

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 286**

51 Int. Cl.:

A61H 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2017 PCT/EP2017/069228**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.02.2018 WO18020032**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2017 E 17742786 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 3490517**

54 Título: **Estructura de exoesqueleto para la asistencia al esfuerzo de un usuario**

30 Prioridad:

28.07.2016 FR 1657295

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

16.03.2021

73 Titular/es:

**SAFRAN ELECTRONICS & DEFENSE (50.0%)
18/20 Quai du Point du Jour
92100 Boulogne-Billancourt, FR y
B-TEMIA INC. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**SOUCY, FRANCISCO;
BILODEAU, KATIA;
ZOSO, NATHANIEL;
BAPTISTA, JONATHAN y
GRENIER, JORDANE**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 812 286 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

Estructura de exoesqueleto para la asistencia al esfuerzo de un usuario

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere a un subconjunto de exoesqueleto para la asistencia al esfuerzo de un usuario.

10 **Estado de la técnica**

Los exoesqueletos de asistencia al esfuerzo son unas estructuras mecánicas posicionadas en paralelo al esqueleto humano y que permiten mejorar las capacidades físicas del cuerpo humano.

Existen diferentes tipos de exoesqueletos, cuya forma y estructura dependen de las tareas a realizar por el usuario. Los dos tipos principales de exoesqueletos son los destinados a la asistencia a los movimientos del usuario por un lado, y los destinados a la desmultiplicación de las capacidades de fuerza del usuario por otro lado.

En el caso de los exoesqueletos destinados a la asistencia a los movimientos del usuario, el usuario debe transportar generalmente la estructura del exoesqueleto ya que está dispuesta sobre su cuerpo, lo cual tiene por consecuencia limitar la libertad de movimiento del usuario y generar una carga suplementaria y fatiga asociada.

Con el fin de aliviar al usuario, se conocen unas estructuras de exoesqueleto en las que una parte de la masa del exoesqueleto es transferida al suelo a través de las placas dispuestas bajo los pies del usuario y unidas al resto de la estructura.

En estas estructuras, los pies del usuario no están en contacto con el suelo, lo cual hace que la estructura resulte poco cómoda.

Además, debido a la presencia de las placas, la movilidad del usuario se reduce necesariamente. En efecto, con el fin de asegurar una transferencia de la masa del exoesqueleto hacia el suelo, estas estructuras generalmente no permiten la rotación completa o la pronosupinación del tobillo del usuario.

Esto tiene por consecuencia que este tipo de estructura no permite procurar un apoyo sobre el suelo en todas las fases de marcha y/o sobre cualquier tipo de suelo, en particular cuando el usuario camina sobre un terreno en pendiente o irregular.

El documento US 5 230 695 describe una junta pivotante para una férula de rodilla que comprende una varilla femoral y una varilla tibial, unidas entre sí por una bisagra. La bisagra comprende una hendidura curvada fijada a una de las varillas y un pasador fijado a la otra varilla y deslizante en el interior de la hendidura. La junta pivotante comprende asimismo un anillo de caucho que permite o se opone, según la posición del pasador, al deslizamiento del pasador en la hendidura en el sentido de hiperextensión de la rodilla.

Resumen de la invención

Un objetivo de la invención es proponer una solución para aliviar al usuario de las cargas que lleva, ya sea la carga generada por la estructura del propio exoesqueleto, por unos elementos externos que pueden estar asociados a la estructura del exoesqueleto (por ejemplo una mochila) o el propio peso del usuario, presentando al mismo tiempo una mejor comodidad y una mejor movilidad.

Este objetivo se alcanza en el marco de la presente invención gracias a un subconjunto de exoesqueleto que comprende:

- una primera pieza de exoesqueleto,
- una segunda pieza de exoesqueleto,
- un conjunto de unión que une la primera pieza de exoesqueleto a la segunda pieza de exoesqueleto, comprendiendo el conjunto de unión una guía montada fija con respecto a una de entre la primera pieza y la segunda pieza, y un pasador montado fijo con respecto a la otra de entre la primera pieza y la segunda pieza, estando el pasador montado de manera deslizante en el interior de la guía entre una primera posición extrema y una segunda posición extrema.

El conjunto de unión comprende además un dispositivo de limitación dispuesto para permitir la rotación del pasador con respecto a la guía cuando el pasador está en la primera posición extrema, y para oponerse a la rotación del pasador con respecto a la guía cuando el pasador está en la segunda posición extrema.

El dispositivo de limitación comprende un elemento elástico con el que se acopla la primera pieza de exoesqueleto cuando el pasador está en la segunda posición extrema, ejerciendo el elemento elástico sobre la primera pieza de exoesqueleto una fuerza de retorno elástico que tiende a oponerse a una rotación relativa entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto tanto en un primer sentido de rotación como en un segundo sentido de rotación, opuesto al primer sentido de rotación.

Dicho subconjunto de exoesqueleto se puede utilizar de manera que:

- cuando el subconjunto no está cargado, el pasador se encuentre en la primera posición extrema, permitiendo el dispositivo de limitación una rotación relativa entre la primera pieza del exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto, permitiendo así una libertad de movimiento entre las dos piezas,
- cuando el subconjunto está cargado, el pasador se encuentre en la segunda posición extrema, oponiéndose el dispositivo de limitación a la rotación relativa entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto, permitiendo así una transferencia de esfuerzo entre la primera pieza y la segunda pieza.

Cuando el pasador está en la segunda posición, el dispositivo de limitación se opone a una rotación relativa entre la primera pieza y la segunda pieza a través de la pieza elástica. Por ello, el dispositivo de limitación permite una cierta rotación entre la primera pieza y la segunda pieza, generando al mismo tiempo una fuerza de retorno que se opone a este movimiento con el fin de asegurar la transferencia de esfuerzo entre la primera pieza y la segunda pieza. Esta característica procura al usuario una mejor comodidad en sus movimientos.

Una de entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto es por ejemplo una pieza apropiada para ser fijada a una pierna del usuario y la otra de entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto es una pieza apropiada para ser fijada al pie del usuario.

El conjunto de unión entre las dos piezas de exoesqueleto está colocado entonces en paralelo a la articulación de tobillo del usuario.

Durante el ciclo de marcha, el pasador es desplazado alternativamente desde la primera posición a la segunda posición (cuando el usuario coloca el pie en el suelo: carga) y desde la segunda posición a la primera posición (cuando el usuario levanta el pie del suelo: descarga).

Cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema (pie levantado), el conjunto de unión permite una rotación de la segunda pieza con respecto a la primera pieza causada por un movimiento del pie con respecto a la pierna del usuario.

Cuando el pasador se encuentra en la segunda posición extrema (pie apoyado sobre el suelo), el conjunto de unión se opone a la rotación de la segunda pieza con respecto a la primera pieza, de manera que se transfiera la carga soportada por el exoesqueleto hacia el suelo y que se soporte la totalidad o parte del par ejercido sobre el tobillo del usuario.

En un primer modo de realización de la invención, el conjunto de unión está dispuesto entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto de manera que, cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema, el conjunto de unión permita una rotación de la segunda pieza de exoesqueleto con respecto a la primera pieza de exoesqueleto causada por el movimiento de flexión/extensión del pie con respecto a la pierna.

En un segundo modo de realización, el conjunto de unión está dispuesto entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto de manera que, cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema, el conjunto de unión permita una rotación de la segunda pieza de exoesqueleto con respecto a la primera pieza de exoesqueleto causada por un movimiento de eversión/inversión del pie con respecto a la pierna.

El subconjunto de exoesqueleto puede presentar además las características siguientes:

- la guía comprende una abertura oblonga dispuesta en la primera pieza de exoesqueleto,
- el pasador presenta una forma cilíndrica de revolución,
- el elemento elástico está dispuesto entre las dos piezas del exoesqueleto,
- el elemento elástico está montado fijo con respecto a la segunda pieza de exoesqueleto,
- el elemento elástico es un bloque de material elástico,
- la primera pieza de exoesqueleto presenta un saliente, y el elemento elástico presenta un rehundido en el que es recibido el saliente cuando el pasador está en la segunda posición extrema,

- el saliente presenta una forma complementaria a la forma del rehundido,
- el saliente presenta una forma general de punta y el rehundido presenta una forma general de V,
- la primera pieza de exoesqueleto presenta un hueco, y el elemento elástico presenta un abombamiento apropiado para ser recibido en el hueco cuando el pasador está en la segunda posición extrema,
- el elemento elástico presenta una o varias partes apropiadas para ser comprimidas entre las dos piezas de exoesqueleto cuando el pasador está en la segunda posición extrema, en caso de rotación relativa entre la primera pieza de exoesqueleto y la segunda pieza de exoesqueleto,
- el elemento elástico comprende un resorte dispuesto para ejercer una fuerza de retorno sobre la otra pieza de exoesqueleto, oponiéndose la fuerza de retorno ejercida por el resorte a la rotación del pasador con respecto a la guía cuando el pasador está en la segunda posición extrema,
- el resorte comprende una o varias láminas flexibles, teniendo cada lámina un extremo fijado a una de las dos piezas de exoesqueleto, estando la o las láminas dispuestas de manera que la rotación del pasador con respecto a la guía tenga por efecto que la otra pieza de exoesqueleto solicite la o las láminas en flexión.

La invención se refiere además a una estructura de exoesqueleto que comprende un subconjunto tal como el definido anteriormente.

Presentación de los dibujos

Otras características y ventajas se desprenderán también de la descripción siguiente, que es puramente ilustrativa y no limitativa y debe ser leída con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la figura 1 representa de manera esquemática, en vista frontal, un usuario equipado con una estructura de exoesqueleto,
- la figura 2 representa de manera esquemática un subconjunto de la estructura de exoesqueleto de acuerdo con un primer modo de realización de la invención,
- la figura 3 representa de manera esquemática un subconjunto de la estructura de exoesqueleto de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención,
- las figuras 4A y 4B representan de manera esquemática un primer ejemplo de conjunto de unión cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema y cuando el pasador se encuentra en la segunda posición extrema, respectivamente,
- las figuras 5A y 5B representan de manera esquemática un segundo ejemplo de conjunto de unión cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema y cuando el pasador se encuentra en la segunda posición extrema respectivamente,
- la figura 6 representa de manera esquemática un tercer ejemplo de conjunto de unión,
- las figuras 7A y 7B representan de manera esquemática el tercer ejemplo de conjunto de unión cuando el pasador se encuentra en la primera posición extrema y cuando el pasador se encuentra en la segunda posición extrema respectivamente.

Descripción detallada de un modo de realización

En la figura 1, la estructura de exoesqueleto 1 representada comprende un cinturón lumbar 2, un primer conjunto mecánico 3 y un segundo conjunto mecánico 4.

El cinturón lumbar 2 es apropiado para rodear la parte baja del tronco del usuario. El primer conjunto mecánico 3 es apropiado para ser unido a una primera extremidad inferior del usuario (pierna derecha) para asistir al movimiento de la primera extremidad inferior al caminar o al correr. El segundo conjunto mecánico 4 es apropiado para ser unido a una segunda extremidad inferior del usuario (pierna izquierda) para asistir al movimiento de la segunda extremidad inferior al caminar o al correr. El primer conjunto mecánico 3 y el segundo conjunto mecánico 4 están conectados cada uno al cinturón lumbar 2.

El primer conjunto mecánico 3 comprende una primera pieza femoral 31, una primera pieza tibial 32 y una primera pieza de pie 33.

La primera pieza femoral 31 comprende un primer segmento femoral 311 previsto para extenderse a lo largo de un primer muslo (muslo derecho) del usuario y unas correas de fijación 312 apropiadas para rodear el primer muslo del usuario para fijar el segmento femoral 311 al primer muslo.

- 5 La primera pieza tibial 32 comprende un primer segmento tibial 321 previsto para extenderse a lo largo de una primera pantorrilla (pantorrilla derecha) del usuario y unas correas de fijación 322 apropiadas para rodear la primera pantorrilla del usuario para fijar el segmento tibial 321 a la primera pantorrilla.

- 10 La primera pieza de pie 33 está fijada a un primer zapato 5 del usuario, por ejemplo a una suela 51 del zapato 5. La primera pieza de pie 33 puede estar fijada a la suela 51 por medio de tornillos.

- 15 El primer segmento femoral 311 comprende un primer extremo 313 conectado al cinturón lumbar 2 a través de una primera articulación 34 de cadera y un segundo extremo 314 conectado al primer segmento tibial 321 a través de una primera articulación de rodilla 35.

- El primer segmento tibial 321 comprende un primer extremo 323 conectado al primer segmento femoral 311 por la primera articulación de rodilla 35 y un segundo extremo 324 conectado a la primera pieza de pie 33 a través de una primera articulación de tobillo 36.

- 20 El segundo conjunto mecánico 4 es simétrico al primer conjunto mecánico 3.

El segundo conjunto mecánico 4 comprende asimismo una segunda pieza femoral 41, una segunda pieza tibial 42 y una segunda pieza de pie 43.

- 25 La segunda pieza femoral 41 comprende un segundo segmento femoral 411 previsto para extenderse a lo largo de un segundo muslo (muslo izquierdo) del usuario y unas correas de fijación 412 apropiadas para rodear el segundo muslo del usuario para fijar el segmento femoral 411 al segundo muslo.

- 30 La segunda pieza tibial 42 comprende un segundo segmento tibial 421 previsto para extenderse a lo largo de una segunda pantorrilla (pantorrilla izquierda) del usuario y unas correas de fijación 422 apropiadas para rodear la segunda pantorrilla del usuario para fijar el segmento tibial 421 a la segunda pantorrilla.

- 35 La segunda pieza de pie 43 está fijada a un segundo zapato 7 del usuario, por ejemplo a una suela 71 del zapato 7. La segunda pieza de pie 43 puede estar fijada a la suela 71 por medio de tornillos.

- El segundo segmento femoral 411 comprende un primer extremo 413 conectado al cinturón lumbar 2 a través de una segunda articulación de cadera 44 y un segundo extremo 414 conectado al segundo segmento tibial 421 a través de una segunda articulación de rodilla 45.

- 40 El segundo segmento tibial 421 comprende un primer extremo 423 conectado al segundo segmento femoral 411 por la segunda articulación de rodilla 45 y un segundo extremo 424 conectado a la segunda pieza de pie 43 a través de una segunda articulación de tobillo 46.

- 45 Las articulaciones de la cadera 34, 44 y las articulaciones de la rodilla 35, 45 pueden comprender unos accionadores que permiten asistir al usuario en un movimiento de flexión o extensión de la cadera o de la rodilla.

La figura 2 representa con mayor detalle una articulación de tobillo 36 de acuerdo con un primer modo de realización de la invención.

- 50 En este primer modo de realización, la articulación de tobillo 36 está prevista para permitir un movimiento de flexión/extensión del pie con respecto a la pierna del usuario.

- 55 En otras palabras, la articulación de tobillo 36 permite una rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33 alrededor de un eje de rotación X, paralelo a un eje de flexión/extensión del tobillo, cuando la pieza tibial 32 está fijada a la pierna y la pieza de pie 33 está fijada al pie del usuario.

La figura 3 representa con mayor detalle una articulación de tobillo 36 de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención.

- 60 En este segundo modo de realización, la articulación de tobillo 36 está prevista para permitir un movimiento de eversión/inversión del pie del usuario con respecto a la pierna.

- 65 En otras palabras, la articulación de tobillo 36 permite una rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33 alrededor de un eje de rotación Y, paralelo a un eje de eversión/inversión del tobillo cuando la pieza tibial 32 está fijada a la pierna y la pieza de pie 33 está fijada al pie del usuario.

Las figuras 4A y 4B ilustran con mayor detalle la primera articulación de tobillo 36 de acuerdo con un primer ejemplo de realización. Se debe observar que la segunda articulación de tobillo 46 es idéntica a la primera articulación de tobillo 36.

5 La articulación de tobillo 36 comprende un conjunto de unión 60 que une la pieza tibial 32 a una pieza de pie 33.

10 El conjunto de unión 60 comprende una guía 61 montada fija con respecto a la pieza tibial 32, y un pasador 62 montado fijo con respecto a la pieza de pie 33. El pasador 62 está montado de manera deslizante en el interior de la guía 61 entre una primera posición extrema (ilustrada en la figura 4A) y una segunda posición extrema (ilustrada en la figura 4B).

15 La guía 61 comprende una abertura oblonga 63 formada en la pieza tibial 32. El pasador 62 se extiende a través de la abertura oblonga 63. El pasador 62 presenta una forma cilíndrica de revolución, que tiene un eje de revolución. De esta manera, el pasador 62 puede al mismo tiempo ser desplazado en traslación con respecto a la guía 61, y pivotar con respecto a la guía 61 según un eje de rotación X (igual al eje de revolución del pasador) y perpendicular a la dirección Z de traslación del pasador 62 con respecto a la guía 61. La rotación t y la traslación del pasador 62 con respecto a la guía 61 son independientes.

20 El eje de rotación X es un eje de rotación paralelo al eje de flexión/extensión del tobillo de acuerdo con el primer modo de realización ilustrado en la figura 2.

Sin embargo, el eje de rotación podría ser asimismo el eje de rotación Y, paralelo al eje de eversión/inversión del tobillo de acuerdo con el segundo modo de realización ilustrado en la figura 3.

25 El conjunto de unión 60 comprende además un dispositivo de limitación 64 dispuesto para permitir una rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 cuando el pasador 62 está en la primera posición extrema (figura 4A), y para limitar la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 cuando el pasador 62 está en la segunda posición extrema (figura 4B).

30 El dispositivo de limitación 64 comprende un elemento elástico 65 montado fijo sobre la pieza de pie 33. El elemento elástico 65 está montado fijo sobre la pieza de pie 33 por ejemplo mediante placas 66 dispuestas a uno y otro lado del elemento elástico 65 y previstas sobre la pieza de pie 33. El elemento elástico 65 se mantiene apretado entre las dos placas 66.

35 El elemento elástico 65 es por ejemplo un bloque de material elástico, tal como caucho.

El elemento elástico 65 comprende un rehundido 67 que presenta una forma general de V. El rehundido 67 presenta un ángulo de apertura comprendido entre 20 y 150 grados, preferentemente entre 30 y 40 grados.

40 El dispositivo de limitación 60 comprende además un saliente 68 montado fijo sobre la pieza tibial 32. El saliente 68 puede estar montado fijo sobre la pieza tibial 32 a través del pasador 62.

45 En el primer ejemplo ilustrado en las figuras 4A y 4B, el saliente 68 presenta una forma complementaria de la forma del rehundido 67. Más precisamente, el saliente 68 presenta una forma general de punta.

El saliente 68 es apropiado para ser acoplado con el elemento elástico 67 cuando el pasador 62 se encuentra en la segunda posición extrema (figura 4B).

50 Más precisamente, cuando el pasador 62 se encuentra en la segunda posición extrema (figura 4B), el saliente 68 es recibido en el rehundido 67 del elemento elástico 65, lo cual tiene por efecto limitar la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61.

Cuando el usuario camina, el funcionamiento de la articulación de tobillo 36 es el siguiente.

55 Durante el ciclo de marcha, el pie del usuario pasa sucesivamente de una fase de apoyo (es decir, una fase durante la cual el pie del usuario está apoyado en el suelo) a una fase de oscilación (es decir, una fase durante la cual el pie del usuario ya no está en contacto con el suelo).

60 Durante la fase de apoyo, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto genera sobre el conjunto mecánico 3 una fuerza F que tiene por efecto solicitar la pieza tibial 32 hacia abajo y, por consiguiente solicitar el pasador 62 de la articulación de tobillo 36 hacia la segunda posición extrema (figura 4B).

65 En esta segunda posición extrema, la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 está limitada. En efecto, el saliente 68 está acoplado con el elemento elástico 65. El elemento elástico 65 ejerce entonces sobre la pieza tibial 32 una fuerza de retorno elástico que se opone a una rotación relativa entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33, tanto en un primer sentido de rotación, como en un segundo sentido de rotación opuesto al primer sentido de

rotación. Al limitar el movimiento del saliente 68, el elemento elástico 65 limita el desplazamiento en rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33.

5 En esta posición, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida desde la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33. Esta carga es transferida desde la pieza de pie 33 al zapato 5 y por lo tanto al suelo.

10 Durante la fase de oscilación, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida principalmente hacia el suelo a través del otro conjunto mecánico 4. Además, el zapato 5 ya no está en contacto con el suelo y el peso P del zapato 5 solicita la pieza de pie 33 hacia abajo. El peso P solicita por consiguiente el pasador 62 de la articulación de tobillo 46 hacia la primera posición extrema (figura 4A).

15 En esta primera posición extrema, el saliente 68 ya no está acoplado con el elemento elástico 65. Por lo tanto, el elemento elástico 65 ya no limita el desplazamiento en rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33. El dispositivo de limitación 60 permite una rotación de la pieza de pie 33 con respecto a la pieza tibial 32, permitiendo así una libertad de movimiento del usuario.

En esta primera posición, no se transfiere ninguna carga desde la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33.

20 Las figuras 5A y 5B ilustran con mayor detalle la primera articulación de tobillo 36 de acuerdo con un segundo ejemplo de realización.

En este segundo ejemplo, el dispositivo de limitación 64 comprende dos elementos elásticos 65 montados fijos sobre la pieza de pie 33. Cada elemento elástico es un resorte de láminas.

25 Los resortes de láminas están dispuestos a uno y otro lado del saliente 68 formando una V.

Cada resorte de láminas 65 comprende una pluralidad de láminas flexibles 69 dispuestas paralelamente unas a las otras. Las láminas pueden estar realizadas de metal, tal como de acero por ejemplo.

30 Cada lámina 69 presenta un primer extremo fijado a la pieza de pie 33 y un segundo extremo libre. Las láminas flexibles 69 presentan unas longitudes diferentes de manera que procuren al resorte una flexibilidad escalonada. Las láminas 69 de un mismo resorte 65 están dispuestas una al lado de la otra de mayor a menor, de manera que cuando el pasador 62 está en la segunda posición extrema (figura 5B), el saliente 68 entre en contacto con las láminas de mayor longitud.

35 Más precisamente, cuando el pasador 62 se encuentra en la segunda posición extrema (figura 5B), el saliente 68 es recibido entre los dos elementos elásticos 65, lo cual tiene por efecto solicitar las láminas 69 en flexión.

40 Cuando son solicitadas en flexión, las láminas 69 ejercen sobre el saliente 68 una fuerza de retorno elástico que tiende a oponerse a una rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61.

Cuando el usuario camina, el funcionamiento de la articulación de tobillo 36 es el siguiente.

45 Durante la fase de apoyo, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto genera sobre el conjunto mecánico 3 una fuerza F que tiene por efecto solicitar la pieza tibial 32 hacia abajo, y por consiguiente solicitar el pasador 62 de la articulación de tobillo 36 hacia la segunda posición extrema (figura 5B).

50 En esta segunda posición extrema, la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 es posible, pero está limitada. En efecto, el saliente 68 está en contacto con los dos elementos elásticos 65. Al oponerse al movimiento del saliente 68, los elementos elásticos 65 limitan el desplazamiento en rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33.

55 En esta posición, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida desde la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33. Esta carga es transferida desde la pieza de pie 33 al zapato 5 y por lo tanto al suelo.

60 Durante la fase de oscilación, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida principalmente hacia el suelo a través del otro conjunto mecánico 4. Además, el zapato 5 ya no está en contacto con el suelo y el peso P del zapato 5 solicita la pieza de pie 33 hacia abajo. Por consiguiente, el peso P solicita el pasador 62 de la articulación de tobillo 46 hacia la primera posición extrema (figura 5A).

65 En esta primera posición extrema, el saliente 68 ya no está en contacto con los elementos elásticos 65. Por lo tanto, los elementos elásticos 65 ya no se oponen a una rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33. El dispositivo de limitación 60 permite una rotación de la pieza de pie 33 con respecto a la pieza tibial 32, permitiendo así una libertad de movimiento del usuario.

La figura 6 ilustra la primera articulación de tobillo 36 de acuerdo con un tercer ejemplo de realización. Se debe

observar que la segunda articulación de tobillo 46 es idéntica a la primera articulación de tobillo 36.

La articulación de tobillo 36 comprende un conjunto de unión 60 que une la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33.

- 5 El conjunto de unión 60 comprende una guía 61 montada fija con respecto a la pieza tibial 32, y un pasador 62 montado fijo con respecto a la pieza de pie 33. El pasador 62 está montado de manera deslizante en el interior de la guía 61 entre una primera posición extrema (ilustrada en la figura 7A) y una segunda posición extrema (ilustrada en la figura 7B).
- 10 Con este fin, el conjunto de unión 60 comprende dos placas 66, dispuestas a uno y otro lado de la pieza tibial 32. Las dos placas 66 están fijadas a la pieza tibial 32 mediante tornillos de fijación 81 que atraviesan las placas 66 y la pieza tibial 32.
- 15 La guía 61 comprende una abertura oblonga 63 realizada en una de las placas 66 o preferentemente en las dos placas 66.
- El pasador 62 está fijado a una lengüeta 82 de la pieza de pie 33 que se extiende entre las dos placas 66.
- 20 El pasador 62 se extiende a través de la abertura oblonga 63. El pasador 62 presenta una forma cilíndrica de revolución, que tiene un eje de revolución. De esta manera, el pasador 62 puede al mismo tiempo ser desplazado en traslación con respecto a la guía 61, y pivotar con respecto a la guía 61 según un eje de rotación Y (igual al eje de revolución del pasador) y perpendicular a la dirección Z de traslación del pasador 62 con respecto a la guía 61.
- 25 El eje de rotación Y es un eje de rotación paralelo al eje de eversión/inversión del tobillo de acuerdo con el segundo modo de realización ilustrado en la figura 3.
- Sin embargo, el eje de rotación podría ser asimismo el eje de rotación X, paralelo al eje de flexión/extensión del tobillo de acuerdo con el primer modo de realización ilustrado en la figura 2.
- 30 El conjunto de unión 60 comprende un dispositivo de limitación 64 dispuesto para permitir una rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 cuando el pasador 62 está en la primera posición extrema (figura 7A), y limitar la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 cuando el pasador 62 está en la segunda posición extrema (figura 7B).
- 35 El dispositivo de limitación 64 comprende un elemento elástico 65 dispuesto entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33. En el ejemplo ilustrado en la figura 6, el elemento elástico 65 está montado fijo sobre la pieza de pie 33. Con este fin, el elemento elástico 65 presenta una forma que se adapta a la lengüeta 82 de la pieza de pie.
- 40 El elemento elástico 65 se mantiene entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33 por medio de las placas 66 dispuestas a uno y otro lado del elemento elástico 65 y atornilladas sobre la pieza tibial 32. El elemento elástico 65 puede deslizarse sin embargo entre las dos placas 66.
- El elemento elástico 65 es por ejemplo un bloque de material elástico, tal como caucho.
- 45 El elemento elástico 65 comprende una parte central 83 y dos partes laterales 84. La parte central 83 presenta una forma general arqueada, mientras que cada parte lateral 84 presenta una forma general recta, de manera que confiera al elemento elástico 65 una forma general en Ω .
- 50 La parte central 83 del elemento elástico 65 forma así un rehundido 85 orientado hacia la pieza de pie 33. El rehundido 84 recibe la lengüeta 82 de la pieza de pie 33.
- La parte central 83 del elemento elástico 65 forma además un abombamiento 86 de forma general redondeada, orientado hacia la pieza tibial 32.
- 55 La pieza tibial 32 comprende además un hueco 87 posicionado frente al abombamiento 86 y apropiado para recibir el abombamiento 86 del elemento elástico 65. De esta manera, la pieza tibial 32 es apropiada para ser acoplada con el elemento elástico 65, cuando el abombamiento 86 del elemento elástico es recibido en el hueco 87 (figura 7B).
- 60 Más precisamente, cuando el pasador 62 se encuentra en la segunda posición extrema (figura 7B), el abombamiento 86 del elemento elástico 65 es recibido en el rehundido 87 de la pieza tibial 32, lo cual tiene por efecto comprimir la parte central 83 del elemento elástico 65 entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33 y limitar la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61.
- 65 Cuando el usuario camina, el funcionamiento de la articulación de tobillo 36 es el siguiente.

Durante el ciclo de marcha, el pie del usuario pasa sucesivamente de una fase de apoyo (es decir, una fase durante la cual el pie del usuario está apoyado en el suelo) a una fase de oscilación (es decir, una fase durante la cual el pie del usuario ya no está en contacto con el suelo).

- 5 Durante la fase de apoyo, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto genera sobre el conjunto mecánico 3 una fuerza F que tiene por efecto solicitar la pieza tibial 32 hacia abajo y, por consiguiente solicitar el pasador 62 de la articulación de tobillo 36 hacia la segunda posición extrema (figura 7B).
- 10 En esta segunda posición extrema, la rotación del pasador 62 con respecto a la guía 61 es posible, pero está limitada. En efecto, el rehundido 87 de la pieza tibial 32 está acoplado con el elemento elástico 65. El elemento elástico 65 ejerce entonces sobre la pieza tibial 32 una fuerza de retorno elástico que se opone a una rotación relativa entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33, tanto en un primer sentido de rotación como en un segundo sentido de rotación opuesto al primer sentido de rotación.
- 15 Además, el elemento elástico 65 está comprimido entre la pieza tibial 32 y la pieza de pie 33. En esta posición, la pieza tibial 32 puede girar ligeramente con respecto a la pieza de pie alrededor del eje Y . Sin embargo, las dos partes laterales 84 del elemento elástico 65 limitan el desplazamiento en rotación de la pieza tibial con respecto a la pieza de pie. En efecto, al girar, la pieza tibial 32 entra en contacto con las partes laterales 84, ejerciendo estas partes laterales 84 una fuerza de retorno sobre la pieza tibial 32 que tiende a oponerse a la rotación de la pieza
- 20 tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33.
- En esta segunda posición extrema, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida desde la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33. Esta carga es transferida desde la pieza de pie 33 al zapato 5 y por lo tanto al suelo.
- 25 Durante la fase de oscilación, la carga que se ejerce sobre el exoesqueleto es transferida principalmente hacia el suelo a través del otro conjunto mecánico 4. Además, el zapato 5 ya no está en contacto con el suelo y el peso P del zapato 5 solicita la pieza de pie 33 hacia abajo. Por consiguiente, el peso P solicita el pasador 62 desde la articulación de tobillo 46 hacia la primera posición extrema (figura 7A).
- 30 En esta primera posición extrema, el rehundido 87 de la pieza tibial 32 ya no está acoplado con el elemento elástico 65. Por lo tanto, el elemento elástico 65 ya no limita el desplazamiento en rotación de la pieza tibial 32 con respecto a la pieza de pie 33. El dispositivo de limitación 60 permite una rotación libre de la pieza de pie 33 con respecto a la pieza tibial 32, permitiendo así una libertad de movimiento del usuario.
- 35 En esta primera posición, no se transfiere ninguna carga desde la pieza tibial 32 a la pieza de pie 33.

REIVINDICACIONES

1. Subconjunto de exoesqueleto que comprende:

- 5 - una primera pieza de exoesqueleto (32),
- una segunda pieza de exoesqueleto (33),
- 10 - un conjunto de unión (60) que une la primera pieza de exoesqueleto (32) a la segunda pieza de exoesqueleto (33), comprendiendo el conjunto de unión (60) una guía (61) montada fija con respecto a una de entre la primera pieza (32) y la segunda pieza (33), y un pasador (62) montado fijo con respecto a la otra de entre la primera pieza (32) y la segunda pieza (33), estando el pasador (62) montado de manera deslizable en el interior de la guía (61) entre una primera posición extrema y una segunda posición extrema,
- 15 en el que el conjunto de unión (60) comprende además un dispositivo de limitación (64) dispuesto para permitir una rotación del pasador (62) con respecto a la guía (61) cuando el pasador (62) está en la primera posición extrema, y para oponerse a la rotación del pasador (62) con respecto a la guía (61) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema,
- 20 comprendiendo el dispositivo de limitación (64) un elemento elástico (65) con el que se acopla la primera pieza de exoesqueleto (32) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema,
- 25 caracterizado por que el elemento elástico (65) ejerce sobre la primera pieza de exoesqueleto (33) una fuerza de retorno elástico que tiende a oponerse a una rotación relativa entre la primera pieza de exoesqueleto (33) y la segunda pieza de exoesqueleto (32) tanto en un primer sentido de rotación como en un segundo sentido de rotación, opuesto al primer sentido de rotación.
- 30 2. Subconjunto de exoesqueleto según la reivindicación 1, en el que la guía (61) comprende una abertura oblonga (63) realizada en la primera pieza de exoesqueleto (32).
- 35 3. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 y 2, en el que el pasador (62) presenta una forma cilíndrica de revolución.
- 40 4. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el elemento elástico (65) está dispuesto entre las dos piezas de exoesqueleto (32, 33).
- 45 5. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el elemento elástico (65) está montado fijo con respecto a la segunda pieza de exoesqueleto (33).
- 50 6. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el elemento elástico (65) es un bloque de material elástico.
- 55 7. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la primera pieza de exoesqueleto (32) presenta un saliente (66), y el elemento elástico (65) presenta un rehundido (67) en el que es recibido el saliente (66) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema.
- 60 8. Subconjunto de exoesqueleto según la reivindicación 7, en el que el saliente (66) presenta una forma complementaria de la forma del rehundido (67).
- 65 9. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 7 y 8, en el que el saliente (66) presenta una forma general de punta y el rehundido (67) presenta una forma general de V.
10. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la primera pieza de exoesqueleto (32) presenta un hueco (87), y el elemento elástico (65) presenta un abombamiento (86) apropiado para ser recibido en el hueco (87) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema.
11. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el elemento elástico (65) presenta una o varias partes (84) apropiadas para ser comprimidas entre las dos piezas de exoesqueleto (32, 33) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema, en caso de rotación relativa entre la primera pieza de exoesqueleto (32) y la segunda pieza de exoesqueleto (33).
12. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el elemento elástico (65) comprende un resorte dispuesto para ejercer una fuerza de retorno sobre la otra pieza de exoesqueleto (32), oponiéndose la fuerza de retorno ejercida por el resorte a la rotación del pasador (62) con respecto a la guía (61) cuando el pasador (62) está en la segunda posición extrema.

13. Subconjunto de exoesqueleto según la reivindicación 12, en el que el resorte comprende una o varias láminas flexibles (69), presentando cada lámina (69) un extremo fijado a una de las dos piezas de exoesqueleto (33), estando la o las láminas (69) dispuestas de manera que la rotación del pasador (62) con respecto a la guía (61) tenga por efecto que la otra pieza de exoesqueleto (32) solicite la o las láminas (69) en flexión.

5

14. Subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que una de entre la primera pieza de exoesqueleto (32) y la segunda pieza de exoesqueleto (33) es una pieza apropiada para ser fijada a una pierna de un usuario y la otra de entre la primera pieza de exoesqueleto (32) y la segunda pieza de exoesqueleto (33) es una pieza apropiada para ser fijada a un pie del usuario, permitiendo el conjunto de unión (60) una rotación relativa entre la segunda pieza de exoesqueleto (33) y la primera pieza de exoesqueleto (32) causada por un movimiento de eversión/inversión del pie con respecto a la pierna o por un movimiento de flexión/extensión del pie con respecto a la pierna.

10

15. Estructura de exoesqueleto que comprende un subconjunto de exoesqueleto según una de las reivindicaciones 1 a 14.

15

FIG. 1

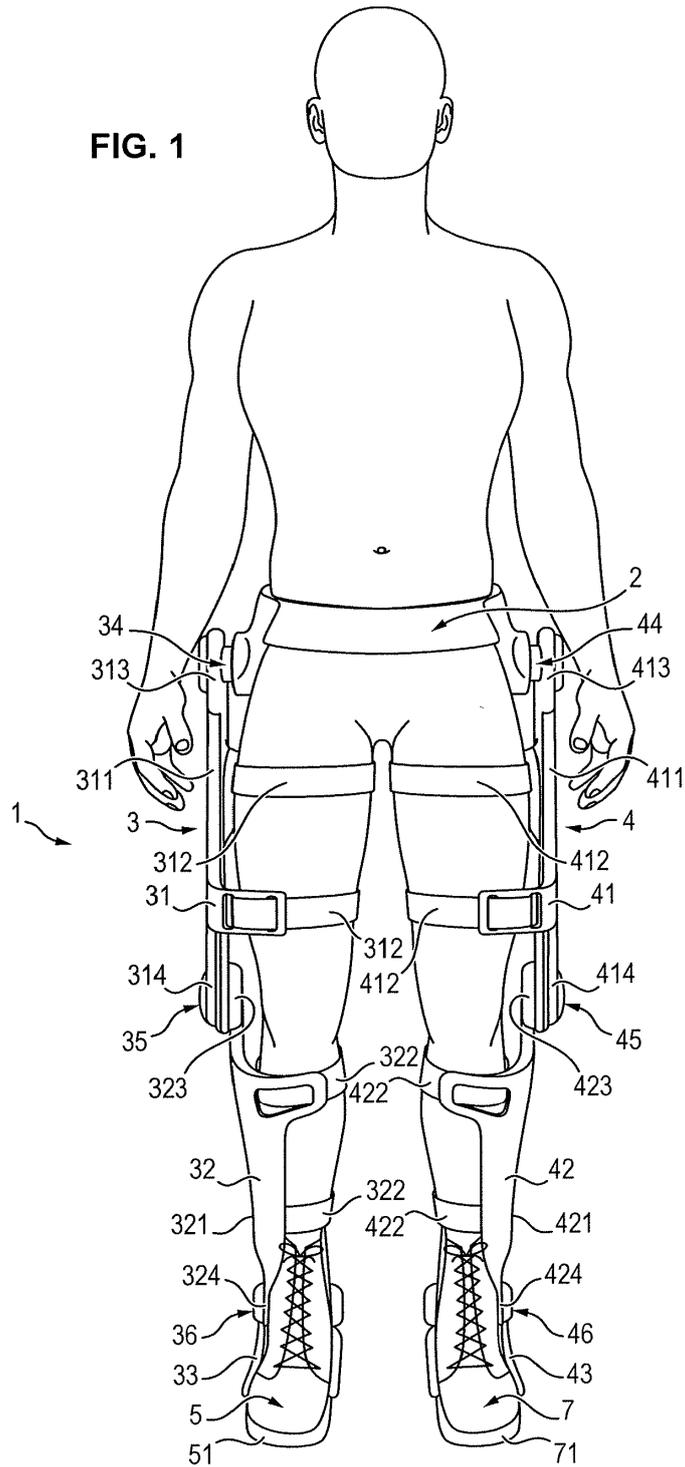


FIG. 2

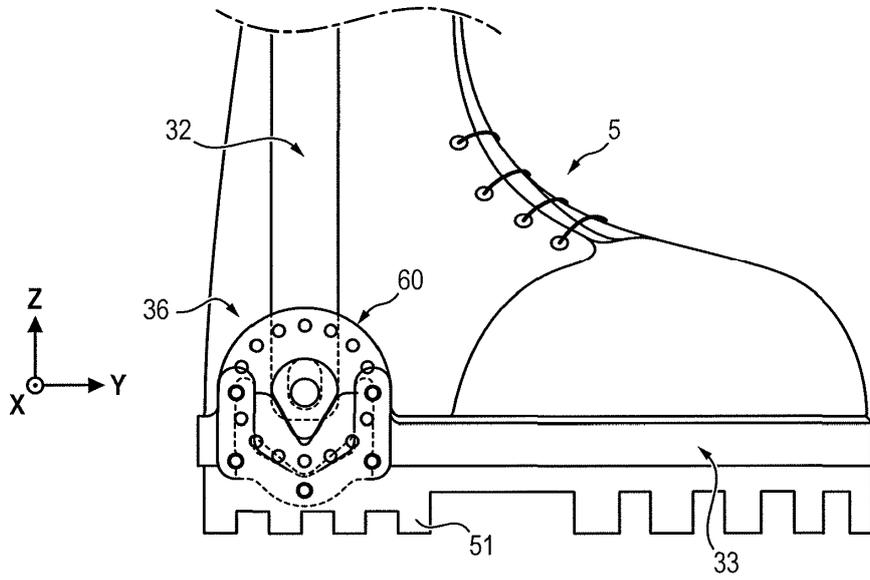
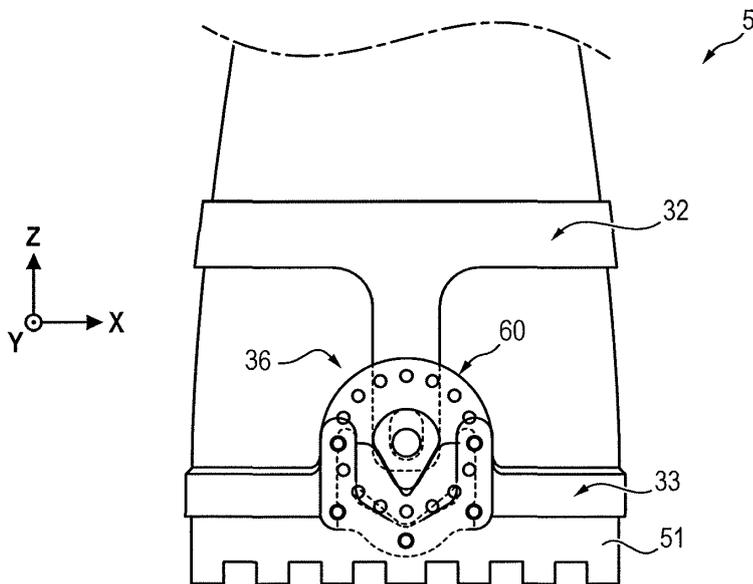
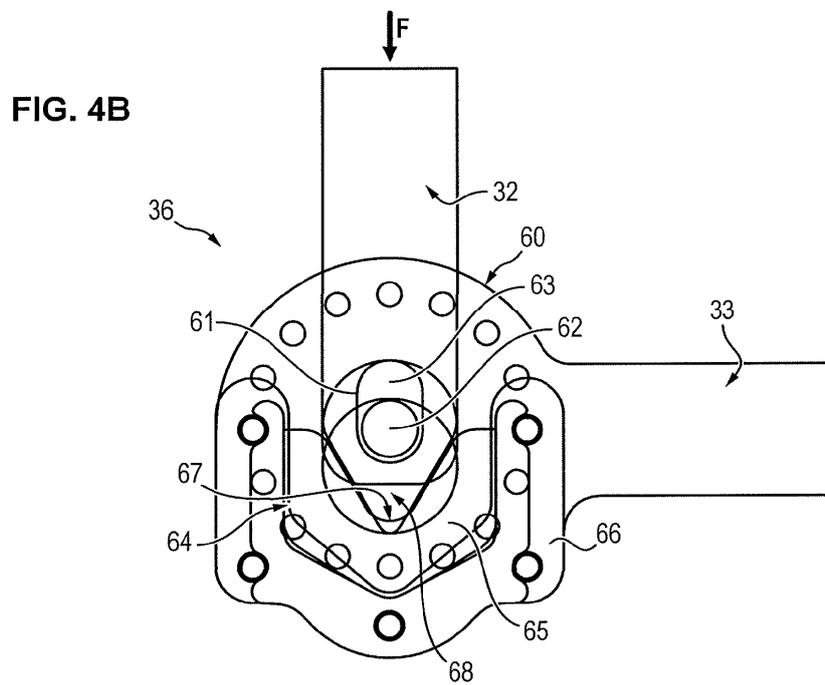
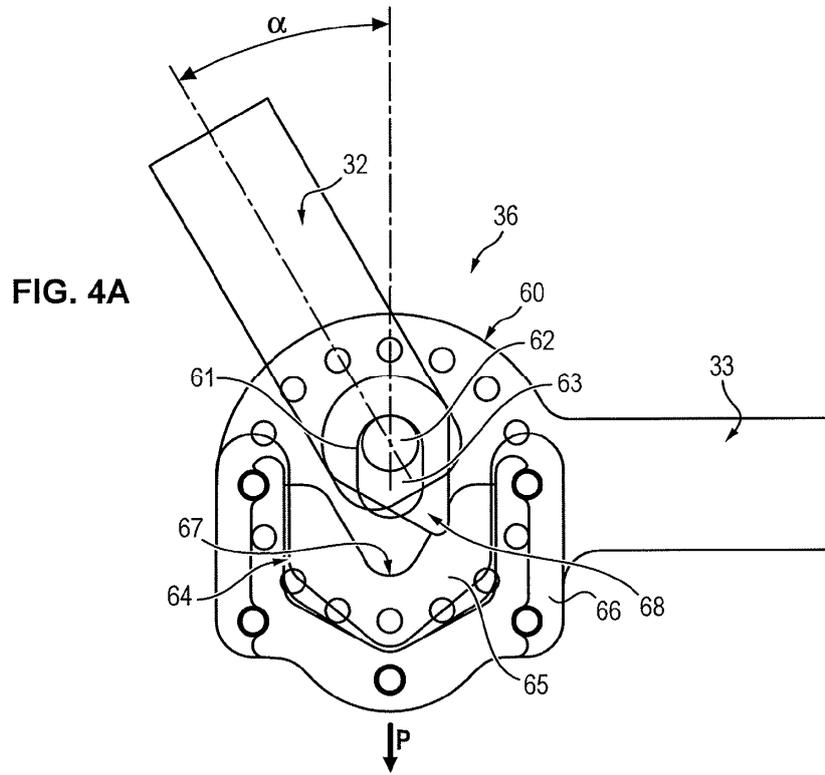


FIG. 3





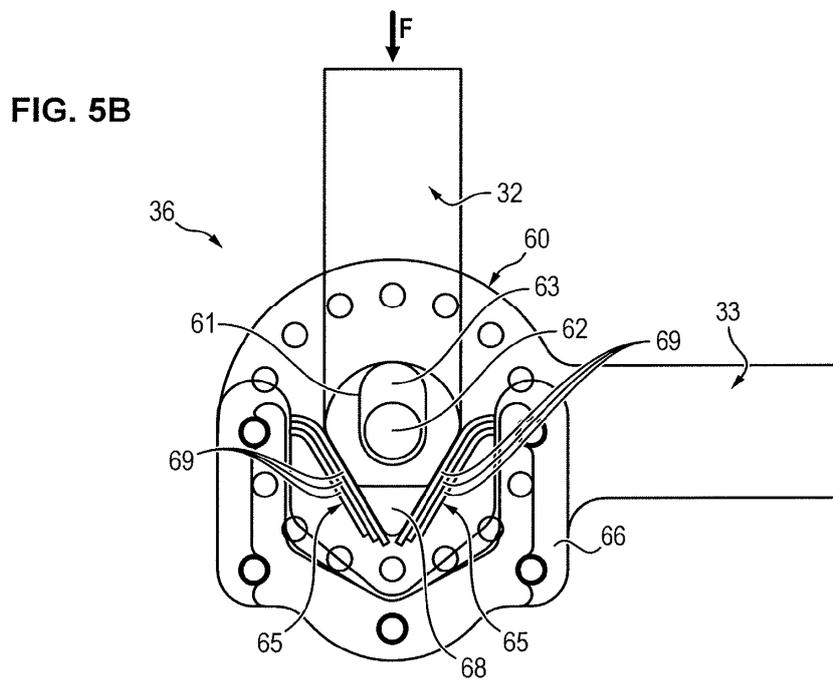
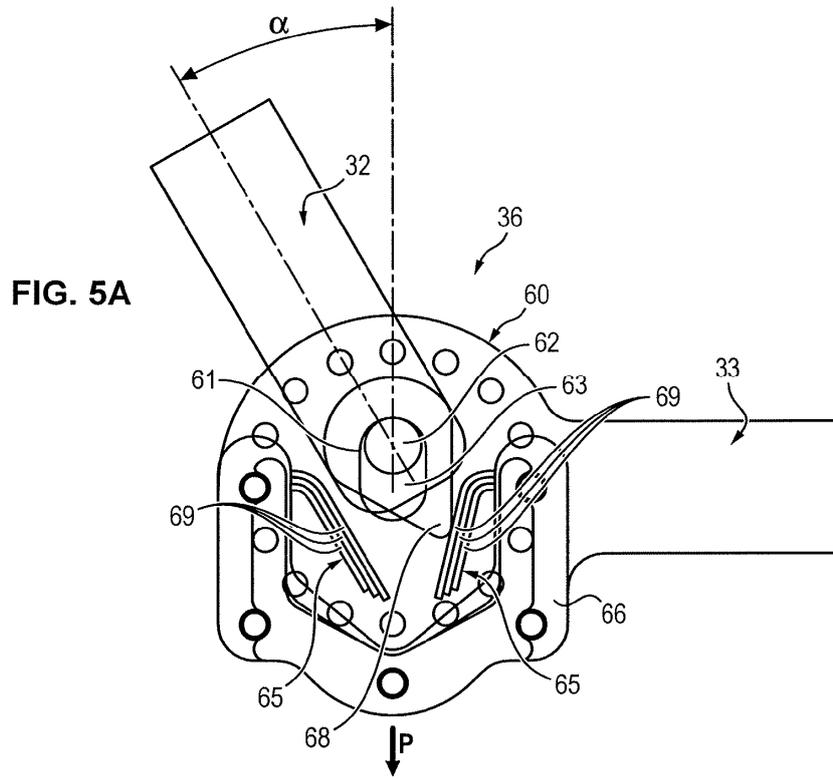


FIG. 6

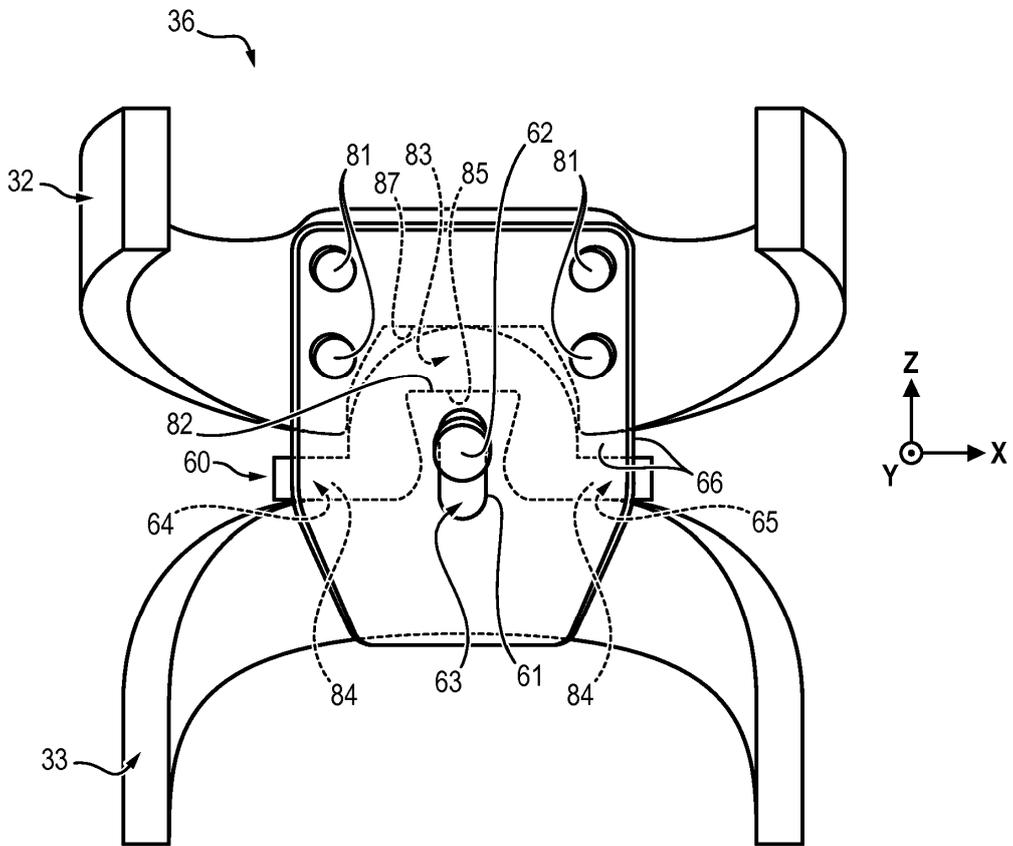


FIG. 7A

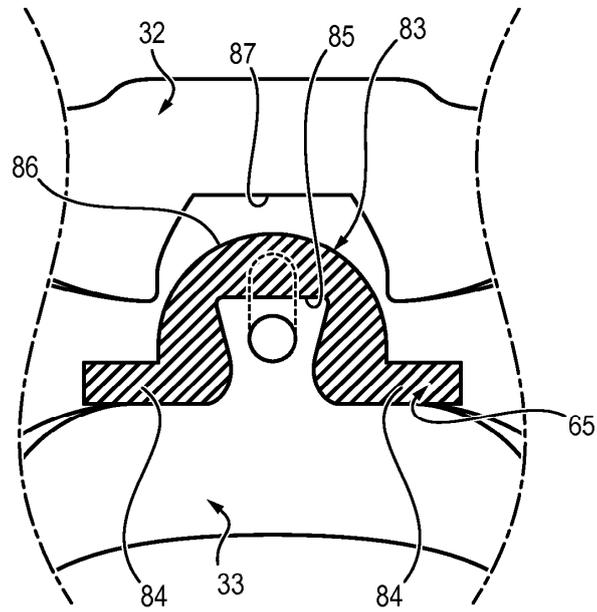


FIG. 7B

