

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 868**

51 Int. Cl.:

A61B 34/30 (2006.01)

A61B 34/20 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2014 E 14194635 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2875792**

54 Título: **Asistente robótico para la inserción de catéter**

30 Prioridad:

26.11.2013 US 201314090579

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

29.11.2018

73 Titular/es:

**BIOSENSE WEBSTER (ISRAEL) LTD. (100.0%)
4 Hatnufa Street
Yokneam 2066717, IL**

72 Inventor/es:

**GOVARI, ASSAF y
BEECKLER, CHRISTOPHER THOMAS**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 691 868 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

Asistente robótico para la inserción de catéter

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere de manera general a instrumentos médicos invasivos, y específicamente a aparatos para manipular y dirigir una sonda invasiva con propósitos diagnósticos o terapéuticos.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la técnica se conocen varios tipos de mecanismos de dirección robóticos para catéteres. Por ejemplo, la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos 2005/0203382 describe un robot para dirigir un catéter que está diseñado para ser manipulado manualmente por un usuario. El catéter tiene un mango de control operable por el usuario o un control de pulgar, y el robot sostiene y manipula el catéter imitando generalmente los movimientos de una mano de un cirujano.

Como otro ejemplo, Publicación Internacional de PCT WO 99/45994 describe un sistema de cateterización de control remoto que incluye un dispositivo propulsor, que inserta de manera controlada una sonda flexible alargada en el cuerpo de un paciente. Una consola de control, en comunicación con el dispositivo propulsor, incluye controles de usuario que son manejados por un usuario del sistema lejos del paciente para controlar la inserción de la sonda en el cuerpo mediante el dispositivo propulsor.

La WO2012037506 describe un sistema médico que incluye un primer miembro alargado flexible que tiene una sección distal orientable y una luz, y un soporte de miembro alargado que tiene un primer componente y un segundo componente que es móvil en relación al primer componente, el primer y el segundo componentes configurados para cooperar entre sí para agarrar un segundo miembro alargado flexible posicionado en la luz del primer miembro alargado, en donde el primer y el segundo componentes están configurados para cooperar entre sí en un primer modo de funcionamiento para trasladar el segundo miembro alargado a lo largo de un eje longitudinal del segundo miembro alargado, y para cooperar entre sí en un segundo modo de funcionamiento para rotar el segundo miembro alargado alrededor del eje longitudinal del segundo miembro alargado.

la US2013123802 describe un dispositivo móvil para su uso en entornos magnéticamente sensibles que incluye una placa de soporte delantera, una placa de soporte trasera, y por lo menos un riel de guía que se extiende longitudinalmente entre las placas de soporte delantera y trasera y está soportado por las mismas. Por lo menos un módulo está soportado por el riel de guía, está localizado longitudinalmente entre las placas de soporte delantera y trasera, y está configurado para proporcionar por lo menos uno de los movimientos de traslación y de rotación a una estructura movida que se extiende desde por lo menos un módulo longitudinalmente hacia y más allá de la placa de soporte frontal. El movimiento de traslación es guiado por el movimiento del módulo entre las placas de soporte delantera y trasera longitudinalmente a lo largo del por lo menos un riel de guía. El módulo proporciona el por lo menos uno de los movimientos de traslación y de rotación a la estructura movida completamente neumáticamente. Las estructuras que comprenden el dispositivo motor están hechas completamente de materiales no ferromagnéticos.

SUMARIO DE LA INVENCION

La presente invención se define por la reivindicación independiente. Las reivindicaciones dependientes describen detalles adicionales de realizaciones específicas.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es una ilustración pictórica esquemática de un sistema de cateterización que usa un asistente de movimiento de catéter automático, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 2 es una ilustración pictórica esquemática que muestra un catéter sostenido en una unidad robótica, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 3 es un diagrama esquemático de un asistente en un estado ensamblado, de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención;

La Fig. 4 es un diagrama en despiece esquemático del asistente, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 5 es un diagrama en despiece esquemático que ilustra los componentes electromagnéticos del asistente que proporciona fuerzas de traslación y de rotación, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 6 es un diagrama de flujo que muestra los pasos para implementar un movimiento escalonado de un catéter con respecto a una funda, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 7 es un diagrama esquemático de un asistente alternativo en un estado ensamblado, de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención; y

La Fig. 8 es un diagrama parcialmente en despiece esquemático del asistente alternativo, de acuerdo con

una realización alternativa de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

5 VISION DE CONJUNTO

Una realización de la presente invención proporciona un aparato para controlar el movimiento de una sonda invasiva con relación a una funda que encierra la sonda. Típicamente, el aparato puede usarse para superar la fricción que hay normalmente cuando se mueve la sonda, ya sea de manera traslacional o rotacional, con respecto a la funda. El movimiento de la sonda puede iniciarse mediante una unidad robótica para la sonda.

El aparato comprende una carcasa exterior que está conectada a la funda, y un mecanismo de accionamiento que está conectado de forma fija a la carcasa exterior. El mecanismo de accionamiento comprende un primer conjunto de componentes que trasladan la sonda a lo largo de una dirección paralela a un eje de la sonda, para avanzar y retraer la sonda con respecto a la funda de una manera escalonada traslacional. El mecanismo de accionamiento también comprende un segundo conjunto de componentes, que rotan la sonda alrededor del eje de la sonda, para rotar la sonda en sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj, con respecto a la funda, de manera rotatoria escalonada.

Típicamente, el primer conjunto de componentes y el segundo conjunto de componentes comprenden un subconjunto común de componentes. El subconjunto común comprende una primera pinza de agarre de la sonda y una segunda pinza de agarre de la sonda, configurada para agarrar de manera liberable la sonda en la primera y la segunda posiciones. Para realizar los movimientos escalonados, la primera pinza de agarre sujeta la sonda mientras que la segunda pinza de agarre la suelta, permitiendo que la primera pinza de agarre realice un movimiento de traslación o de rotación. La segunda pinza de agarre luego agarra la sonda, y la primera pinza de agarre libera la sonda y vuelve a su posición inicial. Las acciones de agarrar y liberar alternativamente la sonda, y mover la sonda mientras la primera pinza de agarre agarra la sonda, se pueden repetir, según sea necesario, de manera iterativa.

En una realización alternativa, en lugar de que el aparato esté configurado para superar la fricción entre la sonda y la funda, el aparato puede estar configurado para multiplicar la fuerza aplicada a la sonda.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

La Fig. 1 es una ilustración pictórica esquemática, de un sistema de cateterización 20 que usa un asistente de movimiento de catéter automático 22, de acuerdo con una realización de la presente invención. En la realización ilustrada, un médico inserta una funda de guiado de catéter 24 en una luz 26 de un sujeto 28. La luz permite la entrada de un catéter 30, también denominado en la presente sonda 30, en una cavidad corporal 32, como una cámara del corazón del sujeto. Por ejemplo, en el caso de la inserción en el corazón, la luz 26 puede comprender la vena femoral. La punta distal del catéter (mostrada ampliada en el recuadro) comprende típicamente un elemento funcional 40 con propósitos de diagnóstico y/o terapéuticos. Por ejemplo, el elemento 40 puede comprender un electrodo para la detección eléctrica y/o la ablación de tejido, o un transductor ultrasónico para la obtención de imágenes intracardiácas. Otros tipos de elementos funcionales y sondas invasivas que pueden accionarse de la manera descrita a continuación serán aparentes para los expertos en la técnica.

En la realización representada, el catéter 30 también comprende un transductor de posición 42 dentro de su punta distal, para su uso en la determinación de las coordenadas de posición de la punta. Por ejemplo, el transductor 42 puede comprender un sensor de campo magnético, que detecta los campos magnéticos generados por los transductores de campo 44 en localizaciones conocidas fuera del cuerpo. Los sistemas de detección de posición magnéticos de este tipo se describen, por ejemplo, en la Patente de Estados Unidos 5.391.199 y se usan en sistemas de rastreo intracardiácos, como el sistema CARTO™ (producido por Biosense Webster Inc., Diamond Bar, California). Alternativamente, el transductor 42 puede generar campos para ser detectados por los transductores 44. Además, alternativa o adicionalmente, el transductor 42 puede comprender cualquier otro tipo adecuado de transductor de posición conocido en la técnica, como un electrodo con propósitos de detección de posición basada en impedancia, un transductor ultrasónico, o una marca fiducial para localizar la punta del catéter en una imagen bi- o tridimensional del cuerpo.

Un módulo de detección de posición 50 se comunica con los transductores 42 y 44 para determinar las coordenadas de posición de la punta del catéter dentro del cuerpo del sujeto. Una unidad de control 52 usa las coordenadas para controlar una unidad robótica 54 (descrita con más detalle a continuación con respecto a la Fig. 2) para dirigir el catéter 30 a las posiciones deseadas dentro del cuerpo. A este respecto, la unidad de control 52 puede funcionar de forma autónoma, de acuerdo con instrucciones de programa predefinidas. Alternativa o adicionalmente, la unidad de control puede presentar la posición del catéter en una pantalla 60, típicamente yuxtapuesta en un mapa o imagen de la cavidad 32, para permitir que un operario humano (no mostrado) controle el catéter. La unidad de control 52 comprende típicamente un procesador informático de propósito general, que está programado en software para llevar a cabo las funciones deseadas.

La unidad robótica 54 permite que un operario humano realice automáticamente ajustes en el catéter 30 utilizando la unidad de control 52. Los ajustes típicamente incluyen el avance y la retracción del catéter en la luz 26, a lo largo de un eje del catéter, así como la rotación del catéter en sentido de las agujas del reloj o contrario a las agujas del reloj sobre su eje. El operario humano introduce los movimientos deseados del catéter, típicamente manipulando un dispositivo señalador, como un ratón o un joystick conectado a la unidad de control, y la unidad de control convierte las manipulaciones del dispositivo señalador en señales relevantes para la unidad robótica 54.

La Fig. 2 es una ilustración pictórica esquemática que muestra el catéter 30 mantenido en la unidad robótica 54, de acuerdo con una realización de la presente invención. El catéter 30 comprende un mango 70, que está diseñado para ser sostenido y manipulado por un operario humano. En uso convencional, el operario inserta la funda 24 de forma percutánea en la luz 26, e inserta el extremo distal del catéter en la funda. Luego el operario avanza el catéter, a través de la funda 24, a lo largo de su eje longitudinal hasta la cavidad 32. El operario mueve el mango hacia atrás y hacia adelante para retraer y hacer avanzar el catéter, y también puede rotar el mango alrededor del eje para rotar el catéter mismo. Un terminal proximal 72 conecta el catéter con la unidad de control 52, pero la conexión al terminal se omite en la Fig. 2 en aras de la simplicidad y la claridad de la ilustración.

En realizaciones de la presente realización, sin embargo, la unidad 54 puede llevar a cabo estas manipulaciones en lugar del operario humano. Una plantilla 74 sostiene el mango 70. La plantilla comprende engranajes para rotar el mango alrededor del eje. La plantilla 74 está montada sobre una plataforma 80, que es capaz de trasladarse en relación a una base 82 para avanzar y retraer el catéter a lo largo de su eje. Un módulo de accionamiento 88 está acoplado por una transmisión 90 a la plantilla 74 para rotar el engranaje y trasladar la plataforma 46 a lo largo de la base 47. Un dispositivo señalador, como un joystick, puede estar conectado a la unidad de control 52, y el operario del sistema 20 puede usar el dispositivo señalador para hacer que la unidad de control genere las señales apropiadas para el módulo de accionamiento 88.

Una descripción más detallada de una unidad similar a la unidad 54 se proporciona en la Solicitud de Patente de Estados Unidos 12/539.707 .

Como se ilustra en la Fig. 2, el catéter 30 sale del mango 70 y entra en el asistente 22. El asistente 22 se conecta a la funda 24, y el catéter 30 atraviesa luego el asistente y la funda, y entra en la cavidad 34.

La Fig. 3 es un diagrama esquemático del asistente 22 en estado ensamblado, y la Fig. 4 es un diagrama en despiece esquemático del asistente, de acuerdo con una realización de la presente invención. El asistente 22 comprende un módulo de accionamiento 100, en el que entra el catéter 30, y una carcasa exterior cilíndrica 102 que se conecta de manera fija a través de una región de transición 104 a la funda 24. El catéter 30 atraviesa el módulo de accionamiento 100, la carcasa exterior 102 y la región de transición 104, y se introduce en la funda 24. Los elementos del módulo 100 se accionan por corrientes generadas en los circuitos 106, típicamente un ASIC (circuito integrado específico de la aplicación), que en respuesta a una señal de control de la unidad de control 52 genera las corrientes requeridas. A modo de ejemplo, se supone que los circuitos 106 están instalados en la carcasa 102, pero los circuitos 106 pueden instalarse en cualquier otra localización incluso dentro de la unidad de control 52, y conectarse mediante un cable a los elementos accionados para proporcionar las corrientes requeridas.

El módulo de accionamiento 100 comprende una unidad fija 110 y una unidad móvil 112. Como se describe con más detalle a continuación, la unidad móvil 112 puede moverse en una dirección definida por un eje del catéter 30, así como en una dirección alrededor del eje, ambos movimientos siendo con respecto a la unidad fija 110. El primer movimiento también se denomina en la presente movimiento paralelo o de traslación, y el último movimiento también se denomina en la presente movimiento de rotación. La unidad 110 puede fijarse con respecto a la carcasa 102, y por tanto con respecto a la funda 24, por medio de un aro de bloqueo 114. La unidad fija 110 comprende una abrazadera 116 que está conectada a una sección de base de la unidad fija 118 de la unidad fija, y la unidad puede fijarse a la carcasa 102 atornillando el aro de bloqueo en la abrazadera. La siguiente descripción asume que la unidad 110 se ha fijado a la carcasa 102 por medio del aro de bloqueo y la abrazadera.

La sección de base de la unidad fija 118 comprende una pinza de agarre fija 120 que, al activarse, agarra el catéter 30. La pinza de agarre 20 comprende un par de solenoides opuestos 122 que están alojados en cerramientos de retención 124 respectivos de la sección de base 118. Las mordazas respectivas 126 están sujetadas por los solenoides 122 y, cuando los solenoides se energizan, acoplan y sostienen el catéter, de tal manera que el catéter se fija con respecto a la funda 24. Si los solenoides no están energizados, las mordazas 126 no se acoplan con el catéter, y permiten que el catéter se mueva libremente con respecto a la funda.

La unidad móvil 112 comprende dos subsecciones 132 y 134, las dos secciones estando configuradas para emparejarse entre sí y también para moverse de manera deslizante limitada una con respecto a la otra en una dirección de movimiento paralelo, es decir, paralelo a un eje definido por catéter 30. La subsección 134 comprende una pinza de agarre móvil 140, que es generalmente similar a la pinza de agarre 120 descrita anteriormente. Por tanto, la pinza de agarre 140 comprende un par de solenoides opuestos 142 que están alojados en cerramientos de

retención 144 respectivos de la subsección 134. Las mordazas 146 respectivas se sujetan por los solenoides 142 y, cuando se energizan los solenoides, acoplan y sostienen el catéter de tal manera que la subsección 134 sostiene el catéter. Cuando los solenoides 142 no están energizados, el catéter puede moverse libremente con respecto a la subsección 134.

5 El movimiento de deslizamiento, o traslacional, paralelo de la subsección 134 con respecto a la subsección 132 está configurado para estar limitado en tanto una dirección distal como una proximal. Así, por ejemplo, una superficie 150 de la subsección 134 que contacta con un tope 152 de la subsección 132 limita el movimiento de la subsección 134 en una dirección distal. Un intervalo típico para el movimiento de traslación de la subsección 134, es decir, desde un límite distal hasta un límite proximal, es de aproximadamente 2 mm.

15 Cuando la unidad fija 110 y la unidad móvil 112 están ensambladas juntas, una protuberancia de retención 160 en la unidad fija 110 se acopla con una ranura 162 en la unidad móvil 112. La ranura 162 es más grande, medida en una dirección alrededor del catéter 30, que la protuberancia 160, de tal manera que la unidad móvil 112 es capaz de moverse en un movimiento rotacional, es decir, en una dirección alrededor de un eje definido por el catéter 30. El movimiento rotacional está limitado por la diferencia en las dimensiones de la protuberancia 160 y la ranura 162. Un intervalo general típico para el movimiento rotacional de la unidad móvil 112 es de aproximadamente 5°.

20 Además de los componentes electromagnéticos descritos anteriormente, comprendidos en la unidad fija 110 y la unidad móvil 112, para agarrar el catéter 30, las unidades 110 y 112 comprenden componentes electromagnéticos adicionales que están configurados para proporcionar las fuerzas respectivas requeridas para los movimientos de traslación y de rotación mencionados anteriormente .

25 La Fig. 5 es un diagrama en despiece esquemático que ilustra los componentes electromagnéticos del asistente 22 que proporcionan fuerzas de traslación y de rotación, de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 Por simplicidad y claridad solo se muestran en la Fig. 5 los componentes electromagnéticos, también referidos en la presente como componentes electromagnéticos de fuerza 170, del asistente 22 que proporciona las fuerzas de traslación y rotación, y sus elementos de retención. La fuerza de traslación para el asistente 22 se proporciona por una bobina 180 que, cuando se energiza, interactúa con un imán permanente 182. La bobina 180 se retiene en la subsección 132, y el imán 182 se mantiene en la subsección 134. La fuerza de rotación para el asistente 22 se provee por las bobinas 190 y 192, cuando se energizan, interactuando con un imán permanente 194. Las bobinas 190 y 192 están retenidas en la sección de la unidad de base fija 118, y el imán 194 se mantiene en la subsección 132. Se entenderá que los componentes electromagnéticos descritos anteriormente permiten que las fuerzas de traslación y rotación se implementen de forma completamente independiente una de la otra. Por tanto, solo se puede aplicar una fuerza de traslación, o solo una fuerza de rotación, o tanto una fuerza de traslación como una fuerza de rotación por los componentes electromagnéticos 170 y el tipo de fuerza que se aplica depende de que bobina 180, 190, y/o 192 se energice.

40 Las realizaciones de la presente invención usan los componentes electromagnéticos descritos anteriormente para mover el catéter con respecto a la funda en una dirección o de traslación paralela a un eje definido por el catéter, o en una dirección de rotación alrededor del eje, o en ambas direcciones. El movimiento para todos estos casos se implementa de manera escalonada.

50 La Fig. 6 es un diagrama de flujo 200 que muestra los pasos para implementar un movimiento escalonado del catéter 30 con respecto a la funda 24, de acuerdo con una realización de la presente invención. A modo de ejemplo, y por simplicidad, la descripción del diagrama de flujo supone que se debe implementar el movimiento de traslación del catéter en una dirección distal. Pasos similares se aplican al movimiento proximal de traslación y al movimiento de rotación en el sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj, y los expertos en la técnica podrán adaptar la descripción, *mutatis mutandis*, para estos otros movimientos.

55 En un paso de preparación 202, el mango 70 se inserta en la unidad robótica 54. Además, la carcasa exterior 102 se conecta a la funda 24, y la funda se inserta en un paciente. Normalmente, una vez que la funda se ha insertado en el paciente, la carcasa exterior se fija temporalmente al paciente mediante sutura. La sonda 30 se alimenta luego desde el mango de la sonda al módulo de accionamiento 100.

60 En un paso 204 de la unidad de control inicial, el operario del sistema 20 activa la unidad de control 52, de tal manera que la unidad genera una señal para un movimiento deseado, en la presente, como se ha explicado anteriormente, se supone que comprende un movimiento de traslación proximal para la sonda. La señal se transmite a la unidad robótica 54 que traslada el mango proximalmente. La señal también se transmite a los circuitos 106 que controlan el módulo de accionamiento 100, de tal manera que el módulo realiza los pasos iterativos 206 a 218, descritos a continuación. La iteración continúa hasta que la unidad de control 52 ya no genera una señal para el movimiento deseado.

65

Los pasos iterativos 206 a 218 requieren la energización y la desenergización de los solenoides 122 y 124, y la energización y desenergización de las bobinas 180, 190 y/o 192, todas estas acciones se realizan secuencialmente. Las corrientes requeridas para las acciones son generadas por los circuitos 106.

5 En un primer paso de iteración 206, el circuito cierra la pinza de agarre fija 120, energizando los solenoides 122, para agarrar la sonda.

10 En un segundo paso de iteración 208, los circuitos abren la pinza de agarre móvil 140 desenergizando los solenoides 142, de tal manera que la sonda no es agarrada por la pinza de agarre móvil.

En un tercer paso de iteración 210, la pinza de agarre móvil 140 se mueve, mientras está abierta, al límite proximal de su movimiento de traslación, energizando la bobina 180.

15 En un cuarto paso de iteración 212, la pinza de agarre móvil se cierra, energizando los solenoides 142, para agarrar la sonda.

20 En un quinto paso de iteración 214, la pinza de agarre fija 120 se abre, desenergizando los solenoides 122, para que agarre más la sonda.

Los pasos de iteración anteriores mueven la pinza de agarre móvil a su posición requerida, a la vez que mantienen la sonda en una localización fija. El siguiente paso de iteración describe un movimiento escalonado de la sonda.

25 En un sexto paso de iteración 216, la pinza de agarre móvil se mueve, mientras sujeta la sonda, al límite distal de su movimiento de traslación, energizando la bobina 180.

30 En un paso de decisión 218, los circuitos 106 comprueban si todavía se está recibiendo una señal de movimiento desde la unidad de control 52. Si se está recibiendo la señal, el movimiento escalonado generado por el módulo de accionamiento 100 se reitera, repitiendo los pasos 206-216. Si ya no se recibe una señal de movimiento, el movimiento escalonado generado por el módulo de accionamiento y el diagrama de flujo finaliza.

35 La Fig. 7 es un diagrama esquemático de un asistente 322 en un estado ensamblado, y la Fig. 8 es un diagrama esquemático parcialmente en despiece del asistente, de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención. Aparte de las diferencias que se describen a continuación, el funcionamiento del asistente 322 es generalmente similar al del asistente 22 (Figs. 1-5), y los elementos indicados por los mismos números de referencia en ambos asistentes 22 y 322 son generalmente similares en construcción y en funcionamiento.

40 Al contrario que el asistente 22, que usa componentes electromagnéticos para sus unidades de agarre y para sus generadores de fuerza de traslación y rotación, el asistente 322 usa componentes hidráulicos para estos elementos. Al usar componentes hidráulicos, no hay necesidad en el asistente 322 de que ningún elemento esté formado de materiales magnéticos, como se usan en el asistente 22. En consecuencia, el asistente 322 puede usarse en un entorno de MRI (formación de imágenes por resonancia magnética), mientras que el uso del asistente 22 en tal ambiente puede ser problemático.

45 En cuanto al asistente 22, un módulo de accionamiento 330 del asistente 322 comprende una unidad fija 340 y una unidad móvil 342 que están ensambladas juntas, como se ilustra en la Fig. 7. Como se ha indicado anteriormente, los elementos del asistente 322 están formados con componentes hidráulicos, que son impulsados por los tubos 350 usando un fluido hidráulico 352. Típicamente, el fluido hidráulico usado dentro de los tubos es aire comprimido, que en una realización puede comprimirse a una presión del orden de 5 o más atmósferas. Sin embargo, en otras realizaciones, el fluido 352 puede ser aire u otro gas que se maneja a cualquier otra presión conveniente, que puede ser más o menos de 1 atmósfera. Alternativamente, el fluido hidráulico puede comprender un líquido como agua.

50 En la unidad fija 340, una sección de la unidad de la base fija 348 está bloqueada a la carcasa 102 utilizando el aro de bloqueo 114 y la abrazadera 116. La sección 348 comprende una pinza de agarre fija 358, que consiste en un pistón de mordaza 360 que se mueve dentro de un cilindro 362 y una mordaza opuesta 364. Cuando se acciona por el fluido 352 que se aplica al cilindro 362, el pistón de mordaza 360 se mueve dentro del cilindro 362 de tal manera que el pistón y su mordaza opuesta agarran el catéter 30.

60 La unidad móvil 342 comprende una sección de base de unidad móvil 370, que a su vez comprende una pinza de agarre móvil 372. La pinza de agarre móvil 372 consiste de un cilindro 374, que tiene un pistón de mordaza móvil 376, y una mordaza opuesta 378. Cuando se acciona mediante fluido 352 que se aplica al cilindro 374, el pistón de mordaza 376 se mueve dentro del cilindro 374 de tal manera que el pistón y su mordaza opuesta agarran el catéter 30.

65

La unidad móvil 342 comprende dos topes de traslación: un tope de traslación distal 380 y un tope de traslación proximal 382. La unidad móvil también comprende dos topes de rotación, un primer tope de rotación 390 y un segundo tope de rotación 392.

5 Uno o el otro de los dos topes de traslación pueden estar acoplados por un pistón de cabeza doble 400 que se mueve dentro de un soporte de pistón 402 al que están conectados dos tubos 350. El soporte 402 se fija a la sección de la unidad de base fija 348. Aplicando el fluido 352 a uno de los dos tubos 350 conectados al soporte, el pistón 400 se mueve positivamente en una dirección proximal, contactando con el tope proximal 382 y haciendo que la unidad móvil 342 se mueva proximalmente con respecto a unidad fija 340. Alternativamente, el fluido 352 puede aplicarse a otro tubo 350 conectado al soporte 402, lo que hace que el pistón 400 se mueva positivamente en la dirección distal para contactar con el tope distal 380 y hacer que la unidad móvil 342 se mueva distalmente con respecto a la unidad fija 340.

15 El primer tope de rotación 390 puede accionarse por un pistón 410. El pistón 410 se mueve, al aplicar el fluido 352 a un cilindro 412, dentro del cilindro. El cilindro 412 se fija, mediante una abrazadera 420, a la sección de la unidad de base fija 348, de tal manera que cuando el pistón 410 se acopla al tope 390, la unidad móvil 342 rota en una dirección contraria a las agujas del reloj con respecto a la unidad fija 340.

20 El segundo tope de rotación 392 puede accionarse por un pistón 430. El pistón 430 se mueve, al aplicar el fluido 352 a un cilindro 432, dentro del cilindro. El cilindro 432 se fija, mediante una abrazadera 440, a la unidad fija 348. Por tanto, cuando el pistón 430 se acopla al tope 392, la unidad móvil 342 rota en el sentido de las agujas del reloj con respecto a la unidad fija 340.

25 Los intervalos generales para el movimiento de traslación y rotación del asistente 322 son típicamente aproximadamente los mismos que los intervalos respectivos para el asistente 22.

30 Volviendo a la Fig. 6, los expertos en la técnica serán capaces de modificar la descripción de los pasos del diagrama de flujo 200, *mutatis mutandis*, para que se aplique al asistente 322.

Las realizaciones de la presente invención, como se ha descrito con anterioridad y como se ejemplifican por los asistentes 22 y 322, controlan el movimiento de un catéter con respecto a su funda, ayudando a la unidad robótica asistente 54 a superar la fricción entre el catéter y la funda. En una realización alternativa de la presente invención, el asistente 22 o el asistente 322 pueden configurarse como un multiplicador de fuerza. En este caso, en lugar de una unidad robótica 54 que aplica movimientos de traslación y/o de rotación al catéter 30, un operario humano aplica movimientos de traslación y/o de rotación al catéter, mientras que la carcasa 102 está fija. El operario humano puede activar manualmente el asistente para multiplicar la fuerza requerida para el movimiento, es decir, una fuerza para una traslación proximal o distal, o para una rotación en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj, de acuerdo con el movimiento aplicado por el operario. Alternativamente, por métodos que serán familiares para los expertos en la técnica, el asistente puede activarse automáticamente para actuar como un multiplicador de fuerza para los movimientos de traslación o de rotación descritos anteriormente, de acuerdo con el movimiento aplicado por el operario.

45 Se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente se citan a modo de ejemplo, y que la presente invención no se limita a lo que se ha mostrado y descrito particularmente con anterioridad en la presente. Más bien, el alcance de la presente invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

50

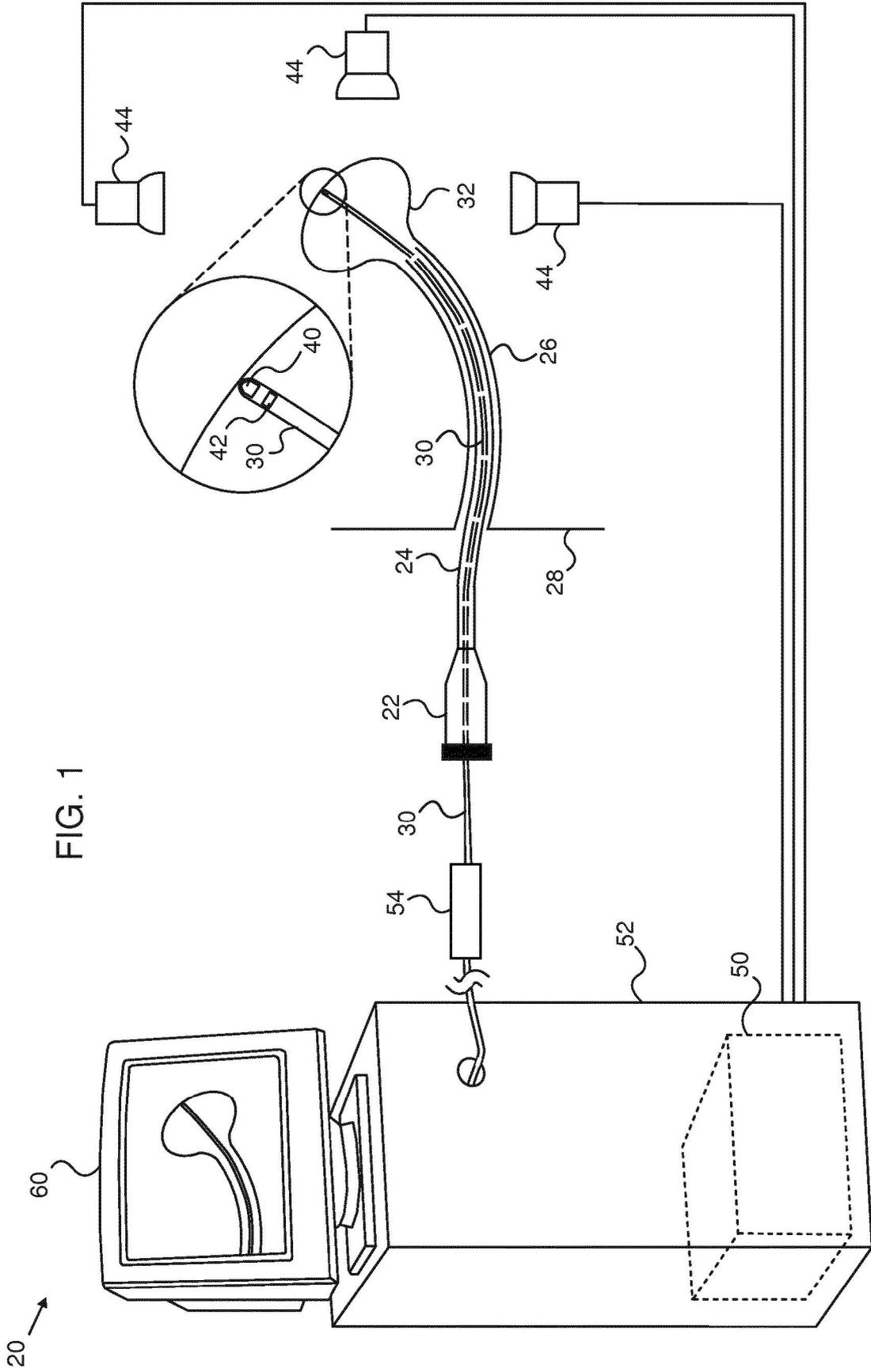
55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un aparato (22) para ayudar a controlar el movimiento de una sonda invasiva (30) en relación con una funda (24) que encierra la sonda (30), el aparato comprendiendo:
- una carcasa exterior (102), conectada de manera fija a la funda (24) y configurada para ser fijada temporalmente a un paciente mediante sutura; y
- un mecanismo de accionamiento (100), conectado de manera fija a la carcasa exterior, el mecanismo de accionamiento comprendiendo:
- 10 un primer conjunto de componentes, configurado para trasladar la sonda (30) a lo largo de una dirección paralela a un eje de la sonda, para avanzar y retraer la sonda (30) con respecto a la funda (24) de una manera escalonada de traslación; y un segundo conjunto de componentes, configurado para rotar la sonda (30) alrededor del eje de la sonda, para rotar la sonda (30) en sentido de las agujas del reloj y en sentido contrario a las agujas del reloj, con respecto a la funda (24), de una manera escalonada rotacional.
- 15
- 2.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer conjunto y el segundo conjunto comprenden un subconjunto común de componentes que comprende la primera (120) y la segunda (140) pinzas de agarre, configuradas para agarrar de forma liberable la sonda (30) en la primera y segunda posiciones.
- 20
- 3.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los componentes comprenden componentes hidráulicos.
- 4.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que los componentes hidráulicos están configurados para ser accionados por un gas o por un líquido.
- 25
- 5.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los componentes comprenden componentes electromagnéticos (170).
- 6.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, y que comprende circuitos (106) configurados para suministrar corrientes a los componentes electromagnéticos (170) al recibir una señal de control.
- 30
- 7.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sonda invasiva (30) está configurada para ser usada en un procedimiento invasivo en un corazón de un sujeto.
- 35
- 8.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la primera pinza de agarre (120) está fijada con respecto a la funda (24), y en la que la segunda pinza de agarre (140) es móvil con respecto a la funda (24).
- 9.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la primera pinza de agarre (120) agarra la sonda (30) mientras que la segunda pinza de agarre (140) libera la sonda (30) y mientras la primera pinza (120) implementa uno de traslación y rotación de la sonda. (30).
- 40
- 10.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer conjunto comprende una bobina (180) y un imán (182) configurado para la energización de la bobina (180), para implementar uno de avance y retracción de la sonda (30).
- 45
- 11.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende configurar solenoides (122) para abrir y cerrar la primera (120) y la segunda (140) pinzas de agarre en alternancia para implementar una de la manera escalonada de traslación y la manera escalonada de rotación.
- 50
- 12.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el segundo conjunto comprende una bobina (180) y un imán (182) configurado para la energización de la bobina (180), para implementar uno de una rotación en sentido de las agujas del reloj y contraria a las agujas del reloj de la sonda (30).).
- 13.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que controlar el movimiento comprende multiplicar una fuerza aplicada a la sonda invasiva (30), o superar la fricción entre la funda (24) y la sonda invasiva (30).
- 55
- 60
- 65



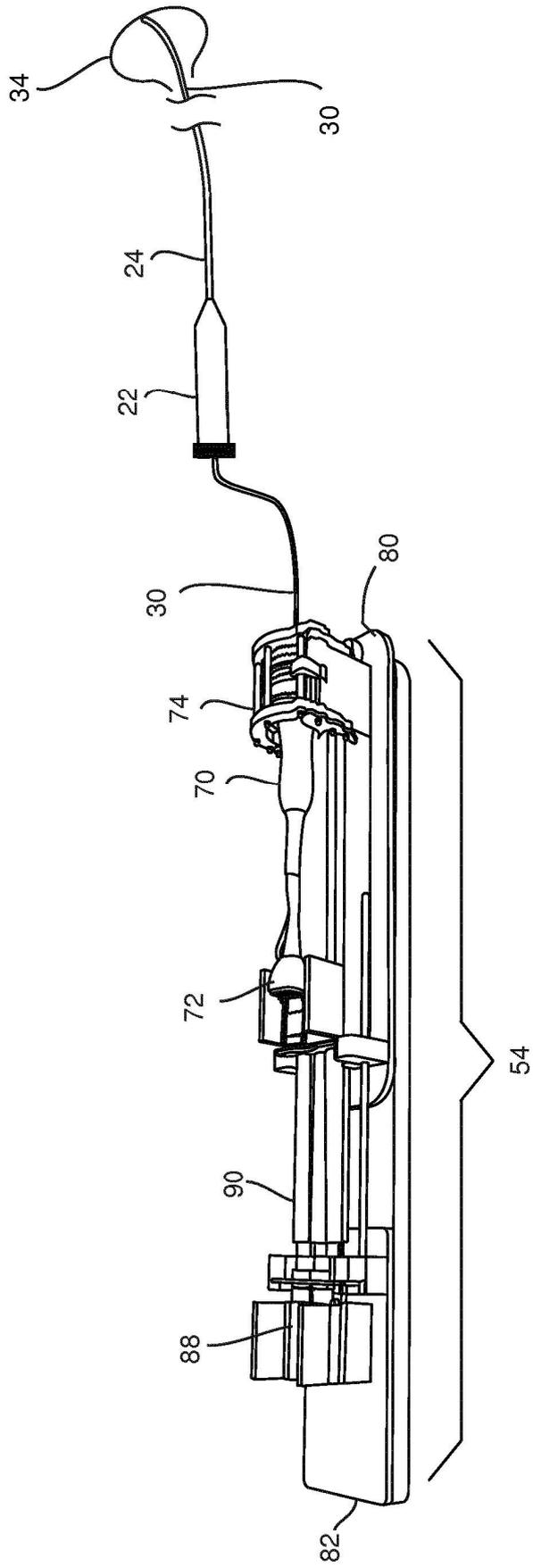
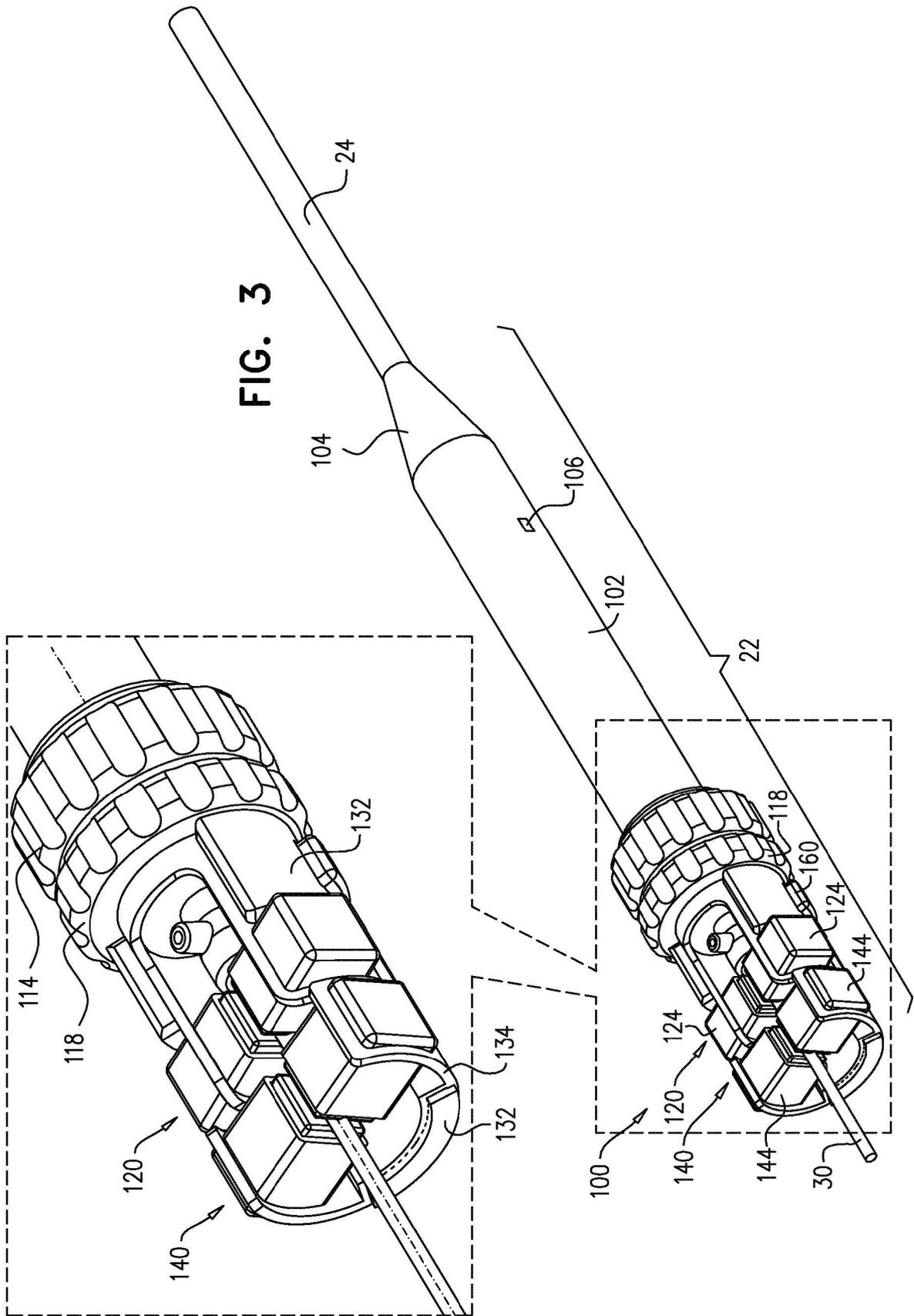


FIG. 2



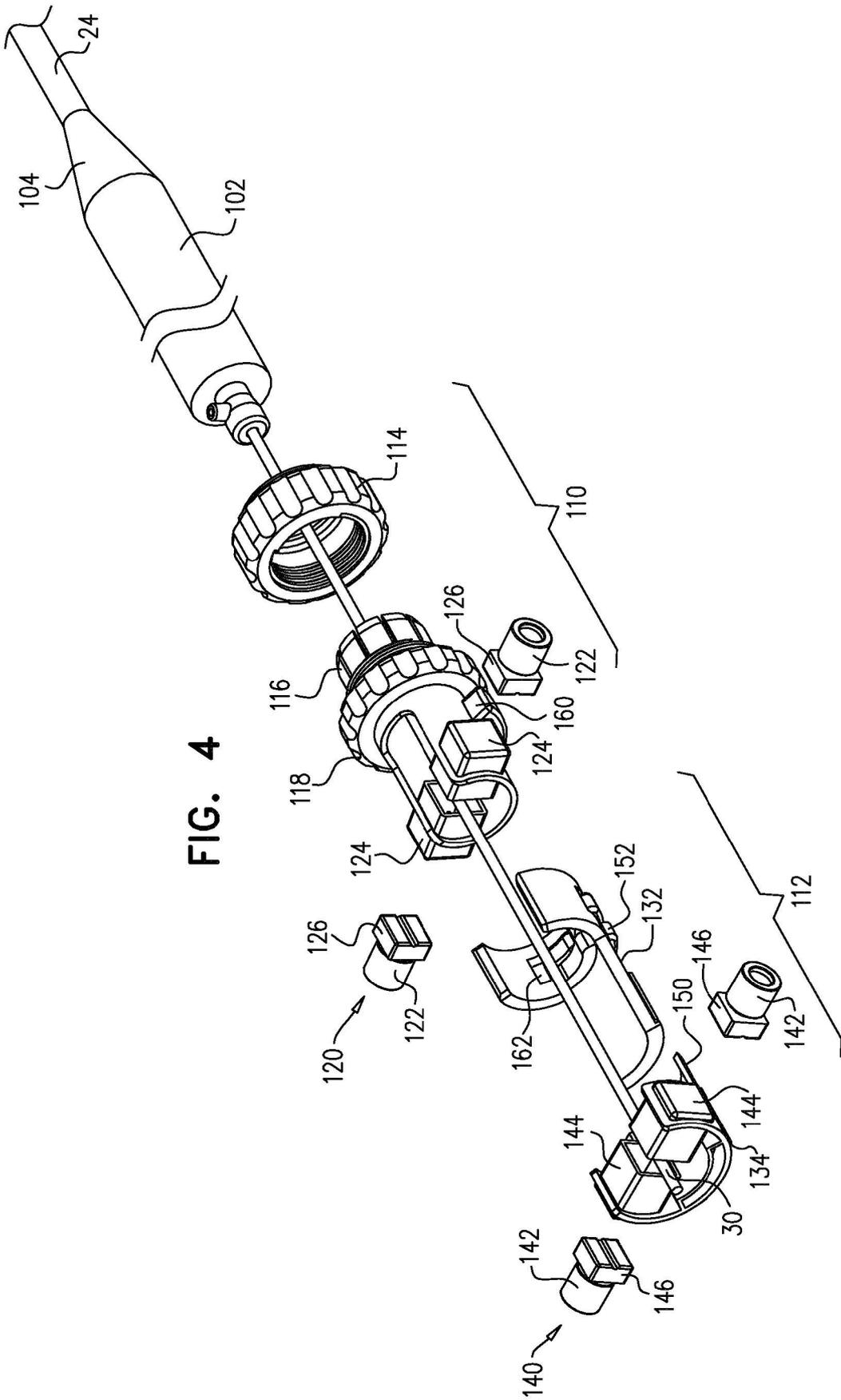
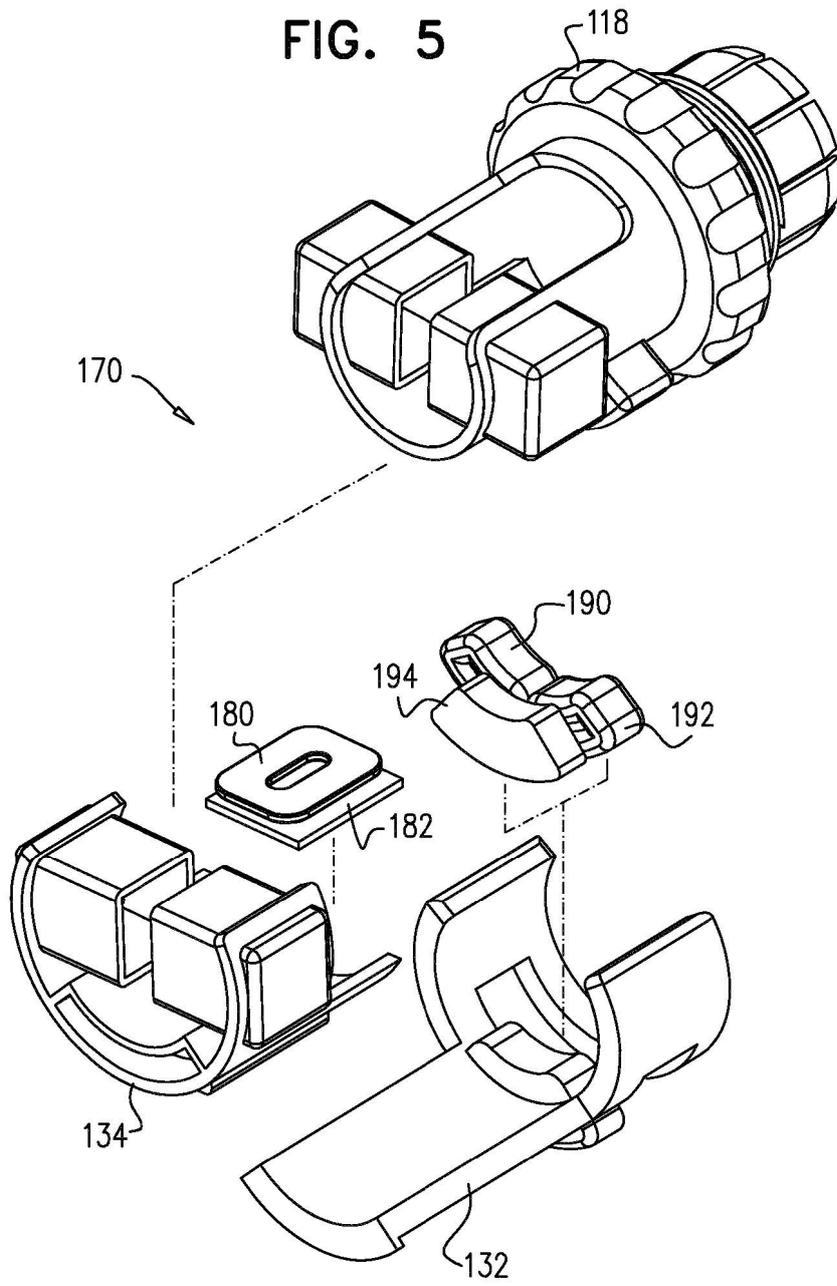


FIG. 4

FIG. 5



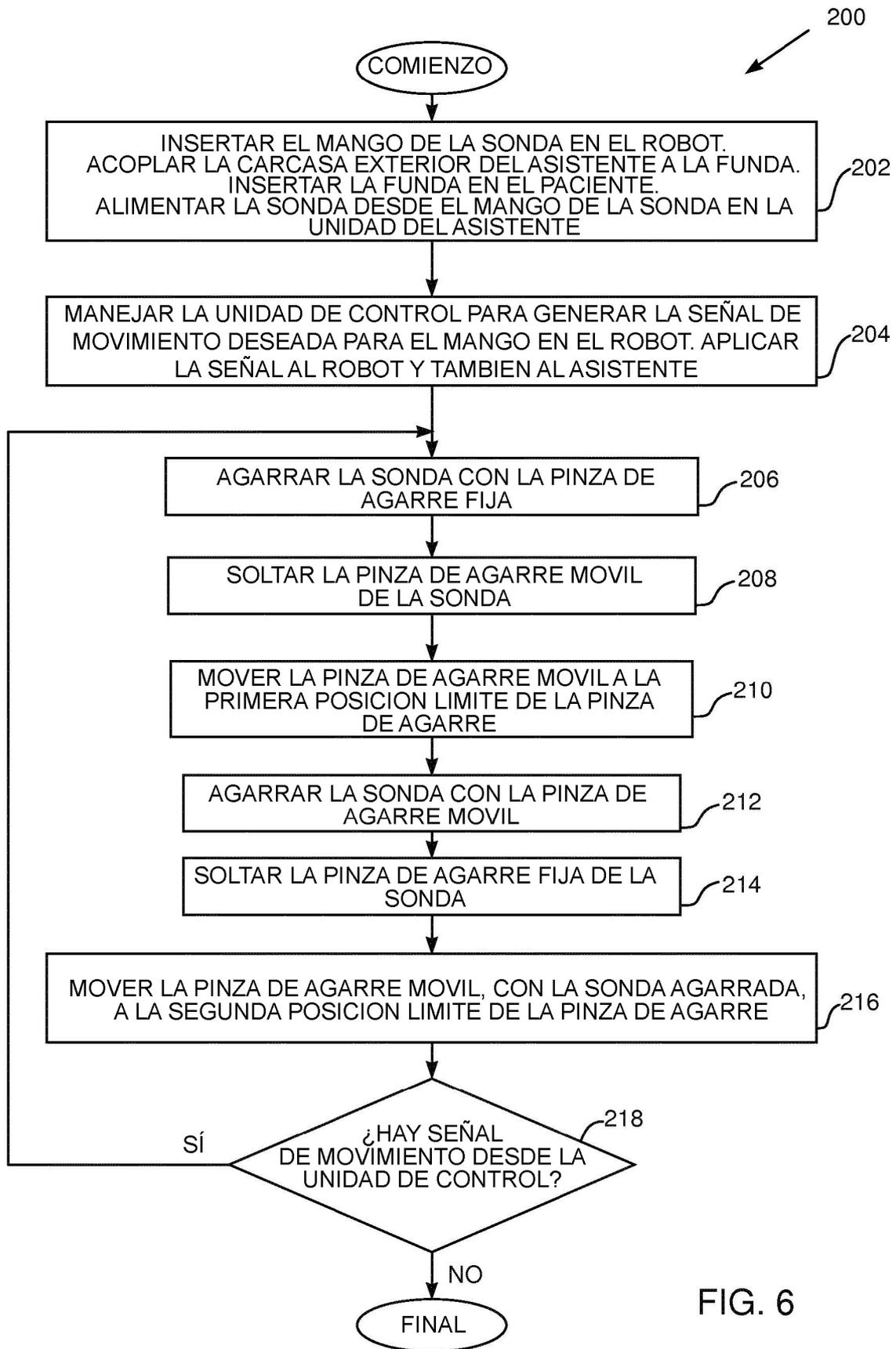
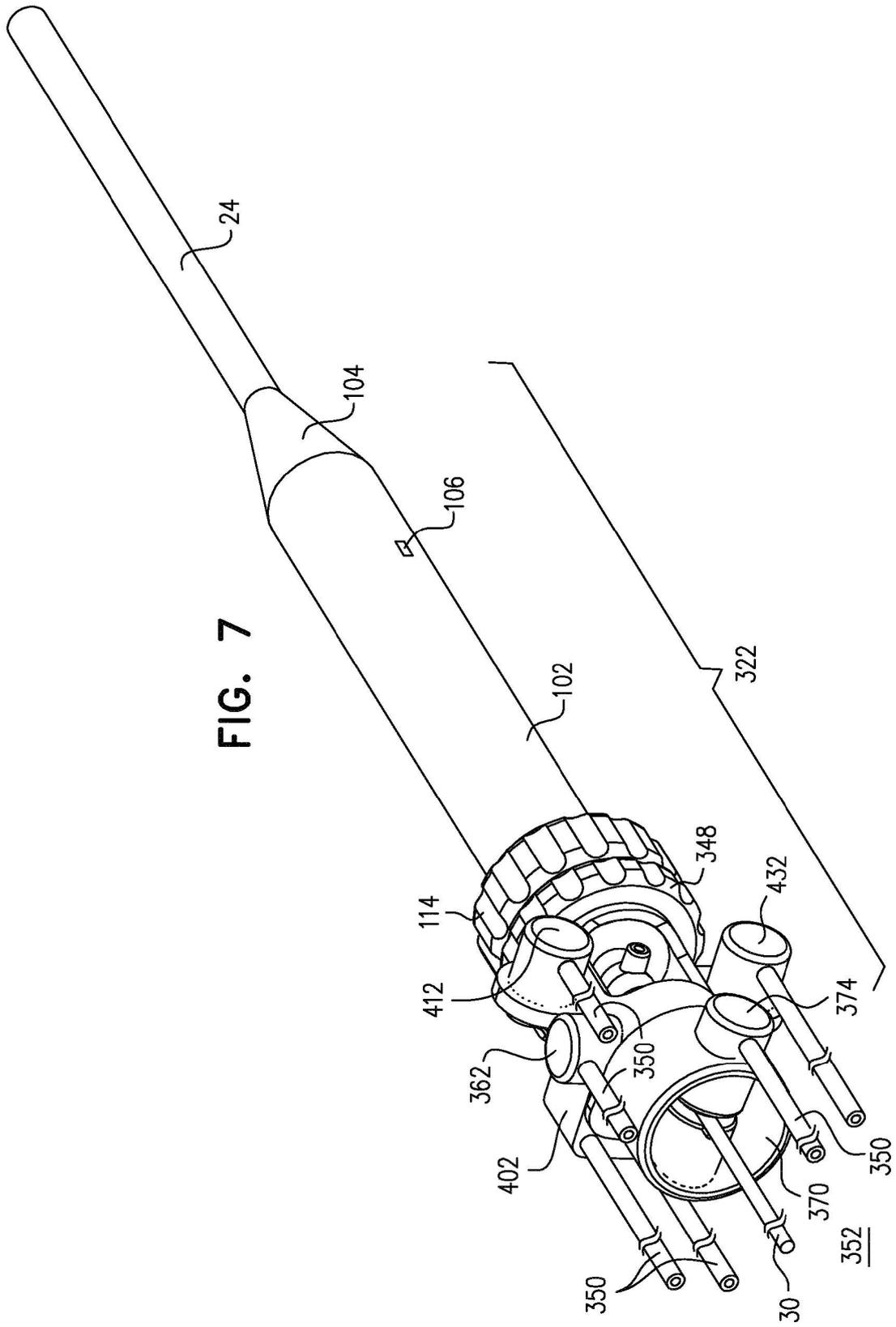


FIG. 6



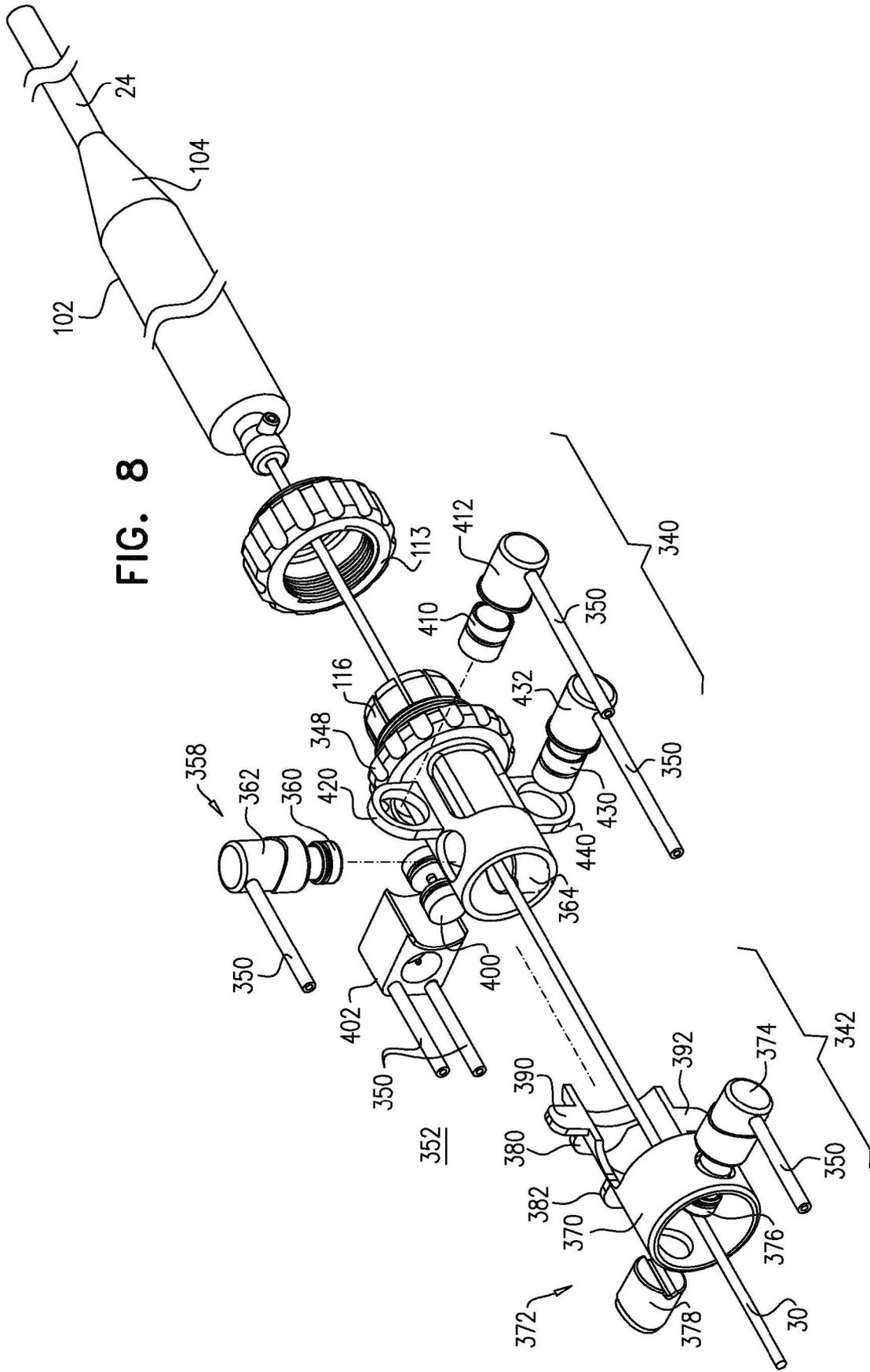


FIG. 8