

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 773**

51 Int. Cl.:

**F04B 53/22** (2006.01)

**F04B 43/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2016 PCT/IB2016/050057**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2016 WO16110812**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2016 E 16709105 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3247906**

54 Título: **Bomba peristáltica, en particular bomba de dosificación**

30 Prioridad:

**08.01.2015 IT RM20150006**

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

**18.03.2021**

73 Titular/es:

**SEKO S.P.A. (100.0%)  
Via Salaria Km 92,200, Santa Rufina  
02010 Cittaducale (RI) , IT**

72 Inventor/es:

**QUINTARELLI, MAURO y  
ESPOSITO, LUIGINO**

74 Agente/Representante:

**VÁZQUEZ FERNÁNDEZ-VILLA, Concepción**

ES 2 812 773 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**

Bomba peristáltica, en particular bomba de dosificación

5 La presente invención se refiere a una bomba peristáltica, en particular a una bomba de dosificación, que permite de una manera simple, fiable y eficiente simplificar y agilizar las operaciones de montaje, instalación y mantenimiento, reduciendo al mismo tiempo sus costes.

10 A continuación en la presente descripción se hará referencia principalmente a bombas de dosificación peristálticas. Sin embargo, debe observarse que la bomba peristáltica según la invención también puede ser diferente de una bomba de dosificación y usarse en cualquier circuito hidráulico para aplicaciones diferentes del mezclado, tal como por ejemplo la dispensación de bebidas o siropes, que permanecen aún dentro del alcance de protección de la presente invención.

15 Además, a continuación se hará referencia a una bomba peristáltica que tiene una forma específica desprovista de salientes en las paredes laterales, que es compacta y puede aplicarse a una amplia variedad de estructuras diferentes. Sin embargo, debe observarse que la bomba peristáltica según la invención también puede tener diferentes formas, que permanecen aún dentro del alcance de protección de la presente invención.

20 Se conoce que los aparatos de mezclado están ampliamente extendidos. En particular, en el campo de la limpieza y desinfección de superficies, tales aparatos permiten tanto un tratamiento sólo con agua como una adición de productos químicos concentrados, tales como por ejemplo desinfectantes, jabones, espumas húmedas y espumas secas. Tales aparatos comprenden bombas de dosificación que contribuyen al mezclado de las diversas sustancias con agua y a dispensar la mezcla obtenida según dosificaciones exactas.

25 Un tipo usado habitualmente de bomba de dosificación es la bomba peristáltica, gracias a su funcionamiento generalmente simple que permite una dosificación exacta. Tal como se conoce, una bomba peristáltica comprende (al menos) un tubo que se comprime mediante dos o más rodillos (o elementos similares) de los que está dotado un rotor puesto en rotación mediante un motor eléctrico; los extremos del tubo se conectan a unos conductos primero y segundo, cada uno de los cuales está dotado ventajosamente de una junta respectiva, y tanto el primer conducto como el segundo conducto pueden funcionar alternativamente como conducto de entrada y como conducto de salida, dependiendo de la dirección de rotación del rotor. Cuando el conducto que funciona como conducto de entrada está conectado a una fuente de fluido (por ejemplo, un suministro hidráulico o un tanque), gracias a las variaciones de presión creadas en las diversas partes del tubo separadas por los rodillos de compresión, el fluido se aspira en el tubo y se dispensa desde el conducto que funciona como conducto de salida.

35 Algunas bombas peristálticas de la técnica anterior se dan a conocer en los documentos US 2007/0148010 A1, EP 2098729 A1, US 2010/0129248 A1, US 2013/0251561 A1.

40 Sin embargo, las bombas peristálticas de la técnica anterior adolecen de algunos inconvenientes.

De hecho, las disposiciones específicas de los componentes de una bomba no son accesibles fácilmente, dado que el desmontaje del alojamiento que contiene los mismos requiere retirar numerosos elementos que garantizan su fijación, tales como tornillos y pernos, y/o su conexión eléctrica, tales como cables de potencia del motor eléctrico.

45 Por tanto, un objeto de la presente invención es hacer que las intervenciones de montaje e instalación y mantenimiento sean simples y rápidas y, por consiguiente, económicas.

50 Una objeto específico de la presente invención es una bomba peristáltica, en particular una bomba de dosificación, que comprende un alojamiento, que contiene un motor eléctrico y un engranaje reductor configurado para accionarse mediante el motor eléctrico, y un cabezal configurado para acoplarse de manera retirable al alojamiento, alojando el cabezal un tubo que comprende dos extremos accesibles y un rotor dotado de dos o más elementos de compresión configurados para comprimir el tubo, estando dotado el rotor de un buje configurado para conectarse mecánicamente al engranaje reductor cuando el cabezal está acoplado al alojamiento, caracterizada porque el alojamiento aloja adicionalmente una o más placas de alineación para alinear el engranaje reductor, estando acopladas dichas una o más placas de alineación al alojamiento por medio de medios de conexión de ajuste a presión.

60 En las reivindicaciones dependientes 2 a 15 se definen realizaciones adicionales de la bomba peristáltica según la invención.

Las ventajas ofrecidas por la bomba peristáltica según la invención son evidentes.

65 En primer lugar, la bomba peristáltica según la invención tiene los componentes eléctricos (por ejemplo, el tablero de circuito impreso de control y el motor eléctrico) y el engranaje reductor que están acoplados dentro del alojamiento por medio de ajustes a presión, con lo que la bomba está desprovista de cualquier elemento mecánico de fijación

(tales como tornillos y pernos) que necesita manejarse específicamente.

Además, la bomba peristáltica según la invención puede comprender opcionalmente un engranaje reductor integrado dentro del alojamiento que usa ruedas dentadas del mismo tipo (es decir, forma, incluyendo la configuración de los dientes y su paso) y tamaño. Esto permite simplificar y agilizar incluso más las operaciones de montaje, instalación y mantenimiento, reduciendo al mismo tiempo sus costes, a diferencia de las bombas peristálticas de la técnica anterior que usan motores de engranajes comerciales fijados con tornillos dentro de la carcasa.

Opcionalmente, la bomba peristáltica según la invención puede tener un tablero de circuito impreso de control que tiene una configuración tal que pueden obtenerse dos tableros (de manera antisimétrica) separando dos partes de un tablero rectangular o cuadrado a lo largo de una línea de sección, no necesariamente pero opcionalmente dispuestos al menos parcialmente a lo largo de una diagonal del rectángulo o el cuadrado. Esto permite minimizar el coste del tablero de circuito impreso de control de la bomba peristáltica. Además, la bomba peristáltica puede estar desprovista opcionalmente de cualquier cableado, y el suministro de potencia del motor eléctrico puede realizarse ventajosamente por medio de conectores eléctricos macho-hembra, opcionalmente conectores de cuchilla Faston, en la que la bomba peristáltica está dotada de dos o tres bornes macho o de dos o tres bornes hembra, opcionalmente dos bornes hembra, que no sobresalen de las paredes laterales del alojamiento de la bomba. Esto permite simplificar adicionalmente las operaciones de montaje, instalación y mantenimiento, reduciendo al mismo tiempo sus costes con respecto a las bombas de la técnica anterior.

Ahora se describirá la presente invención, a modo de ilustración y no a modo de limitación, según sus realizaciones preferidas, haciendo referencia particularmente a las figuras de los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra una vista frontal (figura 1a), una vista lateral izquierda (figura 1b), una vista en planta desde arriba (figura 1c), una vista en planta desde abajo (figura 1d) y una vista posterior (figura 1e) de una realización preferida de la bomba peristáltica según la invención;

la figura 2 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del alojamiento, y de los componentes contenidos en el mismo, de la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 3 muestra una vista en planta desde arriba (figura 3a, en la que también se muestran componentes ocultos inferiores), una vista frontal (figura 3b) y una vista lateral derecha (figura 3c) de una parte de los componentes contenidos dentro del alojamiento de la figura 2;

la figura 4 muestra una primera vista en planta desde arriba (figura 4a) y una vista en sección según el plano AA de la figura 4a (figura 4b) del alojamiento y de una parte de los componentes contenidos en el mismo, así como una vista frontal (figura 4c) y una vista en planta desde arriba (figura 4d) de una rueda dentada de la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 5 muestra una vista en planta desde arriba del alojamiento, y de los componentes contenidos en el mismo, de la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 6 muestra una vista en sección frontal en perspectiva según el plano BB de la figura 5 (figura 6a), una ampliación de un primer detalle (figura 6b) y una aplicación de un segundo detalle (figura 6c) de tal vista en sección frontal en perspectiva de la figura 6a;

la figura 7 muestra una segunda vista en planta desde arriba del alojamiento, y de una parte de los componentes contenidos en el mismo, de la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 8 muestra una vista en sección según el plano CC de la figura 7 (figura 8a) y una ampliación de un detalle (figura 8b) de la vista en sección de la figura 8a;

la figura 9 muestra una vista en planta desde arriba de un tablero de circuito impreso cuadrado para obtener dos placas de circuito impreso del tipo usado en la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 10 muestra una vista en planta desde arriba (figura 10a) y una vista lateral derecha (figura 10b) de una primera disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10c) y una vista lateral derecha (figura 10d) de una segunda disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10e) y una vista lateral derecha (figura 10f) de una tercera disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10g) y una vista lateral derecha (figura 10h) de una cuarta disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10i) y una vista lateral derecha (figura 10j) de una quinta disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10k) y una vista lateral derecha (figura 10l) de una sexta disposición de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 10m) y una vista lateral derecha (figura 10n) de una séptima disposición de un soporte unido a la

bomba peristáltica de la figura 1, y una vista en planta desde arriba (figura 10o) y una vista lateral derecha (figura 10p) de una octava disposici3n de un soporte unido a la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 11 muestra una vista en perspectiva de la quinta disposici3n de las figuras 10i y 10j fijada a una pared externa (figura 11a), una vista en perspectiva de la tercera disposici3n de las figuras 10e y 10f fijada a una pared externa (figura 11b), una vista en perspectiva de la s3ptima disposici3n de las figuras 10m y 10n fijada a una pared externa (figura 11c), una vista en perspectiva de la primera disposici3n de las figuras 10a y 10b fijada a una pared externa (figura 11d), una vista en perspectiva de la cuarta disposici3n de las figuras 10g y 10h fijada a una pared externa (figura 11e), una vista en perspectiva de la octava disposici3n de las figuras 10o y 10p fijada a una pared externa (figura 11f), y una vista en perspectiva de la segunda disposici3n de las figuras 10c y 10d fijada a una pared externa (figura 11g);

la figura 12 muestra una vista en planta desde arriba (figura 12a) y una vista lateral derecha (figura 12b) de una primera orientaci3n del acoplamiento del cabezal al alojamiento de la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 12c) y una vista lateral derecha (figura 12d) de una segunda orientaci3n del acoplamiento del cabezal al alojamiento de la bomba peristáltica de la figura 1, una vista en planta desde arriba (figura 12e) y una vista lateral derecha (figura 12f) de una tercera orientaci3n del acoplamiento del cabezal al alojamiento de la bomba peristáltica de la figura 1, y una vista en planta desde arriba (figura 12g) y una vista lateral derecha (figura 12h) de una cuarta orientaci3n del acoplamiento del cabezal al alojamiento de la bomba peristáltica de la figura 1;

la figura 13 muestra dos vistas frontales en perspectiva de la primera orientaci3n de las figuras 12a y 12b en la que el cabezal y el alojamiento est3n separados (figura 13a) y acoplados (figura 13b), dos vistas frontales en perspectiva de la segunda orientaci3n de las figuras 12c y 12d en la que el cabezal y el alojamiento est3n separados (figura 13c) y acoplados (figura 13d), dos vistas frontales en perspectiva de la tercera orientaci3n de las figuras 12e y 12f en la que el cabezal y el alojamiento est3n separados (figura 13e) y acoplados (figura 13f), y dos vistas frontales en perspectiva de la cuarta orientaci3n de las figuras 12g y 12h en la que el cabezal y el alojamiento est3n separados (figura 13g) y acoplados (figura 13h); y

la figura 14 muestra una vista derecha frontal en perspectiva (figura 14a), una vista izquierda frontal en perspectiva (figura 14b), una vista derecha posterior en perspectiva (figura 14c) y una vista izquierda posterior en perspectiva (figura 14d) de un soporte que puede aplicarse a la bomba peristáltica de la figura 1.

En las figuras se usar3n n3meros de referencia id3nticos para elementos similares.

A continuaci3n en la descripci3n, la terminolog3a direccional, tal como "derecha", "izquierda", "frontal", "posterior", "de base", "de arriba", "superior", "inferior", "lateral", etc., se usa con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos. Dado que los componentes y/o los elementos y/o las realizaciones de la presente invenci3n pueden posicionarse y/o hacerse funcionar en varias orientaciones diferentes, la terminolog3a direccional se usa meramente a modo de ejemplo y no a modo de limitaci3n.

Con referencia a la figura 1, puede observarse que una realizaci3n preferida de la bomba peristáltica seg3n la invenci3n es una bomba de dosificaci3n que tiene un alojamiento 100 y un cabezal 200 que pueden acoplarse de manera retirable entre s3. Tal como se ilustrar3 m3s adelante, el alojamiento 100 contiene los componentes el3ctricos, por ejemplo el tablero de circuito impreso de control y el motor el3ctrico, y el engranaje reductor de la bomba peristáltica; en particular, el alojamiento 100 tiene sustancialmente la forma de un paralelep3dico rectangular desprovisto de una cara (es decir, las cinco superficies externas de sus paredes, desprovistas de salientes y posiblemente dotadas de orificios y/o muescas, son planas y se encuentran sobre las caras de un paralelep3dico rectangular, con lo que cada pared lateral est3 configurada para descansar sobre una pared plana externa), en particular un paralelep3dico rectangular cercano a una forma c3bica, en la que las dimensiones de los tres lados no difieren entre s3 en m3s del 30%. En la realizaci3n preferida, el alojamiento 100 tiene una base cuadrada que tiene un lado L y una altura  $H_{100}$ , en la que la altura  $H_{100}$  es igual a aproximadamente el 80% de L:

$$H_{100} = 0,8 \cdot L$$

Dicho de otro modo, el alojamiento 100 tiene sustancialmente la forma de un paralelep3dico rectangular con base cuadrada cuyo interior es accesible desde la cara faltante del mismo; de manera convencional, a continuaci3n en la descripci3n se supondr3 que la pared faltante del alojamiento 100 es la pared superior, con lo que el alojamiento 100 tiene una parte de arriba hueca. Tal como se muestra en particular en la figura 1e, la pared posterior del alojamiento 100 comprende una muesca 105 configurada para alojar un conducto 108 (mostrado en la figura 11e, en la que se muestra que el conducto 108 puede orientarse opcionalmente dado que tiene el extremo superior articulado dentro de la muesca 105) que aloja dos bornes el3ctricos para suministrar potencia al tablero de circuito impreso contenido dentro del alojamiento 100; ventajosamente, los dos bornes el3ctricos son bornes macho, opcionalmente bornes de cuchilla Faston, configurados para conectarse con bornes hembra externos correspondientes para realizar

conexiones eléctricas macho-hembra. Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden estar desprovistas del conducto 108 y/o comprender tres (en lugar de dos) bornes eléctricos de potencia y/o bornes diferentes de los bornes de cuchilla Faston macho (por ejemplo, bornes Faston hembra, o bornes macho o hembra no de tipo Faston).

5 Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden tener otras dimensiones específicas de los tres lados de la forma paralelepípeda rectangular del alojamiento 100 (sobre cuyas caras se encuentran las cinco superficies externas de las mismas paredes), cuya base es en general un rectángulo en lugar de un cuadrado (un cuadrado, en el contexto de la descripción y las reivindicaciones presentes, ha de interpretarse como un caso particular de rectángulo); opcionalmente, los dos lados  $a$  y  $b$  del rectángulo de base y la altura  $H_{100} = h$  del paralelepípedo rectangular difieren entre sí en no más del 30%, con lo que tales tres lados satisfacen una de cada una de los siguientes tres pares de inequaciones:

$$\begin{cases} 0,7 \cdot b \leq a \leq 1,3 \cdot b \\ 0,7 \cdot a \leq b \leq 1,3 \cdot a \end{cases}$$

15

$$\begin{cases} 0,7 \cdot h \leq a \leq 1,3 \cdot h \\ 0,7 \cdot a \leq h \leq 1,3 \cdot a \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,7 \cdot h \leq b \leq 1,3 \cdot h \\ 0,7 \cdot b \leq h \leq 1,3 \cdot b \end{cases}$$

20 Las ranuras 610 configuradas para permitir una conexión de ajuste a presión con algunas placas contenidas en el mismo alojamiento 100, tal como se ilustrará mejor más adelante con referencia a las figuras 5 y 6, están presentes en las cuatro paredes laterales del alojamiento 100.

25 El cabezal 200 de la bomba peristáltica aloja un rotor dotado de dos o más (opcionalmente dos o tres) rodillos (o elementos similares) y el tubo que se comprime mediante los rodillos; a este respecto, el rotor, los rodillos y el tubo no se muestran en las figuras. El cabezal 200 tiene una base hueca configurada para acoplarse a la parte de arriba del alojamiento 100 (es decir, en correspondencia con la pared superior faltante de este último), en el que la base hueca del cabezal 200 está delimitada por cuatro paredes laterales dispuestas sobre las caras laterales de un paralelepípedo rectangular que tiene una base cuadrada que tiene un lado  $L$  (igual al lado de la base cuadrada del alojamiento 100). El cabezal 200 comprende superiormente una parte 230 superior que sobresale dotada a su vez de un saliente 235. Toda la altura  $H_{200}$  del cabezal 200, excluyendo el saliente 235, es igual a aproximadamente el 37% de la altura  $H_{100}$  del alojamiento 100:

$$H_{200} = 0,37 \cdot H_{100}$$

35 con lo que toda la altura  $H_P$  (excluyendo el saliente 235) es mayor que el lado  $L$  de la base cuadrada del alojamiento 100 (y del cabezal 200) en aproximadamente el 17%, es decir:

$$H_P = H_{100} + H_{200} = 1,17 \cdot L$$

40 Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden tener otras formas y dimensiones específicas del cabezal 200, que tiene aún una base hueca configurada para acoplarse a la parte de arriba del alojamiento 100 (es decir, en correspondencia con la pared superior faltante de este último), en la que el cabezal 200 está contenido o puede inscribirse en un paralelepípedo rectangular que tiene una base idéntica a la base del paralelepípedo rectangular del alojamiento 100 y una altura  $H_{200}$  opcionalmente menor que la altura  $H_{100}$  del alojamiento 100 y que oscila más opcionalmente entre el 20% y el 50% de esta última:

$$0,2 \cdot H_{100} \leq H_{200} \leq 0,5 \cdot H_{100}$$

50 Cuando el cabezal 200 se acopla al alojamiento 100, el buje del rotor se conecta mecánicamente al engranaje reductor alojado dentro del alojamiento 100 de modo que el rotor se pone en rotación mediante el motor eléctrico, también alojado dentro del alojamiento 100, cuando se hace funcionar el mismo, con lo que los rodillos se ponen en rotación comprimiendo por tanto el tubo según un funcionamiento peristáltico. Unas juntas 210 y 220 primera y segunda de las que están dotados dos conductos 215 y 225, conectadas cada una a un extremo respectivo del tubo, sobresalen del cabezal 200; en particular, otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden estar desprovistas de las juntas 210 y 220.

60 Además, las características de la forma de la bomba peristáltica (en particular con referencia al alojamiento 100 y al cabezal 200) desprovista de salientes en las paredes laterales del alojamiento 100 no son características esenciales para la invención.

Además, el cabezal 200 está dotado en una superficie superior accesible fácilmente de (al menos) una ranura 240 para acceder a dos componentes electrónicos de ajuste, también conocidos como elementos de regulación, para ajustar la velocidad del (motor eléctrico y, por consiguiente, del) rotor del cabezal 200; tales componentes electrónicos están en un tablero de circuito impreso alojado dentro del alojamiento 100, tal como se ilustrará más adelante. En particular, otras realizaciones de la bomba peristáltica pueden comprender más de una ranura para acceder a los elementos de regulación (que también pueden estar en un número diferente de dos, por ejemplo sólo un elemento de regulación o tres o más elementos de regulación) y/o una o más ranuras para acceder a los elementos de regulación en una posición diferente de la mostrada en las figuras para la realización preferida de la bomba peristáltica según la invención. La forma de la(s) ranura(s) para acceder a los elementos de regulación no es una característica esencial para la invención.

Con referencia a las figuras 2 a 4, puede observarse que el alojamiento 100 contiene un motor 130 eléctrico, configurado para poner en rotación un piñón 135 principal, que está posicionado inferiormente (es decir, hacia la base del alojamiento 100), y un engranaje reductor que comprende una primera rueda 120 dentada dotada de un primer piñón 121 secundario, una segunda rueda 122 dotada de un segundo piñón 123 secundario, una tercera rueda 124 dotada de un tercer piñón 125 secundario y una cuarta rueda 126 dotada de un cuarto piñón 127 secundario, posicionado superiormente en el centro de la una parte de arriba hueca del alojamiento 100. Tal como se muestra en las figuras 4c y 4d, las ruedas dentadas 120, 122, 124 y 126 del engranaje reductor son todas iguales al mismo tipo y tamaño de rueda 20 dentada dotada de un piñón 21 secundario, cuya base tiene un collar 22 liso, en el que la rueda 20 dentada tiene un orificio 22 pasante axial en el que puede insertarse un eje. Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden comprender un engranaje reductor que comprende dos o más ruedas dentadas diferentes entre sí.

En particular, el piñón 135 principal está configurado para interactuar con la primera rueda 120 dentada, cuyo (primer) piñón 121 secundario está configurado a su vez para interactuar con la segunda rueda dentada 122, cuyo (segundo) piñón 123 secundario está configurado a su vez para interactuar con la tercera rueda 124 dentada, cuyo (tercer) piñón 125 secundario está configurado a su vez para interactuar con la cuarta rueda 126 dentada, cuyo (cuarto) piñón 127 secundario está configurado a su vez para conectarse mecánicamente al buje del rotor alojado dentro del cabezal 200, cuando este último está acoplado al alojamiento 100, de modo que el rotor se pone en rotación cuando se hace funcionar el motor eléctrico. Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden comprender una disposición diferente del engranaje reductor, que comprende una o más ruedas dentadas que también pueden estar desprovistas de piñones secundarios respectivos.

El alojamiento 100 contiene además una placa 140 de alineación inferior y una placa 150 de alineación superior configuradas para conectarse por ajuste a presión al alojamiento 100 en posiciones respectivas, para hacer que las ruedas 120, 122, 124 y 126 dentadas del engranaje reductor se alineen apropiadamente, también con la ayuda de la superficie interna de la base del alojamiento 100. En particular, el eje 136 de la primera rueda 120 dentada tiene el extremo inferior posicionado en una muesca correspondiente (no mostrada) de la superficie interna de la base del alojamiento 100 y el extremo superior posicionado en una muesca respectiva de la superficie inferior de la placa 140 de alineación inferior (cuya protuberancia 146 correspondiente es visible en la superficie superior); de manera similar, el eje 137 de la segunda rueda 122 dentada tiene el extremo inferior posicionado en una muesca correspondiente (no mostrada) de la superficie interna de la base del alojamiento 100 y el extremo superior posicionado en una muesca respectiva de la superficie inferior de la placa 140 de alineación inferior (cuya protuberancia 147 correspondiente es visible en la superficie superior); el eje 138 de la tercera rueda 124 dentada tiene el extremo inferior posicionado en una muesca correspondiente de una protuberancia (no mostrada) de la superficie interna de la base del alojamiento 100 y el extremo superior posicionado en una muesca respectiva de la superficie inferior de la placa 150 de alineación superior (cuya protuberancia 158 correspondiente es visible en la superficie superior), con lo que la tercera rueda 124 dentada está posicionada justo por debajo de la placa 140 de alineación inferior y el tercer piñón 125 secundario sale de un orificio 141 pasante de la misma y está posicionado entre la placa 140 de alineación inferior y la placa 150 de alineación superior, de modo que su collar 128 está configurado para rotar dentro del borde del orificio 141 pasante; el eje 139 de la cuarta rueda 126 dentada está insertado en un orificio 142 pasante de la placa 140 de alineación inferior y tiene el extremo inferior posicionado en una muesca correspondiente (no mostrada) de la superficie interna de la base del alojamiento 100 y el cuarto piñón 127 secundario sale de un orificio pasante 151 de la placa 150 de alineación superior, de modo que su collar 129 está configurado para rotar dentro del borde del orificio pasante 151, con lo que la cuarta rueda 126 dentada está posicionada entre la placa 140 de alineación inferior y la placa 150 de alineación superior.

El alojamiento 100 también contiene un tablero 160 de circuito impreso para controlar la bomba peristáltica, que está dotado de dos ranuras 161, configuradas para alojar los dos bornes 131 de suministro de potencia del motor 130 eléctrico que pueden insertarse en las dos ranuras 161 (tal como se muestra en mayor detalle en la figura 8), con dos bornes 162 de cuchilla macho que sobresalen hacia abajo, para la conexión a un suministro de potencia externo (por medio de bornes correspondientes alojados dentro del conducto 108 mostrado en la figura 11e), y con dos elementos 163 de regulación para ajustar la velocidad del motor eléctrico y, por consiguiente, del rotor del cabezal 200. Además, el alojamiento 100 contiene una placa 170 protectora (no mostrada en las figuras 3 y 4), compuesta opcionalmente por plástico, configurada para conectarse por ajuste a presión en el perímetro del tablero 160 para

cubrir el mismo tablero 160.

Con referencia a las figuras 5 y 6, puede observarse que la placa 140 de alineación inferior y la placa 150 de alineación superior, compuestas opcionalmente por plástico, están dotadas de dientes 609 de ajuste a presión que están configurados para insertarse en las ranuras 610 correspondientes de al menos dos, opcionalmente tres, más opcionalmente cuatro, paredes laterales del alojamiento 100. En particular, mientras se monta la bomba peristáltica, los dientes 609 de ajuste a presión se deslizan a lo largo de guías 608 de alineación correspondientes, de las que están dotadas las paredes laterales del alojamiento 100, hacia abajo para insertarse en las ranuras 610; evidentemente, mientras los dientes 609 se deslizan a lo largo de las guías 608 de alineación correspondientes, la placa a la que pertenecen los dientes 609 y las paredes laterales del alojamiento 100 a las que pertenecen las guías 608 de alineación correspondientes se flexionan elásticamente. En particular, la placa 140 de alineación inferior y la placa 150 de alineación superior están configuradas para conectarse por ajuste a presión al alojamiento 100, de manera retirable o no retirable.

Dicho de otro modo, la bomba peristáltica según la invención está dotada de un engranaje reductor integrado dentro del alojamiento 100 que usa un único tipo de rueda dentada dotada de piñón, compuesta ventajosamente por plástico. Todos los componentes del engranaje reductor se fijan por medio de placas, también compuestas ventajosamente por plástico, acopladas al alojamiento 100 por medio de ajustes a presión, sin usar ningún tornillo. Además, se suministra potencia al motor eléctrico por medio de bornes que no crean ningún saliente ni ningún cableado. Esto permite simplificar las operaciones de montaje, instalación y mantenimiento, reduciendo al mismo tiempo sus costes, a diferencia de las bombas peristálticas de la técnica anterior que usan motores de engranajes comerciales fijados con tornillos dentro de la carcasa. Además, la disposición de la bomba peristáltica según la invención es compacta y manejable.

Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden comprender diferentes disposiciones de conexión de ajuste a presión y/o un número, por ejemplo igual a uno o tres o más, y/o una disposición diferente de las placas de alineación; a modo de ejemplo y no a modo de limitación, las placas pueden ser cuatro en total, con lo que cada rueda dentada está situada entre dos placas de alineación o entre la base del alojamiento 100 y una placa de alineación.

Haciendo referencia también a las figuras 7 y 8 (en las que el alojamiento 100 se muestra desprovisto de la placa 170 protectora), puede observarse que el tablero 160 de circuito impreso para controlar la bomba peristáltica tiene una forma cercana a la de un triángulo recto equilátero. Tal como se muestra en la figura 9, esto es particularmente ventajoso dado que es posible obtener a partir de un tablero 900 de circuito impreso cuadrado, dotado de un orificio 910 central, dos tableros 160A y 160B de circuito impreso de control que pueden usarse en dos bombas peristálticas según la invención; en particular, los dos tableros 160A y 160B pueden obtenerse (de manera antisimétrica) separando las dos partes del tablero 900 cuadrado a lo largo de una línea 930 de sección que tiene tres partes: una parte central alrededor del orificio 910 central a lo largo de una diagonal del tablero 900 cuadrado y dos partes de extremo que están ligeramente desplazadas con respecto a dicha diagonal (que sobresalen cuando se consideran con referencia al tablero 160A y 160B de circuito impreso de control respectivo), a lo largo de cuya diagonal están ubicadas las ranuras 161 (configuradas para alojar los bornes 131 de suministro de potencia del motor 130 eléctrico) de ambos tableros 160A y 160B, con lo que cada tablero 160A o 160B de circuito impreso de control tiene una parte que sobresale con respecto a la diagonal dotada de las ranuras 161 y una parte rebajada con respecto a la diagonal. Esto permite minimizar el coste del tablero 160 de circuito impreso de control de la bomba peristáltica. Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden tener el tablero de circuito impreso que tiene una configuración similar, en la que pueden obtenerse dos tableros (de manera antisimétrica) separando dos partes de un tablero rectangular o cuadrado a lo largo de una línea de sección, no necesariamente pero opcionalmente dispuestas al menos parcialmente a lo largo de una diagonal del rectángulo o el cuadrado, y en la que opcionalmente los dos tableros están dotados de al menos un par de partes que están ligeramente desplazadas con respecto a tal diagonal, en la que una primera parte del par sobresale con respecto a la diagonal y una segunda parte del par está rebajada con respecto a la diagonal. Opcionalmente, también el tablero 160 de circuito impreso para controlar la bomba peristáltica se conecta por ajuste a presión a las paredes laterales del alojamiento 100 de manera similar a lo que se ilustra con referencia a la placa 140 de alineación inferior y la placa 150 de alineación superior.

Además, las características referidas a la conexión de ajuste a presión (desprovista de tornillos y elementos similares, es decir, exclusivamente con ajustes a presión) de los componentes contenidos dentro del alojamiento 100 y referidos al engranaje reductor, pueden estar presentes en la bomba peristáltica según la invención independientemente de las demás características, es decir, independientemente de la forma de la bomba peristáltica (en particular con referencia al alojamiento 100 y el cabezal 200) desprovista de salientes en las paredes laterales del alojamiento 100, e independientemente de las características referidas a la electrónica que comprende un tablero de circuito impreso de control que tiene la configuración específica mostrada con referencia a las figuras 7 a 9, es decir, sin que la bomba peristáltica también esté dotada de otras características tales referidas a la forma y la electrónica.

Haciendo referencia a las figuras 10 y 11, puede observarse que la forma de base cuadrada del alojamiento 100

permite aplicar un único tipo de soporte a todas las paredes laterales del mismo alojamiento 100 a dos alturas posibles con respecto a la base del alojamiento 100. De hecho, también con referencia a la figura 1, puede observarse que están presentes dos pares de muescas en las cuatro paredes laterales del alojamiento 100 a dos alturas diferentes: un par de muescas 650A superiores y un par de muescas 650B inferiores. En particular, las dos muescas 650A superiores o 650B inferiores de cada par se ubican ventajosamente próximas a los dos bordes que separan la pared lateral (a la que pertenecen las muescas 650A superiores o 650B inferiores consideradas) de las paredes laterales contiguas, y las muescas 650A superiores y 650B inferiores están a la misma distancia del borde más cercano. A modo de ejemplo, con referencia particular a la figura 11b, las muescas 650A superiores y 650B inferiores en la pared 700 frontal están ubicadas próximas a los dos bordes 750 y 760 que separan la pared 700 frontal de la pared 730 lateral izquierda y de la pared 710 lateral derecha, respectivamente. Tal como se muestra particularmente en la figura 1, cada muesca 650A superior y 650B inferior en las paredes laterales comprende un par de orificios 660 en los que, tal como se muestra en detalle en la figura 14, pueden insertarse un par de dientes 815 correspondientes, de cuyos dientes correspondientes están dotados dos elementos 810 de enganche laterales, que tienen dos placas acopladas de manera solidaria entre sí para formar un perfil en L, del que está dotado un soporte 800, soporte que comprende dos placas 802 y 804 ortogonales acopladas de manera solidaria entre sí (con lo que el soporte 800 está conformado según un perfil en L) dotadas de ranuras 806 y/u orificios 808 pasantes en los que pueden insertarse tornillos 850 (o elementos de sujeción similares) para fijar la bomba peristáltica a una pared 950 externa; en particular, los dos elementos 810 de enganche laterales acoplados de manera solidaria a la placa 802 del soporte 800, y el eje de la unión de las dos placas de cada uno de los dos elementos 810 de enganche laterales es ortogonal al eje de la unión de las dos placas 802 y 804. En particular, cada uno de los dos elementos 810 de enganche laterales en forma de L de un soporte 800 comprende un par de dientes 815 en la superficie interna de la plancha que es la más exterior con respecto al soporte 800, formando entre los dos el elemento 810 lateral, que es ortogonal con respecto a las dos placas 802 y 804, de modo que los dos elementos 810 de enganche laterales se enganchan con dos pares respectivos de muescas 650A superiores o 650B inferiores presentes en las paredes laterales del alojamiento 100 adyacentes a la pared lateral sobre la que descansa la placa 802 y con respecto a cuya pared lateral está dispuesta en paralelo la otra placa 804 del soporte 800. Dicho de otro modo, tal como se muestra en las figuras 10 y 11, el soporte 800 está configurado para acoplarse al alojamiento 100, estando dispuesto en paralelo con respecto a una pared lateral del alojamiento 100, por medio de la inserción por ajuste a presión de los pares de dientes de los dos elementos 810 de enganche laterales en dos pares respectivos de muescas 650A o 650B presentes en las paredes adyacentes a tal pared lateral paralela del alojamiento 100. En particular, el soporte 800 está configurado para engancharse de manera retirable con el alojamiento 100.

Tal como se muestra en las figuras 10 y 11, la bomba peristáltica puede fijarse a una pared 950 externa sujetando un soporte 800 al alojamiento 100 en las siguientes posiciones: una primera posición en la que el soporte es paralelo a la pared 720 posterior del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650B inferiores (figuras 10a, 10b y 11d); una segunda posición en la que el soporte es paralelo a la pared 720 posterior del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650A superiores (figuras 10c, 10d y 11g); una tercera posición en la que el soporte es paralelo a la pared 730 lateral izquierda del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650B inferiores (figuras 10e, 10f y 11b); una cuarta posición en la que el soporte es paralelo a la pared 730 lateral izquierda del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650A superiores (figuras 10g, 10h y 11e); una quinta posición en la que el soporte es paralelo a la pared 700 frontal del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650B inferiores (figuras 10i, 10j y 11a); una sexta posición en la que el soporte es paralelo a la pared 700 frontal del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650A superiores (figuras 10k y 10l); una séptima posición en la que el soporte es paralelo a la pared 710 lateral derecha del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650B inferiores (figuras 10m, 10n y 11c); y una octava posición en la que el soporte es paralelo a la pared 710 lateral derecha del alojamiento 100 a la altura de las muescas 650A superiores (figuras 10o, 10p y 11f).

Además, también es posible fijar la bomba peristáltica a una o más paredes externas sujetando dos o más soportes 800 al alojamiento 100.

La realización preferida de la bomba peristáltica según la invención mostrada en las figuras, que tiene la base cuadrada del alojamiento 100, permite posicionar el cabezal 200 orientando el mismo hacia uno cualquiera de los cuatro lados de la base cuadrada del alojamiento 100, dado que en cada una de tales posiciones el cuarto piñón 127 secundario está configurado para conectarse mecánicamente al buje del rotor alojado dentro del cabezal 200, cuando este último está acoplado al alojamiento 100, de modo que el rotor se pone en rotación cuando se hace funcionar el motor eléctrico. Por consiguiente, la realización preferida de la bomba peristáltica según la invención permite que:

- el cabezal 200 se acople al alojamiento 100 de modo que el cuarto piñón 127 secundario se conecta mecánicamente al buje 250 del rotor alojado dentro del cabezal 200, tal como se muestra en la figura 13a, según una primera orientación en la que las juntas 210 y 220 primera y segunda sobresalen con respecto a la pared 700 frontal del alojamiento 100, tal como se muestra en las figuras 12a, 12b y 13b;
- el cabezal 200 se acople al alojamiento 100 de modo que el cuarto piñón 127 secundario se conecta mecánicamente al buje 250 del rotor alojado dentro del cabezal 200, tal como se muestra en la figura 13c, según una segunda orientación en la que las juntas 210 y 220 primera y segunda sobresalen con respecto

a la pared 710 lateral derecha del alojamiento 100, tal como se muestra en las figuras 12c, 12d y 13d;

- el cabezal 200 se acople al alojamiento 100 de modo que el cuarto piñón 127 secundario se conecta mecánicamente al buje 250 del rotor alojado dentro del cabezal 200, tal como se muestra en la figura 13e, según una tercera orientación en la que las juntas 210 y 220 primera y segunda sobresalen con respecto a la pared 720 posterior del alojamiento 100, tal como se muestra en las figuras 12e, 12f y 13f; y
- el cabezal 200 se acople al alojamiento 100 de modo que el cuarto piñón 127 secundario se conecta mecánicamente al buje 250 del rotor alojado dentro del cabezal 200, tal como se muestra en la figura 13g, según una cuarta orientación en la que las juntas 210 y 220 primera y segunda sobresalen con respecto a la pared 730 lateral izquierda del alojamiento 100, tal como se muestra en las figuras 12g, 12h y 13h.

En la realización preferida de la bomba peristáltica según la invención, cuando el cabezal 200 se acopla según una orientación diferente de la primera (en la que las juntas 210 y 220 primera y segunda sobresalen con respecto a la pared 700 frontal del alojamiento 100 tal como se muestra en las figuras 12a, 12b y 13b), los dos elementos 163 de regulación para ajustar la velocidad del motor eléctrico no son accesibles, porque la ranura 240 del cabezal 200 no está posicionada por encima de los elementos 163 de regulación (dado que el tablero 160 de circuito impreso para controlar la bomba peristáltica está acoplado de manera estable al alojamiento 100 independientemente de la orientación del cabezal 200). Como consecuencia, en este caso es necesario ajustar los dos elementos 163 de regulación antes de acoplar el cabezal 200 al alojamiento 100.

Otras realizaciones de la bomba peristáltica según la invención pueden comprender más de una ranura para acceder a los elementos de regulación, de modo que los mismos son accesibles incluso en más de una orientación de acoplamiento del cabezal al alojamiento que es diferente de la primera orientación.

Realizaciones adicionales de la bomba peristáltica según la invención pueden tener los elementos de regulación de ajuste directamente acoplados al cabezal 200 (en lugar del tablero de circuito impreso), ventajosamente en su parte de arriba de modo que son accesibles fácilmente, y pueden tener cada elemento de regulación de ajuste que se conecta a dos o más bornes eléctricos respectivos (comprendiendo cada uno el número de cables o trazas necesarias para la conexión con un elemento de regulación, por ejemplo dos cables o trazas) acoplado al cabezal 200, sólo uno de los cuales, dependiendo de la orientación del cabezal 200 con respecto al alojamiento 100, se conecta a un borne del tablero de circuito impreso acoplado al alojamiento 100 que corresponde a ese elemento de regulación. En este caso, los elementos de regulación siempre son accesibles y están operativos para cualquier orientación del cabezal 200 con respecto al alojamiento 100.

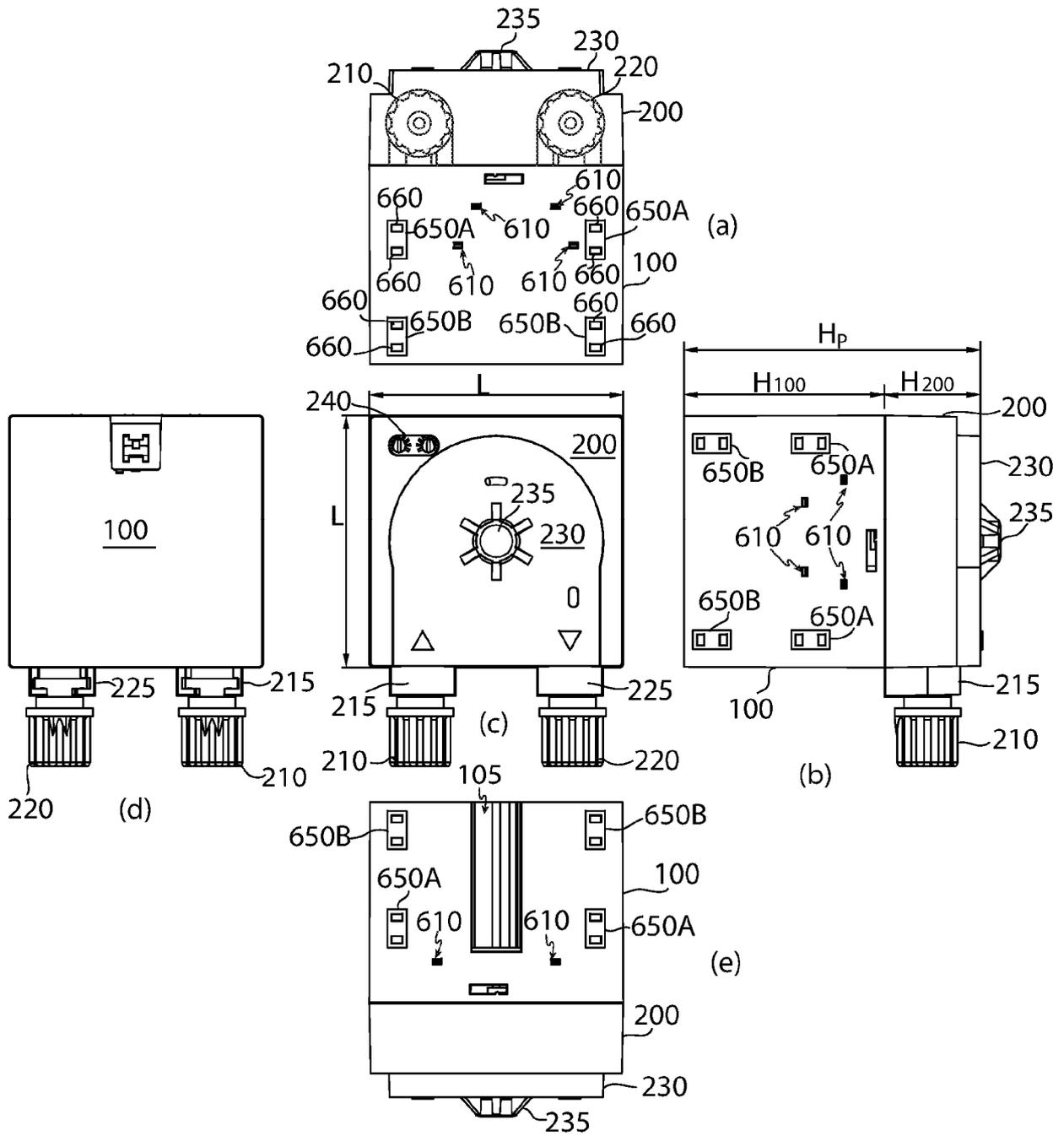
Realizaciones adicionales de la bomba peristáltica según la invención, en las que la base del alojamiento es rectangular en lugar de cuadrada, permiten que el cabezal se acople al alojamiento sólo según dos orientaciones diferentes, a menos que tengan un cabezal de base cuadrada (o incluso circular) que pueda acoplarse al alojamiento en correspondencia con una abertura superior de forma cuadrada (o incluso circular) del mismo alojamiento.

Se han descrito las realizaciones preferidas de esta invención y se han sugerido varias variaciones anteriormente en el presente documento, pero debe entenderse que los expertos en la técnica pueden realizar otras variaciones y cambios sin apartarse de ese modo del alcance de protección de las mismas, tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

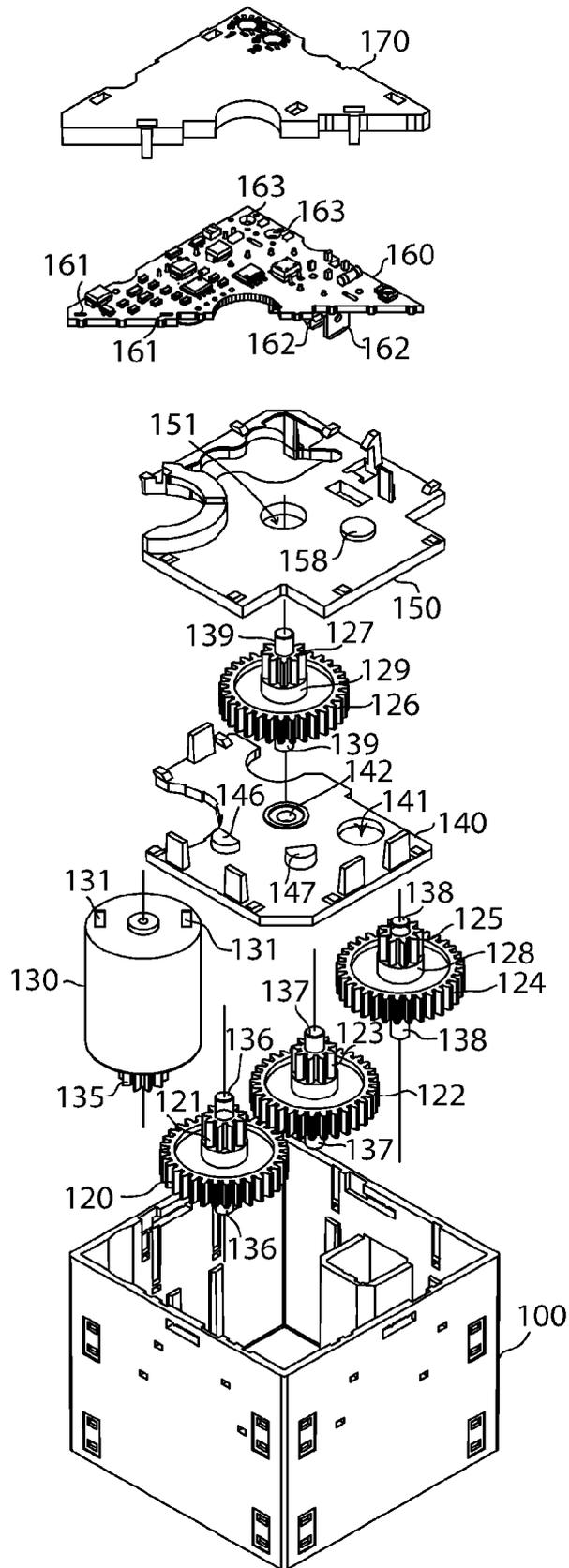
## REIVINDICACIONES

1. Bomba peristáltica que comprende un alojamiento (100), que contiene un motor (130) eléctrico y un engranaje (120, 122, 124, 126) reductor configurado para accionarse mediante el motor (130) eléctrico, y un cabezal (200) configurado para acoplarse de manera retirable al alojamiento (100), alojando el cabezal (200) un tubo que comprende dos extremos accesibles y un rotor dotado de dos o más elementos de compresión configurados para comprimir el tubo, estando dotado el rotor de un buje configurado para conectarse mecánicamente al engranaje reductor cuando el cabezal (200) está acoplado al alojamiento (100), caracterizada porque el alojamiento (100) aloja adicionalmente una o más placas (140, 150) de alineación para alinear el engranaje (120, 122, 124, 126) reductor, estando acopladas dichas una o más placas (140, 150) de alineación al alojamiento (100) por medio de medios de conexión de ajuste a presión.
2. Bomba peristáltica según la reivindicación 1, en la que dichos medios de conexión de ajuste a presión comprenden dientes (609) de ajuste a presión de los que está dotada cada una de dichas una o más placas (140, 150) de alineación que están configurados para insertarse en ranuras (610) correspondientes de al menos dos paredes (700, 710, 720, 730) laterales del alojamiento (100).
3. Bomba peristáltica según la reivindicación 2, en la que los dientes (609) de ajuste a presión están configurados para deslizarse, mientras se monta la bomba peristáltica, a lo largo de guías (608) de alineación correspondientes de las que están dotadas dichas al menos dos paredes (700, 710, 720, 730) laterales del alojamiento (100) hacia abajo para insertarse en las ranuras (610), con lo que, mientras los dientes (609) se deslizan a lo largo de las guías (608) de alineación correspondientes, la placa (140; 150) de alineación a la que pertenecen los dientes (609) y dichas al menos dos paredes (700, 710, 720, 730) laterales del alojamiento (100) a las que pertenecen las guías (608) de alineación correspondientes se flexionan elásticamente.
4. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas una o más placas (140, 150) de alineación se acoplan de manera retirable al alojamiento (100).
5. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el engranaje reductor comprende una o más ruedas (120, 122, 124, 126) dentadas, estando dotadas cada una de dichas una o más ruedas dentadas de un piñón (121, 123, 125, 127) configurado para interactuar con otra rueda dentada o con dicho rotor.
6. Bomba peristáltica según la reivindicación 5, en la que el engranaje reductor comprende al menos dos ruedas (120, 122, 124, 126) dentadas iguales entre sí y teniendo cada una un orificio (22) pasante axial configurado para alojar un eje.
7. Bomba peristáltica según la reivindicación 5 ó 6, en la que el engranaje reductor comprende cuatro ruedas (120, 122, 124, 126) dentadas.
8. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en la que el alojamiento (100) aloja al menos dos placas (140; 150) de alineación y al menos una rueda (120, 122, 124, 126) dentada está situada entre dos placas (140, 150) de alineación.
9. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un tablero (160) de circuito impreso, contenido dentro del alojamiento (100), que está configurado para controlar la bomba peristáltica y suministrar potencia al motor (130) eléctrico, estando acoplado el tablero (160) de circuito impreso al alojamiento (100) por medio de medios de conexión de ajuste a presión.
10. Bomba peristáltica según la reivindicación 9, en la que el tablero (160) de circuito impreso está dotado de dos ranuras (161), configuradas para alojar dos bornes (131) de suministro de potencia del motor (130) eléctrico que pueden insertarse en las dos ranuras (161), y de dos o más bornes (162) de cuchilla macho que sobresalen, configurados para conectarse a bornes de cuchilla hembra externos de un suministro de potencia externo, siendo el tablero (160) de circuito impreso sustancialmente triangular y estando configurado para obtenerse a partir de un par de tableros (160) de circuito impreso idénticos entre sí que pueden obtenerse separando dos partes antisimétricas de un tablero (900) rectangular o cuadrado a lo largo de una línea (930) de sección que es antisimétrica con respecto a o coincidente con una diagonal del tablero rectangular o cuadrado.
11. Bomba peristáltica según la reivindicación 10, en la que dicha línea de sección está dispuesta parcialmente en dicha diagonal con lo que dicho tablero (160) de circuito impreso está dotado de al menos un par de partes que están desplazadas con respecto a dicha diagonal, en la que una primera parte del par se proyecta con respecto a dicha diagonal y una segunda parte del par está rebajada con respecto a dicha diagonal.

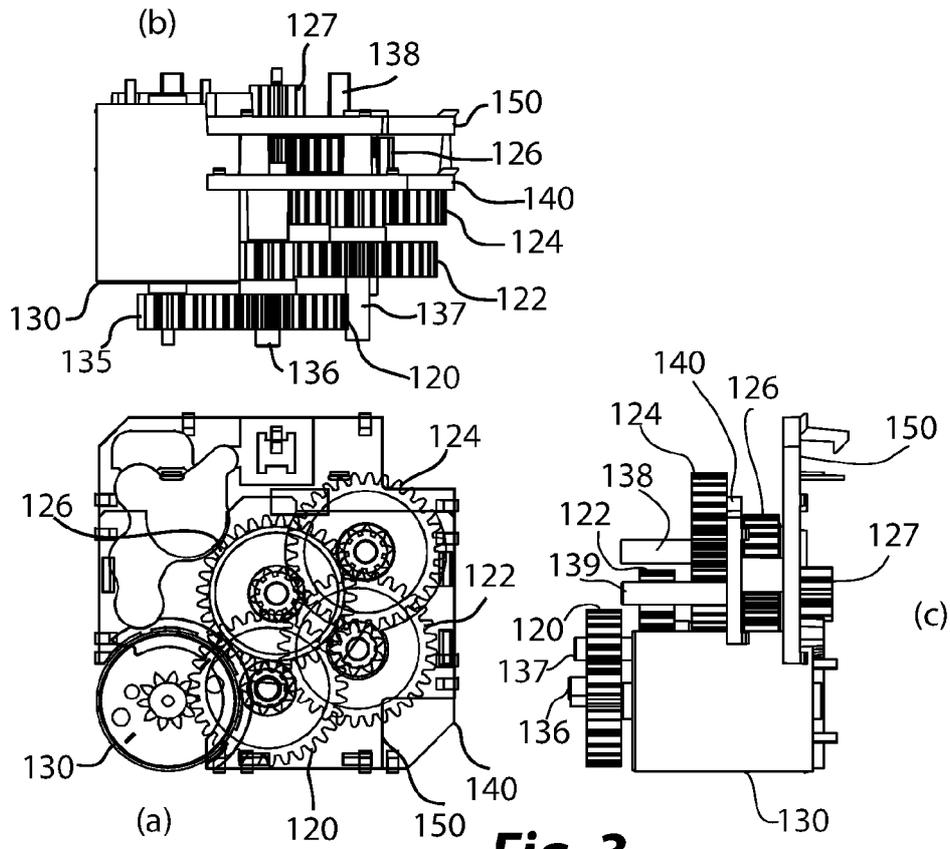
12. Bomba peristáltica según la reivindicación 10 u 11, en la que el tablero (160) de circuito impreso está dotado de uno o más elementos (163) de regulación para ajustar la velocidad del motor (130) eléctrico accesibles desde al menos una ranura (240) del cabezal (200).
- 5 13. Bomba peristáltica según la reivindicación 10 u 11, en la que el tablero (160) de circuito impreso está dotado de uno o más pares de bornes eléctricos configurados para conectarse a uno o más elementos (163) de regulación respectivos para ajustar la velocidad del motor (130) eléctrico acoplados al cabezal (200) y accesibles desde el exterior.
- 10 14. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el cabezal (200) está configurado para acoplarse de manera retirable al alojamiento (100) según al menos dos orientaciones diferentes con respecto al alojamiento (100).
- 15 15. Bomba peristáltica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en la que el cabezal (200) está configurado para acoplarse de manera retirable al alojamiento (100) según cuatro orientaciones diferentes con respecto al alojamiento (100).



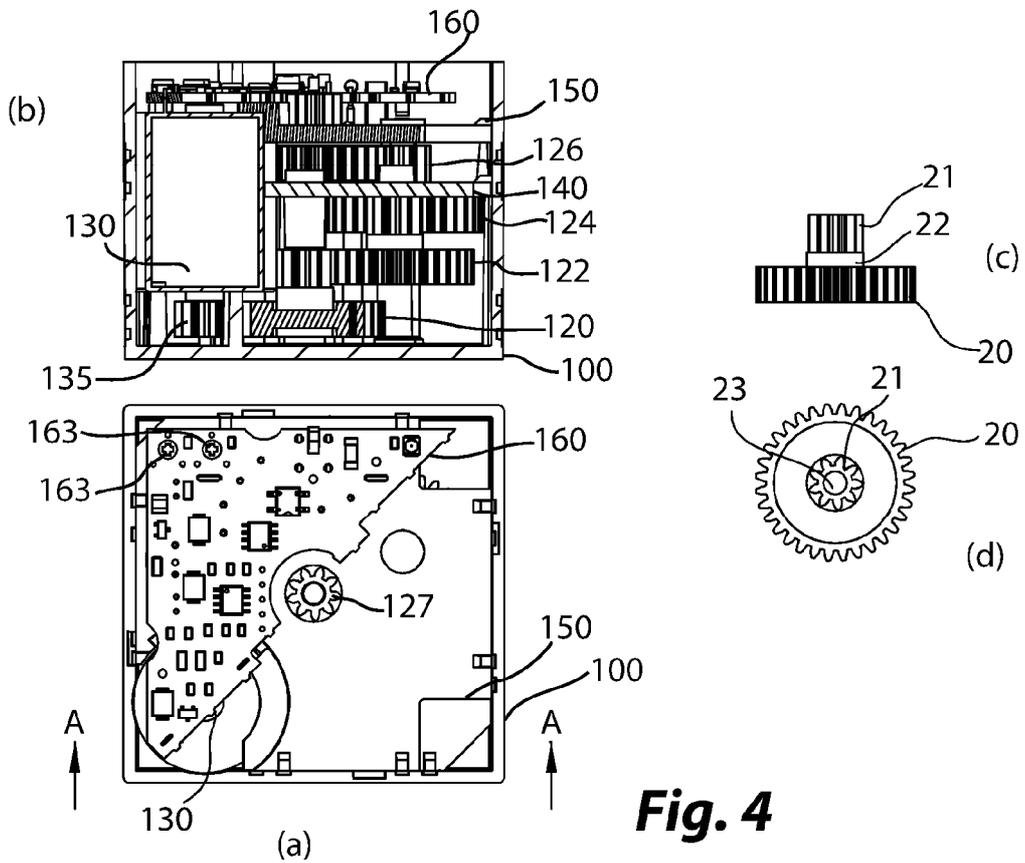
**Fig. 1**



**Fig. 2**

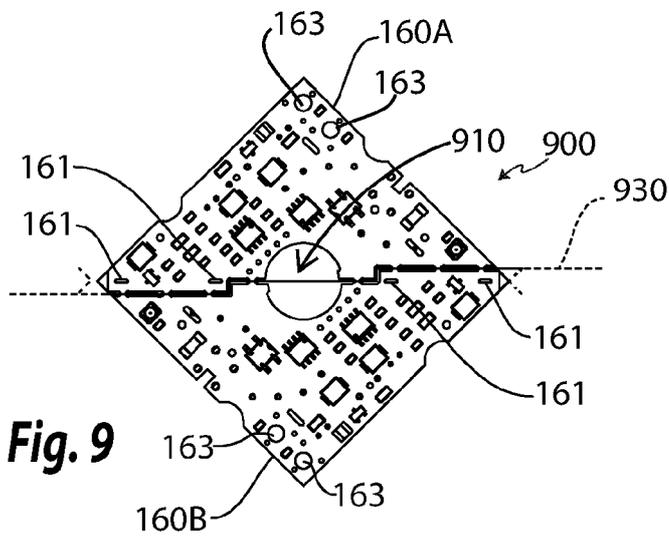
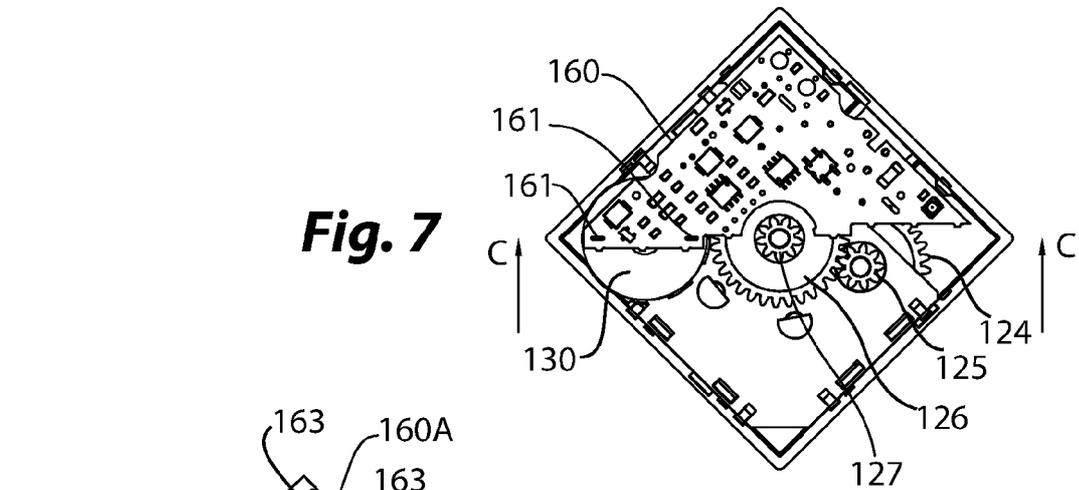
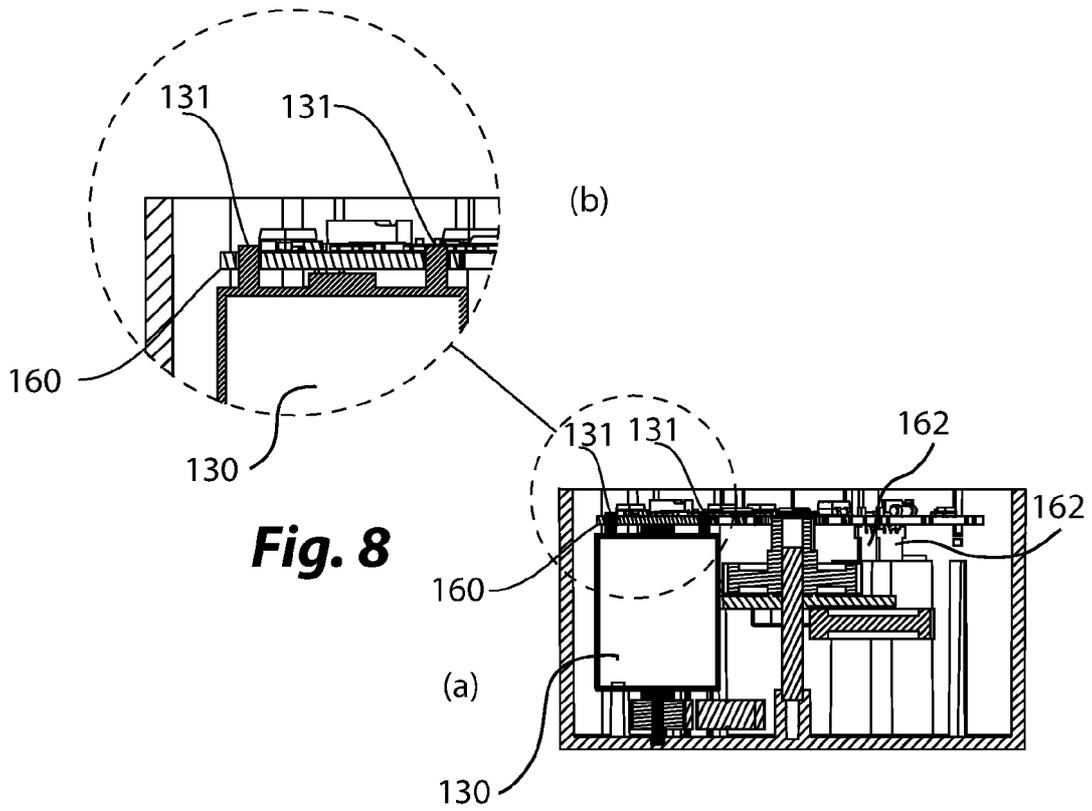


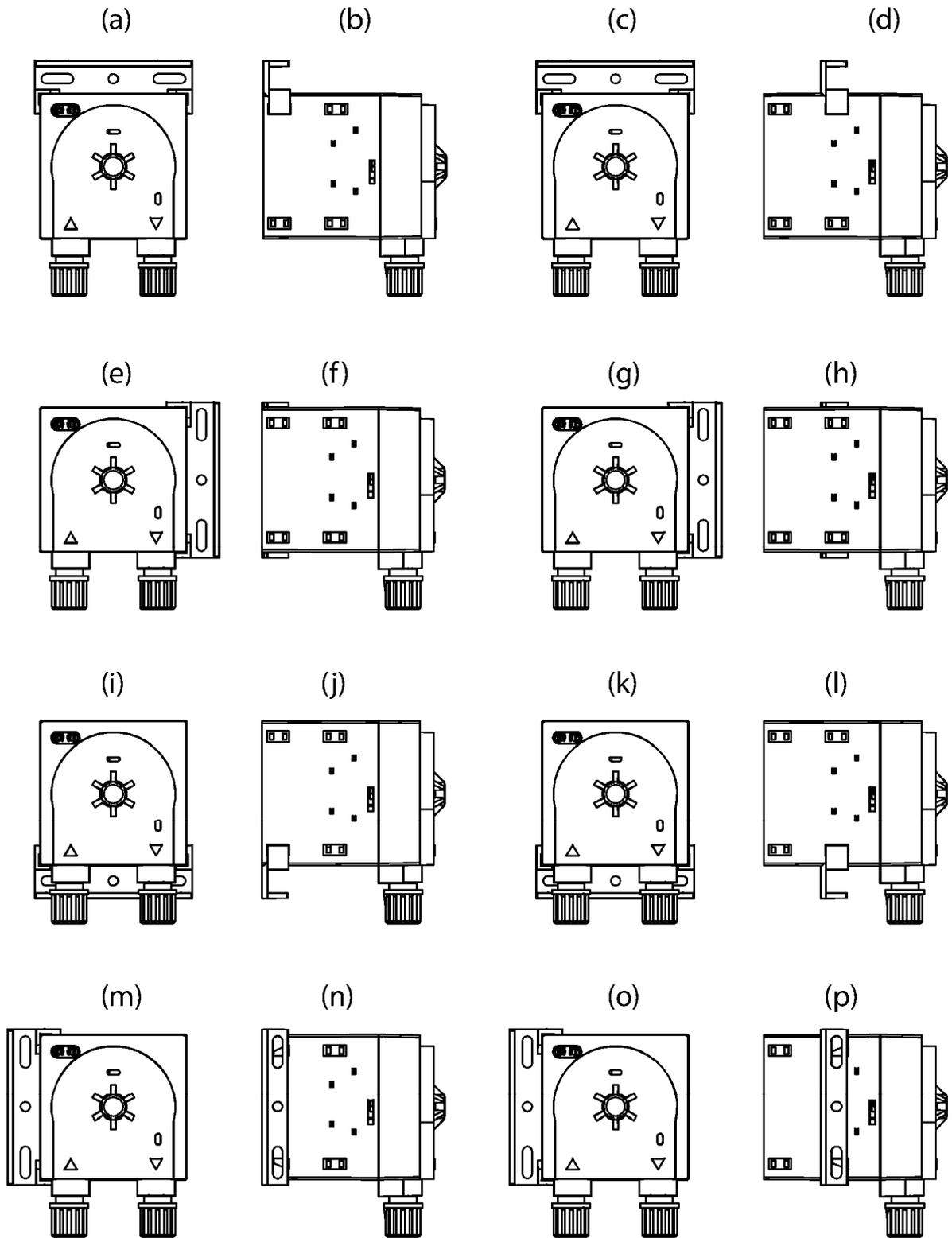
**Fig. 3**



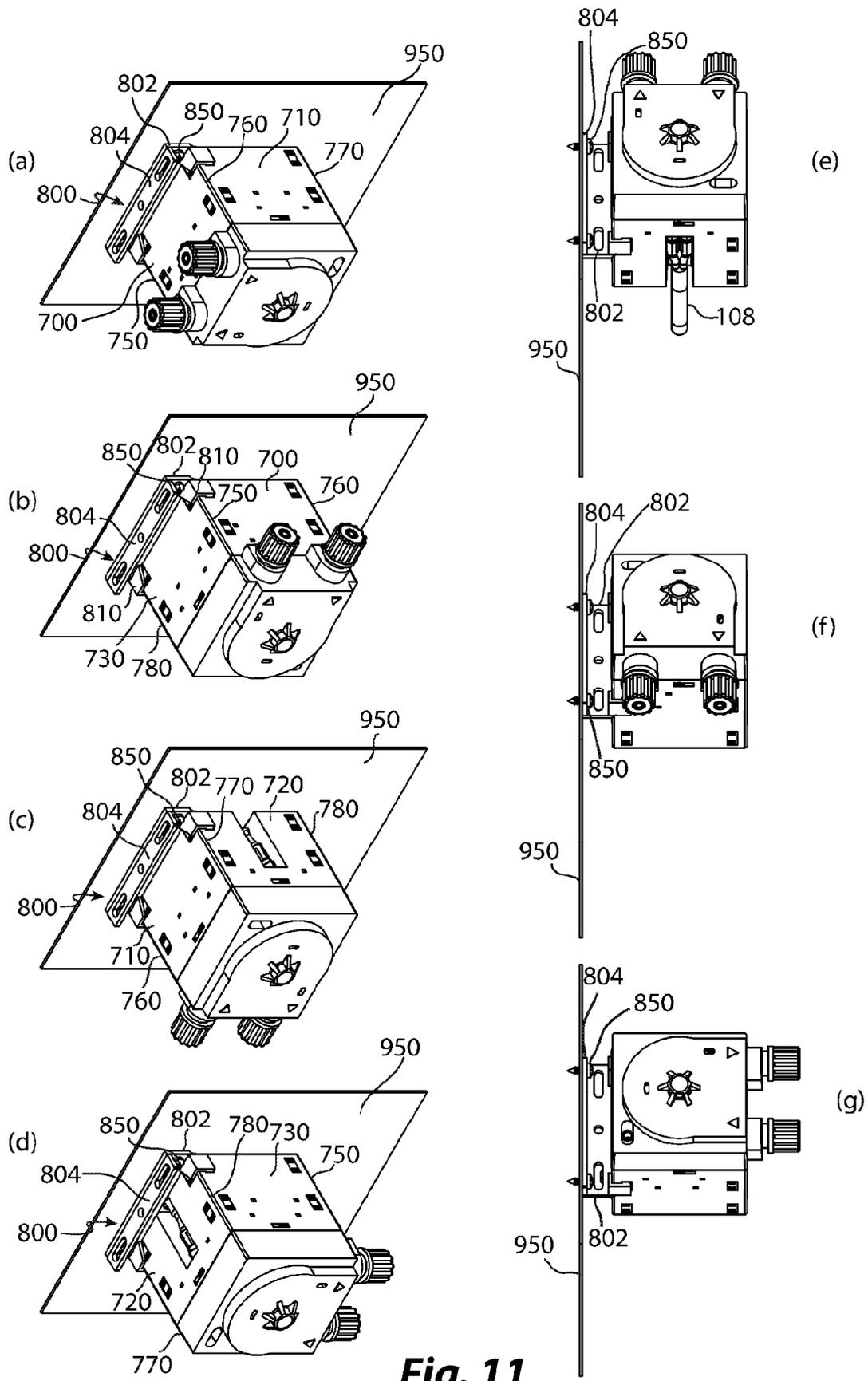
**Fig. 4**



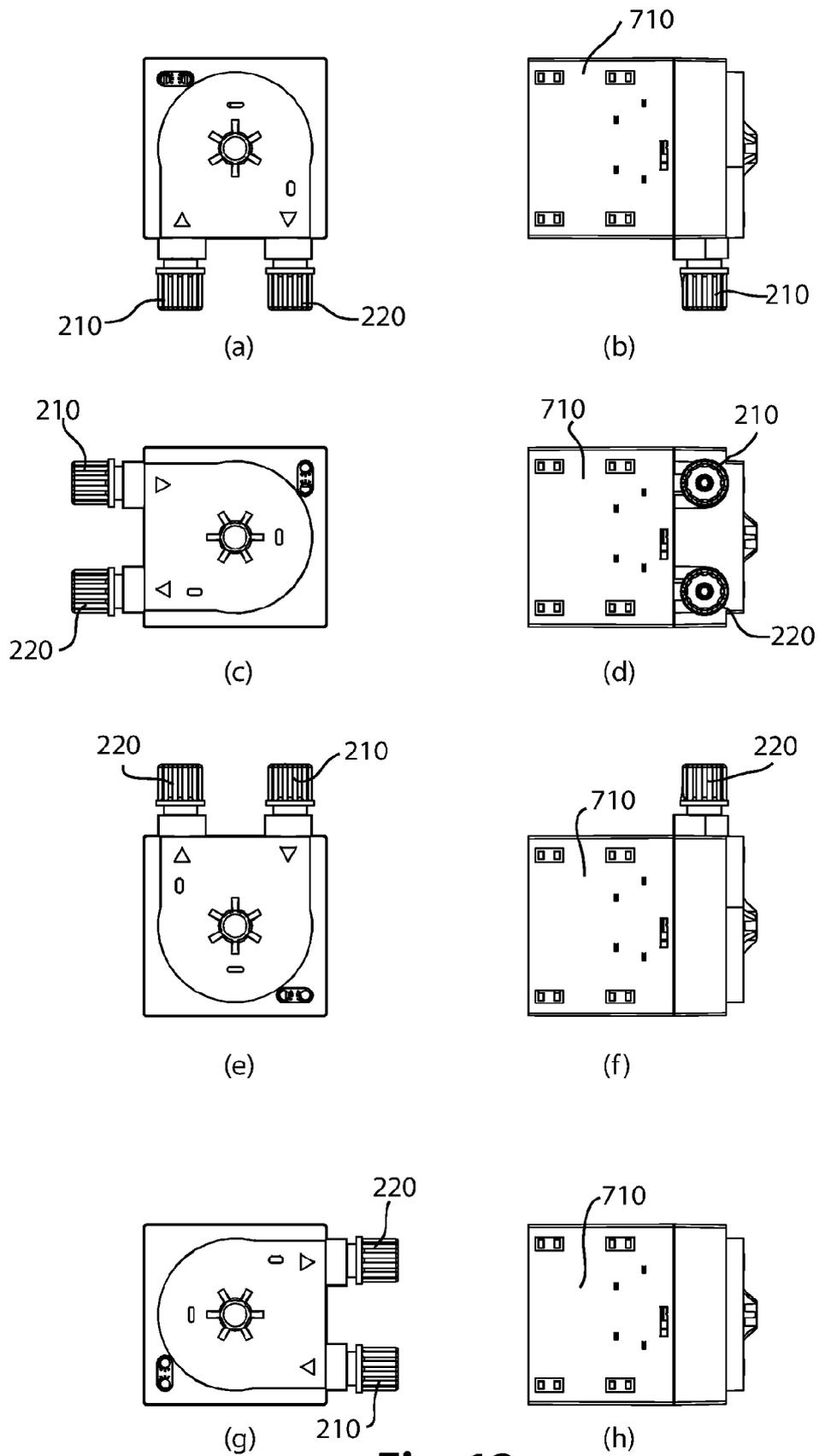




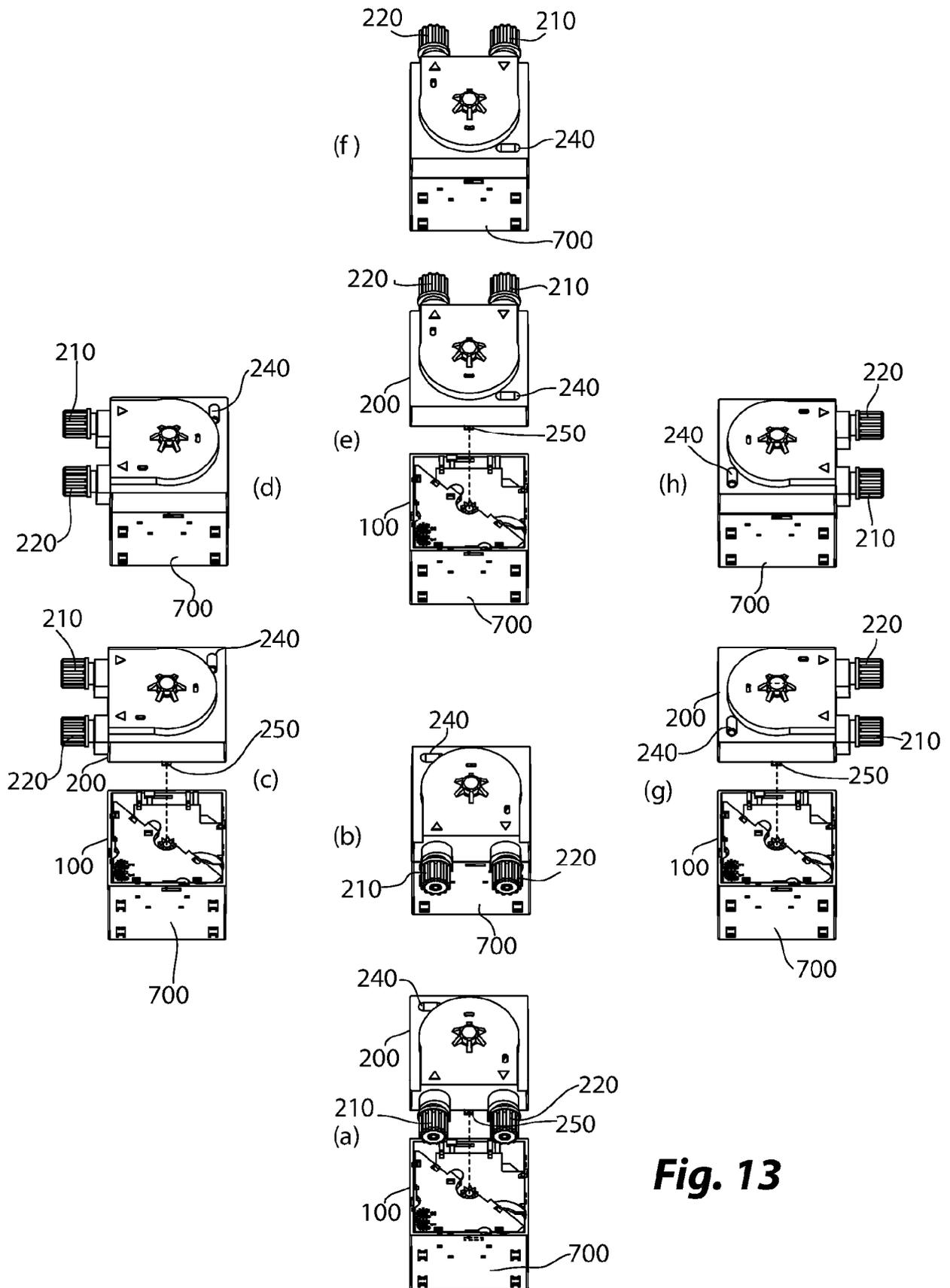
**Fig. 10**



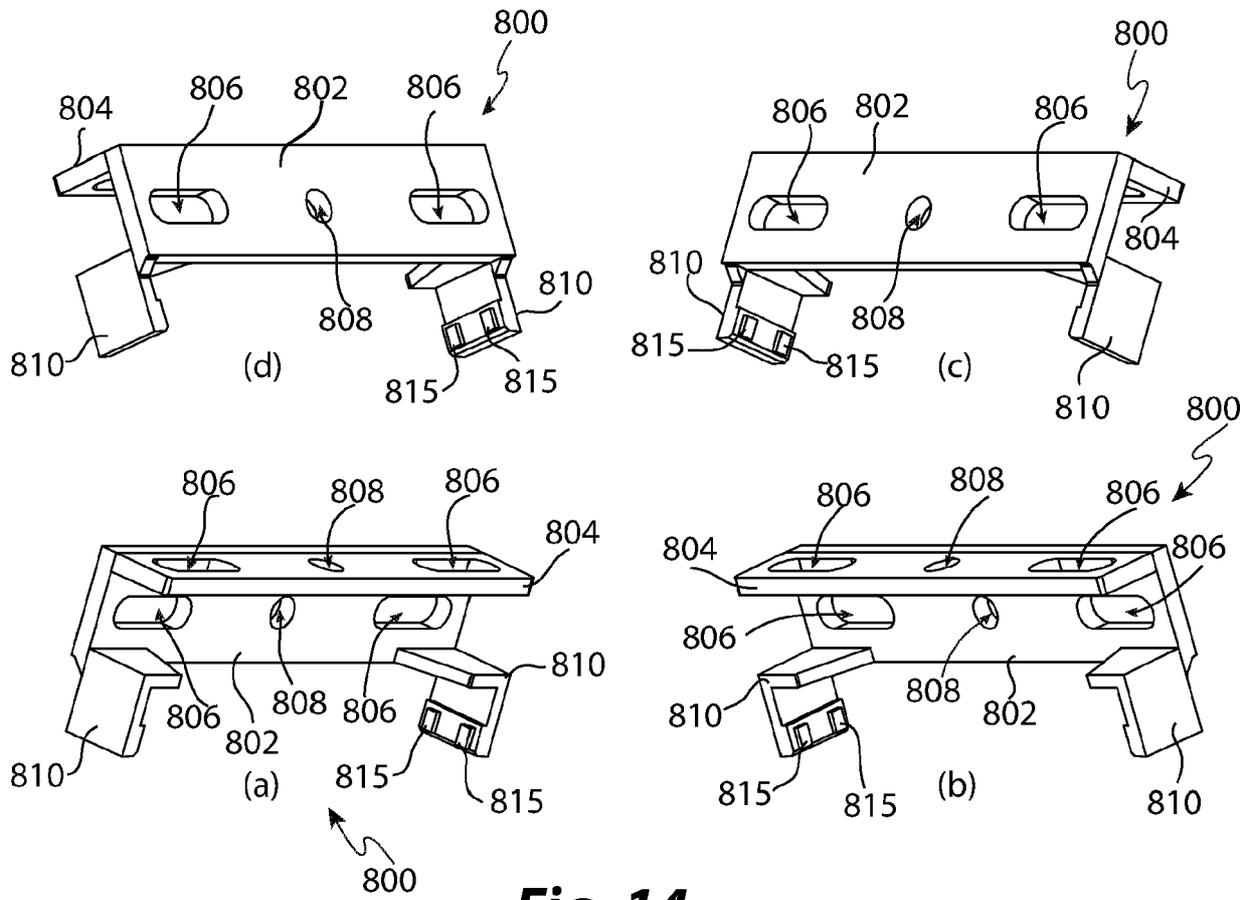
**Fig. 11**



**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**