

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 968 488**

51 Int. Cl.:

A61B 17/22 (2006.01)

A61B 17/32 (2006.01)

A61B 17/3207 (2006.01)

A61B 17/3201 (2006.01)

H02G 1/12 (2006.01)

A61B 10/02 (2006.01)

A61B 10/04 (2006.01)

A61B 10/06 (2006.01)

A61B 17/29 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2019** **PCT/US2019/051727**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.03.2020** **WO20061190**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2019** **E 19862478 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2023** **EP 3852641**

54 Título: **Mecanismo externo de corte o sujeción desplegable y plegable**

30 Prioridad:

18.09.2018 US 201862732903 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2024

73 Titular/es:

BRIGHAM YOUNG UNIVERSITY (100.0%)
3760 Harold B. Lee Library
Provo, UT 84602-6844, US

72 Inventor/es:

HYATT, LANCE;
SHEFFIELD, JACOB;
SEYMOUR, KENDALL, HAL;
CUNNINGTON, SCOTT;
MAGLEBY, SPENCER y
HOWELL, LARRY

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 968 488 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

Mecanismo externo de corte o sujeción desplegable y plegable

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a herramientas, y más específicamente, a mecanismos de accionamiento dispuestos dentro de barras huecas adecuadas para realizar tareas tales como cortar, sujetar, y/o apretar objetos fuera de la barra hueca.

10

Antecedentes

Generalmente, en el campo de herramientas que tienen mecanismos de accionamiento dispuestos dentro de ejes cilíndricos huecos, tubos o barras, las herramientas convencionales a menudo permiten que sólo un mecanismo opere en el extremo de la barra. Esto es especialmente cierto cuando las áreas en sección transversal interiores de las barras huecas son pequeñas. Por ejemplo, equipos de perforación situados en el fondo del pozo, herramientas quirúrgicas mínimamente invasivas, y similares, a menudo hacen uso de una sola herramienta para operar en el extremo distante del eje/tubo/barra y son representativos de tales implementaciones de herramientas de tipo eje, tubo o barra.

20 Herramientas conocidas se describen en las publicaciones US2014/114138 A1, US2013084180 A1, US2010173563 A1 o US5509923 A.

Breve descripción de la invención

25 Existe la necesidad de herramientas actuadoras desplegables dentro de barra hueca que tengan múltiples mecanismos actuadores desplegables dispuestos dentro de barras huecas que tienen pequeñas áreas en sección transversal. La presente invención se dirige a soluciones adicionales para abordar esta necesidad, además de tener otras características deseables.

30 La necesidad antes mencionada se resuelve mediante una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca y un método relacionado según se reivindica en el capítulo reivindicatorio adjunto. La invención se define en las reivindicaciones independientes 1, 5 y 8 de dispositivo, así como en la reivindicación independiente 14 de método. Realizaciones adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes. Ningún método quirúrgico forma parte de la invención.

35

Breve descripción de las figuras

Estas y otras características de la presente invención se comprenderán mejor por referencia a la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos, en los que:

40

- La figura 1 muestra ilustraciones sucesivas de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca con un mecanismo actuador desplegable de corte y/o sujeción central, la herramienta hace transición a través de diferentes etapas de accionamiento desde estibada dentro de la barra, a desplegada abierta, a desplegada cerrada;
- La figura 2 es una imagen de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca de la figura 1 en una configuración desplegada, cerrada, con una fuerza de tracción aplicada a la cuerda de tracción de activación;
- La figura 3 muestra ilustraciones sucesivas isométricas de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca con un mecanismo actuador desplegable de corte y/o sujeción, la herramienta hace transición a través de diferentes etapas de accionamiento desde estibada dentro de la barra, a parcialmente desplegada, a desplegada y cerrada;
- La figura 4A muestra ilustraciones sucesivas de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca con un mecanismo actuador desplegable de corte y/o sujeción, la herramienta hace transición a través de diferentes etapas de accionamiento desde estibada dentro de la barra, a parcialmente desplegada, a desplegada y cerrada;
- La figura 4B muestra ilustraciones sucesivas de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca de la figura 4A con un mecanismo actuador desplegable de corte y/o sujeción, la herramienta hace transición a través de diferentes etapas de accionamiento desde estibada dentro de la barra, a parcialmente desplegada, a desplegada y cerrada;
- La figura 4C muestra ilustraciones sucesivas en perspectiva de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca con un mecanismo actuador desplegable de corte y/o sujeción que utiliza mecanismos compatibles, la herramienta hace transición a través de diferentes etapas de accionamiento desde estibada dentro de la barra, a parcialmente desplegada, a desplegada y cerrada;
- Las figuras 5A y 5B muestran una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca en un estado estibado y luego en un estado completamente desplegado, la herramienta dirigida hacia una aplicación de no sujeción, tal como utilizar el mecanismo como un tren de aterrizaje o patas estabilizadoras para el tubo cilíndrico; y
- La figura 6 es un diagrama de flujo de una metodología para utilizar una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca.

65

Descripción detallada

- Una realización ilustrativa de la presente invención se relaciona con una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca. Esta herramienta incluye un tubo cilíndrico que oculta mecanismos de cuatro barras de articulación curva (desplegables) que pueden accionarse para entrar en contacto desde dos o más lados (como para cortar, sujetar o apretar) una pieza de trabajo que queda fuera del tubo cilíndrico. Cuando el mecanismo está estibado, el eje puede parecerse a un simple tubo cilíndrico de diámetro exterior constante. El mecanismo se acciona al hacer girar el cilindro interior con respecto al cilindro exterior, al emplear otros actuadores giratorios, al utilizar cables de accionamiento, aleaciones con memoria de forma u otros dispositivos de accionamiento.
- Una única herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca puede entrar en un espacio de trabajo a través de una entrada confinada, mientras que un mecanismo que pasa por el centro de la herramienta realiza cierta función en el extremo de la barra hueca. Aunque el mecanismo esté operando, puede accionarse en el exterior del tubo cilíndrico para realizar una tarea, tal como cortar, sujetar o apretar cualquier objeto en el exterior de la barra hueca. Esto permite realizar múltiples funciones con una sola entrada en el espacio de trabajo. Pueden incluirse componentes compatibles en el sistema para hacer que los sistemas sean biestables o multiestables. Tales segmentos también pueden utilizarse para colocar sistemas duales en el mismo plano.
- Las figuras 1 a 6, en donde partes similares se designan con números de referencia similares a través de las mismas, ilustran una realización o realizaciones ejemplares de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca, de acuerdo con la presente invención. Aunque la presente invención se describirá con referencia a la realización o realizaciones ejemplares ilustradas en las figuras, debe entenderse que muchas formas alternativas pueden representar la presente invención. Un experto en la técnica además apreciará diferentes maneras de alterar los parámetros de la(s) realización(es) divulgada(s), tales como el tamaño, la forma o el tipo de elementos o materiales, de manera que todavía se mantengan dentro del alcance de la invención según se reivindica en el capítulo reivindicatorio adjunto.
- Como se utiliza en la presente, el término "desplegable" tiene una definición específica. Una superficie desplegable es una forma que puede fabricarse a partir de una fina hoja de material sin que se rompa ni se estire. Los términos "mecanismo desplegable" o "actuador desplegable" son intercambiables en la presente y describen un mecanismo que se adapta o se crea a partir de una superficie desplegable. Los mecanismos desplegables pueden adaptarse o salir de superficies desplegables, tales como fuselajes y alas de aeronaves, cascos de submarinos, conos de cohetes y herramientas de cirugía mínimamente invasiva.
- La figura 1 y figura 2 muestran una realización de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 100 de la presente invención. La figura 1 muestra una vista de arriba a abajo de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 100 en imágenes sucesivas (a)-(c) que muestran el accionamiento de la herramienta desde un primer estado estibado (a) a un segundo estado desplegado (e). La figura 2 muestra un actuador de barra hueca en uso. En las realizaciones de la figura 1 y figura 2, una sola barra hueca en forma de tubo cilíndrico hueco se proporciona en dos mecanismos de cuatro barras, ambos ajustados al diámetro y espesor del cilindro, para que las articulaciones individuales del mecanismo tengan la misma curvatura que el cilindro (aunque esto no es un requisito para su operación).
- Ambos mecanismos de cuatro barras comparten la primera articulación 102 que comprende un cilindro. El resto del primer mecanismo de cuatro barras constituye un primer mecanismo de herramienta 104 que incluye una segunda articulación 106, una tercera articulación 108 y una cuarta articulación 110. El resto del segundo mecanismo de cuatro barras constituye un segundo mecanismo de herramienta 112 que incluye una quinta articulación 114, una sexta articulación 116 y una séptima articulación 118. Cada uno de estos elementos se describirá con mayor detalle a continuación.
- El cilindro de la primera articulación 102 tiene un primer extremo 120 que tiene una primera abertura, un segundo extremo 122 que tiene una segunda abertura, y una pared 124 que se extiende entre el primer extremo 120 y el segundo extremo 122 que define una circunferencia exterior de la herramienta actuadora desplegable de barra hueca 100 y un pasaje central 126 a través de la misma desde el primer extremo 120 hasta el segundo extremo 122. Una cavidad 128 se dispone en la pared 124 que tiene una primera junta 130 y una segunda junta 132 desplazada de la primera junta 130 montada en la misma.
- La pared 124 de la primera articulación 102 puede estar formada de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. Otros materiales adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación. La circunferencia exterior de la primera articulación 102, así como la longitud de la pared 124 entre el primer extremo 120 y el segundo extremo 122, pueden variar dependiendo del uso o aplicación pretendidos de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 100.
- La cavidad 128 en la pared 124 comprende un rebajo, corte sesgado, canal, pasaje, ventana, o similar que tiene un tamaño y se dimensiona para permitir que el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 residan o se estiben de otra manera en la primera cavidad cuando el mecanismo del presente dispositivo

se encuentre en una posición cerrada. La primera junta 130 es un pasador incrustado en la pared 124 y que abarca la cavidad 128 en un extremo de la cavidad 128. La segunda junta 132 es un pasador incrustado en la pared 124 y que abarca la cavidad 128 en el otro extremo de la cavidad 128, de tal manera que la segunda junta 132 se desplaza de la primera junta 130 a lo largo de la circunferencia del cilindro de la primera articulación 102. Otros dispositivos y configuraciones de junta adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

Como se analizó, el primer mecanismo de herramienta 104 incluye una segunda articulación 106, una tercera articulación 108, y una cuarta articulación 110. Estos elementos, junto con la primera articulación 102, constituyen un primer mecanismo de cuatro barras.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la segunda articulación 106 se encuentra en un primer plano perpendicular al pasaje central 126 y constituye un primer miembro de herramienta. El primer miembro de herramienta de la segunda articulación 106 incluye un cuerpo 134 que tiene un primer extremo y un segundo extremo, un área de contacto 136 en el primer extremo del cuerpo 134, una tercera articulación 138 en proximidad al primer extremo del cuerpo 134, y una cuarta articulación 140 en el segundo extremo del cuerpo 134.

El cuerpo 134 que constituye el primer miembro de herramienta de la segunda articulación 106 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 134 de la segunda articulación 106 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 134 de la segunda articulación 106 puede alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la primera articulación 102 cuando el primer mecanismo de herramienta 104 queda estibado o de otra manera acoplado en la cavidad 128 en la pared 124 de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

El área de contacto 136 se configura para acoplarse con objetos cuando el primer miembro de herramienta que se extiende fuera del mecanismo queda en un estado abierto. En ciertas realizaciones, el área de contacto 136 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 136 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 136 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 136 se forma como parte del cuerpo 134 del mismo material que el cuerpo 134. En otras realizaciones, el área de contacto 136 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 134 y unida al cuerpo 134. En ciertas realizaciones, el área de contacto 136 puede extenderse desde el primer plano perpendicular al pasaje central 126 hacia el segundo plano perpendicular al pasaje central 126. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la tercera articulación 108 se encuentra en un segundo plano perpendicular al pasaje central 126. La tercera articulación 108 tiene un primer extremo 142 conectado de manera pivotante a la primera junta 130 de la primera articulación 102, un segundo extremo 144 conectado de manera pivotante a la tercera junta 138 de la segunda articulación 106, y un cuerpo 146 que se extiende entre el primer extremo 142 y el segundo extremo 144. El cuerpo 146 de la tercera articulación 108 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 146 de la tercera articulación 108 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 146 de la tercera articulación 108 pueda residir dentro de la cavidad 128 en la primera articulación 102 y quedar al ras con la circunferencia exterior de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la cuarta articulación 110 se encuentra en el segundo plano perpendicular al pasaje central 126. La cuarta articulación 110 tiene un primer extremo 148 conectado de manera pivotante a la segunda junta 132 de la primera articulación 102, un segundo extremo 150 conectado de manera pivotante a la cuarta junta 140 de la segunda articulación 106, y un cuerpo 152 que se extiende entre el primer extremo 148 y el segundo extremo 150. El cuerpo 152 de la cuarta articulación 110 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 152 de la cuarta articulación 110 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 152 de la cuarta articulación 110 pueda residir dentro de la cavidad 128 en la primera articulación 102 y quedar al ras con la circunferencia exterior de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

Como se analizó, el segundo mecanismo de herramienta 112 incluye una quinta articulación 114, una sexta articulación 116, y una séptima articulación 118. Estos elementos, junto con la primera articulación 102, constituyen un segundo mecanismo de cuatro barras.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la quinta articulación 114 se encuentra en el segundo plano perpendicular al pasaje central 126 y constituye un segundo miembro de herramienta. El segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 114 incluye un cuerpo 154 que tiene un primer extremo y un segundo extremo, un área de contacto 156 en el primer extremo del cuerpo 154, una quinta junta 158 en proximidad al primer extremo del cuerpo 154, y una sexta junta 160 en el segundo extremo del cuerpo 154.

El cuerpo 154 que constituye el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 114 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 154 de la quinta articulación 114 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 154 de la segunda articulación 106 puede alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la primera articulación 102 cuando el mecanismo de la segunda herramienta 112 queda estibado o de otra manera acoplado en la cavidad 128 en la pared 124 de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

El área de contacto 156 se configura para acoplarse con objetos cuando el segundo miembro de herramienta se extiende fuera del mecanismo en un estado abierto. En ciertas realizaciones, el área de contacto 156 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 156 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 156 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 156 se forma como parte del cuerpo 154 del mismo material que el cuerpo 154. En otras realizaciones, el área de contacto 156 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 154 y unida al cuerpo 154. En ciertas realizaciones, el área de contacto 156 puede extenderse desde el segundo plano perpendicular al pasaje central 126 hacia el primer plano perpendicular al pasaje central 126. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la sexta articulación 116 se encuentra en el primer plano perpendicular al pasaje central 126. La sexta articulación 116 tiene un primer extremo 162 conectado de manera pivotante a la segunda junta 132 de la primera articulación 102, un segundo extremo 164 conectado de manera pivotante a la quinta junta 158 de la quinta articulación 114, y un cuerpo 166 que se extiende entre el primer extremo 162 y el segundo extremo 164. El cuerpo 166 de la sexta articulación 116 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 166 de la sexta articulación 116 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 166 de la sexta articulación 116 puede residir dentro de la cavidad 126 en la primera articulación 102 y quedar al ras con la circunferencia exterior de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

En el ejemplo de la figura 1 y figura 2, la séptima articulación 118 se encuentra en el primer plano perpendicular al pasaje central 126. La séptima articulación 118 tiene un primer extremo 168 conectado de manera pivotante a la primera junta 130 de la primera articulación 102, un segundo extremo 170 conectado de manera pivotante a la sexta junta 160 de la quinta articulación 114, y un cuerpo 172 que se extiende entre el primer extremo 168 y el segundo extremo 170. El cuerpo 172 de la séptima articulación 118 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 172 de la séptima articulación 118 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 102 de tal manera que el cuerpo 172 de la séptima articulación 118 puede residir dentro de la cavidad 128 en la primera articulación 102 y quedar al ras con la circunferencia exterior de la primera articulación 102 cuando el mecanismo se encuentra en un estado cerrado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 1.

La profundidad (o distancia a lo largo de la longitud del cilindro) en la primera articulación 102 del primer mecanismo de herramienta 104 y del segundo mecanismo de herramienta 112 no cambia la función del mecanismo. En ciertas realizaciones, la cavidad 128 de la pared 124 se ubica en proximidad del segundo extremo 122 de la primera articulación 102. De este modo, el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 también se ubican en proximidad del segundo extremo 122. Típicamente, el primer extremo 120 estaría próximo a un usuario mientras que el segundo extremo distante 122 estaría insertado en el espacio de trabajo.

Cuando se acciona, la herramienta 100 pasa de un primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 se contienen totalmente dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la primera articulación 102 a un segundo estado en donde el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 pasan a través de la cavidad 128 en la pared 124 de la primera articulación 102 para extenderse fuera de la circunferencia exterior de la primera articulación 102.

Una vez desplegados en el segundo estado, el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 pueden utilizarse para interactuar con un objeto en el entorno situado fuera de la circunferencia exterior de la herramienta. En ciertas realizaciones, como se ve en la figura 1 y figura 2, el primer miembro de herramienta de la segunda articulación 106 y el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 114 se configuran para acoplar un objeto entre el área de contacto 136 de la segunda articulación 106 y el área de contacto 156 de la quinta articulación 114. En tales realizaciones, las áreas de contacto 136, 156 pueden extenderse desde el plano de su respectivo miembro de herramienta hasta el plano del miembro de herramienta correspondiente. De este modo, el área de contacto 136 de la segunda articulación se extiende desde el primer plano del primer miembro de herramienta hacia el segundo plano del segundo miembro de herramienta y el área de contacto 156 de la quinta articulación 114 se extiende desde el segundo plano del segundo miembro de herramienta hacia el primer plano del primer miembro de herramienta. Como tales, las áreas de contacto 136, 156 se encuentran cuando se juntan permitiendo que un objeto sea sujetado entre las áreas de contacto 136, 156. En otras realizaciones, al menos una de las áreas de contacto 136, 156 es una cuchilla, en donde se corta un objeto cuando las áreas de contacto 136, 156 se juntan.

De forma similar, la herramienta 100 puede pasar del segundo estado en donde el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 se extienden fuera de la circunferencia exterior de la primera articulación 102 al primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 pasan a través de la cavidad 128 en la pared 124 de la primera articulación 102 para estar contenidos dentro de la cavidad 128 y la circunferencia exterior de la primera articulación 102.

El accionamiento de los dos mecanismos de cuatro barras puede realizarse mediante el uso de cables, de forma similar a herramientas mínimamente invasivas. Este método de accionamiento puede verse en la figura 2, donde los cables 174 que se extienden desde el primer extremo 120 del cilindro de la primera articulación 102 de la herramienta 100 se utilizan para accionar el primer mecanismo de herramienta 104 y el segundo mecanismo de herramienta 112 ubicados en el segundo extremo 122 del cilindro de la primera articulación 102 de la herramienta 100.

La figura 3 muestra otra realización de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 200 de la presente invención. La figura 3 muestra una vista en perspectiva de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 200 en imágenes sucesivas (a)-(d) que muestran el accionamiento de la herramienta desde un primer estado estibado (a) hasta un segundo estado desplegado (d).

En la herramienta actuadora desplegable de barra hueca 200 de la figura 3, una única barra hueca en forma de cilindro concéntrico se proporciona con dos mecanismos de cuatro barras, ambos ajustados al diámetro y espesor del cilindro, de modo que las articulaciones individuales del mecanismo tienen la misma curvatura que el cilindro (aunque esto no es un requisito para su operación).

Una primera articulación 202 que comprende un cilindro interior es compartida por ambos mecanismos de cuatro barras. El primer mecanismo de cuatro barras también incluye un primer mecanismo de herramienta 204 que incluye una segunda articulación 206 y una tercera articulación 208. El elemento final del mecanismo de cuatro barras es una cuarta articulación 210 que comprende un cilindro exterior. La cuarta articulación 210 también se comparte con el segundo mecanismo de cuatro barras. El resto del segundo mecanismo de cuatro barras incluye el segundo mecanismo de herramienta 212 que incluye una quinta articulación 214 y una sexta articulación 216. Cada uno de estos elementos se describirá con mayor detalle a continuación.

El cilindro de la primera articulación 202 tiene un primer extremo 218 que tiene una primera abertura, un segundo extremo 220 que tiene una segunda abertura, y una primera pared 222 que se extiende entre el primer extremo 218 y el segundo extremo 220 que define una circunferencia interior de la herramienta 200 y un pasaje central 224 a través de la misma desde el primer extremo 218 hasta el segundo extremo 220. Una primera cavidad 226 se dispone en la primera pared 222 y tiene una primera junta 228 y una segunda junta deslizante 230 montadas en la misma.

La primera pared 222 de la primera articulación 202 puede estar formada de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. Otros materiales adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación. La circunferencia interior de la primera articulación 202, así como la longitud de la primera pared 222 entre el primer extremo 218 y el segundo extremo 220, pueden variar dependiendo del uso o aplicación pretendidos de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 200.

La primera cavidad 226 en la primera pared 222 comprende un rebajo, corte sesgado, canal, pasaje, ventana, o similar que tiene un tamaño y se dimensiona para permitir que el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 residan o se estiben de otra manera en la primera cavidad 226 cuando el mecanismo del presente dispositivo se encuentra en un estado estibado. La primera junta 228 es un pasador incrustado en la primera pared 222 y que abarca la primera cavidad 226 en un extremo de la primera cavidad 226. La segunda junta deslizante 230 es un pasador encajado en una ranura 232 de la primera pared 222 y que atraviesa la primera cavidad 226 por el otro extremo

de la primera cavidad 226. Otros dispositivos y configuraciones de junta adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

5 Como se analizó, el primer mecanismo de herramienta 204 incluye una segunda articulación 206 y una tercera articulación 208. Estos elementos junto con la primera articulación 202 y la cuarta articulación 210 constituyen un primer mecanismo de cuatro barras.

10 En el ejemplo de la figura 3, la segunda articulación 206 constituye un primer miembro de herramienta. El primer miembro de herramienta de la segunda articulación 206 incluye un primer extremo 234 conectado de manera pivotante a la primera pared 222 de la primera articulación 202 en la primera junta 228, un segundo extremo 236 que tiene un área de contacto 238, un cuerpo 240 que se extiende entre el primer extremo 234 y el segundo extremo 236, y una tercera junta 242 desplazada desde el segundo extremo 236 de la segunda articulación 206.

15 El cuerpo 240 que constituye el primer miembro de herramienta de la segunda articulación 206 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 240 de la segunda articulación 206 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 202 de tal manera que el cuerpo 240 de la segunda articulación 206
20 puede alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la cuarta articulación 210 cuando el primer mecanismo de herramienta 204 se encuentra en un estado estibado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 3.

25 El área de contacto 238 se configura para acoplarse con objetos cuando el primer miembro de herramienta que se extiende fuera del mecanismo queda en un estado desplegado. En ciertas realizaciones, el área de contacto 238 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 238 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 238 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 238 se forma como parte del cuerpo 240 del mismo material que el cuerpo 240. En otras realizaciones, el área de contacto 238 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 240 y unida al cuerpo 240. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes
30 para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

La tercera articulación 208 tiene un primer extremo 244 conectado de manera pivotante a la tercera junta 242 de la segunda articulación 206, un segundo extremo 246 conectado de manera pivotante a una cuarta junta 248, y un cuerpo 250 que se extiende entre el primer extremo 244 y el segundo extremo 246. El cuerpo 250 de la tercera articulación 208
35 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 250 de la tercera articulación 208 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 202 de tal manera que el cuerpo 250 de la tercera articulación 208 puede residir dentro de la primera cavidad 226 en la primera articulación 202 y quedar al ras con la circunferencia interior de la primera articulación 202 cuando el mecanismo se encuentra en un estado estibado como se
40 ve en la primera imagen (a) de la figura 3.

45 El cilindro exterior de la cuarta articulación 210 tiene un primer extremo 252 que tiene una primera abertura, un segundo extremo 254 que tiene una segunda abertura, y una segunda pared 256 que se extiende entre el primer extremo 252 y el segundo extremo 254 y define una circunferencia exterior de la barra hueca y el pasaje central 224 a través del mismo desde el primer extremo 252 hasta el segundo extremo 254. Una segunda cavidad 258 se dispone en la segunda pared 256 y tiene la cuarta junta 248 montada y una quinta junta 260 montada en la misma.

50 La segunda pared 256 de la cuarta articulación 210 puede estar formada de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. Otros materiales adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación. La circunferencia exterior de la cuarta articulación 210, así como la longitud de la segunda pared 256 entre el primer extremo 252 y el segundo
55 extremo 254, pueden variar dependiendo del uso o aplicación pretendidos de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 200.

60 La segunda cavidad 258 en la segunda pared 256 comprende un rebajo, corte sesgado, canal, pasaje, ventana o similar que tiene un tamaño y se dimensiona para permitir que el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 residan o se estiben de otro modo en la segunda cavidad 258 cuando el mecanismo del presente dispositivo se encuentra en una posición cerrada. En la realización de la figura 3, la cuarta junta 248 es un pasador incrustado en la segunda pared 256 y que abarca la segunda cavidad 258 ubicada en un extremo de la segunda cavidad 258. La quinta junta 260 es un pasador incrustado en la segunda pared 256 y que atraviesa la segunda cavidad 258 por el otro extremo de la segunda cavidad 258. Otros dispositivos o mecanismos de junta adecuados resultarán evidentes
65 para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

Como se analizó, el segundo mecanismo de herramienta 212 incluye una quinta articulación 214 y una sexta articulación 216. Estos elementos junto con la primera articulación 202 y la cuarta articulación 210 constituyen el segundo mecanismo de cuatro barras.

En el ejemplo de la figura 3, la quinta articulación 214 constituye un segundo miembro de herramienta.

El segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 214 incluye un primer extremo 262 conectado de manera pivotante a la segunda pared 256 de la cuarta articulación 210 en la quinta junta 260, un segundo extremo 264 que tiene un área de contacto 266, un cuerpo 268 que se extiende entre el primer extremo 262 y el segundo extremo 264, y una sexta junta 270 desplazada del segundo extremo 264 de la quinta articulación 214.

El cuerpo 268 que constituye el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 214 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 268 de la quinta articulación 214 está curvado para adaptarse a la curvatura de la cuarta articulación 210 de modo que el cuerpo 268 de la quinta articulación 214 pueda alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la cuarta articulación 210 cuando el segundo mecanismo de herramienta 212 se encuentra en un estado estibado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 3.

El área de contacto 266 se configura para acoplarse con objetos cuando el segundo miembro de herramienta se extiende fuera del mecanismo en un estado desplegado. En ciertas realizaciones, el área de contacto 266 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 266 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 266 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 266 se forma como parte del cuerpo 268 del mismo material que el cuerpo 268. En otras realizaciones, el área de contacto 266 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 268 y unida al cuerpo 268. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

La sexta articulación 216 tiene un primer extremo 272 conectado de manera pivotante a la segunda junta deslizante 230 de la primera articulación 202, un segundo extremo 274 conectado de manera pivotante a una sexta junta 270 de la quinta articulación 214, y un cuerpo 276 que se extiende entre el primer extremo 272 y segundo extremo 274. El cuerpo 276 de la sexta articulación 216 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 250 de la sexta articulación 216 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 202 de tal manera que el cuerpo 250 de la sexta articulación 216 puede residir dentro de la primera cavidad 226 en la primera articulación 202 y quedar al ras con la circunferencia interior de la primera articulación 202 cuando el mecanismo se encuentra en un estado estibado como se ve en la primera imagen (a) de la figura 3.

La profundidad (o distancia a lo largo del cilindro) en la cuarta articulación 210 de la primera articulación 202, el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 no cambia la función del mecanismo. En ciertas realizaciones, la primera articulación 202 se extiende a lo largo de toda la longitud de la cuarta articulación. En ciertas realizaciones, la primera cavidad 226 de la primera pared 222 y la segunda cavidad 258 de la segunda pared 256 se ubican en proximidad del segundo extremo 254 de la cuarta articulación 210 y el segundo extremo 220 de la primera articulación 202. De este modo, el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 también se ubican en proximidad de los segundos extremos 220, 254. Típicamente, los primeros extremos 218, 252 estarían próximos a un usuario mientras que los segundos extremos distantes 220, 254 estarían insertados en el espacio de trabajo.

Cuando el cilindro interior de la primera articulación 202 se hace girar en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 210 tal como lo indica la flecha 280, la herramienta 200 pasa de un primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 se contienen dentro la primera cavidad 226 de la primera pared 222 de la primera articulación 202 y la segunda cavidad 258 de la segunda pared 256 de la cuarta articulación 210 como se ve en la primera imagen (a) de la figura 3 a un segundo estado donde el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 pasan a través de la segunda cavidad 258 en la segunda pared 256 de la cuarta articulación 210 para extenderse fuera de la circunferencia exterior de la cuarta articulación 210 donde el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 pueden interactuar con un objeto fuera de la herramienta 200 como se ve en la última imagen (d) de la figura 3. En la segunda imagen (b) de la figura 3, el primer mecanismo de herramienta 204 se extiende en el cilindro interior de la primera articulación 202 y se hace girar en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 210 como lo indica la flecha 280 que mueve la primera junta 228 sobre la primera articulación 202 hacia la cuarta junta 248 en la cuarta articulación 210 que hace oscilar la tercera articulación 208 hacia afuera, lo que a su vez mueve el primer miembro de herramienta de la segunda articulación 206 fuera de la herramienta 200. El pasador de la segunda junta deslizante 230 que se desliza a través de la ranura 232 evita

que se despliegue el segundo mecanismo de herramienta 212. En la tercera imagen (c) de la figura 3, el pasador de la segunda junta deslizante 230 llega al extremo de la ranura 232 y la sexta articulación 216 oscila hacia afuera, lo que a su vez mueve el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 214 fuera de la herramienta 200. En la imagen final (d) de la figura 3, el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 se extienden en el segundo estado desplegado.

Una vez desplegados en el segundo estado, el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 pueden utilizarse para interactuar con un objeto en el entorno situado fuera de la circunferencia exterior de la herramienta. En ciertas realizaciones, como se ve en la figura 3, el primer miembro de herramienta de la segunda articulación 206 y el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 214 se configuran para acoplar un objeto entre el área de contacto 238 de la segunda articulación 206 y el área de contacto 266 de la quinta articulación 214.

De forma similar, la herramienta 200 puede pasar del segundo estado donde el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 se extienden fuera de la circunferencia exterior de la cuarta articulación 210 al primer estado donde el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 pasan a través de la segunda cavidad 228 en la segunda pared 256 de la cuarta articulación 210 para estar contenidos dentro las circunferencias exteriores de la herramienta 200.

Esto se logra al hacer girar el cilindro interior de la primera articulación 202 en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 210 en la dirección inversa a la que se utilizó para accionar la herramienta 200.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, y regresando a las figuras 4A a 4C, dos mecanismos de cuatro barras comparten dos juntas comunes ubicadas en dos cilindros concéntricos. El accionamiento se logra mediante la rotación del cilindro interior y el mecanismo. Estas características permiten que las superficies de sujeción se encuentren en dos ubicaciones diferentes basándose en la dirección de rotación.

La figura 4A y figura 4B representan otra realización de una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 400 de la presente invención. La figura 4A muestra una vista de arriba a abajo de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 300 en imágenes sucesivas que muestran el accionamiento de la herramienta 300 desde un primer estado estibado a un segundo estado desplegado. La figura 4B muestra una vista isométrica de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 300 en imágenes sucesivas.

En la herramienta actuadora desplegable de barra hueca 200 de la figura 4A y figura 4B, una única barra hueca en forma de cilindro concéntrico se proporciona con dos mecanismos de cuatro barras, ambos ajustados al diámetro y espesor del cilindro, de modo que las articulaciones individuales del mecanismo tienen la misma curvatura que el cilindro (aunque esto no es un requisito para su operación).

Una primera articulación 302 que comprende un cilindro interior es compartida por ambos mecanismos de cuatro barras. El primer mecanismo de cuatro barras también incluye un primer mecanismo de herramienta que incluye una segunda articulación 304 y una tercera articulación 306. El elemento final del mecanismo de cuatro barras es una cuarta articulación 308 que comprende un cilindro exterior. La cuarta articulación 308 también se comparte con el segundo mecanismo de cuatro barras. El resto del segundo mecanismo de cuatro barras es un segundo mecanismo de herramienta que incluye una quinta articulación 310 y una sexta articulación 312. Cada uno de estos elementos se describirá con mayor detalle a continuación.

El cilindro de la primera articulación 302 tiene un primer extremo 314 que tiene una primera abertura, un segundo extremo 316 que tiene una segunda abertura, y una primera pared 318 que se extiende entre el primer extremo 314 y el segundo extremo 316 que define una circunferencia interior de la herramienta 300 y un pasaje central 320 a través de la misma desde el primer extremo 314 hasta el segundo extremo 316. Una primera cavidad 322 se dispone en la primera pared 318 y tiene una primera junta 324 montada en la misma.

La primera pared 318 de la primera articulación 302 puede estar formada de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. Otros materiales adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación. La circunferencia interior de la primera articulación 302, así como la longitud de la primera pared 318 entre el primer extremo 314 y el segundo extremo 416, pueden variar dependiendo del uso o aplicación pretendidos de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 300.

La primera cavidad 322 en la primera pared 318 comprende un rebajo, corte sesgado, canal, pasaje, ventana o similar que tiene un tamaño y se dimensiona para permitir que la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta, así como la quinta articulación 310 y la sexta articulación del segundo mecanismo de herramienta residen o se estiben de otro modo en la primera cavidad 322 cuando el mecanismo del presente dispositivo se encuentra en un estado estibado. La primera junta 324 es un pasador incrustado en la primera pared 318 y abarca la primera cavidad 322. Otros dispositivos y configuraciones de junta adecuados serán evidentes para un experto en la

técnica dado el beneficio de esta divulgación.

Como se analizó, el primer mecanismo de herramienta incluye una segunda articulación 304 y una tercera articulación 306. Estos elementos junto con la primera articulación 302 y la cuarta articulación 308 constituyen un primer mecanismo de cuatro barras.

La segunda articulación 304 incluye un primer extremo 326 conectado de manera pivotante a la primera pared 318 de la primera articulación 302 en la primera junta 324, un segundo extremo 328 que tiene un área de contacto 330, un cuerpo 332 que se extiende entre el primer extremo 326 y el segundo extremo 328 y una segunda junta 334 desplazada del segundo extremo 328 de la segunda articulación 304.

El cuerpo 332 de la segunda articulación 304 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 332 de la segunda articulación 304 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 302 de manera que el cuerpo 332 de la segunda articulación 304 pueda alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la cuarta articulación 308 cuando la herramienta 300 se encuentra en un estado estibado como se ve en las imágenes más a la izquierda de la figura 4A y figura 4B.

El área de contacto 330 se configura para acoplarse con objetos cuando el primer mecanismo de herramienta que se extiende fuera del mecanismo queda en un estado desplegado. En ciertas realizaciones, el área de contacto 330 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 330 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 330 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 330 se forma como parte del cuerpo 332 del mismo material que el cuerpo 332. En otras realizaciones, el área de contacto 330 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 332 y unida al cuerpo 332. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

La tercera articulación 306 tiene un primer extremo 336 conectado de manera pivotante a la segunda junta 334 de la segunda articulación 304, un segundo extremo 338 conectado de manera pivotante a una tercera junta 340 y un cuerpo 342 que se extiende entre el primer extremo 336 y el segundo extremo 338. El cuerpo 342 de la tercera articulación 306 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 342 de la tercera articulación 306 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 302 de modo que el cuerpo 342 de la tercera articulación 306 pueda residir dentro de la primera cavidad 322 en la primera articulación 302 y quedar al ras con la circunferencia interior de la primera articulación 302 cuando el mecanismo se encuentra en un estado estibado como se ve en las imágenes más a la izquierda de la figura 4A y figura 4B.

El cilindro exterior de la cuarta articulación 308 tiene un primer extremo 344 que tiene una primera abertura, un segundo extremo 346 que tiene una segunda abertura, y una segunda pared 348 que se extiende entre el primer extremo 344 y el segundo extremo 346 y define una circunferencia exterior de la barra hueca y el pasaje central 320 a través del mismo desde el primer extremo 344 hasta el segundo extremo 346. Una segunda cavidad 350 se dispone en la segunda pared 348 y tiene la tercera junta 340 montada en la misma.

La segunda pared 348 de la cuarta articulación 308 puede estar formada de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. Otros materiales adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación. La circunferencia exterior de la cuarta articulación 308, así como la longitud de la segunda pared 348 entre el primer extremo 344 y el segundo extremo 346, pueden variar dependiendo del uso o aplicación pretendidos de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 300.

La segunda cavidad 350 en la segunda pared 348 comprende un rebajo, corte sesgado, canal, pasaje, ventana o similar que tiene un tamaño y se dimensiona para permitir que la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta y la quinta articulación 310 y la sexta articulación 312 del segundo mecanismo de herramienta residan o se estiben de otro modo en la segunda cavidad 350 cuando el mecanismo del presente dispositivo se encuentra en una posición cerrada. En la realización de la figura 4A y figura 4B, la tercera junta 340 es un pasador incrustado en la segunda pared 348 y abarca la segunda cavidad 350. Otros dispositivos o mecanismos de junta adecuados resultarán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

Como se analizó, el segundo mecanismo de herramienta incluye una quinta articulación 310 y una sexta articulación 312. Estos elementos junto con la primera articulación 302 y la cuarta articulación 308 constituyen el segundo mecanismo de cuatro barras. Además, la quinta articulación 310 comparte la primera junta 324 con la segunda articulación 304 y la sexta

articulación 312 comparte la tercera junta 340 con la tercera articulación 306.

La quinta articulación 310 incluye un primer extremo 352 conectado de forma pivotante a la primera pared 318 de la primera articulación 302 en la primera junta 324, un segundo extremo 354 que tiene un área de contacto 356, un cuerpo 358 que se extiende entre el primer extremo 352 y el segundo extremo 354 y una cuarta junta 360 desplazada desde el segundo extremo 354 de la quinta articulación 310.

El cuerpo 358 que constituye el segundo miembro de herramienta de la quinta articulación 310 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 358 de la quinta articulación 310 está curvado para ajustarse a la curvatura de la cuarta articulación 308 de modo que el cuerpo 358 de la quinta articulación 310 pueda alinearse con y estar contenido dentro de la circunferencia exterior del cilindro de la cuarta articulación 308 cuando el segundo mecanismo de herramienta se encuentra en un estado estibado como se ve en las imágenes más a la izquierda de la figura 4A y figura 4B.

El área de contacto 356 está configurada para acoplarse con objetos cuando el segundo mecanismo de herramienta se extiende fuera de la herramienta 300 en un estado desplegado. En ciertas realizaciones, el área de contacto 356 es una superficie de sujeción. En otras realizaciones, el área de contacto 356 es una cuchilla. En todavía otras realizaciones, el área de contacto 356 es una pata estabilizadora. En ciertas realizaciones, el área de contacto 356 se forma como parte del cuerpo 358 del mismo material que el cuerpo 358. En otras realizaciones, el área de contacto 356 puede estar formada de un material diferente del cuerpo 358 y unida al cuerpo 358. Otros materiales e implementaciones adecuados serán evidentes para un experto en la técnica dado el beneficio de esta divulgación.

La sexta articulación 312 tiene un primer extremo 362 conectado de manera pivotante a la cuarta junta 360 de la quinta articulación 310, un segundo extremo 364 conectado de manera pivotante a una tercera junta 340 de la cuarta articulación 308, y un cuerpo 366 que se extiende entre el primer extremo 362 y segundo extremo 364. El cuerpo 366 de la sexta articulación 312 puede estar formado de plástico, metal o cualquier otro material adecuado para formar una superficie desplegable. Algunos ejemplos de materiales adecuados son acero inoxidable, titanio, nitinol, carburo de tungsteno, aceros al carbono, aluminio, polietileno de alta densidad (HDPE), polipropileno, ácido poliláctico (PLA), plástico acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), tereftalato de polietileno (PET) y acrílico. En ciertas realizaciones, el cuerpo 366 de la sexta articulación 312 está curvado para adaptarse a la curvatura de la primera articulación 302 de manera que el cuerpo 366 de la sexta articulación 312 pueda residir dentro de la primera cavidad 322 en la primera articulación 302 y quedar al ras con la circunferencia interior de la primera articulación 302 cuando el mecanismo se encuentra en un estado estibado como se ve en las imágenes más a la izquierda de la figura 4A y figura 4B.

La profundidad (o distancia a lo largo del cilindro) en la cuarta articulación 308 de la primera articulación 302, el primer mecanismo de herramienta y el segundo mecanismo de herramienta no cambia la función de los mecanismos. En ciertas realizaciones, la primera articulación 302 se extiende a lo largo de toda la longitud de la cuarta articulación 308. En ciertas realizaciones, la primera cavidad 322 de la primera pared 318 y la segunda cavidad 350 de la segunda pared 348 se ubican en proximidad del segundo extremo 346 de la cuarta articulación 308 y el segundo extremo 316 de la primera articulación 302. De este modo, el primer mecanismo de herramienta y el segundo mecanismo de herramienta también se ubican en proximidad de los segundos extremos 316, 346. Típicamente, los primeros extremos 314, 344 estarían próximos a un usuario mientras que los segundos extremos distantes 316, 346 estarían insertados en el espacio de trabajo.

Cuando el cilindro interior de la primera articulación 302 se hace girar en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 308 tal como lo indica la flecha 370, la herramienta 300 pasa de un primer estado en donde la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta y la quinta articulación 310 y la sexta articulación 312 del segundo mecanismo de herramienta se contienen dentro de la primera cavidad 322 de la primera pared 318 de la primera articulación 302 y la segunda cavidad 350 de la segunda pared 348 de la cuarta articulación 308 como se ve en las imágenes más a la izquierda de la figura 4A y figura 4B a un segundo estado donde la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta y la quinta articulación 310 y la sexta articulación 312 del segundo mecanismo de herramienta pasan a través de la segunda cavidad 350 en la segunda pared 348 de la cuarta articulación 308 para extenderse fuera de la circunferencia exterior de la cuarta articulación 308 donde el área de contacto 330 de la segunda articulación 304 y el área de contacto 356 de la primera articulación 310 pueden interactuar con un objeto fuera de la herramienta 300 como se ve en las imágenes más a la derecha de la figura 4A y figura 4B. Una vez desplegados en el segundo estado, el primer mecanismo de herramienta 204 y el segundo mecanismo de herramienta 212 pueden utilizarse para interactuar con un objeto en el entorno situado fuera de la circunferencia exterior de la herramienta.

De manera similar, la herramienta 300 puede pasar del segundo estado donde la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta y la quinta articulación 310 y la sexta articulación 312 del segundo mecanismo de herramienta se extienden fuera de la circunferencia exterior de la cuarta articulación 308 al primer estado donde la segunda articulación 304 y la tercera articulación 306 del primer mecanismo de herramienta y la quinta

articulación 310 y la sexta articulación 312 del segundo mecanismo de herramienta pasan a través de la segunda cavidad 350 en la segunda pared 348 de la cuarta articulación 308 para estar contenidas dentro de las circunferencias interior y exterior de la herramienta 300. Esto se logra al hacer girar el cilindro interior de la primera articulación 302 en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 308 en la dirección inversa a la que se utilizó para accionar la herramienta 300.

En ciertas realizaciones, es posible simplificar aún más la fabricación, ensamblaje y complejidad general de la herramienta 300 mediante el uso de un mecanismo compatible.

Al aplicar principios de mecanismos compatibles, las juntas de pasador pueden reemplazarse por segmentos compatibles y proporcionar el mismo movimiento. La Figura 4C muestra una versión compatible del mecanismo ilustrado en la figura 4A y figura 4B. Estas configuraciones compatibles permiten más métodos de fabricación, tales como recorte con CNC plano y troquelado.

La figura 4C muestra una vista en perspectiva de la herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 300 en imágenes sucesivas. La imagen más a la izquierda muestra la herramienta en un estado cerrado o estibado mientras que la imagen más a la derecha muestra la herramienta 300 en un estado abierto o desplegado.

En esta realización, una o más de la primera junta compartida 324 o la tercera junta compartida 340 se reemplazan con un mecanismo compatible. El mecanismo compatible aprovecha la naturaleza flexible de los materiales que forman la junta para permitir que el material se flexione replicando el grado de movimiento proporcionado por la junta de pasador convencional. Al utilizar mecanismos compatibles, la segunda articulación 304 y la quinta articulación 310 pueden formarse de una sola pieza de material.

De manera similar, la tercera articulación 306 y la sexta articulación 312 también estarán formadas de una sola pieza de material.

Los dos mecanismos comparten una sola pieza y, mediante la adaptación de la pieza, logran un movimiento similar a dos articulaciones separadas. La adaptación también hace que el sistema sea biestable.

Se destaca que la forma de las articulaciones es arbitraria para el movimiento del mecanismo. Mientras la distancia entre los pasadores siga siendo la misma y las articulaciones no interfieran entre sí, el mecanismo tendrá el mismo movimiento. Para ocultar completamente las articulaciones móviles cuando el mecanismo se cierre, las articulaciones están restringidas a un radio de curvatura del tubo cilíndrico de la barra hueca y a una forma que encajará dentro de la barra hueca cuando esté completamente plegada.

Como se mencionó anteriormente, en ciertas realizaciones, las áreas de contacto 136, 156, 238, 266 de los primeros mecanismos de herramienta 104, 204 y los segundos mecanismos de herramienta 112, 212 se configuran como patas estabilizadoras. Las figuras 5A y 5B muestran una aplicación sin sujeción, tal como utilizar los primeros mecanismos de herramienta 104, 204 y los segundos mecanismos de herramienta 112, 212 como tren de aterrizaje o patas estabilizadoras para la herramienta 100, 200. La figura 5A muestra la herramienta 100 de la figura 1 y figura 2 donde las áreas de contacto 136, 156 se configuran como patas estabilizadoras 400, 402 y se encuentran en un primer estado estibado. La figura 5B muestra la herramienta 100 en donde las patas estabilizadoras 400, 402 se encuentran en un segundo estado desplegado.

La figura 6 representa una metodología 500 para utilizar las herramientas actuadoras desplegables dentro de barra hueca 100, 200 de la presente invención. En primer lugar, se proporciona una herramienta actuadora desplegable dentro de barra hueca 100, 200 como se describe en la presente (paso 502). Esta herramienta 100, 200 puede implementarse en el espacio de trabajo particular donde típicamente se utilizan herramientas actuadoras de barra hueca, tal como un sitio de perforación o un entorno quirúrgico. La herramienta 100, 200 entonces puede accionarse en el espacio de trabajo (paso 504) para pasar de un primer estado cerrado a un segundo estado abierto en donde el mecanismo puede utilizarse para interactuar con un artículo en el exterior de la circunferencia de la herramienta 100, 200 (paso 506). En ciertas realizaciones, la herramienta 100, 200 también puede pasar del segundo estado abierto nuevamente al primer estado cerrado para desacoplar la herramienta 100, 200 (paso 508) en donde la herramienta 100 puede retirarse del espacio de trabajo.

El accionamiento de la herramienta 100, 200 (paso 504) se muestra en las imágenes sucesivas de la figura 1 y figura 3 moviéndose de izquierda a derecha, siendo la imagen más a la izquierda la herramienta 100, 200 en un primer estado estibado y la imagen más a la derecha siendo la herramienta 100 en un segundo estado desplegado en donde la herramienta 100, 200 se acopla a un objeto en el exterior de la circunferencia de la herramienta 100, 200.

En la realización de la figura 1 y figura 2, la herramienta 100 se acciona mediante el uso de cables de accionamiento 174 mostrados en la figura 2. En la realización de la figura 3, la herramienta 200 se acciona al hacer girar el cilindro interior de la primera articulación 202 en relación con el cilindro exterior de la cuarta articulación 210.

En algunas realizaciones, el acoplamiento de un objeto (paso 506) por las áreas de contacto 136, 238 del primer mecanismo de herramienta 104, 204 y el área de contacto 156, 266 del segundo mecanismo de herramienta 112, 212 implica sujetar el objeto entre las áreas de contacto 136, 238 del primer mecanismo de herramienta 104, 204 y las áreas

de contacto 156, 266 del segundo mecanismo de herramienta 112, 212. En otras realizaciones, como cuando al menos una de las áreas de contacto 136, 156, 238, 266 es una cuchilla, el acoplamiento de un objeto por las áreas de contacto 136, 238 del primer mecanismo de herramienta 104, 204 y las áreas de contacto 156, 266 del segundo mecanismo de herramienta 112, 212 implica cortar el objeto entre las áreas de contacto 136, 238 del primer mecanismo de herramienta 104, 204 y las áreas de contacto 156, 266 del segundo mecanismo de herramienta 112, 212.

En todavía otras realizaciones, tal como se ve en la figura 5A y figura 5B, las áreas de contacto 136, 156, las patas estabilizadoras 400, 402 que cuando se despliegan, sirvieron para estabilizar, equilibrar o situar de otro modo la herramienta 100 en el objeto.

De manera similar, la herramienta 100, 200 puede desacoplarse (paso 508), al hacer transición de la herramienta 100, 200 del segundo estado desplegado al primer estado estibado. En ese momento, la herramienta 100, 200 puede retirarse del entorno.

Las herramientas de tubo o eje cilíndrico convencionales a menudo permiten que sólo funcione una herramienta en el extremo del eje, especialmente cuando los tubos son pequeños. La presente invención permite incluir un instrumento o mecanismo en el tubo cilíndrico y entrar en un espacio de trabajo a través de una única entrada en combinación con otros instrumentos en el extremo del eje. Esto puede i) reducir el tiempo necesario para realizar una tarea en un espacio de trabajo confinado/remoto al reducir la cantidad de cambios de herramientas necesarios; ii) reducir el trauma/daños en el límite del espacio de trabajo al reducir el número de orificios/puntos de entrada necesarios; iii) reducir el trauma/daños al espacio de trabajo al limitar la interface entre las cuchillas/pinzas y el tejido corporal, ya que el único tejido que interactúa con las cuchillas/pinzas es el que se introduce en el diámetro interior del eje cilíndrico; iv) reducir la complejidad del sistema de control utilizado junto con la configuración de las herramientas, ya que se requerirían menos ejes para ingresar al espacio, y v) reducir el costo del procedimiento.

Hasta cualquier punto utilizado en la presente, los términos "comprende" y "que comprende" deben interpretarse como inclusivos, no exclusivos. Como se utilizan en la presente, los términos "ejemplar", "ejemplo" e "ilustrativo" pretenden significar "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración" y no deben interpretarse como indicando o no indicando, una configuración preferida o ventajosa en relación con otras configuraciones. Como se utilizan en la presente, los términos "unos" y "aproximadamente" pretenden cubrir variaciones que puedan existir en los límites superior e inferior de los márgenes de valores subjetivos u objetivos, tales como variaciones en propiedades, parámetros, tamaños y dimensiones. En un ejemplo no limitante, los términos "unos" y "aproximadamente" significan en, o más, 10 por ciento o menos, o menos 10 por ciento o menos. En un ejemplo no limitante, los términos "unos" y "aproximadamente" significan lo suficientemente cerca como para que un experto en la técnica en el campo relevante lo considere incluido. Como se utiliza en la presente, el término "sustancialmente" se refiere a la extensión o grado completo o casi completo de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado, como lo apreciaría un experto en la técnica. Por ejemplo, un objeto que es "sustancialmente" circular significaría que el objeto es completamente un círculo hasta límites matemáticamente determinables, o casi un círculo como lo reconocería o entendería un experto en la técnica. El grado exacto permitido de desviación de la integridad absoluta puede, en algunos casos, depender del contexto específico. Sin embargo, en general, la cercanía de la finalización será tal que se tenga el mismo resultado global que si se lograra u obtuviera la finalización absoluta y total. El uso de "sustancialmente" es igualmente aplicable cuando se utiliza en una connotación negativa para referirse a la falta completa o casi completa de una acción, característica, propiedad, estado, estructura, elemento o resultado, como lo apreciaría alguien con experiencia en la técnica.

Numerosas modificaciones y realizaciones alternativas de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica en vista de la descripción anterior dentro del límite del alcance definido por el capítulo reivindicatorio adjunto.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta actuadora desplegable en barra hueca (100), la herramienta comprende:

- 5 una primera articulación (102) que comprende un cilindro que comprende:
un primer extremo (120) que tiene una primera abertura;
un segundo extremo (122) que tiene una segunda abertura;
una pared (124) que se extiende entre el primer extremo (120) y el segundo extremo (122) que define una circunferencia exterior de una barra hueca y un pasaje central (126) a través de la misma desde el primer extremo (120) hasta el segundo extremo (122); y
10 una cavidad (120) en la pared (124) que tiene una primera junta (130) y una segunda junta (132) desplazada de la primera junta (130) montada en la misma;
un primer mecanismo de herramienta (104) que comprende:
segunda articulación (106) en un primer plano perpendicular al pasaje central que comprende un primer miembro de
15 herramienta, el primer miembro de herramienta comprende:
un cuerpo (134) que tiene un primer extremo y un segundo extremo;
un área de contacto (136) en el primer extremo del cuerpo (134);
una tercera junta (138) en proximidad del primer extremo del cuerpo (134); y una cuarta junta (140) en el segundo extremo del cuerpo (134);
20 una tercera articulación (108) en un segundo plano perpendicular al pasaje central (126), la tercera articulación comprende:
un primer extremo (142) conectado de manera pivotante a la primera junta (130) en la primera articulación (102);
un segundo extremo (144) conectado de manera pivotante a la tercera junta (138) de la segunda articulación (106); y
un cuerpo (146) que se extiende entre el primer extremo (142) y el segundo extremo (144); y
25 una cuarta articulación (110) en el segundo plano perpendicular al pasaje central (126), la cuarta articulación (110) comprende:
un primer extremo (148) conectado de manera pivotante a la segunda junta (132) en la primera articulación (102);
un segundo extremo (150) conectado de manera pivotante a la cuarta junta (140) de la segunda articulación (106); y
un cuerpo (152) que se extiende entre el primer extremo (148) y el segundo extremo (150); un segundo mecanismo de
30 herramienta (112) comprende:
una quinta articulación (114) en el segundo plano perpendicular al pasaje central (126) que comprende un segundo miembro de herramienta, el segundo miembro de herramienta comprende:
un cuerpo (154) que tiene un primer extremo y un segundo extremo;
un área de contacto (156) en el primer extremo del cuerpo (154);
35 una quinta junta (158) en proximidad del primer extremo del cuerpo (154); y
una sexta junta (160) en el segundo extremo del cuerpo (154);
una sexta articulación (116) en el primer plano perpendicular al pasaje central (126), la sexta articulación (116) comprende:
un primer extremo (162) conectado de manera pivotante a la segunda junta (132) en la primera articulación (102);
un segundo extremo (164) conectado de manera pivotante a la quinta junta (158) de la quinta articulación (114); y
40 un cuerpo (166) que se extiende entre el primer extremo (164) y el segundo extremo (166); y
una séptima articulación (118) en el primer plano perpendicular al pasaje central (126), la séptima articulación (118) comprende:
un primer extremo (168) conectado de manera pivotante a la primera junta (130) en la primera articulación (102);
un segundo extremo (170) conectado de manera pivotante a la sexta junta (160) de la quinta articulación (114); y
45 un cuerpo (172) que se extiende entre el primer extremo (168) y el segundo extremo (170);
en donde, la herramienta actuadora pasa de un primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta (104) y el segundo mecanismo de herramienta (112) se contienen totalmente dentro de la circunferencia exterior de la barra hueca a un segundo estado donde el primer mecanismo de herramienta (104) y el segundo mecanismo de herramienta (112) pasan a través de la cavidad (128) en la pared (124) de la primera articulación (102) para extenderse fuera de la
50 circunferencia exterior de la barra hueca.

2. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 1, en donde al menos uno del cuerpo (134) de la segunda articulación (106), el cuerpo (146) de la tercera articulación (108), el cuerpo (152) de la cuarta articulación (110), el cuerpo (154) de la quinta articulación (114), el cuerpo (166) de la sexta articulación (116) y el cuerpo (172) de la séptima articulación (118) están curvados para coincidir con la curvatura de la primera articulación (102) formando la segunda articulación (106), la tercera articulación (108), la cuarta articulación (110), la quinta articulación (114), la sexta articulación y la séptima articulación al ras con la circunferencia exterior cuando la herramienta actuadora se encuentra en el primer estado.

3. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de acuerdo con cualquier reivindicación previa, en donde la cavidad (128) de la primera articulación (102) se dispone en proximidad del segundo extremo de la primera articulación (102).

4. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 1, en donde la transición del primer estado al segundo estado se realiza mediante cables que se extienden a lo largo del cilindro de la primera articulación.

5. Una herramienta actuadora desplegable en barra hueca (200), la herramienta comprende:

una primera articulación (202) que comprende un cilindro interior que comprende: un primer extremo (218) que tiene una primera abertura;

5 un segundo extremo (220) que tiene una segunda abertura;

una primera pared (222) que se extiende entre el primer extremo (218) y el segundo extremo (220) que define una circunferencia interior de una barra hueca y un pasaje central (224) a través de la misma desde el primer extremo (218) hasta el segundo extremo (220); y

10 una primera cavidad (226) en la primera pared (222) y tiene una primera junta (228) y una segunda junta deslizante (230);

un primer mecanismo de herramienta (204) que comprende:

una segunda articulación (206) que comprende un primer miembro de herramienta que comprende:

un primer extremo (234) conectado de manera pivotante a la primera pared (222) de la primera articulación (202) en la primera junta (228);

15 un segundo extremo (236) que tiene un área de contacto (238);

un cuerpo (240) que se extiende entre el primer extremo (234) y el segundo extremo (236); y

una tercera junta (242) desplazada del segundo extremo (236) del cuerpo (240) de la segunda articulación (206);

una tercera articulación (208) que comprende:

un primer extremo (244) conectado de manera pivotante a la tercera junta (242) de la segunda articulación (206); un

20 segundo extremo (246) conectado de manera pivotante a una cuarta junta (248); y

un cuerpo (250) que se extiende entre el primer extremo (244) y el segundo extremo (246); una cuarta articulación (210) que comprende un cilindro exterior que comprende:

un primer extremo (252) que tiene una primera abertura,

un segundo extremo (254) que tiene una segunda abertura,

25 una segunda pared (256) que se extiende entre el primer extremo (252) y el segundo extremo (254) que define una circunferencia exterior de la barra hueca y un pasaje central (224) a través de la misma desde el primer extremo (252) hasta el segundo extremo (254); y

una segunda cavidad (258) en la segunda pared (256) y tiene la cuarta junta (245) y una quinta junta (260);

un segundo mecanismo de herramienta (212) que comprende:

una quinta articulación (214) que comprende un segundo miembro de herramienta que comprende:

30 un primer extremo (262) conectado de manera pivotante a la segunda pared de la cuarta articulación (210) en la quinta junta (260);

un segundo extremo (264) que tiene un área de contacto (266);

un cuerpo (268) que se extiende entre el primer extremo (262) y el segundo extremo (264); y

una sexta junta (270) desplazada del segundo extremo (264) del cuerpo (268) de la quinta articulación (214); y

35 una sexta articulación (216) que comprende:

un primer extremo (272) conectado de manera pivotante a la segunda junta deslizante (230) en la primera articulación (202); y

un segundo extremo (274) conectado de manera pivotante a la sexta junta (270) de la quinta articulación (214);

un cuerpo (276) que se extiende entre el primer extremo (272) y el segundo extremo (274);

40 en donde, cuando la primera articulación (202) se hace girar en relación con el anillo exterior de la cuarta articulación (210), la herramienta actuadora (200) pasa de un primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta (204) y el segundo mecanismo de herramienta (212) se contienen dentro de las cavidades (226, 258) de las paredes a un segundo estado donde el primer mecanismo de herramienta y el segundo mecanismo de herramienta se extienden fuera de la circunferencia exterior de la barra hueca.

6. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 5, en donde el cuerpo (240) de la segunda articulación (206), y el cuerpo (268) de la quinta articulación (214) están curvados para coincidir con la curvatura de la cuarta articulación (210), y el cuerpo (250) de la tercera articulación (208) y el cuerpo (276) de la sexta articulación (216) están curvados para coincidir con la curvatura de la primera articulación (202), formando la segunda articulación (206), la tercera articulación (208), la quinta articulación (214), y la sexta articulación (216) al ras con las circunferencias interior y exterior cuando la herramienta actuadora (200) se encuentra en el primer estado.

7. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 5 o 6, en donde la primera cavidad (226) de la primera articulación y la segunda cavidad de la cuarta articulación están dispuestas en proximidad del segundo extremo (254) de la primera articulación (202) y el segundo extremo (254) de la cuarta articulación (210).

8. Una herramienta actuadora desplegable en barra hueca (300), la herramienta comprende: una primera articulación (302) que comprende un cilindro interior, la herramienta comprende:

60 un primer extremo (314) que tiene una primera abertura;

un segundo extremo (316) que tiene una segunda abertura;

una primera pared (318) que se extiende entre el primer extremo (314) y el segundo extremo (316) que define una circunferencia interior de una barra hueca y un pasaje central (320) a través de la misma desde el primer extremo (314) hasta el segundo extremo (316); y

65 una primera cavidad (322) en la primera pared (318) y tiene una primera junta (324);

un primer mecanismo de herramienta que comprende: una segunda articulación (304) que comprende:

- un primer extremo (326) conectado de manera pivotante a la pared (318) de la primera articulación (302) de la primera junta (324);
 un segundo extremo (328) que tiene un área de contacto (330);
 un cuerpo (332) que se extiende entre el primer extremo (326) y el segundo extremo (328); y
 5 una segunda junta (334) desplazada del segundo extremo (328) del cuerpo (332) de la segunda articulación (304);
 una tercera articulación (306) que comprende:
 un primer extremo (336) conectado de manera pivotante a la segunda junta de la segunda articulación;
 un segundo extremo (338) conectado de manera pivotante a una tercera junta (340); y un cuerpo (342) que se extiende
 entre el primer extremo y el segundo extremo;
 10 una cuarta articulación (308) que comprende un cilindro exterior que comprende: un primer extremo (344) que tiene una
 primera abertura;
 un segundo extremo (346) que tiene una segunda abertura,
 una segunda pared (348) que se extiende entre el primer extremo (344) y el segundo extremo (346) que define una
 15 circunferencia exterior de la barra hueca y un pasaje central (320) a través de la misma desde el primer extremo hasta el
 segundo extremo; y
 una segunda cavidad (350) en la segunda pared (348) que tiene la tercera junta (340); un segundo mecanismo de
 herramienta que comprende:
 una quinta articulación (310) que comprende:
 un primer extremo (352) conectado de manera pivotante a la primera pared (318) de la primera articulación (302) en la
 20 primera junta (324);
 un segundo extremo (354) que tiene un área de contacto (356);
 un cuerpo (358) que se extiende entre el primer extremo (352) y el segundo extremo (354); y
 una cuarta junta (306) desplazada del segundo extremo (354) del cuerpo (358) de la quinta articulación (310); y
 una sexta articulación (312) que comprende:
 25 un primer extremo (362) conectado de manera pivotante a la cuarta junta (360) en la quinta articulación (310);
 un segundo extremo (364) conectado de manera pivotante a la tercera junta (340) de la cuarta articulación (308); y
 un cuerpo (336) que se extiende entre el primer extremo (362) y el segundo extremo (364);
 en donde, cuando la primera articulación (302) se hace girar en relación con el anillo exterior de la cuarta articulación
 (308), la herramienta actuadora pasa de un primer estado en donde el primer mecanismo de herramienta y el segundo
 30 mecanismo de herramienta se contienen dentro de las cavidades de las paredes a un segundo estado donde el primer
 mecanismo de herramienta y el segundo mecanismo de herramienta se extienden fuera de la circunferencia exterior de
 la barra hueca.
9. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 8, en donde el cuerpo (332) de la segunda
 35 articulación (304), y el cuerpo (358) de la quinta articulación (310) están curvados para coincidir con la curvatura de la
 cuarta articulación (308), y el cuerpo (342) de la tercera articulación (306) y el cuerpo (366) de la sexta articulación (312)
 están curvados para coincidir con la curvatura de la primera articulación (302), formando la segunda articulación (304), la
 tercera articulación (306), la quinta articulación (310), y la sexta articulación (312) al ras con las circunferencias interior y
 40 exterior cuando la herramienta actuadora (300) se encuentra en el primer estado.
10. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 8, en donde la cavidad de la primera
 articulación (322) y la segunda cavidad (350) de la cuarta articulación (308) se disponen en proximidad del segundo
 extremo (316) de la primera articulación (302) y el segundo extremo (346) de la cuarta articulación (308).
- 45 11. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 8, en donde al menos una de la primera
 junta (324) y la tercera junta (340) es un mecanismo compatible.
12. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 1 o 5 u 8, en donde el primer mecanismo
 de herramienta (104, 214, 304) y el segundo mecanismo de herramienta (112, 212, 312) se configuran para acoplar un
 50 objeto entre el área de contacto (136; 156, 238; 266, 330; 356) del primero y segundo miembros de herramienta.
13. La herramienta actuadora desplegable en barra hueca de la reivindicación 12, en donde al menos una del área de
 contacto del primer mecanismo de herramienta (104, 214, 304) y el área de contacto del segundo mecanismo de
 herramienta (112, 212, 312) es una cuchilla o una pata estabilizadora.
- 55 14. Un método no quirúrgico para utilizar una herramienta actuadora desplegable en barra hueca de acuerdo con una de
 las reivindicaciones previas, el método comprende:
 proporcionar una herramienta actuadora desplegable en barra hueca (100, 200, 300); y accionar la herramienta actuadora
 60 desplegable en barra hueca (100, 200, 300) para realizar transiciones de un primer estado cerrado a un segundo estado
 abierto.

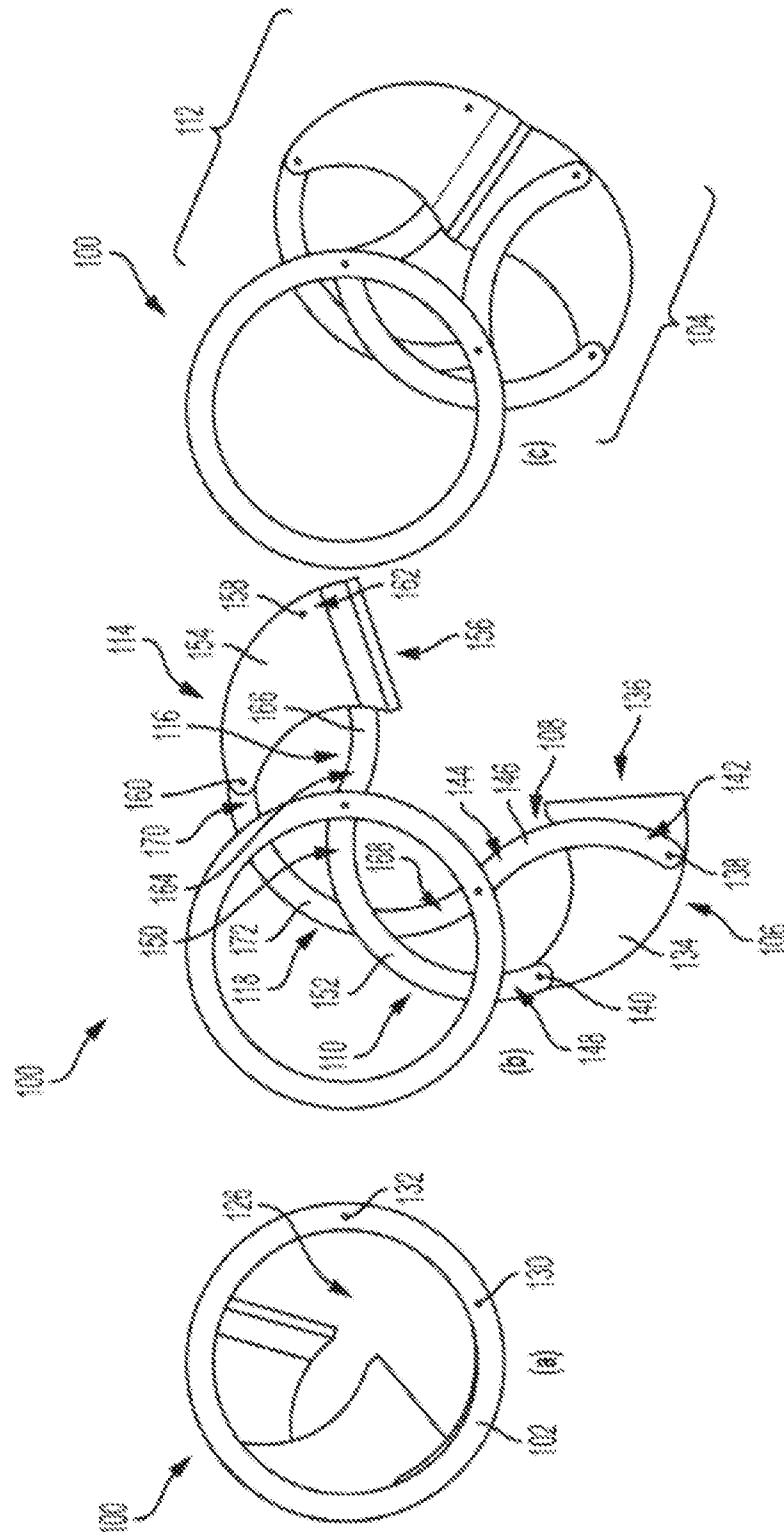


FIGURE 1

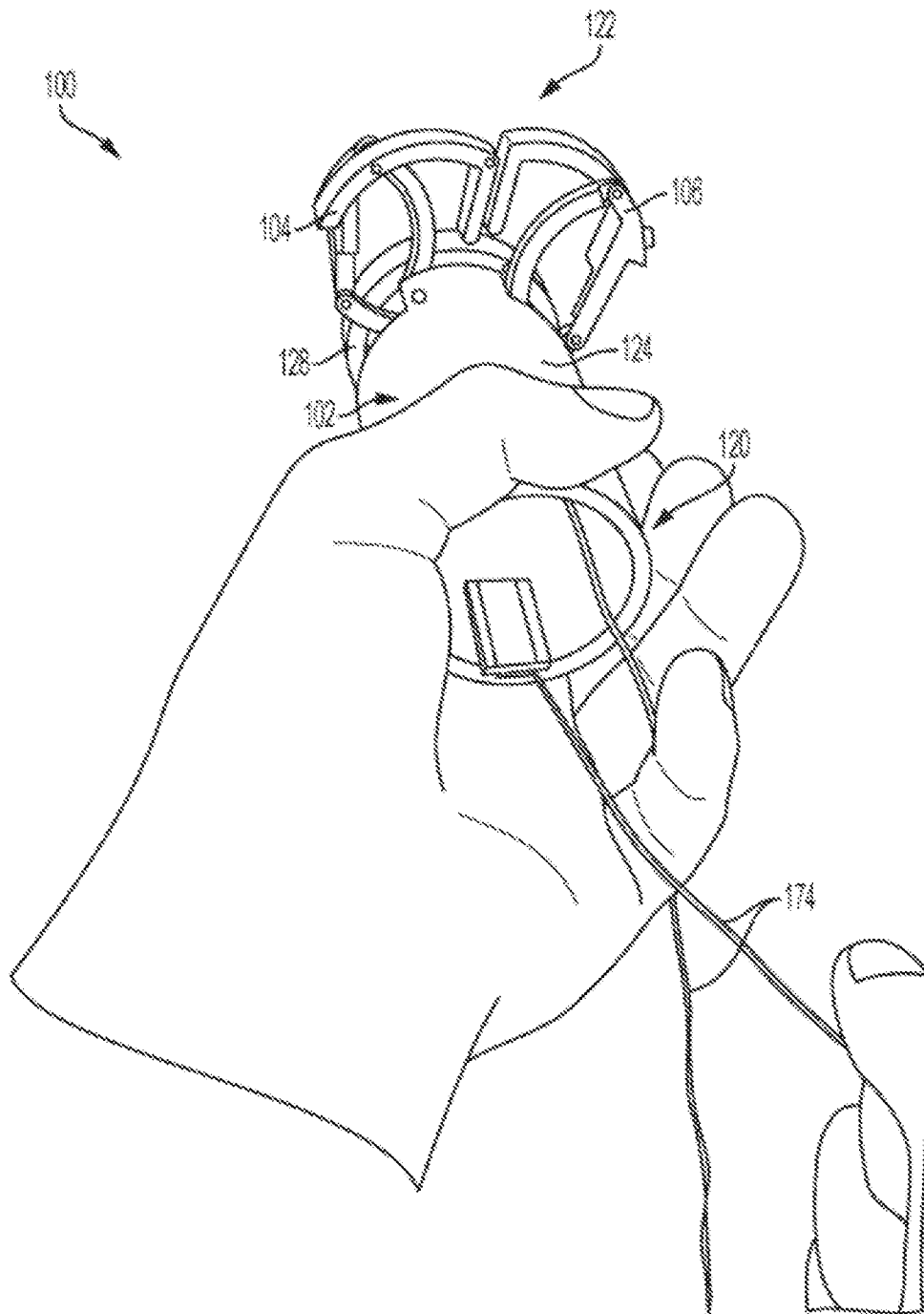


FIGURE 2

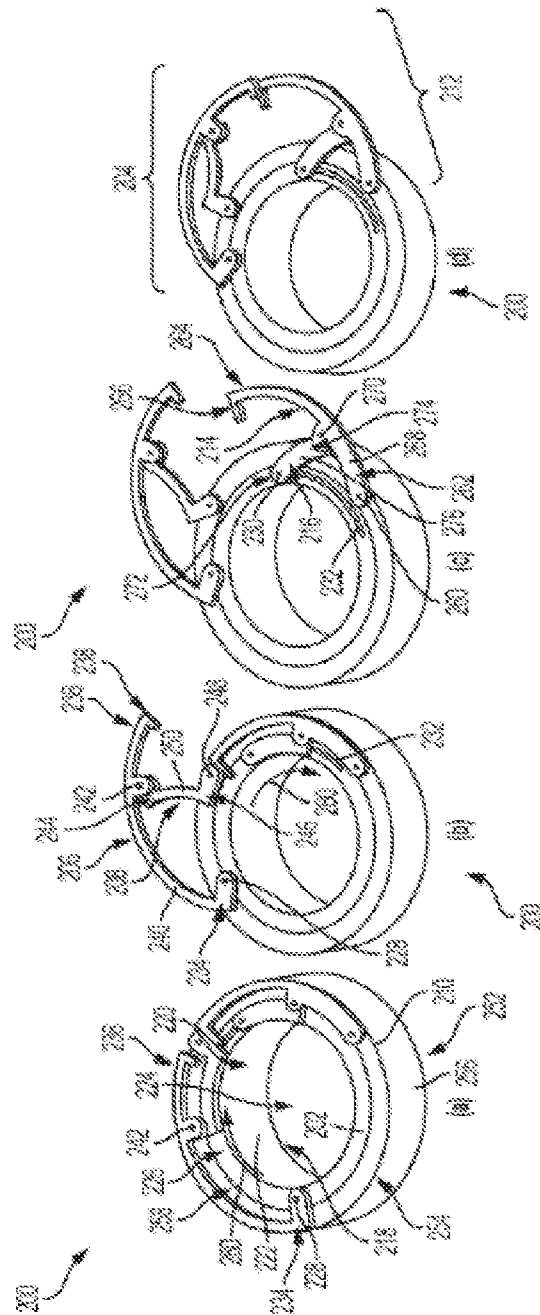


FIGURE 3

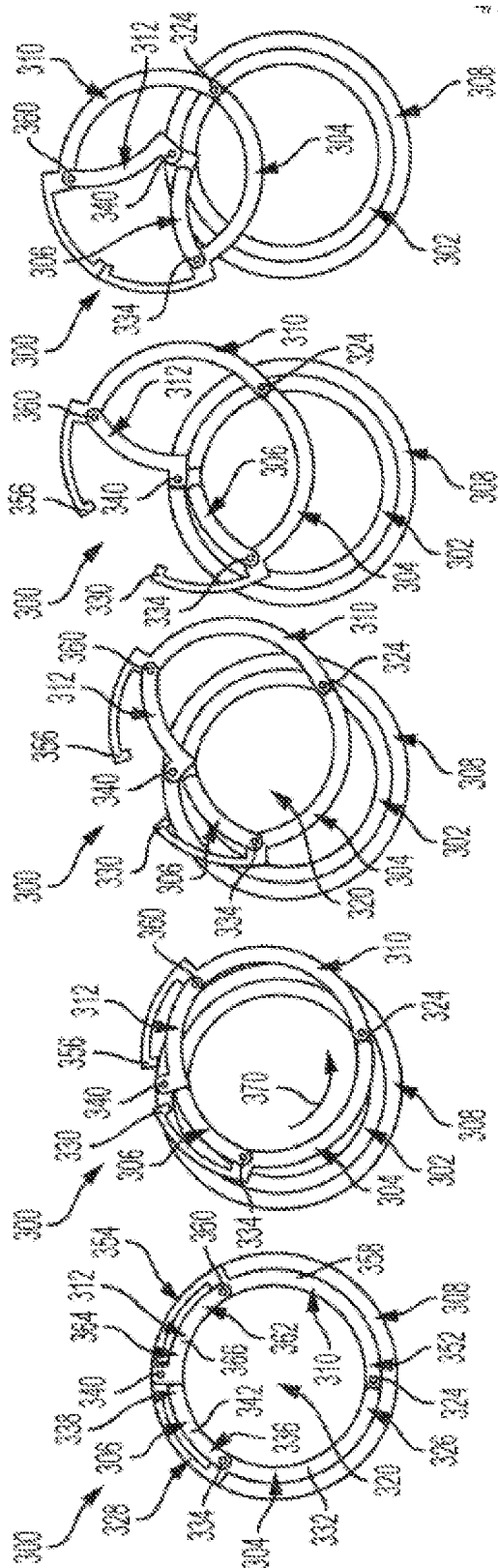


FIGURE 4A

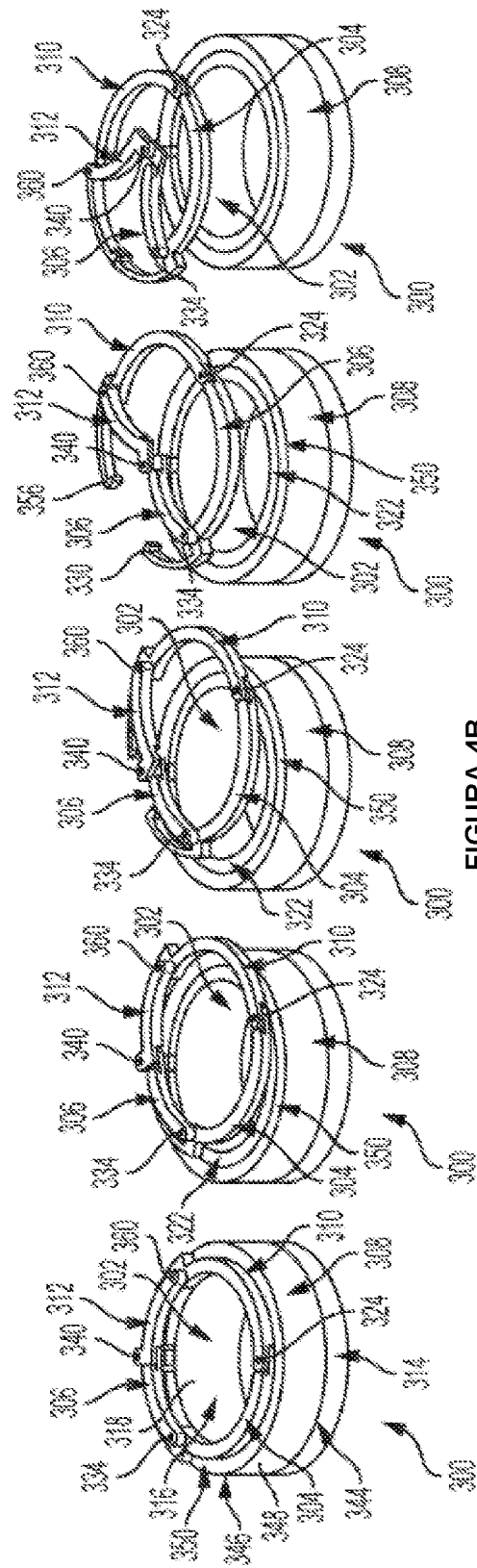


FIGURE 4B

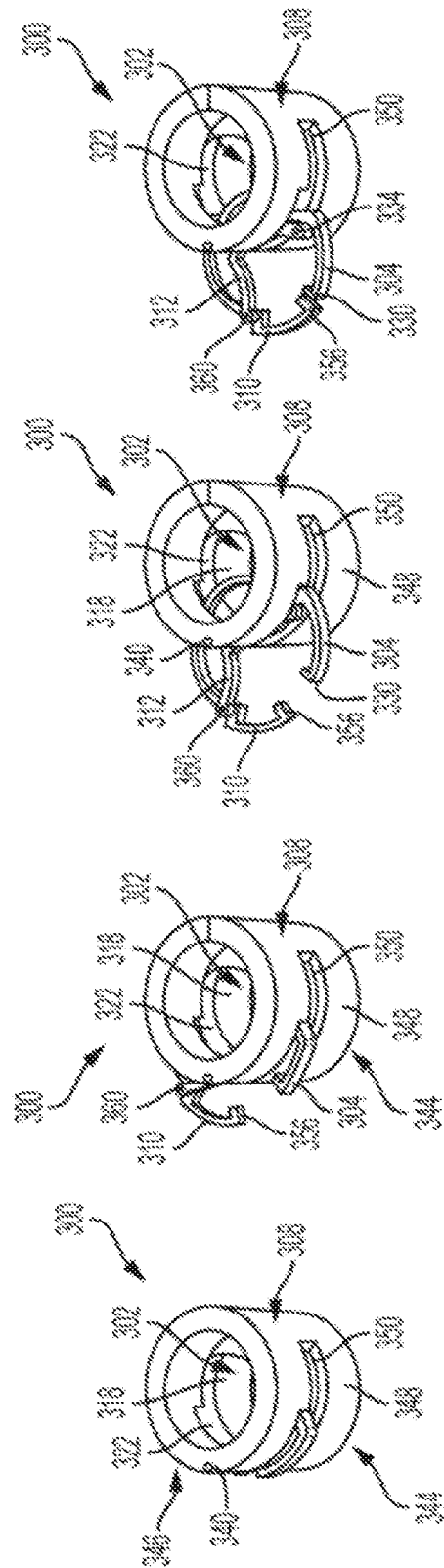


FIGURA 4C

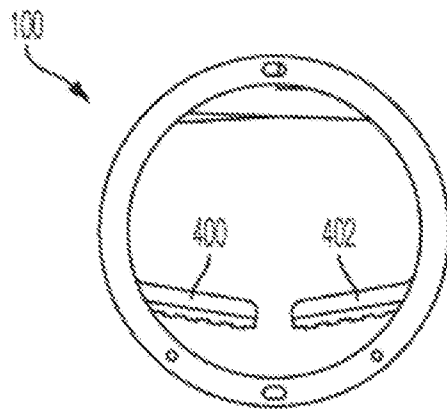


FIGURA 5A

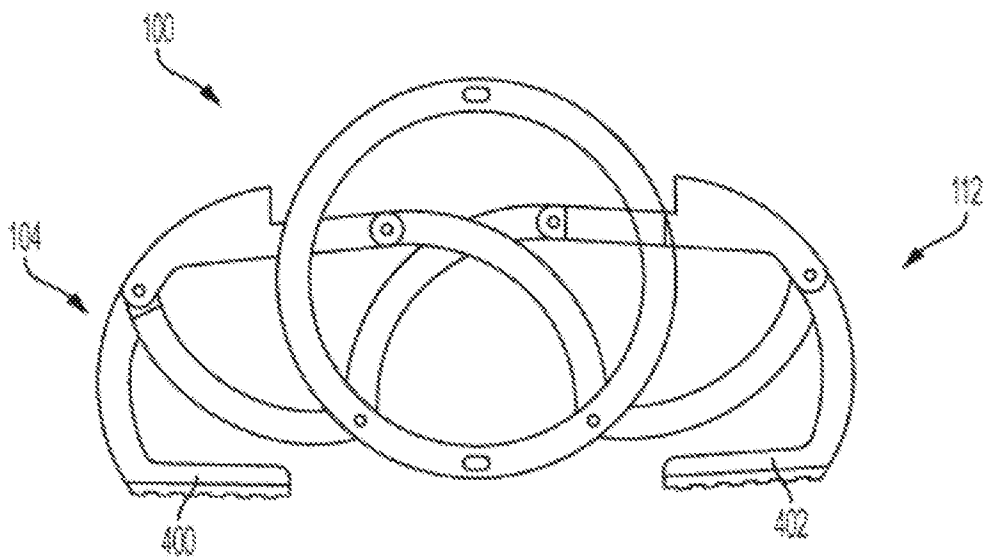


FIGURA 5B

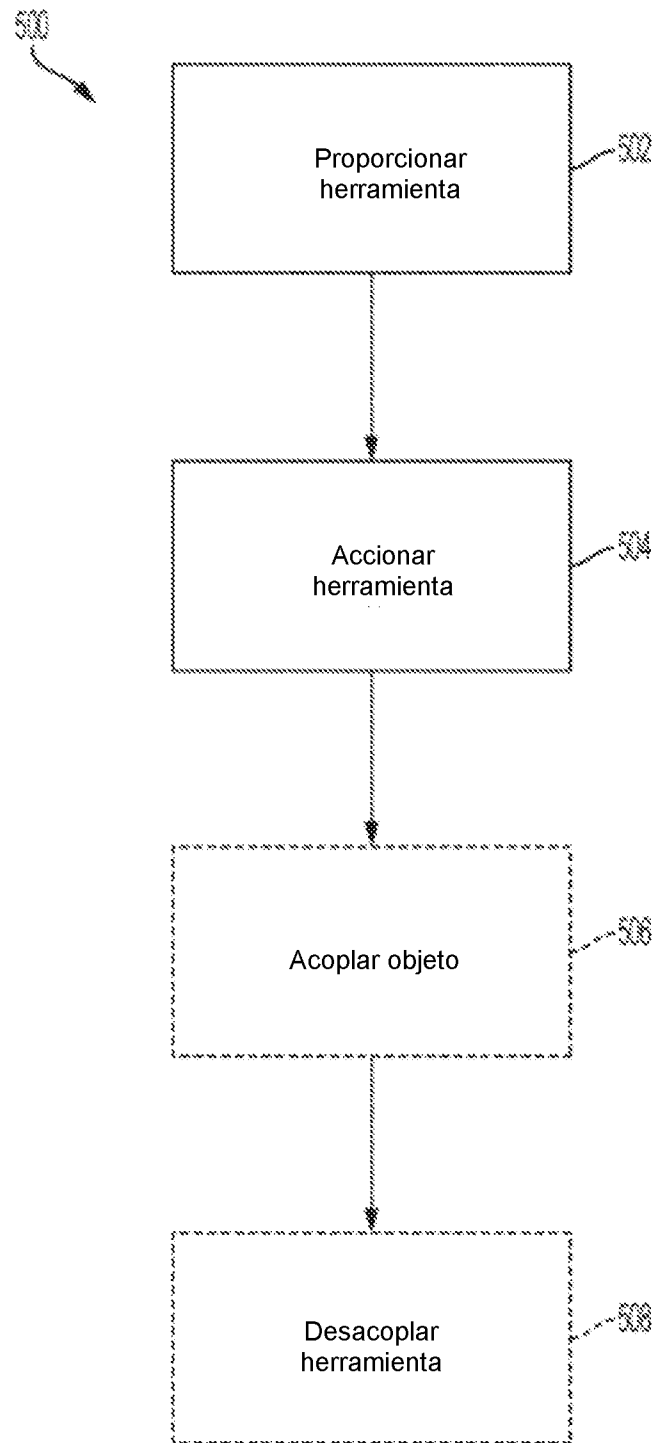


FIGURA 6