

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 073**

51 Int. Cl.:

**B25J 15/00** (2006.01)

**B25J 15/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2015 PCT/EP2015/051236**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.07.2015 WO15110522**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2015 E 15700754 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 3102369**

54 Título: **Mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide con dedos mejorados**

30 Prioridad:

**22.01.2014 FR 1450532**

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

**16.07.2018**

73 Titular/es:

**SOFTBANK ROBOTICS EUROPE (100.0%)  
43, rue du Colonel Pierre Avia  
75015 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**LAVILLE, JÉRÉMY;  
CLERC, VINCENT y  
MAISONNIER, BRUNO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 676 073 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**

Mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide con dedos mejorados

La invención se refiere a una mano destinada a equipar un robot de carácter humanoide.

5 La mano humana es una parte del cuerpo humano extremadamente compleja. Comprende varios dedos articulados alrededor de la palma de la mano. Por otra parte, cada dedo posee varias falanges articuladas entre sí. Cada articulación está motorizada por medio de músculos. Las diferentes articulaciones de la mano permiten, en concreto, el agarre de objetos de formas diversas. Se han realizado numerosos intentos en unos robots humanoides, con el fin de acercarse de la mejor manera a las funcionalidades humanas. La reproducción de los movimientos de la mano en un robot necesita un gran número de accionadores independientes para asegurar el agarre de objetos diversos. Esto  
10 aumenta la complejidad del robot tanto al nivel del número de accionadores independientes a prever como al nivel del pilotaje de estos diferentes accionadores que se deben controlar de forma coordinada.

El documento WO 2008/058061 A2 describe un ejemplo de mano robotizada.

La invención tiene como propósito simplificar la realización de una mano de un robot humanoide conservando al mismo tiempo su adaptación al agarre de objeto de diferentes formas.

15 Para ello, la invención tiene como objeto una mano destinada a equipar un robot humanoide, comprendiendo la mano una palma y al menos un dedo articulado en la palma, comprendiendo el dedo al menos una falange y al menos una articulación que conecta la falange a la palma, extendiéndose la falange según una dirección principal, caracterizada porque la articulación comprende una pieza de unión elástica que permite varios grados de libertad, porque la mano comprende unos medios de motorización de un grado de libertad en rotación de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión, permitiendo el grado de libertad en rotación motorizado un  
20 movimiento relativo alrededor de un eje perpendicular a la dirección principal de la falange y porque los otros grados de libertad de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión no están motorizados.

Cada dedo de la mano puede comprender varias falanges consecutivas, estando dos falanges consecutivas conectadas por una articulación que comprende una pieza de unión elástica semejante a la pieza de unión que  
25 conecta la falange a la palma.

Cada pieza de unión elástica posee ventajosamente una posición neutra definida de forma que los medios de motorización permitan un recorrido angular de la articulación que comprende la pieza de unión elástica considerada a cada lado de la posición neutra.

30 En la invención, la presencia de una pieza de unión elástica en cada articulación permite mejorar la acomodación del dedo respecto a la forma de los objetos que es susceptible de encontrar. Se entiende por acomodación del dedo, su capacidad para ajustarse a las sollicitaciones y a las fuerzas que se ejercen sobre él.

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción detallada de un modo de realización dado a título de ejemplo, descripción ilustrada por el dibujo adjunto en el que:

35 la figura 1 representa en perspectiva una mano destinada a equipar un robot humanoide;  
la figura 2 representa en perspectiva un dedo que equipa la mano de la figura 1;  
la figura 3 representa el dedo de la figura 2 en corte longitudinal;  
la figura 4 representa una vista en despiece del dedo de la figura 2;  
la figura 5 representa el dedo de la figura 2 en corte transversal.  
las figuras 6A y 6B representan la acomodación de un dedo cuando encuentra un obstáculo.

40 En interés de la claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

La figura 1 representa una mano 10 destinada a equipar un robot humanoide. La mano 10 comprende una palma 11 y cinco dedos 13 a 17. Los dedos están articulados en la palma 11 de forma que se permita el agarre de objetos entre los dedos 13 a 17. A imagen de una mano humana, el dedo 13 es un pulgar. Un objeto tomado por la mano se retiene entre el pulgar 13 y los otros dedos 14 a 17. La invención no está limitada a una mano que posea cinco  
45 dedos. Es posible reducir el número de dedos para simplificar el diseño de la mano o incluso aumentar el número de dedos para permitir el agarre de objetos particulares.

La figura 2 representa en perspectiva un dedo que equipa la mano 10. Se trata del índice 14 que comprende tres falanges consecutivas 21, 22 y 23. Las falanges están articuladas en serie con respecto a la palma 11 de la mano 10. De manera más precisa, la falange 21 está articulada sobre la palma 11. La falange 22 está articulada sobre la falange 21. La falange 23 está articulada sobre la falange 22 y forma el extremo libre del dedo 14. Las tres falanges  
50 21, 22 y 23 están definidas a imagen de un dedo humano. Como anteriormente para el número de dedos, sin salirse del ámbito de la invención, es posible definir un dedo que posea otro número de falanges, reduciendo el número para facilitar el diseño de la mano o aumentando el número para unos usos particulares de la mano.

De forma más general, una mano de la invención puede estar formada por una pinza que permita tomar un objeto. La pinza comprende al menos un dedo móvil equipado con varias falanges articuladas que permiten varios puntos de contacto con el objeto tomado. Frente a este dedo articulado, es posible disponer un dedo fijo o incluso directamente la palma de la mano.

5 Se ha visto más arriba que la falange 21 está articulada sobre la palma 11. En la figura 2, se distingue una pieza de encastre 25 destinada a estar solidarizada con la palma 11, por ejemplo, por medio de clips 26. La articulación del dedo 14 está realizada entre la falange 21 y la pieza de encastre 25. Desde un punto de vista funcional, la pieza de encastre 25 forma parte integrante de la palma 11.

10 La descripción que sigue describe el índice 14. Por supuesto, la invención puede implementarse para cada uno de los dedos 14 a 17 e incluso para el pulgar 13.

La figura 3 representa el dedo 14 en corte longitudinal. La articulación entre la pieza de encastre 25 y la falange 21 lleva la referencia 27. La articulación entre las falanges 21 y 22 lleva la referencia 28 y la articulación entre las falanges 22 y 23 lleva la referencia 29.

15 En el ejemplo representado, los otros dedos 13, 15, 16 y 17 son semejantes al dedo 14. Comprenden cada uno varias falanges articuladas, por ejemplo, tres falanges para acercarse a la anatomía humana.

20 Cada una de las falanges 21, 22 y 23 se extiende según una dirección principal, respectivamente 31, 32 y 33. El dedo 14 comprende unas piezas de unión elásticas que permiten articular las falanges entre sí, así como la primera falange 21 en la palma 11. Las piezas de unión forman las articulaciones 27, 28 y 29. De manera más precisa, una pieza de unión 35 conecta la pieza de encastre 25 y, por lo tanto, la palma 11, a la primera falange 21. Una pieza de unión 36 conecta las falanges 21 y 22. Una pieza de unión 37 conecta las falanges 22 y 23. Una pieza de unión 35 permite varios grados de libertad, entre la primera falange 21 y la palma 11. Las piezas de unión 36 y 37 permiten varios grados de libertad entre dos falanges consecutivas que cada una de las piezas de unión 36 y 37 conecta. Las piezas de unión 35, 36 y 37 están formadas cada una por un bloque de material elástico encastrado en unas piezas rígidas entre las que están dispuestas. Una pieza de unión permite varios grados de libertad entre las dos piezas rígidas que conecta, principalmente las tres rotaciones, pero también las tres traslaciones con unos recorridos escasos.

30 Para cada una de las articulaciones 27, 28 y 29, una de las rotaciones está motorizada y los otros grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión considerada no están motorizados. Dicho de otra manera, la mano 10 comprende unos medios de motorización de un grado de libertad en rotación de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión de la articulación considerada.

35 La rotación motorizada se hace alrededor de un eje perpendicular a las direcciones principales de las dos falanges vecinas, es decir, un eje 42 para la articulación 28 y un eje 43 para la articulación 29. Para la articulación 27, entre la primera falange 21 y la palma 11, la rotación motorizada se hace alrededor de un eje 41 perpendicular a la dirección 31 y perpendicular a un eje 34 que forma una dirección principal de la pieza de encastre 25. La dirección principal 34 es fija con respecto a la palma 11.

40 Los diferentes grados de libertad permitidos por una pieza de unión permiten una cierta flexibilidad del dedo 14 para adaptarse a la forma de objetos diversos que la mano 10 es susceptible de atrapar o de golpear. Esta flexibilidad permite mejorar la acomodación de la mano respecto a la forma de los objetos que es susceptible de encontrar. Gracias a la invención, la mano mejora su capacidad para ajustarse a las sollicitaciones y a las fuerzas que se ejercen sobre ella.

Las diferentes piezas de unión elásticas 35, 36 y 37 pueden ser idénticas y, por lo tanto, poseer una rigidez idéntica. Alternativamente, las diferentes piezas de unión elásticas 35, 36 y 37 poseen cada una una rigidez decreciente alejándose de la palma 11. Esta rigidez decreciente permite modular el esfuerzo que cada falange 21, 22 y 23 ejerce sobre un objeto tomado por la mano 10.

45 La rigidez de cada articulación puede diferir según los grados de libertad permitidos por la articulación en cuestión. La rigidez decreciente puede referirse solo al grado de libertad motorizado y/o a los otros grados de libertad no motorizados.

50 Cada falange comprende una armadura rígida. De manera más precisa, la falange 21 comprende una armadura rígida 45, la falange 22 comprende una armadura rígida 46 y la falange 23 comprende una armadura rígida 47. La pieza de unión 35 está encastrada en la pieza de encastre 25 y en la armadura rígida 45. La pieza de unión 36 está encastrada en las armaduras rígidas 45 y 46. La pieza de unión 37 está encastrada en las armaduras rígidas 46 y 47. La flexibilidad de las piezas de unión 35, 36 y 37 puede obtenerse entre los encastres de cada una. Se pueden realizar las tres piezas de unión 35, 36 y 37 con el mismo material, como, por ejemplo, un material a base de silicona. La rigidez decreciente puede obtenerse adelgazando las piezas de unión entre sus encastres respectivos.

55 De forma más general, la rigidez de cada articulación puede obtenerse por la definición de la forma de la pieza de unión considerada.

La motorización según un solo grado de libertad puede hacerse de forma autónoma para cada una de las articulaciones entre las falanges y entre la palma 11 y la primera falange 21. Ventajosamente los medios de motorización comprenden un accionador común 50 para todas las articulaciones 27, 28 y 29 del dedo 14. El accionador común 50 permite simplificar el diseño y el pilotaje de la mano. Asociado a la rigidez decreciente de las piezas de unión 35, 36 y 37, el accionador común 50 permite mejorar el agarre de objetos tomados por la mano 10 permitiendo volver a cerrar mejor el extremo del dedo sobre el objeto. De manera más precisa, para un mismo control del accionador común 50, por el hecho de la rigidez decreciente de las piezas de unión 35, 36 y 37, se obtendrá un desplazamiento angular creciente de cada una de las articulaciones 27, 28 y 29 alejándose de la palma 11. La rigidez decreciente asociada a un accionador común también permite obtener una cinemática de cierre y de apertura progresiva de todas las articulaciones de un dedo. Esta cinemática está cercana a la de un dedo humano, que está movido por unos músculos independientes. Un dedo conforme a la invención y movido por un accionador único es mucho más fácil de pilotar que un dedo robotizado que posea tantos accionadores como falanges.

A título de ejemplo de realización que implementa un accionador común 50, los medios de motorización comprenden un cable 51 guiado en cada armadura rígida 45, 46 y 47, así como en la pieza de encastre 25. El cable 51 transita de la pieza de encastre 25 a la primera falange 21, así como de una falange a la siguiente a distancia del eje del grado de libertad en rotación motorizado. El cable 51 está accionado por el accionador común 50. Se ha representado en la figura 3 una distancia  $d$  que espacia el eje 43 del guiado del cable 51 en la armadura rígida 47 de la falange 23. Esta distancia  $d$  permite obtener un par motor de la articulación 29 cuando el cable 51 se pone en tensión por el accionador común 50.

El cable 51 puede estar encastrado en la armadura rígida 47 de la última falange 23 y caminar hasta la palma 11 únicamente a lo largo de una cara interna 53 del dedo 14, es decir, la cara destinada a estar en contacto con los objetos a tomar. El accionador común 50, dispuesto en la palma 11 es, entonces, un accionador de efecto sencillo que puede tirar del cable 51 para volver a cerrar el dedo 14. Cuando el cable 51 se suelta, la rigidez de las piezas de unión 35, 36 y 37 permite volver a abrir el dedo 14. Alternativamente, el accionador común 50 puede ser un accionador de efecto doble. Cuando se implementa un cable 51, asociado a un accionador 50 de efecto doble, el cable 51 camina a lo largo de la cara interna 53 y a lo largo de una cara externa 54 del dedo 14, opuesto a la cara interna 53. El encaminamiento del cable 51 puede hacerse a la misma distancia  $d$  de los ejes 41, 42 y 43 para las dos caras 53 y 54 del dedo 14. El accionador 50 de efecto doble puede tirar, entonces, del cable 51 del lado de la cara interna 53 para volver a cerrar el dedo 14 o del lado de la cara externa 54 para abrir el dedo 14.

El esfuerzo que el accionador 50 ejerce sobre el cable 51 es proporcional a la deformación elástica de las diferentes piezas de unión 35, 36 y 37. El esfuerzo máximo que el accionador podrá ejercer se obtendrá ya sea para un dedo completamente abierto, ya sea para un dedo completamente cerrado, es decir, en una de las posiciones angulares máximas de las articulaciones 27, 28 y 29. Cuando el dedo se vuelve a cerrar sobre un objeto a tomar, hay que tener en cuenta, igualmente, el esfuerzo que se desea ejercer sobre el objeto tomado para conservarlo en la mano 10.

Con el fin de limitar el esfuerzo máximo que el accionador debe ejercer, es posible definir una posición neutra del dedo para la que no se ejerce ningún esfuerzo sobre el cable 51. Esta posición neutra es función de la forma en reposo de cada una de las piezas de unión 35, 36 y 37. Por ejemplo, cada una de las piezas de unión elástica 35, 36 y 37 posee una posición neutra definida de forma que los medios de motorización permitan un recorrido angular de la articulación 27, 28 o 29 que comprende la pieza de unión elástica 35, 36 o 37 considerada a cada lado de la posición neutra.

La posición neutra puede estar definida a mitad de trayecto del dedo 14 entre sus dos posiciones extremas, completamente replegado hacia la palma 11 de la mano 10 y en extensión máxima cuando las direcciones 31 a 34 están alineadas. Es posible, igualmente, desplazar esta posición neutra para favorecer uno de los movimientos motorizados del dedo 14, hacia su extensión o hacia su repliegue. Por ejemplo, con el fin de permitir un esfuerzo suficiente del dedo sobre un objeto tomado, se puede definir la posición neutra más cercana a la posición extrema replegada que a la posición en extensión máxima.

Ventajosamente, cada falange 21, 22 y 23 comprende una pieza flexible, respectivamente 56, 57 y 58 dispuesta sobre la cara interna 53 del dedo 14. Estas piezas flexibles, por ejemplo, realizadas con un material a base de silicona permiten, deformándose al contacto con un objeto tomado por la mano 10, aumentar la superficie de contacto entre cada una de las falanges 21, 22 y 23 y el objeto tomado. El material elegido para realizar las piezas flexibles 56, 57 y 58 puede tener unas propiedades de superficie que permitan mejorar la adherencia con los objetos tomados. Un material a base de silicona está bien adaptado para cumplir esta función. De forma más general, las piezas flexibles, 56, 57 y 58 permiten mejorar el agarre de un objeto por medio del dedo 14.

La figura 4 representa en perspectiva y en vista en despieza el dedo 14. En el ejemplo representado, para cada una de las falanges 21, 22 y 23, la armadura rígida está formada por dos partes, respectivamente 45a y 45b para la armadura rígida 45, 46a y 46b para la armadura rígida 46 y 47a y 47b para la armadura rígida 47. Para cada armadura, las dos partes permiten facilitar el montaje del dedo 14, con el fin de guiar el cable 51 entre las dos partes. Para cada una de las falanges 21, 22 y 23, las dos partes se extienden principalmente a cada lado de la dirección principal de la falange en cuestión.

- En la figura 4, el cable 51 está representado rectilíneo antes de su montaje guiado entre las dos partes de cada falange. El cable 51 comprende unas embocaduras que forman unas protuberancias fijadas sobre el cable 51 que permiten cada una inmovilizar un punto del cable 51. En el ejemplo representado, el cable 51 puede estar formado a partir de un cordón de hilos de acero sobre el que están moldeadas o engastadas tres embocaduras 61, 62 y 63. Las embocaduras 61 y 63 están fijadas cada una a uno de los extremos del cable 51. Las embocaduras 61 y 63 permiten que el accionador 50, cuando es de efecto doble, tire de cada uno de los extremos del cable 51. La embocadura 62 permite inmovilizar el cable 51 en la armadura rígida 47 de la última falange 23 y la embocadura 62 puede estar fijada sustancialmente en el medio del cable 51 o de forma desfasada con respecto al medio en función de la amplitud deseada de los movimientos del dedo 14. De manera más precisa, la embocadura 62 está posicionada ventajosamente en el extremo de la última falange 23. La figura 3 representa el dedo 14 en posición mediana entre una posición extendida donde las direcciones 31 a 34 están alineadas y una posición replegada hacia la palma 11. En la posición mediana, la longitud de una parte 51a del cable 51 que permite la extensión del dedo 14 es más importante que la longitud de una parte 51b del cable 51 que permite el repliegue del dedo 14. Las partes 51a y 51b del cable 51 están situadas a cada lado de la embocadura 62.
- Alternativamente, es posible aplicar dos cables distintos que actúan cada uno hacia una de las posiciones extremas del dedo 14. Los dos cables distintos corresponden a cada una de las partes 51a y 51b.
- Ventajosamente, cada falange 21, 22 y 23 comprende una carcasa, respectivamente 65, 66 y 67 que recubre la cara externa 54 del dedo 14.
- Ventajosamente, para cada una de las falanges 21, 22 y 23, la carcasa y la pieza flexible comprenden unas formas complementarias realizadas de forma que se realice un encastre de la armadura, de la pieza flexible y de la carcasa. Es posible realizar cada encastre por deformación de la pieza flexible correspondiente. De este modo, se evita cualquier recurso a un accesorio de fijación, tal como un tornillo.
- La figura 5 representa el dedo 14 en corte transversal al nivel de la falange 21. Las otras falanges 22 y 23 presentan unos cortes semejantes.
- Ventajosamente, para facilitar su fabricación y su ensamblaje, para cada una de las falanges 21, 22 y 23, la pieza flexible está formada por dos partes que rodean la armadura rígida. De manera más precisa, la pieza flexible 56 está formada por dos partes 56a y 56b. La pieza flexible 57 está formada por dos partes 57a y 57b y la pieza flexible 58 está formada por dos partes 58a y 58b. Las dos partes de cada pieza flexible rodean la armadura rígida. Para cada una de las falanges 21, 22 y 23, las dos partes de las piezas flexibles se extienden principalmente a cada lado de la dirección principal de la falange en cuestión. Esta disposición está bien visible en la figura 5.
- Ventajosamente, las diferentes piezas flexibles y las diferentes piezas de unión pueden estar realizadas agrupándolas por la mitad longitudinalmente. Las piezas de unión elásticas 35, 36 y 37 pueden estar definidas de forma que las direcciones principales 31, 32 y 33 de las diferentes falanges, así como la dirección principal 34 de la pieza de encastre 25, se queden en un plano llamado plano longitudinal del dedo 14 cuando no se ejerce ninguna sollicitación sobre las piezas de unión 35, 36 y 37 según sus grados de libertad no motorizados. Se trata del plano de corte de la figura 3. El agrupamiento por la mitad se hace a cada lado del plano longitudinal.
- De manera más precisa, las piezas de unión 35, 36 y 37 pueden, como para las piezas flexibles 56, 57 y 58, estar realizadas en dos partes. La pieza de unión 35 está formada por dos partes 35a y 35b. La pieza de unión 36 está formada por dos partes 36a y 36b. La pieza de unión 37 está formada por dos partes 37a y 37b. Se pueden realizar en una sola pieza moldeada, por ejemplo, de silicona, las partes 35a, 56a, 36a, 57a, 37a y 58a. Asimismo, se pueden agrupar en una sola pieza las partes 35b, 56b, 36b, 57b, 37b y 58b. El hecho de agrupar las diferentes piezas permite simplificar la fabricación del dedo agrupando varias funciones en una misma pieza mecánica, esto es, la mejora del agarre de un objeto por medio del dedo 14 y la flexibilidad de cada articulación del dedo 14.
- Las figuras 6A y 6B representan la acomodación de un dedo cuando encuentra un obstáculo. En la figura 6A, la mano 10 está representada con su índice extendido. Un objeto 60 está situado a distancia de la mano 10, sin tocarla. La motorización del dedo 14 permite que el dedo 14 se repliegue en un movimiento sustancialmente perpendicular al plano de las figuras 6A y 6B. En la figura 6B, el índice 14 entra en contacto con el objeto 60. El movimiento relativo de la mano 10 y del objeto 60 se hace en el plano de las figuras 6A y 6B. En el ejemplo elegido, la motorización del dedo 14 no permite que la mano evite el contacto con el objeto 60. Las diferentes piezas de unión elásticas 35, 36 y 37 se deforman y permiten que el dedo 14 acepte la sollicitación exterior debida a la presencia del objeto 60 sin experimentar daño o sin necesitar un pilotaje complejo de robot equipado con la mano.

REIVINDICACIONES

1. Mano destinada a equipar un robot humanoide, comprendiendo la mano (10) una palma (11) y al menos un dedo (13, 14, 15, 16, 17) articulado en la palma, comprendiendo el dedo (13, 14, 15, 16, 17) al menos una falange (21, 22, 23) y una articulación (27, 28, 29) que conecta la falange (21, 22, 23) a la palma (11), extendiéndose la falange (21, 22, 23) según una dirección principal (31, 32, 33), comprendiendo dicha articulación (27, 28, 29) una pieza de unión (35, 36, 37) elástica que permite varios grados de libertad, comprendiendo dicha mano (10) unos medios de motorización (50, 51) de un grado de libertad en rotación de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión (35, 36, 37), permitiendo el grado de libertad en rotación motorizado un movimiento relativo alrededor de un eje (41, 42, 43) perpendicular a la dirección principal (31, 32, 33) de la falange (21, 22, 23), no estando los otros grados de libertad de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión (35, 36, 37) motorizados y **caracterizada porque** la pieza de unión elástica (35, 36, 37) posee una posición neutra definida de forma que los medios de motorización permitan un recorrido angular de la articulación (27, 28, 29) que comprende la pieza de unión elástica (35, 36, 37) considerada a cada lado de la posición neutra.
2. Mano según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el dedo (13, 14, 15, 16, 17) comprende varias falanges (21, 22, 23) consecutivas, estando dos falanges (21, 22, 23) consecutivas conectadas por una articulación (28, 29) **porque** la o las articulaciones (28, 29) que conectan dos falanges (21, 22, 23) consecutivas comprenden cada una una pieza de unión (36, 37) elástica que permite varios grados de libertad entre las dos falanges (21, 22, 23) consecutivas, **porque** la mano (10) comprende unos medios de motorización (50, 51) de un grado de libertad en rotación de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión (36, 37) que conecta las falanges (21, 22, 23) consecutivas, permitiendo el grado de libertad en rotación motorizado un movimiento relativo de las dos falanges (21, 22, 23) consecutivas alrededor de un eje (42, 43) perpendicular a las direcciones principales (31, 32, 33) de las dos falanges (21, 22, 23) consecutivas, **porque** los otros grados de libertad de entre los grados de libertad hechos posibles por la pieza de unión (36, 37) que conecta las falanges (21, 22, 23) consecutivas no están motorizados y **porque** cada pieza de unión (36, 37) que conecta las falanges (21, 22, 23) consecutivas posee una posición neutra definida de forma que los medios de motorización permitan un recorrido angular de la articulación (28, 29) que comprende la pieza de unión elástica (36, 37) considerada a cada lado de la posición neutra.
3. Mano según la reivindicación 2, **caracterizada porque** las diferentes piezas de unión elásticas (35, 36, 37) poseen cada una una rigidez decreciente alejándose de la palma (11).
4. Mano según una cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizada porque** los medios de motorización comprenden un accionador común (50) para todas las articulaciones (27, 28, 29) del al menos un dedo (13, 14, 15, 16, 17).
5. Mano según la reivindicación 4, **caracterizada porque** cada falange (21, 22, 23) comprende una armadura rígida (45, 46, 47), **porque** los medios de motorización comprenden un cable (51) guiado en cada armadura rígida (45, 46, 47), transitando el cable (51) de una falange (21, 22, 23) a la siguiente a distancia del eje (41, 42, 43) del grado de libertad en rotación motorizado y **porque** el cable (51) está accionado por el accionador común (50).
6. Mano según la reivindicación 5, **caracterizada porque** la armadura rígida (45, 46, 47) está formada en dos partes (45a, 45b, 46a, 46b, 47a, 47b) entre las que está guiado el cable (51).
7. Mano según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizada porque** el accionador común (50) es un accionador de efecto doble.
8. Mano según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la falange (21, 22, 23) comprende una armadura rígida (45, 46, 47) y una pieza flexible (56, 57, 58) dispuesta sobre una cara interna (53) del dedo (14).
9. Mano según la reivindicación 8, **caracterizada porque** la falange (21, 22, 23) comprende una carcasa (65, 66, 67) dispuesta sobre una cara externa (54) del dedo (13, 14, 15, 16, 17) y **porque** la carcasa (65, 66, 67) y la pieza flexible (56, 57, 58) comprenden unas formas complementarias realizadas de forma que se realice un encastre de la armadura rígida (45, 46, 47), de la pieza flexible (56, 57, 58) y de la carcasa (65, 66, 67).
10. Mano según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada porque** la pieza flexible (56, 57, 58) está formada por dos partes (56a, 56b, 57a, 57b, 58a, 58b) que rodean la armadura rígida (45, 46, 47).
11. Mano según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada porque** las piezas flexibles (56, 57, 58) y la o las piezas de unión (35, 36, 37) están realizadas agrupándolas por la mitad longitudinalmente (35a, 56a, 36a, 57a, 37a, 58a; 35b, 56b, 36b, 57b, 37b, 58b).

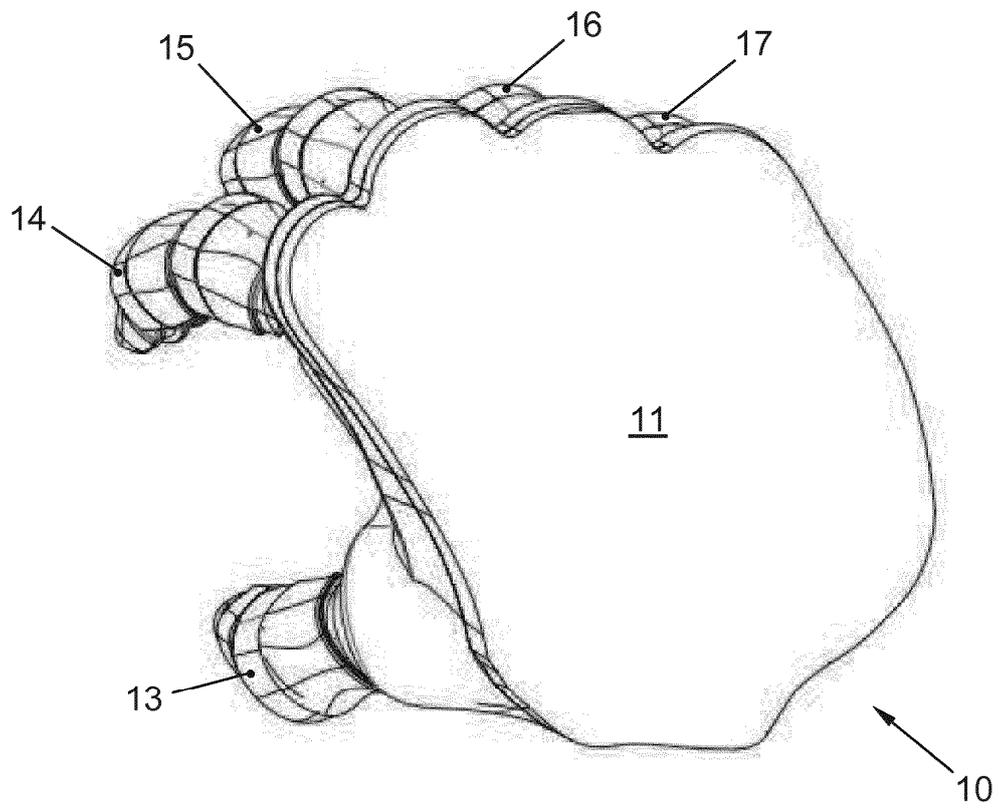


FIG. 1

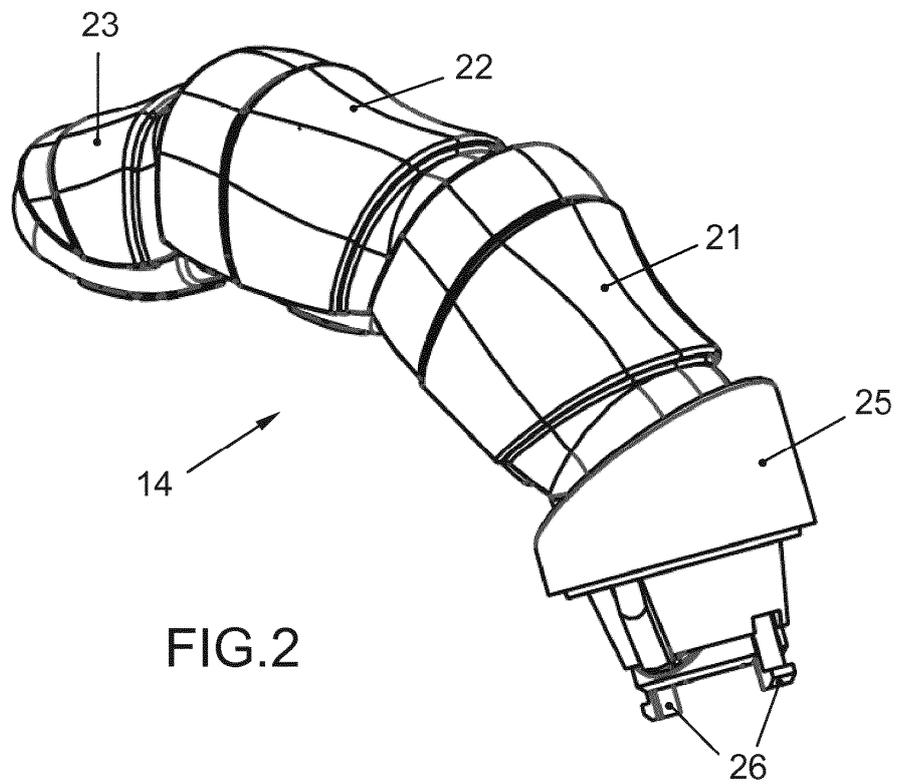


FIG. 2

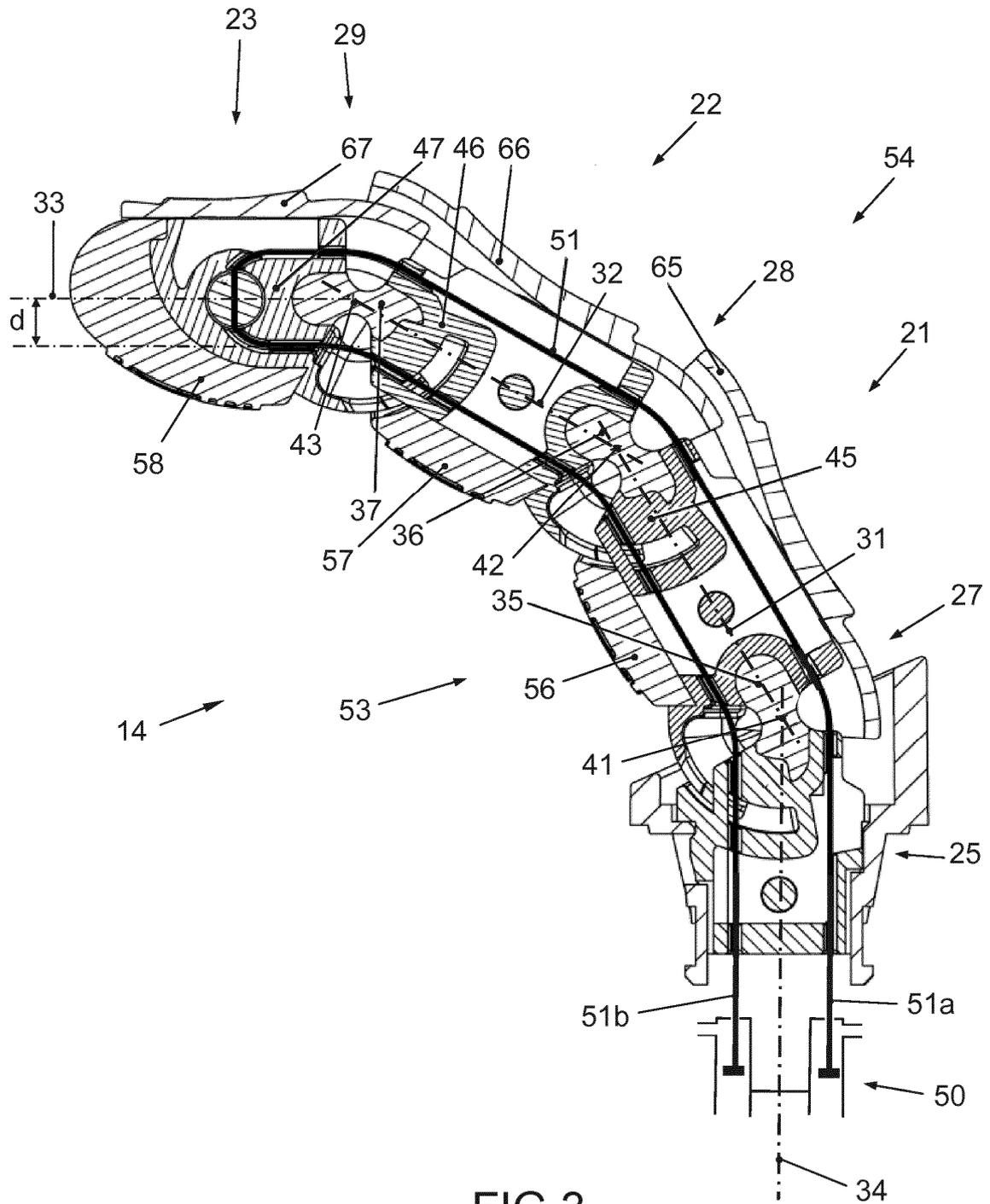


FIG.3

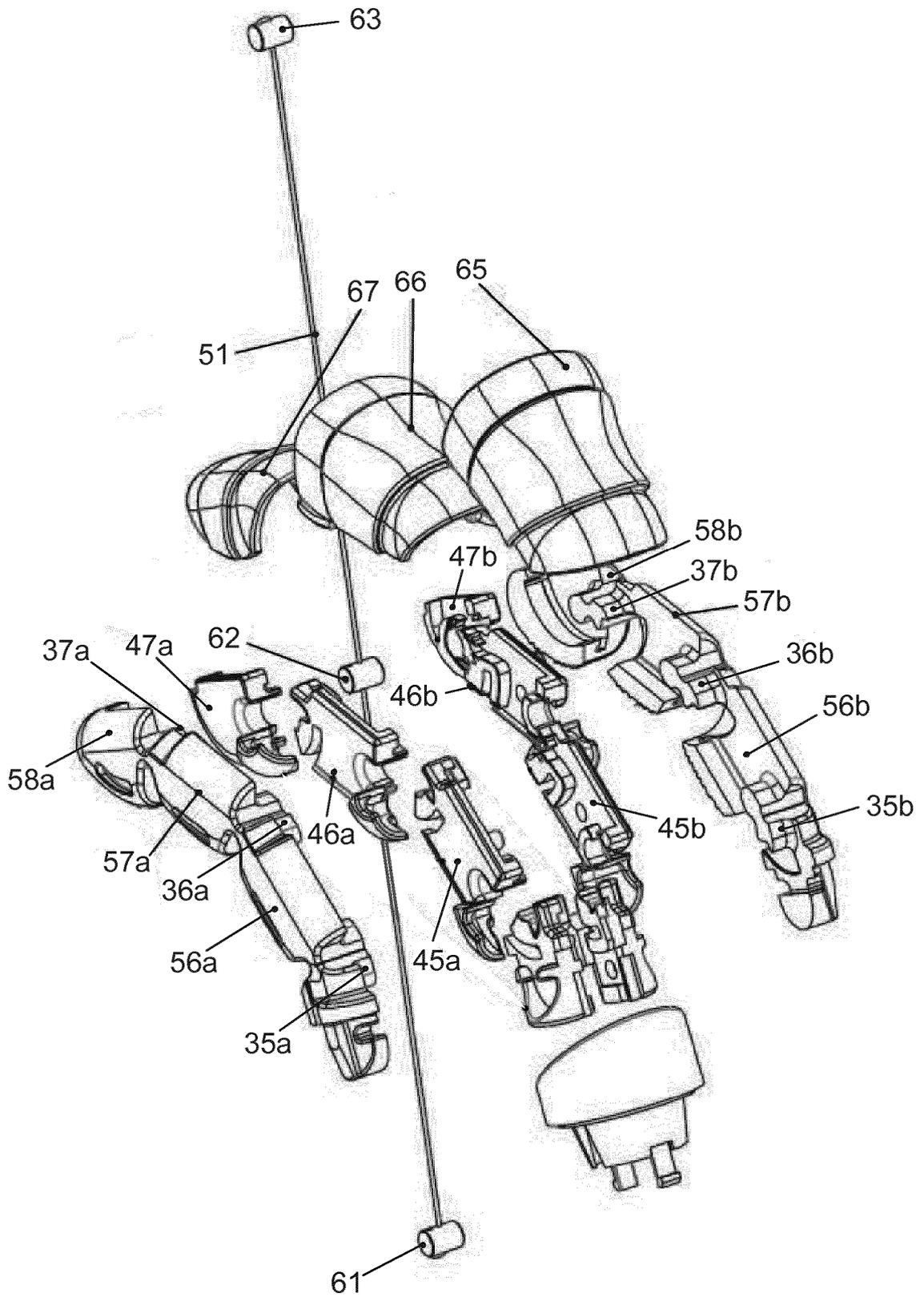


FIG.4

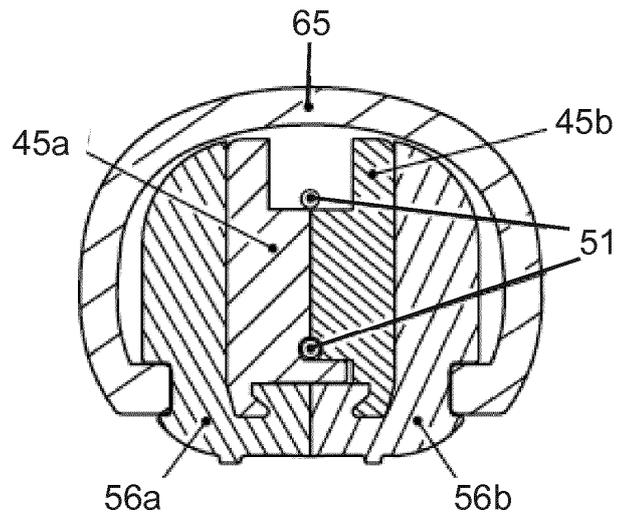


FIG.5

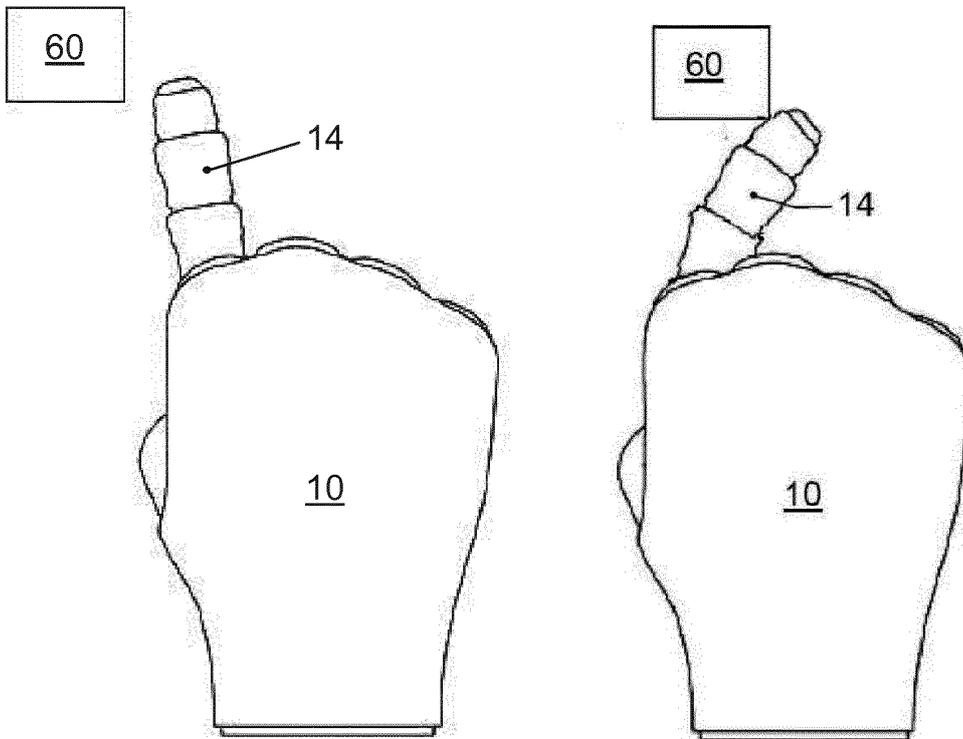


FIG.6A

FIG.6B