(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 750 079**

(51) Int. CI.:

A61H 9/00 (2006.01)
A61H 23/02 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.08.2016 PCT/EP2016/069746**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2017 WO17029406**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.08.2016 E 16760409 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3337441**

(54) Título: **Aparato de estimulación háptica**

(30) Prioridad:

19.08.2015 GB 201514721

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.03.2020

(73) Titular/es:

MORGAN INNOVATION & TECHNOLOGY LTD (100.0%)
Unit 17, Petersfield Business Park, Bedford Road Petersfield, Hampshire GU32 3QA

(72) Inventor/es:

QUEST, JAMES;
SMITH, STEPHEN PAUL;
PAWLAK, ADAM;
CLARKE, HOWARD MORGAN y
METCALF, CHERYL DIANE

(74) Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

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

Aparato de estimulación háptica

Introducción

[0001] La presente invención se refiere a la estimulación táctil en terapia, particularmente para el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular, y a un aparato y métodos de uso de los mismos. El aparato también puede ser utilizado en las simulaciones, por ejemplo, la formación, y en la industria de videojuegos.

Antecedentes de la invención

[0002] El daño al cerebro, por ejemplo como resultado de un accidente cerebrovascular o trauma, puede conducir a la parálisis total o parcial y trastornos sensoriales de las extremidades y manos. Tales pacientes tienen que someterse a una rehabilitación y en algunos casos son capaces de recuperar o mejorar el movimiento y/o sensación.

[0003] La rehabilitación implica típicamente fisioterapia, incluyendo el uso de la repetición de los movimientos, en donde esto es posible.

[0004] También se conoce la aplicación de estimulación a la extremidad del paciente, por lo general a la mano del paciente. Se cree que la aplicación de la estimulación sensorial a una parte afectada de los resultados del cuerpo en resultados neurológicos significativamente mejorados de una lesión isquémica o hemorrágica.

[0005] US 2013/0018289, en nombre de Nussbaun, describe un dispositivo de estimulación posterior al accidente cerebrovascular que incluye una prenda de vestir, en particular, un guante, que incluye dispositivos separados para la aplicación de estimulación a la piel del paciente accidente cerebrovascular. La estimulación aplicada puede ser la presión, la vibración o la temperatura.

[0006] EP 2.810.635, en el nombre de Apolet, también describe un dispositivo de estimulación sensorial para un paciente con daño cerebral. El dispositivo es un dispositivo de mano, con zonas para la colocación de los dedos, con la estimulación se aplica a las zonas. La estimulación se aplica por una leva excéntrica giratoria, y la temperatura de las zonas también se puede variar.

[0007] US 2013/0041296 en nombre de Forschungszentrum JueliCHGmbH, describe otro dispositivo para el tratamiento de pacientes que utilizan la vibración, táctil o la estimulación térmica. La memoria descriptiva describe la frecuencia a la estimulación en la que se debe aplicar, en general en el intervalo de 1 a 60 Hz, y la duración de la estimulación.

[0008] JP 2011/188921, en nombre de Panasonic Elec Works Co Ltd, describe un aparato para proporcionar la vibración o el masaje. Se describen los tipos de ondas y su frecuencia. Típicamente, el dispositivo utiliza una onda senoidal en 25 - 40 Hz y 200 - 250 Hz dependiendo del efecto de masaje a alcanzar. No hay indicación de que esto podría ser utilizado para la estimulación para los pacientes Stoke, y no se describe ninguna retroalimentación.

[0009] El documento WO 2014/163740, en nombre de Passy-Muir Inc., describe sistemas y métodos para estimular la deglución. El dispositivo proporciona la estimulación de la vibración de entre 30 y 60 Hz.

[0010] EP 2 839 821 A1, en el nombre de Li, da a conocer un vendaje de presión que comprende un sensor de presión que se encuentra en el vendaje y conecta eléctricamente con una CPU, y una bomba de aire micro que se conecta eléctricamente con la CPU; una almohadilla protectora situada en el vendaje de presión y equipada con electrodos, un sensor de temperatura, un motor de vibración, y un transductor de frío-calor montado en el motor.

[0011] Existe por lo tanto una necesidad de dispositivos alternativos o mejorados que se pueden aplicar a mano de otra parte de su cuerpo de un paciente, para proporcionar estimulación para ayudar a la rehabilitación.

Sumario de la invención

[0012] La invención proporciona un aparato para proporcionar la estimulación a un usuario. La estimulación puede ser proporcionada de acuerdo con un patrón aleatorio o pre-programado. La estimulación se puede proporcionar alternativamente en coordinación con una estimulación visual, por ejemplo, en una pantalla. La estimulación visual se puede proporcionar en respuesta a algún movimiento por parte del usuario (paciente).

[0013] Por consiguiente, la invención proporciona un transductor para aplicar estimulación a un usuario, que comprende una carcasa que tiene:-

un dispositivo de Peltier para proporcionar calentamiento y/o enfriamiento,
una cámara inflable que tiene un diafragma para aplicar presión para el usuario, teniendo la bolsa de aire una

entrada neumática y salida de aire, y
un accionador de resonancia lineal (LRA) o masa en rotación excéntrica (ERM) para proporcionar la vibración

en el que el dispositivo Peltier se encuentra aproximadamente en el centro sobre el diafragma con una superficie superior del dispositivo Peltier diseñado para estar en contacto con un usuario y una superficie inferior situada en el diafragma.

[0014] En uso, la invención proporciona en un dispositivo único y compacto, fuentes de estos tres tipos diferentes de estimulación (temperatura, presión y vibración), que pueden aplicarse a una sola área localizada de un usuario (paciente) en terapia. En ejemplos de su uso, pacientes con accidente cerebrovascular, en rehabilitación, son tratados mediante la aplicación de uno o más dedos de combinaciones estimuladores de estas entradas. La estimulación es adecuadamente acompañada por la estimulación visual que corresponde a la temperatura, la presión y/o vibración del transductor, siendo encontrada esta combinación para proporcionar un mejor tratamiento de la rehabilitación de pacientes en el largo plazo.

[0015] La cámara inflable puede ser cualquier dispositivo estanco al aire, por ejemplo una bolsa de aire. El diafragma se proporciona con el fin de transferir la presión desde la cámara inflable para el usuario y comprende cualquier elemento adaptado para transferir la presión de inflación de la cámara.

[0016] Un accionador de resonancia lineal (LRA) o masa giratoria excéntrica (ERM) se usan adecuadamente para proporcionar la vibración. Estos pueden ser proporcionados en formato suficientemente pequeño para transmitirse en un dedo sin ser engorroso.

[0017] En formas de realización que se describen en más detalle a continuación, la fuente de vibración, por ejemplo, el LRA o ERM se mantienen dentro de la bolsa de aire. Esto ayuda a reducir el tamaño general del dispositivo.

[0018] El transductor generalmente incluye estructura de soporte rígida en en la que diversos componentes se encuentran y se mantienen unidos en un único dispositivo. Como también se muestra en una forma de realización descrita a continuación, la fuente de vibración está preferiblemente unida a una parte rígida de esta estructura, permitiendo que la vibración que se transmite a través de la estructura para el usuario, a pesar de la fuente de vibración está opcionalmente distal de la parte del cuerpo del usuario, típicamente se aplica un dedo, al que se aplica el transductor. Una correa puede entonces asegurar el transductor al cuerpo con fuerza suficiente para que la vibración sea detectada en el cuerpo.

[0019] Muchos de los patrones generados se basan en torno a proporcionar una explosión de una onda cuadrada estándar entre 4 KHz y 30 KHz en frecuencia con pausas entre cada ráfaga. Preferiblemente las ráfagas tienen una frecuencia de 10 KHz a 20 KHz y más preferiblemente entre 15 KHz y 20 KHz. La frecuencia más preferida es de aproximadamente 20 KHz. La frecuencia de las ráfagas puede variar de 0,1 Hz a 350 Hz dependiendo de la estimulación requerida. Más preferiblemente, la frecuencia de la ráfaga puede variar desde 80 hasta 350 Hz. Por ejemplo, para imitar una superficie lisa utiliza una alta frecuencia y cuanto mayor sea este valor, más suave que aparezca la superficie. El uso de frecuencias por encima de 100 Hz ofrece esta sensación suave. Por ejemplo, las frecuencias en el rango de los 100 - 350 Hz, preferiblemente de 150 - 300 Hz, más preferiblemente de 200-300 Hz se utilizan. Para proporcionar una sensación correspondiente a superficies rugosas, se utiliza una frecuencia de hasta alrededor de 100 Hz, por ejemplo en el rango de 1 - 100 Hz, preferiblemente de 50 - 100 Hz y más preferiblemente de 80 - 100 Hz. Cuanto menor sea la frecuencia utiliza las ondulaciones más significativos pueden ser percibidas por el paciente. La variación en la frecuencia proporciona la estimulación de los mecanorreceptores en las etapas apropiadas.

[0020] El dispositivo Peltier se encuentra aproximadamente en el centro sobre el diafragma. Esto también ayuda a reducir el tamaño total. No hay necesidad de área suficiente de diafragma sólo para montar el dispositivo Peltier, con una superficie superior del dispositivo Peltier diseñado para estar en contacto con el usuario y una superficie inferior situada en el diafragma. El dispositivo Peltier puede pues ser proximal al usuario, con el distal diafragma. Por lo tanto, el movimiento del diafragma para aplicar presión se transmite al instar esta presióna la superficie superior del dispositivo Peltier contra el usuario. El cambio de temperatura se transmite cuando la superficie del dispositivo Peltier se lleva a cabo directamente contra el usuario.

[0021] Normalmente, un termistor estará asociado con el dispositivo Peltier. Mediante el uso de termistores, la temperatura ambiente puede ser monitoreada. La estimulación de temperatura utiliza esto como una referencia para proporcionar un aumento de aproximadamente 10°C cuando se calienta y una disminución de aproximadamente 10°C para la refrigeración. La razón de esto es proporcionar una sensación de cambio de temperatura en relación con la yema del dedo como lugar de aplicar un valor exacto de la temperatura.

[0022] Por razones de seguridad el rango de temperatura máxima es generalmente 2°C - 45°C. Fuera de este rango de temperatura, existe el riesgo de causar daño a la piel.

[0023] La presión de depósito para la bolsa de aire y el diafragma generalmente estará entre aproximadamente 3psi

y 9psi (entre aproximadamente 20 y 62 kPa). Bolsas de aire sólo alcanzarán un máximo que se iguala en un circuito de presión asociada. Esto sucede en un aparato de la invención cuando el tubo a las bolsas de aire se conmuta en el circuito a través del uso de válvulas, por ejemplo a través de solenoides. El volumen de aire sigue siendo generalmente el mismo y por lo tanto la presión reduce a través del circuito; en formas de realización de esta reducción fue aproximadamente 2 psi (13,8 kPa) a menos de la presión del depósito inicial.

[0024] En un dispositivo específico hecho y probado, los interruptores de solenoide se abren durante 1 segundo para permitir que la bolsa de aire se infle en menos de 1 segundo. Para proporcionar una inflación controlada durante 2 segundos el solenoide se dispara con frecuencia durante un periodo de 10 ms cada 100 ms. Aunque esto tiene un cambio de paso múltiple en la presión, ya que se lleva a cabo a un ritmo acelerado que proporciona la percepción al usuario de un cambio de presión gradual.

[0025] En realizaciones preferidas, un cambio de temperatura se utiliza en combinación con un aumento de presión. Esto se debe a que se ha encontrado que un cambio de temperatura es mejor percibido por los pacientes cuando se acompaña de un aumento de la presión.

[0026] En realizaciones preferidas, el (los) transductor(es) es (son) dimensionado(s) para su fijación a la almohadilla del dedo de un usuario. Una correa ajustable puede atender a la variación del tamaño del dedo.

[0027] Los transductores en este documento también pueden comprender un sensor de seguimiento de movimiento. Esto es, opcionalmente, uno o más de los acelerómetros, magnetómetros, giroscopios y brújulas.

[0028] Los transductores en este documento, como sensores de curva también pueden comprender un material que cambia la resistencia cuando gira.

[0029] Se proporcionan además usos terapéuticos de los transductores. La invención por lo tanto también proporciona un dispositivo de estimulación para un paciente, que comprende:-

una pluralidad de transductores de la invención, que comprende opcionalmente una o más o todas las características opcionales y preferidas como se describe en otro lugar, cada transductor montado en una carcasa y que tiene medios para su fijación a un paciente; una pluralidad correspondiente de tubería neumática para la conexión a las entradas y salidas de las cámaras inflables y el cableado de los dispositivos Peltier y
la fuente de vibración, por ejemplo, LRA/ERM; y
un controlador que se puede conectar a la pluralidad de transductores y que incluye:

una pluralidad de puertos para la conexión de la tubería neumática a los transductores;
una pluralidad de puertos para la conexión de cableado de alimentación a los transductores;
una fuente de alimentación; y
un microcontrolador para controlar el funcionamiento de los transductores.

[0030] La pluralidad de transductores en el dispositivo por lo general comprenden al menos dos transductores de tamaño para su fijación a los dedos de un usuario. Tales dispositivos se van a utilizar para la terapia de pacientes con accidente cerebrovascular en los que la estimulación se aplica a los dedos de una mano en combinación con los estímulos visuales coordinados.

[0031] La pluralidad de transductores de este sistema puede incluir además un transductor adicional que comprende un dispositivo Peltier y un LRA o ERM. El elemento de generación de presión puede estar ausente, ya que este transductor adicional puede estar conectado a un dedo o parte del cuerpo al que no puede ser firmemente asegurado, con el resultado de que el elemento de aplicación de presión no puede ser utilizado de forma fiable.

[0032] Una correa para asegurar la tubería y el cableado al cuerpo o el usuario está incluido convenientemente. También opcional es una bolsa, por ejemplo una bolsa de hombro para sostener el controlador y, además, un vdu conectable al microcontrolador.

[0033] Como se explicó anteriormente, la terapia utilizando el (los) transductor(es) en combinación con los efectos visuales es un aspecto de la invención. El dispositivo puede incluir además un microcontrolador que coordina una estimulación combinada desde el (los) transductor(es) y la vdu. Por ejemplo, el controlador puede controlar la vdu para mostrar imágenes y activar los transductores de forma independiente.

[0034] En ciertas realizaciones, el microcontrolador está adaptado para detectar el movimiento y visualización de imágenes en la vdu relativa a movimiento detectado. Por lo tanto, se proporciona una estimulación coordinada.

[0035] Un método de estimulación de los pacientes de la invención comprende:-

fijación de una pluralidad de transductores de la invención o del dispositivo de estimulación de la invención a

un paciente; y
proporcionar estimulación al paciente a través de los transductores.

[0036] La estimulación se proporciona preferiblemente en un patrón predeterminado. El método puede incluir proporcionar imágenes en la vdu correspondiente al patrón de estimulación proporcionada.

[0037] Se contempla evaluación del paciente. Por lo tanto, es una característica de las realizaciones de la invención que métodos incluyen la etapa de detectar el movimiento del paciente y, a continuación, opcionalmente, la adaptación de la salida del dispositivo, por ejemplo, proporcionar imágenes en la vdu correspondiente al movimiento detectado. En un ejemplo de uso en terapia, las imágenes mostradas exageran el movimiento detectado – se ha visto que esto ayuda a la respuesta del paciente al dispositivo y para promover una mayor reacción a la estimulación durante un período prolongado de terapia.

[0038] Para ayudar a la comprensión de la invención, las realizaciones específicas de la misma se describirán ahora a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 muestra una sección transversal esquemática de un transductor de acuerdo con la invención y un paciente de dedo;
La Fig. 2 muestra una sección transversal esquemática de un transductor de acuerdo con una segunda realización de la invención y el dedo de un paciente;
La Fig. 3 muestra una sección transversal esquemática de un transductor de acuerdo con una tercera realización de la invención y el dedo de un paciente;
La Fig. 4 muestra una sección transversal esquemática de un transductor de acuerdo con una cuarta realización de la invención y el dedo de un paciente;
La Fig. 5 muestra una pluralidad de dispositivos como se muestra en las Figs. 1-4, en una mano de un usuario;
La Fig. 6 muestra una mano de un usuario conectado a la cual es un transductor de acuerdo con la Fig. 4; y
La Fig. 7 muestra un sistema de control esquemático para controlar una pluralidad de transductores de acuerdo con la invención.

[0039] El dispositivo utiliza una serie de transductores que son acoplables a un usuario en diversas partes del cuerpo, en particular las manos. Cada transductor puede proporcionar estimulación en forma del cambio de presión, vibración y temperatura.

[0040] La figura 1 muestra un transductor 1 para la aplicación de la estimulación a una zona de un dedo de un usuario. El transductor comprende una carcasa 2 que sostiene una bolsa de aire 4, que tiene una entrada 5, para la aplicación de presión, un accionador de resonancia lineal (LRA) o una masa giratoria excéntrica (ERM) 6 para proporcionar vibraciones y un dispositivo de Peltier 8 para la creación de un cambio de temperatura.

[0041] En la realización mostrada en la Figura 1, la bolsa de aire 4 comprende un área dentro de la carcasa sobre la que se estira un diafragma 10. El LRA o ERM 6 se lleva a cabo dentro de la bolsa de aire 4 y en contra de la carcasa 2. Esto es ahorro de espacio y la bolsa de aire también actúa para proteger el LRA o ERM 6. Además, esta disposición facilita la comunicación de una señal de vibración distal de 6 a través de los componentes estructurales rígidos de la carcasa que puede ser detectada por el usuario.

[0042] El dispositivo de Peltier 8 está unido al diafragma 10 por encima de la bolsa de aire 4 de tal modo que la bolsa de aire se infla, el dispositivo Peltier es empujado contra un usuario, especialmente contra una almohadilla del dedo. Esto proporciona una superficie dura que es empujada contra el usuario cuando se infla la bolsa de aire, creando una sensación más fuerte de la presión para un usuario. Un termistor 9 se proporciona en el dispositivo Peltier para detectar la temperatura y para asegurar que cualquier aumento o disminución de la temperatura resultante del dispositivo Peltier, no exceda del rango seguro para la piel, a saber, 2°C - 45°C.

[0043] Como se muestra en la Fig. 1, en esta realización, el dispositivo Peltier 8 y su termistor asociado 9 se llevan a cabo dentro de una ranura 12 dentro de la carcasa 2 que es ligeramente más profunda que el dispositivo Peltier. El movimiento vertical del dispositivo de Peltier 8 por lo tanto se está limitado por la profundidad de la ranura. Esta disposición permite que se aplique presión a la piel por el movimiento del dispositivo Peltier, proporcionando la piel con una fuente firme de la presión, es decir, la superficie dura del dispositivo Peltier. El movimiento limitado del dispositivo Peltier 8 dentro de la ranura 12 proporciona una sensación de presión adecuada para el usuario, sin ninguna posibilidad de proporcionar el exceso de presión y causando lesiones en el paciente.

[0044] En el uso típico de una pluralidad de tales dispositivos 1 se llevan a cabo en diferentes posiciones contra la piel de un usuario.

[0045] Cuando el uso es para el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular, u otros pacientes con trastornos sensoriales, dispositivos individuales 1 pueden estar unidos a por ejemplo sus dedos, utilizando, por ejemplo Velcro o fijación elástica. Los dispositivos individuales pueden entonces ser conectados a un controlador central (como

se discute más adelante). tiras de velcro son particularmente adecuadas ya que se pueden ajustar para asegurar un ajuste ceñido que varía de acuerdo con los tamaños de los dedos.

[0046] Cuando el uso es de juego o entrenamiento/simulación, una pluralidad de los dispositivos 1 pueden estar conectados en o sobre una prenda de vestir, por ejemplo un guante. Los pacientes que sufren de trastornos sensoriales típicamente no serán capaces de poner un guante y por lo tanto la provisión de un sistema modular descrito anteriormente está indicado para esta discapacidad. Sin embargo, en circunstancias particulares en que son capaces de poner un guante, esto también se puede utilizar en el tratamiento de tales pacientes.

[0047] En una realización alternativa mostrada en la Figura 2, el ERM 106 no se mantiene dentro de la bolsa de aire 104, pero se mantuvo por debajo de la bolsa de aire 104 dentro de la carcasa 102. La bolsa de aire 104 está provista de entrada de aire 105. Como se ha descrito previamente, el dispositivo de Peltier 108 y el termistor asociado 109 están unidos al diafragma 110 que forma la superficie superior de la bolsa de aire 104 para la aplicación de presión contra el usuario. Como se muestra, el dispositivo Peltier no se mantiene dentro de una ranura pero es libre de moverse con la bolsa de aire a medida que se expande.

[0048] De nuevo, este dispositivo 101 puede estar unido a un usuario mediante correas de Velcro, o por incorporación en la ropa.

[0049] En una realización adicional 201 mostrada en la Figura 3 para su uso en los dedos solamente, la carcasa se encuentra en la forma de una tapa con extremo cerrado, por ejemplo un dedal 202 en el que un usuario puede colocar un extremo de un dedo. El dedal 202 puede tener una pequeña abertura en el extremo 212 para que puede sobresalir la punta del dedo, incluyendo la punta de la uña del dedo.

[0050] En este dispositivo 201, se proporciona el ERM/LRA 206 en el lado diametralmente opuesto del dispositivo para la bolsa de aire 204, con la entrada neumática 205, y dispositivo de Peltier 208 y el termistor 209. El EMR/LRA está posicionado para actuar contra la uña del dedo del usuario, mientras que la bolsa de aire, en que es montado el dispositivo de Peltier 208 y el termistor 209, está posicionado para actuar contra la almohadilla 218 del dedo. El dedal tendrá un plástico duro sobre la cubierta 202 y un revestimiento de silicio 203, u otro material de plástico flexible, en el que el se fijan el bolsillo de aire y el dispositivo Peltier.

[0051] Mientras que la combinación de la vibración, la presión y la temperatura se pueden utilizar para proporcionar una gama de estimulación a un usuario, un dispositivo en el que hay capacidad para proporcionar la presión también se proporciona. Tal dispositivo 301 será útil en posiciones en las que no se sostiene suficientemente firmemente contra el cuerpo de un aumento de presión para ser sentido por ejemplo cuando se utiliza en la palma de la mano. Tal dispositivo se muestra en la Figura 4, y como en los dispositivos anteriores incluye un dispositivo de Peltier 308 para modificar la temperatura, un termistor 309 para medir la temperatura y un LRA/ERM 306 para la aplicación de vibración, ambos proporcionados dentro de una carcasa 302. Como antes, el dispositivo puede mantenerse en su lugar utilizando una correa de velcro, no mostrado, o incorporado en la ropa.

[0052] Para el uso en un paciente con ictus, como se muestra en la Figura 5, una pluralidad de estos dispositivos 1, 101, 201, 301 se pueden conectar entre sí para el montaje a un usuario en una disposición modular.

[0053] Para el uso en la aplicación de la estimulación a la mano, típicamente 5 dispositivos 1, 101, 201 como se describe anteriormente se aplican a los dedos, incluyendo el pulgar. Además, se proporciona un dispositivo adicional 1, 101, 201, o 301 para la fijación a la palma. El dispositivo está provisto contra el músculo adyacente al pulgar. Típicamente este dispositivo excluye la opción de la aplicación de presión.

[0054] Cada uno de los dispositivos tiene una conexión de alimentación 30, y una conexión neumática 32 en su caso, para la conexión a una fuente de alimentación 34, y por un sistema neumático 36. El sistema neumático puede ser un sistema de depósito de bucle cerrado a presión con el flujo de aire del sistema neumático en cada dispositivo, siendo controlado por un solenoide 38. Estos a su vez están conectados a un microcontrolador 40, que controla la activación de la estimulación en los transductores 1, 101, 201, 301.

[0055] Los alambres 30 y los tubos 32 de los dispositivos 1, 101, 201, 301 pueden estar provistos dentro de la vaina tejida para mantenerlos juntos y protegerlos de daños. Alternativamente, podrán llevarse a cabo para el usuario con tiras de velcro o estar colgados.

[0056] Como se muestra en la Figura 6, la disposición puede incluir una correa de muñeca que puede ser utilizada para contener todos los cables y tubos contra la muñeca del usuario para aumentar la comodidad, evitar que se enreden y reducir la probabilidad de que se desconecte.

[0057] En una alternativa, los transductores se pueden colocar dentro de una prenda de ropa, típicamente un guante, con todos los cables y tubos fijos a la prenda de vestir.

[0058] La fuente de energía 34, el sistema neumático 36, el solenoide 38 y el microcontrolador 40 pueden

proporcionarse en una bolsa (no mostrada) para facilidad de uso. La bolsa puede ser una bolsa de hombro o una mochila para uso por el usuario, o puede ser un bolso de mano para contener estos elementos juntos. En otra realización, no mostrada, estos elementos están unidos al antebrazo del paciente usando correas.

[0059] Para el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular la estimulación se puede aplicar con independencia de cualquier otra actividad, por ejemplo, cuando el paciente va sobre su rutina normal, o cuando están viendo la televisión. Como se ha indicado anteriormente el tratamiento es mediante la aplicación de combinaciones de presión, aumento de la temperatura y/o la disminución y la vibración.

[0060] La presión se aplica mediante el inflado de la bolsa de aire 4, 104, 204. Como se describió anteriormente, un dispositivo de Peltier 8, 108, 208 está unido a un diafragma 10, 110, 210 en la parte superior de la bolsa de aire y por inflar la bolsa de aire, el dispositivo Peltier insta de nuevo a la extremidad del paciente que lleva el dispositivo 1, 101, 201.

[0061] Como se muestra en la Figura 7, la disposición del sistema de control es tal que el microcontrolador 40 controla la liberación de una cantidad predeterminada de aire del sistema neumático 36 en una bolsa de aire utilizando un solenoide 38. Al menos un solenoide está asociado con cada dispositivo 1, 101, 201, tal que cada dispositivo puede ser controlado por separado. El sistema neumático puede ser un sistema de depósito de bucle a presión cerrado.

[0062] Típicamente, los solenoides pueden ser solenoides 38 y pueden ser controlados por el microcontrolador 40 a través de un controlador de puente en H CI 42. La ventaja de usar tal sistema es que un pulso corto de energía al solenoide de enganche lo cambiará a "modo de enganche", que mantendrá la presión dentro de la bolsa de aire, a no ser se libere o haya fuga fallada, sin la necesidad de aplicación constante de energía. Esto reduce el consumo de energía, extendiendo la vida de la batería. Típicamente, el pulso de potencia para cambiar el solenoide a "enganchado" será 10-15ms.

[0063] Para liberar la presión desde el dispositivo de solenoide se puede cambiar al modo "desenganchado", pero un pulso adicional de potencia, de nuevo de una duración de aproximadamente 10-15ms. Para cambiar el solenoide al modo "desenganchado", la polaridad de la fuente de energía aplicada es la opuesta a la que se aplica para lograr el modo de "enganchado". El cambio al modo "desenganchado" agota esa bolsa de aire a través de la salida de solenoides de escape.

[0064] El uso de este sistema de la presión en cada dispositivo 1, 101, 201 se puede controlar por separado para lograr las mismas o diferentes presiones, y para mantener la presión por los mismos o diferentes períodos de tiempo.

[0065] La estimulación de temperatura se aplica mediante el dispositivo de Peltier 8, 108, 208, 308, que es un dispositivo termoeléctrico que genera la presencia de calentamiento o de enfriamiento a una unión electrificada de dos conductores diferentes. Así, cuando el dispositivo Peltier se acciona en una dirección, se produce un proceso de calentamiento en una superficie y un proceso de enfriamiento en la otra superficie; de manera similar cuando el dispositivo Peltier es accionado en la dirección opuesta, se produce un efecto de enfriamiento en la primera superficie (que previamente se había calentado) y un efecto de calentamiento de la otra superficie. Cuando no se hace pasar corriente a través del dispositivo, se vuelve a la temperatura ambiente. Por lo tanto si tal dispositivo se coloca contra la piel de un paciente, la superficie superior puede ser calentada o enfriaa, o se deja permanecer a temperatura ambiente depende de la circulación de corriente a través del dispositivo. Esto se consigue utilizando de nuevo un puente en H y conductor ICs 44 controlado por el microcontrolador.

[0066] La vibración se genera mediante la creación de diferentes formas de onda para simular diferentes sensaciones cotidianas (por ejemplo tecleando o un gato), utilizando un LRA o ERM.

[0067] El LRA comprende un disco pequeño que contiene una pequeña masa, una bobina de alambre, un resorte y un imán permanente. Cuando una corriente pasa a través de la bobina que genera un campo magnético, que mueve la masa causando una vibración que se genera.

[0068] El MTC comprende un pequeño motor con una masa descentrada conectada a su eje. Cuando esto gira, se genera una vibración.

[0069] Las diferentes formas de onda de vibración, creadas por la conducción del LRA o ERM de diferentes maneras, utilizando la modulación de ancho de pulso, se pueden utilizar para simular diferentes sensaciones. Diferentes sensaciones pueden ser simuladas por la conducción de diferentes formas de onda a estos dispositivos LRA y ERM. El LRA/ERM es controlado por una unidad de CI 46, que puede ser programada para controlarlos para generar más de 100 formas de onda diferentes. La comunicación entre el microcontrolador 40 y los circuitos integrados 46 es a través del conmutador I_2C 48. Todos los CI del conductor tienen la misma dirección I^2C, por lo que están todos conectados a través de un conmutador I_2C 48.

[0070] El microcontrolador 40 a su vez puede ser controlado desde un ordenador (no mostrado). Esto puede ser en forma de un teléfono inteligente o tableta, a través de Bluetooth 50 para comunicarse.

[0071] En algunas realizaciones, la detección de movimiento también puede proporcionarse en los transductores. Estos pueden ser en forma de una combinación de acelerómetros y magnetómetros, giroscopios y brújulas, que pueden proporcionar información de posición y de orientación. Tal dispositivo puede estar previsto en los transductores 1, 101, o puede ser proporcionado en las correas que se utilizan para mantener los transductores en posición. En otras realizaciones, los dispositivos de detección de movimiento se pueden incorporar en la prenda de vestir, en donde se utiliza para mantener los transductores contra el cuerpo de un usuario. Además una tira de material que cambia resistencia cuando se dobla puede ser proporcionada para su fijación a los dedos de un usuario, para la detección de la flexión del dedo.

[0072] En una alternativa, un sistema de seguimiento de movimiento tal como movimiento de salto o movimiento Wii puede ser utilizado.

[0073] Para proporcionar la estimulación a un usuario, diferentes niveles y combinaciones de la presión, la vibración y la temperatura se utilizan para crear diferentes efectos. Estos pueden ser usados si el aparato está siendo utilizado para el tratamiento de pacientes con accidente cerebrovascular, para el usuario para el entrenamiento o juegos.

[0074] La piel contiene cuatro tipos de mecanorreceptores que se utilizan para detectar el tacto de diferentes maneras, y el uso de los tres tipos de estimulación en el dispositivo 1, 101, 201 pueden ser activados todos los cuatro tipos de mecanorreceptores. Dos son los receptores rápidos y dos son receptores lentos. Sus detalles son los siguientes:-

Nombre	**Reacción a:**	**Tipo**
Corpúsculos de Meissner	Tacto, presión (dinámica)	Rápido
Corpúsculos de Pacini	Presión profunda, vibración (dinámica)	Rápido
Discos de Merkel	Tacto, presión (estática)	Lento
Corpúsculos de Ruffini	Estiramiento de la piel	Lento

[0075] La piel también contienen termorreceptores que se reaccionan con cambios de temperatura.

[0076] Como se discutió anteriormente, se aplica presión por el inflado de una bolsa de aire a través de un solenoide, la bolsa de aire de inflado en menos de 1 segundo. Esto permite una rápida inflación de la bolsa de aire.

[0077] Alternativamente, el pulso del solenoide puede encenderse y apagarse a un ritmo rápido tal que sólo una fracción del aire necesaria para inflar la bolsa de aire se permite a través durante cada fase "de encendido". Como resultado, la bolsa de aire puede ser llenada lentamente, o únicamente el llenado parcial de la bolsa de aire se puede lograr, lo que resulta en la aplicación de una presión más baja.

[0078] Típicamente, la presión del depósito será de entre 3psi y 9psi. Esto permitirá que una cantidad significativa de presión sea proporcionada a un usuario, o cualquier nivel de presión deseada.

[0079] Los termistores se utilizan para evitar que el dispositivo Peltier aumenta o disminuye la temperatura de la piel en más de 10°C desde la temperatura ambiente. Los termistores forman parte de un circuito de seguridad controlada de hardware que vigila la temperatura de la piel ambiente en la parte posterior de la mano. Hay un termistor colocado entre el dispositivo Peltier y la yema del dedo para controlar la temperatura de la estimulación. Suponiendo que la temperatura ambiente sea 25°C esto asegurará que no resultará daño a la piel.

[0080] En general, el dispositivo Peltier se puede utilizar para cambiar la temperatura de la piel hasta 3°C, ya sea hacia arriba o hacia abajo, en menos de 2 segundos, y hasta 10°C en menos de 5 segundos. Se ha encontrado que hay una mejor percepción del cambio de temperatura cuando se aplica presión al mismo tiempo.

[0081] La estimulación de vibración puede ser usada para crear el mayor número de diferentes efectos sobre la piel.

[0082] Un LRA puede hacerse vibrar con pulsos de modulación de ancho de pulso (PWM), formas de onda auto-definidas o formas de onda predefinidas, determinadas por la unidad de CI, y la forma puede ser elegida para crear diferentes efectos.

[0083] Un sistema no calibrado puede ser impulsado con una onda cuadrada estándar hasta entre 4 KHz y 20 Hz, con un ciclo de trabajo de 20-50%. Por ejemplo, una sola sensación de "clic" se puede crear utilizando una corta ráfaga de 10-100ms, que contiene la onda cuadrada. Del mismo modo una sensación de "doble clic" puede lograrse mediante la creación de dos ráfagas de duración aproximadamente 20-100ms, con un espacio de aproximadamente 75 - 500 ms entre ellos. Un "zumbido" podría ser creado utilizando una ráfaga larga de la onda cuadrada.

[0084] El rendimiento y la eficiencia de los ELR se puede mejorar con ligeros cambios en las formas de onda. Esto también puede dar ligeros cambios en las sensaciones creadas. La forma de onda ahora consiste en ráfagas periódicas (de onda cuadrada de 20 KHz). La frecuencia de estas ráfagas puede ser un ritmo de entre 80-350Hz. Cada

ráfaga es de aproximadamente 3,4ms de duración.

[0085] La variación de la duración de cada ráfaga y los intervalos entre ellos también puede dar la sensación de la rampa de vibración (exceso de velocidad) arriba y abajo.

[0086] Para el uso con pacientes el aparato se puede utilizar ya sea en un modo pasivo o un modo activo.

[0087] En el modo pasivo, el aparato está unido a la mano de un usuario y la estimulación aplicada con independencia de cualquier respuesta realizada por el usuario. Patrones preprogramados de estimulación se pueden aplicar para el usuario que pueden ser elegidos por un médico, fisioterapeuta u otro profesional, o el propio usuario. Generalmente en este modo los caminos de los nervios sensoriales sólo serán estimulados y no las vías motoras. En particular, la estimulación será dirigida a los corpúsculos de Pacini, que se encuentran profundamente dentro de la piel. A medida que el tratamiento progresa, otros receptores sensoriales pueden tener como objetivo mediante el uso del dispositivo simular un toque ligero, presión, estiramiento y cambio de temperatura. Este modo se utiliza en pacientes que han afectado gravemente la percepción sensorial y/o deterioro motor.

[0088] En el modo activo, el aparato proporciona la regeneración activa a la información proporcionada en una pantalla, por ejemplo, una TV, PC, o tableta. En este modo el microcontrolador 40 se conecta a un ordenador, por ejemplo un PCT o tableta. Esto puede ser por cable o inalámbrico. Como se discutió anteriormente, esto puede ser a través de un módulo Bluetooth 50. El ordenador, a su vez, está conectado a la pantalla como se ha descrito, y, de nuevo, esto puede ser por cable o inalámbrico. Este modo requiere la participación activa del paciente que va a ser dotado de retroalimentación sensorial adecuada a la actividad mostrada en la pantalla. El usuario experimentará un entorno virtual a medida, mediante el cual el movimiento físico del que un usuario es capaz en el mundo real puede ser acentuado para producir una representación visual exagerada para el mundo virtual, e incluirá toda la retroalimentación sensorial apropiada a través de los transductores, para proporcionar un entorno inmersivo y realista. Este modo es útil para los pacientes con percepción sensorial moderada a menor y el deterioro motor.

[0089] Un sistema de "fijación de objetivos" puede ser integrado en el entorno virtual, con lo que cuando un usuario puede lograr de manera consistente un conjunto diana para él, se aumentará la dificultad. Esta capacidad para manipular los parámetros de un entorno específico para entornos virtuales y es muy útil para la rehabilitación de los pacientes. Además, proporciona un entorno atractivo, adaptable para los pacientes y "gamifying" su rehabilitación hace que la terapia aparentemente repetitiva sea una experiencia agradable y motivadora, proporcionando así la intensidad de promover la neuroplasticidad sensoriomotora que se requiere para la recuperación.

[0090] El dispositivo puede ser utilizado para la formación de una manera muy similar al modo activo expuesto anteriormente.

Estudio de evaluación

[0091] Un estudio de evaluación se ha llevado a cabo en un número de participantes no deteriorados utilizando el dispositivo como se ha indicado anteriormente que proporciona sensaciones al pulgar, los dedos y las palmas. Todos los participantes fueron diestros y el dispositivo se adjuntó a su mano derecha. El intervalo de edad de los participantes fue de 26 - 58, con una relación hombre: mujer de 1: 3.

Evaluación del dispositivo háptico

[0092] El dispositivo háptico se adjuntó a la mano derecha del participante proporcionando sensaciones a la cara palmar de la palma, la falange distal del dedo pulgar, índice, medio y el meñique.

[0093] Cuatro fases distintas se completaron durante la evaluación:
Fase 1: ¿Sentiste algo? Y, ¿qué sentiste? Esta fase fue diseñada para probar si el participante podía sentir el tipo de sensación aplicada por el dispositivo háptico. Tabla 1 a continuación muestra la secuencia de la prueba:

Índice	Vibración	Presión	Frío	Caliente
Pulgar	Caliente	Vibración	Frío	Presión
Pequeño	Presión			
Medio	Frío	Caliente	Presión	Vibración
Palma	Vibración	Frío	Caliente	

Fase 2: Usando el actuador háptico de vibración, ajustamos la frecuencia y amplitud con el fin de determinar los umbrales de percepción de los dispositivos. Tres perfiles (clic, zumbido, murmullo) fueron pre-programados en tres amplitudes (bajo, medio y alto).
Fase 3: Pruebas sensoriales estáticas: se colocó la mano como si se sujetara un cilindro como una taza de beber. Los dispositivos hápticos se activaron de acuerdo con un perfil sensorial conjunto de sensaciones combinadas elegidas

con el fin de imitar una serie de objetos (taza caliente, pelota de tenis, lata fría, pote de arcilla, cesta tejida, estaño vacío, vaso de agua, olla de lápiz de madera). Se pidió a los participantes que describieran las sensaciones inicialmente utilizando lenguaje libre. A continuación, se les proporcionó una hoja con ayudas de palabras descriptivas para ayudar a enfocar sus descripciones. Por último, se pidió a los participantes que describieran las sensaciones con referencia a las fotografías de varios objetos (véase el protocolo de estudio completo en el Apéndice A). El participante no estaba al tanto de que el objeto pretendido fue representado en la hoja de fotografía.

En general, el resultado de esta fase era determinar:

¿Cuánto siente el participante que interactúa con un objeto real cuando se utiliza el dispositivo? ¿Parece que la estimulación interactúa con cualquiera de los objetos dibujados y por qué?

Se pidió a los participantes que repitieran el proceso, pero esta vez mientras movían sus dedos y la posición de la mano. Se utiliza de nuevo el protocolo exacto del lenguaje de descripción libre, hoja con palabras de ayuda y hoja con ayudas visuales.

Fase 4: Pruebas sensoriales dinámicas para replicar textura de la superficie de objetos: sensaciones hápticas (perfiles de vibración) se aplicaron mientras que el participante se mueve su dedo índice horizontalmente como si explorara la superficie de una mesa. Se aplicaron sensaciones que pretenden imitar papel de lija, cartón ondulado y de ratán. También se les pidió a los participantes que repitieran los movimientos lenta y rápidamente con el fin de evaluar si esto cambia la percepción. A continuación, este proceso se repitió mientras que el participante se movió su dedo índice verticalmente, como si tocara la superficie de una pared.

Sumario de los Resultados

[0094]

Fase 1	Para las sensaciones individuales, la vibración fue siempre percibida aunque algunas personas tenían dificultad para localizar un lugar de origen en la mano/dedos. La presión se percibe generalmente con corrección, pero algunas personas también sintieron una sensación de aire a gran velocidad. Presión, en esta fase, se describe a menudo como una película o un apretón. Frío/calor fueron percibidos con menos fiabilidad, pero ayudados por su combinación con la presión.
Fase 2	Muchas personas no podían sentir la amplitud baja en cualquiera de las 3 frecuencias. Los resultados de esta fase fueron muy variables. Las personas percibieron que la sensación se originó en diferentes dedos, o incluso en el espacio entre los dedos o en la palma. Los portadores fueron capaces de distinguir entre amplitudes medio-altas, y podrían sentir que la alta era más fuerte
Fase 3 Estacionario	La inclusión de la temperatura, cuando se combina con un indicador visual adecuado, conduce al usuario a asociar la sensación con un objeto específico (taza caliente/lata de coca cola fría). La percepción de desvanecimiento de temperatura se informó como una sensación realista por algunos usuarios, pero otros pensaron que era similar a un metal fino en el que la transferencia de su propio calor a la misma, estando menos conscientes de la temperatura de la superficie. La vibración era la sensación más polémica con principalmente dos resultados dicotómicos; los usuarios cuyas respuestas fueron 'objetos no vibran', a los usuarios que relataron la vibración a una textura superficial. Algunos participantes opinaron que la inclusión de vibración era desagradable. El perfil de la cesta tejida a menudo dio como resultado una percepción de una interacción dinámica, en donde un objeto contenía líquido en movimiento, o había algo que se movía dentro de él. Este objeto se describe a menudo como flexible mientras que la olla de arcilla y el vidrio de sensaciones de agua se describen a menudo como objetos sólidos.
Dinámico	Los portadores dinámicos encontraron la adición de mover la mano y los dedos como cambiar la percepción de la ‘hay algo en mi mano' a 'no puede ser porque mis dedos no serían capaces de pasar a través de él'. Otros comentarios concluyeron que los objetos que se percibían inicialmente como sólido cambiaron a flexible mediante la introducción de movimiento. Al mover la mano de supinación a la pronación, los usuarios indicaron que podrían sentir el peso de un objeto que se celebra.

Fase 4	El papel de lija - aumentando o disminuyendo la velocidad no fue un factor importante en la determinación de la textura de la superficie del objeto virtual. La textura de la superficie fue percibida como un conjunto de pequeñas ondulaciones o protuberancias. Se informó a ser más como el cartón ondulado a portadores. Una resistencia a deslizamiento o fricción también se informó. La dirección del movimiento no tuvo impacto en la percepción. Ratán - ondulaciones regulares fueron percibidas, pero al parecer demasiado sútiesl para ser las ondulaciones en el cartón. Cuero o tejido de lana se identifican a menudo en su lugar. Peros, hoyuelos, puntos, etc., se han utilizado varias veces para describir esta sensación. Velocidad parecía ser más importante para la percepción, pero la dirección no. Ratán - había menos uniformidad que el [último] 'cartón ondulado'. Esta sensación se identificó menos consistentemente como una sola superficie, pero la textura era definitivamente presente. Los portadores eran más convencidos de la sensación cuando se mueve verticalmente, y luego poder correlacionarlos con una cesta tejida.

Comentarios generales:

[0095] Auditivo: La mayoría de los usuarios comentaron el sonido del dispositivo de influir en su percepción de los objetos virtuales en la medida en que no estaban seguros si la sensación era de origen físico o auditivo. Algunos sugirieron el uso de auriculares o tocar música para disimular el ruido. Sin embargo, el acoplamiento de sensaciones físicas, con independencia de influencias auditivas, con un entorno virtual más realista, es decir, un juego, eran posiblemente más como agarrar un objeto.

[0096] Físico: Algunas personas estaban al tanto de una vibración de luz constante durante el uso, lo cual indica algunos comentarios del cableado (pero también puede ser un factor de ruido en ocasiones). El soporte de muñeca también afectó el movimiento disponible y el realismo de la interacción con los objetos virtuales. El cableado en la parte posterior de la mano también se informó de que restringe el movimiento. Algunos usuarios reportaron la falta la sensación en el dedo anular.

[0097] Influencias: Las personas estaban particularmente intrigadas por las sensaciones frías y calientes. El acoplamiento de la temperatura con la sensación de presión parecía ser la sensación más realista similar a la sensación de un objeto. Los resultados preliminares sugieren que las texturas superficiales dinámicas de Fase 4 son prometedoras para interactuar con un mundo virtual.

Conclusiones

[0098] Este estudio ha concluido lo siguiente:

- El dispositivo produce sensaciones realistas basadas en la combinación de la vibración, la presión y la temperatura y la manipulación de estas para crear la textura, es decir, papel de lija, cartón corrugado y ratán al menos son eficaces.
- La inclusión de la temperatura tiene el mayor potencial para la generación de una interacción realista dentro de un mundo virtual.
- Textura de la superficie era más convincente durante la exploración dinámica.

[0099] Por lo tanto esta evaluación ha demostrado que el dispositivo puede proporcionar estimulación realista para pacientes con ictus y crear sensaciones realistas para su uso en simuladores virtuales.

REIVINDICACIONES

1. Un transductor para aplicar estimulación a un usuario, que comprende una carcasa (2) de sujeción:

un dispositivo de Peltier (8) para proporcionar calentamiento y/o enfriamiento,
una cámara inflable (4) que tiene un diafragma (10) para aplicar presión al usuario, teniendo la cámara hinchable (4) una entrada de aire neumático y la salida (5), y
un accionador de resonancia lineal (LRA) o masa giratoria excéntrica (ERM) (6) para proporcionar la vibración en donde el dispositivo Peltier (8) se encuentra aproximadamente centralmente en el diafragma con una superficie superior del dispositivo Peltier (8) diseñado para estar en contacto con un usuario y una superficie inferior situada en el diafragma.

2. Un transductor según la reivindicación 1 en el que el LRA/ERM se lleva a cabo dentro de la cámara inflable (4).

3. Un transductor según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que incluye además un termistor (9) para la medición de temperatura.

4. Un transductor como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que el transductor está dimensionado para su fijación a la almohadilla del dedo de un usuario.

5. Un transductor como el reivindicado en una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que incluye además un sensor de seguimiento de movimiento.

6. Un transductor según la reivindicación 5, en el que el sensor de seguimiento de movimiento se selecciona de uno o más de los acelerómetros, magnetómetros, giroscopios, brújulas.

7. Un transductor como el reivindicado en cualquier reivindicación precedente, que incluye además una resistencia que cambia material a medida que se dobla.

8. Un dispositivo de estimulación para un paciente, que comprende:

una pluralidad de transductores de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, estando cada transductor (1) montado en una carcasa y que tiene medios para la fijación a un paciente;
una pluralidad correspondiente de tubos neumáticos (32) para la conexión a las entradas y salidas de las cámaras inflables y el cableado de los dispositivos Peltier y
el LRA/ERM; y
un controlador que se puede conectar a la pluralidad de transductores y que incluye:

una pluralidad de puertos para la conexión de la tubería neumática a los transductores;
una pluralidad de puertos para la conexión de cableado de alimentación a los transductores; una fuente de alimentación; y
un microcontrolador (40) para controlar el funcionamiento de los transductores.

9. Un dispositivo de estimulación según la reivindicación 8, en el que la pluralidad de transductores comprende al menos dos transductores de tamaño para su fijación a los dedos de un usuario.

10. Un dispositivo de estimulación según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que la pluralidad de transductores incluye además un transductor adicional que comprende un dispositivo Peltier y un LRA o ERM.

11. Un dispositivo de estimulación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-10, que incluye además una correa para asegurar la tubería y el cableado al cuerpo o al usuario.

12. Un dispositivo de estimulación según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 8-11, que incluye además medios para fijar el controlador a un antebrazo de un usuario.

13. Un dispositivo de estimulación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8-12, que incluye además un vdu conectable al microcontrolador.

14. Un dispositivo de estimulación según la reivindicación 13, en el que el microcontrolador está adaptado para controlar la VDU para mostrar imágenes y activar los transductores de forma independiente.

15. Un dispositivo de estimulación según la reivindicación 14, en el que el microcontrolador está adaptado para detectar movimiento y de visualización de imágenes en la vdu relativa al movimiento detectado.

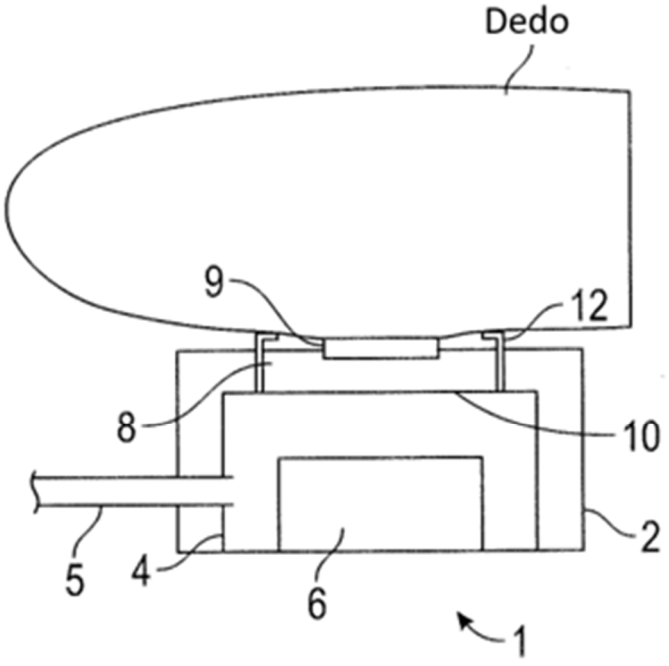

FIG. 1

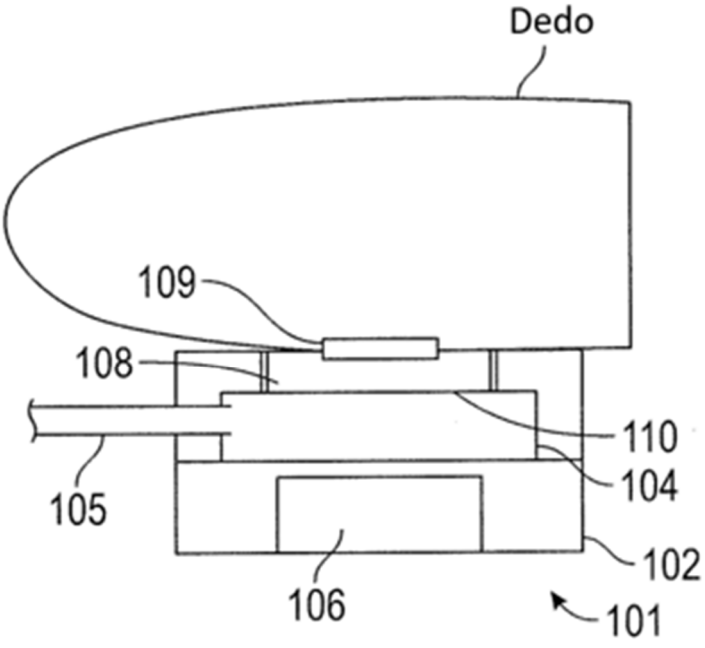

FIG. 2

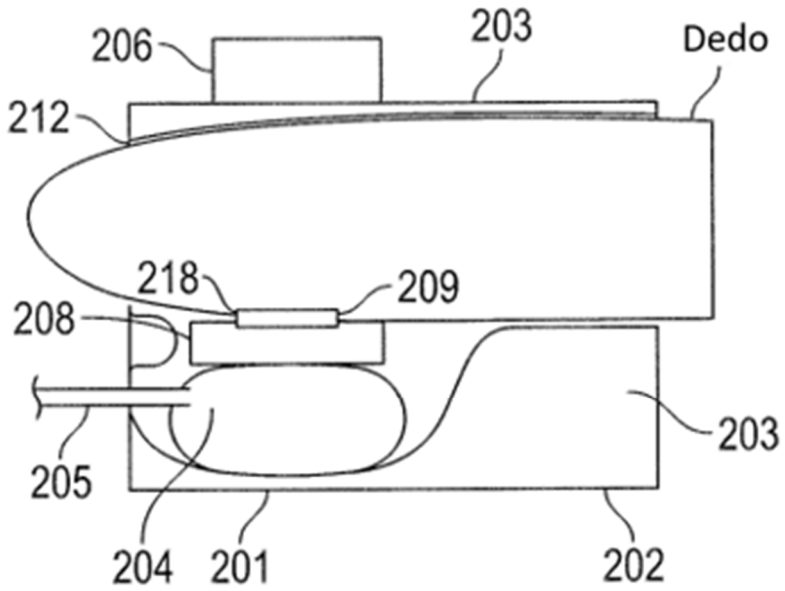
206
203
Dedo
212
218
209
208
203
205
204
201
202

FIG. 3

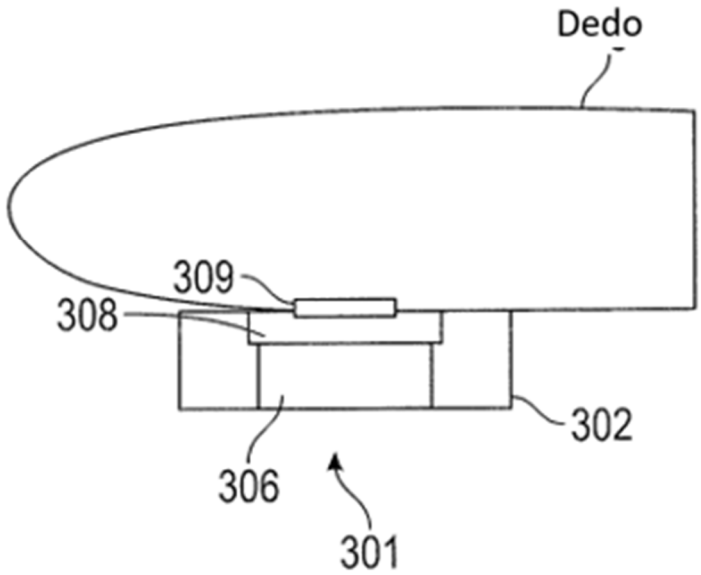
Dedo
309
308
302
306
301

FIG. 4

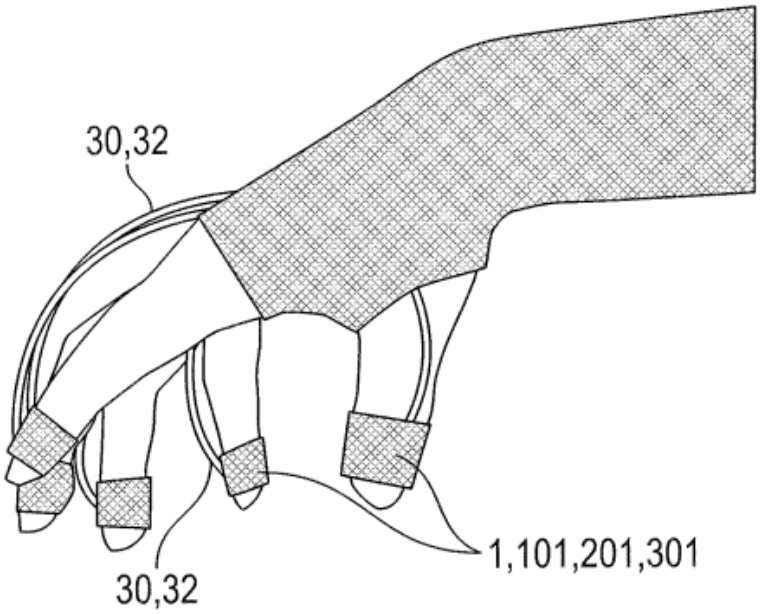

FIG. 5

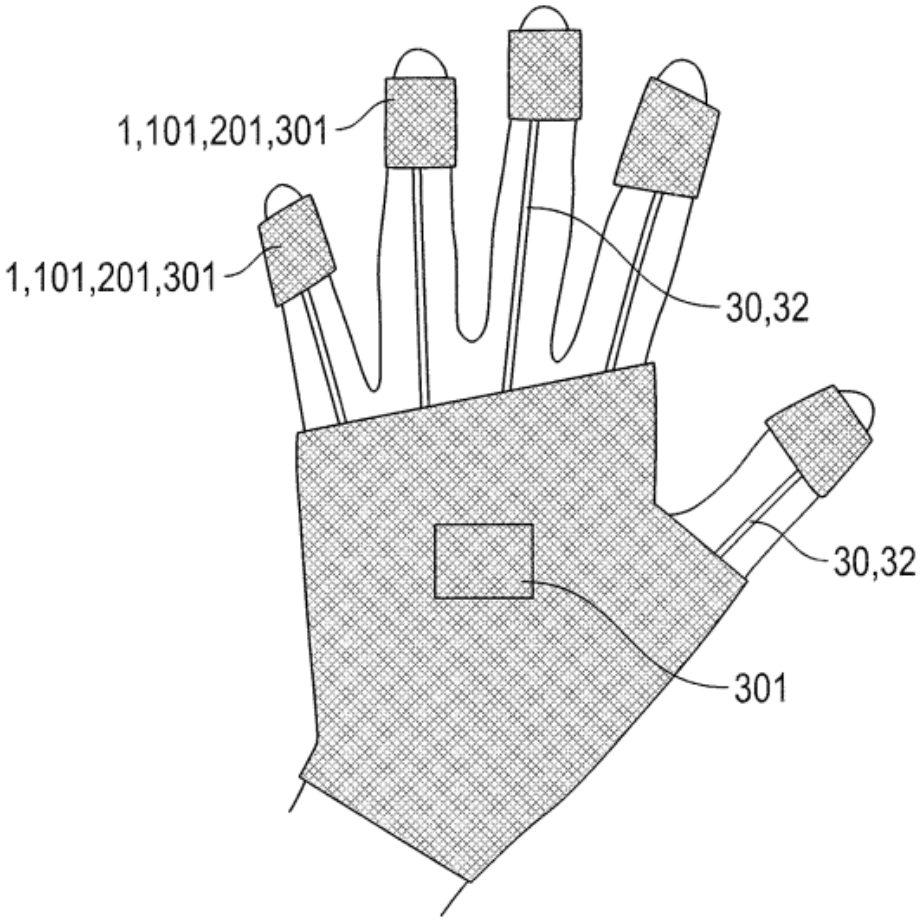

FIG. 6

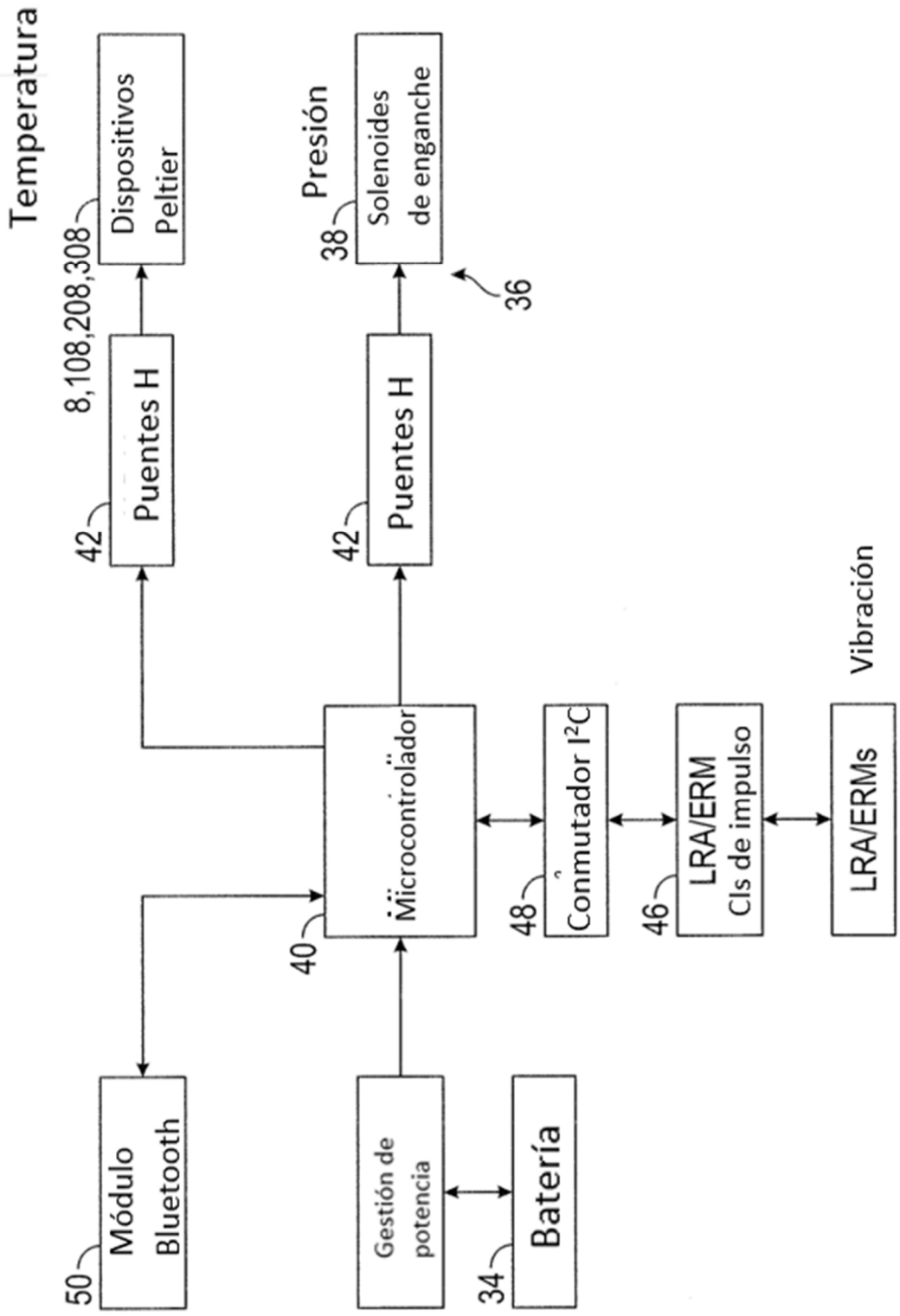
Temperatura
8,108,208,308
Dispositivos Peltier
Presión
38
Solenoides de enganche
36
42
Puentes H
42
Puentes H
Vibración
Microcontrolador
40
48
Conmutador I²C
46
LRA/ERM Cls de impulso
LRA/ERMs
50
Módulo Bluetooth
Gestión de potencia
34
Batería

FIG. 7