

EXOESQUELETO DE PIE

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con un exoesqueleto de pie. Particularmente, la invención hace referencia a un exoesqueleto que permite al portador controlar y dar soporte del pie a partir del movimiento de la rodilla, es decir asiste la marcha humana.

Descripción del estado de la técnica

10

La presente divulgación se refiere a un exoesqueleto que facilita el movimiento en un cuerpo portante. En especial en aquellos exoesqueletos de tobillo para facilitar al usuario el movimiento del tobillo, rotación del tobillo y soportar el pie, todo con base al caminar humano con la rodilla como referente.

15

Actualmente el exoesqueleto cumple con funciones protectoras y de apoyo para el cuerpo de la estructura de apoyo en su forma básica; ayudan a personas con discapacidades a ejecutar movimientos cotidianos como caminar, recuperar libertad de movimientos controlados y cumplir necesidades existenciales. Adicionalmente, algunos de estos exoesqueletos usan diferentes sistemas para contribuir adicionalmente a reducir la fuerza y a reducir la carga que son recibidas por la estructura de apoyo del exoesqueleto y facilitan al usuario el movimiento del cuerpo portante del exoesqueleto.

20

Se identifican en el estado de la técnica divulgaciones como CN108283564A y CN109276415B, las cuales, se relacionan con exoesqueleto para facilitar al usuario el movimiento del cuerpo portante. Por lo cual, se usan diferentes sistemas para lograr el movimiento del cuerpo portante.

25

El documento El documento CN108283564A divulga un sistema inteligente de exoesqueleto de articulación del tobillo de conducción de cuerda de tipo ligero, que se caracteriza porque incluye teléfono móvil inteligente, una parte del cuerpo del exoesqueleto y una parte de una caja de control.

30

Por otro lado, CN108283564A menciona que el sistema inteligente de exoesqueleto de articulación del tobillo de conducción de cuerda de tipo ligero comprende un teléfono móvil inteligente que comunica por señal inalámbrica a una caja de control los datos de movimiento del cuerpo humano, y el monitoreo del movimiento humano, para controlar la señal de comando de transmisión fraccional de la caja que genera acción en un motor para mover una parte del cuerpo del exoesqueleto. La parte del cuerpo del exoesqueleto está hecha para generar el patrón o la acción del motor correspondiente.

35

40

Además, CN108283564A divulga que sujetará en el motor debajo del elemento de fijación superior del motor y el motor entre la pieza de fijación, se instala el carrete en el eje de salida del motor, la máquina eléctrica contiene un retardador y el devanado de alambre de acero de un cable Bowden se fija simultáneamente en el carrete.

5

Adicionalmente, CN108283564A divulga que, durante el entrenamiento de rehabilitación o la caminata asistida, el módulo de computadora de un chip adquiere los datos del sensor de presión, y la unidad de medición inercial, y examina los datos del ejercicio para obtener la señal de transmisión conjunta que se obtiene mediante una red neuronal de retropropagación. Por lo tanto, la señal de transmisión mueve el motor, mueve sucesivamente alrededor de la rueda de línea, el cable Bowden y el exoesqueleto del pie, para hacer que el exoesqueleto del pie genere el movimiento rotatorio alrededor de la articulación de la bisagra.

15 El documento CN109276415B divulga un método de control de un robot exoesqueleto de miembros inferiores que comprende un método de control que es un sistema de accionamiento dual de motor y un dispositivo de recolección de energía que se considera una combinación de interferencia más accionamiento primario. La energía recolectada por el dispositivo recolector de energía es calculada por Machine Learning a través de la presión única y la velocidad angular del ángulo de la articulación, el tiempo de liberación del dispositivo recolector de energía se calcula por la energía estimada y la postura del exoesqueleto, y el pico se complementa la salida de par del motor.

Sumado a esto, el documento CN109276415B divulga que el robot exoesqueleto de miembros inferiores comprende una parte de soporte del pie que tiene un marco de fijación del pie que está articulado con el marco de la parte de la espinilla a través de un orificio del eje de montaje en el lado superior del marco de fijación del pie, el lado interior del marco de fijación del pie está provisto de un cinturón de hebilla anular utilizado para fijar el pie. de un usuario cuando está en uso, y el lado exterior del marco de fijación del pie es un plano vertical usado para fijar el dispositivo de recuperación de energía. El dispositivo de recuperación de energía está dividido en un bloque de presión y un sistema de transmisión que están en contacto con el suelo, el bloque de presión se mueve hacia arriba cuando la pieza de soporte para los pies se aterriza, y el desplazamiento se convierte en movimiento lineal en el cable de acero de almacenamiento de energía a través del sistema de transmisión.

Por otro lado, el documento CN109276415B menciona que la parte del soporte del muslo comprende una placa de soporte del lado frontal del muslo, una placa de soporte del lado posterior del muslo, un marco para el muslo, un giroscopio para el muslo, un acelerómetro, cuatro bielas para el muslo y cuatro sensores de presión del muslo.

Además, CN109276415B divulga que el robot exoesqueleto comprende una placa de control principal de microcomputadora de chip único integrado y un sistema de suministro de energía están dispuestos en la cabina de control. La placa de control principal de microcomputadora de chip único incluye un microordenador de chip único integrado, un motor, un módulo de accionamiento de varilla de empuje electromagnético y una señal de sensor. El circuito de procesamiento, el motor, el módulo impulsor de la varilla de empuje electromagnética y el circuito de procesamiento de la señal del sensor están conectados respectivamente con un puerto del microordenador integrado de un solo chip. En cuanto al sistema de suministro de energía está conectado con la placa de control principal del microordenador integrado de un solo chip. El sensor de presión del muslo, el sensor de presión de la planta del pie, el giroscopio del muslo, el acelerómetro y el giroscopio de vástago y el acelerómetro están conectados respectivamente a un circuito de procesamiento de señales del sensor del tablero de control principal. El microprocesador está conectado con el módulo de conducción, y el módulo de conducción está conectado respectivamente con el motor de corriente continua y la varilla de empuje electromagnética.

Sumado a esto, CN109276415B divulga convertir un valor de entrada de control tau obtenido por el cálculo del controlador de modo deslizante de terminal no singular en una señal de entrada de relación de trabajo requerida por un sistema de accionamiento de motor por el microordenador de chip único integrado, controlando la dirección de rotación y la velocidad del motor por el sistema de conducción del motor, impulsando un engranaje en la posición de un cuerpo impulsado por la articulación de la rodilla para impulsar la articulación de la rodilla para operar, y terminando el control de toda la estructura del exoesqueleto.

Sin embargo, el estado de la técnica no divulga en ningún momento un exoesqueleto que permita generar el movimiento angular del tobillo basado en una relación con el Angulo de la rodilla al caminar, contemplando la marcha ordinaria y la cinemática del cuerpo humano. El sistema permite extraer el movimiento la posición de la rodilla y propone una relación con el tobillo como efecto técnico útil para personas que no controlan el movimiento del tobillo o no cuentan con fuerza suficiente para esta tarea. El sistema de barras invertidas el movimiento articulado directo de la rodilla usando en cada momento una barra como soporte y otra como distribución de energía de movimiento según la flexión o extensión de la rodilla.

Breve descripción de la divulgación

La presente divulgación se refiere a un exoesqueleto, que comprende un primer soporte conectado a un segundo soporte por medio de un cable, dicho segundo soporte está configurado para disponerse en un pie de un usuario, por otro lado, el primer soporte sostiene el segundo soporte.

Adicionalmente, el exoesqueleto de pie comprende un motor conectado al cable y una unidad de cómputo conectada al motor, en donde el motor está controlado por la unidad de cómputo para generar movimiento en el cable.

5 Por otro lado, el exoesqueleto de pie puede tener al menos un sensor conectado a la unidad de cómputo, esté sensor está dispuesto en la parte superior de una rodilla y está configurado para generar una señal de movimiento.

Particularmente, la unidad de cómputo está configurada para recibir la señal de movimiento
10 que envía el sensor para generar una señal de control por medio de un método de procesamiento de señales que toma de dato de entrada la señal de movimiento y envía la señal de control al motor.

Breve descripción de las figuras

15 La FIG. 1 muestra una modalidad de un exoesqueleto de pie con un motor y un sensor en la parte de arriba de la rodilla.

La FIG. 2 muestra una modalidad de un exoesqueleto de pie con un motor y unos sensores
20 en la parte de arriba de la rodilla.

Descripción detallada de la invención

La presente invención está dirigida a un exoesqueleto de pie, el cual trasmite movimiento al
25 pie de un usuario en la sección del tobillo. El dispositivo permite mejorar específicamente, el movimiento del tobillo en personas con lesiones en el tobillo y soportar el pie.

La presente divulgación puede tener uno o más soportes que permiten sostener elementos del exoesqueleto o partes del cuerpo del portador para asistir en el movimiento del pie.
30 Estos soportes pueden ser de forma: placa, prismas, cubos, cilindro, esferas, ortoedros, paralelepípedos o similares a estas formas conocidas por una persona medianamente versada en la materia.

Haciendo referencia a la FIG1, el exoesqueleto de pie (1) comprende un primer soporte (3)
35 conectado a un segundo soporte (7) por medio de un cable (2), dicho segundo soporte (7) está configurado para disponerse en un pie de un usuario y el primer soporte (3) sostiene el segundo soporte (7).

El primer soporte (3) es una base que se puede ubicar en el tobillo y puede tener forma de
40 la sección trasera y de la planta del pie. Este primer soporte (3) aporta a la transmisión del movimiento que transmite el cable (2) y sostiene el tobillo en el respectivo ángulo para

realizar la respectiva caminata. En un ejemplo particular, el primer soporte (3) tiene forma de bota.

Por otro lado, el segundo soporte (7) es una base que se puede ubicar en el pie. Este
5 segundo soporte (7) puede tener forma de abrazadera o banda. Este segundo soporte (7) recibe el movimiento que transmite el cable (2) y posiciona el pie en el respectivo ángulo para realizar la respectiva caminata.

Además, el exoesqueleto de pie (1) puede tener un motor (4) conectado al cable (2) y a una
10 unidad de cómputo (6) conectada al motor (4), en donde el motor (4) está controlado por la unidad de cómputo (6) para generar el movimiento en el cable (2).

El motor (4) genera el movimiento de flexión entorno al tobillo por medio del cable (2) que posiciona al primer soporte (3), que soporta el tobillo, en el ángulo indicado por la unidad
15 de cómputo (6), de igual manera se desenrolla con el sentido de giro contrario según el ajuste de posición angular.

El motor (4) puede ser motores paso a paso (v.g. con encoder, con disipadores inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores paso a paso
20 clase NEMA 8, NEMA 11, NEMA 17, NEMA 23 o NEMA 34, servomotores embebidos digitales, servomotores convencionales, motores eléctricos equivalente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

Adicionalmente, en cualquier modalidad de la presente invención el tipo de cable (2) puede
25 ser de transmisión flexible que puede ser de un material seleccionado de: guaya, cable Bowden, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero galvanizado y combinaciones de los anteriores.

Por ejemplo, en una modalidad de la presente invención, el motor (4) puede ser un motor
30 paso a paso que realiza movimientos al primer soporte (3) y al segundo soporte (7) por medio de un cable Bowden que transmite el movimiento del motor (4) hacia el primer soporte (3) y/o al segundo soporte (7). Esta modalidad tiene como ventaja técnica obtener el mayor brazo posible para lograr el mayor torque, permitiendo que el motor sea más eficiente en la transmisión de potencia.

35 En una modalidad de la presente divulgación, el exoesqueleto de pie (1) puede tener al menos un sensor (5) conectado a la unidad de cómputo (6), dicho sensor (5) está dispuesto en la parte superior de una rodilla y está configurado para generar una señal de movimiento a partir de la información biológica medida en la parte superior de la rodilla.

40 Haciendo referencia a la FIG 2, en cualquier modalidad de la presente divulgación, el exoesqueleto de pie (1) puede comprender un segundo sensor (8) que se conecta a la unidad

de cómputo (6), dicho segundo sensor (8) se dispone en la parte superior de la rodilla y está configurado para generar una señal de movimiento. Esta modalidad tiene como ventaja técnica una caracterización eficiente de la relación entre las señales biológicas que controlan la rodilla y la posición angular del tobillo

5

Siguiendo con la FIG 2, en una modalidad de la presente divulgación, el sensor (5) y/o el segundo sensor (8) puede ser un sensor de electromiografía. Esta modalidad tiene como ventaja técnica la estimación de posición angular y la predicción de la intención de movimiento para proporcionar movimientos más naturales con relación a la marcha.

10 También ofrece la posibilidad de captación de señales para mejoras del sistema de control y generación de futuros modelos de optimización

Por otro lado, en una modalidad de la divulgación la unidad de cómputo (6) está configurada con un método para movilizar un pie que incluye una etapa a) que es para recibir la señal de movimiento que envía el sensor (5) ubicado en la parte superior de una rodilla.

15

Adicionalmente, en una modalidad de la divulgación, la unidad de cómputo (6) está configurada con un método que incluye una etapa b) para generar una señal de control por medio de un método de procesamiento de señales que toma de dato de entrada la señal de movimiento y envía la señal de control al motor (4). La etapa b) es ejecutada después de la etapa a).

20

En cualquier modalidad de la presente divulgación el método de procesamiento de señal puede ser un método de aprendizaje automático. El método de aprendizaje automático se puede seleccionar del grupo conformado por: una Máquina de Soporte Vectorial (SVM), una Red neuronal (NN) bosques aleatorios, K-vecinos más cercanos, perceptrón multicapa, boosting adaptativo, árboles de decisión Clasificadores Bayesianos, agrupamiento espectral, resultados multiclase, u otros métodos conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los anteriores. En un ejemplo particular, el método de aprendizaje automático se puede seleccionar del grupo conformado por: Máquina de Soporte Vectorial (SVM), una Red neuronal (NN) y combinaciones de los anteriores.

25

30

Por ejemplo, en una modalidad de la presente divulgación, el método de aprendizaje automático puede ser una red neuronal y un filtro kalman que es empleado como predictor y permite anticipar el movimiento a través de las señales eléctricas que provienen del primer sensor (5) y del segundo sensor (8) dispuestos en los músculos.

35

Además, en una modalidad de la divulgación la unidad de cómputo (6) está configurada con un método que incluye una etapa c) de enviar la señal de control al motor (4) que está

40

conectado al cable (2), este cable (2) puede conectar el primer soporte (3) y el segundo soporte (7).

EJEMPLO

5

Se diseñó un exoesqueleto (1) de pie que realiza el movimiento del tobillo y soporta el pie, es decir ayuda en la locomoción humana, las características del exoesqueleto son las siguientes:

10 Para este ejemplo particular, el exoesqueleto (1) de pie comprendió un primer soporte (3) conectado a un segundo soporte (7) por medio de un cable (2) que es un cable Bowden, dicho segundo soporte (7) está configurado para disponerse en un pie de un usuario y el primer soporte (3) sostiene el segundo soporte (7). En donde el primer soporte (3) es una bota y el segundo soporte (7) es una abrazadera.

15

Por otro lado, el exoesqueleto de pie (1) comprende un motor (4) paso a paso conectado al cable (2) Bowden y a una unidad de cómputo (6). Particularmente, el motor (4) está controlado por la unidad de cómputo (6) para generar movimiento en el cable (2).

20 Adicionalmente, el exoesqueleto de pie (1) comprende un sensor (5) conectado a la unidad de cómputo (6), dicho sensor (5) es un sensor de electromiografía que está dispuesto en la parte superior de una rodilla y está configurado para generar una señal de movimiento,

Por otra parte, la unidad de cómputo (6) se configuro para recibir la señal de movimiento que envía el sensor (5) y generar una señal de control por medio de una Red Neuronal que toma de dato de entrada la señal de movimiento y envía la señal de control al motor (4).

25

Con la configuración anterior, se logró que el usuario realizará los movimientos angulares del tobillo y el movimiento del pie a partir de las señales medidas en la rodilla.

30

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, definido por las siguientes reivindicaciones.

35

REIVINDICACIONES

1. Un exoesqueleto de pie (1), que comprende:
 - un primer soporte (3) conectado a un segundo soporte (7) por medio de un cable (2), dicho segundo soporte (7) está configurado para disponerse en un pie de un usuario y el primer soporte (3) sostiene el segundo soporte (7);
 - un motor (4) conectado al cable (2);
 - una unidad de cómputo (6) conectada al motor (4), en donde el motor (4) está controlado por la unidad de cómputo (6) para generar movimiento en el cable (2); y
 - al menos un sensor (5) conectado a la unidad de cómputo (6), dicho sensor (5) está dispuesto en la parte superior de una rodilla y está configurado para generar una señal de movimiento,
donde, la unidad de cómputo (6) está configurada para:
recibir la señal de movimiento que envía el sensor (5);
generar una señal de control por medio de un método de procesamiento de señales que toma de dato de entrada la señal de movimiento; y
enviar la señal de control al motor (4).
2. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, además, comprende un segundo sensor (8) que se conecta a la unidad de cómputo (6), dicho segundo sensor (8) se dispone en la parte superior de la rodilla.
3. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, donde el sensor (5) es un sensor de electromiografía.
4. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, además, comprende un método de procesamiento de señal que es un método de aprendizaje automático.
5. El exoesqueleto de la Reivindicación 4, en donde el método de aprendizaje automático se selecciona del grupo conformado por: Máquina de Soporte Vectorial (SVM), una Red neuronal (NN) y combinaciones de los anteriores.
6. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, en donde el cable es un cable de tipo de cable para transmisión flexible que se selecciona de un grupo conformado por guaya, cable Bowden, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero inoxidable AISI-316, cable de acero galvanizado y combinaciones de los anteriores.
7. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, en donde el cable es un cable Bowden.
8. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, en donde el segundo soporte (7) tiene forma de abrazadera.

9. El exoesqueleto de la Reivindicación 1, en donde el primer soporte (3) tiene forma de bota.
10. Un método para movilizar un pie, que comprende:
- a) recibir en una unidad de cómputo (6) una señal de movimiento que envía un sensor (5) ubicado en la parte superior de una rodilla;
 - b) generar en la unidad de cómputo (6) una señal de control por medio de un método de procesamiento de señales que toma de dato de entrada la señal de movimiento; y
 - c) enviar la señal de control a un motor (4) que está conectado a un cable, dicho cable conecta el primer soporte (3) y el segundo soporte (7).

RESUMEN

La presente invención se refiere a un exoesqueleto de pie activo que mueve un pie de acuerdo a unas señales de movimiento que se obtiene de músculos ubicados en las cercanías de la rodilla. Para lo anterior, exoesqueleto de pie activo cuenta con una unidad
5 de cómputo que procesa las señales de movimiento y controla un motor que mueve un soporte por medio de un cable.

FIGURAS

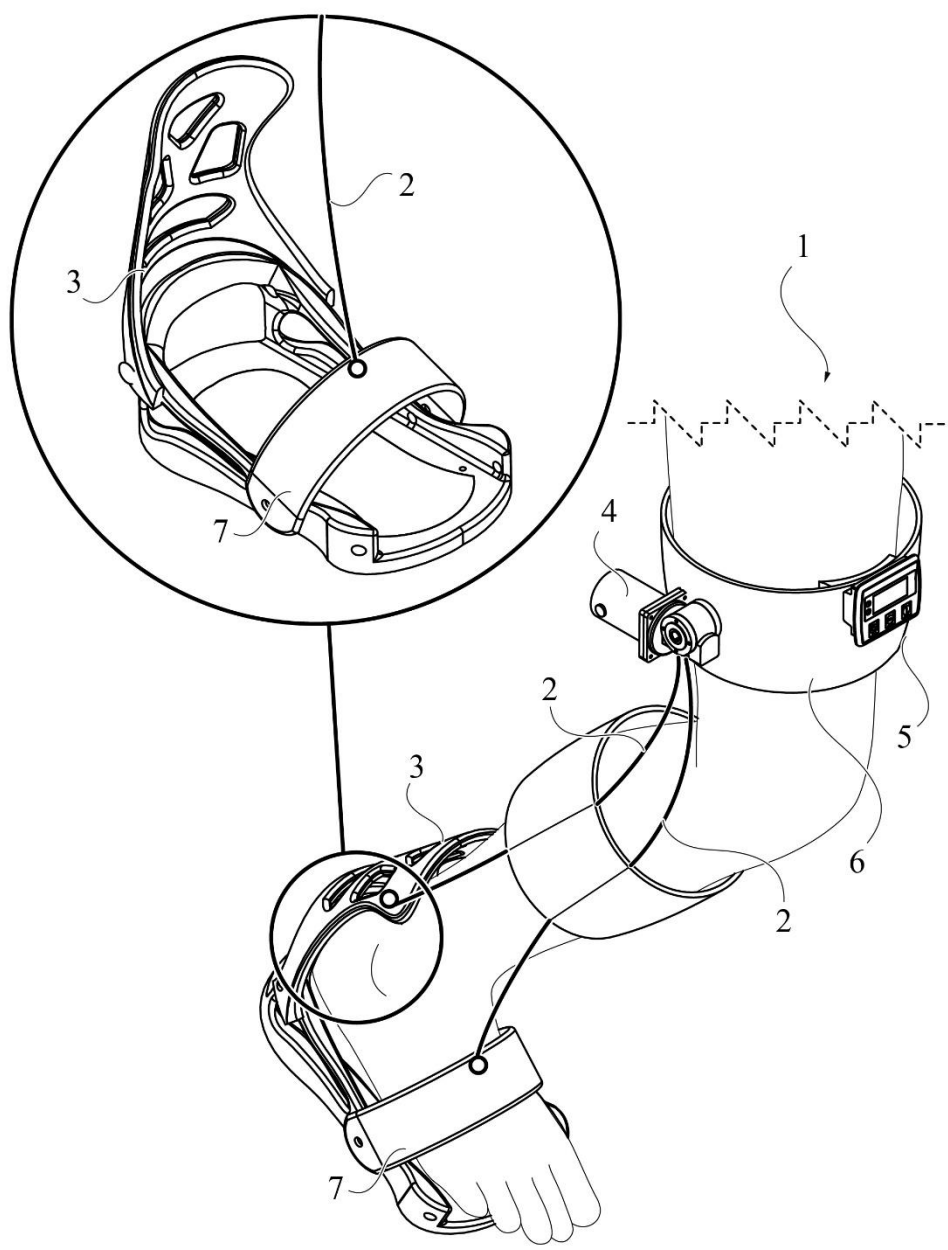


FIG.1

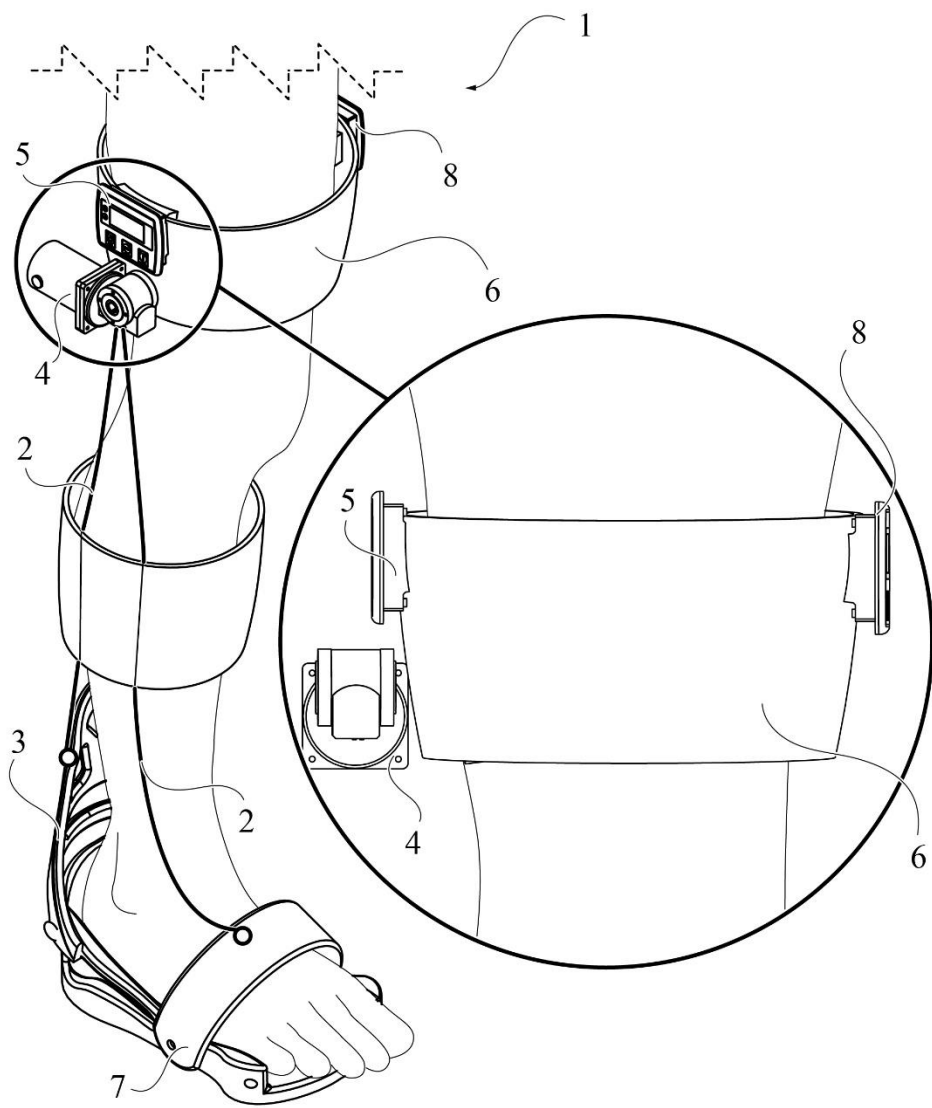


FIG.2