

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 491**

51 Int. Cl.:

A61N 1/36

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.06.2020** **PCT/US2020/037458**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.12.2020** **WO20252278**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.06.2020** **E 20735750 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024** **EP 3983055**

54 Título: **Dispositivo médico portátil**

30 Prioridad:

14.06.2019 US 201962861658 P
09.08.2019 US 201962884890 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
13.12.2024

73 Titular/es:

I-LUMEN SCIENTIFIC, INC. (100.0%)
3800 American Boulevard West Suite 1500
Bloomington MN 55431, US

72 Inventor/es:

MULLINS, BRIAN;
ERDAHL, DALLAS;
CLUFF, RUSS y
PIRZADEH, PEYMAN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 992 491 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 médico portátil

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio y la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. con número de serie 62/884.890, presentada el 9 de agosto de 2019, titulada *WEARABLE MEDICAL DEVICE*, y también reivindica el beneficio y la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. número de serie 62/861.658, presentada el 14 de junio de 2019 y titulada *WEARABLE MEDICAL DEVICE*.

Campo técnico

La divulgación se refiere a dispositivos médicos y, de manera más particular, a dispositivos médicos portátiles para tratar o diagnosticar áreas del cuerpo, incluidos los ojos y la cabeza, y a métodos para utilizar dichos dispositivos médicos.

Antecedentes

Se han desarrollado una amplia variedad de dispositivos médicos para uso médico, incluidos, por ejemplo, dispositivos médicos utilizados para tratar o recopilar información de diagnóstico para afecciones médicas de los ojos y la cabeza. Estos dispositivos médicos pueden utilizarse para proporcionar tratamiento, tal como la electroterapia o para recopilar información de varias regiones, incluidos los ojos y el cerebro. De los dispositivos y métodos médicos conocidos, cada uno tiene determinadas ventajas y desventajas. Existe una necesidad constante de proporcionar dispositivos médicos alternativos, así como métodos alternativos para fabricar y utilizar dichos dispositivos médicos. El documento GB 2 246 709 A representa el estado de la técnica.

Sumario

La presente invención proporciona un dispositivo portátil de acuerdo con la reivindicación 1. Otros aspectos y realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

Los presentes inventores han reconocido la necesidad de diseños nuevos y alternativos para sistemas de tratamiento eléctrico, en particular, aquellos configurados para emitir tratamiento eléctrico directo a las estructuras y tejidos dentro y alrededor del ojo, incluidos, por ejemplo, y sin limitación, tejido neural, vascular, muscular y otros. A continuación, se describen con mayor detalle una variedad de usos particulares para dicho tratamiento y otras alternativas. Por ejemplo, en algunos ejemplos, el tratamiento puede incluir tanto tratamiento eléctrico como otras modalidades de tratamiento, o electroterapia además de tratamiento biológico, fármaco, trasplante, etc. Los objetivos y beneficios pueden incluir, por ejemplo, y sin limitación, mayor o mejor comodidad, portabilidad, la capacidad de participar en actividades no terapéuticas mientras se recibe el tratamiento, previsibilidad y repetibilidad del tratamiento en sí, y/o simplicidad, aunque no todas las realizaciones descritas en el presente documento lograrán cada uno de dichos objetivos.

Un ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una estructura que tiene una pieza frontal y un primer y segundo brazos que se extienden desde la misma, incluyendo la pieza frontal una pieza nasal, extendiéndose el primer y segundo brazos desde la pieza frontal hasta la primera y segunda pieza auricular, respectivamente, que están conformadas para entrar en contacto y descansar, al menos en parte, en la oreja de un usuario; al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo colocado en la pieza frontal; y al menos un electrodo auricular colocado en al menos una de las piezas auriculares.

De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil comprende además una fuente de energía y un circuito de control acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas a través del electrodo frontal o la almohadilla del electrodo frontal y el electrodo auricular para proporcionar tratamiento al ojo de un usuario. De manera adicional o como alternativa, la fuente de energía puede ser una batería recargable o una batería reemplazable. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la primera pieza auricular y la fuente de energía está contenida en la segunda pieza auricular. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal comprende una primera parte expandida y una segunda parte expandida a cada lado de la pieza nasal, estando contenido el circuito de control en la primera parte expandida y la fuente de energía en la segunda parte expandida. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, la fuente de energía está contenida en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo está acoplado a la pieza frontal mediante un portador de electrodo configurado para colocar el al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo contra la frente del usuario cuando se lleva puesto. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo está acoplado a la pieza frontal mediante un portador de electrodo configurado para colocar el al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo contra el párpado superior del usuario cuando se lleva puesto.

De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal es ajustable o móvil con respecto a la cabeza del usuario. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal es ajustable o móvil con respecto a la estructura. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal está acoplado a un resorte para facilitar el contacto con la piel del paciente. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal se coloca en una punta o brazo pivotante o giratorio. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede caracterizarse además por la omisión de cualquier electrodo en la cara del usuario debajo de la abertura palpebral.

De manera adicional o como alternativa, la primera y la segunda pieza auricular son desmontables. De manera adicional o como alternativa, la primera y la segunda pieza auricular están diseñadas para envolver al menos parcialmente las orejas del usuario. De manera adicional o como alternativa, el electrodo auricular se sostiene en un brazo flexible o móvil. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal está configurada para recibir una primera y una segunda lente. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede incluir además un interruptor de encendido/apagado que puede ser accionado por un usuario que lo lleva en uno de la primera y segunda pieza auricular.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una estructura que tiene una pieza frontal y un primer y segundo brazos que se extienden desde la misma, incluyendo la pieza frontal una pieza nasal, extendiéndose el primer y segundo brazos desde la pieza frontal hasta la primera y segunda pieza auricular, respectivamente, que están conformadas para entrar en contacto y descansar, al menos en parte, en la oreja de un usuario; al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo colocado en la pieza frontal, el al menos un electrodo frontal tiene el tamaño y la forma adecuados para su colocación en el párpado superior de un usuario.

De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además una fuente de energía y un circuito de control acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas a través del electrodo frontal o la almohadilla del electrodo frontal para proporcionar tratamiento al ojo de un usuario. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la primera pieza auricular y la fuente de energía está contenida en la segunda pieza auricular. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal comprende una primera parte expandida y una segunda parte expandida a cada lado de la pieza nasal, estando contenido el circuito de control en la primera parte expandida y la fuente de energía en la segunda parte expandida. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, la fuente de energía está contenida en la pieza nasal.

De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal es ajustable o móvil con respecto a la cabeza del usuario. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal es ajustable o móvil con respecto a la estructura. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal está acoplado a un resorte para facilitar el contacto con el párpado superior del paciente. De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal se coloca en una punta o brazo pivotante o giratorio.

De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede caracterizarse además por la omisión de cualquier electrodo en la cara del usuario debajo de la abertura palpebral.

De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además al menos un electrodo auricular colocado en al menos una de las piezas auriculares.

De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal está configurado para su colocación en el párpado del usuario al tener una longitud en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 40 mm, y un ancho de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 mm.

De manera adicional o como alternativa, el al menos un electrodo frontal está configurado para su colocación en el párpado del usuario al tener una longitud en el intervalo de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 mm, y un ancho de aproximadamente 2 a aproximadamente 5 mm.

Aun otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una estructura que tiene una pieza frontal y un primer y segundo brazos que se extienden desde la misma, incluyendo la pieza frontal una pieza nasal, extendiéndose el primer y segundo brazos desde la pieza frontal hasta la primera y segunda pieza auricular, respectivamente, que están conformadas para entrar en contacto y descansar, al menos en parte, en la oreja de un usuario; y al menos un electrodo de pieza nasal colocado en la pieza nasal.

De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además al menos un segundo electrodo y un brazo móvil o pivotante acoplado a la estructura, llevando el brazo el al menos un segundo electrodo en una posición tal que, cuando el usuario lleva puesta la estructura, el brazo se puede mover o pivotar para poner el al menos un segundo electrodo en contacto con la sien del usuario. De manera adicional o como alternativa, el

dispositivo portátil puede comprender además al menos un segundo electrodo y un portador de electrodo acoplado a la pieza frontal, llevando el portador de electrodo el al menos un segundo electrodo de manera ajustable de manera que, cuando el usuario lleva puesta la estructura, el al menos un segundo electrodo se coloca en la frente del usuario. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además al menos un segundo electrodo y un portador de electrodo acoplado a la pieza frontal, llevando el portador de electrodo el al menos un segundo electrodo de manera ajustable de manera que, cuando el usuario lleva puesta la estructura, el al menos un segundo electrodo se coloca en el párpado superior del usuario. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además al menos un segundo electrodo acoplado a al menos una de las piezas auriculares. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además una fuente de energía y un circuito de control acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas entre el electrodo de la pieza nasal y el al menos un segundo electrodo. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además una fuente de energía y un circuito de control acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas a través del electrodo de la pieza nasal para administrar tratamiento al ojo del usuario. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la primera pieza auricular y la fuente de energía está contenida en la segunda pieza auricular. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal comprende una primera parte expandida y una segunda parte expandida a cada lado de la pieza nasal, estando contenido el circuito de control en la primera parte expandida y la fuente de energía en la segunda parte expandida. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, la fuente de energía está contenida en la pieza nasal.

De manera adicional o como alternativa, el electrodo de la pieza nasal tiene un tamaño en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 mm de largo, y de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 mm de ancho.

De manera adicional o como alternativa, el electrodo de la pieza nasal tiene un tamaño en el intervalo de aproximadamente 4 a aproximadamente 8 mm de ancho, y aproximadamente 8 a aproximadamente 15 mm de largo.

Otro ejemplo más ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una carcasa configurada para extenderse al menos parcialmente alrededor del cuello del paciente; al menos una almohadilla de tratamiento configurada para proporcionar tratamiento a un ojo del paciente, incluyendo la almohadilla de tratamiento al menos un electrodo y un conector que conecta eléctricamente el electrodo en la almohadilla de tratamiento a la carcasa; y en donde la carcasa incluye un compartimento configurado para recibir la almohadilla de tratamiento cuando no está en uso.

De manera adicional o como alternativa, la carcasa incluye además un electrodo de retorno configurado para entrar en contacto con la piel del cuello del paciente cuando la carcasa está dispuesta alrededor del cuello del paciente. De manera adicional o como alternativa, la carcasa contiene un circuito de control configurado para generar impulsos eléctricos para emitir a través de al menos el al menos un electrodo en la al menos una almohadilla de tratamiento, y una fuente de energía para proporcionar energía eléctrica al circuito de control. De manera adicional o como alternativa, el conector es retráctil dentro de la carcasa para arrastrar de este modo la al menos una almohadilla de tratamiento hacia el compartimento.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un conjunto de dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el conjunto: al menos una almohadilla de tratamiento que tiene un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a un ojo de un paciente; un controlador que contiene circuitos conectados eléctricamente a la almohadilla de tratamiento; y una batería; en donde la al menos una almohadilla de tratamiento comprende una cámara para recibir la batería en su interior.

De manera adicional o como alternativa, la batería es recargable y el dispositivo comprende además una unidad de carga para cargar la batería recargable mientras está en la almohadilla de tratamiento. De manera adicional o como alternativa, la al menos una almohadilla de tratamiento incluye una primera y una segunda almohadillas de tratamiento configuradas para proporcionar tratamiento a ambos ojos, en donde el conjunto del dispositivo portátil incluye además un electrodo de retorno configurado para colocarse en la sien, cuello, espalda, hombro, dorso de la mano, brazo, detrás de una oreja o pecho del paciente. De manera adicional o como alternativa, la al menos una almohadilla de tratamiento tiene un perímetro suave pero resistente adaptado para adaptarse a la forma de la cuenca del ojo de un paciente y para ayudar a retener la al menos una almohadilla de tratamiento en su posición una vez colocada en el ojo del paciente.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: la primera y segunda almohadillas de tratamiento, cada una de las cuales incluye un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente; una estructura configurada para llevar puesta en la cara del paciente como unas gafas, incluyendo la estructura dos piezas auriculares configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara del paciente y sobre las orejas del paciente, y un puente que se extiende entre las dos piezas auriculares y sobre el puente nasal del paciente, incluyendo la estructura un primer y un segundo miembro de enganche, cada uno configurado para enganchar una de las primera y segunda almohadillas de

tratamiento; y un miembro de ajuste dispuesto en cada pieza auricular de la estructura y configurado para ajustar una posición de cada almohadilla de tratamiento.

De manera adicional o como alternativa, el miembro de ajuste toma la forma de un tornillo, y el miembro de ajuste está adaptado para mover una almohadilla de tratamiento con respecto a la estructura para ajustar la posición de la almohadilla de tratamiento en el paciente cuando lleva puesta la estructura.

Aun otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: la primera y segunda almohadillas de tratamiento, cada una de las cuales incluye un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente; una estructura configurada para sostener las primera y segunda almohadillas de tratamiento en un acoplamiento giratorio o deslizante; y una banda para la cabeza acoplada a la estructura y configurada para asegurar la estructura a la cara del paciente con la primera y la segunda almohadillas de tratamiento en contacto con los ojos del paciente.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una máscara configurada para llevar puesta en la cara del paciente, con una primera y segunda aberturas para los ojos del paciente; y al menos un electrodo dispuesto en la máscara adyacente a una de las primera y segunda aberturas, cada electrodo configurado para proporcionar tratamiento a uno de los ojos del paciente.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: al menos un parche de tratamiento desechable que incluye cada uno al menos un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente, estando configurado el parche de tratamiento para adaptarse a los contornos de la cara del paciente; y una estructura configurada para llevar puesta en la cara del paciente como unas gafas, incluyendo la estructura una primera y segunda piezas auriculares configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara del paciente y sobre cada una de las orejas del paciente, y un puente que se extiende entre las dos piezas auriculares y sobre el puente nasal del paciente, incluyendo la estructura al menos un miembro de enganche configurado para enganchar de manera liberable uno de los al menos un parche de tratamiento desechable. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil comprende además un electrodo de retorno acoplado a la estructura, y el dispositivo está configurado para proporcionar un tratamiento monopolar.

Un ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una estructura configurada para llevar puesta en la cara del paciente, incluyendo la estructura una primera y una segunda pieza auricular configuradas para extenderse a lo largo de cada lado de la cara del paciente y sobre las orejas del paciente, y un puente que se extiende entre las dos piezas auriculares y sobre la nariz del paciente; una pluralidad de puntas que se extienden desde la estructura, teniendo cada punta un contacto configurado para entrar en contacto con la piel de la cara del paciente cuando la estructura está en posición sobre la cara del paciente; y una pluralidad de electrodos configurados para proporcionar tratamiento al paciente, estando dispuesto un electrodo en cada punto de contacto.

De manera adicional o como alternativa, al menos algunas de las múltiples puntas están articuladas y se mueven entre una primera posición contraída en la que la pluralidad de puntas está alineada con la estructura, y una segunda posición expandida en la que la pluralidad de puntas se extienden en un ángulo desde la estructura y entran en contacto con la piel.

De manera adicional o como alternativa, para varios de los ejemplos anteriores que tienen una pieza auricular, el dispositivo portátil puede comprender además al menos un electrodo auricular colocado en al menos una de las piezas auriculares. De manera adicional o como alternativa, para varios ejemplos anteriores, al menos un electrodo está configurado para colocarse en el párpado superior de un paciente. De manera adicional o como alternativa, varios ejemplos anteriores pueden comprender además una fuente de energía y un circuito de control acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas utilizando los electrodos en las primera y segunda almohadillas de tratamiento.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: la primera y segunda almohadillas de tratamiento, cada una de las cuales incluye un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente; una estructura configurada para llevar puesta en la nariz del paciente, extendiéndose la estructura entre las primera y segunda almohadillas de tratamiento y conectándolas; y una primera batería dispuesta dentro de la primera almohadilla de tratamiento y una segunda batería dispuesta dentro de la segunda almohadilla de tratamiento. De manera adicional o como alternativa, la primera y la segunda batería son recargables, en donde el dispositivo portátil comprende además una unidad de carga configurada para recibir las primera y segunda almohadillas de tratamiento para recargar la primera y segunda baterías. De manera adicional o como alternativa, el electrodo dentro de cada una de las primera y segunda almohadillas de tratamiento comprende al menos dos electrodos para facilitar la emisión de estímulo bipolar.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un

paciente, comprendiendo el dispositivo: un parche de tratamiento configurado para fijarse a la cara del paciente; al menos un electrodo dispuesto en el parche de tratamiento, estando configurado cada electrodo para proporcionar tratamiento a uno de los ojos del paciente; y un controlador que contiene circuitos acoplados eléctricamente al parche de tratamiento, estando configurado el controlador para controlar el tratamiento eléctrico suministrado por el electrodo.

5 De manera adicional o alternativa, el dispositivo portátil comprende además un electrodo de retorno configurado para fijarse al cuello, hombro o pecho del paciente.

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo una estructura que tiene una pieza frontal y un primer y segundo brazos que se extienden desde la misma, incluyendo la pieza frontal una pieza nasal y llevando al menos un electrodo frontal o una almohadilla de electrodo frontal sobre la misma, extendiéndose el primer y segundo brazos desde la pieza frontal hasta la primera y segunda pieza auricular, respectivamente, que están conformadas para entrar en contacto y descansar, al menos en parte, en la oreja de un usuario, llevando al menos una de las piezas auriculares un electrodo auricular, el dispositivo además un circuito de control y una fuente de alimentación, estando configurado el circuito de control para emitir señales eléctricas a través del electrodo frontal o la almohadilla del electrodo frontal y el electrodo auricular para proporcionar tratamiento al ojo de un usuario.

10
15

De manera adicional o como alternativa, el electrodo frontal o almohadilla del electrodo frontal se acopla de forma ajustable a la pieza frontal para sujetarse contra la frente del usuario. De manera adicional o como alternativa, el electrodo frontal o la almohadilla del electrodo frontal se acopla de forma ajustable a la pieza frontal para sujetarse contra el párpado superior del usuario. De manera adicional o como alternativa, el electrodo frontal o almohadilla del electrodo frontal está acoplado a la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede caracterizarse por la omisión de cualquier electrodo en la cara del usuario debajo de la abertura palpebral. De manera adicional o como alternativa, la fuente de alimentación puede ser una batería de un solo uso, de celda primaria, recargable o reemplazable.

20
25

De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la primera pieza auricular y la fuente de energía está contenida en la segunda pieza auricular. De manera adicional o como alternativa, al menos uno del primer y segundo auricular es desmontable. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal comprende una primera parte expandida y una segunda parte expandida a cada lado de la pieza nasal, estando contenido el circuito de control en la primera parte expandida y la fuente de energía en la segunda parte expandida. De manera adicional o como alternativa, el circuito de control está contenido en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, la fuente de energía está contenida en la pieza nasal. De manera adicional o como alternativa, la primera y la segunda pieza auricular están diseñadas para envolver al menos parcialmente las orejas del usuario. De manera adicional o como alternativa, el electrodo auricular se sostiene en un brazo flexible o móvil. De manera adicional o como alternativa, la pieza frontal está configurada para recibir una primera y una segunda lente. De manera adicional o como alternativa, el dispositivo portátil puede comprender además un interruptor de encendido/apagado que puede ser accionado por un usuario y colocado en una de la primera y segunda piezas auriculares.

30
35

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: la primera y segunda almohadillas de tratamiento, cada una de las cuales incluye un electrodo configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente; una estructura configurada para llevar puesta en la nariz del paciente, extendiéndose la estructura entre las primera y segunda almohadillas de tratamiento y conectándolas; y una primera batería dispuesta dentro de la primera almohadilla de tratamiento y una segunda batería dispuesta dentro de la segunda almohadilla de tratamiento. De manera adicional o como alternativa, la primera y la segunda batería son recargables, en donde el dispositivo portátil comprende además una unidad de carga configurada para recibir las primera y segunda almohadillas de tratamiento para recargar la primera y segunda baterías.

40
45

Otro ejemplo ilustrativo y no limitativo toma la forma de un dispositivo portátil para proporcionar tratamiento a un paciente, comprendiendo el dispositivo: una estructura configurada para llevar puesta en la cara del paciente, incluyendo la estructura una primera y una segunda pieza auricular configuradas para extenderse a lo largo de cada lado de la cara del paciente y sobre las orejas del paciente, y un puente que se extiende entre las dos piezas auriculares y sobre la nariz del paciente; una pluralidad de puntas que se extienden desde la estructura, teniendo cada punta un contacto configurado para entrar en contacto con la piel de la cara del paciente cuando la estructura está en posición sobre la cara del paciente; y una pluralidad de electrodos configurados para proporcionar tratamiento al paciente, estando dispuesto un electrodo en cada punto de contacto.

50
55

Un ejemplo de método ilustrativo y no limitativo puede comprender las etapas de un usuario que se coloca cualquiera de los dispositivos portátiles anteriores, o alternativas a los mismos, para colocar el uno o más electrodos de los mismos en una posición deseada, instruida o terapéutica y activar los circuitos de los dispositivos portátiles, cuando así se proporcionan, para administrar el tratamiento. Aun otro ejemplo ilustrativo y no limitativo comprende cualquiera de los dispositivos portátiles anteriores que emiten impulsos de tratamiento a través de sus electrodos con el fin de tratar, revertir, prevenir, detener o abordar de otro modo una enfermedad del ojo o de los tejidos circundantes.

60
65

Breve descripción de los dibujos

La divulgación se puede entender más completamente considerando la siguiente descripción detallada de varias realizaciones en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 5 En la figura 1A se muestra una persona que lleva un dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 1B se muestran varios componentes del dispositivo médico de la figura 1A
- En la figura 2 se muestra otro dispositivo médico ilustrativo;
- 10 En la figura 3A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 3B se muestran varios componentes del dispositivo médico de la figura 3A;
- 15 En la figura 4 se muestran varios componentes de otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 5 se muestran varios componentes de otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 6 se muestran varios componentes de otro dispositivo médico ilustrativo;
- 20 En la figura 7A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 7B se muestran varios componentes del dispositivo médico de la figura 7A;
- 25 En la figura 8A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo y detalles de ese dispositivo médico;
- En la figura 8B se muestran varias configuraciones de almohadillas para el dispositivo médico de la figura 8A;
- 30 En la figura 9A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 9B se muestran detalles del dispositivo médico de la figura 9A;
- En la figura 10A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- 35 En la figura 10B se muestran varios componentes del dispositivo médico de la figura 10A;
- En la figura 11A se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- 40 En la figura 11B se muestran detalles del dispositivo médico de la figura 11A;
- En la figura 12 se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- En la figura 13 se muestra una persona que lleva otro dispositivo médico ilustrativo;
- 45 En las figuras 14A a 14F se ilustra otro dispositivo médico ilustrativo;
- En las figuras 15A a 15B se muestra otro dispositivo médico ilustrativo;
- 50 En la figura 16 se muestra otro dispositivo médico ilustrativo; y
- En las figuras 17A a 17D se muestra otro dispositivo médico ilustrativo.

55 Si bien algunos aspectos de la divulgación son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, sus particularidades se han mostrado a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle. Debería entenderse, sin embargo, que la intención no es limitar aspectos de la divulgación a las realizaciones particulares descritas. Por el contrario, la intención es cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de la divulgación. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

60 **Descripción detallada**

Para los siguientes términos definidos, se aplicarán estas definiciones, a menos que se dé una definición diferente en las reivindicaciones o en otra parte de esta memoria descriptiva.

65 Se supone que todos los valores numéricos están modificados por el término "aproximadamente", ya sea que se indique explícitamente o no. El término "aproximadamente", en el contexto de valores numéricos, generalmente se

refiere a un intervalo de números que un experto en la materia consideraría equivalente al valor recitado (por ejemplo, que tienen la misma función o resultado). En muchos casos, el término "aproximadamente" puede incluir números redondeados a la cifra significativa más cercana. Otros usos del término "aproximadamente" (por ejemplo, en un contexto distinto de los valores numéricos) puede suponerse que tienen su(s) definición(es) ordinaria(s) y habitual(es), tal como se entiende a partir del contexto de la memoria descriptiva y es coherente con él, a menos que se especifique de otro modo.

La mención de intervalos numéricos mediante extremos incluye todos los números dentro de ese intervalo, incluidos los extremos (por ejemplo, 1 a 5 incluye 1, 1,5, 2, 2,75, 3, 3,80, 4 y 5). Aunque se divulgan algunas dimensiones, intervalos y/o valores adecuados pertenecientes a varios componentes, características y/o especificaciones, una persona experta en la materia, incitada por la presente divulgación, comprendería que las dimensiones, intervalos y/o valores deseados pueden diferir de los expresamente divulgados.

Como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular "un", "uno/a" y "el/la" incluyen las referencias plurales salvo que el contexto indique claramente otra cosa. Como se utiliza en esta memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, el término "o" se emplea generalmente en su sentido que incluye "y/o", a menos que el contenido indique claramente otra cosa. Cabe señalar que, para facilitar la comprensión, determinadas características de la divulgación pueden describirse en singular, aunque dichas características pueden ser plurales o recurrentes dentro de las realizaciones divulgadas. Cada caso de las características puede incluir y/o estar abarcada por la(s) divulgación(es) singular(es), a menos que se indique expresamente de otro modo. Para fines de simplicidad y claridad, no todos los elementos de la divulgación se muestran necesariamente en cada figura ni se analizan en detalle a continuación. Sin embargo, se entenderá que la siguiente discusión puede aplicarse igualmente a cualquiera y/o todos los componentes para los cuales hay más de uno, a menos que se indique explícitamente de otro modo. De manera adicional, es posible que en cada figura no se muestren todos los casos de algunos elementos o características para mayor claridad.

Términos relativos tales como "proximal", "distal", "avanzar", "retirar", variantes de los mismos y similares, pueden considerarse generalmente con respecto al posicionamiento, dirección y/o funcionamiento de varios elementos en relación con un usuario/operador/manipulador del dispositivo, en donde "proximal" y "retirar" indican o se refieren a estar más cerca o hacia el usuario y "distal" y "avanzar" indican o se refieren a estar más lejos del usuario. En algunos casos, los términos "proximal" y "distal" pueden asignarse arbitrariamente en un esfuerzo por facilitar la comprensión de la divulgación, y dichos casos serán fácilmente evidentes para el técnico experto.

El término "extensión" puede entenderse como la medida más grande de una dimensión establecida o identificada, a menos que la extensión o dimensión en cuestión esté precedida o identificada como un "mínimo", lo que puede entenderse como la medida más pequeña de la dimensión indicada o identificada. Por ejemplo, "extensión exterior" puede entenderse como una dimensión exterior máxima, "extensión radial" puede entenderse como una dimensión radial máxima, "extensión longitudinal" puede entenderse como una dimensión longitudinal máxima, etc. Cada caso de una "extensión" puede ser diferente (por ejemplo, axial, longitudinal, lateral, radial, circunferencial, etc.) y serán evidentes para el experto en la materia a partir del contexto del uso individual. En general, una "extensión" puede considerarse la mayor dimensión posible medida de acuerdo con el uso previsto, mientras que una "extensión mínima" puede considerarse una dimensión más pequeña posible medida de acuerdo con el uso previsto. En algunos casos, una "extensión" generalmente puede medirse ortogonalmente dentro de un plano y/o sección transversal, pero puede ser, como será evidente a partir del contexto particular, medida de forma diferente, tal como, pero sin limitación, de manera angular, radial, circunferencial (por ejemplo, a lo largo de un arco), etc.

Los términos "monolítico" y "unitario" se referirán generalmente a un elemento o elementos hechos o compuestos de una única estructura o unidad/elemento base. Un elemento monolítico y/o unitario excluirá la estructura y/o características realizadas mediante el ensamblaje o unión de otro modo de múltiples elementos separados.

Se observa que las referencias en la memoria descriptiva a "una realización", "un ejemplo", "algunas realizaciones", "algunos ejemplos", "otras realizaciones", "otros ejemplos", etc., indican que las realizaciones o ejemplos descritos pueden incluir una particularidad, estructura o característica particular, pero cada realización/ejemplo puede no incluir necesariamente la particularidad, estructura o característica particular. Más aún, dichas expresiones no necesariamente se refieren a la misma realización/ejemplo. Además, cuando una particularidad, estructura o característica particular se describe en relación con una realización/ejemplo, estaría dentro del conocimiento de una persona experta en la materia efectuar la particularidad, estructura o característica particular en relación con otras realizaciones/ejemplos, ya sea que se describan explícitamente o no, a menos que se indique claramente de otro modo. Es decir, los diversos elementos individuales que se describen a continuación, incluso si no se muestra explícitamente en una combinación particular, se contemplan, sin embargo, como combinables o ajustables entre sí para formar otras realizaciones/ejemplos adicionales o para complementar y/o enriquecer las realizaciones/ejemplos descritos, como lo entendería una persona con conocimientos ordinarios en la materia.

Para mayor claridad, a lo largo de la descripción y/o reivindicaciones puede utilizarse determinada nomenclatura numérica de identificación (por ejemplo, primero, segundo, tercero, cuarto, etc.) para nombrar y/o diferenciar entre varias características descritas y/o reivindicadas. Se debe entender que la nomenclatura numérica no pretende ser

limitante y es meramente ilustrativa. En algunas realizaciones/ejemplos, se podrán realizar modificaciones y desviaciones de la nomenclatura numérica utilizada anteriormente en aras de la brevedad y la claridad. Es decir, una característica identificada como un elemento "primero" puede posteriormente denominarse un elemento "segundo", un elemento "tercero", etc. o puede omitirse por completo y/o puede hacerse referencia a una característica diferente como el elemento "primero". El significado y/o designación en cada caso será evidente para el profesional experto.

La siguiente descripción debería leerse con referencia a los dibujos, que no están necesariamente a escala, en donde elementos similares en diferentes dibujos se numeran del mismo modo. La descripción detallada y los dibujos tienen por objeto ilustrar, pero no limitar, la divulgación. Los expertos en la materia reconocerán que los diversos elementos descritos y/o mostrados pueden disponerse en diversas combinaciones y configuraciones sin alejarse del alcance de la divulgación. La descripción detallada y los dibujos ilustran realizaciones/ejemplos ilustrativos de la divulgación. Sin embargo, en aras de la claridad y la facilidad de comprensión, si bien es posible que no se muestren todas las características y/o elementos en cada dibujo, las características y/o elementos pueden entenderse presentes independientemente, a menos que se especifique de otro modo.

La degeneración macular seca es un trastorno ocular que normalmente afecta a personas mayores de 50 años. Puede progresar a degeneración macular húmeda cuando los vasos sanguíneos crecen debajo de la retina y tienen fugas. Aunque es poco común, la degeneración macular se da en niños y adolescentes. La enfermedad de Stargardt es una forma de degeneración macular que se presenta en personas más jóvenes. El tratamiento convencional para la degeneración macular seca temprana es mediante tratamiento nutricional y suplementario. La degeneración macular húmeda puede tratarse con fotocoagulación láser y tratamiento farmacológico, aunque estos tratamientos tienen limitaciones importantes. Se necesitan tratamientos y dispositivos alternativos.

Las realizaciones de dispositivos portátiles que pueden utilizarse para proporcionar tratamiento incluyen corriente eléctrica, ultrasonido, luz, dispositivos de infusión o inyección transcutánea o percutánea, dispositivos de tratamiento magnético, etc. La invención se refiere a las diversas características que se pueden proporcionar a un dispositivo portátil. Para mayor concisión, la divulgación se referirá a realizaciones para proporcionar electroterapia al ojo a través de electrodos aplicados por encima o alrededor del ojo, sin embargo, debe entenderse que los dispositivos y sistemas divulgados en el presente documento pueden proporcionar formas alternativas de energía. De manera adicional, si bien se analizarán muchas realizaciones en términos de suministro de energía, se entiende que los electrodos, dispositivos y sistemas también pueden proporcionar la recepción de información del cuerpo y la recogida de datos. Los dispositivos portátiles pueden ser útiles para el tratamiento y/o diagnóstico de una variedad de afecciones oftálmicas, tales como cataratas, retinopatía diabética, degeneración macular, errores de refracción, glaucoma, afecciones de la córnea, incluidas lesiones y abrasiones de la córnea, incluidas heridas quirúrgicas, enfermedad hereditaria de la retina, presbicia, retinitis pigmentosa, enfermedad de Stargardt, retinitis por CMV, enfermedad de Best, distrofia macular, neuritis óptica, neuritis óptica anterior isquémica, síndrome de Usher, amaurosis congénita de Leber, distrofia de conos y bastones, distrofia de conos, coroideremia, atrofia girada, oclusión de la arteria central de la retina, oclusión de la vena central de la retina, oclusión de la rama de la arteria retiniana, oclusión de la rama venosa retiniana, coriorretinopatía serosa central, afecciones susceptibles de estimulación nerviosa, incluidas, pero sin limitación, la estimulación del nervio facial, tal como el ojo seco, edema macular cistoide, histoplasmosis ocular, toxoplasmosis ocular, retinopatía del prematuro, ambliopía, estrabismo, nistagmo y cualquier otra afección relacionada con los ojos, la visión o la oftalmología. En realizaciones alternativas, los sistemas divulgados en el presente documento también pueden utilizarse para optimizar o mejorar la visión de los ojos que son "normales" o que no tienen patología.

En el presente documento se divulgan diversos parámetros eléctricos para el tratamiento de emisión eléctrica. Debe entenderse que los aparatos divulgados pueden utilizarse para administrar emisiones de tratamiento eléctrico que tengan otros parámetros distintos de los divulgados específicamente (tales como a una frecuencia diferente, forma de onda, amplitud, ancho de impulso, etc.). Dicho tratamiento puede controlarse por corriente o por voltaje, todo ello dentro del alcance de la presente invención.

Como se describirá con mayor detalle a continuación, en la figura 1A se ilustra un ejemplo de un dispositivo portátil 100 que puede utilizarse para proporcionar tratamiento, tal como electroterapia en los ojos de un paciente. De manera específica, en la figura 1A se ilustra el dispositivo portátil 100 que tiene una carcasa 110 y un par de almohadillas de tratamiento 120a y 120b cada una unida a la carcasa 110 mediante un conector 130. La carcasa 110 puede configurarse para extenderse al menos parcialmente alrededor del cuello del paciente. Como se muestra en la figura 1A, la carcasa 110 puede tener forma de U para rodear el cuello. Por ejemplo, la carcasa 110 puede extenderse desde una clavícula alrededor de la parte posterior del cuello hasta la clavícula opuesta.

La carcasa 110 puede incluir al menos un compartimento configurado para recibir las almohadillas de tratamiento 120a y 120b cuando no esté en uso. Como se muestra en la figura 1B, en algunos ejemplos, el compartimento puede incluir tapas terminales 112 dispuestas en los extremos libres de la carcasa 110 en forma de U. Cada tapa terminal 112 puede tener un hueco configurado para alojar una de las almohadillas de tratamiento 120a y 120b. Las tapas terminales 112 pueden tener una conexión de bisagra 115 a la carcasa 110, como se muestra en la figura 1B. En otros ejemplos, las tapas terminales 112 pueden tener un ajuste por fricción o a presión con la carcasa 110. En algunos ejemplos, el conector 130 puede ser retráctil dentro de la carcasa 110 cuando las almohadillas de tratamiento 120a y 120b están

dispuestas en las tapas terminales 112. Cuando se abren las tapas terminales 112, las almohadillas de tratamiento 120a y 120b se pueden extraer, extendiendo el conector 130 de manera que las almohadillas de tratamiento 120a y 120b lleguen a los ojos cuando la carcasa 110 está colocada alrededor del cuello, como se muestra en la figura 1A. En algunos ejemplos, las almohadillas de tratamiento 120a y 120b pueden retraerse contra o dentro del extremo de la carcasa 110. En algunos ejemplos, las almohadillas de tratamiento pueden estar ausentes y el usuario puede utilizar en su lugar un par de gafas protectoras o una estructura de tipo anteojos que lleva electrodos de tratamiento en ellas.

La carcasa 110 puede incluir un electrodo de retorno 118 configurado para entrar en contacto con la piel en una parte del cuerpo del paciente separada de la región ocular. Como se muestra en la figura 1B, el electrodo de retorno 118 puede colocarse en una superficie interior de la base de la carcasa 110 en forma de U de manera que entre en contacto con la parte posterior del cuello del paciente cuando el paciente lleva puesta la carcasa 110 como se ilustra en la figura 1A. Sin embargo, se debe entender que el electrodo de retorno 118 puede colocarse en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluida la sien, sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.

Cada almohadilla de tratamiento 120a y 120b puede incluir al menos un electrodo 122 configurado para proporcionar tratamiento a una región ocular del paciente. El conector 130 puede conectar eléctricamente el electrodo 122 en cada almohadilla de tratamiento 120a y 120b al circuito dentro de la carcasa 110. Las almohadillas de tratamiento 120a y 120b pueden incluir cada una un parche de tratamiento 124 dispuesto sobre el electrodo 122. En algunos ejemplos, las almohadillas de tratamiento 120a y 120b pueden incluir un parche de tratamiento 124 permanente que es reutilizable y define una superficie limpiable. En otros ejemplos, las almohadillas de tratamiento 120a y 120b pueden incluir un parche de tratamiento 124 extraíble y desechable. El parche de tratamiento 124 puede incluir un adhesivo biocompatible configurado para adherir las almohadillas de tratamiento 120a y 120b a la piel del paciente. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 124 puede incluir adhesivo en ambos lados, el primer lado que se adhiere al electrodo 122 y a la almohadilla de tratamiento 120a y 120b, y el segundo lado para adherirse a la piel del paciente. Se puede proporcionar una pluralidad de parches de tratamiento 124 desechables, por ejemplo, en las tapas terminales 112, en otra región de la carcasa 110 o en un recipiente separado. El parche de tratamiento 124 puede incluir una ventana para permitir que el electrodo 122 entre en contacto con el tejido. En otros ejemplos, el propio parche de tratamiento 124 puede definir el electrodo 122. Por ejemplo, el parche de tratamiento 124 puede ser de naturaleza conductora, tal como mediante el uso de un hidrogel conductor o un adhesivo conductor para sujetar el parche de tratamiento 124 en el tejido del usuario y para conducir la corriente a través del mismo. En algunos ejemplos, el electrodo 122 puede estar unido a una superficie del parche de tratamiento 124 o estar incrustado dentro del parche de tratamiento 124. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 124 puede estar hecho de un gel o material acolchado para proporcionar una superficie acolchada contra la piel.

La carcasa 110 contiene componentes electrónicos para proporcionar una emisión de tratamiento. Por ejemplo, un microcontrolador, máquina de estados, lógica discreta, uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), varios componentes separados (resistencias, diodos, interruptores, transistores, condensadores, inductores), amplificadores, etc. pueden proporcionarse como componentes electrónicos del sistema. En un ejemplo, los componentes electrónicos pueden incluir un microcontrolador acoplado a un circuito de comunicación (tal como Bluetooth u otros sistemas inalámbricos RF), circuitos inductivos u ópticos) para recibir señales de control, información de programación y proporcionar datos de diagnóstico e historial del dispositivo. Al microcontrolador se le pueden acoplar elementos de memoria, tal como un chip de memoria flash o similar, u otra memoria volátil o no volátil adecuada, para almacenar instrucciones del programa, parámetros del tratamiento, información de diagnóstico e histórica. El microcontrolador puede estar acoplado y controlar el funcionamiento de circuitos de detección (tal como un tampón, muestreo, amplificador, filtro y circuitos de conversión de analógico a digital), así como circuitos de emisión que pueden incluir una fuente de voltaje, una fuente de corriente, un transductor (por ejemplo, para proporcionar un ultrasonido u otra emisión mecánica, así como para controlar una bomba o un aparato de infusión que administra una sustancia química o biológica) y/o un circuito generador de luz (tal como un VCSEL, LED, diodo láser u otro circuito o componente que convierte la electricidad en luz. El microcontrolador puede reemplazarse por un microprocesador o por una máquina de estados, si se desea.

En algunos ejemplos, la carcasa 110 puede incluir al menos una batería recargable configurada para alimentar el generador de impulsos o el circuito de control, que a su vez proporciona señales terapéuticas al electrodo 122 en cada almohadilla de tratamiento 120a y 120b. Se puede proporcionar un puerto de carga 116, tal como un puerto de carga USB, en la carcasa 110 para permitir la recarga de la batería. En algunos ejemplos, en lugar de una batería recargable, se puede proporcionar una batería reemplazable, tanto en la realización de la figura 1 como en cualquiera de los otros ejemplos que siguen.

La carcasa 110 también puede incluir un interruptor de encendido/apagado 114 para activar los electrodos 122. En algunos ejemplos, se puede utilizar una unidad de control 140 separada con el dispositivo portátil 100. La unidad de control 140 puede tener una conexión cableada o inalámbrica (teléfono celular, Bluetooth, etc.) a la carcasa 110 y la puede utilizar el médico para establecer y/o modificar parámetros del tratamiento para los electrodos 122.

Durante el uso, el paciente coloca la carcasa 110 alrededor de su cuello con el electrodo de retorno 118 en contacto con la piel de la parte posterior del cuello. Se abren las tapas terminales 112 y se retiran las almohadillas de tratamiento

120a y 120b y se extienden los conectores 130. En algunos ejemplos, se puede disponer un nuevo parche de tratamiento 124 sobre el electrodo 122 y colocar el parche de tratamiento 124 sobre el párpado, como se muestra en la figura 1A. Las dos almohadillas de tratamiento 120a y 120b se puede utilizar en conjunto para tratar ambos ojos al mismo tiempo, o se puede utilizar una única almohadilla de tratamiento 120 para tratar solo un ojo, mientras que la otra almohadilla de tratamiento 120 permanece en la tapa terminal 112 de la carcasa 110. El interruptor de encendido/apagado 114 se mueve a la posición "encendido" y el electrodo 122 administra tratamiento a uno o ambos ojos. Como alternativa, la posición "encendido" puede poner el sistema en un modo activo que se activa para administrar energía mediante un comando separado de un control remoto u otro sistema de activación. Antes de administrar energía, el sistema puede incluir una verificación previa que confirme la impedancia adecuada antes de administrar el tratamiento.

Los parámetros del tratamiento los pueden dictar un médico a través de la unidad de control 140. La unidad de control la puede hacer funcionar alternativamente o además de esto el paciente para administrar parámetros de tratamiento predeterminados que han sido programados por el médico en la unidad de control 140 o desde un programador remoto no representado. El médico puede programar los parámetros del tratamiento durante una visita al consultorio. El tratamiento se puede fijar por el médico o puede ser modificable por el paciente dentro de parámetros establecidos por el médico. Una vez finalizada la sesión de tratamiento, el paciente retira las almohadillas de tratamiento 120 de los ojos, retira y desecha los parches de tratamiento 124 y devuelve las almohadillas de tratamiento 120 a las tapas terminales 112 para su almacenamiento. Las baterías dentro de la carcasa se pueden recargar enchufando un cable de carga USB en el puerto de carga 116. Además o como alternativa, las baterías se pueden reemplazar. En los ejemplos con un parche de tratamiento 124 permanente, se puede limpiar después de cada uso con un desinfectante y/o humedecer, tal como mediante la adición de una solución salina o hidrogel antes de cada uso para ayudar a conducir la corriente hacia y a través del tejido del usuario.

El tratamiento puede proporcionarse de forma monopolar, con corriente que fluye entre los electrodos 122 y el electrodo de retorno 118, o de manera bipolar, con corriente que fluye entre dos de los electrodos 122. En otro ejemplo, los electrodos 122 pueden incluir dos o más contactos separados cada uno, es decir, en forma de un electrodo compuesto que tiene una pluralidad de nodos eléctricos direccionables por separado en estrecha proximidad entre sí.

Se puede encontrar una variedad de ejemplos de subsistemas eléctricos que se pueden implementar además o en lugar de lo que se acaba de analizar en cualquiera de la patente de EE. UU. 7.251.528 y/o las solicitudes de patente de EE. UU. 16/589.383 (publicada como publicación US PG n.º 20200101290), 16/697.689 y 16/844.421, y/o solicitudes de patente provisionales de EE. UU. 62/867.421 y/o 62/873.450.

En la figura 2 se muestra otro dispositivo portátil 200 que incluye una carcasa 210 y almohadillas de tratamiento 220 conectadas a la carcasa 210 mediante conectores 230. La carcasa 210 como se muestra incluye una almohadilla adhesiva 219 que rodea el electrodo de retorno 218 para ayudar a mantener el electrodo de retorno 218 en contacto con la piel cuando la carcasa 210 está dispuesta alrededor del cuello del paciente. En el ejemplo mostrado en la figura 2, la carcasa incluye rebajes 212 adyacentes a los extremos libres de la carcasa 210 en forma de U. Los rebajes 212 pueden configurarse para recibir las almohadillas de tratamiento 220 cuando no están en uso. Los conectores 230 pueden ser retráctiles dentro de la carcasa 210 cuando las almohadillas de tratamiento 220 están dispuestas dentro de los rebajes 212. Las almohadillas de tratamiento 220 pueden recibirse dentro de los rebajes 212 mediante un ajuste a presión o un ajuste por fricción, con los electrodos 222 orientados hacia la carcasa 210 para proteger los electrodos 222. Al igual que en el ejemplo que se muestra en la figura 1B, las almohadillas de tratamiento 220 pueden tener una superficie de tratamiento permanente o pueden utilizarse con parches de tratamiento extraíbles y desechables como se describió anteriormente. El dispositivo portátil 200 puede utilizarse como se describió anteriormente con respecto al dispositivo portátil 100. La carcasa 210 puede contener componentes electrónicos y una fuente de energía similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110.

En la figura 3A se ilustra otro ejemplo de un dispositivo portátil 300 para proporcionar tratamiento a un paciente. El dispositivo portátil 300 puede incluir una almohadilla de tratamiento 320 con una correa para la cabeza 302 ajustable y un conector 330 conectable a un controlador 340 (mostrado en la figura 3B) que contiene circuitos conectados eléctricamente a la almohadilla de tratamiento 320. El controlador 340 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. En algunos ejemplos, la almohadilla de tratamiento 320 puede contener en cambio los componentes electrónicos, y se puede omitir el controlador 340 y/o se puede omitir el conector 330 que une el controlador 340 a la almohadilla de tratamiento 320, de tal manera que el controlador 340 sirve como un control remoto inalámbrico.

El dispositivo portátil 300 puede tener una sola almohadilla de tratamiento 320 y utilizarse para tratar solo un ojo cerrado a la vez, como se muestra en la figura 3A. Este dispositivo portátil 300 puede permitir al paciente mantener abierto el ojo descubierto. La almohadilla de tratamiento 320 puede incluir un electrodo 322 configurado para proporcionar tratamiento a un ojo de un paciente. Se puede proporcionar más de un electrodo 322, tal como al menos dos electrodos direccionables por separado, en un dispositivo 300. Se puede disponer de un parche de tratamiento 324 sobre el electrodo 322, similar a la almohadilla de tratamiento 120 descrita anteriormente. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 324 puede ser un parche de gel. El parche de tratamiento 324 puede ser permanente y puede desinfectarse después de cada uso o humedecerse antes de su uso, tal como mediante la adición de una solución

salina o un hidrogel, o el parche de tratamiento 324 puede ser extraíble y desechable. Se puede unir un parche de tratamiento 324 desechable a la almohadilla de tratamiento 320 con adhesivo.

La almohadilla de tratamiento 320 también puede incluir una batería recargable (no mostrada) y puede cargarse colocando la almohadilla de tratamiento 320 en una unidad de carga 326. La unidad de carga 326 puede ser una unidad de carga por inducción 326 enchufada a una toma de corriente de pared convencional y puede incluir una tapa 328 para proteger el parche de tratamiento 324 durante la carga. En algunos ejemplos, el controlador 340 puede incluir un panel táctil para programar y controlar la almohadilla de tratamiento 320. Además o como alternativa al controlador 340, se puede utilizar un dispositivo de control remoto 342 para hacer funcionar la almohadilla de tratamiento 120. El dispositivo de control remoto 342 puede ser inalámbrico, que funciona con una señal móvil, Bluetooth u otra señal de control inalámbrica.

En otro ejemplo, como se muestra en la figura 4, el dispositivo portátil 400 incluye una primera y una segunda almohadilla de tratamiento 420a y 420b, cada una con un conector 430 que conecta las almohadillas de tratamiento 420 a un electrodo de retorno 418. Una o ambas de las almohadillas de tratamiento 420a y 420b pueden contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. En un ejemplo, una batería recargable puede estar contenida en una de las almohadillas de tratamiento 420a, y acoplada eléctricamente a la otra de las almohadillas de tratamiento 420b que alberga los componentes electrónicos del sistema, distribuyendo así el peso de la batería y de los componentes electrónicos entre las dos almohadillas 420a y 420b.

El electrodo de retorno 418 puede configurarse para colocarse en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluida la sien, sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc. Cada una de las primera y segunda almohadillas de tratamiento 420a y 420b puede incluir un parche de tratamiento 424 para entrar en contacto con el párpado del paciente. El parche de tratamiento 424 puede ser un parche de gel. En algunos ejemplos, las almohadillas de tratamiento 420a y 420b y el electrodo de retorno 418 pueden tener un soporte adhesivo 421 para fijar la almohadilla de tratamiento 420a y 420b al párpado. Cada almohadilla de tratamiento 420a y 420b puede incluir un electrodo (no mostrado) configurado para proporcionar tratamiento al ojo. Los electrodos pueden disponerse debajo del parche de tratamiento 424, como se describió anteriormente con respecto a las almohadillas de tratamiento 120a y 120b y se muestra en la figura 1B.

El dispositivo portátil 400 puede tener una correa para la cabeza 402 que conecta las dos almohadillas de tratamiento 420a y 420b alrededor de la parte posterior de la cabeza y una correa 404 que se extiende entre los ojos para proporcionar capacidad de ajuste del eje de ojo a ojo. Ambas correas 402 y 404 pueden ser de tamaño fijo o ajustables. El dispositivo portátil 400 puede incluir un controlador, una unidad de carga y un dispositivo de control remoto como se describió anteriormente para el dispositivo portátil 300.

En la figura 5 se muestra un dispositivo portátil 500 para proporcionar tratamiento que parece similar a un par de gafas. El dispositivo portátil 500 puede incluir una primera y una segunda almohadillas de tratamiento 520 configuradas para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente, y una estructura 510 configurada para llevarla puesta en la cara del paciente como unas gafas. La estructura 510 puede incluir dos piezas auriculares 512 configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara y sobre las orejas, y un puente 515 que se extiende entre las piezas auriculares 512 y sobre el puente de la nariz. Las almohadillas de tratamiento 520 pueden incluir parches de tratamiento 524 configurados para entrar en contacto con los párpados cerrados. En algunos ejemplos, los parches de tratamiento 524 pueden estar acolchados o pueden ser almohadillas de gel. Cada almohadilla de tratamiento 520 puede incluir un electrodo 522 dispuesto debajo del parche de tratamiento 524, configurado para proporcionar tratamiento al ojo.

Para proporcionar capacidad de ajuste de modo que los parches de tratamiento 524 estén en contacto con los párpados cuando el dispositivo portátil 500 se coloca en el paciente con las piezas auriculares 512 sobre las orejas y el puente 515 sobre el puente de la nariz, cada pieza auricular 512 puede incluir un miembro de ajuste 511. El miembro de ajuste 511 puede estar configurado para mover la almohadilla de tratamiento 520 hacia y desde el párpado en relación con la estructura 510, en particular el puente 515. El miembro de ajuste 511 puede incluir un miembro de enganche 513 configurado para enganchar una de las almohadillas de tratamiento 520. En algunos ejemplos, los miembros de enganche 513 pueden acoplarse a las almohadillas de tratamiento 520 mediante un ajuste a presión. Como se muestra en la figura 5, las almohadillas de tratamiento 520 pueden tener cada una una región de ajuste a presión 523 en un borde exterior que está configurado para acoplarse a los miembros de enganche 513 con un ajuste a presión. Las almohadillas de tratamiento 520 se pueden mover hacia o desde los ojos, por ejemplo, girando un tornillo 516, ajustando de este modo la posición de la almohadilla de tratamiento 520 para moverla hacia o lejos de la cara del paciente. La capacidad de ajuste de la posición de las almohadillas de tratamiento 520 permite controlar el nivel deseado de contacto con los párpados, asegurando una estimulación eléctrica adecuada del tejido subyacente desde el electrodo dentro de la almohadilla de tratamiento 520, sin ejercer una presión indebida en los ojos. En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para ejecutar una comprobación de impedancia y puede proporcionarse un indicador (por ejemplo, sonido o luz) para indicar cuándo se está aplicando el nivel de presión adecuado para proporcionar un nivel deseado de impedancia para la energía administrada.

La estructura 510 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. El dispositivo portátil 500 puede incluir una batería recargable dispuesta dentro de la estructura 510.

Un puerto de carga (no mostrado) similar al puerto de carga 116 mostrado en la figura 1B puede estar dispuesto en la estructura 510, por ejemplo, en una de las piezas auriculares 512, para recargar la batería. En algunos ejemplos, se puede proporcionar un electrodo de retorno (no mostrado) como punto de contacto en la estructura 510, tal como en una o ambas piezas auriculares 512, y ubicarlo para poner en contacto con el paciente detrás de la oreja. En otros ejemplos, se pueden colocar uno o más electrodos de retorno en cualquier parte del cuerpo del paciente, separados del área de los ojos, incluida en la oreja, sien, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.

En la figura 6 se muestra otro dispositivo portátil 600 para proporcionar tratamiento que parece similar a un par de anteojos o gafas protectoras. El dispositivo portátil 600 puede incluir una primera y una segunda almohadillas de tratamiento 620 configuradas para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente, y una estructura 610 configurada para llevarla puesta en la cara del paciente como unas gafas. El dispositivo portátil 600 de tratamiento puede incluir una correa para la cabeza 602 ajustable acoplada a la estructura 610 y configurada para asegurar la estructura 610 a la cara del paciente con las primera y segunda almohadillas de tratamiento 620 en contacto con los ojos del paciente. Como alternativa, la correa para la cabeza ajustable puede sustituirse por una pieza para la oreja 512 que se muestra en la figura 5. La estructura 610 puede incluir un puente central 615 entre dos regiones de sujeción 611 de almohadillas. La estructura 610 puede estar configurado para sostener las primera y segunda almohadillas de tratamiento 620 en un acoplamiento giratorio o deslizante. El acoplamiento giratorio puede proporcionarse mediante una bisagra dispuesta en la región de sujeción 611 de la almohadilla y en la almohadilla de tratamiento 620, permitiendo que la almohadilla de tratamiento 620 gire hacia arriba y se aleje del párpado, como lo muestra la flecha 650. El acoplamiento deslizante puede proporcionarse mediante una ranura o canal 613 dispuesto en la superficie interior de la región de sujeción 611 de la almohadilla de la estructura 610. El canal 613 puede estar configurado para recibir el borde 621 de la almohadilla de tratamiento 620 en un ajuste de fricción deslizante. La almohadilla de tratamiento 620 se puede quitar de la estructura 610 deslizando la almohadilla de tratamiento 620 hacia abajo, como lo muestra la flecha 652.

Las almohadillas de tratamiento 620 pueden incluir parches de tratamiento 624 configurados para entrar en contacto con los párpados. En algunos ejemplos, los parches de tratamiento 624 pueden estar acolchados o pueden ser almohadillas de gel. Cada almohadilla de tratamiento 620 puede incluir un electrodo 622 dispuesto debajo del parche de tratamiento 624, configurado para proporcionar tratamiento al ojo. Las almohadillas de tratamiento 620 pueden ser extraíbles e intercambiables, y los parches de tratamiento 624 pueden ser extraíbles y desechables, o pueden estar unidos permanentemente a las almohadillas de tratamiento 620. Las almohadillas de tratamiento 620 pueden incluir múltiples contactos de electrodos, por ejemplo, situados en una posición relativamente superior (es decir, uno en contacto con el párpado superior y otro con el inferior, respectivamente) para proporcionar suministro de energía bipolar. En algunos ejemplos, se pueden proporcionar uno o más electrodos de retorno (no mostrados) en la estructura 610, la correa para la cabeza 602 o como un elemento separado acoplado eléctricamente al dispositivo 600. El electrodo de retorno puede situarse para ponerse en contacto con el paciente en la oreja o detrás de ella o en la sien. En otros ejemplos, se pueden colocar uno o más electrodos de retorno en cualquier parte del cuerpo del paciente, separados del área de los ojos, incluyendo en o cerca de la boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.

La estructura 610 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. El dispositivo portátil 600 puede incluir una batería recargable dispuesta dentro de la estructura 610. Un puerto de carga (no mostrado) similar al puerto de carga 116 mostrado en la figura 1B puede estar dispuesto en la estructura 610 para recargar la batería.

En la figura 7A se ilustra otro ejemplo de un dispositivo portátil 700 para proporcionar tratamiento a un paciente. El dispositivo portátil 700 puede incluir una máscara de tratamiento 720 con una correa para la cabeza 702 ajustable y un conector 730 conectable a un controlador 740 (mostrado en la figura 7B) que contiene circuitos conectados eléctricamente a la máscara de tratamiento 720. La máscara de tratamiento 720 puede incluir una primera y una segunda aberturas 721 para los ojos del paciente, y puede tener un solo electrodo 722a adyacente a una de las aberturas 721 para proporcionar tratamiento a un solo ojo. En otros ejemplos, un electrodo 722a y 722b puede disponerse adyacente a cada una de las primera y segunda aberturas 721 para proporcionar tratamiento a ambos ojos. El electrodo único 722a puede colocarse sobre el párpado inferior o sobre el párpado superior (722b). Cuando están presentes los electrodos 722a y 722b, ambos pueden colocarse sobre el párpado inferior, sobre el párpado superior o uno sobre el párpado inferior y otro sobre el párpado superior. Los electrodos 722a y 722b pueden estar dispuestos sobre la superficie de la máscara de tratamiento 720 o pueden estar dispuestos dentro de capas que forman la máscara de tratamiento 720. En algunos ejemplos, los electrodos 722a y 722b pueden utilizarse de manera bipolar, tal como teniendo más de un electrodo adyacente a cada ojo. En otros ejemplos, los electrodos 722a y 722b se pueden utilizar de manera monopolar, y se puede disponer un electrodo de retorno (no mostrado) en el conector 730 y configurarlo para colocarlo en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluida la sien, sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc., como se describió anteriormente para el electrodo de retorno 418 en la figura 4.

El controlador 740 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. El controlador 740 puede configurarse para controlar la administración eléctrica de tratamiento mediante el electrodo 722. En algunos ejemplos, el controlador 740 puede incluir un enchufe de pared. En otros

ejemplos, el controlador 740 incluye una batería, ya sea una batería desechable o una batería recargable y un puerto de carga. El controlador 740 puede permitir al paciente encender y apagar la máscara de tratamiento 720. En algunos ejemplos, el controlador 740 puede incluir conectividad inalámbrica al teléfono móvil o tableta 742 de un paciente o médico. La conectividad puede ser a través de una señal móvil, Bluetooth u otra señal inalámbrica. En algunos ejemplos, la máscara 720 o la banda para la cabeza 702 pueden, en cambio, llevar los componentes electrónicos, similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110.

El dispositivo portátil 700 se puede utilizar para tratar los ojos mientras están abiertos, lo que puede proporcionar una experiencia mejorada y más conveniente para el paciente. En algunos ejemplos, la máscara de tratamiento 720 puede incluir regiones acolchadas, de espuma o de gel. Por ejemplo, la máscara de tratamiento 720 entera puede incluir una estructura 710 de espuma, acolchada o de gel, para proporcionar comodidad adicional al paciente. La máscara de tratamiento 720 puede estar formada por un material flexible, tal como tela o polímero. En algunos ejemplos, la máscara de tratamiento 720 puede incluir una cubierta nasal 705 rígida o semirrígida configurada para ajustarse sobre la nariz del paciente. La cubierta nasal 705 puede ayudar a mantener la máscara de tratamiento 720 flexible en la posición deseada en la cara del paciente. La cubierta nasal 705 puede estar hecha de metal flexible o polímero flexible para proporcionar una cubierta nasal 705 semirrígida. Como se utiliza en el presente documento, el término "semirrígido" abarca materiales que tienen una rigidez mayor que el material utilizado para fabricar la máscara de tratamiento 720 flexible. En algunos ejemplos, la cubierta nasal 705 puede ser maleable, de manera que el paciente pueda moldear la cubierta nasal 705 a su nariz, proporcionando un ajuste personalizado al dispositivo portátil 700.

Otro ejemplo de un dispositivo portátil 800 para proporcionar tratamiento se muestra en la figura 8A. El dispositivo portátil 800 puede incluir al menos un parche de tratamiento 824 desechable configurado para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente, y una estructura 810 configurada para llevarla puesta en la cara del paciente como unas gafas. La estructura 810 puede incluir dos piezas auriculares 812 configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara y sobre las orejas, y un puente 815 que se extiende entre las piezas auriculares 812 y sobre el puente de la nariz.

El parche de tratamiento 824 puede configurarse para entrar en contacto con la piel alrededor de los ojos mientras los ojos están abiertos. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 824 puede incluir una región inferior 826 configurada para colocarse sobre la piel debajo del ojo y una región superior 828 configurada para colocarse sobre el párpado superior. En algunos ejemplos, cada una de la región inferior 826 y la región superior 828 puede incluir un electrodo separado 822a y 822b. En otros ejemplos, todo el parche de tratamiento 824 puede definir un solo electrodo. El dispositivo portátil 800 puede incluir un conector eléctrico 830 que conecta uno o más electrodos 822a y 822b a un controlador (no mostrado). En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 824 puede incluir una primera región inferior 826 y una primera región superior 828 configuradas para rodear un primer ojo, y una segunda región inferior 826 y una segunda región superior 828 configuradas para rodear un segundo ojo, con una región de puente 829 que conecta la primera y segunda regiones inferiores 826 y la primera y segunda regiones superiores 828. La región de puente 829 puede configurarse para extenderse sobre el puente de la nariz. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 824 puede conectarse de forma extraíble a la estructura 810 con un ajuste a presión, por ejemplo, con un elemento de presión 823 de almohadilla que recibe una parte del puente 815 de la estructura 810.

En algunos ejemplos, los electrodos 822a y 822b se pueden utilizar de manera monopolar, y el dispositivo portátil 800 puede incluir además un electrodo de retorno 818 acoplado a la pieza auricular 812 de la estructura 810. En un ejemplo, el electrodo de retorno 818 puede proporcionarse como un punto de contacto en la pieza auricular 812 y situarse para entrar en contacto con el paciente detrás de la oreja. En un ejemplo, el electrodo de retorno 818 puede incluir un conector eléctrico 830 que acopla el electrodo de retorno 818 a un primer imán 825 que puede acoplarse a un segundo imán 817 en la pieza auricular 812. El electrodo de retorno 818 puede estar acoplado a la pieza auricular 812 de manera que el electrodo de retorno 818 pueda colocarse en la sien del paciente. En algunas realizaciones, se pueden proporcionar dos electrodos de retorno 818, uno en cada pieza auricular 812. En otros ejemplos, el electrodo de retorno 818 puede colocarse en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluido sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc. La estructura 810 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110.

En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 824 puede estar acolchado o pueden ser almohadillas de gel. Cada parche de tratamiento 824 puede ser flexible y puede tener un soporte adhesivo para permitir que el paciente fije fácilmente el parche de tratamiento 824 en la piel en el área a tratar y siga los contornos de la cara. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 824 puede estar hecho de tela o de un polímero flexible, y los electrodos 822a y 822b pueden disponerse en la superficie o incrustarse dentro del parche de tratamiento 824. Los parches de tratamiento 824a a 824g pueden ser desechables y pueden tener una variedad de formas y tamaños, como se muestra en la figura 8B. Independientemente de la forma o el tamaño, cada parche de tratamiento 824a a 824g puede tener un conector eléctrico 830 que acopla los electrodos del parche de tratamiento 824a a 824g a un controlador. Los parches de tratamiento 824a a 824g pueden estar acoplados a una parte de una estructura 810, tal como con un imán, como se indicó anteriormente con respecto al electrodo de retorno 818. En otros ejemplos, los parches de tratamiento 824a a 824g pueden utilizarse sin una estructura y simplemente adherirse a la piel a través del soporte adhesivo del parche. Los parches de tratamiento 824a a 824g pueden utilizarse con un electrodo de retorno separado, o el electrodo en los parches de tratamiento 824a a 824g puede tener dos contactos separados para utilizarse de manera bipolar. En algunos ejemplos, se puede utilizar un único parche de tratamiento 824b, 824c u 824d, mientras que, en

otros ejemplos, se pueden utilizar dos parches de tratamiento 824e, 824f, 824g. Se pueden utilizar varios tamaños y formas de parches de tratamiento 824a a 824g para personalizar el área de tratamiento deseada. Los ejemplos de áreas donde se pueden colocar los parches de tratamiento 824a a 824g incluyen, sin limitación, los párpados superior e inferior, que se extienden entre el canto temporal (lateral) y el canto nasal (medial). Los parches de tratamiento 824a a 824g pueden extenderse a través del surco del párpado superior y del pliegue del párpado superior, surco del párpado inferior, pliegue malar, surco infraorbitario, surco nasoyugal y cisura nasofacial.

En las figuras 9A y 9B se ilustra otro ejemplo de dispositivo portátil 900 para proporcionar tratamiento, especialmente ventajoso para el tratamiento mientras los ojos del paciente permanecen abiertos. El dispositivo portátil 900 puede incluir un primer y un segundo parche de tratamiento 924 configurados para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente, y una estructura 910 configurada para llevarla puesta en la cara del paciente como unas gafas. La estructura 910 puede incluir dos piezas auriculares 912 configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara y sobre las orejas, extensiones laterales 917 de la estructura acopladas a los parches de tratamiento 924 y que se extienden alrededor de los ojos, y un puente 915 que se extiende entre las extensiones laterales 917 de la estructura y sobre el puente de la nariz. Los parches de tratamiento 924 pueden configurarse para entrar en contacto con la piel debajo de los ojos, como se muestra en las figuras 9A y 9B, permitiendo al paciente abrir los ojos más fácilmente durante el tratamiento. Se apreciará que, como alternativa, el parche de tratamiento 924 podría situarse de manera alternativa o además por encima del ojo moviendo la extensión lateral 917 de la estructura por encima del ojo.

El dispositivo portátil 900 puede incluir además un controlador 940 y conectores eléctricos 930 que acoplan electrodos 922 en los parches de tratamiento 924 a circuitos eléctricos en el controlador 940. El controlador 940 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. Como alternativa, la estructura 910, por ejemplo, en el puente 915 o en las piezas auriculares 912 puede tener, en su lugar, los componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110.

En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 924 puede ser desechable y puede conectarse de manera extraíble a la estructura 910 con un ajuste a presión, por ejemplo, con un elemento de presión 923 en el parche de tratamiento 924 que incluye un canal 927 configurado para recibir una parte tubular 913 de la extensión lateral 917 de la estructura, como se muestra en la figura 9B. En lugar de las estructuras de tipo gafas tradicionales que se sostienen separadas de la cara, la estructura 910 puede seguir los contornos de la cara para mantener los parches de tratamiento 924 contra la piel debajo de los ojos.

En algunos ejemplos, todo el parche de tratamiento 924 puede definir un electrodo 922. En otros ejemplos, se puede disponer un electrodo más pequeño en la superficie o incrustado en el parche de tratamiento 924. El parche de tratamiento 924 y el electrodo 922 pueden ser similares en material y configuración al parche de tratamiento 824 y a los electrodos 822a y 822b indicados anteriormente. En otros ejemplos más, el parche de tratamiento 924 puede eliminarse y la parte tubular 913 de la extensión lateral 917 de la estructura puede incluir el electrodo 922. La parte tubular 913 puede estar cubierta con una almohadilla de gel. El electrodo 922 puede utilizarse de manera monopolar y el dispositivo portátil 900 puede incluir además un electrodo de retorno 918 acoplado a la pieza auricular 912. En un ejemplo, el electrodo de retorno 918 puede proporcionarse como un punto de contacto en la pieza auricular 912 y situarse para entrar en contacto con el paciente detrás de la oreja, como se muestra en la figura 9B. En algunas realizaciones, se pueden proporcionar dos electrodos de retorno 918, uno en cada pieza auricular 912. En otros ejemplos, el electrodo de retorno 918 puede colocarse en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluida las sienes, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc. El electrodo 922 también puede utilizarse de manera bipolar proporcionando más de un contacto eléctrico, tal como al tener dos electrodos 922 que pueden ser direccionados por separado (es decir, utilizados por separado como ánodo y cátodo, o como emisión y tierra, o como fuente de corriente y sumidero de corriente).

En algunos ejemplos, el controlador 940 puede comunicarse con una unidad del médico 942 para recibir información de programación. La unidad del médico 942 puede controlar el parche de tratamiento 924. El controlador 940 puede ser inalámbrico, que funciona con una señal móvil, Bluetooth u otra señal de control inalámbrica para recibir y transmitir información a la unidad del médico 942.

En las figuras 10A y 10B se muestra otro dispositivo portátil 1000 para proporcionar tratamiento. El dispositivo portátil 1000 puede incluir una estructura 1010 configurada para llevarse puesta en el puente de la nariz del paciente de manera similar a unos quevedos. La estructura 1010 puede incluir agarres nasales 1011. Las primera y segunda almohadillas de tratamiento 1020a y 1020b están acoplados a la estructura 1010 y están configuradas para proporcionar tratamiento a los ojos del paciente. En algunos ejemplos, las primera y segunda almohadillas de tratamiento 1020a y 1020b están integradas en la estructura 1010 de tal manera que la estructura 1010 y las almohadillas de tratamiento 1020a y 1020b son una estructura monolítica de una sola pieza. Las almohadillas de tratamiento 1020a y 1020b pueden incluir cada una un parche de tratamiento 1024 dispuesto en la parte inferior configurado para entrar en contacto con los párpados cerrados. En algunos ejemplos, los parches de tratamiento 1024 pueden estar acolchados o pueden ser almohadillas de gel, y pueden ser extraíbles y desechables o estar fijados de forma fija y ser reutilizables. Cada almohadilla de 1020a y 1020b puede incluir un electrodo 1022 dispuesto debajo del parche de tratamiento 1024, configurado para proporcionar tratamiento al ojo. En algunos ejemplos, los electrodos 1022 pueden adaptarse para tratamiento bipolar proporcionando un electrodo compuesto con dos o más contactos

direccionables por separado en estrecha proximidad entre sí debajo de una almohadilla de tratamiento y/o en el mismo ojo, por ejemplo, situados de forma superior e inferior o medial y lateral alrededor del ojo. En otros ejemplos, los electrodos 1022 pueden utilizarse de manera monopolar y la estructura 1010 puede incluir uno o más electrodos de retorno (no mostrados) configurados para entrar en contacto con las sienes, similares a los electrodos de retorno 818 mostrados en la figura 8A. En otros ejemplos, se pueden colocar uno o más electrodos de retorno en cualquier parte del cuerpo del paciente, separados del área de los ojos, incluido sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.

Como se ilustra en las figuras 10A a 10B, las almohadillas de tratamiento 1020 pueden tener una forma que coincida con la cuenca del ojo del paciente. El perímetro exterior de las almohadillas de tratamiento puede incluir un material suave, tal como una espuma, para interactuar con el tejido que rodea el ojo para mejorar la comodidad. En algunos ejemplos, el perímetro exterior puede tener una forma suave pero resistente que ayuda a retener las almohadillas de tratamiento 1020 en la cuenca del ojo, con electrodos de tratamiento contra la piel del paciente, debajo o encima del ojo y/o en el párpado superior o inferior, por ejemplo. Las almohadillas de tratamiento 1020 pueden proporcionarse en una variedad de tamaños y/o formas, o pueden fabricarse a medida o ajustarse a medida para pacientes individuales. Por ejemplo, una parte central de las almohadillas de tratamiento puede albergar componentes electrónicos y una fuente de energía, tal como una batería, con una pieza perimetral reemplazable o moldeable a medida alrededor.

Cada almohadilla de tratamiento 1020 puede incluir una batería 1016, como se muestra en la figura 10B, así como componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. Las baterías 1016 pueden disponerse en bandejas 1019 que se deslizan dentro y fuera de las almohadillas de tratamiento 1020. En algunos ejemplos, las baterías son reemplazables y pueden ser desechables o recargables. Para baterías 1016 recargables, el dispositivo portátil puede incluir además una unidad de carga 1026 configurada para recibir las almohadillas de tratamiento 1020 como se muestra en la figura 10B. La unidad de carga 1026 puede tener un enchufe con cable 1030. En otro ejemplo, una almohadilla de tratamiento 1020 lleva la batería, ya sea recargable o no, mientras que la otra almohadilla de tratamiento 1020 lleva los componentes electrónicos.

Puede proporcionarse un controlador 1040, tal como una aplicación en un teléfono móvil, tableta u ordenador, para operar, programar y controlar las almohadillas de tratamiento 1020. El dispositivo portátil 1000 puede tener una conexión inalámbrica con el controlador 1040, tal como una señal móvil, Bluetooth u otra señal de control inalámbrica.

En las figuras 11A y 11B se muestra otro dispositivo portátil 1100 para proporcionar tratamiento. El dispositivo portátil 1100 puede incluir una estructura 1110 configurada para llevar puesta en la cara del paciente como si fueran anteojos. La estructura 1110 puede incluir dos piezas auriculares 1112 configuradas para extenderse a lo largo de los lados de la cara y sobre las orejas, y una pieza frontal o puente 1115 que se extiende entre las piezas auriculares 1112 y sobre el puente de la nariz. En algunas realizaciones, la estructura 1110 puede incluir una pluralidad de puntas 1125 que se extienden desde la estructura 1110, como se muestra en la figura 11A. En algunos ejemplos, al menos algunas de la pluralidad de puntas 1125 están articuladas y se mueven entre una primera posición contraída en la que las puntas 1125 se dirigen lejos de la cara del usuario, y una segunda posición expandida en la que las puntas 1125 se extienden en un ángulo desde la estructura 1110 y entran en contacto con la piel. En la figura 11B se muestran las puntas 1125 en la segunda posición expandida. En la primera posición contraída, las puntas 1125 quedarían ocultas detrás de la pieza auricular 1112.

Como se muestra en la figura 11B, cada punta 1125 puede tener un punto de contacto 1124 configurado para entrar en contacto con la piel de la cara del paciente cuando la estructura 1110 está en posición sobre la cara. Cada punto de contacto 1124 puede incluir un electrodo 1122 configurado para proporcionar tratamiento al paciente.

La estructura también incluye un puente nasal que se muestra generalmente en 1130, que tiene agarres nasales 1132, sobre los cuales están montados los electrodos 1134. Los agarres nasales 1132 pueden ser ajustables, similares a los accesorios de gafas convencionales; en lugar de dos agarres nasales separados en forma de punta, en otros ejemplos se puede utilizar una pieza en forma de V, con uno o más electrodos colocados sobre la superficie de la pieza en forma de V que mira hacia la piel. Los electrodos de la pieza nasal 1134 se pueden utilizar en relación con los electrodos en 1122, por ejemplo, o electrodos llevados en las piezas auriculares 1112, tales como, por ejemplo, y sin limitación, con electrodos auriculares 1404 o 1504 como se muestra en la figura 14A y la figura 15A, respectivamente. Por ejemplo, la administración del tratamiento puede utilizar el electrodo de la pieza nasal izquierda o derecha (o los dos agrupados) en relación con uno u otro de los electrodos auriculares derecho y/o izquierdo, así como combinaciones, secuencias o patrones de los mismos.

En algunos ejemplos, los electrodos 1122 pueden utilizarse de manera bipolar al tener dos electrodos 1122 direccionables por separado en una pieza ocular. En otros ejemplos, los electrodos 1122 pueden utilizarse de manera monopolar y la estructura 1110 puede incluir uno o más electrodos de retorno (no mostrados) configurados para entrar en contacto con las sienes, similares a los electrodos de retorno 818 mostrados en la figura 8A. En otros ejemplos, se pueden colocar uno o más electrodos de retorno en cualquier parte del cuerpo del paciente, separados del área de los ojos, incluido sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc. Los electrodos 1122 y/o 1134 pueden ser, si se desea, electrodos húmedos que tienen un polímero humectable o fibra natural, tal como por ejemplo una celulosa (por ejemplo, similar a productos Weck-Cel®) que pueden humedecerse

previamente para proporcionar superficies de contacto de tejido-electrodo de menor impedancia, o estos electrodos pueden ser de cualquier polímero o metal adecuado.

- La estructura 1110 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. La estructura 1110 puede incluir al menos una batería 1126, como se muestra en la figura 11B. Las baterías 1126 pueden estar dispuestas dentro de rebajes en la pieza auricular 1112. En algunos ejemplos, las baterías 1126 son reemplazables y pueden ser desechables o recargables. Para baterías 1126 recargables, la estructura 1110 puede tener un puerto de carga 1116.
- Igual que el dispositivo portátil 1000, el dispositivo portátil 1100 se puede utilizar con un controlador 1040 (mostrado en la figura 10B), tal como una aplicación en un teléfono móvil, tableta u ordenador, que puede proporcionarse para operar, programar y controlar los electrodos 1122. El dispositivo portátil 1100 puede tener una conexión inalámbrica con el controlador 1040, tal como una señal móvil, Bluetooth u otra señal de control inalámbrica.
- En las figuras 12 y 13 se ilustran ejemplos adicionales de dispositivos portátiles 1200 y 1300 para proporcionar tratamiento a un paciente. El dispositivo portátil 1200 que se muestra en la figura 12 puede incluir un primer y un segundo parche de tratamiento 1224 y un conector 1230 que se conecta a un controlador 1240 que contiene circuitos conectados eléctricamente al parche de tratamiento 1224. Los parches de tratamiento 1224 pueden estar conectados mediante una parte de puente 1225 configurada para colocarse sobre el puente de la nariz. Los parches de tratamiento 1224 pueden configurarse para extenderse sobre cada ojo. Los parches de tratamiento 1224 pueden tener un soporte adhesivo configurado para adherir los parches de tratamiento 1224 a la piel alrededor de los ojos. En algunos ejemplos, el adhesivo puede ser reubicable y reutilizable. En otros ejemplos, se pueden proporcionar almohadillas adhesivas de doble cara extraíbles para adherir los parches de tratamiento 1224 a la cara.
- Los parches de tratamiento 1224 pueden incluir uno o más electrodos 1222. En algunos ejemplos, todo el parche de tratamiento 1224 define el electrodo 1222. En otros ejemplos, el electrodo 1222 puede estar dispuesto en la superficie inferior del parche de tratamiento 1224 o puede estar dispuesto dentro de las capas que forman el parche de tratamiento 1224. Los parches de tratamiento 1224 y el electrodo 1222 pueden ser similares en material y configuración al parche de tratamiento 824 y a los electrodos 822a y 822b indicados anteriormente. En algunos ejemplos, se pueden proporcionar uno o más electrodos de retorno (no mostrados) en el dispositivo portátil 1200 o como un elemento separado acoplado eléctricamente al dispositivo 1200. Los electrodos de retorno se pueden colocar en cualquier parte del cuerpo del paciente, separados del área de los ojos, incluido sobre o detrás de la oreja, en la sien, en o cerca de la boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.
- El controlador 1240 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. El controlador 1240 puede configurarse para controlar la administración eléctrica de tratamiento mediante el electrodo 1222. En algunos ejemplos, el controlador 1240 puede incluir un enchufe de pared. En otros ejemplos, el controlador 1240 incluye una batería, ya sea una batería desechable o una batería recargable y un puerto de carga 1216. El controlador 1240 puede tener un panel táctil o una pluralidad de botones 1241 configurados para permitir que el paciente encienda y apague el parche de tratamiento 1224. En algunos ejemplos, el controlador 1240 puede incluir conectividad inalámbrica al teléfono móvil o tableta de un paciente o médico (no se muestra). La conectividad puede ser a través de una señal móvil, Bluetooth u otra señal inalámbrica. El dispositivo portátil 1200 puede ser particularmente ventajoso para el tratamiento con los párpados abiertos, lo que puede proporcionar una experiencia mejorada y más conveniente para el paciente. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 1224 puede incluir regiones acolchadas, de espuma o de gel. Por ejemplo, todo el parche de tratamiento 1224 puede estar formado por una espuma, una tira acolchada o una estructura de gel, para proporcionar comodidad adicional al paciente. El parche de tratamiento 1224 puede estar formado por un material flexible, tal como tela o polímero, que sea maleable y moldeable a los contornos de la cara.
- El dispositivo portátil 1300 que se muestra en la figura 13 puede incluir un parche de tratamiento 1324 y un conector 1330 conectable a un controlador 1340 que contiene circuitos conectados eléctricamente al parche de tratamiento 1324. El parche de tratamiento 1324 puede tener un soporte adhesivo configurado para adherir el parche de tratamiento 1324 a la piel alrededor de los ojos. En algunos ejemplos, el adhesivo es reubicable y reutilizable. En otros ejemplos, se pueden proporcionar almohadillas adhesivas de doble cara extraíbles para adherir el parche de tratamiento 1324 a la cara. En otros ejemplos más, el parche de tratamiento 1324 es desechable y extraíble del conector 1330. El parche de tratamiento 1324 se puede colocar debajo del ojo, como se ilustra en la figura 13. En otros ejemplos, se puede colocar un parche de tratamiento 1324a sobre el ojo.
- El parche de tratamiento 1324 puede incluir uno o más electrodos 1322. En algunos ejemplos, todo el parche de tratamiento 1324 puede definir el electrodo 1322. El electrodo 1322 puede estar dispuesto en la superficie inferior del parche de tratamiento 1324 o puede estar dispuesto dentro de las capas que forman el parche de tratamiento 1324. El parche de tratamiento 1324 y el electrodo 1322 pueden ser similares en material y configuración al parche de tratamiento 824 y a los electrodos 822a y 822b indicados anteriormente. En algunos ejemplos, el electrodo 1322 puede utilizarse de manera monopolar con un electrodo de retorno 1318 dispuesto en el conector 1330 y configurado para estar en contacto con cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluida la sien, sobre o detrás de la oreja, boca, cuello, espalda, hombro, pecho, dorso de la mano, brazo, etc., como se describió

anteriormente para el electrodo de retorno 418 en la figura 4.

El controlador 1340 puede contener componentes electrónicos similares a los descritos anteriormente en relación con la carcasa 110. El controlador 1340 puede configurarse para controlar la administración eléctrica de tratamiento mediante el electrodo 1322. En algunos ejemplos, el controlador 1340 puede incluir un enchufe de pared. En otros ejemplos, el controlador 1340 incluye una batería, ya sea una batería desechable o una batería recargable y un puerto de carga. El controlador 1340 puede tener un panel táctil o una pluralidad de botones configurados para permitir que el paciente encienda y apague el sistema. Además, el controlador 1340 puede permitir al paciente activar y desactivar el electrodo 1322. En algunos ejemplos, el controlador 1340 puede incluir conectividad inalámbrica al teléfono móvil o tableta de un paciente o médico (no se muestra). La conectividad puede ser a través de una señal móvil, Bluetooth u otra señal inalámbrica. El dispositivo portátil 1300 se puede utilizar para tratar los ojos mientras están abiertos, lo que puede proporcionar una experiencia mejorada y más conveniente para el paciente. En algunos ejemplos, el parche de tratamiento 1324 puede incluir regiones acolchadas, de espuma o de gel. Por ejemplo, todo el parche de tratamiento 1324 puede estar formado por una espuma, una tira acolchada o una estructura de gel, para proporcionar comodidad adicional al paciente. El parche de tratamiento 1324 puede estar formado por un material flexible, tal como tela o polímero, que sea maleable y moldeable a los contornos de la cara.

En las figuras 14A a 14F se ilustra otro dispositivo médico ilustrativo. En este ejemplo, un dispositivo portátil 1400 generalmente tiene la forma de una estructura que tiene una pieza auricular 1406 y una pieza nasal 1410 para sujetarse en la cabeza de un usuario. La estructura lleva uno o más electrodos frontales o almohadillas de electrodo, denominados electrodos 1402, que se muestran adaptados para el contacto con el párpado superior del paciente/usuario. En otro ejemplo, el electrodo 1402 puede, en cambio, colocarse para entrar en contacto con el tejido que recubre el hueso nasal del paciente/usuario. En otra realización, los electrodos 1402 se pueden colocar para entrar en contacto con la frente del paciente. Los electrodos 1402 se llevan en un portador de electrodos 1402A, que se puede ajustar, tal como con un soporte plegable, espuma, alambre o portador accionado por resorte para permitir el ajuste de su posición con respecto al párpado superior o la frente del paciente, dependiendo de la posición deseada.

La pieza auricular 1406 puede incluir un electrodo 1404; tal como un electrodo 1404 que puede estar dispuesto en una o ambas piezas auriculares. Se puede colocar una batería en la pieza auricular 1406, como lo indica la tapa de la batería que se muestra en 1408. Como se muestra en la vista superior de la figura 14B, así como en 14A, se puede incluir una cámara o isla para contener y/o recibir los componentes electrónicos del dispositivo portátil 1400 en 1414 y 1416. Si se desea, se puede proporcionar un puerto 1412 para recibir un USB, micro-USB u otra entrada.

La pieza nasal 1410 puede incluir uno o más electrodos para colocarlos también en la nariz del usuario/paciente también, de manera similar a lo indicado anteriormente con relación a las figuras 11A a 11B.

En algunos ejemplos, se puede proporcionar al usuario un estuche, similar a un estuche de gafas, junto con el dispositivo portátil 1400. Dicho caso puede incluir un elemento inductivo o una antena y un circuito de control asociado configurado para proporcionar energía inalámbrica a un circuito receptor correspondiente (tal como una bobina inductiva o una antena) en el dispositivo portátil, permitiendo la transferencia de energía que se puede utilizar para recargar una batería en el dispositivo portátil. También se divulga una estructura de estuche de carga en la solicitud de patente de EE. UU. con número de serie 16/844.421, presentada el 9 de abril de 2020 y titulada *SYSTEMS AND INTERFACES FOR OCULAR THERAPY*.

En la figura 14C se ilustran detalles de una forma extraíble del electrodo 1402. El electrodo 1402 puede incluir una región de gel 1420 que puede reemplazarse, o el electrodo 1402 puede reemplazarse en su totalidad. Para mantener el electrodo 1402 reemplazable en su lugar con respecto al dispositivo portátil 1400, puede haber uno o más imanes 1422. Para la administración de corriente, se puede incluir un contacto eléctrico 1424. La estructura 1400 puede comprender un receptor con una forma que coincida con el diseño mostrado en la figura 14C; la forma, los contornos y la cantidad de imanes y electrodos son meramente ilustrativos. Se puede utilizar un adhesivo o un accesorio a presión en lugar de los imanes, si se desea.

Un electrodo de párpado superior o inferior puede tener un tamaño en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 40 mm de largo, y de aproximadamente 1 a aproximadamente 10 mm de ancho, o mayor o menor en cualquier dimensión. Como se utiliza en el presente documento, la longitud se refiere a la dimensión lateral a la línea media cuando se aplica el electrodo, y el ancho es la dimensión paralela a la línea media del paciente. En algunos ejemplos, la longitud de un electrodo del párpado superior o inferior puede ser de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 mm y la anchura de aproximadamente 2 a aproximadamente 5 mm. El área de dichos electrodos puede estar en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 400 milímetros cuadrados, o de aproximadamente 10 a aproximadamente 200 milímetros cuadrados, o mayor o menor. Un electrodo compuesto puede ser, por ejemplo, un conjunto de 2 a 4 electrodos redondos, cada uno con un área de 10 a 15 milímetros cuadrados, que se combinan para proporcionar de aproximadamente 20 a aproximadamente 60 milímetros cuadrados, aunque en su lugar se pueden utilizar tamaños y cantidades mayores o menores.

Un electrodo de frente puede tener un tamaño en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 80 mm de largo, y de aproximadamente 1 a aproximadamente 30 mm de ancho, o mayor o menor en cualquier dimensión. En

algunos ejemplos, la longitud de un electrodo de frente puede ser de aproximadamente 15 a aproximadamente 40 mm, y el ancho puede ser de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 mm.

Un electrodo de la pieza nasal puede tener un tamaño en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 mm de largo, y de aproximadamente 1 a aproximadamente 20 mm de ancho, o mayor o menor en cualquier dimensión. En algunos ejemplos, la longitud de un electrodo de la pieza nasal puede ser de aproximadamente 4 a aproximadamente 8 mm de ancho y de aproximadamente 8 a aproximadamente 15 mm de largo. Uno o más electrodos en una pieza nasal pueden incluir, por ejemplo, y sin limitación, un solo electrodo colocado medialmente, o colocado para extenderse a ambos lados de la línea media, o puede incluir dos o más electrodos, incluyendo al menos uno en cada uno del lado derecho y el lado izquierdo de la parte superior de la nariz.

Las superficies de contacto de los electrodos pueden tener cualquier forma adecuada, incluidas la cuadrada, rectangular, ovalada, circular, etc., sin limitación. Los bordes de los electrodos pueden ser biselados o redondeados para mejorar la comodidad y evitar posibles efectos de borde durante la administración del tratamiento (en el que se aumenta la densidad de corriente en los bordes de la superficie de contacto electrodo-tejido). Se puede utilizar un electrodo compuesto, con múltiples segmentos individuales que pueden moverse juntos o que pueden estar provistos de aparatos de soporte separados (alambres, resorte, espuma, etc.) o un solo electrodo. Los electrodos más largos pueden curvarse para adaptarse a la curvatura anatómica del párpado superior o inferior/globo ocular, y/o de la mejilla o la frente, según sea el caso. Se puede utilizar una curvatura cóncava en la frente o en un párpado para que coincida con la anatomía en algunos ejemplos. En otros ejemplos, se puede utilizar una curvatura convexa para garantizar un contacto fuerte a través de una parte de un electrodo. Aun otros ejemplos pueden utilizar electrodos planos. En algunos ejemplos, los electrodos para cualquier ubicación (frente, párpado superior o párpado inferior) pueden venir en una variedad de tamaños, formas y/o curvaturas, o pueden diseñarse a medida para cada paciente.

En sentido general, los electrodos más grandes pueden ser más adecuados para su uso en la frente que los electrodos utilizados en el párpado, aunque los intervalos generales pueden permanecer dentro de los intervalos anteriores, más o menos. Cuando se diseñan los electrodos, se pueden considerar varios beneficios y desventajas. Por ejemplo, un electrodo grande y plano ofrece una fácil fabricación y un área grande, pero puede que no proporcione un buen contacto cuando se coloca sobre la piel de un usuario, que normalmente no es ni plana ni lisa alrededor de los ojos. Los electrodos de tipo botón más pequeños pueden proporcionar un contacto seguro, pero con menos área de superficie. Los electrodos flexibles pueden ser más difíciles o más costosos de fabricar y posiblemente menos duraderos que las opciones rígidas, pero pueden combinar una mayor superficie con un mejor contacto. La superficie de contacto piel-tejido tiene una impedancia que es proporcional al área de contacto entre el electrodo y el tejido, entre otros factores, por lo tanto, una superficie más pequeña puede tender a aumentar la impedancia. Un electrodo seco puede tener una mayor impedancia en general que un electrodo humectable o un electrodo de gel, pero puede tener una vida útil más larga y mayor durabilidad. Se pueden proporcionar varios electrodos más pequeños en un electrodo compuesto y se pueden utilizar, de manera eléctrica, por separado unos de otros o como un polo común para la emisión de corriente o voltaje, y un portador/sustrato de electrodo compuesto puede ser flexible para proporcionar un contacto óptimo para cada uno de los múltiples electrodos. La consideración de estos factores al seleccionar y diseñar electrodos está dentro del alcance de la presente invención.

En cualquier realización de la presente divulgación, los electrodos secos pueden proporcionar ventajas. Se indican ejemplos de electrodos secos, por ejemplo, en "Development of printed and flexible dry ECG electrodes", Chlaihawi, AA, etc. Sensing and Bio-Sensing Research. 20 (2018). 9-15. En algunos ejemplos, puede utilizarse un simple electrodo metálico, tal como un electrodo de plata, acero inoxidable de calidad médico, oro u otro metal.

En la figura 14D se muestra el lado frontal de un diseño para un electrodo, tal como el situado en el párpado, o como alternativa, un electrodo ubicado en la frente de la figura 14A. En este ejemplo, una superficie de gel 1420 conductora se coloca sobre un conductor de electrodo 1426, que se muestra en línea recta con fines ilustrativos. Como alternativa, se pueden utilizar uno o más electrodos secos. El conductor de electrodo 1426 puede proporcionar estructura para soportar la superficie de gel 1420. En otros ejemplos, se pueden proporcionar múltiples electrodos en un electrodo compuesto.

En la figura 14E se muestra un electrodo compuesto 1430, que tiene un primer y segundo electrodos 1432 y 1434 en el mismo. En este ejemplo, como se muestra en la figura 14F, que es una vista lateral del electrodo mostrado en una vista frontal en la figura 14E, se puede observar que el primer y segundo electrodos 1432 y 1434 se extienden lejos de la superficie definida por el cuerpo del electrodo compuesto 1430, que puede ayudar a obtener un buen contacto con la piel del usuario. El primer y segundo electrodos 1432 y 1434 pueden ser electrodos secos, electrodos humectables o pueden tener almohadillas de gel, ya sea individualmente o en toda la superficie del electrodo compuesto 1430.

A los efectos del presente documento, un conjunto de electrodos puede ser un electrodo único o un electrodo compuesto que tiene dos o más electrodos direccionables individualmente en el mismo. Cualquiera de los ejemplos incluidos en el presente documento que muestren un solo electrodo debe entenderse como que también divulgan el uso de un electrodo compuesto, en lugar de un solo electrodo, que tiene dos o más electrodos direccionables individualmente en el mismo. El lado posterior del electrodo compuesto 1430 también se muestra en la vista lateral de

la figura 14F, e incluye una protuberancia de acoplamiento 1436 que se extiende desde el mismo, dimensionado y formado para ser recibido en una ranura o puerto correspondiente de un dispositivo portátil.

En algunos ejemplos, y en particular en cada ejemplo que muestra un instrumento portátil de tipo estructura (como las figuras 11A a B, 14A a B, 15A a B, 16 y 17A), uno o más electrodos pueden ser parte de un conjunto accionado por resorte que aplicará presión entre el dispositivo portátil y el electrodo para facilitar el contacto con la piel del paciente. Por ejemplo, se puede utilizar una estructura de acordeón accionada por resorte, o una pieza de espuma o esponja, uno o más resortes de láminas en miniatura (una estructura de resorte en forma de arco) como portador de electrodos (Figura 14B, en 1402A, figura 15B, en 1502A) o como una protuberancia de acoplamiento (Figura 14F, en 1436). En algunos ejemplos, los electrodos pueden estar dispuestos en una estructura pivotante o giratoria para ayudar a obtener un buen contacto, por ejemplo, agarres nasales (Figura 10A/B, en 1011, figura 11B en 1132), o las puntas (Figura 11A, en 1125) pueden acoplarse a una estructura con un pivote o un eslabón giratorio. Los electrodos pueden venir en una variedad de tamaños y/o formas, y las estructuras de soporte para mantener los electrodos en su lugar pueden ser ajustables o pueden venir en una variedad de tamaños para permitir que un médico adapte el dispositivo a la anatomía de un paciente en particular, similar a cómo un optometrista puede ajustar las gafas a un usuario. En algunos ejemplos, la estructura general puede venir en una variedad de tamaños o puede estar diseñada con partes reemplazables, tal como para poner en contacto el puente de la nariz o las orejas, o el brazo que se extiende desde la oreja, para adaptarse a la anatomía individual del paciente.

En las figuras 15A a 15B se muestra otro dispositivo médico ilustrativo. En este ejemplo, el dispositivo portátil 1500 generalmente tiene la forma de una estructura que tiene una pieza auricular 1504 y un puente nasal 1510. La estructura lleva uno o más electrodos frontales o almohadillas de electrodo, denominados electrodos 1502. Los electrodos 1502 se llevan en un portador de electrodos 1502A, que se puede ajustar, tal como con un soporte plegable, espuma, alambre o portador accionado por resorte para permitir el ajuste de su posición con respecto al párpado superior o la frente del paciente, dependiendo de la posición deseada. Las piezas auriculares 1504 pueden incluir un electrodo 1506 y una (o ambas, si se desea) pieza auricular 1504 puede incluir un cable 1508 adjunto o extraíble que puede utilizarse para acoplarse a un electrodo de retorno colocado en otra parte del usuario (tal como en el torso, cuello, extremidad, muñeca o mano). Como alternativa, el cable 1508 puede acoplarse a un generador de impulsos o a un cargador, que también puede tener un electrodo de retorno en el mismo y que también puede albergar circuitos y/o una fuente de energía para la administración del tratamiento.

En algunos ejemplos (incluido al menos el de las figuras 15A a 15B, pero también otros que tienen un electrodo remoto unido mediante un cable a una estructura), la estructura puede llevar componentes electrónicos para generar señales de tratamiento y se puede llevar un electrodo remoto en una carcasa que contiene baterías reemplazables o recargables. Dicha configuración de un electrodo remoto en una carcasa que lleva una fuente de energía se puede utilizar en cualquier otro ejemplo divulgado en el presente documento como que tiene un electrodo remoto, proporcionando el beneficio de un peso reducido en la propia estructura y facilitando el uso de baterías más pesadas (o baterías de tamaño convencional relativamente baratas, tal como pilas AA, AAA o de 9V) que no requieren recarga o reemplazo frecuente.

En este ejemplo, la pieza nasal 1510 es algo más grande y puede incluir una ranura o cámara para recibir una o más celdas de batería, o un paquete de baterías, tal como una o más pilas de botón. La batería puede ser una pila primaria, no recargable o puede ser recargable, si se desea. La pieza nasal 1510 también puede llevar componentes electrónicos para el dispositivo de terapia, si se desea. Como se muestra también en la vista superior de la figura 15B, las regiones 1512 y 1514 pueden ampliarse para recibir los componentes electrónicos para el dispositivo 1500. La pieza nasal 1510 puede incluir uno o más electrodos para colocarlos también en la nariz del usuario/paciente también, de manera similar a lo indicado anteriormente con relación a las figuras 11A a 11B.

En la figura 16 se muestra otro dispositivo médico ilustrativo. En este ejemplo, un dispositivo de tratamiento 1600 está configurado para colocarse sobre/en una estructura de gafas 1630, como se indica mediante una flecha 1620. El dispositivo de tratamiento 1600 puede estar hecho de un polímero flexible para recibir la estructura de gafas 1630 en una ranura 1614 que puede formarse a lo largo de la pieza nasal 1610 y también puede extenderse a lo largo de la región 1616 y, opcionalmente, de la región 1618, así como en o cerca de las piezas auriculares 1604.

El dispositivo de tratamiento 1600 se muestra llevando electrodos 1602 (nuevamente, en un ejemplo, adecuados para colocarse en el párpado superior o, como alternativa, en la frente) e incluyen piezas auriculares 1604, que pueden llevar cada uno un electrodo 1606. Una o más de las piezas auriculares 1604 pueden incluir un cable 1608 para acoplarse a un electrodo de retorno remoto o a un generador de impulsos o cargador, según se desee. De nuevo, el dispositivo de tratamiento 1600 puede incluir regiones agrandadas 1612 para alojar o recibir componentes electrónicos en su interior. Si se desea, la pieza nasal 1610 puede adaptarse para recibir o alojar una o más celdas de batería o un paquete de baterías. Como se utiliza en el presente documento, un paquete de baterías puede comprender una estructura que recibe una o más celdas de batería de manera personalizada para facilitar su colocación y extracción de un dispositivo médico portátil. La pieza nasal 1610 puede incluir uno o más electrodos para colocarlos también en la nariz del usuario/paciente también, de manera similar a lo indicado anteriormente con relación a las figuras 11A a 11B.

En las figuras 17A a 17D se muestra otro dispositivo médico ilustrativo. Aquí el ejemplo toma la forma de un dispositivo portátil 1700 generalmente en forma de una estructura, similar a una estructura de gafas y adaptada para recibir lentes 1720, que pueden ser lentes graduadas que corrigen la visión, si se desea. Como se muestra generalmente, una pieza frontal que tiene una pieza nasal 1714 y que lleva un electrodo o almohadilla de electrodo 1702 está acoplada a un primer y segundo brazos que se extienden hasta las piezas auriculares 1706 que están conformadas para entrar en contacto y descansar, al menos en parte, en la(s) oreja(s) del usuario; las piezas auriculares 1706 pueden, en algunos ejemplos, envolver al menos parcialmente la oreja del usuario. Las lentes se pueden colocar como se muestra en 1722 en una ranura 1716 configurada para recibirlas en un ajuste por fricción o ajuste a presión, por ejemplo. Las lentes también pueden, o en lugar de ello, proporcionar protección frente a la luz, por ejemplo, haciendo que el dispositivo portátil 1700 sea adecuado para su uso como gafas de sol. Las lentes 1720 pueden omitirse en otros ejemplos.

Como se muestra en la figura 17A, el dispositivo portátil 1700 incluye almohadillas de electrodos 1702, adaptadas para su colocación en el párpado superior o, como alternativa, en la frente. Las almohadillas de electrodos 1702 pueden comprender uno, dos o más contactos eléctricos direccionables (que pueden ser direccionables por separado y/o agrupados para fines de emisión o detección) y pueden estar fijados permanentemente, ser desechables o pueden incluir contactos eléctricos rodeados o cubiertos por un elemento reemplazable, tal como una almohadilla de gel, un elemento humectable (como un disco de algodón), o pueden ser simplemente electrodos sin capas/acolchado añadido. Las almohadillas de electrodos 1702 pueden ser ajustables, ya sea en términos de la forma de la almohadilla (para que coincida con la frente del usuario) o en términos de cómo cada una se yuxtapone en relación con el dispositivo general 1700 (para adaptarse a diferentes tamaños y formas de cara). El cableado eléctrico (no mostrado) puede pasar a través de la estructura de tipo anteojos que se muestra desde la fuente de energía hasta los componentes electrónicos y los electrodos, dondequiera que cada uno esté posicionado; el cableado eléctrico puede seleccionarse para que sea de un calibre relativamente mayor para proporcionar soporte estructural y/o capacidad de ajuste, si se desea, o pueden ser livianos con estructuras metálicas separadas para soporte estructural y/o capacidad de ajuste. La pieza nasal 1714 incluye uno o más electrodos para colocarlos también en la nariz del usuario/paciente, de manera similar a lo indicado anteriormente con relación a las figuras 11A a 11B.

En otro ejemplo, las piezas auriculares 1706 se pueden reemplazar/intercambiar, mientras que el resto de la estructura mostrada está personalizada para un paciente determinado, tal como mediante impresión 3D u otro proceso de fabricación personalizado para el resto del dispositivo 1700, permitiendo el uso de piezas auriculares modulares, preprogramados o alimentados (suponiendo que los componentes electrónicos y/o la fuente de energía se encuentren allí). Por ejemplo, en lugar de que un usuario con problemas de visión intente cambiar pilas pequeñas (de tamaño similar a las que se usan en los audífonos, por ejemplo), el usuario podría cambiar una pieza auricular completa, lo cual puede ser más fácil de hacer. En algunos ejemplos, el dispositivo 1700 puede tener solo una almohadilla de electrodo 1702, tal como para un usuario que necesita tratamiento en un solo ojo. La forma de cada pieza auricular y del brazo que se extiende hasta él se puede personalizar, con métodos, materiales y diseños conocidos para gafas.

Las piezas auriculares 1706 pueden llevar electrodos 1704 que se sostienen mediante brazos 1708 flexibles o ajustables/moldeables. Una o ambas piezas auriculares 1706 pueden incluir un interruptor 1710 para encender y apagar el dispositivo, así como luces indicadoras que pueden utilizarse para mostrar el estado (encendido/apagado/error, por ejemplo). Las regiones expandidas 1712 se proporcionan opcionalmente en el dispositivo 1700 y pueden recibir o contener componentes electrónicos. Se proporciona nuevamente una pieza nasal 1714, que puede tener el tamaño o la forma adecuados para sostener o recibir una fuente de energía, tal como una o más baterías o un paquete de baterías para el sistema, con baterías recargables o no recargables.

En otros ejemplos, las piezas auriculares pueden albergar la fuente de energía y los componentes electrónicos. Por ejemplo, la pieza auricular 1706 se muestra en el primer plano de la figura; una segunda pieza auricular está oculta a la vista por la lente 1720. La pieza auricular 1706 puede tener el interruptor 1710 y los componentes electrónicos para el sistema, con una batería recargable o no recargable (permanente o reemplazable) que se lleva en la pieza auricular oculta, lo que puede resultar ventajoso al reducir el peso del dispositivo 1700 llevado en la nariz del usuario. Como se ha indicado, la fuente de energía y los componentes electrónicos se pueden colocar en 1712/1714, lo que pondría más peso en la nariz del usuario, proporcionando potencialmente una colocación más segura de la almohadilla de electrodo 1702. Se pueden utilizar en su lugar otras disposiciones de la fuente de energía/batería y de los componentes electrónicos.

Una o ambas piezas auriculares pueden incluir un circuito de recarga inductiva (en el caso de un dispositivo que tenga una batería recargable), aunque dicho circuito de recarga inductiva también puede estar en otro lugar, tal como en las regiones expandidas 1712 opcionales y/o en la pieza nasal 1714, por ejemplo. De manera adicional o como alternativa, se puede proporcionar un puerto en cualquiera de la pieza auricular 1706 o la parte frontal o pieza nasal del dispositivo para recibir un enchufe de cable, tal como un enchufe micro-USB, para facilitar la recarga de una batería y/o la reprogramación de un circuito de emisión de tratamiento. En algunos ejemplos, se puede proporcionar un circuito de comunicación inalámbrica, tal como un circuito Bluetooth o Bluetooth Low Energy, para permitir la telemetría con un dispositivo de programación, tal como un programador médico o un controlador de paciente, cualquiera de los cuales puede ser un dispositivo dedicado o puede ser un dispositivo de propósito general (tal como un teléfono inteligente o una tableta) que tenga una aplicación informática específica que se pueda utilizar para fines de programación.

En las figuras 17B a 17D se muestran configuraciones alternativas de piezas auriculares. Como se muestra en la figura 17B, la pieza auricular 1730 puede acoplarse a un electrodo en un borde del mismo, con un primer pivote en 1734 en forma de rótula que permite el movimiento del electrodo 1732 para adaptarse al contorno de la piel del paciente. Se proporciona un segundo pivote en 1736, que permite el movimiento dentro de un intervalo ilustrado en 1738. La combinación de pivotes 1734 y 1736 puede ayudar a posicionar de forma cómoda y segura el electrodo 1732.

En la figura 17C se muestra otro ejemplo. Aquí, la pieza auricular 1750 incluye un electrodo 1752 que se puede encajar en una ranura para recibirlo y acoplar a la pieza auricular 1750 mediante un cable/correa 1754. En este ejemplo, el electrodo 1752 puede ser un elemento reemplazable y/o puede tener una superficie de contacto adhesiva reemplazable en el mismo. De este modo, el electrodo 1752 puede llevarse en la pieza auricular 1750 cuando no se utiliza y retirarse de su ranura para su uso.

en la figura 17D se muestra otra pieza auricular alternativa. Aquí, la pieza auricular 1770 está acoplada a un electrodo 1772 con una rótula 1774, que puede utilizarse para orientar el electrodo 1774 con respecto al contorno de la piel del paciente, logrando un contacto bueno y cómodo en toda el área del electrodo 1774. Se proporciona un segundo pivote en 1776, que permite el movimiento dentro de un intervalo mostrado por las flechas 1778.

En el presente documento varios ejemplos, que incluyen lo que se muestra en las figuras 1, algunas versiones de las figuras 11A a 11B, la figura 12, 14A a 14F, 15A a 15B, 16 y 17A a 17D, pueden caracterizarse por la omisión de cualquier electrodo en la cara del usuario debajo de la abertura palpebral. Determinados intentos previos de tratamiento eléctrico aplicado al ojo pueden incluir electrodos dispuestos alrededor del ojo, tanto superior como inferior a la apertura palpebral, sin embargo, este tratamiento puede enfocar la energía hacia la parte anterior del ojo, en lugar de dirigir la corriente más profundamente dentro del ojo, donde las máculas y/o el nervio óptico pueden recibir energía suministrada. Portanto, y, por ejemplo, en estas realizaciones ilustrativas se pueden diferenciar dispositivos anteriores o alternativos que utilizan estímulos eléctricos colocados anteriormente para proporcionar tratamiento al ojo y/o a los tejidos circundantes. Otros ejemplos, como se muestra antes, pueden incluir electrodos alrededor de la abertura del ojo.

La siguiente descripción se aplica a cualquiera de los dispositivos portátiles 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 y/o 1700 descritos anteriormente, pero para simplificar, se utilizarán los números de referencia del dispositivo portátil 100. Los parches de tratamiento 124 pueden ser desechables o reutilizables. Los parches de tratamiento reutilizables 124 pueden estar unidos permanentemente al dispositivo portátil 100. El controlador 140 puede proporcionar control del patrón de activación del electrodo 122, así como un interruptor de encendido/apagado, o simplemente proporcionar un interruptor de encendido/apagado. El dispositivo portátil 100 puede utilizar baterías recargables, baterías desechables o un cable de alimentación. Las baterías recargables se pueden cargar con un cable de carga USB o una unidad de inducción. Cualquiera de los parches de tratamiento 124 indicados anteriormente en cualquier realización puede ser seco o húmedo. El tratamiento puede administrarse de manera bipolar (tal como con un primer y un segundo electrodo, ambos dispuestos alrededor de un solo ojo del usuario) o de manera monopolar (tal como con un primer electrodo en el ojo del usuario y un segundo electrodo de retorno alejado del ojo). El electrodo de retorno para cualquier realización indicada anteriormente se puede colocar en cualquier parte del cuerpo del paciente separada del área de los ojos, incluido sobre o detrás de la oreja, en la sien, en o cerca de la boca, cuello, hombro, espalda, pecho, dorso de la mano, brazo, etc.

En algunas realizaciones, el dispositivo portátil 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 y/o 1700 (y variaciones, sistemas o componentes del mismo divulgados en el presente documento) y/o partes del mismo, pueden estar hechos de, o incluir, plásticos, metales, aleaciones, telas, compuestos o combinaciones de los mismos. Como se ha dicho en diversas ocasiones anteriormente, los dispositivos portátiles 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1500, 1600 y/o 1700 pueden llevar o contener, o estar conectados, tal como mediante una conexión cableada, a los componentes electrónicos como se ha descrito anteriormente en relación con la carcasa 110, que incluyen, por ejemplo, un microcontrolador, memoria, circuitos de entrada de detección y circuitos de emisión para generar cualquier forma adecuada de emisión, incluidos voltaje, corriente, luz, energía mecánica, etc.

Los ejemplos anteriores pueden utilizarse para administrar tratamiento de modulación ocular. Como se utiliza en el presente documento, "modulación ocular" se refiere al tratamiento del ojo con una señal, administrada de forma no invasiva o mínimamente invasiva, para lograr un beneficio terapéutico. El beneficio terapéutico puede incluir, por ejemplo, y sin limitación, mejorar o alterar el flujo sanguíneo, aumentar o disminuir la síntesis, degradación, unión, liberación o actividad de proteínas, enzimas, ADN, ARN, polisacáridos u otras biomoléculas fisiológicas o patológicas endógenas; y/o aumentar, disminuir, activar, desactivar bio vías fisiológicas o patológicas, etc. La modulación ocular puede combinarse con la administración de productos farmacéuticos, biomoléculas derivadas exógenamente, terapia celular, o partículas foto, electro o magnetorreactivas o activas, tales como nanopartículas, antes, durante o después de aplicar una señal eléctrica.

En algunos ejemplos, los dispositivos y sistemas divulgados en el presente documento son adecuados para su uso junto con tratamientos de trasplante de células madre exógenas y/o endógenas. Por ejemplo, un método puede comprender la administración de estimulación eléctrica antes, durante o después del trasplante de células madre para

mejorar la supervivencia, integración, reparación y/o reemplazo celular. En algunas ilustraciones, el uso de los métodos y sistemas divulgados en el presente documento puede mejorar la supervivencia de las células naturales, supervivencia de las células trasplantadas, integración de células trasplantadas y formación de sinapsis funcionales y/o regeneración de axones. Por ejemplo, se puede estimular que un almacén celular trasplantado o implantado se integre con éxito con la retina mediante la aplicación de campos eléctricos, incluido el uso de campos estáticos o variables, en donde la variación puede incluir cualquier variación espacial o temporal. Los ejemplos no limitantes de tipos de células madre endógenas que pueden ser adecuados para el trasplante junto con sistemas o dispositivos de la presente invención incluyen células de Müller, células epiteliales pigmentarias de la retina (células EPR) y células epiteliales pigmentadas ciliares (EPC). Los ejemplos no limitantes de células madre exógenas adecuadas para el trasplante de acuerdo con algunas realizaciones de la invención incluyen células madre neurales (CMN), células madre mesenquimales (CMM) procedentes de la médula ósea, tejido adiposo o pulpa dental y células madre de la masa celular interna del blastocisto y células madre pluripotentes inducidas (CMPi). Véase, por ejemplo, "Using Electrical Stimulation to Enhance the Efficacy of Cell Transplantation Therapies for Neurodegenerative Retinal Diseases: Concepts, Challenges, and Future Perspectives", Abby Leigh Manthey, *et al.*, Cell Transplantation, vol. 26, páginas 949-965, 2017.

En algunos ejemplos, la combinación de sistemas de terapia de la invención con agentes biológicos o farmacéuticos puede proporcionar una eficacia mejorada o efectos secundarios reducidos asociados con dichos agentes biológicos o farmacéuticos cuando se administran solos. Los agentes farmacéuticos que se utilizan actualmente para reducir el crecimiento de nuevos vasos sanguíneos en la DME húmeda incluyen antiangiogénicos, tales como Bevacizumab (Avastin®), Ranibizumab (Lucentis®) y Aflibercept (Eylea®), etc. Si bien se conocen los beneficios de estos agentes para mitigar los síntomas asociados con la DME húmeda, estos también pueden tener efectos secundarios, incluido el aumento de la presión ocular, inflamación del ojo y otros. Un beneficio de los sistemas divulgados en el presente documento incluye la modulación de las citocinas y otros factores inflamatorios endógenos implicados en el proceso de inflamación. En algunas realizaciones, se prevé la administración de agentes antiangiogénicos u otros productos farmacéuticos junto con tratamiento eléctrico aplicado simultáneamente con, antes (por ejemplo 1, 2, 12, 24, 36, 48 y/o 96 o más horas antes) o después (por ejemplo 1, 2, 12, 24, 36, 48 y/o 96 o más horas después) de la inyección de dichos antiangiogénicos, en los parámetros de estimulación utilizados en el presente documento, puede mejorar beneficiosamente la eficacia y/o reducir la probabilidad de efectos secundarios asociados con la administración de dichos agentes.

Se divulgan varios modos diferentes de administración de energía, incluida la mecánica (tal como la energía sónica, incluyendo, por ejemplo, ultrasonidos), basada en la luz (tal como mediante la administración de luz colimada o no colimada con, por ejemplo, un láser, un diodo emisor de luz, etc.), eléctrica (tal como mediante la administración de una señal eléctrica) y/o magnética (tal como mediante la generación de un campo o campos magnéticos) y combinaciones de las mismas. En algunos ejemplos, se utiliza un modo de administración del tratamiento, mientras que se utiliza el mismo modo de detección o uno diferente para controlar la administración del tratamiento. Un componente de varios ejemplos es el uso de configuraciones que están adaptadas para proporcionar un mejor contacto con el tejido, ubicación de administración de tratamiento mejorada, mejora de la eficacia de la administración de energía, tratamiento dirigido, menor probabilidad de lesión o irritación de los tejidos y/o mejor comodidad y/o cumplimiento del paciente.

En algunos ejemplos, también se puede proporcionar estímulo eléctrico para facilitar el diagnóstico. Por ejemplo, se puede generar un estímulo eléctrico como un voltaje controlado y se puede medir la corriente que fluye, o se pueden medir los voltajes detectados en electrodos que no son de ánodo/cátodo, para determinar impedancias y/o características de contacto del tejido. En sentido general, una impedancia más baja indica un mejor contacto con la piel y mejores características de transferencia de energía o corriente.

Se pueden comprender diversas características para administrar el tratamiento mediante la revisión de, por ejemplo y sin intención de limitarlo, la patente de EE. UU. 7.251.528 de Harold, la solicitud de patente provisional de EE. UU. con número de serie 62/739.810, presentada el 1 de octubre de 2018 y titulada *SYSTEM AND METHODS FOR CONTROLLED ELECTRICAL MODULATION FOR VISION THERAPY*, la solicitud de patente provisional de EE. UU. con número de serie 62/774.093, presentada el 30 de noviembre de 2018, titulada *HEAD WORN APPARATUSES FOR VISION THERAPY*, y la solicitud de patente provisional de EE. UU. con número de serie 62/832.134, titulada *SYSTEMS AND INTERFACES FOR OCULAR THERAPY*, cuyas divulgaciones muestran formas de onda, estructuras, aparatos y sistemas para la administración de modulación ocular. Dichas divulgaciones también proporcionan opciones e implementaciones adicionales de los componentes electrónicos de los dispositivos y sistemas en el presente documento.

En algunos ejemplos, se adopta un enfoque de electrodo bipolar, sin el uso de un electrodo de retorno remoto. En otros ejemplos, se puede administrar un tratamiento monopolar, con uno o más electrodos ubicados en un párpado o cerca del ojo como ánodo o cátodo, y un electrodo remoto en otra parte del usuario, tal como en la cabeza, torso o una extremidad. Por ejemplo, es posible que haya un electrodo de retorno en el brazo del usuario, mano, hombro, pecho, espalda, cuello, boca, sobre o detrás de la oreja, o la sien del usuario. Se puede administrar un tratamiento bifásico, que permite equilibrar la carga de la emisión y hacer uso de cada electrodo como ánodo y cátodo durante la emisión del tratamiento. Como alternativa, se puede proporcionar un tratamiento monofásico, haciendo uso de

electrodos particulares únicamente como ánodos o como cátodos; para evitar un coque posterior al tratamiento (similar a un choque estático), los electrodos pueden conectarse a tierra durante un período de tiempo para drenar cualquier voltaje residual en la superficie de contacto tejido/electrodo. En otros ejemplos más, se administran tanto tratamientos bifásicos como monofásicos, por ejemplo, en un tratamiento modelado que utiliza cada tipo de administración de tratamiento de manera alterna o cíclica. En un ejemplo, el tratamiento monofásico puede proporcionarse por un período de tiempo fijo, con posterior inversión de fase y posterior administración durante otro período de tiempo fijo, evitando la sobrepolarización, lo que podría llevar a, por ejemplo, el reclutamiento muscular o puede estimular la corrosión u otros daños en la superficie de contacto electrodo-tejido.

La forma de onda puede variar. Si se desea, se pueden administrar ondas sinusoidales, triangulares, en rampa (hacia arriba o hacia abajo), exponenciales (hacia arriba o hacia abajo) o cuadradas en cualquiera de las emisiones controladas por corriente, voltaje o potencia. Por ejemplo, una emisión controlada por corriente puede proporcionar una onda cuadrada de corriente constante durante su duración. En otro ejemplo, una emisión controlada por voltaje puede tomar la forma de una emisión que decae exponencialmente. Si se desea, se pueden utilizar otras combinaciones y formas. En algunos ejemplos, un circuito de emisión del módulo electrónico puede configurarse entre una primera configuración que proporciona emisiones controladas por corriente y una segunda configuración que proporciona salidas controladas por voltaje. Por ejemplo, se puede proporcionar un primer bucle de retroalimentación que controle el voltaje a través de los electrodos de emisión (para control de voltaje), mientras que un segundo circuito de retroalimentación controla el voltaje a través de una resistencia (para control de corriente) que está en serie con los electrodos de emisión, y el circuito de control, tal como un microprocesador, ASIC o máquina de estados, se puede programar para seleccionar uno u otro de los bucles de retroalimentación a utilizar.

En algunos ejemplos, la forma de onda de emisión puede comprender una onda portadora modulada, tal como una emisión modulada de 1 Hz a 1 MHz, con forma de onda cuadrada; se pueden utilizar frecuencias más altas o más bajas. En un ejemplo, una onda portadora toma la forma de una onda cuadrada con una frecuencia de 1 kHz a 40 kHz y un ciclo de trabajo del 50 %, modulada por una señal envolvente de una frecuencia más baja como se analiza en la patente de EE. UU. n.º 7.251.528. El ciclo de trabajo puede variar del 1 % al 100 %, si se desea. La envolvente puede ser una onda cuadrada en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 100 kHz, más preferentemente de aproximadamente 1 a aproximadamente 1000 Hz, o de aproximadamente 1 a 400 Hz. En otro ejemplo, la envolvente puede tener un valor seleccionado de 10, 20, 30, 40, 50, 100, 200, 300, 500 o 1000 Hz; se pueden utilizar otras frecuencias envolventes. En otro ejemplo más, el usuario puede recibir una serie de emisiones de frecuencia diferentes, mediante la variación de la frecuencia envolvente y/o la variación de la frecuencia portadora. En cambio, la onda portadora o la envolvente puede ser sinusoidal, si se desea, o puede tener una forma diferente, tal como triangular, en rampa, etc. En algunos ejemplos, los factores adicionales pueden ser parámetros programables, tal como el ciclo de trabajo, ancho de impulso de la señal portadora o señal envolvente. En un ejemplo, se proporciona una emisión monopolar, con cambios periódicos de la polaridad para mantener el equilibrio de carga en la superficie de contacto del tejido. Por ejemplo, algunas realizaciones de un aparato de tratamiento portátil proporcionan una emisión de estímulo como un primer tren de impulsos de emisión monofásicos de una primera polaridad, y un segundo tren de impulsos de emisión monofásicos de polaridad opuesta al primer tren. En otros ejemplos, se puede permitir que la emisión del tratamiento deje un desequilibrio de carga residual.

En otro ejemplo, se proporciona una señal de tratamiento con una frecuencia de aproximadamente 1 Hz a aproximadamente 1 MHz, y se omite la combinación de portadora y envolvente. Por ejemplo, se puede proporcionar una emisión como una onda cuadrada bifásica con una frecuencia en el intervalo de 10 Hz a 20 kHz, o de aproximadamente 100 Hz a aproximadamente 15 kHz, con la emisión administrada durante un período de tiempo fijo, tal como de 1 milisegundo a aproximadamente 1 hora, o de aproximadamente 100 milisegundos a aproximadamente 30 minutos. La forma de onda puede administrarse repetidamente, a intervalos fijos o aleatorios, y puede adoptar otras formas, incluidas las triangulares, senoide, etc. Las señales de tratamiento pueden administrarse con un encendido suave o una rampa, en la que la señal de emisión del tratamiento aumenta desde un nivel inicial (tal como 0 voltios o 0 amperios) hasta el nivel de tratamiento deseado en el transcurso de unos pocos milisegundos a unos pocos segundos, o más. Otros parámetros, incluido el ancho de impulso, fuera de tiempo, frecuencia de conmutación de polaridad (si se utiliza), etc. también pueden variar.

También se puede configurar una amplitud programable utilizando, por ejemplo, fuerza, corriente o voltaje como variable controlada. En algunos ejemplos, la corriente puede administrarse en el intervalo de aproximadamente 0,1 a 2000 microamperios, o en el intervalo de aproximadamente 1 a aproximadamente 1000 microamperios, o en el intervalo de aproximadamente 300 a 500 microamperios, utilizando cualquiera de los parámetros mencionados anteriormente para la forma de onda, frecuencia, ciclo de trabajo, etc.

Se pueden utilizar otras configuraciones específicas, incluidas las divulgadas y analizadas con mayor detalle en las solicitudes de patente de EE. UU. n.º 16/589.383, 16/697.689 y/o 16/844.421, la patente de EE. UU. n.º 7.521.528 y/o las solicitudes de patente provisionales de EE. UU. n.º 62/867.421 y 62/873.450.

Se puede permitir al usuario modificar libremente los parámetros, o se puede restringir el acceso a un usuario clínico, o es posible que el usuario pueda modificar los parámetros dentro de un intervalo más estrecho controlado por un médico. Por ejemplo, se puede permitir que un médico establezca la corriente en un intervalo de 1 a aproximadamente

- 1000 microamperios, mientras que el usuario sólo puede modificar la corriente, una vez establecida por el médico, dentro de un intervalo de más/menos 100 microamperios, o más o menos. En algunos ejemplos, es posible que al usuario no se le permita cambiar los parámetros. Un ejemplo de método puede comprender las etapas de un usuario que se pone cualquiera de los dispositivos portátiles anteriores, o alternativas a los mismos, para colocar el uno o más
- 5 electrodos de los mismos en una posición deseada, instruida o terapéutica y activar los circuitos de los dispositivos portátiles, cuando así se proporcionan, para administrar el tratamiento. Otro ejemplo más de método comprende cualquiera de los dispositivos portátiles anteriores que emiten impulsos de tratamiento a través de sus electrodos con el fin de tratar, revertir, prevenir, detener o abordar de otro modo una enfermedad del ojo o de los tejidos circundantes.
- 10 En algunos ejemplos, se puede adoptar un enfoque de circuito cerrado en donde el circuito de detección en el aparato está configurado para detectar parámetros seleccionados de administración de tratamiento o detectar otros parámetros, tal como acontecimientos biológicos. Por ejemplo, se ha demostrado que los usuarios pueden experimentar destellos de luz, conocidos como fosfenos, durante el tratamiento. Para permitir que un usuario realice actividades ambulatorias u otras actividades, los fosfenos se pueden evitar haciendo que el dispositivo los detecte y
- 15 reduzca la potencia de emisión cuando los detecte para limitar el impacto en la experiencia visual del usuario. Otro enfoque puede ser probar ocasional o periódicamente el umbral de fosfeno de un usuario, como al inicio de una sesión de tratamiento, y después establecer los parámetros de tratamiento para utilizar el ciclo de trabajo, amplitud, densidad de corriente u otro factor para que los estímulos terapéuticos se administren a un nivel que esté por debajo del umbral del fosfeno. Dichas pruebas pueden incluir además que el usuario mueva su ojo a diferentes posiciones durante la
- 20 prueba de umbral (es decir, mirando hacia arriba, abajo, izquierda o derecha) mediante la emisión de uno o más comandos al usuario para modificar la posición del ojo durante la prueba del umbral de fosfeno. Evitar los fosfenos también puede ser útil para pacientes que padecen otras afecciones, tales como epilepsia o migrañas, que pueden desencadenarse o agravarse con la exposición a destellos de luz.
- 25 La capacidad de seleccionar entre varios pares de electrodos puede ser útil para brindar un tratamiento dirigido a distintas afecciones mediante el uso selectivo de los electrodos. Por ejemplo, el glaucoma generalmente se asocia con estructuras de transporte de líquido en el ojo que son más superficiales, anatómicamente, que las estructuras asociadas con una afección tal como la degeneración macular. Por lo tanto, en un ejemplo, pueden utilizarse electrodos relativamente más espaciados o regímenes de tratamiento bipolar para tratar el glaucoma, mientras se pueden utilizar
- 30 electrodos más espaciados y/o regímenes de terapia monopolar para tratar la degeneración macular, para un usuario que padece o está en riesgo de padecer ambas afecciones.
- En aun otro ejemplo más, una corriente que fluye entre dos electrodos en una pieza ocular puede ser útil en pacientes con glaucoma para provocar la contracción o expansión de las regiones del músculo ciliar, abriendo la raíz del iris y facilitando el drenaje a través de la malla trabecular. En algunos ejemplos, una corriente aplicada por una pieza ocular
- 35 puede energizar un catéter colocado en la malla trabecular para ayudar al flujo de líquido, o puede energizar un dispositivo colocado en otra parte del ojo para provocar otros efectos terapéuticos beneficiosos, tales como estímulo térmico, luminoso o eléctrico que afecta las estructuras neuronales u otras estructuras del ojo. En los ejemplos se prevé que la colocación de un electrodo bipolar alrededor de una pieza ocular puede proporcionar una estimulación seleccionada para rehabilitar un músculo ciliar atrofiado antes o después de la implantación de una lente intraocular artificial. En otros ejemplos más, también se pueden dirigir a otras estructuras de la cabeza, tal como el nervio óptico y/o dianas en o alrededor del cerebro, los senos nasales o el ojo.
- 40 Se pueden configurar múltiples patrones o programas de tratamiento para un dispositivo. Por ejemplo, los componentes eléctricos pueden comprender una máquina de estados o un microprocesador con estados almacenados o instrucciones almacenadas, respectivamente, para administrar patrones o tipos de tratamiento preseleccionados. Los patrones de tratamiento se pueden definir de acuerdo con qué electrodos se seleccionan para su uso (y en qué función: tierra, ánodo, cátodo, etc.) y las características de emisión para cada canal de emisión (ancho de pulso, frecuencia, amplitud, amplitud relativa, forma del pulso, ciclo de trabajo, intervalos entre pulsos, patrones de ráfaga, etc.). Un médico puede establecer dichos patrones o programas durante una sesión de programación
- 45 utilizando, por ejemplo, un dispositivo clínico, tal como un teléfono móvil, tableta u ordenador, o un dispositivo programador dedicado, según se desee.
- Si bien la descripción anterior muestra en general el uso de una batería o batería recargable, se pueden utilizar otras
- 50 fuentes de energía. En algunos ejemplos, se puede omitir una batería y utilizar en su lugar un condensador o supercondensador, permitiendo la carga y descarga a lo largo del tiempo. Por ejemplo, una antena receptora o una bobina inductiva pueden recibir energía emitida por un dispositivo remoto y la energía recibida se puede utilizar para cargar un condensador. Una vez que el condensador esté cargado al nivel deseado, el condensador se puede descargar para administrar el tratamiento al usuario. Para determinar si el condensador está en el nivel deseado, se
- 55 puede, por ejemplo, colocar un comparador en el sistema para comparar con un voltaje de referencia, o colocar un rectificador controlado por silicio que, una vez alcanzado el nivel de voltaje deseado, cerrará un interruptor que permite la descarga del condensador y se abrirá nuevamente una vez que el condensador se haya descargado al menos hasta una cantidad umbral.
- 60 Como se ha indicado, la estructura del circuito de control puede comprender un microcontrolador, microprocesador o una máquina de estados, según se desee y se adapte a las necesidades particulares de un sistema. Se puede incluir
- 65

- memoria volátil o no volátil para almacenar varios parámetros, configuraciones y datos, tal como información del paciente, programas de tratamiento que se pueden utilizar, límites de los parámetros del tratamiento, información de diagnóstico y/o historial de uso, etc. Se pueden proporcionar circuitos de conversión de analógico a digital para convertir señales detectadas, tal como una impedancia detectada, fosfeno detectado, movimiento ocular detectado, emisión de un acelerómetro, etc. a datos digitales para su análisis y/o almacenamiento. También se pueden incluir circuitos de conversión de digital a analógico para permitir, por ejemplo, una señal de control que se convertirá de un formato digital a una emisión analógica que controla una o más de frecuencia, forma de onda, amplitud, etc. de un estímulo de emisión o tratamiento.
- 10 En algunos ejemplos el aparato puede detectar cuando lo usa un paciente, tal como mediante la detección de la impedancia entre dos electrodos, la detección de la emisión de un sensor térmico o cualquier otro método de detección adecuado. En un ejemplo, el usuario puede encender el dispositivo con un interruptor, pero el tratamiento solo se iniciará cuando el circuito de control determine que los electrodos de estímulo se han colocado en el tejido del paciente con buen contacto (es decir, menor impedancia) para evitar descargas eléctricas accidentales cuando se ajusta, mueve, coloca, retira, etc. el dispositivo.
- 15 En algunos ejemplos, los componentes eléctricos utilizados para administrar tratamiento eléctrico a través de los electrodos pueden incluir una topología multicanal. Se pueden utilizar fuentes de voltaje y/o corriente direccionables por separado, teniendo una fuente, dos fuentes o tantas fuentes como electrodos haya, si se desea, o incluso con más fuentes que electrodos. Algunas fuentes pueden generar corriente (fuentes de corriente) o consumir corriente (sumideros de corriente), mientras que otros pueden proporcionar voltajes positivos o negativos en relación con la referencia/tierra del sistema. En algunos ejemplos, puede haber circuitos de voltaje o corriente dedicados para cada electrodo, mientras que, en otros ejemplos, un banco de circuitos generadores de voltaje o corriente puede estar acoplado mediante una matriz de interruptores o un multiplexor a los electrodos de emisión, permitiendo que los circuitos generadores de tratamiento se agrupen en un solo electrodo de emisión o se distribuyan en varios electrodos. Se puede utilizar en su lugar una emisión de un solo canal, si se desea.
- 20 La miniaturización de un estimulador neuronal se ha llevado a grandes extremos, que incluyen proporcionar comunicación, emisión de impulso, almacenamiento de energía y/o circuitos de control en dispositivos implantables de apenas unos gramos y centímetros cúbicos, tal como se muestra en las patentes de EE. UU. 5.193.540 y 8.612.002. Más aún, también se ha demostrado la posibilidad de disponer de emisiones de múltiples canales, incluso, por ejemplo, en las patentes de EE. UU. 5.643.330 y 6.516.227. Los circuitos y las capacidades de los sistemas divulgados en estas patentes se pueden integrar en varias de las realizaciones anteriores según se desee.
- 25 Se debe entender que esta divulgación es, en muchos aspectos, sólo ilustrativa. Se podrán realizar cambios en los detalles, particularmente en cuestiones de forma, tamaño y disposición de las etapas sin exceder el alcance de la divulgación. Esto puede incluir, en la medida que sea adecuado, el uso de cualquiera de las características de una realización ilustrativa que se utiliza en otras realizaciones. El alcance de las reivindicaciones es, por supuesto, definido en el idioma en que se expresan las reivindicaciones adjuntas. La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.
- 30
- 35

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo portátil (500, 1700) para proporcionar tratamiento a un usuario, comprendiendo el dispositivo:
una estructura (510) que tiene una primera y una segunda pieza auricular (512, 1706), y
5 una pieza frontal y un primer y segundo brazos que se extienden desde ella,
incluyendo la pieza frontal una pieza nasal (1714), extendiéndose el primer y segundo brazos desde la pieza frontal
hasta la primera y segunda pieza auricular, respectivamente, que están conformadas para entrar en contacto y
descansar, al menos en parte, en la oreja del usuario;
10 al menos un electrodo frontal (522, 1702) o almohadilla de electrodo (520, 1702) colocado en la pieza frontal;
al menos un electrodo auricular (1704) colocado en al menos una de las piezas auriculares;
una fuente de energía; y
un circuito de control (740, 1040, 1240) acoplado a la fuente de energía, estando configurado el circuito de control
para emitir señales eléctricas a través del electrodo frontal o la almohadilla del electrodo frontal y el electrodo
auricular para proporcionar tratamiento al ojo del usuario.
- 15 2. El dispositivo portátil de la reivindicación 1, en donde la fuente de energía es una batería recargable.
3. El dispositivo portátil de la reivindicación 1, en donde la fuente de energía es una batería reemplazable.
- 20 4. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el circuito de control está contenido en
la primera pieza auricular y la fuente de energía está contenida en la segunda pieza auricular.
5. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la pieza frontal comprende una primera
parte expandida y una segunda parte expandida a cada lado de la pieza nasal, estando contenido el circuito de control
25 en la primera parte expandida y la fuente de energía en la segunda parte expandida.
6. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el circuito de control está contenido en
la pieza nasal.
- 30 7. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 o 6, en donde la fuente de energía está contenida
en la pieza nasal.
8. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior, en donde el al menos un electrodo frontal o almohadilla
del electrodo está acoplado a la pieza frontal mediante un portador de electrodo configurado para colocar el al menos
35 un electrodo frontal o almohadilla del electrodo contra la frente del usuario cuando lo lleva puesto.
9. El dispositivo portátil de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el al menos un electrodo frontal o
almohadilla del electrodo está acoplado a la pieza frontal mediante un portador de electrodo configurado para colocar
el al menos un electrodo frontal o almohadilla del electrodo contra el párpado superior del usuario cuando lo lleva
40 puesto.
10. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior en donde el al menos un electrodo frontal es ajustable o
móvil con respecto a la cabeza del usuario.
- 45 11. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior en donde el al menos un electrodo frontal es ajustable o
móvil con respecto a la estructura.
12. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior caracterizado además por la omisión de cualquier
electrodo en la cara del usuario debajo de la abertura palpebral.
- 50 13. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior en donde el electrodo auricular se sostiene en un brazo
flexible o móvil.
14. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior en donde la pieza frontal está configurada para recibir
55 una primera y una segunda lente.
15. El dispositivo portátil de cualquier reivindicación anterior que comprende además un interruptor de
encendido/apagado (1710) accionable por el usuario colocado en una de la primera y segunda piezas auriculares.

FIG. 1A

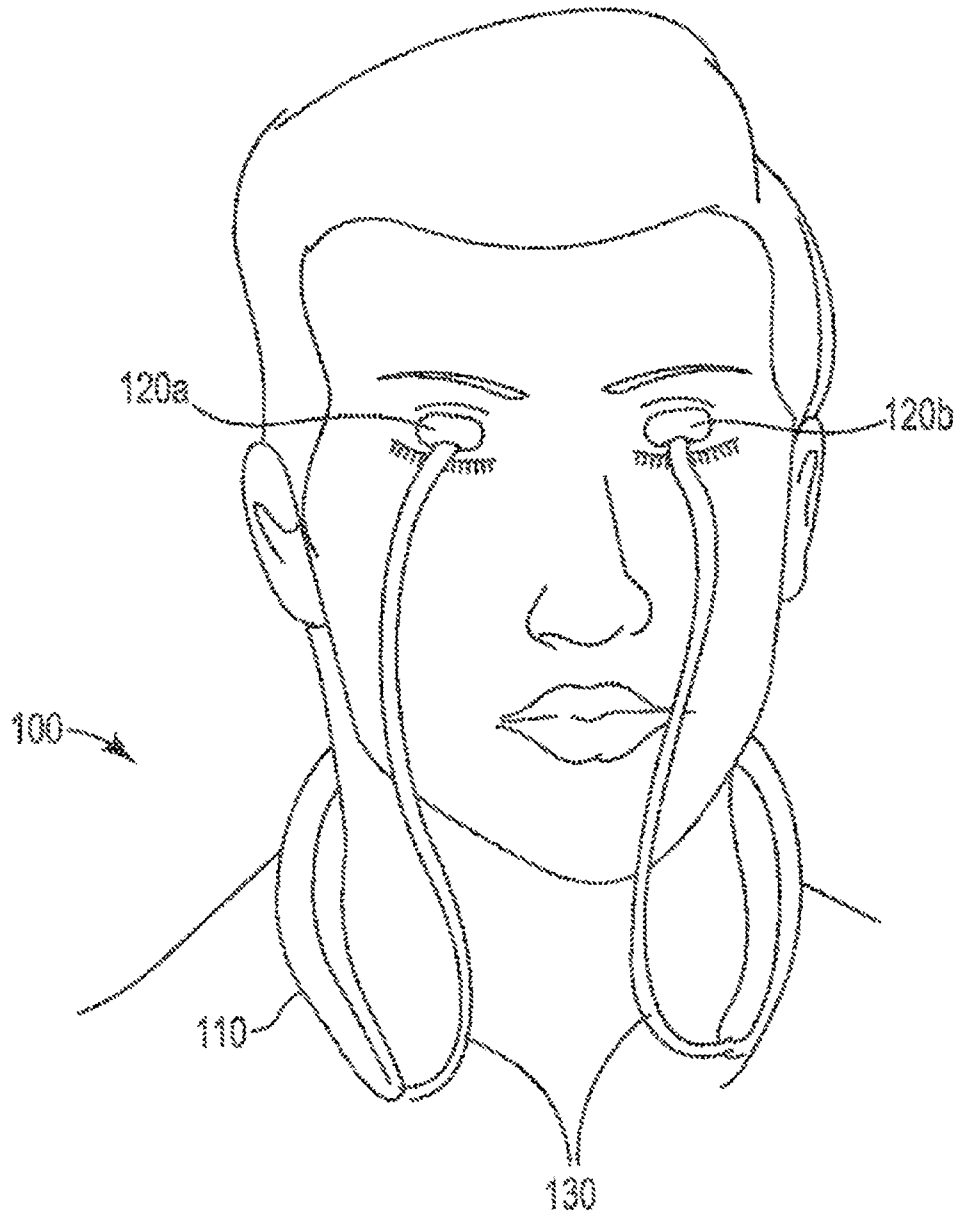


FIG. 1B

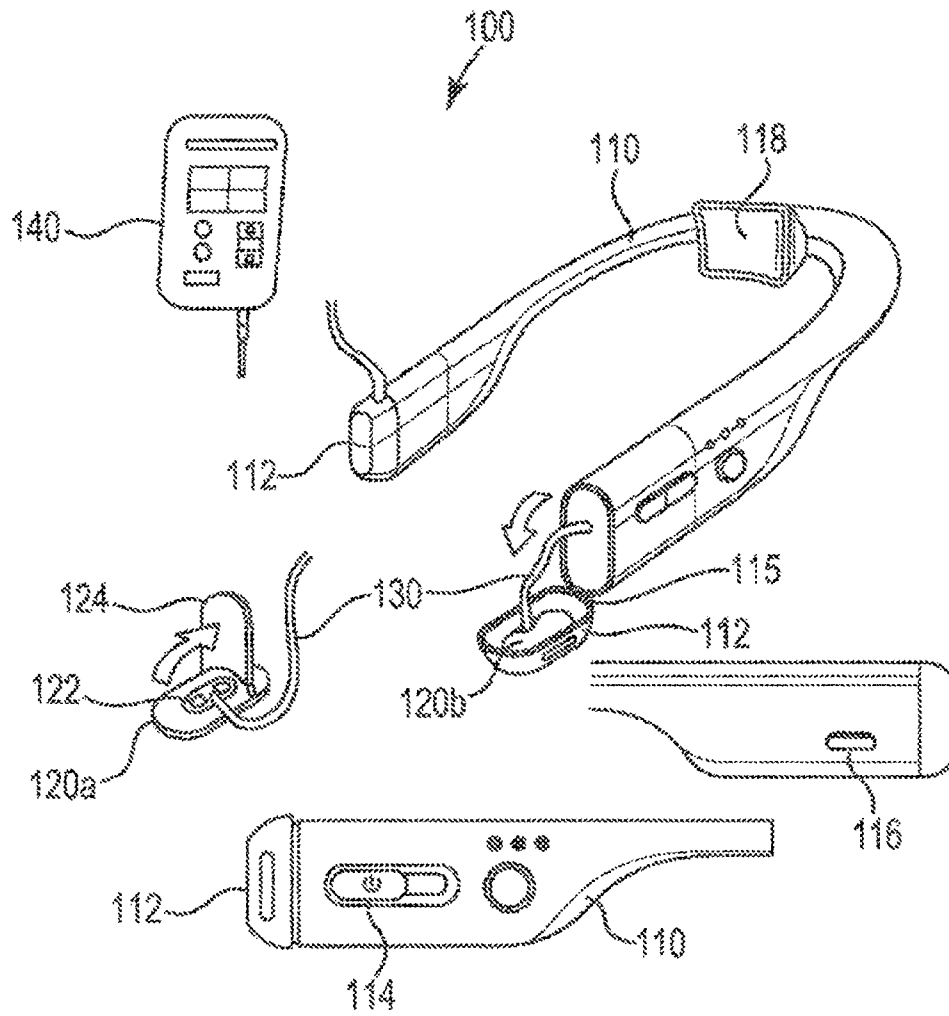


FIG. 2

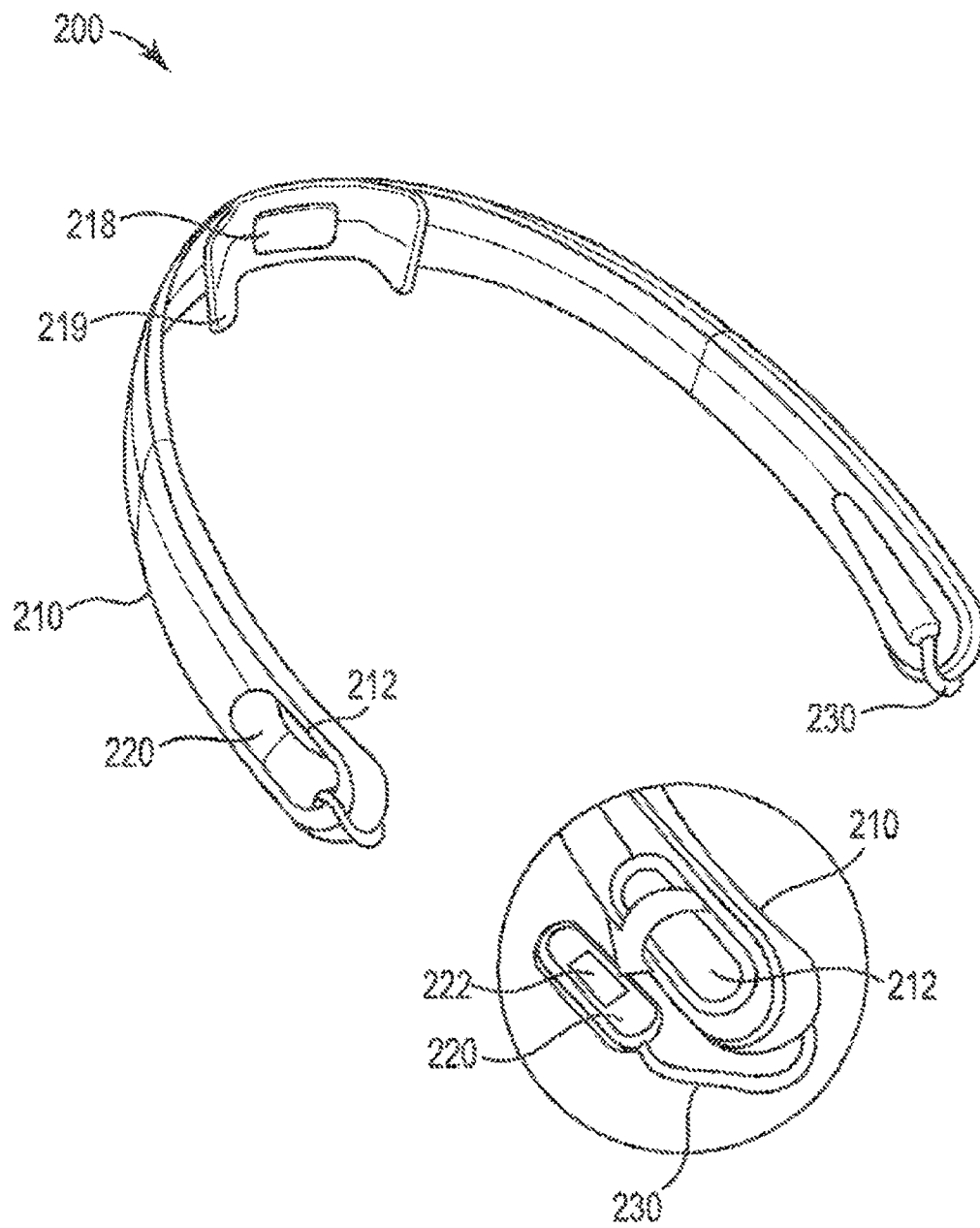


FIG. 3A

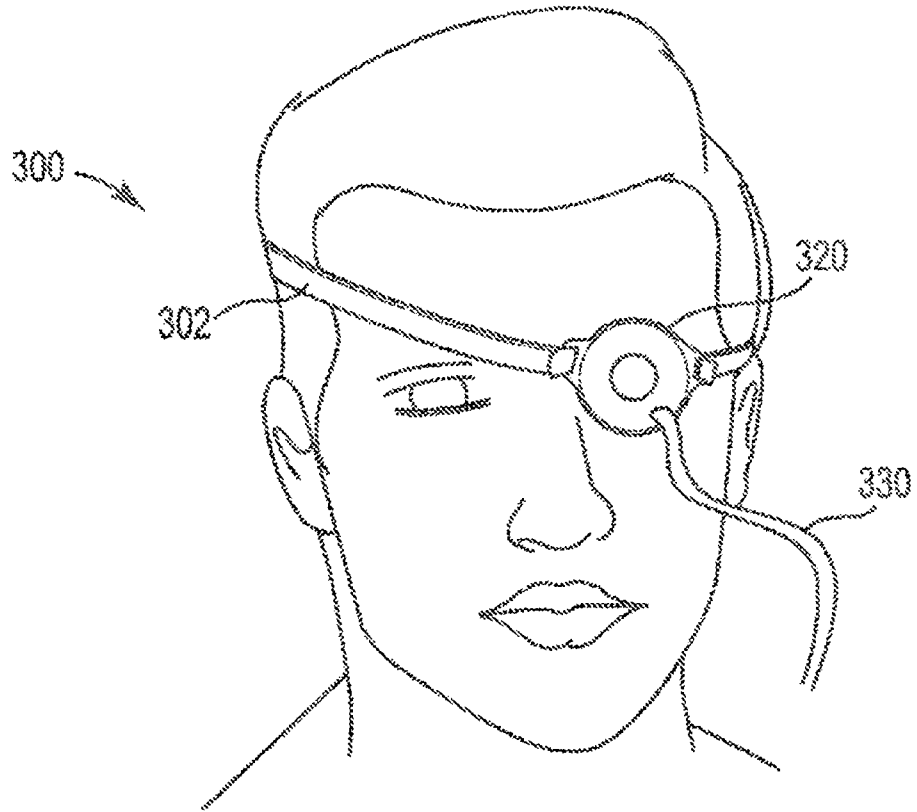


FIG. 3B

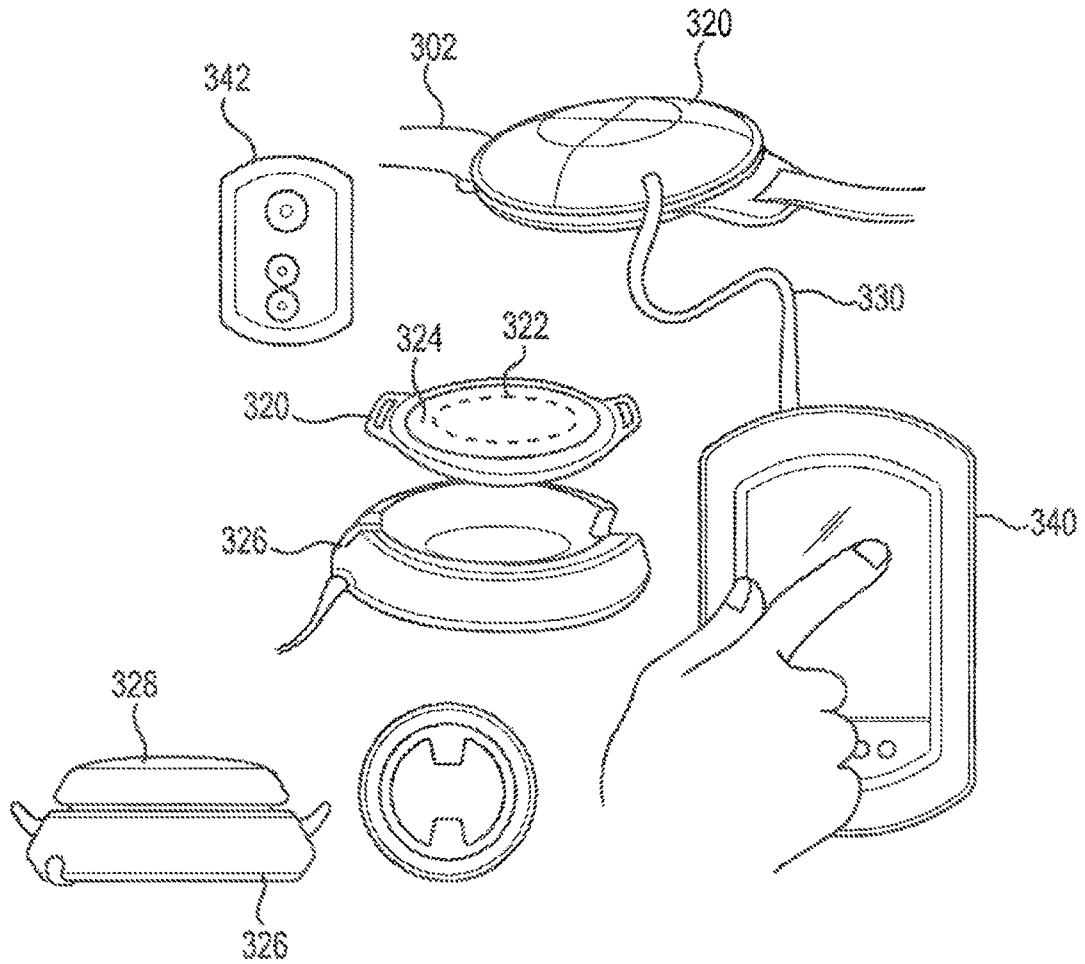


FIG. 4

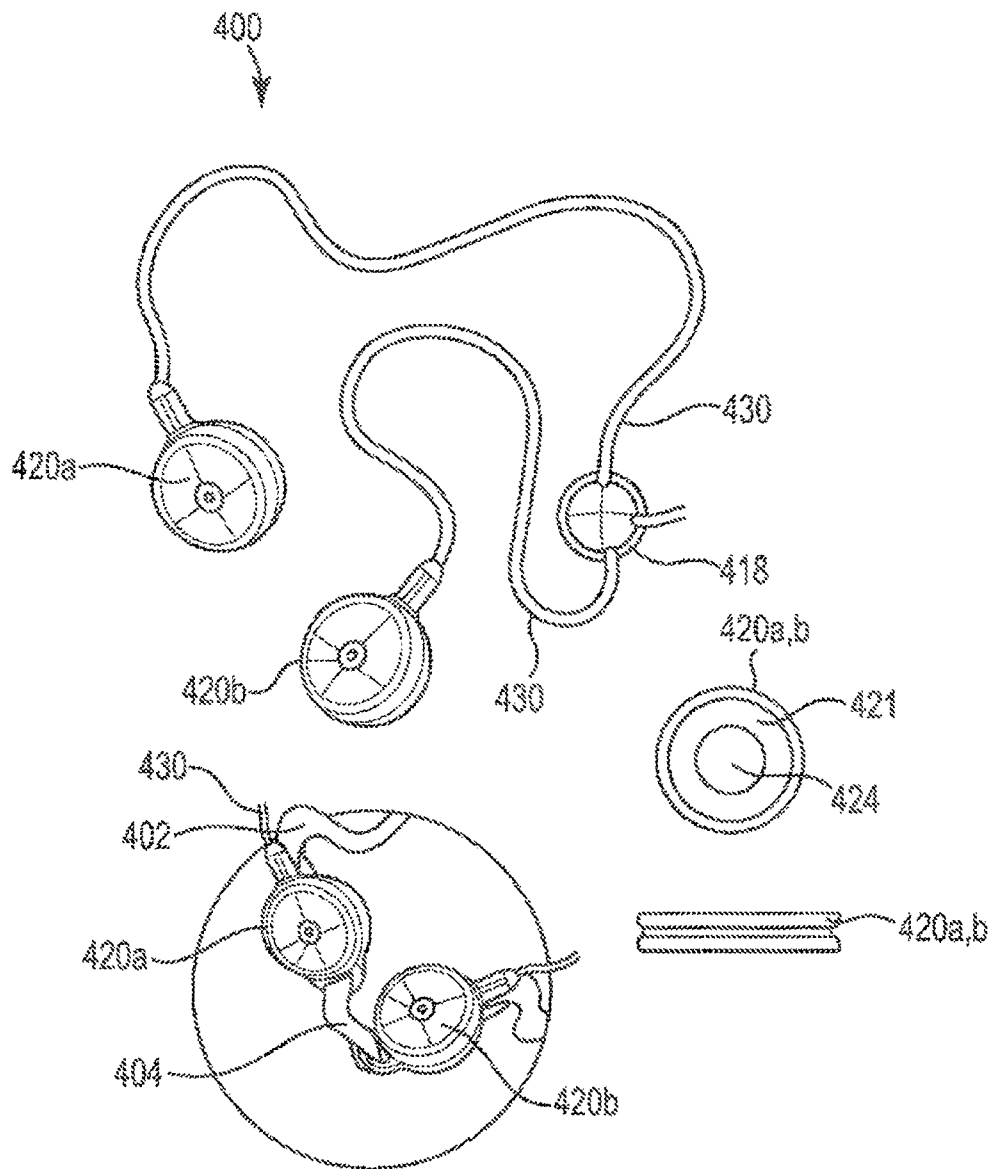


FIG. 5

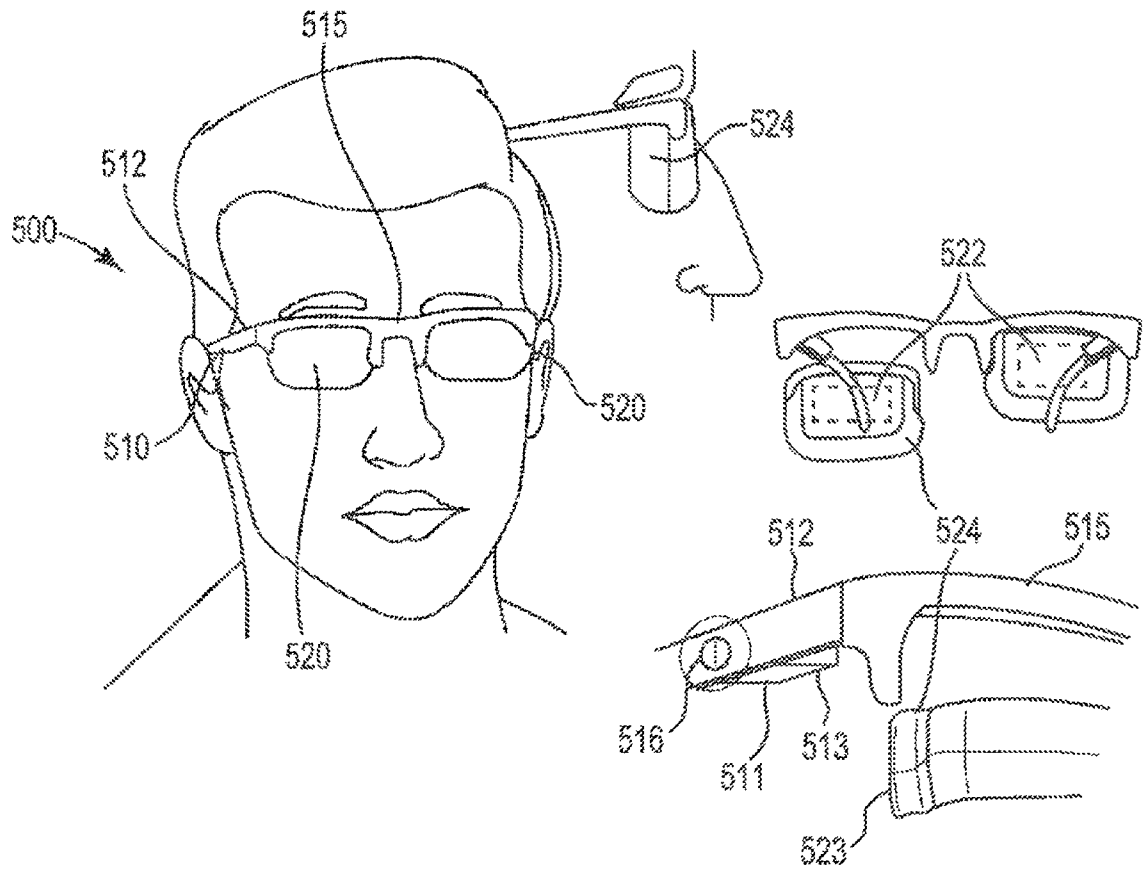


FIG. 6

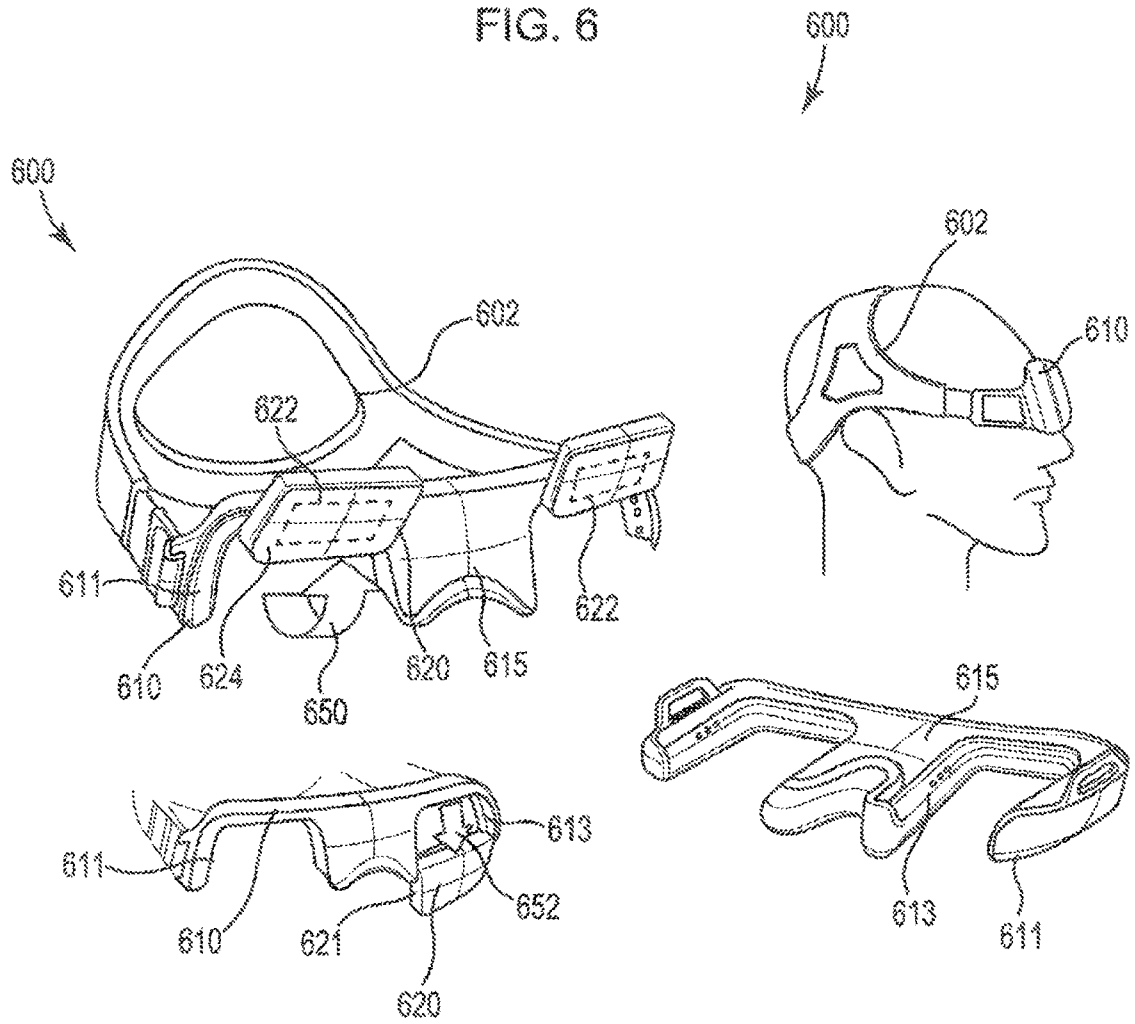


FIG. 7A

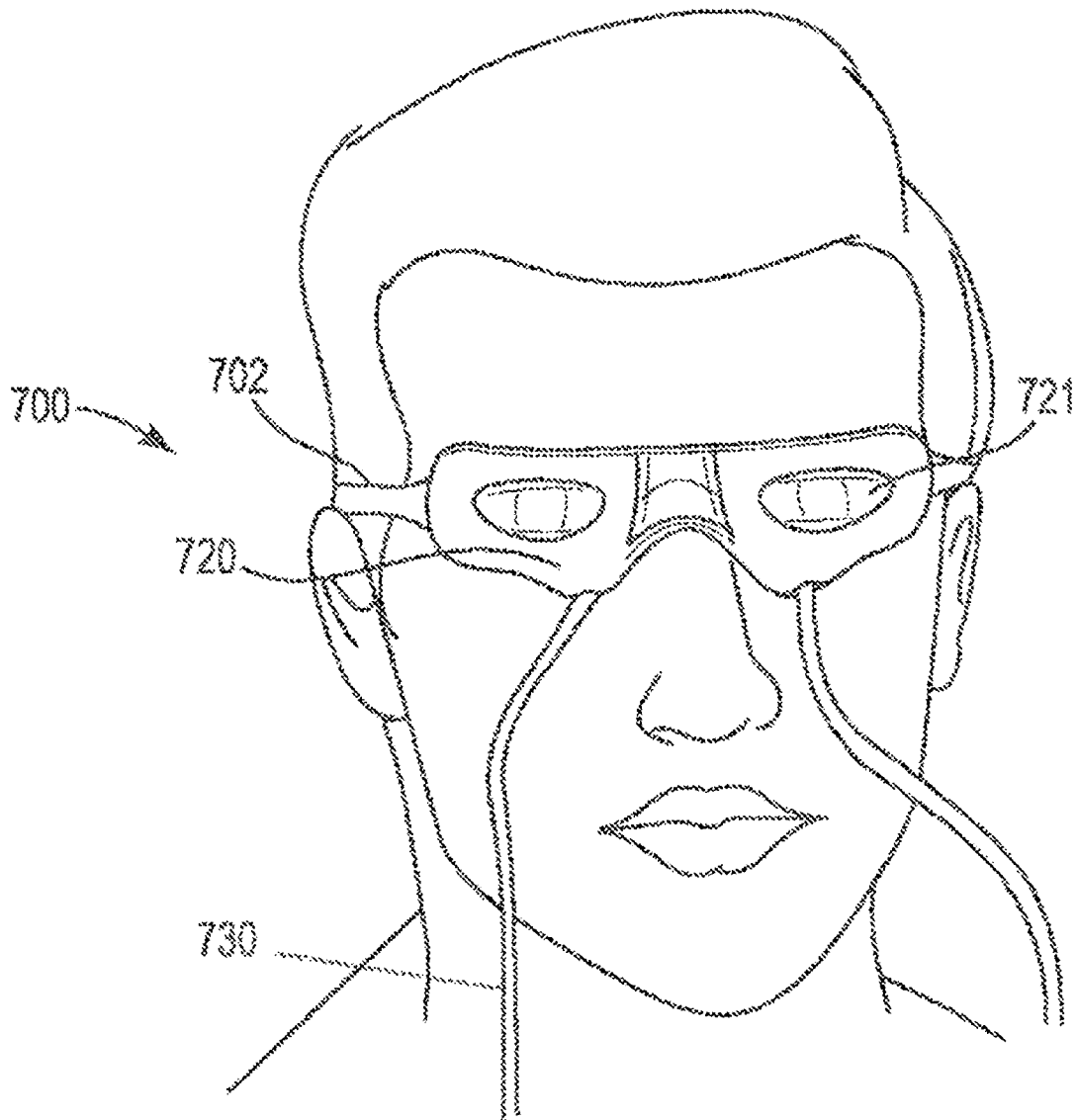


FIG. 7B

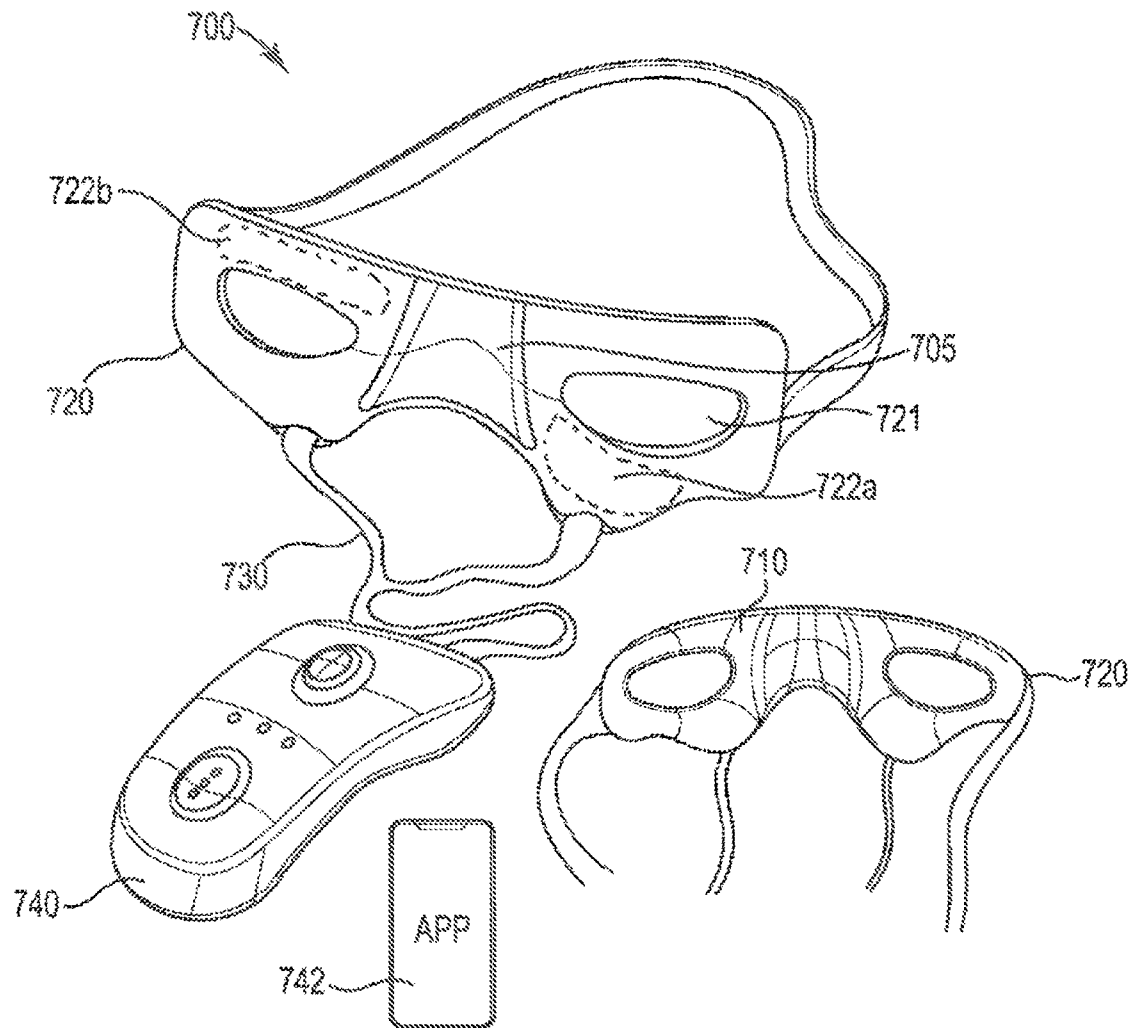


FIG. 8A

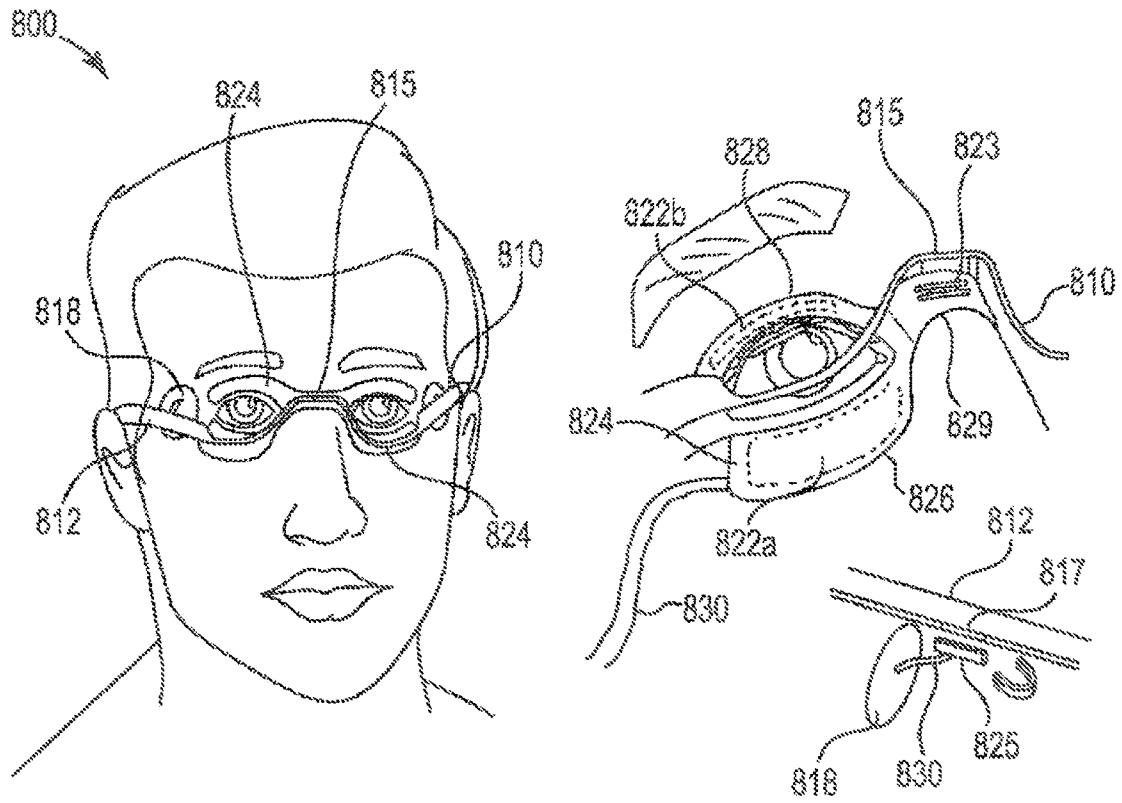


FIG. 8B

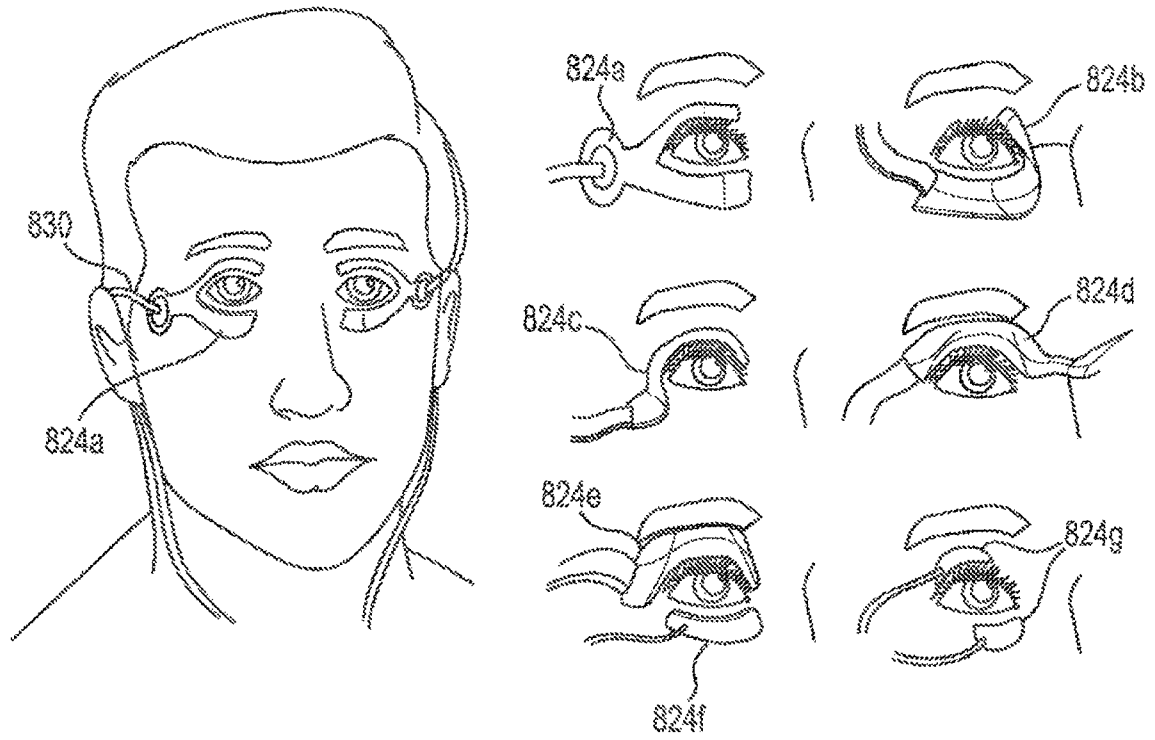


FIG. 9A

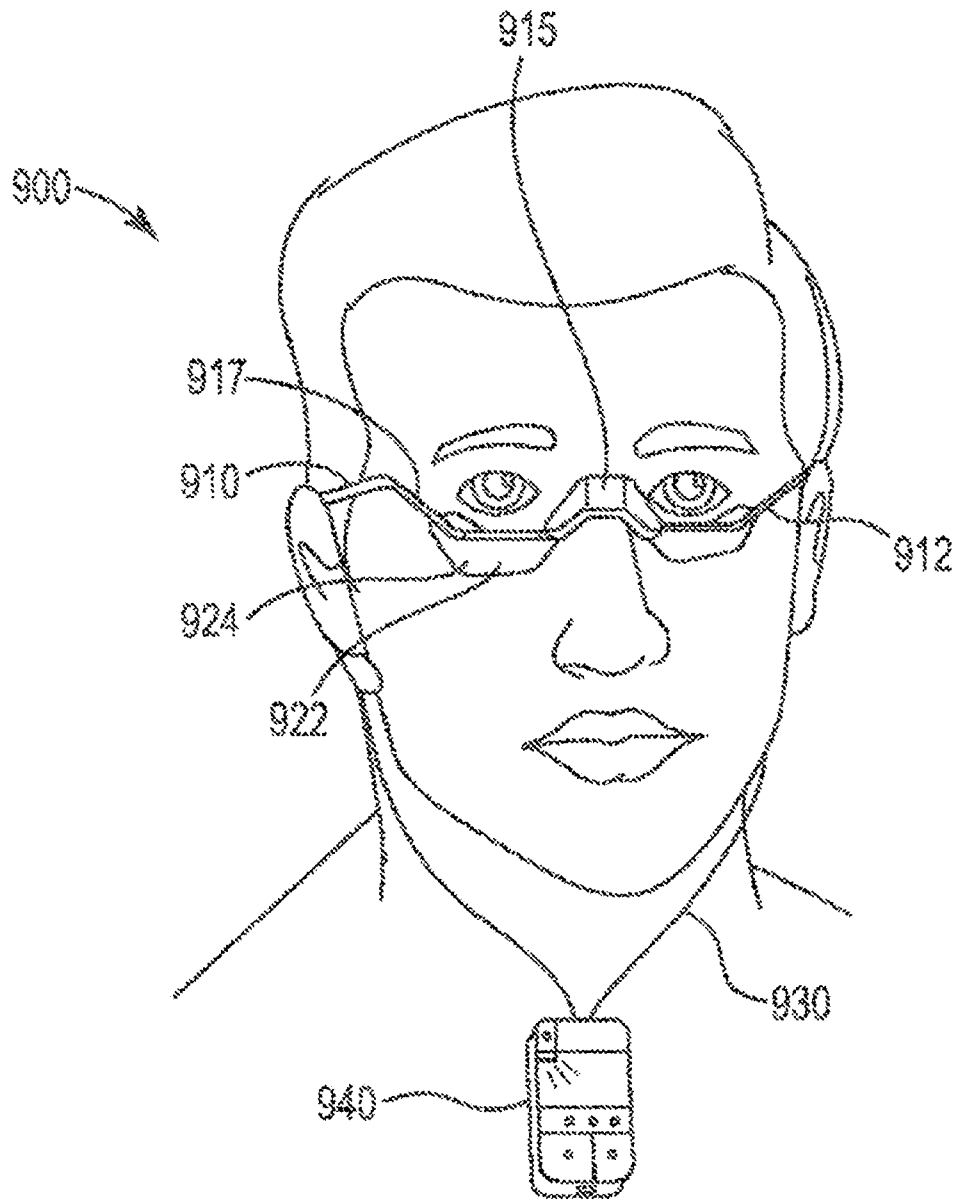


FIG. 9B

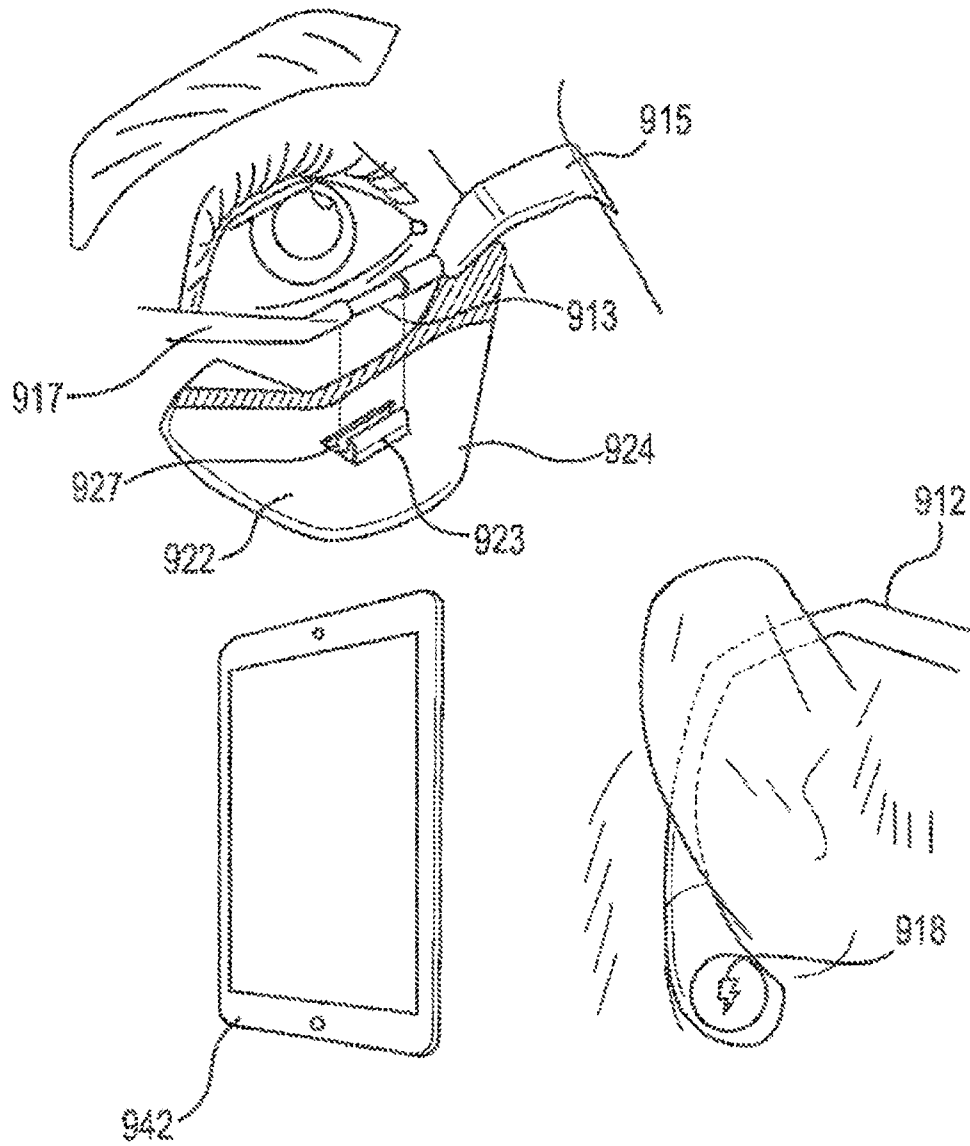


FIG. 10A

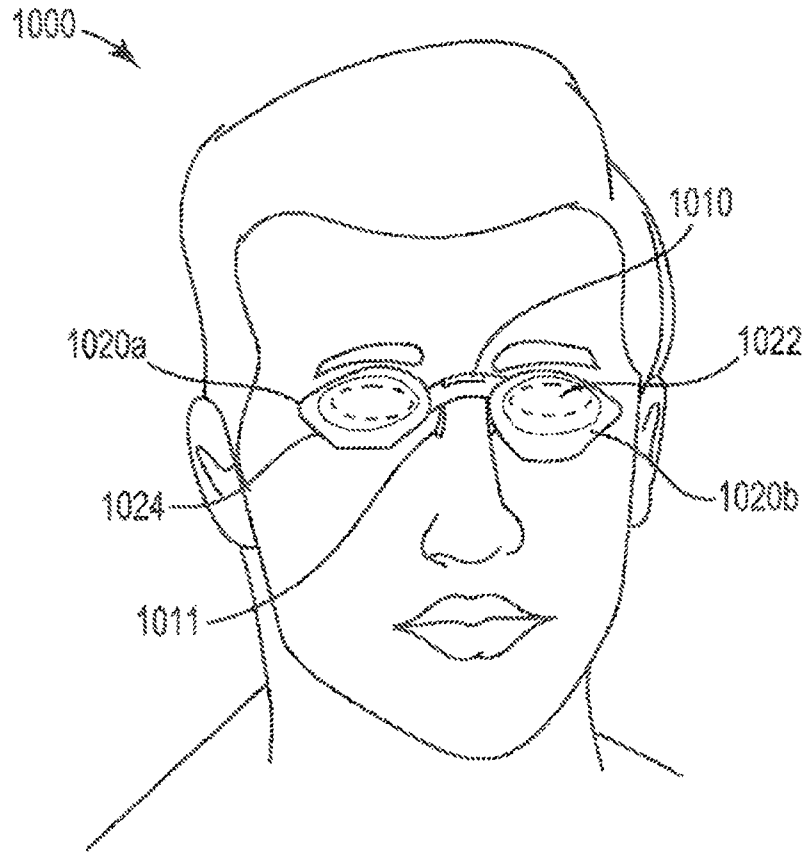


FIG. 10B

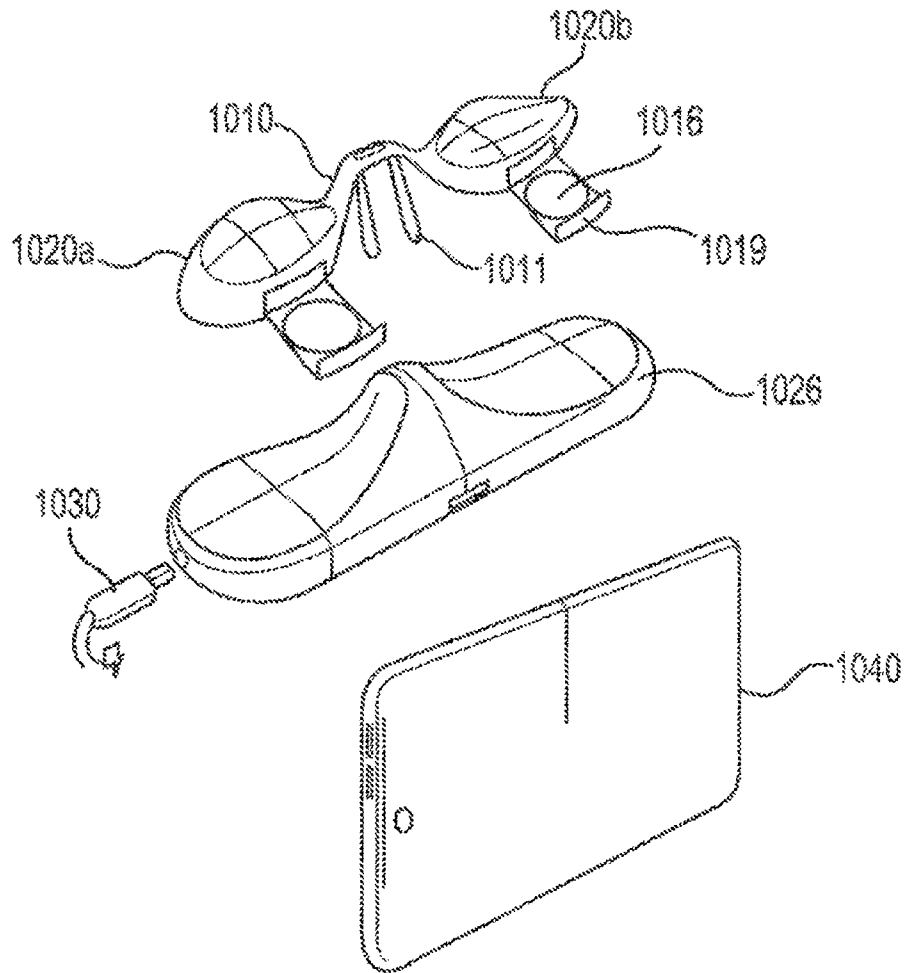


FIG. 11A

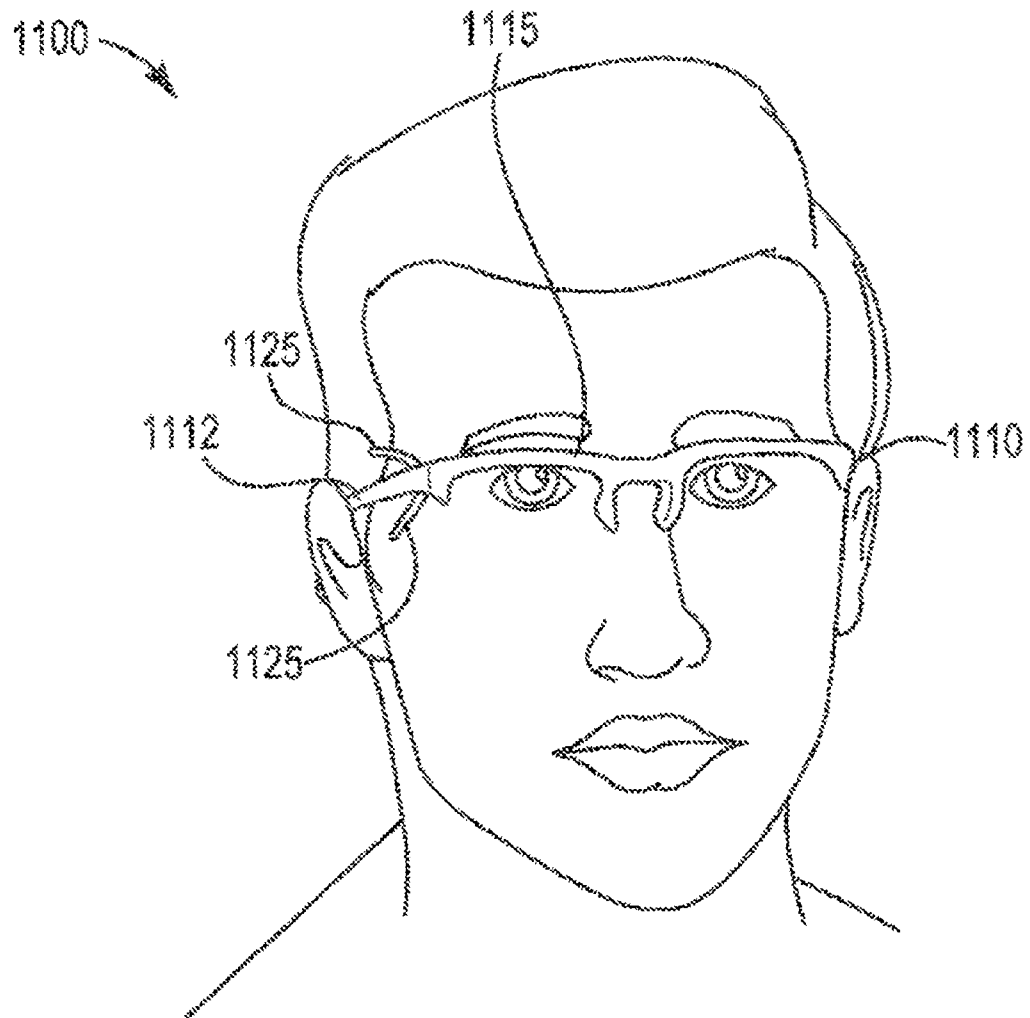


FIG. 11B

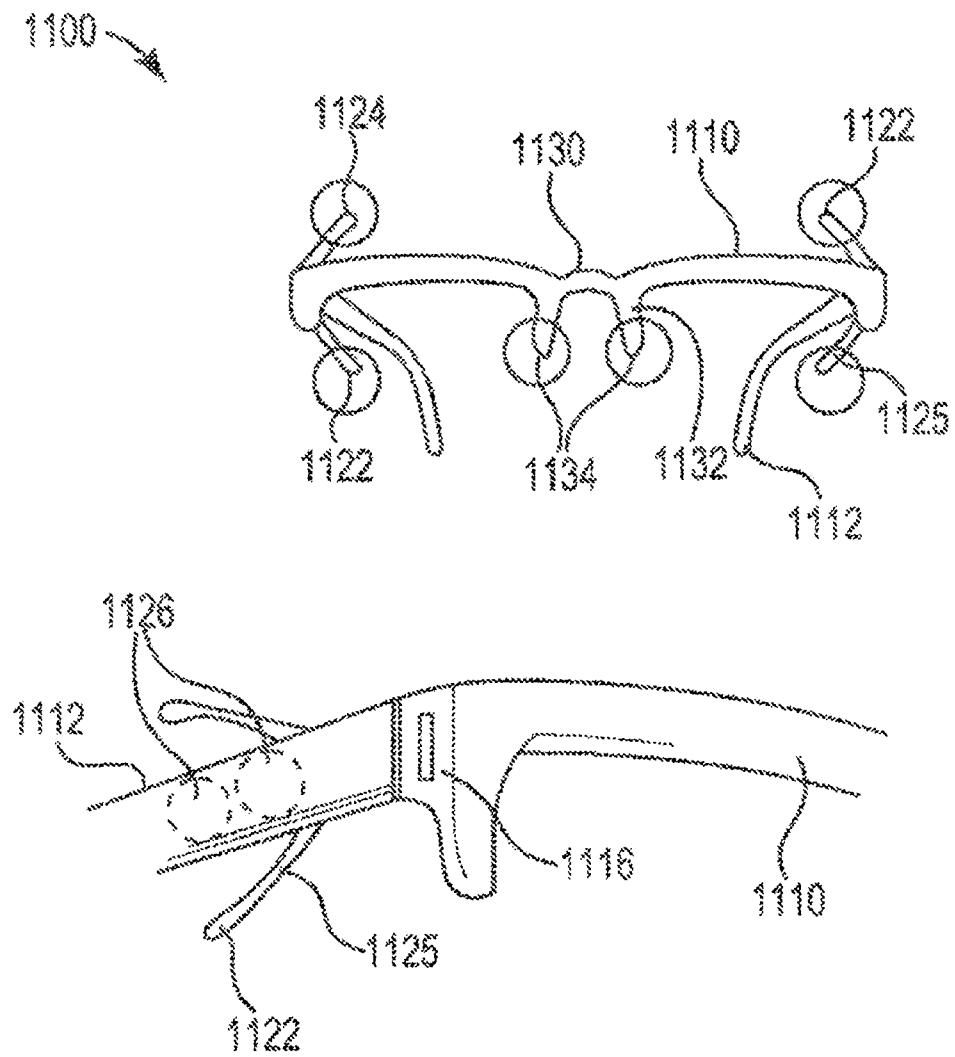


FIG. 12

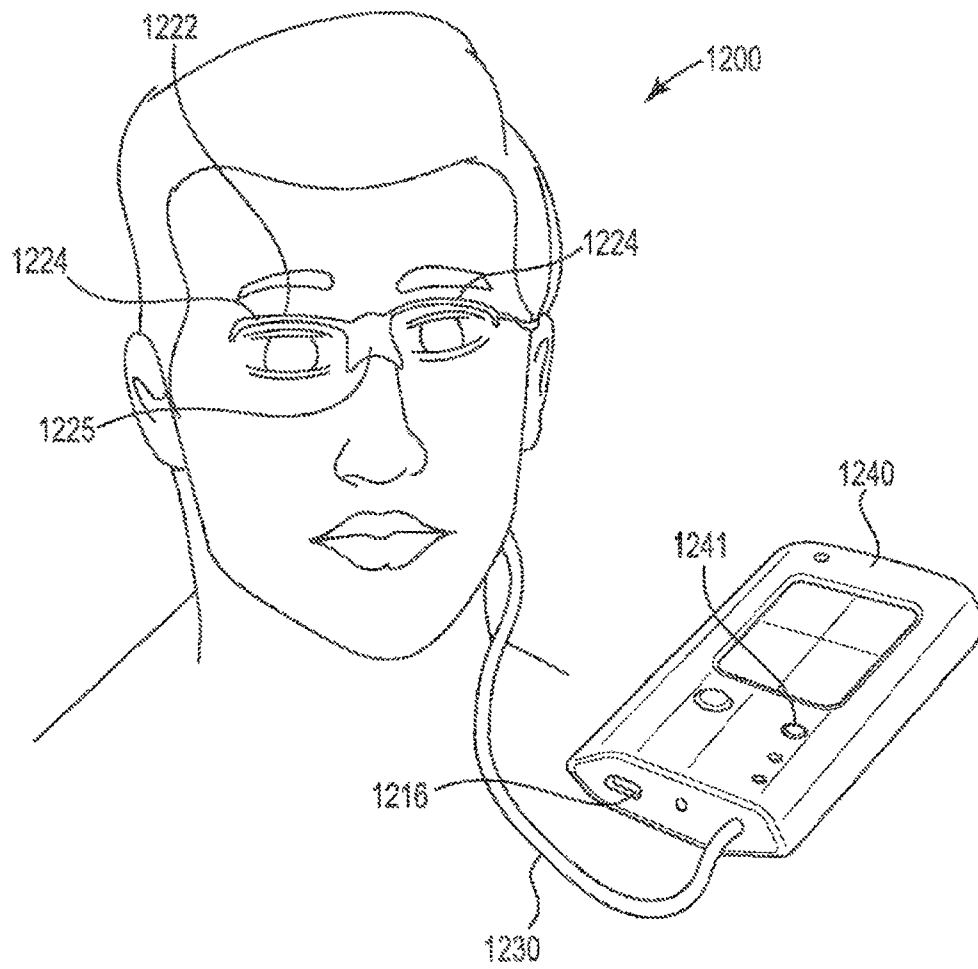
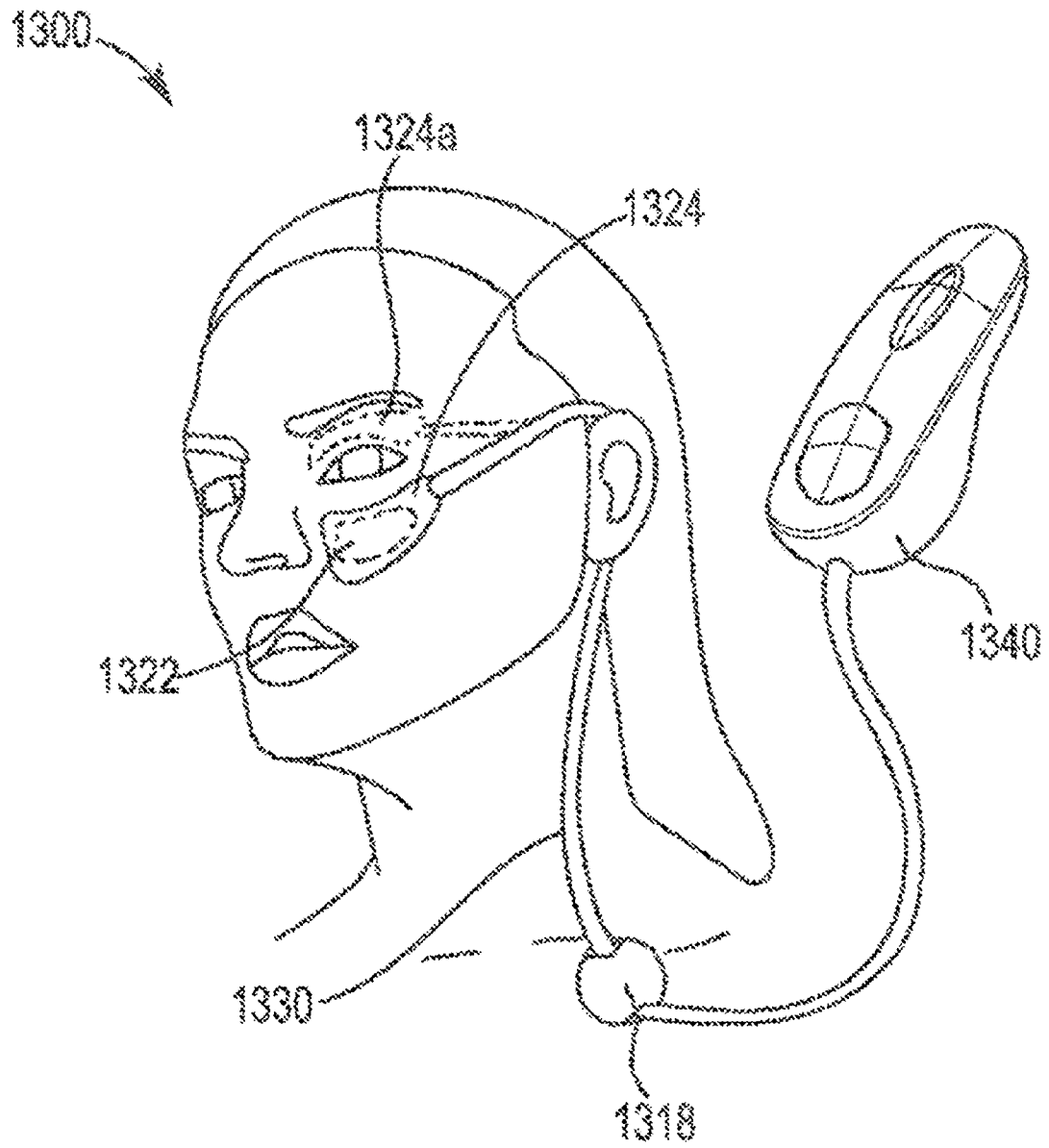
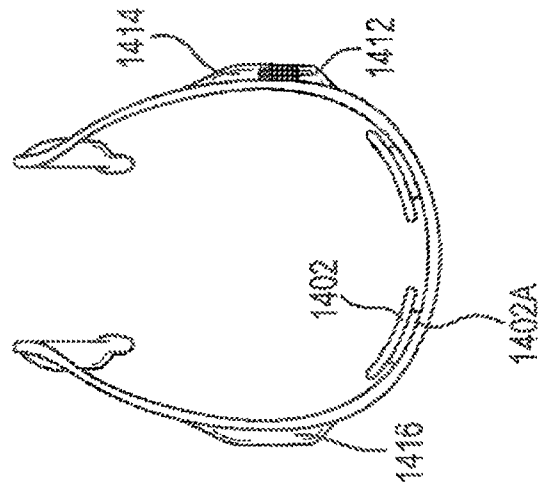
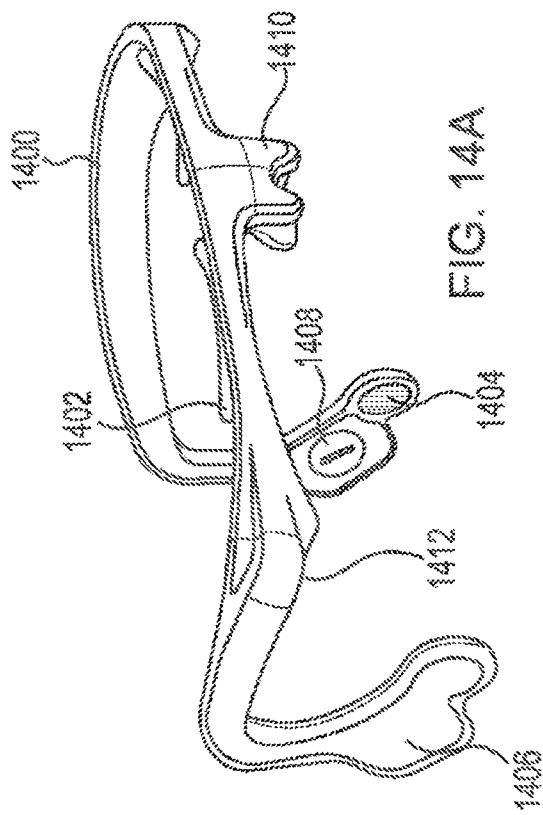


FIG. 13





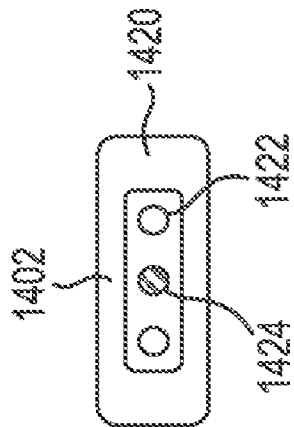


FIG. 14E

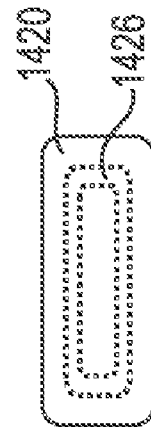
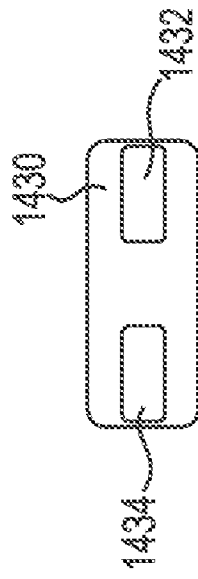
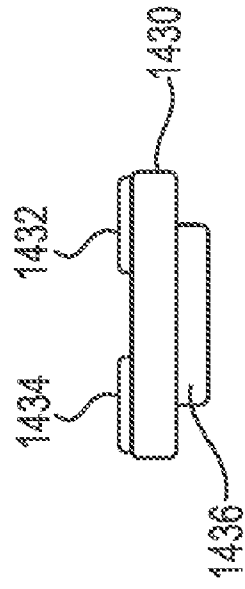
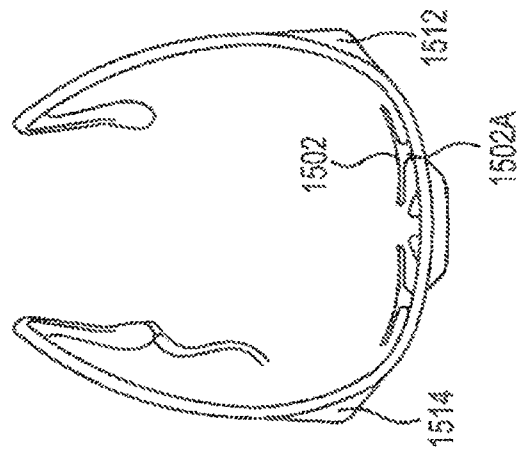
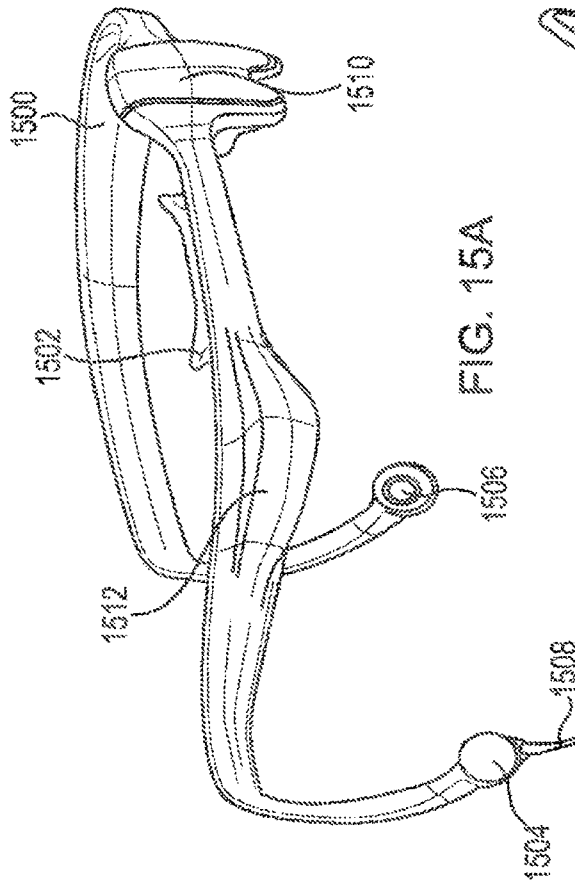


FIG. 14F





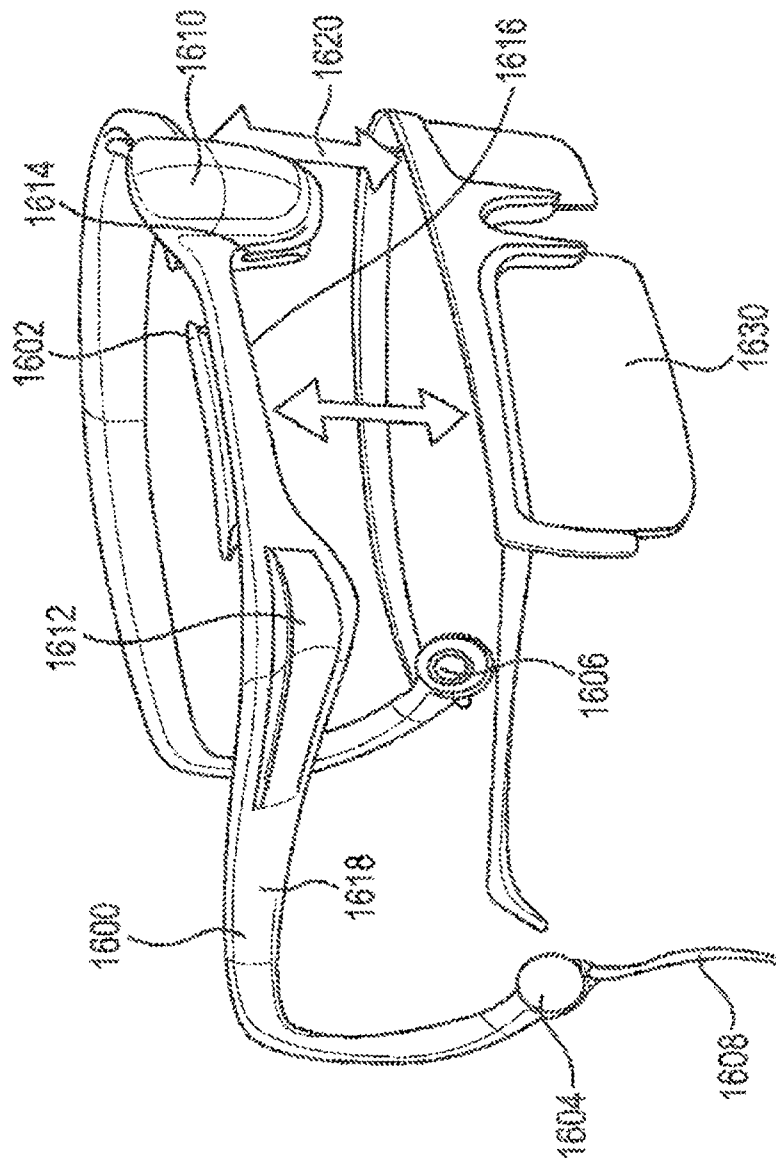


FIG. 16

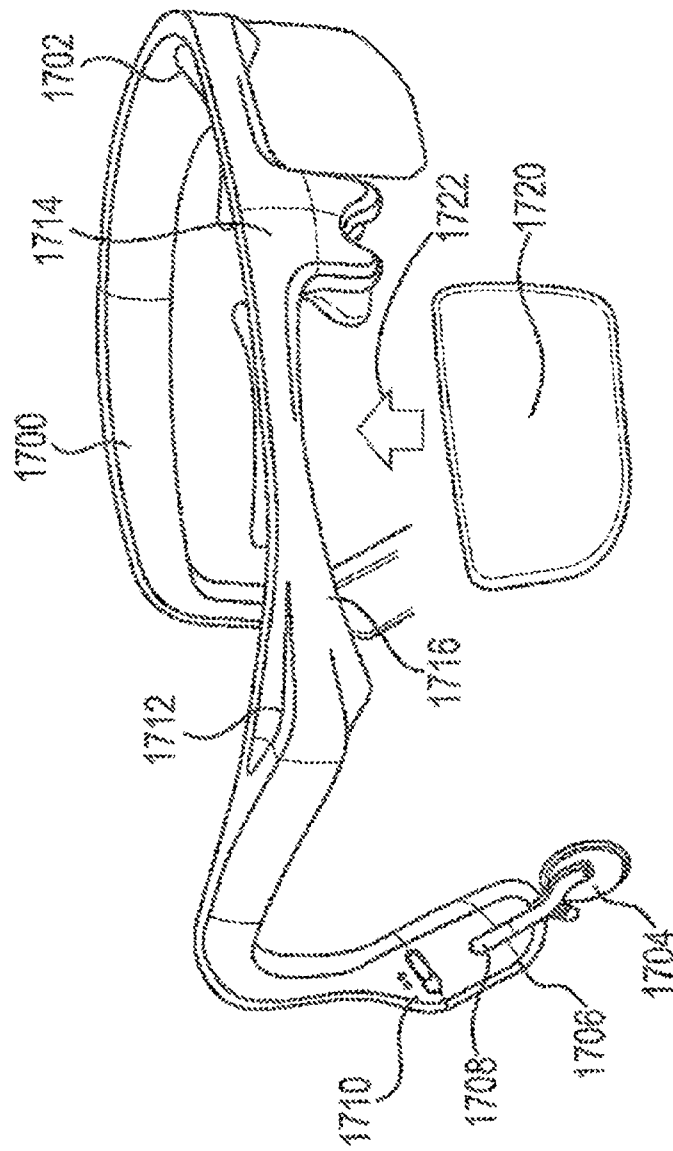


FIG. 17A

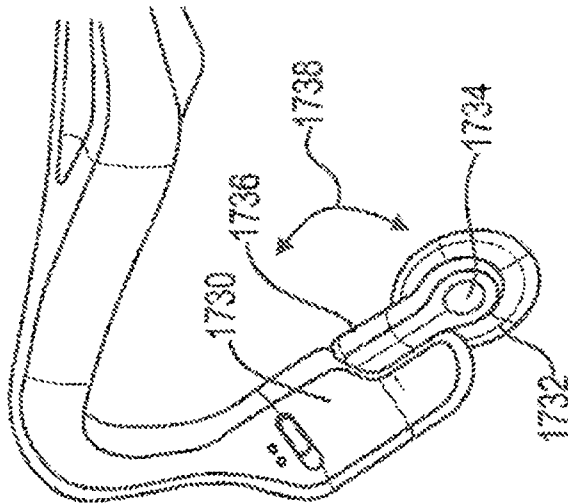


FIG. 17B

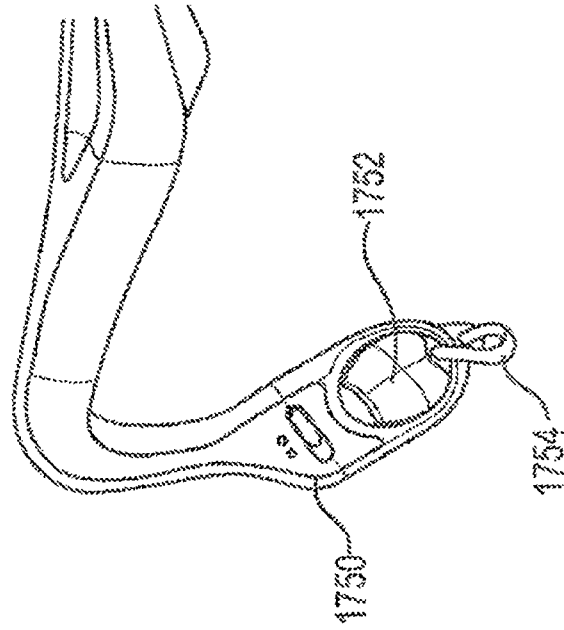


FIG. 17C

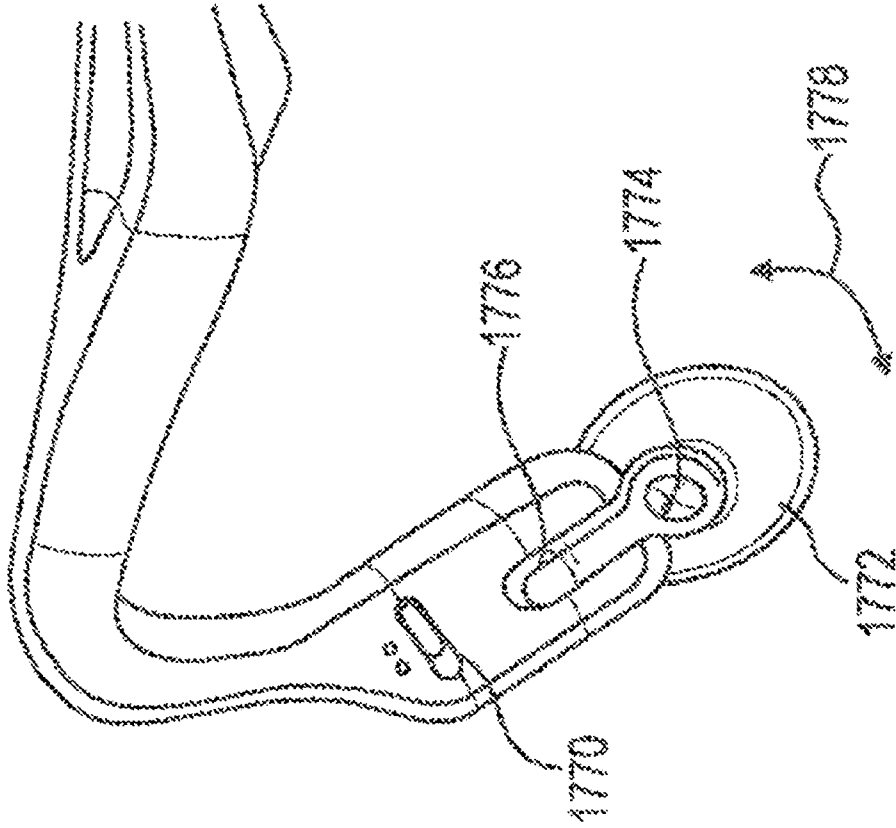


FIG. 17D