

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 790 851**

51 Int. Cl.:

A61M 5/168 (2006.01)

A61M 5/172 (2006.01)

G01F 1/66 (2006.01)

G05D 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.08.2016 PCT/US2016/048708**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17040204**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2016 E 16759951 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3341051**

54 Título: **Sistema de sensor de flujo que incluye contactos de resorte**

30 Prioridad:

28.08.2015 US 201562211116 P

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

29.10.2020

73 Titular/es:

**CRISI MEDICAL SYSTEMS, INC. (100.0%)
1 Becton Drive
Franklin Lakes, New Jersey 07417, US**

72 Inventor/es:

**DEKALB, SHAWN, WAYNE y
RAPTIS, MARK**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 790 851 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

Sistema de sensor de flujo que incluye contactos de resorte

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisoria de los Estados Unidos número 62/211.116, presentada el 28 de agosto de 2015.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la Invención

La presente invención se refiere generalmente a un sistema de sensor de flujo. Más en particular, la presente invención se refiere a un sistema de sensor de flujo para administrar inyecciones de un medicamento por bolo intravenoso a un paciente, el cual brinda a los profesionales de la salud un registro automatizado del medicamento, de la concentración, del volumen, de la dosis y del tiempo de cada inyección. Preferiblemente, el sistema tiene un sensor de flujo ultrasónico.

Descripción de la técnica relacionada

El documento de patente estadounidense US8714030 describe un medidor de flujo ultrasónico, que utiliza transductores piezoeléctricos en forma de anillo.

Es necesario reducir el error con los medicamentos a la cabecera del paciente durante la administración del bolo. Sería ventajoso proporcionar un registro de la administración de bolo y medirla electrónicamente, lo que permitiría monitorizar y documentar la administración de bolo de forma automática, como parte de la historia clínica del paciente. Además, sería provechoso emitir alertas cuando esté a punto de administrarse un bolo de un modo incompatible con la historia clínica de un paciente.

20 COMPENDIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un sistema para detectar el flujo de un medicamento fluido. El sistema incluye un puerto de inyección inteligente, que se puede conectar a un sitio de inyección (tal como un "sitio Y" o un grifo de cierre) para inyecciones i.v. administradas manualmente. El sistema incluye dos subconjuntos principales: un sensor de flujo para un solo uso y una unidad base reutilizable, que se conectan entre sí antes de usar.

El subconjunto del sensor de flujo incluye un primer contacto de resorte y un segundo contacto de resorte. Los contactos de resorte están asegurados a una base que tiene un circuito para transmitir una señal eléctrica a un microprocesador. El primer contacto de resorte está en comunicación eléctrica con un primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte está en comunicación eléctrica con un segundo elemento piezoeléctrico. El primer contacto de resorte tiene una primera fuerza de contacto contra el primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte tiene una segunda fuerza de contacto con el segundo elemento piezoeléctrico, y la primera fuerza de contacto es equivalente a la segunda fuerza de contacto. La presente invención también proporciona una placa de circuito para interactuar con un sensor de flujo que tiene una pluralidad de elementos piezoeléctricos, para transmitir una señal de flujo indicativa del flujo de un medicamento fluido.

De acuerdo con la presente invención, un subconjunto de sensor de flujo para detectar el flujo de un medicamento fluido incluye: un tubo de flujo, que tiene una entrada del tubo de flujo y una salida del tubo de flujo, a través de las cuales fluye dicho medicamento. El subconjunto del sensor de flujo también incluye un primer elemento piezoeléctrico, dispuesto en una posición aguas arriba del tubo de flujo, y un segundo elemento piezoeléctrico, dispuesto en una posición aguas abajo del tubo de flujo; el primer elemento piezoeléctrico y el segundo elemento piezoeléctrico están montados a una distancia preseleccionada entre sí. El subconjunto del sensor de flujo también incluye un primer contacto de resorte y un segundo contacto de resorte, en el que cada uno de dichos contactos de resorte está asegurado a una base, en donde la base tiene un circuito para llevar una señal eléctrica hacia y desde los contactos de resorte hasta un microprocesador, y el primer contacto de resorte está en comunicación eléctrica con el primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte está en comunicación eléctrica con el segundo elemento piezoeléctrico. El primer contacto de resorte tiene una primera fuerza de contacto contra el primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte tiene una segunda fuerza de contacto contra el segundo elemento piezoeléctrico, y la primera fuerza de contacto es equivalente a la segunda fuerza de contacto.

En una configuración, el tubo de flujo incluye, además, un tubo de flujo interno y accesorios terminales para asegurar el tubo de flujo interno a los accesorios terminales, y el primer y el segundo elementos piezoeléctricos están montados en los accesorios terminales. En otra configuración, dicho primer contacto de resorte incluye un par de resortes laminares en voladizo; el segundo contacto de resorte incluye un par de resortes laminares en voladizo. En otra configuración más, dicho circuito se provee en una superficie delantera y trasera de una placa de PCB, y el primer y el segundo contactos de resorte son impulsados elásticamente contra el primer y el segundo elementos piezoeléctricos, respectivamente, cuando el primer y el segundo elementos piezoeléctricos se insertan entre cada uno de dicho par de resortes en voladizo. En una configuración, el circuito se forma de una manera integral con una carcasa del sensor de flujo, mediante moldeo por inyección. En otra configuración, el primer elemento piezoeléctrico y el segundo elemento piezoeléctrico tienen una forma anular y rodean al tubo de flujo en cada punto de montaje respectivo.

5 En otra configuración más, el subconjunto del sensor de flujo está contenido dentro de una carcasa del sensor de flujo, en donde la carcasa del sensor de flujo está acoplada a una base del sensor de flujo que contiene el microprocesador, y el circuito incluye pines de conexión para proporcionar la señal eléctrica desde el subconjunto del sensor de flujo hasta el microprocesador, dentro de la base del sensor de flujo. En una configuración, el subconjunto del sensor de flujo se desecha después de que se lo utiliza para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido. En otra configuración, la base del sensor de flujo es reutilizable, con un subconjunto de sensor de flujo diferente.

10 De acuerdo con otra realización de la presente invención, una placa de circuito destinada a interactuar con un sensor de flujo que tiene una pluralidad de elementos piezoeléctricos, para transmitir una señal de flujo indicativa del flujo de un medicamento fluido, incluye: una base, que tiene una pluralidad de trazas de circuito eléctrico, los cuales tienen un primer extremo y un segundo extremo; un primer par de contactos de resorte, para polarizar contra una interfaz eléctrica con un primer elemento piezoeléctrico; el primer par de contactos de resorte está montado en el primer extremo de la base y en comunicación eléctrica con al menos una traza de circuito eléctrico. La placa de circuito incluye, además, un
15 segundo par de contactos de resorte para polarización e interfaz eléctrica con un segundo elemento piezoeléctrico; el segundo par de contactos de resorte está montado en el segundo extremo de la base y en comunicación eléctrica con al menos una traza de circuito eléctrico, y una pluralidad de pines en contacto eléctrico con la pluralidad de trazas de circuitos eléctricos. Cada uno de los contactos de resorte está preconfigurado de manera tal que la polarización contra el primer elemento piezoeléctrico y la polarización contra el segundo elemento piezoeléctrico sean equivalentes y que
20 las trazas de circuito eléctrico estén configuradas de manera que cada uno de los pines esté en comunicación eléctrica con un solo contacto de resorte.

25 En una configuración, cada par de contactos de resorte incluye un par de resortes laminares en voladizo montados en la base. En otra configuración, las trazas del circuito eléctrico se proporcionan en una superficie frontal de la base y los contactos de resorte se extienden desde una superficie posterior de la base. En otra configuración más, la placa de circuito se forma integralmente con una carcasa del sensor de flujo mediante moldeo por inyección. En una configuración, cada uno de los resortes en voladizo incluye, además, una protuberancia en forma de montículo que contacta con una superficie de los elementos piezoeléctricos. En otra configuración, la placa de circuito se ensambla en una carcasa de sensor de flujo en al menos dos orientaciones y efectúa la transmisión de la señal de flujo desde los
30 elementos piezoeléctricos hasta un microprocesador. En otra configuración más, la placa de circuito se desecha después de que el sensor de flujo se usa para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido. En una configuración, después de que el sensor de flujo se usa para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido, la placa de circuito se puede usar con un sensor de flujo diferente.

35 En otra configuración, el primer contacto de resorte incluye un par de resortes laminares en voladizo opuestos, que se acoplan en un punto de contacto delantero en el primer elemento piezoeléctrico y un punto de contacto trasero o aguas abajo en el primer elemento piezoeléctrico. El segundo contacto de resorte incluye un par de resortes laminares en voladizo opuestos, que se acoplan en un punto de contacto delantero en el segundo elemento piezoeléctrico y un punto de contacto trasero o aguas abajo en el segundo elemento piezoeléctrico. En otra configuración más, el primer contacto
40 de resorte incluye un resorte laminar en voladizo bifurcado, que se acopla con el primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte incluye un resorte laminar en voladizo bifurcado, que se acopla al segundo elemento piezoeléctrico.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

45 Las características y ventajas mencionadas anteriormente y otras de esta invención, así como también, la forma de lograrlas, se harán más evidentes, y la invención en sí se entenderá mejor con referencia a las siguientes explicaciones detalladas de las realizaciones de la invención, tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

50 La figura 1 es una vista en perspectiva dirigida distalmente de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva dirigida proximalmente de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3A es una vista en alzado proximal de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

55 La figura 3B es una vista en alzado distal de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4A es una vista en alzado lateral de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Fig. 4B es una vista detallada ampliada de una parte de la figura 4A como se ilustra en el detalle A.

60 La figura 5A es una vista en perspectiva de una base de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5B es una vista en perspectiva de la base de la figura 5A, que ilustra los componentes ópticos y eléctricos.

65 La figura 6 es una vista en perspectiva de un sensor de flujo de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

- La figura 7 es otra vista en perspectiva de un sensor de flujo de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 8 es una vista en perspectiva, en despiece, de un sensor de flujo de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 5 La figura 9 es una vista en perspectiva de un sensor de flujo de un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 10A es una vista en alzado lateral de una jeringa compatible con un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 10 La figura 10B es una vista detallada ampliada de una parte de la figura 10A, como se ilustra en el detalle B.
- La figura 10C es una vista en alzado lateral de una etiqueta de punta para una jeringa compatible con un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 11A es una vista en perspectiva de un cargador para un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 15 La figura 11B es una vista detallada ampliada de una parte de la figura 11A, girada en sentido horario, como se ilustra en el detalle C.
- La figura 11C es una vista en alzado superior de un cargador para un sistema de sensor de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 11D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea X-X de la figura 11C, con una base de un sistema de sensor de flujo recibida dentro de una porción del cargador, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 20 La figura 12 es una vista en perspectiva de un sensor de flujo y un soporte de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 13 es una vista en perspectiva de un subconjunto del tubo de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 25 La figura 14A es una representación esquemática de una pantalla de computadora en una vista de anestesia, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 14B es una representación esquemática de una pantalla de computadora en una vista tabular de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 15 es una vista en perspectiva de una placa de circuito de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 30 La figura 16A es una vista ensamblada de un subconjunto del tubo de flujo y una placa de circuito, con los contactos de resorte enganchados y en comunicación eléctrica con los elementos piezoeléctricos respectivos, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 35 La figura 16B es una vista detallada ampliada de una primera parte de la figura 16A, como se ilustra en el detalle D.
- La figura 16C es una vista detallada ampliada de una segunda parte de la figura 16A, como se ilustra en el detalle E.
- La figura 17 es una vista en perspectiva de un contacto de resorte, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 40 La figura 18 es una vista en perspectiva de un área de contacto de un contacto de resorte, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 19A es una primera vista en alzado parcial de una parte de un subconjunto del tubo de flujo y una placa de circuito, con un contacto de resorte acoplado y en comunicación eléctrica con un elemento piezoeléctrico, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 45 La figura 19B es una segunda vista en perspectiva parcial de una parte de un subconjunto del tubo de flujo y una placa de circuito, con un contacto de resorte bifurcado acoplado y en comunicación eléctrica con un elemento piezoeléctrico, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 20 es una vista en alzado de un subconjunto del tubo de flujo, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 50 La figura 21 es una vista en perspectiva de una placa de circuito con contactos de resorte de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 22A es una vista ensamblada de una porción de un subconjunto del tubo de flujo y una placa de circuito, con un contacto de resorte acoplado y en comunicación eléctrica con un elemento piezoeléctrico, de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 55 La figura 22B es una vista en perspectiva de un soporte de contacto de resorte montado a una placa de circuito, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes en las diversas vistas. Las ejemplificaciones establecidas en este documento ilustran realizaciones ejemplares de la invención, y tales ejemplificaciones no deben interpretarse como limitantes del alcance de la invención de ninguna manera.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La siguiente descripción se proporciona para permitir a los expertos en la materia hacer y usar las realizaciones descritas contempladas para llevar a cabo la invención.

65

- 5 A los fines de la descripción que se presenta a continuación, los términos “superior”, “inferior”, “derecha”, “izquierda”, “vertical”, “horizontal”, “de arriba”, “de abajo”, “lateral”, “longitudinal” y sus derivados se referirán a la invención tal como está orientada en las figuras de los dibujos. Sin embargo, debe entenderse que la invención puede asumir diversas variaciones alternativas, excepto donde se especifique expresamente lo contrario. También debe entenderse que los dispositivos específicos, ilustrados en los dibujos adjuntos y descritos en la siguiente memoria descriptiva, son simplemente realizaciones ejemplares de la invención. Por lo tanto, las dimensiones específicas y otras características físicas relacionadas con las realizaciones descritas en el presente documento no deben considerarse como limitantes.
- 10 Como se usa en este documento, proximal se refiere a una parte o dirección ubicada lejos o más lejos de un paciente (aguas arriba), mientras que distal se refiere a una parte o dirección hacia un paciente o ubicada más cerca de él (aguas abajo). Además, en el presente documento se usa una sustancia farmacológica de manera ilustrativa y no limitativa para referirse a cualquier sustancia inyectable en el cuerpo de un paciente para cualquier propósito. La referencia a un paciente puede citarse respecto de cualquier ser humano o animal. La referencia a un clínico puede citarse respecto de cualquier persona o cosa que esté aplicando un tratamiento, por ejemplo, una enfermera, un
- 15 médico, inteligencia artificial, un cuidador o incluso un autotratamiento.
- Las figuras 1-12 ilustran una realización ejemplar de un sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención. Con referencia a las figuras 1-12, un sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención incluye dos montajes principales que encajan entre sí antes de su uso: un sensor de flujo 210 y una base 220. En una realización, el sensor de flujo 210 puede ser un sensor de flujo para un solo uso, que puede acoplarse con la base reutilizable 220. El sistema de sensor de flujo 200 es un puerto de inyección inteligente. El sistema de sensor de flujo 200 se puede conectar a un sitio de inyección (“Sitio Y” o grifo de cierre, por ejemplo) para inyecciones i.v. administradas manualmente.
- 20 El sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención puede reducir el error de medicación a la cabecera del paciente durante la administración del bolo. El sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención también puede proporcionar un registro de la administración de bolo y medirla electrónicamente, lo que permite monitorizar y documentar automáticamente la administración de bolo, como parte de la historia clínica del paciente. El sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención también puede emitir alertas cuando está a punto de ocurrir una administración de bolo incongruente con la historia clínica de un paciente.
- 25 Con referencia a las figuras 1-5B, en una realización, la base 220 es un dispositivo reutilizable no estéril, que aloja una batería, un escáner (ya sea óptico, mecánico, inductivo, capacitivo, de proximidad o RFID [*Radio-frequency identification*, identificación por radiofrecuencia]), elementos electrónicos y transmisor inalámbrico. En algunas realizaciones, la base 220 se alimenta por batería y es recargable. En algunas realizaciones, cada base 220 tiene un número de serie único impreso en una superficie de la base 220 o incrustado en el mismo que puede transmitirse a un sistema de datos antes de su uso. El sistema de datos puede ser una computadora local o tableta “computadora”, un teléfono celular, otro dispositivo médico o un sistema de datos hospitalarios.
- 30 En una realización, la base 220 se puede conectar de forma desmontable al sensor de flujo 210. Con referencia a las figuras 5 A y 6-9, se describe la pieza que constituye la base 220 y la conexión mecánica del sensor de flujo 210 al miembro de base 220. La pieza que constituye la base 220 incluye al menos una pestaña alada desviable 280, que define una abertura para recibir al menos una porción del sensor de flujo 210 en su interior y para fijar el sensor de flujo 210 dentro de una porción de la base 220 antes de su uso.
- 35 En una realización, un par de pestañas aladas 280 fijan el sensor de flujo 210 dentro de la base 220. Se pueden proporcionar resaltes de agarre 395 opcionales, en un perfil exterior para permitir que un usuario tome con la mano la porción de base 220.
- Un perfil interior de la pestaña alada 280 puede constar de un enganche 389 para el acoplamiento correspondiente con una pestaña 189 provista en el sensor de flujo 210, como se muestra en la figura 6, para restringir el sensor de flujo 210 dentro de la base 220, como se discutirá más adelante en este documento. Las pestañas aladas 280 pueden ser flexibles en la medida en que pueden desviarse hacia afuera, para permitir el paso del sensor de flujo 210 sobre ellas. El interior de la pestaña alada 280 puede estar provisto de una leva de pines 388, que permite que un pin 188 del sensor de flujo 210, como se muestra en la figura 7, circule de tal manera que el sensor de flujo 210 se desplace proximalmente durante el montaje sobre la base 220, para alinear con precisión diversos componentes ópticos y eléctricos del sensor de flujo 210 y la pieza que constituye la base 220, como se discutirá más adelante en este documento.
- 40 Con referencia a las figuras 5B y 6-9, se describe la pieza que constituye la base 220 y la conexión eléctrica del sensor de flujo 210 con la pieza que constituye la base 220. La base 220 incluye un botón de activación/enganche 350, que permite una indicación de que el sensor de flujo 210 se ha acoplado con la base 220. En una realización, el botón de activación/enganche 350 señala a un microprocesador dentro de la base 220 que se ha conectado una jeringa correctamente con el sensor 210 y su puerto de inyección 130.
- 45 La base 220 incluye, además, una pluralidad de contactos 386 (figura 5B) para conectar eléctricamente las correspondientes porciones eléctricamente activas de la pluralidad de pines de contacto 385 (figura 7). Una

- protuberancia de contorno 488 rodea al menos una porción de la lengüeta 286. Como se muestra en la figura 7, una superficie inferior del sensor 200 incluye un sello del pin 384, que rodea una pluralidad de pines de contacto 385 para evitar la contaminación, minimizando así las interrupciones eléctricas. En algunas realizaciones, la pluralidad de pines 385 comprende un conector de cuatro pines, con dos pines conectados eléctricamente a cada elemento piezoeléctrico 150,151, como se discutirá más adelante. En otras realizaciones, la pluralidad de pines 385 comprende un conector de seis pines, con dos pines conectados eléctricamente a cada elemento piezoeléctrico 150,151 y dos pines conectados eléctricamente a una batería (que no se muestra) en el sensor de flujo 210.
- La pieza que constituye la base 220 incluye, asimismo, una lengüeta 286 rodeada por un hombro 486, que tiene una pluralidad de contactos 386 para conectar eléctricamente las correspondientes partes eléctricamente activas del sensor 200 y un cargador 900 (figura 11 A), como se discutirá en este documento.
- Con referencia a las figuras 1-4B, 6-9 y 13, en una realización, el sensor de flujo 210 es un elemento desechable preesterilizado, que tiene un puerto de inyección 130 y una conexión de tubos distal, como una punta Luer 109 [*Luer tip*].
- El sensor de flujo 210 puede incluir un subconjunto del tubo de flujo 10, que consiste en un tubo de flujo 100 que tiene un extremo de salida 101 y un extremo de entrada 102. El extremo de salida 101 puede proporcionarse en comunicación fluida con un tubo de salida 110, que tiene un conexión de salida 105 que incluye una punta Luer 109, que puede estar opcionalmente cubierta por una tapa Luer 108. En una realización preferida, la conexión de salida 105 es un conector de plástico con una punta Luer 109; sin embargo, se prevé que cualquier método adecuado para inyectar el medicamento en un paciente esté comprendido en un aspecto de una realización de la invención. Por ejemplo, puede ser conveniente reemplazar la conexión de salida 105 y el tubo 110 con una aguja para inyección/infusión directa en un paciente. Además, puede desearse integrar la base 220 en una pluma para un medicamento o dispositivo de infusión para la administración de insulina.
- El extremo de entrada 102 puede estar acoplado al depósito de una pluma para un medicamento o depósito de infusión. El extremo de entrada 102 del tubo de flujo 100 puede proporcionarse en comunicación fluida con un puerto de inyección 130 y puede incluir, opcionalmente, una conexión tal como un cierre Luer 109 [*Luer lock*] roscado 131, que puede acoplarse con una fuente de fluido a inyectar. Se puede proporcionar un tabique perforable 139 con el puerto de inyección 130 para mantener la esterilidad antes del uso.
- En una realización preferida, el puerto de inyección 130 es un recipiente de plástico, con un tabique divisorio 139; sin embargo, se prevé que cualquier método adecuado para inyectar el medicamento a través de una entrada de sensor de flujo 180 a un paciente esté comprendido en una realización de la presente invención. Por ejemplo, puede desearse reemplazar el puerto de inyección 130 para la conexión directa a un dispositivo de administración de medicamentos. Además, quizá sea conveniente integrar la entrada del sensor de flujo 180, para aceptar una conexión fluida directa a un dispositivo de administración de medicamentos.
- En una realización, el tubo de flujo 100 se compone de un acero inoxidable de grado médico y tiene aproximadamente 50 mm de largo, con un diámetro interno de 1,0 mm y un diámetro externo de 1,6 mm.
- El sensor de flujo 210 también incluye un primer elemento piezoeléctrico o transductor aguas arriba 150 y un segundo elemento piezoeléctrico o transductor aguas abajo 151. El primer elemento piezoeléctrico 150 puede estar provisto de un accesorio de entrada 180, como se muestra en la figura 8, para su acoplamiento con el puerto de inyección 130. De manera similar, el segundo elemento piezoeléctrico 151 puede estar provisto de un accesorio de salida 190, para acoplarse con el tubo de salida 110.
- El sensor de flujo 210 se puede suministrar en un paquete estéril para usarlo en un solo paciente. En una realización, el etiquetado se imprime en el paquete estéril individual. En una realización, cada sensor de flujo 210 tiene un número de serie único impreso en una parte de su superficie. En algunas realizaciones, hay componentes electrónicos en el sensor de flujo 210, que retienen un identificador único. Estos identificadores se transmiten de forma automática o manual a un sistema de datos durante el uso y la recopilación de datos. En una realización, en el extremo de entrada 102 de un sensor de flujo 210, el puerto de inyección 130 es un elemento sin aguja común, tipo cierre Luer. Típicamente, el puerto de entrada o el puerto de inyección 130 se limpia antes de administrar una inyección, de acuerdo con la política del hospital. Además, conviene lavar el sensor de flujo 210 con un fluido i.v. (por ejemplo, una jeringa de solución salina normal) antes de su uso. El puerto de inyección 130 en el sensor de flujo 210, por lo general, sirve hasta para 100 inyecciones. En una realización, el sensor de flujo 210 tiene una conexión cierre Luer macho, por ejemplo, una conexión de salida 105 que tiene una punta Luer 109, en un cable flexible de tubo i.v. de una pulgada en el extremo de salida 101. Esta conexión cierre Luer macho puede acoplarse a una vía i.v. en un sitio Y o múltiple i.v. Cada sensor de flujo 210 tiene un número de serie único; sin embargo, puede ser conveniente mostrar solo una parte del número de serie, en una parte del exterior del sensor de flujo 210. Por ejemplo, los últimos 4 dígitos del número de serie pueden estar impresos en la superficie, al lado de su código de barras. Este número legible por seres humanos se utiliza para identificar visualmente un sensor de flujo 210 dentro del alcance inalámbrico de comunicación de una computadora.
- En algunas realizaciones, el sensor de flujo 210 mide con una precisión de $\pm 5\%$ para volúmenes de bolo de 1,0 ml a 55 ml y $\pm 20\%$ para volúmenes de bolo de 0,4 a 1,0 ml y tiene un volumen de espacio muerto de menos de 0,3 ml.

Con referencia a las figuras 11A-11D, en una realización, un cargador 900 separado opcional es compatible con el sistema de sensor de flujo 200 y recarga una batería en la base 220 reutilizable, si es necesario, para la reutilización de la base 220. Con referencia a las figuras 11A-11D, en una realización, el cargador 900 incluye una base del cargador 905, que tiene una abertura 925 para recibir la base 220; la abertura 925 tiene pines de carga 950 que conectan los correspondientes contactos 386 en la base 220 reutilizable. El cargador 900 puede incluir unas patas elevadas 999 para facilitar el drenaje.

Las bases reutilizables generalmente se suministran sin esterilizar y requieren desinfección y carga antes de su uso. Se prefiere desinfectar cada base 220 antes del primer uso. Los desinfectantes hospitalarios comerciales típicos incluyen amonio cuaternario basado de alcohol, por ejemplo, las toallitas Cavi Metrex Research. En algunas realizaciones, la base 220 se puede usar hasta 500 veces. Con preferencia, se usa una batería recargable de iones de litio dentro de la base 220 y no es extraíble de la base 220. Se prevé que una base 220 completamente cargada servirá para un caso completo de un paciente. En algunas realizaciones, cada base 220 se identifica mediante el etiquetado en la parte inferior del dispositivo. Opcionalmente, las bases 220 se proporcionan en cajas individuales, y cada caja está en un paquete de un estuche. El cargador 900 también puede incluir un indicador de energía 995. En una realización, cuando la base 220 está conectada a un cargador 900, se iluminan hasta cuatro barras de luz verde en la parte superior. El número de barras de luz verde continua indica el nivel de carga. Una luz verde intermitente en la base 220 indica que se está recargando. En algunas realizaciones, se emplea un indicador de vida útil cuando la base 220 está conectada a un cargador 900, mediante el uso de una luz roja que indica que la base 220 ha excedido su vida útil. Opcionalmente, en la computadora se mostrará un mensaje de error cuando un sistema de sensor de flujo 200 cuya vida útil esté completa se conecta de forma inalámbrica a una tableta durante la preparación del paciente. Entonces sería conveniente reemplazar la base 220 con otra y repetir la conexión inalámbrica a la computadora. De un modo opcional, el sistema de sensor de flujo 200 se proporciona en un soporte, que es un aparato que se ajusta a un enchufe Clarke estándar para mantener el sistema de sensor de flujo 200 en su lugar, a la cabecera del paciente. Además, puede desearse limpiar y desinfectar el cargador 900 utilizando el procedimiento utilizado para limpiar y desinfectar la base 220.

En una realización, el sistema de sensor de flujo 200 admite inyecciones que usen cualquier jeringa de tipo cierre Luer. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 10A-10C, el sistema de sensor de flujo 200 es compatible con una jeringa 800 que está etiquetada. En una realización, la jeringa 800 incluye marcas de escala 805, una punta distal 810, una punta Luer 815, un extremo proximal 820, un reborde 825, una etiqueta de punta 850 que tiene marcas legibles por seres humanos 852 y marcas legibles por máquinas 854, una etiqueta de barril 860, que tiene marcas legibles por seres humanos 862, y un émbolo 890.

La base 220 del sistema de sensor de flujo 200 incluye una óptica y una cámara digital dispuestas dentro o detrás de una primera ventana 360 (figura 2), capaz de leer las marcas legibles por máquinas 854 proporcionadas en una etiqueta 850 de una jeringa codificada. La primera ventana 360 puede alinearse con precisión con las roscas del cierre Luer 131 presentes en el sensor de flujo 210, cuando el sensor de flujo 210 se ensambla con la base 220, alineando así las marcas legibles por máquinas 854 presentes en la etiqueta 850 en la jeringa 800, durante un ciclo de inyección y/o ciclo de determinación de medicamentos. La base 220 puede incluir, además, una segunda ventana 370 (figura 5A) que tiene una fuente de luz para brindar la iluminación adecuada a la cámara dispuesta dentro o detrás de la ventana 360.

Además, el sistema de sensor de flujo 200 está diseñado para operar con jeringas codificadas, que tienen un identificador de código de barras especial en el collar Luer de la jeringa, denominado "codificación". Con preferencia, las jeringas codificadas incluyen medicamentos disponibles comercialmente en jeringas precargadas con un código de barras especial, que almacena información sobre el medicamento contenido dentro de la jeringa. Las jeringas codificadas vienen listas para usar, son pasivas y desechables. El sistema de sensor de flujo 200 también se adapta a jeringas que no tienen codificación. Las jeringas codificadoras almacenan el nombre del medicamento y la concentración contenida dentro de la jeringa. También se pueden incluir características adicionales, tales como el origen del medicamento, el tamaño del envase, el origen del fabricante del medicamento, el color de la categoría del medicamento, entre otros. Cuando una jeringa codificada está unida al puerto de inyección 130 del sensor de flujo 210, esta información de código de barras es leída por un escáner en la base 220 y transmitida de forma inalámbrica por el sistema de sensor de flujo 200 al sistema de datos. Con preferencia, se agregan códigos de barras 2-D a las jeringas durante el proceso de llenado.

En una realización, el sistema de sensor de flujo 200 contiene un dispositivo para capturar y transmitir una imagen de un código de barras 2-D en el collar Luer de la jeringa, y transmitir de forma inalámbrica esta imagen a una "computadora". Típicamente, la computadora es una computadora del tipo tableta que se comunica con múltiples sistemas de sensores de flujo 200. El código de barras 2-D contiene datos, que suelen incluir el nombre y la concentración del medicamento en la jeringa, entre otros datos. La computadora decodifica esta imagen y muestra y anuncia el fármaco adjunto. El código de barras puede contener el nombre y la concentración del fármaco. A medida que este se va inyectando, el sensor de flujo 210 junto con la base 220 mide ultrasónicamente el volumen del medicamento inyectado y el tiempo durante el cual se lo administró. Esta información puede almacenarse en el sistema de sensor de flujo 200 para su posterior transmisión a la computadora. La computadora utiliza esta información para

brindar a los clínicos un registro automático del nombre del fármaco, de la concentración, del volumen, de la dosis y del tiempo de inyección. La información sobre la administración del medicamento lleva la hora estampada y se muestra como referencia clínica. No todas las jeringas utilizadas por el profesional de la salud contienen un código de barras 2-D. Si se inserta una jeringa sin código de barras 2-D en el sistema del sensor de flujo, el puerto de inyección 130, el sistema del sensor de flujo 200 solicitará al usuario que ingrese manualmente el nombre y la concentración del medicamento en la computadora. La información que se ingresa manualmente en el sistema de sensor de flujo 200 se incluye en el registro de medicamentos del paciente.

En una realización, la computadora puede usar una radio para comunicarse de forma inalámbrica con el sistema de sensor de flujo 200 usando una señal de RF a 2,4 GHz, para formar una red local de dispositivos médicos. Se pueden usar varios sistemas de sensores de flujo 200 y computadoras en la misma proximidad, como un área de atención prequirúrgica o una unidad de atención postanestésica (PACU, *post-anesthesia care unit*). Los mensajes de alerta se comunican entre el sistema de sensor de flujo 200 y la computadora para informar al clínico sobre las diversas características operativas del sistema de sensor de flujo 200. Algunas de estas alertas informan al clínico sobre posibles situaciones peligrosas para permitir la acción del usuario, a fin de evitar daños al paciente o la pérdida de datos médicos. Con preferencia, se mostrará un mensaje de comunicación inalámbrica perdida cuando se pierda la comunicación entre el sistema de sensor de flujo 200 y la computadora. Con preferencia, todos los datos de administración de los medicamentos del sistema de sensor de flujo 200 se transfieren a la historia clínica específica del paciente. En el caso de una pérdida de comunicación, los datos de administración de los medicamentos se almacenarán localmente en el sistema de sensor de flujo 200 y se transferirán a la computadora cuando se reanuden las comunicaciones.

La computadora puede funcionar en una variedad de modos. Por lo general, la computadora tiene un *software* especializado para sistemas de sensor de flujo 200 para realizar operaciones, una pantalla táctil y comunicaciones inalámbricas (radio). Suele montarse cerca del área de trabajo de un anestesista o enfermero y se la puede quitar para uso manual. Cuando la computadora se usa en un hospital que lleva registros de anestesia en papel, la computadora admite funciones que ayudan a documentar la parte del diagrama de flujo y pueden ayudar a los clínicos a tomar las decisiones correctas. En esta configuración, la computadora complementa las actividades de mantenimiento de registros en papel al rastrear y mostrar las inyecciones administradas a través del sistema de sensor de flujo 200. La computadora también permite a los clínicos documentar manualmente otra información pertinente de inyección e infusión de drogas intravenosas.

En una realización, las pantallas de *software* siguen un enfoque de tres pasos que consiste en: (1) conectar el sistema de sensor de flujo 200 a la computadora; (2) configurar el sistema de sensor de flujo 200 del paciente para su uso y (3) ver la administración de medicamentos en múltiples vistas.

En algunas realizaciones, una vista en la computadora muestra información basada en la anestesia, en una vista de anestesia, como se muestra en la figura 14A. Con preferencia, esta vista proporciona información sobre el paciente y muestra el nombre/la concentración del medicamento y la dosis para una inyección actual, así como una lista histórica de los medicamentos que se han administrado al paciente desde que se abrió el caso actual. También puede incluir una lista de infusiones administradas al paciente, si el clínico las registró en la computadora. En esta vista, se muestran hasta tres barras de inyección en la parte superior de la pantalla: una correspondiente a cada sistema de sensor de flujo 200 conectado de forma inalámbrica. Cada barra de inyección es una representación en tiempo real del medicamento que se administra a través de un sistema de sensor de flujo 200 individual. Cuando una jeringa codificada se conecta a un único sistema de sensor de flujo 200, la barra de inyección muestra el nombre y la concentración del medicamento. Cuando se conecta una jeringa no codificada, la barra de inyección le solicita al clínico que identifique el medicamento y la concentración que se administra. A medida que se administra el medicamento, el volumen presionado (en ml) y la dosis correspondiente se muestran en tiempo real en la barra de inyección en la pantalla de la computadora.

Un sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención también puede proporcionar un historial de medicamentos opcional. Por ejemplo, una vista de anestesia puede incluir una lista histórica de los fármacos administrados al paciente, organizados por el área de atención quirúrgica (los medicamentos administrados en el tiempo de transición entre áreas de atención se publicarán en la siguiente área de atención), organizados en un formato de hoja de flujo. Con preferencia, esta vista incluye todos los medicamentos que se administraron al paciente, ya que el sistema de sensor de flujo 200 se activó con las administraciones de medicamentos más recientes, con preferencia al final de la lista. Se habilita una barra de desplazamiento cuando la lista excede el espacio visible en la pantalla de la computadora. Con preferencia, cuando se agrega un nuevo medicamento, la lista de medicamentos se desplaza automáticamente para que el nombre del nuevo medicamento sea visible. En la vista, con preferencia, se muestra un mosaico de color correspondiente a las normas internacionales de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM, *American Society for Testing and Materials*) y respaldado por la Sociedad Americana de Anestesiólogos, a la izquierda del nombre del medicamento. De un modo opcional, un clínico también puede especificar que se administró una mezcla (varios medicamentos combinados) o una medicación diluida o reconstituida. De un modo opcional, la computadora muestra un encabezado del caso, que enumera el nombre del paciente, la fecha de nacimiento, la edad expresada en años, el número de registro médico y el número de identificación del paciente. De un modo opcional, la computadora indicará

que el paciente “no tiene alergias conocidas”. Con preferencia, si el paciente tiene alergias, ese texto se reemplaza por un botón, con mayor preferencia, y el botón lleva un número que indica la cantidad de alergias.

5 Un sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención también puede proporcionar una vista tabular opcional, como se muestra en la figura 14B. Por ejemplo, la vista tabular es una vista alternativa para que el clínico interactúe con el sistema de sensor de flujo 200. Similar a la vista de anestesia descrita anteriormente, esta vista proporciona información sobre el paciente y muestra el nombre/la concentración del medicamento y la dosis para una inyección actual, así como también, una lista histórica de medicamentos que se han administrado al paciente. También puede incluir una lista de infusiones administradas al paciente, si el clínico las registra. La vista tabular tiene muchas de las características de la vista de anestesia; sin embargo, está organizada en forma de tabla. Con preferencia, los encabezados de las columnas en esta vista incluyen el tiempo de administración, la medicación con su concentración, la dosis y el total de unidades. De manera óptima, los medicamentos se muestran en orden cronológico inverso, donde los últimos medicamentos administrados aparecen primeros en la lista.

15 En una realización, la computadora emite dos tipos de mensajes: (1) “Clínico” y (2) “Sistema”. Los mensajes clínicos son alertas y recordatorios que se relacionan directamente con un aspecto de la atención que se le presta al paciente (por ejemplo, contraindicación o un recordatorio de que puede ser el momento de volver a administrar antibióticos). Los mensajes del sistema proporcionan el estado de los parámetros operativos relevantes del sistema.

20 Los mensajes imparten instrucciones y proveen un botón para acuse de recibo o resolución. Los mensajes se muestran en la computadora hasta que se acusa recibo de ellos o hasta que dejan de ser clínicamente relevantes. Los mensajes se pueden responder en cualquier momento durante un caso. Antes de pausar o cerrar un caso, se le pide al clínico que responda/conteste los mensajes no resueltos referidos a los medicamentos, generados durante el caso. Una alerta de alergia ilumina el sistema de sensor de flujo 200 y se visualiza en la computadora cuando un clínico conecta una jeringa codificada o selecciona un medicamento para una jeringa no codificada, al que el paciente tiene una alergia conocida. De un modo opcional, este mensaje puede ser anulado.

30 Al administrar antibióticos, con preferencia, la computadora rastrea el tiempo transcurrido desde la última vez que se administró un antibiótico y muestra y anuncia un mensaje de readministración de antibióticos si ha transcurrido el intervalo de readministración configurado. El intervalo de readministración es individual para cada antibiótico y se configura en la biblioteca de fármacos de la computadora o puerta de enlace (se describe más adelante). En una realización, el sistema de sensor de flujo 200 no impide ni bloquea la inyección de un medicamento. En otras realizaciones, el sistema de sensor de flujo 200 puede bloquear la inyección de un medicamento.

35 En una realización, la computadora publica un mensaje cuando no se midió el volumen inyectado a través del sistema de sensor de flujo 200. Esto puede ocurrir cuando el volumen medido está fuera de un rango de detección del sistema de sensor de flujo 200.

40 De un modo opcional, la computadora se comunica de forma inalámbrica bidireccional con una aplicación de *software* que actúa como un conector [*hub*] central, al cual están conectadas todas las computadoras (y, por lo tanto, múltiples sobre múltiples de los sistemas de sensores de flujo 200), la “puerta de enlace” [*gateway*]. Con preferencia, la puerta de enlace también está conectada a otros sistemas de información en red del hospital. La puerta de enlace permite que todas las computadoras compartan información del caso del paciente, como por ejemplo, el nombre del medicamento, la dosis y el tiempo de administración, tanto entre sí como con los sistemas de información en red del hospital. La puerta de enlace también permite que las computadoras reciban información sobre el paciente, como por ejemplo, las alergias a los fármacos que tiene el paciente y los pedidos de medicamentos que hicieron para el paciente otros sistemas de información hospitalaria en red.

50 La utilización del sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención abarca los pasos de conectar el sensor de flujo 210 al catéter o puerto de inyección del paciente (sitio Y). Con preferencia, el sensor de flujo 210 y la vía están enjuagados. El sensor de flujo 210 está conectado a un paciente individual usando un número de serie único, y la base 220 registra la administración de medicamentos a través del puerto en el extremo de entrada 102 del sensor de flujo 210.

55 Cuando se conecta una jeringa 800 al puerto de inyección 130, el sistema de sensor de flujo 200 identifica la medicación y la concentración de una jeringa codificada mediante imágenes ópticas y decodificando un código de barras en el collar Luer-Lok de la jeringa 800. Esta información se transmite de forma inalámbrica a la computadora. Con preferencia, la computadora muestra el medicamento adjunto y lo anuncia con una señal audible. La computadora también puede realizar controles de seguridad de alergias basándose en la historia clínica del paciente.

60 En una realización, cuando se inyecta el fármaco, el sistema de sensor de flujo 200 mide el volumen dosificado por ultrasonidos. El sistema de sensor de flujo 200 envía de forma inalámbrica información sobre la medición del volumen a la computadora. La computadora utiliza esta información para brindar a los clínicos un registro de administración de medicamentos, con la hora estampada y se muestra como referencia clínica durante los procedimientos quirúrgicos. Las infusiones ingresadas manualmente y otra información relacionada con las inyecciones de fármacos no codificados pueden incluirse en el registro de medicamentos del paciente, en la computadora y en la puerta de enlace. La

computadora se comunica de forma inalámbrica con la puerta de enlace en la red del hospital, y puede enviar la administración de los medicamentos a los sistemas de información del hospital, cuando está configurada, con fines de reporte y registro electrónico. Con preferencia, la computadora se comunica de forma inalámbrica con la red hospitalaria existente utilizando una red WLAN empresarial, basada en estándares IEEE 802.11a/b/g/n. El *software* de la puerta de enlace y la base de datos acompañante formarán parte del sistema de información empresarial del hospital. Se pueden conectar varias computadoras a la red inalámbrica de la empresa de atención médica y al *software* y la base de datos de la puerta de enlace. Con preferencia, la puerta de enlace y la base de datos acompañante proporcionan una lista de pacientes para que el usuario seleccione y una biblioteca de formularios de medicamentos y líquidos para inyección o infusión. En una realización, los datos reales de fármacos y administración de fluidos se envían a la puerta de enlace y a la base de datos acompañante para el mantenimiento de los registros. Una vez registrados en la puerta de enlace y en la base de datos acompañante, estos datos están disponibles preferiblemente en otras áreas de atención cuando el paciente es trasladado y el sistema de sensor de flujo 200 está conectado de forma inalámbrica a una computadora. Con preferencia, en el caso de una pérdida de comunicación, los datos de administración de medicamentos no se envían a la puerta de enlace y, por lo tanto, no estarán disponibles en la siguiente área de atención.

Con referencia a las figuras 1-12, se explicará ahora el uso de un sistema de sensor de flujo 200 de la presente invención. Primero, se analizará la preparación del sistema de sensor de flujo 200 para una inyección.

En una realización, se prepara el sistema de sensor de flujo 200, se lo conecta a una línea i.v. y se ensambla para su uso. Con preferencia, hay instrucciones preimpresas ubicadas en la bolsa de esterilidad del sensor de flujo 210. Primero, un usuario toma el sensor de flujo 210 de su embalaje estéril y una base reutilizable 220, totalmente cargada y desinfectada. En una realización, una base 220 totalmente cargada tiene energía suficiente para 24 horas de uso como mínimo, en las condiciones típicas. De un modo opcional, la base 220 proporciona una indicación visual del nivel de carga a través de una pantalla.

Luego, el sensor de flujo 210 se lava con líquido i.v. estéril antes de conectarse al sitio Y. En una realización, el sensor de flujo 210 se lava con más de 8 ml de fluido i.v. estéril. Después del lavado, el usuario puede inspeccionar visualmente la vía i.v. para detectar fugas, aire u obstrucción.

A continuación, un usuario conecta el sensor de flujo 210 a la base 220 uniendo primero el sensor de flujo 210 (lado del tubo) y las secciones frontales de la base 220, y luego calzando a presión los dos juntos. Con preferencia, se oye un chasquido audible para indicar una conexión segura entre el sensor de flujo 210 y la base 220. En una realización, la conexión del sensor de flujo 210 a la base 220 alimenta automáticamente el sistema de sensor de flujo 200. En una realización, la conexión del sensor de flujo 210 a la base 220 se verifica mediante una luz parpadeante en la base 220. En otras realizaciones, se pueden usar otros indicadores. El enganche 389 de la base 220, que se muestra en la figura 5A, engancha la pestaña 189 del sensor de flujo 210, que se muestra en la figura 6, para restringir el sensor de flujo 210 con la base 220, antes del inicio de una inyección. En una realización, la desviación de la pestaña del ala o de las pestañas del ala 280 mueve la pestaña 189 con respecto al enganche 389, para iniciar el enganche o desenganche con la misma. Cuando el sensor de flujo 210 se ensambla en la base 220, un voladizo 650 provisto en la base 220, tal como una carcasa inferior 212, como se explicará aquí, se alinea con el botón 350 provisto en la base 220. El interior de la pestaña alada 280 también puede estar provisto de una leva de pines 388 que permite que el pin 188 del sensor de flujo 210, como se muestra en la figura 6, circule de tal manera que el sensor de flujo 210 se mueva proximalmente durante el ensamblaje sobre la base 220. Durante el enganche, la lengüeta 286 mostrada en la figura 5A, está acoplada dentro de una abertura 285, que se ilustra en la figura 7. Continuando con la referencia a las figuras 5A y 7, una bóveda 485 que tiene unos resaltes 487 en el sensor de flujo 210 como se muestra en la figura 7, tiene un perfil exterior correspondiente, tomado con el hombro 486 de la base 220, como se muestra en la figura 5A, para engancharse con fines de alineación del primera ventana 360, para alinearse con precisión con las roscas de cierre Luer 131, cuando el sensor de flujo 210 está montado en la base 220.

En algunas realizaciones, cuando sea apropiado, el sistema de sensor de flujo 200 se asegura a una superficie, a modo de preparativo para administrar inyecciones. Por ejemplo, en algunas realizaciones, con referencia a la figura 12, se usa un soporte 1100 para asegurar el sistema de sensor de flujo 200 a una superficie. Durante este paso, es importante evitar torceduras en la vía, entre el sistema de sensor de flujo 200 y la vía i.v.

El sistema de sensor de flujo 200 ahora está listo para administrar medicamentos i.v. Con preferencia, cualquier medicamento administrado a través del sistema de sensor de flujo 200 se registra en la memoria electrónica de la base 220. En una realización, en el caso de una falla del sistema de sensor de flujo 200 (con exclusión de la vía de fluido i.v.), el sistema de sensor de flujo 200 permite de todos modos la administración estándar del medicamento o fluido a través del puerto.

A continuación, se explicará la aplicación de una inyección utilizando el sistema de sensor de flujo 200. Primero, el puerto de inyección 130 se limpia lavando el conector de acuerdo con el procedimiento normal del hospital. A continuación, se puede conectar una jeringa 800 al puerto de inyección 130 del sensor de flujo 210, girando completamente la jeringa 800 hasta que la jeringa 800 se detenga, es decir, hasta lograr una conexión segura entre la jeringa 800 y el puerto de inyección 130. Idealmente, el cuidador verifica dos veces el nombre y la concentración de cada medicamento en la jeringa 800 antes de conectarlo al puerto de inyección 130, para asegurarse de que se

administre el medicamento correcto. Durante el ciclo de inyección y/o el ciclo de determinación del medicamento, cuando la punta de la jeringa 810 contacta una protuberancia de la jeringa 652, como se muestra en la figura 4B, el voladizo 650 se desvía radialmente del eje longitudinal de la jeringa 800. Una protuberancia de la almohadilla 651 presiona el botón 350 en la base 220, y el botón 350 le indica al microprocesador que actúe.

5

Después, se verifican el fármaco y la concentración mostrados y anunciados en la computadora como el fármaco y la concentración previstos. En una realización, la base 220 emite un alerta al cuidador de que ha habido un aviso de detección de alergia, por ejemplo, mediante luces rojas, verdes y amarillas parpadeantes, si se detecta una alergia a un medicamento. De un modo opcional, la computadora calcula una posible reacción alérgica y emite una alerta cuando se cumple alguna de estas condiciones: (1) se inserta una jeringa codificada en el sensor de flujo 210 y el medicamento coincide con el perfil de alergias del paciente o (2) se inserta una jeringa no codificada en un sensor de flujo 210, y uno selecciona un medicamento de la pantalla de medicamentos seleccionados que coincide con el perfil de alergias del paciente. Si se verifica una de estas condiciones, se activa el indicador de alerta de alergia en la configuración de la computadora.

10

15

En una realización, no hay una válvula de retención en el sensor de flujo 210, ni se necesita una para usar el sensor de flujo 210 de manera segura y efectiva. Por lo general, el sistema de sensor de flujo 200 mide de 0,4 ml a 55 ml por inyección. Si el caudal de inyección es lento o si se administra un pequeño volumen (<0,4 ml), con preferencia se mostrará una alerta en la computadora. De un modo opcional, se configura una alarma para detectar la administración rápida desde un gran volumen, por ejemplo, una jeringa de 50 ml. En este caso, se emite una alerta para verificar la dosis.

20

En una realización, un indicador 375 —tal como una serie de cuatro indicadores LED— se enciende en secuencia, para indicarle al usuario que el fluido se está moviendo a través del sensor de flujo 210. Cuando la base 220 está montada en el cargador 900, el indicador 375 puede indicar un nivel de carga de batería de la base 220.

25

En una realización, se prefiere seguir todas las inyecciones de medicamentos a través del sistema de sensor de flujo 200 con una jeringa de lavado de solución salina normal codificada, para asegurarse de que al paciente le llegue la dosis completa de medicamentos, en especial, cuando se administran dos medicamentos incompatibles sucesivamente. De un modo opcional, el sistema de sensor de flujo 200 registra dicha actividad de lavado con solución salina.

30

En una realización, las inyecciones se registran independientemente de si el sistema de sensor de flujo 200 está conectado o no de manera inalámbrica a la computadora. La base 220 almacena la información sobre la inyección en su memoria y transmite esta información mediante conexión inalámbrica a la computadora.

35

En una realización, la computadora puede adaptarse a múltiples sistemas de sensores de flujo 200 conectados a un paciente a la vez. Se puede agregar un sistema de sensor de flujo adicional 200 en cualquier momento durante el tratamiento de un paciente. Cuando un sistema de sensor de flujo 200 se conecta a una computadora y no hay una jeringa conectada al sensor de flujo 210, la barra de inyección activa dice: "Sensor conectado, sin jeringa". En la pantalla del ordenador, un icono de estado de la batería en la esquina superior derecha de la barra de inyección indica el nivel de carga de la batería de la base 220 a la que está conectado el sensor de flujo 210. Para cada inyección, un cuidador puede ingresar un comentario en la computadora.

40

La presente invención proporciona un subconjunto de sensor de flujo para detectar el flujo de un medicamento fluido. El subconjunto del sensor de flujo incluye un primer contacto de resorte y un segundo contacto de resorte. En una realización, los contactos de resorte están asegurados a una base que tiene un circuito para conducir una señal eléctrica hacia y desde los contactos de resorte hacia un microprocesador. El primer contacto de resorte está en comunicación eléctrica con un primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte está en comunicación eléctrica con un segundo elemento piezoeléctrico. El primer contacto de resorte tiene una primera fuerza de contacto contra el primer elemento piezoeléctrico, y el segundo contacto de resorte tiene una segunda fuerza de contacto contra el segundo elemento piezoeléctrico, y la primera fuerza de contacto es equivalente a la segunda fuerza de contacto. La presente invención también proporciona una placa de circuito para interactuar con un sensor de flujo que tiene una pluralidad de elementos piezoeléctricos para transmitir una señal de flujo indicativa del flujo de un medicamento fluido.

45

50

55

Un contacto de resorte de la presente invención provee un contacto eléctrico a un elemento piezoeléctrico. Por ejemplo, un contacto de resorte de la presente invención proporciona contacto eléctrico a una superficie plateada de un cristal piezoeléctrico. Además, este contacto proporciona una fuerza de resorte seleccionada para adaptarse a las tolerancias de ensamblaje, la variación de temperatura, los requisitos eléctricos, la selección de material para una larga vida de la plata y las características de ensamblaje para un accesorio de ensamblaje de placa de circuito impreso (PCBA, *printed circuit board attachment*) de un solo lado. El subconjunto del sensor de flujo de la presente invención proporciona cuatro contactos utilizados en un sensor, para tener la misma fuerza en ambas superficies de cada uno de los dos elementos piezoeléctricos, como los cristales, en un solo transductor.

60

Una placa de circuito de la presente invención proporciona un PCBA de un solo lado. El PCBA de un solo lado de la presente invención proporciona un diseño de menor costo que los diseños de PCBA de doble cara convencionales. La

65

placa de circuito de la presente invención también proporciona un medio para mantener la carga mecánica de los contactos de cristal cuando el transductor se inserta en el PCBA.

5 Los contactos eléctricos con el cristal de ultrasonido se han logrado previamente soldando cables a un recubrimiento de plata. Un contacto de resorte de la presente invención proporciona un método de reducción de costos mediante el uso de los contactos de resorte para conectarse al cristal. En particular, una placa de circuito impreso (PCB) de un solo lado de la presente invención proporciona un diseño de menor costo y un diseño de contacto con orificio pasante. El diseño de la presente invención incluye la fuerza ejercida por la constante del resorte, la dimensión de la separación entre los contactos, el tipo de material de los resortes, el intervalo de fuerzas necesarias y el control de tolerancia de las fuerzas ejercidas por el contacto del resorte, que son importantes para eliminar la soldadura. Si la soldadura es demasiado caliente, a menudo quita plata de la superficie del cristal. Otro problema con la soldadura es que queda demasiado atrás, lo que también puede causar la carga de las características físicas ultrasónicas. El contacto físico y eléctrico constante (repetibilidad) para ambos cristales es importante, así como lo es la calibración de sensor a sensor. Las fuerzas no pueden ser demasiado altas (potencial para que se desarrolle una suspensión) ni demasiado bajas (impedancia variable).

20 El subconjunto del sensor de flujo de la presente invención proporciona un diseño desechable de alto volumen, con beneficios por su costo, confiabilidad y repetibilidad. El subconjunto del sensor de flujo de la presente invención permite futuras funciones de automatización. El subconjunto del sensor de flujo de la presente invención proporciona una tolerancia máxima diseñada en condiciones. El subconjunto del sensor de flujo de la presente invención puede caber dentro de la carcasa de un sensor de flujo 210.

25 Con referencia a las figuras 8 y 13-19B, un subconjunto 10 para un sensor de flujo 210, destinado a detectar el flujo de un medicamento fluido, generalmente incluye: un tubo de flujo 100, que tiene una entrada del tubo de flujo 102 y una salida del tubo de flujo 101, a través de las cuales fluye un medicamento; un primer elemento piezoeléctrico 150, dispuesto en una posición aguas arriba del tubo de flujo 100, y un segundo elemento piezoeléctrico 151, dispuesto en una posición aguas abajo del tubo de flujo 100; un primer contacto de resorte 750 y un segundo contacto de resorte 750. En una configuración, el subconjunto 10 para un sensor de flujo 210 puede utilizarse como sensor de flujo 210 e insertarse en la base 220, donde los contactos 750 están integrados en la base 220, en lugar de presentarse como un componente de una carcasa 211, 212 del sensor de flujo 210. Con preferencia, el transductor aguas arriba 150 y el transductor aguas abajo 151 son intercambiables; sin embargo, se prevé que puedan construirse a propósito para sus respectivas posiciones en el subconjunto del sensor de flujo 10.

35 El primer elemento piezoeléctrico 150 y el segundo elemento piezoeléctrico 151 están montados a una distancia preseleccionada entre sí. Cada uno de los contactos de resorte 750 se fija a una base, por ejemplo, una placa de circuito 700. La placa de circuito 700 incluye un circuito para conducir una señal eléctrica hacia y desde los contactos de resorte 750 hacia un microprocesador. El primer contacto de resorte 750 está en comunicación eléctrica con el primer elemento piezoeléctrico 150, y el segundo contacto de resorte 750 está en comunicación eléctrica con el segundo elemento piezoeléctrico 151. El primer contacto de resorte 750 tiene una primera fuerza de contacto contra el primer elemento piezoeléctrico 150 y el segundo contacto de resorte 750 tiene una segunda fuerza de contacto con el segundo elemento piezoeléctrico 151. La primera fuerza de contacto es equivalente a la segunda fuerza de contacto.

45 Con referencia a las figuras 8 y 13-19B, en una realización, el tubo de flujo 100 incluye un tubo de flujo interno 100 y accesorios terminales, por ejemplo, un accesorio de entrada 180, en un extremo de entrada 102, y un accesorio de salida 190, en un extremo de salida 101, para asegurar el tubo de flujo interno a los respectivos accesorios terminales 180, 190. En una realización, el primer y el segundo elementos piezoeléctricos 150,151 están montados en los accesorios terminales 180, 190.

50 Con referencia a las figuras 16A-18, en una realización, el primer contacto de resorte 750 comprende un par de resortes laminares en voladizo 759 y el segundo contacto de resorte 750 comprende un par de resortes laminares en voladizo 759. Con referencia a las figuras 17 y 18, un resorte laminar en voladizo 759 de la presente invención puede incluir unas espigas 756, un brazo en voladizo 757 y un área de contacto 758 que tiene una protuberancia 780.

55 Con referencia a las figuras 15-16C, en una realización, el circuito que conduce una señal eléctrica hacia y desde los contactos de resorte 750 hacia un microprocesador se proporciona en una superficie delantera y trasera de una placa de circuito impreso 700, y el primer y el segundo contactos de resorte 750 son impulsados elásticamente contra el primer y el segundo elementos piezoeléctricos 150, 151, respectivamente, cuando el primer y el segundo elementos piezoeléctricos 150, 151 se insertan entre cada uno de los pares de resortes laminares en voladizo 759.

60 En una realización, el circuito se forma integralmente con una carcasa del sensor de flujo mediante moldeo por inyección. En una realización, haciendo referencia a la figura 8, el montaje puede incluir una carcasa superior del sensor de flujo 211, acoplable con una carcasa inferior del sensor de flujo 212, alrededor del sensor de flujo 210. En una realización, el primer elemento piezoeléctrico 150 y el segundo elemento piezoeléctrico 151 son de forma anular y rodean al tubo de flujo 100 en cada punto de montaje respectivo.

65

- 5 Con referencia a las figuras 1-9 y 13-16C, en una realización, el subconjunto del sensor de flujo 210 de la presente invención está contenido dentro de una carcasa del sensor de flujo 211, 212. Una porción de la carcasa del sensor de flujo 212 está acoplada a una base del sensor de flujo 220, que contiene un microprocesador y un circuito que incluye pines de conexión para proporcionar una señal eléctrica desde el subconjunto del sensor de flujo 210 hasta el microprocesador dentro de la base 220 del sensor de flujo.
- 10 En algunas realizaciones, el subconjunto del sensor de flujo 210 se dispone después del subconjunto del sensor de flujo 210 para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido. En algunas realizaciones, la base del sensor de flujo 220 es reutilizable y puede usarse con diferentes subconjuntos del sensor de flujo 210.
- 15 Con referencia a las figuras 8 y 13-19B, una placa de circuito 700 de la presente invención para interactuar con un sensor de flujo 210 que incluye elementos piezoeléctricos 150, 151, a fin de transmitir una señal de flujo indicativa de un flujo de un medicamento fluido, incluye una base o placa de circuito 700, un primer par de contactos de resorte 750, un segundo par de contactos de resorte 750 y una pluralidad de pines 385 en contacto eléctrico con una pluralidad de trazas de circuito eléctrico. En una realización, la placa de circuito 700 incluye una pluralidad de trazas de circuito eléctrico que tienen un primer extremo y un segundo extremo. En otra realización, la placa de circuito 700 puede contener una memoria no volátil, que contiene el número de serie del sensor 210, los datos de calibración y/o las constantes de cálculo de flujo para la comunicación al microprocesador electrónico de la base 220.
- 20 Con referencia a las figuras 15-16C, el primer par de contactos de resorte 750 para polarización e interfaz eléctrica con un primer elemento piezoeléctrico 150 está montado en un primer extremo de la placa de circuito 700 y está en comunicación eléctrica con al menos una traza de circuito eléctrico. Además, el segundo par de contactos de resorte 750 para polarización e interfaz eléctrica con un segundo elemento piezoeléctrico 151 está montado en un segundo extremo de la placa de circuito 700 y está en comunicación eléctrica con al menos una traza de circuito eléctrico. La pluralidad de pines 385 está en contacto eléctrico con la pluralidad de trazas del circuito eléctrico y está configurada para formar contactos eléctricos con la pluralidad de contactos 386. En una realización, cada uno de los contactos de resorte 750 están preconfigurados de manera que la polarización contra el primer elemento piezoeléctrico 150 y la polarización contra el segundo elemento piezoeléctrico 151 sean equivalentes, y las trazas del circuito eléctrico están configuradas de manera que cada uno de los pines 385 están en comunicación eléctrica con un solo contacto de resorte 750.
- 25 Con referencia a las figuras 15-18, en una realización, cada par de contactos de resorte 750 comprende un par de resortes laminares en voladizo 759 montados en la placa de circuito 700. Haciendo referencia a las figuras 17 y 18, un resorte laminar en voladizo 759 de la presente invención puede incluir unas espigas 756, un brazo en voladizo 757 y un área de contacto 758 que tiene una protuberancia 780. Las trazas del circuito eléctrico se proporcionan en una superficie frontal de la placa de circuito 700, y los contactos de resorte 750 se extienden desde una superficie posterior de la placa de circuito 700. En una realización, cada uno de los resortes laminares en voladizo 759 incluye una protuberancia en forma de montículo, por ejemplo, una protuberancia 780, que contacta una superficie de los elementos piezoeléctricos 150, 151.
- 30 En una realización, la placa de circuito 700 está formada integralmente con una carcasa del sensor de flujo 211, 212 mediante moldeo por inyección. La placa de circuito 700 puede ensamblarse en una carcasa del sensor de flujo 211, 212 en al menos dos orientaciones y proporciona la transmisión de una señal de flujo desde los elementos piezoeléctricos 150, 151 hasta un microprocesador. En una realización, la placa de circuito 700 se desecha después de que se usa un sensor de flujo 210 para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido. Ventajosamente, después de que se usa un sensor de flujo 210 para detectar el flujo de al menos un medicamento fluido, la placa de circuito 700 se puede usar con un sensor de flujo 210 diferente.
- 35 Con referencia a las figuras 16A-16C, el primer contacto de resorte 750 comprende un par de resortes laminares en voladizo opuestos 759, que se acoplan a un punto de contacto aguas arriba en el primer elemento piezoeléctrico 150 y un punto de contacto aguas abajo en el primer elemento piezoeléctrico 150, y el segundo contacto de resorte 750 comprende un par de resortes laminares en voladizo opuestos 759 que se acoplan a un punto de contacto aguas arriba en el segundo elemento piezoeléctrico 151 y un punto de contacto aguas abajo en el segundo elemento piezoeléctrico 151.
- 40 Con referencia a las figuras 16A-16C y 19B, en una realización, el primer contacto de resorte 750 comprende una primera mitad del resorte laminar en voladizo bifurcado 750a, que se acopla a un primer elemento piezoeléctrico 150, y una segunda mitad del resorte laminar en voladizo bifurcado 750b, que se acopla al lado opuesto del mismo elemento piezoeléctrico 150.
- 45 Con referencia a la figura 20, el subconjunto del tubo de flujo 10 incluye un tubo de flujo 100, un primer elemento piezoeléctrico o transductor aguas arriba 150, un segundo elemento piezoeléctrico o transductor aguas abajo 151, un accesorio de entrada 180 y un accesorio de salida 190.
- 50 Con referencia a la figura 21, los contactos de resorte 750 están asegurados a una placa de circuito 700. En una realización ejemplar, el diseño nominal de los contactos de resorte 750 en la placa de circuito 700 son independientes,

ES 2 790 851 T3

5 con un espacio libre de 0,5 mm. Con un cristal, por ejemplo, el transductor 150 o 151, los contactos de resorte 750 se desvían hacia afuera y se cargan en una posición desplazada de 0,75 mm, con una carga nominal de 75 g en cada contacto de resorte 750 para un diseño de 100 g/mm. Según el análisis, a 1 mm de desvío, la carga de deformación está cerca del límite elástico en un área de superficie de una curva grande, lo cual es satisfactorio. Los resortes nominales midieron 145 g/mm y 150 g/mm.

10 Con el espacio de contacto en un mínimo de 0,41 mm, la carga de contacto aumenta a un valor nominal de 148 g. Con base en los desafíos de la carga de deformación/el límite elástico y un margen de 150 g, la brecha podría corregirse +/- 0,2 mm. Si cede, se fijará y aún proporcionará una fuerza de resorte. Cualquier reducción en el grosor del cristal tendrá un efecto en la condición cargada y se evaluará. Otra observación es la tolerancia de los separadores en los contactos de resorte 750 que son más grandes que la dimensión misma.

15 Con referencia a las figuras 22A-22B, se ilustra una parte del sensor de flujo 210 en el extremo de salida 101 y se proporciona un análisis de tolerancia para una realización ejemplar. En una realización, el transductor es paralelo a la base. Como se muestra en las figuras 22A-22B, los contactos de resorte se muestran en un estado sin comprimir. Como se describe en el presente documento, la desviación se pasaría al borde del elemento piezoeléctrico asociado. Una observación es que la tolerancia de separación de 0,13 mm es mayor que la separación en sí de 0,05 mm en el contacto de resorte 750. Con referencia a la figura 22B, la superficie del PCB puede incluir unos hoyuelos 730, para proporcionar una referencia plana. En una realización, la altura de los hoyuelos 730 es de 0,05 mm.

20

REIVINDICACIONES

1. Un subconjunto de sensor de flujo (10) para detectar el flujo de un medicamento fluido que comprende lo siguiente:
 - 5 un tubo de flujo (100), que tiene una entrada del tubo de flujo (102) y una salida del tubo de flujo (101), a través de las cuales fluye dicho medicamento;
 - un primer elemento piezoeléctrico (150), dispuesto en una posición aguas arriba del tubo de flujo (100), y un
 - segundo elemento piezoeléctrico (151) dispuesto en una posición aguas abajo del tubo de flujo (100); el primer
 - 10 elemento piezoeléctrico (150) y el segundo el elemento piezoeléctrico (151) están montados a una distancia preseleccionada entre sí;
 - un primer contacto de resorte (750) y
 - un segundo contacto de resorte (750),
 - en donde cada uno de dichos contactos de resorte (750) están fijados a una base (700), en donde dicha base
 - (700) tiene un circuito para conducir una señal eléctrica hacia y desde dichos contactos de resorte hacia un
 - 15 microprocesador, y dicho primer contacto de resorte está en comunicación eléctrica con dicho primer elemento piezoeléctrico, y dicho segundo contacto de resorte está en comunicación eléctrica con dicho segundo elemento piezoeléctrico, y dicho primer contacto de resorte tiene una primera fuerza de contacto contra dicho primer elemento piezoeléctrico, y dicho segundo contacto de resorte tiene una segunda fuerza de contacto contra dicho
 - segundo elemento piezoeléctrico,
 - 20 en donde dicha primera fuerza de contacto es equivalente a dicha segunda fuerza de contacto.
2. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 1, en el que el tubo de flujo (100) comprende, además, un
- 25 tubo de flujo interno (100) y accesorios terminales (180, 190), para fijar el tubo de flujo interno a los accesorios terminales, y el primer y el segundo elementos piezoeléctricos (150, 151) están montados en los accesorios terminales.
3. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 1, en el que dicho primer contacto de resorte (750) comprende un par de resortes laminares en voladizo (759), y dicho segundo contacto de resorte (750) comprende un
- 30 par de resortes laminares en voladizo (759).
4. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 3, en el que dicho circuito se proporciona en una superficie frontal y una superficie posterior de una placa de PCB, y dichos primer y segundo contactos de resorte (750) son impulsados elásticamente contra dichos primer y segundo elementos piezoeléctricos (150, 151), respectivamente,
- 35 cuando dichos primer y segundo elementos piezoeléctricos se insertan entre cada uno de dicho par de resortes en voladizo (759).
5. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 4, en el que dicho circuito está formado integralmente con una carcasa de sensor de flujo (210, 211, 212) mediante moldeo por inyección.
- 40 6. El subconjunto de sensor de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho primer elemento piezoeléctrico (150) y dicho segundo elemento piezoeléctrico (151) tienen forma anular y rodean al tubo de flujo (100) en cada punto de montaje respectivo.
7. El subconjunto de sensor de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho subconjunto de sensor de flujo (10) está contenido dentro de una carcasa de sensor de flujo (210, 211, 212), en donde dicha carcasa de sensor de flujo está acoplada a una base de sensor de flujo (220) que contiene dicho microprocesador y dicho circuito incluye pines de
- 45 conexión (385) para proporcionar dicha señal eléctrica desde dicho subconjunto de sensor de flujo a dicho microprocesador dentro de dicha base de sensor de flujo.
8. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 7, en el que dicho subconjunto de sensor de flujo (10) es desechable después de que dicho subconjunto de sensor de flujo se use para detectar el flujo de al menos un
- 50 medicamento fluido.
9. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 8, en el que la base del sensor de flujo (220) puede volver a utilizarse con un subconjunto de sensor de flujo diferente.
- 55 10. El subconjunto de sensor de flujo según la reivindicación 1, en el que dicho primer contacto de resorte (750) comprende un par de resortes laminares en voladizo opuestos (759), que se acoplan a un punto de contacto aguas arriba en dicho primer elemento piezoeléctrico (150), y un punto de contacto aguas abajo en dicho primer elemento piezoeléctrico; dicho segundo contacto de resorte (750) comprende un par de resortes laminares en voladizo opuestos
- 60 (759), que se acoplan a un punto de contacto aguas arriba en dicho segundo elemento piezoeléctrico (151) y un punto de contacto aguas abajo en dicho segundo elemento piezoeléctrico, y los puntos de contacto aguas arriba y los puntos de contacto aguas abajo tienen la misma fuerza en cada uno del primer y del segundo elementos piezoeléctricos.
11. El subconjunto de sensor de flujo, según la reivindicación 3, en el que dicho primer contacto de resorte (750) comprende un resorte laminar en voladizo bifurcado (750a, 750b), que se acopla a dicho primer elemento piezoeléctrico

(150), y dicho segundo contacto de resorte (750) comprende un resorte laminar en voladizo bifurcado (750a, 750b) que se copla a dicho segundo elemento piezoeléctrico (151).

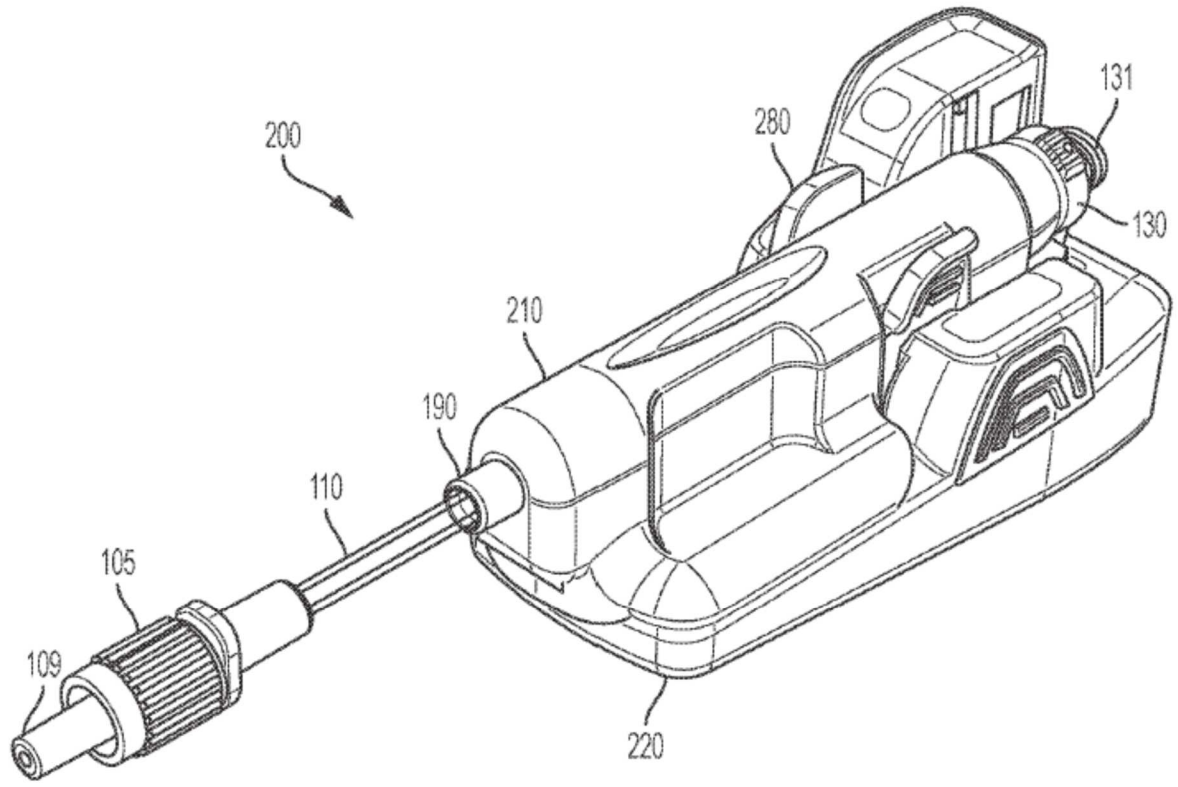


FIG. 1

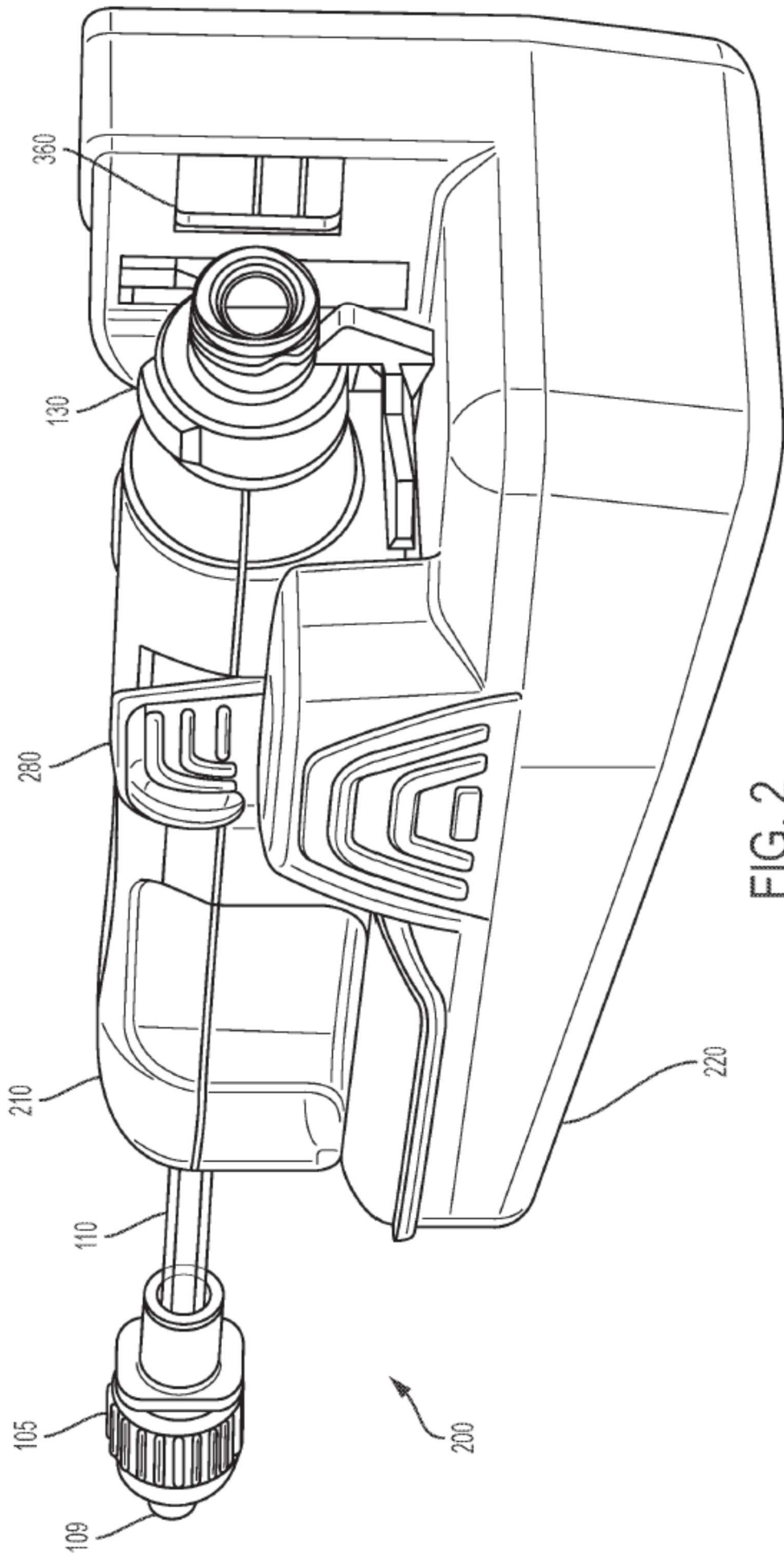


FIG. 2

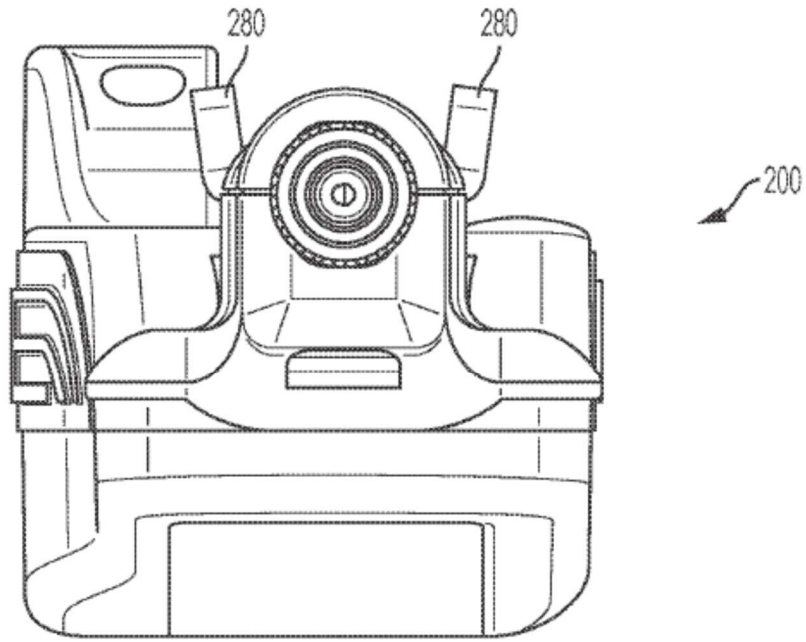


FIG. 3A

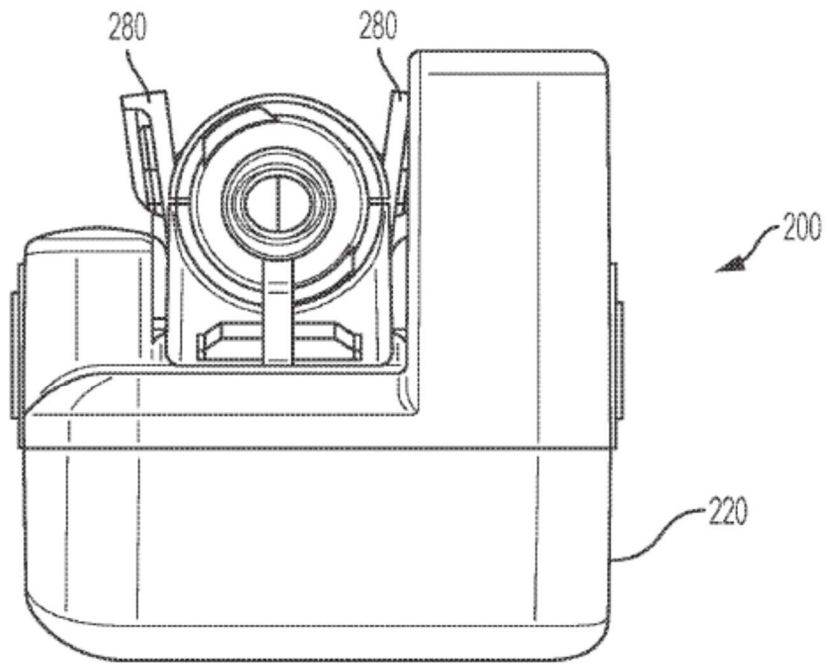


FIG. 3B

VER FIG. 4B

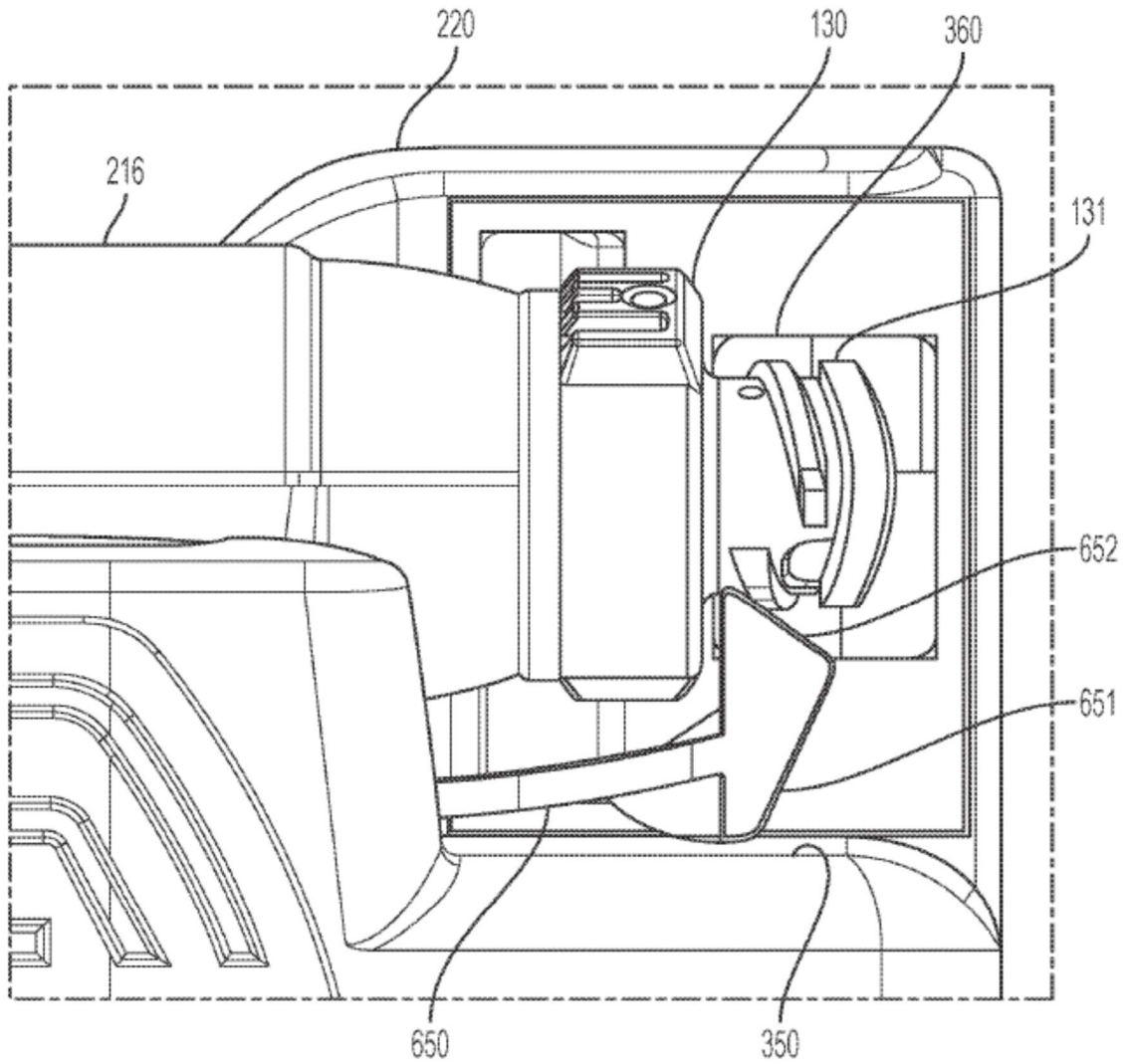
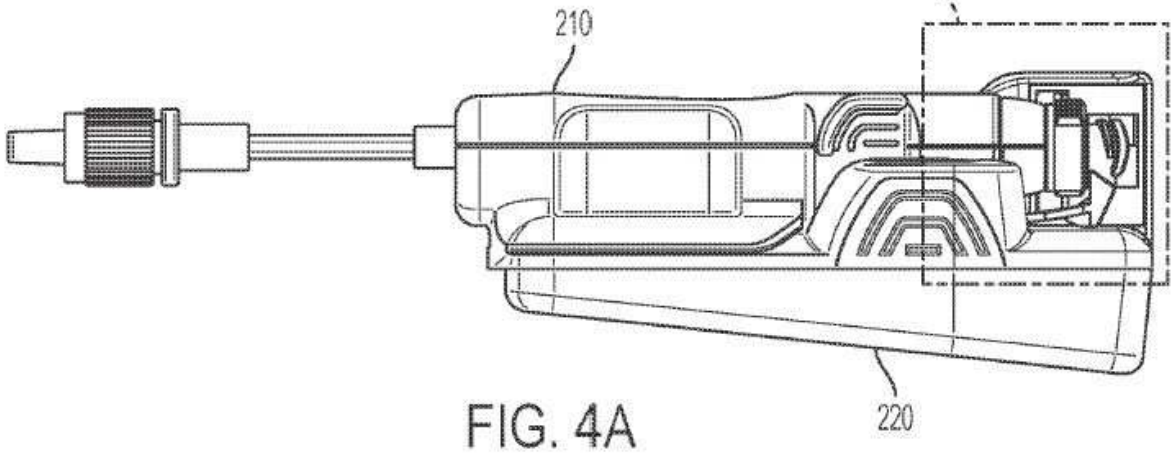


FIG. 4B

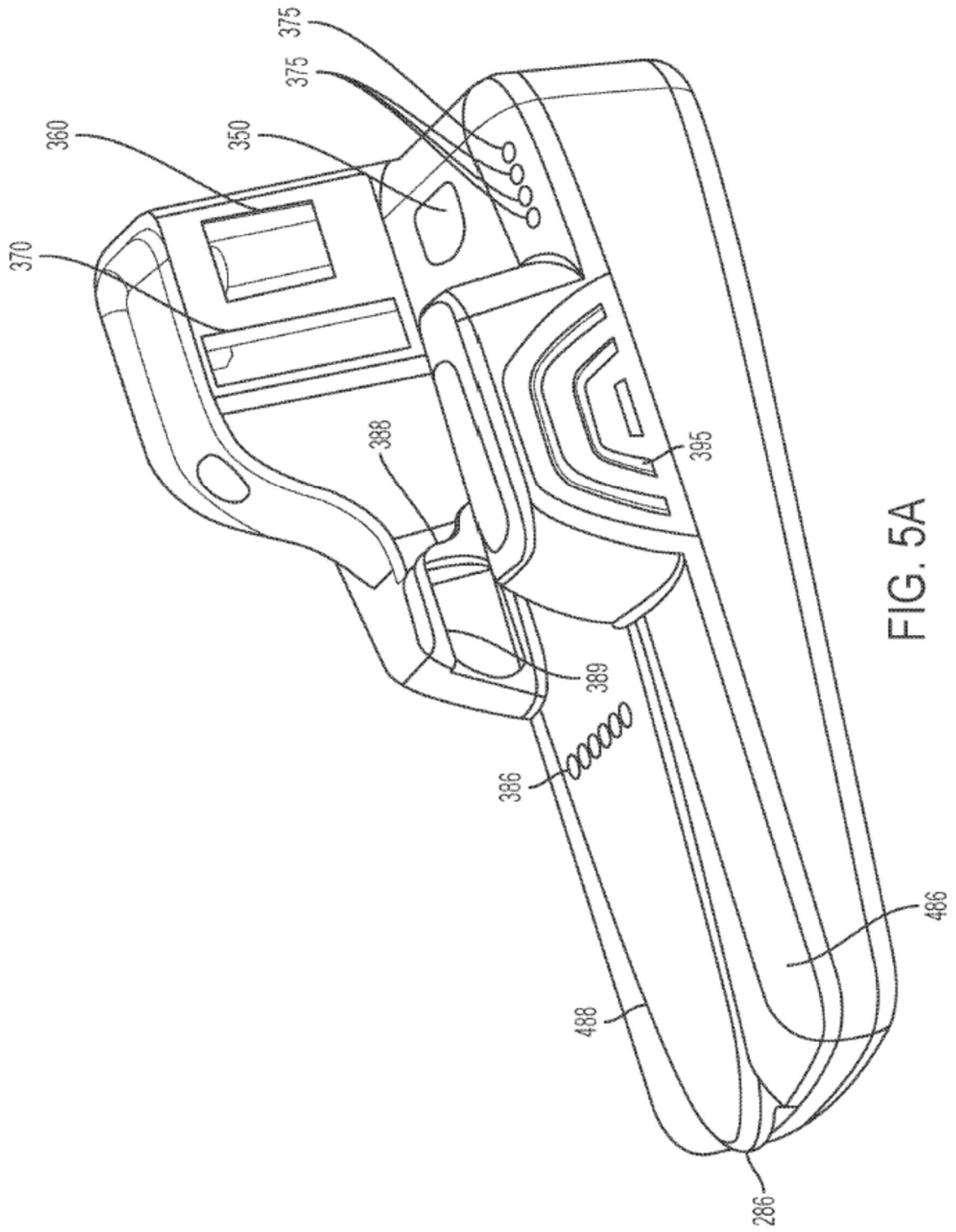


FIG. 5A

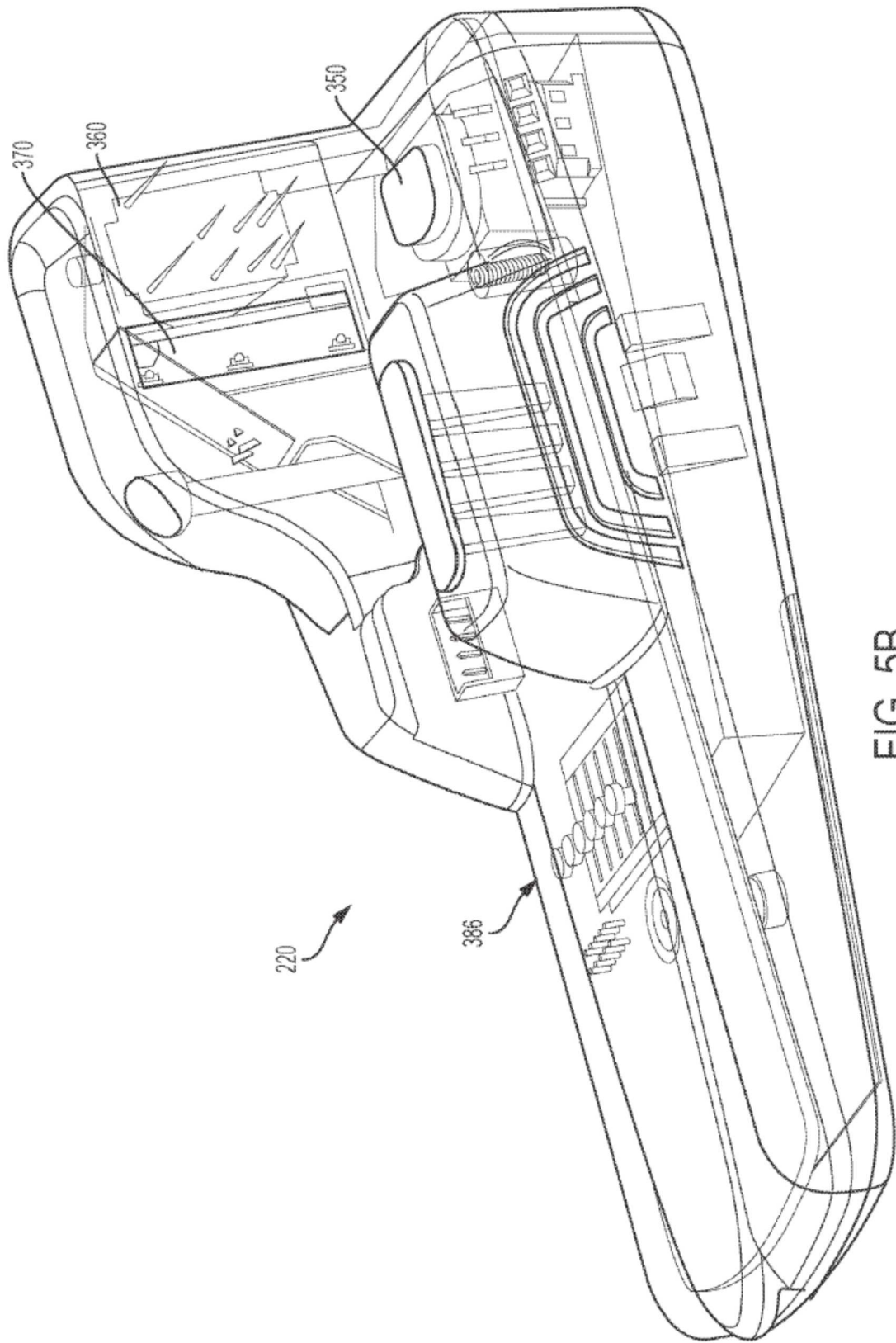


FIG. 5B

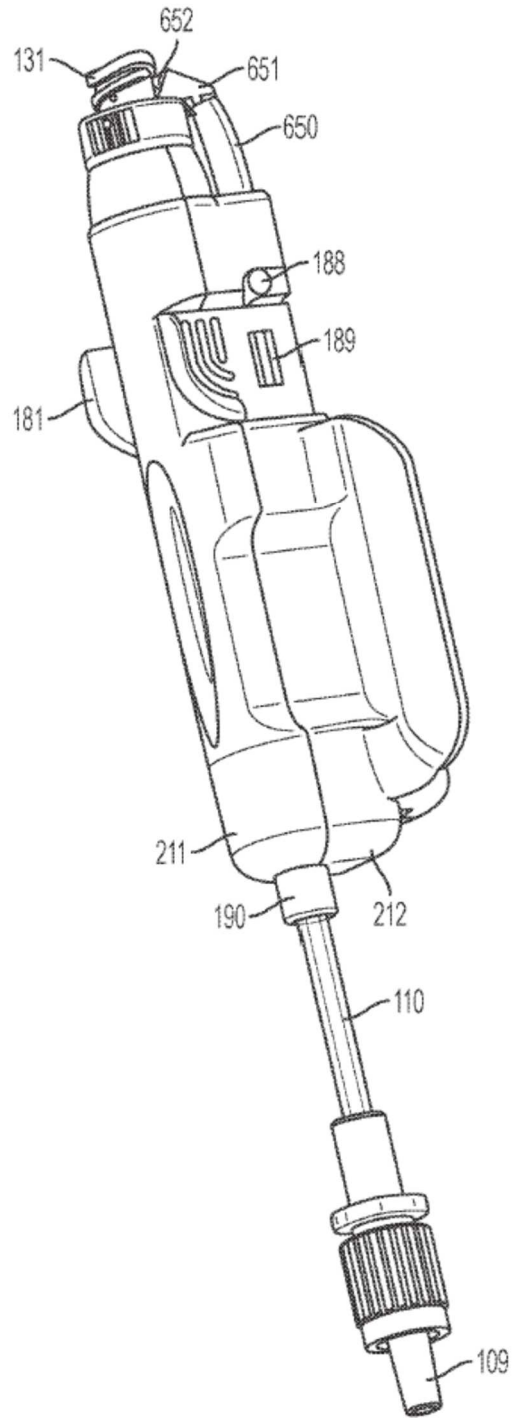


FIG. 6

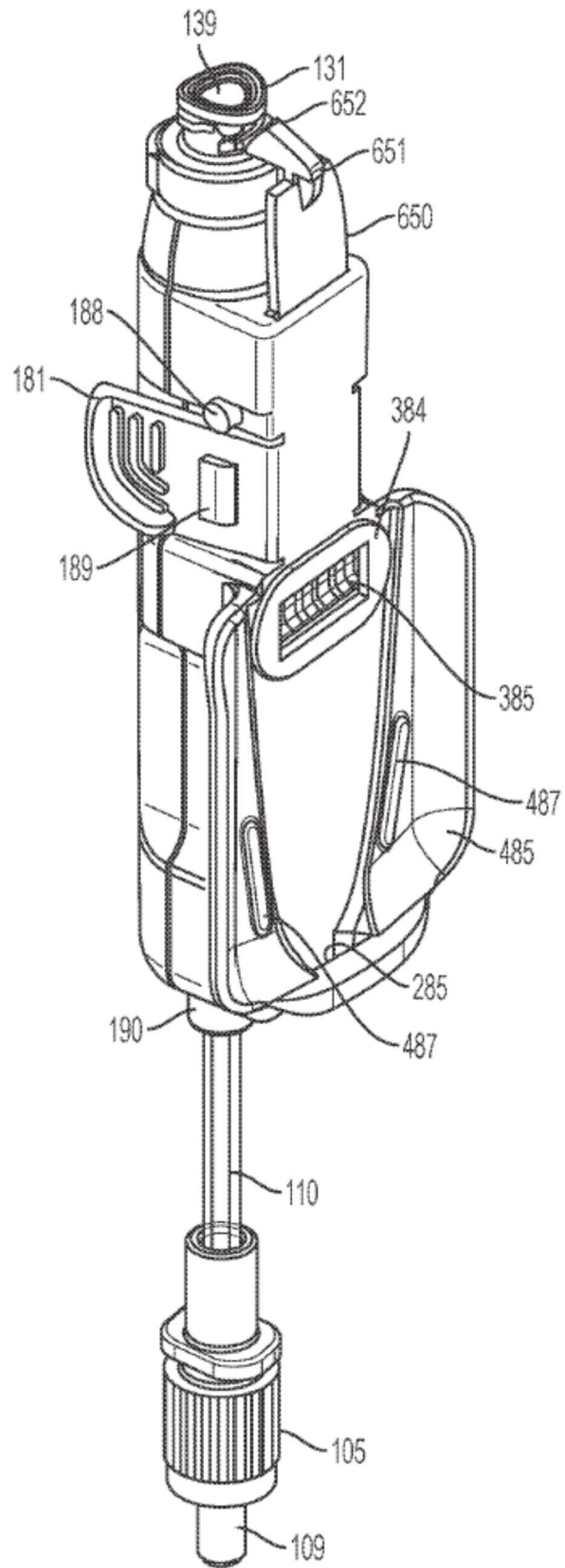


FIG. 7

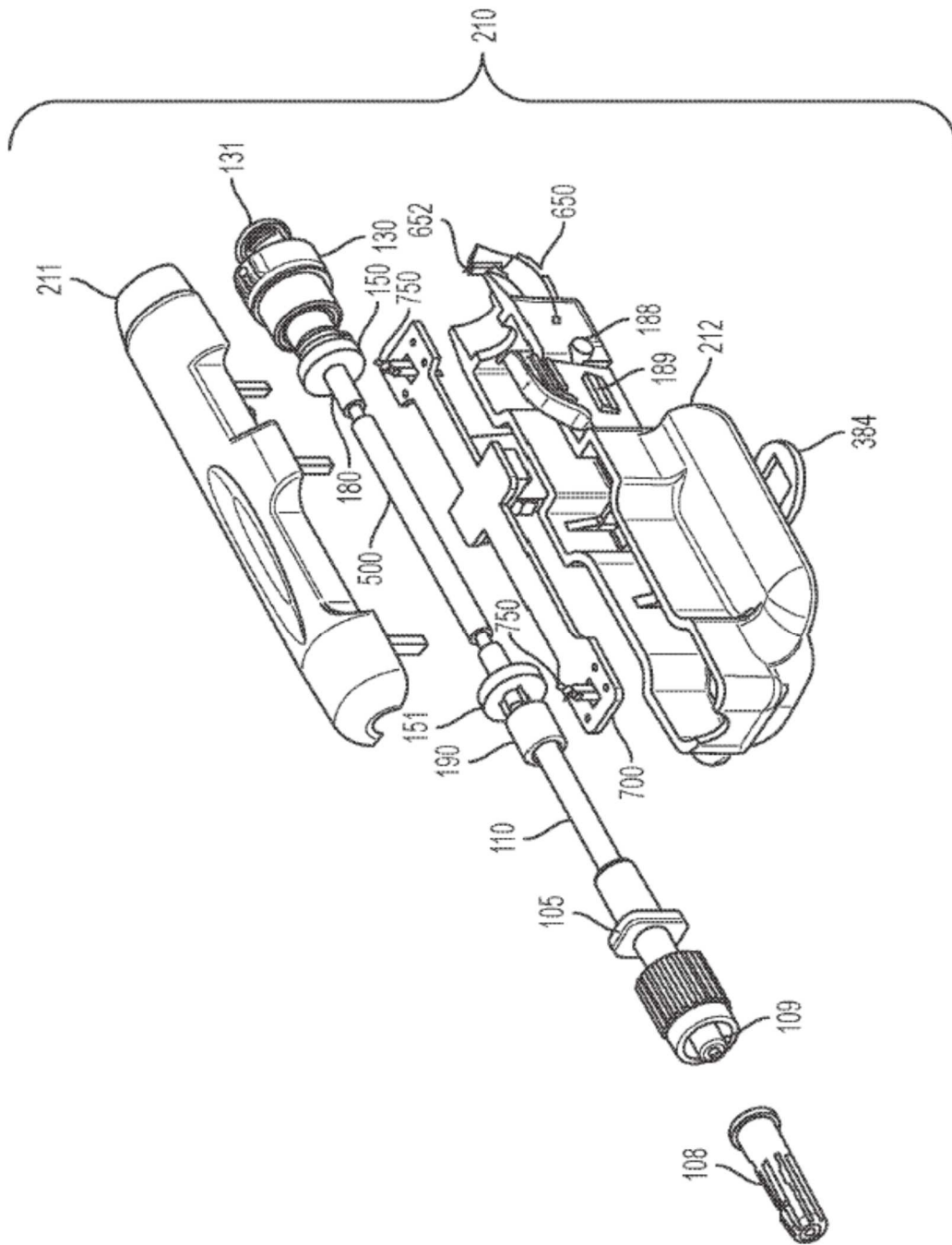
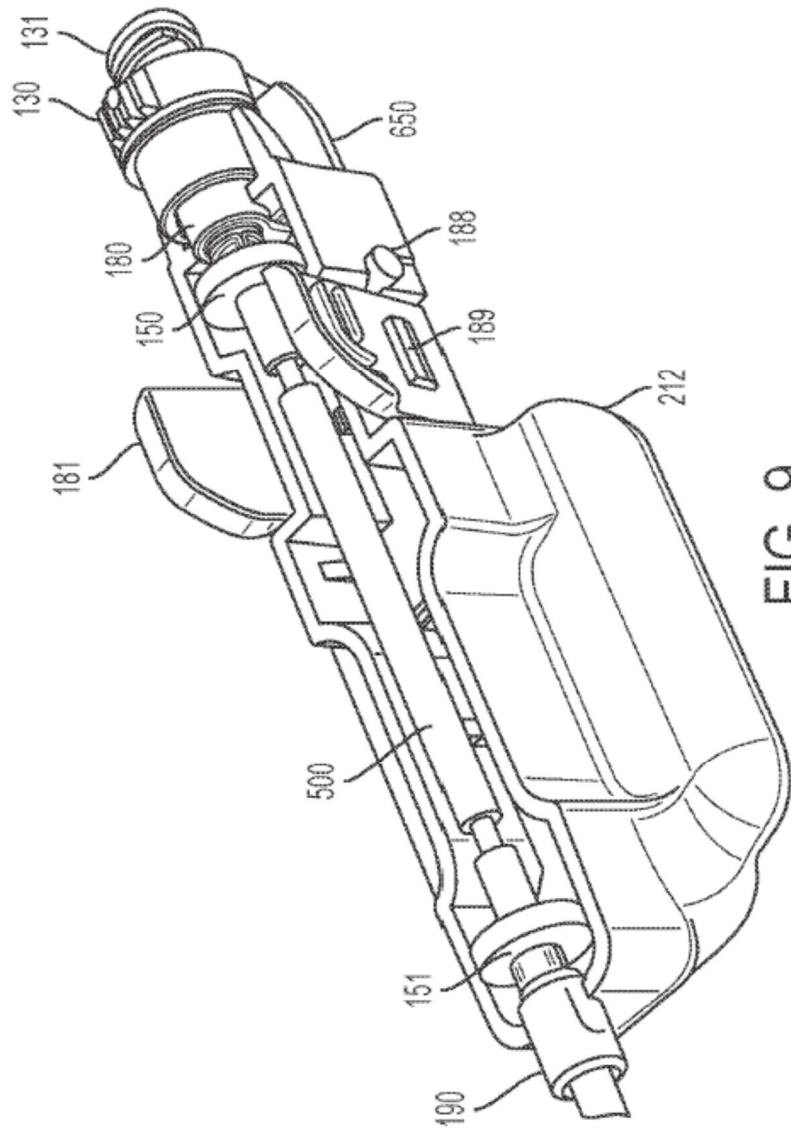
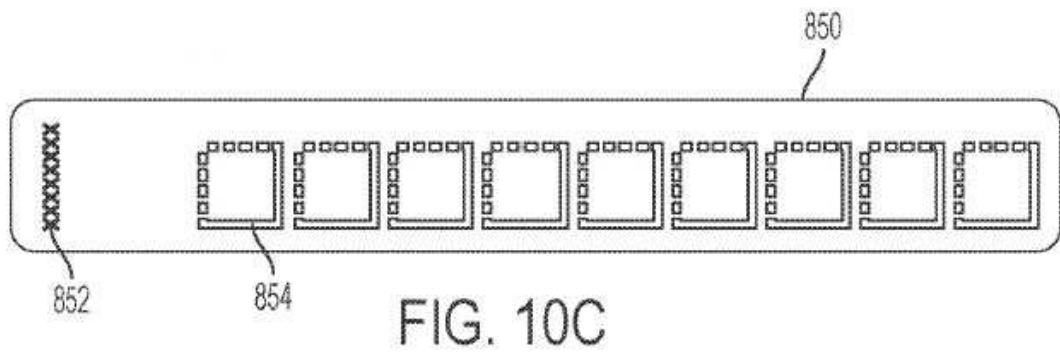
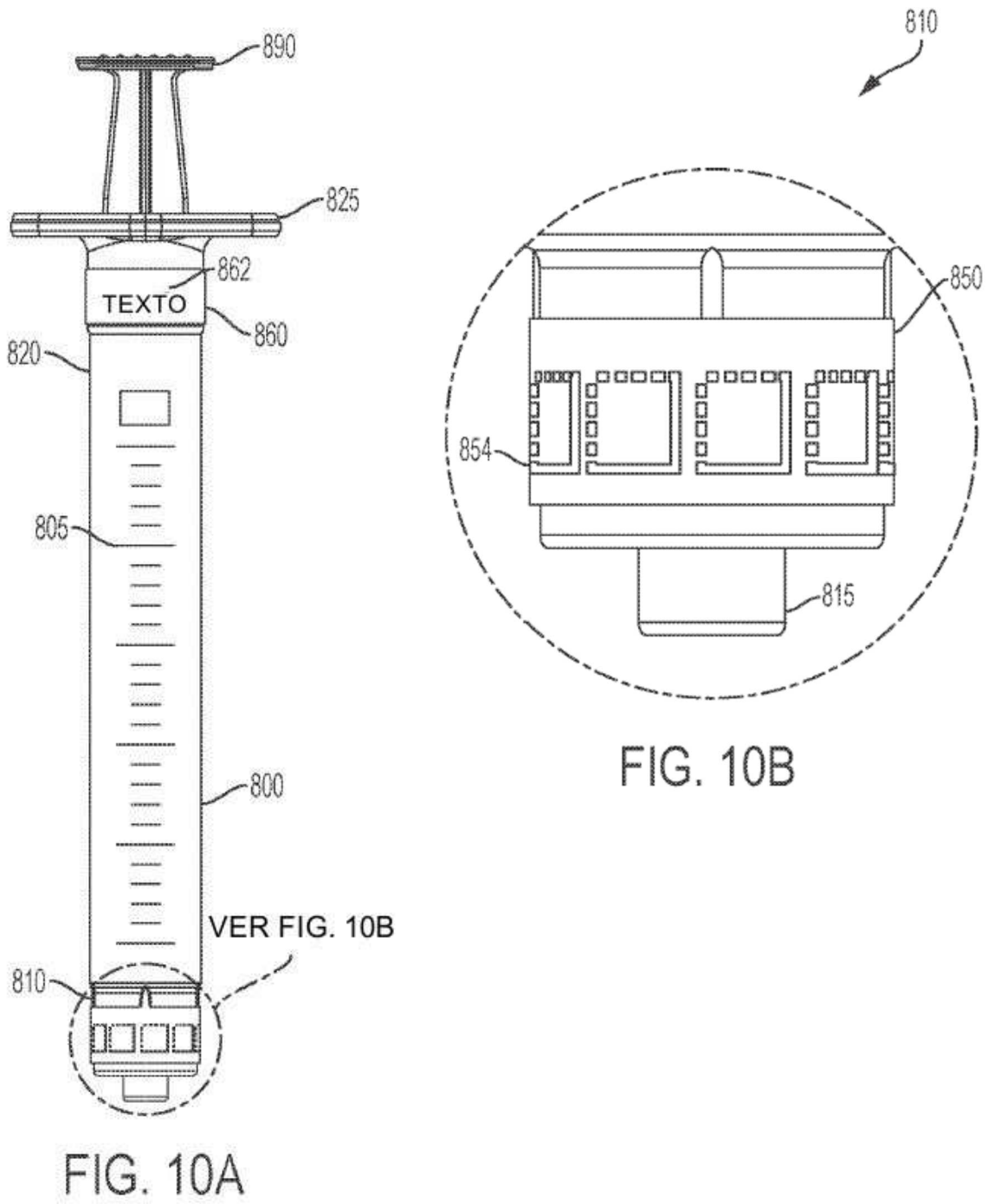


FIG. 8





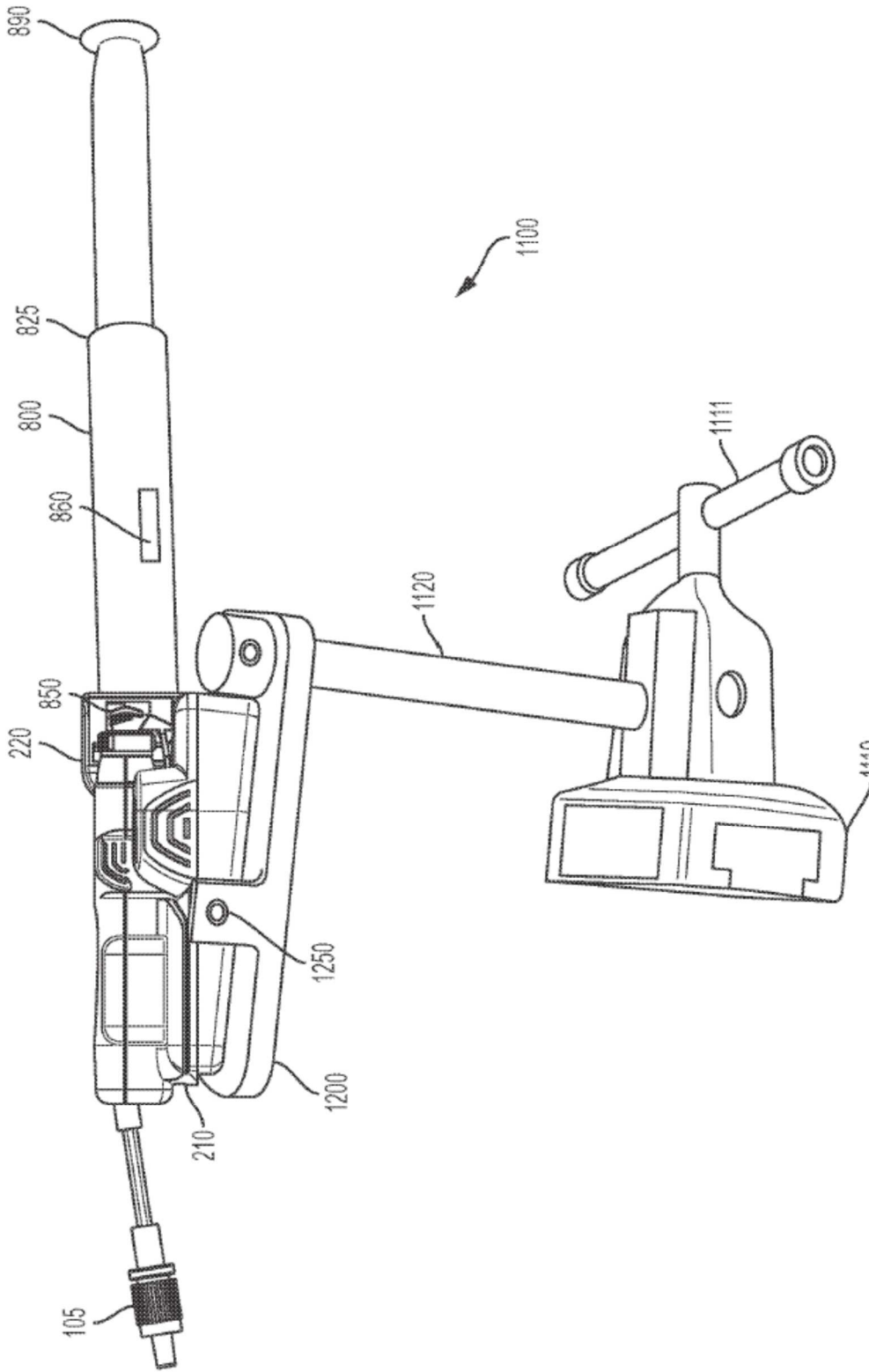


FIG. 12

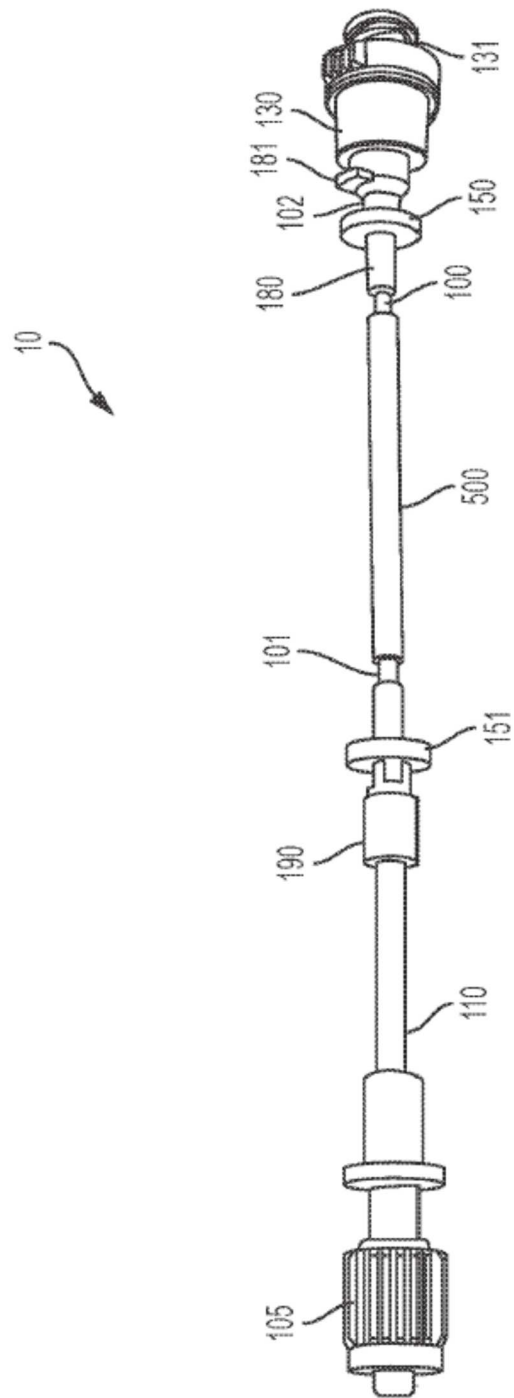


FIG. 13

ES 2 790 851 T3

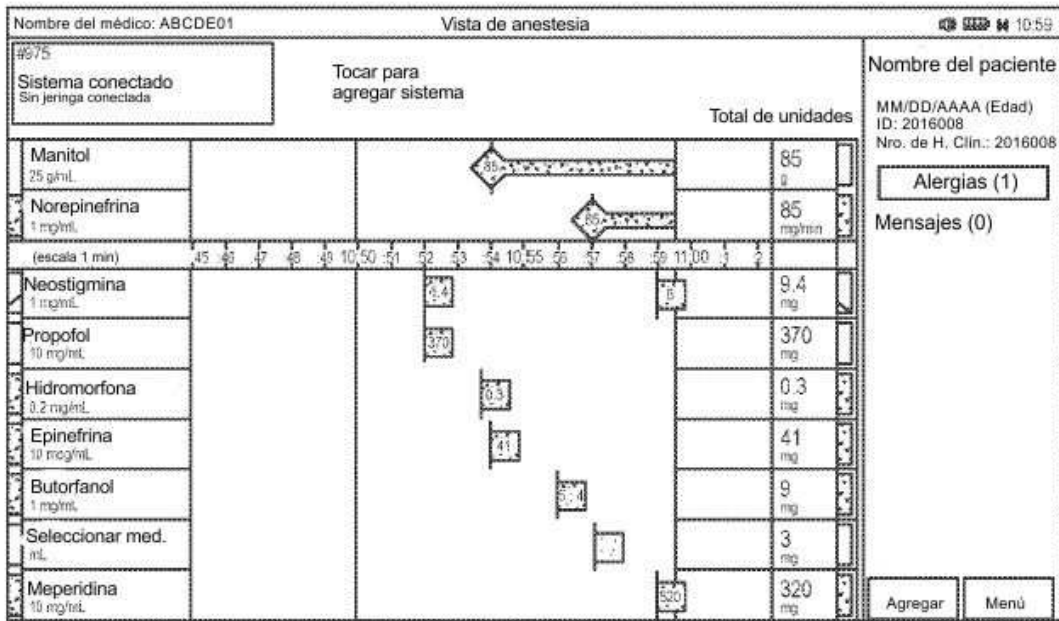


FIG. 14A

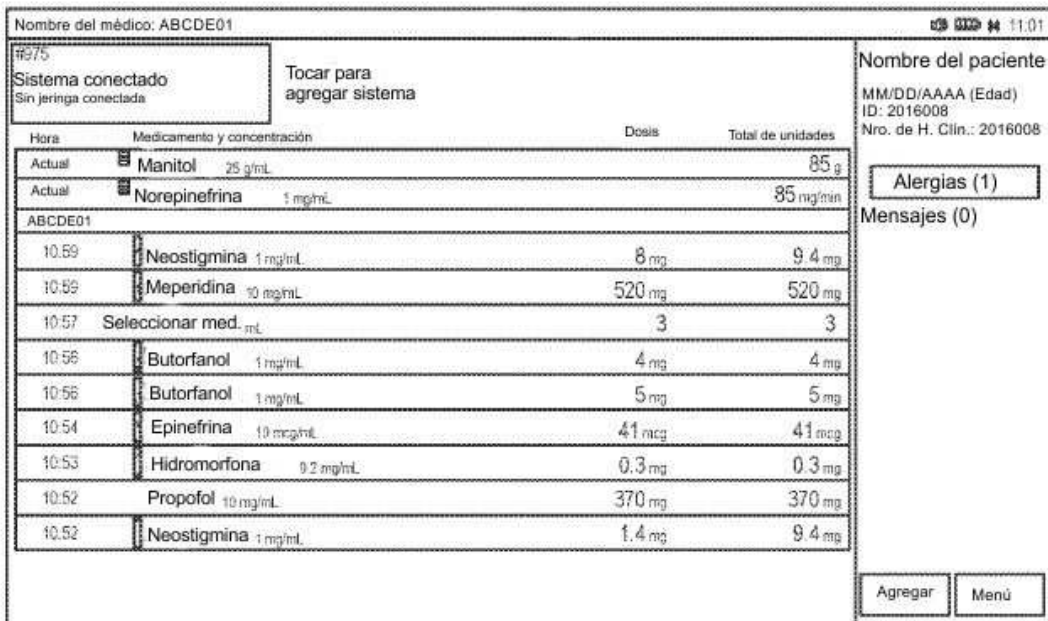


FIG. 14B

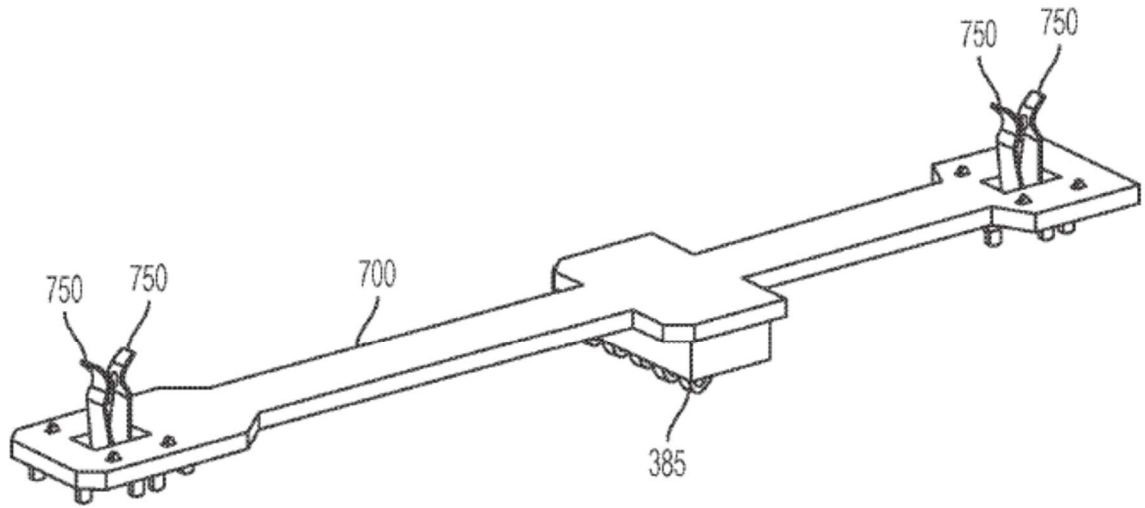


FIG. 15

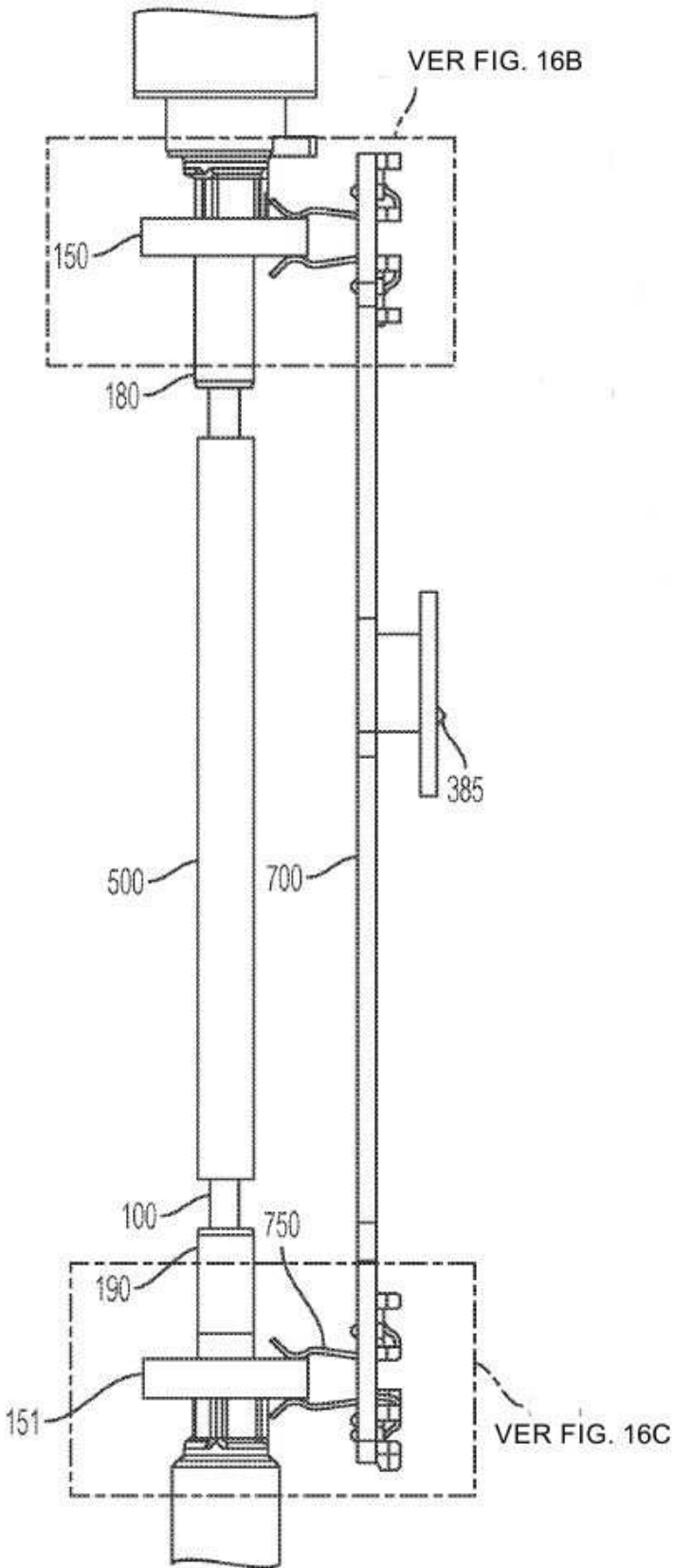


FIG. 16A

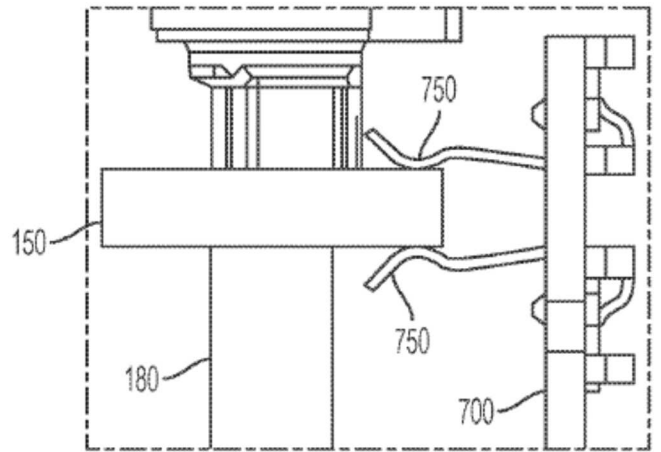


FIG. 16B

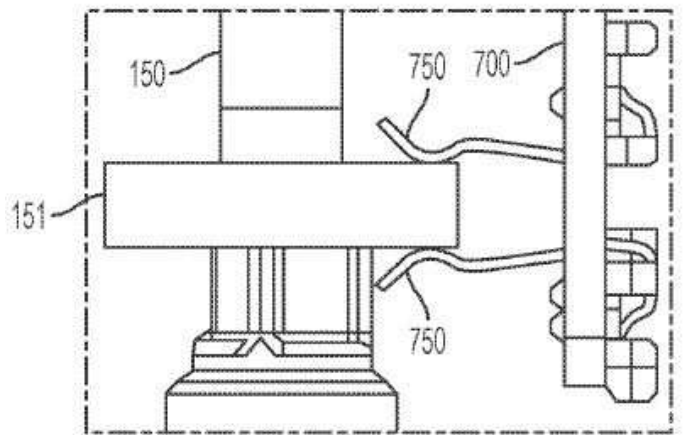


FIG. 16C

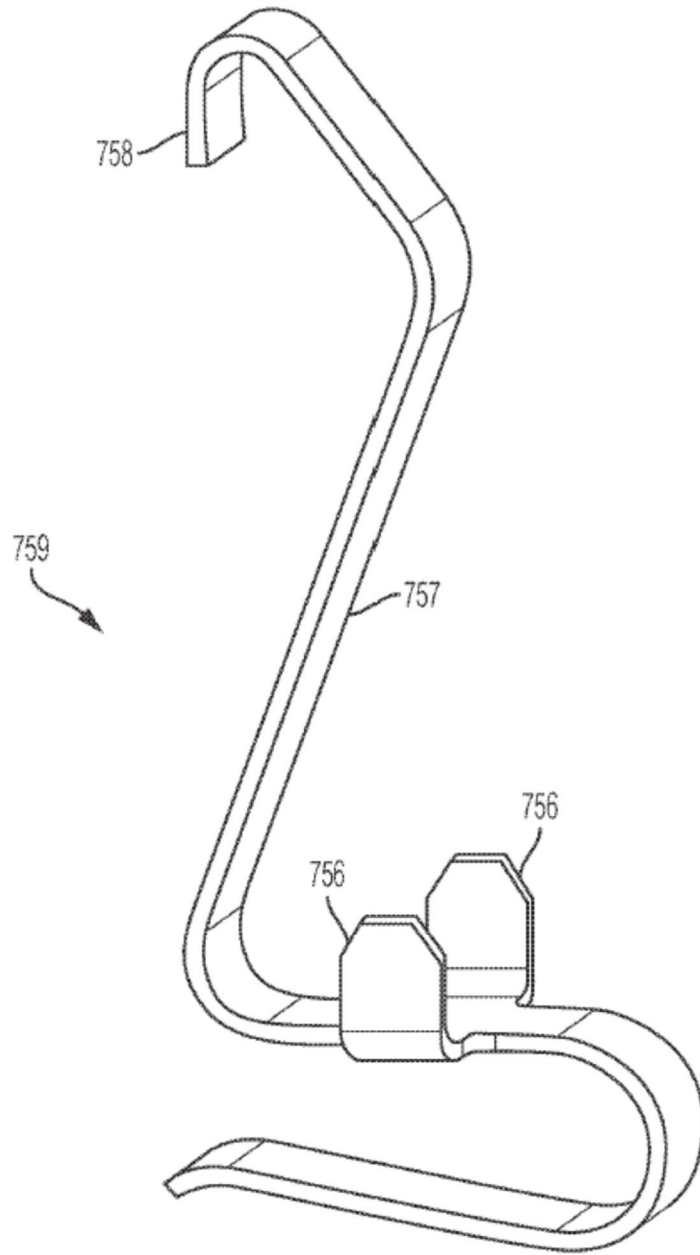


FIG. 17

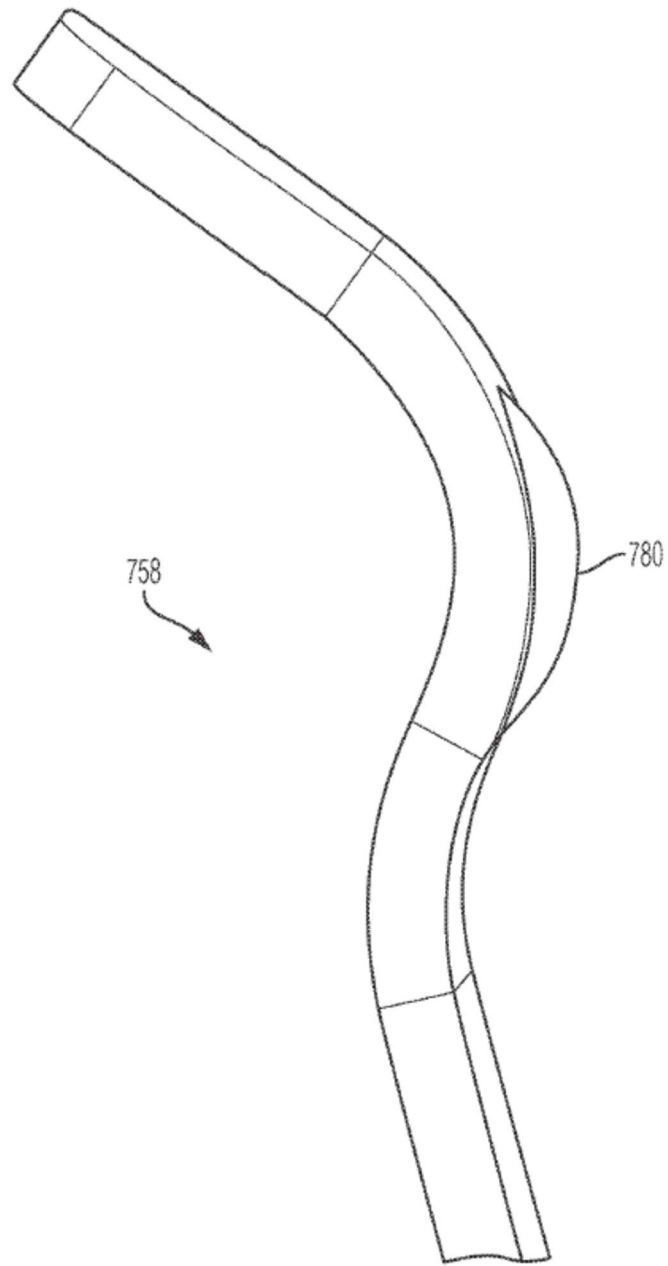


FIG. 18

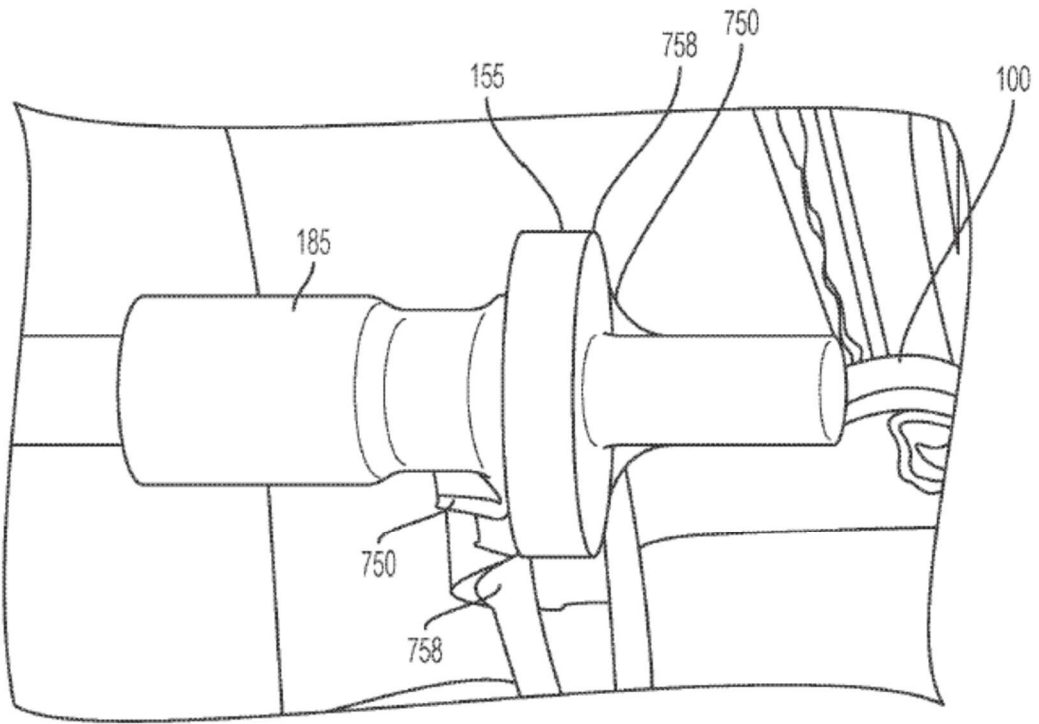


FIG. 19A

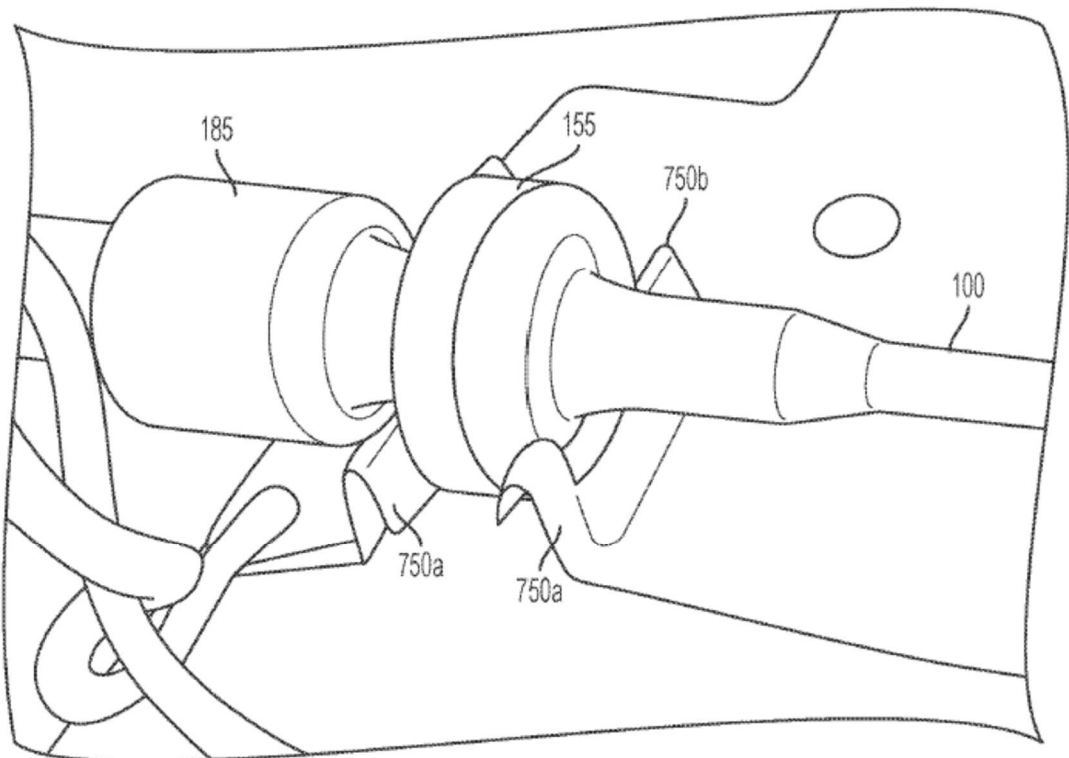


FIG. 19B

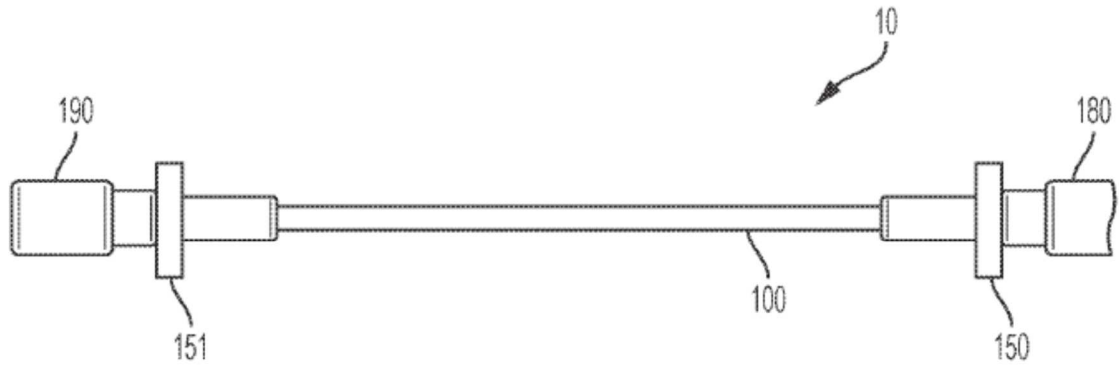


FIG. 20

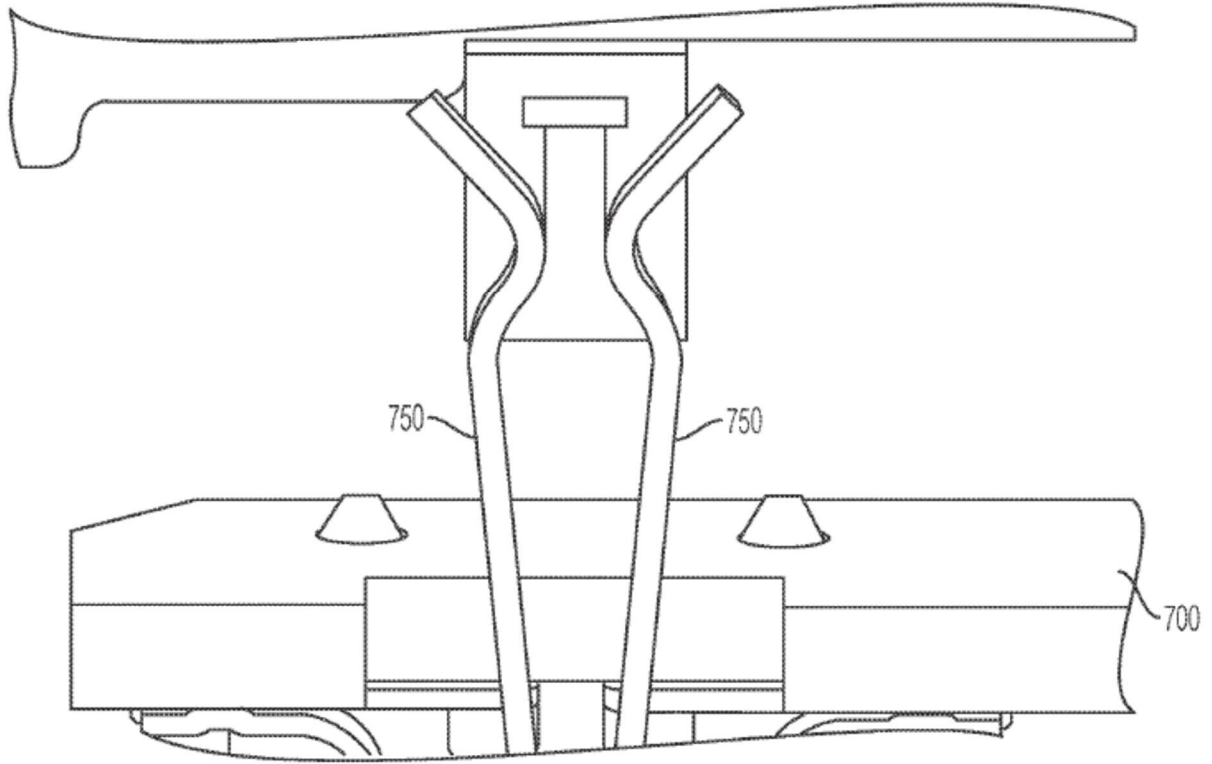


FIG. 21

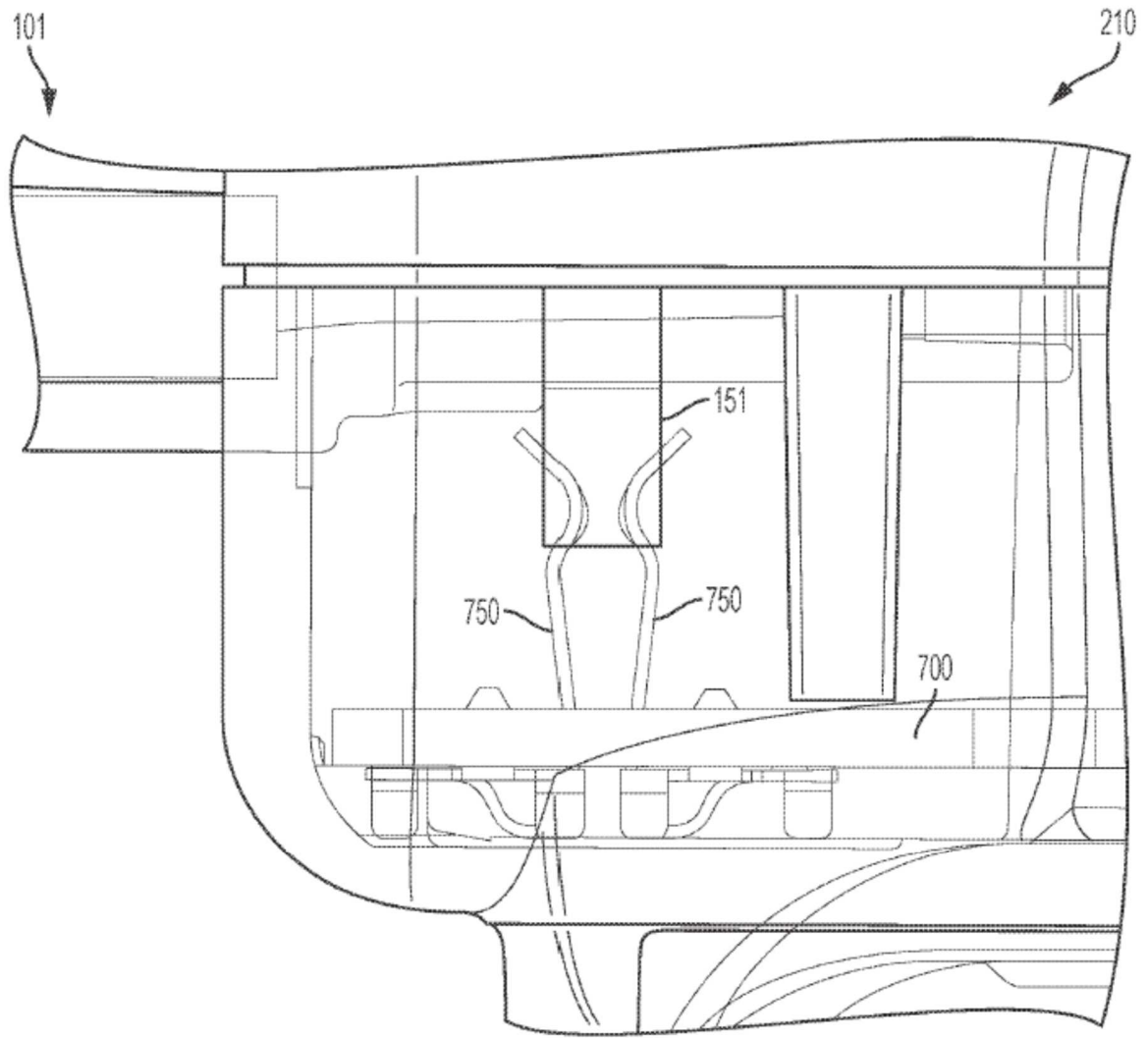


FIG. 22A

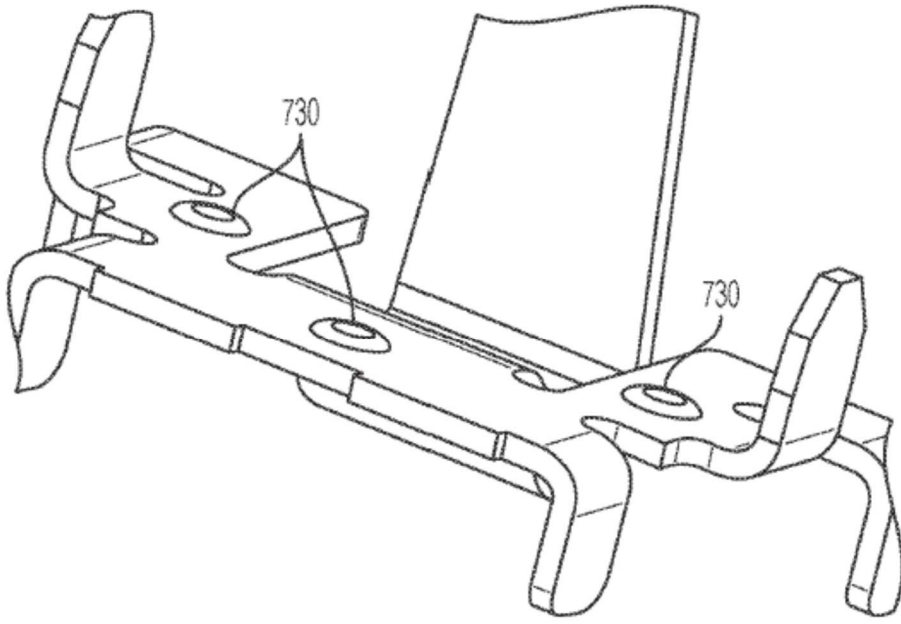


FIG. 22B