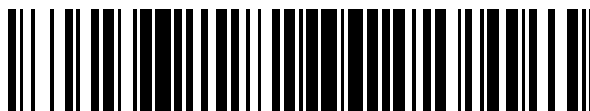


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 995**

51 Int. Cl.:

**A63B 21/045** (2006.01)

**A63B 23/12** (2006.01)

**G01L 5/00** (2006.01)

**A63B 24/00** (2006.01)

**A63B 23/16** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2016 PCT/GB2016/050107**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.07.2016 WO16116738**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2016 E 16701844 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 3247986**

54 Título: **Mecanismo de medición de fuerza**

30 Prioridad:

**19.01.2015 GB 201500840**

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

**27.02.2020**

73 Titular/es:

**IP2IPO INNOVATIONS LIMITED (100.0%)  
Top Floor, The Walbrook Building, 25 Walbrook  
London EC4N 8AF, GB**

72 Inventor/es:

**BURDET, ETIENNE;  
MACE, MICHAEL ALEC VERE;  
LIARDON, JEAN-LUC;  
BENTLEY, PAUL y  
RINNE, PAUL**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 744 995 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

Mecanismo de medición de fuerza

5 La presente invención se refiere a un mecanismo de medición de fuerza que tiene aplicación en elementos de ayuda de rehabilitación y en interfaces a ordenadores y sistemas robóticos.

10 La capacidad cognitiva, y en particular de atención, es fundamental para la capacidad del cerebro para reajustar y volver a aprender los movimientos funcionales después de una lesión. El papel de la terapia tradicional para personas con debilidad de brazos y manos es realizar y repetir tareas necesarias para la vida diaria, combinando tanto aspectos cognitivos como de movimiento. Se conoce que el aumento de tiempo e intensidad de tal terapia mejora los resultados de recuperación del paciente.

15 Muchas terapias hasta la fecha son o bien eficaces, por ejemplo, fisioterapia supervisada, robótica, pero limitada por los recursos; o bien son eficientes en recursos, por ejemplo, ejercicios basados en Internet, plastilinas terapéuticas, pero sufren de falta de evidencia, restricciones físicas o motivan poco a los pacientes. Ejemplos particulares incluyen; interfaces de tipo Nintendo-Wii™ que no permiten la detección de fuerza y son inaccesibles para la mayoría de los pacientes, o el mango 'Pablo'™ de Tyromotion que proporciona detección de fuerza, pero no es compatible, lo que limita el control y la retroalimentación de fuerza. Además de esto, el software actual de  
20 rehabilitación basado en Internet/ aplicación móvil (App) que utiliza hardware móvil (tecnologías de tabletas y teléfonos inteligentes) no implica entrenar movimientos funcionalmente útiles y, en su lugar, se centra en hacer clic, tocar la pantalla y movimientos de deslizamiento.

25 El documento US 4 091 680 da a conocer un transductor de fuerza para su uso en, por ejemplo, acelerómetros y sensores de gravedad, que comprende muelles en voladizo plegados primero y segundo con una masa de detección sobre los mismos.

30 El documento US 3 906 788 da a conocer un transductor de deformación que incluye muelles en voladizo mecanizados a partir de un solo bloque de material.

La invención proporciona un mecanismo de medición de fuerza según la reivindicación 1. La fuerza puede aplicarse en compresión o en extensión proporcionando una detección de fuerza libre de fricción y reacción.

35 Los medios de medición de fuerza pueden comprender un sensor de fuerza, como una célula de carga, o puede disponerse para medir variaciones en la distancia entre dos partes del mecanismo, por ejemplo, entre los dos elementos de entrada de fuerza. Se apreciará que la distancia entre los elementos de entrada, o entre uno de los elementos de entrada y una o más partes distintas del mecanismo, variará con la fuerza aplicada a los elementos de entrada de fuerza, de manera que la distancia puede utilizarse como medida de la fuerza aplicada. Alternativamente, los medios de medición de fuerza pueden comprender un sensor de flexión dispuesto para medir la flexión de al  
40 menos uno de los muelles.

Las longitudes no restringidas de los dos muelles en voladizo pueden ser iguales. Los muelles en voladizo pueden disponerse para permanecer paralelos durante el doblado cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza.

45 El mecanismo puede comprender además un segundo par de muelles en voladizo en el que una parte de cada uno del segundo par de muelles en voladizo puede sostenerse por los primeros medios de restricción. Una parte de cada uno del segundo par de muelles en voladizo puede sostenerse por unos terceros medios de restricción teniendo cada uno del segundo par de muelles en voladizo una longitud no restringida entre los medios de restricción  
50 primeros y terceros que es libre para doblarse. Los medios de restricción pueden sostener cada par de muelles en voladizo en una disposición paralela y separada. Se apreciará que el mecanismo puede comprender una pluralidad de pares de muelles en voladizo, por ejemplo 3, 4, 5 o más pares de muelles.

55 Los primeros medios de restricción pueden restringir ambos pares de muelles en voladizo en relación entre sí. Los medios de restricción segundos y terceros pueden ser cada uno unos medios de restricción individuales que puede moverse en relación entre sí cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza. Los elementos de entrada de fuerza pueden unirse a los medios de restricción individuales. Los elementos de entrada de fuerza pueden disponerse para adaptarse dentro de la mano de una persona.

60 Cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza el segundo par de muelles en voladizo puede disponerse para doblarse en una forma que es especular con respecto al primer par. Un elemento de ajuste de adaptabilidad puede adaptarse a los muelles en voladizo que puede hacerse funcionar para ajustar la longitud de doblado efectiva de los muelles en voladizo.

65 El elemento de ajuste de adaptabilidad puede definir una serie de aberturas y los muelles en voladizo pueden extenderse a través de las aberturas. La posición del elemento de ajuste de adaptabilidad a lo largo de los muelles

en voladizo puede controlarse por un husillo roscado que engrana con un orificio roscado en el elemento de ajuste de adaptabilidad. Alternativamente, puede ser deslizante a lo largo de los muelles y ajustarse usando un saliente que se extiende directamente desde el propio elemento de ajuste de adaptabilidad.

5 El mecanismo además puede comprender un dispositivo de transmisión inalámbrica para transferir datos de medición de fuerza desde los medios de medición de fuerza hasta un dispositivo remoto. El mecanismo además puede comprender una unidad de detección de movimiento dispuesta para detectar el movimiento del mecanismo (en el espacio libre). La unidad de detección de movimiento puede comprender cualquiera de los siguientes: acelerómetro, un giroscopio y un magnetómetro. Los movimientos detectados pueden comprender velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales del mecanismo. El mecanismo además puede comprender unos medios generadores de vibración que proporcionan retroalimentación táctil. Los medios generadores de vibración pueden estar unidos a uno de los elementos de entrada de fuerza. Los medios generadores de vibración pueden comprender motores vibratorios.

15 El mecanismo puede proporcionar fuerza, posición y retroalimentación táctil. Por ejemplo, el mecanismo además puede comprender medios de accionamiento dispuestos para proporcionar estímulo o retroalimentación táctil a un usuario. Los medios de accionamiento pueden estar unidos a uno de los elementos de entrada de fuerza, o pueden estar unidos a otra parte del dispositivo. Los medios de accionamiento pueden disponerse para producir al menos uno de: vibración y variación de forma y variación de tamaño de al menos uno de los elementos de entrada de fuerza.

El mecanismo además puede comprender una cubierta retirable para al menos uno de los elementos de entrada de fuerza mediante la cual puede alterarse al menos una de la forma y el tamaño y la textura del elemento de entrada de fuerza.

25 La invención también proporciona un sistema que comprende un dispositivo informático dispuesto para ejecutar un programa y un mecanismo de medición de fuerza, en el que el dispositivo informático se dispone para recibir una señal de medición de fuerza de los medios de medición de fuerza como entrada al ejecutar el programa. El sistema puede ser un sistema de rehabilitación.

30 El mecanismo además puede comprender cualquiera de una o más características, en cualquier combinación viable, o las realizaciones preferidas de la presente invención que ahora se describirán, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos.

35 La figura 1 muestra un mecanismo de medición de fuerza según una realización de la presente invención;

la figura 2 muestra un mecanismo de medición de fuerza según una segunda realización de la presente invención;

40 la figura 3 muestra el mecanismo de la figura 2 en una posición comprimida;

la figura 4 muestra el mecanismo de las figuras 2 y 3 en una posición extendida;

la figura 5 muestra una modificación del mecanismo de las figuras 2 a 4 que permite una adaptabilidad ajustable;

45 la figura 6 muestra el mecanismo de la figura 5 con adaptabilidad reducida;

la figura 7 muestra una vista en despiece ordenado de un elemento de ayuda de rehabilitación según una realización adicional de la presente invención;

50 la figura 8 muestra el elemento de ayuda de rehabilitación de la figura 7 en comunicación con un dispositivo remoto; y

la figura 9 muestra un elemento de ayuda de rehabilitación según una realización adicional de la invención.

55 La figura 1 muestra un mecanismo de medición de fuerza 100 que comprende un par de muelles en voladizo 101 y 102 situado entre dos elementos de entrada de fuerza opuestos 105 y 106. Los muelles en voladizo, cada uno de los cuales comprende una banda de material resiliente como acero para muelles, se disponen paralelos y separados entre sí. Los muelles en voladizo se extienden entre un par de bloques de restricción 103 y 104. Los muelles en voladizo están unidos a los bloques de restricción con restricciones que pueden ser cualquier medio de fijación del muelle en voladizo con respecto al bloque de restricción como, por ejemplo, sujeción, unión o soldadura. En este ejemplo, las partes de extremo de cada muelle en voladizo están restringidas en la cara de un bloque de restricción 103, 104 en voladizo. Los elementos de entrada de fuerza 105, 106 están unidos rígidamente cada uno a uno de los bloques de restricción respectivos y se extienden paralelos a los muelles en voladizo y separados de los mismos en el estado neutro (descargado). Los elementos de entrada de fuerza 105, 106 se extienden a lo largo de toda la longitud de los muelles en voladizo 101, 102 y separados de los mismos. Uno de los elementos de entrada de fuerza 106 está en dos partes que tienen una parte interna 106a conectada a la restricción y una parte externa 106b

conectada a la parte interna con una célula de carga 107 de modo que si las superficies externas de los elementos de entrada de fuerza se empujan juntos la célula de carga medirá la fuerza aplicada. Alternativamente, la célula de carga 107 podría conectarse directamente en un lado al bloque de restricción 103 y a un único elemento de entrada de fuerza en el lado opuesto.

5 Cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza 105, 106 se induce el doblado en los muelles en voladizo 101, 102. Los muelles en voladizo permanecen paralelos durante el doblado, y debido a que las longitudes no restringidas de los muelles en voladizo son iguales a los bloques de restricción, y las superficies opuestas de los bloques de restricción, también permanecen paralelas y no rotan. Por lo tanto, los elementos de  
10 entrada de fuerza permanecen sustancialmente paralelos cuando se aplica una fuerza entre los mismos.

Haciendo referencia a la figura 2, un mecanismo de medición de fuerza 200 comprende un par de elementos de entrada de fuerza 205, 206 que se disponen paralelos y separados entre sí. Un primer par de muelles en voladizo paralelos 201a y 201b, y un segundo par de muelles en voladizo paralelos 202a y 202b están situados entre los  
15 elementos de entrada de fuerza 205, 206. Los cuatro muelles en voladizo están separados unos de otros en planos paralelos. Los muelles en voladizo también son paralelos a los elementos de entrada de fuerza en el estado neutro (descargado).

Cada uno de los dos pares de muelles en voladizo se extiende entre un bloque de restricción común 204 y uno de los dos bloques de restricción individuales 203a, 203b. El primer par de muelles en voladizo 201a, 201b se extiende entre el bloque de restricción común 204 y el bloque de restricción individual 203a. El segundo par de muelles en voladizo 202a, 202b se extiende entre el bloque de restricción común 204 y el bloque de restricción individual 203b. Una parte de cada muelle en voladizo está restringida en el bloque de restricción común 204 y una parte de cada viga está restringida en uno de los bloques de restricción individuales 203. El primer par de muelles en voladizo 201  
20 tiene restricciones en el bloque de restricción individual 203a y el segundo par de muelles en voladizo 202 tiene restricciones en el otro bloque de restricción individual 203b.

En el bloque de restricción común 204 las cuatro restricciones para los dos pares de muelles en voladizo fijan una parte de los muelles en voladizo 201a, 201b, 202a, 202b en una posición paralela y linealmente separada. Los  
30 bloques de restricción individuales 203 fijan una parte de cada par de muelles en voladizo 201a, 201b o 202a, 202b en una posición paralela y separada, ya que los bloques de restricción individuales 203a 203b son bloques separados que permiten que los extremos de un par de muelles en voladizo 201 se muevan con respecto a los extremos del otro par de muelles en voladizo 202. Los bloques de restricción individuales 203 se mantienen sustancialmente paralelos entre sí por los muelles en voladizo.

Los elementos de entrada de fuerza 205 y 206 se conectan cada uno a un bloque de restricción individual separado 203a, 203b. El elemento de entrada de fuerza de mano izquierda 205 está conectado al correspondiente bloque de restricción individual de mano izquierda 203a, y el elemento de entrada de fuerza de mano derecha 206 está conectado al correspondiente bloque de restricción individual de mano derecha 203b. Los elementos de entrada de  
40 fuerza 205, 206 son elementos rígidos. Cada elemento de entrada de fuerza se extiende desde su conexión con el bloque de restricción individual 203 en una dirección paralela a los muelles en voladizo sin doblar hacia el bloque de restricción común 204.

Uno de los elementos de entrada de fuerza 206 está en dos partes que tiene una parte interna conectada a la restricción 203b y una parte externa conectada a la parte interna con una célula de carga 230 de modo que si las superficies exteriores de los elementos de entrada de fuerza 205, 206 se empujan juntas la célula de carga 230 medirá la fuerza aplicada. Alternativamente, la célula de carga 230 podría conectarse directamente en un lado al  
45 bloque de restricción 203b y a un único elemento de entrada de fuerza en el lado opuesto.

50 Cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza 205, 206 se induce el doblado en ambos pares de muelles en voladizo 201, 202. Los muelles en voladizo en cada par permanecen paralelos durante el doblado, y debido a que las longitudes no restringidas de los muelles en voladizo son iguales a los bloques de restricción 204, 203a, 203b, y las superficies opuestas de los bloques de restricción, también permanecen paralelos y no rotan. Por lo tanto, los elementos de entrada de fuerza 205, 206 permanecen sustancialmente paralelos cuando se aplica una fuerza entre los mismos.

En la posición neutra mostrada en la figura 2, los muelles en voladizo 201, 202 y los elementos de entrada de fuerza 205 206 se encuentran todos en planos paralelos. Haciendo referencia a la figura 3, cuando se aplica una fuerza compresiva 210 entre los elementos de entrada de fuerza 205, 206 los muelles en voladizo se doblan entre las  
60 partes restringidas. Los muelles en voladizo en cada par se doblan paralelos entre sí y cada par de muelles en voladizo se doblan en una forma que es especular con respecto al doblado en el otro par de muelles en voladizo. A medida que los muelles en voladizo se doblan, los bloques de restricción 203, 204 no rotan, todos los bloques de restricción permanecen orientados paralelos entre sí. Cada muelle en voladizo actúa como un enlace en un enlace de paralelogramo donde los lados opuestos permanecen siempre paralelos. Por tanto, el elemento de entrada de  
65 fuerza 205, 206 conectado a los bloques de restricción individuales 203a, 203b no rotan bajo la fuerza de compresión (o una fuerza de tensión) y permanecen paralelos entre sí mientras se mueve hacia el interior en la

dirección de la fuerza de compresión.

La célula de carga 230 mide una fuerza aplicada entre los elementos de entrada de fuerza 205, 206. Se apreciará que como no se requieren mecanismos de guía para mantener los elementos de entrada de fuerza paralelos, no hay fricción ni reacción durante el movimiento. Por lo tanto, la sensibilidad del sistema solo está limitada por la resolución de la electrónica asociada a la célula de carga (es decir, preamplificación y adquisición de datos).

En la figura 4, se aplica una fuerza de tracción 220 a cada elemento de entrada de fuerza 205, 206 que tiene un efecto de doblado de los muelles en voladizo en direcciones opuestas a la fuerza compresiva 210. Esto puede lograrse usando correas que sostienen los elementos de entrada de fuerza con respecto al pulgar y al índice de la mano de una persona. De nuevo, los elementos de entrada de fuerza se mantienen paralelos sin rotación de los bloques de restricción.

La figura 5 muestra un mecanismo de medición de fuerza con resiliencia ajustable. El mecanismo es el mismo que el mecanismo de la figura 2 con un bloque de adaptabilidad ajustable adicional (ACB) 500. El ACB 500 tiene cuatro aberturas, una para cada muelle en voladizo y puede deslizarse a lo largo de los muelles en voladizo. Cada abertura se adapta estrechamente alrededor de cada muelle en voladizo y ubica cada muelle en voladizo en relación con los otros muelles en voladizo. La rigidez del mecanismo puede aumentarse reduciendo la longitud efectiva (no restringida) de los muelles en voladizo. Esto se hace deslizando el ACB 500 en sentido contrario de la posición más cercana al bloque de restricción común 204 hacia los bloques de restricción individuales 203, como se muestra en la figura 6. La adaptabilidad se reduce porque para lograr la misma posición comprimida con una longitud efectiva reducida los muelles en voladizo deben doblarse a través de un arco más estrecho y el doblado adicional requerido aumenta la rigidez del mecanismo.

La figura 7 muestra un elemento de ayuda de rehabilitación de accidentes cerebrovasculares 700 según una realización adicional de la invención. El elemento de ayuda de rehabilitación 700 comprende un mecanismo de medición de fuerza 701 con adaptabilidad ajustable que es equivalente al mecanismo descrito en las figuras 5 y 6. El mecanismo 701 tiene cuatro muelles en voladizo 702 que se forman a partir de bandas finas de acero de muelle.

El bloque de restricción común está formado a partir de tres bloques de plástico (PLA) (u otro material adecuado como acero inoxidable), un primer bloque 704 separa los extremos de un par de muelles en voladizo, un segundo bloque separador 704 separa los extremos del segundo par de muelles en voladizo, y un tercer bloque de separación 703 separa los dos pares de muelles en voladizo. Se utiliza un par de pernos para asegurar cada bloque de separación al tercer bloque de separación (central) 703, y los pernos sujetan los extremos de los muelles en voladizo entre los bloques de separación. Los bloques de restricción individuales 706 y 707 están fijados mediante perno entre los extremos opuestos de los muelles en voladizo. Por lo tanto, los extremos de los muelles en voladizo están restringidos en las caras opuestas de los bloques de restricción. Alternativamente, se apreciará que los muelles en voladizo y los bloques de restricción podrían fabricarse como una sola pieza.

El mecanismo de medición de fuerza 701 tiene un ACB 708 dispuesto para deslizarse hacia arriba y hacia abajo de la longitud de los muelles en voladizo de la misma manera que el ACB mostrado en las figuras 5 y 6. El primer bloque de separación 703 tiene un orificio que pasa recto a través del bloque en una dirección paralela a los muelles en voladizo. Un husillo roscado 709 se ubica dentro del orificio y se extiende hacia abajo entre los pares de muelles en voladizo. Un orificio roscado se forma en el centro del ACB 708 y el husillo roscado 709 pasa a través del orificio roscado y engrana el ACB por medio de las roscas.

El elemento de ayuda 700 comprende dos elementos de entrada de fuerza 711 y 713. Uno de los elementos de entrada de fuerza 711 comprende un elemento de agarre ajustable 711b y un soporte 711a donde el elemento de agarre ajustable puede colocarse en relación con el soporte. El soporte 711b se fija mediante perno en un extremo a uno de los bloques de restricción individuales 706 usando los pernos que también aseguran los muelles en voladizo. El soporte 711a se extiende en dirección paralela y adyacente a los muelles en voladizo a un extremo libre (no restringido) opuesto. El soporte 711a tiene una sección de canal que proporciona una estructura rígida no flexible. El elemento de agarre ajustable 711b se adapta sobre el soporte 711a y puede ubicarse en relación con el soporte por medio de una serie de dientes y un mecanismo de bloqueo 721 que permite que los dientes se engranen y se desengranen para asegurar o ajustar la posición del elemento de agarre ajustable de modo que la circunferencia del elemento de agarre puede aumentarse o reducirse para adecuarse a diferentes tamaños de mano. Por supuesto, pueden utilizarse otros mecanismos de ajuste, tales como tornillos prisioneros.

Una célula de carga 712 se adapta al tercer bloque de restricción 707 y se encuentra entre el segundo elemento de entrada de fuerza 713 y un muelle en voladizo exterior 702. El segundo elemento de entrada de fuerza 713 comprende un soporte 714 y una base 715 que tiene un compartimento interno que aloja dentro una batería 716, un dispositivo de comunicación Bluetooth 717 y una placa de circuito impreso (PCB) 718. Un motor de vibración 719 está asegurado al soporte 714 y recibe energía de la batería 716 y señales de control de la PCB 718. Un elemento de agarre fijo 720 está fijado mediante pernos al soporte 713 adyacente al elemento de agarre ajustable 711b. La PCB 718 consiste en un microprocesador, subcircuitos de acondicionamiento de señal analógica y conectores. También pueden incluirse sensores integrados adicionales en la PCB 718, como unidades de medida inercial (que

consisten en acelerómetros, giroscopios y magnetómetros) para permitir el seguimiento del movimiento de la mano a través del espacio, por ejemplo.

En uso, el elemento de ayuda de rehabilitación 700 proporciona un elemento de ayuda de evaluación y rehabilitación para pacientes que sufren de debilidad en brazos o un déficit en la destreza de mano secundaria con respecto a una lesión cerebral (por ejemplo, como resultado de un accidente cerebrovascular, esclerosis múltiple, lesión cerebral traumática, etc.). La fuerza de agarre del paciente puede evaluarse por el paciente apretando el elemento de agarre ajustable 711 y el elemento de agarre fijo 720. A medida que el paciente agarra el elemento de ayuda, los muelles en voladizo 702 del mecanismo de medición de fuerza 701 se doblarán hacia dentro permitiendo que los elementos de entrada de fuerza del elemento de agarre fijo y ajustable se muevan juntos. La fuerza aplicada al elemento de agarre se transferirá a través de la célula de carga 712 que envía señales indicativas de la fuerza por medio de la PCB 718 al dispositivo Bluetooth 717 para su transmisión a un dispositivo remoto como una tableta 800. Por supuesto, pueden utilizarse otros medios de transmisión de señal como por cable, infrarrojos o red Wi-Fi.

La figura 8 muestra el elemento de ayuda de rehabilitación 700 comunicándose con un dispositivo remoto que en este ejemplo es una tableta 800. La tableta comprende un transmisor/receptor Bluetooth 801 y un procesador 802. El elemento de ayuda de rehabilitación 700 puede enviar y recibir señales de la tableta por medio de su dispositivo Bluetooth 717. La tableta tiene un juego de ordenador que se ejecuta en su procesador que requiere que un paciente proporcione determinadas entradas de fuerza usando el elemento de ayuda de rehabilitación. El juego está diseñado para exigir las habilidades motoras finas y las capacidades de atención del paciente.

Las alertas pueden enviarse al paciente desde la tableta 800 por la tableta que transmite una señal Bluetooth al elemento de ayuda de rehabilitación que se recibe por el dispositivo Bluetooth 717 y se envía por medio de la PCB 718 al motor de vibración 719. El motor de vibración 719 puede proporcionar retroalimentación táctil al usuario, por ejemplo, puede activarse cuando se ha alcanzado una fuerza predeterminada o después de un determinado número de entradas de fuerza. Las alertas pueden generarse en la PCB 718 o por un dispositivo externo.

La rotación del husillo controla la posición del ABC a lo largo de la longitud de los muelles en voladizo 702. Se proporciona un saliente 710 en la parte superior del husillo 709 para permitir que el husillo se haga rotar a mano.

El elemento de ayuda puede ajustarse para adaptarse a la mano del paciente moviendo el elemento de agarre ajustable 711b en relación con el soporte 711a para ampliar o estrechar el elemento de agarre. Esto se logra liberando el mecanismo de bloqueo 721, moviendo el elemento de entrada de fuerza ajustable con respecto a los dientes en el soporte 771a, y reajustando el mecanismo de bloqueo.

El movimiento funcional de agarre/apriete es particularmente importante para la vida diaria. El elemento de ayuda de rehabilitación es un dispositivo asequible, accesible y altamente sensible capaz de registrar la fuerza de agarre del paciente a través de un amplio intervalo de fuerzas (incluyendo movimientos de parpadeo en los más severamente afectados >0,1N). A través de Bluetooth la empuñadura es capaz de conectarse a todo hardware digital compatible (PC, tableta, móvil) y permitir la interacción con el software de juego de rehabilitación atractivo y motivador que usa cambios en la fuerza de agarre como método de control. Esta interacción requiere y combina tanto capacidad cognitiva como uso de un movimiento funcional, por tanto, complementando la terapia tradicional.

La naturaleza portátil y la capacidad de conectarse a hardware de tecnología móvil significa que la empuñadura puede utilizarse fácilmente no solo por terapeutas en entornos de gimnasio supervisados, sino que se deja con los pacientes al lado de su cama para terapia no supervisada, y también por pacientes en un entorno doméstico o incluso en movimiento para terapia motivada por sí mismos.

Se apreciará que el mecanismo de muelle del sistema de la figura 7 puede modificarse para corresponder a la disposición de la figura 1. Modificaciones adicionales pueden realizarse a cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente, por ejemplo, haciendo referencia a la figura 9, en una realización adicional de la invención, que solo se muestra de manera esquemática, pero puede corresponder en detalle al elemento de ayuda de rehabilitación de la figura 7, el dispositivo de medición de fuerza, en lugar de comprender una célula de carga, está dispuesto para medir la distancia entre los dos elementos de entrada de fuerza 905, 906. Por ejemplo, el dispositivo de medición de fuerza puede comprender un sensor óptico dispuesto para medir la distancia entre dos componentes 907, 908, uno montado en cada uno de los elementos de entrada de fuerza 905, 906. Sin embargo, pueden utilizarse otras formas de medición de distancia, como sensores inductivos o capacitivos. Se apreciará que, aunque los elementos de entrada de fuerza 905, 906 no son completamente rígidos, sino algo flexibles, habrá una relación fija entre la fuerza aplicada entre los dos elementos de entrada 905, 906 y la distancia entre los mismos medida por el dispositivo de medición de distancia. En una modificación de esta disposición, podrá añadirse un dispositivo de medición de distancia adicional en el extremo opuesto del dispositivo con respecto al mostrado. A partir de las dos mediciones de separación de los elementos de entrada, uno en cada extremo, puede obtenerse una indicación de la posición de la fuerza de entrada, y una mejor medición de su magnitud teniendo en cuenta cualquier flexibilidad de los elementos de entrada 905, 906 en sí mismos.

Además, en esta realización, uno de los elementos de entrada de fuerza 906 comprende un elemento interno 906a,

que es relativamente rígido, y una capa o revestimiento exterior 906b que es relativamente flexible y cubre toda la superficie exterior del elemento interno 906a. Se proporciona un conjunto de actuadores 910 entre los elementos interiores y exteriores 906a, 906b, cada uno de los cuales puede controlarse para variar la distancia entre los elementos interiores y exteriores 906a, 906b sobre un área respectiva. Dado que el elemento exterior 906b es flexible, los actuadores 910 pueden hacerse funcionar independientemente entre sí, o de una manera coordinada, para cambiar la forma de la superficie exterior del elemento de entrada de fuerza 906. Esto permite que se proporcionen diferentes tipos de retroalimentación activa o estímulo. Por ejemplo, uno cualquiera o más de los actuadores 910 puede controlarse para proporcionar una retroalimentación vibratoria o estímulo, o la forma del elemento de entrada de fuerza puede modificarse para adaptar el mismo a un usuario determinado o a una tarea particular. Aunque sólo se muestra en uno de los elementos de entrada 906, esta disposición puede proporcionarse en ambos elementos de entrada 905, 906.

Un elemento de calentamiento 912 también puede incorporarse en el elemento de entrada de fuerza 906. Esto se muestra como ubicado en un punto cercano al centro del elemento de entrada, pero podría estar en forma de banda o lámina dispuesta para calentar un área correspondiente del elemento de entrada de fuerza para proporcionar retroalimentación o un estímulo, o comodidad a un usuario. De nuevo, esto podría proporcionarse en uno cualquiera o ambos de los elementos de entrada 905, 906.

El otro extremo de los elementos de entrada de fuerza 905 tiene una cubierta retirable 914 sobre su superficie exterior, que en este caso se une al elemento de entrada 905 mediante elementos de sujeción de ajuste a presión o pinzas 916. En una modificación de esta disposición, la cubierta 914 puede ser simplemente flexible y conformarse para adaptarse sobre el elemento de entrada 905 en sí mismo. La cubierta 914 puede ser rígida y de forma fija, o puede ser flexible, por ejemplo, en forma de recubrimiento de película. Dos o más cubiertas retirables pueden dotarse de diferentes formas y/o texturas y/o grosores, de modo que el dispositivo de medición de fuerza puede adaptarse a una variedad de actividades o usuarios. De nuevo, las cubiertas retirables pueden proporcionarse en ambos de los elementos de entrada 905, 906, ya sea sola o en combinación con el elemento exterior activo 906b.

Se apreciará que los mecanismos compatibles dados a conocer en el presente documento pueden escalarse hacia arriba o hacia abajo para medir otros movimientos corporales, por ejemplo, se concibe fácilmente un medidor de pellizco de dedo. En un alojamiento diferente, el mecanismo podría utilizarse para evaluar y entrenar los movimientos de pie y de tobillo aplicando fuerza sobre un mecanismo de medición de fuerza. Esto podría ser beneficioso para mejorar el control del embrague de coche, por ejemplo.

Se apreciará que los mecanismos compatibles dados a conocer en el presente documento puedan tener aplicación en campos distintos al de la rehabilitación. Por ejemplo, el mecanismo puede utilizarse en un controlador de juegos de ordenador general o un ratón de ordenador general o una interfaz para controlar un sistema de robótica. Alternativamente, los mecanismos podrían implementarse en un pedal para controlar una herramienta de corte utilizada en cirugía robótica donde se requiere el control de fuerza altamente sensible, o en un dispositivo de entrenamiento deportivo interactivo como un dispositivo para el entrenamiento de fuerza de agarre en escaladores.

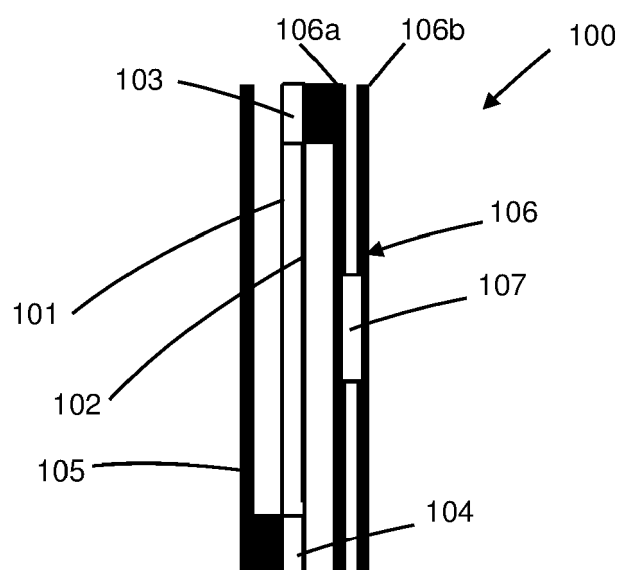
# REIVINDICACIONES

1. Mecanismo de medición de fuerza que comprende un primer elemento de entrada de fuerza y un segundo elemento de entrada de fuerza (105, 106, 205, 206, 711, 713), separándose los elementos de entrada de fuerza primero y segundo en una dirección de fuerza;  
un par de muelles en voladizo (101, 102, 201a, 201b, 202a, 202b, 702), unos medios de medición de fuerza (107, 230, 712) acoplados a al menos uno de los elementos de entrada de fuerza (105, 106, 205, 206, 711, 713), primeros medios de restricción y segundos medios de restricción (103, 104, 203a, 203b, 204, 704, 705, 706, 707),  
en el que se sostiene una primera parte de cada muelle en voladizo por los primeros medios de restricción y se sostiene una segunda parte de cada muelle en voladizo por los segundos medios de restricción, y en el que cada uno de los muelles en voladizo tiene una longitud no restringida entre los medios de restricción primeros y segundos que son libres para doblarse, los medios de restricción sujetan los muelles en voladizo en una disposición paralela separada en la dirección de entrada de fuerza, los elementos de entrada de fuerza se unen mediante los medios de restricción de modo que el movimiento relativo de los elementos de entrada de fuerza dobla los muelles en voladizo; y los medios de medición de fuerza se disponen para medir la fuerza aplicada en la dirección de entrada de fuerza entre los elementos de entrada de fuerza, caracterizado porque los elementos de entrada de fuerza (105, 106, 205, 205, 711, 713) forman una empuñadura dispuesta para adaptarse dentro de la mano de una persona, y cada uno se une a uno respectivo de los medios de restricción (103, 104, 203a, 203b, 204, 704, 705, 706, 707) y se extienden en paralelo a los muelles en voladizo (101, 102, 201a, 201b, 202a, 202b, 702) y están separados de los mismos en un estado descargado, mediante lo cual los elementos de entrada de fuerza permanecen sustancialmente paralelos cuando una fuerza se aplica entre los mismos.
2. Mecanismo según la reivindicación 1, en el que las longitudes no restringidas de los dos muelles en voladizo (101, 102, 201a, 201b, 202a, 202b, 702) son iguales y los muelles en voladizo se disponen para permanecer paralelos durante el doblado cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza (105, 106, 205, 205, 711, 713).
3. Mecanismo según cualquier reivindicación anterior, que comprende además un segundo par de muelles en voladizo (201a, 201b, 202a, 202b, 702) en el que una parte de cada uno del segundo par de muelles en voladizo se sostiene por los primeros medios de restricción (204, 703, 704, 705) y se sostiene una parte de cada uno del segundo par de muelles en voladizo (201a, 201b, 202a, 202b, 702) por unos terceros medios de restricción (203b) teniendo cada uno del segundo par de muelles en voladizo una longitud no restringida entre los medios de restricción primeros y terceros que es libre para doblarse, y los medios de restricción (103, 104, 203a, 203b, 204, 704, 705, 706, 707) sostienen cada par de muelles en voladizo en una disposición paralela y separada.
4. Mecanismo según la reivindicación 3, en el que los primeros medios de restricción (204, 704, 705, 706, 707) restringen ambos pares de muelles en voladizo (201b, 202a, 202b, 702) en relación entre sí.
5. Mecanismo según la reivindicación 4, en el que los medios de restricción segundos y terceros (203b, 204, 704, 705, 706, 707) son cada uno medios de restricción individuales que pueden moverse en relación entre sí cuando se aplica una fuerza entre los elementos de entrada de fuerza (205, 205, 711, 713).
6. Mecanismo según cualquier reivindicación anterior, en el que se adapta un elemento de ajuste de adaptabilidad (500, 708) a los muelles en voladizo que puede hacerse funcionar para ajustar la longitud de doblado efectiva de los muelles en voladizo.
7. Mecanismo según la reivindicación 6, en el que el elemento de ajuste de adaptabilidad (500, 708) define una serie de aberturas y los muelles en voladizo se extienden a través de las aberturas.
8. Mecanismo según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que la posición del elemento de ajuste de adaptabilidad (500, 708) a lo largo de los muelles en voladizo se controla por un husillo roscado (709) que engrana con un orificio roscado en el elemento de ajuste de adaptabilidad.
9. Mecanismo según cualquier reivindicación anterior que comprende además un dispositivo de transmisión inalámbrica (717) para transferir datos de medición de fuerza desde los medios de medición de fuerza hasta un dispositivo remoto (800).
10. Mecanismo según cualquier reivindicación anterior que comprende además una unidad de detección de movimiento dispuesta para detectar el movimiento del mecanismo.
11. Mecanismo según cualquier reivindicación anterior que comprende además medios de accionamiento

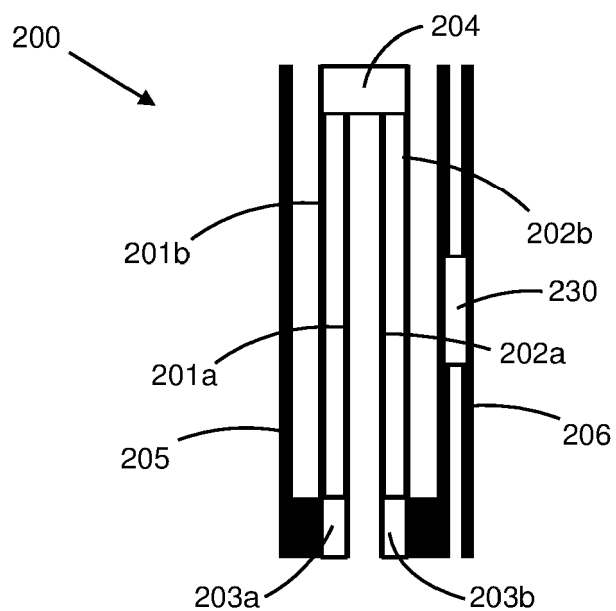


unidos a uno de los elementos de entrada de fuerza (105, 106, 205, 205, 711, 713) y dispuestos para proporcionar estímulo o retroalimentación táctil a un usuario.

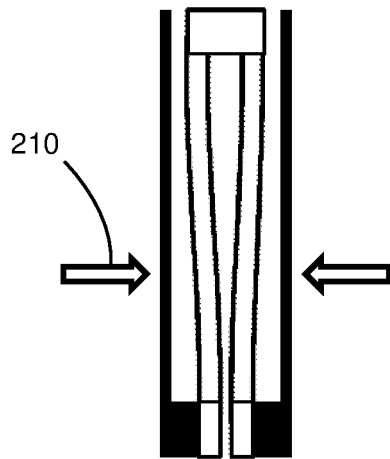
- 5      12.      Mecanismo según la reivindicación 11, en el que los medios de accionamiento se disponen para producir al menos uno de: vibración y variación de forma y variación de tamaño de al menos uno de los elementos de entrada de fuerza (105, 106, 205, 205, 711, 713).
- 10      13.      Mecanismo según cualquier reivindicación anterior que comprende además una cubierta retirable (906b) para al menos uno de los elementos de entrada de fuerza mediante la cual puede alterarse al menos una de la forma y el tamaño y la textura del elemento de entrada de fuerza.
- 15      14.      Mecanismo según cualquier reivindicación anterior que comprende además medios de calentamiento (912) dispuestos para calentar uno de los medios de entrada de fuerza para proporcionar de ese modo retroalimentación o estímulo a un usuario.
- 20      15.      Sistema que comprende un dispositivo informático (800) dispuesto para ejecutar un programa y un mecanismo de medición de fuerza (700) según cualquier reivindicación anterior, en el que el dispositivo informático se dispone para recibir una señal de medición de fuerza de los medios de medición de fuerza como una entrada al ejecutar el programa.



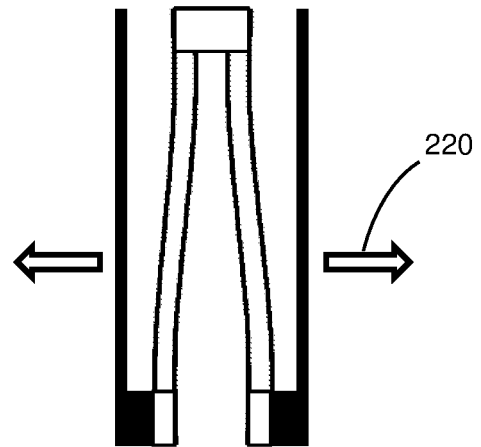
**Fig. 1**



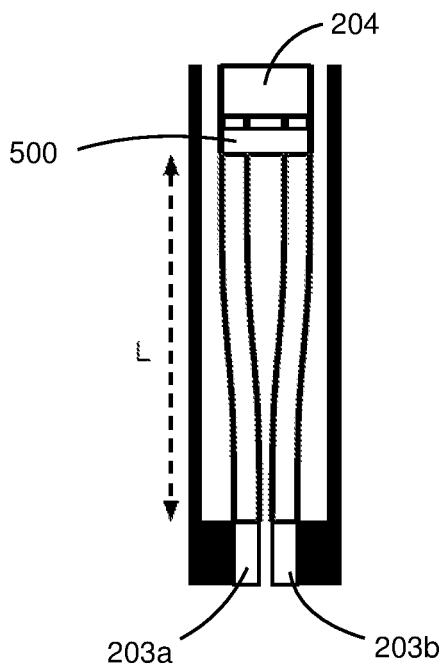
**Fig. 2**



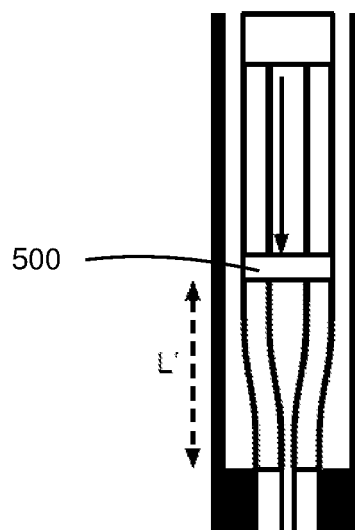
**Fig. 3**



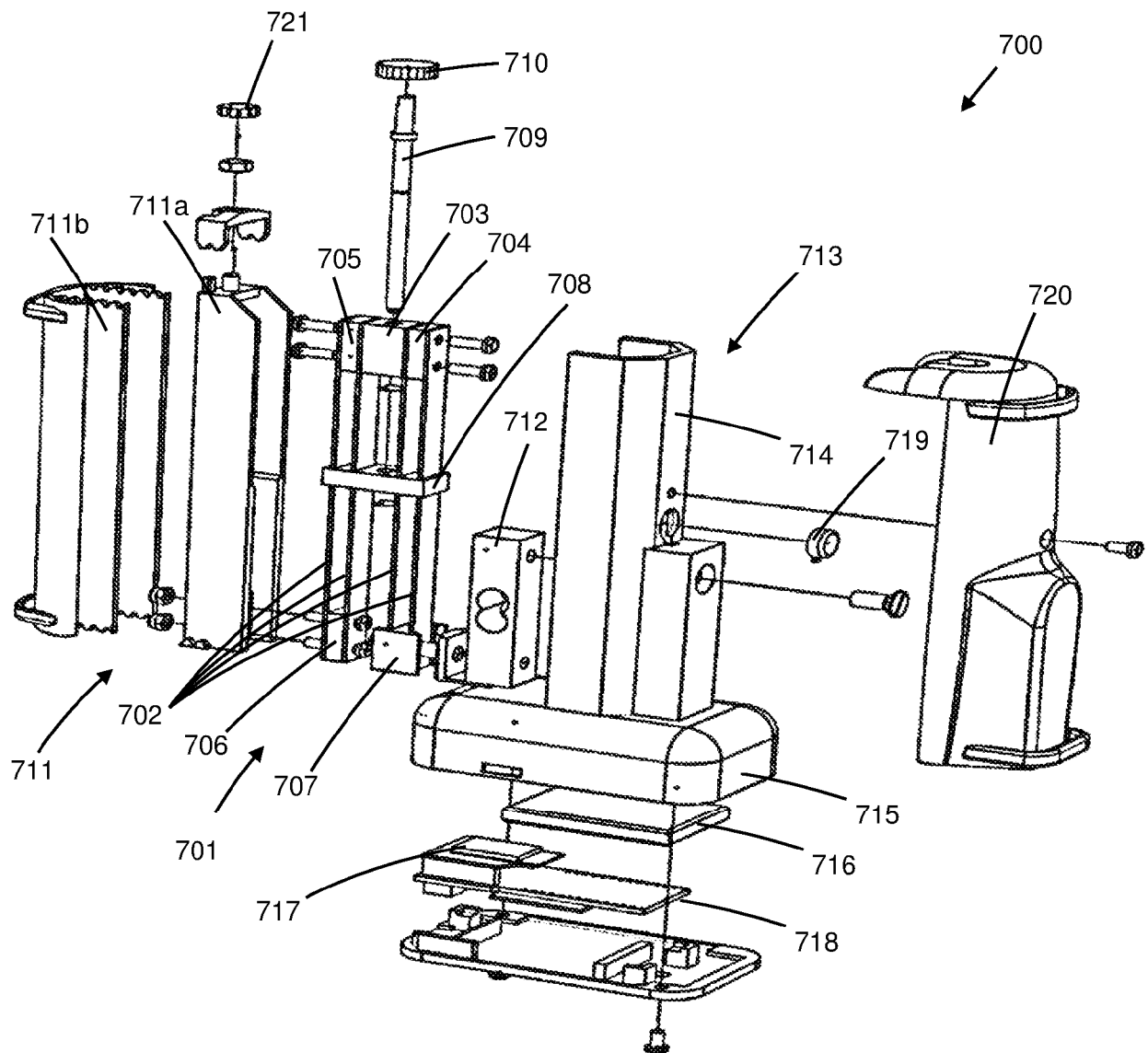
**Fig. 4**



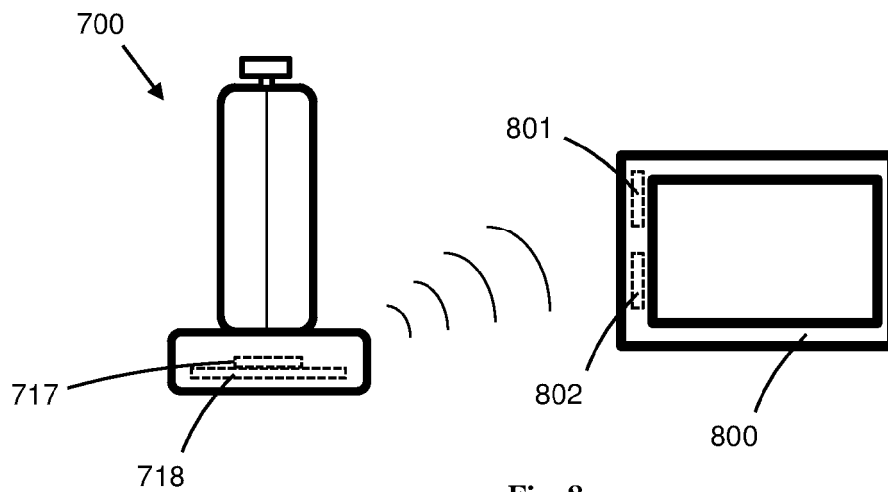
**Fig. 5**



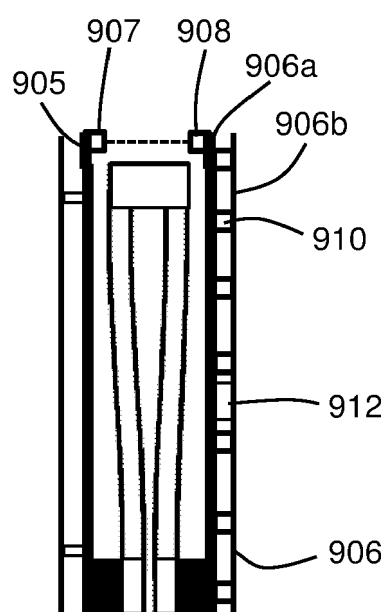
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**