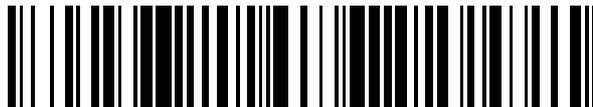


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 415**

51 Int. Cl.:

B25J 19/00 (2006.01)

B25J 19/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.06.2015 PCT/EP2015/062459**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2015 E 15727953 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 3152013**

54 Título: **Sistema anti-atrapamiento en un robot de carácter humanoide**

30 Prioridad:

03.06.2014 FR 1455028

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

03.12.2018

73 Titular/es:

SOFTBANK ROBOTICS EUROPE (100.0%)

43 rue du Colonel Pierre Avia

75015 Paris, FR

72 Inventor/es:

MUGNIER, FABIEN y

CLERC, VINCENT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 692 415 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

Sistema anti-atrapamiento en un robot de carácter humanoide

La invención se refiere a la seguridad de utilización de un robot de carácter humanoide.

5 Un robot puede calificarse de humanoide a partir del momento en que posee ciertos atributos de aspecto y funcionalidades del hombre como por ejemplo una cabeza, un tronco, dos brazos, dos manos, dos piernas o dos pies. Ciertos robots que no poseen más que la parte alta del cuerpo pueden considerarse igualmente como poseedores de caracteres humanoides. Unos robots humanoides son capaces de marchar o desplazarse sobre una plataforma provista de ruedas, y hacer gestos, con los miembros o con la cabeza. La complejidad de los gestos que son capaces de efectuar aumenta sin cesar.

10 Estos robots están destinados a interactuar con humanos y es necesario evitar que los gestos de los robots puedan dañar a los humanos que les rodean. Más precisamente, durante el movimiento de ciertas articulaciones del robot, este podría pinzar los dedos humanos que se encuentren en la proximidad. Por ejemplo cuando el brazo de un robot se aproxima a su tronco, hay riesgo de atrapamiento entre el brazo y el tronco. De manera más general, el riesgo de atrapamiento existe entre dos elementos del robot articulados entre sí.

15 Se han imaginado varias soluciones para reducir el riesgo de atrapamiento o para limitar las consecuencias. Para evitar cualquier atrapamiento, se puede limitar el abatimiento de una articulación por medio de un tope que permita conservar una separación suficiente entre los elementos unidos por la articulación considerada. Esta solución limita las posibilidades del robot impidiéndole ciertos movimientos. Entonces se degrada el antropomorfismo del robot.

20 Para limitar las consecuencias de un atrapamiento, se puede reducir la fuerza producida por el actuador que mueve la articulación considerada. Esta reducción de la fuerza limita también las posibilidades del robot que, por ejemplo, no podrá levantar grandes cargas. Es posible limitar la fuerza del actuador únicamente al final de la carrera, cuando se aproximan los dos elementos. Esta limitación necesita un control complejo del actuador. Este control es costoso de implementar y puede ser el origen de una reducción de la fiabilidad del robot.

25 El documento JP-A-2000/158378 describe un robot humanoide que comprende un sistema anti-pinзамiento que forma un principio de solución para la seguridad de funcionamiento del robot.

La invención se dirige a mejorar también la seguridad de funcionamiento de un robot por medio de una solución completamente pasiva que permita limitar la fuerza de pinзамiento al final de la carrera de un abatimiento de la articulación.

30 Con este fin, la invención tiene por objeto un robot de carácter humanoide que comprende dos elementos y una articulación de al menos un grado de libertad que une los dos elementos, comprendiendo los dos segmentos cada uno una piel que delimita su superficie externa, permitiendo la articulación un abatimiento en un intervalo dado, estando destinado uno primero de los dos elementos a ponerse sustancialmente en contacto con una zona de la piel de un segundo de los dos elementos en un extremo del intervalo. La zona es flexible de manera que permita su deformación en una distancia dada con una fuerza inferior a una fuerza dada y el primer elemento se acopla en el

35 segundo elemento atravesando la zona flexible.
La zona flexible puede configurarse para permanecer en contacto ya sea con la articulación, ya sea con el primer elemento.

El robot puede comprender un tope perteneciente a uno de los dos elementos. En el extremo del intervalo, el otro de los dos elementos se pone en contacto con el tope.

40 Las pieles de los dos elementos son en su mayor parte rígidas y ventajosamente, se dispone al menos una zona flexible en la continuidad de la zona rígida de la piel.

La zona flexible es discontinua en el interior de una línea cerrada. El primer elemento atraviesa la piel por la discontinuidad de la zona flexible y una zona rígida de la piel rodea la zona flexible a todo lo largo de la línea cerrada.

45 La invención se comprenderá mejor y surgirán otras ventajas 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:

- las figuras 1a y 1b representan dos ejemplos de robots que implementa la invención;
- las figuras 2a y 2b representan un hombro del robot en la figura 1b;
- la figura 3 representa un brazo del robot de la figura 1b;
- 50 la figura 4 representa una cadera del robot de la figura 1b.

Por razones de claridad, los mismos elementos llevan las mismas referencias en las diferentes figuras.

5 Las figuras 1a y 1b representan dos ejemplos de robots de caracteres humanoides desarrollados por la sociedad ALDEBARAN ROBOTICS™. El robot 10 humanoide representado en la figura 1a comprende una cabeza 1, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4, dos piernas 5 y dos pies 6. El robot 10' humanoide representado en la figura 1b comprende una cabeza 1, un tronco 2, dos brazos 3, dos manos 4 y una falda 7. Estos dos robots comprenden varias articulaciones que permiten el movimiento relativo de los diferentes miembros del robot con el objetivo de reproducir la morfología humana y sus movimientos. Los robots 10 y 10' comprenden por ejemplo una articulación 11 entre el tronco 2 y cada uno de los brazos 3. La articulación 11 que forma un hombro del robot está motorizada alrededor de dos ejes de rotación para permitir desplazar el brazo 3 con relación al tronco 2 a la manera de los desplazamientos posibles por un hombro de un ser humano.

10 El robot 10 de caracteres humanoides comprende igualmente varias articulaciones para poner en movimiento las piernas del robot y reproducir el movimiento de la marcha, en particular unas articulaciones asimilables a una cadera, entre el tronco y cada uno de los muslos, a una rodilla, entre un muslo y la pierna, y un tobillo entre la pierna y el pie. Se implementan varias formas de articulaciones motorizadas, que ponen en movimiento uno de los miembros según uno o varios grados de libertad en rotación.

15 El robot 10' de caracteres humanoides presenta una arquitectura diferente. Para mejorar la estabilidad y bajar el centro de gravedad del robot, el robot no comprende piernas sino una falda 7 que comprende en su base un trípode 14 capaz de desplazar el robot. La falda 7 comprende también una primera articulación 12 que se asemeja a una rodilla, entre una pierna 7a y un muslo 7b. Una segunda articulación 13 que pertenece a una cadera une el tronco 2 y el muslo 7b. Estas dos articulaciones 12 y 13 son unos enlaces de pivote motorizados alrededor de un eje de rotación. El eje de rotación Xa de la articulación 12 y el eje de rotación Xb de la articulación 13 son sustancialmente paralelos a un eje que une los dos hombros del robot, permitiendo inclinar al robot hacia adelante o hacia atrás.

20 Las figuras 2a y 2b representan más en detalle el hombro 11 del robot 10'. En estas dos figuras, se ha representado un objeto 20 de sección circular que representa un dedo humano susceptible de ser pinzado entre el tronco 2 y el brazo 3. El objeto 20 se representa en sección en las dos figuras. En la práctica, al objeto 20 puede ser de un calibre normalizado que representa un dedo humano. Este calibre no debe ser pinzado demasiado fuertemente entre dos elementos de un robot. Más precisamente, el robot no debe ejercer sobre el calibre una fuerza superior a una fuerza dada.

25 En la figura 2a, el objeto 20 se dispone bajo el brazo 3 a la altura de la axila del robot 10'. El brazo 3 tiende a abatirse a lo largo del tronco 2 pinzando el objeto 20 bajo la axila entre el brazo 3 y el tronco 2. En el ejemplo representado en la figura 2a, se pone interés en la rotación de la articulación 11 alrededor de un eje 21 horizontal perpendicular a un plano frontal del robot 10'. El plano frontal es paralelo al plano de la figura 2a y el eje 21 horizontal es perpendicular al plano de la figura. La articulación 11 permite un abatimiento angular en un intervalo dado alrededor del eje 21. El brazo 3 puede tener un abatimiento del orden de 180°. La invención permite limitar los efectos del pinzamiento del objeto 20 cuando el brazo 3 llega al final de la carrera en un extremo del intervalo, en este caso, cuando el brazo 3 está a lo largo del tronco 2. Por supuesto que la invención se aplica también para el otro extremo del intervalo de rotación alrededor del eje 21, como se verá con ayuda de la figura 2b, para la rotación alrededor del otro eje de rotación de la articulación 11 alrededor de un eje vertical y de manera general para cualquier movimiento combinado de las dos rotaciones de la articulación 11.

30 La superficie externa del tronco 2 y del brazo 3 forma una piel, respectivamente 22 y 23. Al cabo de la carrera, cuando el brazo 3 se extiende a lo largo del tronco 2, la piel 23 del brazo 3 y la piel 22 del tronco 2 se ponen sustancialmente en contacto entre sí. Más precisamente, existe para cada piel, una zona en la que la separación entre las dos pieles es inferior a la sección del objeto 20. Esta zona lleva la referencia 25 para la piel 23 del brazo 3 y la referencia 26 para la piel 22 del tronco 2. Según la invención, una de las zonas 25, 26, o las dos zonas 25, 26, destinadas a ponerse en contacto, son flexibles de manera que permitan su deformación en una distancia dada con una fuerza inferior a una fuerza dada. La distancia dada es la sección del objeto 20. La distancia dada es por ejemplo del orden de 5 mm, que representa el diámetro del dedo de un niño. La fuerza dada representa la fuerza máxima que se puede permitir durante el pinzamiento del objeto 20.

35 La deformación de la zona o de las zonas 25, 26, de la piel considerada se realiza en su campo elástico respectivo de manera que retome su forma inicial cuando el brazo 3 deja su posición al final de la carrera con relación al tronco 2. En ausencia del objeto 20, se puede tener una ligera separación entre las zonas 25 y 26 de las pieles 22 y 23, un contacto sin fuerza o incluso una ligera presión entre las zonas 25 y 26.

40 La presencia de estas zonas 25 y 26 flexibles permiten al robot aproximarse a la morfología humana. Las zonas 25 y 26 flexibles de la piel pueden formarse a partir de membranas realizadas en un material de elastómero, por ejemplo base de silicona o de caucho.

45 El final de la carrera de la articulación 11 puede realizarse mediante un control mediante un actuador que permite el movimiento de la articulación 11 o por un tope mecánico dispuesto en el interior de la articulación 11.

En el ejemplo representado, la zona 25 flexible es continua en el interior de una línea 27 cerrada que la limita. Una zona 28 rígida de la piel 23 rodea la zona 25 flexible a todo lo largo de la línea 27 cerrada. Para el brazo, 3, la piel 23

es principalmente rígida. Se disponen una o varias zonas 25 flexibles sobre la piel 23. Estas zonas 23 están localizadas en unos sitios en los que el brazo 3 es susceptible de ponerse sustancialmente en contacto con otro elemento del robot 10', el tronco 2 en este caso.

5 La zona 26 flexible del tronco 2 es discontinua en el interior de una línea 30 cerrada que la limita. El brazo 3 atraviesa la piel 22 del tronco por la discontinuidad de la zona 26 flexible. Una zona 31 rígida de la piel 22 rodea la zona 26 flexible a todo lo largo de la línea 30 cerrada. Dicho de otra manera la piel 22 del tronco 2 es, como para el brazo 3, principalmente rígida. La zona 26 flexible se fija a la zona 31 rígida a lo largo de la línea 30 cerrada. La zona 26 flexible forma una falda fijada a la zona 22 rígida y rodea el acoplamiento del brazo 3 sobre el tronco 2. Al rodear completamente el brazo 3, la zona 26 flexible permite al brazo 3 aproximarse al tronco 2 en todas las combinaciones de rotación de la articulación 11. Además, gracias a su forma de falda, la zona 26 flexible permite limitar la penetración de objetos indeseables en el interior de la articulación 11. Con este fin, la zona 26 flexible se configura para permanecer en contacto con el enganche del brazo 3 sobre el tronco 2. La zona 26 flexible puede permanecer en contacto ya sea con la articulación 11, ya sea con el brazo 3. La zona 26 flexible permite principalmente proteger la articulación 11 del polvo ambiente. La zona 26 flexible permite igualmente confinar eventuales defectos que puedan permanecer en el interior del robot, puede tratarse por ejemplo de un inicio de incendio vinculado a un defecto eléctrico y conservar en el interior del robot eventuales piezas mecánicas rotas.

20 La figura 2b representa el brazo 3 extendiéndose sustancialmente verticalmente hacia arriba. El brazo 3 está al final de carrera de su rotación alrededor del eje 21 en el extremo de su intervalo de rotación, extremo opuesto al representado en la figura 2a. La zona 28 rígida de la piel 23 del brazo 3 se hunde ligeramente en la zona 26 flexible de la piel 22 del tronco 2. Este hundimiento es visible a la altura de la flecha 32. En esta figura, se ha representado el objeto 20 pinzado entre el hombro y el brazo 3. Para limitar las consecuencias del pinzamiento del objeto 20, el brazo 3 puede comprender una segunda zona 25 flexible. A la altura del tronco 2, el objeto 20 se hunde en la zona 26 flexible del tronco 2.

25 De manera más general, el tronco 2 y/o el brazo 3 poseen tantas zonas flexibles como sean necesarias situadas en unos sitios en los que las pieles de estos dos elementos (tronco 2 y brazo 3) pueden aproximarse o incluso entrar en colisión durante los diferentes movimientos del brazo 3 con relación al tronco 2. La piel del brazo 3 y del tronco 2 es en su mayor parte rígida. La o las zonas 25, 26 flexibles que se han realizado ahí se disponen en la continuidad de las zonas rígidas, respectivamente 28 y 31.

30 La figura 3 representa el brazo 3 unido a un antebrazo 35 del robot 10'. Un codo 36 que asegura la movilidad en rotación alrededor de un eje 37 perpendicular al plano de la figura 3, une el brazo 3 y el antebrazo 35. Se encuentra sobre el brazo 3 una zona 26 flexible en la forma de falda a través de la que se extiende el codo 36. Sobre el antebrazo 35 una zona 38 flexible continúa una zona 39 rígida de la piel 40 del antebrazo 35. La zona 38 flexible puede rodear completamente el antebrazo 35 y seguir una línea cerrada de este. Alternativamente, la zona 38 flexible puede no seguir más que en parte la línea cerrada que limita la zona 39 rígida. La zona 38 flexible está entonces en la forma de un labio dispuesto a la altura en la que el antebrazo 35 se aproxima lo máximo al brazo 3 durante la rotación del codo 36 en un primer sentido de rotación. En una rotación en el sentido opuesto al primer sentido, el antebrazo 35 se pone sustancialmente en alineación con el brazo 3. Sobre la parte posterior del codo 36, se puede prescindir de la zona flexible sobre el antebrazo 35. La zona 26 flexible del brazo 3 puede ser suficiente para evitar cualquier daño debido al pinzamiento. Es ventajoso prever que la zona flexible rodee completamente el codo 36, incluso si el codo 36 no posee más que un único grado de libertad en rotación. Una parte de la zona 26 flexible no tiene función anti-atrapamiento pero conserva sus funciones de protección contra los cuerpos extraños y el confinamiento de defectos en el interior del robot.

45 La figura 4 representa más en detalle la cadera 13 del robot 10'. La cadera 13 puede poseer uno o dos grados de libertad entre el tronco 2 y la falda 7. Se puede encontrar una configuración próxima a una cadera en el robot 10 que posee dos piernas 5. El intervalo de abatimiento angular de la cadera 13 es por ejemplo inferior a 90°. Para un abatimiento angular de ese tipo, puede ser suficiente una zona flexible sobre la piel de uno de los elementos del robot unidos por la cadera. En el ejemplo representado, una zona 26 forma la parte baja del tronco 2. Como para el hombro 11 o el codo 36, la zona 26 da en este caso la vuelta al tronco 2 alrededor de su eje vertical.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Robot de carácter humanoide que comprende dos elementos (2, 3) y una articulación (11) de al menos un grado de libertad que une los dos elementos, comprendiendo los dos elementos cada uno una piel (22, 23) que delimita su superficie externa, permitiendo la articulación (11) un abatimiento en un intervalo dado, estando destinado uno primero de los dos elementos (2, 3) a ponerse sustancialmente en contacto con una zona (26) de la piel (22, 23) de un segundo de los dos elementos en un extremo del intervalo, siendo la zona (26) flexible tal que permita su deformación en una distancia dada con una fuerza inferior a una fuerza dada, **caracterizado porque** el primer elemento (3) se acopla al segundo elemento (2) atravesando la zona (26) flexible.
- 10 2. Robot según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la zona (26) flexible se configura para permanecer en contacto ya sea con la articulación (11), ya sea con el primer elemento (3).
3. Robot según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende un tope que pertenece a uno de los dos elementos (2, 3) y porque en el extremo del intervalo, el otro de los dos elementos (2, 3) se pone en contacto con el tope.
- 15 4. Robot según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las pieles (22, 23) de los dos elementos (2, 3) son en su mayor parte rígidas y porque se dispone al menos una zona (26) flexible en continuidad con una zona (28, 31) rígida de la piel (22, 23).

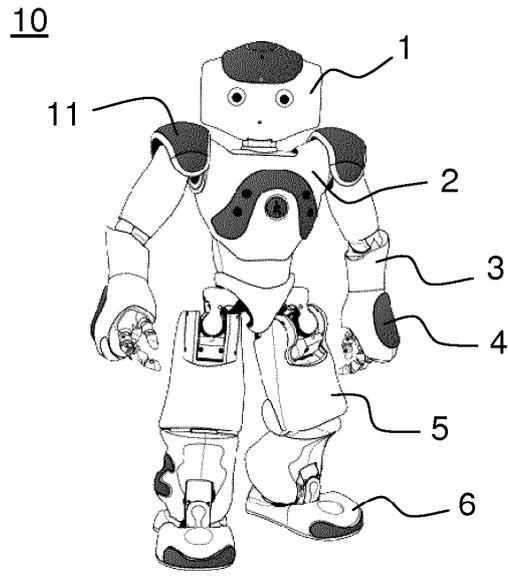


FIG.1a

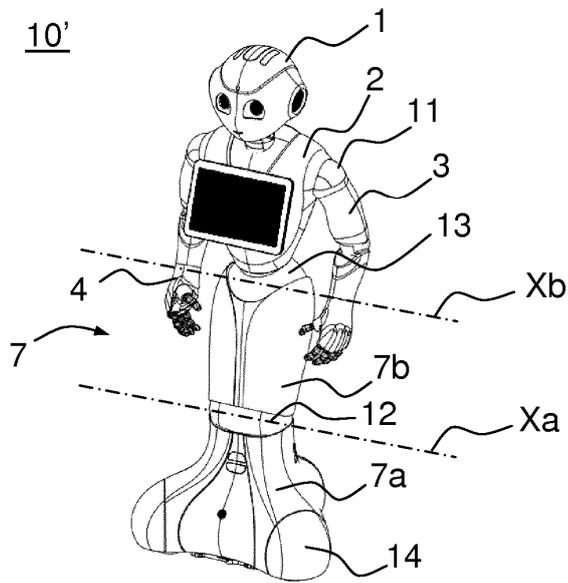


FIG.1b

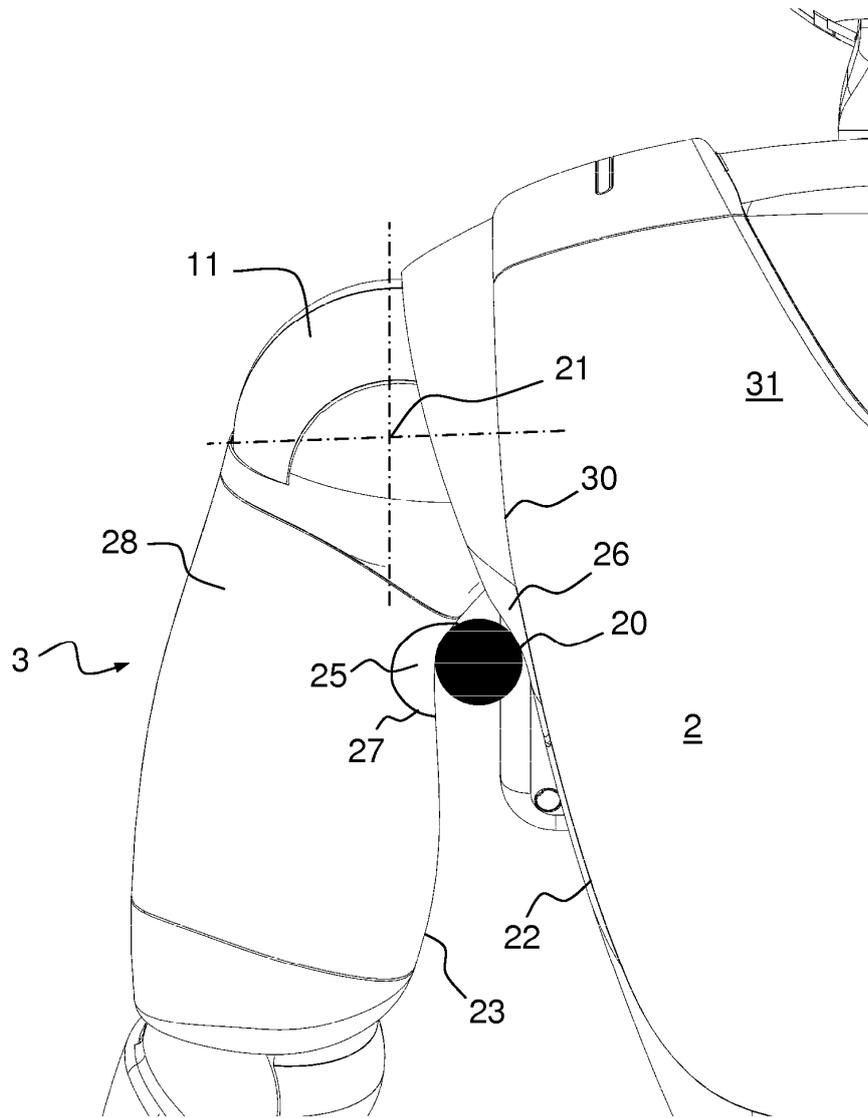


FIG.2a

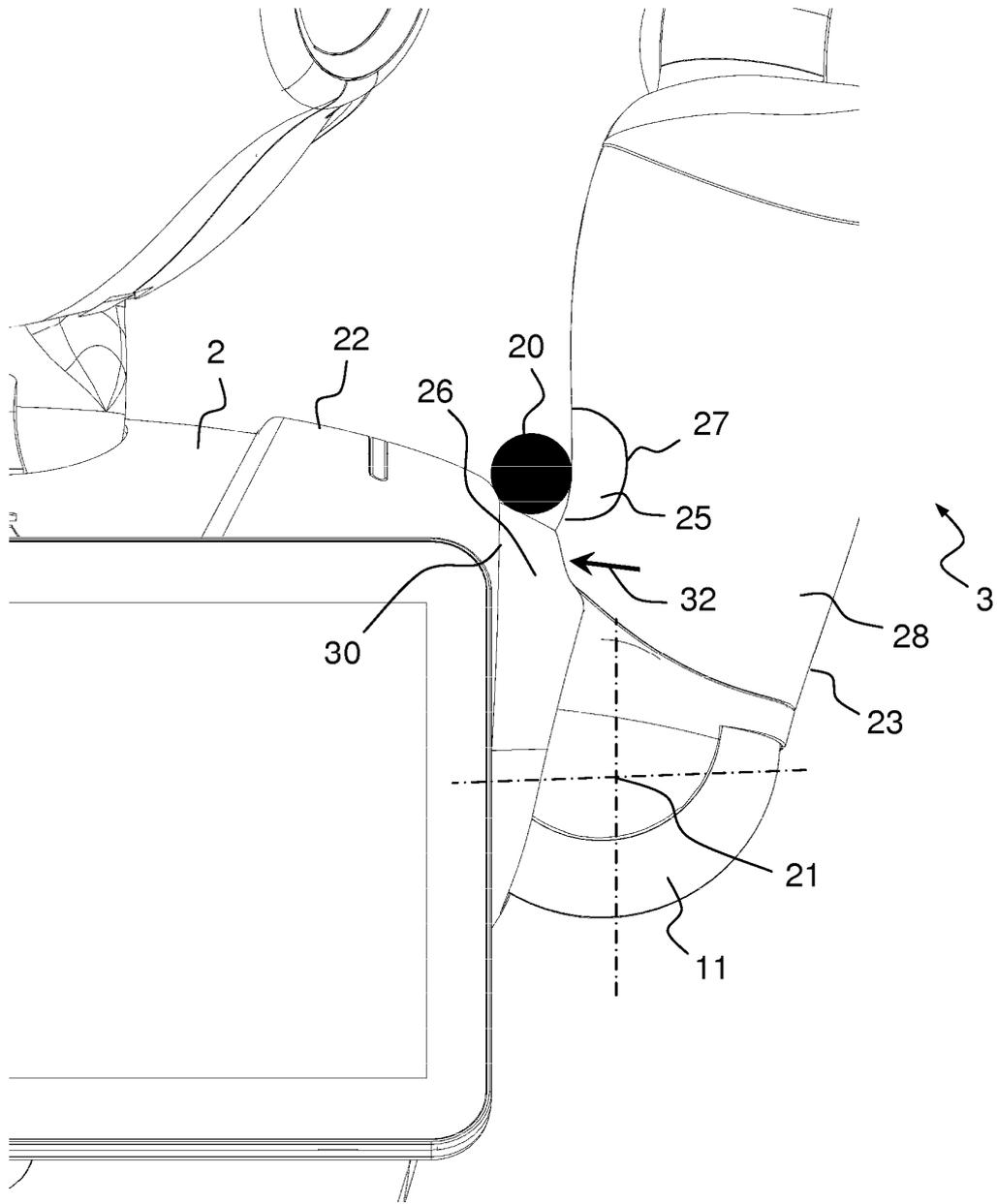


FIG.2b

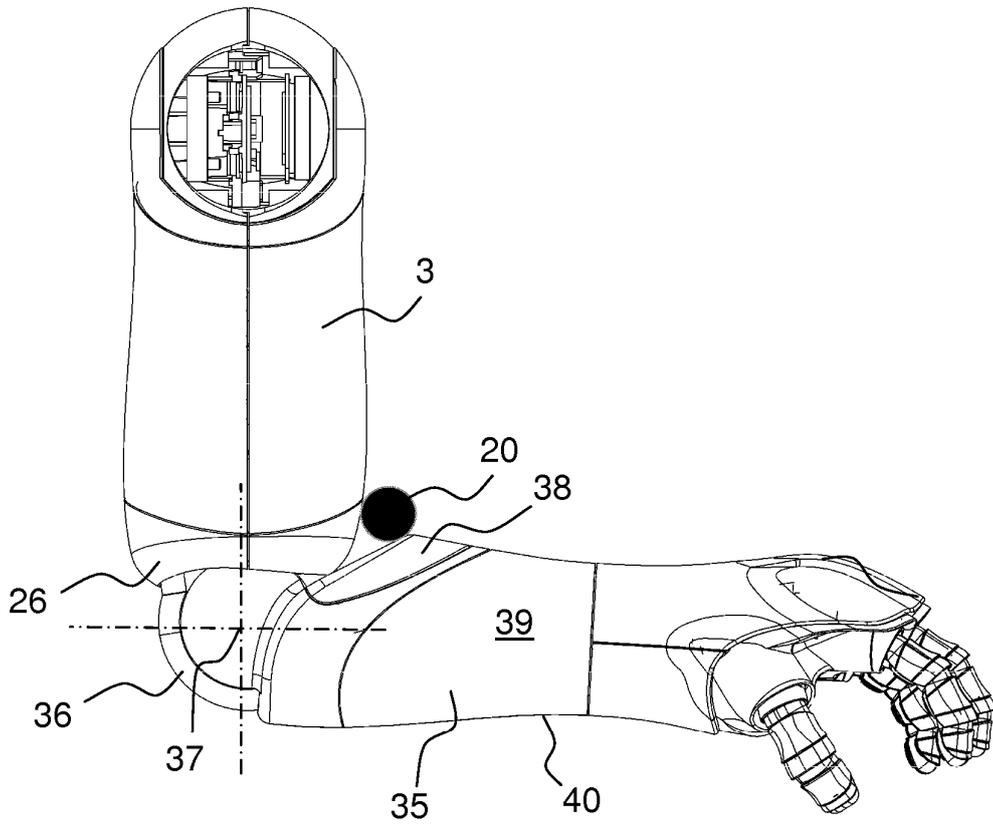


FIG.3

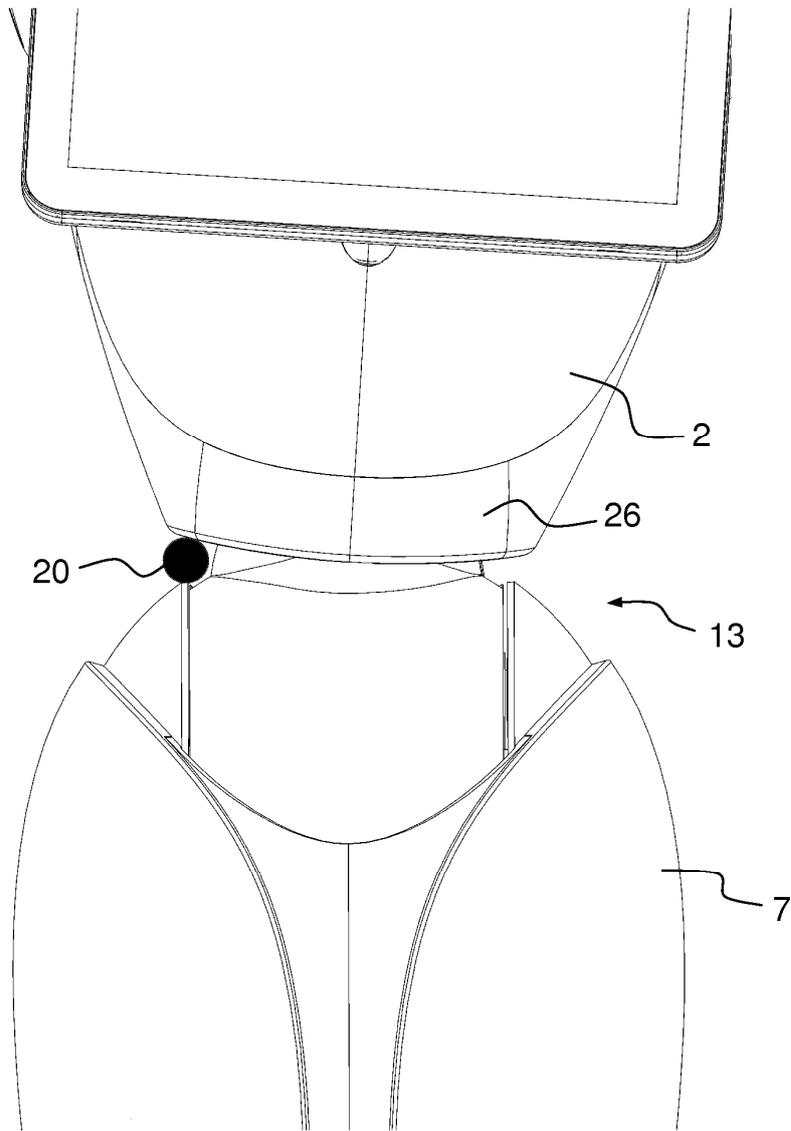


FIG.4