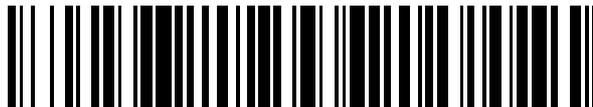


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 982**

51 Int. Cl.:

A61H 1/02 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.01.2012 PCT/US2012/021770**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2012 WO12099995**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.01.2012 E 12736374 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017 EP 2665449**

54 Título: **Sistemas de soporte de brazo adaptativos y métodos de uso**

30 Prioridad:

13.07.2011 US 201161507535 P
18.01.2011 US 201161433840 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2018

73 Titular/es:

LEVITATE TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1227 Cuchara Drive
Del Mar, CA 92014, US

72 Inventor/es:

DOYLE, MARK, C

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 658 982 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

Sistemas de soporte de brazo adaptativos y métodos de uso

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas, dispositivos y métodos para soportar los brazos de un usuario, por ejemplo, a sistemas de soporte de brazo adaptativos que soportan uno o ambos brazos del usuario, permitiendo al mismo tiempo el movimiento sustancialmente libre, por ejemplo, para que el usuario pueda realizar una o varias tareas durante períodos de tiempo prolongados con uno o ambos brazos extendidos.

Antecedentes

Numerosas tareas requieren que las personas trabajen con los brazos estirados. Los ejemplos incluyen la cirugía, la odontología, la pintura, el lavado de platos y el montaje de productos. Las personas que realizan tales actividades pueden experimentar fatiga por esfuerzos musculares prolongados necesarios para resistir la fuerza de la gravedad en los brazos con el fin de mantenerlos extendidos. Las personas débiles o incapacitadas pueden experimentar al realizar tareas diarias. Los apoyabrazos estáticos de sillas y plataformas de trabajo solamente son efectivos si la tarea se realiza dentro de una zona relativamente restringida, por ejemplo, en un teclado de ordenador. Los apoyabrazos estáticos no son de ayuda para la realización de tareas que implican un rango de movimiento más grande.

Así, se necesita un apoyabrazos adaptativo o sistema de soporte de brazos que puedan aliviar la fatiga que experimentan las personas al realizar tareas que implican rangos de movimiento de moderados a grandes.

EP 2 198 810 describe un aparato de ajuste de rotación incluyendo un aparato rotativo que tiene una pluralidad de elementos acoplados uno a otro mediante una pluralidad de ejes de rotación, realizando el aparato rotativo un movimiento rotacional de uno de los elementos que gira alrededor del eje de rotación con respecto a otro de los elementos; y un medio de restricción de rotación que restringe al menos uno de una pluralidad de movimientos rotacionales realizados por el aparato rotativo. El aparato puede ser un aparato de asistencia al movimiento, que se puede llevar puesto y que se puede denominar un exoesqueleto robótico o un exoesqueleto accionado.

Resumen

Según la presente invención se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario y un método para soportar un brazo de un usuario durante una o varias tareas como se reivindica en las reivindicaciones anexas.

La presente invención se refiere a sistemas, dispositivos y métodos para soportar los brazos de un usuario, por ejemplo, a sistemas de soporte de brazo adaptativos o dispositivos que soportan uno o ambos brazos del usuario, permitiendo al mismo tiempo el movimiento sustancialmente libre, por ejemplo, para que el usuario pueda realizar una o varias tareas durante períodos de tiempo prolongados con uno o ambos brazos extendidos.

Según una realización, se facilita un aparato o sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado en el torso del usuario; y un soporte de brazo acoplado al arnés y configurado para soportar una porción de un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo mientras sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento. El soporte de brazo puede estar configurado para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve y el soporte de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario. Por ejemplo, el soporte de brazo puede transferir al menos una porción del peso del brazo del usuario al torso u otra región del cuerpo del usuario y/o puede aplicar una fuerza opuesta para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el brazo.

El sistema incluye uno o más elementos de compensación acoplados al soporte de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve y el soporte de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario. El elemento o elementos de compensación incluyen uno o más muelles acoplados al soporte de brazo para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario. En disposiciones alternativas, el elemento o elementos de compensación puede incluir un sistema eléctrico, hidráulico o neumático acoplado al soporte de brazo para aplicar fuerzas al soporte de brazo para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el brazo. En esta alternativa, el elemento o elementos de compensación pueden incluir uno o más sensores para detectar una orientación del soporte de brazo para determinar una componente de fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario, y uno o más accionadores para aplicar una fuerza para compensar al menos parcialmente la componente de fuerza gravitacional.

El aparato o sistema incluye un arnés configurado para ser llevado en el torso de un usuario, definiendo el arnés un eje vertical que se extiende en general paralelo a la columna vertebral del usuario que lleva el arnés. Un soporte de

brazo está acoplado al arnés e incluye un apoyabrazos configurado para soportar una porción de un brazo del usuario, siendo rotativo el soporte alrededor de un punto de pivote vertical generalmente paralelo al eje vertical y alrededor de un punto de pivote horizontal generalmente ortogonal al eje vertical sin interferir sustancialmente en el movimiento del brazo del usuario mientras el brazo del usuario se recibe en el apoyabrazos. Uno o más elementos de compensación están acoplados al soporte de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y el soporte de brazo sigue el movimiento del usuario.

Opcionalmente, un par de soportes de brazo y elementos de compensación asociados puede estar acoplado al arnés para soportar ambos brazos del usuario.

Según otra realización, se facilita un método para soportar un brazo de un usuario durante una o varias tareas. Puede colocarse un arnés en el usuario, incluyendo el arnés un soporte de brazo móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos. Una porción del brazo del usuario puede soportarse usando el apoyabrazos de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario. El usuario puede realizar entonces una o más tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, compensando el soporte de brazo al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario durante el movimiento sin interferir sustancialmente en el movimiento.

Así, los dispositivos, sistemas y métodos de la invención pueden compensar todo o parte del peso de uno o ambos brazos del usuario cuando el usuario realiza una o varias tareas, lo que puede reducir la fatiga del brazo y/o músculo del hombro. Además o alternativamente, los sistemas de soporte de brazo de la invención pueden recolocarse de forma adaptativa en el usuario, por ejemplo, siguiendo el movimiento de los brazos del usuario cuando el usuario realiza tareas ordinarias sin interferir sustancialmente con las tareas. Por ejemplo, el peso de uno o ambos brazos del usuario puede ser transmitido al arnés mediante un sistema de apoyabrazos, articulaciones, pivotes y/o fuentes de energía, como muelles. Así, con el arnés que se lleva puesto o coloca de otro modo en el usuario, el sistema puede transmitir al menos una porción del peso del brazo o brazos del usuario al abdomen, hombro, caderas, lados u otras regiones del torso del usuario, que pueden adaptarse más fácilmente a recibir y resistir tales fuerzas sin excesiva fatiga muscular y/o incomodidad.

Otros aspectos y características de la presente invención serán evidentes por la consideración de la descripción siguiente tomada en unión con los dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

Se apreciará que el aparato ejemplar mostrado en los dibujos no se representa necesariamente a escala, recalándose, en cambio, que ilustra los varios aspectos y características de las realizaciones ilustradas.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una persona con los brazos extendidos.

Las figuras 2A y 2B muestran vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de una disposición de un sistema adaptivo de soporte de brazo colocado en el cuerpo, que un usuario lleva puesto.

Las figuras 3A y 3B muestran una vista superior de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede colocar en el cuerpo, con diferentes rotaciones de brazo alrededor de un eje vertical de pivote.

Las figuras 4A-4C muestran vistas laterales de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo, con diferentes rotaciones de brazo alrededor de un eje horizontal de pivote.

La figura 4D es un detalle del elemento de par de la figura 4C.

Las figuras 5A y 5B muestran vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, del sistema adaptivo de soporte de brazo de las figuras 2-4 que se puede llevar puesto en el cuerpo, quitado del usuario.

Las figuras 6A y 6B muestran vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de un sistema adaptivo de soporte de brazo alternativo que se puede llevar puesto en el cuerpo.

Las figuras 7A y 7B muestran vistas frontal y posterior, respectivamente, del sistema adaptivo de soporte de brazo de las figuras 6A y 6B que se puede llevar puesto en el cuerpo, quitado del usuario.

La figura 8 representa una vista en perspectiva frontal de otra disposición de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo con elementos de par alternativos.

La figura 9 representa una vista en perspectiva frontal de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo, similar al de las figuras 2-5, con un lado inhabilitado.

La figura 10 representa una vista en perspectiva posterior de otra disposición de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo, similar al de las figuras 2-5, pero configurado para un brazo solamente.

5 La figura 11 representa una vista en perspectiva frontal de una realización ejemplar de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo.

Las figuras 12A y 12B muestran vistas en perspectiva frontal de otra realización de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo.

10 Las figuras 13 y 14 muestran vistas en perspectiva frontal de realizaciones adicionales de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo.

15 Las figuras 15A y 15B muestran vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de otra realización de un sistema adaptivo de soporte de brazo que se puede llevar puesto en el cuerpo, incluyendo un mecanismo para ajustar un elemento de par del sistema.

20 Las figuras 16A a 17C muestran una realización ejemplar de elementos de bloqueo, freno u otros elementos de seguridad que se pueden disponer en cualquiera de los sistemas de soporte de la invención.

Las figuras 18A y 18B muestran vistas laterales de otra realización ejemplar de un sistema de soporte que incluye elementos para facilitar la elevación del brazo del usuario. Las figuras 19A a 22B muestran varias realizaciones de los elementos que pueden proporcionar una fuerza de compensación para cualquiera de los sistemas de soporte de la invención.

25

Descripción detallada

30 Las personas que realizan tareas con uno o ambos brazos extendidos durante largos períodos de tiempo pueden experimentar fatiga. Como se representa en la figura 1, el hombro del usuario y los músculos M de la espalda deben resistir la fuerza de gravedad W_l y W_r ejercida en los brazos extendidos 5 del usuario U. Durante largos períodos, esto puede dar lugar a fatiga, y a una degradación correspondiente del rendimiento y la exactitud. Es posible que los cirujanos, por ejemplo, tengan que mover y mantener los brazos parcial o completamente extendidos durante largos períodos de tiempo. Muchas personas reportan problemas de fatiga, temblores y exactitud reducida. En algunos casos, los cirujanos son incapaces de realizar procedimientos a diario, sino que tienen que descansar durante un día entre operaciones. Los apoyabrazos estáticos, tal como los que suele haber en sillones, proporcionan soporte al brazo, pero solamente son efectivos en un rango limitado de posiciones. Por lo tanto, se necesita un sistema de soporte de brazo que soporte los brazos del usuario en un rango de movimientos más grande.

40 Para afrontar esta necesidad, la presente solicitud proporciona varios sistemas de soporte de brazo adaptativos que soportan uno o ambos brazos del usuario, por ejemplo, de forma sustancialmente vertical, permitiendo al mismo tiempo el movimiento sustancialmente libre del brazo o de los brazos, por ejemplo, alrededor de múltiples ejes, para que el usuario pueda realizar una o varias tareas durante períodos de tiempo prolongados con el brazo o los brazos extendidos.

45 En el sentido en que se usa aquí, "vertical" significa en general sustancialmente vertical, es decir, a lo largo de un eje vertical que se extiende en general paralelo a la columna vertebral del usuario U. Así, aunque el usuario U pueda estar de pie en general sustancialmente erecto durante las actividades mientras lleva puestos los sistemas de soporte de brazo adaptativos de la invención, el usuario U puede moverse de forma que incline el eje vertical con respecto a la verdadera vertical. En el sentido en que se usa aquí, "horizontal" significa en general sustancialmente horizontal, es decir, a lo largo de un eje horizontal que se extiende ortogonalmente, por ejemplo, sustancialmente perpendicular, al eje vertical que se extiende en general paralelo a la columna vertebral del usuario U. Por ejemplo, el eje horizontal puede extenderse en general paralelo a un eje que se extiende entre los hombros del usuario U.

50 Volviendo a los dibujos, las figuras 2A y 2B muestran a un usuario U llevando puesto un primer dispositivo de un sistema adaptivo de soporte de brazo 10. Ménsulas de torso 105, 126 están conectadas a la banda de unión 122, y forman conjuntamente un arnés conectado al abdomen 7 del usuario U, que puede definir un eje sustancialmente vertical alineado con la columna vertebral del usuario U para los componentes soportados por las ménsulas de torso 105, 126 o acoplados de otro modo a ellas.

60 Por ejemplo, la banda de unión 122 puede fijarse alrededor de la cintura, las caderas u otra región del torso del usuario de tal manera que las ménsulas de torso 105, 126 se extiendan desde dicha región a junto al hombro del usuario. Como se representa, las ménsulas de torso 105, 126 pueden extenderse en general paralelas a un eje sustancialmente vertical a lo largo de la columna vertebral del usuario U y proporcionar un marco de referencia con relación al que se pueden mover otros componentes del sistema 10. Alternativamente, las ménsulas de torso 105, 126 se pueden formar a partir de un solo elemento rígido o elementos separados unidos juntos, por ejemplo, con

65

una porción de acoplamiento (no representada) que se extienda a lo largo de la banda de unión 122 entre los extremos inferiores de las ménsulas 105, 126.

5 Como se representa, las ménsulas de torso 105, 126 proporcionan puntos de montaje para las ménsulas de hombro 106, que conectan con las ménsulas de torso 105, 126 en uniones de pivote verticales 107. Las uniones de pivote verticales 107 definen ejes verticales Vr, VI. Se puede emplear cojinetes, casquillos y/u otros elementos reductores de rozamiento (no representados) en las uniones de pivote verticales 107, por ejemplo, para lograr mínima resistencia al movimiento del usuario U, como se describe mejor en otro lugar. Las ménsulas de hombro 106 pueden girar alrededor de las uniones de pivote verticales 107 como indican las flechas 115, 116, dando al usuario U la capacidad de girar las ménsulas de hombro 106 a voluntad alrededor de ejes verticales Vr, VI.

15 Las ménsulas de hombro 106 conectan con las ménsulas de brazo 108, 124 en uniones de pivote horizontales 109, 125. Las uniones de pivote horizontales 109, 125 definen ejes horizontales Hr1, H11. Los conjuntos de ejes verticales y horizontales Vr, Hr1 y VI, H11 pueden intersecar entre sí o pueden estar desviados, pero siendo en general ortogonales uno a otro. También se puede emplear cojinetes, casquillos y/u otros elementos reductores de rozamiento (no representados) en las uniones de pivote horizontales 109, 125, a voluntad. Las ménsulas de brazo 108, 124 pueden girar alrededor de los ejes horizontales Hr1, Hr2, como indican las flechas 114, 117. Las ménsulas de brazo 108, 124 soportan apoyabrazos o almohadillas 120 u otros elementos en sus extremos libres para soportar el brazo 5 del usuario U. Como se representa en las figuras 2A y 2B, los brazos 5 del usuario U descansan en las almohadillas de brazo 120, que pueden tener una forma cóncava para mejorar el soporte del brazo 5. Opcionalmente, las almohadillas de brazo 120 pueden incluir elementos amortiguadores, por ejemplo, espuma, tejido u otro material para proporcionar comodidad adicional al usuario U. Además o alternativamente, si se desea, en las ménsulas de brazo 108, 124 y/o las almohadillas de brazo 120 se puede disponer cintas u otros elementos (no representados) que se pueden enrollar alrededor de los brazos 5 o utilizar de otro modo para fijar los brazos 5 con relación a las almohadillas de brazo 120.

20 Elementos de par 112 están conectados a las ménsulas de hombro 106 y las ménsulas de brazo 108, 124, por ejemplo, en las uniones de pivote horizontales 109, 125, y aplicar cargas torsionales 118, 119 a las ménsulas de brazo 108, 124, como indican las direcciones de las flechas 118, 119. Las cargas torsionales 118, 119 pueden actuar para compensar toda o parte de la fuerza de gravedad WI, Wr en los brazos 5 del usuario U.

30 Las uniones de pivote verticales 107 permiten que las ménsulas de hombro 106 giren alrededor de ejes verticales VI, Vr. Como se representa en la figura 3A, las ménsulas de hombro 106 definen en general ejes horizontales H11, Hr1. El Usuario U puede girar las ménsulas de hombro 106 a cualquier posición deseada consistente con las necesidades de la tarea que esté realizando. Por ejemplo, como se representa en la figura 3B, el usuario U ha movido el brazo 5 lateral u horizontalmente, dando lugar a la rotación 130 de la ménsula de hombro 106, y definiendo un nuevo eje horizontal Hr2. Así, puede haber infinitas posiciones de los ejes horizontales, determinadas por el movimiento del brazo o brazos 5 del usuario U.

40 Las uniones de pivote horizontales 109, 125 también permiten infinitas posiciones de los brazos 5 del usuario U. Por ejemplo, la figura 4A representa el brazo del usuario 5 en una posición esencialmente horizontal. La fuerza de gravedad Wr actúa para tirar del brazo del usuario 5 hacia abajo. La carga torsional 118, aplicada alrededor del eje horizontal Hr1 por el elemento de par 112, actúa para compensar toda o parte de la fuerza gravitacional Wr, y reducir el esfuerzo muscular que el usuario U tiene que emplear para mantener el brazo 5 extendido.

45 La figura 4B representa el brazo del usuario 5 elevado por encima de la horizontal a lo largo del recorrido 134. La carga torsional 118 sigue actuando para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional Wr. La figura 4C representa el brazo del usuario 5 bajado por debajo de la horizontal a lo largo del recorrido 136. La carga torsional 118 puede seguir actuando para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional Wr. Así, el usuario U puede ser capaz de mover los brazos 5 a las posiciones deseadas, mientras el sistema adaptivo de soporte de brazo 10 se mueve con (o "adapta a") los brazos 5, soportándolos simultáneamente sin interferir sustancialmente con el movimiento.

50 La figura 4D es una vista de detalle tomada de la figura 4C, que representa una realización ejemplar del elemento de par 112. Como se representa, el elemento de par 112 puede incluir un muelle de reloj situado en o cerca de las uniones de pivote horizontales 125. Un eje de pivote 155 está montado rígidamente en la ménsula de hombro 106. La ménsula de brazo 124 es libre para girar alrededor del eje de pivote 155. Como se representa, un primer elemento de conexión de elemento de par 158 en el elemento de par 112 puede estar capturado en el elemento de conexión de eje de pivote 156, y un segundo elemento de conexión de elemento de par 160 en el elemento de par 112 puede estar capturado detrás del elemento de conexión de ménsula de brazo 164. Así, el elemento de par 112, acoplado a la ménsula de brazo 124 y la ménsula de hombro 106, puede ser capaz de impartir un par de contrapeso 118 a la ménsula de brazo 124. El pasador de retención 162 sujeta el elemento de par 112 en posición en el eje de pivote 155. Un elemento amortiguador torsional opcional 170 (no representado) puede estar situado en o junto a las uniones de pivote horizontales 125, por ejemplo, para restringir la velocidad rotacional. Opcionalmente, puede disponerse un alojamiento o caja (no representado) alrededor de los elementos de par 112, por ejemplo, para proteger componentes internos y/o proporcionar un aspecto o acabado deseado al sistema 10.

Si se desea, el elemento o los elementos de par 112 pueden ser extraíbles para que el usuario U pueda regular la carga torsional 118. Opcionalmente, un mecanismo de regulación de par 175 puede estar situado en o adyacente a las uniones de pivote horizontales 125, por ejemplo, para que el usuario U pueda regular la fuerza torsional 118 del elemento de par 112, a voluntad. Por ejemplo, el usuario U puede preferir un par de contrapeso ligero que compense aproximadamente 40% de las fuerzas gravitacionales W_I , W_r que puedan actuar en los brazos del usuario 5 (subcompensación). En otro ejemplo, el usuario U puede preferir un par de contrapeso alto que compense aproximadamente 115% de las fuerzas gravitacionales W_I , W_r en los brazos del usuario 5 (sobrecompensación).

Las figuras 5A y 5B muestran el sistema adaptivo de soporte de brazo 10, omitiéndose el usuario U simplemente por razones de claridad. Las fuerzas de gravedad W_I , W_r en los brazos extendidos 5 del usuario U pueden transmitirse a través de las ménsulas de brazo 108, 124, las uniones de pivote horizontales 109, 125, las ménsulas de hombro 106 y las uniones de pivote verticales 107 a las ménsulas de torso 105, 126. A su vez, las ménsulas de torso 105, 126 están acopladas a una o más bandas de montaje u otras características fijadas al usuario U (se representa una banda 122). Estos tres elementos contactan con el torso del usuario U, por ejemplo, en o alrededor del abdomen 7, y proporcionan un soporte para transmitir las fuerzas y/o los pares introducidos al sistema adaptivo de soporte de brazo 10 por los brazos del usuario 5 a otras porciones del cuerpo del usuario. Así, otras porciones del cuerpo pueden soportar sustancialmente la carga de los brazos del usuario 5, más bien que los brazos 5 propiamente dichos.

Preferiblemente, las zonas que soportan estas cargas no requieren actividad muscular para hacerlo. Por ejemplo, las fuerzas de reacción R_b , R_a , R_w aplicadas junto al abdomen 7 del usuario por el sistema adaptivo de soporte de brazo 10 pueden equilibrar la carga de los brazos del usuario 5. La fuerza de reacción R_b , por ejemplo, puede aplicarse al sistema adaptivo de soporte de brazo 10 por una fuerza procedente de una porción de la espalda del usuario.

Las ménsulas de torso 105, 126 pueden ser rígidas, semirrígidas o flexibles, o pueden tener porciones de alguna o todas éstas. Por ejemplo, las ménsulas de torso 105 y 126 pueden tener porciones rígidas unidas a porciones semirrígidas. En la disposición representada, cada una de las ménsulas de torso 105, 126 incluye un solo elemento que se extiende sustancialmente paralelo a un eje vertical definido por la columna vertebral del usuario desde un primer extremo montado en la banda de unión 122 a un segundo extremo acoplado a las uniones de pivote verticales 107. Alternativamente, las ménsulas de torso 105, 126 pueden incluir múltiples elementos montados conjuntamente. Por ejemplo, un par de elementos de ménsula puede estar acoplado de forma ajustable de tal manera que la distancia entre los extremos primero y segundo, es decir, entre la banda de unión 122 y las uniones de pivote verticales 107 pueda ajustarse y fijarse, por ejemplo, para adaptación a usuarios de altura diferente (no representado).

La banda de unión 122 puede ser rígida, semirrígida, flexible o puede tener porciones de alguno o de todos estos tipos. Opcionalmente, la banda de unión 122 puede incluir uno o más elementos de ajuste de banda 140, por ejemplo, para proporcionar un mecanismo para ajustar y fijar la banda de unión 122, por ejemplo, una hebilla, sujetadores de cierre de presión, broches, cordones y análogos (no representado), que pueden facilitar la fijación del sistema 10 alrededor de la cintura o las caderas del usuario U. Los primeros extremos de las ménsulas de torso 105, 126 pueden ser fijos con relación a la banda de unión 122 o pueden ser ajustables con relación a la banda de unión 122, por ejemplo, lateralmente a lo largo del recorrido 150, por ejemplo, usando hebillas, sujetadores de cierre de presión, y análogos (no representado). Además o alternativamente, la posición de los primeros extremos de las ménsulas de torso 105, 126 también pueden ser ajustables verticalmente con relación a la banda de unión 122, por ejemplo, para adaptación a usuarios de altura diferente. En otra alternativa, pueden preverse múltiples sistemas, de dimensiones diferentes, de tal manera que un usuario pueda seleccionar el sistema más adecuado al tamaño y la forma de su cuerpo.

Pasando a las figuras 6A y 7B, se representa una realización alternativa de un sistema adaptivo de soporte de brazo 20 que incluye muchos elementos similares al sistema 10 (los elementos análogos llevan números de referencia incrementados en 100). Sin embargo, a diferencia del sistema adaptivo de soporte de brazo 10, el sistema adaptivo de soporte de brazo alternativo 20 incluye ménsulas de torso 205, 226 que están configuradas para extenderse sobre los hombros del usuario U y/o que unen la banda o bandas de unión 222 en múltiples puntos. Opcionalmente, el sistema 20 puede incluir un elemento de ajuste de banda 224, por ejemplo, para proporcionar un mecanismo para ajustar y/o fijar la banda de unión 222 alrededor del torso del usuario U. Fuerzas de reacción R_c , R_s , R_r (representadas en las figuras 7A y 7B), aplicadas por el abdomen 7 del usuario en el sistema adaptivo de soporte de brazo 20, pueden equilibrar la carga W_I , W_r de los brazos del usuario 5.

En realizaciones alternativas, se pueden disponer otros elementos de montaje para fijar el sistema adaptivo de soporte de brazo 10 o 20 al torso de un usuario U, además o en lugar de las ménsulas de torso y las bandas de unión, por ejemplo, arneses, mochilas, cordones, correas, camisas, y/u otras prendas de vestir, y análogos (no representado). Tales sistemas de montaje pueden soportar el sistema 10 o 20 en una o varias posiciones, por ejemplo, en los hombros, alrededor del pecho, la cintura, las caderas, y/u otras regiones del torso, dependiendo de los grados de libertad de movimiento que desee el usuario. Por ejemplo, un sistema soportado en los hombros y/o el

pecho puede permitir que el usuario U pivote alrededor de su cintura de forma más fácil que un sistema soportado en la cintura o las caderas.

5 En otras disposiciones alternativas, pueden incluirse otros elementos de compensación en los sistemas 10 o 20 en lugar de los elementos de par 112, 212, si se desea. Por ejemplo, como se representa en la figura 8, se representa un sistema 30 que es generalmente similar a los sistemas 10 o 20, pero incluye elementos de par alternativos 360 en las uniones de pivote horizontales 309, 325. En disposiciones ejemplares, los elementos de par alternativos 360 pueden ser eléctricos, magnéticos, neumáticos, hidráulicos y análogos. Además o alternativamente, los elementos de par alternativos 360 pueden ser alimentados por batería, autónomos, atados con correas, montados en fuentes de alimentación externas, por ejemplo, con uno o varios cables (no representados) y análogos.

15 Por ejemplo, se pueden disponer uno o varios sensores en el soporte de brazo, por ejemplo, el sensor 365 representado en la ménsula de brazo 308 de la figura 8, y se puede acoplar uno o varios controladores (no representados) al sensor o sensores y a uno o más accionadores u otros elementos de compensación acoplados, a su vez, al soporte de brazo. El controlador puede adquirir de forma periódica, intermitente o sustancialmente continua datos del sensor o sensores para determinar la orientación y/u obtener otra información relativa al soporte de brazo, y activar el accionador o accionadores u otro elemento o elementos de compensación en base a los datos para aplicar al soporte de brazo una fuerza para compensar al menos parcialmente la componente de fuerza gravitacional y/o transferir de otro modo una porción del peso del brazo del usuario al arnés y/u otra región del cuerpo del usuario.

25 Por ejemplo, en la disposición de la figura 8, la carga torsional aplicada por los elementos de par 360 puede ajustarse, por ejemplo, regulando la corriente a un elemento de par eléctrico 360 (o, igualmente, la presión de fluido a un elemento de par neumático o hidráulico, no representado), por ejemplo, usando un controlador (no representado) soportado en el sistema o en una posición próxima. Por ejemplo, se puede disponer un sensor o sensores de posición 365, por ejemplo, montados o soportados de otro modo en ménsulas de brazo 308, que proporcionen realimentación de posición y/o ángulo al controlador. A su vez, el controlador puede determinar una componente de fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario y activar el elemento de par 360 (u otros accionadores u otros elementos de compensación, no representados) para ajustar una carga torsional de compensación 370, 380 generada por los elementos de par alternativos 360 para adecuación a los requisitos del usuario. Por ejemplo, el sensor de posición 365 puede indicar que el brazo del usuario está en una cierta posición, requiriendo un aumento de corriente a un elemento de par eléctrico 360 para aumentar la fuerza opuesta con el fin de mejorar el soporte del brazo, o, a la inversa, requerir una disminución de la corriente para reducir la fuerza opuesta si se precisa menos soporte.

35 Opcionalmente, el amortiguamiento puede realizarse, por ejemplo, con elementos mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos y análogos. Por ejemplo, se puede emplear amortiguadores mecánicos, controles de flujo, controles eléctricos, y análogos (no representados), por ejemplo, para limitar las velocidades rotacionales.

40 En algunos casos, el usuario U puede desear inhabilitar todos o parte de los sistemas de soporte de brazo adaptativos de la invención, por ejemplo, los sistemas 10, 20 o 30. La figura 9 representa un sistema adaptivo de soporte de brazo 10, similar al representado en las figuras 1-5, con el soporte de brazo derecho bloqueado en una posición trasera o inactiva fuera del brazo del usuario 5. Se puede emplear varios mecanismos de bloqueo (no representados), por ejemplo, clips, ganchos, tiras, imanes, sujetadores roscados, sujetadores de gancho y bucle, y análogos. Tal elemento de bloqueo se puede prever para uno o ambos soportes de brazo 108 del sistema 10 de la figura 9 o para el soporte de brazo de un sistema incluyendo solamente un solo soporte de brazo, tal como los descritos aquí en otro lugar.

50 Alternativamente, los elementos de par 360, como el representado en la figura 8, pueden incluir elementos de bloqueo, como los enumerados anteriormente, que pueden ser activados, por ejemplo, utilizando corriente eléctrica, presión neumática, presión hidráulica, y análogos, para dirigir el soporte de brazo a una posición trasera alejada del brazo del usuario 5 de tal manera que el usuario pueda mover el brazo 5 independientemente del sistema 10. En otra alternativa, en ausencia de corriente eléctrica, presión neumática, presión hidráulica y análogos, el usuario puede controlar manualmente o de otro modo los elementos de par 360 para dirigir el soporte de brazo a la posición trasera o inactiva.

60 En algunos casos, el usuario U puede desear solamente una porción de los sistemas de soporte de brazo adaptativos descritos anteriormente. Por ejemplo, la figura 10 representa un sistema adaptivo de soporte de brazo 40 que soporta solamente el brazo derecho 5 del usuario U. El sistema adaptivo de soporte de brazo 40 puede emplear alguno o todos los elementos de los otros sistemas de soporte de brazo adaptativos descritos aquí en otro lugar, tal como los sistemas 10, 20 o 30.

65 Se contemplan disposiciones alternativas de montaje y transferencia de carga que pueden incluirse en alguna de las realizaciones de la invención, si se desea. Por ejemplo, volviendo a la figura 11, se representa un usuario U que lleva puesto un sistema adaptivo de soporte de brazo 400 que incluye un arnés de hombro 404, un par de bandas de unión 412, 410, y uno o más elementos de soporte alargados 408 (se muestran dos). El arnés de hombro 404 puede

5 incluir paneles izquierdo y derecho 406 formados para encajar sobre o alrededor de los hombros del usuario, cada uno de los cuales puede llevar montada una ménsula de torso 416. El arnés de hombro 404 se puede formar a partir de material flexible, tal como polímeros, cuero, materiales compuestos, y análogos, o se puede formar de materiales rígidos, semirrígidos y/o maleables, como metales, plástico, materiales compuestos y análogos. Igualmente, las bandas de unión 412, 410 se pueden formar a partir de materiales flexibles o semirrígidos, y/o materiales elásticos o inelásticos, similares a otras realizaciones de la invención.

10 Como se representa en la figura 11, la ménsula de torso 416 está acoplada a una ménsula de hombro 106 en la unión de pivote vertical 107, por ejemplo, similar a otras realizaciones de la invención. Una ménsula de brazo 108 está acoplada a la ménsula de hombro 106 en la unión de pivote horizontal 109, y lleva una almohadilla brazo 120, también similar a otras realizaciones de la invención. Opcionalmente, las uniones de pivote vertical y/u horizontal 107, 109 pueden ser sustancialmente concéntricas o estar alineadas de otro modo con la articulación de hombro del usuario (no representada), que puede mejorar la ménsula de brazo 108 siguiendo el movimiento del brazo del usuario 5 con mínima interferencia. Uno o más elementos de par u otros elementos de compensación 112 pueden acoplarse a las ménsulas de hombro y brazo 106, 108, de forma similar a otras realizaciones de la invención, por ejemplo, para proporcionar una carga torsional para compensar al menos parcialmente el peso del brazo del usuario 5.

20 Como también se representa en la figura 11, se ha dispuesto un par de elementos de soporte alargados 408 como parte del arnés, por ejemplo, conectados al arnés de hombro 404 en un extremo primero o superior 414, y a la tira o banda de unión de cintura opcional 412 en un extremo segundo o inferior 418. Además o alternativamente, la tira de pecho o banda de unión opcional 410 puede disponerse, por ejemplo, para mejorar la fijación de las formas izquierda y derecha 406 del arnés de hombro 404 al usuario U. Opcionalmente, el elemento o elementos de soporte alargados 408 pueden incluir muelles, vástagos, cables, y/u otros componentes, que se pueden formar a partir de materiales elastoméricos o poliméricos, macizos, huecos, presurizados, rígidos, semirrígidos y/o flexibles. El elemento o elementos de soporte 408 pueden mejorar la transmisión del peso del brazo del usuario 5 a la tira de cintura 412, distribuyendo así el peso sobre la cintura y las caderas del usuario.

30 El elemento o elementos de soporte 408 pueden ser sustancialmente rectos como se representa, o pueden ser curvados, inclinados o retorcidos, a voluntad, para proporcionar el soporte deseado con mínima incomodidad o inconveniente del usuario que lleva el sistema 400. Además o alternativamente, los elementos de soporte 408 pueden incluir uno o más elementos telescopizantes o de pivote (no representados). Las uniones superior y/o inferior 414, 418 pueden ser rígidas o pueden incluir uniones de pivote, de forma similar a otras realizaciones de la invención.

35 Pasando a las figuras 12A y 12B, se representa otro sistema adaptivo de soporte de brazo alternativo 420 que es similar, en general, al sistema 400 representado en la figura 11. Sin embargo, el sistema adaptivo de soporte de brazo incluye un par de elementos de soporte 422 que están unidos a un arnés de hombro 415 y una banda de unión de cintura 417 por uniones de pivote superior e inferior 424, 426, que pueden pivotar alrededor de ejes 430, 431. Además o alternativamente, los elementos de soporte 422 también pueden pivotar alrededor de ejes longitudinales 436, 441. Por ejemplo, como se representa en la figura 12B, el movimiento del usuario U que se curva hacia delante para realizar una tarea puede dar lugar a la rotación o al pivote de los elementos de soporte 422, por ejemplo, para acomodar el movimiento del usuario aproximadamente a lo largo del recorrido 440. Alternativamente, las uniones de pivote 424, 426 pueden pivotar alrededor de ejes 430, 431, y los elementos de soporte 422 pueden pivotar alrededor de los ejes longitudinales 436, 441, por ejemplo, para que los elementos de soporte 422 se puedan curvar libremente. Durante tal movimiento, los elementos de soporte 422 pueden seguir transmitiendo al menos una porción del peso del brazo del usuario 5 a la banda de soporte de cintura 417, aunque, curvándose a lo largo del recorrido 440, los elementos de soporte 422 pueden acomodar el movimiento de curvatura del Usuario U. Alternativamente, los elementos de soporte 422 pueden estar fijamente acoplados a uno del arnés de hombro 415 y la banda de unión 417 o a ambos. Opcionalmente, el elemento o elementos de soporte 422 pueden incluir uno o más de muelles, vástagos, cables y análogos, y se puede formar de materiales elastoméricos o poliméricos, macizos, huecos, presurizados, rígidos, semirrígidos y/o flexibles, de forma similar a otras realizaciones de la invención.

55 En otras realizaciones, puede ser ventajoso que haya elementos de los sistemas de soporte de brazo adaptativos de la invención colocados en posiciones y/o ángulos diferentes con relación al hombro del usuario. Por ejemplo, en la figura 13 se representa un sistema adaptivo de soporte de brazo 450 que es generalmente similar a otras realizaciones de la invención. El sistema 450 incluye uno o más elementos de soporte 445 (se representan dos) unidos a un arnés de hombro 444 en la unión 454 y unidos a una tira de soporte de cintura 417 en el montaje de eje 446. Un eje longitudinal 448 puede ser sustancialmente concéntrico y/o estar alineado con el montaje de eje 446 y la articulación de hombro del usuario. Además o alternativamente, el elemento o elementos de soporte 445 pueden pivotar opcionalmente dentro del montaje de eje 446, por ejemplo, aproximadamente a lo largo del recorrido 452.

65 El montaje de eje 446 puede ir montado en cualquier posición alrededor de la periferia de la tira de soporte de cintura 417 y/o puede estar apropiadamente inclinado con relación al eje vertical del sistema 450. Por ejemplo, el montaje de eje 446 propiamente dicho puede pivotar opcionalmente alrededor del eje de pivote 449, por ejemplo,

aproximadamente a lo largo del recorrido 447. El elemento o elementos de soporte 445 se pueden construir de forma similar a otras realizaciones de la invención, por ejemplo, incluyendo muelles, vástagos, cables, y análogos, formados de materiales elastoméricos o poliméricos, macizos, huecos, presurizados, rígidos, semirrígidos y/o flexibles.

5 En otras realizaciones, puede ser ventajoso tener elementos de los sistemas de soporte de brazo adaptativos no concéntricos o alineados con relación al hombro del usuario. Por ejemplo, en la figura 14 se representa un sistema adaptativo de soporte de brazo 460 que incluye el elemento o elementos de soporte 458 acoplados a un arnés de hombro 456 en la unión 464 y a una tira de soporte de cintura 417 en el montaje de eje 462. Al igual que otras realizaciones de la invención, el montaje de eje 462 puede ir montado en cualquier posición en la tira de soporte de cintura 417, y/o puede estar apropiadamente inclinado. Por ejemplo, el montaje de eje 462 puede definir un eje longitudinal 468 que no sea concéntrico o esté fuera del eje de la articulación de hombro del usuario, por ejemplo, de tal manera que los ejes pueden intersectar o extenderse de otro modo no paralelos uno a otro. Opcionalmente, el elemento o elementos de soporte 445 pueden pivotar dentro del montaje de eje 446, por ejemplo, aproximadamente a lo largo del recorrido 468. El elemento o elementos de soporte 458 pueden ser muelles, vástagos, cables, y análogos, formados de materiales elastoméricos o poliméricos, macizos, huecos, presurizados, rígidos, semirrígidos, y/o flexibles, de forma similar a otras realizaciones de la invención.

20 Pasando a las figuras 15A y 15B, se representa otra realización de un sistema adaptativo de soporte de brazo 480 que es generalmente similar a otras realizaciones de la invención, aunque el sistema 480 incluye solamente un soporte de brazo. Como se representa, el sistema adaptativo de soporte de brazo 480 incluye una ménsula de torso 486 montada en un arnés de hombro 484, una ménsula de hombro 492 pivotantemente acoplada a la ménsula de torso 486, y una ménsula de brazo 502 pivotantemente acoplada a la ménsula de hombro 492, por ejemplo, de forma similar en general a otras realizaciones de la invención. A diferencia de las realizaciones anteriores, el sistema 480 incluye un mecanismo de regulación para ajustar un elemento de par 500. El elemento de par 500 puede ir montado de forma sustancialmente concéntrica con un eje 517 y/o acoplado de otro modo a él, por ejemplo, para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el soporte de brazo 502, de forma similar a otras realizaciones de la invención.

30 En la realización representada, el mecanismo de regulación incluye un botón de ajuste de par 514 acoplado a un tornillo sinfín 516, que, a su vez, está acoplado a un engranaje de trabajo 518 acoplado al eje 517. Cuando se gira el botón de ajuste de par 514, el tornillo sinfín 516 gira el engranaje sinfín 518, que, en consecuencia, gira el eje 517 para incrementar o disminuir el par proporcionado por el elemento de par 500, modificando por ello la compensación del brazo del usuario 5. Se apreciará que tal mecanismo de regulación se puede disponer en cualquiera de las realizaciones descritas aquí en otro lugar.

35 Pasando a las figuras 16A-16H, se representa un sistema adaptativo de soporte de brazo 480, similar al representado en las figuras 15A y 15B, que incluye un mecanismo de bloqueo para "bloquear" la ménsula de brazo 502 y/u otros componentes del soporte de brazo a un lado cuando la ménsula de brazo 502 no sea necesaria, y/o un "freno" de seguridad para evitar que el soporte de brazo se mueva inesperadamente, que también se puede disponer en cualquiera de las otras realizaciones de la invención. Las figuras 16A a 16H ilustran estos elementos (donde, para claridad, el elemento de par 500 representado en las figuras 15A y 15B se ha omitido para mostrar elementos del mecanismo de bloqueo). Como se representa en la figura 16A, el sistema adaptativo de soporte de brazo 480 incluye una ménsula de brazo 502 que está acoplada en un primer extremo a un bloque de pivote 528 y que lleva una almohadilla de brazo 508 en su segundo extremo libre, similar a otras realizaciones de la invención. El bloque de pivote 528 puede pivotar libremente alrededor del eje 517. Una barra de seguridad 504 también pivota alrededor del eje 517.

50 Un muelle u otro mecanismo de empuje 526 aplica una fuerza de separación deseada entre la ménsula de brazo 502 y la barra de seguridad 504. Sin embargo, la presión del brazo del usuario 5 en la barra de seguridad 504 puede comprimir el muelle 526, y mantener la barra de seguridad 504 generalmente paralela a la ménsula de brazo 502. En esta posición "activa", el sistema adaptativo de soporte de brazo 480 es activo y compensa al menos parcialmente el peso del brazo del usuario 5.

55 En la posición activa, un trinquete de seguridad 546 (montado en el bloque de pivote 528) está en su posición normal, con una punta 550 del trinquete de seguridad 546 desenganchada de los dientes 536 de la chapa de seguridad en una chapa de seguridad 534 montada en la ménsula de hombro 492. En esta posición, el usuario U puede mover el brazo 5 a voluntad, con una fuerza de compensación proporcionada por el elemento de par 500 (no representado, véanse las figuras 15A y 15B). En consecuencia, de forma similar a otras realizaciones de la invención, la ménsula de brazo 502 puede girar alrededor del eje 517 con relación a la ménsula de hombro 492, y "seguir" el movimiento del brazo 5.

60 Si se desea desenganchar el soporte de brazo adaptativo 480, el usuario U empuja la ménsula de brazo 502 de nuevo a una posición de "bloqueo" o "inactiva" en general a lo largo del recorrido 560, como se representa en las figuras 16B y 16C (que representa una vista posterior del sistema adaptativo de soporte de brazo 480). El usuario U puede girar entonces la ménsula de brazo 502 en general a lo largo del recorrido 574, como se representa en la figura 16D,

lo que hace que la ménsula de brazo 502 “enganche” o agarre de otro modo un pasador de bloqueo 566 montado en un bloque de cubo 529 en la ménsula de hombro 492. Una vez que la ménsula de brazo 502 está “enganchada” a un lado en el pasador de bloqueo 566, el usuario U puede desenganchar el brazo 5, dejando la ménsula de brazo 502 “bloqueada” fuera de posición. La figura 16E representa una vista posterior del usuario U alejando el brazo 5 lejos de la ménsula de brazo bloqueada 502, mientras que la figura 16F representa este movimiento desde el lado.

Cuando el usuario U mueve el brazo 5 en general a lo largo del recorrido 582, la ménsula de brazo 502 es retenida por el pasador de bloqueo 566, y en consecuencia permanece sustancialmente estacionaria. La barra de seguridad 504 se aleja entonces de la ménsula de brazo 502 en general a lo largo del recorrido 588 bajo la influencia del muelle 526. Cuando la barra de seguridad 504 se separa de la ménsula de brazo 502, un elemento excéntrico 540 en la barra de seguridad 504 engancha el trinquete de seguridad 546 y empuja el trinquete de seguridad 546 hacia fuera en general a lo largo del recorrido 586. Cuando el trinquete de seguridad 546 es empujado hacia fuera, la punta del trinquete de seguridad 550 engancha los dientes de chapa de seguridad 536 en la chapa de seguridad 534, evitando la rotación de la ménsula de brazo 502. Una vez que el usuario U ha “bloqueado” de nuevo la ménsula de brazo 502, el usuario U puede usar el brazo 5 independientemente, es decir, sin que el soporte de brazo adaptivo 480 siga el movimiento y/o compense el peso del brazo (como se representa en las figuras 16G y 16H).

Cuando el usuario U desea reenganchar el sistema adaptivo de soporte de brazo 480, el usuario U puede realizar los pasos mostrados en las figuras 16A a 16H en orden inverso, por ejemplo, para reenganchar la barra de seguridad 502, liberar el trinquete de seguridad 546, y desenganchar el pasador de bloqueo 566, permitiendo por ello que la ménsula de brazo 502 soporte posteriormente el brazo 5.

Si el usuario U separa accidentalmente el brazo 5 del sistema adaptivo de soporte de brazo 480 de las figuras 15A-15B y/o las figuras 16A-16H, el sistema 480 puede incluir elementos de “freno” de seguridad para evitar el movimiento indeseado y/o no controlado. Por ejemplo, volviendo a la figura 17A, el usuario U se representa usando normalmente el sistema adaptivo de soporte de brazo 480. Si el brazo del usuario 5 resbala de la almohadilla de brazo 508, como se representa en la figura 17B, el elemento de par 500 puede intentar empujar la ménsula de brazo 502 en general a lo largo del recorrido 600 en un movimiento no controlado. La ausencia del brazo del usuario 5 en la lengüeta 506 de la barra de seguridad 504 permite que la barra de seguridad 504 se separe de la ménsula de brazo 502 bajo la influencia del muelle 526, en general a lo largo del recorrido 602.

Como se representa en la figura 16C, sin embargo, la separación de la barra de seguridad 504 de la ménsula de brazo 502 hace que el elemento excéntrico 540 en la barra de seguridad 504 enganche el trinquete de seguridad 546 y empuje el trinquete de seguridad 546 hacia fuera en general a lo largo del recorrido 604. Cuando el trinquete de seguridad 546 es empujado hacia fuera, la punta 550 del trinquete de seguridad puede enganchar los dientes de chapa de seguridad 536 en la chapa de seguridad 534, como se representa en la figura 17C, evitando por ello la rotación indeseada y/o no controlada de la ménsula de brazo 502. Se apreciará que puede incluirse otros elementos de seguridad en los sistemas de la invención para evitar el movimiento indeseado y/o no controlado del soporte o soportes de brazo, por ejemplo, en base a la velocidad rotacional, incluyendo embragues centrífugos, amortiguadores hidráulicos, embragues de muelle enrollado, y análogos (no representados).

Opcionalmente, cualquiera de las realizaciones de la invención puede incluir uno o varios elementos que faciliten llegar por encima de la cabeza. Por ejemplo, pasando a las figuras 18A y 18B, se representa otra realización de un sistema adaptivo de soporte de brazo 590 que incluye una ménsula de hombro 492 y una ménsula de brazo 502, similares en general a otras realizaciones. A diferencia de las realizaciones anteriores, el sistema 590 incluye una unión de pivote adicional 596, anclada en un puntal 594, que está montado o fijado de otro modo a un arnés de hombro 484. Además, en esta realización, una ménsula de extensión 592 está montada en una ménsula de torso 486 y está acoplada pivotantemente al puntal 594 en la unión de pivote 596. La ménsula de torso 486 puede contactar un elemento de tope 597 en el arnés de hombro 484, evitando la rotación hacia la derecha (desde la perspectiva de la figura 18A). Así, cuando el brazo del usuario 5 es movido horizontalmente o debajo de la horizontal, el sistema 590 puede operar de forma similar a otras realizaciones de la invención.

Sin embargo, cuando el usuario U llega por encima de la cabeza, como se representa en la figura 18B, la ménsula de extensión 592, acoplada a la ménsula de torso 486 y otras ménsulas del sistema 590, puede pivotar en general a lo largo del recorrido 598, evitando por ello la interferencia entre el hombro del usuario y el sistema adaptivo de soporte de brazo 590. Se apreciará que tal configuración se puede disponer en cualquiera de las realizaciones descritas aquí en otro lugar.

Se apreciará que otros elementos de compensación pueden incluirse en cualquiera de las realizaciones de la invención, por ejemplo, en lugar de los elementos de par 112, 212, 500 descritos previamente, para proporcionar una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente el peso de un brazo del usuario 5. Por ejemplo, pasando a las figuras 19A y 19B, se representa otra realización de un sistema adaptivo de soporte de brazo 610 que incluye ménsulas de torso 612, 614 u otro arnés (no representado), una ménsula de hombro 618 acoplada pivotantemente a la ménsula de torso 614, y una ménsula de brazo 624 acoplada pivotantemente a la ménsula de hombro 618, de forma similar a otras realizaciones de la invención. Además, a diferencia de las realizaciones anteriores, el sistema 610 incluye un mecanismo de empuje, por ejemplo, un muelle de extensión 632 que puede

estar acoplado o interactuar de otro modo con un conjunto de engranajes para proporcionar una fuerza compensadora.

5 Como se representa, la ménsula de hombro 618 incluye una ménsula de extensión 638 montada o fijada de otro modo a ella, y un sector dentado 620 acoplado pivotantemente por la unión de pivote 630. Cada uno de la ménsula de extensión 638 y el sector dentado 620 incluye un pasador u otro conector 636, 634, respectivamente. El muelle de extensión 632 está acoplado entre la ménsula de extensión 638 y el sector dentado 620, en los pasadores 636, 634. El sector dentado 620 incluye una pluralidad de dientes 621, que engranan con dientes correspondientes 630 en un engranaje de ménsula de brazo 628 montado en la ménsula de brazo 624. Como se representa en la figura 10 19A, cuando el usuario U eleva el brazo 5, la ménsula de brazo 624 sigue el movimiento bajo la influencia del muelle de extensión 632, en general a lo largo del recorrido 644, proporcionando una fuerza compensadora. Simultáneamente, el sector dentado 620 pivota alrededor de la unión de pivote 622 en general a lo largo del recorrido 642. A la inversa, como se representa en la figura 19B, cuando el usuario U baja el brazo 5, la ménsula de brazo 624 sigue en general a lo largo del recorrido 646, cuando el sector dentado 620 pivota alrededor de la unión de pivote 622, en general a lo largo del recorrido 648. Aunque se representa un muelle de extensión 632, se 15 apreciará que se puede disponer en su lugar otros mecanismos de empuje, tal como un muelle neumático, una tira de polímero, una tira de elastómero, y análogos (no representado).

20 Pasando a las figuras 20A y 20B, se representa otra realización de un sistema adaptivo de soporte de brazo 660 que incluye un elemento de compensación. En esta realización, el sistema 660 incluye un elemento de tensión 680 acoplado entre una correa u otro arnés 686 del sistema 660 y un soporte de brazo, por ejemplo, incluyendo una ménsula de brazo 672 y una almohadilla de brazo 674 en general similares a otras realizaciones de la invención. Como se representa, el elemento de tensión 680 incluye un primer extremo montado o acoplado de otro modo a una correa 686, por ejemplo, en la unión 684. Se representan tiras opcionales 687 que están montadas o que se 25 extienden de otro modo desde la correa 686, por ejemplo, fijando más la correa 686 al usuario U (que también puede incluirse en cualquiera de las otras realizaciones de la invención, si se desea).

30 El elemento de tensión 680 también incluye un segundo extremo montado o acoplado de otro modo a una ménsula de extensión 678 en la ménsula de brazo 672, por ejemplo, en la unión 682. Durante el uso, cuando el usuario U eleva el brazo 5, como se representa en la figura 20A, la ménsula de brazo 672 puede seguir el movimiento bajo la influencia del elemento de tensión 680, en general a lo largo del recorrido 688, proporcionando por ello una fuerza compensadora. Cuando el usuario U baja el brazo 5, como se representa en la figura 20B, la ménsula de brazo 672 puede seguir en general a lo largo del recorrido 690, proporcionando el elemento de tensión 680 una fuerza compensadora. En realizaciones ejemplares, el elemento de tensión 680 puede ser un muelle de extensión, un 35 muelle de elastómero, un cable, una tira, una cuerda y análogos.

40 Pasando a las figuras 21A y 21B, se representa otra disposición de un sistema adaptivo de soporte de brazo 700 que incluye una varilla de compensación 704 como un elemento de compensación para suministrar una fuerza compensadora a un brazo del usuario 5. Como se representa, un primer extremo de la varilla de compensación 704 está montado o acoplado de otro modo a una banda de unión u otro arnés, por ejemplo, a la parte delantera de un montaje de abdomen 710 en la unión 712. Un segundo extremo de la varilla de compensación 704 está acoplado y/o lleva una almohadilla de brazo 706, por ejemplo, mediante una unión esférica o pivotante opcional 708. Opcionalmente, la varilla de compensación 704 puede contactar o enganchar el torso del usuario U en otras 45 posiciones, incluyendo el hombro, el pecho, el lado y/o la espalda.

50 Alternativamente, como se representa en las figuras 22A y 22B, se puede proporcionar un sistema adaptivo de soporte de brazo 720 que incluye una varilla de compensación 722 unida a la parte trasera o el lado de un montaje de abdomen 710 u otro arnés, por ejemplo, en la unión 724. De forma similar a la varilla de compensación 704, la varilla de compensación 722 puede estar acoplada o llevar una almohadilla de brazo 706, por ejemplo, mediante una unión esférica o pivotante opcional 708. La varilla de compensación 722 puede soportar el brazo del usuario 5, proporcionando una fuerza compensadora, y/o puede contactar opcionalmente el torso del usuario en otras 55 posiciones, incluyendo el hombro, el pecho, el lado y la espalda.

60 Los vástagos de compensación 604, 704 se pueden hacer de materiales flexibles o semirrígidos que pueden ser empujados a una forma o configuración predeterminada y/o que pueden proporcionar de otro modo una fuerza compensadora para compensar al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el brazo 5 del usuario cuando el usuario U realiza una o varias tareas, de forma similar a otras realizaciones.

65 Se apreciará que los sistemas descritos anteriormente pueden ser usados en varios campos y aplicaciones. Por ejemplo, los médicos, por ejemplo, los cirujanos, dentistas y análogos pueden llevar puestos los sistemas para facilitar la extensión de los brazos durante un procedimiento quirúrgico, médico o dental prolongado. Los sistemas pueden ser llevados por operarios de la construcción, por ejemplo, pintores, carpinteros y análogos, operarios de fabricación, por ejemplo, que participan en el montaje de productos, y análogos, personas incapacitadas, y/u otros usuarios que realicen tareas durante un período de tiempo prolongado en el que uno o ambos brazos pueden estar extendidos hacia fuera del cuerpo del usuario.

5 En general, los sistemas de la invención pueden llevarse puestos o colocarse de otro modo en el cuerpo del usuario, por ejemplo, fijando un arnés sobre el torso del usuario, por ejemplo, la cintura, las caderas, los hombros, la espalda, el pecho y análogos. Un soporte de brazo del sistema, por ejemplo, acoplado o soportado de otro modo por el arnés, puede usarse para soportar el brazo del usuario de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario. El usuario puede realizar entonces una o varias tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, compensando el soporte de brazo al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario y/o transfiriendo al menos parcialmente la fuerza gravitacional al torso del usuario durante el movimiento sin interferir sustancialmente en el movimiento. Así, los sistemas pueden facilitar la realización por parte del usuario de tareas durante períodos de tiempo más largos y/o con menos fatiga y/o lesión.

10

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10, 20, 400, 480, 590, 610, 660) para soportar un brazo de un usuario, incluyendo:

5 un arnés (404, 484) configurado para ser llevado en el torso de un usuario, definiendo el arnés un eje vertical que se extiende generalmente paralelo a la columna vertebral del usuario que lleva el arnés, incluyendo el arnés un arnés de hombro (404, 484) configurado para ser llevado sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, y una ménsula de torso (416, 486, 612, 614) incluyendo un primer extremo acoplado al arnés de hombro y un segundo extremo configurado para terminar junto al hombro del usuario junto al brazo que se soporta;

10 un soporte de brazo acoplado al arnés e incluyendo un apoyabrazos (120, 508, 674) configurado para soportar una porción de un brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo una ménsula de hombro (106, 206, 618) acoplada pivotantemente al segundo extremo de la ménsula de torso de tal manera que la ménsula de hombro sea rotativa alrededor de un punto de pivote vertical (107, 207) generalmente paralelo al eje vertical y una ménsula de brazo (108, 208, 624) acoplada pivotantemente a la ménsula de hombro de tal manera que la ménsula de brazo sea rotativa alrededor de un punto de pivote horizontal generalmente ortogonal al eje vertical sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario mientras el brazo del usuario es soportado por el apoyabrazos, soportando la ménsula de brazo el apoyabrazos; y

20 el sistema **se caracteriza porque** incluye además uno o más elementos de compensación (112, 212, 500, 680) incluyendo un muelle acoplado a la ménsula de hombro y la ménsula de brazo para aplicar una carga torsional a la ménsula de brazo alrededor del punto de pivote horizontal para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y el soporte de brazo sigue el movimiento del usuario.

25 2. El sistema de la reivindicación 1, donde la ménsula de hombro está conectada a la ménsula de torso en una unión de pivote vertical (107, 488, 616), y donde se emplean cojinetes, casquillos, y/u otros elementos reductores de rozamiento en la unión de pivote vertical para proporcionar mínima resistencia al movimiento del brazo alrededor del eje vertical.

30 3. El sistema de la reivindicación 1, donde el soporte de brazo termina en el apoyabrazos, estando configurado el apoyabrazos para recibir una porción de la parte superior del brazo del usuario para soportar la parte superior del brazo.

35 4. El sistema de la reivindicación 1 o 2, donde el arnés incluye además una banda de unión (412, 417) configurada para llevarse alrededor del torso del usuario, y uno o más elementos de soporte rígidos (408, 422, 445) unidos a la banda de unión y el arnés de hombro.

40 5. El sistema de la reivindicación 1, donde el uno o más elementos de compensación incluyen un elemento de ajuste (514) acoplado al muelle para ajustar la cantidad de la fuerza gravitacional compensada por el muelle.

45 6. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, incluyendo además un mecanismo de bloqueo para fijar selectivamente el soporte de brazo en una posición inactiva que no interfiere sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario sin que el soporte de brazo siga a movimiento del brazo.

7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, incluyendo además un freno que se engancha automáticamente para evitar el posterior movimiento indeseado del soporte de brazo.

50 8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, incluyendo además:

un segundo soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un segundo brazo del usuario, estando configurado el segundo soporte de brazo para acomodar el movimiento del segundo brazo mientras sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del segundo brazo; y uno o más elementos de compensación incluyendo un muelle acoplado al segundo soporte de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el segundo brazo cuando el usuario se mueve y el segundo soporte de brazo sigue el movimiento del segundo brazo.

60 9. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el uno o más elementos de compensación incluyen un muelle elemento de compensación acoplado a una unión de pivote que acopla la ménsula de brazo a la ménsula de hombro.

10. Un método para soportar un brazo de un usuario durante una o varias tareas, incluyendo:

65 colocar un arnés en el usuario, incluyendo el arnés un arnés de hombro (404, 484) configurado para ser llevado sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, y una ménsula de torso (416, 486, 612, 614) incluyendo un primer extremo acoplado al arnés de hombro y un segundo extremo configurado para terminar junto al hombro del

- 5 usuario junto al brazo que se soporta, y un soporte de brazo móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos (112, 212, 500, 680), incluyendo el soporte de brazo una ménsula de hombro (106, 206, 618) pivotantemente acoplada al segundo extremo de la ménsula de torso de tal manera que la ménsula de hombro sea rotativa alrededor de un punto de pivote vertical (107, 207) en general paralelo al eje vertical y una ménsula de brazo (108, 208, 624) acoplada pivotantemente a la ménsula de hombro de tal manera que la ménsula de brazo sea rotativa alrededor de un punto de pivote horizontal en general ortogonal al eje vertical sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario mientras el brazo del usuario es soportado por el apoyabrazos, soportando la ménsula de brazo el apoyabrazos;
- 10 soportar una porción del brazo del usuario usando el apoyabrazos de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario; y
- 15 realizar una o varias tareas que implican movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo un muelle acoplado a la ménsula de hombro y la ménsula de brazo para aplicar una carga torsional a la ménsula de brazo alrededor del punto de pivote horizontal para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario durante el movimiento sin interferir sustancialmente en el movimiento.
- 20 11. El método de la reivindicación 10, donde el soporte de brazo termina en el apoyabrazos, recibiendo el apoyabrazos una porción de la parte superior del brazo del usuario para soportar la parte superior del brazo.
- 25 12. El método de la reivindicación 10 o 11, donde el arnés incluye un par de soportes de brazo cada uno de los cuales incluye un apoyabrazos, soportando cada apoyabrazos una porción de una parte superior respectiva del brazo del usuario, y donde realizar una o varias tareas implica el movimiento de uno o ambos de los brazos del usuario, incluyendo cada uno de los soportes de brazo un muelle acoplado al soporte de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo respectivo durante el movimiento sin interferir sustancialmente en el movimiento.
- 30 13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-12, incluyendo además ajustar un elemento de ajuste acoplado al muelle para modificar la cantidad de la fuerza gravitacional compensada por el muelle.
- 35 14. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-13, donde el arnés incluye una banda de unión (412, 417), y donde colocar el arnés en el usuario incluye fijar la banda de unión alrededor del torso del usuario.
15. El método de cualquiera de las reivindicaciones 11-14, incluyendo además activar un mecanismo de bloqueo para fijar el soporte de brazo en una posición inactiva que no interfiere sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario sin que el soporte de brazo siga el movimiento del brazo.

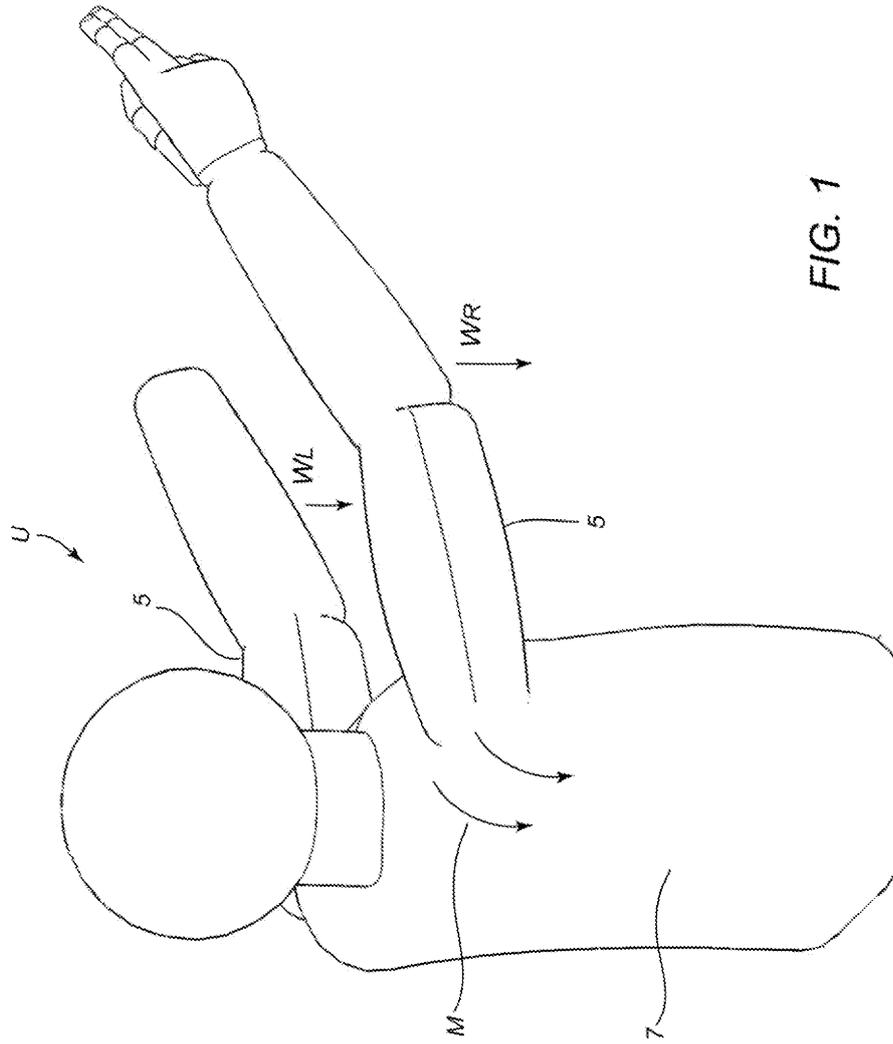
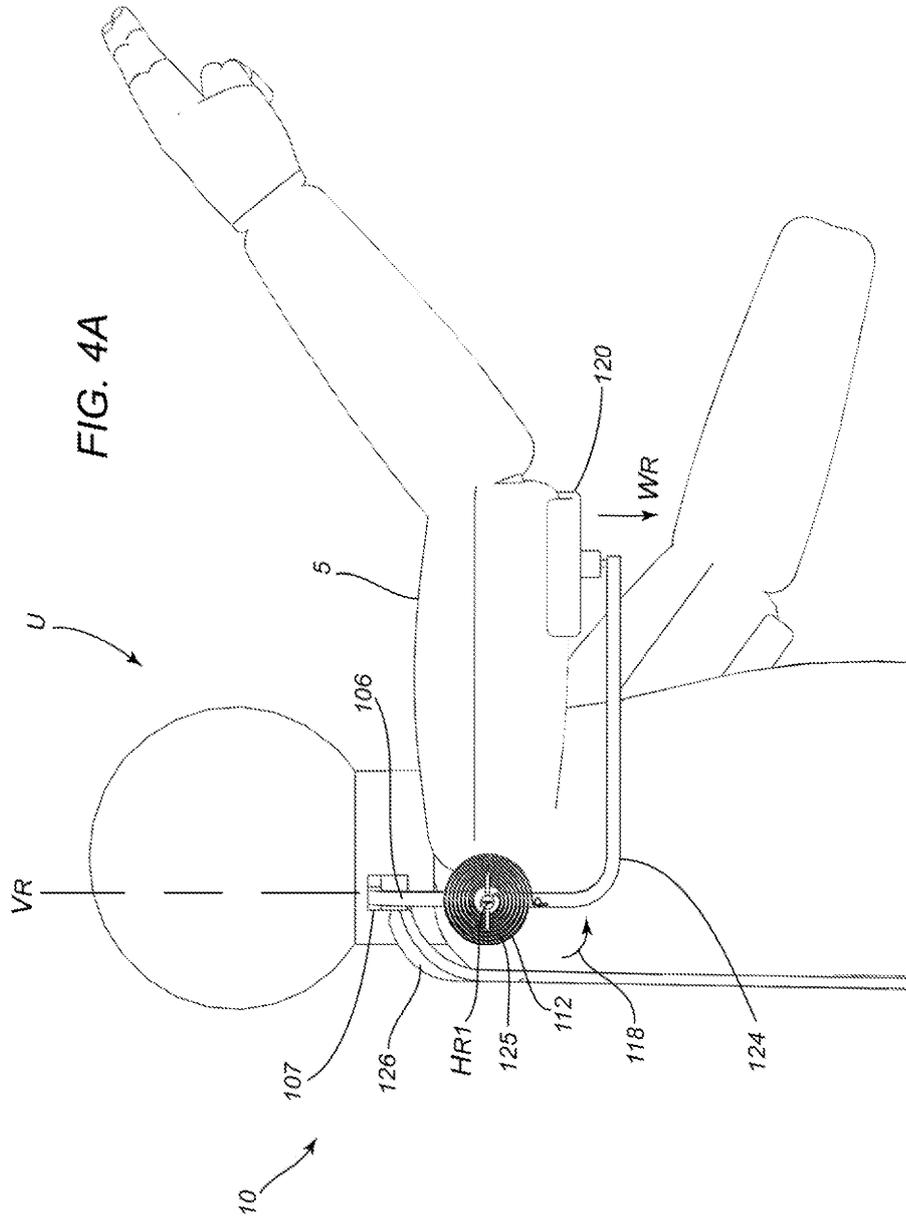
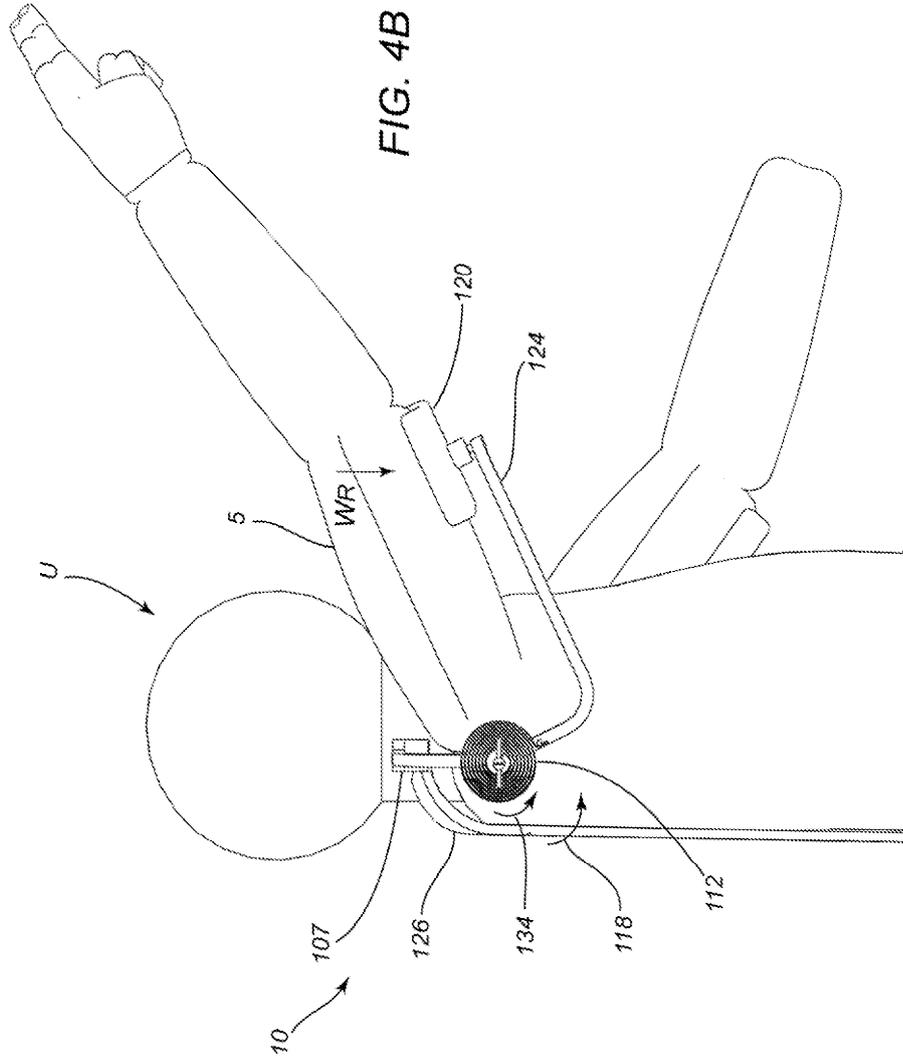
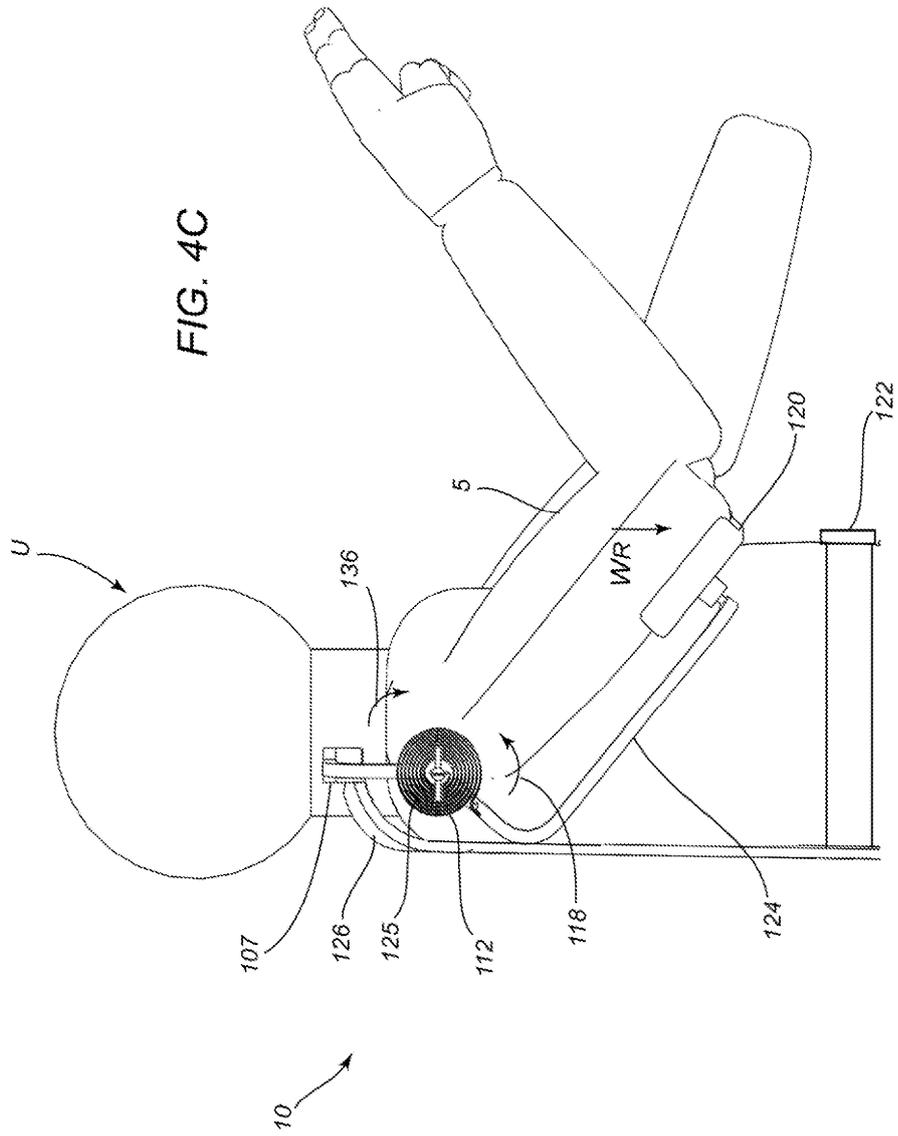


FIG. 1







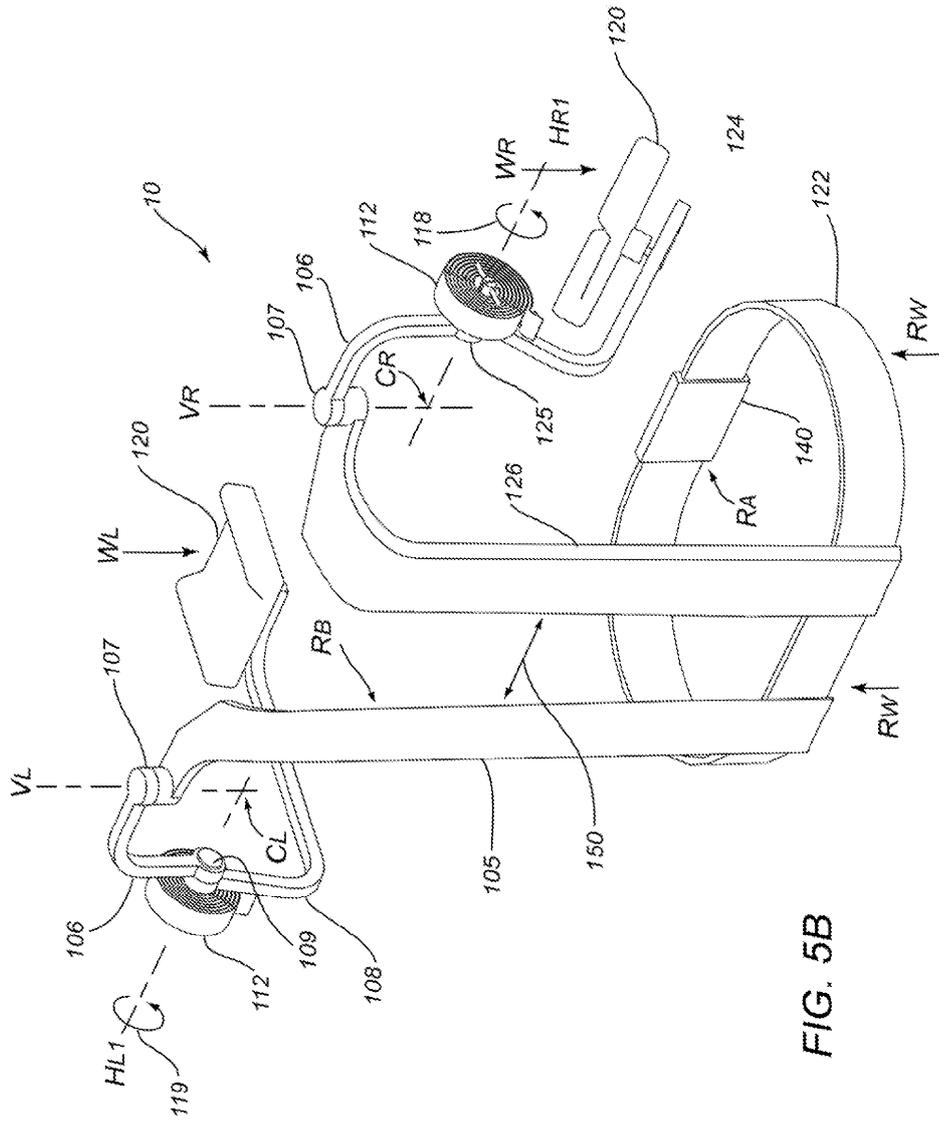


FIG. 5B

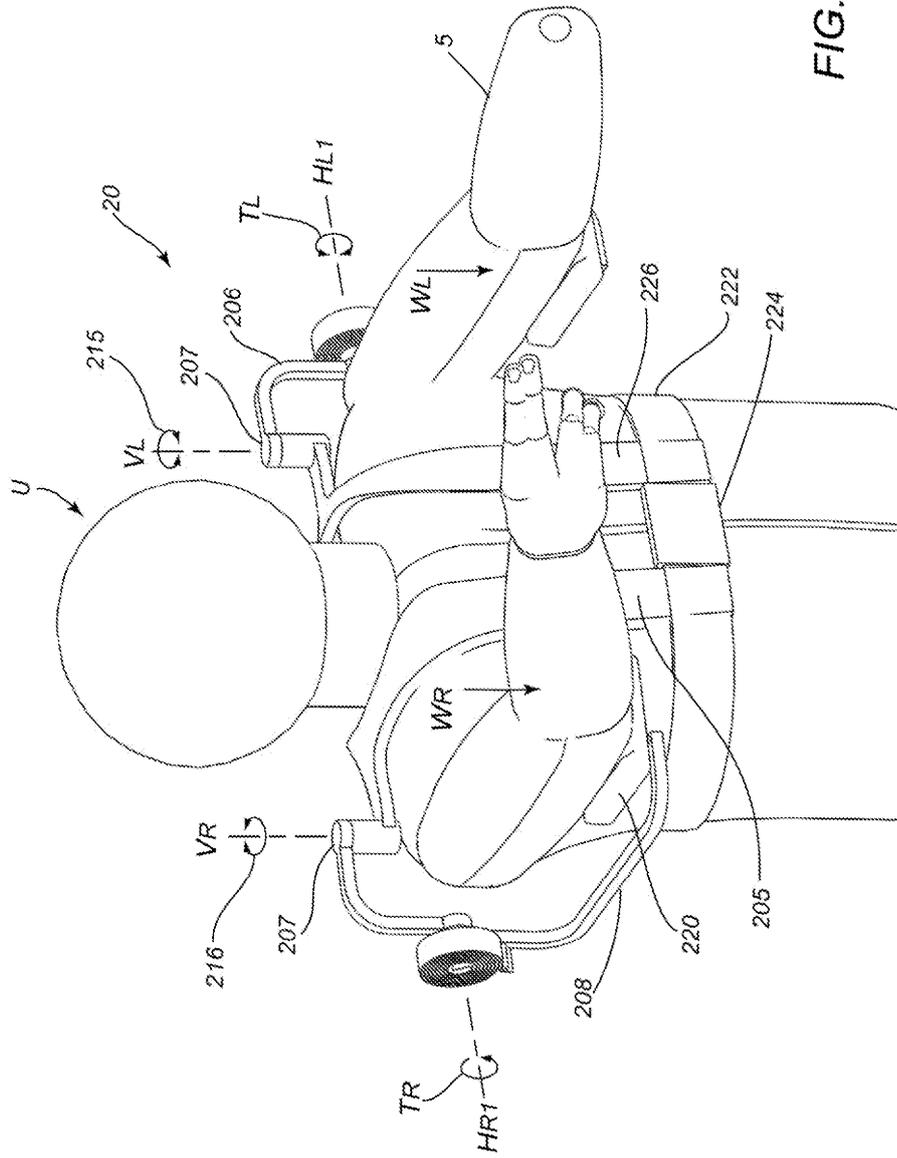


FIG. 6A

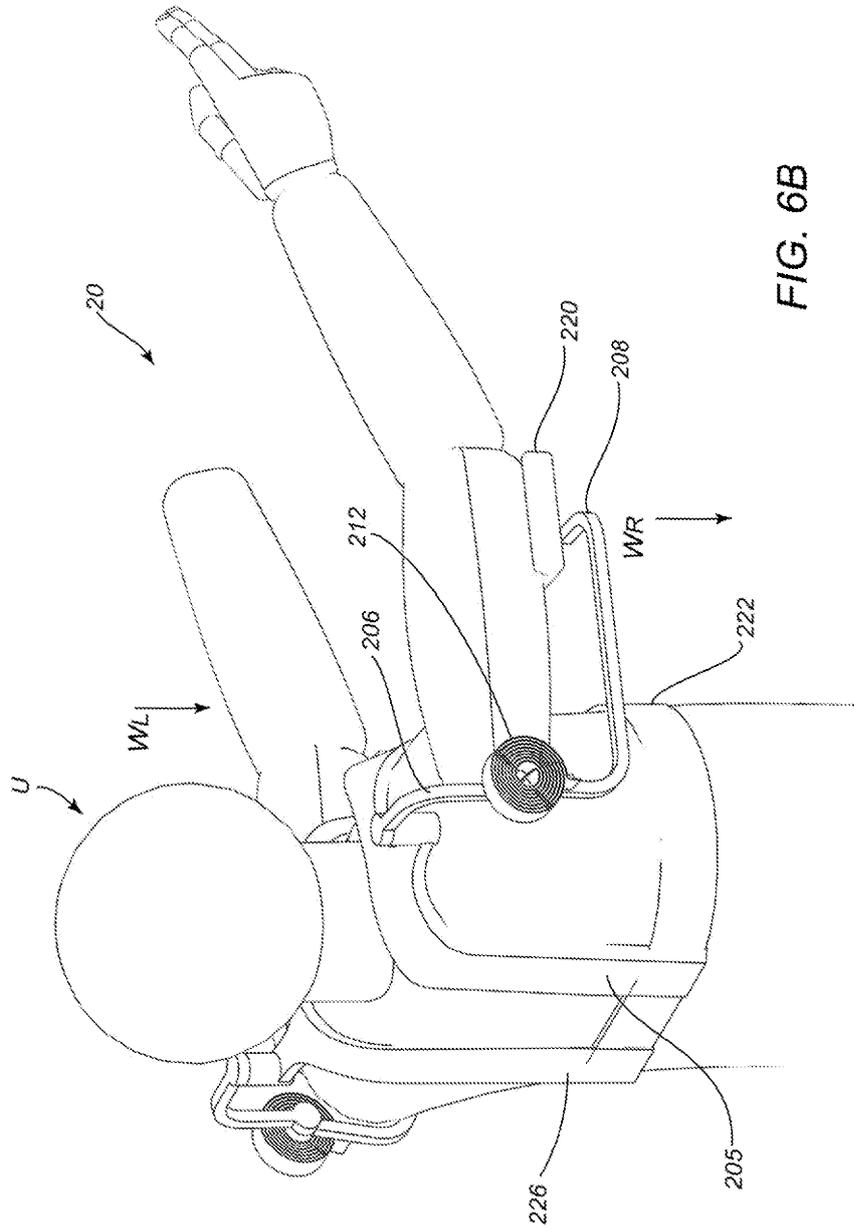


FIG. 6B

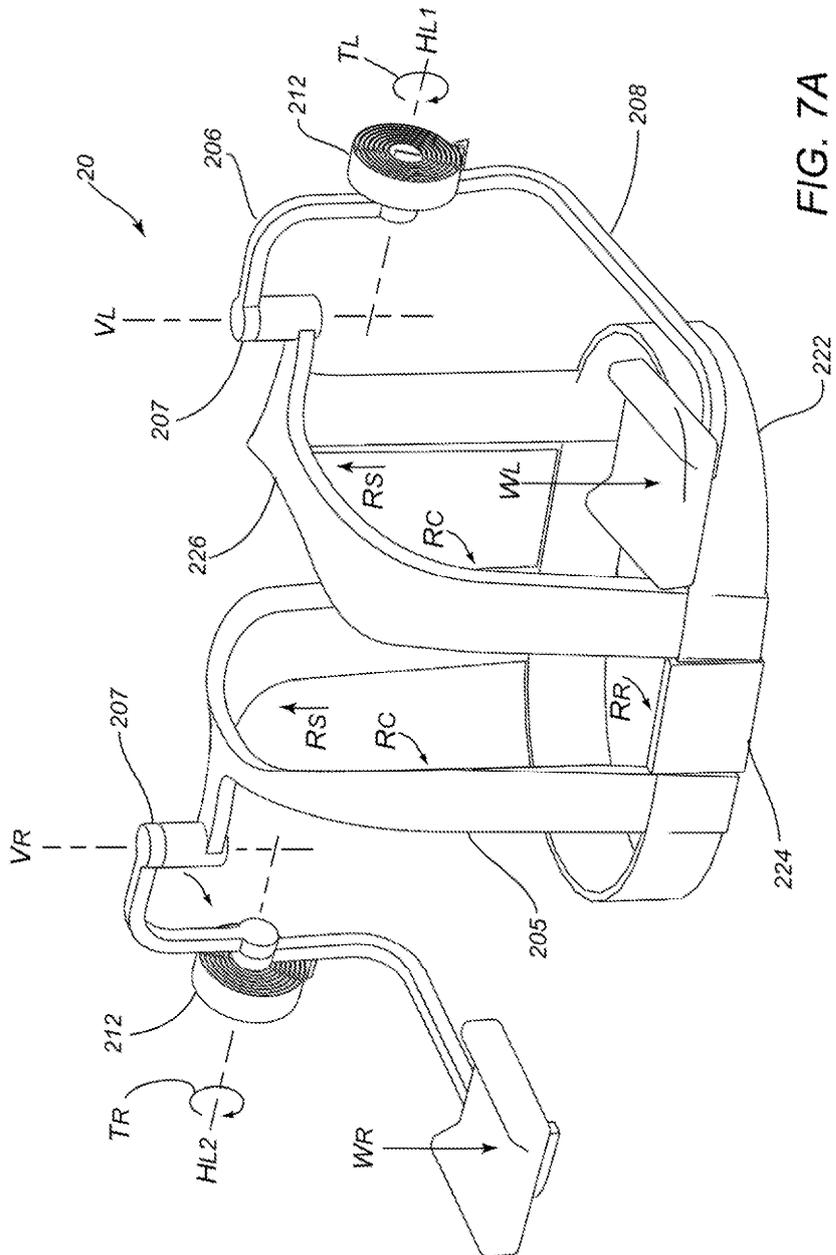


FIG. 7A

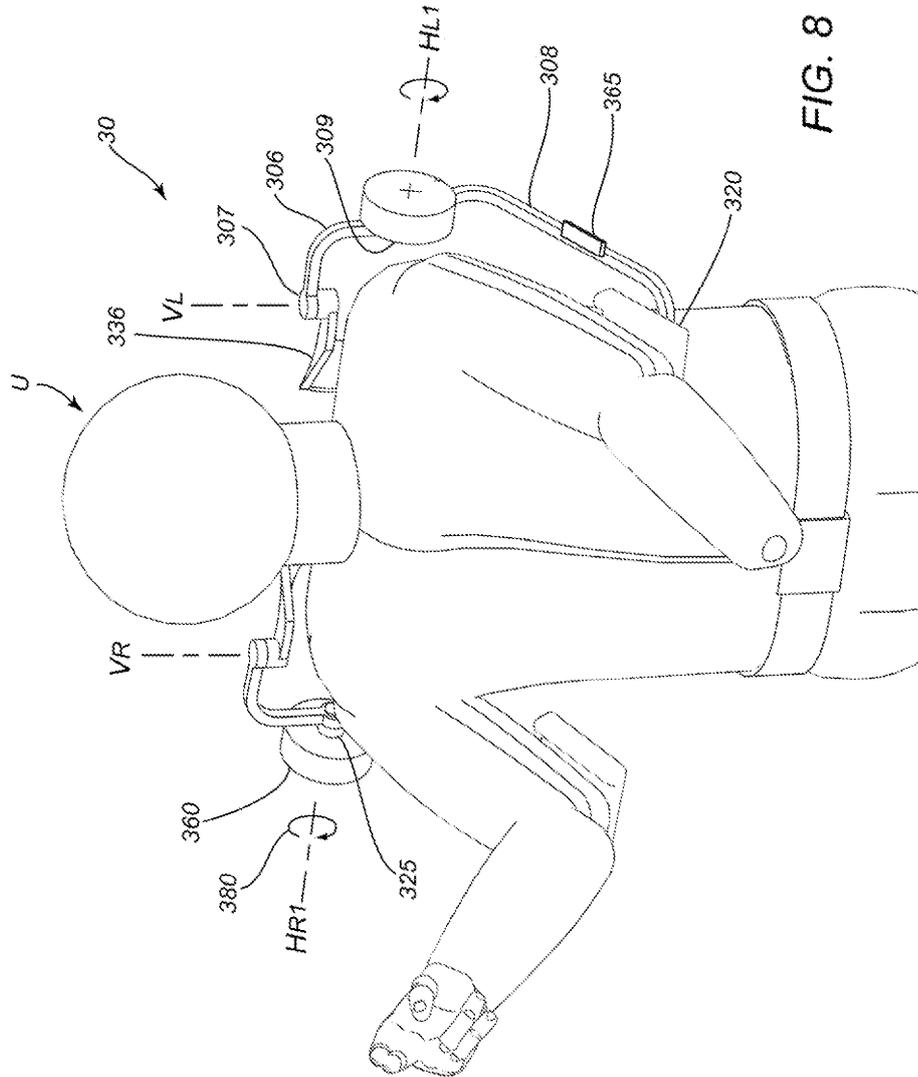
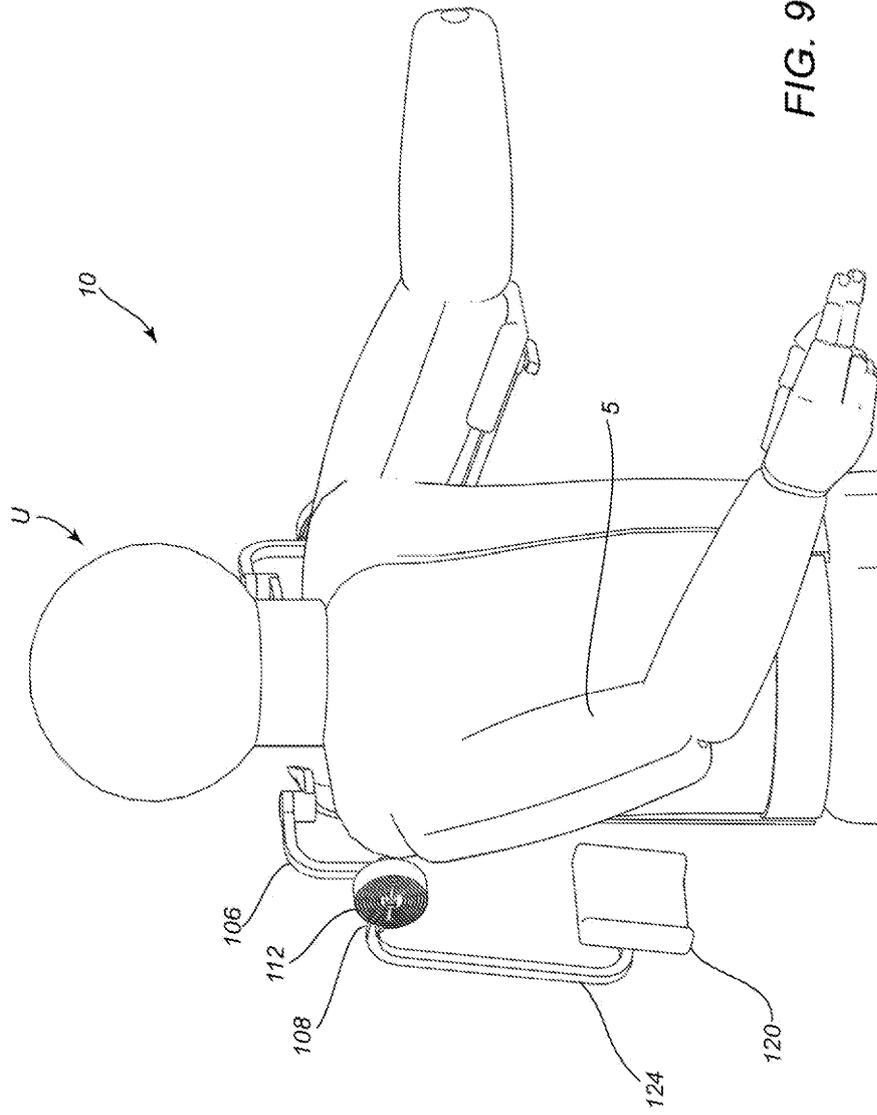
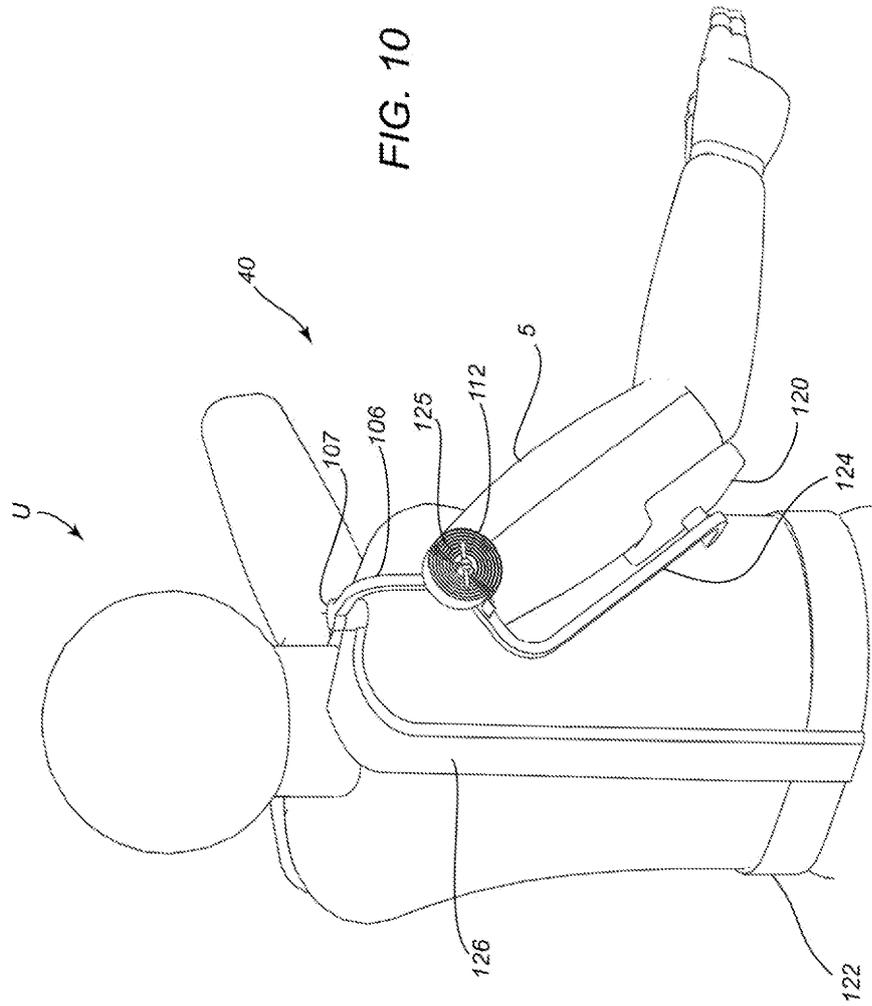
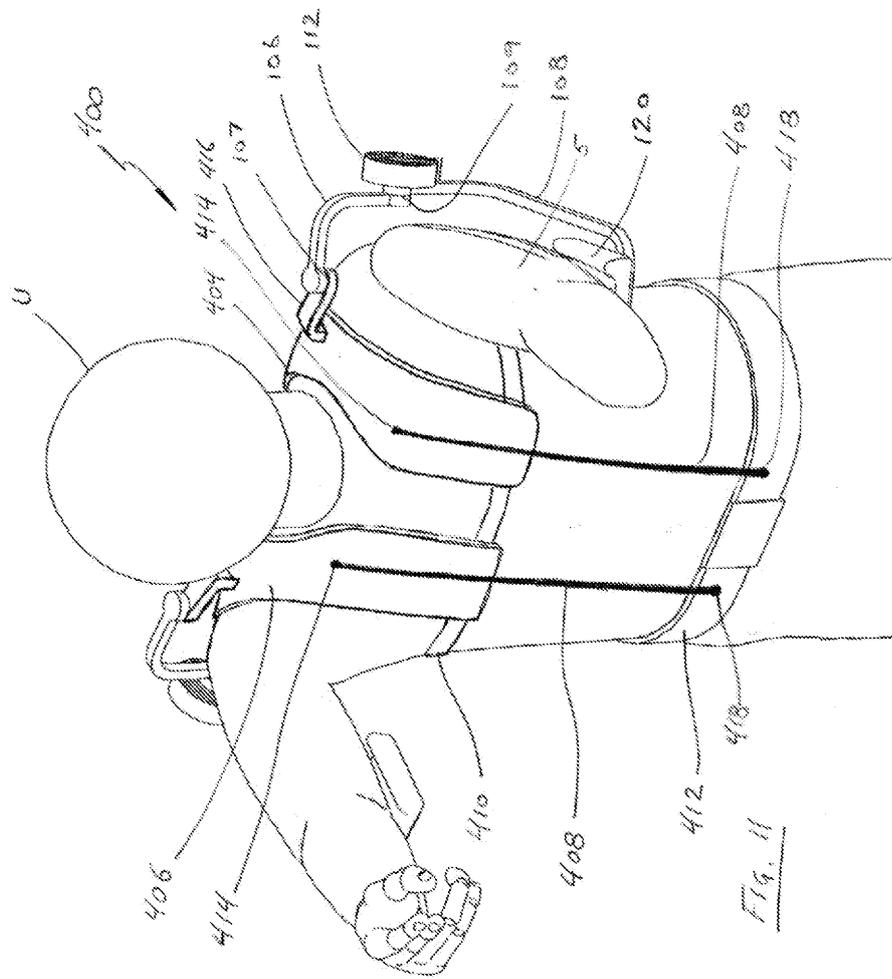


FIG. 8







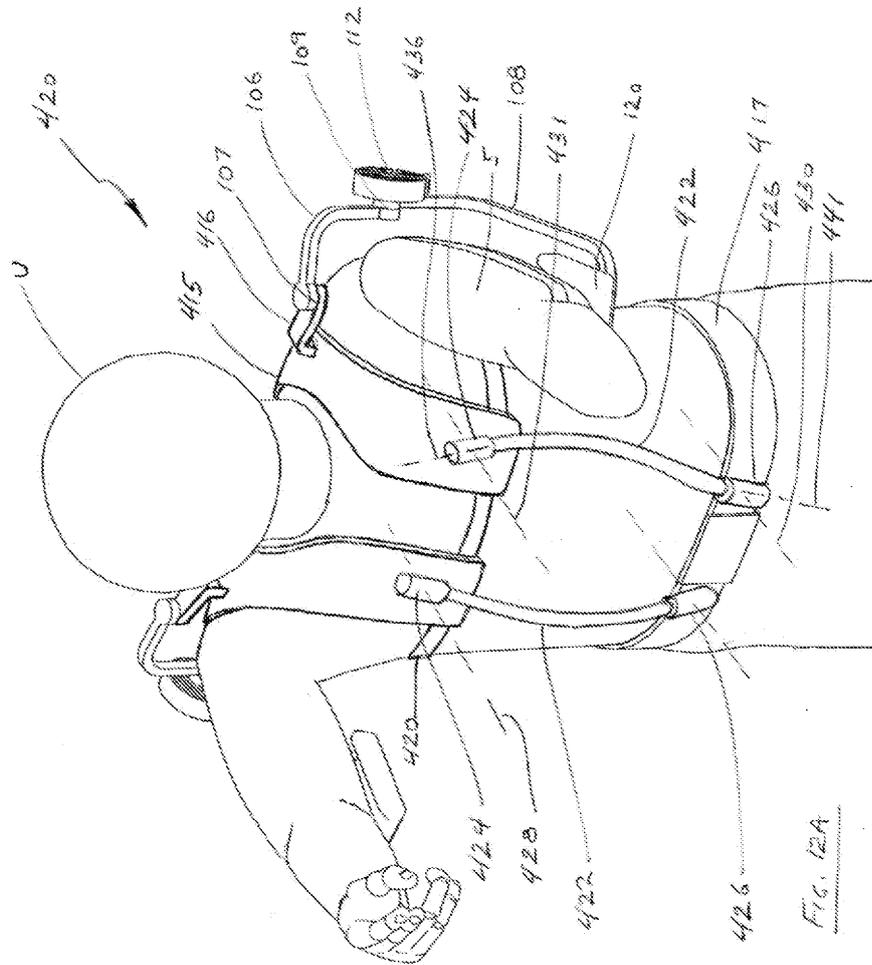
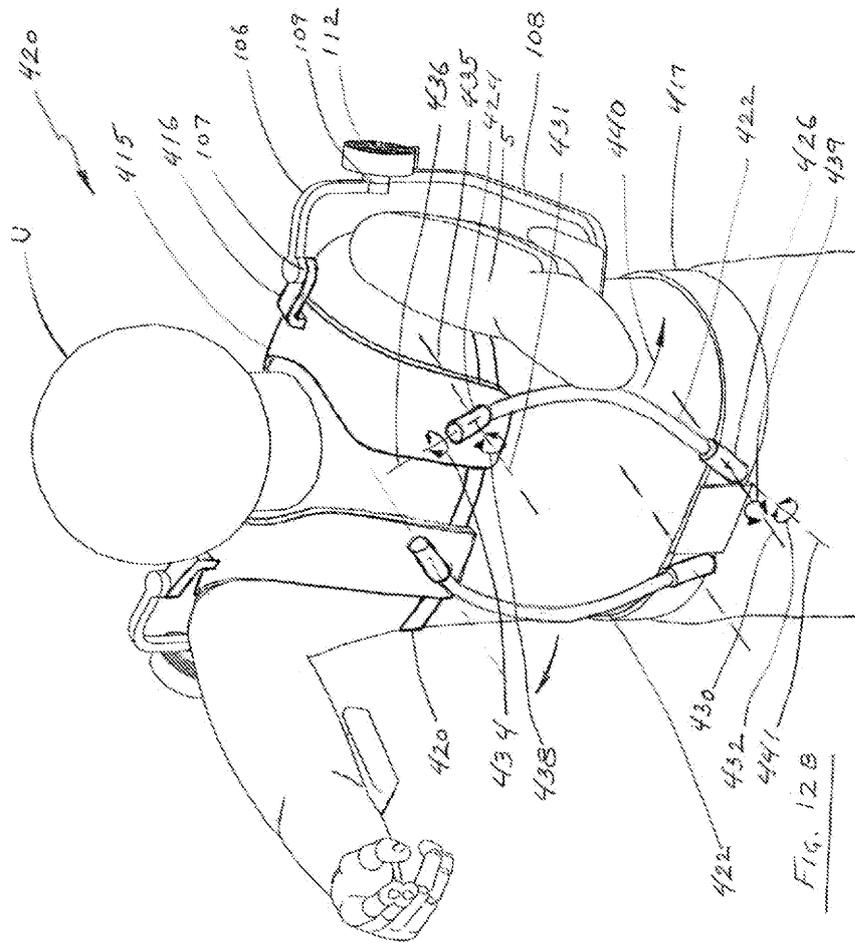
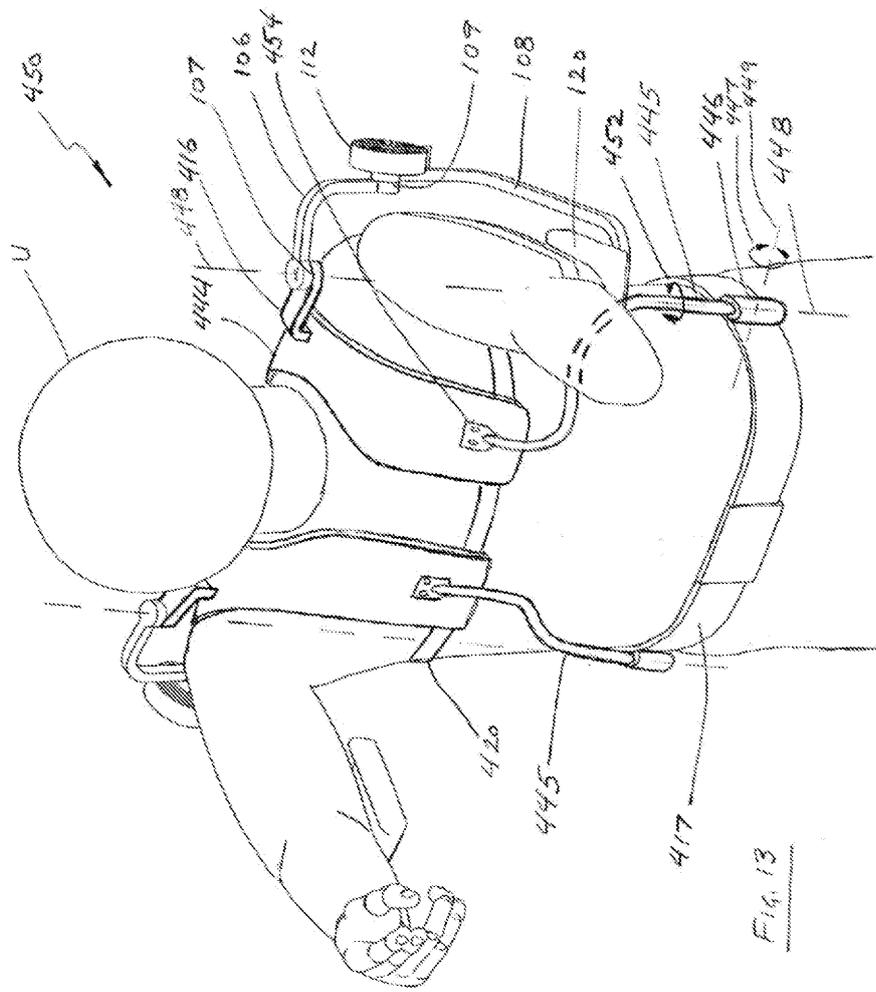


FIG. 12A





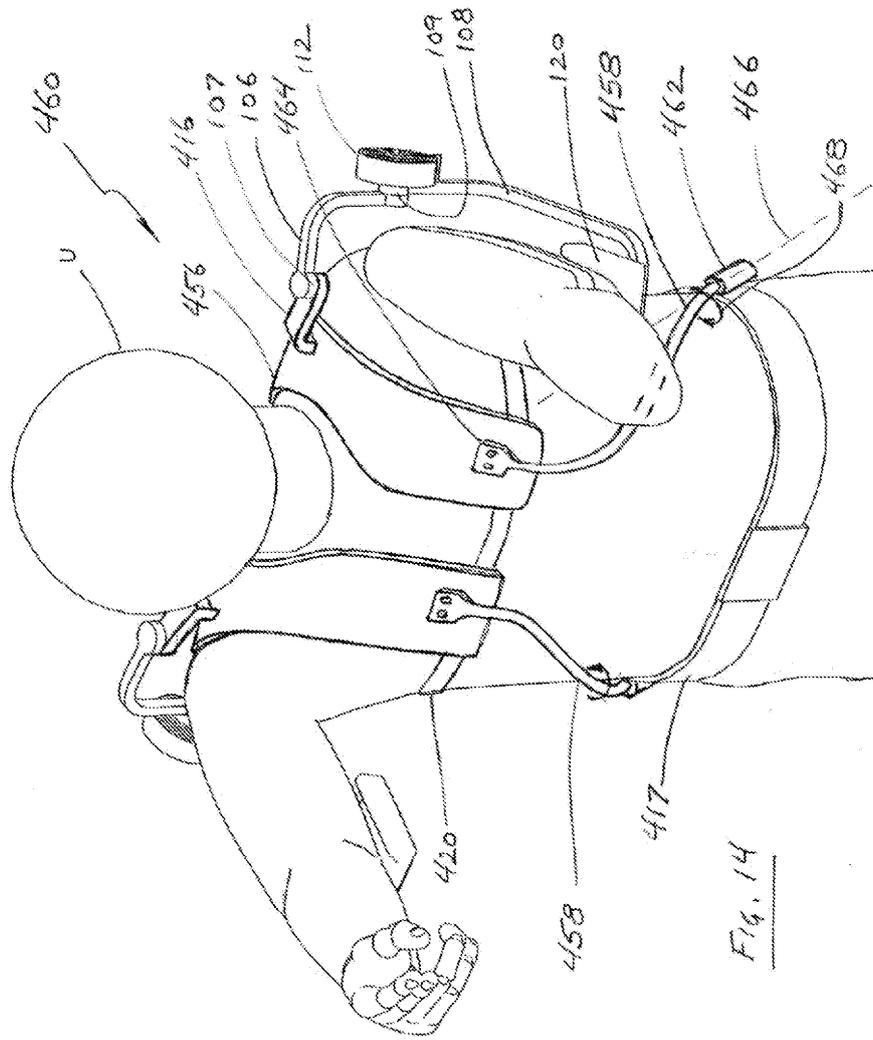
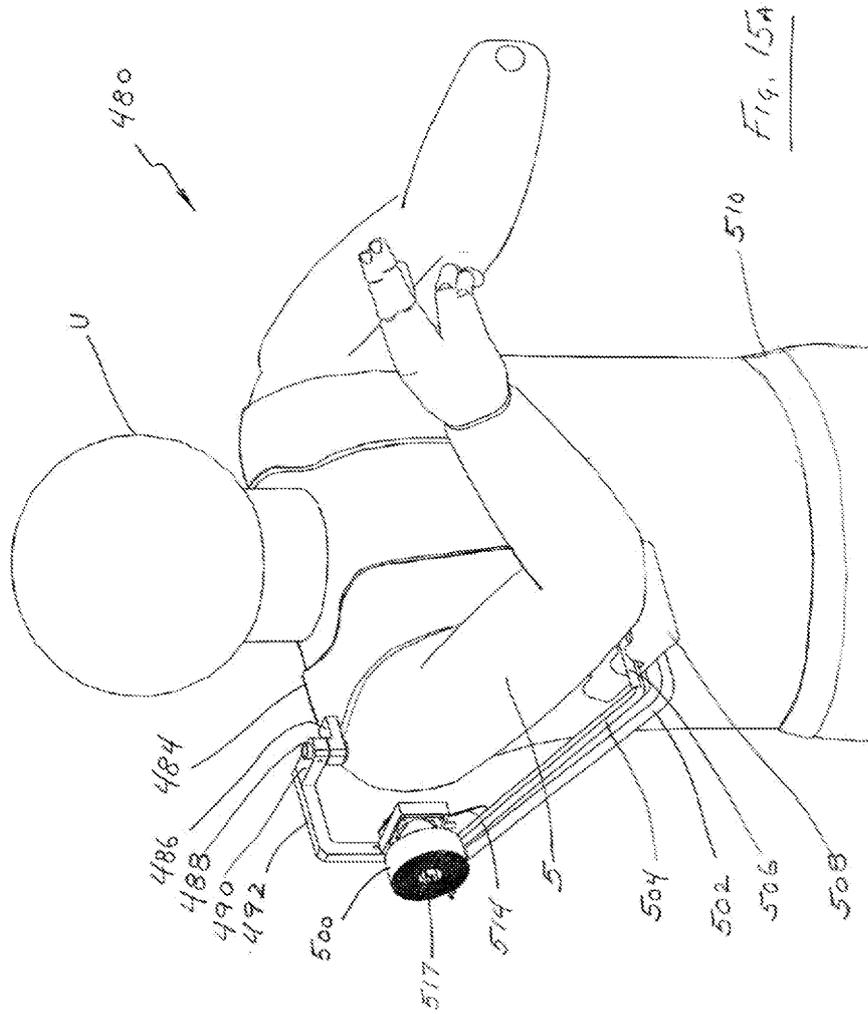


Fig. 14



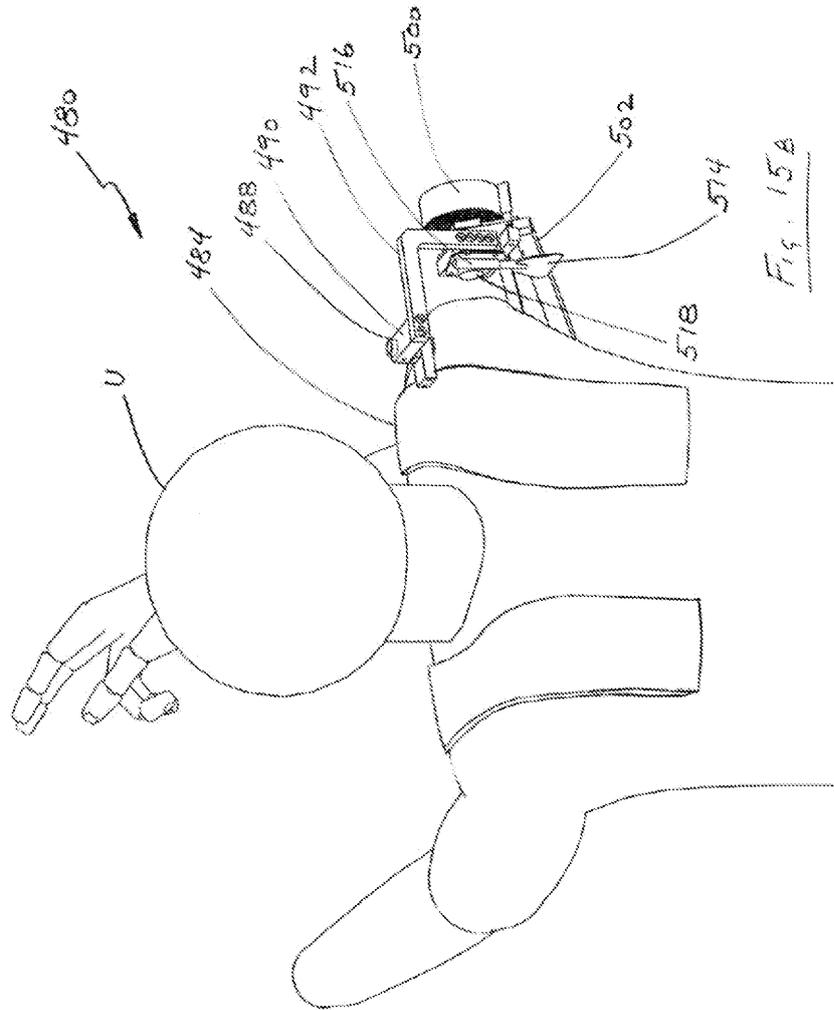
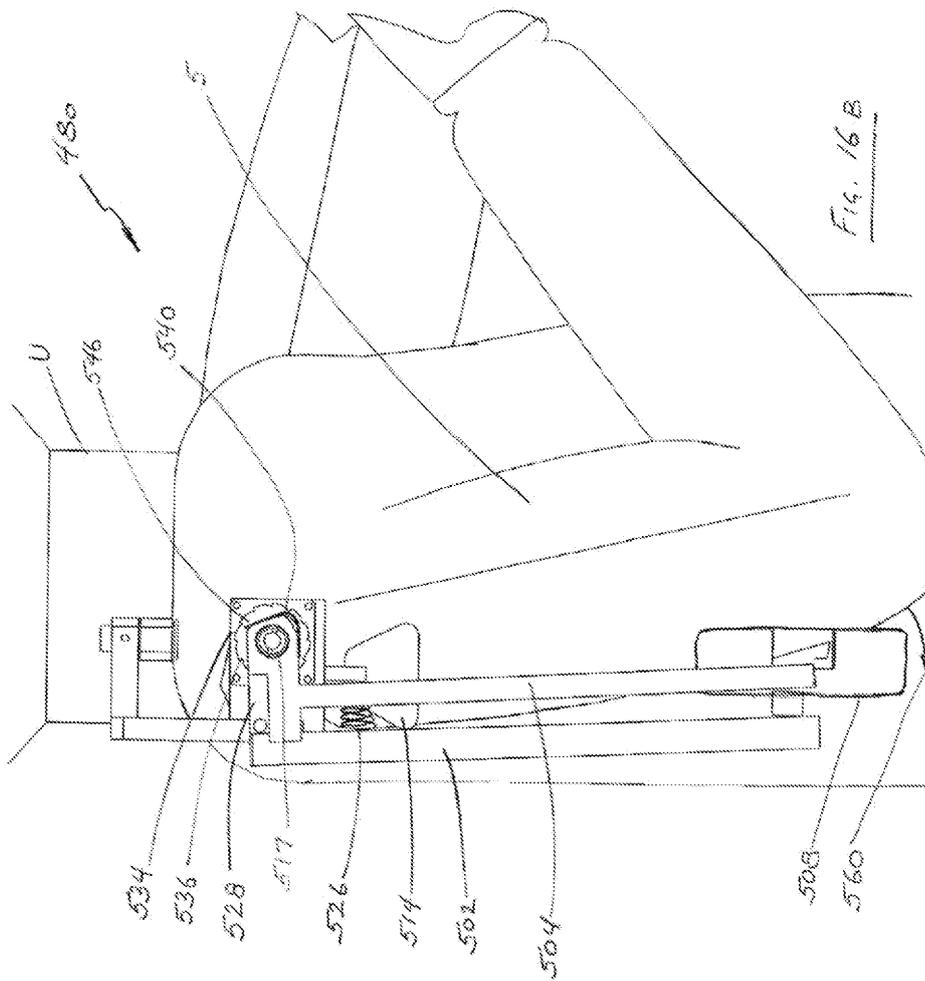
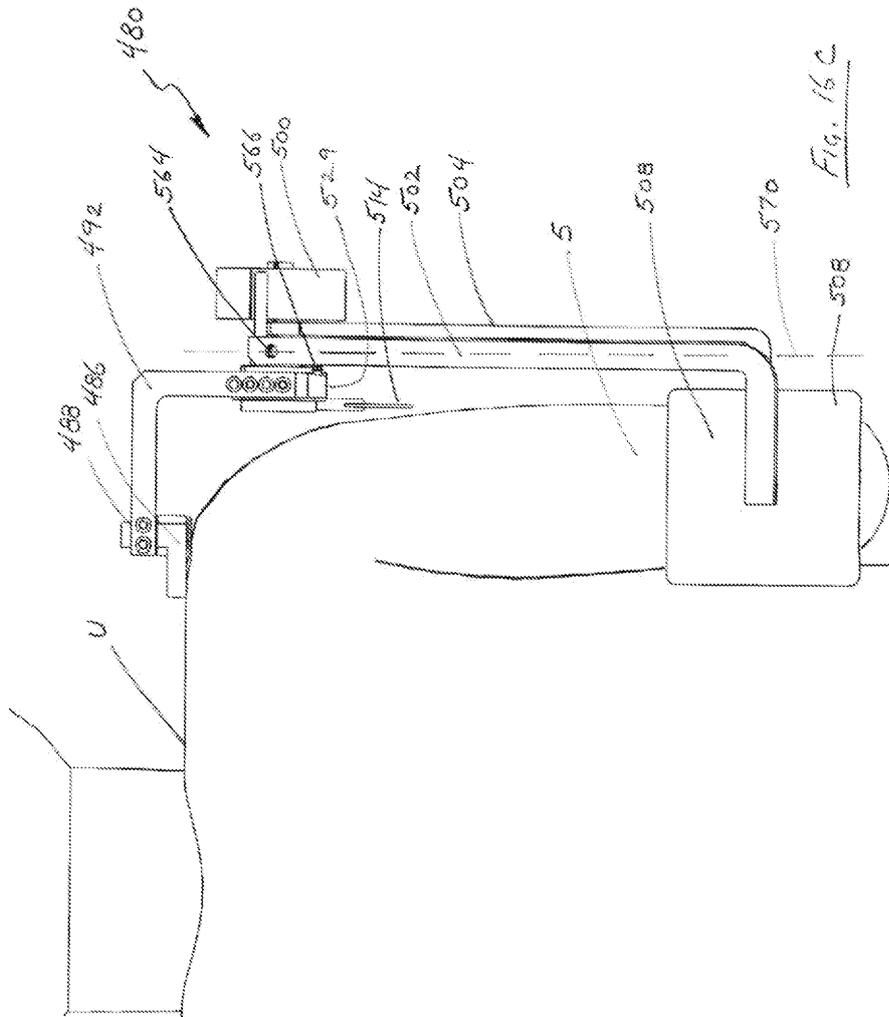


Fig. 15A





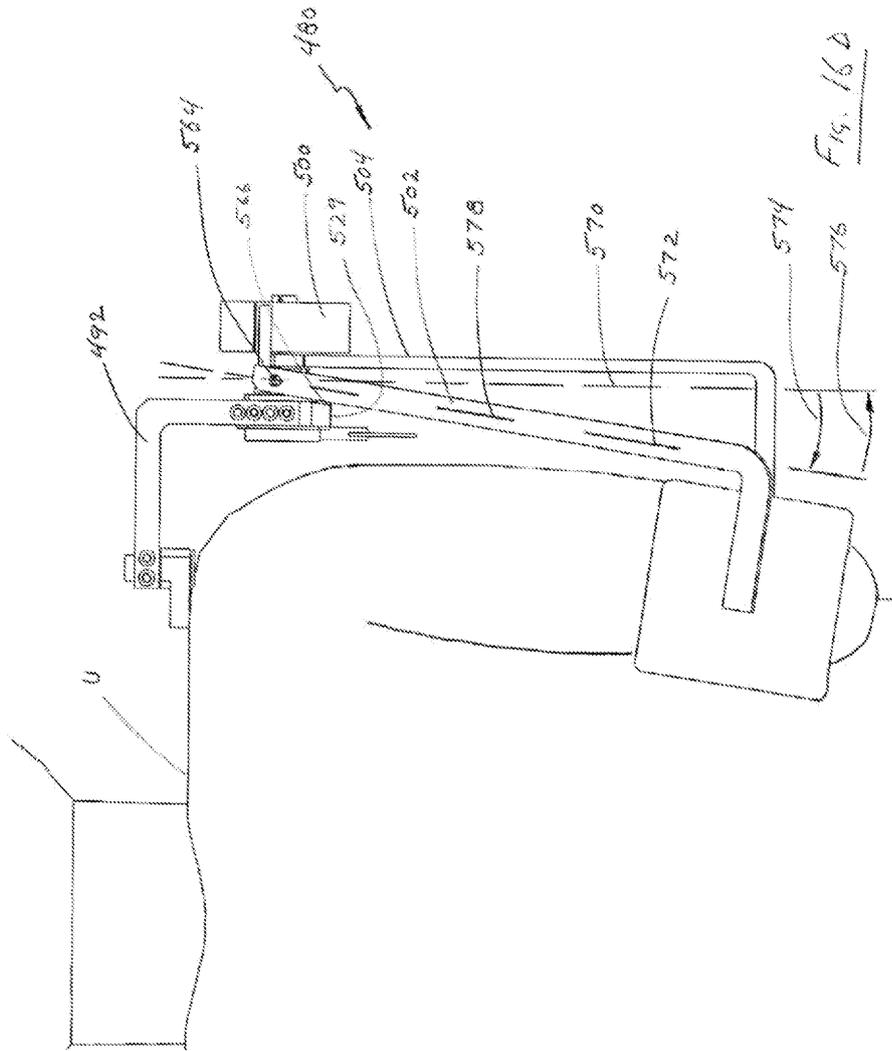
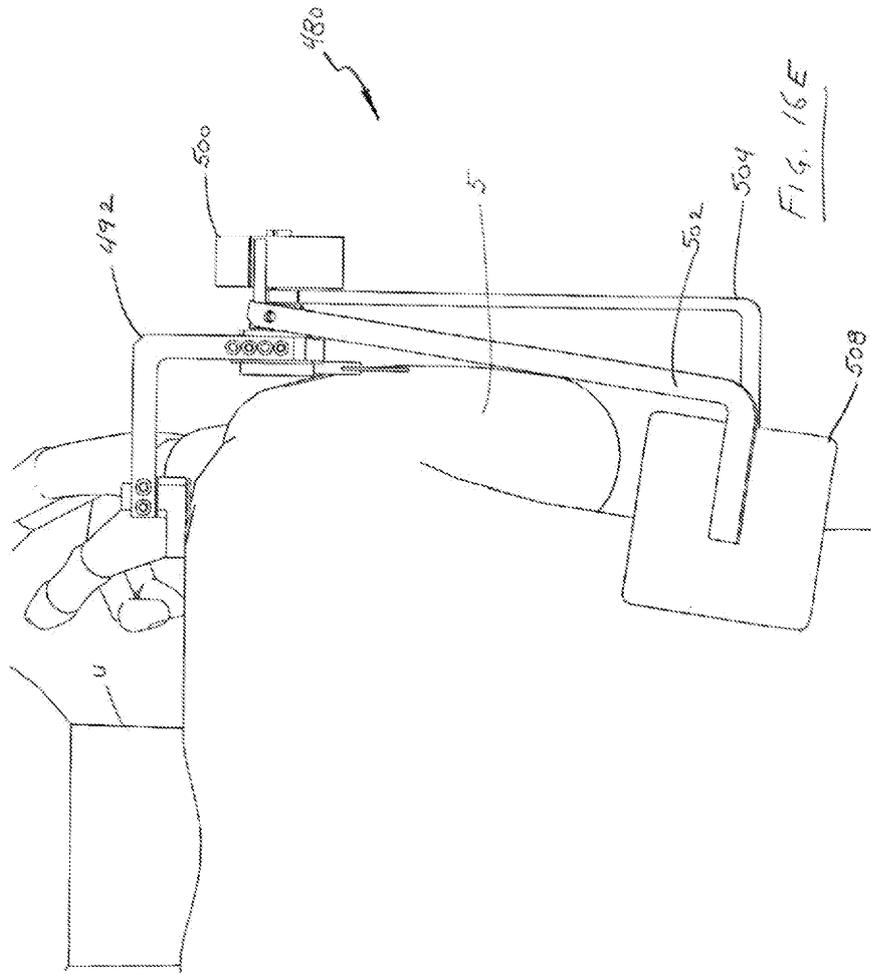
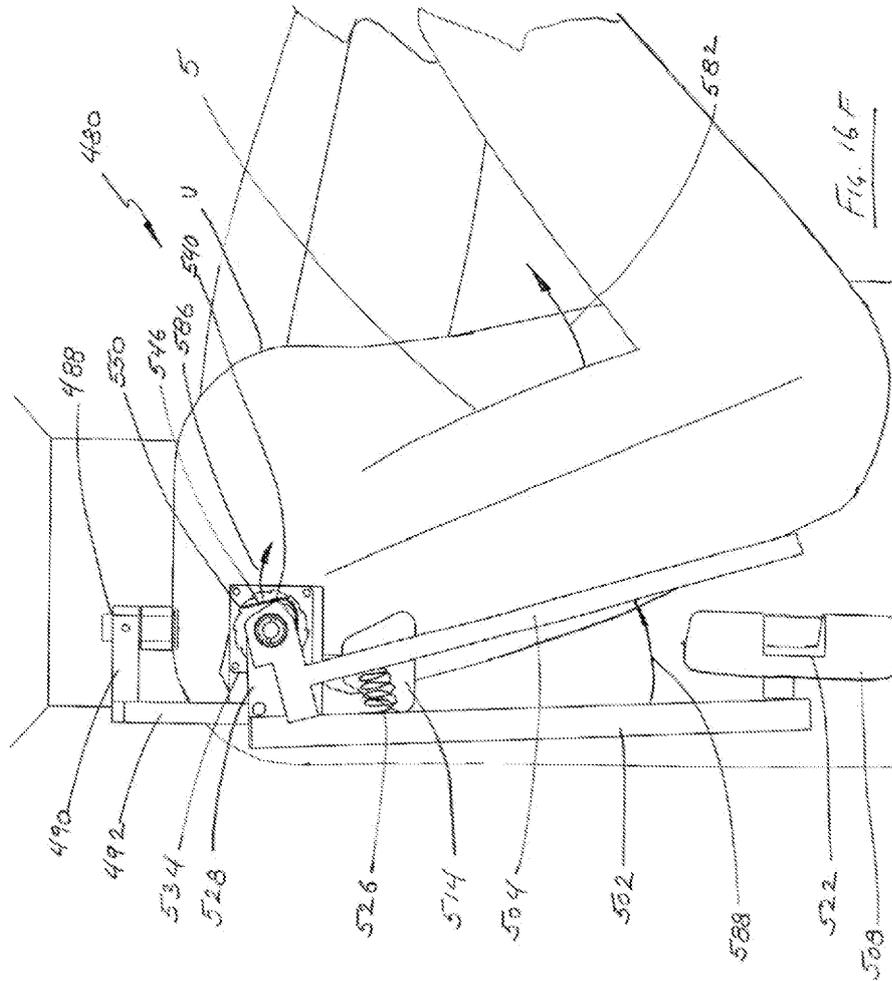
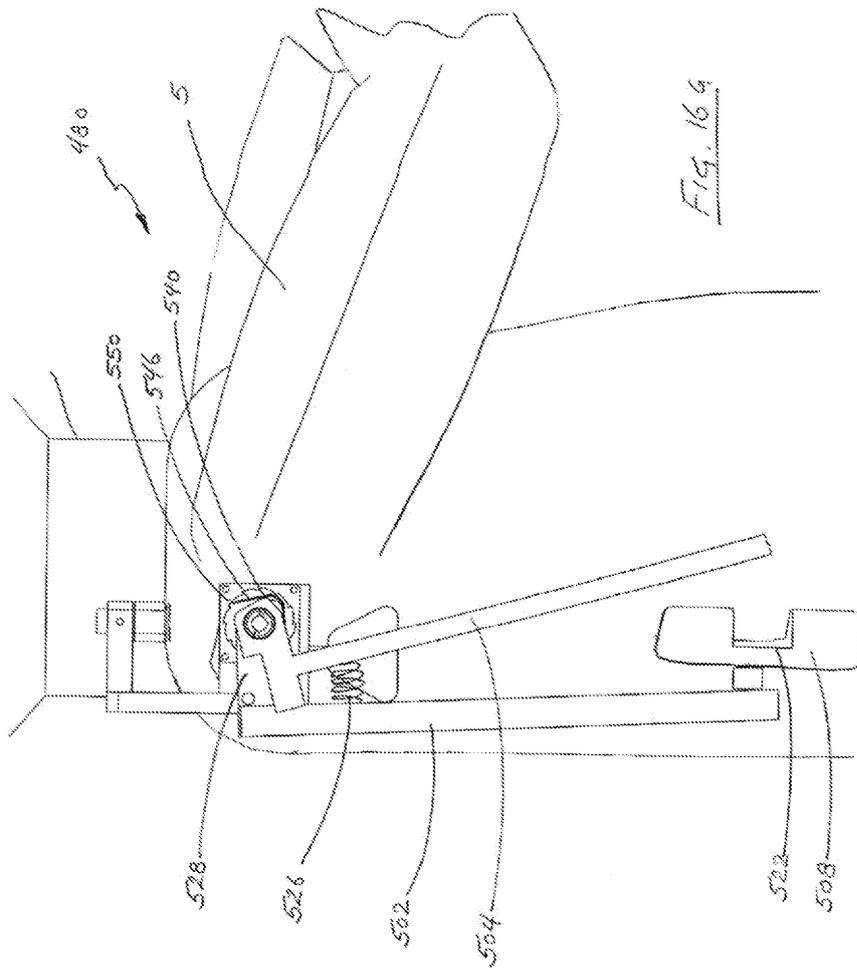
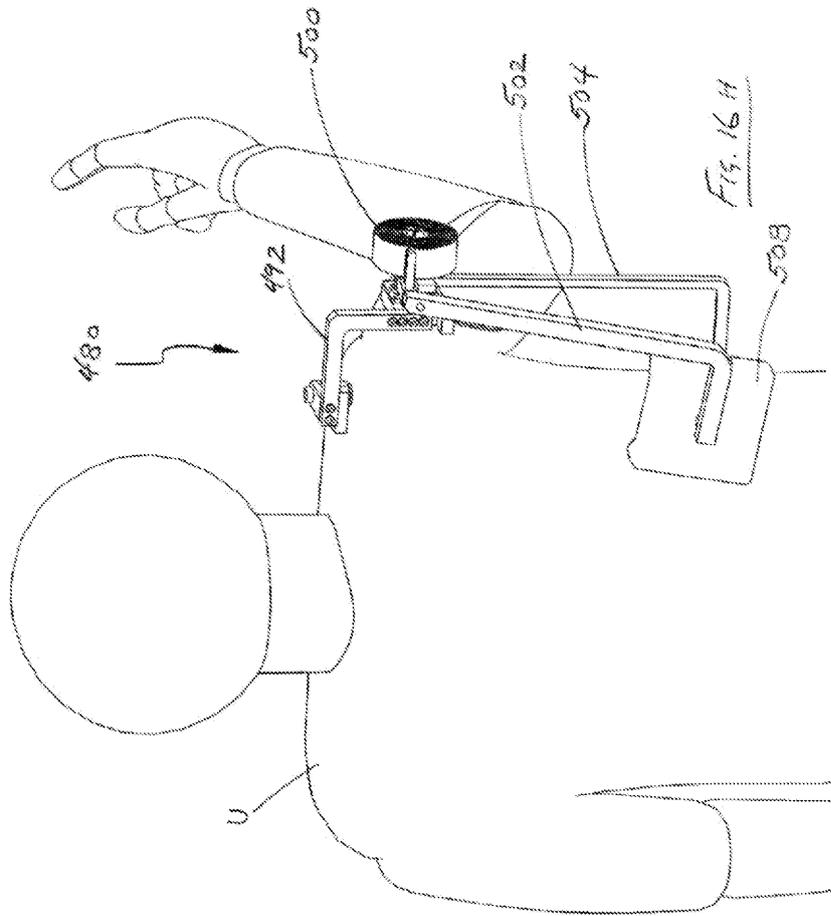


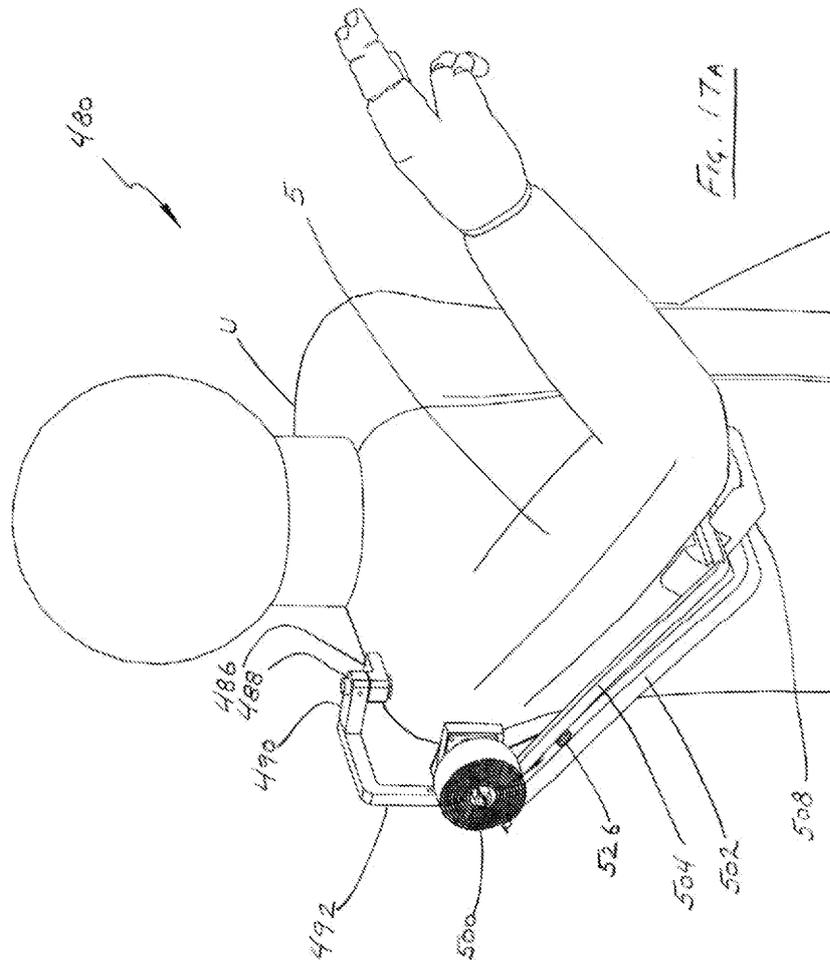
Fig. 16A

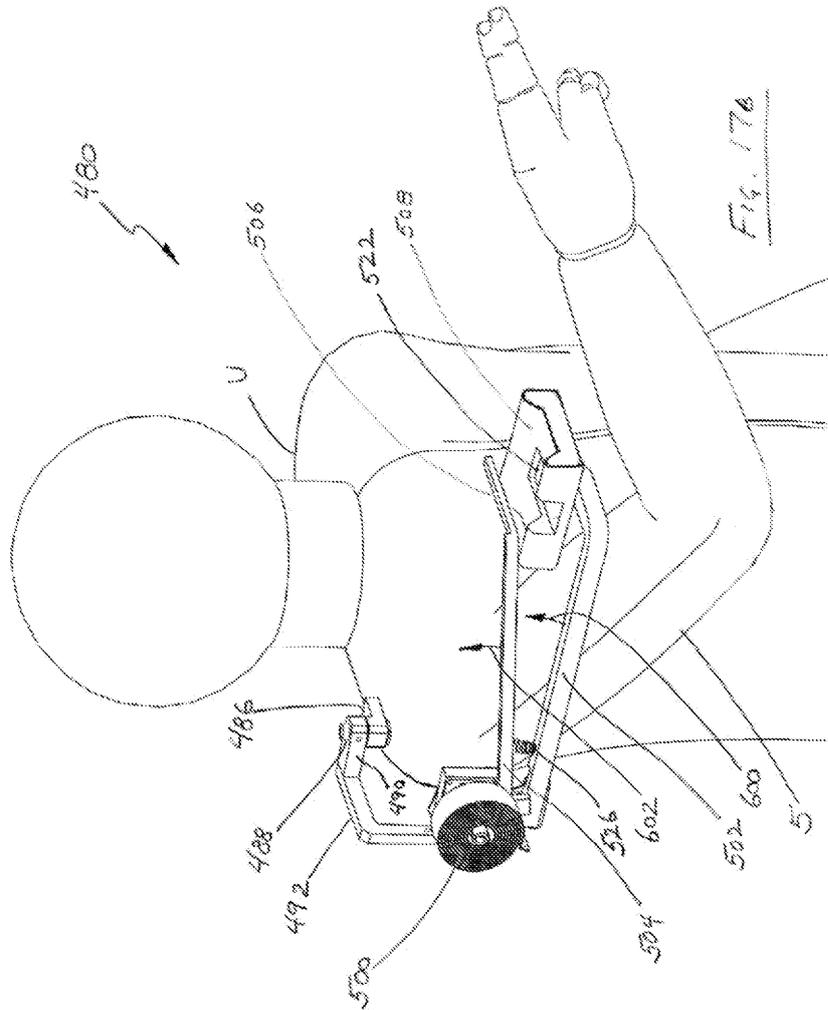


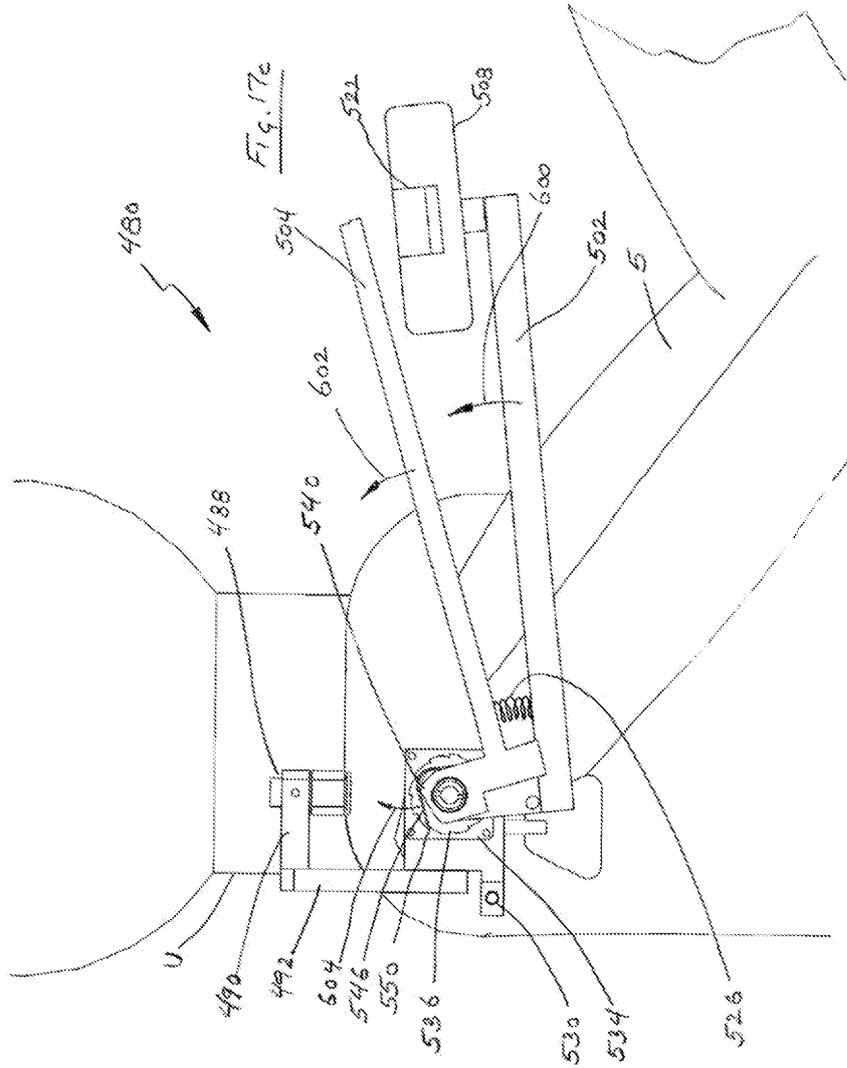


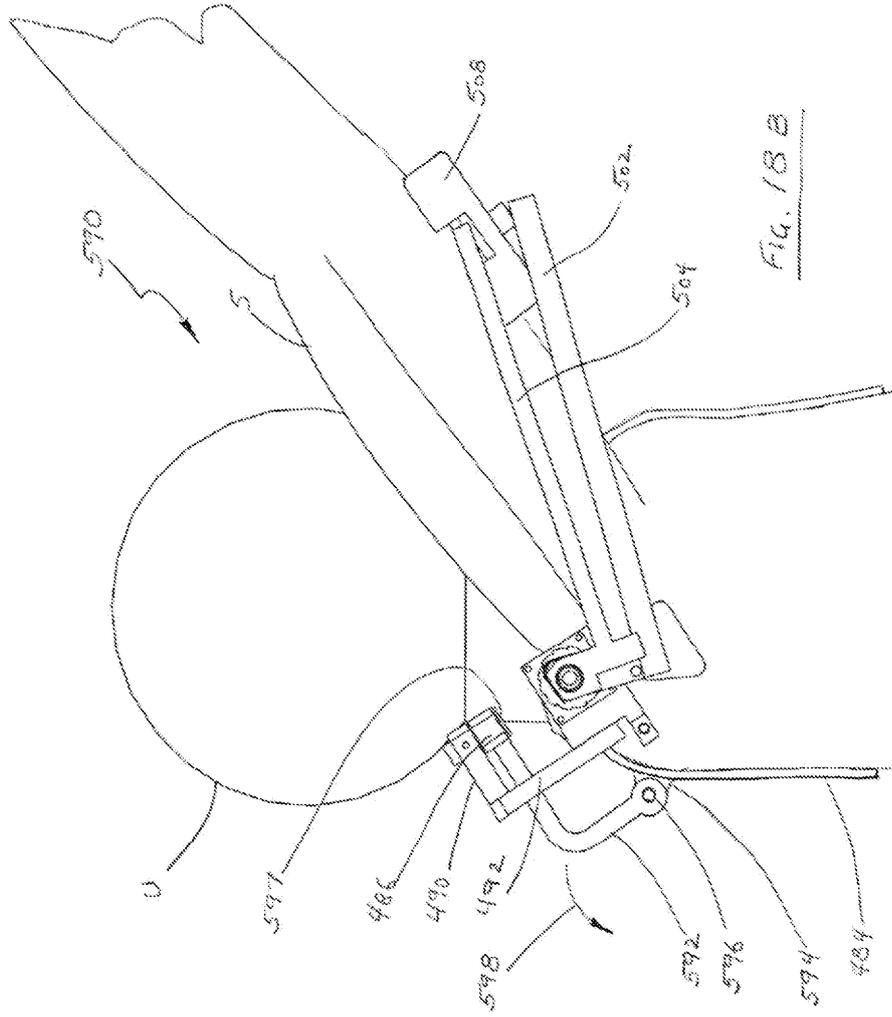












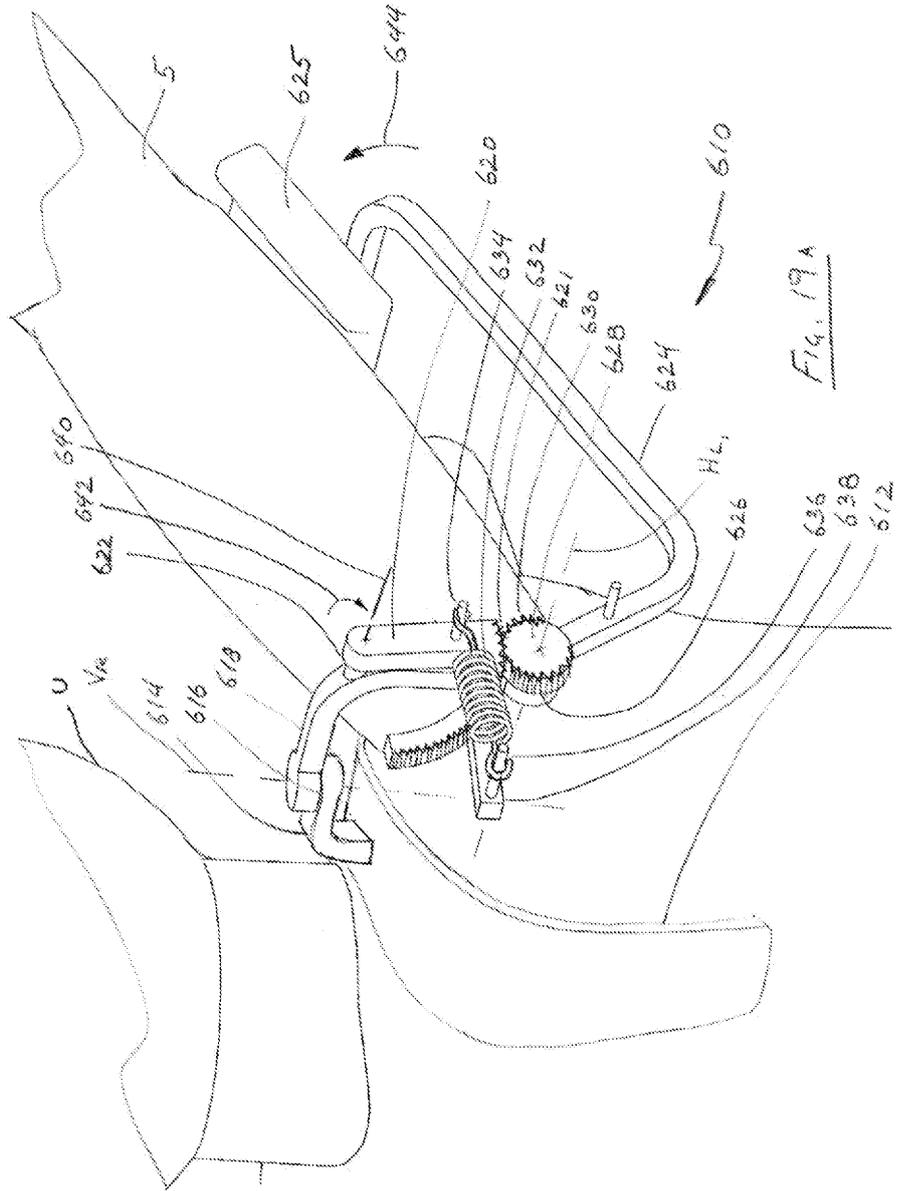
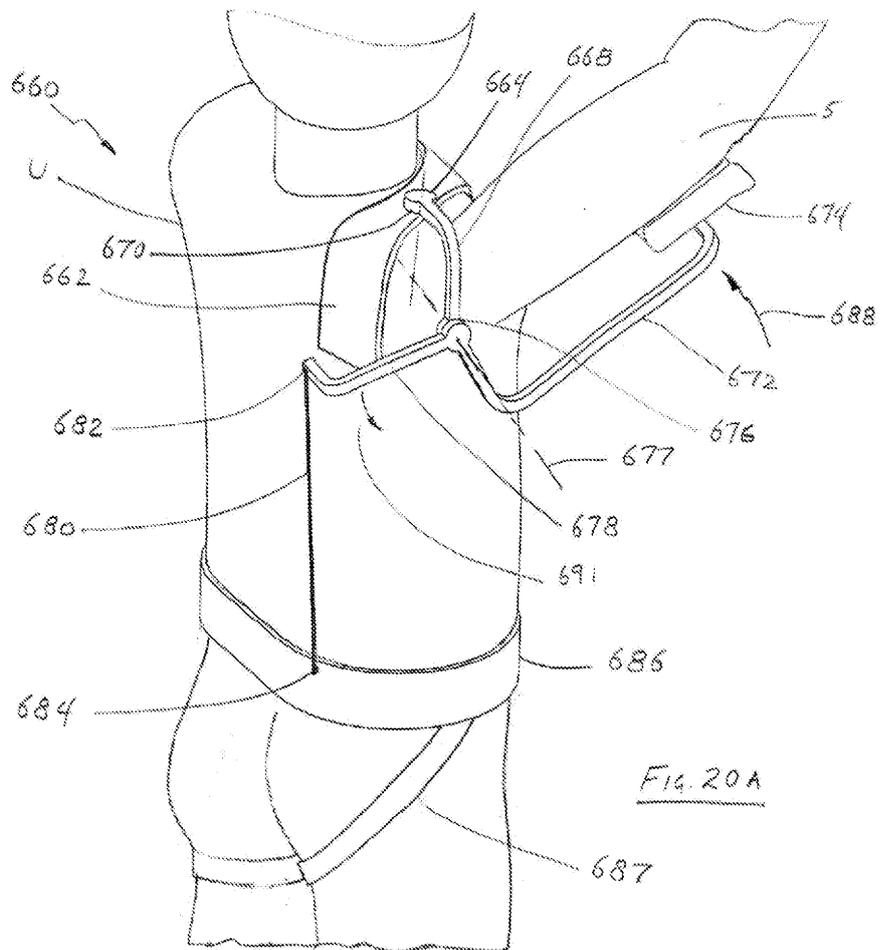
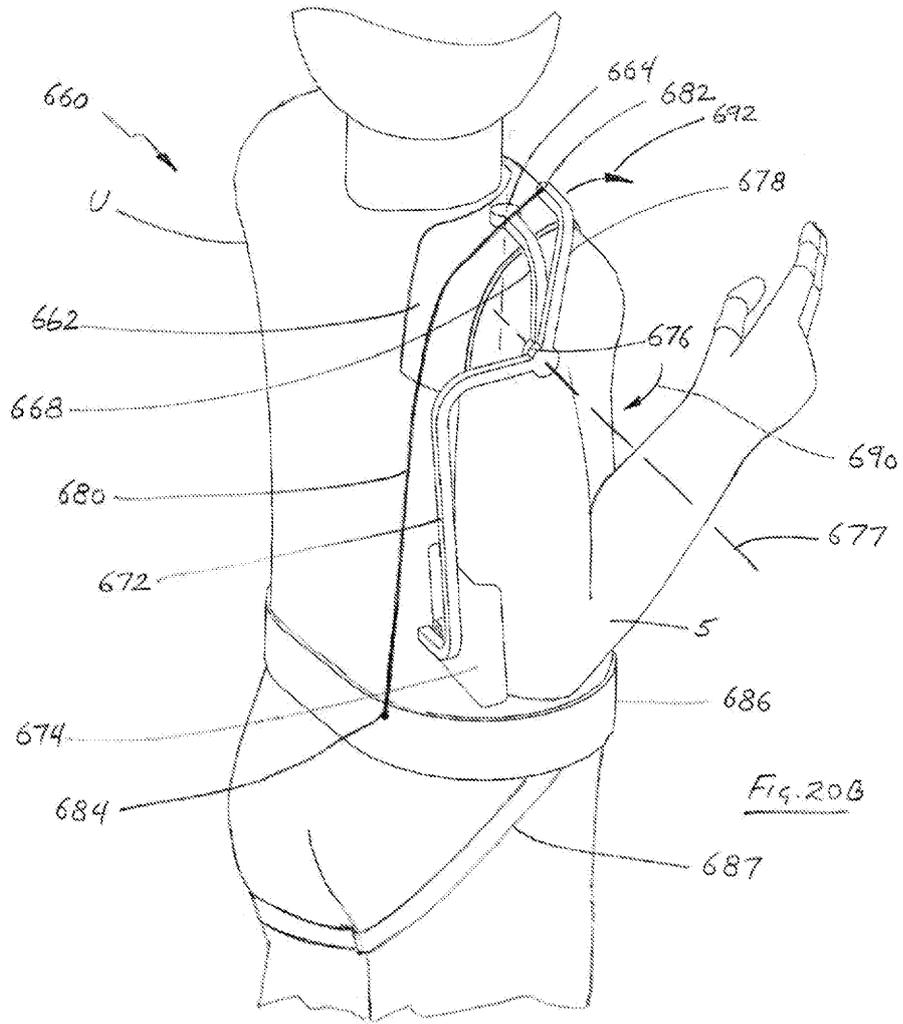


Fig. 19A





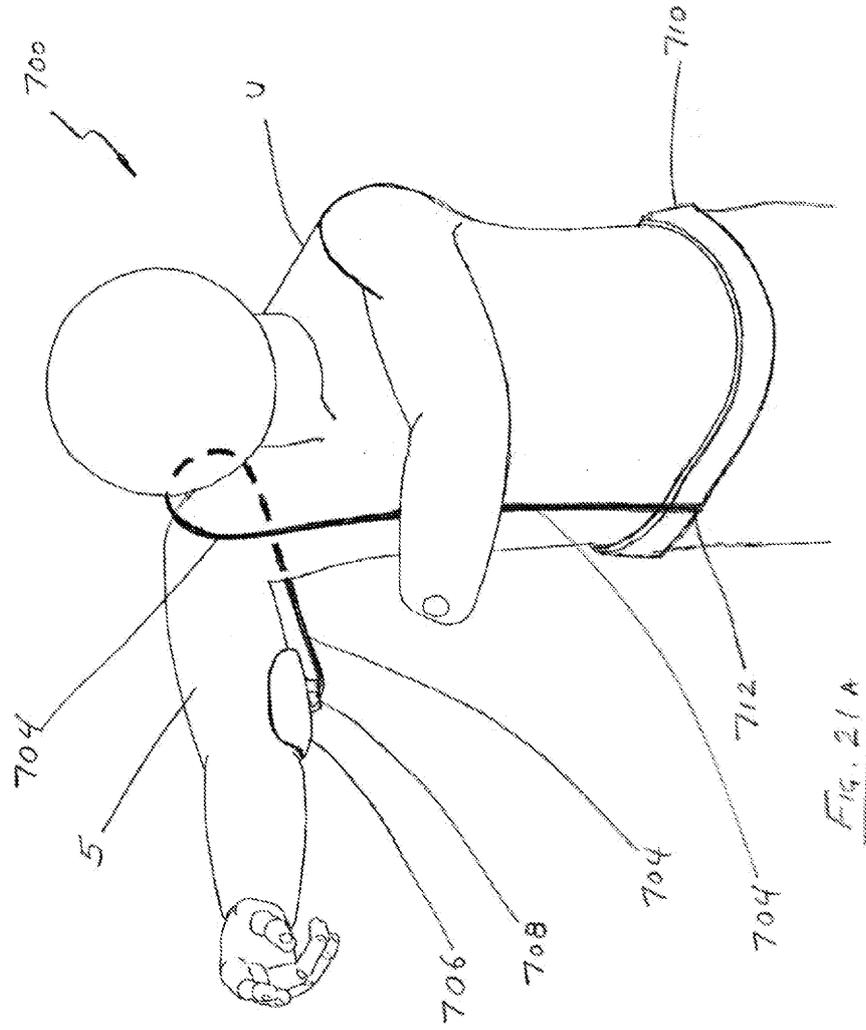


Fig. 21A

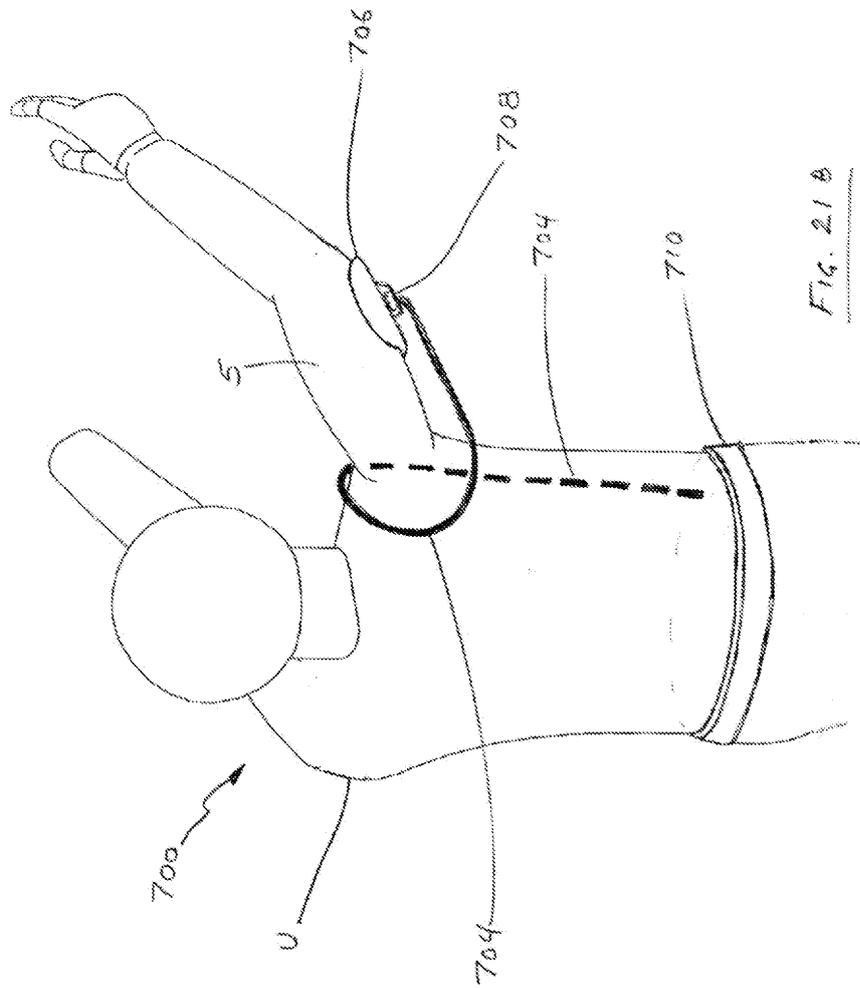


Fig. 210

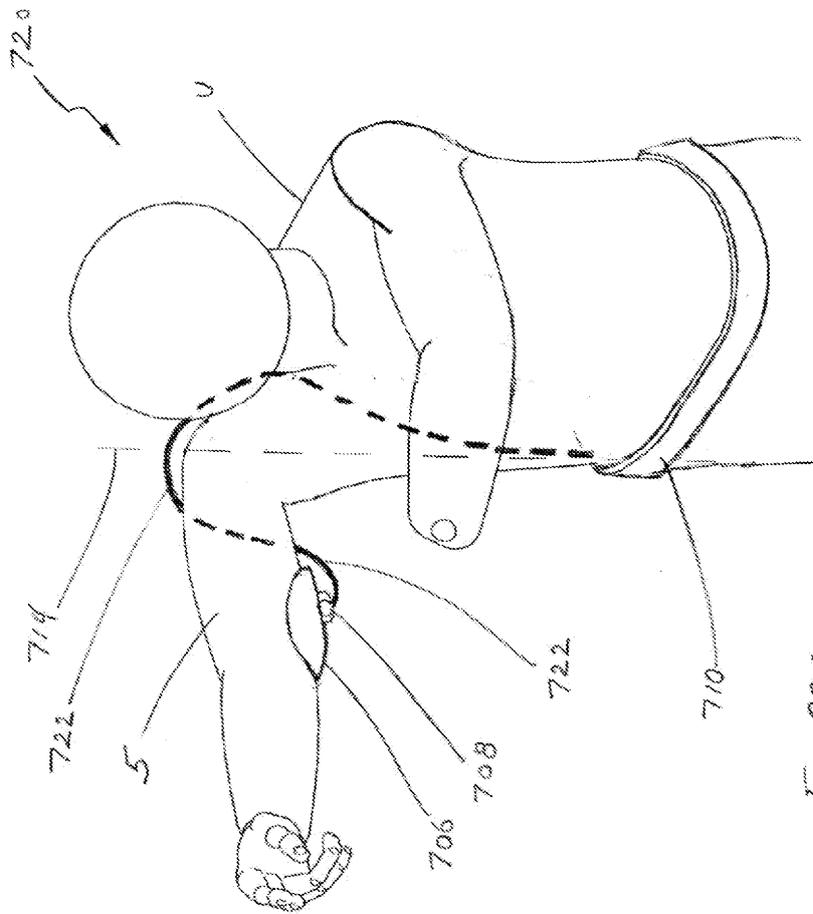


FIG. 22A

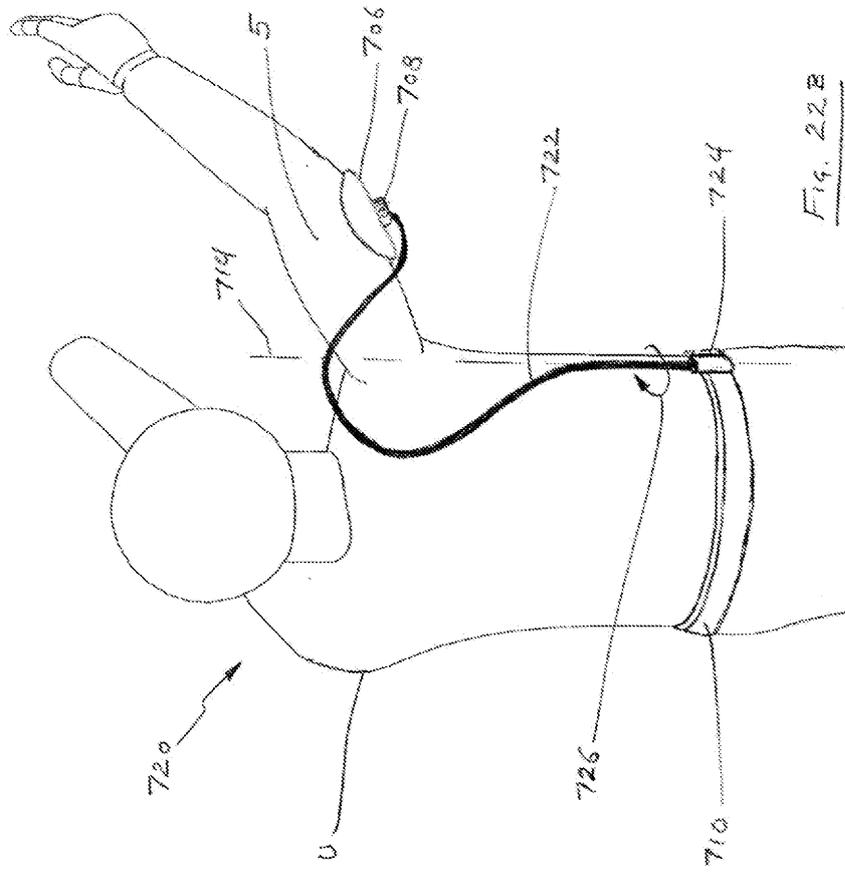


Fig. 22B