

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 135**

51 Int. Cl.:

A61N 1/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2019** **E 19152730 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** **EP 3524318**

54 Título: **Dispositivo de electroterapia capaz de aumentar gradualmente la intensidad de estimulación**

30 Prioridad:

13.02.2018 US 201815895004

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

10.02.2021

73 Titular/es:

HO, HOI MING MICHAEL (100.0%)
6 Alta Drive Stouffville Uxbridge
Ontario L4A 7X4, CA

72 Inventor/es:

HO, HOI MING MICHAEL

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro María

ES 2 805 135 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

Dispositivo de electroterapia capaz de aumentar gradualmente la intensidad de estimulación

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo de electroterapia y, más en particular, a uno configurado para emitir pulsos eléctricos de diversas formas de onda de pulsos para lograr un aumento gradual de la intensidad de estimulación.

10

Antecedentes de la invención

La fisioterapia, o terapia física, desempeña un papel importante tanto en la ciencia médica moderna como en la tradicional al incorporar factores físicos tales como la luz, la electricidad, el agua, el frío, el calor y la fuerza, así como el principio de la terapia con ejercicios en la evaluación y tratamiento de pacientes. La electroterapia, en particular, ha sido un medio de tratamiento cada vez más popular debido a su eficacia para aliviar el dolor, desarrollar la fuerza muscular, retrasar o prevenir la atrofia muscular, aliviar los espasmos musculares y promover la circulación sanguínea en la piel.

15

20

25

30

Hoy en día, la electroterapia se puede llevar a cabo de muchas maneras, incluyendo, por ejemplo, estimulación eléctrica de baja frecuencia (también conocida como estimulación nerviosa eléctrica transcutánea, o ENET) u ondas de interferencia de frecuencia media. La ENET utiliza ondas de baja frecuencia cuya frecuencia es inferior a 1.000 Hz (generalmente 0-100 Hz). Un dispositivo de electroterapia basado en ENET genera pulsos eléctricos de estimulación nerviosa, que se aplican a los nervios del paciente, estimulándolos a través de almohadillas de electrodos conectados a la piel del paciente, con el fin de neutralizar el dolor. Las ondas de interferencia de frecuencia media, por otro lado, son ondas de frecuencia media cuya frecuencia varía de 1.000 a 1.000.000 Hz; sin embargo, como las ondas eléctricas generan calor a frecuencias superiores a 10.000 Hz, las ondas de frecuencia media para uso clínico están normalmente dentro del rango de frecuencia de 1.000 a 10.000 Hz. Para aplicar ondas de interferencia de frecuencia media, generalmente se usan dos almohadillas de electrodos con una diferencia de frecuencia de 0-100 Hz (por ejemplo, uno a 2.100 Hz y el otro a 2.000 Hz). Una vez que las almohadillas de electrodos reciben electricidad, las ondas de frecuencia media se propagan a través de la piel y causan interferencias eléctricas en los tejidos profundos debajo de la piel, generando ondas de baja frecuencia (0-100 Hz). Por lo tanto, al estimular los músculos con una corriente eléctrica apropiada, se puede lograr un tratamiento eficaz.

35

40

La electroterapia es especialmente eficaz en el alivio del dolor (por ejemplo, la reducción del dolor lumbar o el dolor resultante de la artritis degenerativa, la artritis reumatoide, el esguince de ligamentos, la tendinitis o el síndrome de dolor muscular y de la fascia) y, por ello, muchos pacientes añaden la electroterapia a sus tratamientos para reducir la medicación (por ejemplos, los analgésicos). Además, la estimulación eléctrica de la electroterapia conduce a la contracción muscular y, por lo tanto, ayuda a mantener la movilidad de los músculos y las articulaciones. En vista de esto, las almohadillas de electrodos se han utilizado para administrar ondas eléctricas de las formas de onda, amplitudes y frecuencias deseadas para estimular partes del cuerpo del paciente que se van a tratar, extendiendo así el uso de la electroterapia al tratamiento del dolor y la rehabilitación.

45

50

Tras haber trabajado durante años en el campo técnico de la presente invención y haber prestado mucha atención al desarrollo técnico relacionado, el inventor de la invención descubrió que los dispositivos de electroterapia existentes tienen dos problemas típicos, a saber, la sensación de estimulación dolorosa que causa molestias y miedo del usuario y la adaptación neural (es decir, un cambio (reducción) a lo largo del tiempo en la capacidad de respuesta del sistema sensorial (neuronas) a un estímulo constante) o la acomodación del sistema motor neural del usuario, lo que hace que la estimulación electroterapéutica sea ineficaz para el alivio del dolor y para facilitar la mejora del rendimiento muscular tal como se detalla a continuación:

55

(1) La cuestión de la estimulación dolorosa que causa molestias al usuario: tal como se indica en la FIGURA 1, los dispositivos de electroterapia convencionales están configurados generalmente para emitir pulsos eléctricos de estimulación nerviosa de un conjunto predeterminado de formas de onda S1-S3, en el que cada forma de onda S1~S3 está construida por una pluralidad de corrientes de pulsos y comienza a un nivel alto y constante (como en el caso de una onda cuadrada), lo que significa que un usuario sentirá, de forma repentina, una estimulación relativamente fuerte y que le causará molestias y sensaciones dolorosas. Esto probablemente explica por qué algunas personas rechazan la electroterapia por miedo al dolor.

60

65

(2) La cuestión de la acomodación o la adaptación motora neural que hace que la electroterapia sea ineficaz para aliviar el dolor y facilitar la mejora del rendimiento muscular: en términos generales, si la estimulación administrada a un usuario durante la electroterapia tiene una intensidad, forma de onda, frecuencia y periodo de descanso constantes entre cada onda, el nivel de intensidad de estimulación percibido por el usuario y la respuesta nerviosa y muscular real a esa estimulación constante se reducirán con el tiempo, aunque la intensidad de la estimulación no cambie en realidad. En respuesta a la disminución gradual de la sensibilidad y la respuesta motora neural, el usuario o el fisioterapeuta que realiza la electroterapia generalmente aumentaría la intensidad o cambiaría manualmente la frecuencia de las corrientes de pulso aplicadas o cambiaría manualmente

la forma de onda de las corrientes de pulso durante la sesión de tratamiento a fin de evitar la adaptación neuronal, pero será muy difícil e inconveniente para el usuario y el fisioterapeuta realizar la operación manual adicional del dispositivo de electroterapia de una manera apropiada y adecuada para el usuario, si el cambio manual de la intensidad, frecuencia, forma de onda y duración del periodo de descanso no se realizan o no se realizan correctamente, lo que puede conducir a una experiencia terapéutica desagradable e ineficaz.

Por consiguiente, la cuestión que debe abordar la presente invención es superar el mencionado inconveniente del estado de la técnica y proporcionar al usuario estimulaciones TENS y EMS indoloras y cómodas, y proporcionar al usuario estimulaciones TENS y EMS moduladas preprogramadas a fin de evitar la adaptación neural para un alivio más eficaz del dolor y una mejora del rendimiento muscular mediante la electroterapia. El documento GB-A-2 123 698 divulga el estado de la técnica más relevante.

Breve resumen de la invención

La invención se define en la reivindicación 1.

En vista del hecho de que los productos de electroterapia existentes todavía son imperfectos en su uso, fallando no solo en que no simulan la sensación y la experiencia de un masaje manual, que se caracteriza por un aumento progresivo de la fuerza aplicada, sino que presentan también el problema de la acomodación o adaptación motora neural como resultado del carácter invariable o constante de su intensidad, formas de onda, frecuencia y duración del periodo de descanso entre cada onda, el inventor de la presente invención incorporó años de experiencia práctica en investigación y desarrollo en un extenso estudio con experimentos y mejoras repetidas y finalmente logró diseñar un dispositivo de electroterapia capaz de emitir más de 100 combinaciones variables de estimulaciones con sensaciones únicas, este dispositivo único tiene la capacidad de aumentar la intensidad gradualmente por sí mismo y proporcionar formas de onda moduladas, frecuencias moduladas y duraciones de periodos de descanso moduladas entre cada onda de estimulación, tal como se divulga más adelante, a fin de proporcionar al usuario una sensación de masaje indoloro, cómodo y relajante, y aumentar en gran medida la eficacia del dispositivo para aliviar el dolor y mejorar el rendimiento muscular evitando la acomodación o la adaptación motora neural durante todo el periodo de tratamiento. Además, el usuario o el fisioterapeuta no necesitan cambiar manualmente la intensidad, la forma de onda, la frecuencia o la duración del periodo de descanso durante el tratamiento. El dispositivo de electroterapia divulgado tiene por objeto proporcionar una mejor experiencia del usuario, un alivio del dolor más eficaz y una mejora del rendimiento muscular que sus homólogos del estado de la técnica.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de electroterapia capaz de aumentar gradualmente la intensidad de la estimulación por sí mismo y proporcionar formas de onda, frecuencias y duraciones de tiempo de descanso moduladas entre cada onda de estimulación a fin de evitar la acomodación y adaptación por parte del sistema motor neural del usuario. El dispositivo de electroterapia incluye al menos una unidad de alimentación eléctrica de corriente continua (CC), una unidad de control, un circuito de salida de pulsos y al menos un par de almohadillas de electrodos. La unidad de alimentación eléctrica de CC proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del dispositivo de electroterapia. La unidad de control envía una pluralidad de señales de control al circuito de salida de pulsos para que, una vez alimentado por la unidad de alimentación eléctrica de CC, el circuito de salida de pulsos genere pulsos eléctricos de formas de onda predeterminadas y envíe los pulsos eléctricos a cada almohadilla de electrodos. La presente invención se caracteriza por que el dispositivo de electroterapia incluye, además, un circuito de regulación de voltaje, que está conectado eléctricamente por separado a la unidad de alimentación eléctrica de CC, la unidad de control y el circuito de salida de pulsos. Basándose en una primera señal de control recibida de la unidad de control, el circuito de regulación de voltaje regula el voltaje que emite al circuito de salida de pulsos, para que las formas de ondas de pulsos de la salida de pulsos eléctricos del circuito de salida de pulsos varíen en amplitud, y para que la corriente de salida del circuito de salida de pulsos aumente gradualmente de un valor bajo a un valor predeterminado. Por lo tanto, la intensidad de la estimulación dada por cada almohadilla de electrodos a un punto de acupuntura correspondiente en el cuerpo del usuario aumentará progresivamente, imitando las fuerzas y las sensaciones táctiles de un típico masaje manual sobre los puntos de acupuntura.

Breve descripción de las diferentes vistas de los dibujos

Los objetivos, las características técnicas y los efectos de la presente invención pueden entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada de una realización ilustrativa junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La FIGURA 1 es un diagrama esquemático de las formas de onda de ciertos pulsos eléctricos de estimulación nerviosa emitidos por un dispositivo de electroterapia convencional;
La FIGURA 2 es un diagrama de bloques de hardware del dispositivo de electroterapia en una realización de la presente invención;
La FIGURA 3 es un diagrama esquemático de las formas de onda de ciertos pulsos eléctricos de estimulación nerviosa emitidos por el dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;
La FIGURA 4 es un diagrama de circuito del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 5 es un diagrama de circuito del circuito de regulación de voltaje del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 6 es un diagrama esquemático de ciertas señales de control emitidas por la unidad de control del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 7A es un oscilograma que muestra las formas de onda de pulsos de un producto de electroterapia convencional;

La FIGURA 7B es un oscilograma que muestra las formas de onda de pulsos del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 8 es otro oscilograma que muestra las formas de onda de pulsos del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 9 es un diagrama de circuito del circuito de control de salida del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 10 es un diagrama esquemático de algunas otras señales de control emitidas por la unidad de control del dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 11A muestra una forma de onda de pulsos que puede emitirse por el dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2;

La FIGURA 11B muestra otra forma de onda de pulsos que puede emitirse por el dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2; y

La FIGURA 11C muestra todavía otra forma adicional de ondas de pulsos que puede emitirse por el dispositivo de electroterapia de la FIGURA 2.

Descripción detallada de la invención

Según observación del solicitante, cada golpe de un masaje manual de un punto de acupuntura generalmente comienza con una fuerza suave y luego aumenta gradualmente la intensidad de la fuerza. Este aumento gradual de la fuerza no solo reduce la sensación de dolor, sino que también permite que quien está recibiendo el masaje se adapte progresivamente a las fuerzas aplicadas y, por lo tanto, pueda disfrutar de la comodidad del masaje manual del punto de acupuntura. El solicitante incorporó las características anteriores en la presente invención, que es un dispositivo de electroterapia capaz de aumentar gradualmente la intensidad de la estimulación. Con referencia a la FIGURA 2, el dispositivo de electroterapia 1 en una realización de la presente invención incluye al menos una unidad de alimentación eléctrica de CC 11 (por ejemplo, baterías de celda seca), una unidad de control 13, un circuito de salida de pulsos 15 y al menos una almohadilla de electrodos 17. La unidad de alimentación eléctrica de CC 11 (por ejemplo, las baterías) proporciona la energía eléctrica requerida para el funcionamiento del dispositivo de electroterapia 1. La unidad de control 13 está configurada para enviar una pluralidad de señales de control al circuito de salida de pulsos 15 para que, después de recibir la energía eléctrica alimentada por la unidad de alimentación eléctrica de CC 11, el circuito de salida de pulsos 15 pueda generar pulsos eléctricos de formas de onda predeterminadas y enviar los pulsos eléctricos a cada almohadilla de electrodos 17 para que cada almohadilla de electrodos 17 emita los pulsos eléctricos y así realizar los correspondientes golpes de masaje. En el presente documento, la expresión "golpes de masaje" se refiere a golpes de masaje manual simulados creados al variar el intervalo entre cada dos pulsos eléctricos adyacentes, cambiando la intensidad de cada pulso eléctrico, y demás.

Cabe señalar que las conexiones físicas entre la unidad de alimentación eléctrica 11, la unidad de control 13, el circuito de salida de pulsos 15 y la al menos una almohadilla de electrodos 17 se pueden encontrar en la construcción de hardware de dispositivos de electroterapia convencionales, y que la presente invención se caracteriza por las características técnicas adicionales que se describen a continuación. Con referencia continua a la FIGURA 2, el dispositivo de electroterapia 1 en esta realización incluye, además, un circuito de regulación de voltaje 12. El circuito de regulación de voltaje 12 está conectado eléctricamente por separado a la unidad de alimentación eléctrica de CC 11, la unidad de control 13 y el circuito de salida de pulsos 15. La unidad de control 13 está configurada para generar una primera señal de control y enviar la primera señal de control al circuito de regulación de voltaje 12. Basándose en la primera señal de control, el circuito de regulación de voltaje 12 regula el voltaje que emite al circuito de salida de pulsos 15, para que las formas de onda de pulsos P1 y P2 de los pulsos eléctricos emitidos por el circuito de salida de pulsos 15 varíen en amplitud (por ejemplo, cada una con un aumento gradual de un nivel bajo a un nivel alto predeterminado, como indican los círculos de líneas discontinuas de la FIGURA 3), para que la corriente de salida del circuito de salida de pulsos 15 aumente gradualmente de un valor bajo a un valor predeterminado y, en consecuencia, para que cada almohadilla de electrodos 17 estimule la zona del cuerpo del usuario en la que se colocan las almohadillas (por ejemplo, un punto de acupuntura correspondiente en el cuerpo del usuario) con una intensidad gradualmente creciente, simulando así las fuerzas y las sensaciones táctiles típicas de aplicar presión gradual mientras se masajean esos puntos de acupuntura manualmente con las manos.

Para revelar las características técnicas anteriores con más detalle, la FIGURA 4 muestra un diagrama de circuito de la estructura de hardware de la FIGURA 2, y la FIGURA 5 muestra un diagrama de circuito del circuito de regulación de voltaje 12. En esta realización, el circuito de regulación de voltaje 12 incluye una primera resistencia R1, un primer transistor Q1, un segundo transistor Q2, una tercera resistencia R3 y un primer condensador C1. Un extremo de la primera resistencia R1 está configurado para recibir la primera señal de control de la unidad de control 13. El otro extremo de la primera resistencia R1 está conectado a la base del primer transistor Q1. El emisor del primer transistor Q1 está conectado a tierra, y el colector del primer transistor Q1 está conectado a un extremo de una

segunda resistencia R2. El otro extremo de la segunda resistencia R2 está conectado a la base del segundo transistor Q2. El emisor del segundo transistor Q2 está conectado al circuito de salida de pulsos 15, y el colector del segundo transistor Q2 está configurado para recibir energía eléctrica de la unidad de alimentación eléctrica de CC 11. Un extremo de la tercera resistencia R3 está conectado al colector del segundo transistor Q2. El otro extremo de la tercera resistencia R3 está conectado a la base del segundo transistor Q2 y un extremo del primer condensador C1. El otro extremo del primer condensador C1 está conectado a tierra.

Véase la FIGURA 6 en conjunción con la FIGURA 4 y la FIGURA 5. En la FIGURA 6, que muestra las señales de control emitidas por la unidad de control 13, la señal de control (forma de onda) A1 se envía al circuito de regulación de voltaje 12, y las señales de control (formas de onda) A2-A4 son formas de onda correspondientes a los golpes de masaje iniciales y se envían a otros circuitos (por ejemplo, el circuito de salida de pulsos 15). Las formas de onda correspondientes a los golpes de masaje iniciales pueden combinarse entre sí para generar formas de onda correspondientes a varios golpes de masaje finales para a gusto del usuario. El principio de funcionamiento del circuito de regulación de voltaje 12 se establece de la siguiente manera. Antes de que la primera resistencia R1 reciba la primera señal de control, la primera resistencia R1 está en un estado de nivel bajo, el primer transistor Q1 está en un estado de corte y el primer condensador C1 está en un estado saturado. A continuación, (antes de que se emitan las formas de onda A2-A4 correspondientes a los golpes de masaje iniciales), se emite un solo pulso A1 (es decir, la primera señal de control) a la primera resistencia R1, llevando el primer transistor Q1 al estado activado, y el primer condensador C1, a su vez, comienza a descargarse. El primer condensador C1 se descarga completamente antes de que el pulso llegue a su fin; como resultado, la primera resistencia R1 vuelve al estado de nivel bajo y el primer condensador C1 comienza a cargarse. En el proceso descrito anteriormente, el segundo transistor Q2 pasa del estado de corte al estado de activado y luego del estado de activado al estado de amplificación hasta que se satura. Las formas de onda A2-A4 correspondientes a los golpes de masaje iniciales se emiten cuando el primer condensador C1 comienza a cargarse. Así pues, un aumento gradual de la corriente eléctrica a través del segundo transistor Q2 provoca un cambio en la amplitud de las formas de onda de pulsos emitidas por el circuito de salida de pulsos 15 (es decir, las formas de onda correspondientes a los golpes de masaje finales), tal como se muestra en la FIGURA 3.

Además de proporcionar la función descrita anteriormente, el circuito de regulación de voltaje 12 mostrado en la FIGURA 4 y la FIGURA 5 puede reducir la perturbación causada por un circuito de aumento de voltaje a las formas de onda de pulsos emitidas, en el que la perturbación ocurre en el instante en que el dispositivo de electroterapia 1 comienza a emitir las formas de onda de pulsos. La FIGURA 7A y la FIGURA 7B muestran la diferencia entre el dispositivo de electroterapia 1 de la presente invención y un producto de electroterapia convencional en este sentido. Cabe señalar que la FIGURA 7A y la FIGURA 7B son capturas de pantalla o, de manera más específica, oscilogramas, tomados directamente del producto de electroterapia convencional y del dispositivo de electroterapia 1, y que, por lo tanto, las capturas de pantalla incluyen datos y textos de prueba relacionados. Como la FIGURA 7A y la FIGURA 7B se proporcionan principalmente para un análisis de las formas de onda de pulsos N1 y N2 mostradas respectivamente en el mismo, los datos de y textos prueba no se explicarán con más detalle, ni tampoco afectarán a las características técnicas generales de la presente invención. En términos generales, los productos de electroterapia convencionales están provistos de un circuito de aumento de voltaje y el número de modelo HV-F128 de OMRON, cuyo resultado de prueba se muestra en la FIGURA 7A y al que se hace referencia en lo sucesivo como el producto de electroterapia convencional, no es una excepción. Cuando se presiona el botón de nivelación del producto de electroterapia convencional para aumentar el voltaje (por ejemplo, a 92 V), cada forma de onda de pulsos N1 se altera, o más específicamente, se eleva abruptamente a un cierto nivel y luego se estabiliza, tal como indica el cuadro de líneas discontinuas de la FIGURA 7A. Este fenómeno causa una sensación extremadamente incómoda en el cuerpo del usuario donde se colocan las almohadillas, simplemente teniendo en cuenta el enorme impacto causado en el cuerpo por cada forma de onda de pulsos N1 emitida por el producto de electroterapia convencional. Un usuario de edad avanzada puede incluso lesionarse por esta sacudida repentina y la correspondiente contracción muscular repentina y fuerte resultante. Por el contrario, con referencia a la FIGURA 7B, cuando se presiona el botón de nivelación (no mostrado) del dispositivo de electroterapia 1 para aumentar el voltaje (a 84 V, por ejemplo), las formas de onda de pulsos N2 emitidas por el dispositivo de electroterapia 1 aumentan lentamente, tal como indica el cuadro de líneas discontinuas de la FIGURA 7B. Esto demuestra que el circuito de regulación de voltaje 12 es capaz de proteger las formas de ondas de pulsos emitidas N2 de las perturbaciones causadas por el circuito de aumento de voltaje.

Cabe señalar que los productos de electroterapia convencionales normalmente se proporcionan solo con una estructura de circuito similar al circuito de salida de pulsos 15. Esto se debe, en gran medida, a que los "golpes de masaje" de los productos de electroterapia convencionales son tan simples y monótonos que hay no es necesario emitir formas de onda de pulsos complicadas y cambiantes. La presente invención, a diferencia, tiene por objeto simular más de 100 tipos de "golpes de masaje" mediante la emisión de una serie de formas de onda de pulsos Q complicadas y cambiantes, frecuencias y duraciones del periodo de descanso entre cada onda de estimulación tal como se muestra en la FIGURA 8, y abordar el problema de la acomodación o la adaptación motora neural variando la intensidad percibida por el usuario, las formas de onda, las frecuencias y las duraciones del periodo de descanso. Para este fin, el dispositivo de electroterapia 1 está provisto, de forma adicional, de un circuito de control de salida 14, que junto con el circuito de salida de pulsos 15 en su extremo posterior permite la salida de formas de onda de pulsos Q cambiantes y complejas. En esta realización, como se refiere en la FIGURA 4 y la FIGURA 9, el circuito de

control de salida 14 está conectado eléctricamente por separado al circuito de regulación de voltaje 12, la unidad de control 13 y el circuito de salida de pulsos 15 y está configurado para recibir una segunda señal de control de la unidad de control 13 y energía eléctrica del circuito de regulación de voltaje 12.

En esta realización, como de nuevo se refiere en la FIGURA 4 y la FIGURA 9, el circuito de control de salida 14 incluye una cuarta resistencia R4, un tercer transistor Q3, un cuarto transistor Q4 y una sexta resistencia R6. La cuarta resistencia R4 tiene un extremo configurado para recibir la segunda señal de control desde la unidad de control y el otro extremo conectado a la base del tercer transistor Q3. El tercer transistor Q3 tiene su emisor conectado a tierra y su colector conectado a un extremo de la quinta resistencia R5. El cuarto transistor Q4 tiene su base conectada al otro extremo de la quinta resistencia R5, su colector conectado al circuito de salida de pulsos 15 y su emisor conectado al emisor del segundo transistor Q2. La sexta resistencia R6 tiene un extremo conectado a la base del cuarto transistor Q4 y el otro extremo conectado al emisor del cuarto transistor Q4.

El principio de funcionamiento del circuito de control de salida 14 se establece de la siguiente manera. Como se refiere en la FIGURA 10 en conjunción con la FIGURA 4 y la FIGURA 9, la señal de control (forma de onda) B1 se envía al circuito de regulación de voltaje 12, la señal de control (forma de onda) B2 es una forma de onda correspondiente a los golpes de masaje iniciales y se envía al circuito de control de salida 14, y las señales de control (formas de onda) B3 y B4 son otras formas de onda correspondientes a los golpes de masaje iniciales y se envían a circuitos externos (por ejemplo, el circuito de salida de pulsos 15). Las formas de onda correspondientes a los golpes de masaje iniciales permiten que el circuito de salida de pulsos 15 emita formas de onda de pulsos tal como se muestra en la FIGURA 8 (es decir, las formas de onda correspondientes a los golpes de masaje finales). Una vez que la cuarta resistencia R4 recibe la segunda señal de control (es decir, la forma de onda de salida B2), la segunda señal de control activa el tercer transistor Q3 y el cuarto transistor Q4 secuencialmente cuando están en el nivel alto y corta el tercer transistor Q3 y el cuarto transistor Q4 cuando están en el nivel bajo. Por lo tanto, la energía eléctrica (es decir, la configuración de la forma de onda) enviada por el circuito de control de salida 14 al circuito de salida de pulsos 15 se ajusta para variar las formas de onda de pulsos emitidas por el circuito de salida de pulsos 15. La combinación del circuito de control de salida 14 y el circuito de salida de pulsos 15 permite imitar de manera eficaz no solo los golpes de masaje tales como amasar, frotar y golpear, sino también un aumento de la fuerza, lo que permite a los usuarios sentir como si un masajista profesional les diera un masaje manual en los puntos de acupuntura. Además, para simular varios golpes de masaje, el dispositivo de electroterapia de la presente invención debe poder modular la intensidad, frecuencia, forma de onda de sus corrientes de pulsos y emitir las formas de onda de pulsos correspondientes, más la duración del periodo de descanso entre cada onda tal como se muestra en la FIGURA 11A, en la que la forma de onda J1 se repite a una frecuencia de 46 Hz y dura 5,4 segundos; la FIGURA 11B, en la que la forma de onda J2 se repite a una frecuencia de 30 Hz y dura 6,5 segundos; y la FIGURA 11C, en la que la forma de onda J3 se repite a una frecuencia de 15 Hz y dura 6,5 segundos. Por lo tanto, un usuario no sentirá la misma combinación de intensidad, forma de onda, frecuencia, duración del periodo de descanso de cada ráfaga de simulación durante la sesión de tratamiento de electroterapia, y el problema de la acomodación o adaptación motora neural queda resuelto. Con la emisión de estos parámetros modulados con este dispositivo de electroterapia, el usuario o el fisioterapeuta que realiza la electroterapia no necesitará ajustar manualmente la intensidad del pulso, la forma de onda, la frecuencia o la duración del periodo de descanso en ningún momento durante todo el tratamiento TENS y EMS para obtener el alivio del dolor efectivo deseado y la mejora del rendimiento muscular. Cabe señalar, sin embargo, que la FIGURA 11A a la FIGURA 11C solo sirven para mostrar diferentes formas de onda de pulsos; mientras las formas de onda J1-J3 representan un aumento gradual en la corriente de salida.

Además, para mantener el dispositivo de electroterapia 1 funcionando con poca batería, el dispositivo de electroterapia 1 está provisto, además, de un circuito de aumento y estabilización de voltaje 16, tal como se muestra en la FIGURA 2 y la FIGURA 4. El circuito de aumento y estabilización de voltaje 16 se proporciona entre la unidad de alimentación eléctrica de CC 11 y la unidad de control 13 y está configurado para recibir energía de CC de la unidad de alimentación eléctrica de CC 11 y luego emitir energía de CC a la unidad de control 13 a un primer voltaje (por ejemplo, 3 V). Cuando el voltaje de la energía de CC recibida de la unidad de alimentación eléctrica de CC 11 es inferior a un valor umbral, el circuito de aumento y estabilización de voltaje 16 aumenta la energía de CC recibida para continuar emitiendo energía de CC a la unidad de control 13 al primer voltaje. Cabe señalar que, con el fin de no complicar demasiado el diagrama de circuito de la FIGURA 4, el circuito de aumento y estabilización de voltaje 16 de la FIGURA 4 se dibuja por separado, en el que "Batt_3v" corresponde en posición a la unidad de alimentación eléctrica de CC 11 (por ejemplo, baterías) mientras que "Vcc_3v" está conectado a la unidad de control 13.

Si bien la invención divulgada por el presente documento se ha descrito por medio de realizaciones específicas, los expertos en la materia podrían realizar numerosas modificaciones y variaciones sin apartarse del alcance de la invención expuesta en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de electroterapia (1) capaz de aumentar gradualmente la intensidad de estimulación, que comprende una unidad de alimentación eléctrica de corriente continua (CC) (11), una unidad de control (13), un circuito de salida de pulsos (15) y al menos una almohadilla de electrodos (17), en la que la unidad de alimentación eléctrica de CC (11) está configurada para proporcionar la energía eléctrica requerida para el funcionamiento del dispositivo de electroterapia (1), y la unidad de control (13) está configurada para enviar una pluralidad de señales de control al circuito de salida de pulsos (15) de modo que, después de recibir la energía eléctrica de la unidad de alimentación eléctrica de CC (11), el circuito de salida de pulsos (15) genera pulsos eléctricos de formas de onda predeterminadas y envía los pulsos eléctricos a cada almohadilla de electrodos (17), comprendiendo, además, el dispositivo de electroterapia (1):

un circuito de regulación de voltaje (12) que comprende:

una primera resistencia (R1) dotada de un extremo configurado para recibir la primera señal de control desde la unidad de control (13);
un primer transistor (Q1) dotado de una base conectada a un extremo opuesto de la primera resistencia (R1), un emisor conectado a tierra y un colector conectado a un extremo de una segunda resistencia (R2);
un segundo transistor (Q2) dotado de una base conectada a un extremo opuesto de la segunda resistencia (R2), un emisor conectado al circuito de salida de pulsos (15) y un colector configurado para recibir la energía eléctrica de la unidad de alimentación eléctrica de CC (11);
una tercera resistencia (R3) dotada de un extremo conectado al colector del segundo transistor (Q2) y un extremo opuesto conectado a la base del segundo transistor (Q2); y
un primer condensador (C1) dotado de un extremo conectado a la base del segundo transistor (Q2) y un extremo opuesto conectado a tierra;

en el que, antes de que la primera resistencia (R1) reciba la primera señal de control, la primera resistencia (R1) está en un estado de nivel bajo, el primer transistor (Q1) está en un estado de corte y el primer condensador (C1) está en un estado de saturado; una vez que la primera resistencia (R1) recibe la primera señal de control, el primer transistor (Q1) entra en un estado de activado y el primer condensador (C1) comienza a descargarse; una vez que el primer condensador (C1) está completamente descargado, la primera resistencia (R1) vuelve a entrar en el estado de nivel bajo y el primer condensador (C1) comienza a cargarse; y durante el proceso anterior, el segundo transistor (Q2) pasa de un estado de corte a un estado de activado y luego del estado de activado a un estado de amplificación hasta que se alcanza un estado de saturado, para que las formas de ondas de pulsos (P1) emitidas por el circuito de salida de pulsos (15) aumenten gradualmente desde un nivel bajo hasta un nivel alto predeterminado a medida que la corriente eléctrica a través del segundo transistor (Q2) aumenta gradualmente; y el circuito de regulación de voltaje (12) está conectado eléctricamente por separado a la unidad de alimentación eléctrica de CC (11), la unidad de control (13) y el circuito de salida de pulsos (15) y está configurado para regular, de acuerdo con una primera señal de control recibida desde la unidad de control (13), una emisión de voltaje del circuito de regulación de voltaje (12) al circuito de salida de pulsos (15), a fin de que las formas de onda de pulsos (P1) de los pulsos eléctricos emitidos por el circuito de salida de pulsos (15) varíen en intensidad modulada, formas de onda moduladas, frecuencias moduladas y duraciones de periodos de descanso moduladas, y de que la corriente emitida por el circuito de salida de pulsos (15) aumente gradualmente de un valor bajo a un valor predeterminado, permitiendo así que cada almohadilla de electrodos (17) estimule un punto de acupuntura correspondiente en un cuerpo humano con una intensidad que aumenta gradualmente y, de ese modo, simule las fuerzas y sensaciones táctiles de un masaje manual típico sobre dichos puntos de acupuntura; y
un circuito de control de salida (14), que está conectado eléctricamente por separado al circuito de regulación de voltaje (12), la unidad de control (13) y el circuito de salida de pulsos (15), está configurado para recibir una segunda señal de control desde la unidad de control (13) y energía eléctrica desde el circuito de regulación de voltaje (12); y comprende:

una cuarta resistencia (R4) dotada de un extremo configurado para recibir la segunda señal de control desde la unidad de control (13);
un tercer transistor (Q3) dotado de una base conectada a un extremo opuesto de la cuarta resistencia (R4), un emisor conectado a tierra y un colector conectado a un extremo de una quinta resistencia (R5);
un cuarto transistor (Q4) dotado de una base conectada a un extremo opuesto de la quinta resistencia (R5), un colector conectado al circuito de salida de pulsos (15) y un emisor conectado al emisor del segundo transistor (Q2); y
una sexta resistencia (R6) dotada de un extremo conectado a la base del cuarto transistor (Q4) y un extremo opuesto conectado al emisor del cuarto transistor (Q4);

en el que, una vez que la cuarta resistencia (R4) recibe la segunda señal de control, la segunda señal de control activa secuencialmente el tercer transistor (Q3) y el cuarto transistor (Q4) cuando están en un nivel alto y trae cada uno del tercer transistor (Q3) y el cuarto transistor (Q4) a un estado de corte cuando están en un nivel bajo, ajustando así la energía eléctrica enviada desde el circuito de control de salida (14) al circuito de salida de pulsos (15) y, en consecuencia, las formas de onda de pulsos (P1) emitidas por el circuito de salida de pulsos (15).

2. Dispositivo de electroterapia de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, un circuito de aumento y estabilización de voltaje (16), en el que el circuito de aumento y estabilización de voltaje (16) se dispone entre la unidad de alimentación eléctrica de CC (11) y la unidad de control (13) y está configurado para recibir energía de CC de la unidad de alimentación eléctrica de CC (11) y emitir energía de CC a la unidad de control (13) a un primer voltaje, y cuando la energía de CC recibida de la unidad de alimentación eléctrica de CC (11) tiene un voltaje más bajo que un valor umbral, el circuito de aumento y estabilización de voltaje (16) aumenta la potencia de CC recibida para mantener la potencia de CC emitida a la unidad de control (13) al primer voltaje.

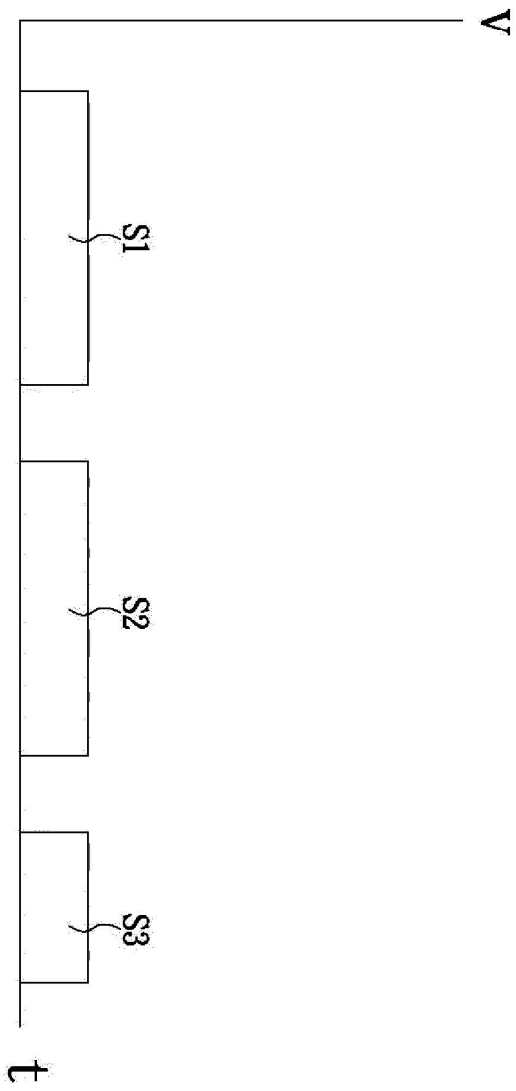


FIG. 1 (Estado de la técnica)

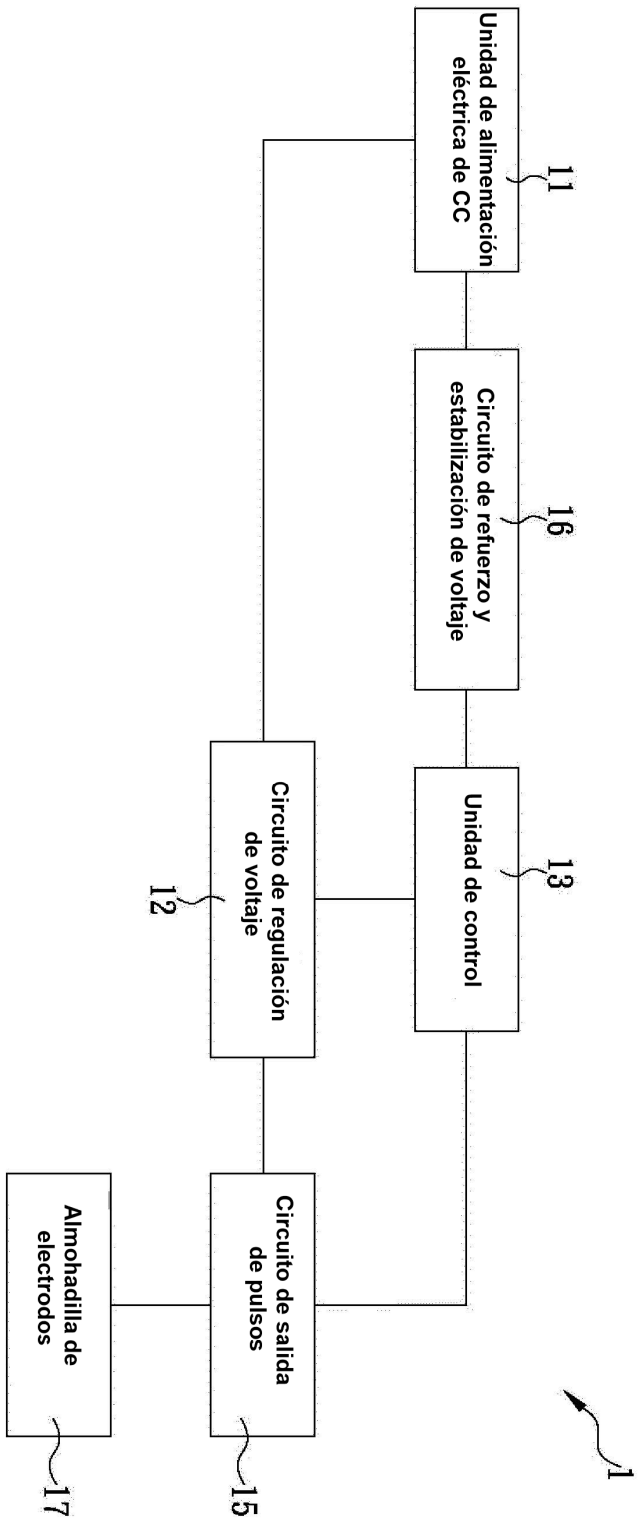


FIG. 2

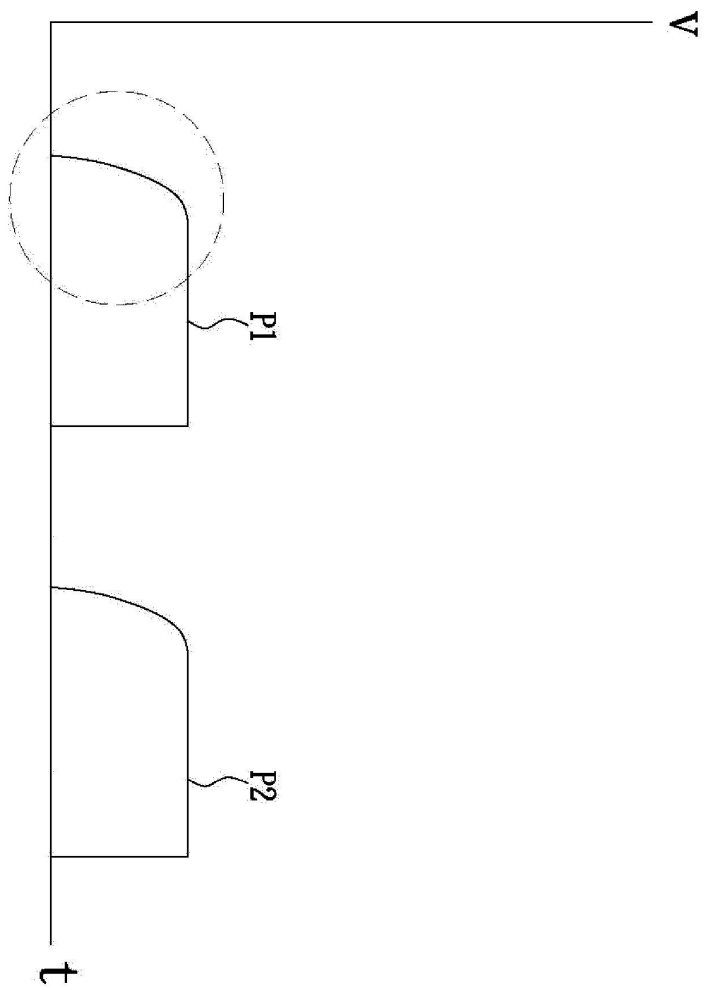


FIG. 3

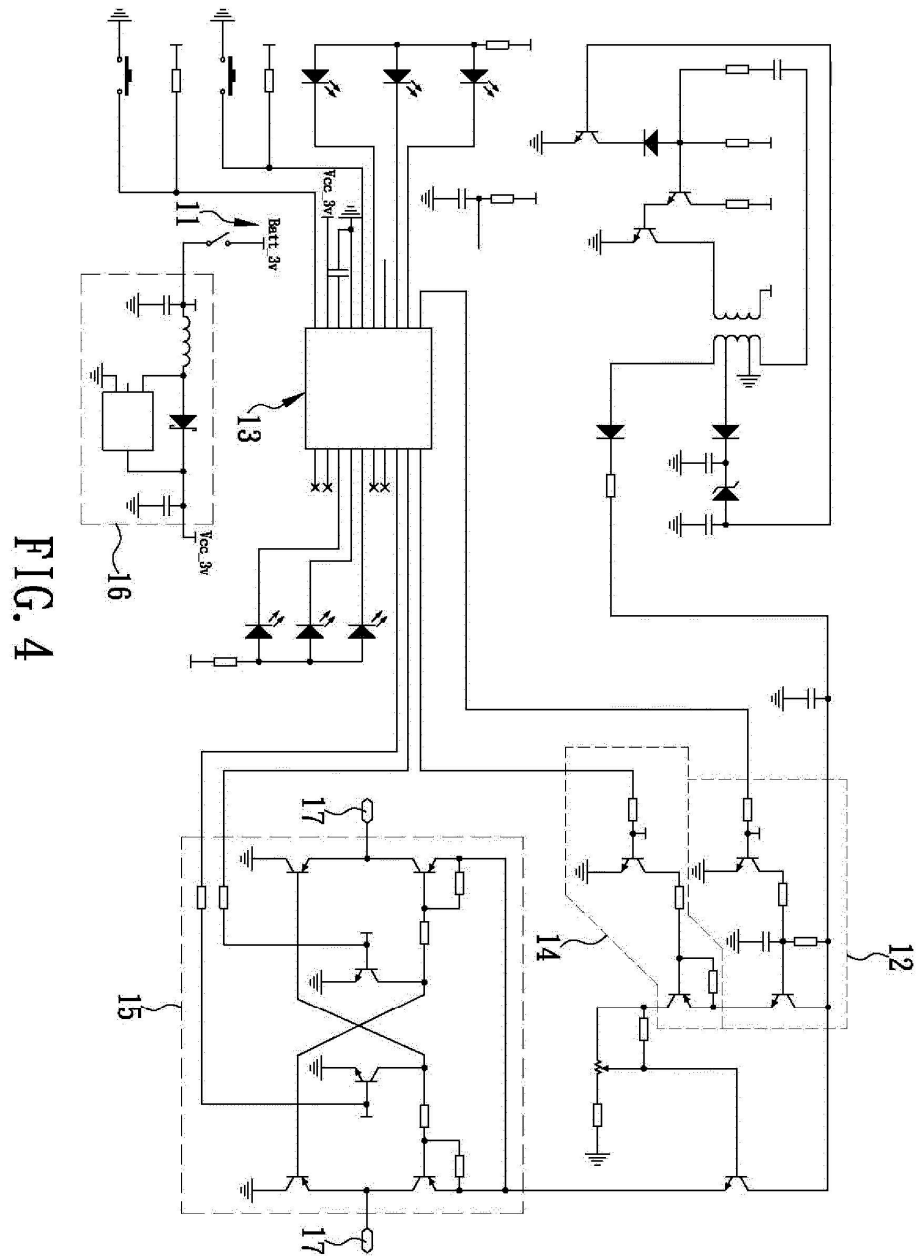


FIG. 4

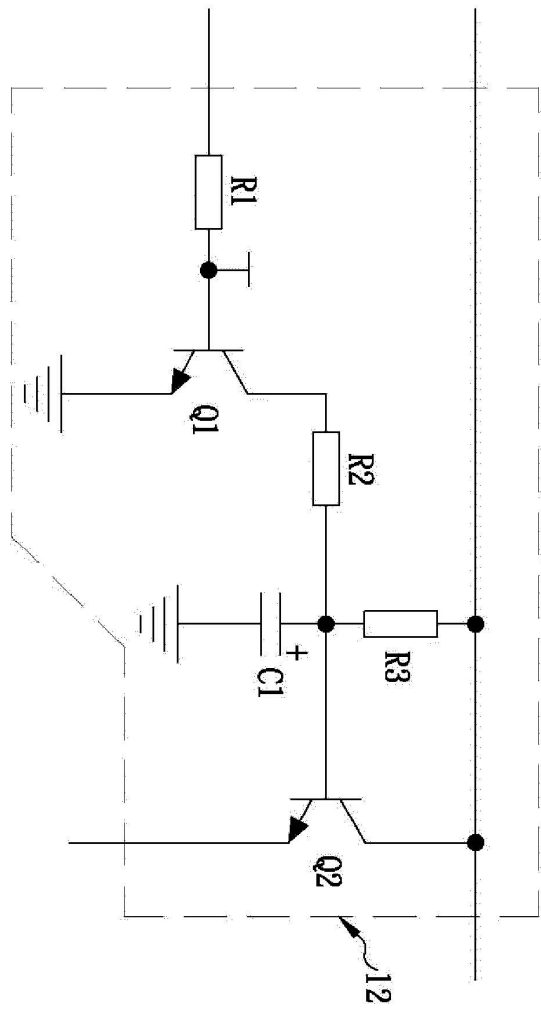


FIG. 5

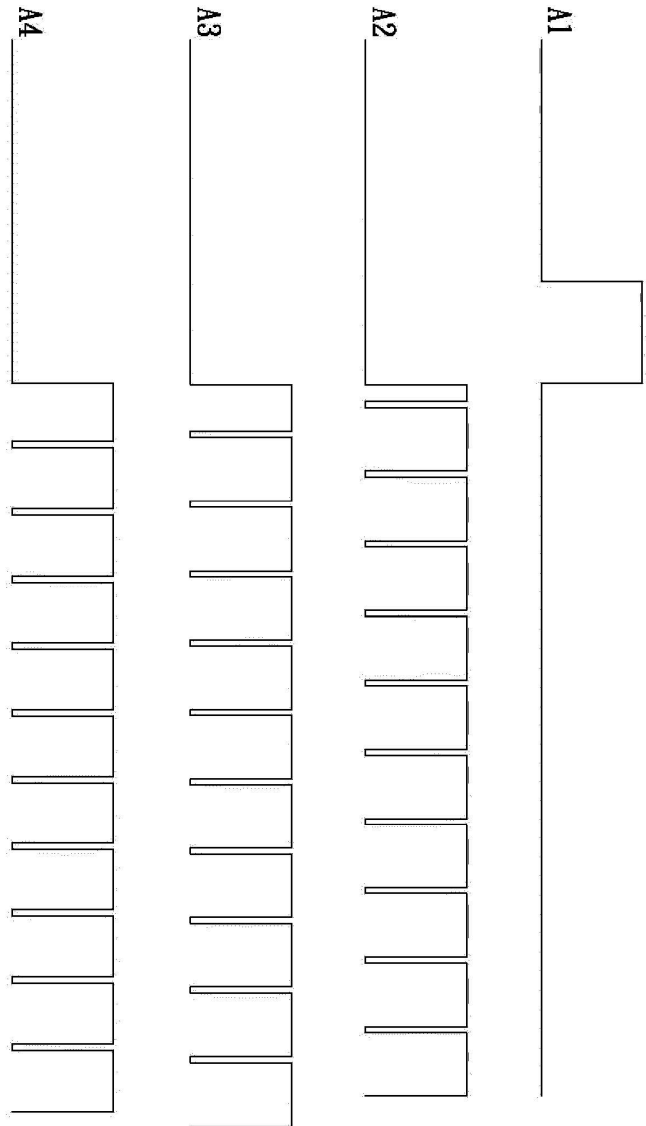


FIG. 6

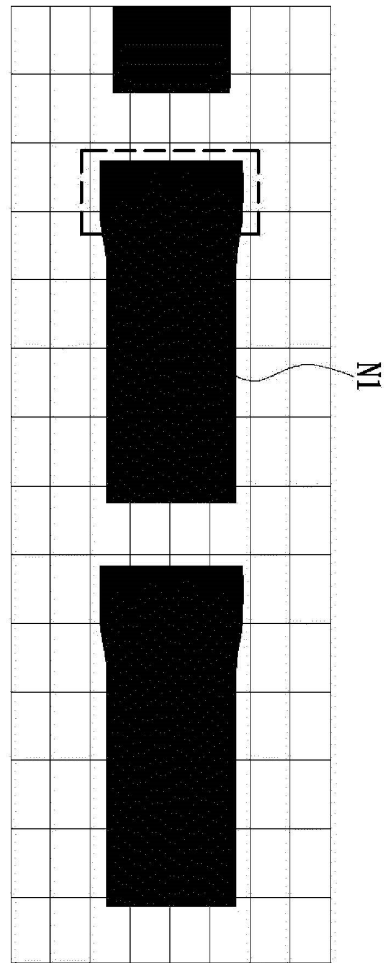


FIG. 7A

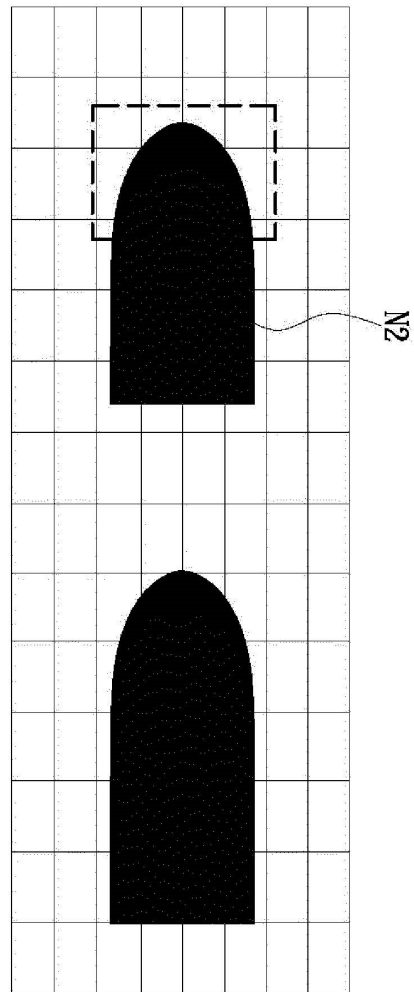
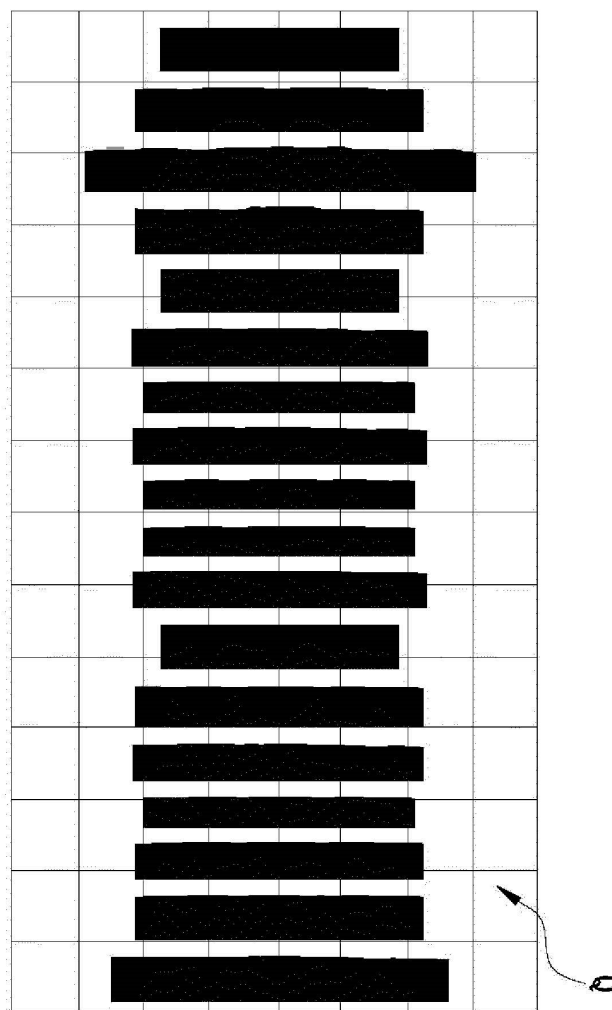


FIG. 7B

FIG. 8



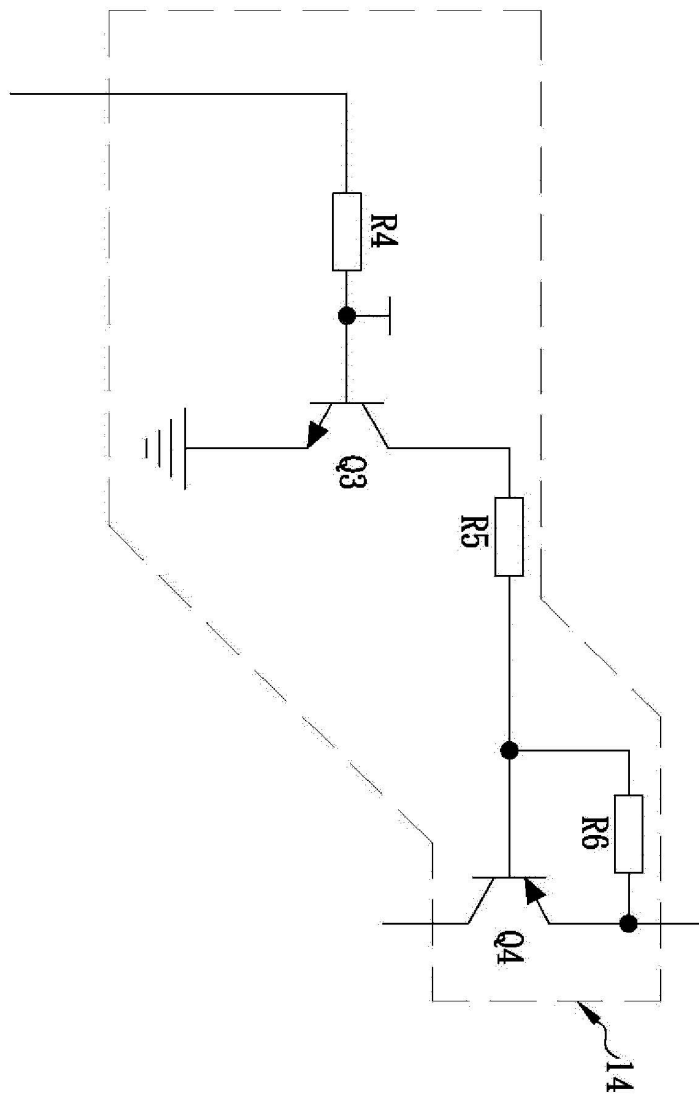


FIG. 9

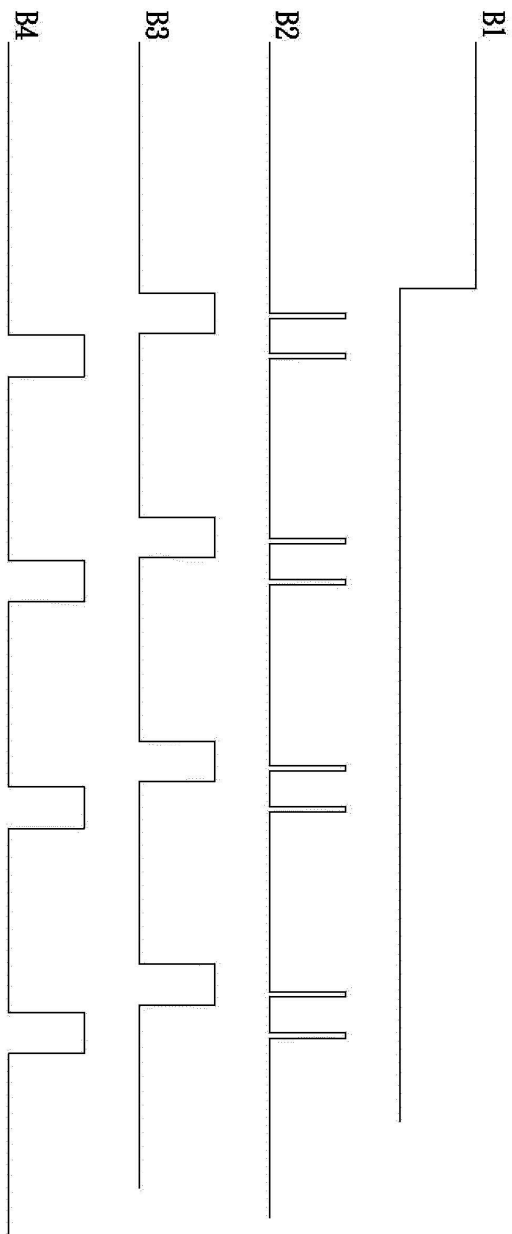


FIG. 10

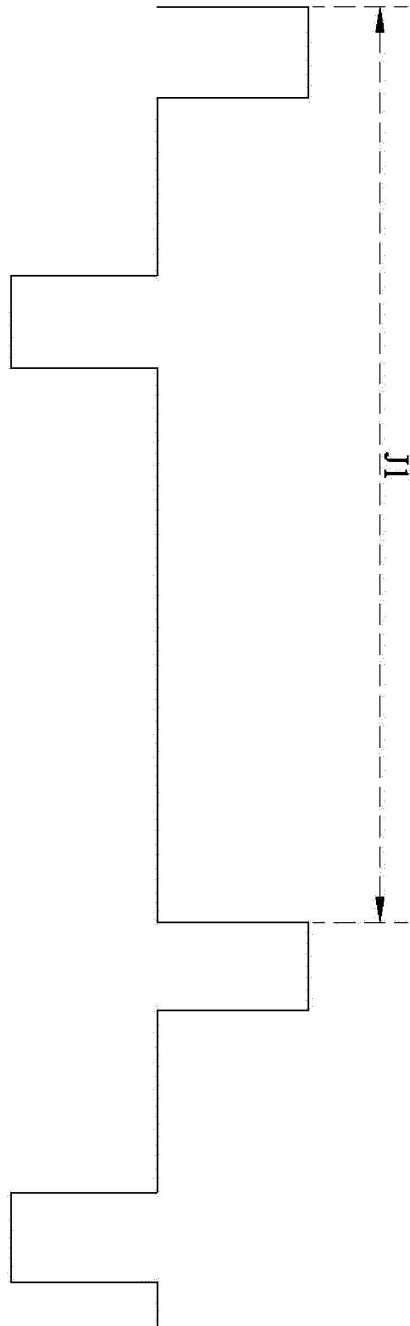


FIG. 11A

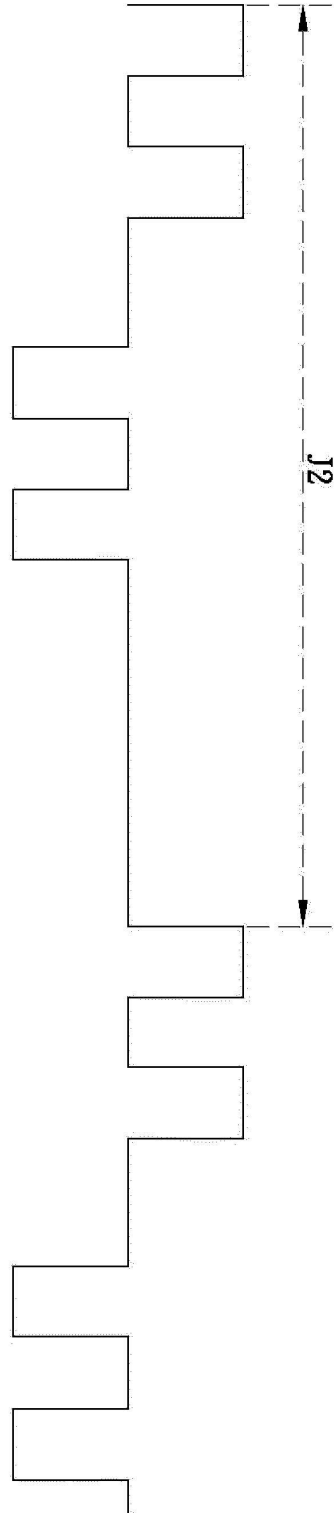


FIG. 11B

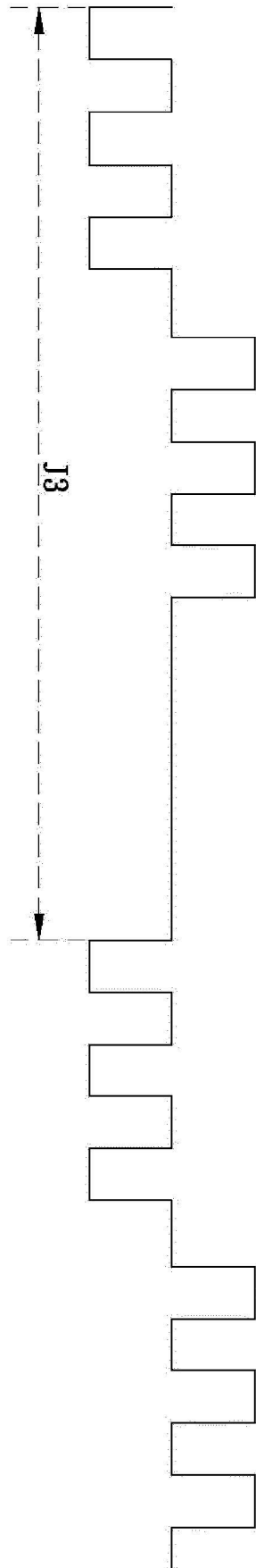


FIG. 11C