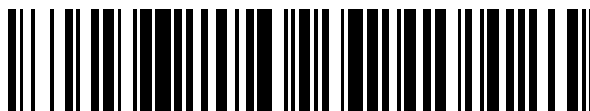


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 543**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/29** (2006.01)

**A61B 17/068** (2006.01)

**A61B 17/064** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2011 PCT/IL2011/000089**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2011 WO11092692**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2011 E 11706931 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2017 EP 2528518**

54 Título: **Instrumento médico articulado**

30 Prioridad:

**04.10.2010 US 389303 P**  
**26.01.2010 US 298238 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.04.2018**

73 Titular/es:

**ARTACK MEDICAL (2013) LTD. (100.0%)**  
**14 Hazav Street**  
**7179901 Maccabim-Reut, IL**

72 Inventor/es:

**SHOLEV, MORDEHAI;**  
**LILACH, NIR;**  
**GROSSFELED, RAM;**  
**ELIACHAR, ELIAHU;**  
**LAVI, GILAD y**  
**HEFTMAN, GILAD**

74 Agente/Representante:

**TORNER LASALLE, Elisabet**

**ES 2 662 543 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**

Instrumento médico articulado

Campo y antecedentes de la invención

5 La presente invención, en algunas realizaciones de la misma, versa acerca de un instrumento médico articulado y, más en particular, pero no exclusivamente, acerca de un instrumento médico articulado que tiene un mecanismo de accionamiento.

Se conocen en la técnica varios instrumentos médicos articulados y procedimientos.

10 El documento US 6.913.613 de Schwarz y otros, describe un instrumento quirúrgico que tiene un cuerpo hueco que tiene un extremo proximal y un extremo distal, un dispositivo articulado dispuesto en el extremo proximal y una punta de instrumento flexible o susceptible de giro hacia el cuerpo que tiene una parte de boca dispuesta en el extremo distal del mismo. Se proporciona, además, un mecanismo de engranajes que transforma al menos un primer movimiento del dispositivo articulado en una rotación de la parte de boca según una primera relación específica de transmisión con respecto al primer movimiento de accionamiento. El mecanismo de engranajes acopla de forma mecánica el dispositivo de accionamiento con la punta del instrumento.

15 El documento US 7.087.071 de Nicholas y otros, describe un instrumento quirúrgico para su uso en procedimientos endoscópicos o laparoscópicos. El instrumento incluye una porción de mango, una porción endoscópica que se extiende desde la porción de mango, una sección articulada conectada de forma pivotante a una porción extrema distal de la porción endoscópica, y un conjunto retractor asociado operativamente con la sección articulada. La estructura se proporciona para manipular la sección articulada con respecto al eje geométrico longitudinal de la  
20 porción endoscópica en una cantidad angular de rotación. Se conecta una varilla de acoplamiento entre la sección articulada y la porción endoscópica, en la que, durante la manipulación de la sección articulada, se puede colocar la varilla de acoplamiento fuera del eje geométrico entre la sección articulada y la porción endoscópica.

25 El documento US 5.549.637 de Crainich describe un instrumento médico articulado que comprende un mango, un miembro alargado de cuerpo que termina en un receptor de la cabeza de una herramienta y hasta tres bisagras, cada una pivotante en aproximadamente 60°, por lo que el receptor de la cabeza de la herramienta es pivotante hasta un total de 180° con respecto a la posición recta del mismo.

El documento US 2010/0001038 de Levin y otros, describe una pistola pivotante de sutura helicoidal para aplicar fijaciones quirúrgicas tales como suturas helicoidales giratorias, pasando las suturas helicoidales a través de una estructura pivotante, incluyendo una pluralidad de eslabones pivotantes, incluyendo cada uno un eje de unión.

30 El documento US 3.995.449 describe una bisagra para una transmisión homocinética de movimiento giratorio entre dos ejes concurrentes en los que están montadas las porciones de cabeza. Las porciones de cabeza están conectadas por pares de varillas articuladas de accionamiento, cada una dispuesta de forma deslizante y giratoria en un orificio respectivo en una porción respectiva de cabeza. Todos los pares de varillas aseguran la transmisión giratoria, y ambas porciones de cabeza también están acopladas de manera abisagrada con una doble línea de  
35 articulación por medio de cajas acopladoras montadas holgadamente en las porciones de cabeza.

Técnica antecedente adicional incluye los documentos US 7.673.780, US 2009/0065549, US 2008/0296343, US 5.578.048, US 7.549.998, US 5.209.747, US 1.334.388 y EP 0 042330. Se considera que el documento US 5.312.023 es la técnica anterior más cercana.

Sumario de la invención

40 Un aspecto de algunas realizaciones de la invención versa sobre un instrumento médico articulado según se define mediante las reivindicaciones adjuntas. La invención se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes. A no ser que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y/o científicos utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende habitualmente una persona con un nivel normal de dominio de la técnica a la que pertenece la invención. Aunque se pueden utilizar  
45 procedimientos y materiales similares o equivalentes a los descritos en la presente invención en la puesta en práctica o en el ensayo de realizaciones de la invención, a continuación se describen procedimientos y/o materiales ejemplares. En caso de conflicto, la memoria de la patente, incluyendo las definiciones, será determinante. Además, los materiales, procedimientos y ejemplos son únicamente ilustrativos y no se pretende que sean necesariamente limitantes.

50 Breve descripción de los dibujos

En la presente memoria se describen algunas realizaciones de la invención, únicamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos. Con referencia específica ahora a los dibujos en detalle, se hace hincapié en que los detalles mostrados son a título de ejemplo y con los fines de una exposición ilustrativa de realizaciones de la

invención. En este sentido, la descripción, tomada con los dibujos, hace evidente para los expertos en la técnica cómo se pueden poner en práctica las realizaciones de la invención.

En los dibujos:

5 Las FIGURAS 1A-1H son ilustraciones esquemáticas de un instrumento quirúrgico articulado según una realización ejemplar de la invención;

las FIGURAS 2A y 2B son ilustraciones parcialmente en sección transversal de una herramienta médica accionada con el instrumento en la realización ilustrada en la Fig. 1;

10 las FIGURAS 3A y 3B son ilustraciones esquemáticas de un mecanismo de articulación y de accionamiento útil en un instrumento quirúrgico articulado similar al de la FIG. 1, según otra realización de la invención;

15 las FIGURAS 4A-4F son ilustraciones esquemáticas de un mecanismo de accionamiento según otra realización más;

las FIGURAS 4G y 4H son ilustraciones parcialmente en sección transversal del mecanismo de accionamiento de las Figuras 4A-4E en el instrumento de las Figuras 1A y 1B.

20 Las FIGURAS 5A-5E son ilustraciones esquemáticas de un mecanismo de articulación y de accionamiento útil en un instrumento quirúrgico articulado según otra realización de la invención;

25 las FIGURAS 6A-6C son ilustraciones esquemáticas del mecanismo de articulación y de accionamiento de las Figuras 5A-5C, en el que los segmentos proximal y distal están conectados mediante una articulación flexible según una realización ejemplar;

las FIGURAS 7A-7C son ilustraciones esquemáticas de un mecanismo de articulación y de accionamiento de las FIGURAS 5A-5C que utiliza una varilla rígida según otra realización de la invención;

30 la FIG. 8 es una ilustración esquemática de un mecanismo de compensación de la distancia lineal útil en un instrumento médico según una realización ejemplar de la invención;

las FIGURAS 9A-9B son ilustraciones esquemáticas de otro mecanismo de compensación de la distancia lineal útil en un instrumento médico según otra realización de la invención;

35 la FIG. 10 es una ilustración esquemática de un mecanismo de compensación de la distancia útil en un instrumento médico según una realización de la invención;

40 las FIGURAS 11A y 11B son una vista parcialmente en sección de un mango de un instrumento quirúrgico según realizaciones ejemplares de la invención;

las FIGURAS 12A y 12B son vistas parcialmente en sección de un adaptador para un instrumento quirúrgico según una realización ejemplar de la invención; y

la FIG. 12C es una vista superior del adaptador de las FIGURAS 12A y 12B.

45 Descripción de realizaciones específicas de la invención

La presente invención, en algunas realizaciones de la misma, versa acerca de un instrumento médico articulado y, más en particular, acerca de un instrumento médico articulado que tiene un mecanismo de accionamiento.

50 Algunas realizaciones de la invención versan acerca de un instrumento médico que tiene un segmento proximal y un segmento distal. El instrumento tiene una configuración recta en la que el segmento proximal y el segmento distal forman una línea sustancialmente recta en la que los segmentos proximal y distal forman un ángulo de sustancialmente 180 grados entre los segmentos, y una configuración articulada, en la que las porciones proximal y distal forman un ángulo de articulación inferior a 180° entre los segmentos o las extensiones de los segmentos.

55 El instrumento está configurado para contener o portar herramientas médicas y/u objetos quirúrgicos en el segmento distal. Opcionalmente, las herramientas médicas y/o los objetos quirúrgicos (de aquí en adelante, denominados colectivamente "herramientas médicas") están contenidos en el segmento distal. De forma alternativa o adicional, se pueden fijar una o más herramientas médicas a un extremo del segmento distal. De forma alternativa o adicional, se pueden insertar la o las herramientas médicas en la porción distal durante la colocación de las mismas y ser desplegadas cuando sea necesario. De forma alternativa o adicional, se inserta un conducto o similar a través de los segmentos proximal y distal para la inyección de medicación o la recogida de muestras de tejido.

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención está relacionado con un mecanismo de accionamiento para accionar la herramienta médica. Preferentemente, el mecanismo de accionamiento es controlable desde el segmento proximal del instrumento, o desde un mango o adaptador fijado al segmento proximal. En algunas realizaciones de la invención, el mecanismo de accionamiento no sigue líneas sustancialmente rectas entre los segmentos proximal y distal que pasan por el vértice del ángulo de articulación en la configuración articulada. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento no pasa a través del vértice del ángulo de articulación formado por el segmento proximal y el segmento distal en la configuración articulada.

Según se utiliza en la presente memoria, la expresión "mecanismo de accionamiento" comprende un mecanismo que transfiere par o fuerza desde el segmento proximal al segmento distal, accionando, de ese modo, una o más herramientas médicas en el segmento distal; por ejemplo, girando una herramienta médica o un instrumento quirúrgico, controlando fórceps o tijeras médicas, accionando una pistola de sutura helicoidal, inyectando medicación, recogiendo muestras de tejido, etc. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento transfiere un movimiento giratorio. De forma alternativa o adicional, el mecanismo de accionamiento transfiere un movimiento lineal, por ejemplo, traccionando o empujando un instrumento médico o accionando un instrumento mediante tracción o empuje. Mecanismos de accionamiento ejemplares son resortes, varillas, juntas cardánicas, engranajes, cables o ejes flexibles. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento consiste en dos mecanismos de actuación que pueden colocarse uno dentro del otro; por ejemplo, un eje flexible configurado para la transferencia de movimiento giratorio con un alambre atravesando el eje, estando configurado el alambre para la transferencia del movimiento lineal. Opcionalmente, se colocan más de un alambre o dispositivo de actuación en un mecanismo adicional de actuación.

Según se utiliza en la presente memoria, el ángulo de articulación es un ángulo inferior a 180 grados formado por el segmento distal sustancialmente recto y el segmento proximal sustancialmente recto en la configuración articulada. En algunas realizaciones, el segmento proximal comprende partes que se desvían del segmento sustancialmente recto (tal como un brazo), estas partes extendidas no son consideradas cuando se define el ángulo de articulación. Opcionalmente, se proporciona en el instrumento una articulación que forma el ángulo. De forma alternativa, tal articulación no está presente físicamente en el instrumento y se prolongan los ejes geométricos de los segmentos rectos para definir el ángulo de articulación.

Según se utiliza en la presente memoria, la "configuración articulada" hace referencia a cualquier configuración en la que el segmento proximal y el segmento distal no forman una línea sustancialmente recta. Opcionalmente, la configuración articulada hace referencia a una configuración en la que el ángulo de articulación es más de 0° y menos de 180°, es decir, cualquier ángulo entre 1°-179°, por ejemplo, 120°, 60°, 45°, 8° o valores intermedios. La configuración de articulación hace referencia a la articulación de los segmentos proximal y distal en un único plano. Se entiende que el instrumento, incluyendo ambos segmentos, puede girar en torno a su eje geométrico en cualquier configuración articulada.

Se proporciona, además, un mecanismo de articulación, configurado para articular el segmento distal hacia el segmento proximal, o alejarlo del mismo. En algunas realizaciones, el mecanismo de articulación es un mecanismo de brazo. En algunas realizaciones, el mecanismo de brazo incluye un brazo deslizante ubicado en el segmento proximal, o fijado al mismo. El brazo puede ser empujado para articular el segmento distal hacia el segmento proximal y ser traccionado para articular el segmento distal alejándose del segmento proximal.

En algunas realizaciones, el mecanismo de brazo incluye un brazo deslizante fijado en un extremo al segmento distal y en su otro extremo al segmento proximal. El brazo puede ser traccionado para articular el segmento distal hacia el segmento proximal y ser empujado para articular el segmento distal alejándolo del segmento proximal.

Opcionalmente, el brazo está colocado en el interior del ángulo de articulación. De forma alternativa, el brazo está colocado en el exterior del ángulo de articulación.

En algunas realizaciones, se proporciona una articulación o bisagra que conecta los extremos de los segmentos proximal y distal en torno a la cual se articula el segmento distal. De forma alternativa, los extremos de los segmentos distal y proximal están conectados por medio de una articulación flexible, tal como un eje flexible, resorte, etc.

Opcionalmente, el mecanismo de accionamiento comienza en el segmento proximal (en general, en su extremo distal, o cerca del mismo) y termina en el segmento distal (en general, en su extremo proximal, o cerca del mismo). Al pasar entre estos segmentos, puede colocarse entre el brazo y el ángulo de articulación en la configuración articulada. En algunas realizaciones de la invención, en la configuración articulada el mecanismo de accionamiento está totalmente doblado con un ángulo menos agudo que el ángulo de articulación. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento está situado en el interior del ángulo de articulación; por ejemplo, cuando se sitúa el brazo interior del ángulo de articulación. En otras realizaciones, el mecanismo de accionamiento está situado en el exterior del ángulo de articulación, por ejemplo, cuando se sitúa el brazo en el exterior del ángulo de articulación. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento está colocado en un plano distinto que el ángulo de articulación.

El mecanismo de accionamiento y/o el mecanismo de articulación pueden estar colocados en el instrumento sustancialmente recto, o en paralelo con el mismo, cuando se encuentra en su configuración recta y se extienden desde los segmentos en una configuración articulada.

5 Es posible que, en el ángulo de articulación, partes del mecanismo de accionamiento no estén conectadas de forma fija a partes del mecanismo de articulación, por lo que las fuerzas implicadas en el cambio del ángulo de articulación o en el mantenimiento del ángulo de articulación no tienen un efecto, o es mínimo, sobre el mecanismo de accionamiento.

10 En algunas realizaciones de la invención, se proporciona un mecanismo de compensación de la distancia para compensar la distancia en el punto de fijación del mecanismo de accionamiento a los segmentos distal y proximal en la configuración articulada según cambia el ángulo de articulación.

En algunas realizaciones de la invención, el instrumento comprende, además, una vaina que cubre el mecanismo de accionamiento y el brazo para evitar que queden atrapados tejidos corporales en los mecanismos. En algunas realizaciones, la vaina también cubre, opcionalmente, la articulación.

15 Un aspecto de algunas realizaciones de la invención versa acerca de un dispositivo articulado de acoplamiento para acoplar ejes (o segmentos) primero y segundo, en el que los ejes giran libremente y pueden articularse el uno hacia el otro en cualquier posición de rotación. El dispositivo giratorio de acoplamiento comprende una pluralidad de pares de varilla que incluyen una pluralidad de primeras varillas conectadas al primer eje y una pluralidad de segundas varillas conectadas con el segundo eje. Preferentemente, las varillas primera y segunda en un par están interconectadas por medio de una articulación o bisagra plana para articular los ejes. Se proporciona un mecanismo de alineamiento para alinear la articulación plana de la pluralidad de pares de varilla, de forma que los pares de varillas puedan articularse en una misma dirección, para cualquier posición de rotación del dispositivo giratorio de acoplamiento.

20

25 En algunas realizaciones, el mecanismo de alineamiento consiste en una pluralidad de alojamientos circulares que tienen ranuras longitudinales en las que encajan extensiones de la varilla primera (o segunda), evitando, de ese modo, una rotación no deseada de los pares de varillas en torno a sus ejes geométricos. Cada uno de los alojamientos incluye un árbol que es excéntrico al alojamiento circular, que está conectado con un disco circular, colocado de forma excéntrica con respecto al primer eje. La posición excéntrica de los árboles es sustancialmente igual a la posición excéntrica del disco, y está en la misma dirección que esta. Debido a la posición excéntrica de los mandos y del disco, según gira el disco, la dirección de las ranuras sigue siendo la misma y es la misma para todas las ranuras.

30

Un aspecto de algunas realizaciones de la invención está relacionado con un dispositivo giratorio articulado de acoplamiento, en el que los pares de varillas están interconectados mediante un elemento flexible.

Estos dispositivos giratorios de acoplamiento descritos anteriormente pueden ser utilizados como un mecanismo combinado de accionamiento y de articulación en las realizaciones descritas anteriormente.

35 Antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, se debe comprender que la invención no está limitada necesariamente en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes y/o de los procedimientos definidos en la siguiente descripción y/o ilustrados en los dibujos y/o en los Ejemplos. La invención es susceptible de otras realizaciones o de ser puesta en práctica o ser llevada a cabo de diversas formas.

40 Con referencia ahora a los dibujos, las Figuras 1A-1B ilustran un instrumento quirúrgico articulado 100 según algunas realizaciones ejemplares de la invención. El instrumento 100 es un instrumento quirúrgico, sin embargo, se puede utilizar cualquier instrumento médico según realizaciones de la presente invención. El instrumento 100 incluye un mango 110, un adaptador opcional 120, un segmento proximal sustancialmente recto 130 y un segmento distal sustancialmente recto 140.

45 La Fig. 1A ilustra el instrumento 100 en una configuración recta en la que el segmento proximal 130 y el segmento distal 140 forman una línea sustancialmente recta. La Fig. 1B ilustra una configuración articulada en la que el segmento distal 130 está doblado hacia el segmento proximal 140 en torno a una articulación 116, que es, por ejemplo, un pivote o una articulación plana. En la configuración articulada se forma un ángulo 135 de articulación inferior a 180° entre el segmento distal 140 y el segmento proximal 130. Según realizaciones de la presente invención, un ángulo de articulación puede ser cualquier ángulo entre 1°-179°, por ejemplo un ángulo entre 45°-179°, tal como 8°, 60°, 90°, 120° o cualquier número intermedio.

50

Opcionalmente, se fija una herramienta médica a un extremo 142 del segmento distal 140; por ejemplo, fórceps o tijeras. De forma alternativa o adicional, se contiene una herramienta médica o instrumentos quirúrgicos en el segmento 140; por ejemplo, una aguja y/o tornillos, suturas helicoidales o anclajes. Opcionalmente, se inserta un conducto a través del segmento 130 y del segmento 140, por ejemplo para inyectar medicación o recoger muestras de tejido. Opcionalmente, también se contienen en el segmento 140 mecanismos de accionamiento, de distribución y/o de despliegue de un instrumento quirúrgico.

55

Preferentemente, el instrumento 100 comprende un mecanismo articulado para articular el segmento distal 140 hacia el segmento 130 (y alejándolo del mismo) y un mecanismo de accionamiento para accionar la herramienta médica. El mecanismo de articulación y de accionamiento es operado desde el mango 110 o desde un adaptador opcional 120, como se describirá adicionalmente con respecto a las Figuras 11 y 12 a continuación. Los elementos del mecanismo de articulación y de accionamiento atraviesan el segmento proximal 130, que consiste, opcionalmente, en una pluralidad de capas, por ejemplo 2, 3, 4 o más capas.

Las Figuras 1C-1E son vistas más detalladas parcialmente en sección transversal del mecanismo de accionamiento y del brazo del instrumento 100 en la configuración recta (Fig. 1C) y en dos configuraciones distintas de articulación (Figuras 1D y 1E). Se describirán las capas del segmento 130 con referencia a las vistas en sección transversal. Cualquiera de las capas puede rodear menos que la totalidad de la circunferencia del segmento; por ejemplo, cualquiera de las capas puede rodear los 360° completos de la circunferencia o tan solo únicamente 30° de la circunferencia del segmento 130.

En la presente memoria, se denominará alojamiento 132 a una capa externa del segmento proximal 130. El alojamiento 132 no rodea, opcionalmente, todo el segmento 132; por ejemplo, según se muestra en la Fig. 1C; la capa externa del segmento 130 comprende el alojamiento 132 y alojamientos parciales 112, 223 y 225.

Se proporciona un mecanismo de articulación para articular el segmento distal 140 hacia el segmento proximal 130, o alejándolo del mismo. En las realizaciones de las Figuras 1, el mecanismo de articulación es un mecanismo de brazo que articula el segmento distal 140 en torno a la articulación 116. El mecanismo de brazo consiste en un alojamiento parcial 112 que actúa como un brazo para controlar y/o estabilizar la articulación del segmento distal 140, según se muestra en las Figuras 1D y 1E. El brazo 112 está fijado mediante una articulación 124 de brazo a un elemento 118 de accionamiento. El elemento 118 de accionamiento es un tubo hueco que es accionado desde el mango 110 o adaptador 120 en una dirección 133 y, de ese modo, desliza el brazo 112 distalmente y articula el segmento distal 140 en torno a la articulación 116, formando un ángulo 135 de articulación. El elemento 118 de accionamiento está colocado en el interior (o parcialmente en el interior) del alojamiento 132 y constituye una segunda capa del segmento 130.

Se proporciona, adicionalmente, un mecanismo de accionamiento para accionar una herramienta médica en el segmento distal 140. Opcionalmente (y según se muestra), el mecanismo de accionamiento transfiere un movimiento giratorio a una herramienta médica. De forma alternativa o adicional, el mecanismo de accionamiento transfiere un movimiento lineal a la herramienta médica o a un accionador que controla la herramienta médica. El mecanismo de accionamiento no sigue, opcionalmente, líneas sustancialmente rectas entre el segmento proximal y el distal en el vértice del ángulo 135 de articulación, sino que forma un ángulo 137 que es menor que el ángulo 135 de articulación.

El mecanismo 150 de accionamiento incluye un eje proximal 210, un mecanismo 220 de engranajes y un eje distal 230. En la configuración recta, el eje proximal 210 y el eje distal 230 están colocados en el segmento proximal 130 (o paralelos al mismo) y constituyen una tercera capa del segmento 130. En la configuración articulada, el eje proximal 210 se extiende desde debajo del segmento proximal 130 y el eje distal 230 está colocado contiguo al segmento distal recto 140. El eje proximal 210 está colocado parcialmente en el alojamiento 112. El eje distal 230 puede estar colocado parcialmente en un alojamiento 117 que se extiende desde el segmento 140.

El eje proximal 210 está conectado mediante un eslabón 121 a un accionador tubular interno 134 que también es parte de la tercera capa del segmento 130. En la configuración articulada, el eje 210 se extiende axialmente fuera del segmento 130, lo que requiere una compensación de la distancia en el punto de fijación del eje 210 al accionador tubular interno 134. Se muestra y detalla un mecanismo ejemplar de compensación de la distancia con respecto a la siguiente Fig. 10. Se pueden proporcionar eslabones adicionales en el eje proximal para aumentar la flexibilidad del eje 210; por ejemplo, se proporciona el eslabón 122 que fija una primera varilla 123 del eje 210 con una segunda varilla 125 (mostrada en la Fig. 1D), de forma que se articulen las varillas 123 y 125.

El mecanismo 220 de engranajes consiste en engranajes 221 y 229 de dientes frontales, fijados al eje proximal 210 y al eje distal 230, respectivamente. Se proporcionan los engranajes 222, 224 y 226 entre los engranajes 221 y 229 de dientes frontales. Aunque se muestran tres engranajes, se puede utilizar un número cualquiera de ruedas según las realizaciones de la presente invención, por ejemplo 1, 2 o 4 engranajes. Mediante la rotación del tubo 134 (desde el mango 110 o el adaptador 120), se transfiere por mediante el eslabón 121 (y eslabones opcionales 122) al eje 210, lo que provoca que el engranaje 221 de dientes frontales gire y haga girar los engranajes 222, 224 y 226 hacia el engranaje 229 de dientes frontales, girando, de ese modo, el eje distal 230.

Se proporcionan opcionalmente soportes 223 y 225 para contener engranajes 222, 224 y 226 respectivamente, mientras que permiten la rotación de los engranajes. Los soportes 223 y 225 están interconectados por medio de una articulación 227 que define un eje geométrico adicional en torno al cual puede girar el mecanismo 220 de engranajes, permitiendo, de ese modo, que el eje 230 se doble hacia el eje 210 en la configuración articulada del instrumento 100.

Durante la articulación, el engranaje 226 gira en torno a la articulación 227 y en torno al engranaje 224. La rotación en torno al engranaje 224 puede provocar que gire el engranaje 229 de dientes frontales, transfiriendo, de ese modo, un movimiento giratorio no deseado al segmento 140. En algunas realizaciones, este movimiento giratorio no deseado es deshabilitado por la adición de un dispositivo de acoplamiento que separa el engranaje 221 de dientes frontales del engranaje 222 durante la articulación. Mediante esta separación, la articulación del engranaje 226 en torno a la articulación 227 provoca la rotación de los engranajes 224 y 222 en vez de la rotación del engranaje 229 de dientes frontales y del segmento 140.

Las Figuras 1F-1H ilustran un dispositivo 270 de acoplamiento para separar el engranaje 221 de dientes frontales del engranaje 222. La Fig. 1F ilustra el dispositivo 270 de acoplamiento activado, en el que el engranaje de dientes frontales está unido al engranaje 222 y la Fig. 1G ilustra el dispositivo 270 de acoplamiento desactivado, en el que el engranaje 221 de dientes frontales está separado del engranaje 222 y revela una varilla 231 entre el engranaje 221 de dientes frontales y el engranaje 222. La Fig. 1H es una vista más de cerca del dispositivo 270 de acoplamiento. El tubo 134 incluye en su extremo un resorte que está rodeado por un tubo helicoidal 274. Se proporciona un mango 276 para accionar el dispositivo 270 de acoplamiento. El mango 270 incluye dientes 273 en el lado interno, orientados hacia el tubo helicoidal 274. Empujando el mango 270 en la dirección 275 (es decir, desde la posición mostrada en la Fig. 1F hasta la posición mostrada en la Fig. 1G), se insertan dientes 273 en el tubo helicoidal 273 y el tubo 134 de tracción, de forma que el engranaje 221 de dientes frontales se separa del engranaje 222 y revela la varilla 231.

El mango 272 se coloca según se muestra en la Fig. 1F antes o después de que se lleve a cabo la articulación y se coloca en la posición mostrada en la Fig. 1G durante la articulación. Preferentemente, el dispositivo 270 de acoplamiento está colocado en el extremo del segmento 130 y no se inserta en un tejido corporal. En algunas realizaciones, el dispositivo 270 de acoplamiento está integrado en el mecanismo que está activando el brazo.

Se puede proporcionar, además, al menos un alambre o cable 136 que atraviesa el mecanismo 150 de accionamiento y constituye una cuarta capa del segmento 130. El alambre 136 es, opcionalmente, un mecanismo adicional de accionamiento adaptado para transferir un movimiento lineal a la herramienta médica o a un accionador de la herramienta médica. Opcionalmente, se empuja el alambre 136, o es traccionado desde el mango 110 o el adaptador 120.

Las Figuras 2A y 2B son vistas en sección transversal de herramientas médicas ejemplares accionadas por un instrumento según algunas realizaciones de la invención. Las Figuras 2A y 2B ilustran el instrumento mostrado en las Figuras 1A-1F; se comprende que las herramientas médicas pueden ser accionadas según cualquier realización ejemplar de la invención.

La Fig. 2A ilustra una pistola 250 de sutura helicoidal colocada en el segmento distal 140. La pistola 250 de sutura helicoidal incluye un elemento roscado largo 252, que tiene una punta 253 de aguja, y un número de fijaciones helicoidales 254 enroscadas en torno al elemento 252. Se puede cargar una pluralidad de fijaciones según realizaciones de la invención, por ejemplo entre 1-10 fijaciones y desplegadas según se desee. El elemento 252 y las fijaciones 254 están colocados en el interior de un manguito roscado internamente 256 que está colocado en una capa externa 258 del segmento 140. Opcionalmente, la punta 253 de aguja está colocada fuera del manguito 256.

Para fijar las fijaciones 254 en un cuerpo, se clava la punta 253 de aguja en un tejido corporal y, entonces, se hacen girar las fijaciones 254 mediante el manguito 256 hasta que salen del elemento roscado 252 y se fijan en el tejido corporal. En algunas realizaciones, el elemento 252 no avanza sino que permanece estático y se retira el segmento 140. Se puede proporcionar un resorte 259 de retracción en el segmento 140, colocándose el extremo 253 de la aguja. Al forzar al segmento 140 sobre un tejido corporal, se contrae el resorte 259 de retracción, revelando, de ese modo, el extremo 253 de la aguja. Opcionalmente, se coloca el resorte 259 de retracción en el extremo 140, según se muestra en la Fig. 2A. De forma alternativa, el resorte 259 de retracción está colocado en cualquier otra posición del segmento 140. Se puede utilizar cualquier resorte de retracción conocido en la técnica según realizaciones de la presente invención. Opcionalmente, se utiliza un elemento plegable que proporciona una fuerza umbral controlada como un resorte de retracción, para evitar una exposición no deseada del extremo 253. En estas realizaciones, el elemento 252 es estático y no se mueve durante la actuación de la pistola 250 de sutura helicoidal.

En una realización alternativa, el resorte 259 de retracción no está presente y el elemento 252 se mueve en una dirección lineal; por ejemplo, por medio de un resorte proporcionado en el extremo de la aguja, frente al extremo 253. El elemento 252 es controlado desde el mango 110 o el adaptador 120. Opcionalmente, el elemento 252 puede moverse libremente de forma lineal durante la articulación del segmento distal 140, pero solo debería moverse de forma controlable en la dirección lineal después de que se complete la articulación para clavar la aguja en un tejido corporal. Se detalla un mecanismo de compensación de la distancia para el elemento 252 con respecto a las siguientes Figuras 8 y 9.

La Fig. 2B ilustra una pistola alternativa de sutura helicoidal que ha de ser accionada según una realización ejemplar de la invención. Se muestra una pistola 260 de sutura helicoidal contenida en el segmento distal 140. La pistola 260 de sutura helicoidal incluye un número de fijaciones helicoidales 264 en el interior de un tubo roscado internamente 266. El tubo 266 tiene un número, por ejemplo 2, de hendiduras longitudinales a través de las cuales se extienden

5 las orejetas 265 de fijaciones 264. Se muestra el tubo 266 cortado en el extremo del segmento 140 en aras de la claridad pero cubre todas las fijaciones 264. Las fijaciones 264 son sujetas por las orejetas 265 en las roscas 268 del segmento 140. Mediante la transferencia del movimiento giratorio mediante el mecanismo de accionamiento, se hace girar el tubo 266, haciendo avanzar, de ese modo, fijaciones hacia el extremo del segmento 140 y luego atornillándolas en un tejido corporal. En la realización mostrada en la Fig. 2B, no se requiere un mecanismo de movimiento lineal.

10 Las Figuras 3A y 3B ilustran un mecanismo de accionamiento según otra realización de la invención. La Fig. 3A muestra una configuración recta en la que el brazo deslizante 112, el alojamiento 117 y un mecanismo 320 de accionamiento están colocados en paralelo al eje proximal 130. En la configuración articulada mostrada en la Fig. 3B, el mecanismo 320 de accionamiento está colocado parcialmente en el interior del brazo 112 y del alojamiento 117. El mecanismo 320 de accionamiento sustituye a los ejes 210 y 230 y el mecanismo 220 de accionamiento en la realización mostrada en las Figuras 1.

15 El mecanismo 320 de accionamiento es un eje flexible, colocado, en general, en un canal en una vaina, que está colocado en los segmentos 130 y 140 en la configuración recta y está fijada a una herramienta médica en el segmento 140. Preferentemente, el eje 320 es controlable desde el mango 110. En la configuración recta, el eje 320 sigue la forma del segmento sustancialmente recto 130 (y está colocado en el mismo). En la configuración articulada, el mecanismo 320 de accionamiento se extiende desde una bisagra 322 que conecta el brazo 112 y el alojamiento 117 y no está colocado completamente en el interior del brazo 112 y del alojamiento 117, según se muestra en la Fig. 3B.

20 La rotación del eje 320 desde el mango 110 transfiere par por medio del instrumento, girando, de ese modo, la herramienta médica en el segmento 140. En algunas realizaciones, el eje 320 es hueco y se pueden hacer pasar otros mecanismos de accionamiento a través del eje hueco 320. Por ejemplo, según se muestra en las Figuras 3A y 3B, hay colocado un alambre 136 en el interior del eje hueco 320. Se comprenderá que se puede hacer pasar más de un alambre 136 a través del eje 320; por ejemplo, dos o más alambres.

25 En algunas realizaciones de la invención, se pasa un conducto a través del eje 320 para la inyección de medicación en un tejido corporal. De forma alternativa o adicional, se recogen muestras de tejido a través del conductor, por ejemplo, mediante la aplicación de una aspiración por vacío.

30 Las Figuras 4A-4G ilustran un mecanismo 420 de accionamiento según otra realización más. Se muestra el mecanismo 420 de accionamiento situado entre el eje proximal 410 y el eje distal 430. Las Figuras 4A-4F ilustran el mecanismo de accionamiento sin un instrumento circundante. En la Fig. 4F se muestra un instrumento circundante ejemplar y es similar al instrumento mostrado en las Figuras 1-3. Se pueden utilizar otros instrumentos según realizaciones ejemplares de la invención, por ejemplo instrumentos en los que el mecanismo de accionamiento sigue líneas sustancialmente rectas entre los segmentos proximal y distal en el vértice del ángulo de articulación.

35 El mecanismo 420 de accionamiento consiste en tres pares de varillas 422a y 424a y 422b y 424b y 422c y 424c, denominados, en general, de aquí en adelante pares 422 y 424 de varillas. Las varillas 422a, 422b y 422c están conectadas con el eje proximal 410 y las varillas 424a, 424b y 424c están conectadas con el eje distal 430. Cada par de varillas está interconectado mediante articulaciones 423a-c, respectivamente. Las articulaciones 423a-c son, opcionalmente, articulaciones o bisagras planas que pueden articularse en una única dirección.

40 El movimiento giratorio es transferido desde el eje proximal 410 a través de los pares 422 y 424 de varillas al eje distal 430. Sustancialmente, se puede utilizar cualquier número de pares 422 y 424 de varillas, por ejemplo, 1, 2 o 4 pares de varillas. Preferentemente, los pares de varillas están separados angularmente con una separación igual entre sí y se encuentran dentro del diámetro de los ejes 410 y 430. Un paso 428 situado entre los pares 422 y 424 de varillas permite que pasen uno o más mecanismos adicionales de accionamiento a través de agujeros centrales 412 y 414 de los ejes 410 y 430, respectivamente; por ejemplo, un mecanismo de movimiento lineal tal como un resorte o alambre.

45 El mecanismo 420 de accionamiento puede girar libremente en la configuración recta mostrada en la Fig. 4A y en una configuración articulada; por ejemplo, según se muestra en la Fig. 4B. Dado que se utilizan articulaciones planas 423a-c para conectar pares 422 y 424 de varillas, las varillas pueden articularse únicamente en dos ángulos y deberían alinearse de forma que las distintas varillas se articulen siempre en la misma dirección.

50 Opcionalmente, se proporciona un mecanismo 440 de alineamiento para mantener los pares 422 y 424 de varillas alineados en la configuración recta y articulada. La Fig. 4C es una vista más cercana del mecanismo 440 de alineamiento. Se muestra el mecanismo 440 de alineamiento fijado al eje proximal 410 pero podría estar fijado al eje distal 430 según realizaciones ejemplares.

55 Las varillas 422a-c están contenidas parcialmente en alojamientos 425a-c, respectivamente. La Fig. 4E es una vista más cercana de una varilla ejemplar 422 y de un alojamiento 425. Las varillas 422 incluyen extensiones 432 que encajan en ranuras longitudinales 435 del alojamiento 425, evitando, de ese modo, que las varillas 422 giren con respecto a los alojamientos 425.



Los alojamientos 452a-c incluyen árboles 426a-c en sus extremos que son recibidos en un disco 460. Los árboles 426a-c son excéntricos con respecto a los ejes geométricos de los alojamientos 426a-c (y estos con respecto a las varillas 422) y el disco 460 está colocado de forma excéntrica con respecto al eje 410. Preferentemente, los árboles 426a-c son excéntricos en la misma cantidad y en la misma dirección que el disco 460. Las posiciones excéntricas de los árboles 426a-c y del disco 460 garantizan que los alojamientos 426a-c no girarán en torno a sus ejes geométricos durante la rotación del disco 460.

La Fig. 4D ilustra la rotación del disco 460 con un alojamiento ejemplar 425. A1 indica el centro del mando 426 y A2 indica el centro del alojamiento 425 y una varilla 422. O1 indica el centro del disco 460 y O2 indica el centro del eje 410. La distancia entre A1 y A2 es igual a la distancia entre O1 y O2. Durante la rotación del disco 460 en la dirección 450, el alojamiento (y el mando 426) se mueve desde una posición 452 hasta una posición 454. Durante la rotación, la distancia entre A1 y A2 sigue siendo idéntica a la distancia entre O1 y O2, evitando, de ese modo, la rotación del alojamiento 425 en torno a su eje geométrico.

Un requisito adicional de alineamiento es un alineamiento lineal, evitando que los pares 422 y 424 de varillas se muevan en una dirección lineal, de forma que las bisagras siempre estén colocadas en el mismo eje geométrico. Se proporciona un resorte 442a-c entre cada varilla 422a-c y el extremo del alojamiento 425a-c para controlar el movimiento lineal de las varillas. Las varillas pueden deslizarse dentro de sus alojamientos respectivos para cambiar la longitud de la configuración de la varilla/el alojamiento, según se requiera.

Según otra realización, los pares 422 y 424 de varillas están interconectados mediante un elemento flexible 433, que puede doblarse en cualquier dirección, por ejemplo según se muestra en la Fig. 4F. El uso del elemento flexible elimina el uso del mecanismo 440 de alineamiento dado que los pares de varillas pueden doblarse en torno a cualquier eje geométrico. Preferentemente, el elemento flexible 433 no es estirable y puede estar fabricado, por ejemplo, de nitinol o nailon no estirable. En algunas realizaciones, se proporciona un mecanismo de alineamiento lineal, por ejemplo resortes 442a-c, para un alineamiento lineal de los pares de varillas. Sin embargo, los alojamientos que rodean las varillas no necesitan estar ranurados y las excentricidades descritas anteriormente no se proporcionan en general.

La Fig. 4G es una vista en sección transversal del instrumento médico 400 con un mecanismo 420 de accionamiento, según se muestra en las Figuras 4A-4F. El instrumento médico 400 es similar al instrumento 100 mostrado en la Fig. 1, salvo el mecanismo de accionamiento. Se muestran el segmento distal 402 y el segmento proximal 401. Se coloca una pistola de sutura helicoidal, similar a la pistola de sutura helicoidal mostrada en la Fig. 2A, en el segmento distal 402. La pistola de sutura helicoidal consiste en un eje roscado 470 y tornillos 480. En la realización mostrada en la Fig. 4G, el eje 470 es estático y se proporciona un resorte 490 de retracción en el extremo del segmento 402, en el que hay colocado un extremo 472 de aguja. Por lo tanto, al forzar el segmento 402 contra un tejido corporal, se contrae el resorte 490 de retracción, revelando, de ese modo el extremo 472 de la aguja.

Para mantener el eje 470 estático, se proporciona un tubo 474 a través del mecanismo 420 de accionamiento, soportando el eje 470. El tubo 474 también tiene, opcionalmente, una bisagra 475 que permite que el tubo 474 se doble con los pares 422 y 424 de varillas. De forma alternativa, el tubo 474 es relativamente flexible, de forma que pueda doblarse y seguir la articulación del mecanismo 420 de accionamiento.

Opcionalmente, se sustituyen los ejes 470 y 474 por un conducto para recoger muestras de tejido y/o la inyección de medicación.

La Fig. 4H ilustra un instrumento similar al instrumento mostrado en la Fig. 4G, en el que se proporcionan fórceps 485 en el extremo del segmento distal. Los fórceps son accionados por medio de un cable 486 que pasa a través de agujeros centrales 412 y 414 del mecanismo de accionamiento. La rotación permite cambiar el aspecto de los fórceps.

Se proporciona un número de mecanismos de accionamiento y de articulación para el instrumento 100 según realizaciones de la presente invención. En general, los mecanismos de accionamiento y de articulación pueden separarse en dos grupos. Un primer grupo en el que el mecanismo de accionamiento y el brazo están colocados en el exterior del ángulo de articulación; por ejemplo, según se muestra en las Figuras 1-4 y se ha descrito anteriormente. En este grupo, se empuja el brazo para articular el segmento distal hacia el segmento proximal. Un segundo grupo de un mecanismo de accionamiento y un brazo que están colocados en el interior del ángulo de articulación; por ejemplo, según se muestra en las Figuras 5 y 7 y se describe a continuación. En el segundo grupo, el brazo es traccionado para articular el segmento distal hacia el segmento proximal. En ambos grupos, el mecanismo de accionamiento no sigue el ángulo de articulación y no se ve afectado sustancialmente por las fuerzas implicadas en la articulación y el mantenimiento de una configuración articulada del instrumento.

Se proporciona ahora una descripción detallada del segundo grupo con referencia a las Figuras 5-7.

Las Figuras 5A-5C ilustran un mecanismo 500 de accionamiento y de articulación según otra realización de la invención. La Fig. 5A ilustra una configuración recta y la Fig. 5B ilustra una configuración articulada en la que un

segmento distal sustancialmente recto 530 es flexionable hacia un segmento proximal sustancialmente recto 510. Existe un ángulo 542 de articulación en la unión de los segmentos 510 y 530 en una bisagra 540. La bisagra 540 puede ser cualquier bisagra conocida en la técnica; por ejemplo, un pivote plano. En algunas realizaciones, no se proporciona la bisagra 540, y el ángulo 542 de articulación está definido por una continuación (virtual) de segmentos rectos 510 y 530.

Se proporciona un brazo 550 para articular el segmento 530 hacia el segmento 510. El brazo 550 es controlado desde el mango 110 o el adaptador 120 mostrados en la Fig. 1 y detallados con respecto a las siguientes Figuras 11 y 12. Un primer extremo 552 del brazo 550 está fijado al segmento proximal 510 y a un segundo extremo 554 del brazo 550 está fijado al segmento distal 530. En la configuración recta mostrada en la Fig. 5A, el brazo 550 está colocado en paralelo a los segmentos 510 y 530 (o en el interior de los mismos). En las configuraciones articuladas mostradas en la Fig. 5B, el brazo 550 se extiende fuera de los segmentos 510 y 530 y está colocado entre los segmentos 510 y 530, en el interior del ángulo 542 de articulación.

Para extenderse fuera de los segmentos 510 y 530, el brazo 550 debería estar fijado de forma deslizante al segmento proximal, de forma que permita un cambio de la distancia en el punto de fijación al segmento. La Fig. 5C es una vista en sección transversal de la configuración articulada de la Fig. 5B. La Fig. 5C muestra el extremo 552 del brazo 550 fijado por medio de una articulación 556 de brazo al elemento 536 de accionamiento que se desliza a lo largo de un mecanismo 580 de accionamiento.

El mecanismo 580 de accionamiento es un eje flexible, colocado, en general, en un canal en una vaina, que está colocada dentro de los segmentos 510 y 530 en la configuración recta. En la configuración articulada, el eje 580 se extiende desde los segmentos 510 y 530 y está colocado entre el ángulo 542 de articulación y el brazo 550. Al extenderse el mecanismo 580 de accionamiento fuera de la bisagra 540, el mecanismo 580 de accionamiento se ve menos afectado por las fuerzas implicadas en la articulación de los segmentos 510 y 530; por ejemplo, las fuerzas indicadas por las flechas 562 y 564 también pueden representar fuerzas externas aplicadas cuando se empuja la herramienta quirúrgica contra el cuerpo del paciente. En la configuración articulada, el mecanismo 580 de accionamiento está colocado en el ángulo de articulación, pero no atraviesa líneas rectas entre los segmentos proximal y distal en el vértice del ángulo 542. En la realización mostrada en las Figuras 5, el mecanismo 580 de accionamiento no pasa por la bisagra 540.

El eje 580 está fijado a una herramienta médica en el extremo del segmento 530; por ejemplo, los fórceps 590, según se muestra en las Figuras 5B y 5C. Preferentemente, el eje 580 es controlable desde el mango 110 y transfiere, opcionalmente, el movimiento giratorio desde el segmento 510 a través del segmento 530 para girar los fórceps 590. En algunas realizaciones, el eje 580 es hueco y permite que uno o más mecanismos adicionales de accionamiento pasen a través del mismo, tales como un alambre o cable que transfiera el movimiento/fuerza lineal que cierra los fórceps contra la fuerza del resorte 592. De forma alternativa o adicional, el eje 580 puede transferir un movimiento tanto giratorio como lineal desde el segmento 510 a través del segmento 530 hasta los fórceps 590. Por ejemplo, según se muestra en la Fig. 5C, se proporciona un resorte 592, parte del mecanismo de actuación, en el segmento 530 para accionar los fórceps 590.

El eje 580 puede ser cualquier eje flexible conocido en la técnica. La Fig. 5D ilustra ejes flexibles ejemplares que pueden ser utilizados según realizaciones ejemplares de la presente invención; por ejemplo, una vaina o una pluralidad de eslabones o bisagras interconectados. Los ejes mostrados en la Fig. 5D también pueden ser utilizados como sustituciones del eje 320 mostrado en la Fig. 3B.

En algunas realizaciones de la invención, el eje 580 es un conducto flexible a través del cual se proporcionan medicación o muestras de tejido. La Fig. 5E es una vista en sección transversal del extremo 142 del segmento distal 140 que muestra una jeringa 2013 en el extremo del conducto 580. Se proporciona un soporte 2012 de aguja fijado por un brazo 2011 al conducto 580. Cuando se empuja el brazo 2011 del eje 580, se revela la jeringa 2013 y puede ser clavada en un tejido corporal para inyectar medicación o recoger muestras de tejido.

Las Figuras 6A y 6B ilustran una realización ejemplar en la que se sustituye la articulación 540 por tres eslabones interconectados 622, 623 y 624. En la realización mostrada en las Figuras 6A-B, no se proporciona una articulación plana 540 para soportar la articulación de los segmentos 510 y 530. El ángulo 542 de articulación se define continuando los segmentos 510 y 530, según se muestra mediante las líneas de puntos en la Fig. 6A.

La Fig. 6B es una vista isométrica parcialmente recortada de la articulación flexible mostrada en la Fig. 6A. Se proporciona una pistola 690 de sutura helicoidal en el segmento distal 530. Se proporciona un eje flexible 628 en el segmento 510 y a través de los eslabones 622 y 624 para transferir un movimiento giratorio. Opcionalmente, se proporciona al menos un alambre 626 en el eje 628 para transferir un movimiento lineal. Opcionalmente, el alambre 626 tracciona hacia atrás la aguja alargada central y sirve de medio de fijación de la aguja central mientras se hace que giren las pistolas de sutura helicoidal en torno a la aguja central, según se detalla con respecto a la Fig. 2A. De forma alternativa, el alambre 626 es amovible y acciona de manera dinámica la aguja de la pistola de sutura helicoidal o cualquier otra herramienta médica; por ejemplo, traccionando el alambre.

La Fig. 6C ilustra una realización en la que se sustituyen los eslabones 622, 623 y 624 por una pluralidad de eslabones estrechamente interconectados 630.

Las Figuras 7A-7C ilustran un instrumento quirúrgico similar al instrumento descrito en las anteriores Figuras 5, en el que se sustituye el eje flexible 580 con una varilla sustancialmente rígida 520.

- 5 La Fig. 7A ilustra una configuración recta en la que los segmentos 510 y 530 forman una línea sustancialmente recta la Fig. 5B muestra una configuración articulada en la que el segmento 530 está doblado hacia el segmento 510.

El mecanismo 520 de accionamiento está fijado en un primer extremo, opcionalmente por medio de una junta cardánica 522, a un eje 556 en el segmento proximal 510 y en un segundo extremo, opcionalmente por medio de una junta cardánica 524, a un eje motor (mostrado en la Fig. 7B) en el segmento distal 530. El mecanismo 520 de accionamiento está situado paralelo o entre los segmentos 510 y 530 en la configuración recta. El mecanismo 520 de accionamiento se extiende desde los segmentos 510 y 530 en las configuraciones articuladas.

10 Para extenderse fuera de los segmentos 510 y 530, el mecanismo 520 de accionamiento debería fijarse de forma deslizante al segmento proximal (o en el mismo), de manera que se deslice a lo largo del segmento y compense la distancia en el punto de fijación al segmento. En la realización mostrada en la Fig. 7B, el mecanismo 520 de accionamiento está fijado por medio de una junta cardánica 522 a un tubo interno 514 en el segmento 510. La distancia del punto de fijación del mecanismo 520 de accionamiento hasta el tubo interno 514 debería ser compensada según cambia el ángulo de articulación. A continuación, se proporciona con respecto a la Fig. 10 una explicación detallada del mecanismo ejemplar de compensación de la distancia según realizaciones ejemplares de la invención.

15 20 En las realizaciones mostradas en las Figuras 7A-C, el mecanismo 520 de accionamiento es un eje que está fijado por medio de juntas cardánicas a tubos en los segmentos 510 y 530. Las juntas cardánicas permiten la transferencia de movimiento giratorio desde el segmento proximal 510 hasta el segmento distal 530. El eje 520 puede ser hueco, de forma que permita que se dé entrada a través del mismo a mecanismos adicionales de accionamiento; por ejemplo, un mecanismo de movimiento lineal, tal como al menos un alambre 516 mostrado en la Fig. 7B.

25 En algunas realizaciones de la invención, se proporciona una vaina 570 cubriendo los mecanismos de accionamiento y de articulación; por ejemplo, según se muestra en la Fig. 7C. La vaina 570 evita que los tejidos corporales queden atrapados en los mecanismos de accionamiento y de articulación. La vaina 570 está fabricada, opcionalmente, de un material biocompatible con una flexibilidad suficiente, de forma que no sea dañada por las fuerzas de estiramiento aplicadas sobre la misma durante la articulación; por ejemplo, silicona o caucho.

30 La vaina 570 (o vaina similar adaptada para la configuración específica) puede ser proporcionada en todas las realizaciones de la presente invención; por ejemplo, en las realizaciones mostradas en las Figuras 1-6.

35 En las realizaciones de las Figuras 5-7, se pierde el espacio entre la bisagra de articulación y el punto de conexión del brazo con el segmento distal, lo que significa que no se puede colocar ninguna herramienta médica en el mismo, lo que requiere, por lo tanto, un segmento distal más largo a diferencia de las realizaciones mostradas en las Figuras 1-4. Por lo tanto, la elección entre un mecanismo de accionamiento en el ángulo de articulación y un mecanismo de accionamiento colocado debajo del ángulo de articulación puede depender de la herramienta médica utilizada y/o del tratamiento llevado a cabo. Por ejemplo, cuando se coloca una pistola de sutura helicoidal en el segmento distal, se utiliza una sección sustancial del segmento distal, mientras colocan los fórceps en el extremo del segmento distal no requiere el uso de toda la longitud del segmento distal.

40 En la Fig. 8 se muestra un mecanismo ejemplar 800 de compensación de la distancia para un elemento roscado de una pistola de sutura helicoidal. El mecanismo 800 de compensación de la distancia consiste en un tubo o varilla 810 cuya posición lineal ha de ser controlada. El tubo 810 representa, por ejemplo, un tubo conectado con el elemento roscado 252 en la Fig. 2A que se requiere que se mueva libremente en una dirección lineal (indicada como 812 en la Fig. 8) durante la articulación del instrumento 100 y debería moverse de forma controlable en una dirección lineal después de que se complete la articulación para clavar la aguja en un tejido corporal.

45 El tubo 810 comprende un tornillo 814 que está enroscado dentro de un engranaje 816. El engranaje 816 se acopla con un engranaje 818. El tornillo 814 y el engranaje 816 son obligados por un resorte a moverse junto con el tubo 810 en la dirección hacia atrás de 812 mientras que el engranaje 818 gira, pero no se mueve linealmente. Después de que se completa la articulación, y se sitúa el engranaje 816 en su nueva posición, el movimiento relativo del tubo 810 desde su posición actual/nueva es controlado por el engranaje 818. Cuando se requiere el avance del eje 810, el engranaje 818 gira en una dirección 820 que hace girar el engranaje 816 en una dirección 822 en torno a la tuerca 814, haciendo avanzar, de ese modo, el tubo 810. Se proporciona una rotación contraria para devolver la aguja hacia atrás.

50 Las Figuras 9A-B ilustran un mecanismo 900 de compensación de la distancia para un elemento roscado de una pistola de sutura helicoidal según otra realización de la invención. El mecanismo 900 de compensación de la distancia puede ser utilizado como una sustitución del mecanismo 800 descrito anteriormente.

55

El mecanismo 900 incluye un tubo 910 que se desliza en la dirección 912 durante la articulación. El tubo (o varilla) 910 y un resorte 914 que rodea el extremo del tubo 910 están colocados en un receptáculo 916. El extremo del tubo 910 está fijado a una placa 918 con dientes de sierra. Se proporcionan elementos 920 similares a uñas que, después de que se completa la articulación y el tubo 910 se encuentra en su nueva posición, se acoplan con la placa 918 con dientes de sierra para proporcionar un movimiento controlado del tubo 910 en la dirección 912; por ejemplo, para clavar una aguja en un tejido corporal. Las uñas 920 son forzadas hacia la placa 918 mediante el receptáculo 916. Se proporciona una leva 922, u otro mecanismo, para hacer avanzar de forma controlada la placa 910 con dientes de sierra (y el tubo 910) después de que se completa la articulación.

En algunas realizaciones, las uñas de la placa 920 con dientes de sierra están ligeramente separados entre sí en la dirección 912, de forma que en cualquier punto de acoplamiento de los elementos 920 con la placa 918, se proporciona al menos una uña en un diente de la placa, bloqueando, de ese modo, el movimiento de la placa 918 y aplicando una fuerza en una dirección lineal. La Fig. 9 ilustra 4 dientes, sin embargo, se puede utilizar cualquier número de dientes según realizaciones de la invención. Un mayor número de dientes aumenta la precisión del mecanismo.

La Fig. 10 ilustra un mecanismo de compensación de la distancia que permite la variación de la longitud de un tubo 1010 y permite la rotación de un tubo 1010 en posiciones longitudinales variables del mismo. Esto puede requerirse, por ejemplo, cuando se compensa la distancia de tubos con respecto al mecanismo de accionamiento, tal como el tubo 134 en las Figuras 1A- 1E o el tubo 514 en la Fig. 7B, que se requiere que se muevan linealmente durante la articulación para variar el punto de fijación del mecanismo de accionamiento, y que permanezcan estacionarios después de que se completa la articulación. Un requisito adicional de los tubos 134 y 514 es que deberían poder girar en cualquier posición longitudinal de los mismos para transferir un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal.

El tubo 1010 incluye un eje 1012 en una porción del tubo 1010 y que se extiende desde el mismo. El eje 1012 es amovible en la dirección 1014, variando, de ese modo, la posición longitudinal del tubo 1010. El eje 1012 incluye, opcionalmente, un elemento macho 1016 acoplado en un elemento hembra 1018 del tubo 1010. El acoplamiento de los elementos 1016 y 1018 permite que se transfiera una rotación del eje 1012, por ejemplo en una dirección 1020, a la rotación del tubo 1010 en una dirección 1022.

Se hace referencia ahora al mango 110 mostrado en la Fig. 1. El mango 110 permite a un usuario controlar el mecanismo de articulación y uno o más mecanismos de accionamiento del instrumento 100. En algunas realizaciones, el mango 110 incluye uno o más mecanismos según se ilustra en las Figuras 8 y 9.

La Fig. 11A es una vista en sección transversal de un mango 110 según una realización ejemplar de la invención. El mango 110 comprende una empuñadura 1120 para controlar el mecanismo de accionamiento, por ejemplo. Se proporciona el mecanismo 800 de compensación de la distancia, opcionalmente, para compensar la distancia de un elemento roscado de una posición de la pistola de sutura helicoidal en el segmento 140. El mango 110 puede comprender, además, una tuerca 1140 en torno a un tornillo 1160 para controlar la articulación traccionando o empujando un brazo. Se pueden utilizar otros mecanismos de control según realizaciones ejemplares de la presente invención. Por ejemplo, según algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento y/o el brazo están motorizados.

La Fig. 11B es una vista parcialmente en sección transversal de un mango 2001 utilizado para la actuación de un mecanismo de accionamiento que incluye un conducto para inyectar medicación o recoger muestras de tejido; por ejemplo, según se muestra y describe con respecto a la Fig. 5E. En la Fig. 5E se muestra un mango 2004 colocado en el extremo del segmento proximal 130 para un movimiento lineal de una jeringa en el extremo del segmento distal 130. Un mango adicional 2002 activa un dispositivo 2003 de inyección en el mango 2001. El recipiente 2005 incluye medicación 2007 y está fijado en un extremo a un conducto 2008 y en el otro extremo a un soporte 2009, fijado a una varilla 2006. En algunas realizaciones, el dispositivo 2003 de inyección funciona como un dispositivo de aspiración para recoger muestras de tejido. En estas realizaciones, se proporciona un mango adicional que empuja la varilla 2006 en la dirección proximal para crear un vacío en el interior del conducto 2008.

En algunas realizaciones de la invención, se proporciona un adaptador 120 entre el mango 110 y el segmento proximal 130. Se puede utilizar el adaptador 120 para utilizar el instrumento como un accesorio de instrumentos existentes, por lo que se conecta un mango existente a un adaptador y a unos segmentos proximal y distal, y se coloca una herramienta médica existente en el segmento distal.

Las Figuras 12A-12C ilustra un adaptador según una realización ejemplar de la invención. La Fig. 12A es una vista parcialmente en sección transversal de un instrumento según se muestra y se describe con respecto a las Figuras 1. La Fig. 12B es una vista más cercana de la sección transversal del adaptador en la Fig. 12A y la Fig. 12C es una vista superior del adaptador.

El adaptador 120 incluye un eje 1270 que está fijado al segmento proximal 130. Se proporciona un mecanismo 1210 de control de la articulación, que consiste en una tuerca 1220 en un tornillo 1230 conectado con un mecanismo de brazo que tiene un primer brazo 1240 y un segundo brazo 1250 que están conectados con el elemento 118 de

accionamiento. La rotación de la tuerca 1220 empuja (o tracciona) el primer brazo 1240 que empuja (o tracciona) el segundo brazo 1250 que, a su vez, empuja (o tracciona) el elemento 118 de accionamiento que empuja el brazo 112 y provoca la articulación del segmento distal 140 en torno a la bisagra 116.

5 En algunas realizaciones, el control del mecanismo de accionamiento es transferido desde el mango a través del adaptador.

Aunque se describe el adaptador con respecto a la realización de la Fig. 1, se comprenderá que el adaptador 120 puede ser utilizado con cualquiera de las realizaciones de la invención, por ejemplo, se puede utilizar el adaptador 120 con la realización ilustrada en la Fig. 5, en la que se fijará el segundo brazo 1250 al elemento 536 de accionamiento.

10 En toda la presente memoria, se describen realizaciones específicas del instrumento en aras de la claridad con una combinación específica de mecanismos de articulación, un mecanismo de accionamiento y herramientas médicas. Se comprenderá que las realizaciones de la presente invención incluyen cualquier combinación de los mecanismos de articulación, mecanismos de accionamiento y herramientas médicas descritos con respecto a realizaciones específicas.

15 Cabe esperar que, durante la vida de una patente que madure de la presente solicitud, se desarrollarán muchos mecanismos relevantes de articulación y de accionamiento y que el alcance de las expresiones mecanismo de articulación y/o mecanismos de accionamiento previstos incluya, *a priori*, todas las nuevas tecnologías de ese tipo.

Según se utiliza en la presente memoria, el término “aproximadamente” hace referencia a  $\pm 10\%$ .

20 Las expresiones “comprende”, “que comprende”, “incluye”, “que incluye”, “que tiene” y sus conjugadas significan “incluyendo, sin limitación”.

La expresión “que consiste en” significa “que incluye y está limitado a”.

25 La expresión “que consiste esencialmente en” significa que la composición, el procedimiento o la estructura puede incluir ingredientes, etapas y/o partes adicionales, pero solo si los ingredientes, las etapas y/o las partes adicionales no alteran materialmente las características básicas y novedosas de la composición, del procedimiento o de la estructura reivindicados.

Según se utilizan en la presente memoria, la forma singular “un”, “una”, “el” y “la” incluyen referencias plurales, a no ser que el contexto dicte claramente lo contrario. Por ejemplo, la expresión “una bisagra” o “al menos una bisagra” puede incluir una pluralidad de bisagras, incluyendo eslabones interconectados.

30 En toda la presente solicitud, se pueden presentar diversas realizaciones de la presente invención en un formato de intervalo. Se debería comprender que la descripción en formato de intervalo es simplemente en aras de la conveniencia y de la brevedad y no debería interpretarse como una limitación inflexible sobre el alcance de la invención. En consecuencia, se debería considerar que la descripción de un intervalo tiene específicamente divulgados todos los posibles subintervalos, al igual que valores numéricos individuales en ese intervalo. Por ejemplo, se debería considerar que la descripción de un intervalo tal como desde 1 hasta 6 tiene subintervalos específicamente divulgados, tales como desde 1 hasta 3, desde 1 hasta 4, desde 1 hasta 5, desde 2 hasta 4, desde 2 hasta 6, desde 3 hasta 6, etc., al igual que números individuales en ese intervalo, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica con independencia de la amplitud del intervalo.

35 Siempre que se indica un intervalo numérico en la presente memoria, se pretende que incluya cualquier número citado (fraccionario o entero) en el intervalo indicado. Las frases “variante/que varía entre” un primer número indicado y un segundo número indicado y “variante/que varía desde” un primer número indicado “hasta” un segundo número indicado se utilizan en la presente memoria de forma intercambiable y se pretende que incluyan los números indicados primero y segundo y todos los números fraccionarios y enteros entre los mismos.

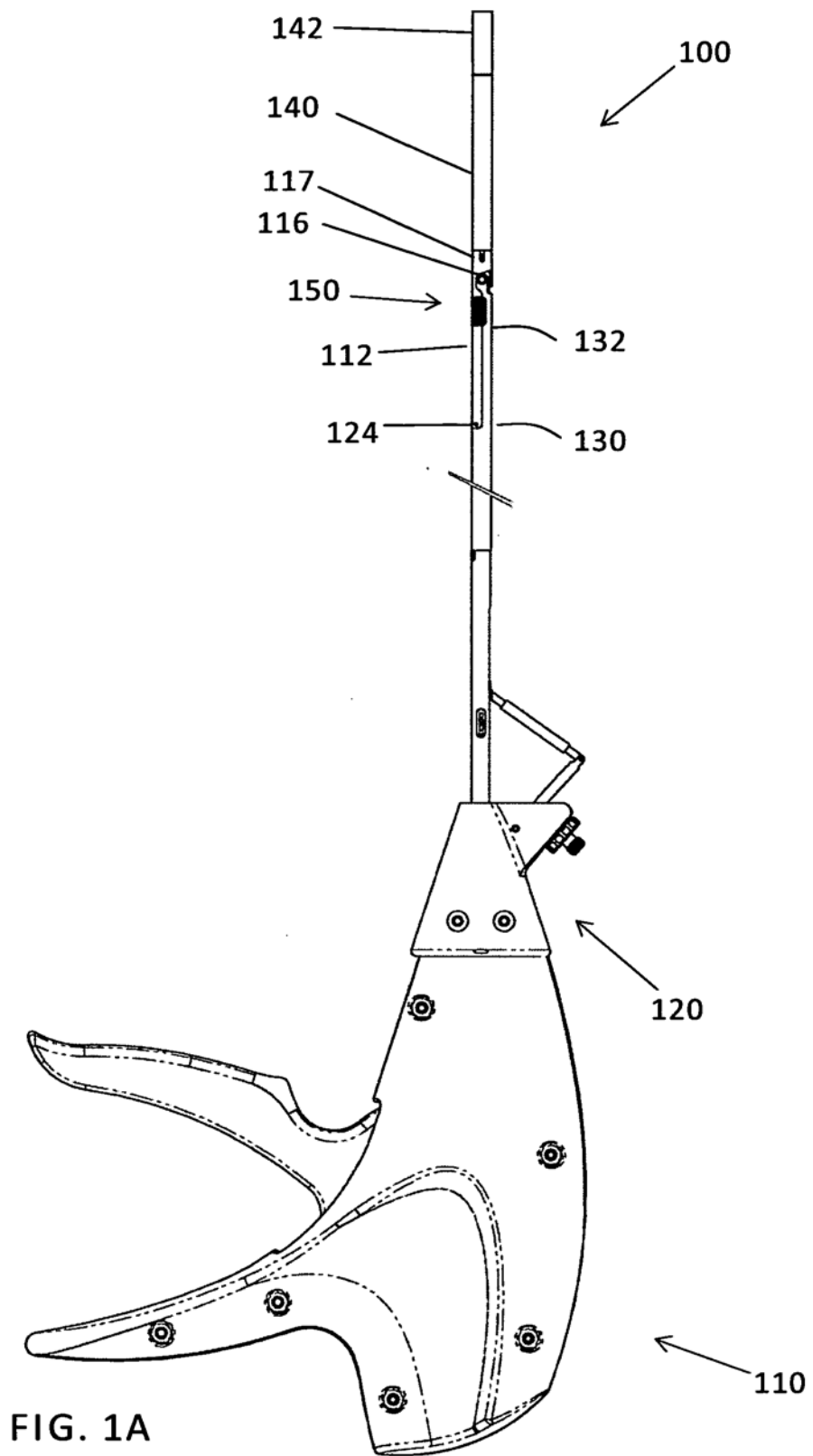
40 Se apreciará que ciertas características de la invención, que se describen, en aras de la claridad, en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Por el contrario, también se pueden proporcionar diversas características de la invención, que se describen, en aras de la brevedad, en el contexto de una única realización, por separado o en cualquier subcombinación adecuada o según sea adecuado en cualquier otra realización descrita de la invención. Ciertas características descritas en el contexto de diversas realizaciones no deben ser consideradas características esenciales de esas realizaciones, a no ser que la realización sea inoperativa sin esos elementos. Por ejemplo, se describen herramientas médicas específicas usadas con realizaciones específicas de la invención; se aprecia que se puede utilizar cualquier herramienta médica con cualquiera de las realizaciones ejemplares descritas.

45 50

**REIVINDICACIONES**

1. Un instrumento médico articulado (100) que comprende:  
un segmento proximal sustancialmente recto (130, 510);  
5 un segmento distal sustancialmente recto (140, 530) conectado con el segmento proximal (130);  
un mecanismo de articulación para cambiar un ángulo (135) de articulación entre los segmentos proximal y distal y proporcionar una configuración recta en la que los segmentos proximal y distal forman una línea sustancialmente recta y al menos una configuración articulada en la que los segmentos proximal y distal forman un ángulo de articulación inferior a 180 grados entre los segmentos, estando configurado el mecanismo de articulación para aumentar o reducir el ángulo de articulación; y  
10 uno o más mecanismos (150, 220, 320, 420, 520, 580) de accionamiento configurados para transferir un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal, caracterizado porque dicho al menos un mecanismo (150, 220, 320, 420, 520, 580) de accionamiento para transferir un movimiento giratorio está contenido en los segmentos en la configuración recta, en el que al menos una porción de dicho al menos un mecanismo de accionamiento para transferir el movimiento giratorio es externa a al menos una porción de al menos un segmento adyacente a la conexión entre los segmentos en la configuración articulada.  
15
2. Un instrumento médico articulado según la reivindicación 1, en el que el segmento distal que contiene un eje roscado (252) en torno al cual se enrosca una pluralidad de fijaciones helicoidales (254); y  
20 en el que la transferencia de un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal comprende transferir el movimiento, de forma que las fijaciones (254) salgan distalmente del eje roscado (252).
3. Un instrumento médico articulado según la reivindicación 1, en el que el segmento distal contiene:  
25 una pluralidad de fijaciones roscadas (264) que comprenden orejetas (265);  
un tubo (266) que tiene ranuras longitudinales en las que se colocan las fijaciones helicoidales (264), de forma que las orejetas (265) salgan a través de las ranuras; y  
30 una capa externa roscada internamente (140) en la que se enrosca las orejetas de las fijaciones; y  
en el que la transferencia de un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal comprende transferir el movimiento de forma que el tubo (266) gire provocando que las fijaciones (264) salgan del segmento distal.
4. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que al menos un mecanismo de accionamiento no pasa por el vértice (142, 542) del ángulo (135) de articulación.
- 35 5. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que al menos un mecanismo de accionamiento está colocado en el interior del ángulo de articulación.
6. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el segmento proximal comprende un primer extremo distal y un primer extremo proximal, y  
40 el segmento distal comprende un segundo extremo distal y un segundo extremo proximal, estando el segundo extremo proximal conectado con el primer extremo distal del segmento proximal, y  
en el que, en la configuración articulada, al menos una porción del al menos un mecanismo de accionamiento lleva acabo al menos uno de (i) salir del segmento distal entre los extremos distal y proximal del mismo y (ii) salir del segmento proximal entre los extremos distal y proximal del mismo.  
45
7. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el mecanismo de accionamiento no se ve afectado por las fuerzas implicadas en articular el instrumento y mantener una configuración articulada del mismo.
8. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el mecanismo de accionamiento está colocado en el mismo plano que los segmentos.  
50
9. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el mecanismo de articulación comprende un brazo (112, 550) que se extiende fuera del segmento proximal y en el que el mecanismo de accionamiento está colocado entre el brazo y el segmento proximal.

10. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos un mecanismo de accionamiento está configurado para transferir un movimiento lineal de un extremo proximal del instrumento a un extremo distal del instrumento.
- 5 11. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, una vaina (570) que cubre el mecanismo de articulación y el mecanismo de accionamiento.
12. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el al menos un mecanismo de accionamiento para transferir un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal comprende un mecanismo (220) de engranajes.
- 10 13. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el al menos un mecanismo de accionamiento para transferir un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal comprende un eje flexible (320).
14. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el al menos un mecanismo de accionamiento para transferir un movimiento giratorio del segmento proximal al segmento distal comprende un resorte.
- 15 15. Un instrumento según la reivindicación 13 o 14, en el que un alambre (136, 626) pasa a través de dicho eje o resorte.
16. Un instrumento según la reivindicación 15, en el que dicho alambre está configurado para transferir un movimiento lineal de dicho segmento proximal a dicho segmento distal.
- 20 17. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los segmentos proximal y distal están conectados por medio de una bisagra flexible.
18. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, un mecanismo (800, 900) de compensación de la distancia para compensar la distancia en el punto de fijación del mecanismo de accionamiento a los segmentos distal y proximal en la configuración articulada según cambia el ángulo de articulación.
- 25 19. Un instrumento según cualquiera de las reivindicaciones 1-18, que comprende, además, un adaptador (120) para fijar el instrumento a un mango existente.





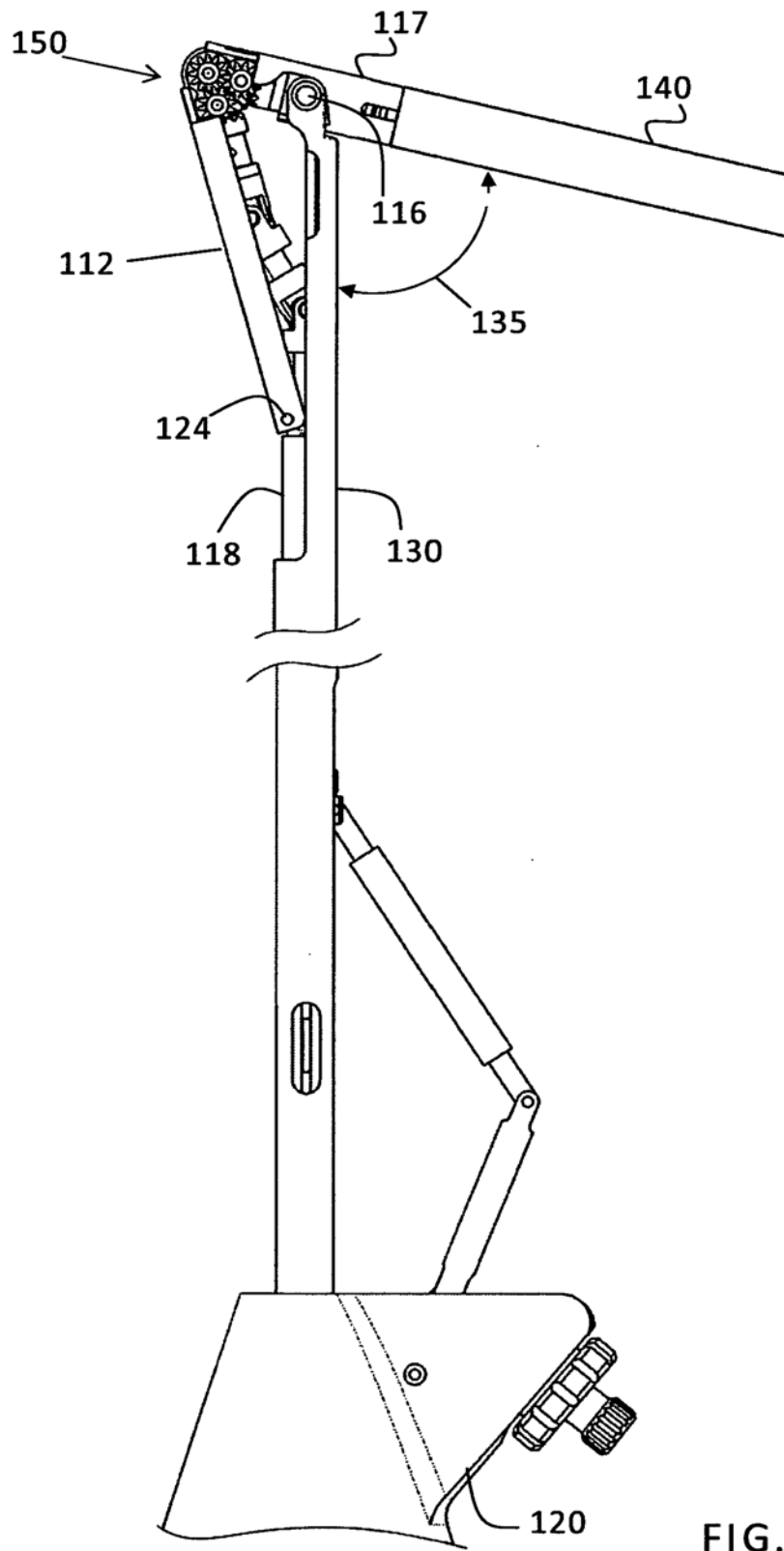


FIG. 1B

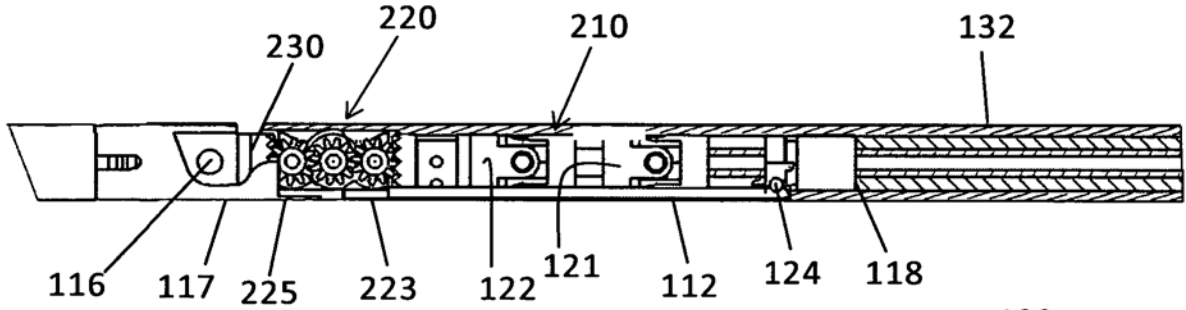


FIG. 1C ← 133

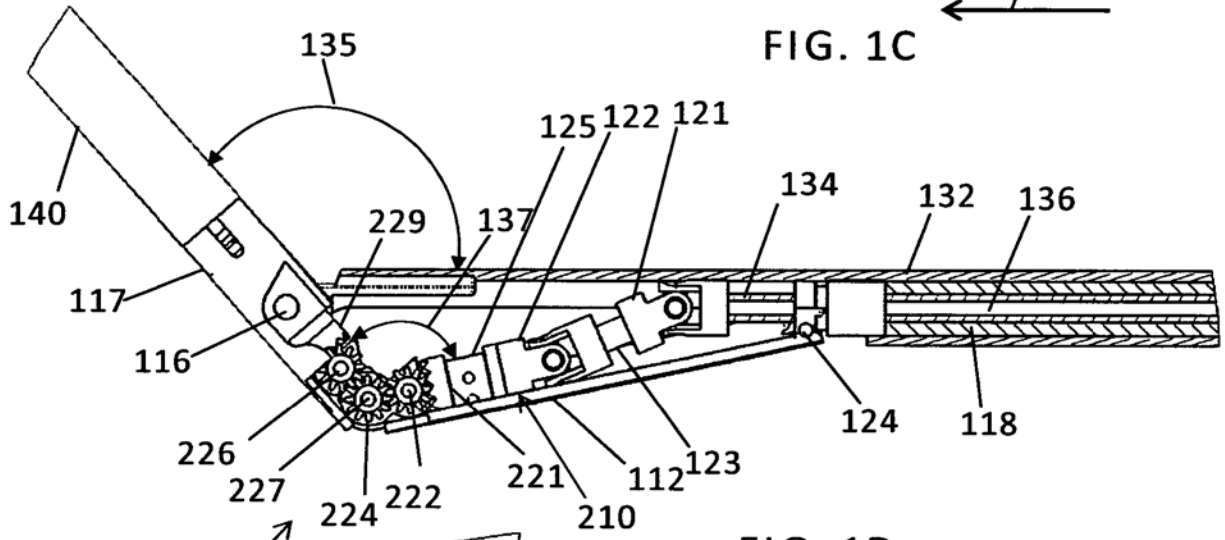


FIG. 1D

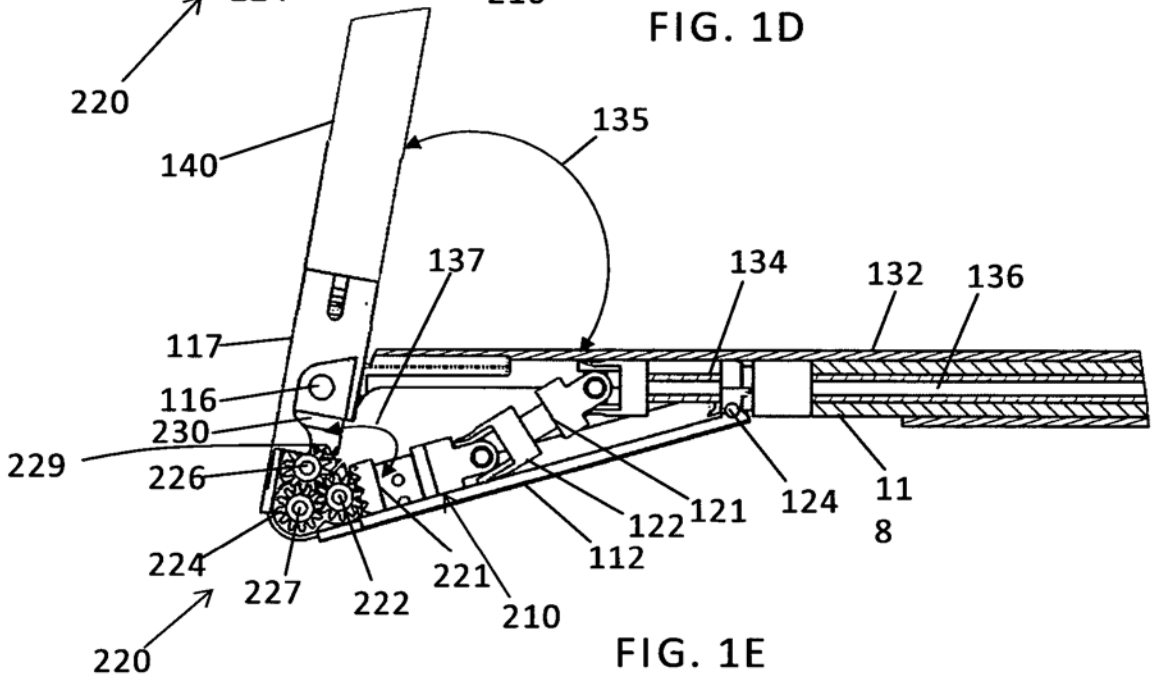
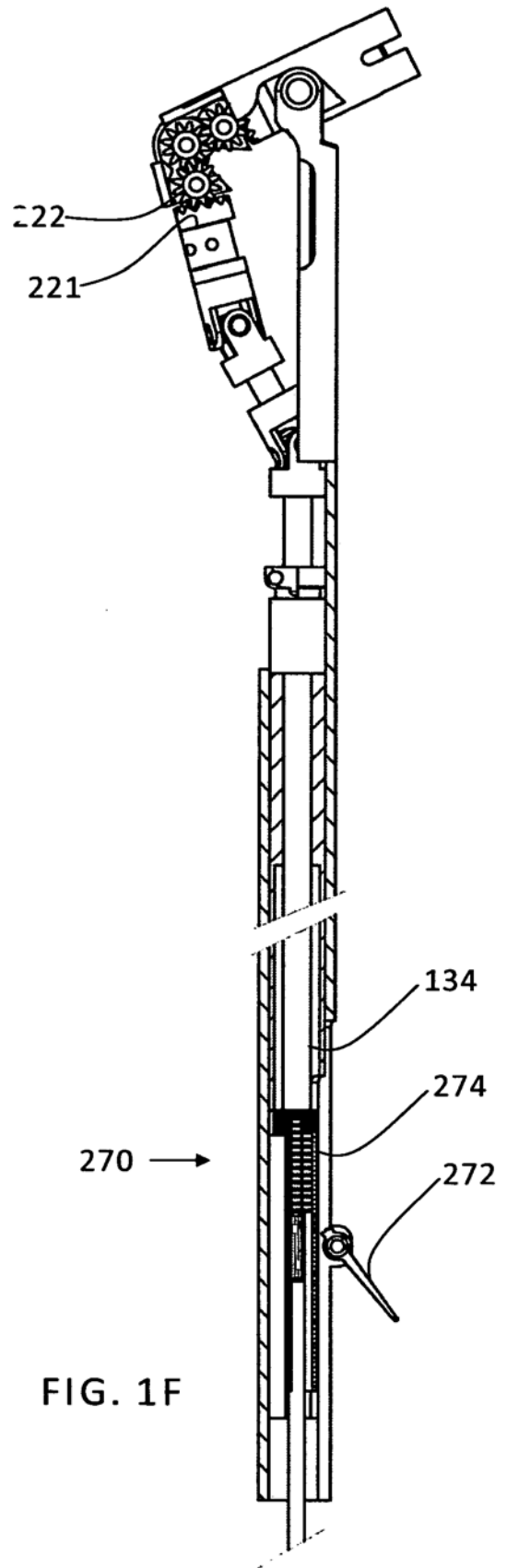
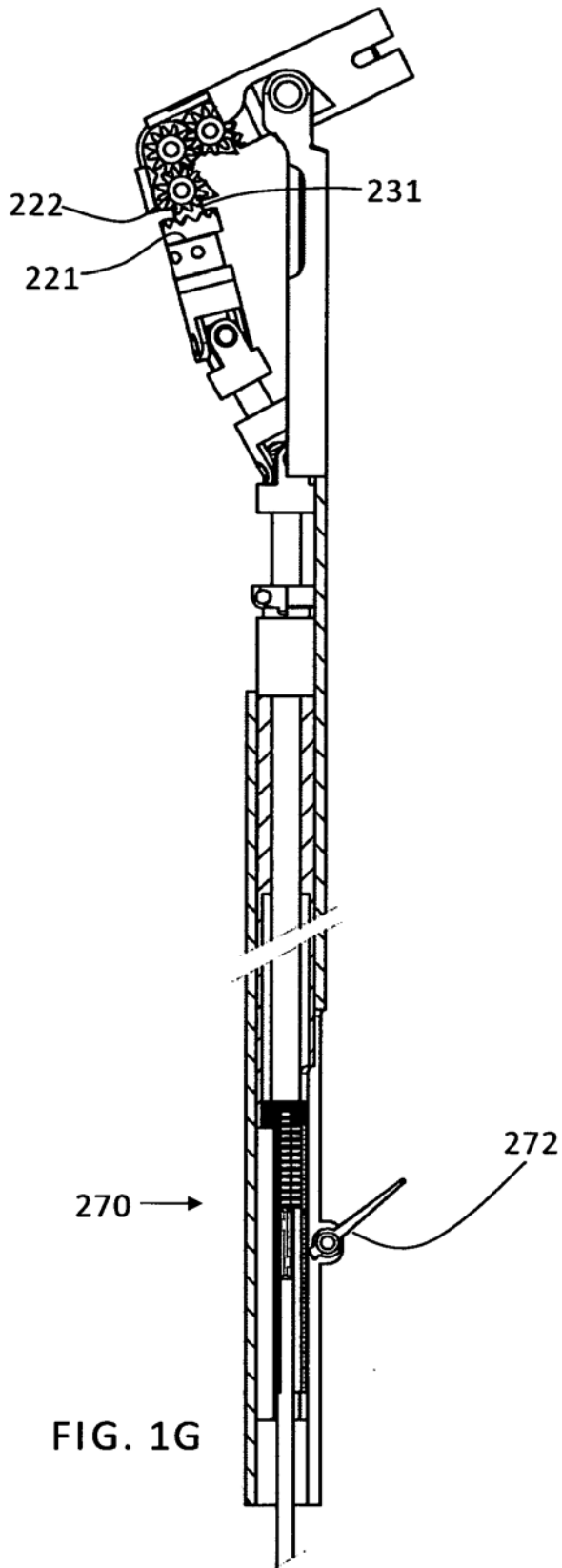


FIG. 1E



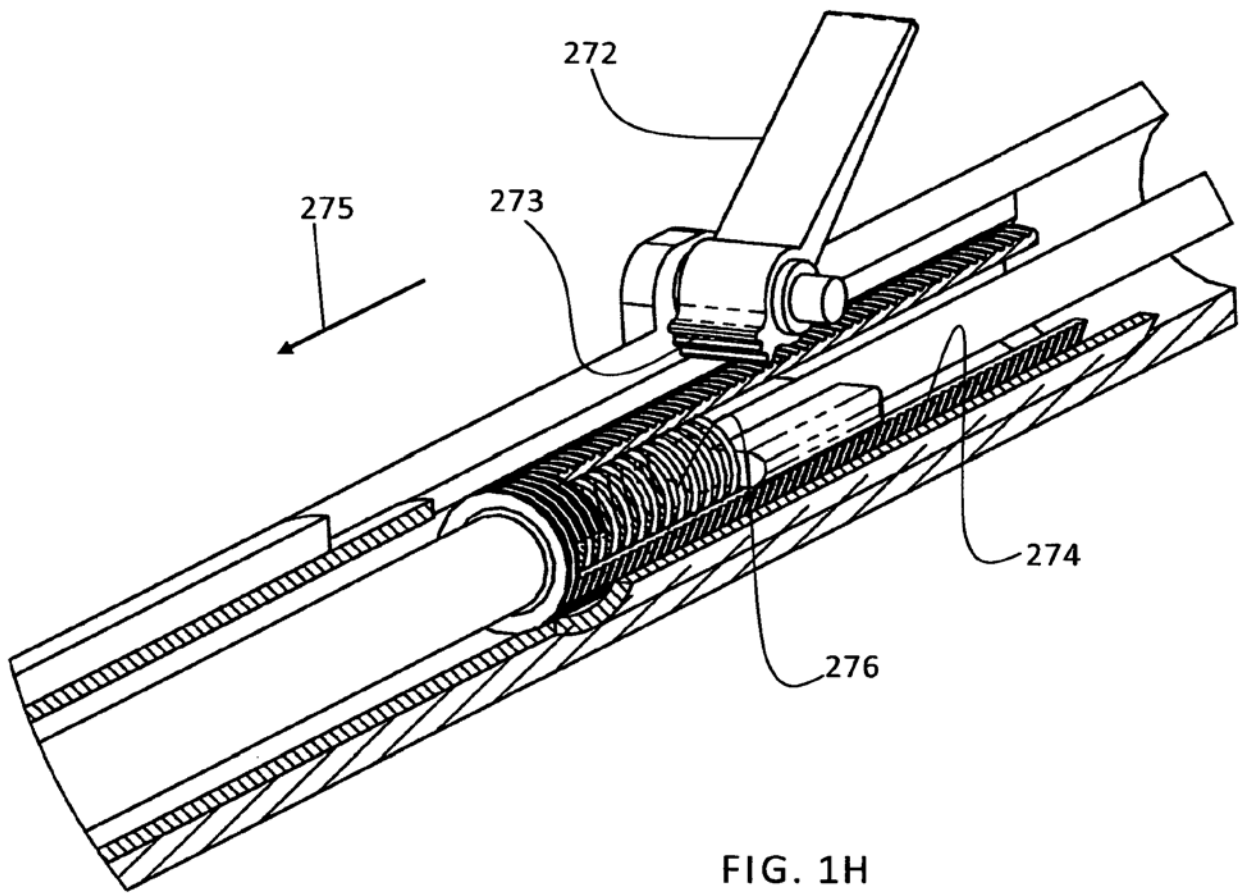


FIG. 1H

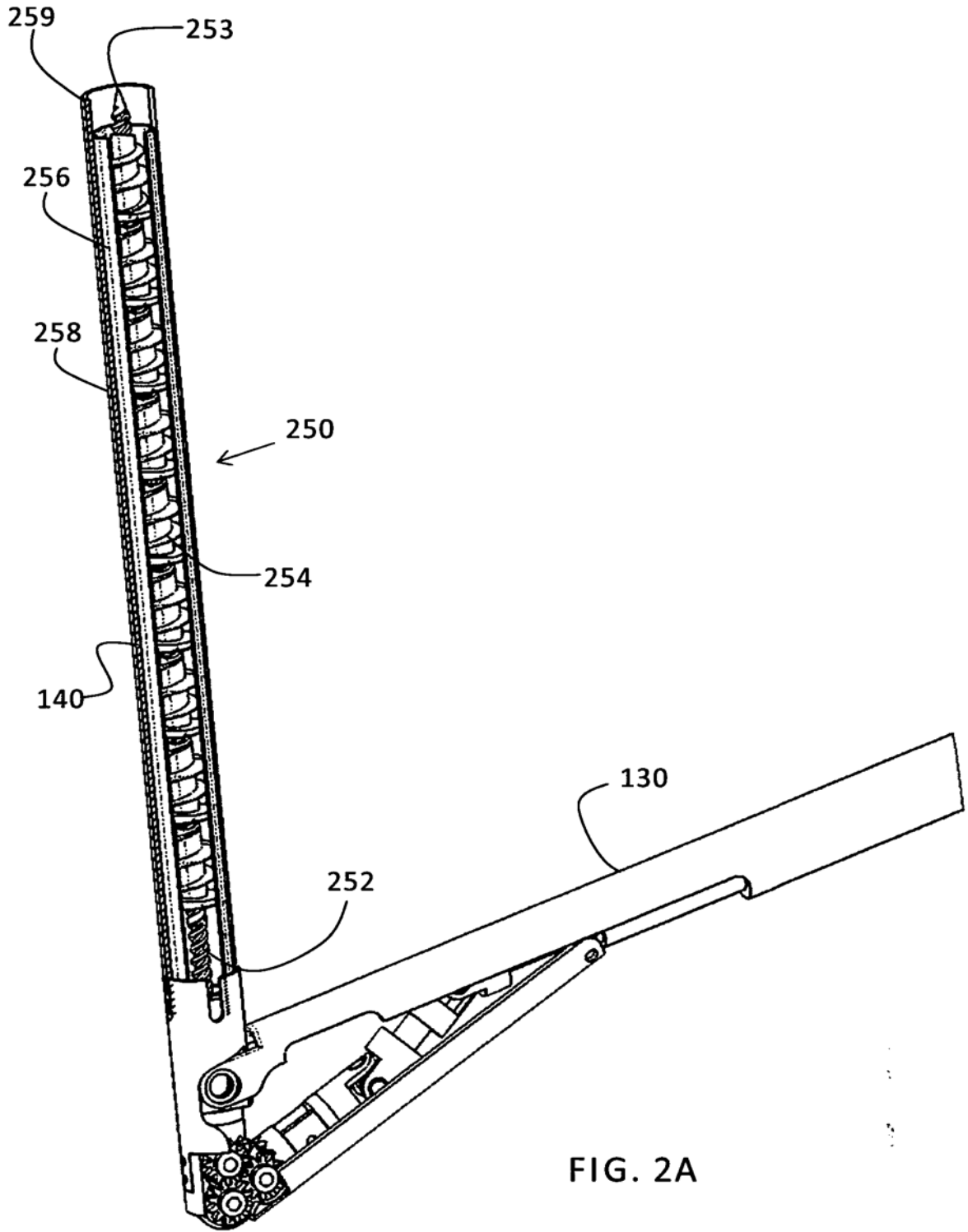


FIG. 2A

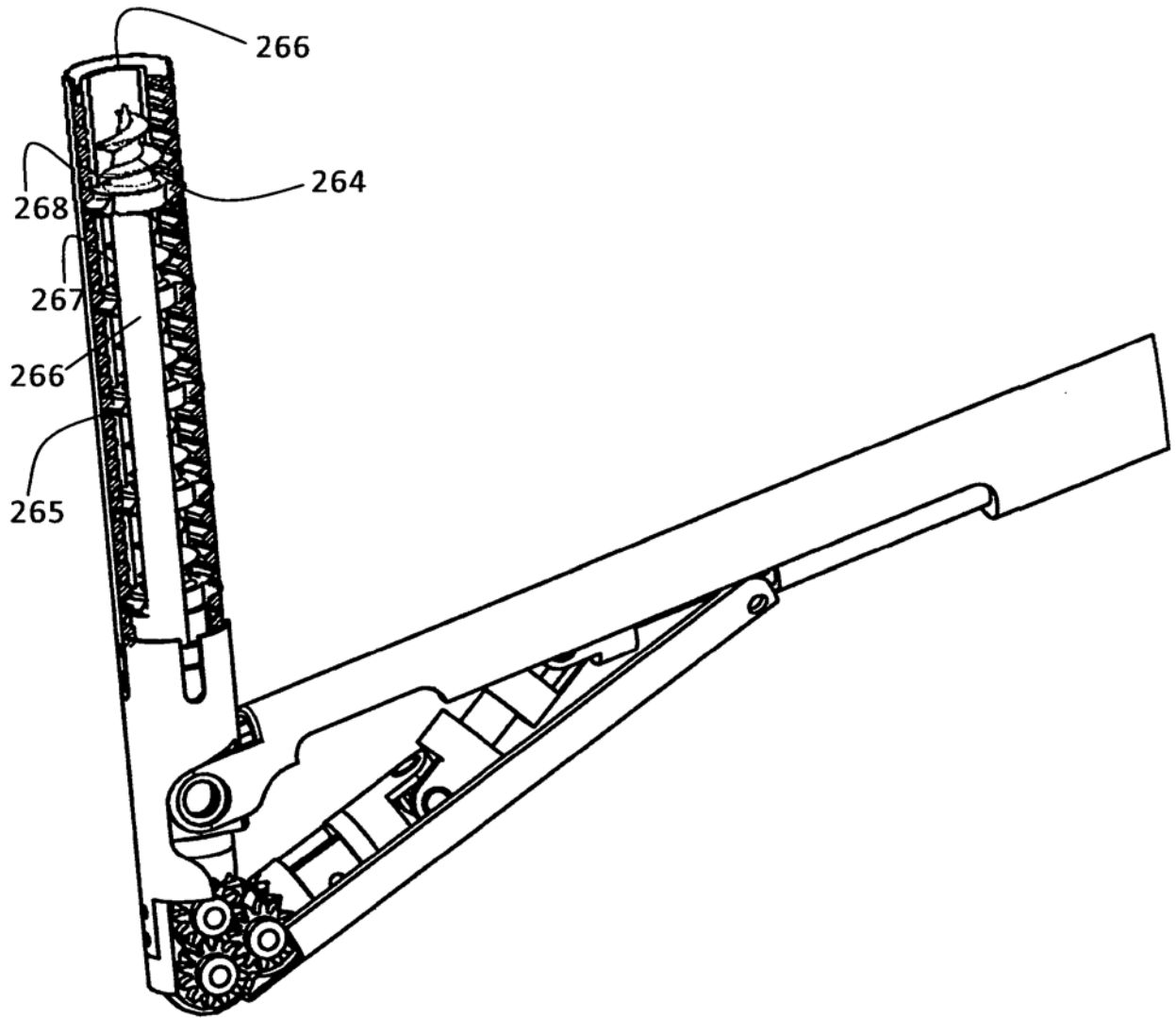


FIG. 2B

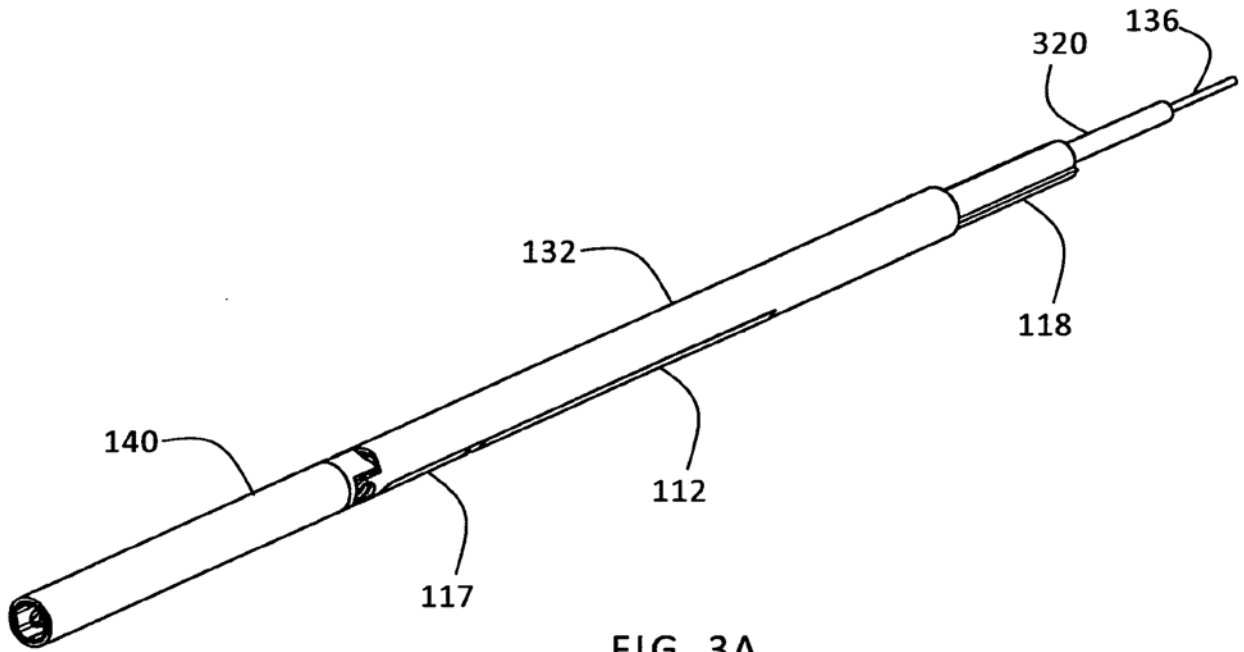


FIG. 3A

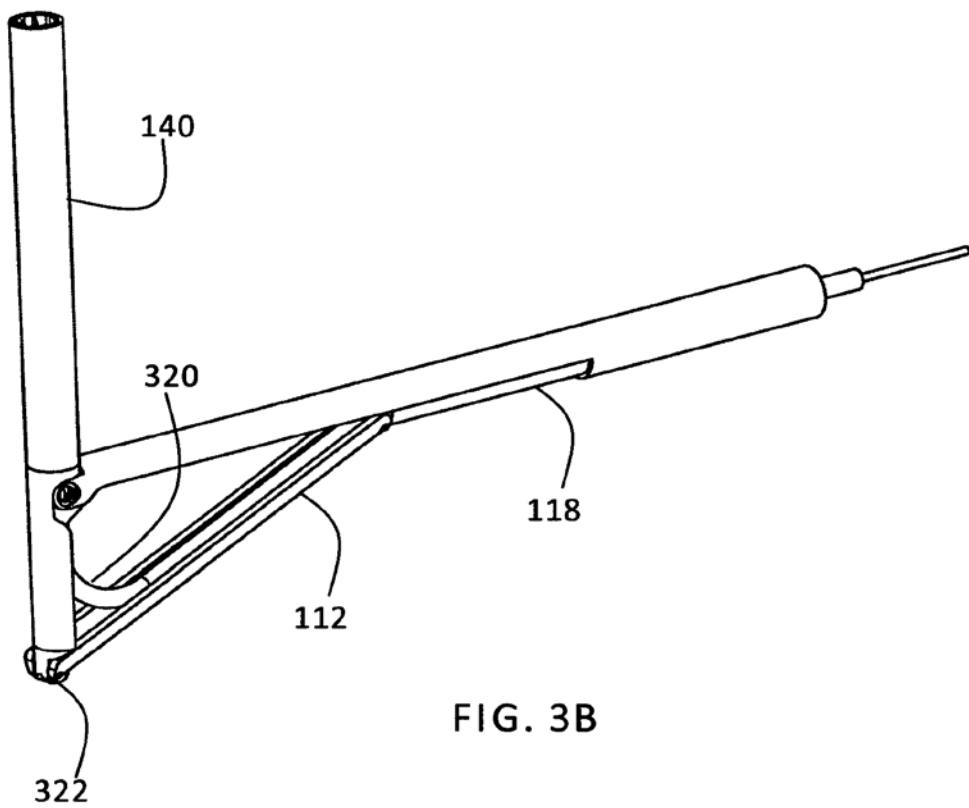


FIG. 3B

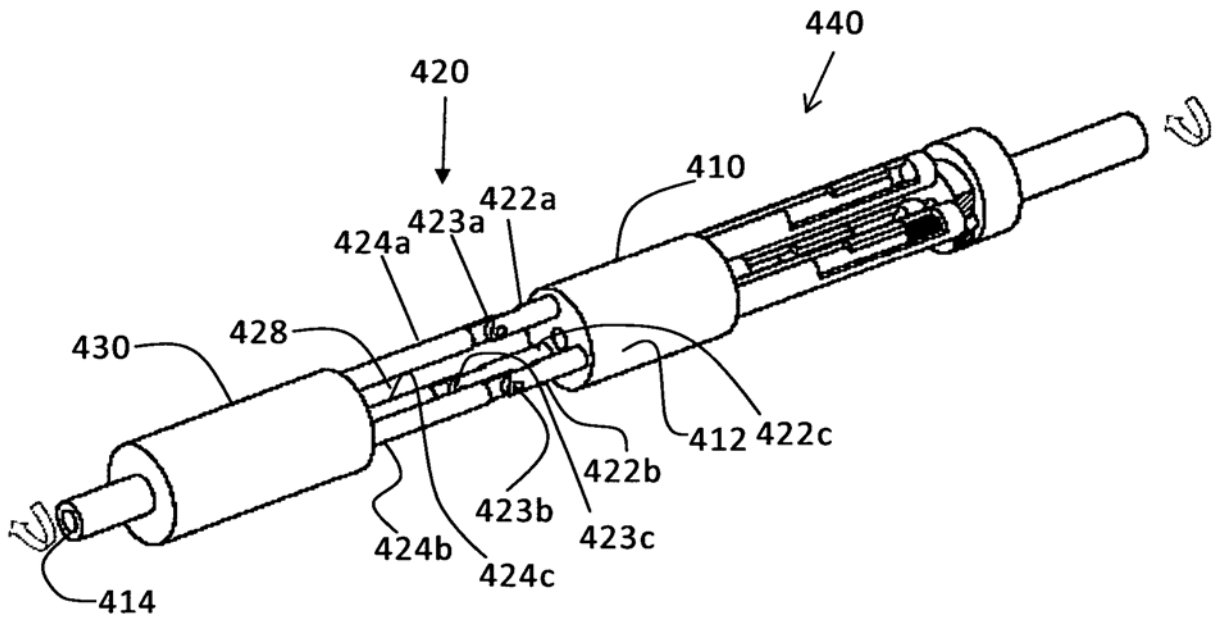


FIG. 4A

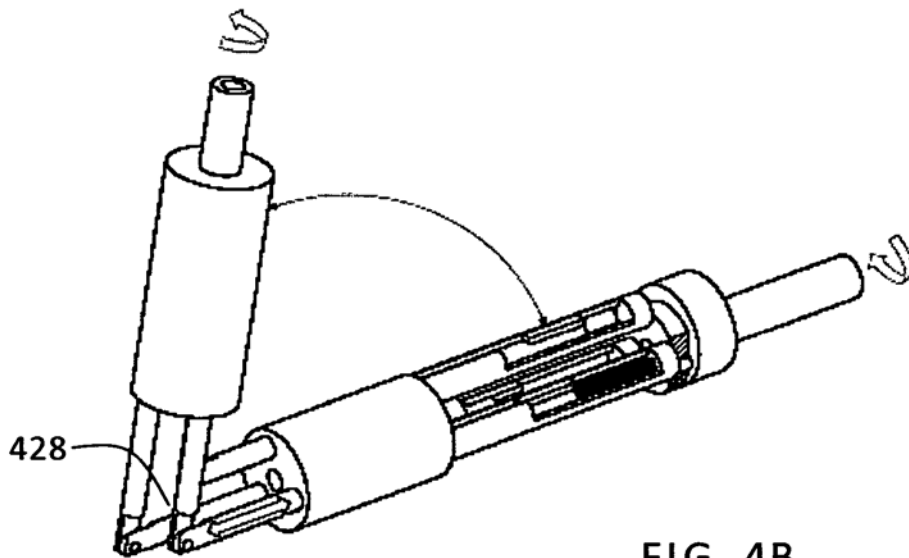


FIG. 4B



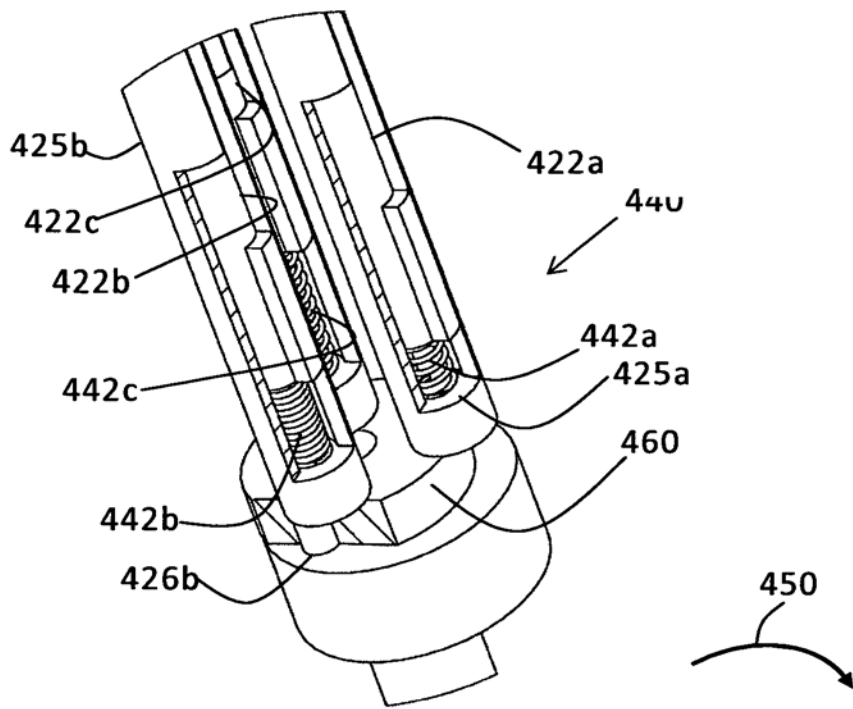


FIG. 4C

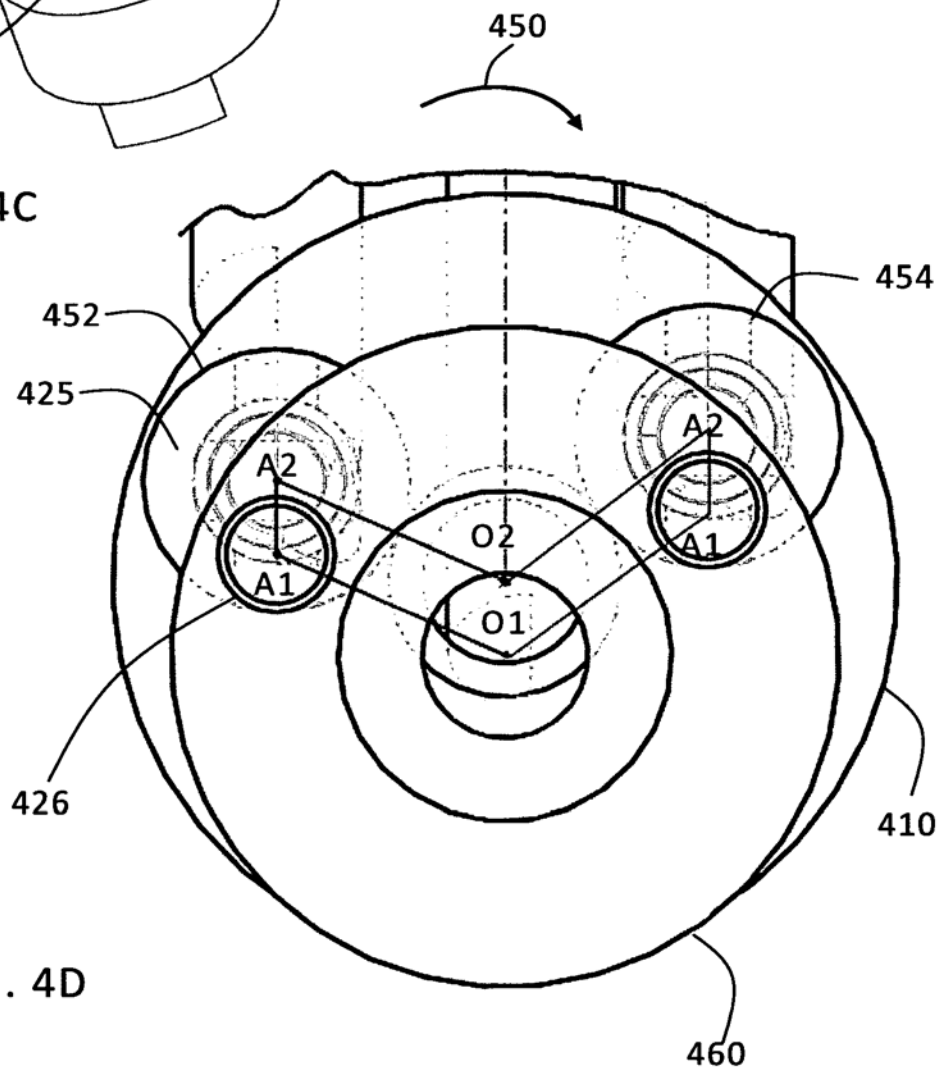


FIG. 4D

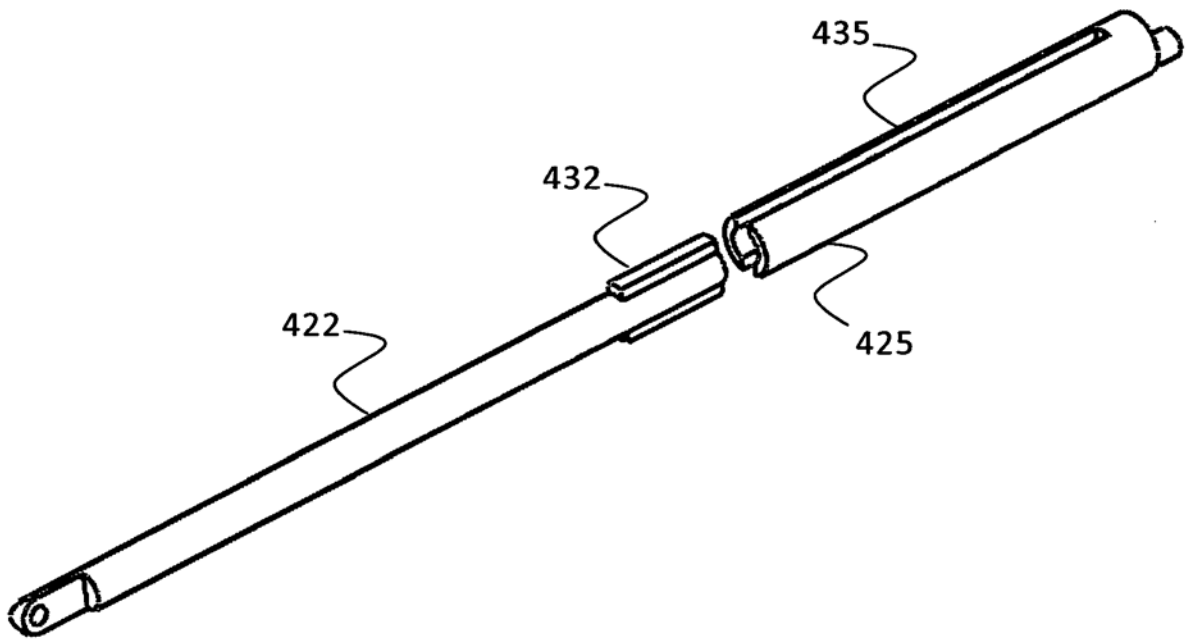


FIG. 4E

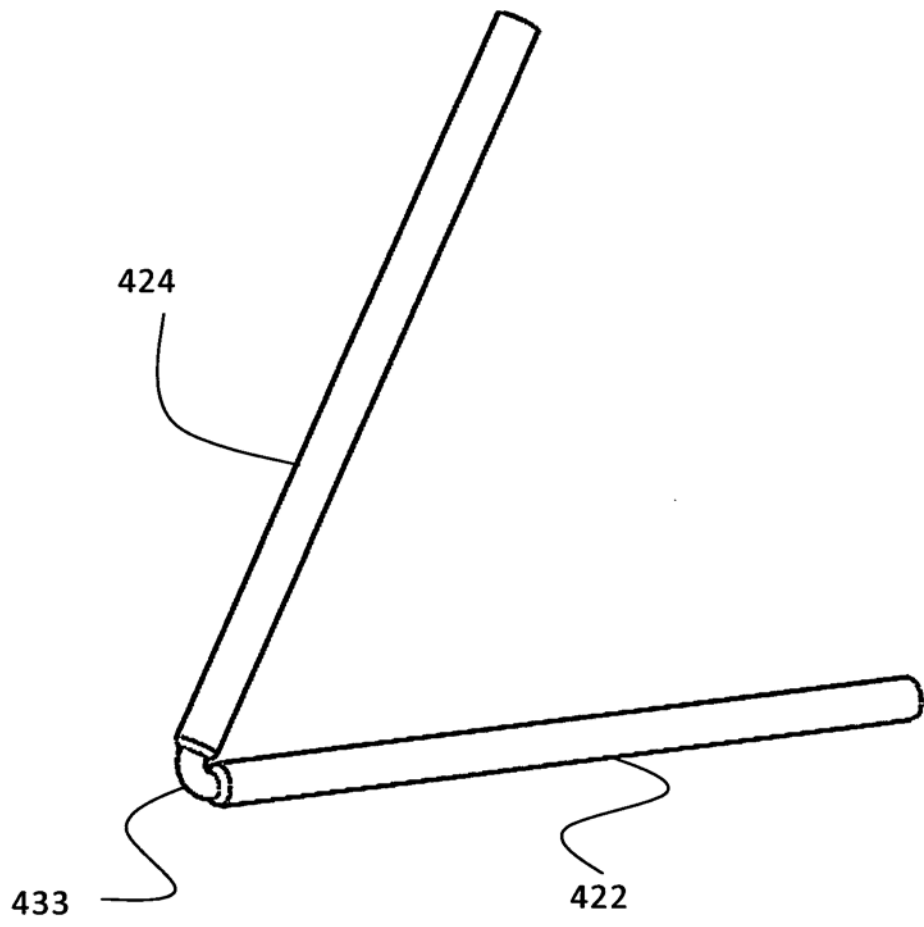


FIG. 4F

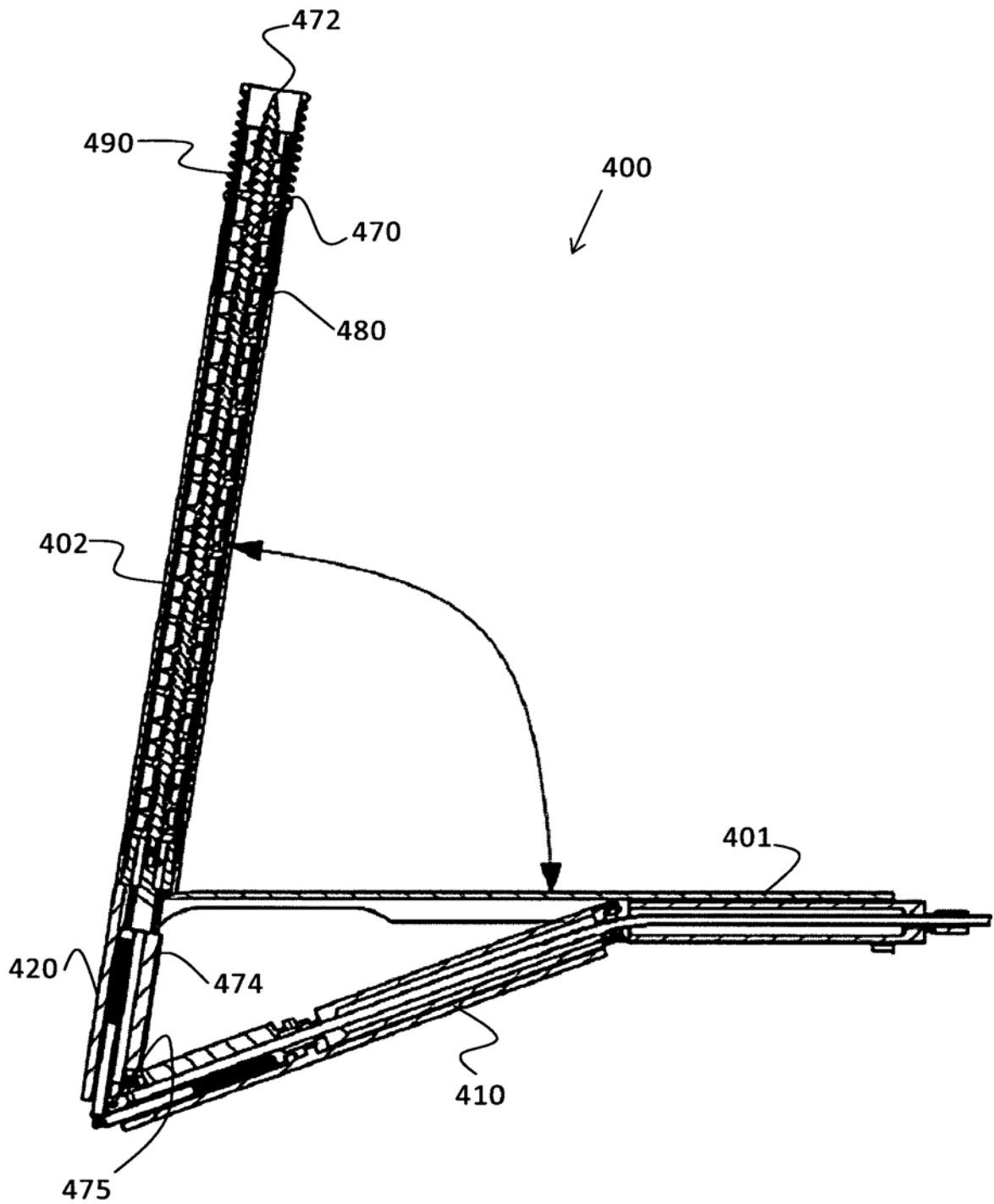


FIG. 4G

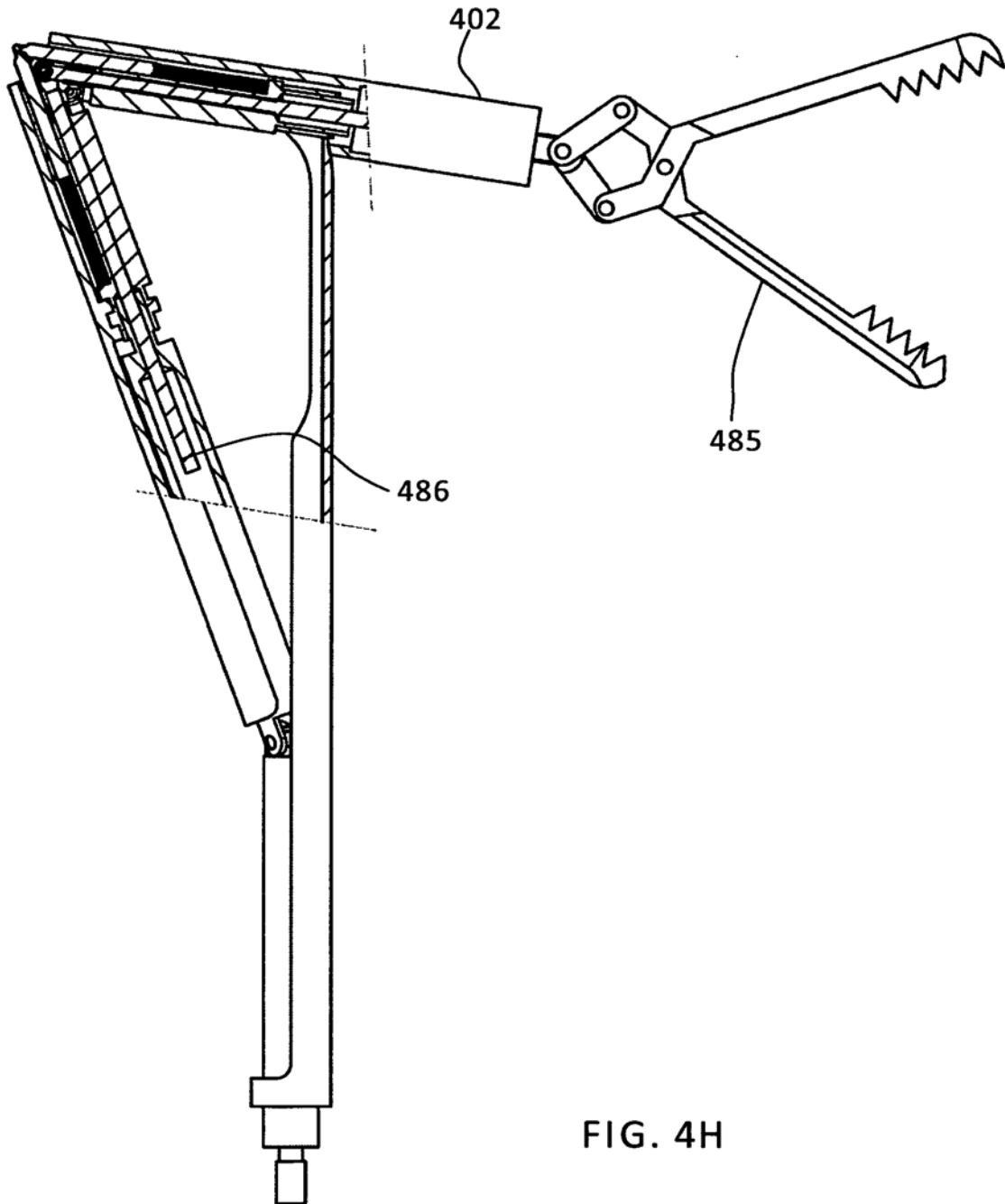


FIG. 4H

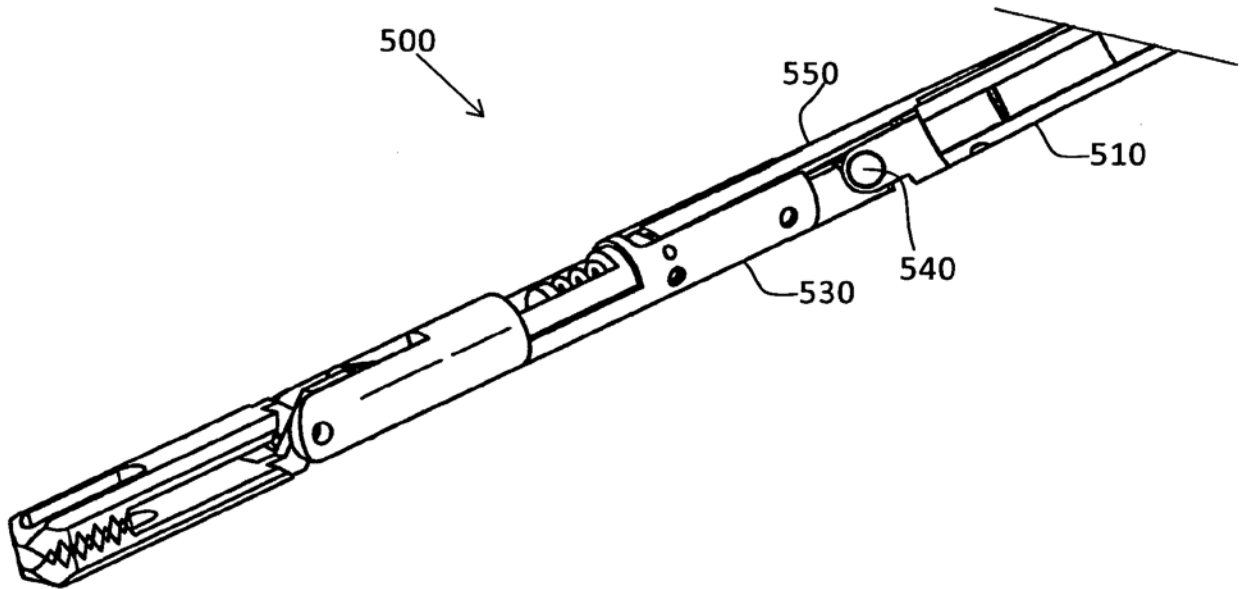
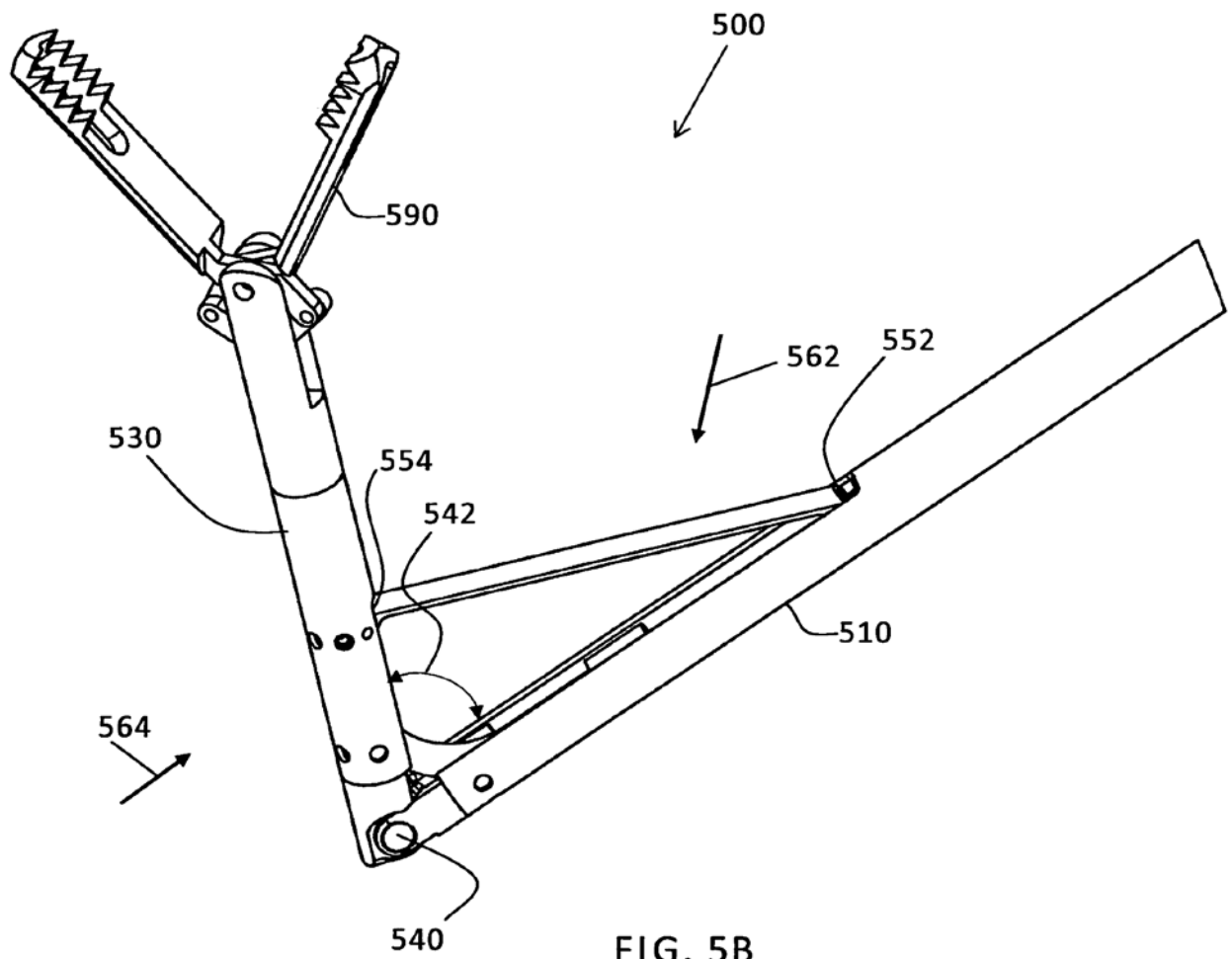
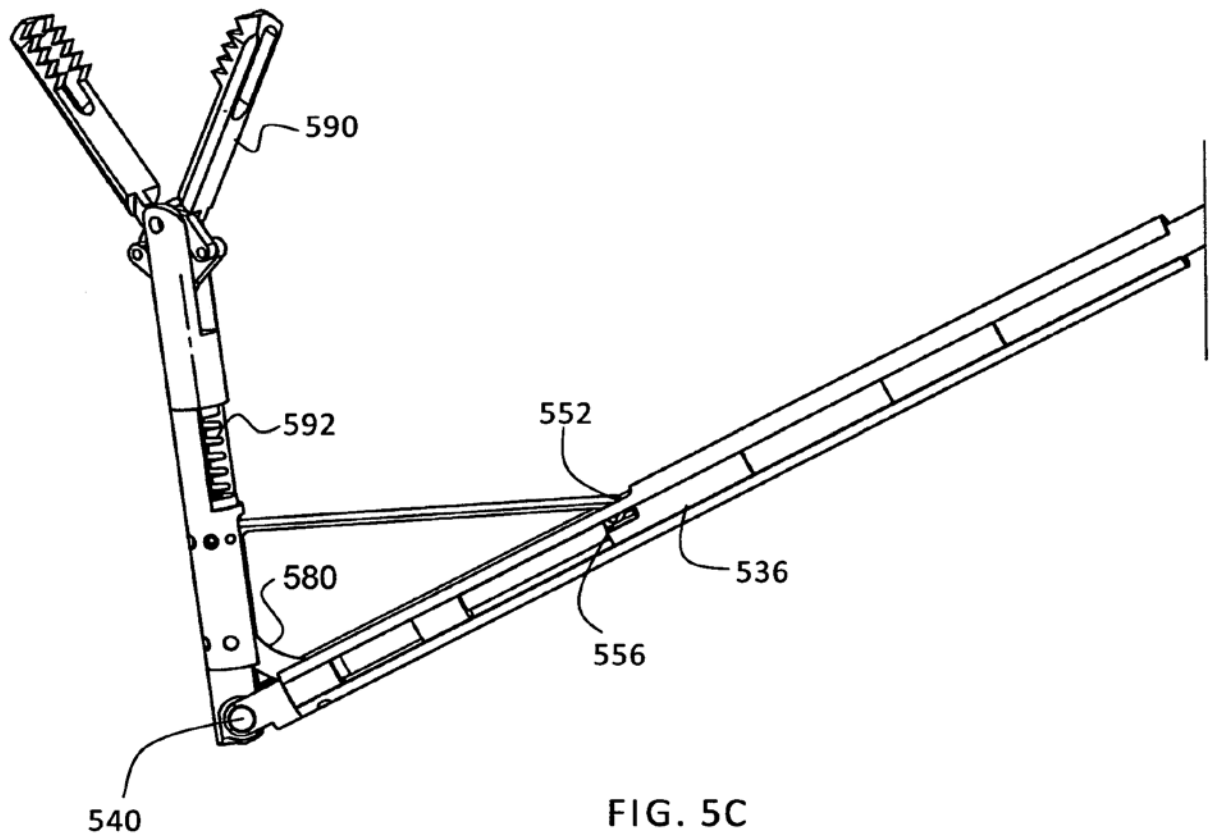


FIG. 5A







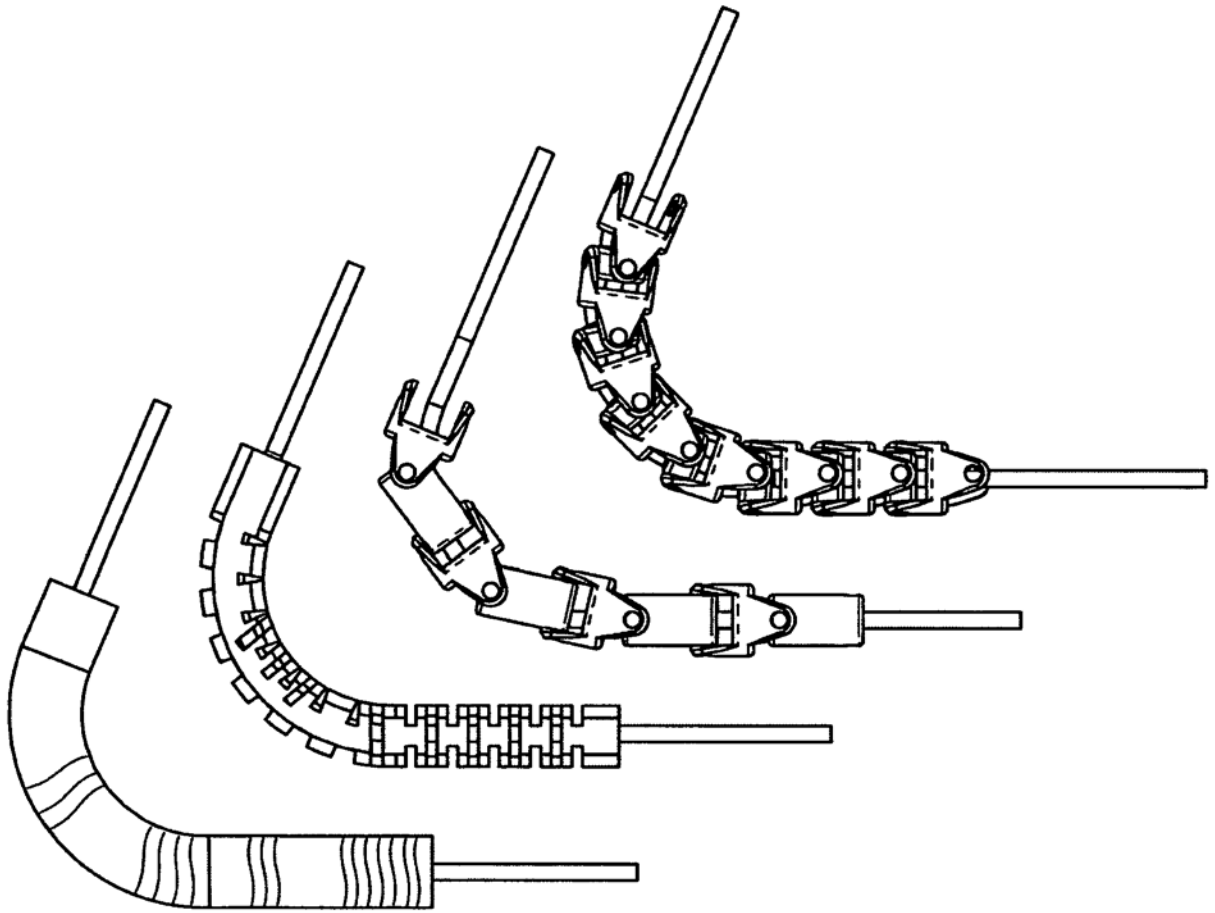


FIG. 5D

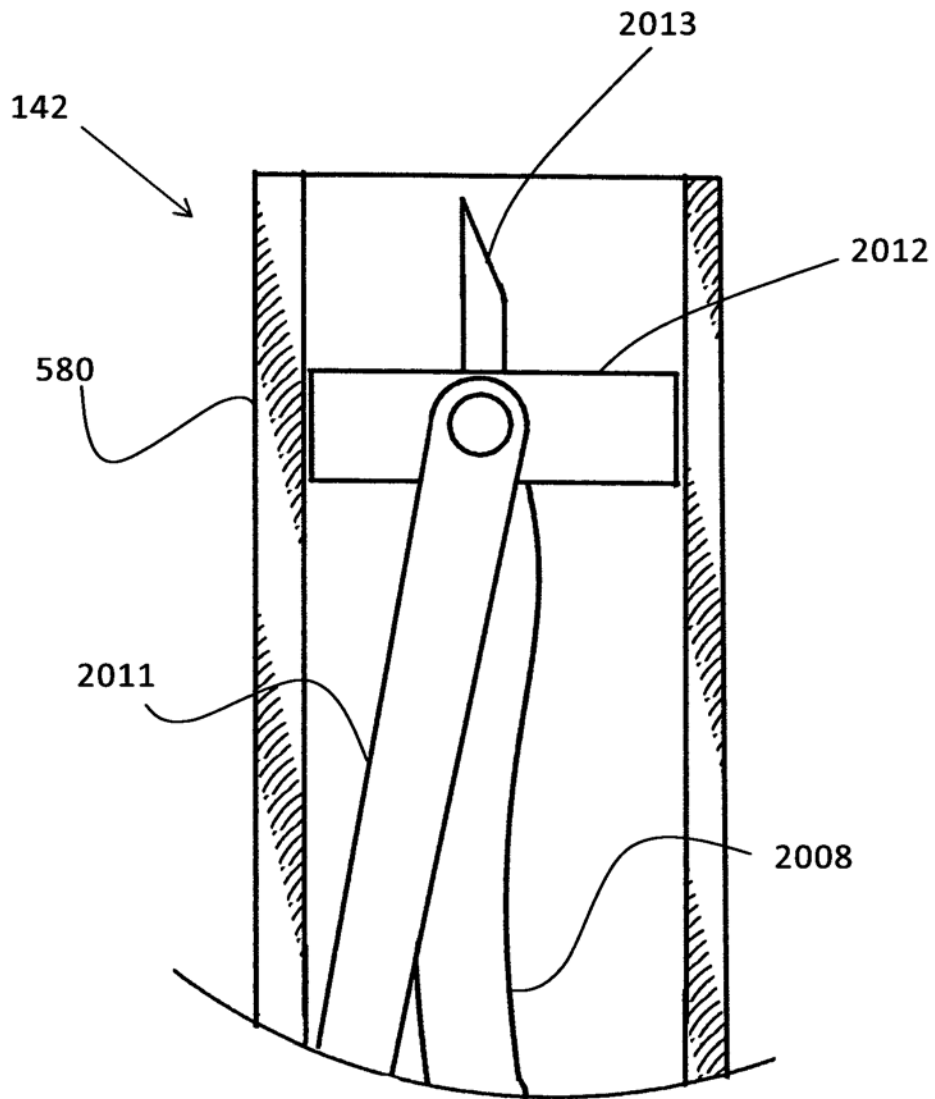


FIG. 5E

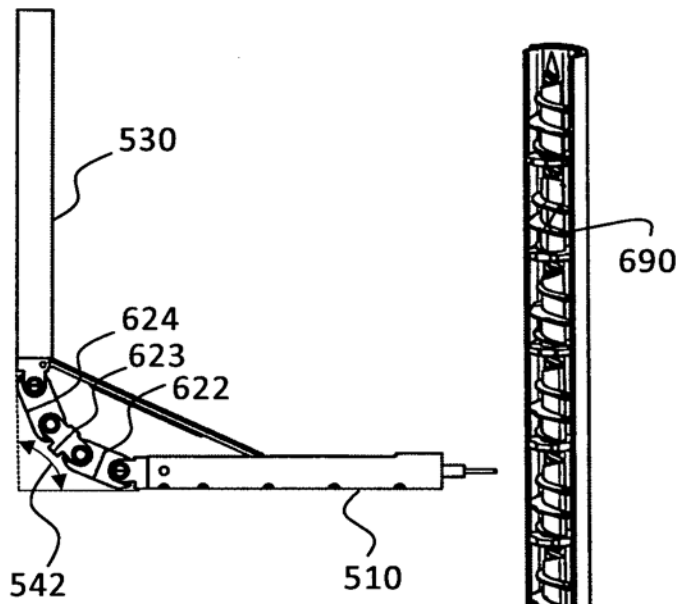


FIG. 6A

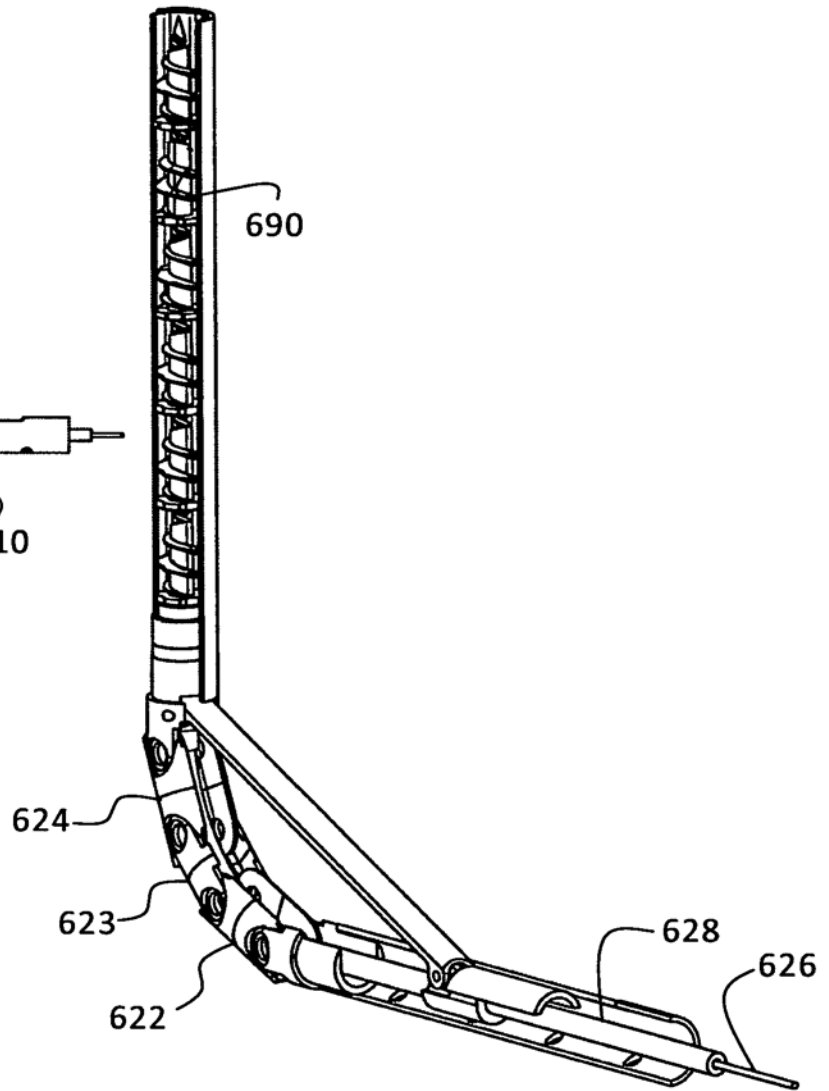


FIG. 6B

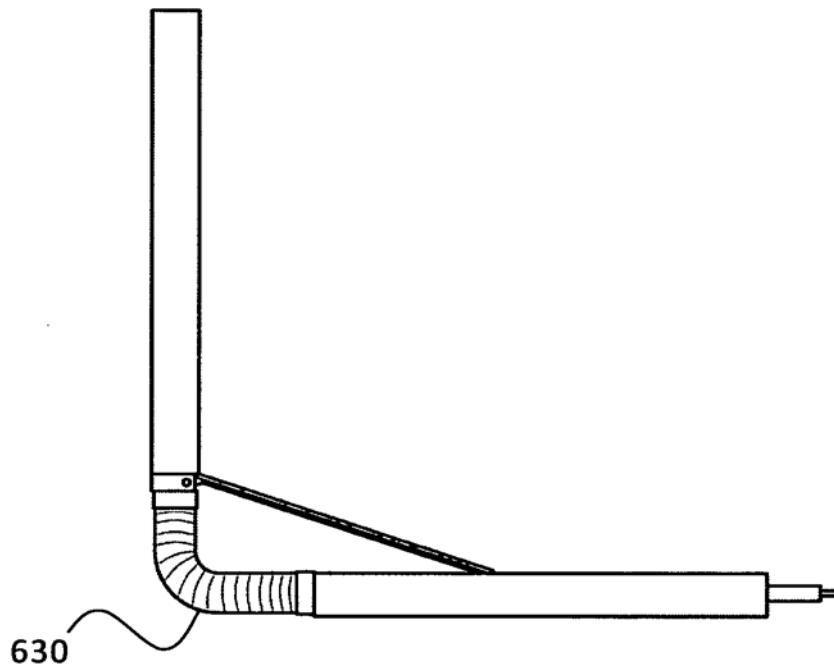


FIG. 6C

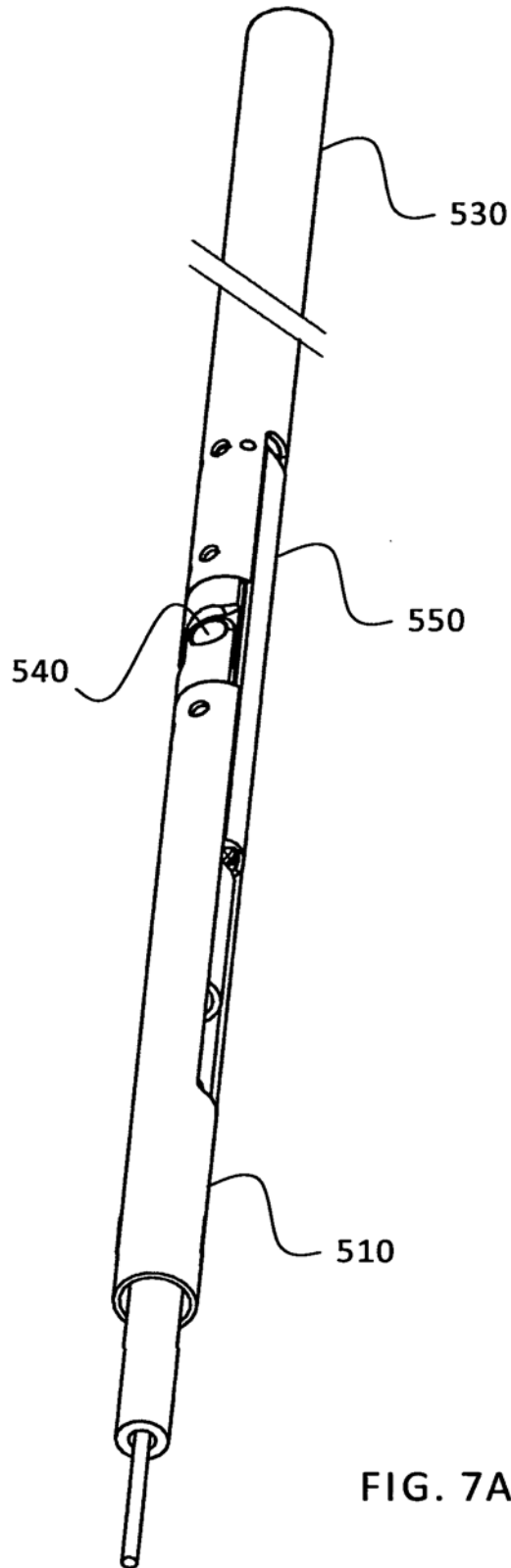


FIG. 7A

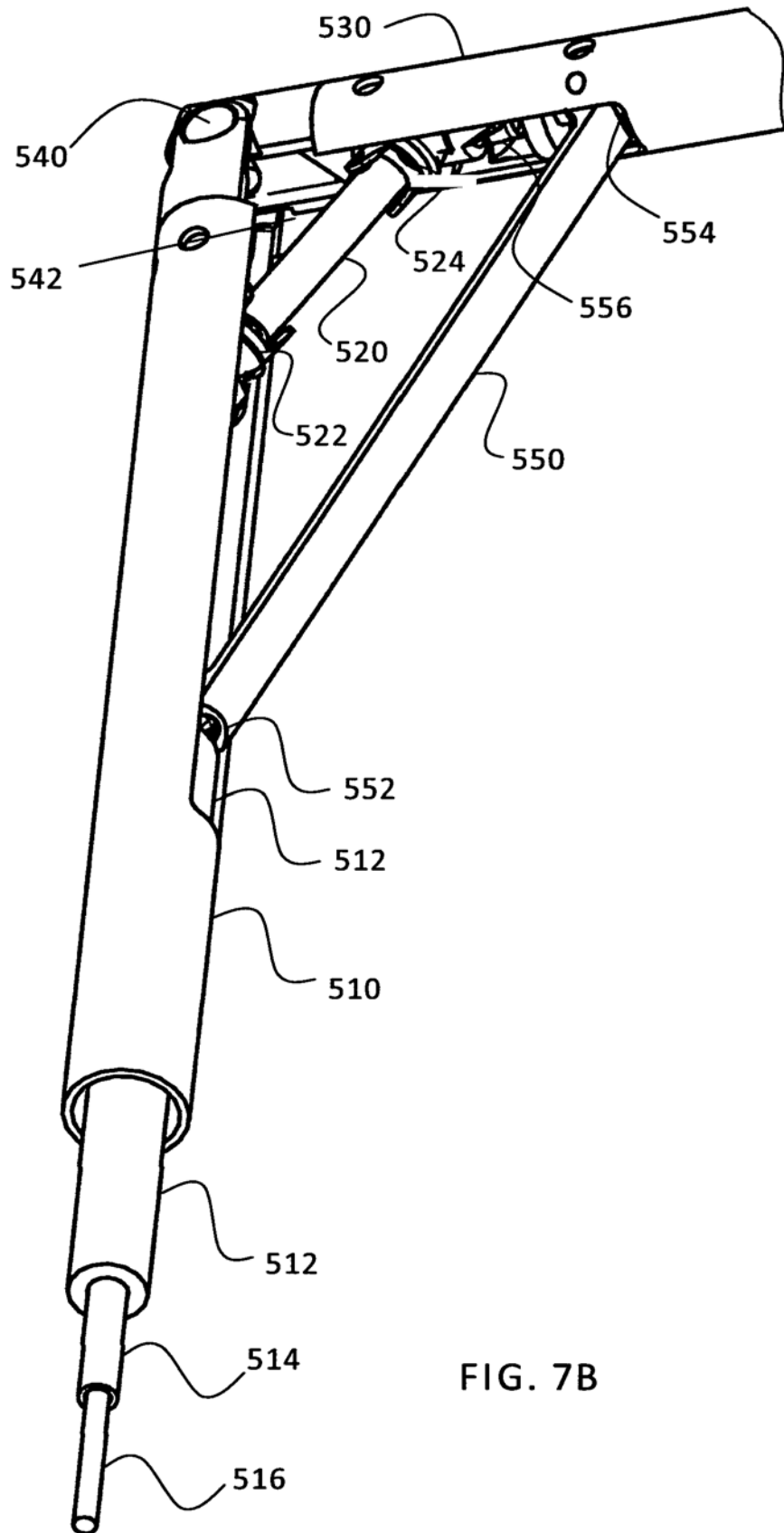


FIG. 7B

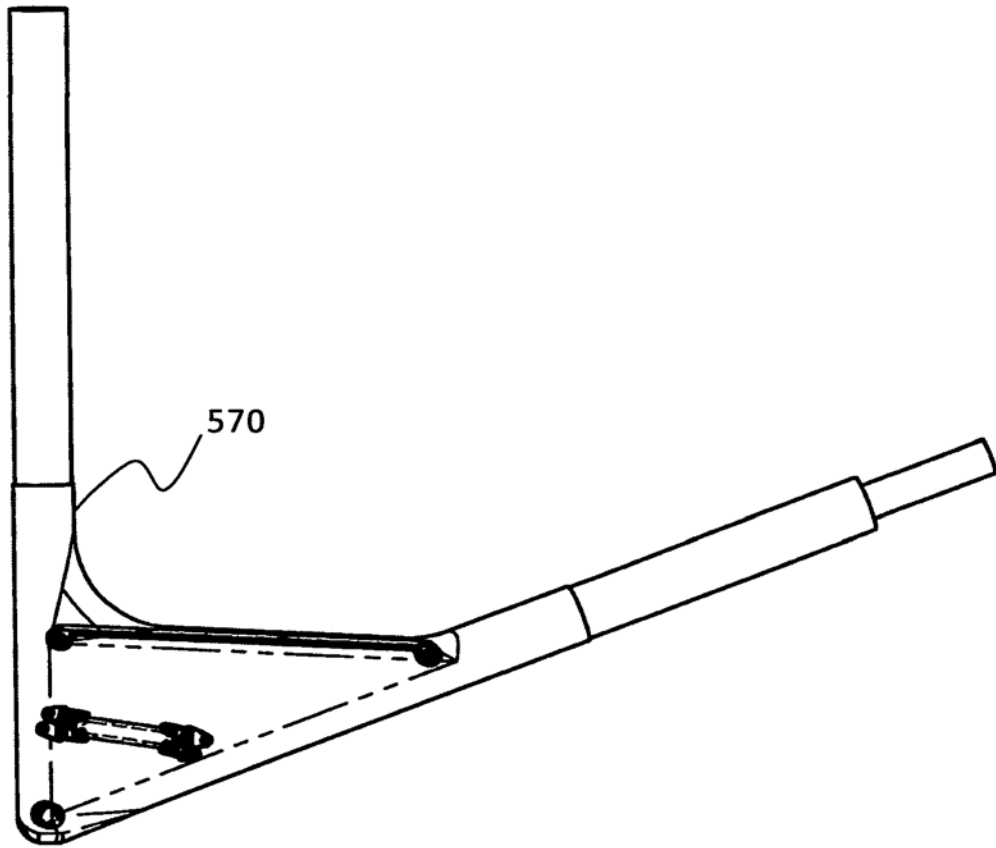


FIG. 7C

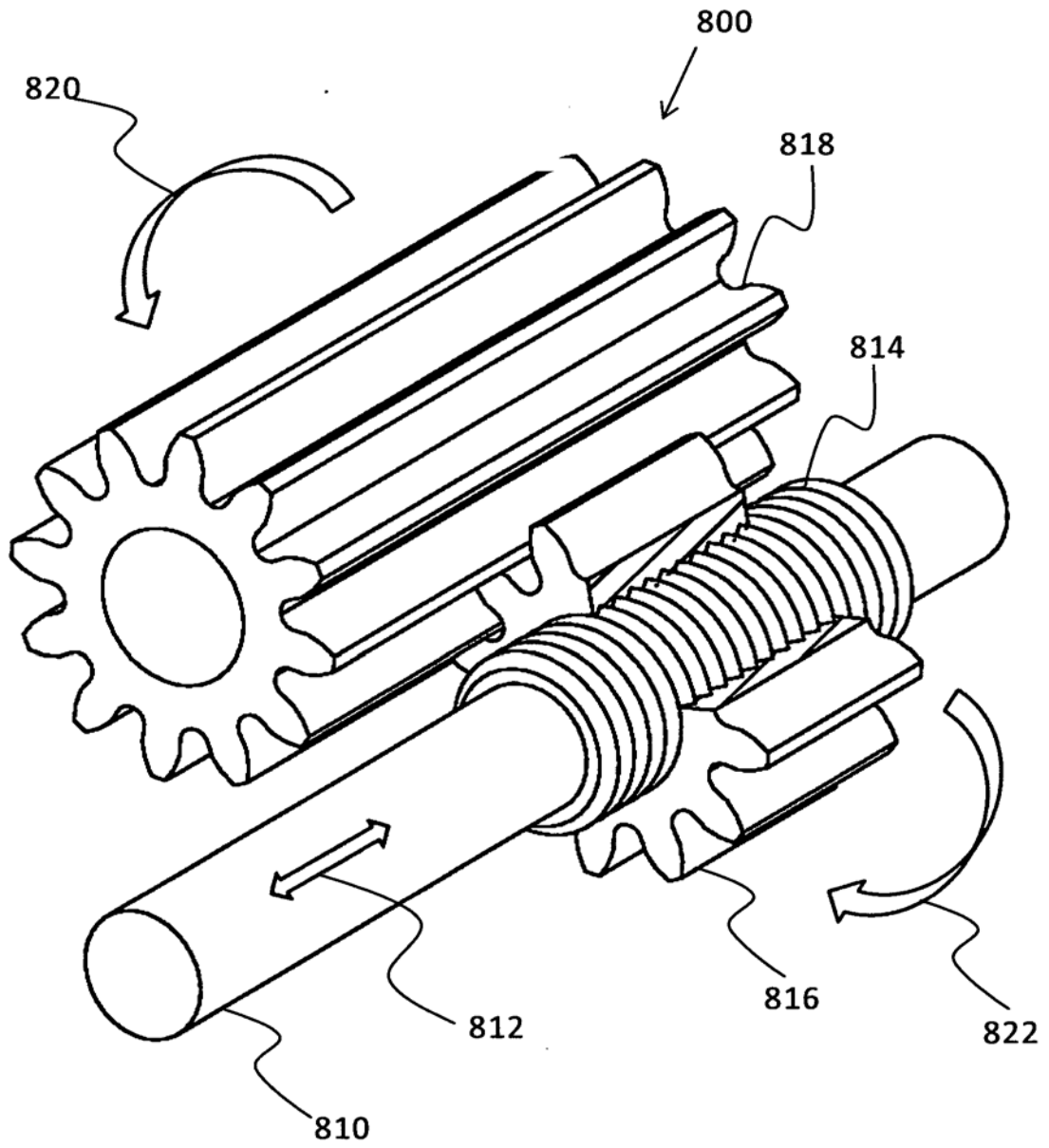


FIG. 8



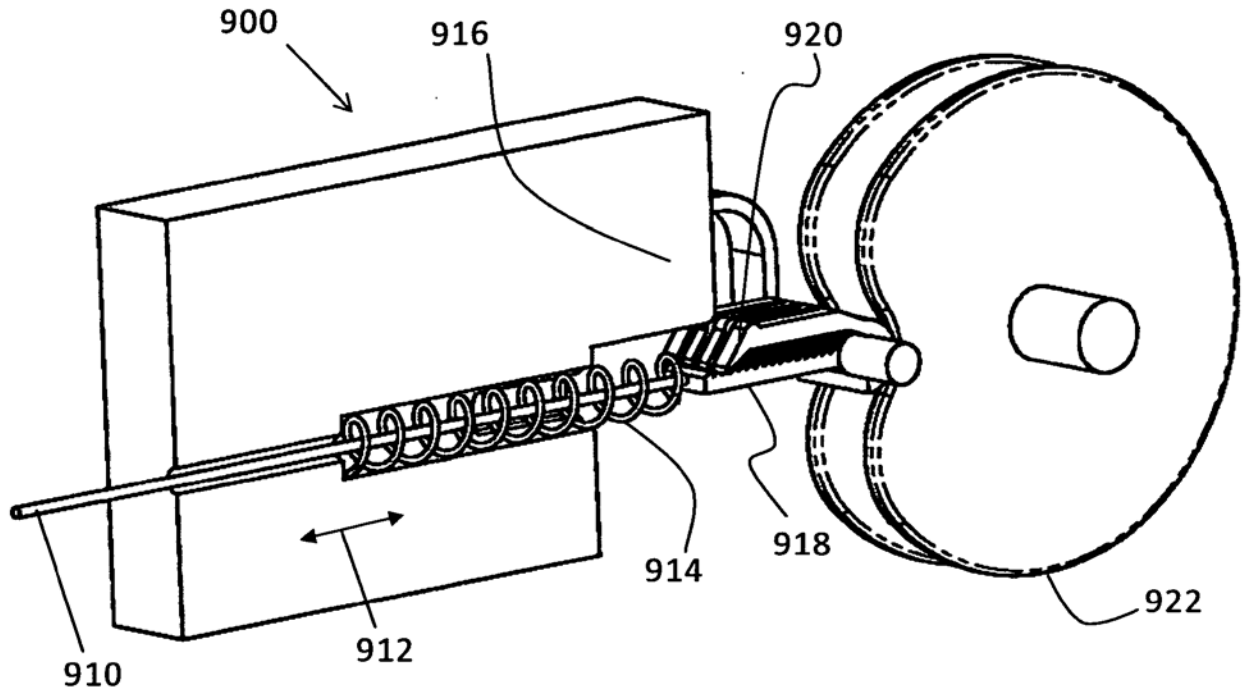


FIG. 9A

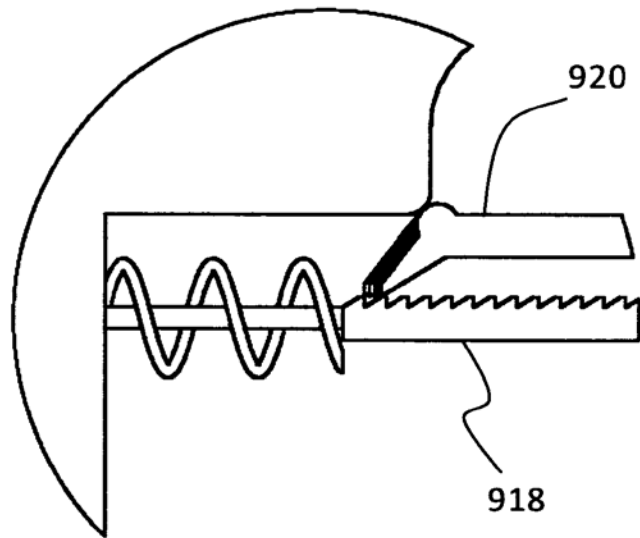


FIG. 9B

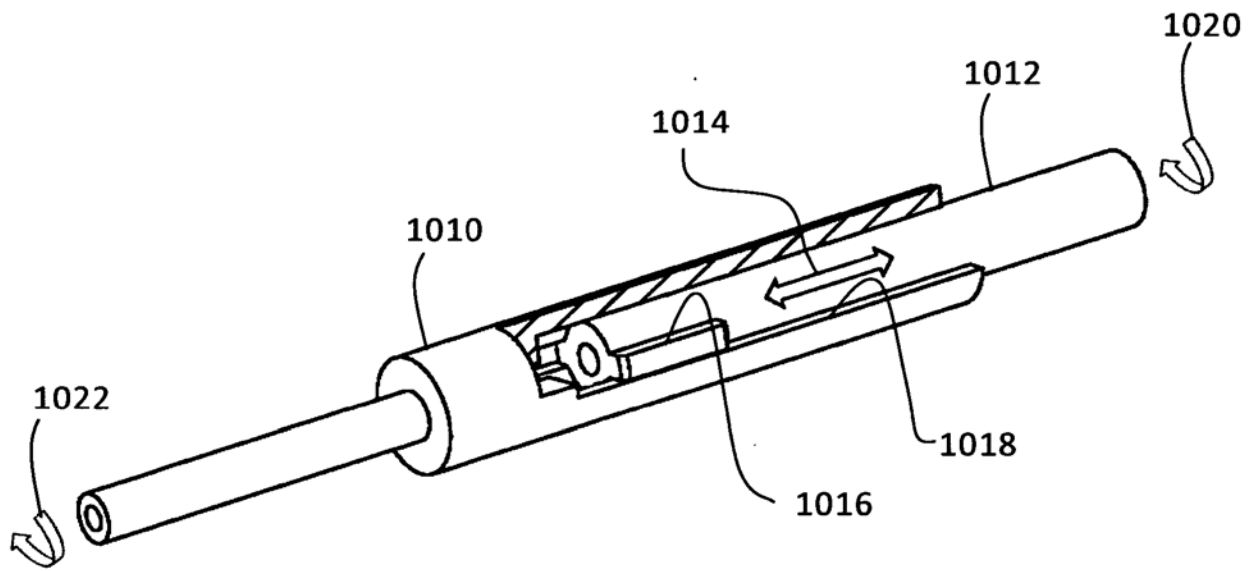
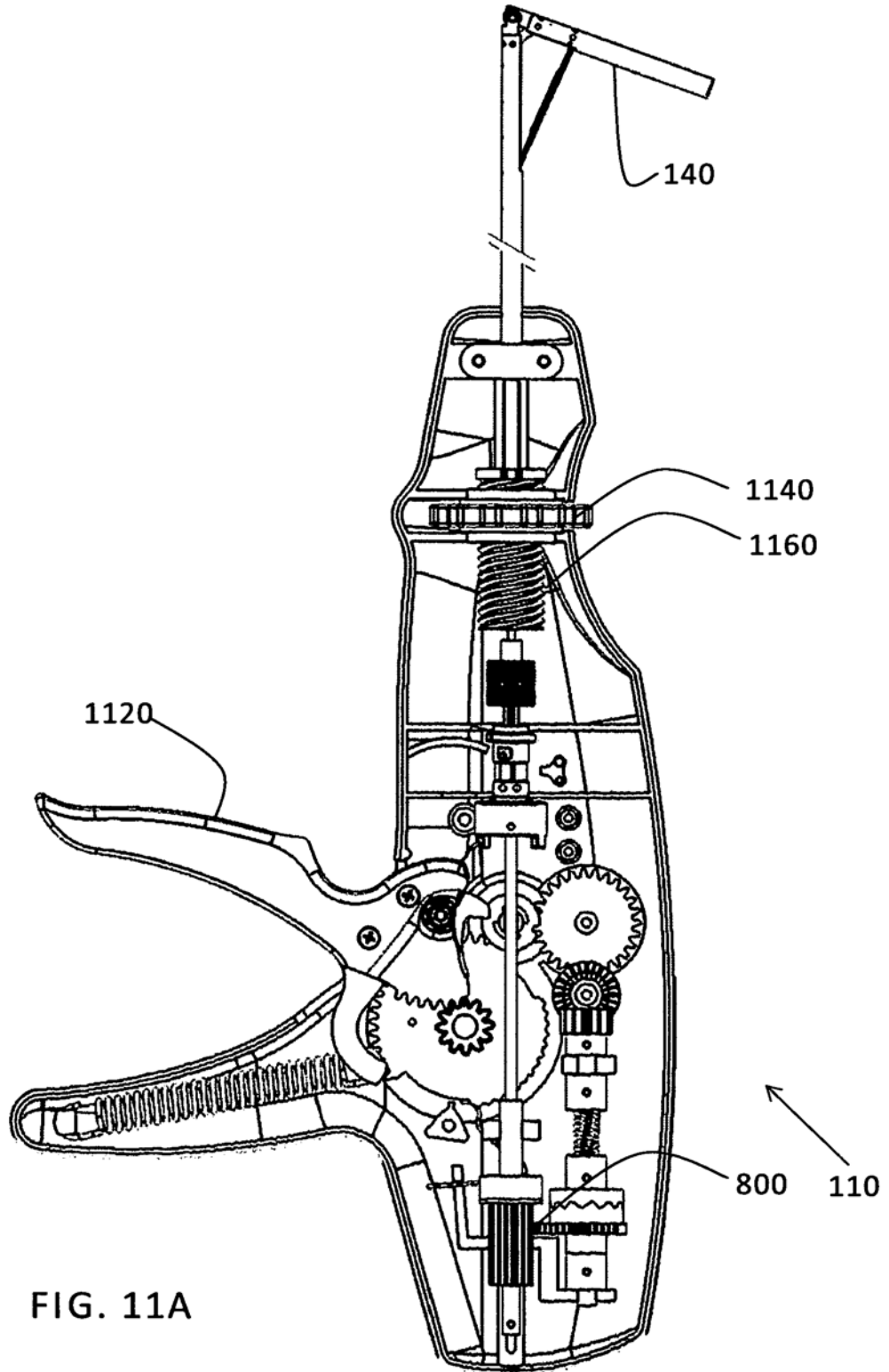


FIG. 10



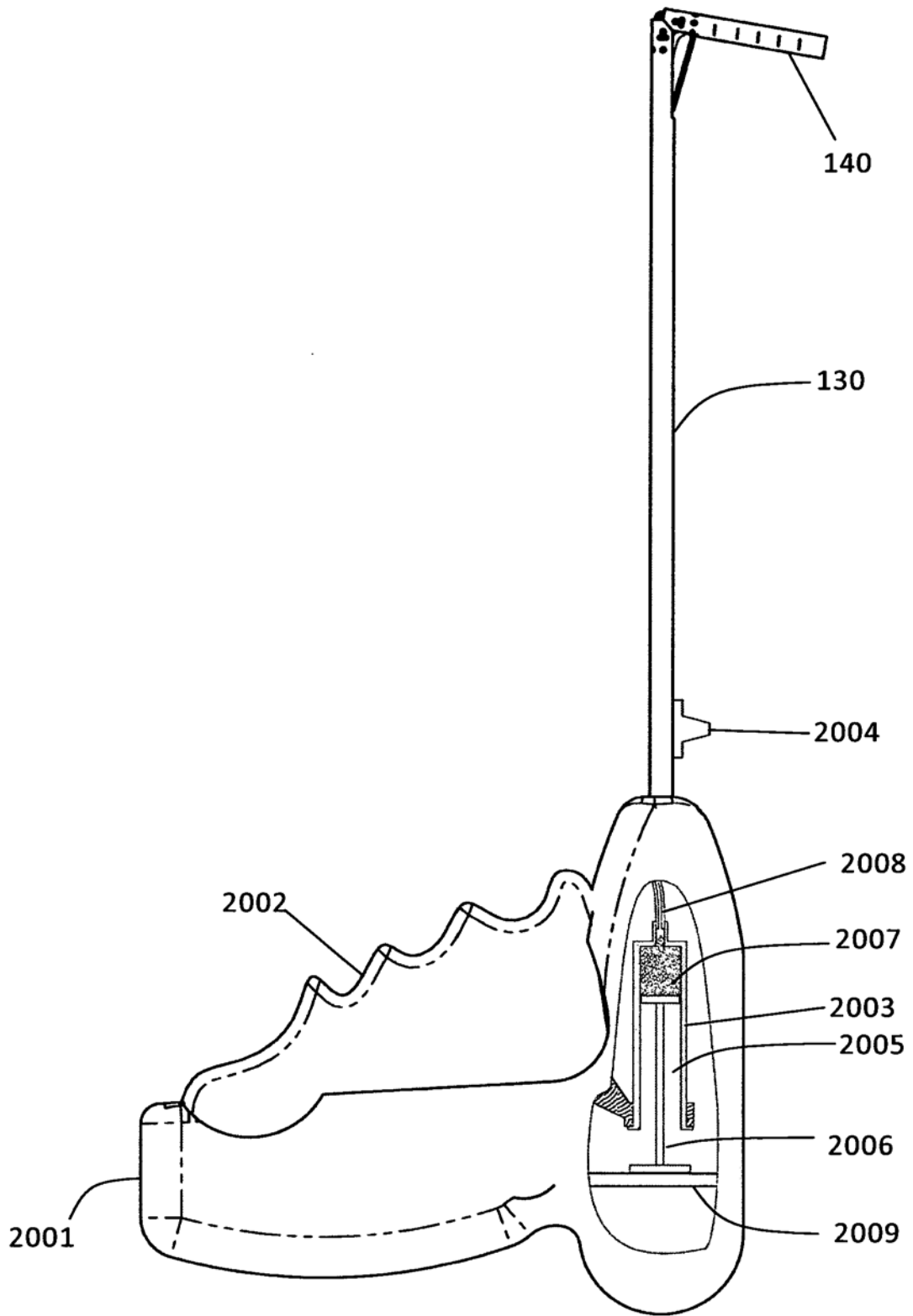


FIG. 11B

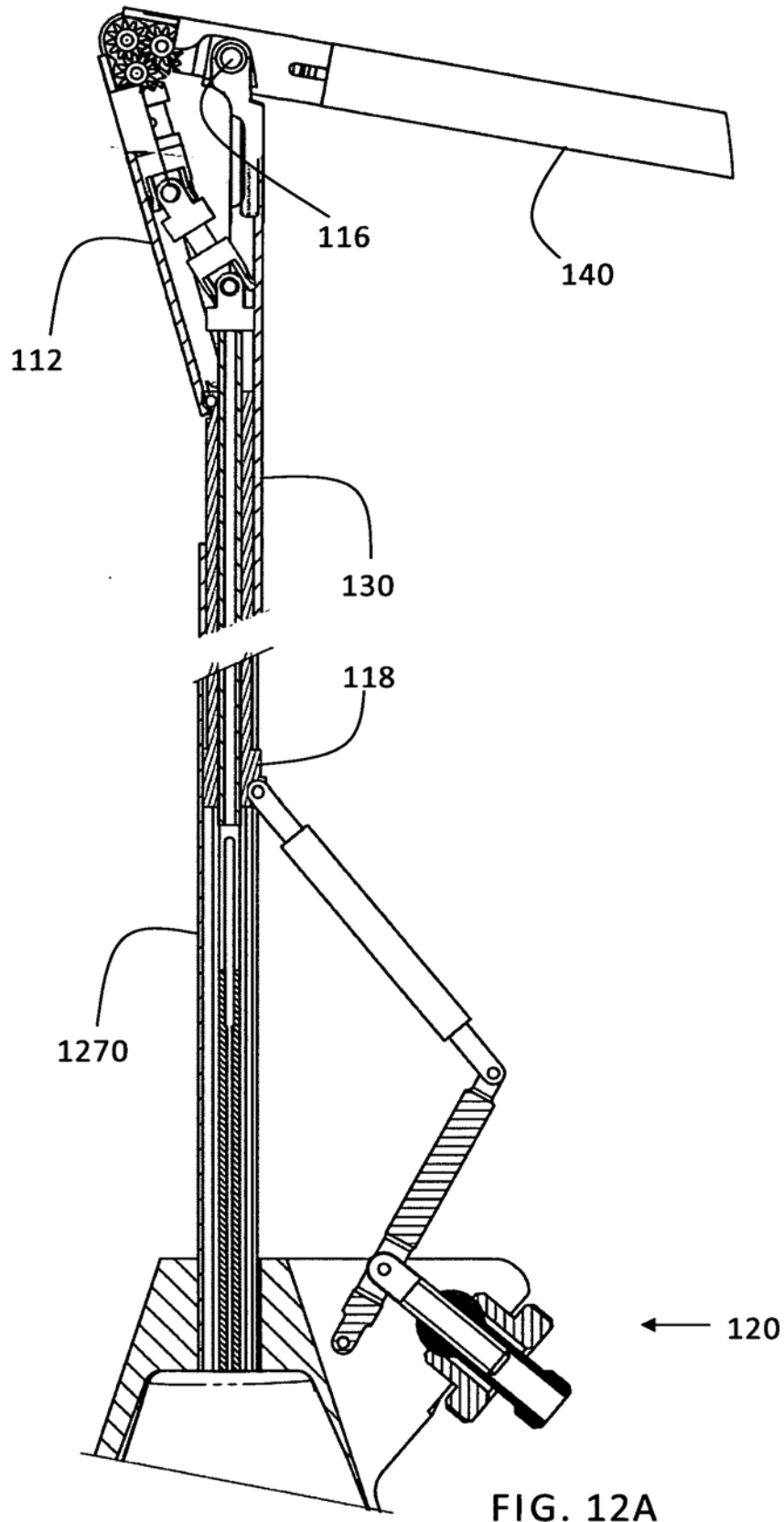


FIG. 12A

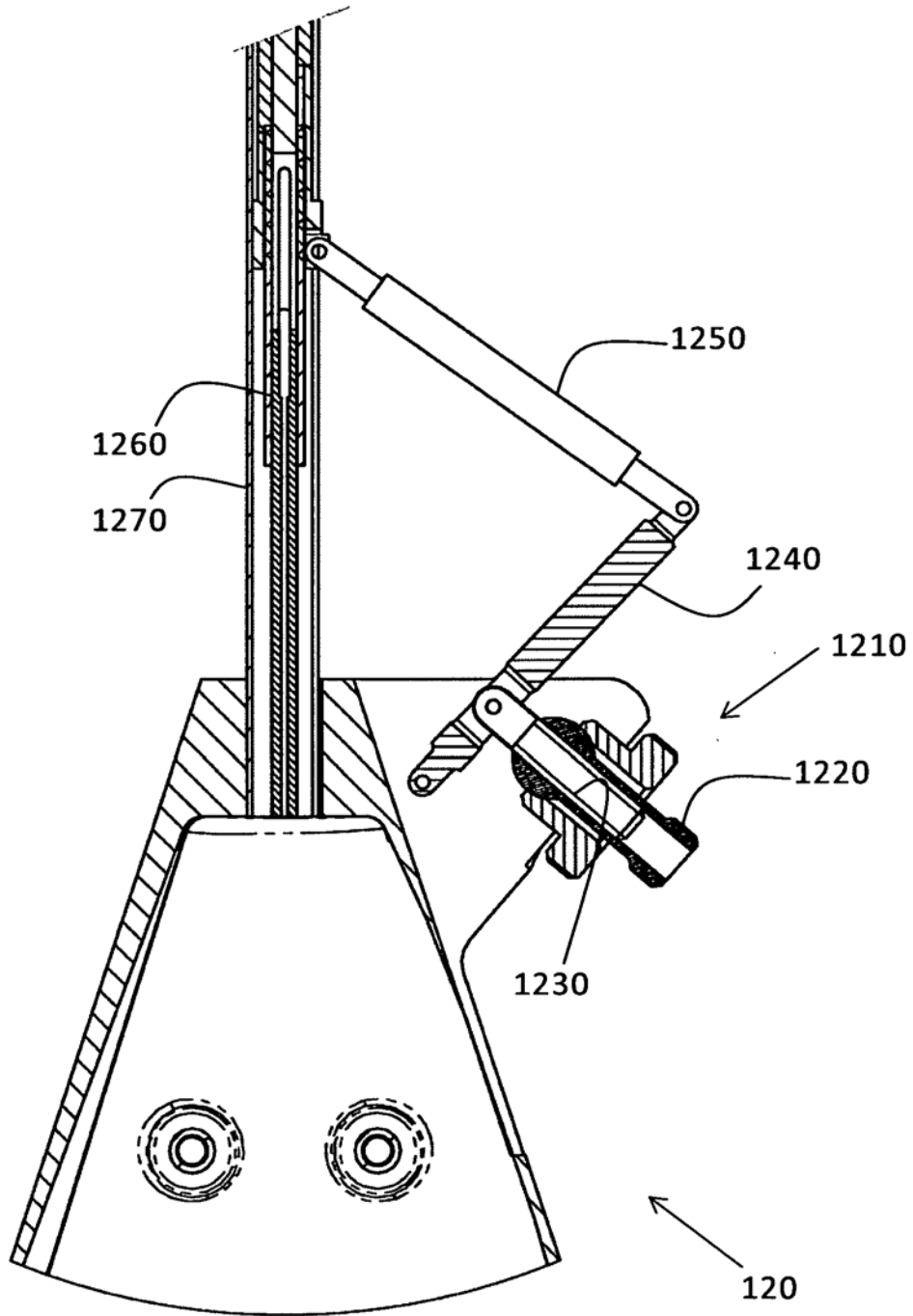


FIG. 12B

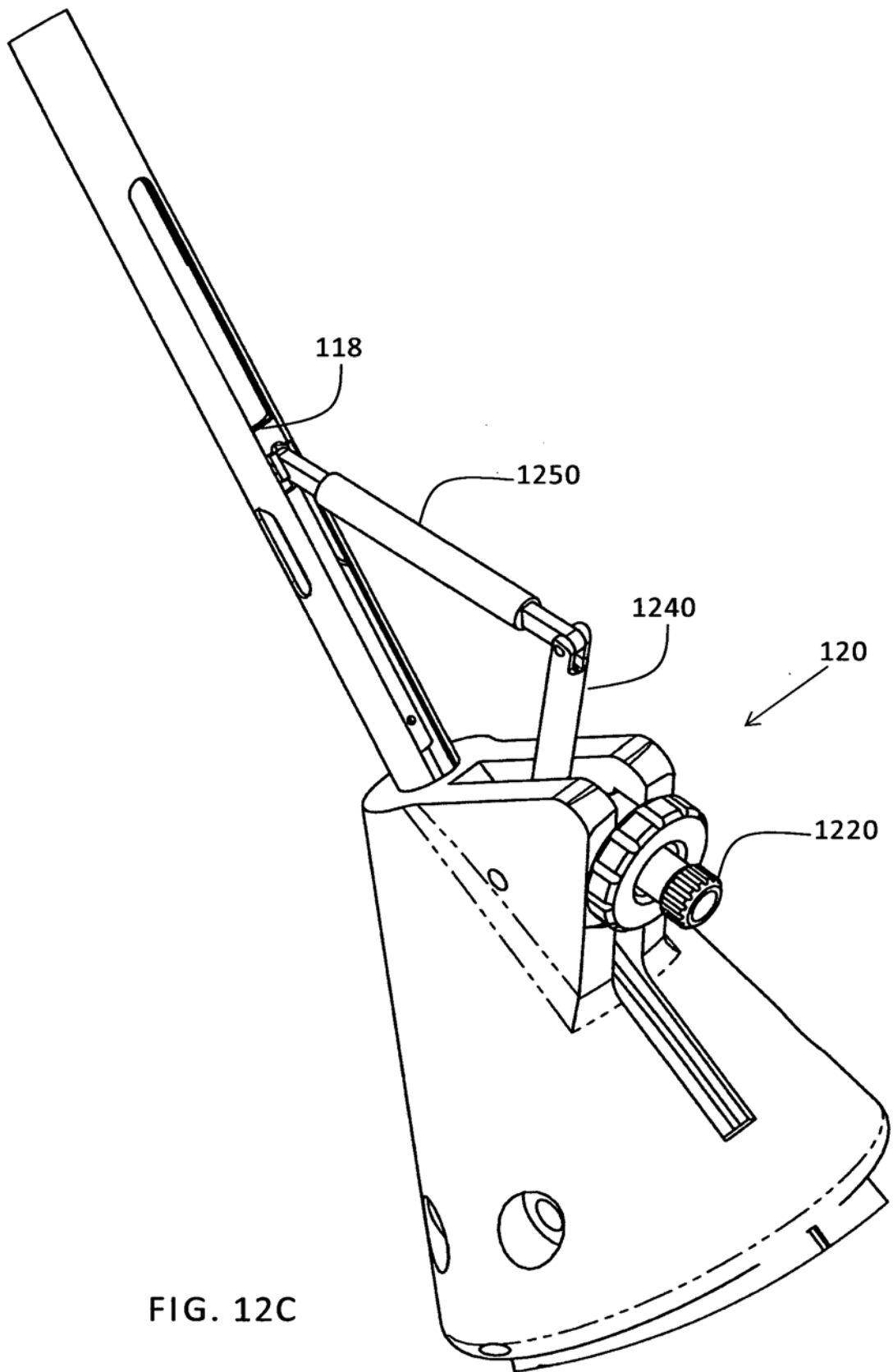


FIG. 12C