

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 838**

51 Int. Cl.:

A61H 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2016** E 16382036 (8)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2020** EP 3199136

54 Título: **Dispositivo de rehabilitación de manos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.02.2021

73 Titular/es:

**FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH &
INNOVATION (100.0%)
Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia,
C/Geldo. Edificio 700
48160 Derio (Bizkaia), ES**

72 Inventor/es:

**KLEIN, JULIUS;
KELLER, THIERRY y
PERRY, JOEL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 804 838 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

Dispositivo de rehabilitación de manos

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo de los dispositivos para la rehabilitación de miembros dañados y, en particular, a dispositivos para la rehabilitación de las manos y los dedos dañados.

10 **Estado de la técnica**

15 La función de dedo puede perderse o dañarse como resultado de lesiones neurológicas, tales como derrame cerebral, lesiones de la médula espinal, lesiones cerebrales traumáticas o la enfermedad de Parkinson. Por ejemplo, el derrame cerebral puede provocar parálisis de un lado del cuerpo. Ejemplos de funciones dañadas de los dedos son la falta de extensión de los dedos, la coordinación deficiente de los dedos, la pérdida de la independencia de los dedos, la capacidad de agarre o manipulación deficiente y la incapacidad para controlar una fuerza de agarre constante. Ya que el cerebro tiene cierta capacidad para reorganizar las conexiones neuronales dañadas, es posible una recuperación parcial (o incluso completa) de las funciones dañadas.

20 Existen aparatos activos para la rehabilitación de manos, que incluye la rehabilitación de dedos. Dicha rehabilitación tiene como objetivo estimular la recuperación, en general, realizando movimientos repetidos que involucran a la extremidad dañada.

25 Un tipo bien conocido de los sistemas de rehabilitación de manos se basa en exoesqueletos, que son esqueletos robóticos que abrazan externamente un miembro o parte del cuerpo. Por ejemplo, la patente de Estados Unidos US-5516249-A describe un aparato de control exoesquelético basado en un almacén de guantes en el que puede insertarse una mano. Un sistema similar se desvela en la patente de Estados Unidos US-8574178-B2. Este tipo de dispositivos es complejo debido a que tienen muchas piezas móviles, lo que resulta en un mantenimiento costoso. Además, necesitan mucho tiempo para adaptar la mano del paciente al dispositivo.

30 También existen sistemas de rehabilitación de dedos menos complejos, tales como el desvelado en la solicitud de patente internacional WO-2010/140984-A1, que comprende un soporte sobre el que se fija un brazo dañado y cinco subsistemas, comprendiendo cada uno de los mismos una fijación de dedos (correa) y un sistema de embrague. Cada correa de dedo se acciona mediante un cable (guiado a través de una polea) que tira en una dirección y un resorte de arco en la otra. Sin embargo, este sistema no es portátil debido a su falta de compacidad. Además, se aplica una fuerza sobre cada fijación de dedo y, por lo tanto, se concentra en una articulación del dedo, lo que provoca un daño potencial en la articulación y no optimiza la rehabilitación de la función del dedo. Además, la flexión de los dedos se proporciona exclusivamente por el componente del resorte de arco, no por el motor, lo que hace que el control aplicado a los dedos sea más difícil de controlar.

35 40 Finalmente, la disponibilidad de dispositivos simples de bajo coste podría extender la duración de la rehabilitación, permitiendo ejercicios soportados por robot en el hogar del paciente, bajo monitorización y/o evaluación remotas por parte de los terapeutas. La solicitud de patente internacional número WO2015/024852A1 desvela un dispositivo de ejercicio de movimiento de mano que tiene una unidad de movimiento dedicada al pulgar y una unidad de movimiento dedicada a los dedos. Ambas unidades de movimiento se accionan por un solo motor. Además, los dispositivos de rehabilitación de las manos convencionales, incluido el que se desvela en el documento WO2015/024852A1, están diseñados para usarse o bien con la mano derecha o con la mano izquierda, lo que resulta en que se requiere una gran inversión.

45 50 Por lo tanto, existe una necesidad de proporcionar un dispositivo de rehabilitación de la función de los dedos que tenga una estructura portátil simple y, al mismo tiempo, permita una rehabilitación optimizada de los cinco dedos de tanto la mano derecha como de la mano izquierda.

Descripción de la invención

55 60 Un objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo modular portátil para la rehabilitación de la mano. Las diferentes funciones de los diferentes dedos se optimizan con el dispositivo propuesto, debido a que permite la rehabilitación independiente (flexión/extensión funcional) del pulgar y del dedo índice, involucrados en la mayoría de los tipos de agarre. Los dedos restantes, corazón, anular y meñique, se mueven simultáneamente en un solo grupo. El dispositivo propuesto, que es un dispositivo de mano portátil, moviliza los dedos al restringir las yemas de los dedos a lo largo de su trayectoria estereotípica natural para las tareas de agarre.

65 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo para un dispositivo de rehabilitación de manos a agarrar por una mano a entrenar, que comprende: al menos un primer soporte configurado para soportar el pulgar de una mano, en el que dicho al menos un primer soporte está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dicho pulgar, accionándose dicho movimiento de flexión/extensión

por un primer mecanismo de transmisión al que está conectado el al menos un primer soporte; al menos un segundo soporte configurado para soportar el dedo índice de dicha mano, en el que dicho al menos un segundo soporte está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dicho dedo índice, accionándose dicho movimiento de flexión/extensión por un segundo mecanismo de transmisión al que está conectado el al menos un
 5 segundo soporte; al menos un tercer soporte configurado para soportar los tres dedos restantes - los dedos corazón, anular y meñique - de dicha mano, en el que dicho al menos un tercer soporte está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dichos tres dedos restantes, accionándose dicho movimiento de flexión/extensión por un tercer mecanismo de transmisión al que está conectado el al menos un tercer soporte; en el
 10 que dicho primer mecanismo de transmisión se acciona por un motor diferente del al menos un motor configurado para accionar dichos mecanismos de transmisión segundo y tercero; en el que los tres movimientos de flexión/extensión de dicho al menos un primer soporte, dicho al menos un segundo soporte y dicho al menos un tercer soporte son independientes unos de otros. Durante el uso del dispositivo de rehabilitación de manos, la palma, los dedos y el pulgar de la mano a entrenar rodean el dispositivo de rehabilitación de manos.

15 En una realización específica, al menos uno de dichos mecanismos de transmisión primero, segundo y tercero comprende un piñón y una corona configurada para moverse accionada por dicho piñón, que a su vez está configurado para rotar accionado por dicho motor. Aún más específicamente, tras la rotación, dicha corona se configura para tirar de dos engranajes de corona interconectados por unos salientes o dientes respectivos, haciendo que dichos soportes se muevan a modo de flexión/extensión. Como alternativa, tras la rotación, dicha corona se
 20 configura para tirar de un conjunto formado por dos ruedas y un medio de acoplamiento que conecta dichas dos ruedas entre sí, en el que la rueda más cercana al piñón está fija y la otra rueda y el medio de acoplamiento se mueven como resultado del movimiento de la corona.

25 En una realización específica, dicho al menos un segundo soporte comprende un único soporte para el dedo índice y dicho al menos un tercer de soporte comprende un único soporte para los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique.

30 En una realización específica, dicho al menos un segundo soporte comprende un soporte distal para la falange distal del dedo índice y un soporte proximal para la falange intermedia del dedo índice, y dicho al menos un tercer de soporte comprende un soporte distal para la falange distal de los tres dedos restantes - anillo medio, y dedos pequeños y un soporte proximal para la falange intermedia de los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique. Preferentemente, dicho al menos un primer soporte, dicho un soporte distal para la falange distal del dedo índice y dicho un soporte distal para la falange distal de los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique, están acoplados a la rueda móvil de los mecanismos de transmisión respectivos por medio de una pieza
 35 que se une a un pivote en el mecanismo de transmisión respectivo.

40 En una realización específica, dicho al menos un primer soporte, dicho al menos un segundo soporte y dicho al menos un tercer soporte se acoplan a los mecanismos de transmisión respectivos por medio de una pieza que se une a un pivote en el mecanismo de transmisión respectivo.

45 En una realización específica, el dispositivo es reversible y, por lo tanto, sirviendo un mismo dispositivo para rehabilitar la mano derecha y la mano izquierda. El dispositivo es reversible: o bien moviendo libremente un conjunto formado por un soporte y una pieza con respecto a un medio pivotante, cuando el mecanismo de transmisión comprende dos engranajes de corona interconectados por unos salientes o dientes respectivos; o levantando unos pasadores y girando las ruedas hasta que el pasador correspondiente se bloquee naturalmente en una posición en el extremo opuesto de un canal y moviendo libremente un conjunto formado por un soporte y una pieza con respecto a un medio pivotante, cuando el mecanismo de transmisión comprende dos ruedas y un medio de acoplamiento que conecta dichas dos ruedas entre sí.

50 En una realización específica, cada uno de dichos mecanismos de transmisión primero, segundo y tercero se acciona por un motor correspondiente.

55 Las ventajas y las características adicionales de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente y se señalarán en particular en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

60 Para completar la descripción y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman parte integral de la descripción e ilustran una realización de la invención, que no debería interpretarse como una restricción del alcance de la invención, sino solo como un ejemplo de cómo puede realizarse la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

La figura 1 muestra una vista de un dispositivo de rehabilitación de manos configurado para rehabilitar la mano derecha, de acuerdo con una posible realización de la invención.

65 La figura 2A muestra una vista diferente del dispositivo de rehabilitación de manos de la figura 1.

La figura 2B muestra la misma vista mostrada en la figura 2A, del dispositivo de rehabilitación de manos, en el

que se ha ilustrado la mano derecha en su posición funcional.

Las figuras 3A y 3B muestran diferentes vistas del dispositivo de rehabilitación de manos de la figura 1.

La figura 3C muestra en detalle los soportes para los dedos de los cuatro dedos (dispositivo de rehabilitación de manos de la figura 1).

5 Las figuras 4A a 4D muestran diferentes vistas de un dispositivo de rehabilitación de manos de acuerdo con una realización más general de la invención. En esta realización, hay un reposa dedos único para el dedo índice y un reposa dedos único para el grupo de dedos formado por los dedos corazón, anular y meñique. Las figuras 4E a 4H muestran una implementación alternativa de esta realización más general.

10 Las figuras 5A a 5C muestran diferentes vistas de un dispositivo de rehabilitación de manos a modo de ejemplo. En el dispositivo de rehabilitación de manos mostrado, hay un soporte o reposa dedos proximal único para la falange proximal y la falange intermedia de los dedos índice, corazón, anular y meñique; y un soporte o reposa dedos distal único para la falange distal de los dedos índice, corazón, anular y meñique. Por lo tanto, el dispositivo permite la rehabilitación de al menos los dedos índice, corazón, anular y meñique en dos secciones: una primera sección que incluye la falange proximal y la falange intermedia de cada dedo; y una segunda

15 sección que incluye la falange distal de cada dedo. La figura 6 muestra un mecanismo de transmisión de acuerdo con una posible realización de la invención.

La figura 7 muestra un mecanismo de transmisión de acuerdo con una realización alternativa de la invención.

La figura 8 muestra un desglose del mecanismo de transmisión de la figura 7.

20 Las figuras 9A-9F muestran varias posiciones del mecanismo de flexión/extensión para el soporte de dedos mostrado en la figura 7. En las figuras 9A a 9C, el mecanismo de flexión/extensión para el soporte de dedos está configurado para rehabilitar la mano derecha. En las figuras 9D-9F está configurado para rehabilitar la mano izquierda.

25 Las figuras 10A-10F muestran varias posiciones del mecanismo para la flexión/extensión del dedo mostrado en las figuras 7, 8 y 9A-9F (figuras 10A-10C mano derecha; figuras 10D-10F mano izquierda).

Las figuras 11A-11D muestran el dispositivo de rehabilitación de las figuras 1 a 3, configurado para rehabilitar la mano izquierda, que se incluye. Por razones de claridad, el pulgar se ha borrado de la vista.

Las figuras 12A-12D muestran el dispositivo de rehabilitación de las figuras 1 a 3, configurado para rehabilitar la mano derecha, que se incluye. Por razones de claridad, el pulgar se ha borrado de la vista.

30 Las figuras 13A-13D muestran la capacidad de reversibilidad del mecanismo de transmisión del dispositivo. Las figuras 13A y 13C muestran la configuración de mano izquierda, mientras que las figuras 13B y 13D muestran la configuración de mano derecha correspondiente.

Descripción de un modo de realizar la invención

35 En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (tales como "comprendiendo", etc.) no deberían entenderse en un sentido excluyente, es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo que se describe y define pueda incluir elementos, etapas, etc., adicionales.

40 En el contexto de la presente invención, el término "aproximadamente" y los términos de su familia (tal como "aproximado", etc.) deberían entenderse como que indican valores muy cercanos a los que acompañan al término mencionado anteriormente. Es decir, debería aceptarse una desviación dentro de los límites razonables de un valor exacto, debido a que un experto en la materia comprenderá que una desviación de este tipo de los valores indicados es inevitable debido a imprecisiones de medición, etc. Lo mismo se aplica a los términos "sobre" y "alrededor" y "sustancialmente".

45 La siguiente descripción no debe tomarse en un sentido limitativo, sino que se proporciona únicamente con el fin de describir los principios generales de la invención. Las siguientes realizaciones de la invención se describirán a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos mencionados anteriormente que muestran aparatos y resultados de acuerdo con la invención.

50 Las figuras 1, 2A, 2B, 3A, 3B y 3C muestran diferentes vistas de un dispositivo de rehabilitación de manos 100 de acuerdo con una posible realización de la invención. El dispositivo 100 es versátil, lo que significa que puede configurarse para rehabilitar o bien la mano derecha o la mano izquierda. La configuración mostrada en estas figuras es una configuración de mano derecha, pero simplemente puede cambiarse a una configuración de mano izquierda, como se explicará más adelante en este texto. El dispositivo 100 puede estar unido a otro dispositivo o aparato, tal como un robot herramienta, un manipulador o un soporte de brazo (por ejemplo, un soporte fijo en una mesa), o directamente al brazo del usuario. También puede actuar como un dispositivo de mano portátil.

60 El dispositivo portátil 100 está configurado para agarrarse por la mano a entrenar, de tal manera que la palma, los dedos y el pulgar (parte interior de la mano) rodean el dispositivo agarrado 100. En esta implementación específica, la estructura 110 debe agarrarse por la mano derecha, como se muestra en la figura 2B. Al agarrar el dispositivo de mano portátil 100 con una mano dañada, la parte interior de los dedos y el pulgar se disponen en varios soportes o "reposa dedos" 120 121 122 123 124 dispuestos para recibir los dedos y el pulgar, que descansan o se soportan en los soportes. Opcionalmente, puede incluirse una correa con el fin de garantizar que los dedos estén unidos al dispositivo. La correa puede ser especialmente útil para la flexión de los dedos (movimiento de cierre de la mano). En la realización mostrada, dos reposa dedos 120 121 están dispuestos para recibir la falange distal respectiva y al

menos una parte de la falange intermedia (o la totalidad de la falange intermedia) del dedo índice (parte interior del mismo) y dos reposa dedos 122 123 están dispuestos para recibir la falange distal respectiva y al menos una parte de la falange intermedia (o la totalidad de la falange intermedia) de otro grupo de dedos, formado por los dedos corazón, anular y meñique (parte interior de los mismos). En otras palabras, los dos reposa dedos superiores 120 122 terminan entre la falange distal y la intermedia del dedo índice y los dedos corazón, anular y meñique, respectivamente, mientras que los dos reposa dedos inferiores 121 123 terminan entre la falange proximal y la intermedia del dedo índice y los dedos corazón, anular y meñique, respectivamente. Como se muestra, por ejemplo, en la figura 3A, los soportes o reposa dedos 120 121 para el dedo índice están unidos a una estructura (carro) 139, que sostiene el mecanismo de transmisión 114 para esos reposa dedos 120 121. La figura 3C muestra los medios de unión 144 141 para soportes 120 121, respectivamente. De manera similar, los soportes o reposa dedos 122 123 para los dedos corazón, anular y meñique están unidos a una estructura (carro) 149 que sostiene el mecanismo de transmisión 112 para esos reposa dedos 122 123. La vista de la figura 1 y la vista rotada de la figura 3A muestran un soporte o reposa dedos adicional 124 para el pulgar. La disposición de este reposa pulgar 124 con respecto a los otros reposa dedos se ha seleccionado para adaptarse a la forma natural de la mano. El soporte o reposa dedos 124 para el pulgar está unido a una estructura (carro) 159 que sostiene el mecanismo de transmisión 113 para ese reposa dedos 124. En las figuras, pueden observarse otros elementos, tales como: un motor 110 para accionar los soportes o reposa dedos 122 123 para los dedos corazón, anular y meñique (la carcasa de este motor 110 funciona como un reposa palma para la mano izquierda o como un agarre para el dispositivo con la mano izquierda cuando el dispositivo se usa para rehabilitar la mano izquierda); un motor 111 para accionar los soportes o reposa dedos 120 121 para el dedo índice (la carcasa de este motor 111 funciona como un reposa palma para la mano derecha o como un agarre para el dispositivo con la mano derecha cuando el dispositivo se usa para rehabilitar la mano derecha); un motor 109 para accionar el soporte o reposa dedos 124 para el pulgar; un mecanismo de transmisión 112 (sostenido en el carro 149) asociado al motor 110; un mecanismo de transmisión 113 (retenido en el carro 159) asociado al motor 109; un mecanismo de transmisión 114 (retenido en el carro 139) asociado al motor 111; y un brazo de bloqueo 115 para un mecanismo de ajuste de pulgar.

Las figuras 4A-4D muestran una realización más general, en la que hay un único reposa dedos 120A para el dedo índice y un único reposa dedos 122A para el grupo de dedos formado por los dedos corazón, anular y meñique. En este caso, el reposa dedos 120A termina entre la falange proximal y la intermedia del dedo índice, mientras que el reposa dedos 122A termina entre la falange proximal y la intermedia de los dedos corazón, anular y meñique. En estas vistas, el pulgar y el mecanismo de rehabilitación correspondiente se han eliminado con fines de mayor claridad.

Las figuras 4E-4H muestran una implementación alternativa de la realización más general, en la que hay un único reposa dedos 120B para el dedo índice y único reposa dedos 122B para el grupo de dedos formado por los dedos corazón, anular y meñique. En este caso, el reposa dedos 120B termina entre la falange intermedia y la distal del dedo índice, mientras que el reposa dedos 122B termina entre la falange intermedia y la distal de los dedos corazón, anular y meñique. En estas vistas, el pulgar y el mecanismo de rehabilitación correspondiente también se han eliminado con fines de claridad.

Como se explicará más tarde, durante el uso del dispositivo, los soportes o reposa dedos 120 121 120A 120B 122 123 122A 122B 124 se mueven, accionados por los motores 111 110 109, provocando la flexión/extensión de los dedos (y el pulgar) soportados en los reposa dedos correspondientes. Como puede observarse, el dispositivo 100 permite la rehabilitación independiente del pulgar (por medio del reposa dedos 124 (véase, por ejemplo, la figura 3A) y la rehabilitación independiente del dedo índice (por medio del reposa dedos 120A (figuras 4A-4D) o por medio del reposa dedos 120B (figuras 4E-4H) o por medio de los reposa dedos 120 121 (figuras 1-3C) con respecto a los tres dedos restantes, que se rehabilitan en un único grupo (o bien en el reposa dedos 122A o en el reposa dedos 122B o en los reposa dedos 122 123). Por lo tanto, el dispositivo permite la rehabilitación independiente (flexión/extensión funcional) del pulgar y del dedo índice, siendo estos dedos los que están involucrados en la mayoría de los tipos de movimientos de agarre. Los dedos restantes, corazón, anular y meñique, se mueven simultáneamente en un único grupo. El dispositivo 100 permite la rotación pasiva de los soportes de dedos (reposa dedos más finos) para la autoalineación con manos de diferentes tamaños.

A continuación, se explica el mecanismo de transmisión 113 112 114 que permite la flexión/extensión del pulgar y los dedos. Cada mecanismo de transmisión 112 113 114 se acciona por un motor 110 109 111. Las realizaciones ilustradas muestran un mecanismo de transmisión independiente 113 para el pulgar, un mecanismo de transmisión independiente 112 para los tres dedos. En una realización alternativa, en este caso hay un mecanismo de transmisión independiente 113 para el pulgar y un único mecanismo de transmisión independiente adicional para los cuatro dedos. Esto se logra conectando o bloqueando, por ejemplo, por medio de una barra, el reposa dedos 120A con el reposa dedos 122A en la figura 4A, o el reposa dedos 120B con el reposa dedos 122B en la figura 4E, o el reposa dedos 120 con el reposa dedos 122 y el reposa dedos 121 con el reposa dedos 123 en la figura 3A o la figura 3C. En cualquiera de estos casos, podría eliminarse uno de los dos motores (motor 111 o motor 110). En la realización específica en la que hay una rehabilitación independiente del dedo índice, hay dos mecanismos de transmisión independientes (en lugar de uno): un mecanismo de transmisión independiente 114 para el dedo índice y un mecanismo de transmisión independiente 112 para los tres dedos restantes. El funcionamiento de los diversos mecanismos de transmisión es el mismo y se

describe a continuación. A continuación, se describen dos posibles realizaciones para el mecanismo de transmisión 112 113 114 haciendo referencia a las respectivas figuras 6 y 7. Ambas realizaciones comprenden un mecanismo de rueda de engranaje doble 130 131 y son equivalentes dentro del intervalo de movimiento (ROM) de interés. Las figuras 9A-9F muestran varias posiciones del mecanismo de la flexión/extensión de los dedos (en este caso implementado como se muestra en la figura 7).

Las figuras 6 y 7 muestran dos posibles realizaciones del mecanismo de rueda de engranaje doble 130 131. El mecanismo de rueda de engranaje doble 130 en la figura 6 se basa en una rueda de engranaje dentada doble. El mecanismo de rueda de engranaje doble 131 en la figura 7 se basa en una rueda doble con un acoplamiento mecánico. En ambas implementaciones 130 131 del mecanismo, un motor respectivo 111 110 109, no mostrado en las figuras 6 y 7, actúa sobre un piñón 132, que se hace rotar por el motor. El piñón 132 a su vez hace que se mueva una corona 133 (la corona 133 se muestra en las figuras 9A-9F). La corona 133 está fijada al carro 139 149 159, que se aloja dentro del mecanismo de transmisión 114 112 113 (en esta realización, el mecanismo de rueda de engranaje doble 130 131). En su movimiento (rotación), la corona 133 arrastra el carro 139 149 159. A continuación se hace referencia al caso específico de la estructura para rehabilitar un dedo índice. Sin embargo, la siguiente explicación se refiere de manera similar a las estructuras para rehabilitar los tres dedos (véanse, por ejemplo, las figuras 4A a 4H) y a la estructura para rehabilitar un pulgar. El soporte para la falange intermedia de los dedos (soporte intermedio o soporte proximal) está fijado al carro 139 de tal manera que el movimiento del motor 111 produce un desplazamiento angular del carro 139 (por medio de la rotación de la corona 133) y un desplazamiento angular correspondiente del soporte 121 123 para la falange intermedia. El mecanismo de transmisión 130 131 (rueda de engranaje doble) comprende una rueda de entrada 135A 136A y una rueda de salida 135B 136B. La rueda de entrada 135A 136A y la rueda de salida 135B 136B están conectadas entre sí de tal manera que la rueda de entrada 135A 136A no se mueve cuando el carro 139 se mueve (desplazamiento angular) sino que produce una rotación de la rueda de salida 135B 136B. A continuación, se explican las características adicionales aplicables a la realización específica en la que cada dedo (índice, por un lado y los dedos corazón, anular y meñique, por otro lado) se rehabilita en dos secciones (figuras 1-3C). La siguiente explicación se aplica completamente al pulgar debido a que el soporte de falange distal es el mismo en los tres módulos (índice, dedos, pulgar). El soporte 120 122 para la falange distal del dedo (soporte distal) está fijado a la rueda de salida 125B 136B de tal manera que el movimiento del motor 110 111 109 produce un desplazamiento angular del carro 139 y un desplazamiento angular correspondiente del soporte 120 122 para la falange distal. Además, el movimiento del carro 139 produce una rotación de la rueda de salida 135B 136B y esa rotación produce un desplazamiento angular del soporte 120 122 para la falange distal con respecto a la posición del carro 139. Como se ha explicado, el desplazamiento angular del soporte de falange distal 121 123 es mayor que el desplazamiento angular del soporte de falange intermedia 120 122.

El motor 110 111 109 puede activarse selectivamente por el usuario (o por un terapeuta) para la operación del dispositivo. En una realización preferida, el motor funciona con una batería. Como alternativa, podría funcionar con electricidad convencional disponible o un fluido a presión, tal como aire comprimido en el caso de un dispositivo equipado con motores neumáticos. Por razones de simplicidad, en las figuras 6 y 7 no se muestran el piñón 132 y la corona 133 debido a que están alojados en una carcasa, bastidor o base 134. La figura 3B muestra claramente el motor 109 y su piñón 162, el motor 110 y su piñón 172 y el motor 111 y su piñón 132.

En la figura 6, el mecanismo de transmisión (mecanismo de rueda de engranaje doble) 130 está formado por dos ruedas de engranaje dentadas: una rueda de engranaje dentada de entrada 135A y una rueda de engranaje dentada de salida 135B (también denominado como tren de engranajes) engranadas por los dientes respectivos. La rueda de engranaje dentada de entrada 135A está montada en el eje de rotación 160 del carro 139 de tal manera que cuando el carro rota por la rotación de la corona 133, la rueda de engranaje de entrada 135A no se mueve. La rueda de engranaje de salida 135B está montada en el carro 139 a través de su eje 180 de tal manera que la rueda de engranaje de salida 135B se mueve cuando el carro 139 se mueve pero puede rotar libremente en el carro 139. A medida que la rueda de engranaje de entrada 135A se engrana a la rueda de engranaje de salida 135B (a través de un borde dentado) cuando el movimiento del carro 139 arrastra la rueda de engranaje de entrada 135A, la rueda de salida 135B se ve forzada a rotar sobre la rueda de engranaje de entrada 135A. El soporte de falange intermedia 121 123 está fijado al carro 139 mientras que el soporte de falange distal 120 122 está fijado a la rueda de engranaje de salida 135B. De ese modo, el desplazamiento angular del soporte de falange intermedia 121 123 es el desplazamiento del carro 139, mientras que el desplazamiento angular del soporte de falange distal 120 122 es el desplazamiento del carro más la rotación de la rueda de engranaje de salida 135B. El desplazamiento angular del soporte de falange distal 121 123 y del soporte de falange intermedia 120 122 produce la flexión/extensión de los dedos (o bien del dedo índice, el pulgar o de los dedos restantes).

En la figura 7, el mecanismo de transmisión (mecanismo de rueda de engranaje doble) 131 está formado por dos discos o ruedas, una rueda de entrada 136A y una rueda de salida 136B que no se tocan directamente entre sí y un medio de acoplamiento o acoplamiento mecánico (tal como una varilla de acoplamiento) 137 que conecta los dos discos o ruedas entre sí. El medio de acoplamiento 137 está fijado a las ruedas de entrada y salida 136A 136B de tal manera que la distancia entre los puntos de conexión de las ruedas de entrada y salida 136A 136B es fija.

La rueda de entrada 136A está montada en el eje de rotación 160 del carro 139, de tal manera que cuando el carro

rota por la rotación de la corona 133, la rueda de entrada 136A no se mueve. La rueda de salida 136B está montada en el carro a través de su eje 180. Por lo tanto, la rueda de salida 136B se mueve cuando el carro 139 se mueve, pero puede rotar libremente en el carro 139. A medida que la rueda de entrada 136A se engrana a la rueda de salida 136B (a través de una varilla de acoplamiento 137), cuando el movimiento del carro 139 arrastra la rueda de salida 136B, la rueda de salida 136B se ve forzada a rotar por la biela 137 para mantener la distancia entre los puntos de conexión de las ruedas de entrada y salida 136A 136B. El soporte de falange proximal 121 123 está fijado al carro 139, mientras que el soporte de falange distal 120 122 está fijado a la rueda de salida 136B. De ese modo, el desplazamiento angular del soporte de falange proximal 121 123 es el desplazamiento del carro 139, mientras que el desplazamiento angular del soporte de falange distal 120 122 es el desplazamiento del carro más la rotación de la rueda de salida 136B. El desplazamiento angular del soporte de falange distal 120 122 y del soporte de falange proximal 121 123 puede producir la flexión/extensión de los dedos (o bien del dedo índice, el pulgar o de los dedos restantes).

La figura 8 muestra un desglose del mecanismo de transmisión (mecanismo de rueda de engranaje doble) 131 en la figura 7. Una primera carcasa, bastidor o base 134 aloja el piñón 132 y parcialmente la corona 133. Obsérvese que, en general, se hace referencia al piñón 132 pero podría hacerse referencia correspondientemente al piñón 162 172 (véase, por ejemplo, la figura 3B). Esto es lo mismo que en el mecanismo de transmisión 130 mostrado en la figura 6. Una segunda carcasa o carro 139 aloja la rueda fija 136B, la rueda móvil 136A y el acoplamiento mecánico 137 (en el mecanismo de transmisión 130 en la figura 6, el carro 139 aloja la rueda de engranaje dentada doble). Al igual que en el mecanismo de transmisión (mecanismo de rueda de engranaje doble) 130 en la figura 6, la corona 133 está fijada a la parte inferior del carro 139. En la realización mostrada, la rueda de entrada 136A y la rueda de salida 136B son idénticas y están formadas por dos discos planos dispuestos paralelos entre sí y fijados uno a otro mediante cualquier tipo de unión mecánica 137 (biela) que establece una distancia fija entre los puntos de conexión de las ruedas de entrada y salida 136A 136B. La rueda de entrada 136A y el carro 139 comprenden un canal alargado 141A, que define dos posiciones de extremo P1 P2 para el desplazamiento angular del carro 139, para controlar el movimiento de extensión máxima posible para los dedos. El pasador 138B se usa para restringir el punto de pivote proximal para el enlace (unión mecánica) 137. Para una configuración de mano derecha, el punto de pivote está a la izquierda (figura 8 arriba). Para una configuración de mano izquierda, el punto de pivote está a la derecha. El pin 138B tiene la función exacta como el pin 138A, es decir, define la posición del punto de pivote distal para el enlace (unión mecánica) 137. Para una configuración de mano derecha, el punto de pivote distal está a la derecha. Para una configuración de mano izquierda, el punto está a la izquierda. El pasador 138C está montado en el carro 139. El árbol 238C del pasador 138C está alojado en el canal alargado 141B de tal manera que durante el desplazamiento angular del carro 139, el canal 141B se mueve alrededor del pasador 138C, pero choca con el árbol 238C del pasador en el extremo del recorrido impuesto para el carro 139 (dependiendo del movimiento de extensión máxima establecido para los dedos). Estas dos posiciones P1 P2 definidas en la rueda de entrada 136A también permiten la implementación de la característica de reversibilidad del dispositivo. También contribuyen a la seguridad, ya que, por ejemplo, evitan daños al usuario en el caso de que falle un motor. Cuando el dispositivo está configurado para rehabilitar la mano izquierda, el pin 138C está en la posición P1. Por el contrario, cuando el dispositivo necesita reconfigurarse con el fin de rehabilitar la mano derecha, el pin 138C se coloca en la posición P2. El soporte o reposa dedos para la falange intermedia (121 en el caso del dedo índice, 123 en el caso de los dedos corazón, anular o meñique) se acopla al carro 139 por medio de un medio de sujeción 141.

La figura 8 muestra la realización específica en la que la rehabilitación de los dedos se realiza en dos secciones. Con el fin de lograr esta rehabilitación de dos secciones, el soporte o reposa dedos para la falange distal (120 en el caso del dedo índice, 122 en el caso de los dedos corazón, anular o meñique) se acopla a la rueda de salida 136B por medio de un pieza 144 en la que se fija el soporte (120, 122). Esta pieza 144 se conecta a la rueda de salida 136B por medio de un medio pivotante 142 conectado en un extremo a la pieza 144 (por ejemplo, por medio de un tornillo 145) y en el otro extremo 142B a la rueda de salida 136B y al segundo bastidor 139 (por ejemplo por medio de un tornillo 146 como se muestra en la figura 6). Esta conexión permite un recorrido adicional del soporte distal 120 (o 122) con respecto a la rotación máxima alcanzada por el carro 139. El ángulo recorrido por la falange distal es, por lo tanto, mayor que el ángulo recorrido por la falange proximal. En una realización específica, el dispositivo está diseñado para que la falange distal recorra un ángulo que es aproximadamente el doble del recorrido del ángulo recorrido por la falange proximal. La figura 8 también muestra el soporte para la falange proximal (121 en el caso del dedo índice, 123 en el caso de los dedos corazón, anular o meñique) y la pieza 141 en la que se fija el soporte. Esta pieza 141 está conectada al soporte. Estas piezas 141 144 y sus correspondientes soportes también se muestran en la figura 3C.

Las figuras 9A-9F muestran varias posiciones del mecanismo de la flexión/extensión de los dedos (en este caso se implementa el mecanismo 131, como se muestra en la figura 7). Estas posiciones pueden referirse al dedo índice, o a los otros tres dedos e incluso al pulgar, si se implementaron dos secciones para las dos falanges. Las figuras 9A-9C se refieren a una secuencia para la mano derecha. La figura 9A se refiere a una posición con una extensión sustancialmente máxima, mientras que la figura 9C se refiere a una posición con una flexión sustancialmente máxima. Las figuras 9D-9F se refieren a la secuencia para la mano izquierda. La figura 9D se refiere a una posición con una extensión sustancialmente máxima, mientras que la figura 9F se refiere a una posición con una flexión sustancialmente máxima. Como puede observarse, la rueda 136A y el pasador 138B permanecen fijos con respecto al bastidor, carcasa o base 134. El carro 139 rota accionado por la corona 133 a su vez accionada por el piñón 162

(o 132 172) movido por un motor (no mostrado). La corona 133 arrastra el carro 139 y, a su vez, el acoplamiento mecánico 137 mueve la rueda de salida 136B.

Las figuras 10A-10F muestran varias posiciones del mecanismo de la flexión/extensión del dedo índice (la mano derecha en las figuras 10A-10C y la mano izquierda en las figuras 10D- 10F).

Las figuras 11A-11D muestran diferentes vistas del dispositivo rehabilitación de manos mostrado, por ejemplo, en la figura 1, pero en este caso configurado para rehabilitar la mano izquierda, que se ilustra en su posición funcional para la rehabilitación. En estas figuras, se han borrado las carcasas del mecanismo de transmisión 114 para el dedo índice, con el fin de mostrar el funcionamiento del mecanismo de rueda de engranaje doble 131. El mecanismo de transmisión 112 para el grupo de dedos corazón, anular y meñique trabaja de manera similar. En la figura 11B se muestra la carcasa 151 en la que el motor 110 acciona el mecanismo de transmisión 112 para el grupo de dedos corazón, anular y meñique. Se destaca que la localización de los motores puede variar en diferentes diseños del dispositivo. La referencia 152 es la carcasa en la que está alojado el motor 111. La carcasa que aloja el mecanismo de transmisión 114 para el índice se ha borrado, con el fin de mostrar el mecanismo de transmisión 114. También se muestra el mecanismo de transmisión 112 para los tres dedos (en este caso oculto por su carcasa). El pulgar se ha borrado de estas vistas con fines de claridad. Las figuras 12A-12D muestran diferentes vistas del mismo dispositivo de rehabilitación de manos, en este caso configurado para rehabilitar la mano derecha. Una vez más, el pulgar se ha borrado de estas vistas con fines de claridad.

Como ya se ha mencionado, el dispositivo es reversible. Esto significa que puede usarse el mismo dispositivo para rehabilitar tanto la mano derecha como la mano izquierda. El mecanismo de transmisión ilustrado en la figura 6 no requiere ninguna reconfiguración con el fin de cambiar de una "configuración de mano derecha" a una "configuración de mano izquierda" o viceversa. Es decir, la reversibilidad es automática. Las figuras 13A-13D ilustran la capacidad de reversibilidad del mecanismo de transmisión de la figura 7. Ya que hay 3 mecanismos de transmisión en un dispositivo (dedo índice, 3 dedos y pulgar), la reconfiguración debe realizarse tres veces, debido a que cada dedo requiere reorientar las ruedas 136A y 136B y bloquearse con los pasadores 138B y 138C. Es decir, con el fin de realizar la reconfiguración, deben levantarse los pasadores 138B 138C, a continuación deben hacerse rotar las ruedas, de tal manera que el pasador se bloquee naturalmente en su posición en el extremo opuesto de la ranura circular (canal) con los orificios redondos en los extremos. Como alternativa, los pines 138B 138C podrían ser un único mecanismo para simplificar el proceso. Además, el mecanismo de bloqueo de pulgar también necesita reconfigurarse. Volviendo a la figura 8, durante la reconfiguración, el conjunto formado por el soporte 120 (o 122) y la pieza 144 se mueve libremente con respecto al tornillo 145. Del mismo modo, el conjunto formado por el soporte 121 (o 123) y la pieza 141 se mueve libremente con respecto al tornillo correspondiente (tanto si es el mecanismo de transmisión de la figura 6 como en el de la figura 7).

Las figuras 13A y 13C muestran la configuración de mano izquierda, mientras que las figuras 13B y 13D muestran la reconfiguración de mano derecha correspondiente. En el proceso de reconfiguración de mano izquierda a mano derecha (sería similar de mano derecha a mano izquierda), el bastidor o la base no cambian de posición. El pasador 138B, que en la configuración de mano izquierda se coloca en la posición P2 (véase la figura 8) en la rueda de salida 136B, se mueve a la posición P1 (véase la figura 8). El acoplamiento mecánico (barra de transmisión) 137 se reorienta naturalmente cuando las ruedas 136A 136B cambian de posición. El pasador 138B también cambia la posición de la posición P2' (configuración de mano izquierda) a la posición P1' (configuración de la mano derecha). El eje pivotante 160 se mantiene en las configuraciones de mano izquierda y de mano derecha, independientemente de las posiciones de los motores. La carcasa, el bastidor o el carro 139 pivota o rota alrededor de este eje de pivotante 160. El pasador 138A no tiene ninguna influencia en la reconfiguración. Como ya se ha mencionado, el mecanismo de transmisión mostrado en la figura 6 no necesita ningún cambio con el fin de reconfigurarse, excepto por el movimiento libre del conjunto formado por el soporte 120 (o 122) y la pieza 144 y el movimiento libre del conjunto formado por el soporte 121 (o 123) y la pieza 141. En ambos mecanismos, es posible agregar unos pasadores de seguridad con el fin de evitar el desplazamiento excesivo de la mano en el caso de fallo de un motor.

El dispositivo 100 permite dos modos de agarre simétricos soportados para cada operación de mano izquierda y de mano derecha: el modo cilíndrico (para agarrar por ejemplo, un vaso) y "pellizco/pinza abierta" para el agarre de 3 dedos (predominantemente una acción MCP)

En conclusión, se ha proporcionado un dispositivo de mano portátil y simple para rehabilitación. El dispositivo permite la rehabilitación independiente (flexión/extensión) del pulgar y la rehabilitación independiente (flexión/extensión) del dedo índice con respecto a los dedos restantes (los dedos corazón, anular y meñique), que se rehabilitan en un grupo. Además, el dispositivo permite la rehabilitación de los dedos en dos secciones de flexión/extensión: una primera para las falanges proximales e intermedias y una segunda para las falanges distales. Esta rehabilitación de doble sección permite abrir un dedo de manera natural, sin forzar sus articulaciones. Finalmente, el dispositivo es reversible, lo que significa que con una simple reconfiguración que puede hacer el usuario o un terapeuta, puede usarse el mismo dispositivo para rehabilitar la mano derecha dañada y la mano izquierda dañada.

Por otro lado, la invención no se limita, obviamente, a la o las realizaciones específicas descritas en el presente

documento, sino que también abarca cualquier variación que pueda considerarse por cualquier experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de los materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), dentro del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de rehabilitación de manos (100) a agarrar por una mano a entrenar, en el que durante el uso del dispositivo de rehabilitación de manos (100), la palma, los dedos y el pulgar de dicha mano a entrenar rodean el dispositivo de rehabilitación de manos (100), que comprende:

- al menos un primer soporte (124) configurado para soportar el pulgar de una mano, en donde dicho al menos un primer soporte (124) está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dicho pulgar, siendo accionado dicho movimiento de flexión/extensión por un primer mecanismo de transmisión (113) al que está conectado el al menos un primer soporte (124);

estando el dispositivo de rehabilitación de manos (100) **caracterizado por que** comprende:

- al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B) configurado para soportar el dedo índice de dicha mano, en donde dicho al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B) está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dicho dedo índice, siendo accionado dicho movimiento de flexión/extensión por un segundo mecanismo de transmisión (114) al que está conectado el al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B);

- al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B) configurado para soportar los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique, de dicha mano, en el que dicho al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B) está diseñado para realizar un movimiento de flexión/extensión para rehabilitar dichos tres dedos restantes, siendo accionado dicho movimiento de flexión/extensión por un tercer mecanismo de transmisión (112) al que está conectado el al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B); en donde dicho primer mecanismo de transmisión (113) es accionado por un motor (109) diferente del al menos un motor (111, 110) configurado para accionar dichos mecanismos de transmisión segundo y tercero (114, 112);

en donde los tres movimientos de flexión/extensión de dicho al menos un primer soporte (124), dicho al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B) y dicho al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B) son independientes unos de otros.

2. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de la reivindicación 1, en el que al menos uno de dichos mecanismos de transmisión primero, segundo y tercero (113, 114, 112) comprende un piñón (132) y una corona (133) configurada para moverse accionada por dicho piñón (132), que a su vez está configurado para rotar accionado por dicho motor (109, 111, 110).

3. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de la reivindicación 2, en el que al rotar, dicha corona (133) está configurada para tirar de dos engranajes de corona (135A, 135B) interconectados por unos salientes o dientes respectivos, haciendo que dichos soportes (120, 121, 120A, 120B; 122, 123, 122A, 122B; 124) se muevan a modo de flexión/extensión.

4. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de la reivindicación 2, en el que al rotar, dicha corona (133) está configurada para tirar de un conjunto formado por dos ruedas (136A, 136B) y un medio de acoplamiento (137) que conecta dichas dos ruedas (136A, 136B) entre sí, en donde la rueda (136B) más cercana al piñón (132) está fija y la otra rueda (136A) y el medio de acoplamiento (137) se mueven como resultado del movimiento de la corona (133).

5. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que dicho al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B) comprende un único soporte (120A, 120B) para el dedo índice y dicho al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B) comprende un único soporte (122A, 122B) para los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique.

6. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de cualquier reivindicación 1-4, en el que dicho al menos un segundo soporte (120, 121, 120A, 120B) comprende un soporte distal (120) para la falange distal del dedo índice y un soporte proximal (121) para la falange intermedia del dedo índice, y dicho al menos un tercer soporte (122, 123, 122A, 122B) comprende un soporte distal (122) para la falange distal de los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique, y un soporte proximal (123) para la falange intermedia de los tres dedos restantes, los dedos corazón, anular y meñique.

7. El dispositivo de rehabilitación de manos (100) de cualquier reivindicación anterior, siendo el dispositivo reversible y, por lo tanto, sirviendo un mismo dispositivo (100) para rehabilitar la mano derecha y la mano izquierda, siendo el dispositivo (100) reversible:

o bien moviendo libremente un conjunto formado por un soporte (120, 122) y una pieza (144) con respecto a un medio pivotante (142), cuando el mecanismo de transmisión (113, 114, 112, 112B) comprende dos engranajes de corona (135A, 135B) interconectados por unos salientes o dientes respectivos;

o levantando unos pasadores (138B, 138C) y girando las ruedas hasta que el pasador correspondiente se bloquee naturalmente en una posición en el extremo opuesto de un canal (141A, 141B) y moviendo libremente

ES 2 804 838 T3

un conjunto formado por un soporte (120, 122) y una pieza (144) con respecto a un medio pivotante (142), cuando el mecanismo de transmisión (113, 114, 112, 112B) comprende dos ruedas (136A, 136B) y un medio de acoplamiento (137) que conecta dichas dos ruedas (136A, 136B) entre sí.

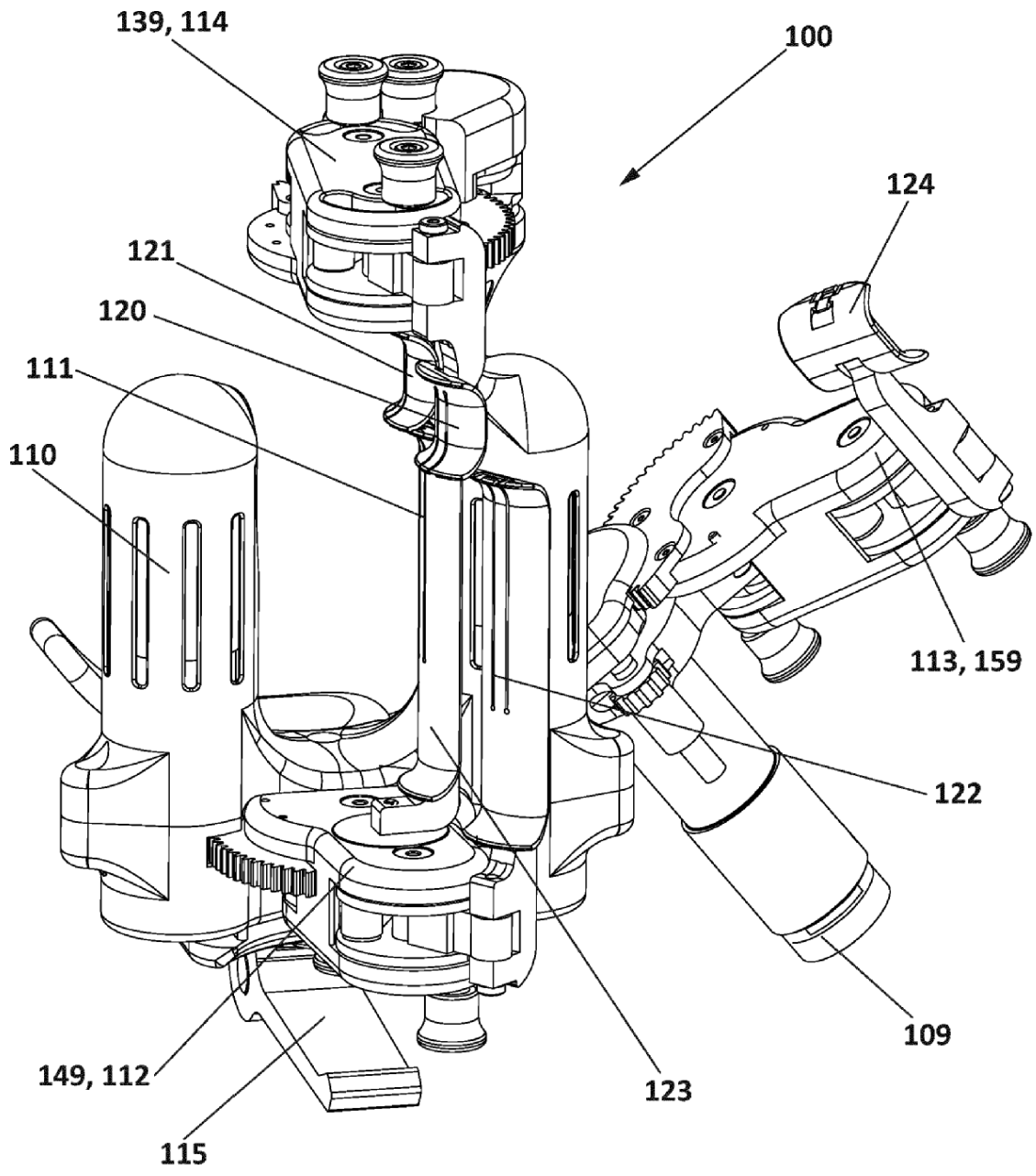


FIG. 1

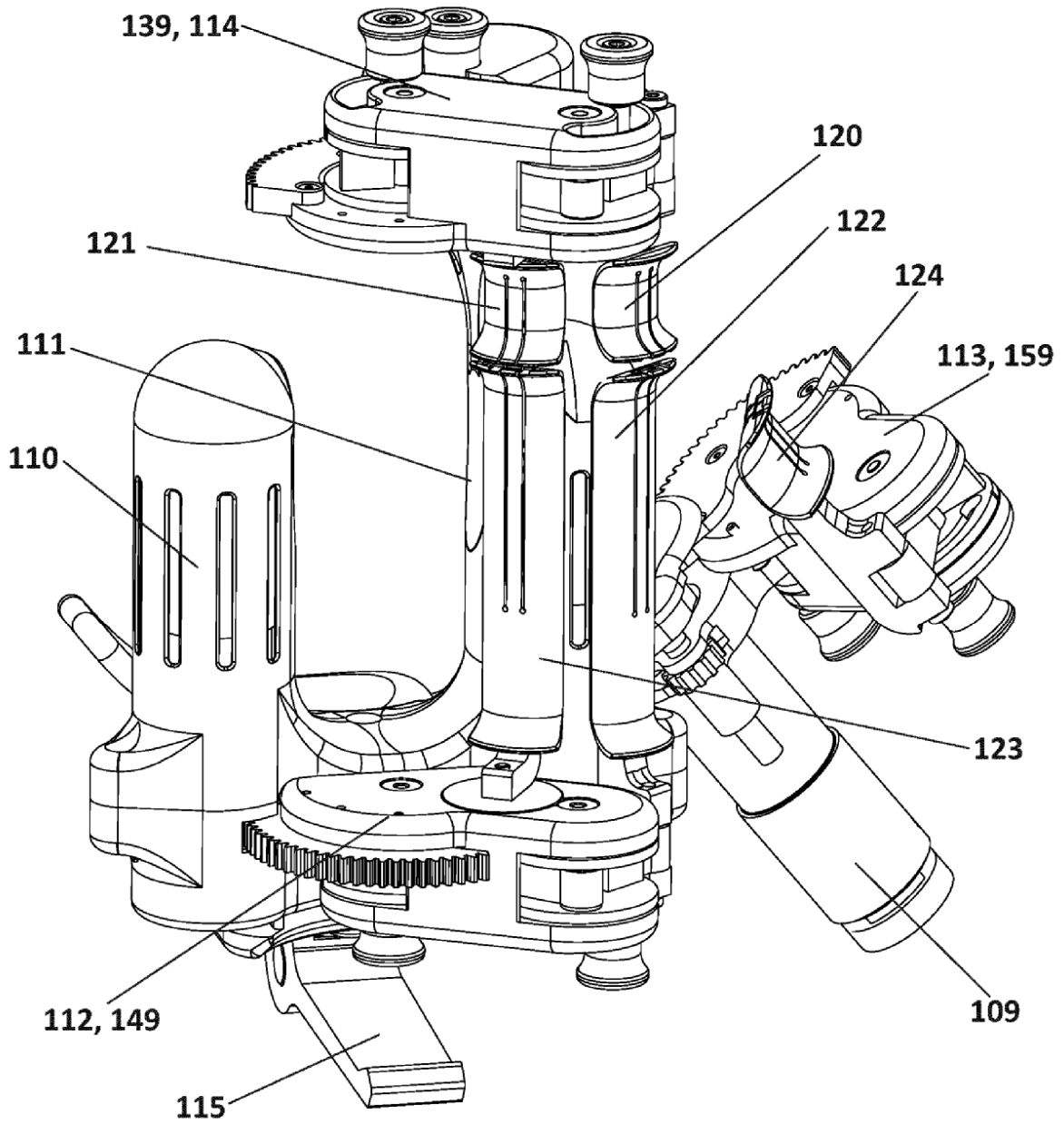


FIG. 2A

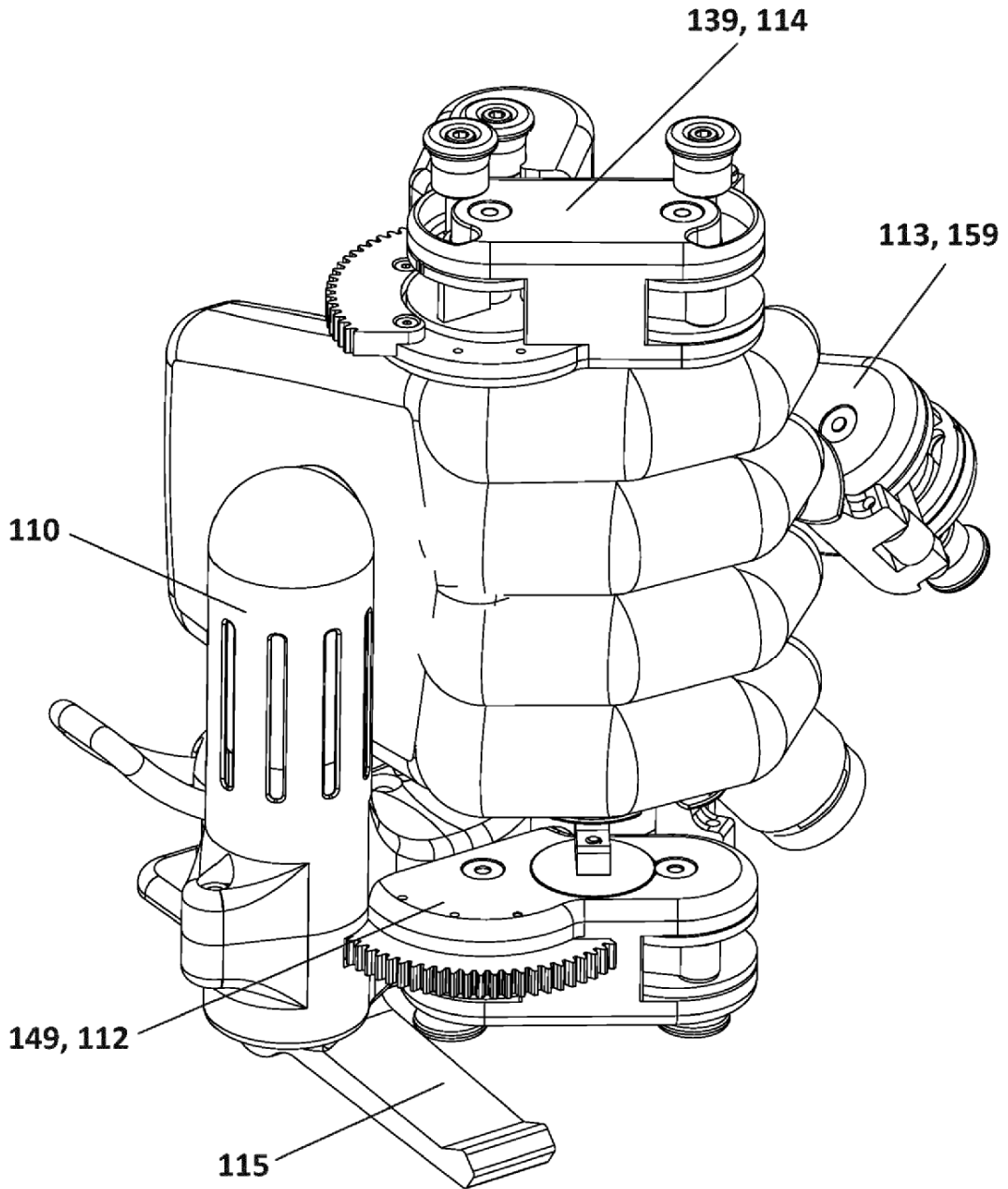


FIG. 2B

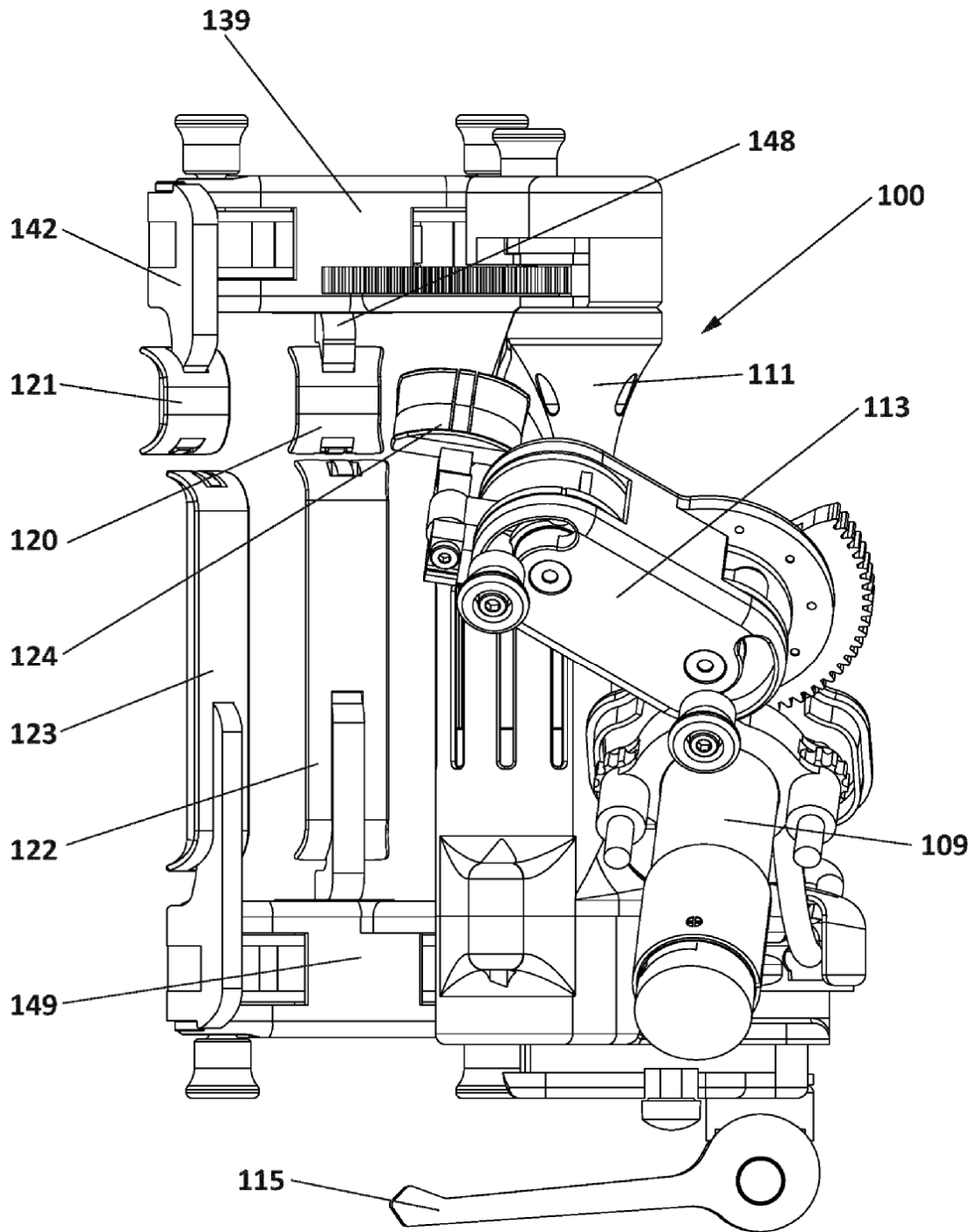


FIG. 3A

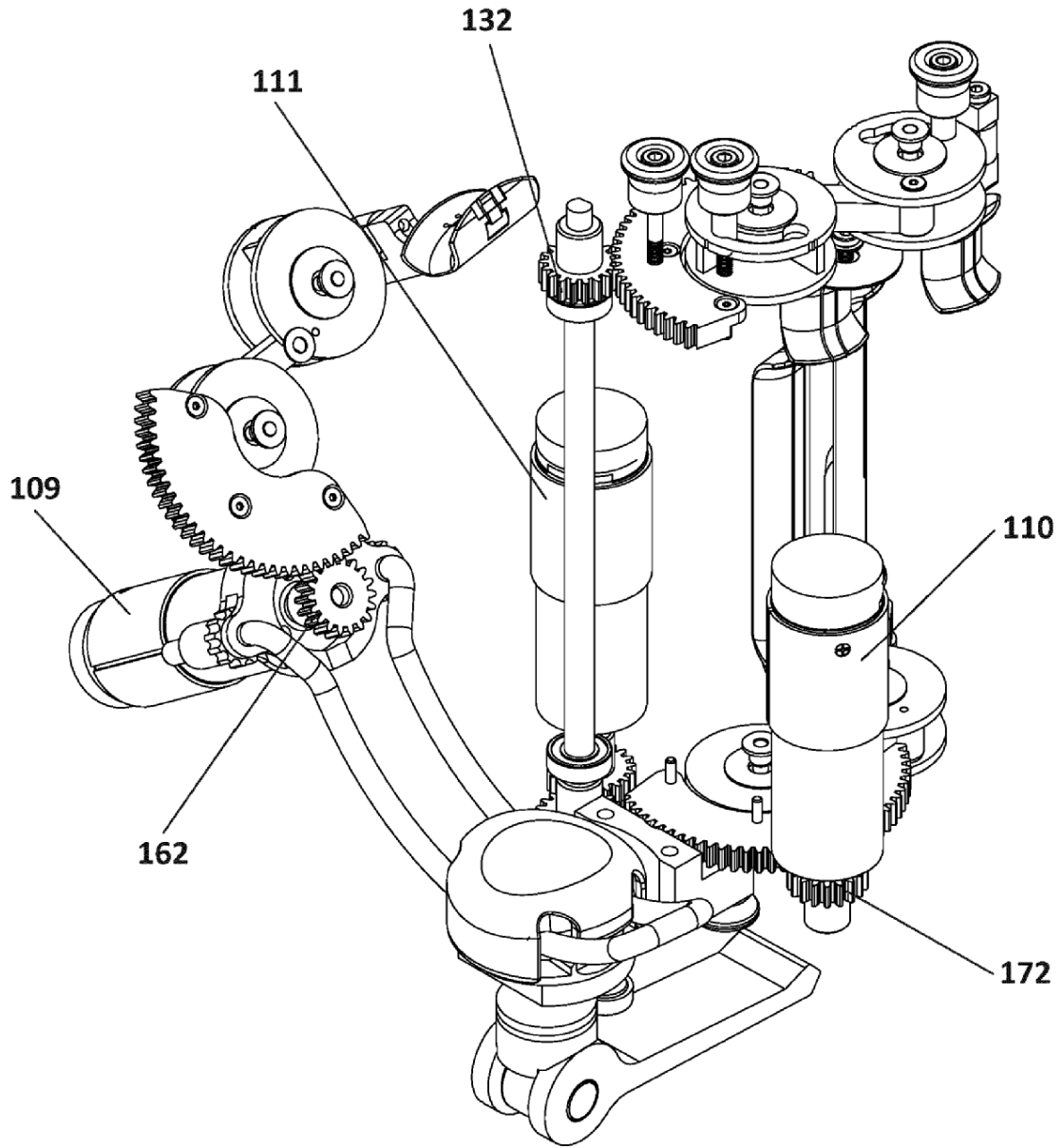


FIG. 3B

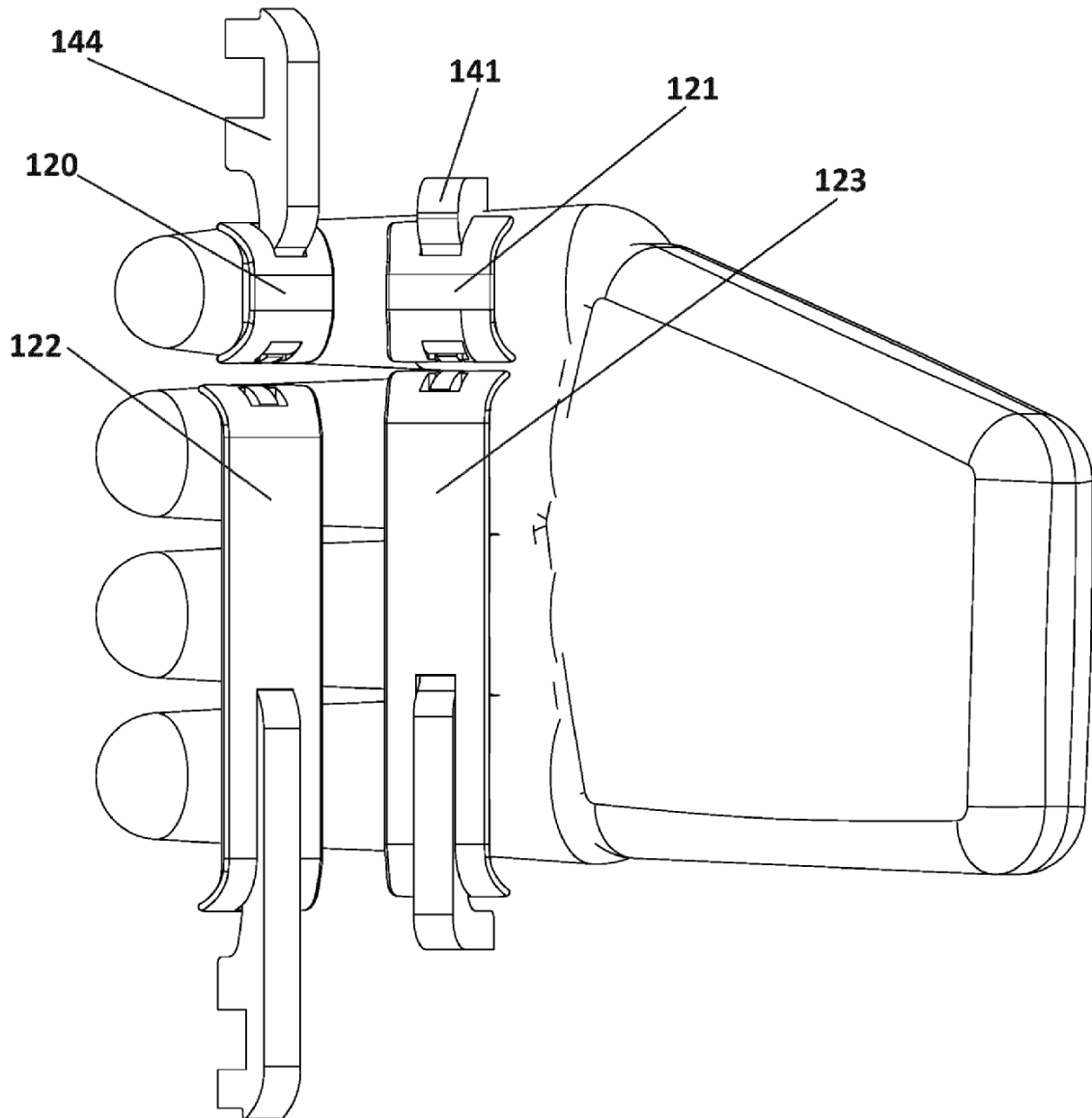
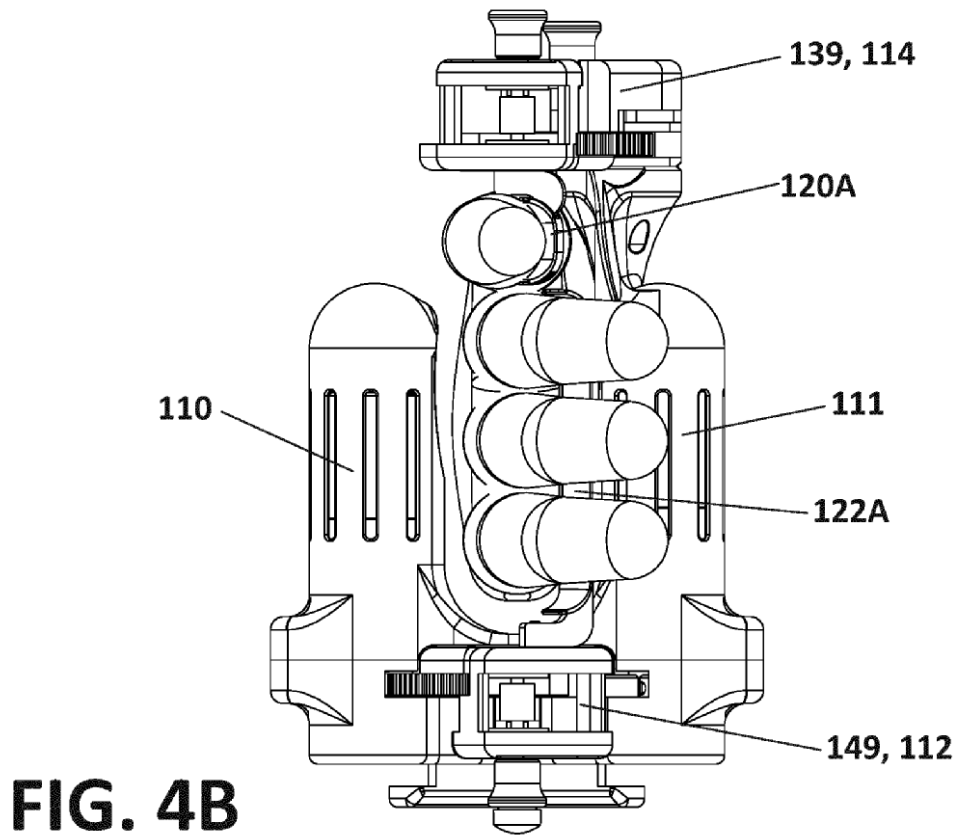
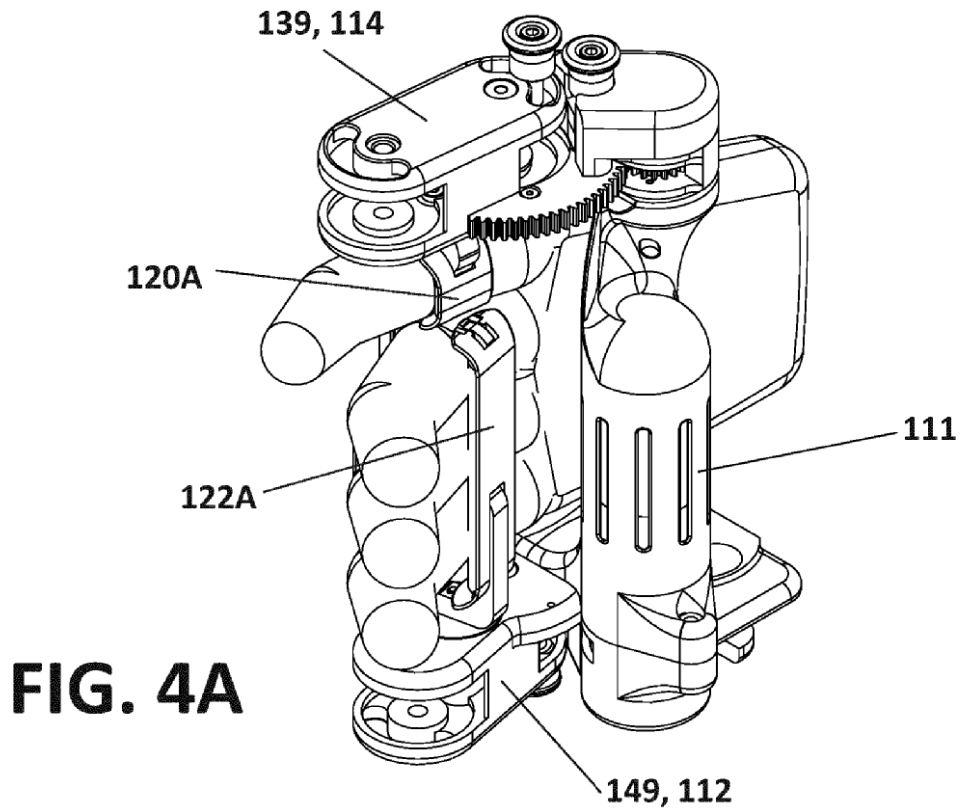


FIG. 3C



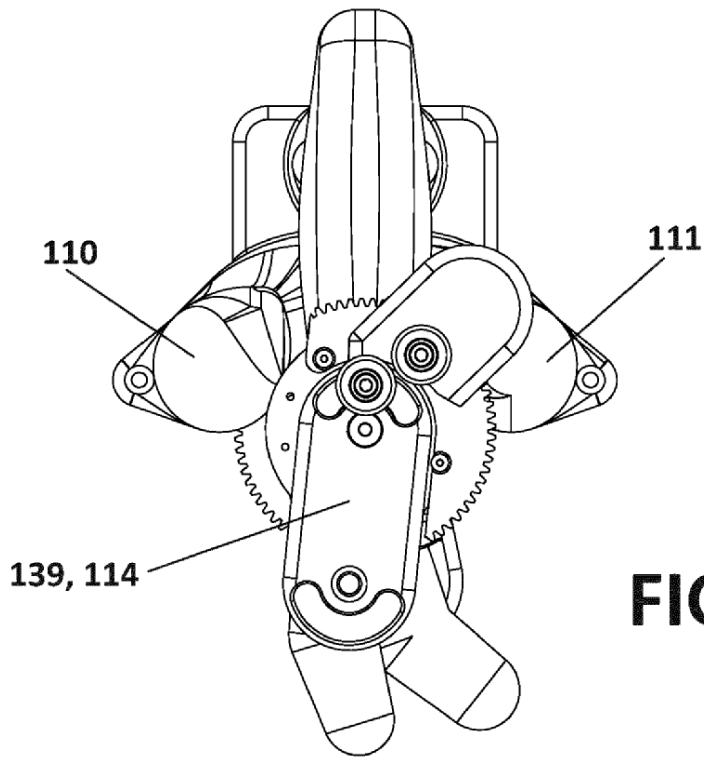


FIG. 4C

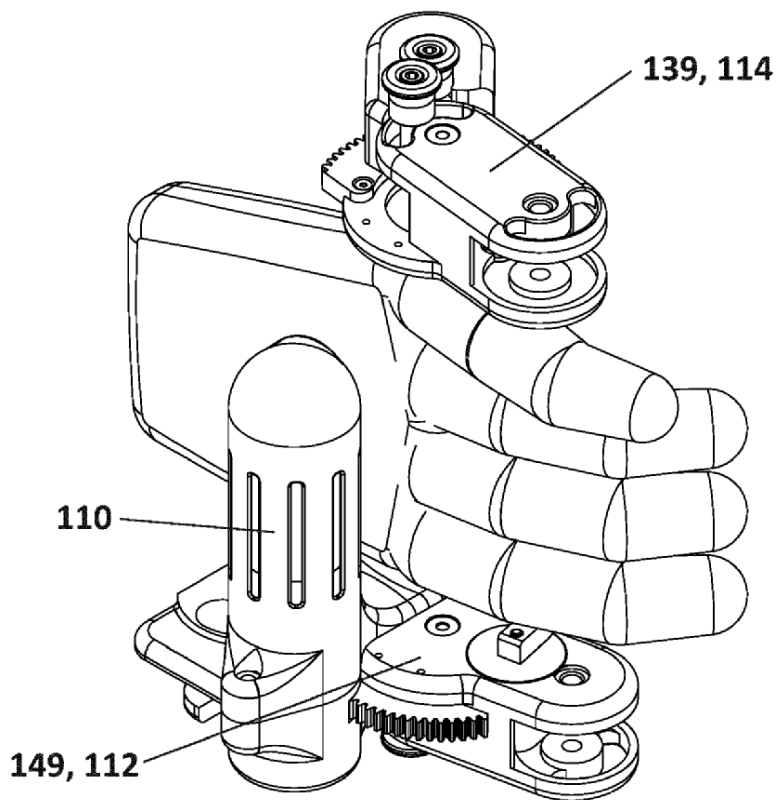


FIG. 4D

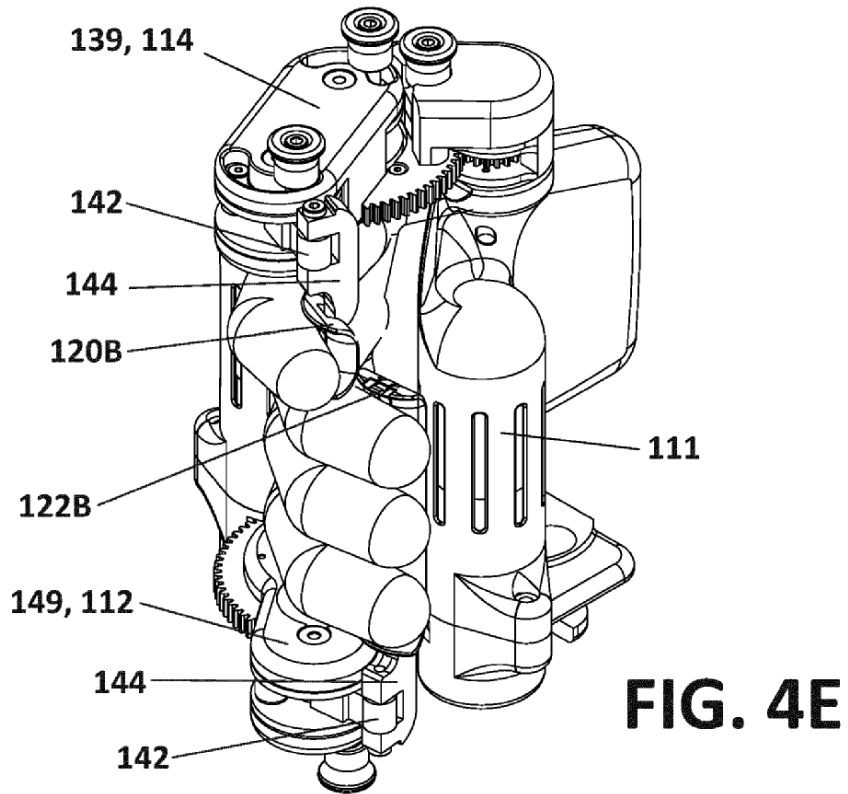


FIG. 4E

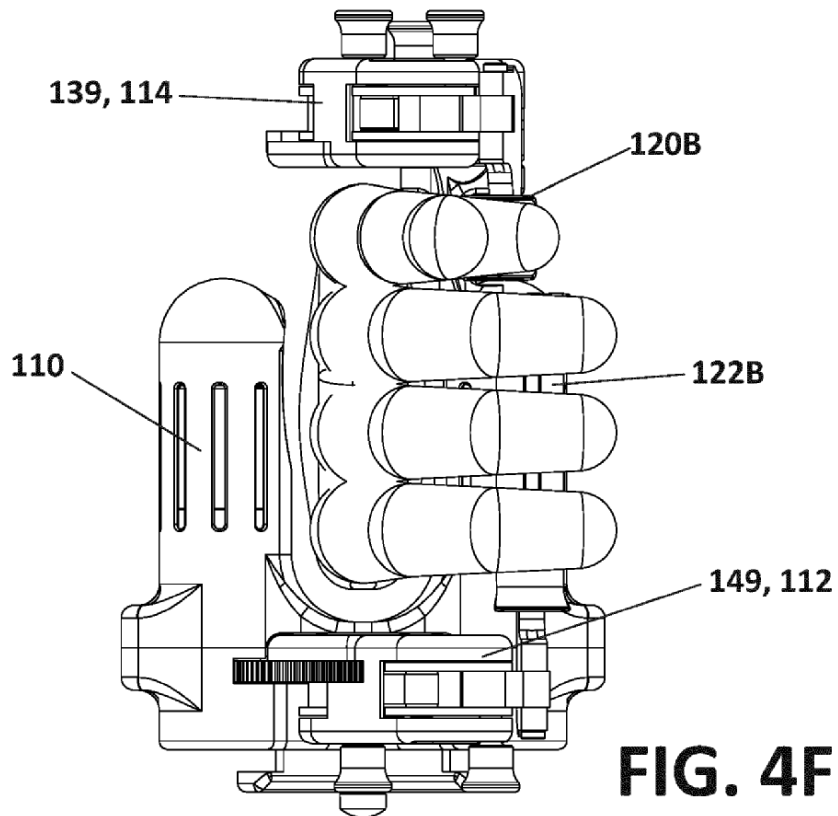


FIG. 4F

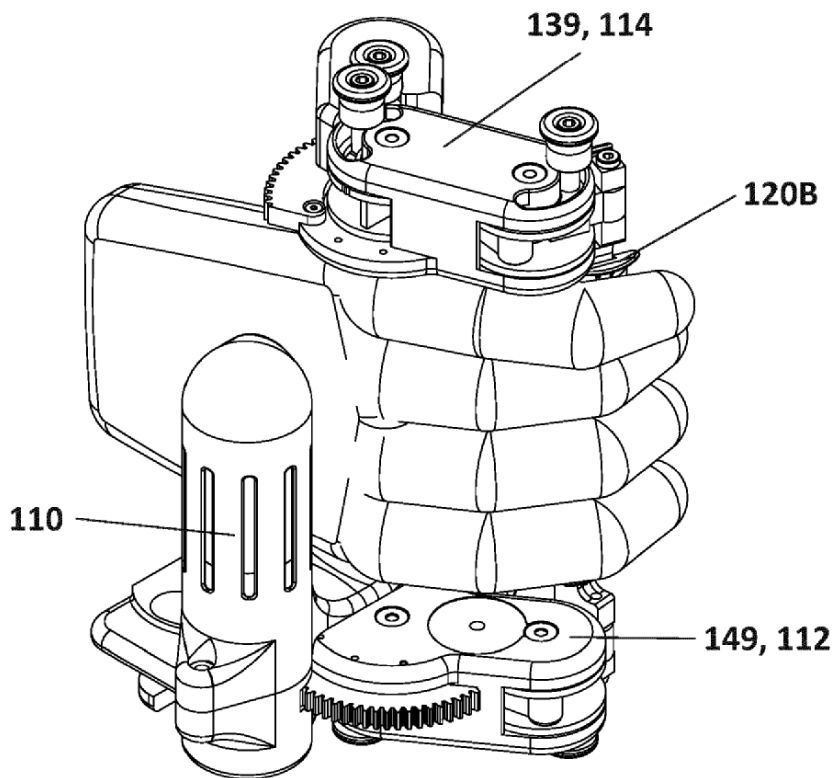
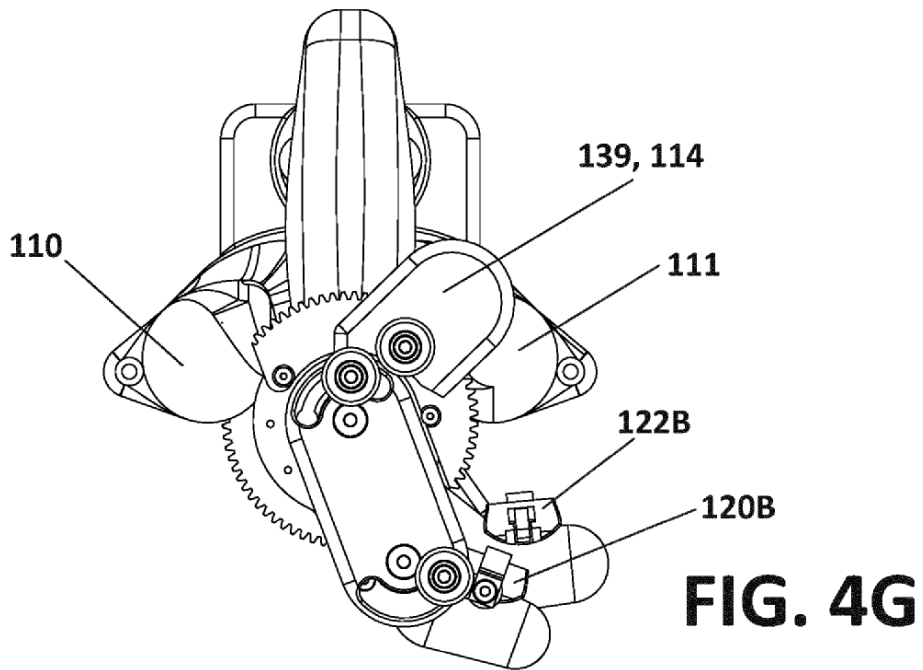


FIG. 4H

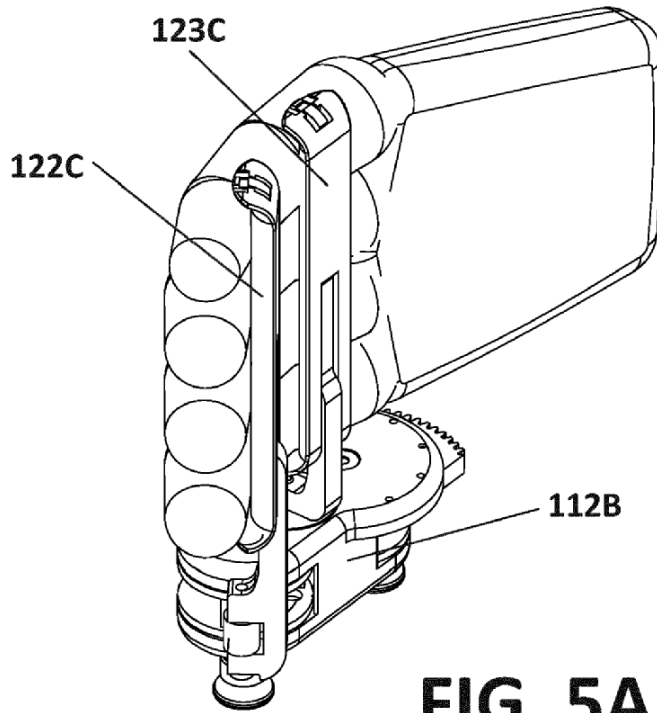


FIG. 5A

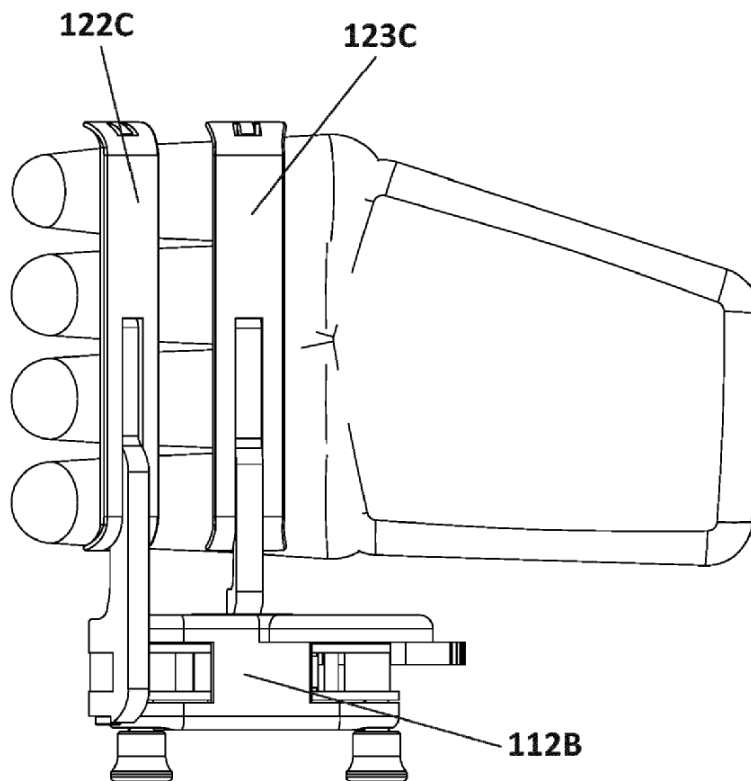


FIG. 5B

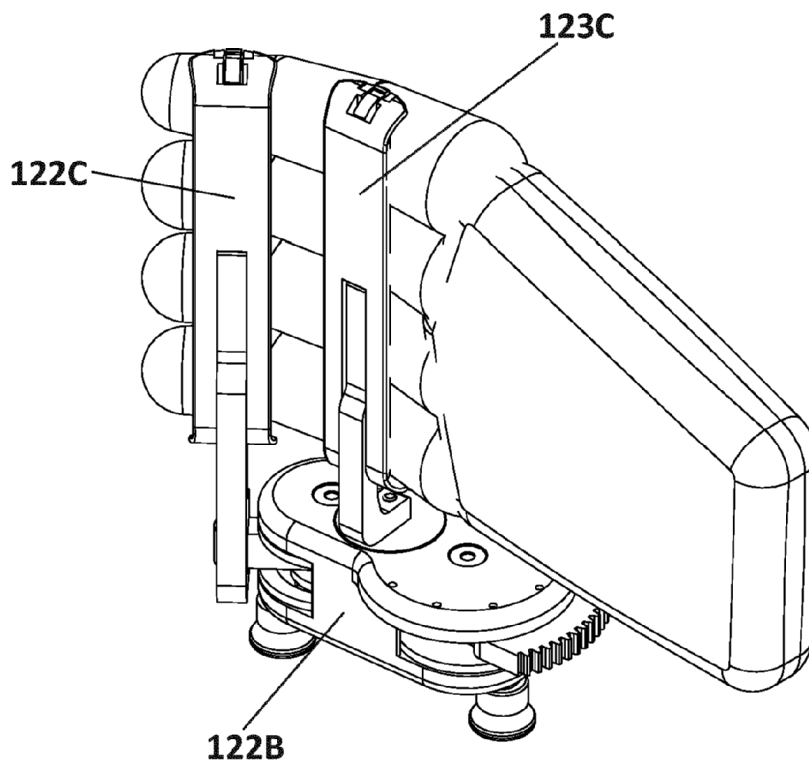


FIG. 5C

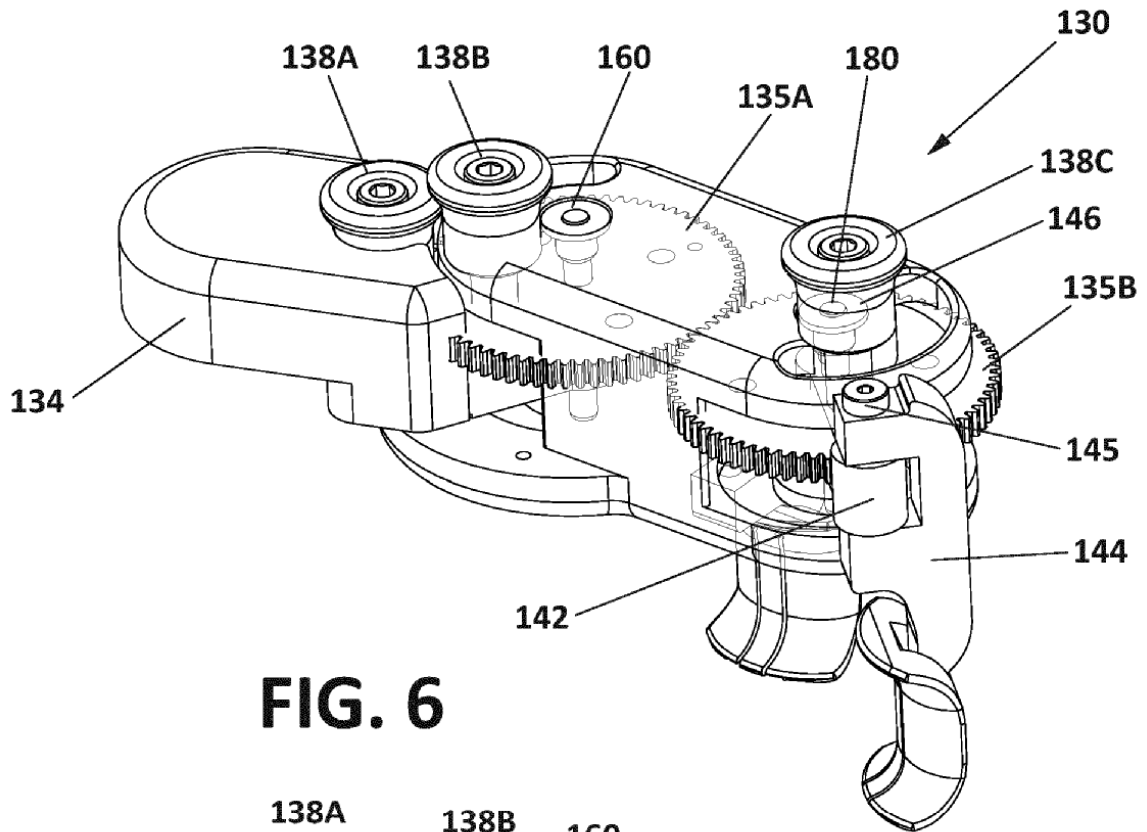


FIG. 6

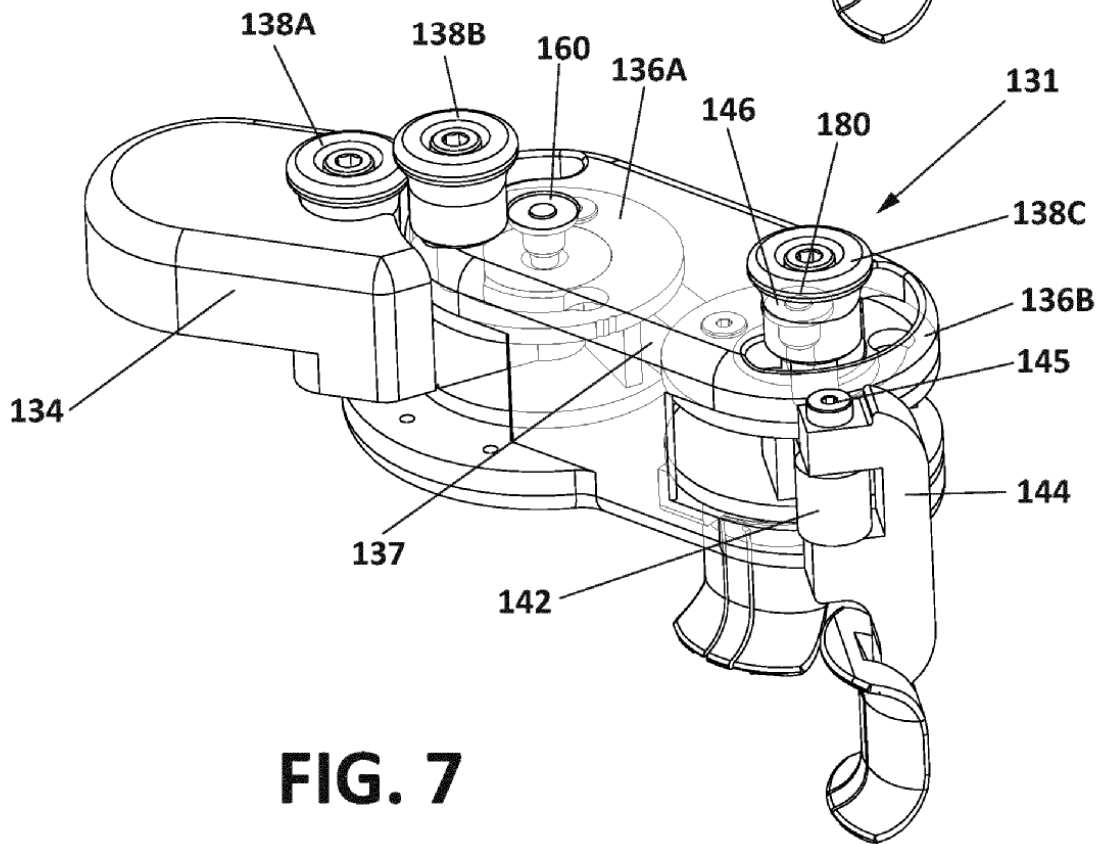


FIG. 7

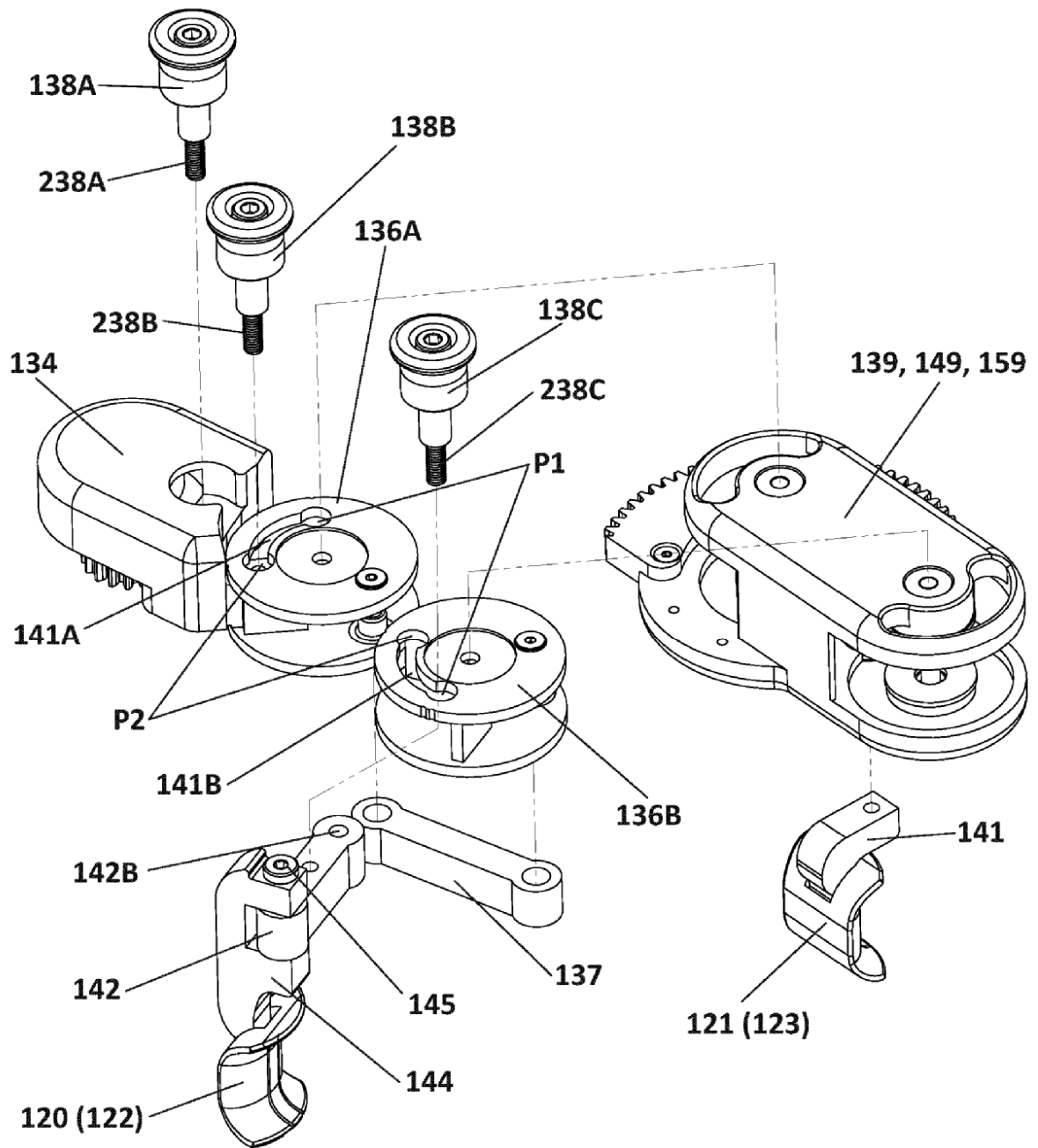
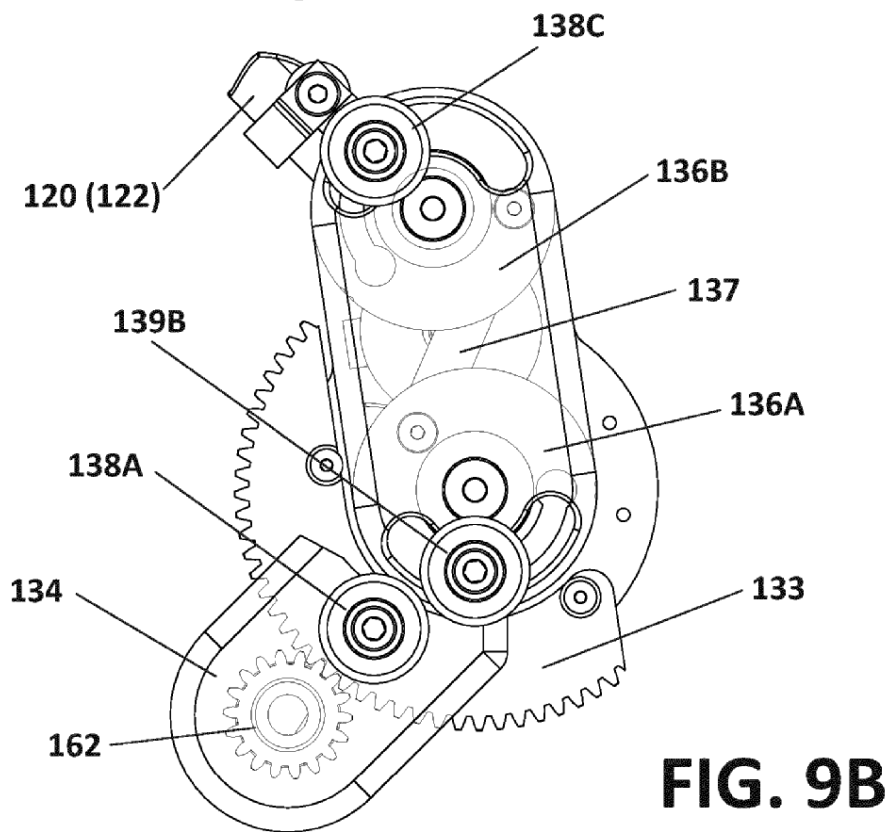
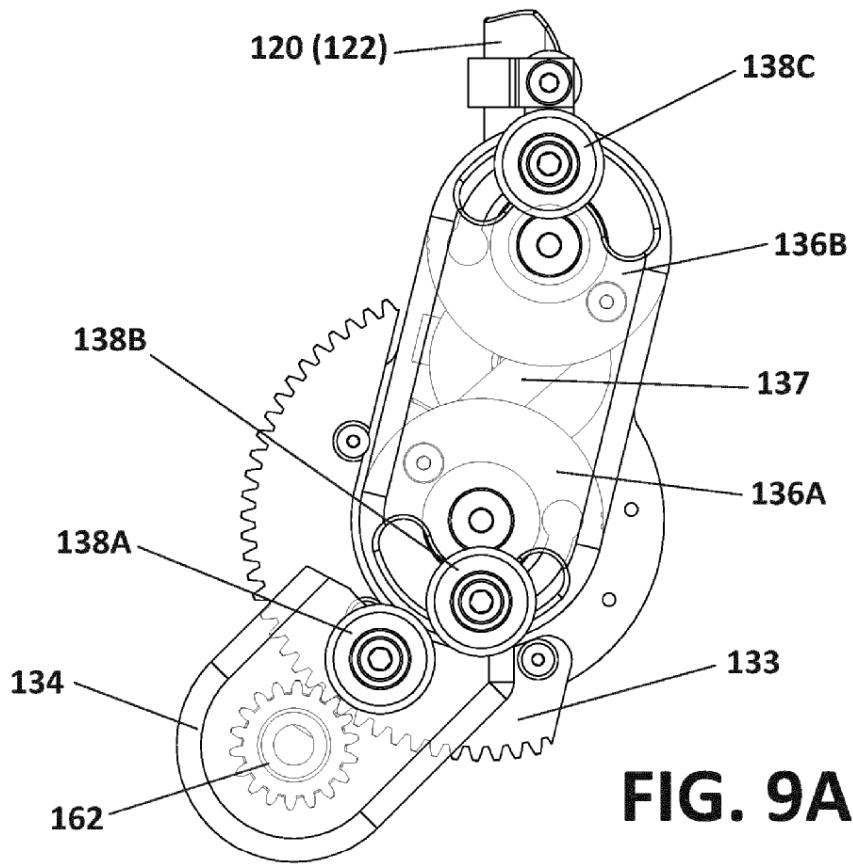


FIG. 8



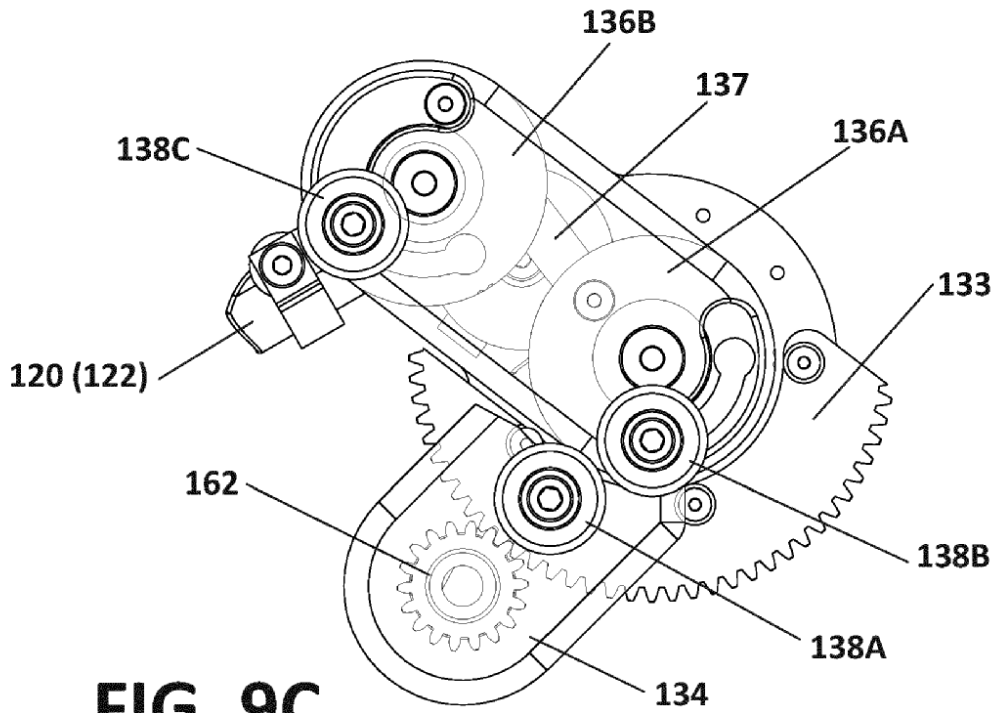


FIG. 9C

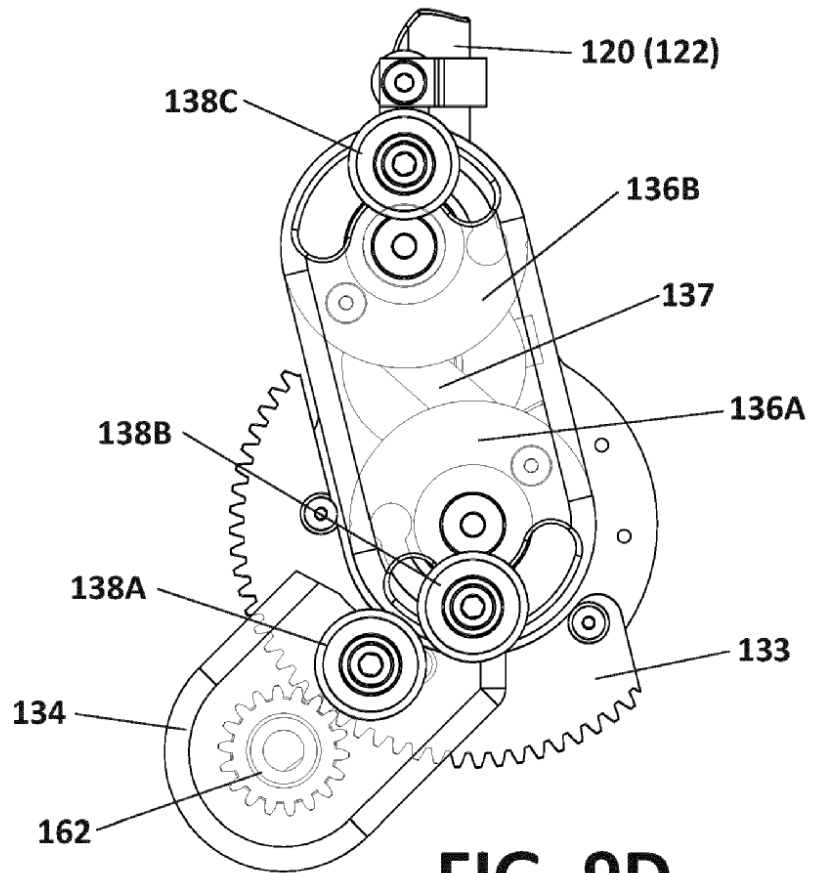
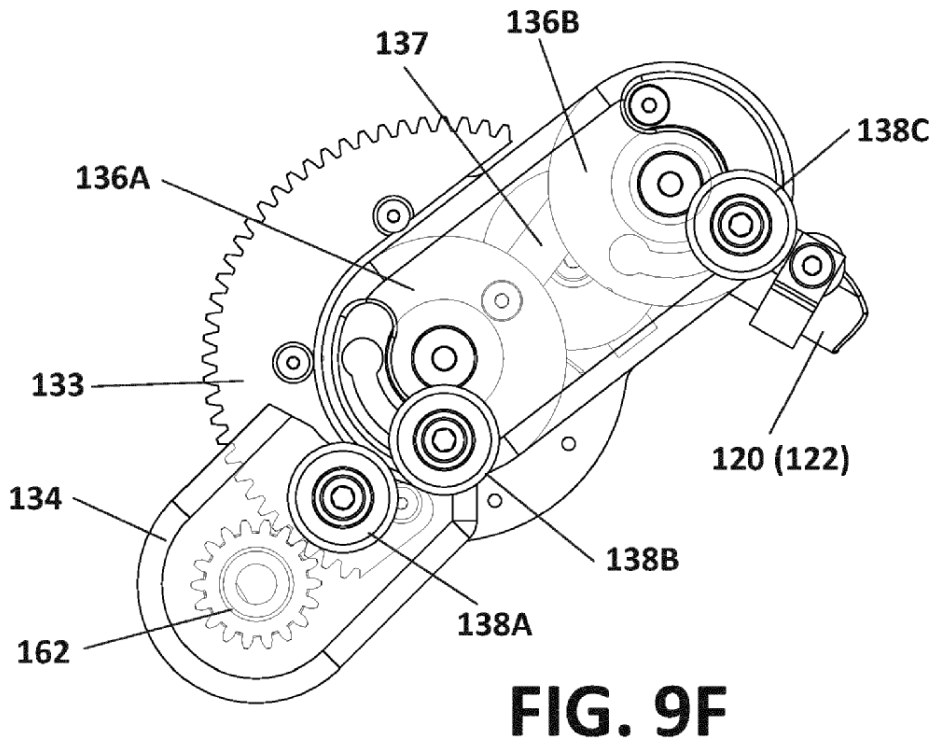
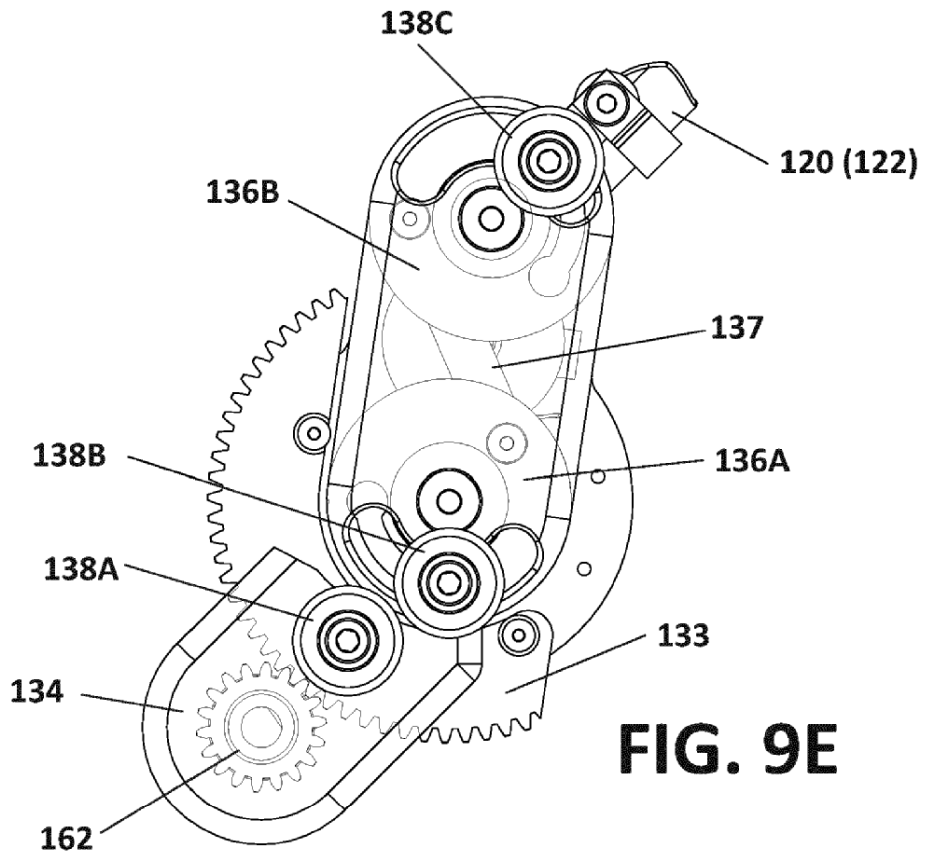


FIG. 9D



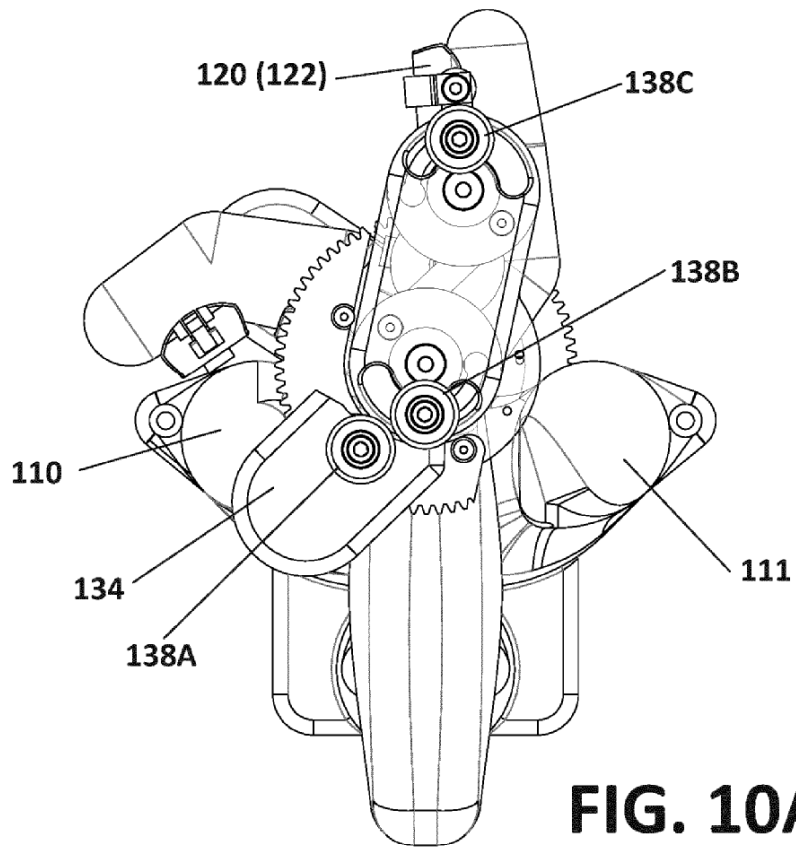


FIG. 10A

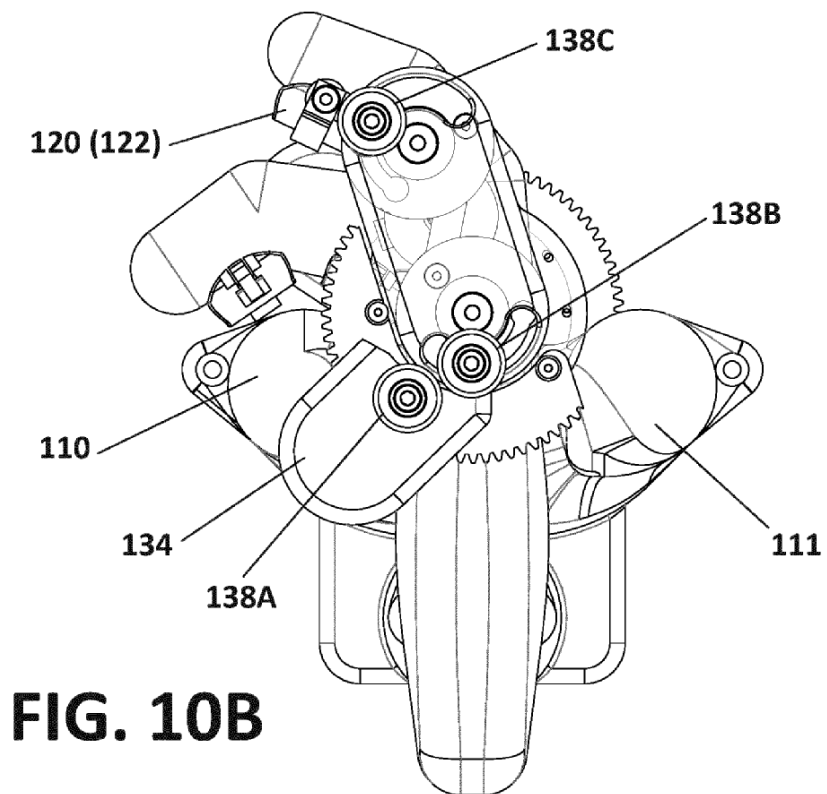


FIG. 10B

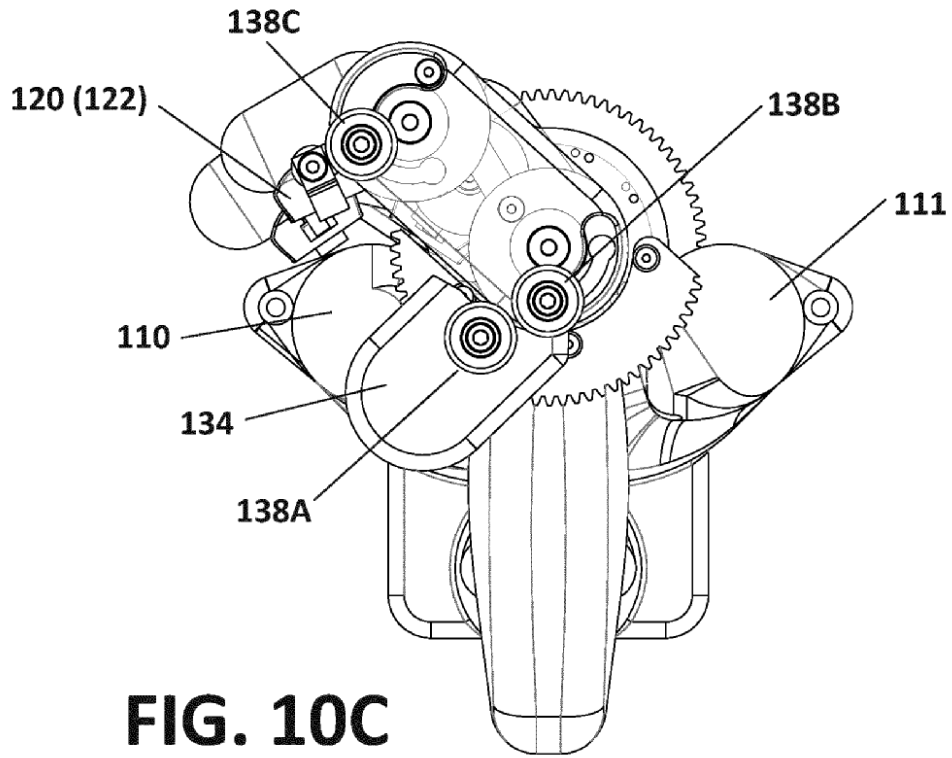


FIG. 10C

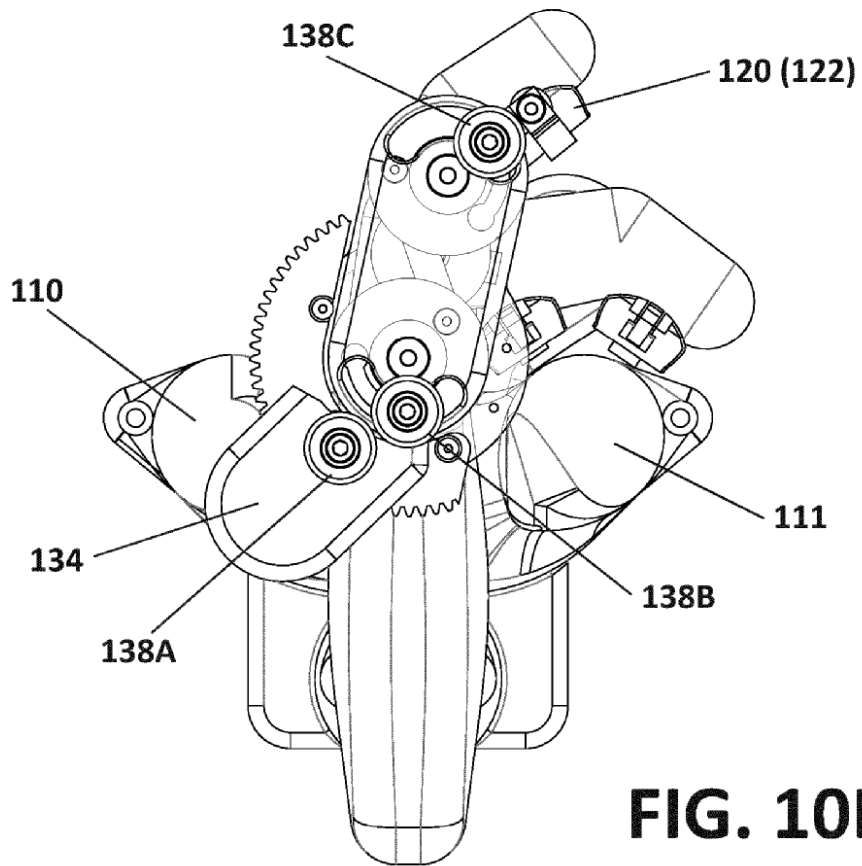


FIG. 10D

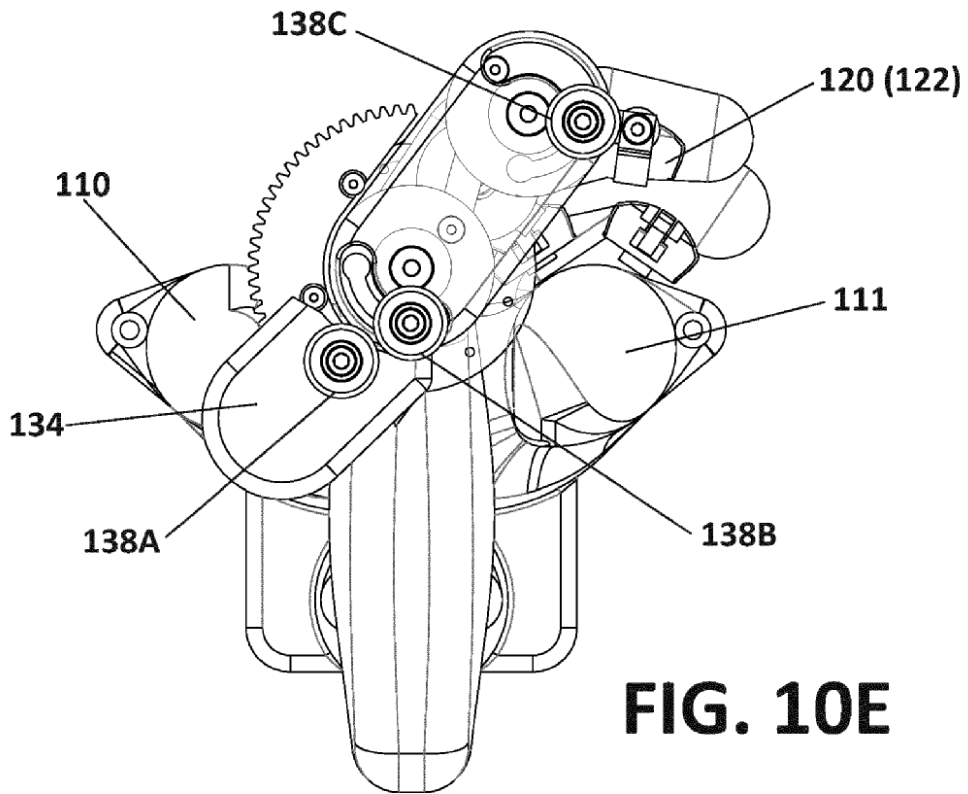


FIG. 10E

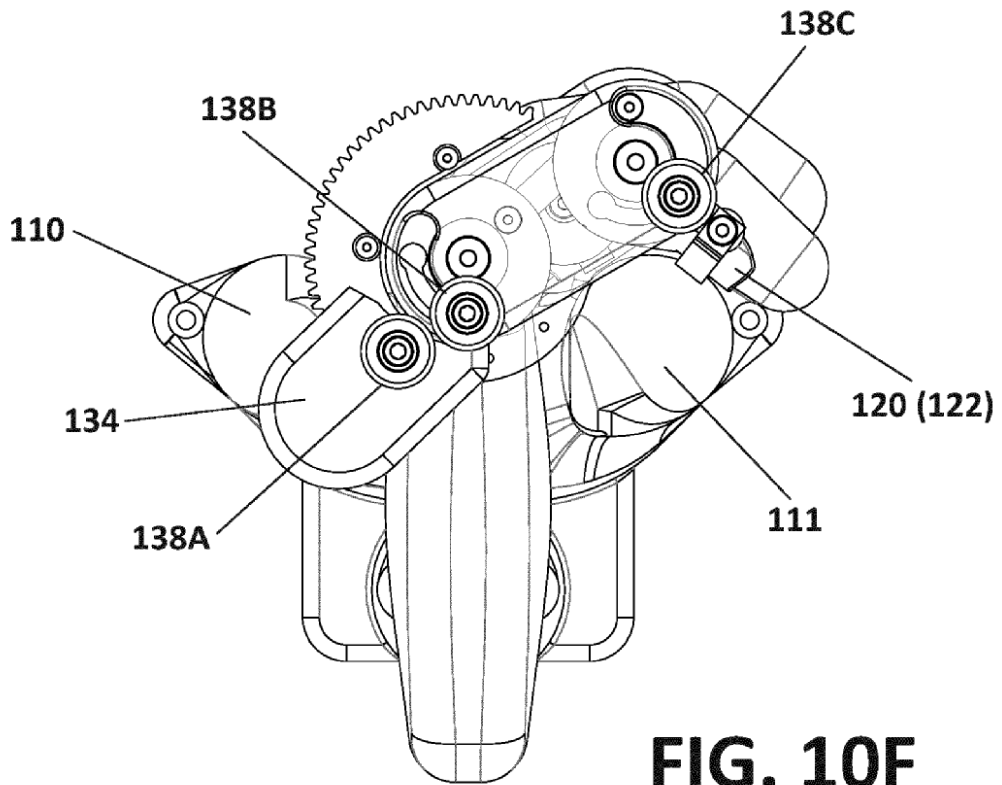


FIG. 10F

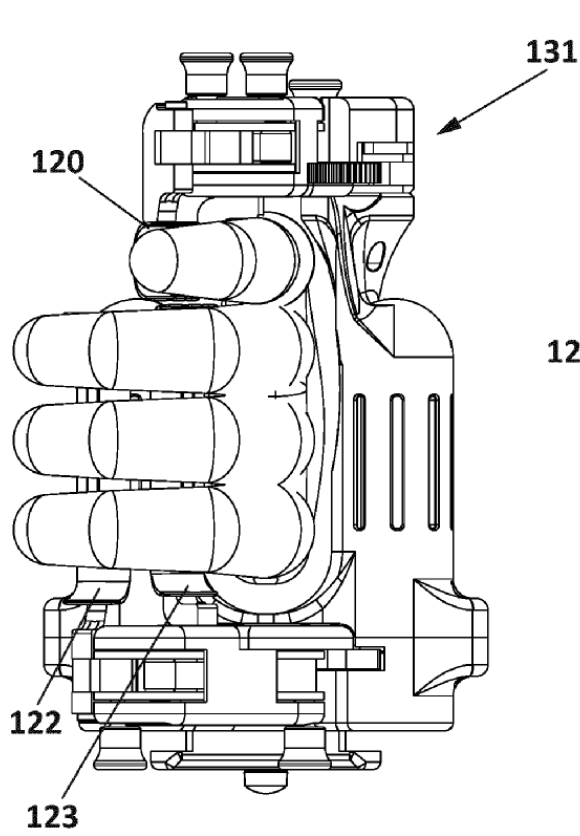


FIG. 11A

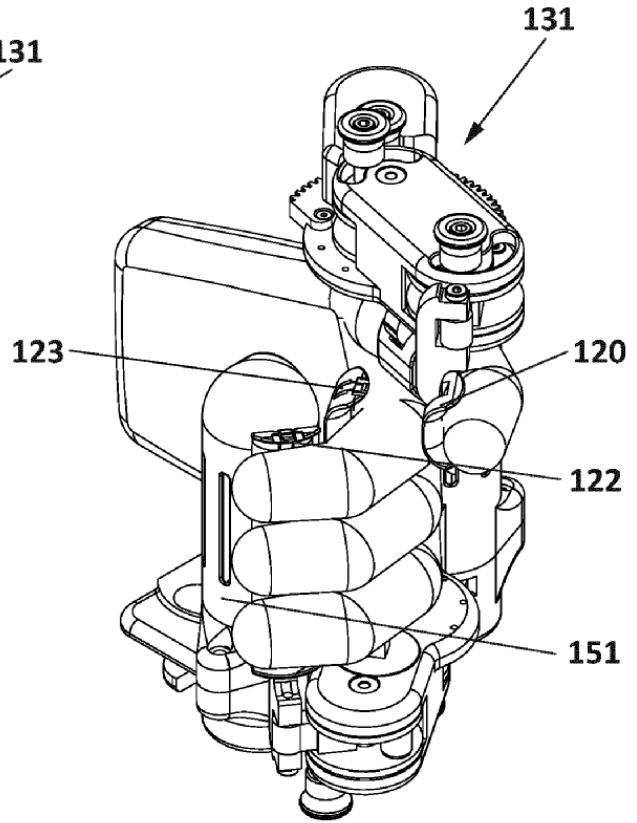


FIG. 11B

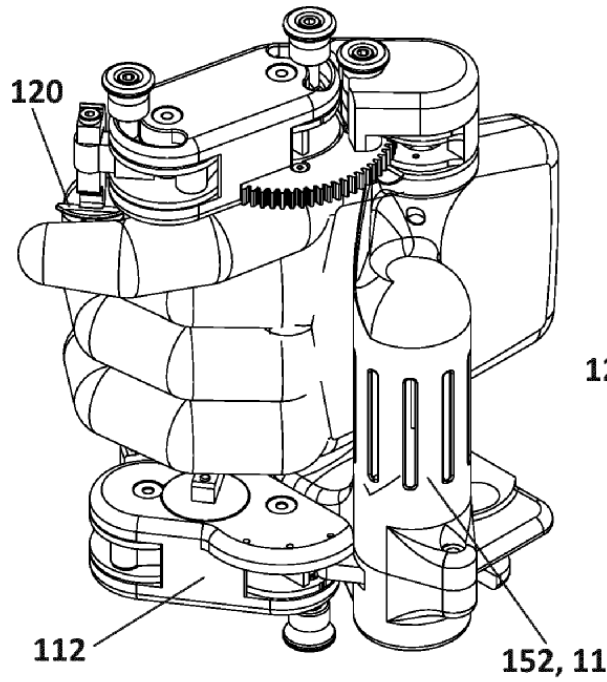


FIG. 11C

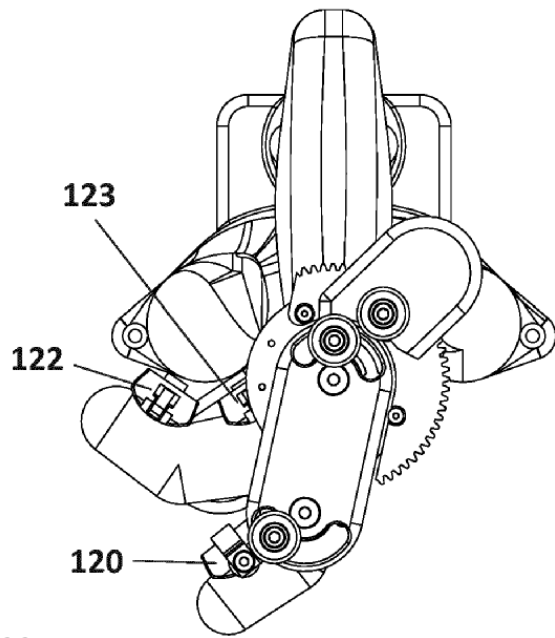


FIG. 11D

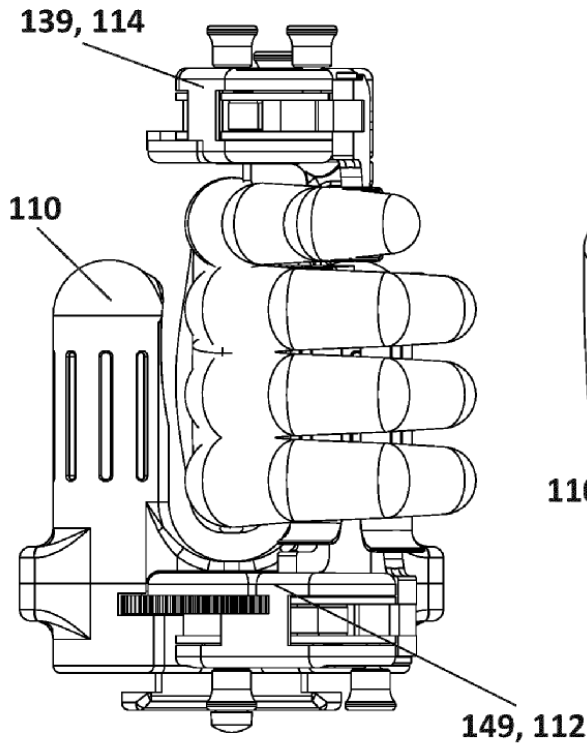


FIG. 12A

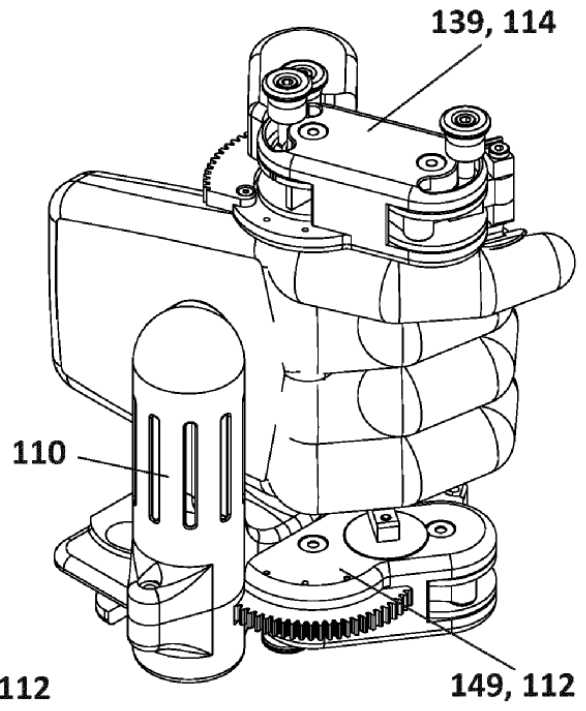


FIG. 12B

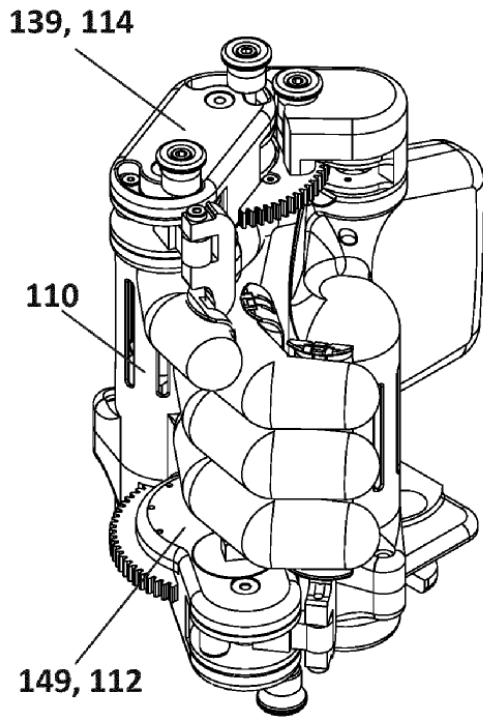


FIG. 12C

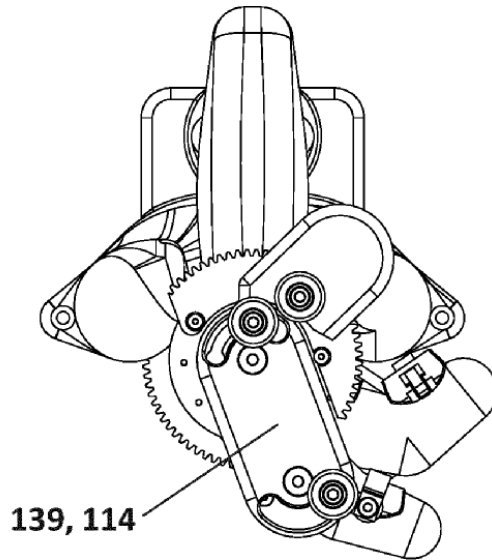


FIG. 12D

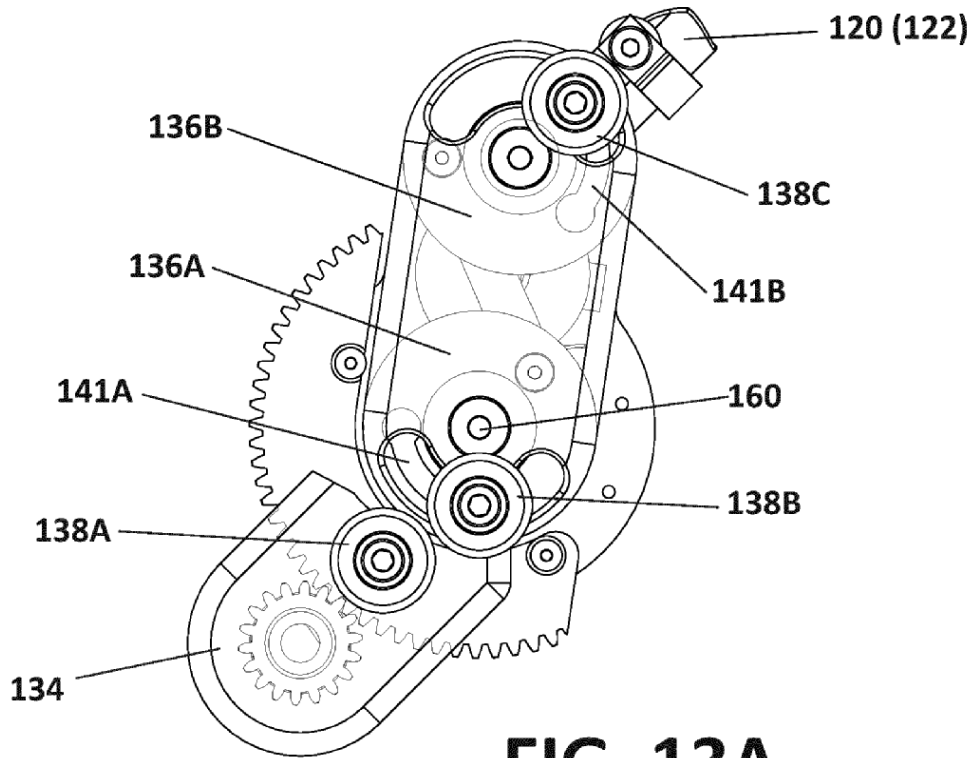


FIG. 13A

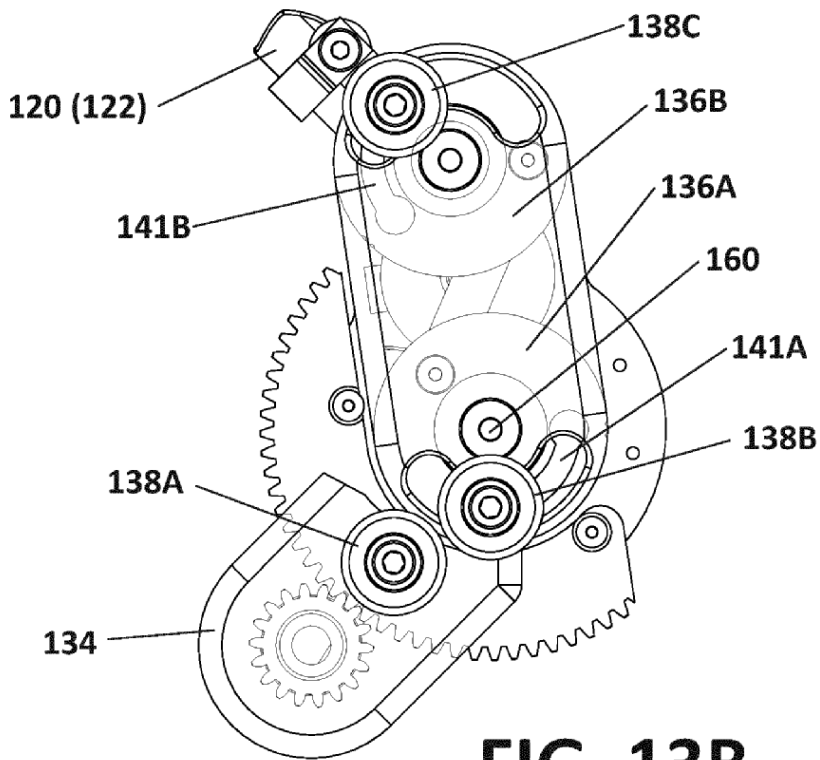


FIG. 13B

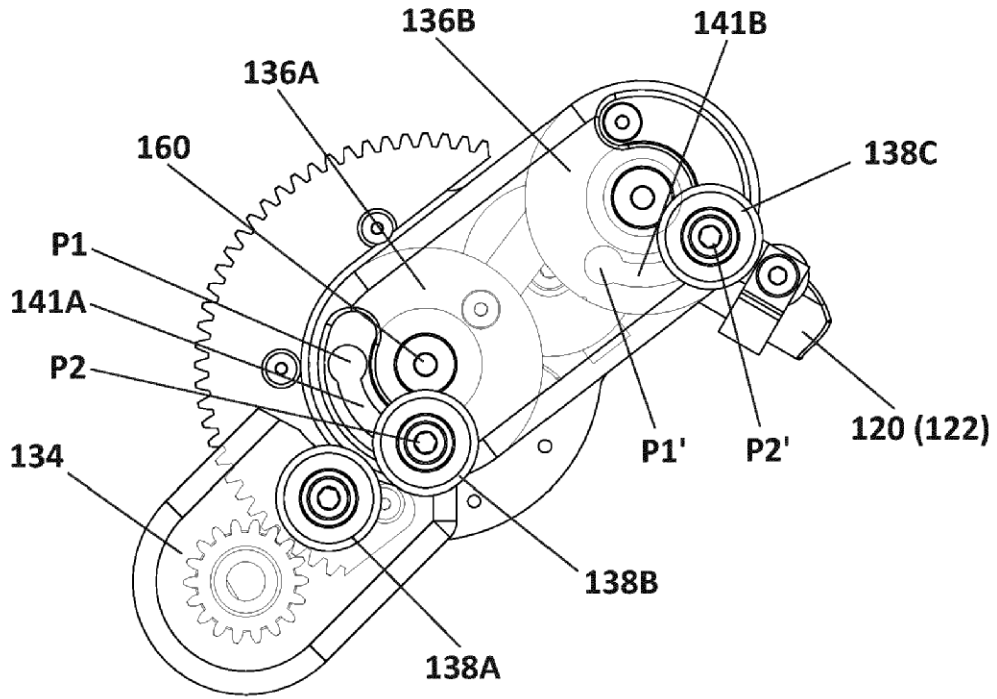


FIG. 13C

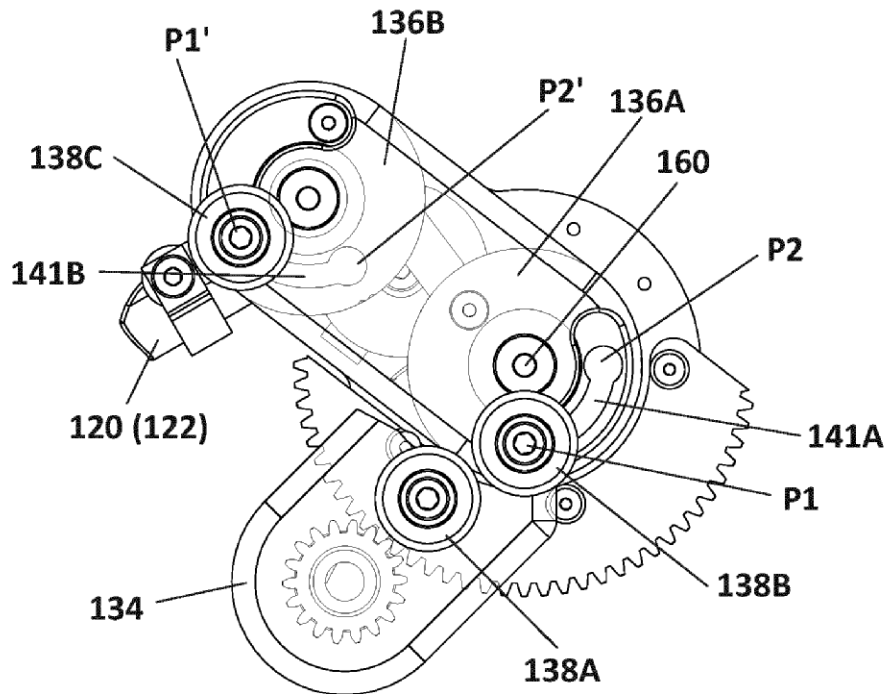


FIG. 13D