

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 975**

51 Int. Cl.:

A61H 1/02 (2006.01)

A61H 3/00 (2006.01)

F16H 1/20 (2006.01)

F16H 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2018 PCT/US2018/013990**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.08.2018 WO18147980**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2018 E 18703411 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 3512483**

54 Título: **Dispositivo exoesquelético de movilidad de piernas con un mecanismo accionador mejorado**

30 Prioridad:

08.02.2017 US 201762456294 P

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

01.02.2021

73 Titular/es:

**PARKER-HANNIFIN CORPORATION (100.0%)
6035 Parkland Boulevard
Cleveland, Ohio 44124-4141, US**

72 Inventor/es:

**FARRIS, RYAN;
ETHERIDGE, STEVEN y
MORRISON, SCOTT**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 803 975 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 exoesquelético de movilidad de piernas con un mecanismo accionador mejorado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a dispositivos de ayuda al movimiento, como un dispositivo de movilidad de piernas o dispositivo de "exoesqueleto" y, más particularmente, los mecanismos de accionamiento de los componentes de las articulaciones de esos dispositivos.

Antecedentes de la invención

10 Actualmente hay del orden de varios cientos de miles de individuos con lesiones de la médula espinal (SCI) en los Estados Unidos, con aproximadamente 12.000 nuevas lesiones sufridas cada año a una edad promedio de 40,2 años. De estos, aproximadamente el 44% (aproximadamente 5300 casos por año) resultan en paraplejía. Uno de los impedimentos más importantes resultantes de la paraplejía es la pérdida de movilidad, en particular dada la edad relativamente temprana en que se producen esas lesiones. Las encuestas realizadas entre usuarios con paraplejía indican que las preocupaciones relativas a la movilidad se encuentran entre las más prevalentes, y que el principal deseo de movilidad es la capacidad de caminar y estar de pie. Además del impedimento de la movilidad, la incapacidad para ponerse de pie y caminar entraña graves efectos fisiológicos, entre ellos la atrofia muscular, la pérdida de contenido mineral óseo, problemas frecuentes de descomposición de la piel, mayor incidencia de infecciones del tracto urinario, espasticidad muscular, trastornos de la circulación linfática y vascular, trastornos del funcionamiento digestivo y reducción de las capacidades respiratorias y cardiovasculares.

20 En un esfuerzo por restaurar algún grado de movilidad en las piernas de los individuos con paraplejía, se han desarrollado varias órtesis de miembros inferiores. La forma más simple de estos dispositivos es la ortesis pasiva con abrazaderas de pierna larga que incorporan un par de órtesis de tobillo-pie (AFOs) para proporcionar apoyo en los tobillos, que están acopladas con abrazaderas de pierna que bloquean las articulaciones de la rodilla en toda su extensión. Las caderas se estabilizan típicamente por la tensión en los ligamentos y la musculatura en la parte anterior de la pelvis. Dado que casi toda la potencia para el movimiento es proporcionada por la parte superior del cuerpo, estas órtesis pasivas requieren una considerable fuerza en la parte superior del cuerpo y un alto nivel de esfuerzo físico, y proporcionan velocidades de marcha muy lentas.

30 La ortesis de guía de la cadera (HGO), que es una variación de las abrazaderas de piernas largas, incorpora articulaciones de cadera que resisten rígidamente la aducción y abducción de la cadera, y placas de zapato rígidas que proporcionan una mayor elevación del centro de gravedad en la punta del pie, permitiendo así un mayor grado de progresión hacia adelante por zancada. Otra variación de la ortesis para piernas largas, la ortesis de marcha recíproca (RGO), incorpora una restricción cinemática que une la flexión de la cadera de una pierna con la extensión de la cadera de la otra, típicamente por medio de un conjunto de cable de empuje y tracción. Al igual que con otras órtesis pasivas, el usuario se inclina hacia adelante contra una ayuda de estabilidad (por ejemplo, muletas de refuerzo o un andador) mientras que se desabrocha la pierna de balanceo y utiliza la gravedad para proporcionar la extensión de la cadera de la pierna de apoyo. Como el movimiento de las articulaciones de la cadera se acopla recíprocamente mediante el mecanismo de reciprocidad, la extensión de la cadera inducida por la gravedad también proporciona una flexión contralateral de la cadera (de la pierna de apoyo), de modo que aumenta la longitud de zancada de la marcha. Una variación del RGO incorpora un acoplamiento variable basado en un circuito hidráulico entre las articulaciones izquierda y derecha de la cadera. Los experimentos con esta variación indican una mejora de la cinemática de la cadera con el acoplamiento hidráulico modulado.

45 Para disminuir el alto nivel de esfuerzo asociado a las órtesis pasivas, se ha estado desarrollando el uso de órtesis motorizadas, que incorporan accionadores y motores de accionamiento asociados a una fuente de alimentación para ayudar a la locomoción. Se ha demostrado que estas órtesis motorizadas aumentan la velocidad de la marcha y disminuyen los movimientos compensatorios, en relación con la marcha sin asistencia motorizada. El uso de las órtesis motorizadas ofrece la oportunidad de controlar electrónicamente las órtesis para mejorar la movilidad del usuario.

50 Un ejemplo del estado actual de la técnica de los dispositivos para el exoesqueleto se muestra en la solicitud internacional del solicitante, en tramitación, N° de serie PCT/US2015/23624, titulada "Dispositivo robótico portable", presentada el 31 de marzo de 2015. Dicho dispositivo es representativo de un dispositivo de exoesqueleto eficaz y generalmente fácil de usar. Existe una preocupación general con los dispositivos de exoesqueleto de que sean compactos y ligeros. Los usuarios de los dispositivos suelen tener impedimentos físicos importantes, y la reducción del tamaño y el peso de los dispositivos para exoesqueleto hace que sean más fáciles de poner, así como de manipular. Con mayor facilidad, los usuarios pueden experimentar una mayor libertad de movilidad, y pueden reducir la necesidad de cuidados y asistencia externos.

55 El documento WO2014/151584 describe un sistema de accionamiento de un dispositivo ortopédico que comprende un accionador. El accionador incluye un primer carrete y un segundo carrete montado de forma giratoria en la primera porción. Una polea de salida está montada en la segunda porción. Una correa tiene un primer extremo enrollado alrededor del primer carrete, un segundo extremo enrollado alrededor del segundo carrete, y una porción media

enrollada alrededor de la polea de salida. El accionador está configurado para girar el primer y segundo carrete. La rotación del primer carrete tracciona de la correa según una longitud determinada, y la rotación del segundo carrete alimenta la correa según una longitud menor que la determinada, de modo que tracciona la polea de salida hacia la primera porción para traccionar la segunda porción hacia la primera porción.

- 5 Los documentos US2016/016307, US2016/106615, US2016/193102 describen más ejemplos de un módulo de conexión, un módulo de accionamiento y un aparato de asistencia al movimiento.

El mecanismo de accionamiento de los componentes de la articulación es un aspecto de los dispositivos de exoesqueleto que sigue siendo objeto de preocupación para hacer que los dispositivos de exoesqueleto sean más compactos y ligeros. La reducción del tamaño y el peso debe equilibrarse con el rendimiento para que el dispositivo sea más fácil de poner y manipular, sin dejar de proporcionar el par y las fuerzas motrices adecuadas para el funcionamiento del dispositivo de exoesqueleto.

Sumario de la invención

La presente invención está dirigida a los dispositivos de asistencia al movimiento, como las ortesis de miembros o de marcha, o los dispositivos robóticos de movilidad de piernas o "exoesqueletos" y, más particularmente, a los mecanismos de accionamiento de los componentes de las articulaciones de esos dispositivos. Un aspecto de la invención es un conjunto de accionador mejorado que actúa como mecanismo de accionamiento de los componentes de las articulaciones en un dispositivo de asistencia al movimiento accionado, como por ejemplo un dispositivo de movilidad de piernas o un exoesqueleto, según se define en las reivindicaciones adjuntas. El conjunto de accionador puede configurarse como un accionador de alto par en relación con el peso que tenga una transmisión de tres etapas con un carrete de cable, una cadena de rodillos o una etapa de transmisión final accionada por correa.

Cuando se describe en términos de la potencia mecánica necesaria en las articulaciones fisiológicas de la cadera y la rodilla de un ser humano, caminar es una actividad de baja velocidad y alto par en relación con el rendimiento de la velocidad de par de la mayoría de los motores eléctricos. Por lo tanto, un accionador diseñado para ayudar a la marcha humana debería idealmente maximizar la salida de par para un peso de accionador dado. El accionador de la presente invención proporciona un par tan alto, una producción de baja velocidad adecuada para caminar.

El conjunto de accionador de articulación incluye una transmisión de reducción de velocidad de tres etapas para proporcionar un par de salida adecuado. La primera etapa puede utilizar una cadena-cable para transmitir la potencia de un pequeño piñón unido al eje de un motor eléctrico sin escobillas de perfil plano a un gran piñón (esta es la primera fase de reducción de velocidad). El piñón grande puede estar unido al mismo eje que un pequeño engranaje helicoidal central. Este pequeño engranaje helicoidal central se engrana con dos grandes engranajes helicoidales exteriores, cada uno en lados opuestos del pequeño engranaje helicoidal central (esta es la segunda fase de reducción de velocidad). Estos grandes engranajes helicoidales pueden estar unidos a dos carretes de cable separados, primero y segundo, y cada carrete de cable está configurado como un simple mandril diseñado para enrollar el cable en el mandril. Cada uno de estos carretes de cable puede tener un cable de acero en miniatura ultraflexible enrollado alrededor de ellos y terminado en el centro del mandril hueco.

Mientras los carretes de cable giran en una dirección, un primer carrete de cable atrae el cable, mientras que el otro carrete lo desenrolla. A medida que los carretes de cable giran en la dirección opuesta, ocurre lo contrario. Los extremos de los dos cables se enrollan alrededor de un último gran carrete de salida, uno enrollado en el sentido de las agujas del reloj y el otro en el sentido contrario (esta es la tercera y última etapa de reducción de velocidad). Cada uno de los cables entra en carretes de trinquete tensores separados dentro del gran carrete de salida, lo que permite apretar los cables para eliminar el retroceso del sistema. En otra realización, la etapa final utiliza una cadena de rodillos en lugar de un accionamiento por cable. Además, la cadena-cable y la cadena de rodillos en su lugar pueden sustituirse por correas o un elemento de tipo cuerda o cordón de alta resistencia a la tracción. Los materiales adecuados pueden incluir materiales poliméricos de alto módulo, como por ejemplo las trenzas sintéticas de polietileno de peso molecular ultra alto. Los engranajes helicoidales también pueden ser engranajes cilíndricos.

Opcionalmente, la primera etapa de reducción de velocidad comprende: un primer piñón que está conectado mecánicamente al eje de salida del motor, de manera que el motor funciona para accionar la rotación del primer piñón; un segundo piñón que es más grande que el primero; y un elemento de cable que transmite potencia del primer piñón al segundo piñón para proporcionar la reducción de velocidad de la velocidad de salida del motor.

- 50 Opcionalmente, el elemento de cable es una cadena-cable.

Opcionalmente, el elemento de cable es una correa.

Opcionalmente, la salida de la primera etapa de reducción de velocidad comprende un eje de salida de primera etapa que interconecta la primera etapa de reducción de velocidad con la segunda etapa de reducción de velocidad.

55 Opcionalmente, la segunda etapa de reducción de velocidad comprende: un engranaje central que está conectado mecánicamente a la salida de la primera etapa de reducción de velocidad; y un primer y un segundo engranaje exterior que engranan con el engranaje central, en el que el primer y el segundo engranaje exterior son más grandes que el

central y están situados en lados opuestos del engranaje central; en el que el engranaje central transmite potencia al primer y al segundo engranaje exterior para proporcionar la reducción de velocidad de la velocidad de salida de la primera etapa de reducción de velocidad.

Opcionalmente, el engranaje central y el primer y segundo engranaje exterior son engranajes helicoidales.

- 5 Opcionalmente, el engranaje central y el primer y segundo engranaje exterior son engranajes cilíndricos.

Opcionalmente, el conjunto de accionador es activable en reverso, de tal manera que cuando los carretes de cable giran en una segunda dirección opuesta a la primera, el segundo carrete de cable tracciona el segundo cable y el primer carrete de cable desenrolla el primer cable.

- 10 Opcionalmente, uno de los primeros o segundos cables se enrollan alrededor del carrete de salida en el sentido de las agujas del reloj y el otro de los primeros o segundos cables se enrollan alrededor del carrete de salida en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Opcionalmente, el conjunto de carrete de cable comprende además uno o más ensamblajes de trinquete para tensar el primer cable y/o el segundo cable.

Opcionalmente, el elemento de cable del conjunto de cable es una cadena de rodillos.

- 15 Opcionalmente, el elemento de cable del conjunto de cables es uno de una correa, cuerda o cordón hecho de un material polimérico.

Opcionalmente, el motor es un motor eléctrico sin escobillas de perfil plano.

Opcionalmente, el conjunto de accionador puede ser accionado en reversa.

- 20 Opcionalmente, el motor y la primera, segunda y tercera etapas de reducción de velocidad están montadas en un bastidor común.

Opcionalmente, el motor y la primera, segunda y tercera etapas de reducción de velocidad se incorporan en una carcasa común para formar un casete autónomo.

- 25 El conjunto de accionador de articulación configurado como se describe tiene un perfil delgado y es extremadamente ligero en relación con su capacidad de par de salida. Cada etapa de la transmisión es altamente eficiente y, por lo tanto, se pierde muy poca potencia a través de la transmisión. La transmisión también es accionable en reversa, lo que significa que un par aplicado en la salida hará que la transmisión, y en última instancia el motor, gire. Esta característica de ser accionada en reverso permite el movimiento cooperativo de los músculos del usuario y el funcionamiento del dispositivo cuando éste es portado por un usuario que es capaz de contribuir con algo de potencia a través de sus propios músculos.

- 30 Otro aspecto del invento es un dispositivo de movilidad que incluye un componente de articulación, el conjunto de accionador de articulación de cualquiera de las realizaciones, en el que el conjunto de accionadores acciona el componente de articulación.

- 35 Otro aspecto de la invención es un dispositivo de movilidad del exoesqueleto de piernas que incluye un componente de cadera; al menos un conjunto de la parte inferior de la pierna; y al menos un conjunto de muslo conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera y conectado al menos un conjunto de la parte inferior de la pierna en una articulación de rodilla. El conjunto de al menos un muslo incluye un primer conjunto de accionador de acuerdo con cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la cadera, y un segundo conjunto de accionador de acuerdo con cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la rodilla.

- 40 En una realización ejemplar del dispositivo de movilidad del exoesqueleto de piernas, el conjunto de al menos una pantorrilla comprende un conjunto de pantorrilla izquierda y un conjunto de pantorrilla derecha; y el conjunto de al menos un muslo comprende un conjunto de muslo izquierdo conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera izquierda y al conjunto de pantorrilla izquierda en una articulación de rodilla izquierda, y un conjunto de muslo derecho conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera derecha y al conjunto de pantorrilla derecha en una articulación de rodilla derecha. El conjunto de muslo izquierdo incluye el primer conjunto de accionador según cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la cadera izquierda, y el segundo conjunto de accionador según cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la rodilla izquierda. El conjunto de muslo derecho incluye un tercer conjunto de accionador según cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la cadera derecha, y un cuarto conjunto de accionador según cualquiera de las realizaciones que acciona la articulación de la rodilla derecha.

- 50 Estas y otras características de la presente invención serán aparentes con referencia a la siguiente descripción y dibujos adjuntos. En la descripción y en los dibujos se han expuesto detalladamente determinadas representaciones de la invención, que son indicativas de algunas de las formas en que pueden emplearse los principios de la invención,

pero se debe entender que el ámbito de la invención no está limitado en consecuencia. Por el contrario, la invención incluye todos los cambios, modificaciones y equivalentes que se ajusten al espíritu y los términos de las reivindicaciones que se adjuntan a la presente memoria. Las características que se describen y/o ilustran con respecto a una realización pueden utilizarse de la misma manera o de manera similar en una o más realizaciones y/o en combinación con o en lugar de las características de las otras realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo que representa un dispositivo ejemplar de exoesqueleto como portado por un usuario.

La figura 2 es un dibujo que representa una vista en perspectiva de un dispositivo ejemplar de exoesqueleto en posición de pie.

La figura 3 es un dibujo que representa una vista en perspectiva del dispositivo ejemplar de exoesqueleto en posición sentada.

La figura 4 es un dibujo que representa una vista frontal del dispositivo ejemplar de exoesqueleto en posición de pie.

La figura 5 es un dibujo que representa una vista lateral del dispositivo ejemplar de exoesqueleto en posición de pie.

La figura 6 es un dibujo que representa una vista trasera del dispositivo ejemplar de exoesqueleto en posición de pie.

La figura 7 es un dibujo que representa una vista en perspectiva de un conjunto de muslo ejemplar que tiene dos casetes de accionadores ejemplares instalados en el mismo.

La Fig. 8 es un dibujo que representa una vista frontal del conjunto de muslo ejemplar que tiene dos casetes de accionadores ejemplares instalados en el mismo.

La figura 9 es un dibujo que representa una vista en perspectiva del conjunto de muslo ejemplar que tiene dos casetes de accionadores ejemplares instalados en el mismo.

La figura 10 es un dibujo que representa una vista superior de un ejemplar de un casete de accionador.

La figura 11 es un dibujo que representa una vista inferior de un ejemplar de un casete de accionador.

La figura 12 es un dibujo que representa una vista isométrica de una asamblea de accionador de articulación ejemplar de acuerdo con las características de la presente invención.

La Fig. 13 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto ejemplar de actuadores de la Fig. 12, incluida una representación de los engranajes helicoidales para una segunda etapa ejemplar de reducción de velocidad.

La Fig. 14 es un dibujo que representa una vista transparente superior del conjunto de accionadores ejemplares de las Figs. 12-13, es decir, transparente para mostrar los componentes que se encuentran debajo de la parte superior del conjunto de accionadores.

La Fig. 15 es un dibujo que representa una vista inferior del ejemplar conjunto del accionador de las Figs. 12-14, ilustrando una primera etapa ejemplar de reducción de velocidad.

La Fig. 16 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionadores ejemplar, de manera similar a la Fig. 13, mostrando las rutas de doble enrollado para una tercera etapa ejemplar de reducción de velocidad.

La Fig. 17 es un dibujo que representa una realización de trinquete ejemplar, de acuerdo con las características de la presente invención.

La Fig. 18 es un dibujo que representa una vista superior de otro ejemplar de conjunto de accionador de articulación, mostrando una configuración alternativa de una tercera etapa ejemplar de reducción de velocidad.

La Fig. 19 es un dibujo que representa una vista transparente superior del conjunto de accionador ejemplar de la Fig. 18, es decir, transparente para mostrar los componentes que se encuentran debajo de la parte superior del conjunto de accionadores.

La Fig. 20 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionador ejemplar de la Fig. 18, que representa una cadena de rodillos adicional para su uso en la tercera etapa de reducción de velocidad.

La figura 21 es un dibujo que representa una primera vista isométrica de la asamblea de accionador de articulación ejemplar en combinación con un componente conducido, de acuerdo con las características de la presente invención.

5 La Fig. 22 es un dibujo que representa una segunda vista isométrica del conjunto de accionador de articulación ejemplar y componente accionado de la Fig. 21.

Descripción detallada

Las realizaciones de la presente invención serán ahora descritas con referencia a los dibujos, en los que se utilizan números de referencia similares para referirse a elementos similares en toda la memoria. Se entenderá que las figuras no están necesariamente a escala.

10 Para el contexto, las Figs. 1-11 muestran varias vistas de un dispositivo ejemplar de exoesqueleto que puede ser usado en conexión con los mecanismos de ajuste de la presente invención. Se proporciona en la presente memoria una descripción un tanto generalizada de dicho dispositivo de exoesqueleto con fines ilustrativos. Puede encontrarse una descripción más detallada de dicho dispositivo en la solicitud de patente internacional del solicitante número PCT/US2015/023624, presentada el 3 de marzo de 2015. No obstante, se apreciará que el dispositivo de exoesqueleto
15 descrito presenta un ejemplo de uso, y que las características del conjunto de accionador de la presente invención no se limitan a ninguna configuración particular de un dispositivo de exoesqueleto. Se pueden hacer variaciones al dispositivo de exoesqueleto, mientras que las características de la invención actual siguen siendo aplicables. Además, los principios de la presente invención pueden ser aplicados generalmente a cualquier dispositivo de movilidad adecuado. Tales dispositivos de movilidad incluyen, por ejemplo, dispositivos ortopédicos que ayudan a la movilidad de las personas sin uso o uso limitado de una determinada porción del cuerpo, y dispositivos protésicos, que esencialmente proporcionan una sustitución electromecánica de una parte del cuerpo que no está presente como puede ser utilizada por un amputado o una persona que congénitamente pierde una porción del cuerpo. Los dispositivos de movilidad pueden estar configurados como o incluir componentes de la articulación inferior y/o superior, ya sea individualmente o en combinación como un componente unitario.

25 Como se muestra en la Fig. 1, un dispositivo de exoesqueleto 1, que también puede ser referido en el técnica como un "dispositivo robótico portable", puede ser usado por un usuario. Para sujetar el dispositivo al usuario, el dispositivo 1 puede incluir dispositivos de sujeción 2 para la fijación del dispositivo al usuario mediante bandas, lazos, correas o similares. Además, para la comodidad del usuario, el dispositivo 1 puede incluir un acolchado 3 dispuesto a lo largo de cualquier superficie que pueda entrar en contacto con el usuario. El dispositivo 1 puede utilizarse con una ayuda de estabilidad 4, como muletas, un andador o similar.

Un dispositivo exoesquelético de movilidad de pierna ejemplar se ilustra como una ortesis de miembro inferior motorizada 100 en las Figs. 2-6. Específicamente, la órtesis 100 mostrada en las Figs. 2-6 puede incorporar cuatro componentes de tracción configurados como dispositivos electro-motores (por ejemplo, motores eléctricos), que imponen pares de plano sagital en cada rodilla y componentes de la articulación de la cadera incluyendo (derecha e izquierda) los componentes de la articulación de la cadera 102R, 102L y los componentes de la articulación de la rodilla 104R, 104L. La Fig. 2 muestra la órtesis 100 en posición de pie mientras que la Fig. 3 muestra la órtesis 100 en posición sentada.

Como se aprecia en las figuras, la órtesis contiene cinco conjuntos o módulos, aunque se pueden omitir uno o más de estos módulos y añadir otros (por ejemplo, módulos de brazos), que son: dos conjuntos de piernas inferiores (derecha e izquierda) (módulos) 106R y 106L, dos conjuntos de muslos (izquierda y derecha) 108R y 108L, y un conjunto de cadera 110. Cada conjunto de muslos 108R y 108L incluye una carcasa de conjunto de muslos respectiva 109R y 109L, y un eslabón, conector o acoplador 112R y 112L que se extiende desde cada una de las articulaciones de rodilla 104R y 104L y está configurado para moverse de acuerdo con el funcionamiento de las articulaciones de rodilla 104R y 104L para proporcionar un par de plano sagital en las articulaciones de rodilla 104R y 104L.

45 Los conectores 112R y 112L pueden configurarse además para acoplar mecánicamente cada uno de los conjuntos de muslos 108R y 108L a los respectivos conjuntos de piernas 106R y 106L. Además, cada conjunto de muslo 108R y 108L también incluye un eslabón, conector o acoplador 114R y 114L, respectivamente, que se extiende desde cada uno de los componentes de la articulación de la cadera 102R y 102L y se mueve de acuerdo con el funcionamiento de los componentes de la articulación de la cadera 102R y 102L para proporcionar un par plano sagital en los componentes de la articulación de la rodilla 104R y 104L. Los conectores 114R y 114L pueden configurarse además
50 para acoplar mecánicamente cada uno de los ensamblajes de los muslos 108R y 108L al conjunto de la cadera 110.

En algunas realizaciones, los diversos componentes del dispositivo 100 pueden ser dimensionados para el usuario. Sin embargo, en otras realizaciones los componentes pueden ser configurados para acomodar a una variedad de usuarios. Por ejemplo, en algunas realizaciones se pueden disponer uno o más elementos de extensión entre los conjuntos de pantorrillas 106R y 106L y los conjuntos de muslos 108R y 108L para acomodar a los usuarios con extremidades más largas. En otras configuraciones, se pueden ajustar las longitudes de los dos conjuntos de pantorrillas 106R y 106L, los dos conjuntos de muslos 108R y 108L y el conjunto de cadera 110. Es decir, las carcasas de los conjuntos de muslos 109R, 109L, las carcasas de los conjuntos de pantorrillas 107R y 107L para los conjuntos

de pantorrilla 106R, 106L, respectivamente, y la carcasa del conjunto de cadera 113 para el conjunto de cadera 110 pueden configurarse para permitir al usuario o al profesional médico ajustar la longitud de estos componentes a medida. Por ejemplo, estos componentes pueden incluir secciones deslizables o móviles que pueden sujetarse en una o más posiciones mediante tornillos, clips o cualquier otro tipo de sujetadores. En vista de lo anterior, los dos conjuntos de pantorrilla 106R y 106L, los dos conjuntos de muslo 108R y 108L y el conjunto de cadera 110 pueden formar un sistema modular que permita reemplazar selectivamente uno o más de los componentes de la órtesis 100 y crear una órtesis para un usuario sin necesidad de componentes personalizados. Esa modularidad también puede facilitar enormemente el procedimiento para ponerse y quitarse el dispositivo.

En la órtesis 100, cada carcasa de conjunto de muslo 109R, 109L puede incluir substancialmente todos los componentes de accionamiento para operar y conducir los correspondientes componentes a los componentes de la articulación de rodilla 104R, 104L y los componentes de la articulación de cadera 102R, 102L. En particular, cada una de las carcasas de conjunto de muslos 109R, 109L puede incluir componentes de accionamiento configurados como dos dispositivos de motores (por ejemplo, motores eléctricos) que se utilizan para accionar las articulaciones de los componentes de la articulación de cadera y rodilla. Sin embargo, las diversas realizaciones no están limitadas a este respecto, y algunos componentes de accionamiento pueden estar ubicados en el conjunto de cadera 110 y/o en los conjuntos de pantorrrillas 106R, 106L.

Una batería 111 para proporcionar potencia a la órtesis puede ser localizada dentro de la carcasa del conjunto de la cadera 113 y los conectores 114R y 114L también pueden proporcionar medios para conectar la batería 111 a cualquier componente de accionamiento dentro de cualquiera de los ensamblajes de muslos 108R y 108L. Por ejemplo, los conectores 114R y 114L pueden incluir cables, contactos o cualquier otro tipo de elementos eléctricos para conectar eléctricamente la batería 111 a los componentes de accionamiento de los conjuntos de muslos 108R y 108L. En las diversas realizaciones, la colocación de la batería 111 no se limita a estar dentro de la carcasa del conjunto de caderas 113. Más bien, la batería puede ser una o más baterías ubicadas dentro de cualquiera de los ensamblajes de órtesis 100.

Los componentes de accionamiento referenciados pueden incorporar sensores adecuados y controladores electrónicos internos o dispositivos de control relacionados para su uso en el control del dispositivo de exoesqueleto. Tales dispositivos de control interno pueden realizar, utilizando la información sensorial, la detección de señales posturales, mediante las cuales el dispositivo de control interno hará que el dispositivo de exoesqueleto entre automáticamente en modos generalizados de funcionamiento, como sentarse, ponerse de pie, caminar, funcionamiento con asistencia variable, y transiciones entre estos modos o estados generalizados (por ejemplo, sentarse y ponerse de pie, ponerse de pie y caminar, caminar y estar de pie, de pie y sentarse, etc.) y la transición de pasos (por ejemplo, paso a la derecha, paso a la izquierda).

En las diversas realizaciones, para mantener un bajo peso para la ortesis y un perfil reducido para los diversos componentes, los componentes de tracción pueden incluir un sistema de tracción substancialmente planar que se utiliza para accionar las articulaciones de la cadera y la rodilla de los componentes de la articulación. Por ejemplo, cada motor puede accionar respectivamente un componente articular asociado mediante el funcionamiento de un accionador que contenga una transmisión de reducción de velocidad en varias etapas, utilizando una disposición de etapas de reducción orientadas substancialmente en paralelo al plano del movimiento sagital. En las Figs. 7 a 12, la consolidación de las piezas móviles en unidades autónomas, denominadas en el presente documento "casetes", permite facilitar el mantenimiento y la sustitución porque los casetes son intercambiables, lo que facilita su mantenimiento o requiere una menor variedad de componentes de repuesto. Tal como se utiliza en el presente documento, "autónomo" significa que el casete incluye todo lo necesario para funcionar de manera plenamente funcional si se le suministra energía, incluida la recepción o generación, según se justifica, de cualquier señal de control relacionada con los componentes de la articulación. Así, por ejemplo, si se suministra energía a los contactos eléctricos del casete, éste se activaría.

En las realizaciones ilustradas de los componentes del accionador, un conjunto de accionador ejemplar incluye un motor integrado en una placa base común junto con las etapas de reducción de velocidad de la transmisión. El conjunto de accionador proporciona una transferencia suave y eficiente del movimiento del motor al ángulo de la articulación. La integración del motor en el casete permite una configuración más delgada del conjunto y proporciona una alineación consistente entre las piezas. Además, la integración del motor en el casete también crea una mayor superficie para transferir y emitir el calor generado por el motor. En el caso de un dispositivo de asistencia a la movilidad, estos casetes pueden pertenecer a una articulación específica o a un conjunto de articulaciones del dispositivo. Cada una de ellas puede tener una unidad de accionamiento única o compartir una unidad de accionamiento. Los casetes también pueden albergar el dispositivo de control electrónico, y además pueden contener elementos sensores como los acelerómetros, giróscopos, medición inercial y otros sensores para detectar y observar la orientación o el ángulo y la velocidad angular de la pierna superior. Las unidades de casetes autónomas pueden ser preensambladas para ayudar en la fabricación del dispositivo más amplio. Esto permite un rápido mantenimiento del dispositivo, ya que los casetes individuales pueden ser cambiados y reparados.

Por lo tanto, refiriéndonos a las Figs. 7-11, un casete 500 extraíble, autónomo y con accionador ovular puede ser recibido en un receptáculo de un dispositivo robótico que se pueda llevar puesto, como por ejemplo en un componente del muslo izquierdo 108L. Se apreciará que se pueda incorporar un diseño de casete comparable en cualquiera de los

componentes conjuntos del dispositivo. El casete 500 puede incluir una primera porción circular 520 que alberga un dispositivo de motor (por ejemplo, un motor eléctrico) 502. Una segunda parte circular 522 puede estar desplazada longitudinalmente y superpuesta longitudinalmente a la primera parte circular y puede albergar un sistema de transmisión, descrito en detalle a continuación, accionado por el dispositivo motor 502. Una tercera porción circular 524 puede ser longitudinalmente compensada de la primera y segunda porción circular y longitudinalmente superpuesta a la segunda porción circular y puede albergar una segunda porción de la transmisión. Estas tres porciones circulares superpuestas tienen una forma ovular, que puede incluir los sensores de referencia y los dispositivos de control electrónico. Por lo tanto, una carcasa ovular 530 puede soportar el dispositivo motor 502 y el sistema de transmisión multietapa descrito a continuación. Los lados largos de la carcasa ovular son rectos y paralelos entre sí y terminan tangencialmente como superficies finales curvadas de la carcasa ovular.

Las figuras 12-14 muestran varias vistas de un conjunto de accionador 10 ejemplar de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. El conjunto de accionador 10 puede ser incorporado en una configuración de casete como se describe anteriormente. Un conjunto de accionador 10 en un casete puede emplearse para una articulación de rodilla, y otro conjunto de accionador en un casete puede emplearse para una articulación de cadera. Esta configuración puede emplearse tanto en el lado izquierdo como en el derecho para un dispositivo de exoesqueleto de movilidad de piernas.

En general, en realizaciones ejemplares, un conjunto de accionador de articulación puede incluir un motor que acciona un conector de articulación para accionar una articulación de un dispositivo de movilidad; una primera etapa de reducción de velocidad conectada a un eje de salida del motor para proporcionar una reducción de velocidad de la velocidad de salida del motor; una segunda etapa de reducción de velocidad unida a una salida de la primera etapa de reducción de velocidad para proporcionar una reducción de velocidad relativa a la salida de la primera etapa; y una tercera etapa de reducción de velocidad unida a una salida de la segunda etapa de reducción de velocidad para proporcionar una reducción de velocidad relativa a la salida de la segunda etapa. La primera, segunda y tercera etapas funcionan como una transmisión de tres etapas para proporcionar la salida que acciona el conector de articulación.

Con referencia a las figuras particulares, la Fig. 12 es un dibujo que representa una vista isométrica del ejemplar conjunto de accionador de articulación 10 de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. La Fig. 13 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionador ejemplar 10 de la Fig. 12, y la Fig. 14 es un dibujo que representa una vista transparente superior del conjunto de accionador ejemplar de las Figs. 12-13, es decir, transparente para mostrar los componentes por debajo de la parte superior del conjunto de accionador 10. El conjunto de accionador 10 puede configurarse como un accionador de alta relación par/peso que tiene una transmisión de tres etapas con un carrete de cable, una cadena de rodillos o una etapa de transmisión final de correa. Alternativamente, cualquier etapa puede configurarse utilizando engranajes para la reducción de velocidad. Con esa configuración, el conjunto de accionador 10 funciona como un accionador para accionar un componente de la articulación del dispositivo de movilidad mediante una transmisión de reducción de velocidad de tres etapas para proporcionar un par de salida adecuado para accionar los componentes de la articulación del dispositivo de movilidad de piernas.

Con referencia a las figuras, el conjunto de accionador 10 puede incluir un motor 12, una etapa engranaje helicoidal 14, y una etapa de conjunto de carretes de cable 16. Juntos, estos componentes comprenden la transmisión de tres etapas que genera el par de salida para accionar los componentes de la articulación del dispositivo de movilidad de piernas. El motor 12 puede ser un motor eléctrico de corriente continua sin escobillas y puede tener un perfil plano que se dimensiona y forma para su incorporación en un casete de accionador al que se hace referencia anteriormente. El conjunto de accionador 10 puede alimentarse a través de un conector de alimentación 17 que está conectado eléctricamente a una fuente de alimentación externa. En los ejemplos en los que el conjunto accionador 10 está contenido en un casete en un conjunto de cadera, un conjunto de accionador 10 puede conectarse a un conjunto de cadera para proporcionar movimiento en la parte superior de la pierna o en la articulación de la cadera. Además, también se encuentra en el casete un conjunto de accionador con orientación opuesta 10 puede conectarse a un conjunto de pierna para proporcionar movimiento en la articulación de la rodilla.

La Fig. 15 es un dibujo que representa una vista inferior del conjunto de accionador ejemplar 10 de las Figs. 12-14, ilustrando una primera etapa ejemplar 18 de reducción de velocidad del conjunto de accionador de tres etapas. Los componentes de la primera etapa 18 están representados como "una imagen fantasma" en la vista transparente de la Fig. 14, para representar dónde están situados los componentes de la primera etapa en relación con otros componentes del conjunto de accionador.

Con referencia a las Figs. 14 y 15, la primera etapa 18 puede incluir el motor 12 mencionado anteriormente, que acciona un eje de salida de motor 20. Un primer piñón 22 puede estar unido o conectado mecánicamente a un extremo del eje de salida del motor 20, de manera que el motor funcione para accionar la rotación del primer piñón 22. Se puede emplear un elemento de cable 23 para transmitir potencia desde el primer piñón pequeño 22 a un segundo piñón 24. En el ejemplo de las figuras 12 a 14, el elemento de cable está configurado como una cadena-cable para proporcionar una primera etapa de reducción de velocidad de la velocidad de salida del motor. Para lograr una reducción de velocidad adecuada, el segundo piñón 24 es más grande que el primer piñón 22. El segundo gran piñón 24 puede estar conectado o no mecánicamente a un eje de salida de primera etapa 26 que proporciona la salida de la primera etapa de reducción de velocidad, de manera que la rotación del segundo o gran piñón 24 impulse la rotación del eje de salida de primera etapa 26. Mirando, por ejemplo, la vista superior de la Fig. 13 y la vista inferior de la Fig.

15, el eje de salida de la primera etapa 26 se extiende esencialmente a través de la totalidad del conjunto de accionador en una dirección de ancho o de espesor. El accionamiento del eje de salida de la primera etapa 26 interconecta la primera etapa 18 de reducción de velocidad con una segunda etapa de reducción de velocidad que se describe más adelante.

5 La primera etapa 18 puede ser soportada, al menos en parte, por un bastidor 28. El bastidor 28 puede tener elementos de sujeción adecuados 32 (véase la Fig. 15) para montar la primera etapa en el lado del motor como parte de la configuración autónoma del casete. Pueden emplearse elementos de sujeción adicionales 34 para montar los componentes de la primera etapa en la parte inferior del conjunto de carretes de cable 16.

10 Con referencia a las figuras 12-14 en combinación con la figura 15, el accionamiento del eje de salida de la primera etapa 26 interconecta la primera etapa 18 con una segunda etapa 38, a la que se ha hecho referencia anteriormente como la etapa 14 de engranajes helicoidales. Más concretamente, el segundo o piñón grande 24 puede conectarse mecánicamente a un engranaje central 40 mediante una conexión común al eje de salida de la primera etapa 26. El engranaje central 40 puede engranar con los engranajes exteriores primero y segundo 42 y 44, cada uno de ellos situado en los lados opuestos del engranaje central, como se muestra en las figuras 12 a 14. De esta manera, el engranaje central 40 puede transmitir la potencia a los engranajes exteriores primero y segundo 42 y 44. En el ejemplo de las Figs. 12-15, el engranaje central y los dos engranajes exteriores están configurados como engranajes helicoidales. Además, los dos engranajes helicoidales exteriores son más grandes que el engranaje helicoidal central para proporcionar la segunda etapa de reducción de velocidad de salida de la primera etapa de reducción de velocidad. Estos grandes engranajes helicoidales 42 y 44 pueden vincularse a una tercera etapa final de reducción de velocidad 48 que incluye el conjunto de carretes de cable 16, de modo que la salida de la segunda etapa de reducción de velocidad transmite potencia a la tercera etapa de reducción de velocidad que se describe más adelante.

15 Los engranajes helicoidales pueden montarse de forma giratoria en una placa de montaje 43, que puede fijarse al bastidor 28 de la primera etapa mediante elementos de fijación 45. Para conectar la segunda etapa con la primera pueden emplearse todos los elementos de fijación adecuados (por ejemplo, pasadores, tornillos, pernos). De esta manera, el bastidor 28 actúa como un bastidor común para soportar la primera, segunda y tercera etapas de reducción de velocidad.

20 La Fig. 16 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionador ejemplar 10 de forma similar a la Fig. 13, mostrando además una configuración ejemplar de la tercera etapa de reducción de velocidad 48 incluyendo el conjunto de carretes de cable 16. En general, el conjunto de carretes de cable puede incluir un carrete de salida y al menos un elemento de cable que interconecta la salida de la segunda etapa de reducción de velocidad y el carrete de salida. Así pues, la salida de la segunda etapa de reducción de velocidad transmite potencia al carrete de salida a través del elemento de cable para proporcionar la reducción de velocidad de la velocidad de salida de la segunda etapa de reducción de velocidad.

25 En el ejemplo de la realización de la Fig. 16, la tercera etapa incluye el conjunto de carretes de cable 16 que tiene un primer carrete de cable 50 para enrollar un primer cable 52, y un segundo y separado carrete de cable 54 para enrollar un segundo cable 56. Cada uno de los carretes de cable 50 y 54, respectivamente, puede configurarse como un simple mandril hueco diseñado para enrollar el cable 52 o 56 en el mandril. Cada uno de los cables puede ser un cable de acero en miniatura ultraflexible como se conoce en la técnica, que se enrolla alrededor de los respectivos mandriles y se termina en el centro del mandril hueco. También, la cadena-cable y la cadena de rodillos pueden ser reemplazadas por correas o una cuerda de alta resistencia a la tracción o un elemento de tipo cuerda. Los materiales adecuados pueden incluir materiales de polímero de alto módulo, como por ejemplo las trenzas sintéticas de polietileno de peso molecular ultra alto. Por lo general, todas estas realizaciones se denominan en este documento como el cable 52. El primer cable 52 además se enrolla alrededor de una primera barra de salida 58 del primer engranaje helicoidal exterior 42 de la segunda etapa de reducción de velocidad, y el segundo cable 56 de forma similar además se enrolla alrededor de una segunda barra de salida 60 del segundo engranaje helicoidal exterior 44 de la segunda etapa de reducción de velocidad.

30 A medida que los carretes de cable giran en una primera dirección (como se muestra, por ejemplo, en sentido contrario a las agujas del reloj), el primer carrete de cable 50 tracciona el primer cable 52 desde el primer engranaje helicoidal exterior 42, mientras que el otro segundo carrete de cable 54 tracciona el segundo cable 56 hasta el segundo engranaje helicoidal exterior 44 para proporcionar la tercera etapa de reducción de velocidad. El conjunto de accionador también puede ser accionado en reversa. Por consiguiente, a medida que los carretes de cable giran en una segunda dirección opuesta a la primera (como se muestra, por ejemplo, en el sentido de las agujas del reloj), ocurre lo contrario: el segundo carrete de cable 54 tracciona el segundo cable 56 desde el segundo engranaje helicoidal exterior 44, mientras que el primer carrete de cable 50 desenrolla el primer cable 52 al primer engranaje helicoidal exterior 42. Los extremos de los dos cables se enrollan alrededor de un último gran carrete de salida 62, con uno de los cables (por ejemplo, el segundo cable 56) enrollado en el sentido de las agujas del reloj y el otro cable (por ejemplo, el primer cable 52) enrollado en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del carrete de salida 62 para completar la tercera y última etapa de reducción de velocidad 48. La tercera reducción de velocidad se logra gracias al mayor tamaño del carrete de salida 62 en relación con el recorrido del carrete de cable alrededor del engranaje helicoidal exterior 42 y 44, como se muestra en la Fig. 16.

Cada uno de los cables entra en conjuntos de trinquetes tensores separados alojados dentro del gran carrete de salida 62, que permite apretar y tensar los cables para eliminar el retroceso en el sistema. En referencia a la vista inferior de la Fig. 15, los conjuntos de trinquete para cada cable, respectivamente, están alojados bajo las cubiertas 64 y 66 dentro del carrete de salida 62. Además, la Fig. 17 es un dibujo que representa un conjunto de trinquete ejemplar 68 de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Un conjunto de trinquete ejemplar comparable 68 puede ser utilizada respectivamente para tensionar cada uno del primer cable 52 y/o el segundo cable 54.

El conjunto de trinquete 68 puede incluir una rueda de trinquete 70 con un diámetro exterior con dientes 72. Un trinquete 74 es cargado por un muelle 76 contra uno de los dientes 72 para mantener un estado de rotación deseado de la rueda de trinquete 70. Los cables mencionados anteriormente pueden enrollarse alrededor del carrete de cable 50/54 que está sujeto a la rueda de trinquete 70. La rueda de trinquete 70 puede incluir además elementos receptores 80. Los elementos receptores pueden ser agujeros, hendiduras o ranuras dentro de la rueda de trinquete que están destinados a recibir un extremo cooperante de una herramienta de trinquete (no se muestra). El usuario puede utilizar esa herramienta de trinquete para engranar la rueda de trinquete 70 a través de los elementos receptores 80. La herramienta puede utilizarse para girar la rueda de trinquete para tensar el cable hasta un nivel deseado, y la tensión se mantiene mediante el trinquete 74 que se acopla con uno de los dientes 72. En otra realización, se puede emplear un dispositivo de trinquete sin herramienta para tensar en lugar de utilizar una herramienta de trinquete. Un dispositivo de trinquete sin herramientas puede emplear una manivela de giro, una lengüeta de giro, agujeros para los dedos o similares que se proporcionan en el conjunto de trinquete, y que permitirían al usuario girar la rueda de trinquete sin el uso de una herramienta especial.

En otra realización ejemplar, la tercera y última etapa de reducción de velocidad utiliza una cadena de rodillos como elemento de cable en lugar de un mecanismo de accionamiento por carrete de cable. Además, la cadena-cable 23 de la primera etapa y el elemento de cable de la tercera etapa pueden ser cada uno correas, y los tres engranajes helicoidales de la segunda etapa pueden ser en cambio engranajes cilíndricos. La figura 18 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionador ejemplar 10, que representa una configuración alternativa de una tercera etapa ejemplar 88 de reducción de velocidad. La Fig. 19 es un dibujo que representa una vista transparente superior del conjunto de accionador ejemplar 10 de la Fig. 18, es decir, transparente para mostrar los componentes que se encuentran debajo de la parte superior del conjunto de accionador. La Fig. 20 es un dibujo que representa una vista superior del conjunto de accionador ejemplar 10 de la Fig. 18, que representa una cadena de rodillos adicional para su uso en la tercera etapa de reducción de velocidad. La primera y la segunda etapa de reducción de velocidad pueden configurarse de forma comparable a las anteriores. En consecuencia, los componentes similares se identifican en las Figs. 18 a 20 con números de referencia similares a los de las figuras anteriores.

En el ejemplo de las Figs. 18-20, el carrete de salida 62 puede incluir los dientes de rodillo 90 que sujetan una cadena de rodillos 92 (la cadena de rodillos que se muestra en la Fig. 20). La cadena de rodillos 92 puede entonces enrollar las respectivas primeras y segundas barras de salida 58 y 60 de los primeros y segundos engranajes helicoidales exteriores 42 y 44, que como se ha mencionado anteriormente pueden configurarse como engranajes rectos. Como también se ha mencionado anteriormente, puede utilizarse una correa como elemento de cable 92 en lugar de una cadena de rodillos, con el diámetro exterior del carrete de salida 62, y las barras de salida 58 y 60 de los engranajes helicoidales 42 y 44, todos ellos configurados para transmitir potencia a través de dicha correa. También puede emplearse una correa en lugar de la cadena-cable 23 utilizada en la primera etapa de reducción de velocidad.

Con referencia a varias figuras, el carrete de salida 62 puede incluir además una pluralidad de bolsas 94 que pueden proporcionar un acoplamiento magnético del conjunto de accionador 10 a una parte de acoplamiento. El carrete de salida 62 además puede incluir un conjunto de conexión rápida magnética/eléctrica 96, que emplea el acoplamiento magnético para proporcionar conexiones eléctricas para alimentar el conjunto del accionador. El acoplamiento magnético y el conjunto de conexión rápida se describen en detalle en solicitudes de patentes separadas.

La rotación del carrete de salida 62 acciona un componente accionado, como por ejemplo un componente de la articulación superior o inferior de un dispositivo de movilidad. La figura 21 es un dibujo que representa una primera vista isométrica del conjunto de accionador de articulación ejemplar 10 en combinación con un componente accionado ejemplar 200, de acuerdo con las características de la presente invención. Fig. 22 es un dibujo que representa una segunda vista isométrica de la combinación del conjunto de accionador de articulación ejemplar 10 y el componente conducido 200 de la Fig. 21. Se apreciará que el conjunto de accionador de articulación 10 puede ser configurado de acuerdo con cualquiera de las realizaciones.

Como se ha mencionado anteriormente, el carrete de salida 62 puede incluir una pluralidad de cavidades 94 que pueden proporcionar un acoplamiento magnético del conjunto de accionador 10 a una pieza de acoplamiento, como el componente accionado 200. Por consiguiente, el componente conducido 200 puede incluir una porción de conector 202 que incluye una pluralidad de salientes de acoplamiento 204. Las protuberancias de acoplamiento 204 cada una puede ser formada para el acoplamiento magnético con una respectiva de las cavidades 94. La porción de conector 102 puede ser integralmente unido a una porción de cuerpo 206. La parte de cuerpo 206 puede constituir un componente primario y un bastidor de apoyo de un componente articular superior o inferior de un dispositivo de movilidad.

5 El conjunto de accionador de articulación configurado como se describe tiene un perfil delgado y es extremadamente ligero en relación con su capacidad de par de salida. El conjunto de accionador, por lo tanto, se incorpora fácilmente en una configuración de casete autónomo. Cada etapa de la transmisión es altamente eficiente y por lo tanto se pierde muy poca potencia a través de la transmisión. La transmisión también es accionable en reversa, lo que significa que un par aplicado en la salida hará que la transmisión, y en última instancia el motor, gire. Esta característica de ser accionable en reverso permite el movimiento cooperativo de los músculos del usuario y el funcionamiento del dispositivo cuando éste es portado por un usuario que es capaz de contribuir con algo de potencia a través de sus propios músculos.

10 Como se ha mencionado anteriormente, el conjunto de accionador de articulación puede ser configurado con el motor, y la primera, segunda y tercera etapas de reducción de velocidad montadas en un bastidor común, como el bastidor 28. Con dicho montaje común, todos los componentes del conjunto de accionador pueden incorporarse fácilmente a una carcasa común para formar un casete autónomo, como la carcasa común 530 de la estructura del casete representada en las Figs. 10-11.

15 Además, el conjunto de accionador de articulación generalmente puede incorporarse a un dispositivo de movilidad que incluye un componente de la articulación y el conjunto de accionador, en el que el conjunto de actuador acciona el componente de la articulación. El dispositivo de movilidad puede ser cualquier dispositivo de movilidad motorizado adecuado, como un dispositivo ortopédico motorizado, un dispositivo protésico o un dispositivo de movilidad de pierna.

20 En realizaciones ejemplares, el dispositivo de movilidad puede ser un dispositivo de movilidad de piernas exoesqueléticas comparable al dispositivo representado en las Figs. 1-11. Dicho dispositivo de exoesqueleto puede incluir un componente de cadera, al menos un conjunto de pantorrilla y al menos un conjunto de muslos conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera y conectado al menos a un conjunto de pantorrillas en una articulación de rodilla. El conjunto de al menos un muslo puede incluir un primer conjunto de actuador que accione la articulación de la cadera y un segundo conjunto de accionador que accione la articulación de la rodilla. En un dispositivo ejemplar de exoesqueleto completo con componentes del lado izquierdo y derecho, el ensamblaje de al menos una pantorrilla incluye un conjunto de pantorrilla izquierda y un conjunto de pantorrilla derecha. El conjunto de al menos un muslo incluye un conjunto de muslo izquierdo conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera izquierda y al conjunto de pantorrilla izquierda en una articulación de rodilla izquierda, y un conjunto de muslo derecho conectado al conjunto de cadera en una articulación de cadera derecha y al conjunto de pantorrilla derecha en una articulación de rodilla derecha. El conjunto de muslo izquierdo incluye un primer conjunto de accionador que acciona la articulación de la cadera izquierda y un segundo conjunto de accionador que acciona la articulación de la rodilla izquierda. El conjunto de muslo derecho incluye igualmente un tercer conjunto de accionador que acciona la articulación de la cadera derecha, y un cuarto conjunto de accionador que acciona la articulación de la rodilla derecha.

30 Aunque la invención ha sido mostrada y descrita con respecto a una o varias realizaciones, es evidente que se les ocurrirán alteraciones y modificaciones equivalentes a otros expertos en la materia al leer y comprender la presente memoria y los dibujos adjuntos, de conformidad con el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, si bien una característica particular de la invención puede haber sido descrita anteriormente con respecto a sólo una o más de varias realizaciones ilustradas, dicha característica puede combinarse con una o más de las otras características de las otras realizaciones, de conformidad con el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de accionador de articulación (10) que comprende:

un motor (12) que acciona un conector de articulación para accionar una articulación de un dispositivo de movilidad;

5 una primera etapa (18) de reducción de velocidad conectada a un eje de salida (20) del motor (12) para proporcionar una reducción de velocidad de salida del motor;

una segunda etapa (38) de reducción de velocidad unida a una salida de la primera etapa (18) de reducción de velocidad para proporcionar una reducción de velocidad relativa a la salida de la primera etapa; y

10 una tercera etapa (48, 88) de reducción de velocidad unida a una salida de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad para proporcionar una reducción de velocidad relativa a la salida de la segunda etapa (38);

en el que la primera (18), segunda (38) y tercera etapa (48, 88) operan como una transmisión de tres etapas para proporcionar la salida que acciona el conector de articulación;

15 en el que la tercera etapa (48, 88) de reducción de velocidad comprende un conjunto de carretes de cable (16) que incluye un carrete de salida (62) y al menos un elemento de cable (52, 56) que interconecta la salida de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad y el carrete de salida (62); y

en el que la salida de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad transmite potencia al carrete de salida (62) a través del elemento de cable (52, 56) para proporcionar la reducción de velocidad de salida de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad;

caracterizado en que el conjunto de carretes de cable comprende:

20 un primer carrete de cable (50) para enrollar un primer cable (52), y el primer cable (52) se enrolla más alrededor de una primera barra de salida (58) de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad; y

un segundo carrete de cable (54) para enrollar un segundo cable (56), y el segundo cable (56) se enrolla aún adicionalmente alrededor de una segunda barra de salida (60) de la segunda etapa (38) de reducción de velocidad;

25 en el que cuando los carretes de cable (50, 54) giran en una primera dirección, el primer carrete de cable (50) tracciona el primer cable (52) y el segundo carrete de cable (54) desenrolla el segundo cable (56) para proporcionar la tercera etapa de reducción de velocidad.

2. El conjunto de accionador de articulación de la reivindicación 1, en el que la primera etapa (18) de reducción de velocidad comprende:

30 un primer piñón (22) que está mecánicamente conectado al eje de salida (20) del motor (12), de tal manera que el motor (12) funciona para accionar la rotación del primer piñón (22);

un segundo piñón (24) que es más grande que el primer piñón (22); y

un elemento de cable (23) que transmite potencia del primer piñón (22) al segundo piñón (24) para proporcionar la reducción de velocidad de salida del motor.

35 3. El conjunto de accionador de articulación de la reivindicación 2, en el que el elemento de cable (23) es una cadena-cable, o en el que el elemento de cable (23) es una correa.

4. El conjunto de accionador de articulación de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la salida de la primera etapa (18) de reducción de velocidad comprende un eje de salida de primera etapa (26) que interconecta la primera etapa (18) de reducción de velocidad con la segunda etapa (38) de reducción de velocidad.

40 5. El conjunto de accionador de articulación de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que la segunda etapa (38) de reducción de velocidad comprende:

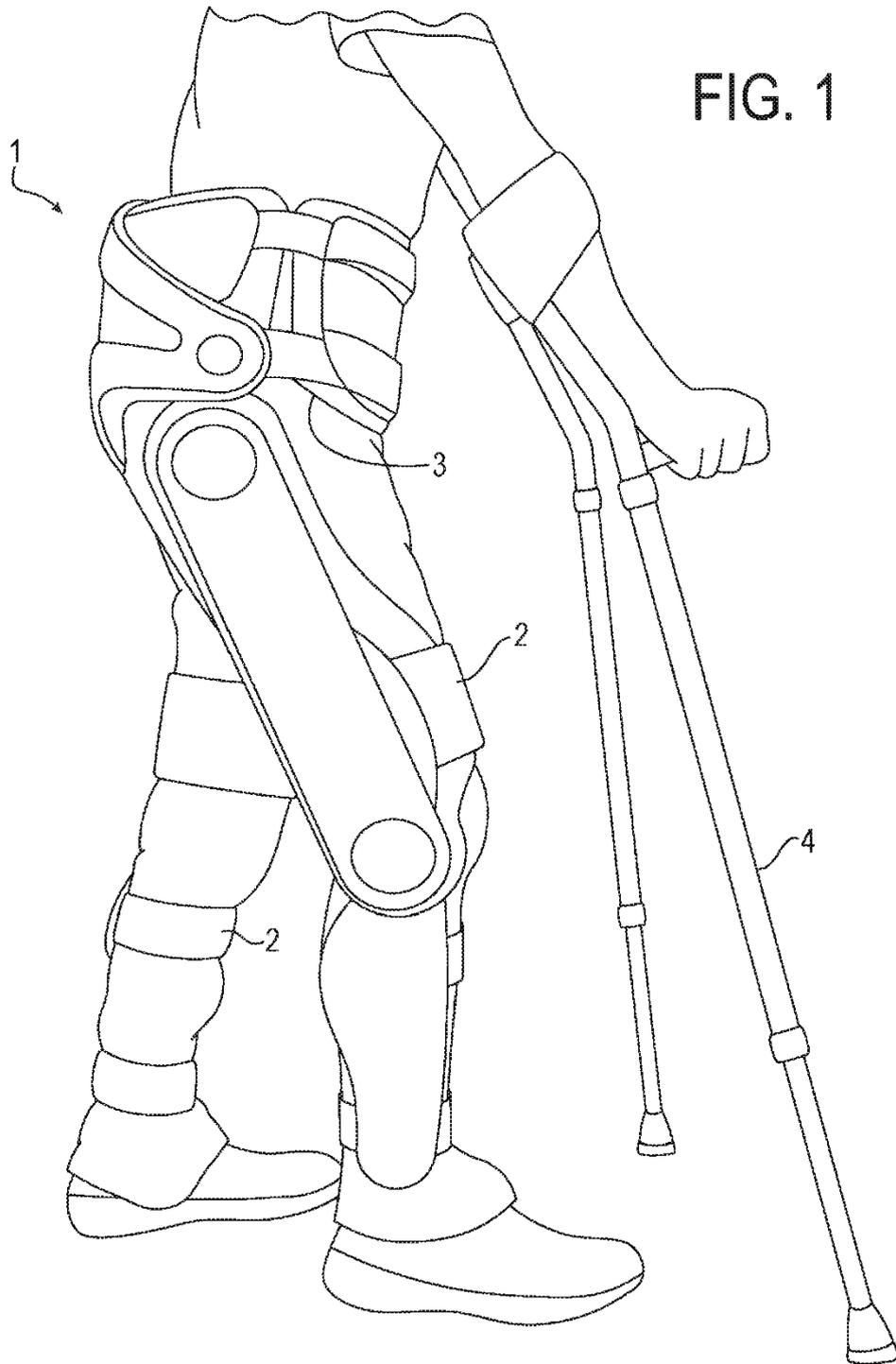
un engranaje central (40) que está conectado mecánicamente a la salida de la primera etapa (18) de reducción de velocidad; y

45 primero y segundo engranajes exteriores (42, 44) que engranan con el engranaje central (40), en el que el primero y segundo engranajes exteriores (42, 44) son más grandes que el engranaje central (40) y están situados en lados opuestos del engranaje central (40);

en el que el engranaje central (40) transmite potencia al primer y segundo engranaje exterior (42, 44) para proporcionar la reducción de velocidad de salida de la primera etapa (18) de reducción de velocidad.

6. El conjunto de accionador de articulación de la reivindicación 5, en el que el engranaje central (40) y el primero y segundo engranajes exteriores (42, 44) son engranajes helicoidales, o en el que el engranaje central (40) y el primero y segundo engranajes exteriores (42, 44) son engranajes cilíndricos.
- 5 7. El conjunto de accionador de articulación de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de accionador de articulación (10) es accionable en reversa, de manera que cuando los carretes de cable (50, 54) giran en una segunda dirección opuesta a la primera dirección, el segundo carrete de cable (54) tracciona el segundo cable (56) y el primer carrete de cable (50) desenrolla el primer cable (52).
- 10 8. El conjunto de accionador de articulación de cualquier reivindicación anterior, en el que uno de los primeros o segundos cables (52, 56) se enrolla alrededor del carrete de salida (62) en el sentido de las agujas del reloj y el otro de los primeros o segundos cables (52, 56) se enrolla alrededor del carrete de salida (62) en el sentido contrario a las agujas del reloj.
9. El conjunto de accionador de articulación de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de carrete de cable (16) comprende además uno o más conjuntos de trinquete (68) para tensar el primer cable (52) y/o el segundo cable (56).
- 15 10. El conjunto de accionador de articulación de cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de cable (52, 56) del conjunto de cables (16) es una cadena de rodillos, o en la que el elemento de cable (52, 56) del conjunto de cables (16) es una correa, cuerda o cable realizada de un material polimérico.
11. El conjunto de accionador de articulación de la reivindicación anterior, en el que el motor (12) es un motor eléctrico sin escobillas de perfil plano.
- 20 12. El conjunto de accionador de articulación de cualquier reivindicación anterior, en el que el motor (12) y las etapas primera (18), segunda (38) y tercera (48, 88) de reducción de velocidad se montan en un bastidor común (28), y en el que el motor (12) y las etapas primera (18), segunda (38) y tercera (48, 88) de reducción de velocidad se incorporan en una carcasa común (530) para formar un casete autónomo (500).
13. Un dispositivo de movilidad (100) que comprende:
- 25 un componente de articulación; y
- el conjunto de accionador de articulación (10) de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el conjunto de accionador de articulación (10) acciona el componente de articulación.
14. Un dispositivo exoesquelético de movilidad de piernas (100) que comprende:
- un componente de cadera (110);
- 30 al menos un conjunto de pantorrillas (106R, 106L); y
- al menos un conjunto de muslo (108R, 108L) conectado al conjunto de cadera (110) en una articulación de cadera (102R, 102L) y conectado al menos un conjunto de pantorrilla (106R, 106L) en una articulación de rodilla (104R, 104L);
- 35 en el que el al menos un conjunto de muslo (108R, 108L) incluye un primer conjunto de accionador de articulación (10) según cualquiera de las realizaciones 1-12 que acciona la articulación de cadera (102R, 102L), y un segundo conjunto de accionador de articulación (10) según cualquiera de las realizaciones 1-12 que acciona la articulación de rodilla (104R, 104L).
15. El dispositivo de movilidad del exoesqueleto de piernas (100) de la reivindicación 14, en el que:
- 40 el al menos un conjunto de pantorrilla, comprende un conjunto de pantorrilla izquierda (106L) y un conjunto de pantorrilla derecha (106R); y
- el al menos conjunto de muslo comprende un conjunto de muslo izquierdo (108L) conectado al conjunto de cadera (110) en una articulación de cadera izquierda (102L) y al conjunto de pantorrilla izquierda (106L) en una articulación de la rodilla izquierda (104L), y un conjunto de muslo derecho (108R) conectado al conjunto de cadera (110) en una articulación de cadera derecha (102R) y al conjunto de pantorrilla derecha (106R)
- 45 en una articulación de rodilla derecha (104R);
- en el que el conjunto de muslo izquierdo (108L) incluye el primer conjunto de accionador de articulación (10) según cualquiera de las realizaciones 1-12 que acciona la articulación de la cadera izquierda (102L), y el segundo conjunto de accionador de articulación (10) según cualquiera de las realizaciones 1-12 que acciona la articulación de la rodilla izquierda (104L); y

en el que el conjunto de muslo derecho (108R) incluye un tercer conjunto de actuador de articulación (10) según cualquiera de las afirmaciones 1-12 que acciona la articulación de la cadera derecha (102R), y un cuarto conjunto de accionador de articulación (10) según cualquiera de las realizaciones 1-12 que acciona la articulación de la rodilla derecha (104R).



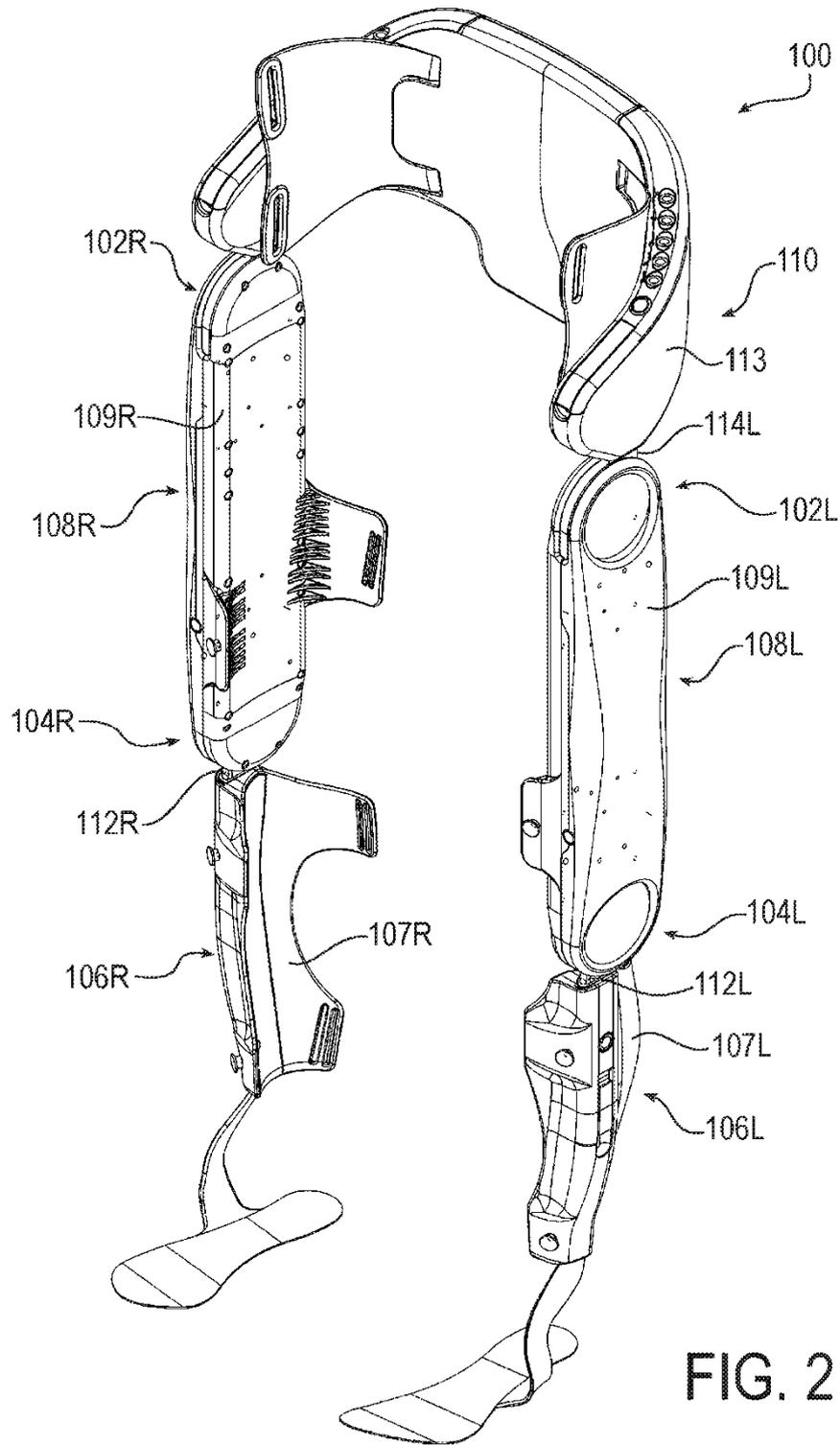


FIG. 2

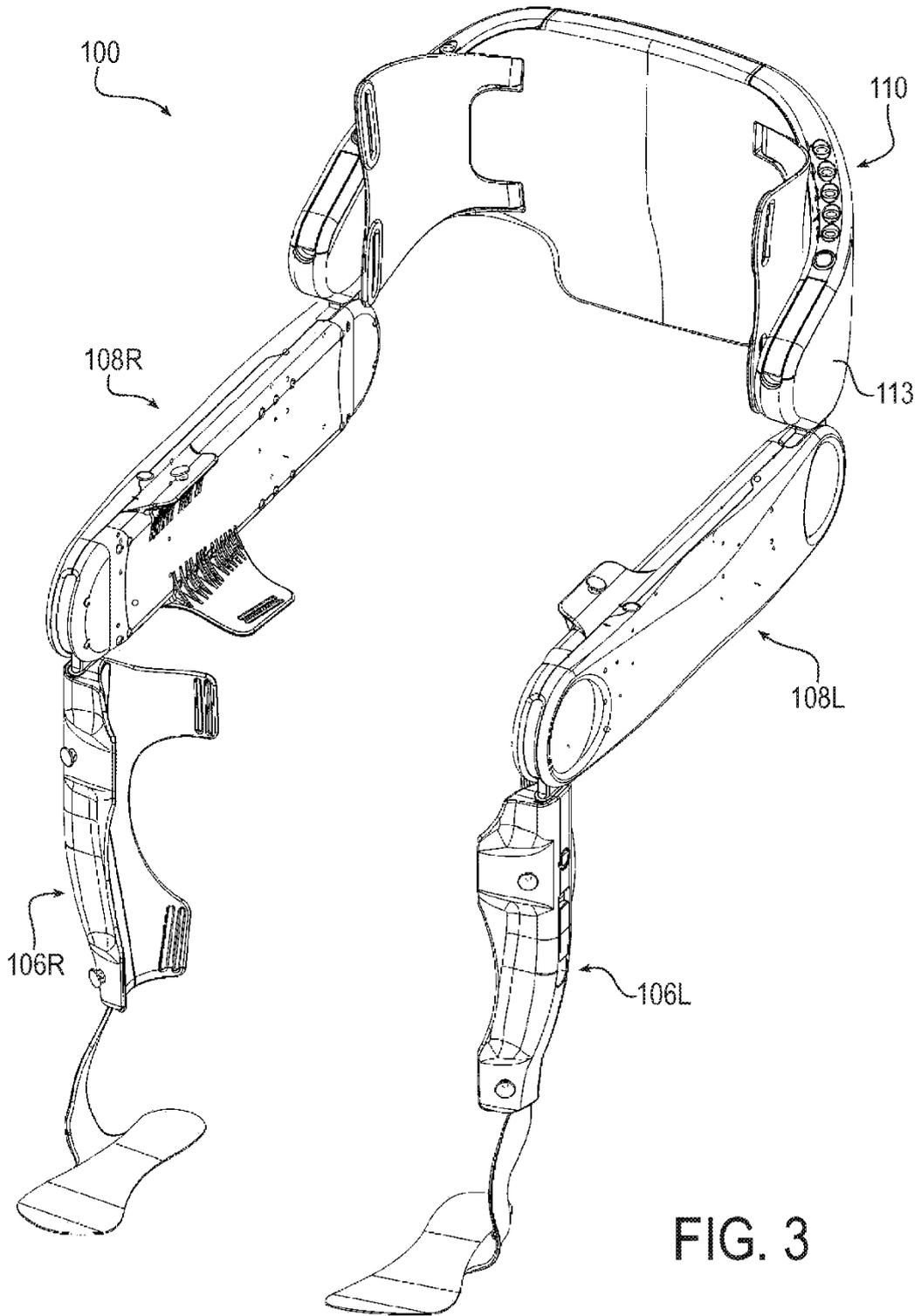
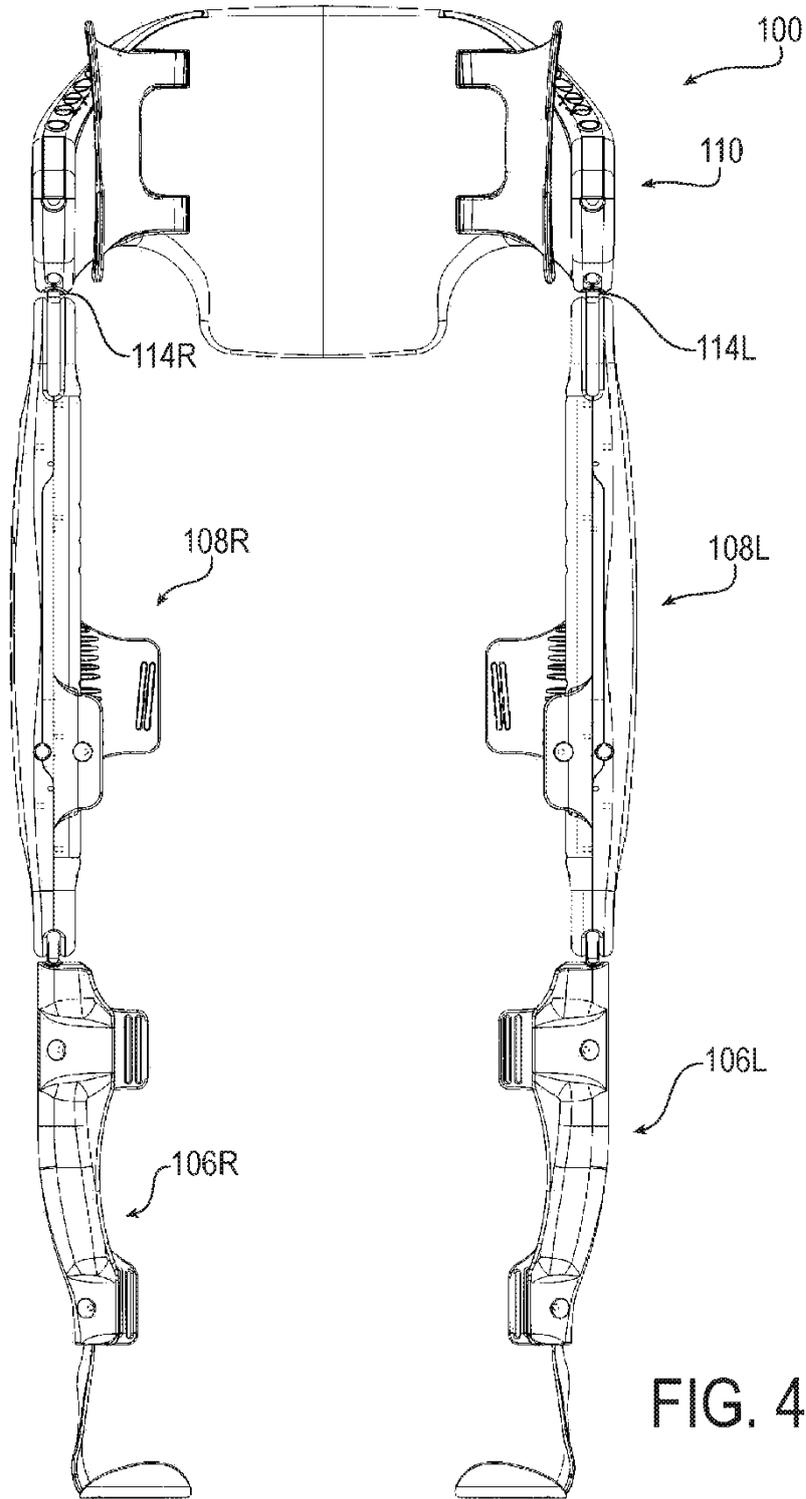
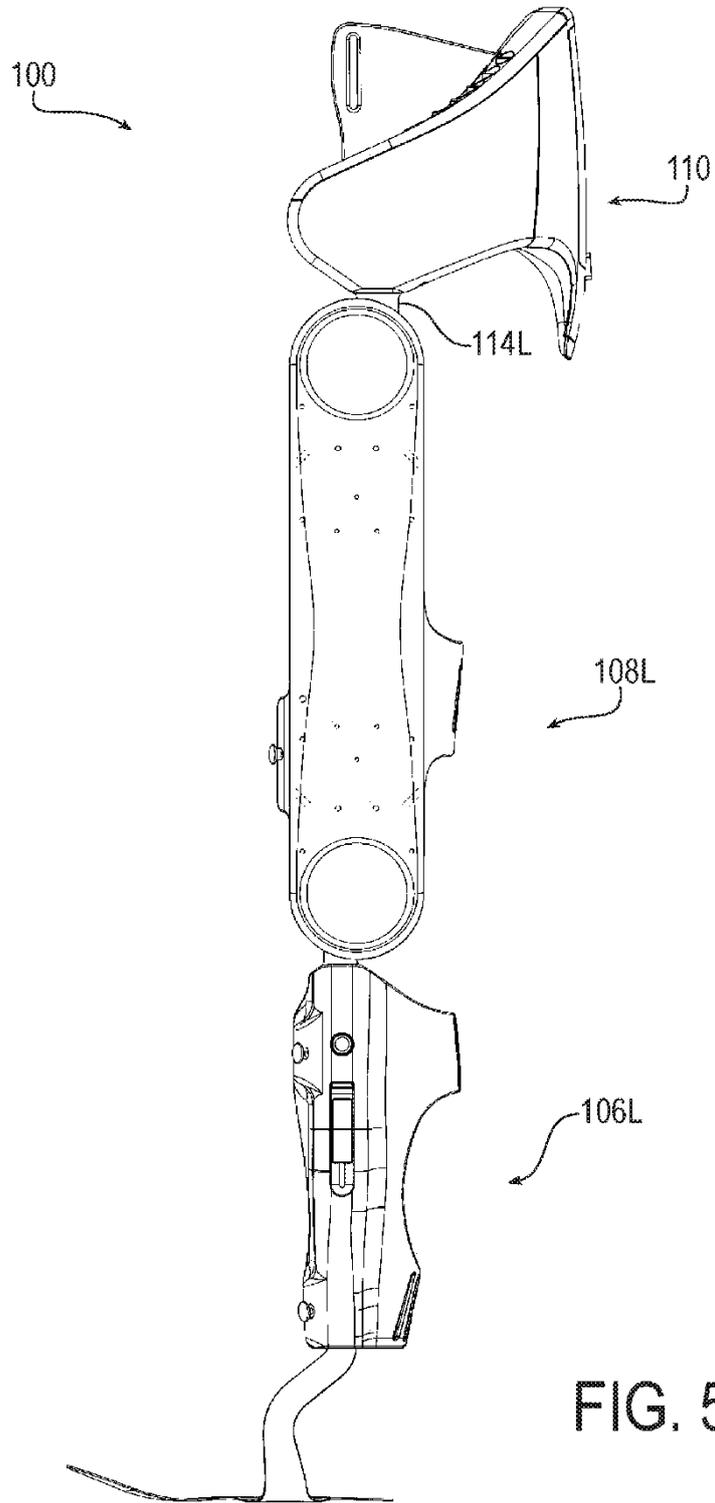
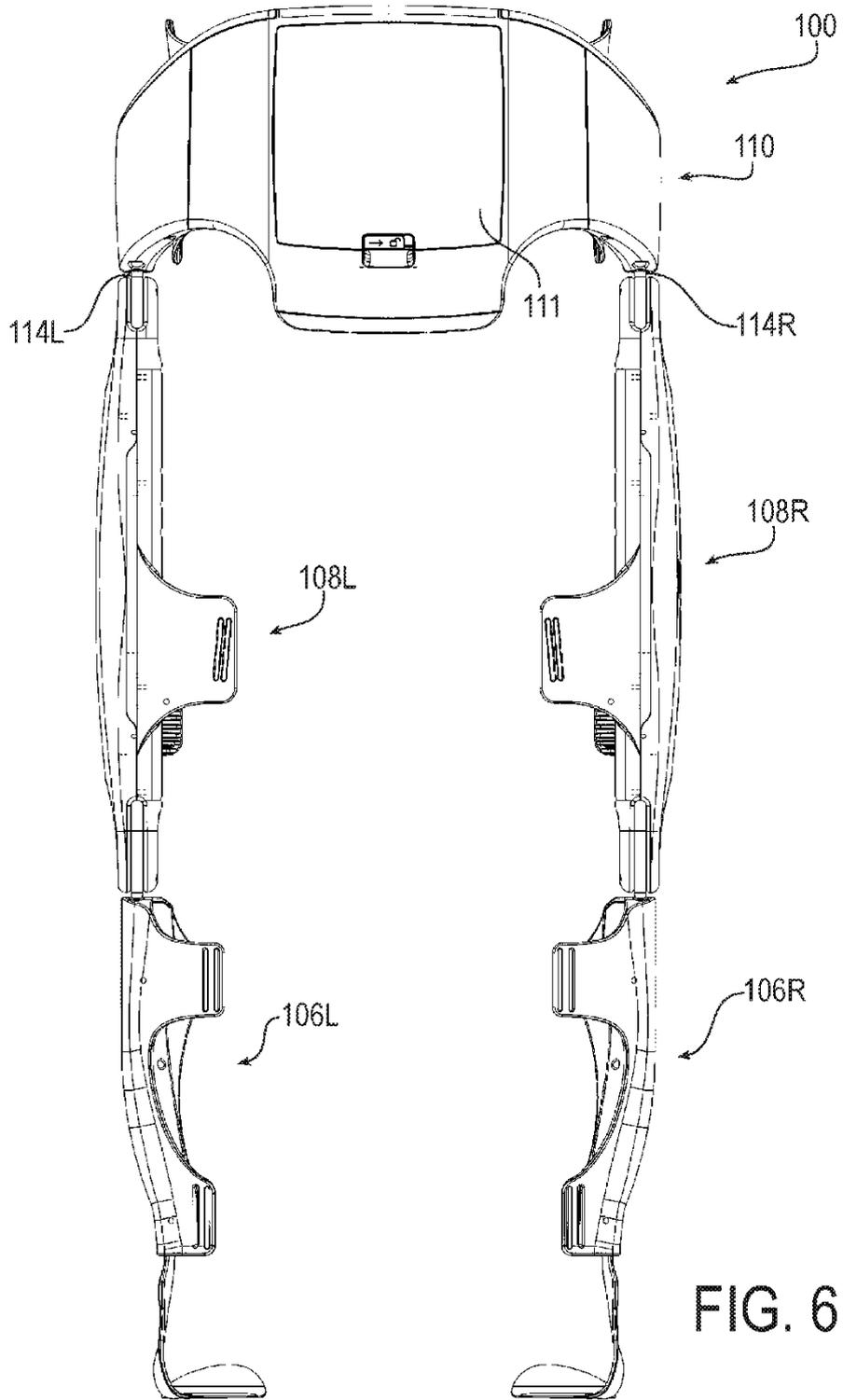


FIG. 3







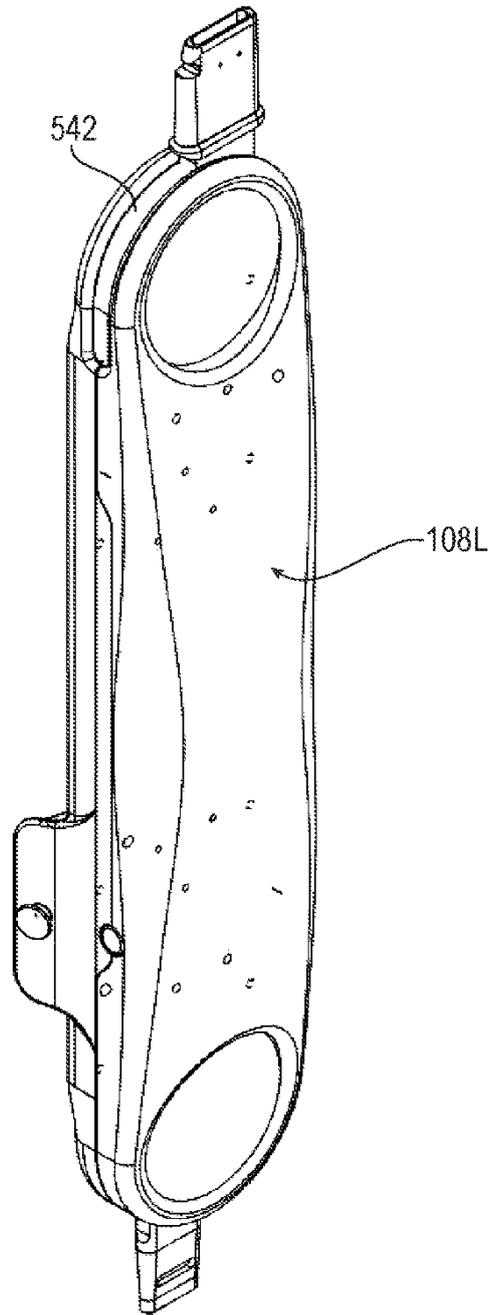


FIG. 7

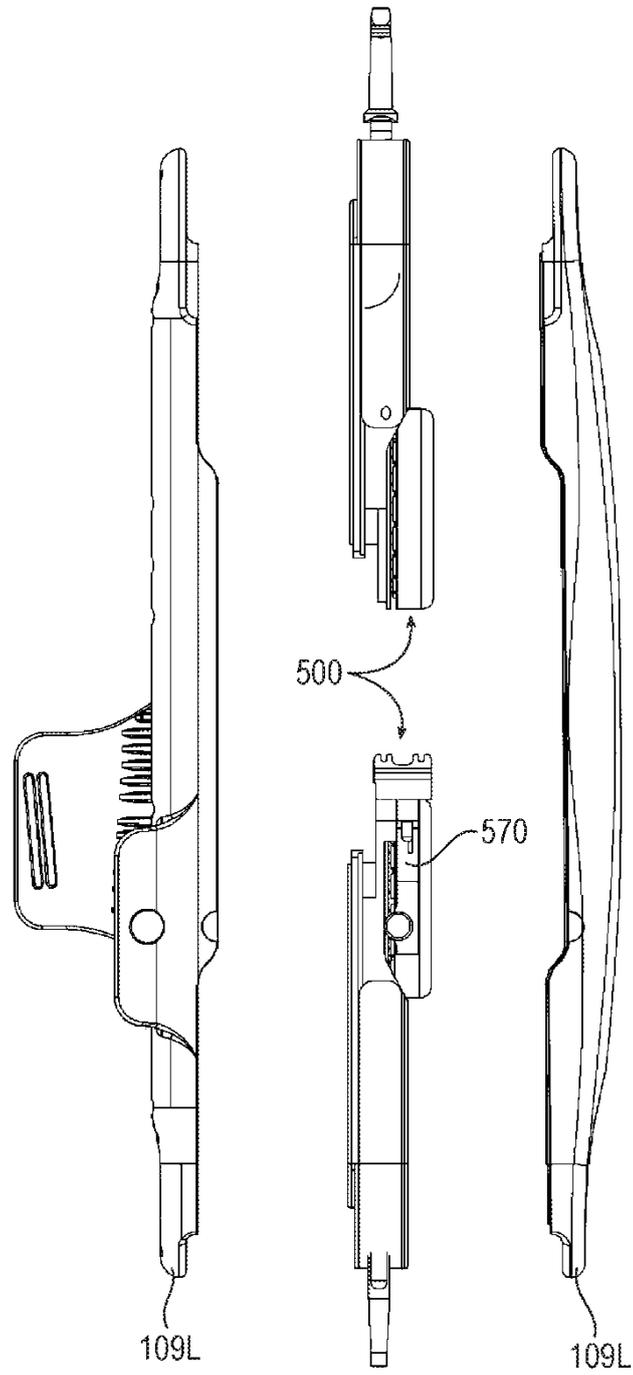


FIG. 8

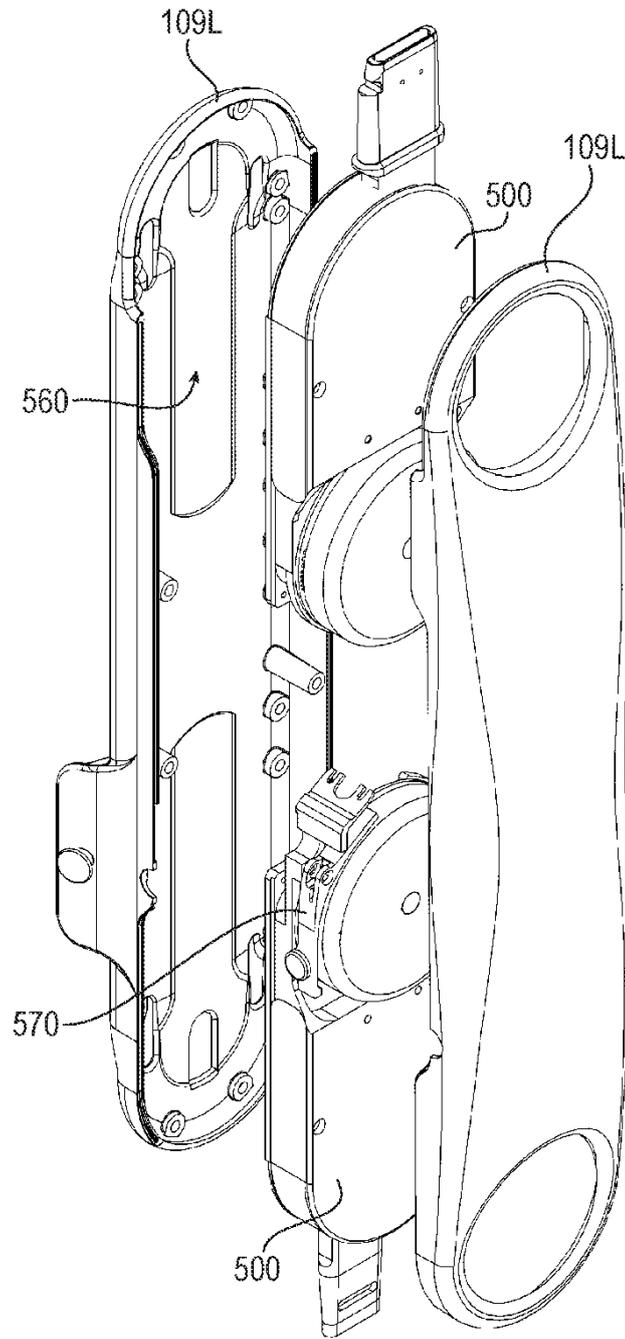


FIG. 9

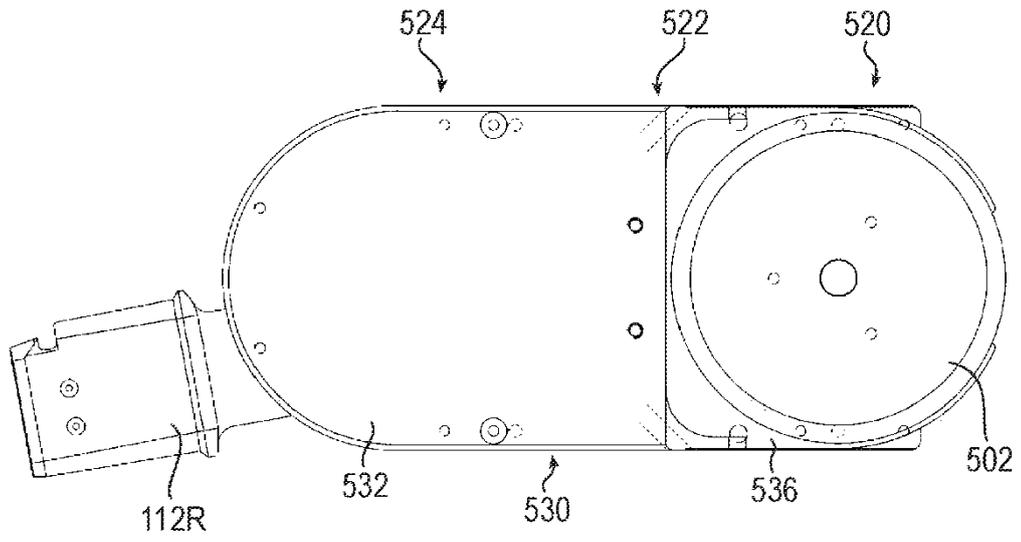


FIG. 10

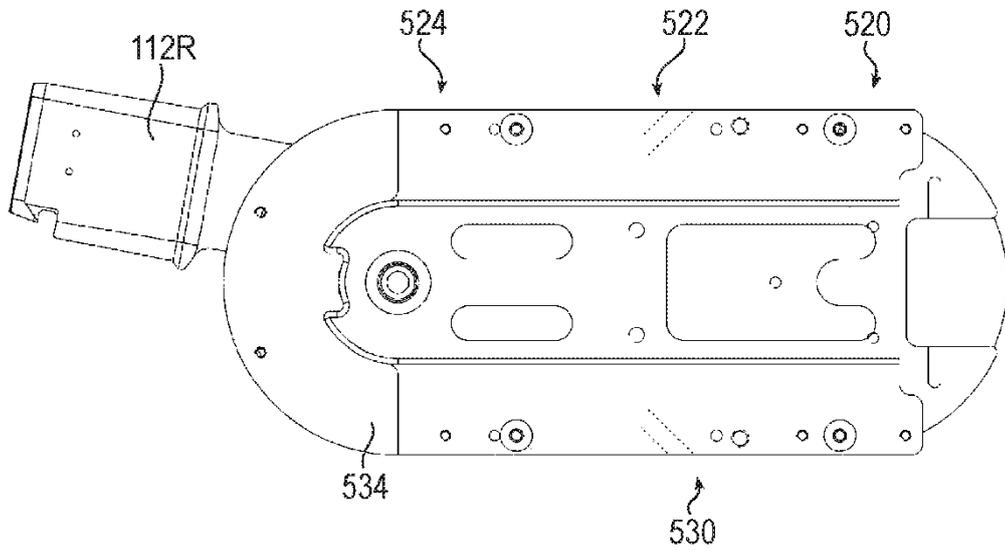


FIG. 11

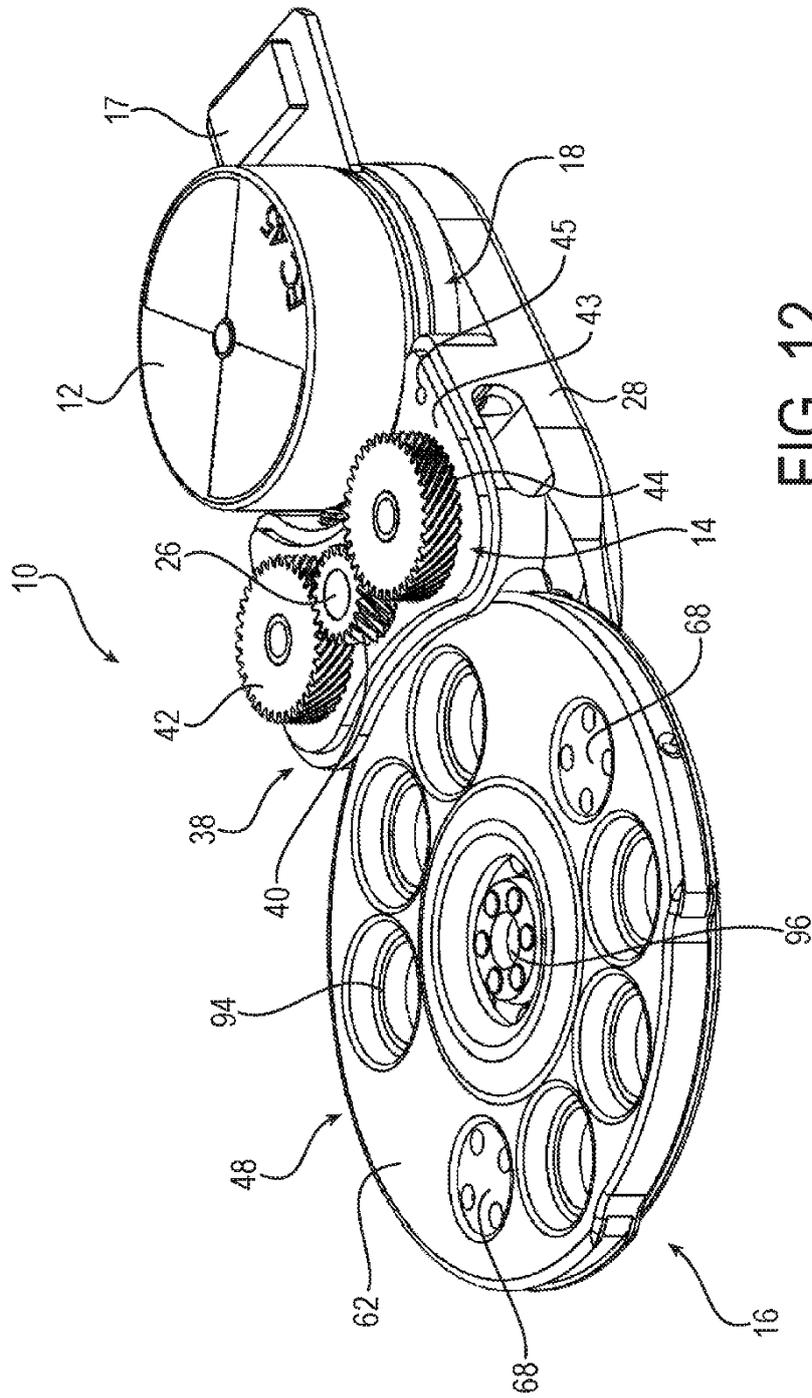


FIG. 12

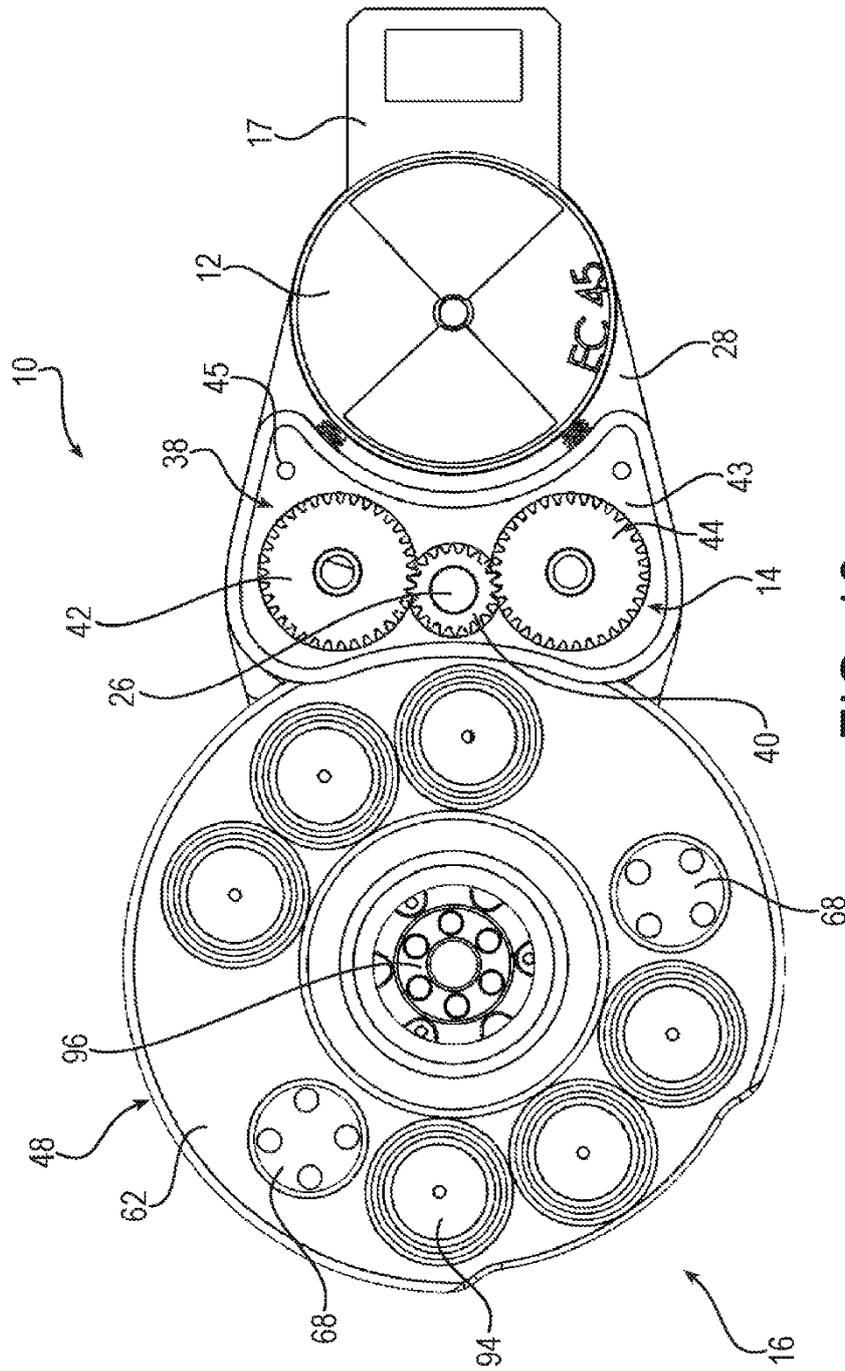


FIG. 13

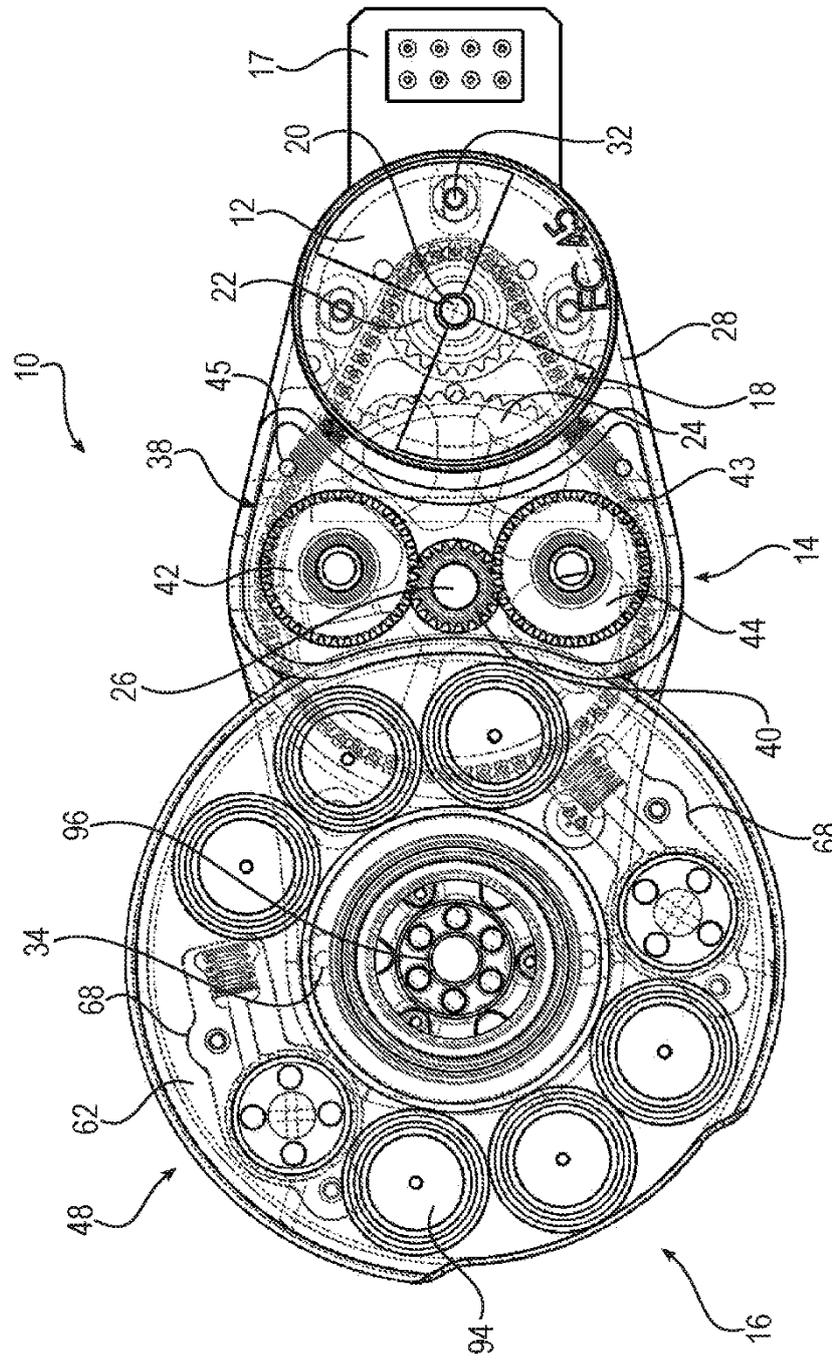


FIG. 14

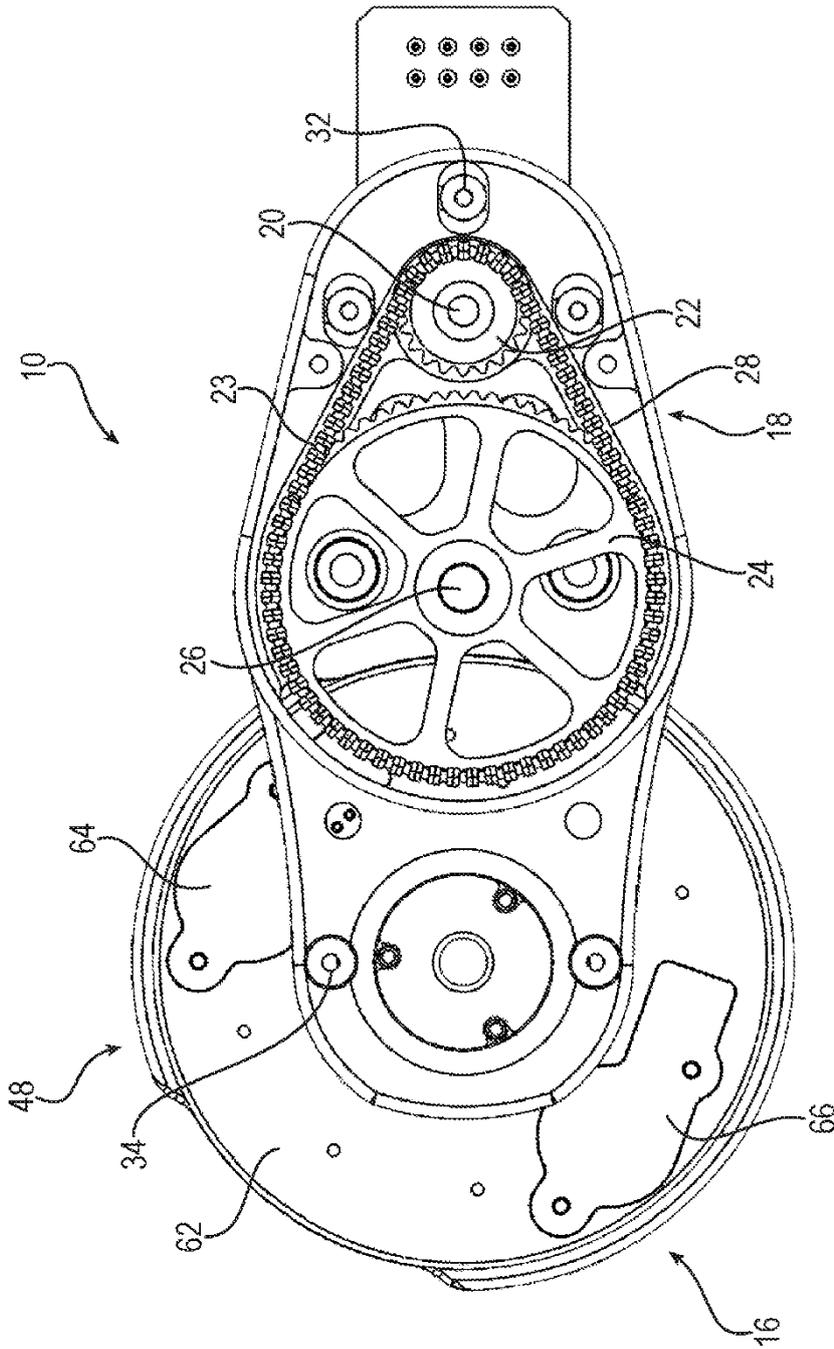


FIG. 15

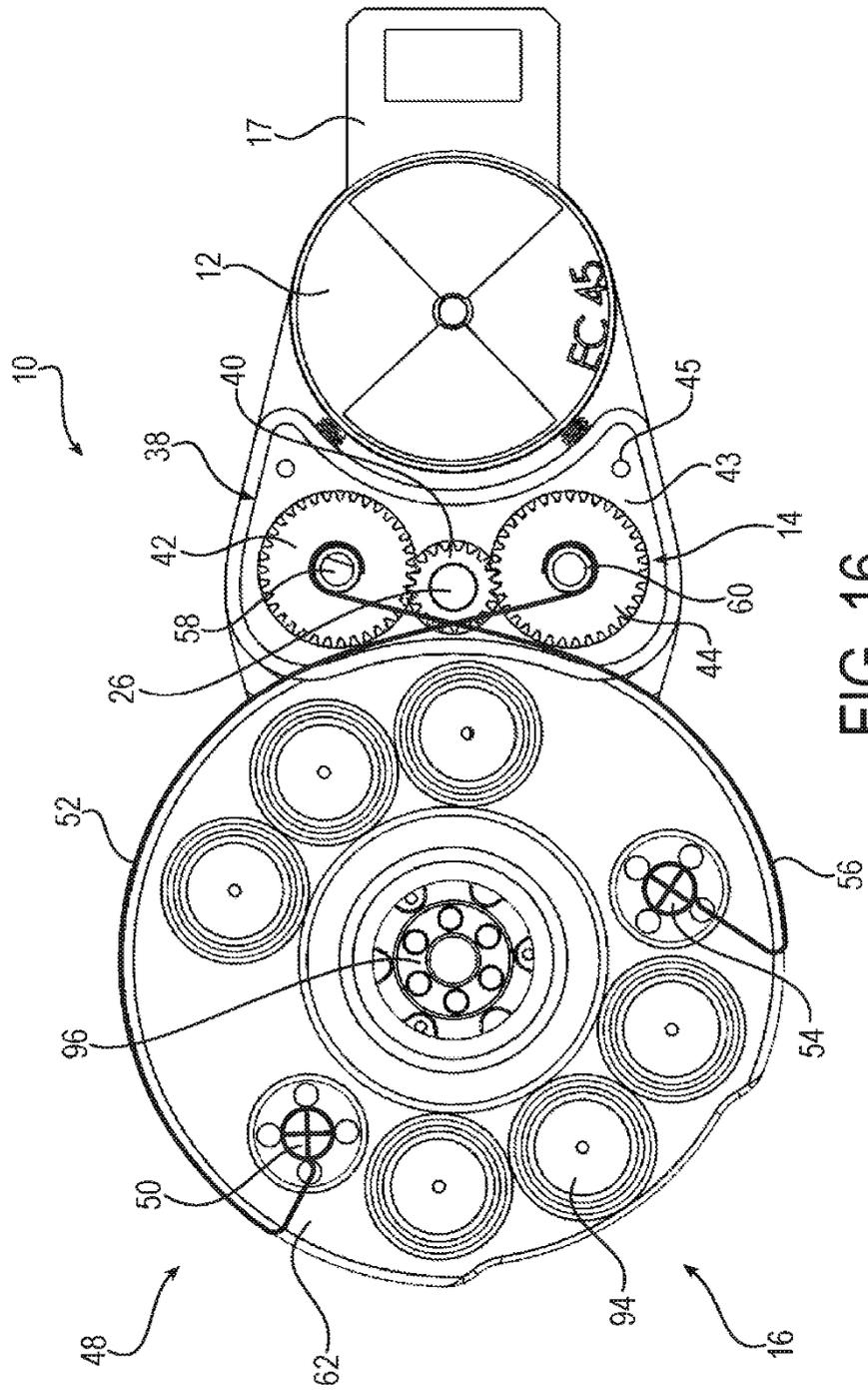


FIG. 16

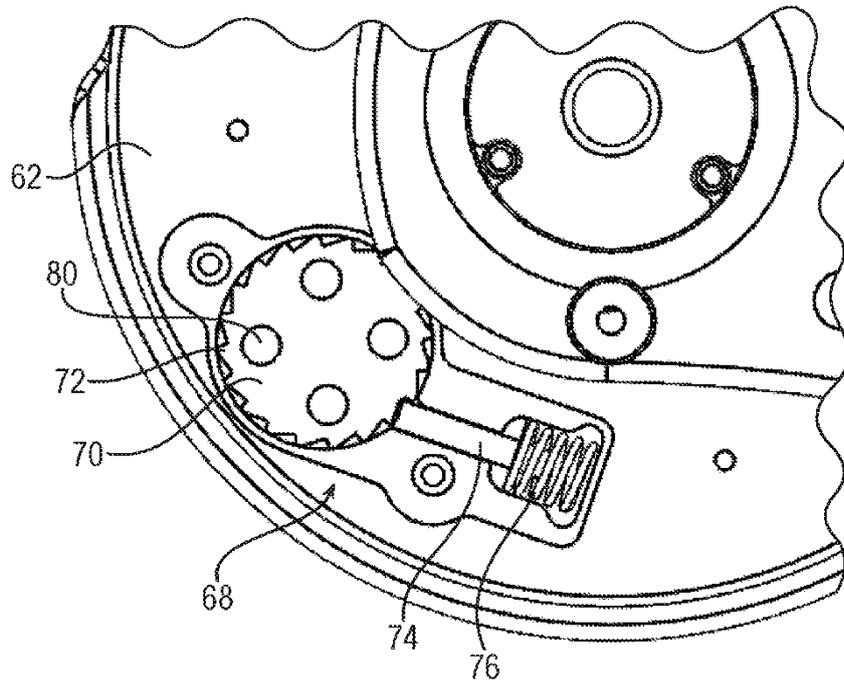
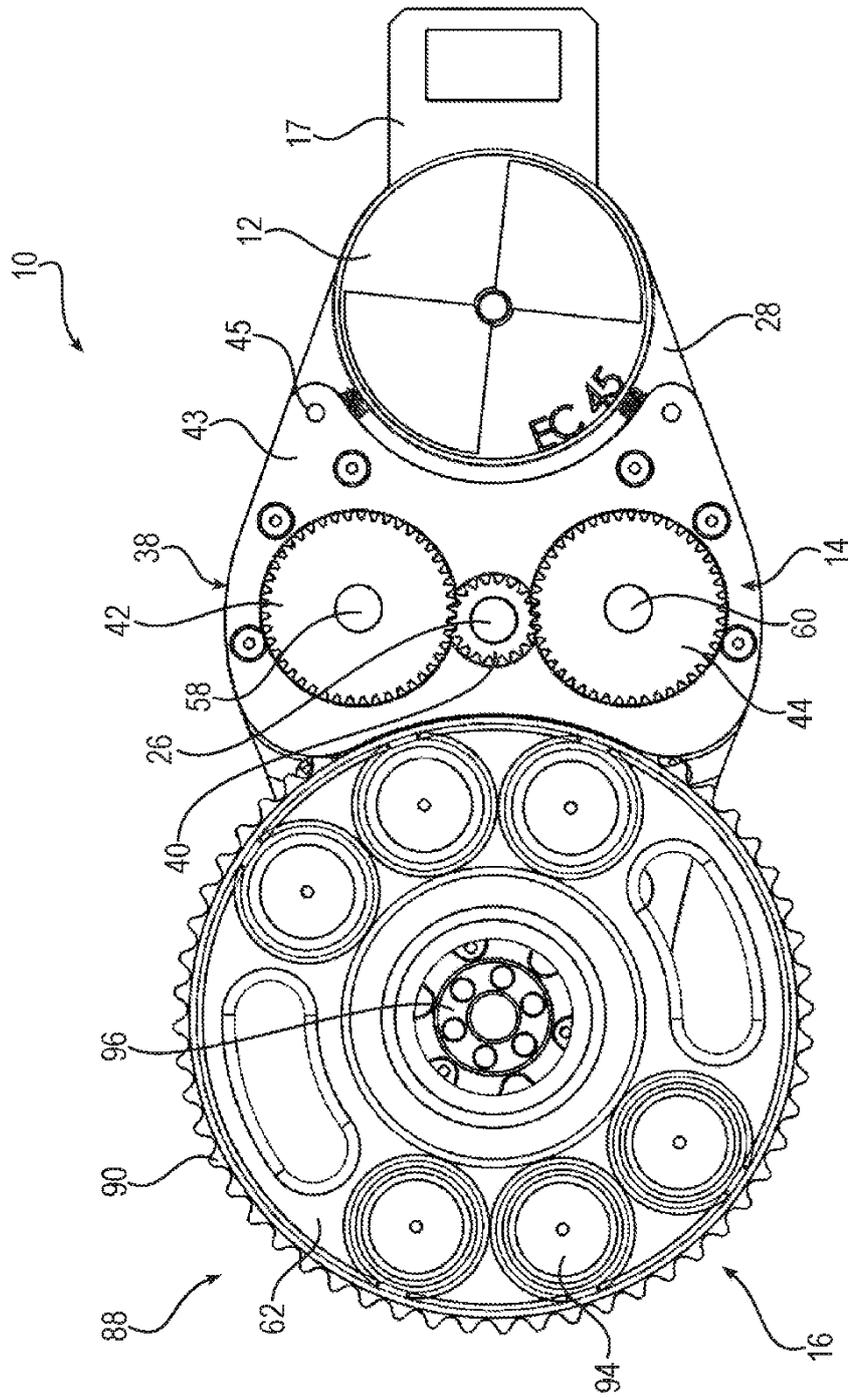


FIG. 17



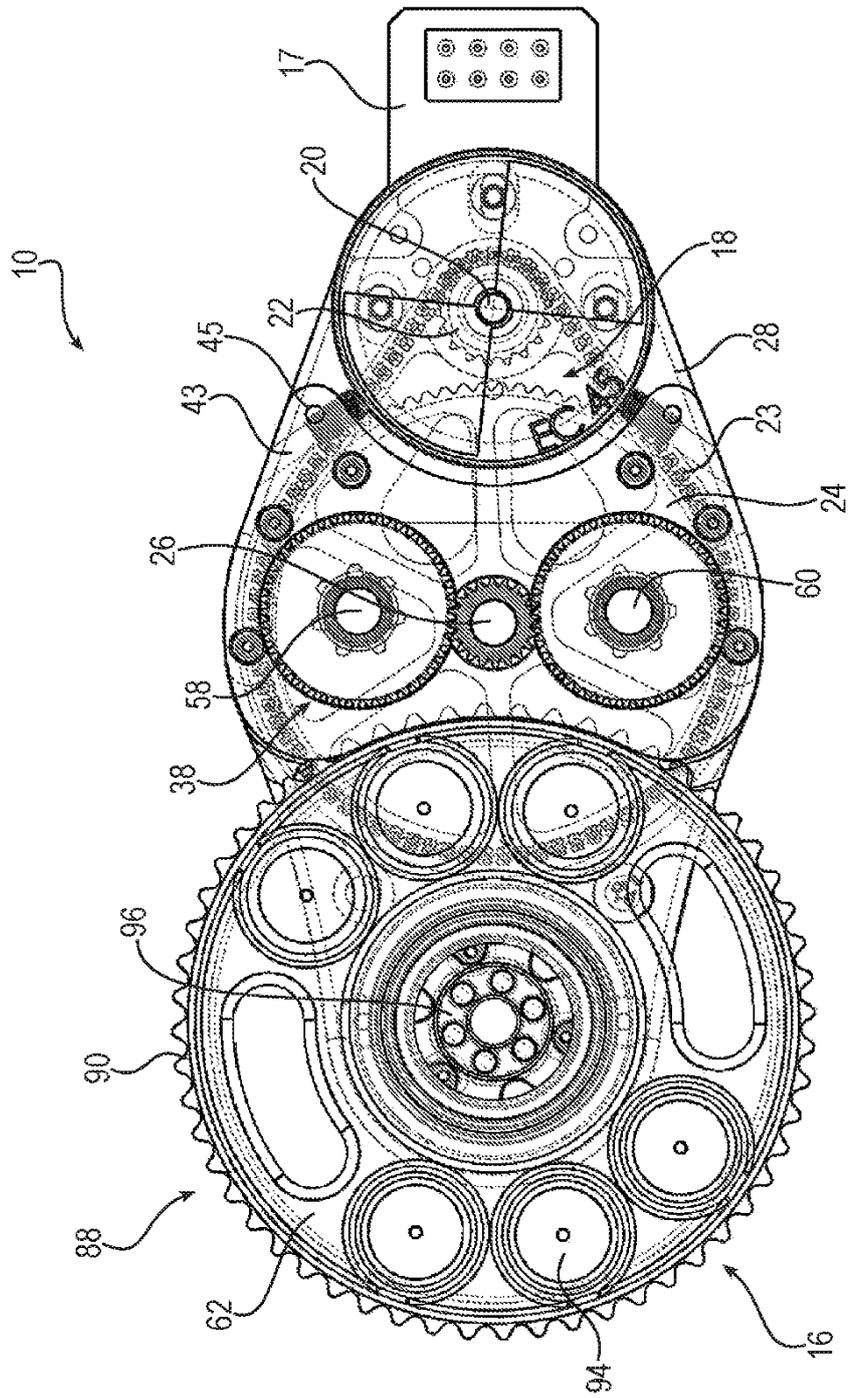


FIG. 19

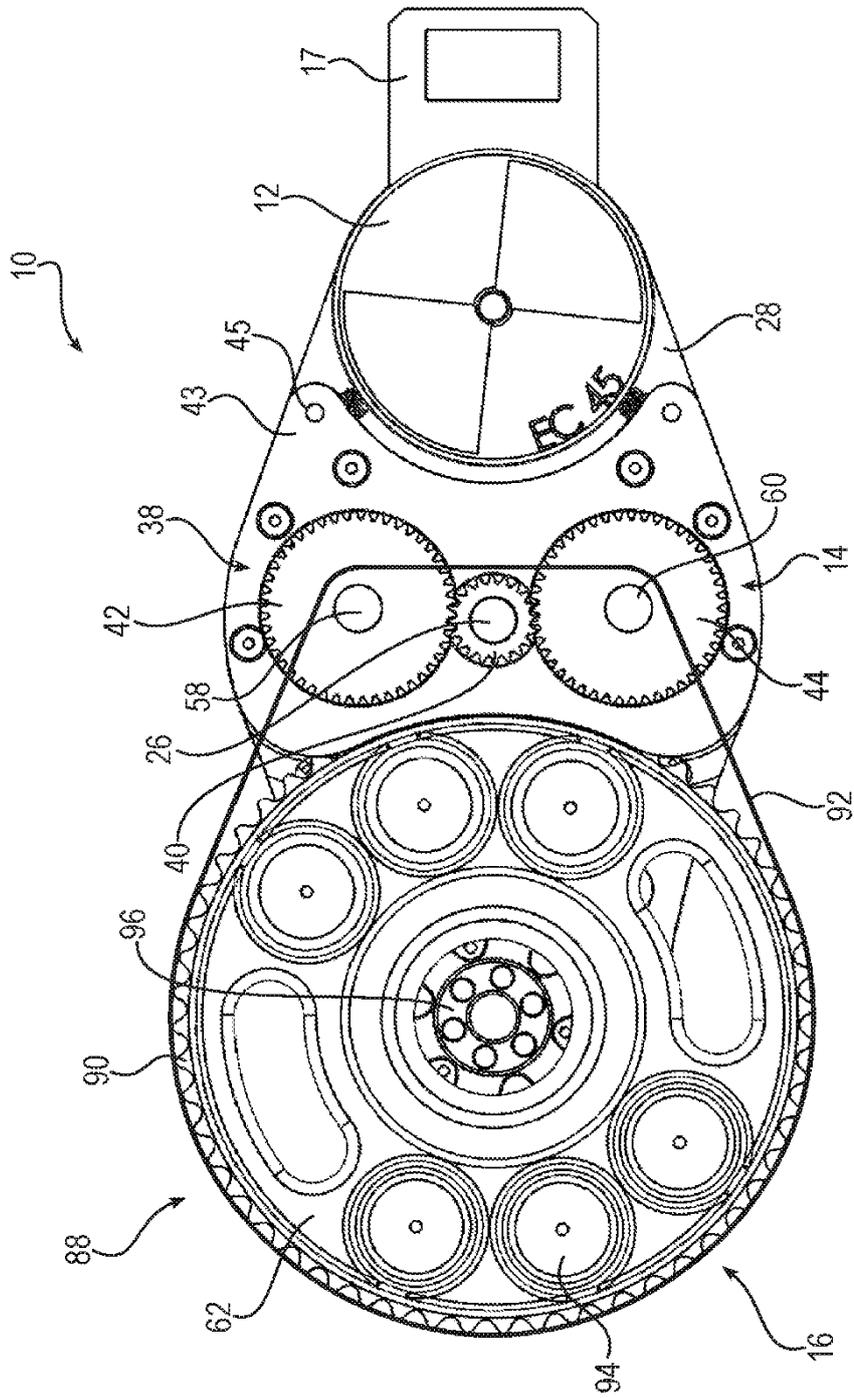


FIG. 20

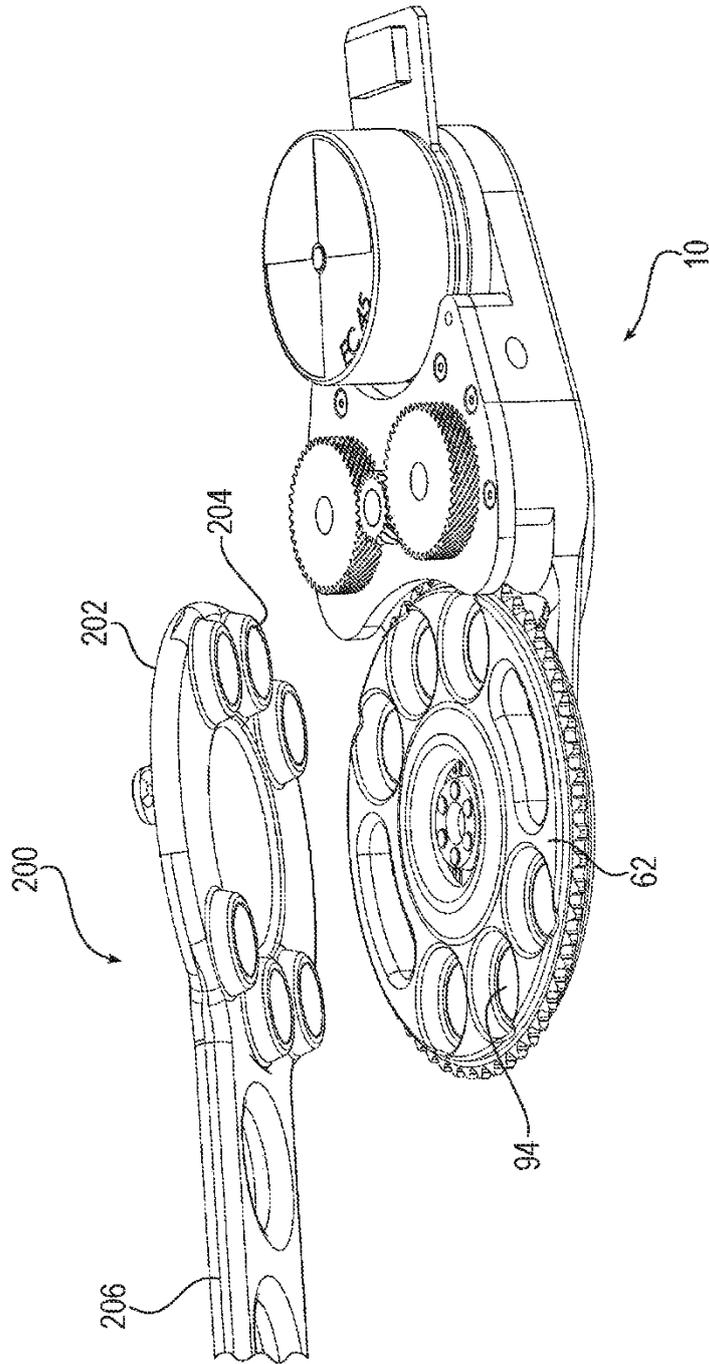


FIG. 21

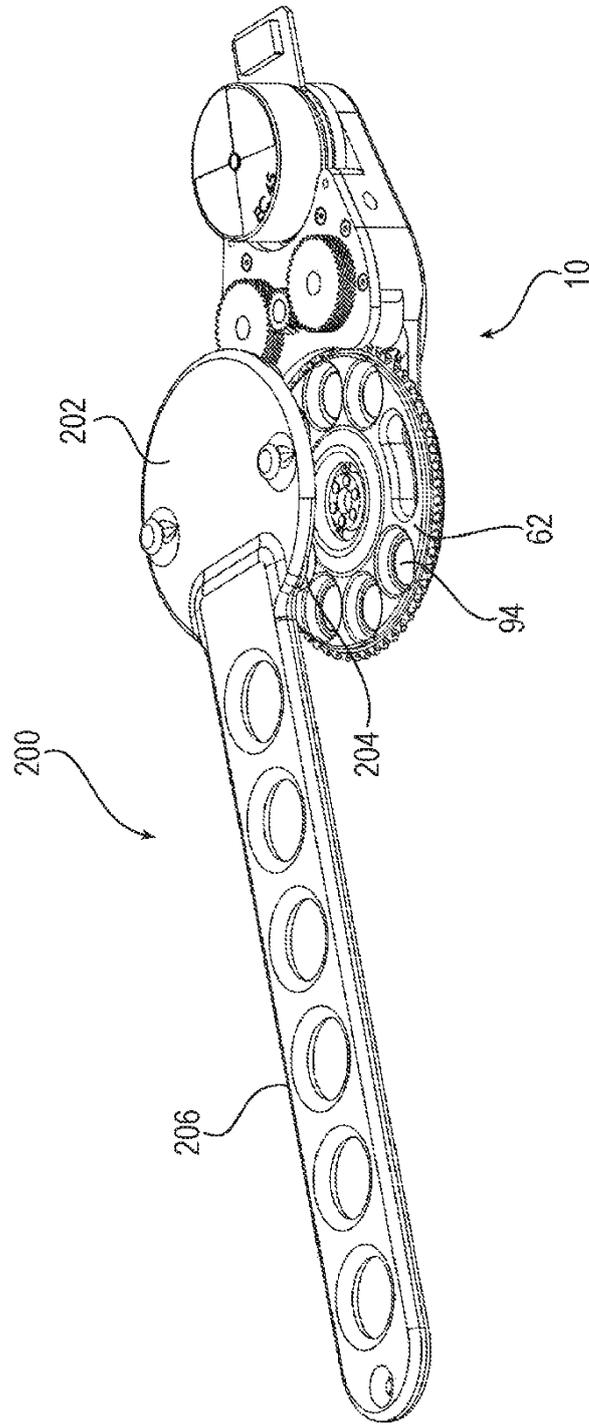


FIG. 22