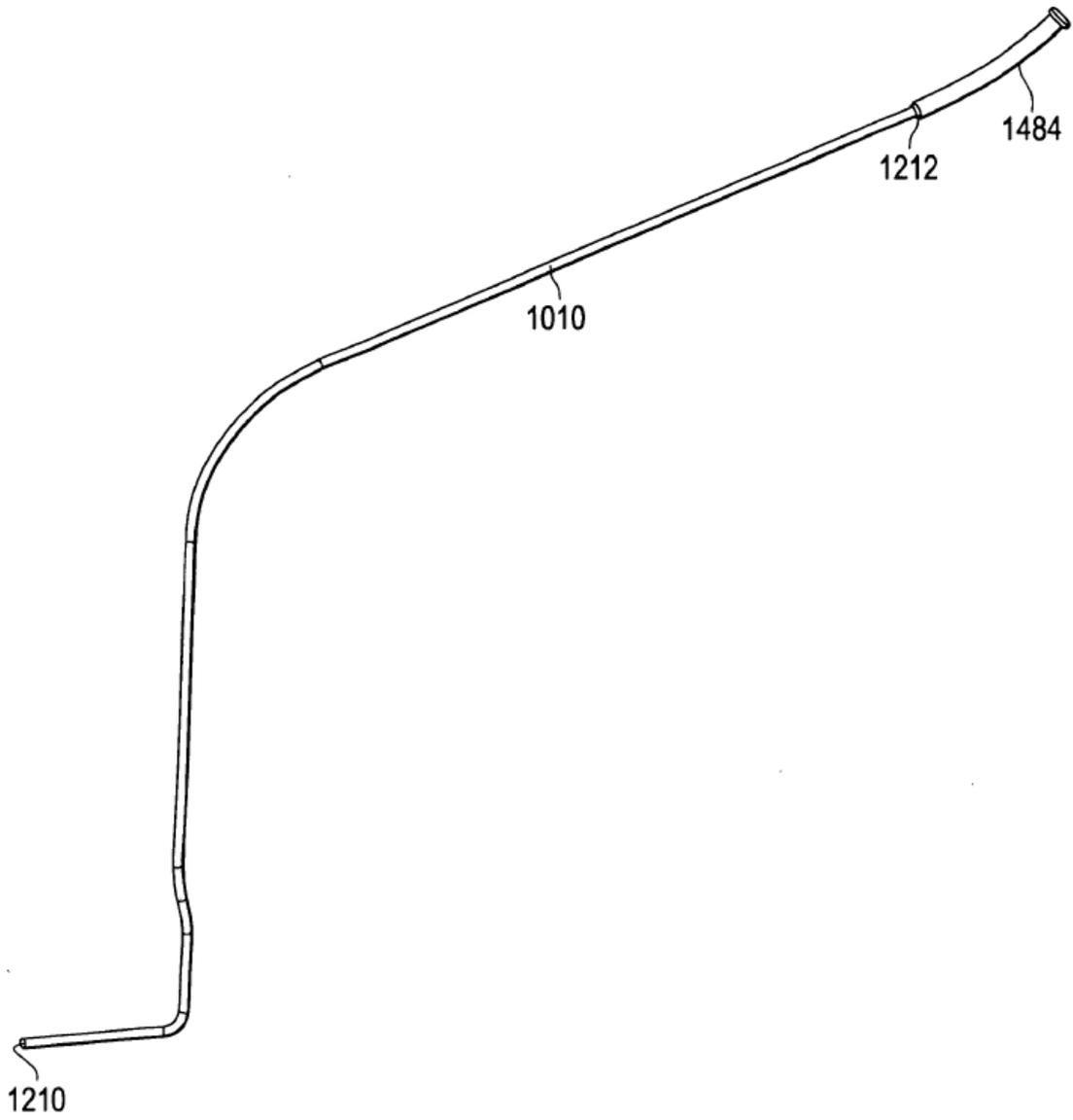


FIG. 13A

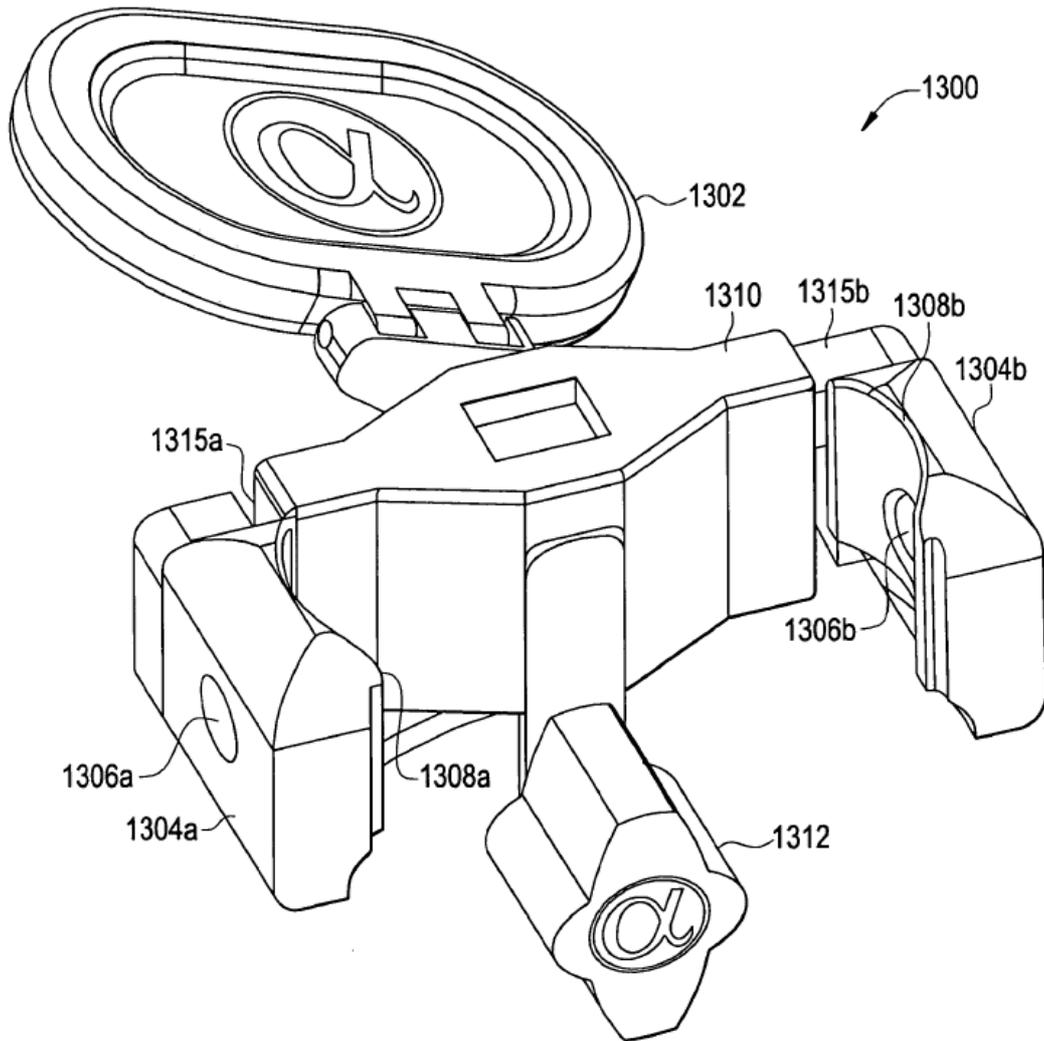


FIG. 13B

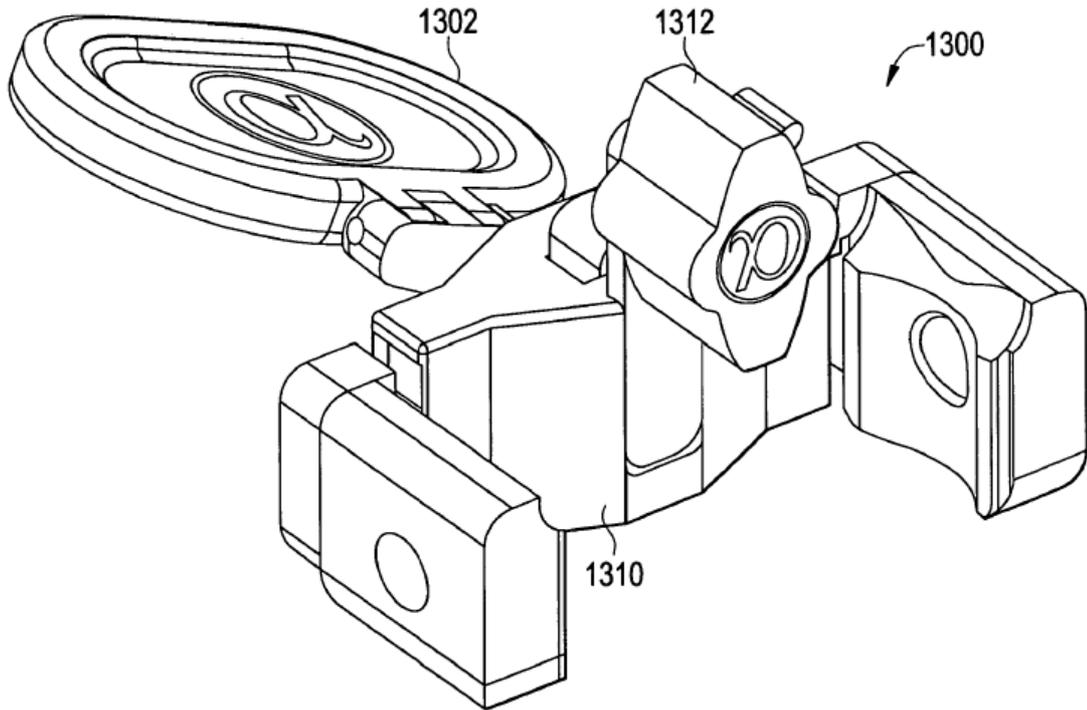


FIG. 13C

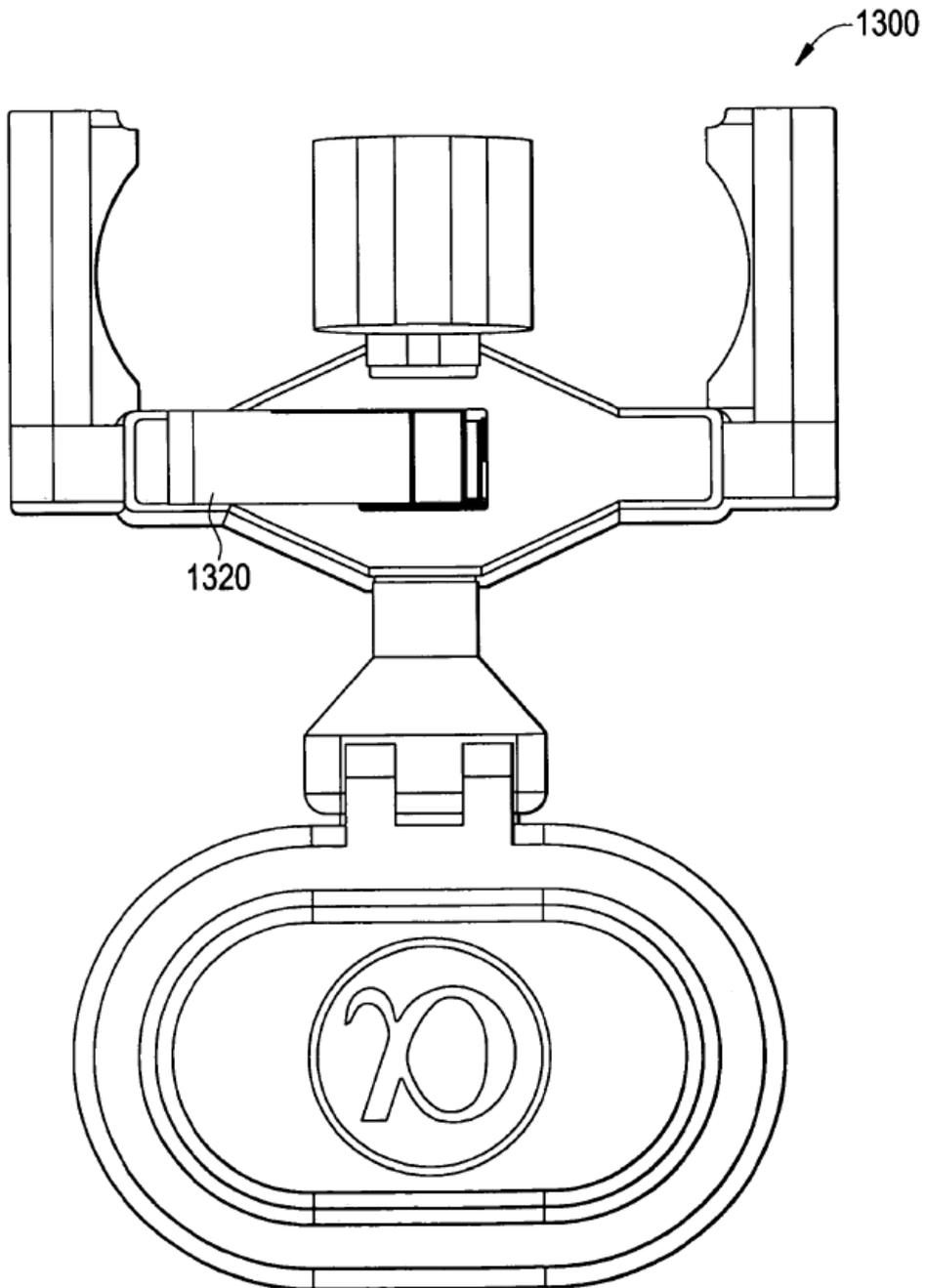


FIG. 13D

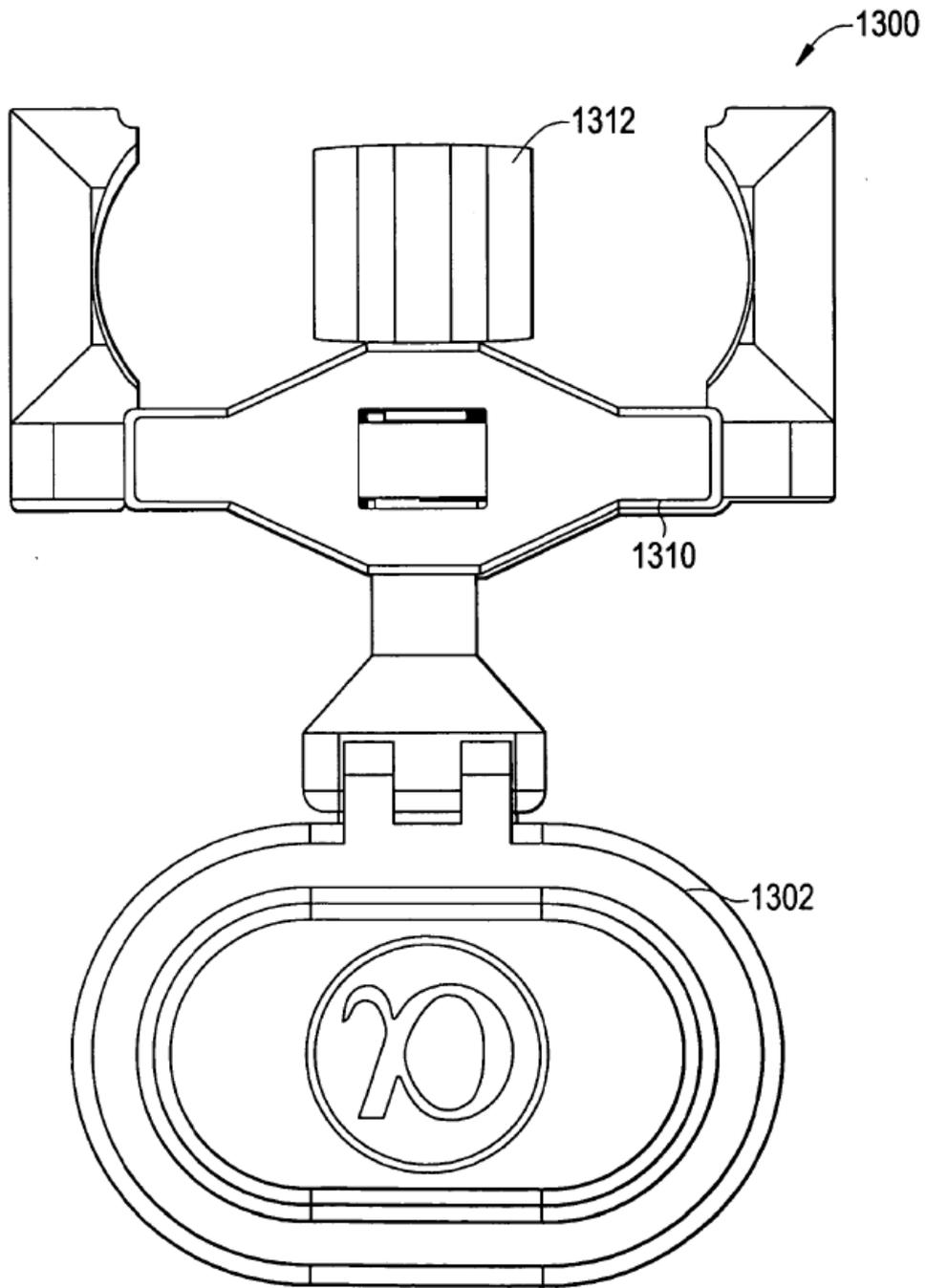


FIG. 13E

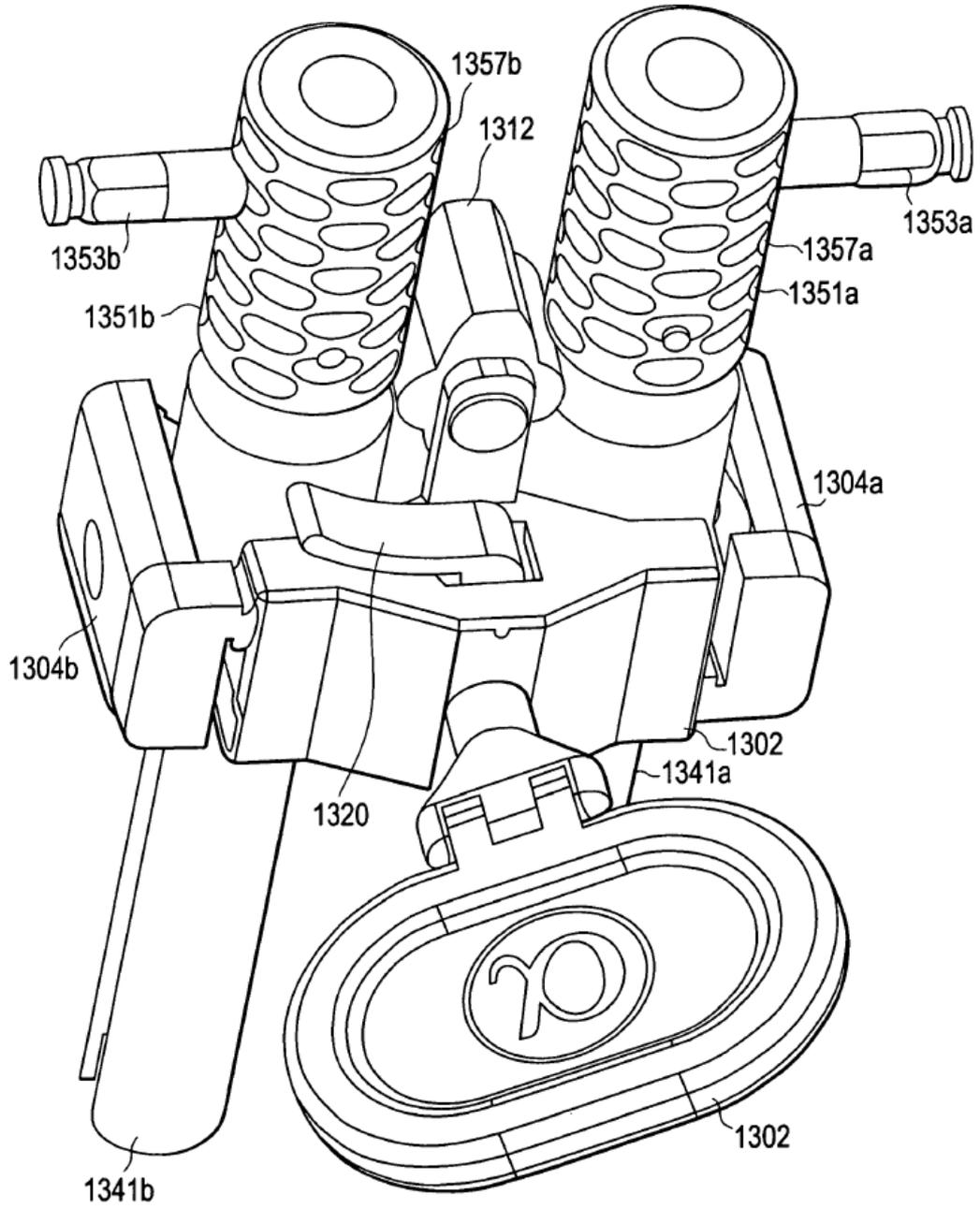
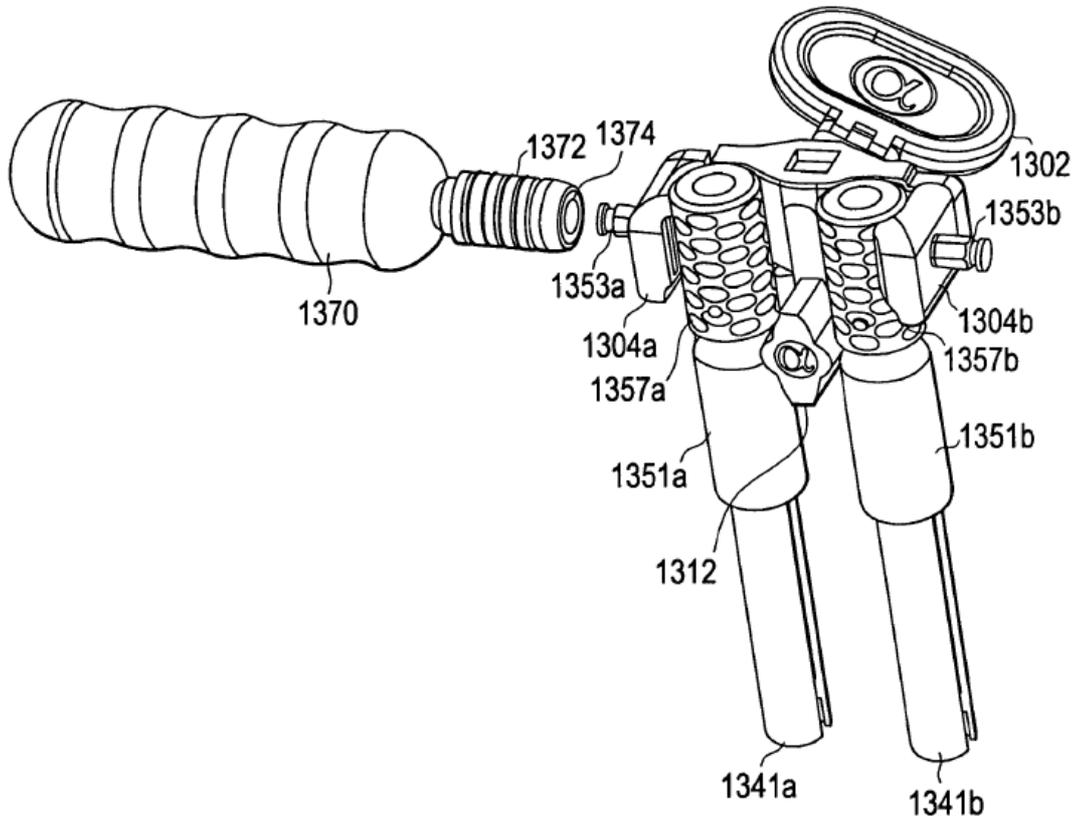


FIG. 13F



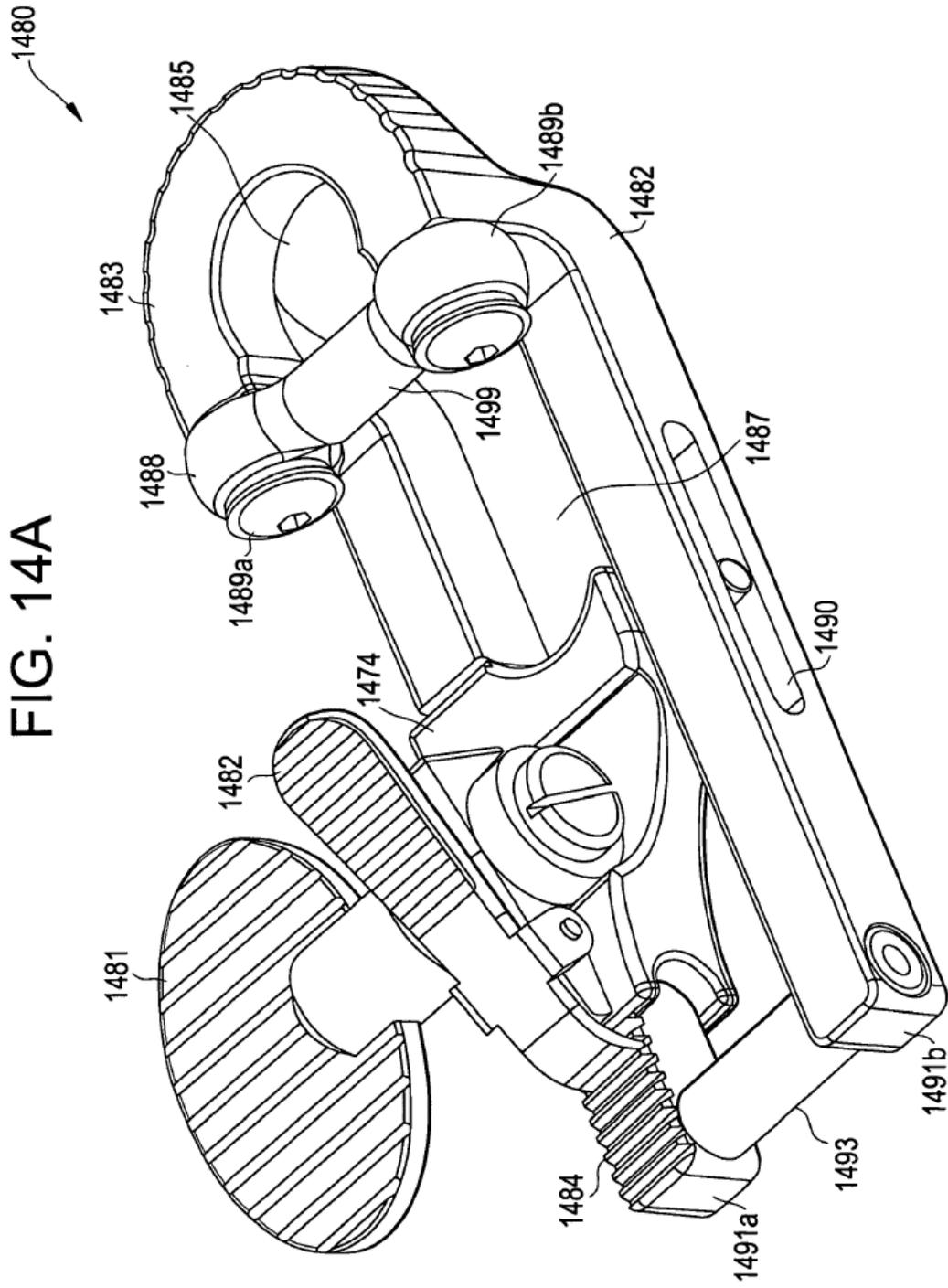


FIG. 14B

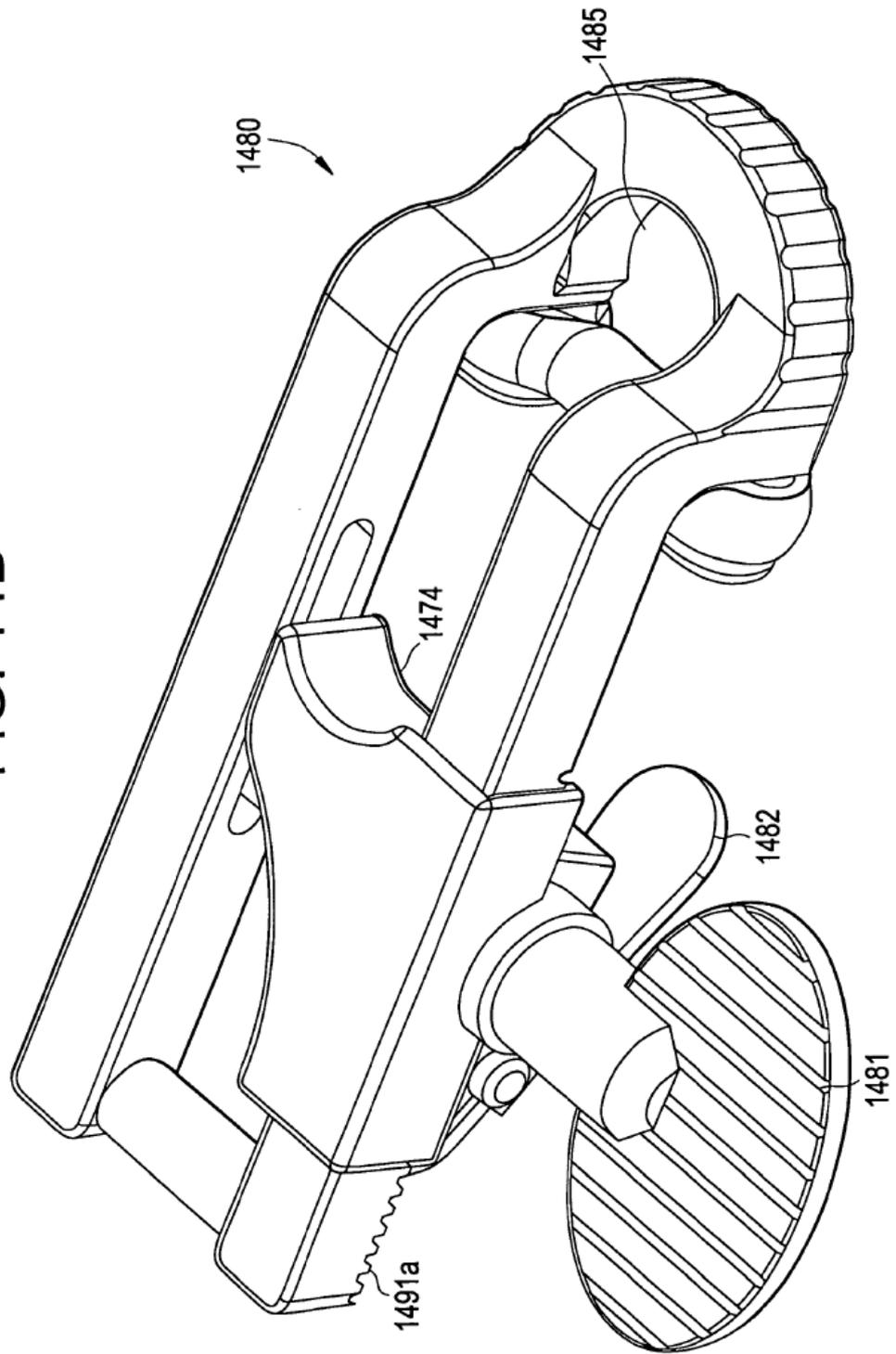


FIG. 14C

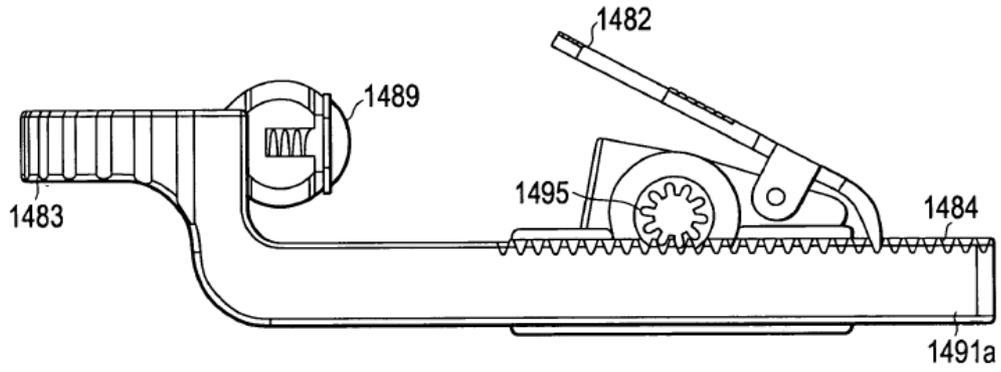


FIG. 14D

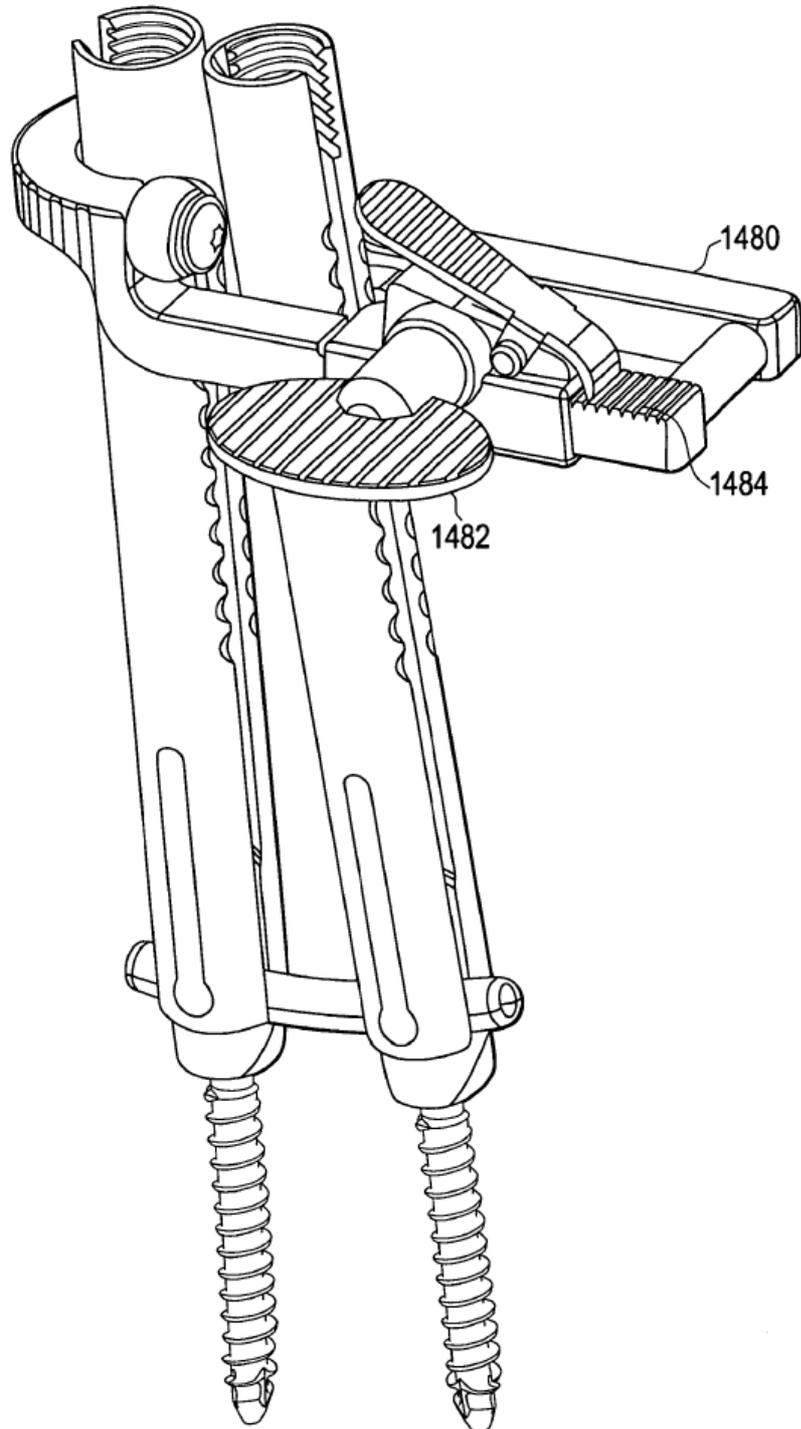


FIG. 14E

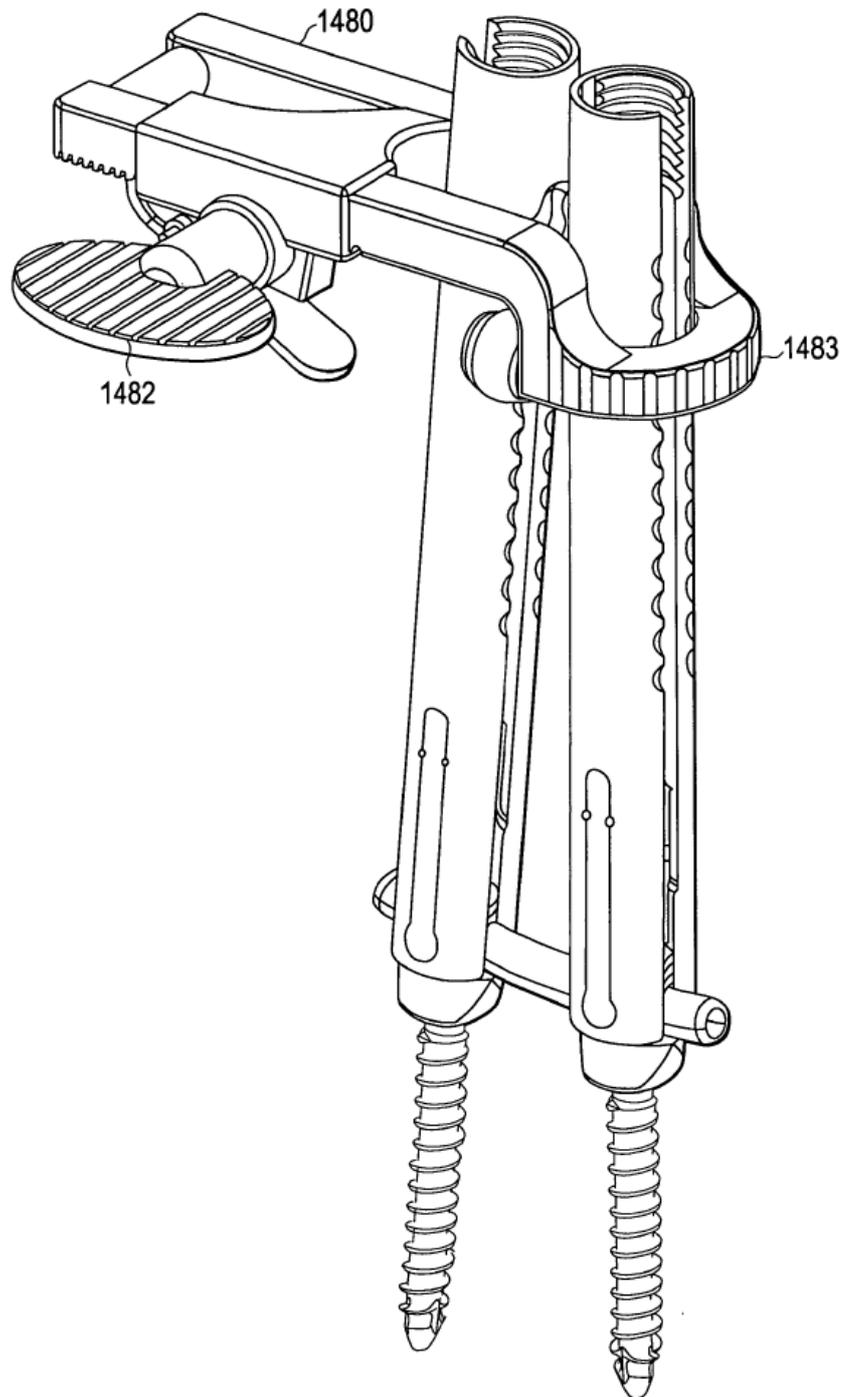


FIG. 15

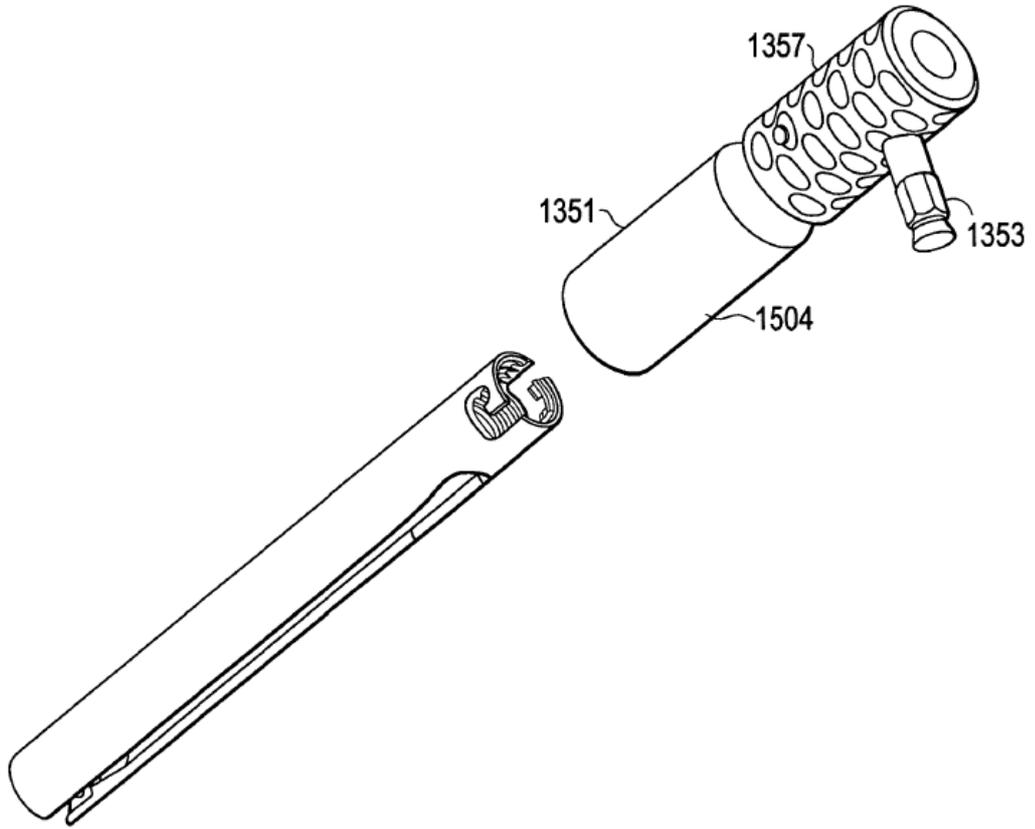


FIG. 16A

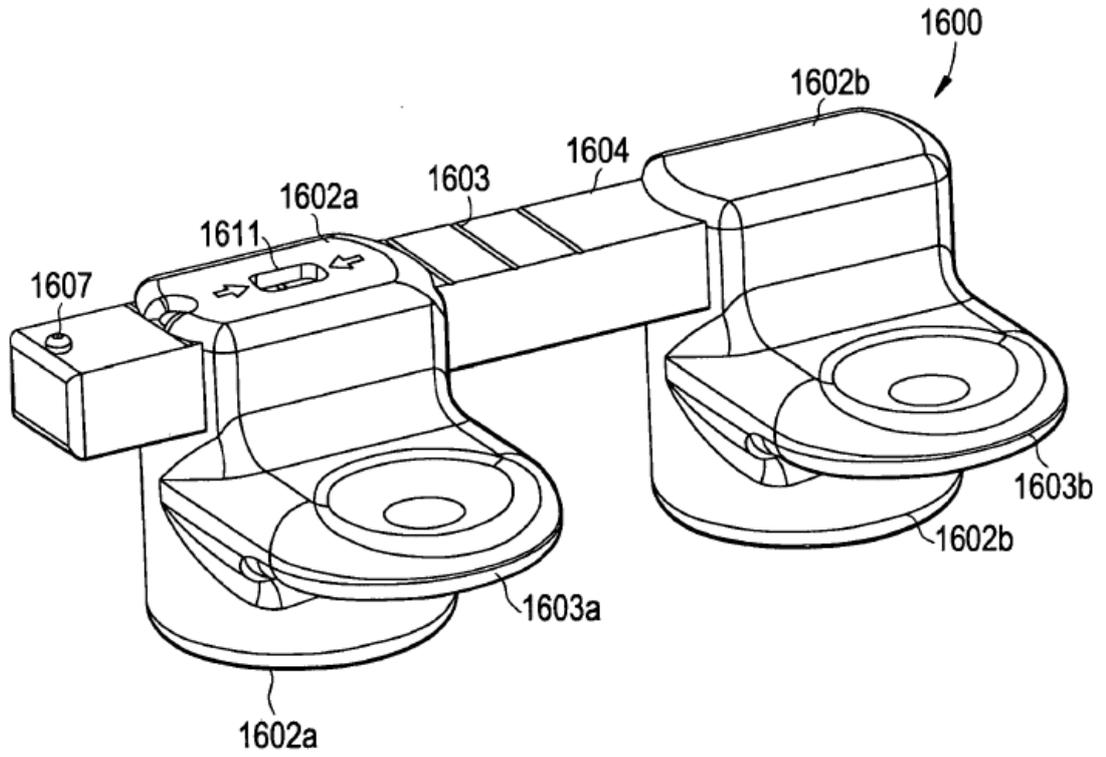


FIG. 16B

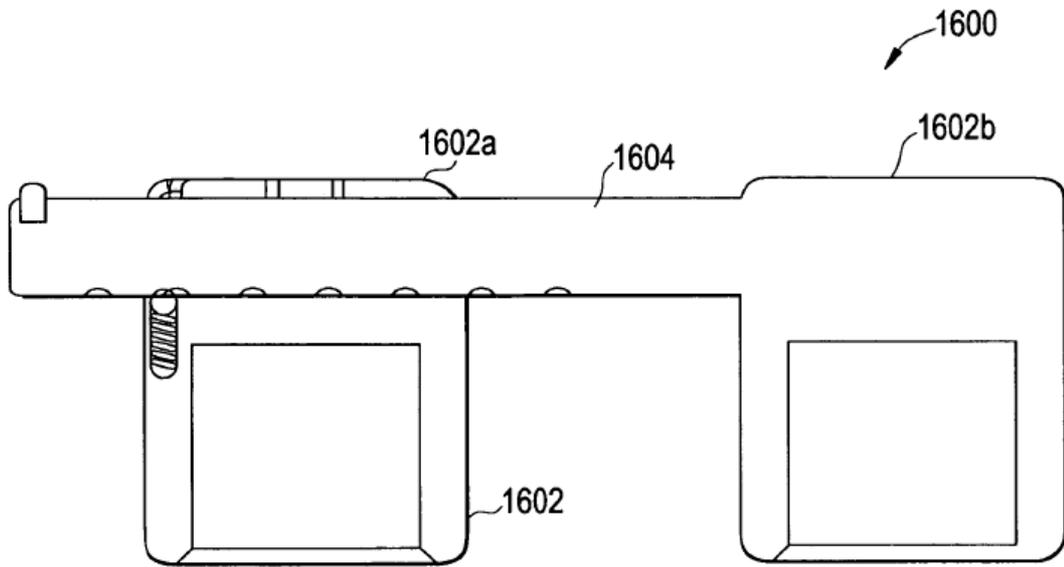


FIG. 16C

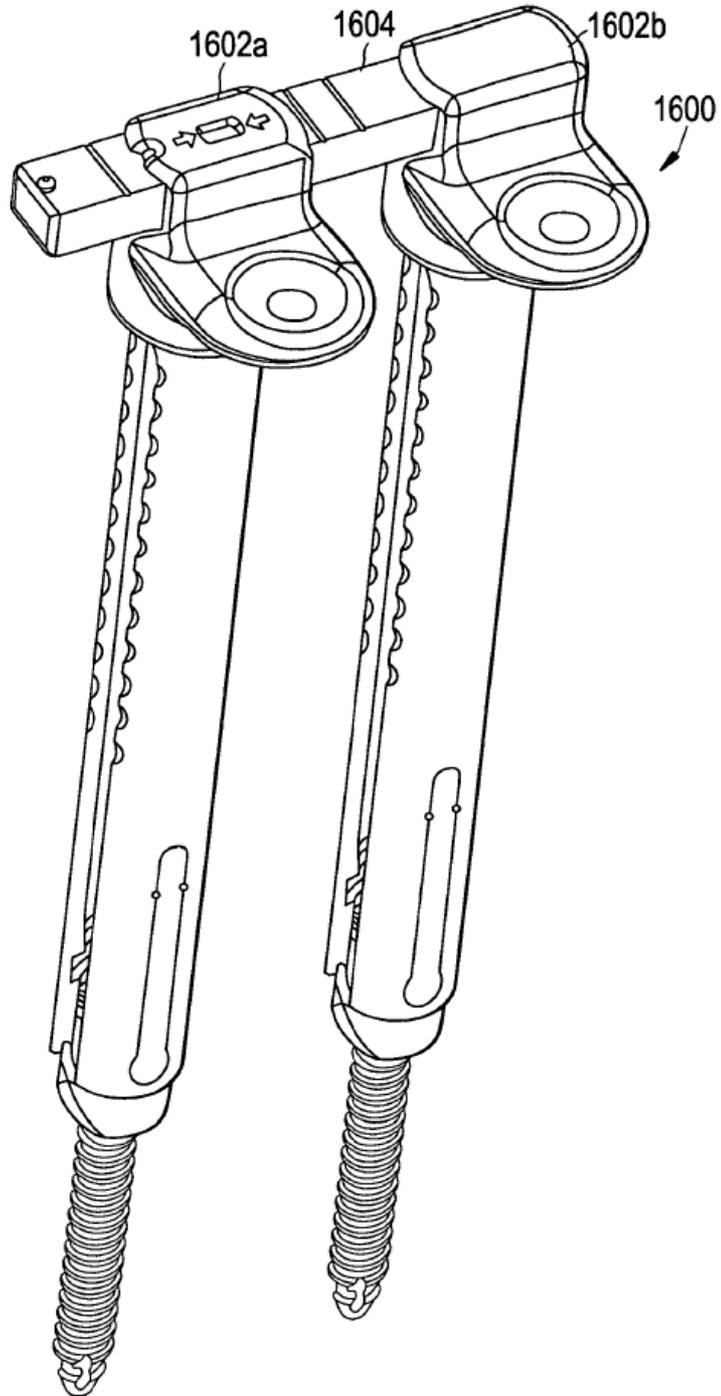


FIG. 17A

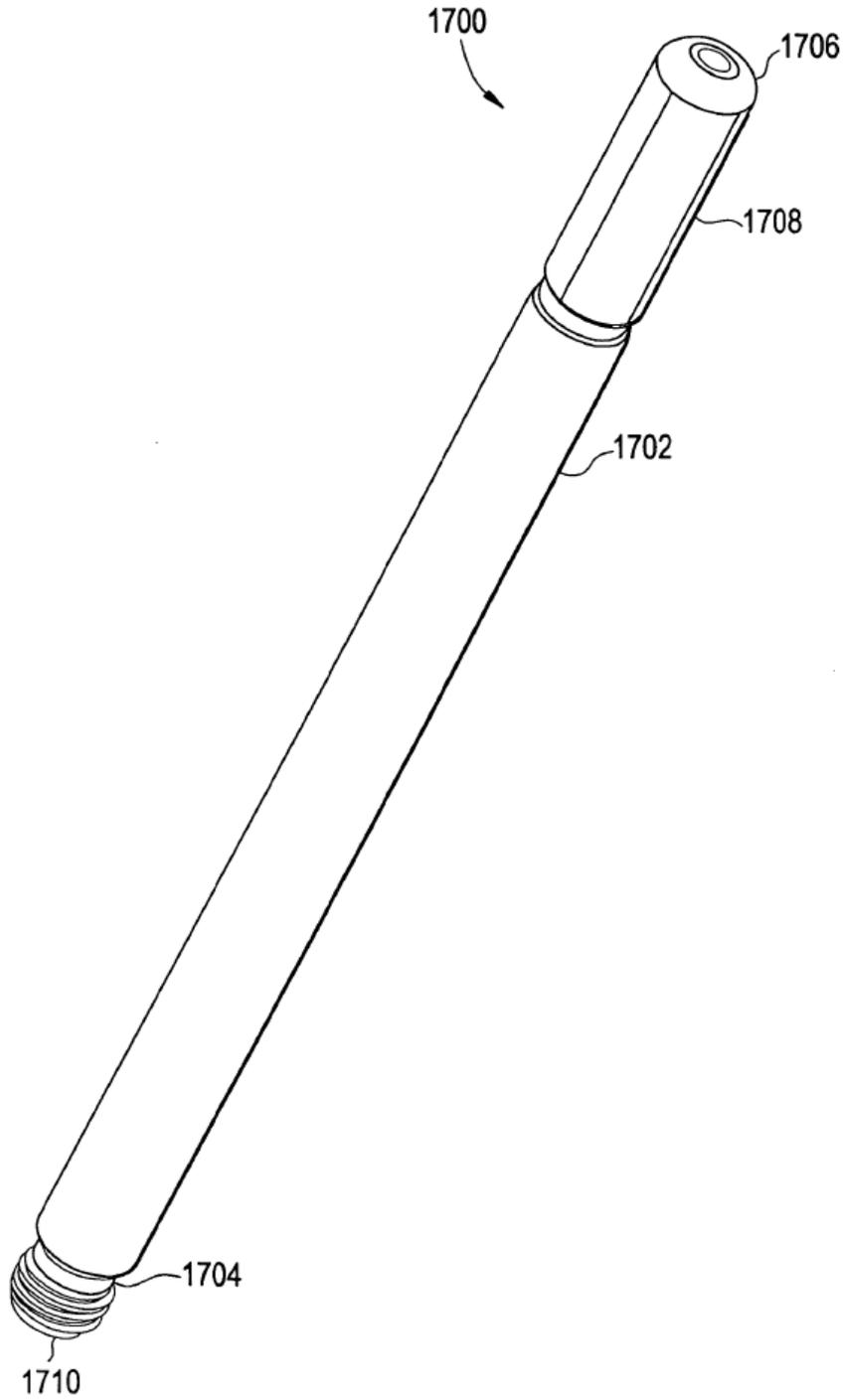


FIG. 17B

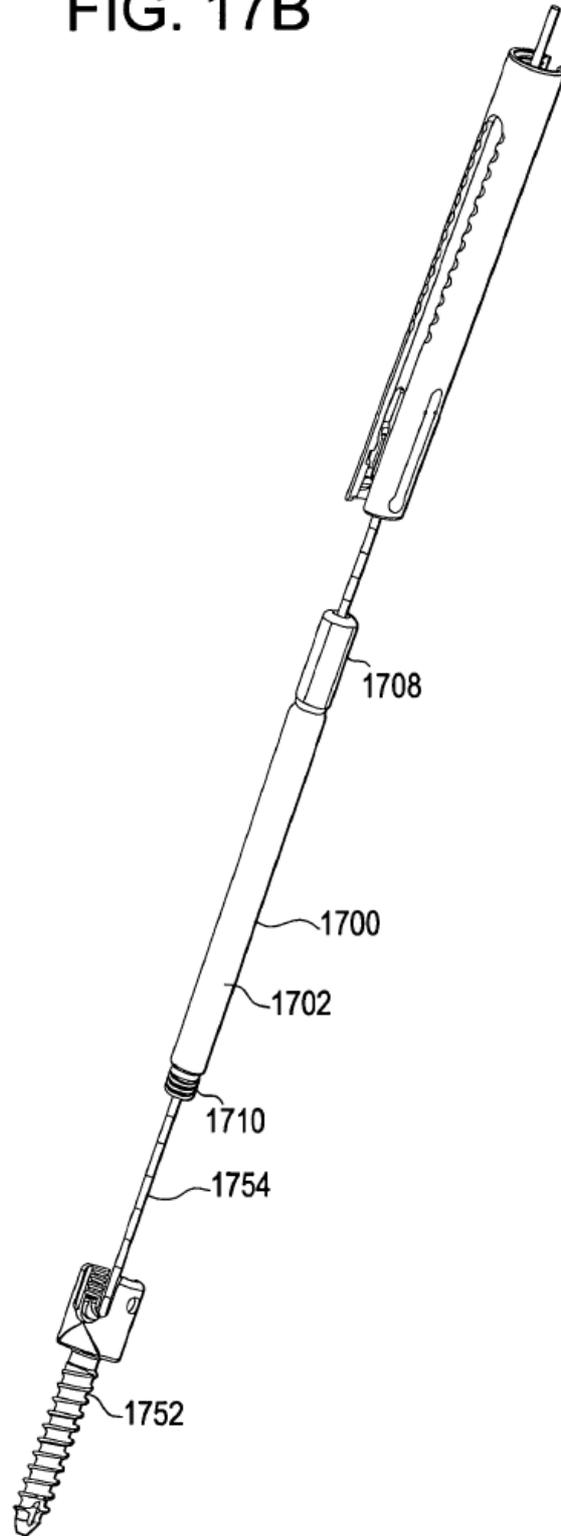


FIG. 17C

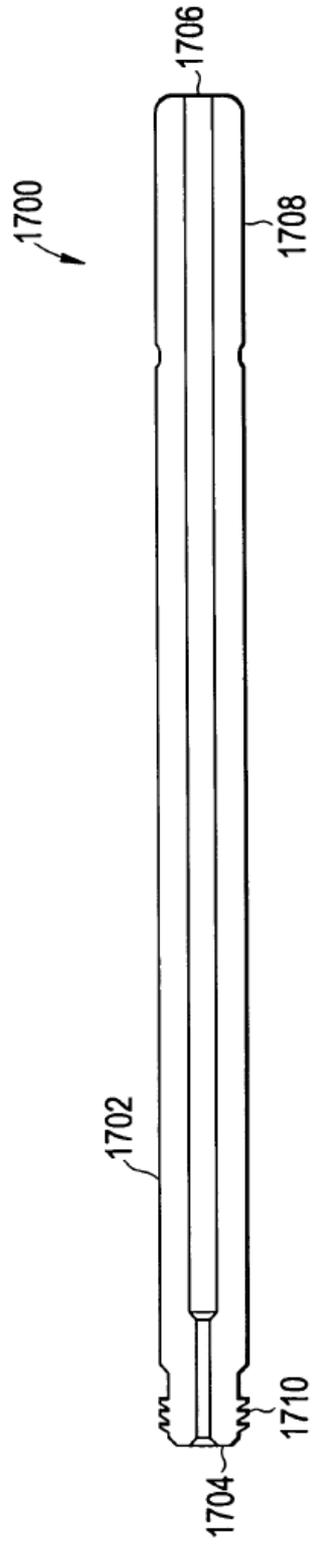


FIG. 18A

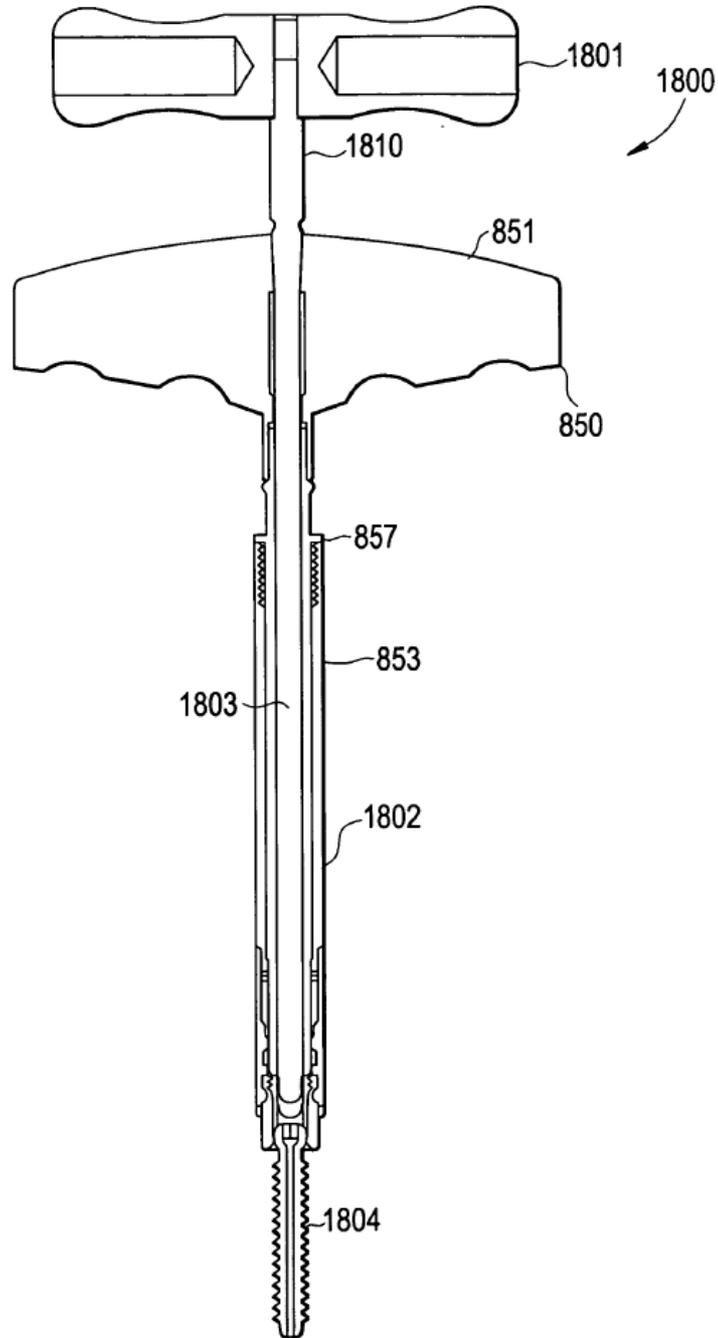


FIG. 18B

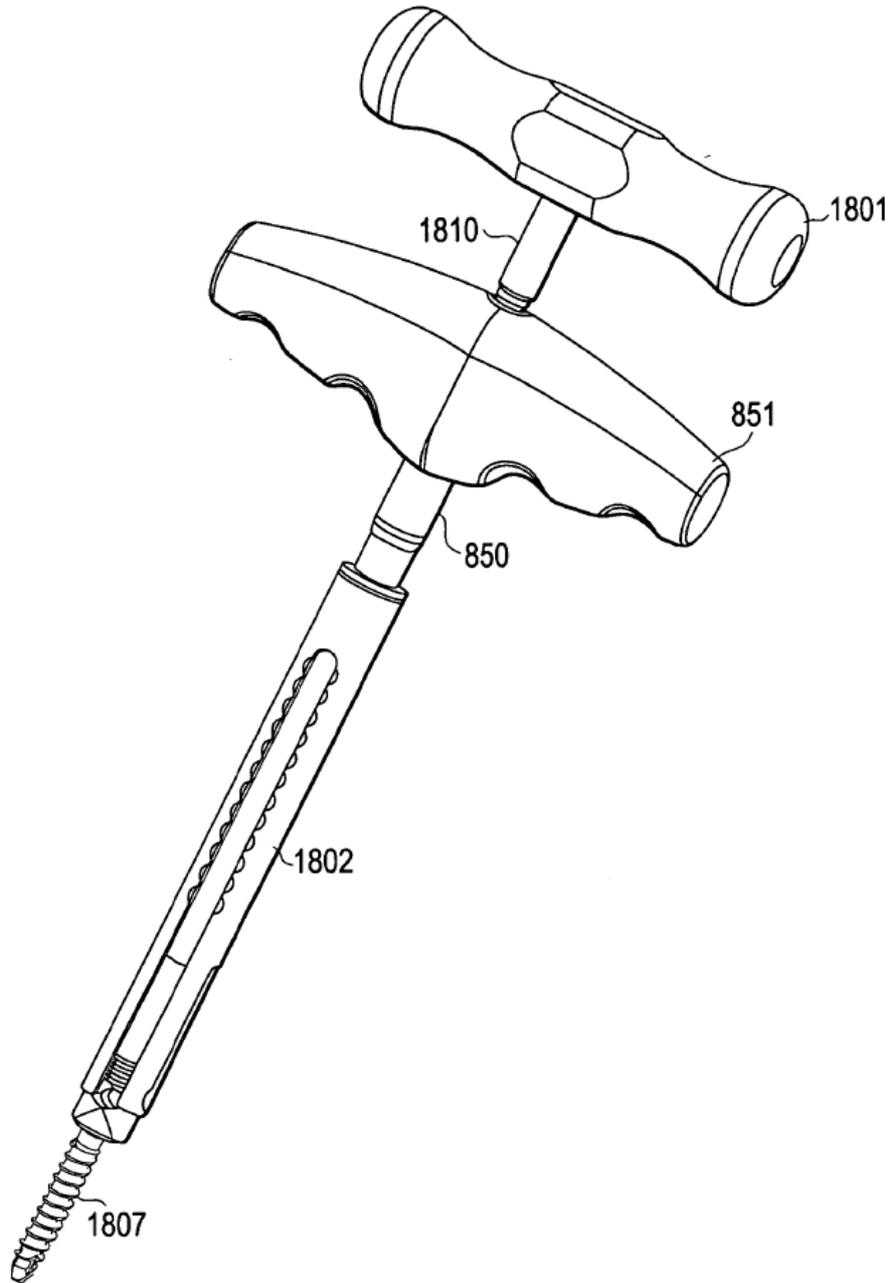


FIG. 18C

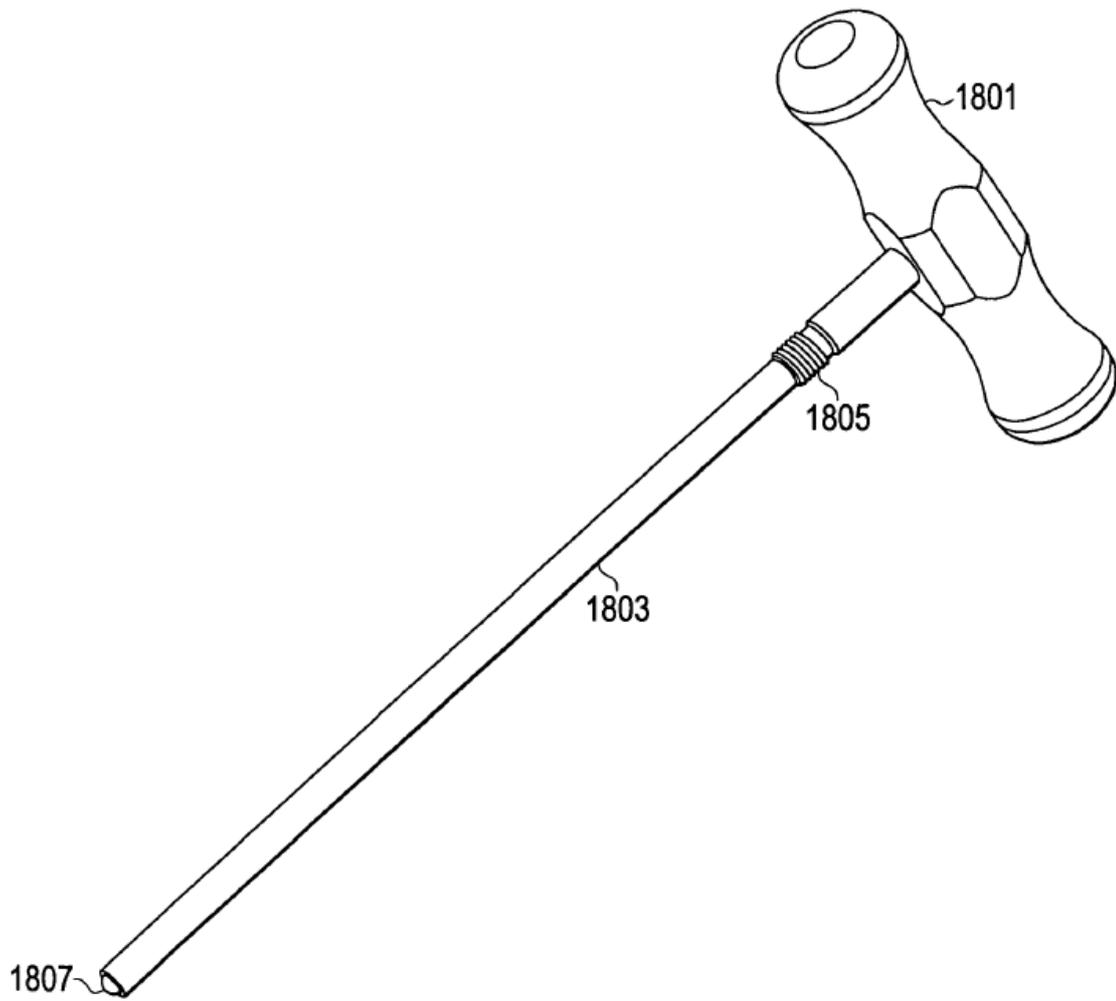


FIG. 19A

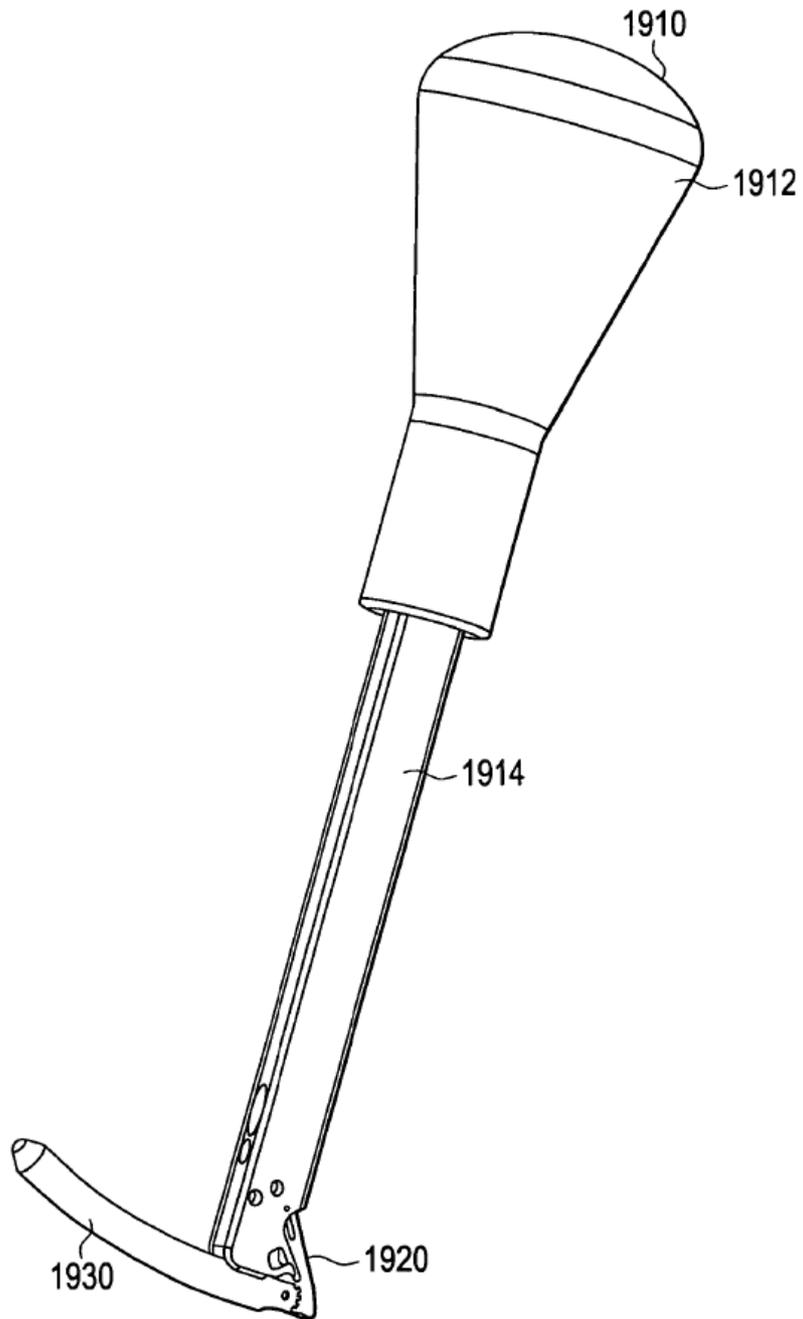


FIG. 19B

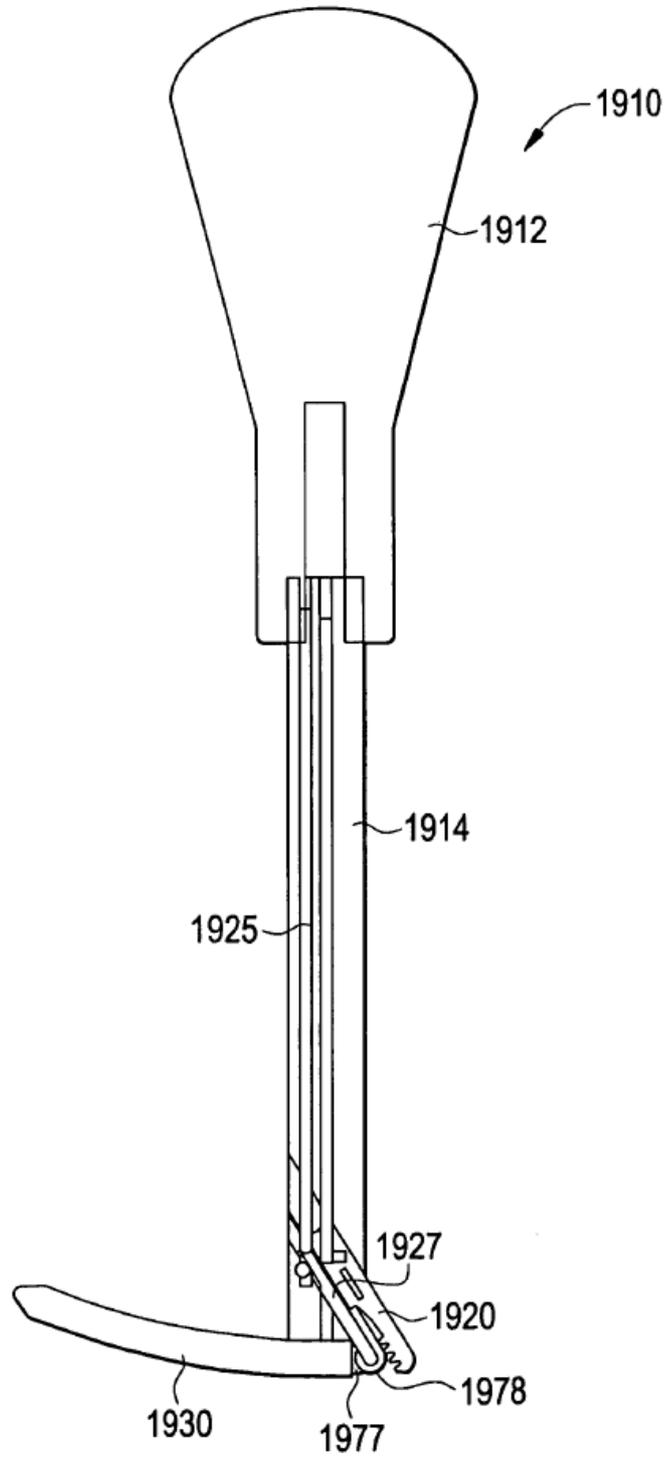


FIG. 19C

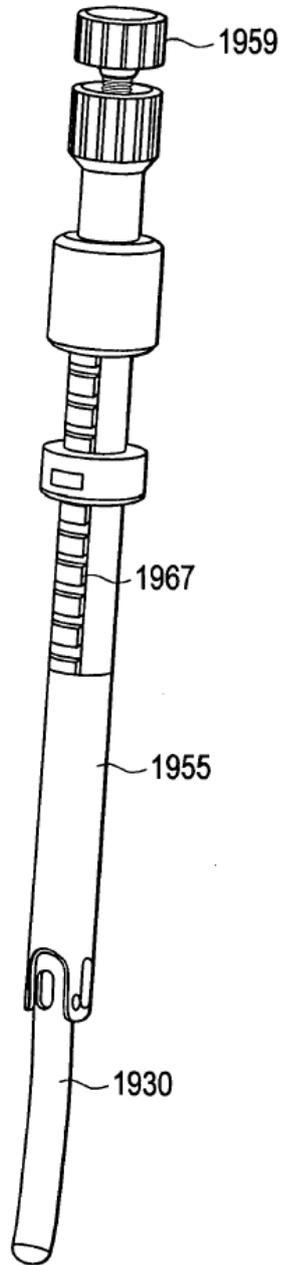


FIG. 19D

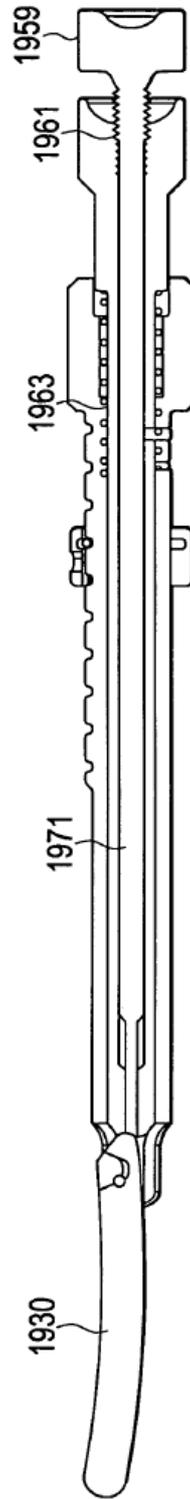


FIG. 19E

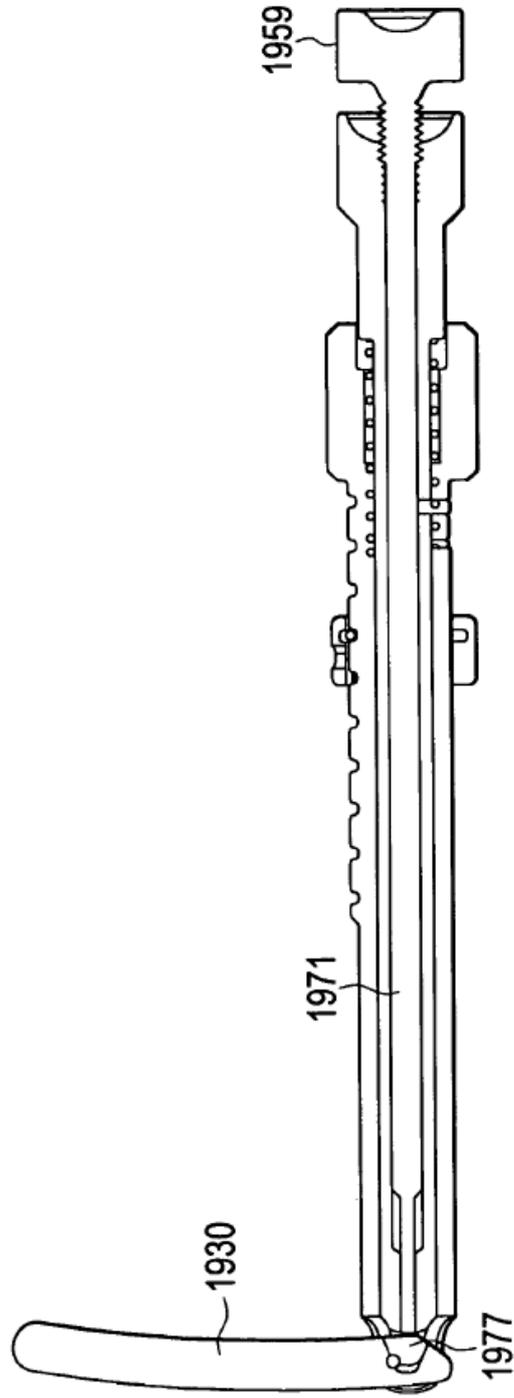


FIG. 19F

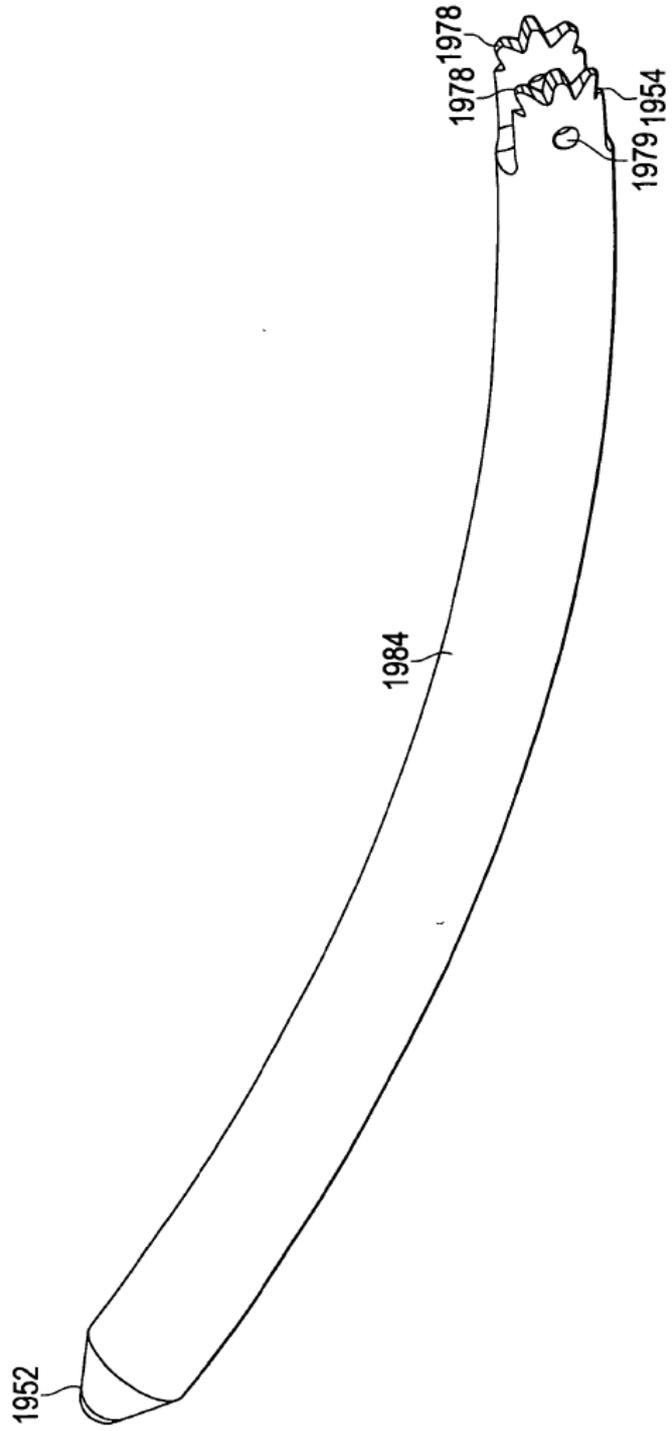


FIG. 20A

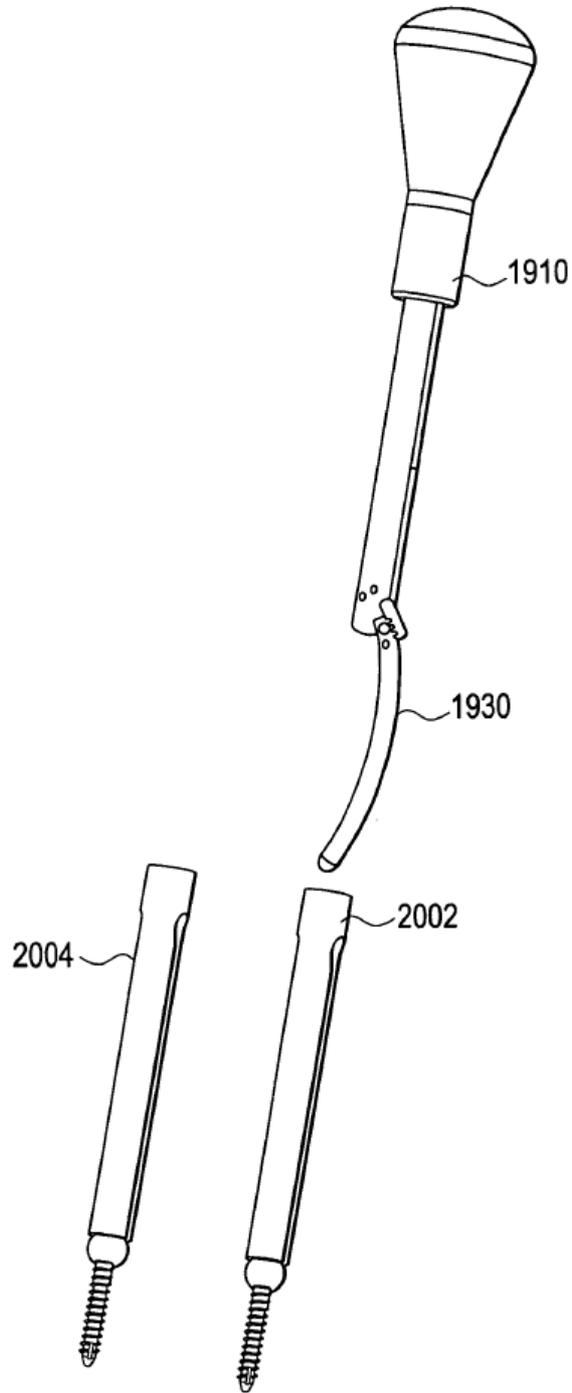


FIG. 20B

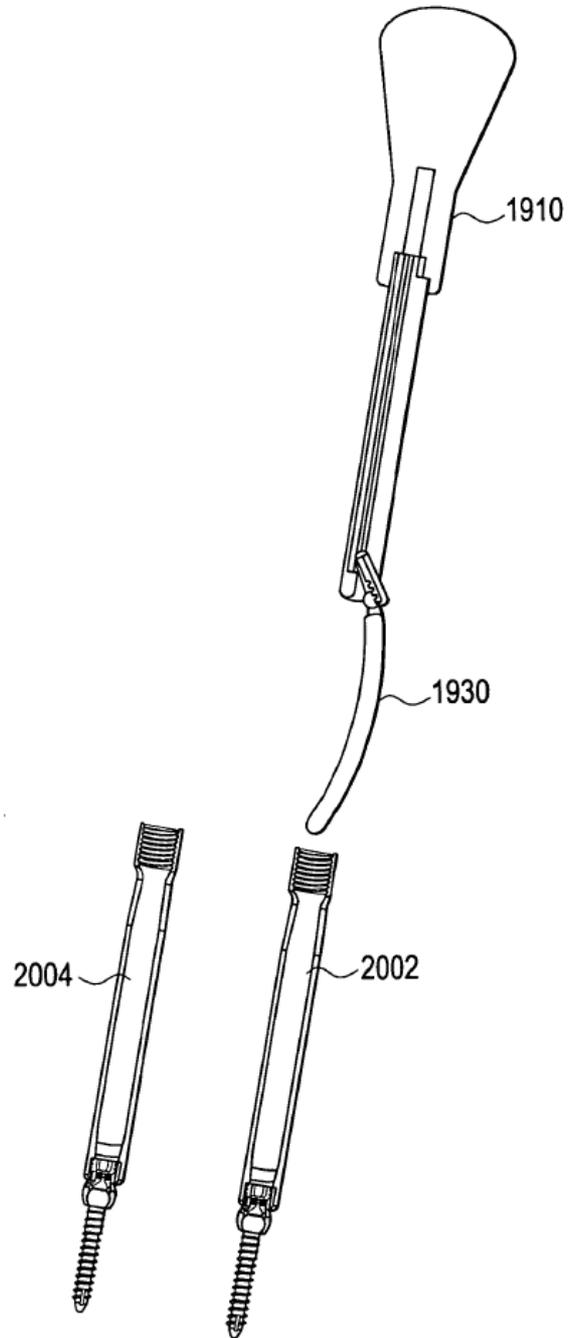


FIG. 20C

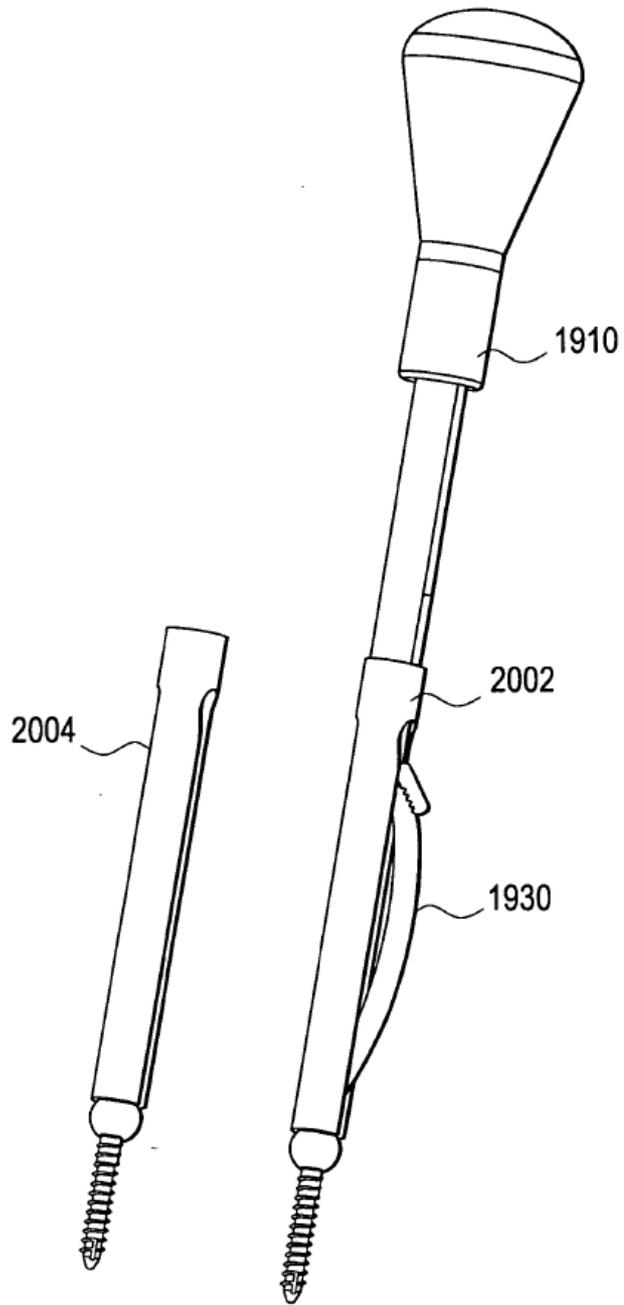


FIG. 20D

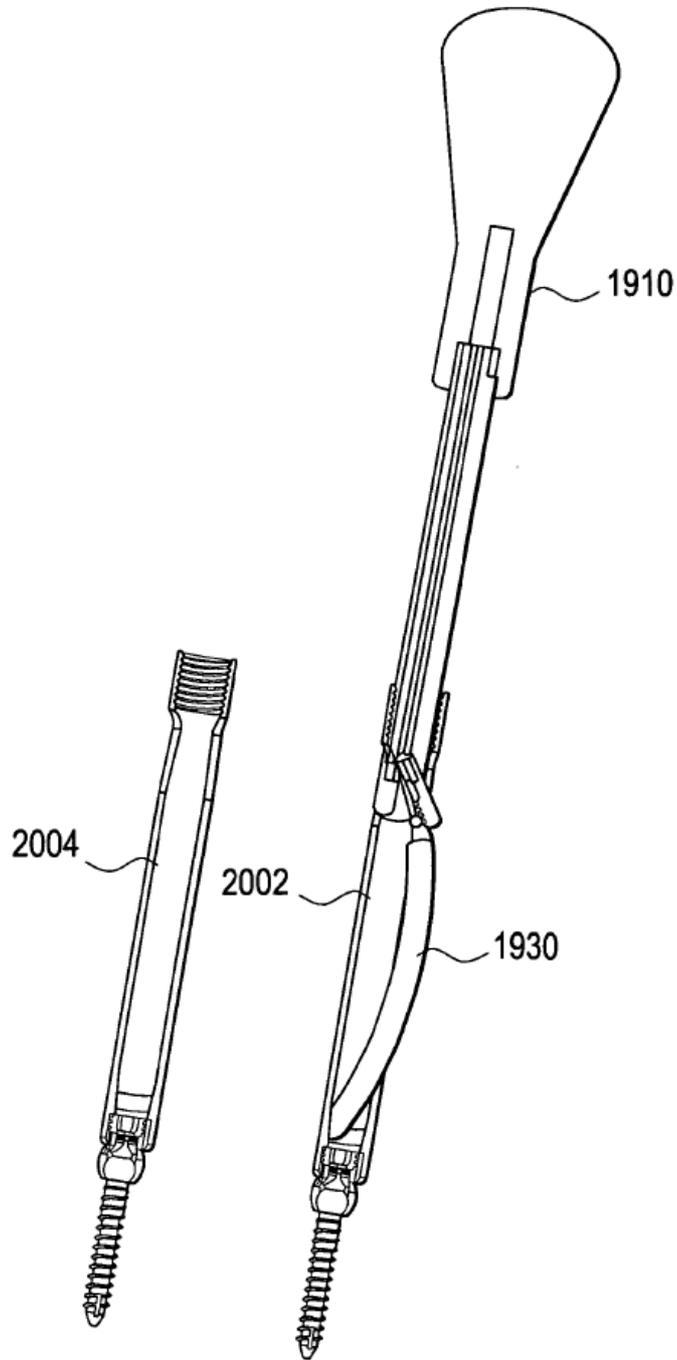


FIG. 20E

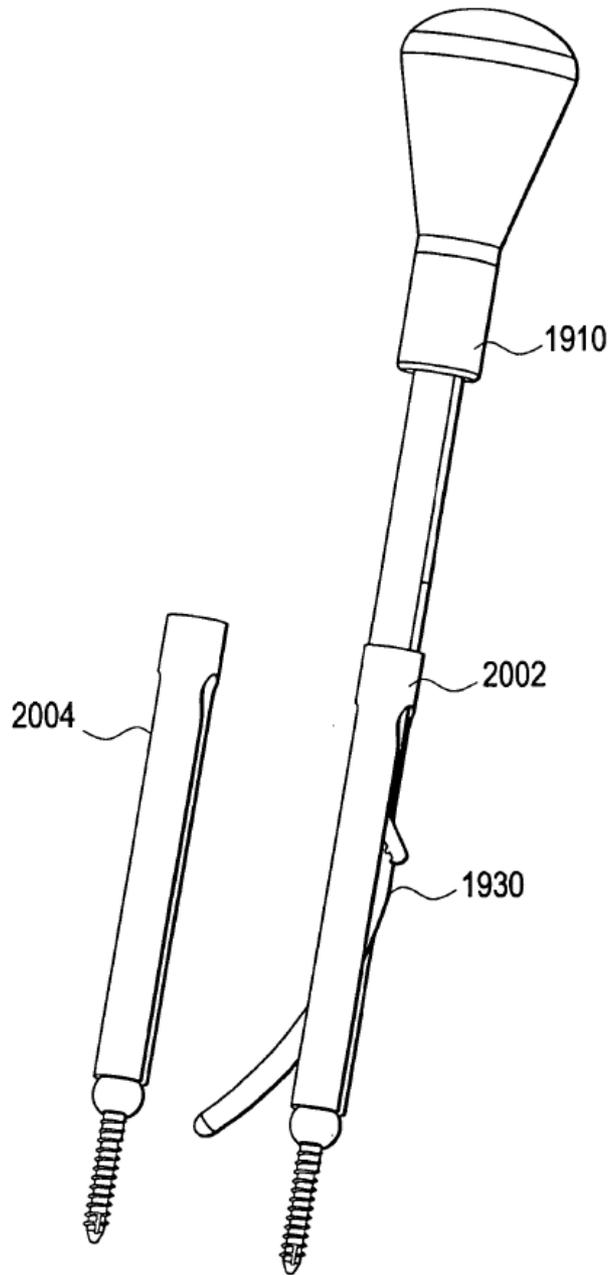


FIG. 20F

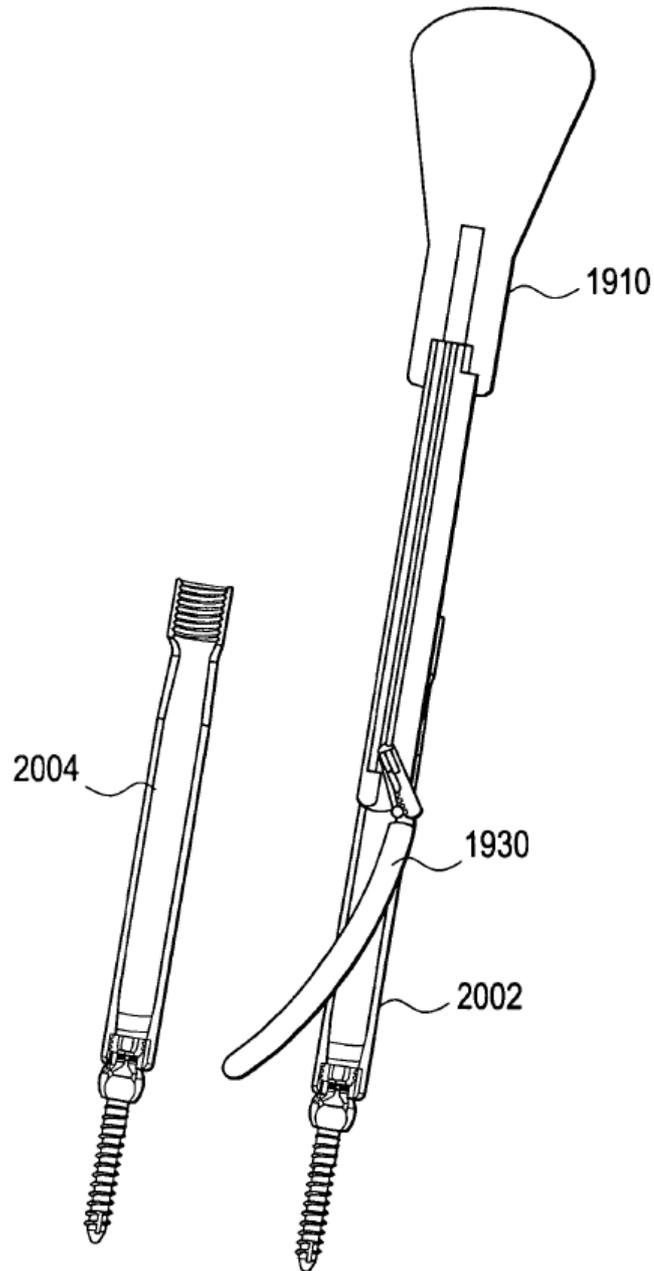


FIG. 20G

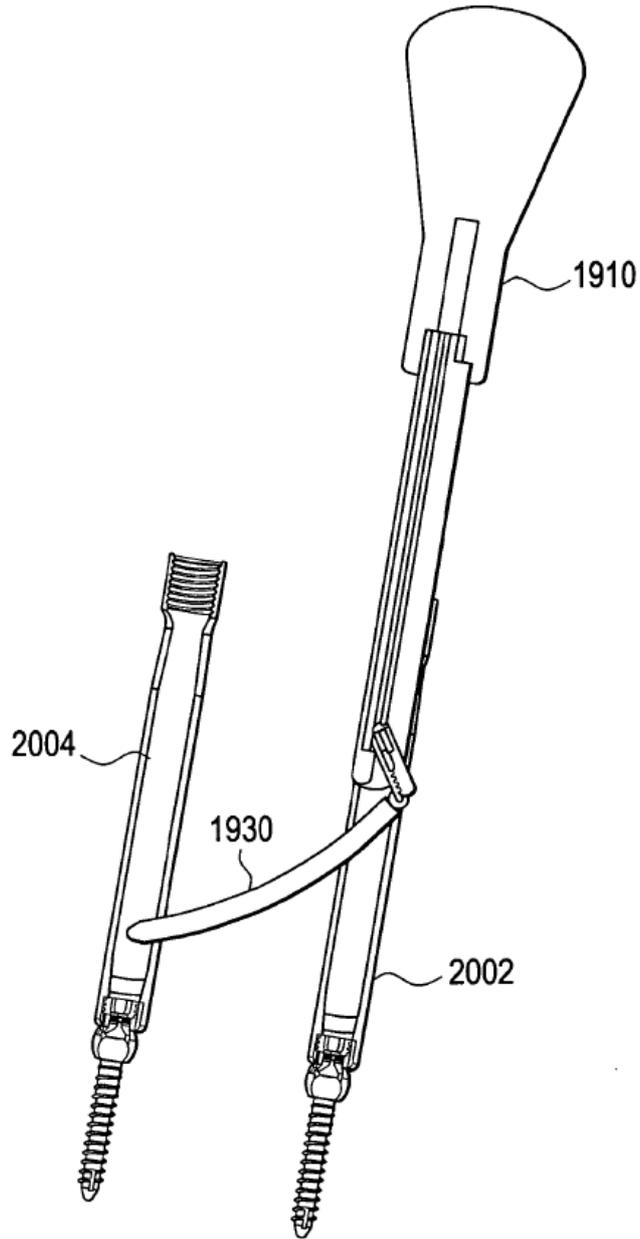


FIG. 20H

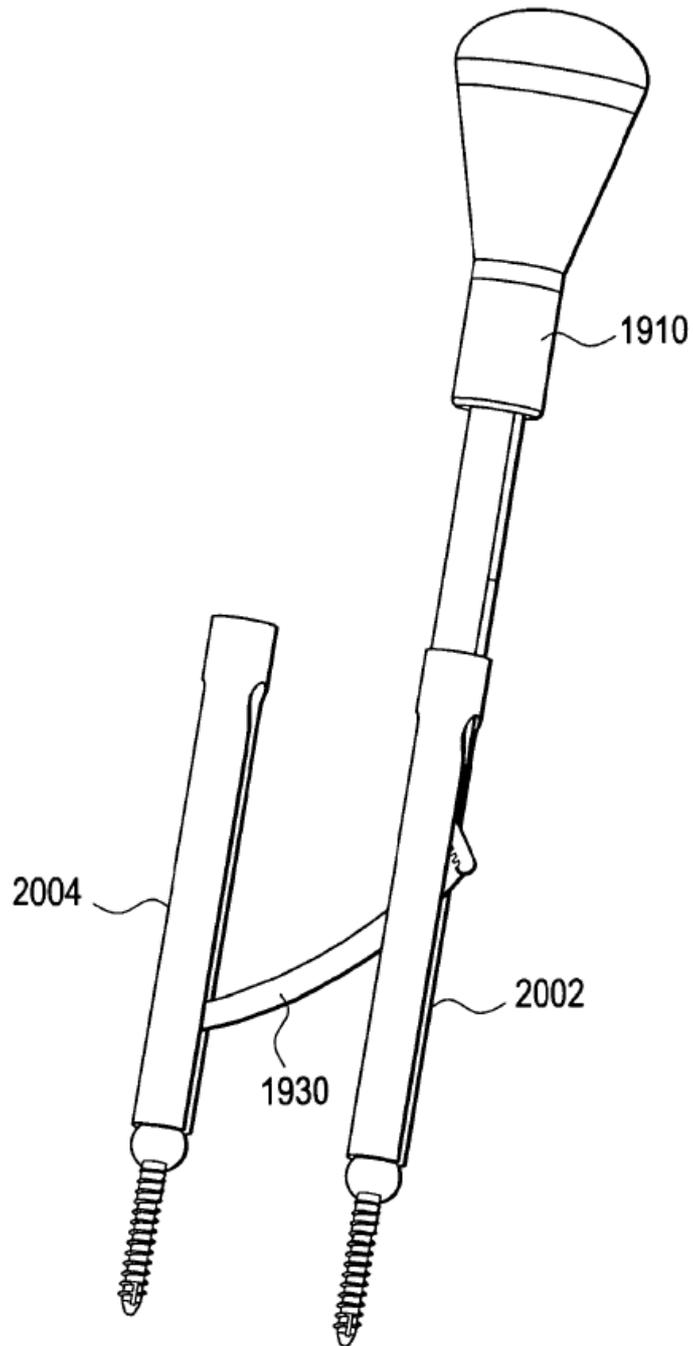


FIG. 20I

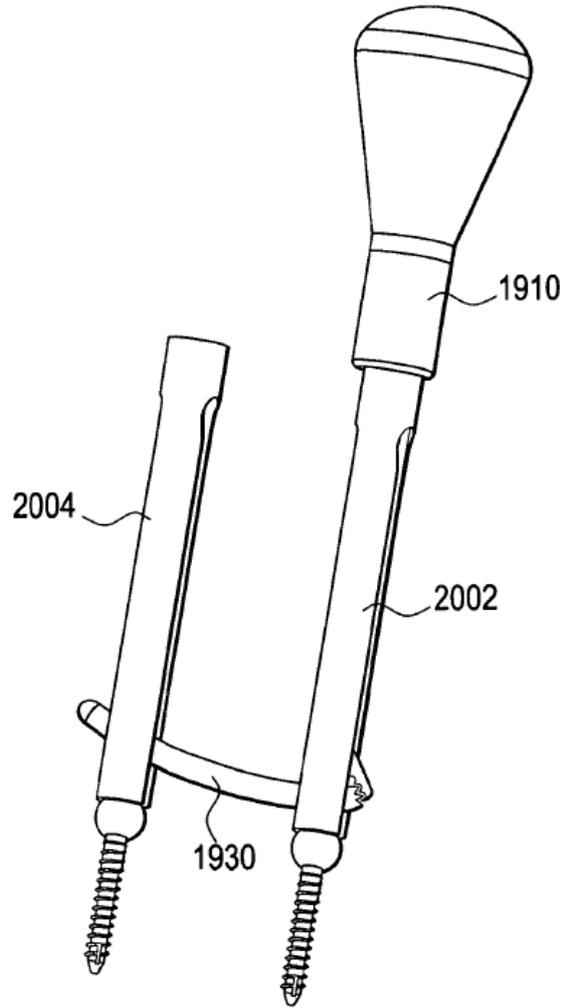


FIG. 20J

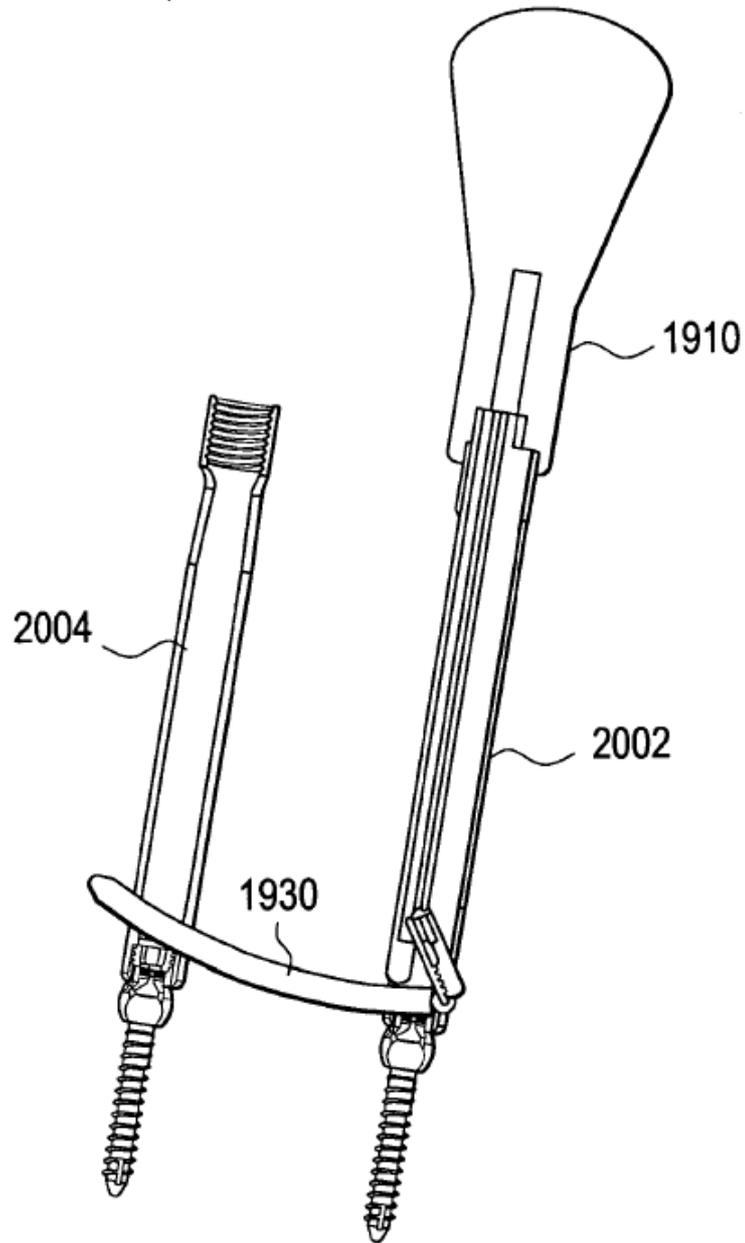


FIG. 20K

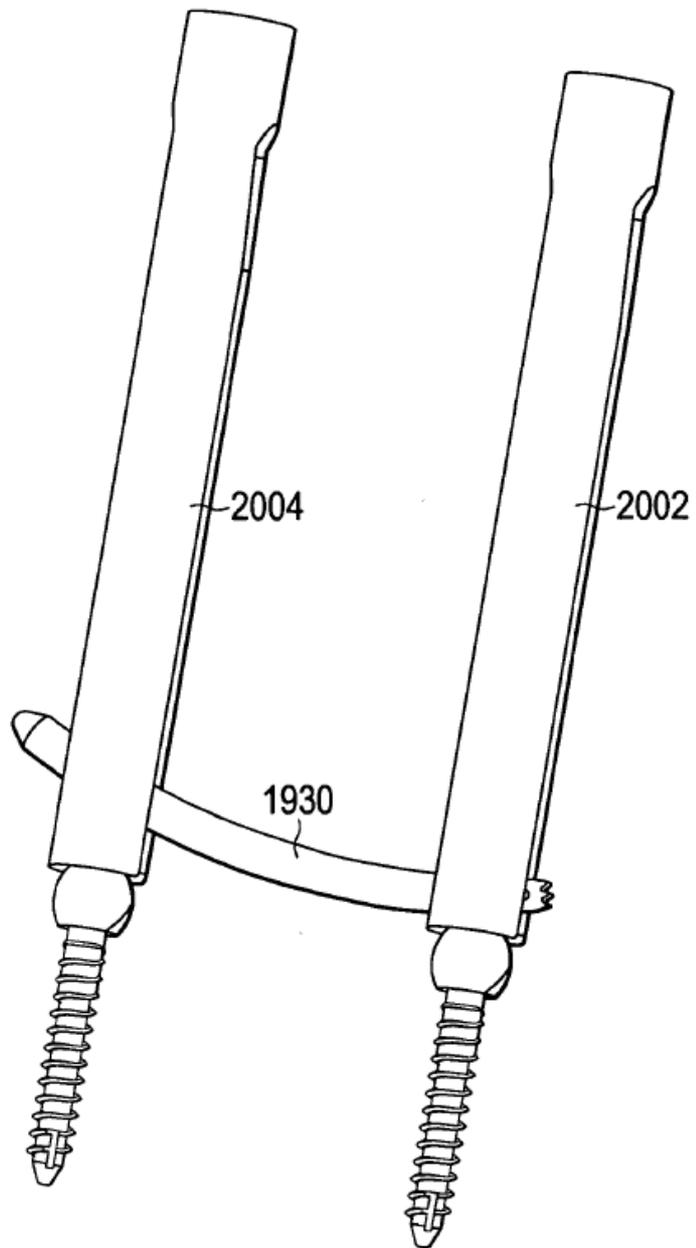


FIG. 20L

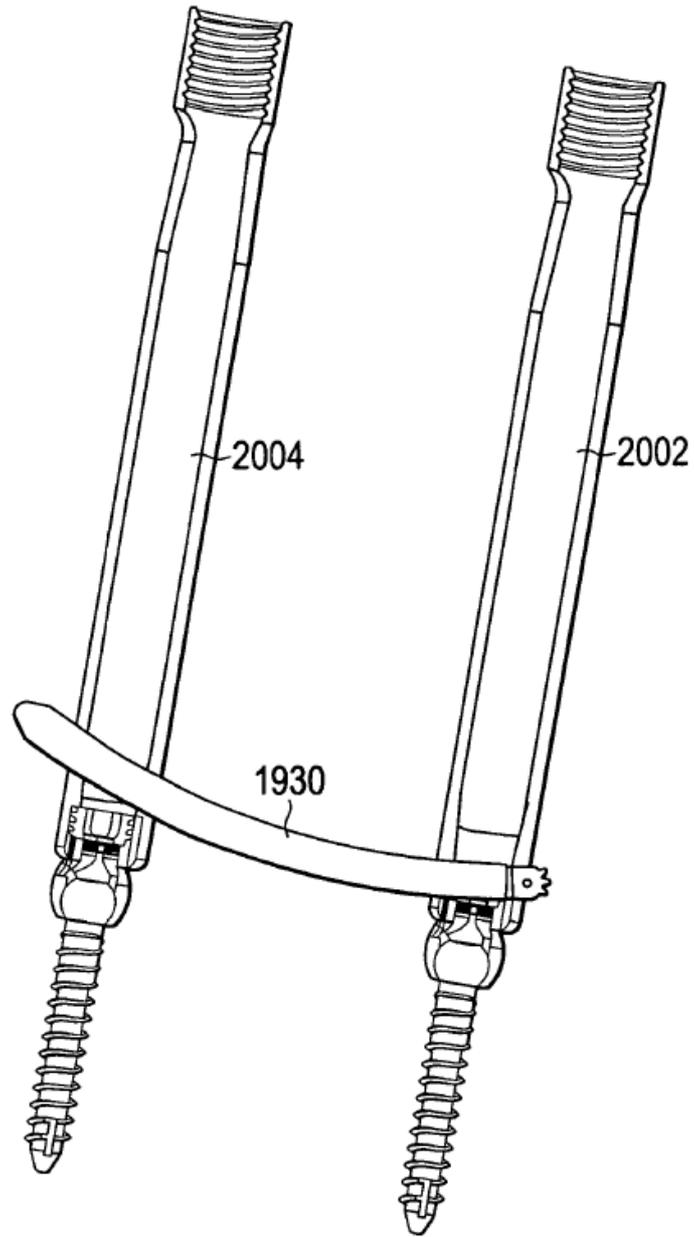


FIG. 20M

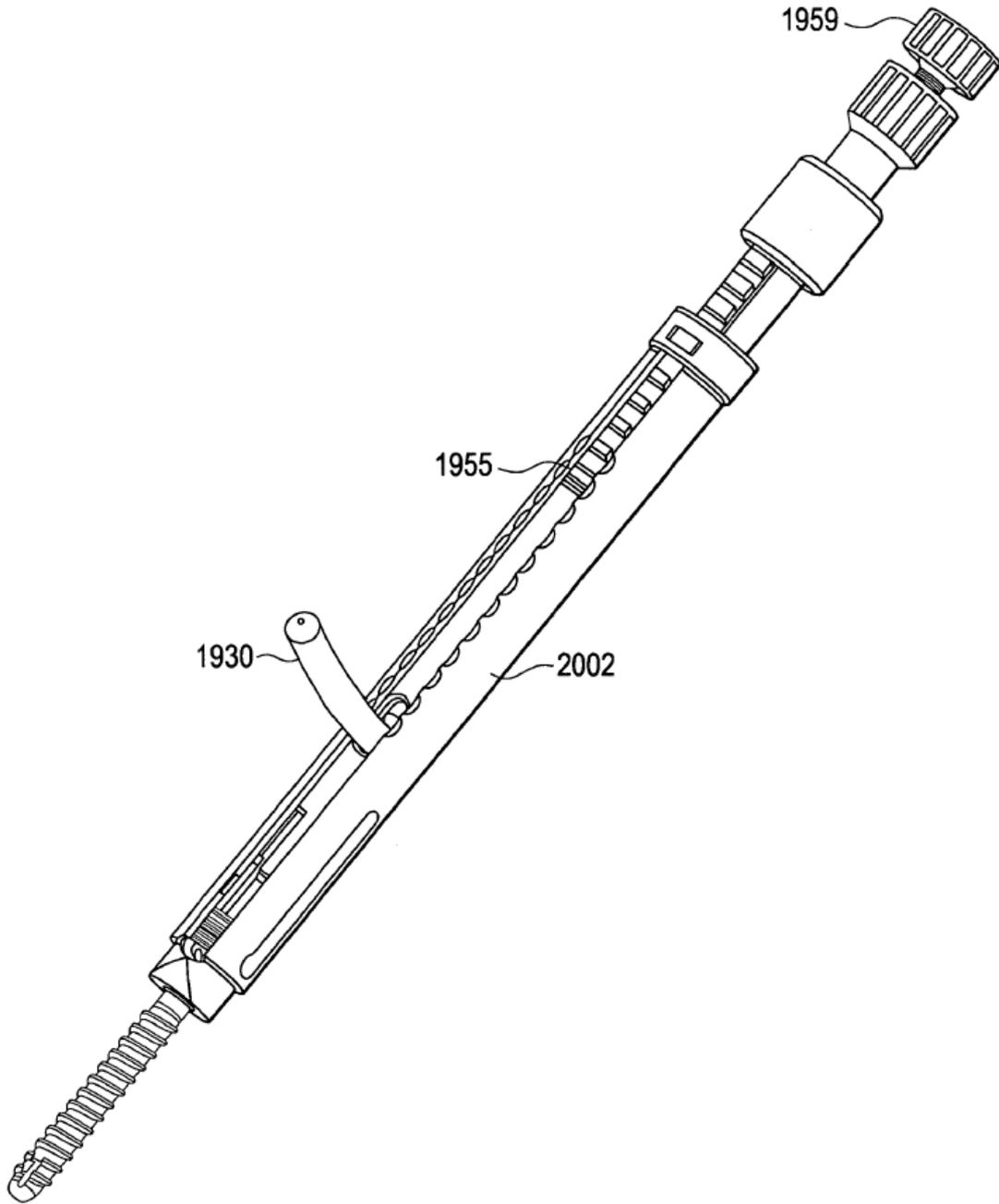


FIG. 20N

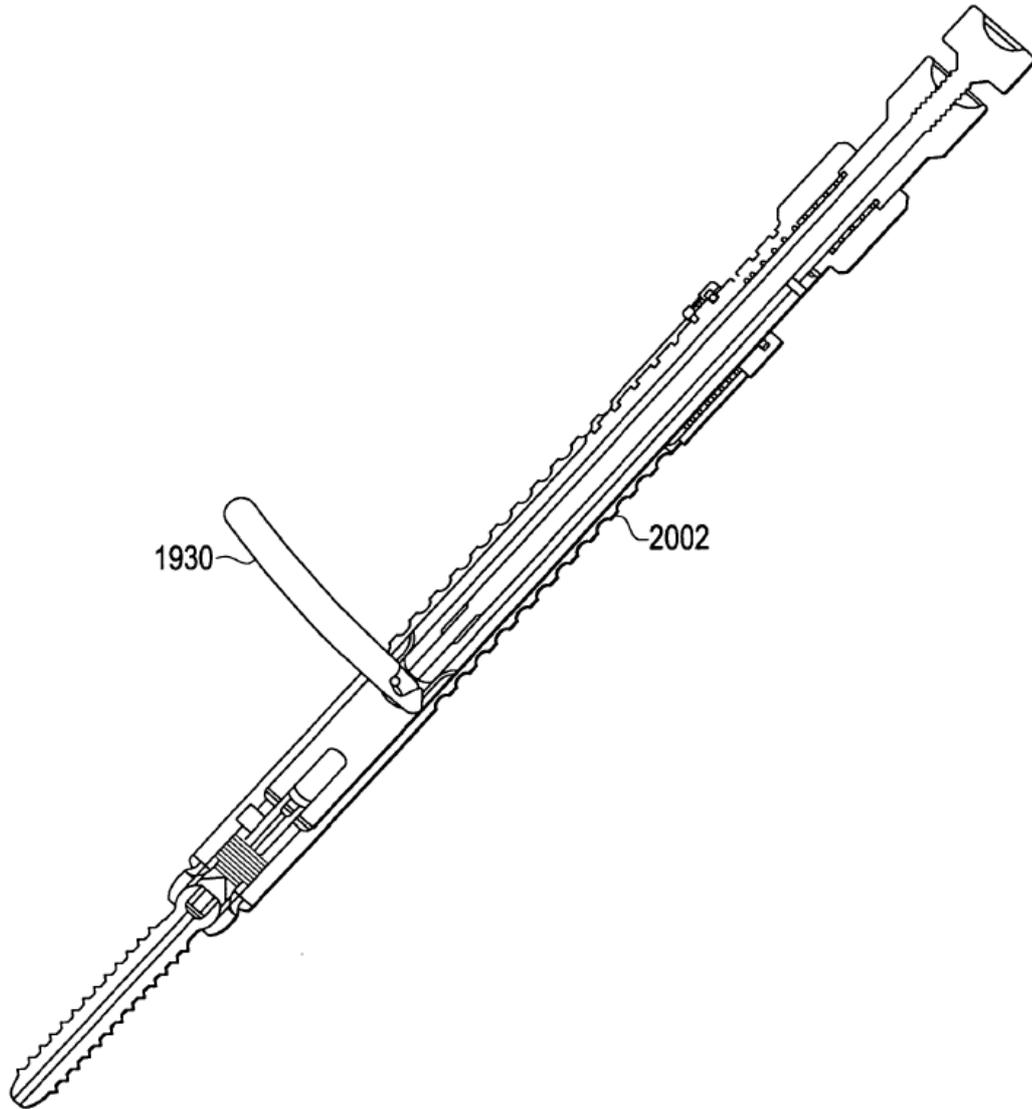


FIG. 200

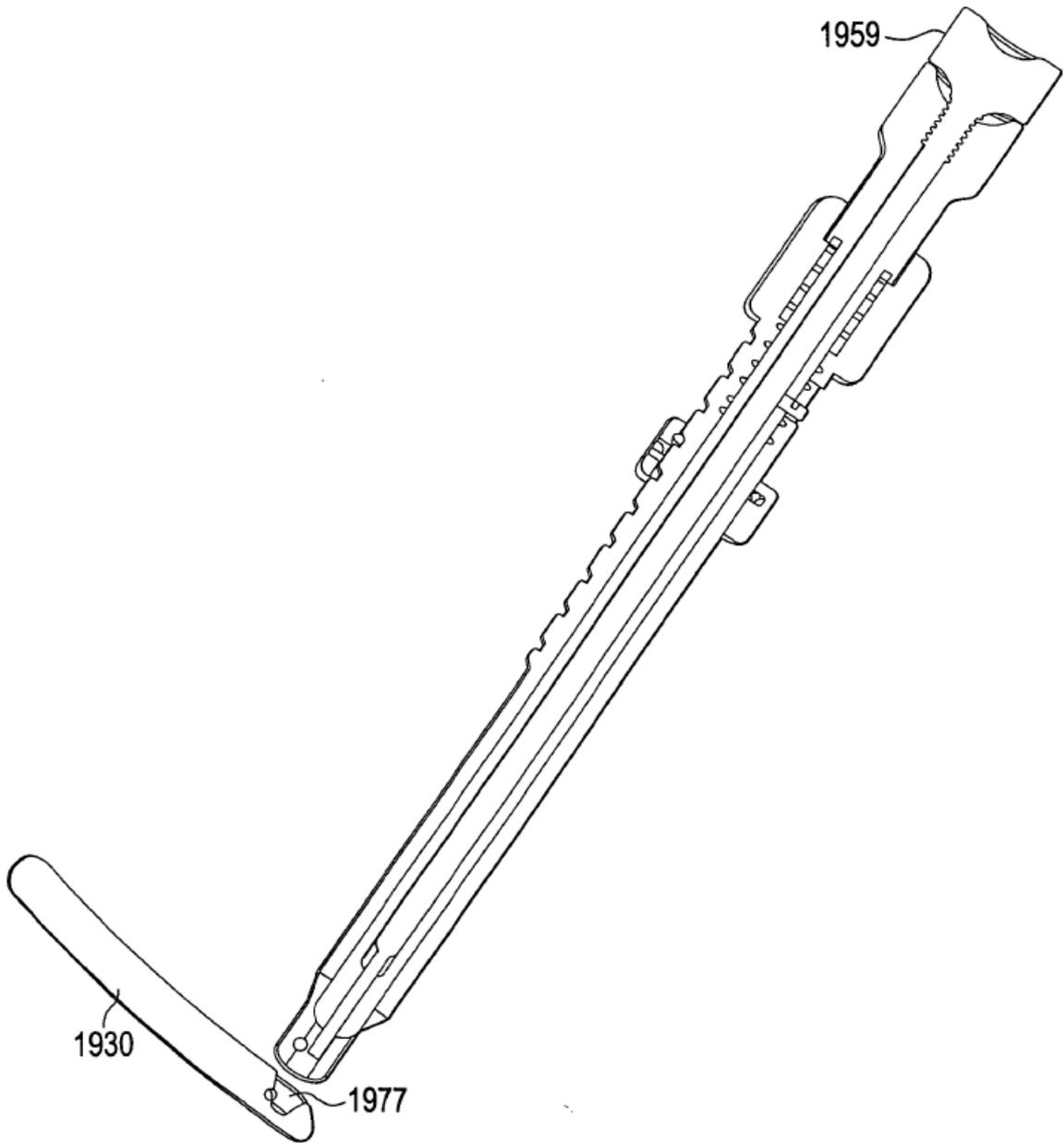


FIG. 21A

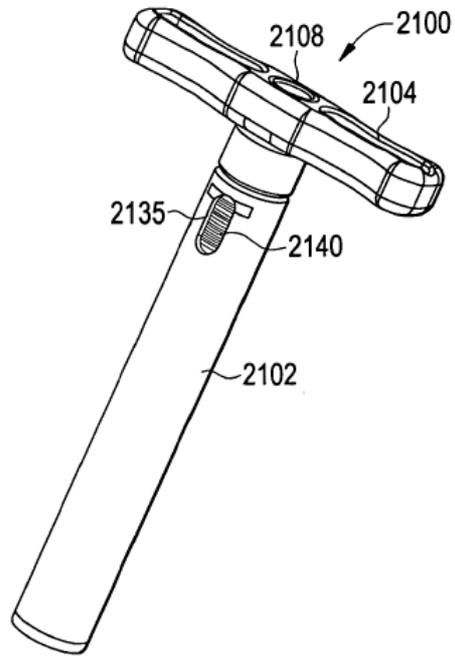


FIG. 21B

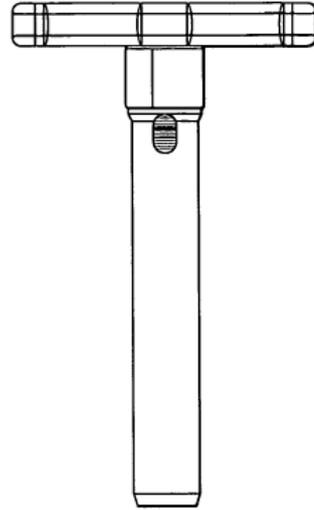


FIG. 21C

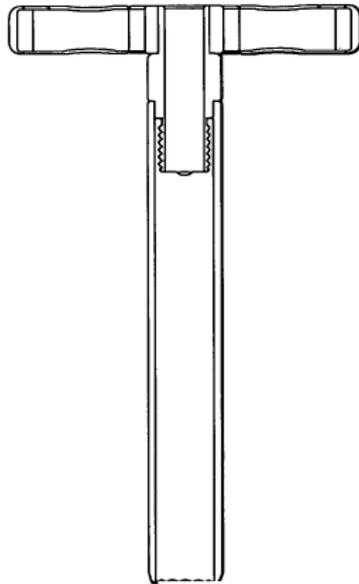


FIG. 21D

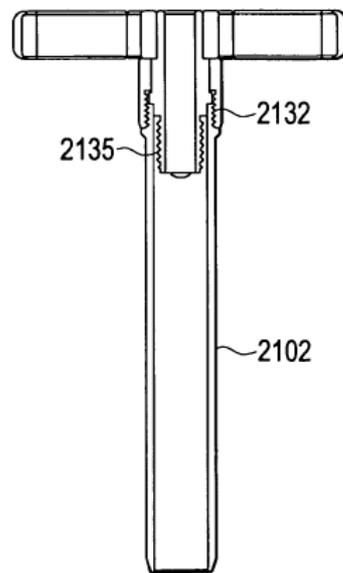


FIG. 21E

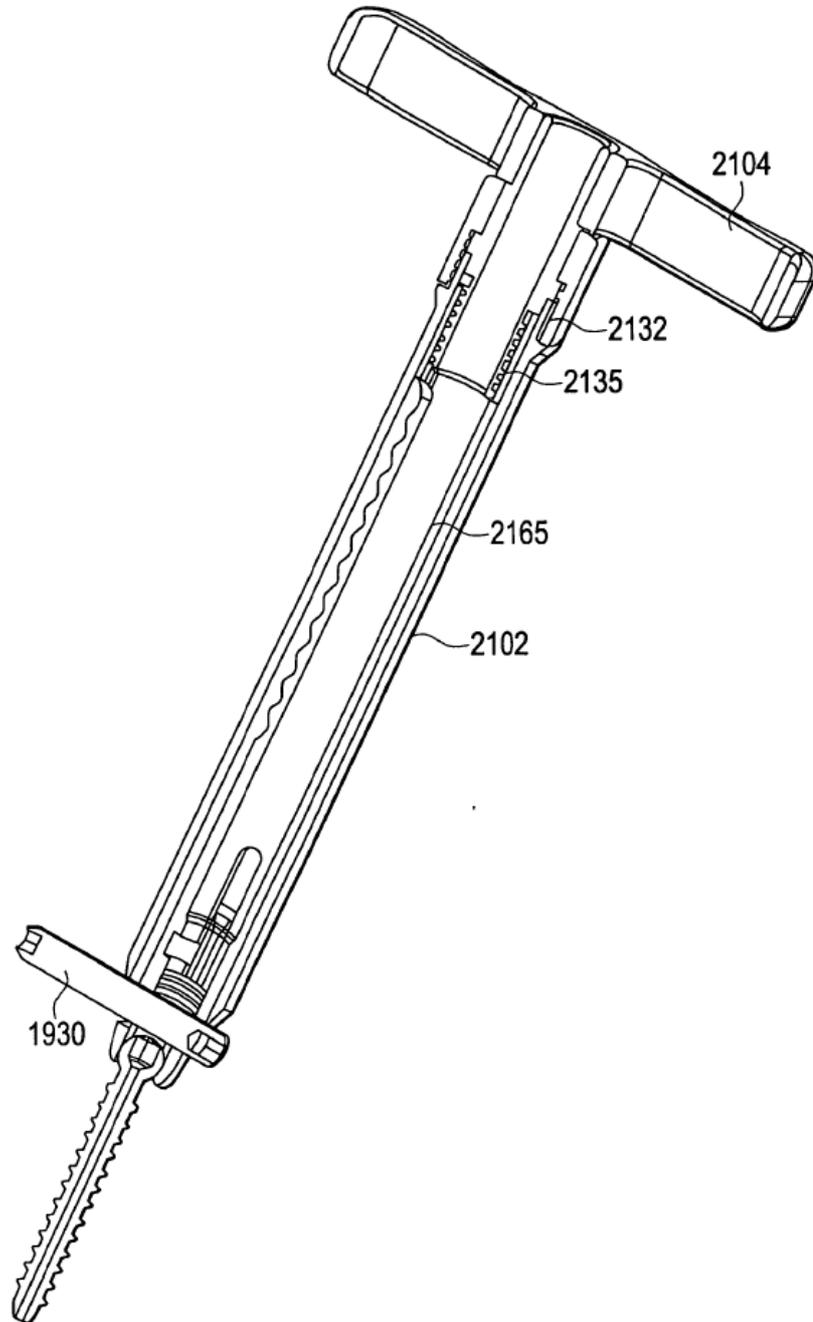


FIG. 22A

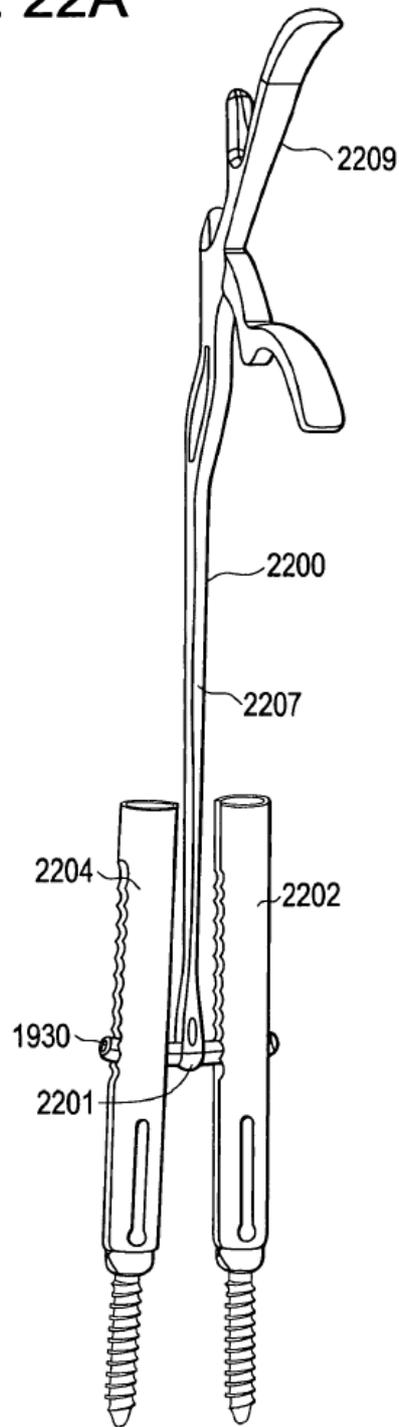


FIG. 22B

