

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 026**

51 Int. Cl.:

| | |
|------------------|-----------|
| A61F 5/01 | (2006.01) |
| A61H 1/02 | (2006.01) |
| A61F 2/54 | (2006.01) |
| A61F 2/70 | (2006.01) |
| B25J 9/00 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2007 PCT/SE2007/050593**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2008 WO08027002**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2007 E 07794203 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2056752**

54 Título: **Guante de refuerzo**

30 Prioridad:

01.09.2006 SE 0601792
01.09.2006 SE 0601793

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.01.2018

73 Titular/es:

BIOSERVO TECHNOLOGIES AB (100.0%)
Isafjordsgatan 39 B
164 40 Kista, SE

72 Inventor/es:

INGVAST, JOHAN;
VON HOLST, HANS y
WIKANDER, JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 652 026 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

Guante de refuerzo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un guante destinado a ser usado por una mano humana y pretende ser utilizado para reforzar un movimiento de agarre llevado a cabo por un dedo o más de uno de una mano.

Estado de la técnica

10 Un ser humano con funciones normales encuentra bastante natural ser capaz de agarrar un objeto con la mano y sujetar el objeto con una fuerza deseada y apropiada entre los dedos y el objeto por un tiempo tan largo como desee. Cuando el movimiento de agarre de una persona con una mano no tiene la fuerza suficiente, puede encontrarse que tal movimiento de agarre es imposible o prácticamente imposible de ejecutar. Ejemplos de casos en los que la fuerza muscular no resulta suficiente para tales movimientos de agarre incluyen personas mayores con debilitamiento muscular y personas que están en un proceso de rehabilitación después de, por ejemplo, sufrir daño cerebral. El mismo problema también puede afectar a personas que tienen ciertos tipos de enfermedades crónicas, como, por ejemplo, reumatismo. Otros ejemplos de situaciones en las que puede resultar ventajoso o necesario que 15 las personas aumenten la fuerza muscular que su mano puede aplicar a un objeto en un movimiento de agarre incluyen, por ejemplo, astronautas o trabajadores manuales en ciertas situaciones.

20 Históricamente, se ha hecho muy poco para utilizar ayudas técnicas para reforzar la fuerza muscular de personas que no pueden ser capaces de ejecutar el agarre manual antedicho. Un ejemplo de una situación fuertemente extrema es aquella en la que una persona carece completamente de una mano. En ese caso, existen una gran cantidad de soluciones mecánicas diferentes en la forma de prótesis que pueden llevar a cabo movimientos de agarre de una diversidad de maneras.

25 El documento de patente de los EE. UU. 4084267 hace referencia a un ejemplo de un dispositivo de accionamiento para una órtesis, es decir, una ayuda externa para transmitir a los dedos de una mano humana el equivalente a fuerzas musculares. Ese documento hace referencia a cables que son traccionados en los lados superior y/o interno de los dedos.

30 Un artículo titulado "El Guante Exoesquelético para el Control de Manos Paralizadas" ("*The Exoskeleton Glove for Control of Paralyzed Hands*"); P. Brown, D. Jones, S.K. Singh; 1993 IEEE, páginas 642-647, concierne a una propuesta de un esqueleto externo para un guante para una mano paralizada. Ese esqueleto externo está construido mecánicamente y forma una especie de esqueleto de soporte de carga alrededor de la mano.

35 Otro artículo, titulado "Un Exoesqueleto Antropomórfico para Mano para Evitar la Fatiga Manual en Astronautas durante Actividades Extra-vehiculares" ("*An Anthropomorphic Hand Exoskeleton to Prevent Astronaut Hand Fatigue during Extravehicular Activities*"); B.L. Shields, J.A. Main, S.W. Peterson AM. Strauss; 1997 IEEE, páginas 668-673, describe un dispositivo, que también es un ejemplo de un esqueleto externo mecánico para una mano, destinado específicamente a aumentar la potencia de los movimientos musculares durante el trabajo que implica a los dedos en circunstancias en las que los músculos se fatigan en poco tiempo.

Los dos artículos citados hacen referencia a ejemplos de esqueletos mecánicos hechos de unidades de soporte de carga, lo que siempre hace que los esqueletos sean torpes y no puedan ser utilizados para los tipos de necesidades descritos anteriormente.

40 Se hace referencia adicional a la técnica anterior citando el documento US2006/0094989. En este documento, que se considera como la técnica anterior más cercana, se describe un ejemplo en el que los dedos son accionados mediante cordones que discurren en fundas a lo largo del dedo. Se propone utilizar un cordón por cada dedo para cada articulación del dedo con el fin de extender el dedo y un cordón a lo largo de la parte interior del dedo para flexionarlo. Está diseñado para controlar articulaciones individuales, necesitando por lo tanto un actuador para extender cada articulación y otro para flexionarla. Por lo tanto, se necesitan muchos actuadores cuando se acciona un cierto número de dedos. El propósito es aplicar movimiento a las articulaciones y no aplicar fuerzas al agarre 45 llevado a cabo por los dedos.

50 Se hace otra referencia al documento NL 7014761, en el que se propone un método para accionar las articulaciones de los dedos de una prótesis, o de una mano. Sólo se acciona el cierre de los dedos, mientras que la apertura de la mano se lleva a cabo mediante resortes. Se acciona cada dedo mediante un cordón que discurre en el lado interior del dedo. Por lo tanto, sólo se necesita un actuador para aplicar un par a las tres articulaciones del dedo. Una configuración tal de un dispositivo cuando el número de articulaciones es mayor que el número de actuadores se denomina configuración de sub-accionamiento. Una desventaja del diseño propuesto en el documento NL 7014761, cuando se aplica a una mano humana, consiste en que la distancia entre las articulaciones del dedo y el cordón está más o menos fijada por la distancia entre la articulación y la piel en la parte interna del dedo. Para que el sub-accionamiento funcione bien, la distancia ortogonal entre el cordón y la articulación debería aumentar con la 55 distancia desde la punta del dedo. Por ejemplo, si el dedo debe aplicar fuerzas sólo en la punta del dedo, entonces

la distancia ortogonal debería aumentar manera lineal y si las fuerzas deben estar distribuidas uniformemente sobre la extensión longitudinal del dedo, la distancia ortogonal debería aumentar con el cuadrado de la distancia desde la punta del dedo.

Un propósito de la presente invención es proponer una solución para las desventajas del estado de la técnica.

5 Descripción de la invención

De acuerdo con un aspecto de la invención, se presenta un dispositivo con unas características de acuerdo con la reivindicación 1 anexa. También se presenta, de acuerdo con la invención, un sistema que utiliza el guante de la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes se indican realizaciones adicionales de la invención.

10 Dicho aspecto de la invención se refiere a un guante dotado de dedos, al que se hará referencia a partir de este momento como un guante de dedos, que en un aspecto de la invención constituye una parte de un sistema utilizado para reforzar las fuerzas musculares que se inician en un movimiento de agarre utilizando los dedos de una mano humana que lleva puesto el guante de refuerzo. El guante utiliza los dedos de la mano que lo lleva puesto para equilibrar las fuerzas de empuje que se producen a lo largo de un dedo con respecto a las fuerzas en los tendones artificiales que están adaptados para efectuar el refuerzo deseado.

15 El guante de dedos está dotado internamente, o bien en una capa intermedia, de cordones hechos de un material apropiado destinados a servir como los mencionados tendones artificiales, donde la expresión "tendón" se utiliza a partir de este momento para designar a esos cordones.

Breve descripción de los dibujos

20 La Fig. 1 representa el guante de dedos de acuerdo con una realización de la invención en una vista en planta mirando hacia la palma de la mano que está dentro del guante, pero con todos los constituyentes materiales del guante omitidos en aras de la claridad.

La Fig. 2 muestra lo mismo que la Fig. 1, pero tal como se ve desde el lado de la mano.

25 La Fig. 3 es una vista en perspectiva de una mano dotada del guante destinado a reforzar un movimiento de agarre, pero con el material real del guante omitido de la figura y con un actuador ilustrado de manera esquemática basado en señales provenientes de un sensor representado en la imagen.

La Fig. 4 representa de manera esquemática un lazo de realimentación con un actuador para el guante utilizado para reforzar un movimiento de agarre con cualquiera de los dedos de una mano.

Realizaciones

30 A continuación, se describen un número de realizaciones de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

El guante de refuerzo de acuerdo con la invención se ilustra de la manera más simple en la Fig. 1, en la que una mano humana lleva puesto el guante de dedos, pero el guante real al que se ajustan los componentes mecánicos se omite para poder representar el diagrama de una manera más auto-explicativa. El guante real y su diseño no se ilustran, por lo tanto, en el diagrama, puesto que el diseño del guante de dedos puede por supuesto variar de muchas maneras. Por ejemplo, pueden utilizarse guantes actualmente disponibles, como, por ejemplo, un guante deportivo, un guante de golf o algunos tipos de guantes anatómicos, pero de manera preferible se debe fabricar un guante especial específico para el propósito de ajustarse a los requerimientos particulares del usuario o paciente que usará el guante de dedos.

40 Tal como se mencionó anteriormente, el guante de dedos, en una realización de la invención, es un componente de un sistema al que se hace referencia en la presente memoria como un guante de refuerzo. Este guante de refuerzo comprende, no sólo el guante de dedos, sino también:

- un sensor de detección de fuerza para cada dedo de guante asistible,
- un actuador para transmitir una fuerza de tracción a los tendones artificiales de tal manera que dedos específicos del guante se flexionen hacia adentro hacia la palma de la mano que puede, de este modo, ejecutar un movimiento de agarre,
- un lazo de realimentación que comprende un circuito electrónico con una función de transmisión que hace que un motor en el actuador transmita una fuerza de tracción a los tendones artificiales en respuesta a señales provenientes del sensor y a parámetros establecidos en la función de transmisión.

50 La expresión "dedo de guante" significará a partir de este momento un dedo del guante destinado a acomodar un dedo de la mano que lleva puesto el guante. Significa, por lo tanto, un dedo de guante equipado para reforzar la

fuerza muscular de dicho dedo, y las características de dicho dedo de guante se aplican a todos los dedos de guante cubiertos por dicho refuerzo. Por lo tanto, puede ocurrir, por ejemplo, que sólo tres dedos de guante estén equipados tal como se ha descrito, pero pueden configurarse de manera similar cuatro o cinco dedos.

5 La Fig. 1 representa los cordones que sirven como tendones artificiales a los que se les han asignado las notaciones 1a a 1c de referencia. En aras de la claridad, el diagrama solo muestra tres de los dedos del guante equipados con
 10 tendones artificiales, en concreto los dedos de guante que corresponden al pulgar, el dedo índice y el dedo corazón de una mano. Resulta por supuesto posible que todos los dedos estén dotados de dispositivos correspondientes, tal como se describen en la presente memoria, para reforzar las fuerzas musculares durante los movimientos de los
 15 dedos, en cuyo caso, en lugar de referirnos a los tres dedos referenciados con la notación a-c en el presente texto, todos los componentes implicados en el sistema podían comprender igualmente componentes correspondientes referenciados como a-e si todos los cinco dedos estuviesen equipados con elementos de refuerzo de acuerdo con el aspecto de la invención. Los tendones 1a-1c artificiales discurren a través de las guías 2a, 2b, 2c y de los conductos 3a, 3b, 3c que están sujetos al guante. El propósito de una guía es dirigir y enlazar, con baja fricción, un tendón de
 20 un dedo específico desde su extensión a través de la palma de la mano hasta una línea apropiada a lo largo de dicho dedo específico. La guía 2a, 2b, 2c puede incluir cualquier elemento de entre el conjunto formado por: una vaina, un rodillo-guía, un pasador-guía, un anillo, un ojal. Tal como se ilustra en el diagrama, cada uno de los dedos de guante está dotado de una guía 2a, 2b, 2c respectiva, mientras que dos tendones 1a-1c, destinados a doblar un
 25 dedo de guante particular, están adaptados para pasar a través de la misma guía 2a, 2b, 2c hasta el dedo de guante particular, en donde la guía 2a, 2b, 2c está situada cerca de la base de dicho dedo de guante. Por lo tanto, por ejemplo, la guía 2b está situada cerca de la base del dedo 4b de guante que corresponde al dedo índice de la mano humana. Los tendones 1b artificiales dedicados a accionar el dedo 4b índice del guante discurren a través de dicha
 guía 2b y a lo largo de este dedo de guante a través de los conductos 3b. Los conductos 3a, 3b, 3c están situados en los lados de los dedos de guante respectivos y se cierran preferiblemente a los lados internos de los dedos de guante. Por consiguiente, los tendones 1a-1c artificiales discurrirán a lo largo de los lados de los dedos de guante y, tal como se ha mencionado, se cierran a sus lados internos.

Los tendones 1a-1c artificiales comprenden parejas de tendones, cada uno de ellos en su lado respectivo de un
 30 dedo de guante con el fin de conseguir un equilibrio lateral de momentos cuando se aplica una fuerza de tracción a los tendones pertenecientes a un dedo particular del guante. Los conductos y las guías también están dispuestos de una manera tal que los tendones discurren a una cierta distancia perpendicular en relación a los ejes de las articulaciones de un dedo con el fin de aplicar un momento de flexión apropiado al dedo. Dicha distancia es mayor en las cercanías de la palma de la mano en comparación con una posición más alejada de la palma de la mano. Debería también apreciarse que los dedos 4a-4c de guante podrían estar equipados con cordones correspondientes a tendones artificiales que enderezasen los dedos de guante después de un movimiento de agarre que ha implicado a
 35 dedos de guante. Sin embargo, durante un movimiento de agarre llevado a cabo por una mano humana, es decir, cuando se ha efectuado y se ha completado un movimiento de agarre alrededor de un objeto, no existen músculos específicos de la mano que estén normalmente implicados en provocar que los dedos vuelvan a una posición recta.

En aras de una buena estabilidad estructural, las guías 2 están sujetas a un soporte 5 rígido que cubre una
 40 proporción amplia del equivalente en el guante a la palma de una mano. El diseño del soporte 5 de palma puede variar, dependiendo en parte de qué dedos de la mano para los que está destinado el guante deben ser dotados de refuerzo, y por supuesto resulta posible que el soporte se diseñe de manera individual, es decir, que esté adaptado a la persona que va a utilizar el guante. El soporte está destinado a servir como un sustrato para fijar las guías 2a-2c de tal manera que puedan guiar a los tendones artificiales, es decir, que puedan sujetar dichos tendones cerca de la superficie de la mano y garantizar que dos tendones para cada dedo sean guiados para separarse de la palma de la mano en un punto cercano a la base del dedo respectivo.

45 El soporte 5 de palma es también un componente de oposición de fuerza para las fuerzas transmitidas a través de los tendones 1a-1c artificiales. Los tendones 1a-1c artificiales están rodeados de fundas 7a-7c de alambre que terminan en vainas 8a-8c terminales. Las vainas 8a-8c terminales respectivas están fijadas al soporte 5 de palma con el fin de transmitir fuerza desde los tendones 1a-1c correspondientes al soporte 5 de palma cuando actúa una
 50 fuerza de tracción sobre dichos tendones correspondientes, es decir, que el soporte 5 de palma contrarresta fuerzas provenientes de los tendones.

Los ensamblajes 9a-9c también pueden ser fijados de manera ventajosa al soporte 5 de palma. El propósito de
 55 estos ensamblajes 9a-9c es guiar a los tendones 1a-1c entre las vainas 8a-8c terminales y las guías 2a-2b con el fin de dotar a los tendones de una curvatura predeterminada en esta región, evitando de este modo que los tendones asuman un camino o una ondulación inapropiadas con ángulos excesivamente agudos.

El soporte 5 de palma no necesita ser una unidad separada si la región correspondiente del guante es rígida de tal
 60 manera que el soporte de palma puede integrarse en el guante.

Para garantizar adicionalmente que se apoya cerca de la palma de la mano, el soporte 5 puede estar configurado de
 65 manera preferible de tal modo que posee una extensión que se arrolla alrededor de la mano, es decir, de tal manera que entre el dedo pulgar y el dedo índice se arrolla alrededor del metacarpo y alcanza una distancia apropiada sobre la parte posterior de la mano entre el dedo pulgar y el dedo índice. Pueden fijarse guías adicionales para guiar los

tendones artificiales a lo largo del soporte 5 de palma. El soporte 5 de palma también está fabricado de manera ventajosa de plástico rígido y también puede comprender áreas abiertas.

El guante de acuerdo con el aspecto de la invención posee, en un dedo 4a-4c de guante dotado de refuerzo, un estribo 6a-6c situado en la punta del dedo de guante para rodear la punta del dedo recubierto o para apoyarse en la punta del dedo. El propósito del estribo es garantizar que cuando los tendones 1a-1c artificiales se conectan a dicho estribo 6a-6c, el resultado es equivalente a la fijación de tendones naturales al hueso de dedo más externo. Se pretende por lo tanto que el estribo sirva al propósito de que cuando los tendones artificiales, por ejemplo, los tendones 1b, tiren del estribo 6b, la punta del dedo recubierto provocará la flexión del dedo 4b, que en este caso es el dedo índice. El hecho de que los tendones artificiales también discurran a través de los conductos 3a-3c en el lado de los dedos y cerca de los lados internos de los dedos hace que el dedo en el guante efectúe un movimiento de agarre que se parece al patrón de movimiento de los dedos naturales.

El estribo 6 puede estar configurado de varias maneras diferentes. Por lo tanto, puede tomar la forma de un sombrero que cubre la punta real del dedo de un dedo recubierto por el guante, con sujeciones que fijan los tendones 1a-1c artificiales a los lados del sombrero. El estribo 6, de acuerdo con la realización preferida, también puede fabricarse como un casquillo que rodea la punta del dedo en el lado superior y en los laterales o, de manera alternativa, en el lado superior y en cada lado alrededor de la punta del dedo. En una realización en la forma de un casquillo, el estribo tiene puntos de sujeción correctamente situados en los lados del casquillo más alejados hacia la mano y cerca del lado interno del dedo. Como variantes de estas realizaciones, el casquillo puede, en el caso más simple, tener la forma del cordón real que constituye el tendón 1a-1c artificial, donde este último discurre alrededor de la punta real del dedo y es comparable a un estribo, haciendo que, por lo tanto, los puntos de sujeción sean superfluos. En una realización tal, el tendón artificial puede estar aplanado en el extremo de la punta del dedo. De acuerdo con configuraciones diferentes, los tendones pueden estar fijados en relación a su estribo correspondiente o bien los tendones pueden estar conectados a su estribo correspondiente de manera que pueden deslizarse, por lo que el tendón puede discurrir a lo largo del estribo en un movimiento deslizante en relación al estribo.

En el caso en el que el estribo 6 toma la forma de un sombrero o de un casquillo, está fabricado preferiblemente de material plástico, pero también son ciertamente utilizables algunos otros materiales tales como metal o un material compuesto. El material constituyente del estribo 6 también puede tomar la forma de a) un material de recubrimiento continuo, b) un material perforado, c) un material mallado, d) un material de acuerdo con cualquiera de las posibilidades a) a c) pero que comprende áreas abiertas. También resulta ventajoso que el material del estribo esté reforzado, por ejemplo, mediante alambres metálicos, fibras de vidrio o elementos equivalentes, en particular alrededor de las porciones del material que pretenden servir como puntos de fijación. En esta realización, resulta posible que el estribo esté fabricado mediante moldeo para adaptarse a un usuario específico.

Diferentes porciones del guante están fabricadas de diferentes tipos de material. La mayor parte de las porciones están fabricadas de un material flexible para proporcionar una buena comodidad a la mano recubierta. Otras porciones, como por ejemplo partes del lado superior de los dedos de guante, están fabricadas de un material que es rígido al menos en una dirección (perpendicular a la dirección longitudinal del dedo). Alrededor del soporte 5 de palma existen porciones adicionales del guante en las que puede requerirse la rigidez del material. El material es preferiblemente permeable a la humedad, de tal manera que el portador del guante puede llevarlo puesto durante largos periodos de tiempo sin problemas. Partes en la forma de tendones 1a-1c artificiales, guías 2a-2c, conductos 3a-3c, el soporte 5 de palma o el estribo 6 pueden estar todas ellas situadas en la superficie interna del guante. De estos componentes, al menos el soporte 5 de palma, los conductos 3a-3c y el estribo 6 están en este caso fijados a dicha superficie interna del guante. En una realización alternativa, el guante comprende al menos una capa externa y una capa interna, en cuyo caso todos o al menos una parte de los componentes listados en este párrafo se sitúan entre dichas capas interna y externa.

El material constituyente del guante comprende en todo o en parte a) un material de recubrimiento continuo, b) un material perforado, c) un material mallado, d) un material de acuerdo con cualquiera de las posibilidades a) a c) pero que comprende áreas abiertas.

Los conductos 3a-3c fijados a lo largo de los lados de los dedos de guante adoptan de manera ventajosa la forma de tubos, canales o surcos fijados a lo largo de los dedos de guante. El principio es que los tendones 1a-1c artificiales están guiados a lo largo de los dedos de guante. De manera alternativa, pueden utilizarse conductos cosidos integrados en el propio guante. Es necesario que los tendones 1a-1c artificiales tengan la posibilidad de flexionarse, al menos entre los mencionados conductos, y que la longitud de los tendones artificiales a lo largo del dedo de guante pueda acortarse y alargarse. Los conductos pueden ser continuos y estar fabricados de un material flexible o, si se utilizan tubos, canales, surcos o elementos similares rígidos, los conductos deben interrumpirse al menos en las articulaciones del dedo. En el caso en el que se utilicen tubos o elementos similares, el material está caracterizado de manera ventajosa por una baja fricción, como por ejemplo PTFE.

Los tendones 1a-1c artificiales están fabricados de manera ventajosa de un material de baja fricción que puede doblarse con facilidad, como por ejemplo cualquiera de los materiales siguientes: nylon, acero, Dynema, Kevlar alineado.

La ejecución de un movimiento de agarre con un dedo insertado en un dedo de guante se describe a continuación haciendo referencia a la Fig. 4 que ilustra un lazo 11 de realimentación con cinco dedos equipados con refuerzo, a pesar del hecho de que en el texto que sigue se describe el caso del funcionamiento con solamente tres dedos activados. En el ejemplo descrito, los sensores de todos los cinco dedos de guante están conectados en el lazo de realimentación.

Los cordones que constituyen los tendones 1a-1c artificiales conducen a un actuador 10a-10c para cada pareja de tendones; por ejemplo, un actuador 10b para un movimiento de agarre con el dedo índice. Los actuadores 10a-10c para los dedos respectivos están conectados a un lazo 11 de realimentación y están controlados por éste.

Un sensor 12a-12c de detección de fuerza está situado en el interior del dedo 4a-4c de guante. Dicho sensor 12a-12c mide la fuerza total o partes de la fuerza que existe entre el dedo y un objeto que es agarrado por el dedo recubierto por el guante.

El sensor 12a-12c de detección de fuerza forma parte del lazo 11 de realimentación, que también comprende un circuito 13 electrónico que a su vez comprende un procesador 14 programado con una función de transmisión. La fuerza medida por el sensor 12a-12c para un cierto dedo, por ejemplo, 12b para el dedo índice, esta escalada y convertida a una fuerza de referencia para cada actuador 10b de dedo. La fuerza con la que el actuador 10b actúa hace que a continuación dicho dedo se flexione hacia adentro como resultado de que el procesador 14 provoca su acto de accionamiento sobre los tendones artificiales, en este caso los tendones 1b, mediante la aplicación de una fuerza de tracción, que da como resultado una fuerza aumentada en el sensor 12b, denominándose realimentación positiva al proceso. Un factor de escala apropiado produce como consecuencia un acto de refuerzo. El factor de escala puede ser variado por medio de un variador 15, como por ejemplo un potenciómetro, conectado al circuito 13 electrónico. La realimentación descrita puede, por ejemplo, ser efectuada por medio de una unidad de microcontrolador. La realimentación tal como ha sido descrita es un ejemplo de tecnología conocida y no se describirá adicionalmente en la presente memoria. También debe mencionarse que el número de sensores de detección de fuerza por cada dedo de guante puede ser de uno o de más de uno a lo largo del interior del dedo de guante. El significado de la expresión "un sensor" puede por lo tanto ser interpretado como que el sensor puede comprender una pluralidad de unidades. Debe mencionarse adicionalmente que la fuerza medida por un sensor es toda la fuerza o parte de ella, aplicada por un dedo a una superficie de contacto que puede ser un objeto que debe ser agarrado por la mano, pero la superficie de contacto puede también ser el interior de un estribo, que posee una pared (tal como una pared de casquillo) de tal manera que el sensor 12a-12c está situado entre ésta pared y el dedo.

En el caso en el que el estribo 6a-6b toma la forma de un casquillo que rodea un dedo en todos los lados, el lazo de realimentación puede configurarse de una manera alternativa, por la cual el sensor 12a-12c de detección de fuerza detecta, tal como se mencionó anteriormente, la fuerza con la que el dedo de la persona que lleva puesto el guante ejerce de manera activa contra el casquillo, pero ninguna de las fuerzas que ejerce el actuador 10b sobre el casquillo. Después de filtrar y escalar, esta fuerza detectada puede utilizarse como la fuerza de referencia del actuador. Se evitan así los problemas que pueden surgir en la realimentación positiva en este caso.

Las prestaciones (la exactitud de respuesta) del guante pueden mejorarse introduciendo un lazo de control interno para cada tendón. Éste lazo de control utilizaría una medida de tensión del tendón artificial para mejorar la exactitud de la fuerza aplicada. Las tensiones pueden medirse en el actuador (y ser una parte inherente del actuador) pero más bien tan cerca del estribo como sea posible con el fin de reducir el error en la tensión debido a la fricción. Una posible alternativa para medir está en el interior del soporte de palma, y otra está en el estribo.

De acuerdo con una realización, puede conectarse un actuador 10a-10c a los tendones 1a-1c artificiales, que están conectados a más de un dedo 4a-4c de guante. De acuerdo con otra realización, puede conectarse una pluralidad de actuadores a los tendones artificiales de un dedo de guante y el mismo dedo de guante, posibilitando de este modo el refinamiento del control del dedo de guante.

Una unidad 19 de control puede adaptarse para hacer que los actuadores 10a-10c ejerzan una fuerza de tracción sobre los tendones 1a-1c artificiales de uno solo de los dedos 4a-4c de guante; por ejemplo, la unidad de control puede hacer que un actuador flexione, por ejemplo, un dedo índice insertado en el equivalente del guante de un dedo índice. La unidad de control también puede adaptarse para hacer que un actuador flexione más de un dedo de guante que contiene dedos.

De acuerdo con una realización alternativa, un actuador 10a-10c se conecta mediante tendones 1a-1c artificiales a solo un dedo 4a-4c de guante.

De acuerdo con una realización adicional, la unidad 19 de control está adaptada para hacer que un actuador 10a-10c ejerza una fuerza de tracción solamente sobre los tendones 1a-1c artificiales conectados al dedo 4a-4c de guante en el interior del cual está situado el sensor 12a-12c de detección de fuerza que detecta dicha fuerza.

Los actuadores pueden tomar la forma de un motor eléctrico con un engranaje conectado a un dispositivo de arrollamiento, que puede ser, por ejemplo, un carrete 16a-16c de cordón en el cual está arrollado el tendón artificial.

5 El motor eléctrico puede, además, estar conectado a un dispositivo lineal conocido en la técnica, tal como un tornillo de bolas. De acuerdo con un ejemplo, un sensor 17b situado en el actuador 10b detecta la fuerza de tracción en los tendones 1b artificiales conectados al dedo respectivo. Esta fuerza detectada se utiliza para cerrar el lazo de realimentación interno, que es guiado hacia un punto de ajuste definido, es decir, es controlado por el factor de escala definido. La Fig. 4 representa cinco actuadores. Esto no debería interpretarse como queriendo significar que los actuadores respectivos están conectados por los tendones 1a-1c artificiales a dedos 4a-4c de guante correspondientes. La conexión de actuadores a dedos de guante puede efectuarse de diversas maneras alternativas, tal como se mencionó anteriormente.

10 Las baterías 18 proporcionan energía a los actuadores 10a-10c y al circuito 13 electrónico. Dichos componentes, el circuito 13 electrónico, el procesador 14, el potenciómetro 15, están preferiblemente encapsulados en una caja fabricada expresamente, a la que se hace referencia en la presente memoria como unidad 19 de control y que está situada de manera ventajosa en el antebrazo, en cuyo caso los tendones artificiales pueden estar dispuestos de manera ventajosa escondidos entre el guante y la unidad 19 de control. Ni la Fig. 1 ni la Fig. 2 muestran la línea que lleva señales desde el sensor 12a-12c de detección de fuerza hasta la unidad de control. En la Fig. 3, dicha línea se representa con el número 20 de referencia.

15 En el caso en el que el estribo 6 toma la forma de un sombrero o de un casquillo, los tendones pueden discurrir alrededor del estribo 6 completo, haciendo por lo tanto que los puntos de fijación sean irrelevantes y dando como resultado unas fuerzas que están mejor distribuidas y posiblemente permitiendo el movimiento lateral del dedo.

Las que siguen son un número de variantes adicionales de las realizaciones:

20 Los conductos 3a-3c están fabricados de un material tal que puede permitírseles discurrir de manera continua a lo largo de todo el camino de los dedos de guante, lo que significa que también pueden poseer una estructura de tipo fuelle de tal manera que ciertas secciones pueden variar la longitud. En este último caso, también puede permitírsele a los conductos discurrir a lo largo de todo el camino desde las guías 2a-2c en el soporte 5 de palma hasta los estribos 6 en los dedos respectivos.

25 Los conductos 3a-3c pueden estar cosidos en el guante.

Puede proporcionarse refuerzo para al menos un dedo en el guante. Si, por ejemplo, el dedo pulgar de la mano natural está inmovilizado, como por ejemplo encapsulado en escayola, una ayuda suficientemente buena para ser capaz de ejecutar movimientos de agarre durante un período de rehabilitación toma la forma de un guante que sólo proporciona refuerzo para los músculos del dedo índice.

30 Para reducir la fricción entre los tendones 1a-1c y el soporte 5 de palma, los ensamblajes 9a-9c pueden ser sustituidos por, por ejemplo, cojinetes de bolas o cojinetes de rodillos.

Todas las parejas o cualquier pareja de tendones artificiales, como por ejemplo el 1b para el dedo índice, pueden ser sustituidas por un tendón tal que está dividido en el soporte 5 en dos porciones que llegan más allá igual que en los ejemplos a los que se ha hecho referencia anteriormente.

35 Los actuadores 10 pueden situarse en la palma de la mano real.

40 En una realización, cuando el control de los movimientos del guante se lleva a cabo con una unidad de microcontrolador, puede mejorarse una interfaz con el usuario cliente mediante el uso de un visualizador. Más aún, el microcontrolador puede conectarse a un ordenador externo para facilitar la manipulación de los parámetros de control. La conexión también puede utilizarse para recuperar registros de uso. Los registros pueden ser, por ejemplo, lecturas de sensor o estadísticas de uso correspondientes a periodos de tiempo más largos.

Definiciones

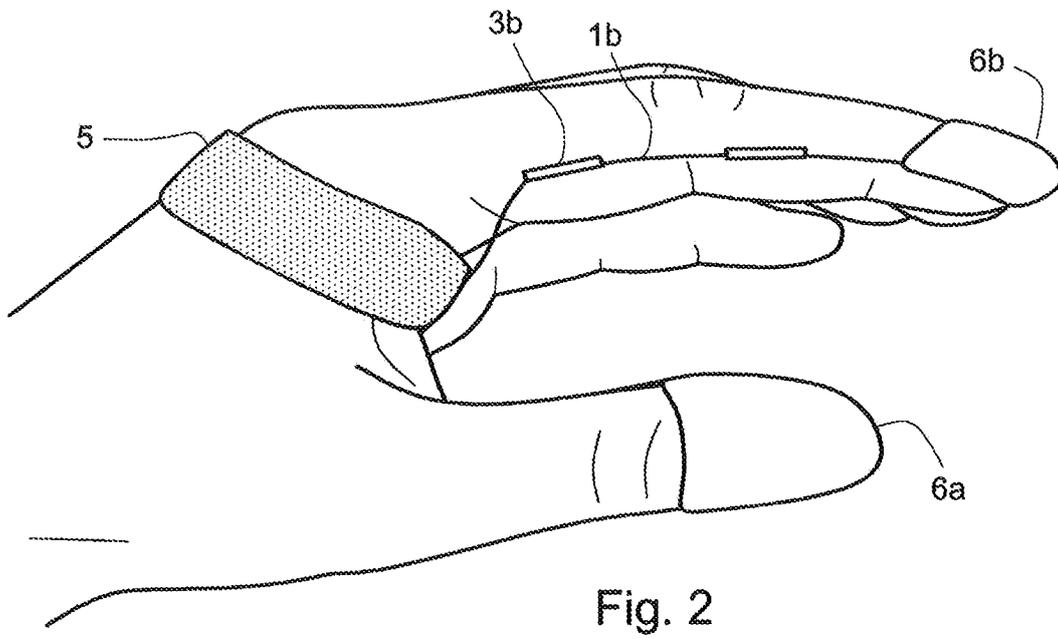
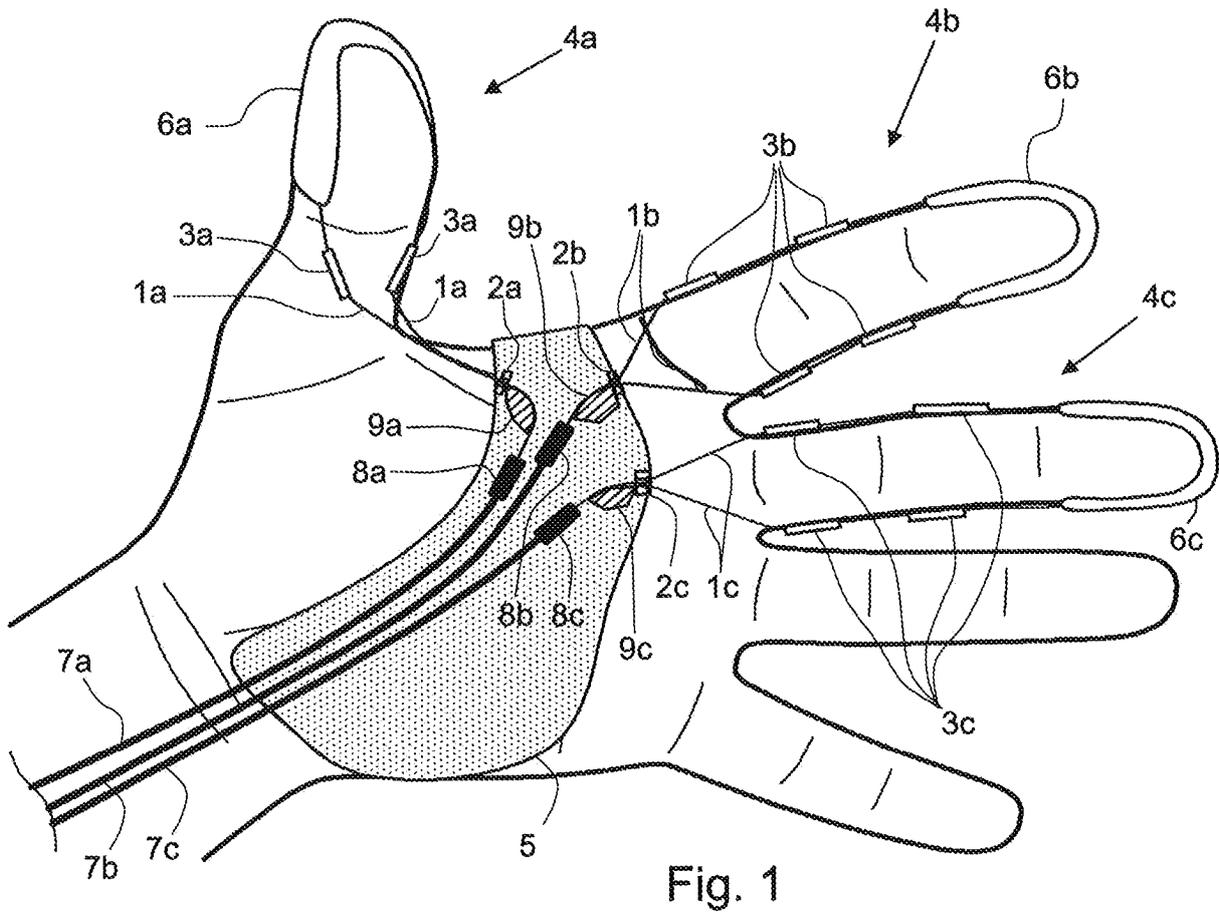
Dedo significa todos los dedos de la mano, incluyendo el pulgar.

45 Un dedo se define en la presente memoria como teniendo cuatro lados, en donde el lado superior del dedo es aquel que, cuando la mano está extendida con el lado posterior hacia arriba, tiene una dirección similar a la del lado superior (la parte posterior) de la mano, en donde el lado interno es el lado del dedo que puede flexionarse hacia la palma, y los lados laterales son simplemente los laterales de los dedos.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un guante de dedos para ser utilizado en el refuerzo de un movimiento de agarre ejecutado con un dedo o más de uno de una mano humana que lleva puesto el guante, en donde el guante comprende dedos de guante y una palma, **caracterizado por que** el guante comprende adicionalmente:
- 5 - para al menos un dedo (4a-4c) de guante, tendones (1a-1c) artificiales que se extienden a lo largo de la parte interna del guante y tiene en cada lado lateral de dicho dedo de guante un tendón (1a-1c) artificial tal que discurre a través de conductos (3a-3c) fijados a los lados laterales del dedo de guante,
- un estribo (6a-6c) fijado en la punta del mencionado al menos un dedo (4a-4c) de guante y diseñado para rodear la punta de un dedo cubierto por el dedo (4a-4c) de guante, y
- 10 en donde los tendones (1a-1c) artificiales de un dedo de guante están fijados, o están conectados de manera que pueden deslizarse, al mencionado estribo (6a-6c), por lo cual una fuerza de tracción ejercida sobre los tendones artificiales de un dedo de guante flexiona el dedo cubierto por el dedo (4a-4c) de guante hacia adentro hacia la palma de la mano.
- 2.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el guante comprende un soporte (5) rígido en la palma.
- 15 3.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 2, en donde un elemento de entre el conjunto formado por:
- la palma del guante, el soporte (5);
- para al menos un dedo (4a-4c) de guante, incluye una guía (2a-2c) para guiar los mencionados tendones artificiales hasta el mencionado al menos un dedo (4a-4c) de guante.
- 20 4.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la mencionada guía (2a-2c) comprende al menos un elemento de entre el conjunto formado por: una vaina, un rodillo-guía, un pasador-guía, un anillo, un ojal.
- 5.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mencionado estribo (6a-6c) está conformado para acomodar la punta de un dedo humano y toma la forma de uno de los componentes siguientes: un casquillo que rodea la punta del dedo, un sombrero para la punta del dedo, el propio tendón (1a-1c) artificial mencionado,
- 25 una porción aplanada del propio tendón (1a-1c) artificial mencionado.
- 6.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 5, en donde unos puntos de fijación que fijan el mencionado tendón (1a-1c) artificial al estribo (6a-6c), en los casos en los que este último toma la forma de un sombrero o un casquillo, están situados en los lados laterales del dedo (4a-4c) de guante cerca del lado interno del dedo de guante.
- 30 7.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 3, en donde al menos un elemento de entre el conjunto formado por:
- los mencionados tendones (1a-1c) artificiales, las mencionadas guías (2a-2c), los mencionados conductos (3a-3c)
- se sitúa entre una capa externa y una capa interna del guante.
- 35 8.- El guante de dedos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el mencionado soporte (5) de palma toma la forma de un plano de soporte para las mencionadas guías (2a-2c) y en donde una guía (2a-2c) para guiar los tendones (1a-1c) artificiales hasta un dedo (4a-4c) de guante está fijada cerca de la base de cada uno de los dedos (4a-4c) de guante equipados con tendones (1a-1c) artificiales.
- 40 9.- El guante de dedos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en donde los tendones (1a-1c) artificiales están rodeados por un casquillo (7a-7c) de alambre dotado de una vaina (8a-8c) terminal fijada al soporte (5) de palma.
- 10.- El guante de dedos de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los mencionados conductos (3a-3c) están fabricados como un elemento de entre el conjunto formado por: tubos, canales, surcos, y en donde dichos conductos son uno de entre: a) continuos y flexibles, b) interrumpidos en las articulaciones de un dedo.
- 45 11.- Un sistema para reforzar un movimiento de agarre llevado a cabo con un dedo o más de uno de una mano humana que lleva puesto un guante, utilizando el guante de la reivindicación 1, caracterizado por que el sistema comprende:
- un sensor (12a-12c) de detección de fuerza situado en el interior del dedo (4a-4c) de guante dispuesto para detectar una fuerza entre un dedo cubierto por el dedo (4a-4c) de guante y una superficie de contacto aplicada a dicho dedo,

- los tendones (1a-1c) artificiales para un dedo (4a-4c) de guante conectados a al menos un actuador (10a-10c),
 - una unidad (19) de control dispuesta para hacer que el mencionado al menos un actuador (10a-10c) ejerza una fuerza de tracción sobre los tendones (1a-1c) artificiales del mencionado al menos un dedo (4a-4c) de guante sobre la base de una fuerza detectada por el sensor (12a-12c) de detección de fuerza, por lo que se provoca la flexión de un dedo cubierto por el mencionado al menos un dedo (4a-4c) de guante, cuando el dedo cubierto equilibra las fuerzas de empuje que se producen a lo largo del dedo desde la fuerza de tracción en los mencionados tendones artificiales.
- 5
- 12.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la unidad (19) de control está adaptada para hacer que un actuador (10a-10c) ejerza una fuerza de tracción sobre los tendones (1a-1c) artificiales de al menos un dedo (4a-4c) de guante.
- 10
- 13.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la unidad (19) de control está adaptada para hacer que al menos un actuador (10a-10c) ejerza una fuerza de tracción sobre los tendones (1a-1c) artificiales de solamente un dedo (4a-4c) de guante.
- 14.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la unidad (19) de control está adaptada para hacer que un actuador (10a-10c) ejerza una fuerza de tracción solamente sobre los tendones (1a-1c) artificiales conectados al dedo (4a-4c) de guante en el interior del cual está situado el sensor (12a-12c) de detección de fuerza que detecta dicha fuerza.
- 15
- 15.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el mencionado sensor (12a-12c) de detección de fuerza, el mencionado actuador (10a-10c) y la unidad (19) control forman parte de un lazo (11) de realimentación, de manera que la propia unidad (19) de control comprende un circuito (13) electrónico con un procesador (14) programado con una función F de transmisión.
- 20
- 16.- El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en donde el mencionado sensor (12a-12c) de detección de fuerza mide toda o parte de la fuerza que se produce entre el mencionado dedo y la mencionada superficie de contacto.
- 25
- 17.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la fuerza detectada es escalada mediante un factor de escala en la función F de transmisión y es convertida a una fuerza de referencia para el mencionado actuador (10a-10c) controlado.
- 18.- El sistema de acuerdo con la reivindicación 17, en donde se utiliza un variador (15) conectado al circuito (13) electrónico para fijar el factor de escala.
- 30
- 19.- El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15, 17 y 18, en donde la función F de transmisión controla el ajuste de la fuerza de tracción ejercida sobre el dedo (4a-4c) de guante respectivo a través del actuador (10a-10c).
- 20.- El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15 y 17 y 18, en donde un actuador (10a-10c) toma la forma de un motor (16a-16c) eléctrico conectado a un dispositivo de arrollamiento o lineal para los tendones (1a-1c) artificiales.
- 35



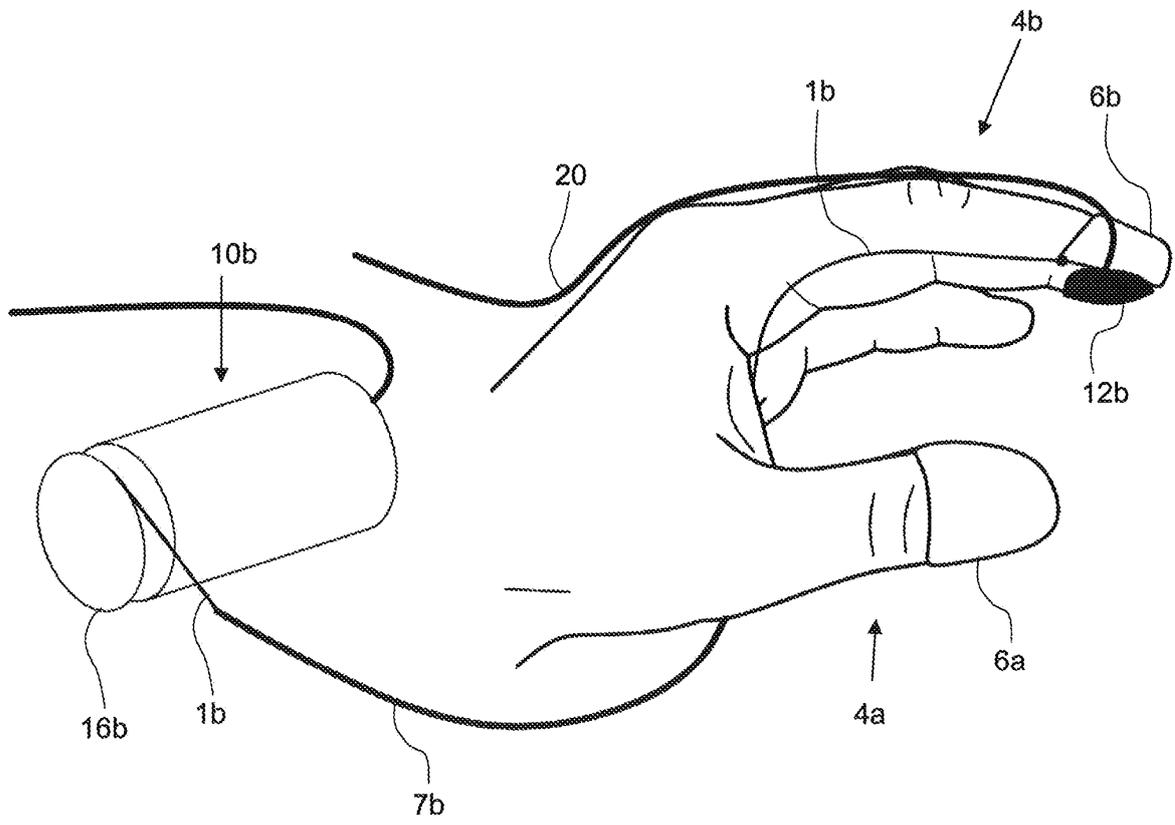


Fig. 3

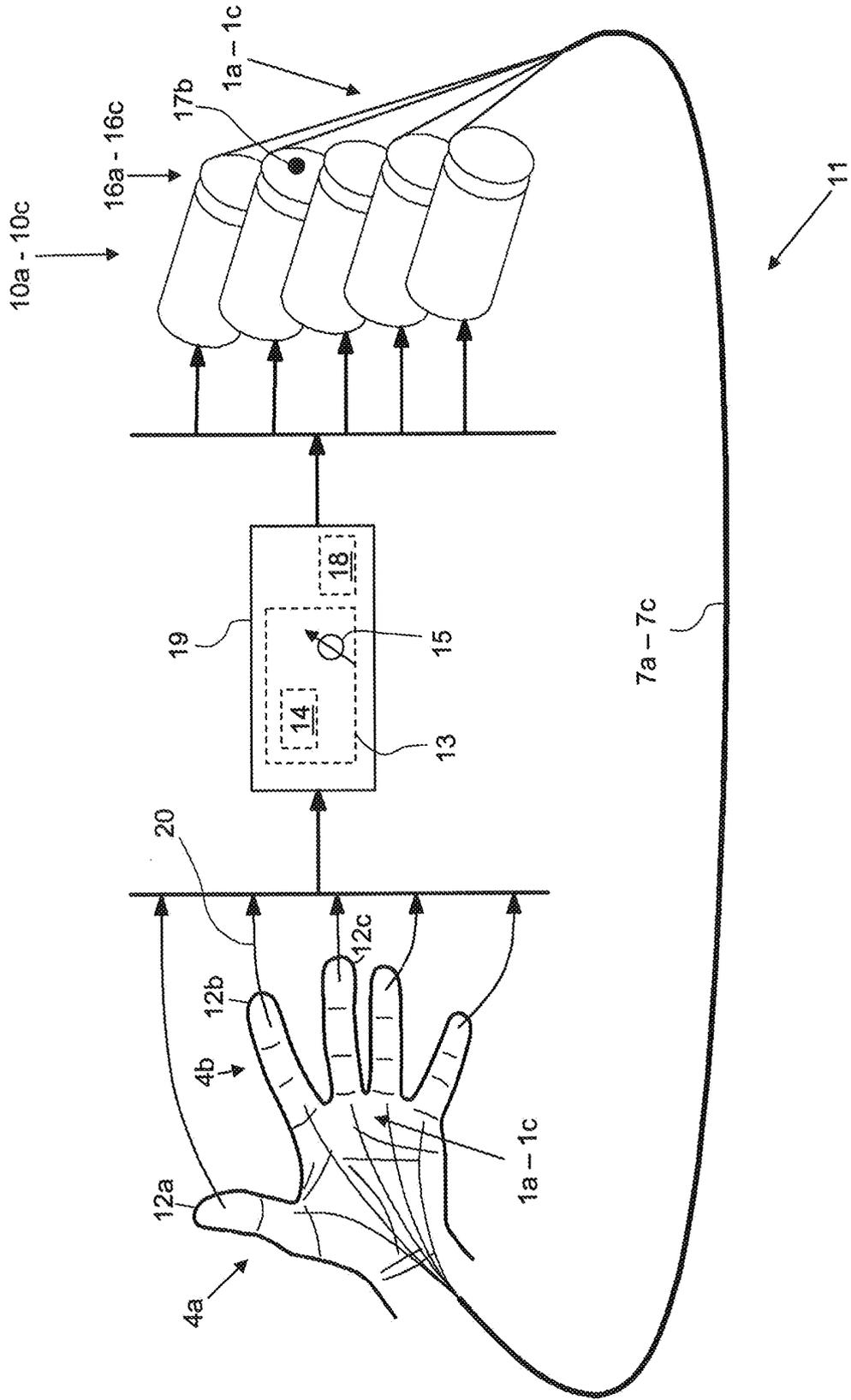


Fig. 4