

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 794 834**

51 Int. Cl.:

A61F 9/08	(2006.01)
G02B 27/01	(2006.01)
G09B 21/00	(2006.01)
G02B 7/00	(2006.01)
G02B 23/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2017 PCT/EP2017/069425**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.02.2018 WO18024720**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2017 E 17745744 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3493778**

54 Título: **Dispositivo médico concebido para llevarse puesto delante de los ojos**

30 Prioridad:

02.08.2016 EP 16306005

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.11.2020

73 Titular/es:

SORBONNE UNIVERSITE (25.0%)
21 rue de l'École de Médecine
75006 Paris, FR;
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (25.0%);
INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET DE LA
RECHERCHE MÉDICALE (INSERM) (25.0%) y
GENSIGHT BIOLOGICS (25.0%)

72 Inventor/es:

CHAVAS, JOËL;
CHENEGROS, GUILLAUME y
BENOSMAN, BENJAMIN

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 794 834 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 concebido para llevarse puesto delante de los ojos

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

[0001] La invención se refiere a un dispositivo médico concebido para que lo lleve puesto un usuario humano delante de los ojos.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] La optogenética se basa en la combinación de técnicas de óptica y genética para controlar y monitorizar las actividades celulares. Consiste en (i) modificar genéticamente las células diana para hacerlas sensibles a la luz, mediante la expresión de proteínas fotorreactivas exógenas en la membrana celular, y (ii) proporcionar un dispositivo de iluminación capaz de proporcionar luz a dichas proteínas fotorreactivas.

[0003] Es una herramienta extremadamente potente para la activación/inhibición neuronal selectiva que, por ejemplo, se puede utilizar para restaurar las funciones neuronales en animales vivos, incluidos los seres humanos (Boyden y col., 2005, Nature Neuroscience 8 (9): 1263-68), particularmente en el ojo (Busskamp y col., 2012, Gene Therapy 19 (2): 169-75).

[0004] Se ha demostrado que las longitudes de onda seleccionadas de la luz deben ser cercanas a las longitudes de onda óptimas de las proteínas fotorreactivas (Nagel y col. 2003, Proceedings of the National Academy of Sciences 100 (24): 13940-45, Klapoetke y col. 2014, Nature Methods 11 (3): 338-46) y que estas proteínas tienen una sensibilidad muy baja a la luz (Asrican y col. 2013, Front Neural Circuits, 2013, 7:160; Busskamp y col. 2012, Gene Therapy 19 (2): 169-75). Por lo tanto, para obtener un nivel mínimo de activación de proteínas mediante luz, la intensidad de luz recibida por la célula o proteína diana debe estar por encima de un valor mínimo (Barrett y col., 2014, Visual Neuroscience 31 (4-5): 345-354).

[0005] Sin embargo, mientras que debe llegar luz suficiente a las proteínas fotorreactivas para proporcionar su activación, se requiere minimizar el calor y la fototoxicidad del tejido o la célula (Yan y col. 2016, Vision Research 121: 57-71). Además, se desea garantizar que la dosis de luz durante un periodo de tiempo determinado no cause ningún daño tisular o celular. Se conocen en la técnica estándares fotobiológicos y oftalmológicos que establecen umbrales para la intensidad y para la dosis (véase, por ejemplo, el estándar ISO 15004-2 2016; "ISO 62471:2006" 2016; §8.3 de "ANSI Z136 Standards - LIA" 2014). La intensidad se define como la irradiancia (en mW/mm^2 o $\text{fotones}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), y la dosis en un periodo de tiempo determinado se define como la integral de la intensidad durante el periodo de tiempo (mJ/mm^2 o $\text{fotones}\cdot\text{cm}^{-2}$).

[0006] Por lo tanto, es deseable proporcionar un dispositivo de iluminación capaz de controlar la intensidad de la luz emitida de modo que la dosis correspondiente no exceda un valor máximo.

[0007] Del mismo modo, el ojo es en sí mismo un sistema óptico con aberraciones ópticas (Navarro, y col. 1998, Journal of the Optical Society of America A 15 (9): 2522), que incluyen aberraciones como miopía, hipermetropía y astigmatismo. Las aberraciones ópticas también están presentes en los ojos emmetrópicos y se tienen en cuenta en las normas fotobiológicas y oftalmológicas (ISO 15004-2, 2007; ISO 62471, 2006). Estas aberraciones podrían reducir la intensidad de luz recibida por las proteínas fotoactivables, por lo tanto, podría ser deseable proporcionar un dispositivo de iluminación capaz de corregir, al menos parcialmente, estos inconvenientes.

[0008] Se han construido dispositivos de iluminación actualmente disponibles adaptados para simular las proteínas optogenéticas para experimentos *in vitro* (Degenaar y col. 2009, Journal of Neural Engineering 6 (3): 35007; Grossman y col. 2010, Journal of Neural Engineering 7 (1): 16004), pero no están miniaturizados y aún no son aptos para uso humano.

[0009] Se usan visualizadores montados en la cabeza para realidad aumentada, para realidad virtual o para la visualización de películas. Sin embargo, la intensidad de luz proporcionada por estos visualizadores montados en la cabeza no es suficiente y no es configurable para estimular las proteínas fotorreactivas y, por lo tanto, no están adaptados a las aplicaciones optogenéticas.

[0010] El calor producido por la potente fuente de luz requerida y la electrónica de control induce un aumento de temperatura que debe mantenerse dentro de los límites establecidos por la Norma ISO 60601-1 para equipos médicos eléctricos. El dispositivo también garantizará la seguridad eléctrica (Norma ISO 60601-1) y la compatibilidad electromagnética (Norma ISO 60601-1-2, ISO 60601-1-9).

[0011] Además, un aumento de la temperatura y de la transferencia de calor del dispositivo delante del ojo puede provocar ojo seco y molestias. Por lo tanto, se requieren restricciones de temperatura adicionales en la parte

del dispositivo orientada hacia el ojo.

[0012] Es deseable proporcionar un dispositivo de iluminación capaz de suministrar una intensidad de luz suficiente, mientras se mantiene un nivel suficiente de comodidad, particularmente en términos de temperatura y de peso, para el usuario.

[0013] Más específicamente, es deseable proporcionar un dispositivo de iluminación capaz de limitar la energía térmica excesiva de la fuente de luz y la electrónica de control y/o facilitar la disipación de calor, para evitar que una temperatura del dispositivo de iluminación sobrepase la temperatura máxima de funcionamiento normal del mismo.

[0014] Además, es deseable proporcionar un dispositivo de iluminación que se miniaturice para que pueda insertarse en un dispositivo que puedan llevar los humanos puestos a diario. El documento EP 2674805 A2 describe visualizadores que se llevan puestos en la cabeza y se refiere más específicamente al aumento de la vista para personas con medios convencionales para la pérdida de visión, tales como corrección refractiva, tales como gafas o lentes de contacto, medicamentos, o cirugía.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0015] La invención tiene como objetivo proponer un dispositivo médico que un usuario puede llevar puesto delante de los ojos durante periodos prolongados, sin causar molestias excesivas.

[0016] Con este fin, la invención se refiere a un dispositivo médico concebido para que lo lleve puesto un usuario humano, definiendo el dispositivo médico una primera área y una segunda área, estando cada una de la primera área y la segunda concebida para posicionarse, cuando el dispositivo médico lo lleva puesto un usuario humano, delante de un ojo respectivo del usuario humano.

[0017] El dispositivo médico comprende una montura hecha en un primer material, comprendiendo la montura una carcasa trasera, definiendo la carcasa trasera un orificio orientado hacia la primera área y estando la carcasa trasera, que es opaca, orientada hacia la segunda área. La carcasa trasera presenta una cara externa concebida para estar orientada, cuando el dispositivo médico lo lleva puesto un usuario humano, hacia la cara del usuario humano, y una cara interna opuesta a la cara externa, abriéndose el orificio en la cara interna y en la cara externa.

[0018] El dispositivo médico comprende además un módulo óptico, estando el módulo óptico en la primera área y orientado hacia la cara interna, comprendiendo el módulo óptico una fuente de luz y un sistema óptico, estando el módulo óptico dispuesto para enviar un haz de luz a través del orificio.

[0019] El dispositivo médico también comprende circuitos electrónicos, estando los circuitos electrónicos adaptados para controlar el módulo óptico.

[0020] Según otros aspectos de la invención que son ventajosos pero no obligatorios, el dispositivo puede incluir una o varias de las características siguientes, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

- la montura comprende además una carcasa frontal, estando la carcasa frontal firmemente ensamblada a la carcasa trasera, presentando la carcasa frontal una cara interna y una cara externa, definiendo la cara interna de la carcasa trasera y la cara interna de la carcasa frontal un volumen interno, estando el módulo óptico y los circuitos electrónicos fijados a la carcasa frontal e integrados en el volumen interno.
- la montura define, en la primera área, un primer hueco entre el módulo óptico y la carcasa trasera, y la montura define, en la segunda área, un segundo hueco entre los circuitos electrónicos y la carcasa trasera.
- el módulo óptico comprende al menos un soporte fijado a la montura en la primera área y fijado a la fuente de luz y al sistema óptico, definiendo el soporte una primera área de disipación en la montura, estando el soporte adaptado para evacuar el calor producido por la fuente de luz a la primera área de disipación.
- los circuitos electrónicos comprenden una placa de soporte fijada a la montura en la segunda área, definiendo la placa de soporte una segunda área de disipación en la montura, estando la placa de soporte adaptada para evacuar el calor producido por los circuitos electrónicos a la segunda área de disipación.
- la placa de soporte y el soporte están hechos en un segundo material, teniendo el segundo material una conductividad térmica mayor de 100 W/m²*K.
- la placa de soporte presenta una forma adaptada para disipar 3 W de calor con una temperatura máxima en los circuitos electrónicos por debajo de 85 °C.
- el soporte comprende un brazo de soporte, definiendo el brazo de soporte una ranura, estando la fuente de luz integrada en la ranura.
- el brazo de soporte presenta una forma adaptada para disipar 3 W de calor producido por la fuente de luz, con una temperatura máxima en la fuente de luz por debajo de 65 °C.
- la fuente de luz y el sistema óptico tienen un peso total inferior a 20 g y ocupan un volumen total inferior a 10 cm³.
- el peso de la montura es inferior a 50 g, y el peso total del dispositivo médico es inferior a 200 g.
- el dispositivo médico comprende además dos brazos fijados a la montura para sujetar el dispositivo médico a la

cabeza del usuario, siendo los brazos más flexibles que la montura.

- cada brazo está hecho de un material compuesto que comprende fibras de carbono, siendo el espesor del brazo inferior a 0,9 mm.

- el dispositivo médico incluye un primer sensor térmico adaptado para medir la temperatura en los circuitos electrónicos y un segundo sensor térmico adaptado para medir la temperatura de la fuente de luz.

- la cara interna de la carcasa frontal y la cara interna de la carcasa trasera presentan una cubierta conductora, estando la cubierta conductora hecha con un material conductor, la resistencia eléctrica medida entre dos puntos cualesquiera de la cubierta conductora usando un multímetro menor de 2 Ω .

- la posición del brazo de soporte en el soporte puede adaptarse por paciente a la distancia entre la nariz y la pupila del paciente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0021] La invención se entenderá mejor sobre la base de la siguiente descripción que se ofrece solo como un ejemplo ilustrativo, sin restringir el alcance de la invención. La descripción se da en correspondencia con las figuras adjuntas, entre las que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo médico,

- la figura 2 es una vista abierta de una montura del dispositivo de la figura 1,

- la figura 3 es una vista posterior de una carcasa frontal del dispositivo de la figura 1,

- la figura 4 es una vista dividida detallada de un módulo óptico del dispositivo de la figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

[0022] En la figura 1 se representa un dispositivo médico 10, concebido para llevarse puesto en la cabeza de un usuario humano (no representado), delante de los ojos.

[0023] El dispositivo médico 10 se describe con relación a un eje longitudinal X-X, un eje transversal Y-Y y un eje vertical Z-Z.

[0024] El eje longitudinal X-X está orientado desde un lado trasero a un lado frontal de la cabeza del humano que lleva puesto el dispositivo médico.

[0025] El eje transversal Y-Y está orientado desde un lado izquierdo a un lado derecho de la cabeza del humano que lleva puesto el dispositivo médico.

[0026] El eje vertical Z-Z está orientado desde un lado inferior a un lado superior de la cabeza del humano que lleva puesto el dispositivo médico.

[0027] El eje longitudinal X-X, el eje transversal Y-Y y el eje vertical Z-Z son ortogonales entre sí.

[0028] El dispositivo médico 10 es un equipo montado en la cabeza adaptado para iluminar al menos un ojo del usuario con una intensidad de luz controlada. El dispositivo médico 10 tiene una forma similar a unas gafas.

[0029] El dispositivo médico 10 comprende una montura 12 fijada a dos brazos 14 en dos lados respectivos. El dispositivo médico 10 también comprende una cámara 16, circuitos electrónicos 18, y un módulo óptico 20 contenidos en la montura 12.

[0030] La montura 12 es un cuerpo principal del dispositivo médico 10.

[0031] La montura 12 es hueca y define un volumen interno 22 y un volumen externo 24.

[0032] La montura 12 define una primera área 26 y una segunda área 28 en dos lados respectivos de un plano mediano X-Z definido por el eje longitudinal X-X y el eje vertical Z-Z.

[0033] La montura 12 tiene una ranura de nariz 30 situada en el centro de la montura 12 a lo largo de la dirección del eje transversal Y-Y.

[0034] Como se muestra en la figura 2, la montura 12 comprende una carcasa frontal 32 y una carcasa trasera 34. La carcasa frontal y la carcasa trasera se ensamblan para formar la montura 12.

[0035] La carcasa frontal 32 y la carcasa trasera 34 definen el volumen interno 22.

[0036] La montura 12 presenta un espesor inferior a 0,9 mm.

- [0037]** El espesor de la montura 12 es la distancia que separa el volumen interno 22 del volumen externo 24.
- [0038]** La montura 12 está hecha de un primer material.
- 5 **[0039]** El primer material tiene una conductividad térmica superior a 5 W/m*K.
- [0040]** Por ejemplo, el primer material es un compuesto de fibras de carbono y resina epoxi.
- [0041]** La conductividad térmica es una propiedad de un material para conducir el calor. Se expresa como una
10 relación de un flujo de calor en el material dividido por un valor de un gradiente de temperatura que provoca el flujo de calor.
- [0042]** En el caso en el que el primer material presenta una conductividad térmica anisotrópica, como para
15 algunos materiales compuestos, la conductividad térmica es superior a 5 W/m*K en al menos una dirección.
- [0043]** El volumen interno 22 es un espacio interno de la montura 12, definido por la carcasa frontal 32 y la
20 carcasa trasera 34, cuando la carcasa frontal 32 y la carcasa trasera 34 se ensamblan.
- [0044]** El volumen interno 22 recibe el módulo óptico 20 y los circuitos electrónicos 18, así como la cámara 16.
- [0045]** La primera área 26 forma parte del volumen interno de la montura 12 en el lado derecho del plano
25 mediano X-Z, desde el punto de vista del usuario.
- [0046]** La primera área 26 está adaptada para recibir el módulo óptico 20. La montura 12 define un primer
hueco en la primera área 26, entre el módulo óptico 20 y la carcasa trasera 34.
- [0047]** El primer hueco es un espacio que contiene, por ejemplo, aire. El primer hueco aísla térmicamente el
módulo óptico 20, al reducir la transferencia de calor desde el módulo óptico hacia la carcasa trasera 34.
- 30 **[0048]** La segunda área 28 forma parte del volumen interno 22 de la montura 12 en el lado izquierdo del plano
mediano X-Z, desde el punto de vista del usuario.
- [0049]** La segunda área 28 está adaptada para recibir los circuitos electrónicos 18. La montura 12 define un
35 segundo hueco en la segunda área 28 entre los circuitos electrónicos 18 y la carcasa trasera 34.
- [0050]** El segundo hueco es un espacio que contiene, por ejemplo, aire. El segundo hueco aísla térmicamente
los circuitos electrónicos 18, al reducir la transferencia de calor desde los circuitos electrónicos 18 hacia la carcasa
trasera 34.
- 40 **[0051]** La ranura de nariz 30 es un rebaje en la montura 12. La ranura de nariz 20 está concebida para colocarse
en un puente nasal del usuario para sostener el dispositivo 10.
- [0052]** La carcasa frontal 32 es un casco hecho del primer material.
- 45 **[0053]** La carcasa frontal 32 presenta una cara interna 36 y una cara externa 38, una pluralidad de insertos
limados 40, y una abertura 42 situada sobre el puente nasal 20.
- [0054]** La carcasa frontal 32 es opaca.
- 50 **[0055]** La cara interna de la carcasa frontal 36 es una superficie de la carcasa frontal 32 opuesta a la cara
externa de la carcasa frontal 38.
- [0056]** La cara interna de la carcasa frontal 36 está orientada hacia el volumen interno 22.
- 55 **[0057]** La cara interna de la carcasa frontal 36 está cubierta con una cubierta conductora (no representada en
las figuras).
- [0058]** La cubierta conductora presenta una baja resistencia eléctrica.
- 60 **[0059]** Por ejemplo, la resistencia de la cubierta conductora, medida entre dos puntos cualesquiera de la cara
interna de la carcasa frontal 36 usando un multímetro, es inferior a 2 Ω.
- [0060]** La cubierta es, por ejemplo, una malla conductora.
- 65 **[0061]** La malla conductora es una lámina de hilos entrecruzados hecha de un material conductor.

- [0062]** El material conductor es un material que presenta una baja resistividad eléctrica.
- [0063]** La resistividad eléctrica del material conductor es una relación de una magnitud de un campo eléctrico con respecto a una magnitud de una densidad de corriente cuando una corriente eléctrica pasa a través del material conductor. Por lo tanto, la resistencia eléctrica de un material es una medida de la dificultad de pasar una corriente eléctrica a través del material conductor.
- [0064]** La resistividad eléctrica del material conductor es inferior a $10^{-7} \Omega \cdot m$.
- [0065]** Por ejemplo, el material conductor es bronce.
- [0066]** La cara externa de la carcasa frontal 38 es una superficie de la carcasa frontal 32 opuesta a la cara interna de la carcasa frontal 36.
- [0067]** La cara externa de la carcasa frontal 38 está orientada hacia el volumen externo 24 de la montura 12.
- [0068]** Los insertos limados 40 son postes de fijación situados en la cara interna de la carcasa frontal 36.
- [0069]** Cada inserto limado 40 presenta una abertura limada 44 orientada hacia la carcasa trasera 34, adaptada para recibir un tornillo de fijación
- [0070]** La abertura 42 es un conducto a través de la carcasa frontal 32, que une el volumen interno 22 y el volumen externo 24. La abertura se abre en la cara interna de la carcasa frontal 36 y en la cara externa de la carcasa frontal 38.
- [0071]** La abertura 42 está adaptada para recibir la cámara 16.
- [0072]** La carcasa trasera 34 es un casco hecho del primer material, conectado a los brazos 14 en dos lados opuestos.
- [0073]** La carcasa trasera 34 presenta una cara interna 46 y una cara externa 48, una pluralidad de aberturas 50, y un rebaje 52 que define un orificio 54 orientado hacia la primera área 26.
- [0074]** La carcasa trasera 34 es opaca y está orientada hacia la segunda área 28.
- [0075]** La cara interna de la carcasa trasera 46 es una superficie de la carcasa trasera 34 opuesta a la cara externa de la carcasa trasera 48.
- [0076]** La cara interna de la carcasa trasera 46 está orientada hacia el volumen interno 22.
- [0077]** La cara interna de la carcasa trasera 46 está cubierta con la misma cubierta conductora que la cara interna de la carcasa frontal 36.
- [0078]** La cara externa de la carcasa trasera 48 es una superficie de la carcasa trasera 34 opuesta a la cara interna de la carcasa trasera 46.
- [0079]** La cara externa de la carcasa trasera 48 está concebida para estar orientada, cuando el dispositivo 10 lo lleva puesto un usuario humano, hacia la cara del usuario humano.
- [0080]** Las aberturas 50 son perforaciones a través de la carcasa trasera 34. Cada abertura 50 está situada para orientarse hacia uno de los insertos limados 40 cuando la carcasa trasera 34 y la carcasa frontal 32 están ensambladas. Cada abertura 50 está adaptada para recibir un tornillo de fijación que continúa en la abertura limada 44 del inserto limado correspondiente 40, para ensamblar la carcasa frontal 32 a la carcasa trasera 34.
- [0081]** El rebaje 52 es un panel plano de la carcasa trasera 34, orientado en paralelo al eje transversal Y-Y y al eje vertical Z-Z.
- [0082]** El rebaje 52 presenta una forma rectangular, orientada hacia la primera área 26 del volumen interno 22.
- [0083]** El orificio 54 es una abertura en el centro del rebaje 52, orientada hacia la primera área 26. El orificio 54 se abre en la cara interna de la carcasa trasera 46 y en la cara externa de la carcasa trasera 48 de la carcasa trasera 34.
- [0084]** El orificio 54 tiene una sección transversal alargada.

- [0085]** El orificio 54 se posiciona de forma que quede orientado hacia el ojo derecho del usuario cuando se lleva puesto el dispositivo 10.
- [0086]** El orificio 54 está adaptado para permitir que el haz de luz emitido por el módulo óptico 20 pase hasta el ojo derecho del usuario.
- [0087]** Los brazos 14 son dos ramificaciones que se extienden desde la carcasa trasera 34 desde dos lados respectivos a lo largo del eje transversal Y-Y. Los brazos 14 se extienden a lo largo del eje longitudinal X-X hacia el lado posterior de la cabeza del usuario.
- [0088]** Los brazos 14 están concebidos para que el usuario los lleve puestos en el lado derecho y el lado izquierdo de la cabeza, respectivamente. Los brazos 14 sostienen el dispositivo médico 10 en la cabeza del usuario.
- [0089]** Cada brazo 14 se dobla en un respectivo extremo libre 56, para asentarse en la parte superior de una respectiva oreja del usuario y mejorar la sujeción del dispositivo 10.
- [0090]** Los brazos 14 presentan un espesor inferior a 0,9 mm. El espesor del brazo 14 representa una dimensión del brazo 14 medida en una dirección a lo largo del eje transversal Y-Y.
- [0091]** Los brazos 14 están hechos del mismo primer material que la montura 12.
- [0092]** La cámara 16 es un dispositivo de adquisición de imágenes, que se muestra en la figura 3. La cámara 16 está configurada para adquirir imágenes del volumen externo 24 y convertir las imágenes en datos electrónicos.
- [0093]** La cámara 16 está posicionada en el centro del volumen interno 22 a lo largo del eje transversal Y-Y, entre la primera área 26 y la segunda área 28.
- [0094]** La cámara 16 está integrada en el volumen interno 22 y fijada a la carcasa frontal 32 orientada hacia la abertura 42.
- [0095]** La cámara adquiere imágenes a través del objetivo.
- [0096]** El objetivo de la cámara atraviesa la carcasa frontal 32 a través de la abertura 42 para emerger por encima de la ranura de nariz 30.
- [0097]** Los circuitos electrónicos 18, mostrados en la figura 3, son un grupo de componentes electrónicos.
- [0098]** Los circuitos electrónicos 18 están configurados para recibir imágenes de la cámara 16 en forma de datos electrónicos y para emitir comandos al módulo óptico 20.
- [0099]** Los circuitos electrónicos 18 se sitúan en la segunda área 28. Los circuitos electrónicos 18 están integrados en el volumen interno 22.
- [0100]** Los circuitos electrónicos 18 comprenden una placa de soporte 58, un módulo de control 60, un primer sensor de temperatura 61, un primer bus de datos 62 y un segundo bus de datos 64.
- [0101]** La placa de soporte 58 es una pieza de soporte adaptada para fijar el módulo de mando 60 a la cara interna de la carcasa frontal 36 de la carcasa frontal 32, en la segunda área 28.
- [0102]** La placa de soporte 58 se fija a la cara interna de la carcasa frontal con pegamento.
- [0103]** El pegamento es un material adhesivo que presenta una conductividad térmica superior a 2 W/m*K.
- [0104]** La placa de soporte 58 presenta una forma adaptada para transmitir el calor producido por los circuitos electrónicos 18 a la montura 12.
- [0105]** La placa de soporte 58 presenta, por ejemplo, una forma rectangular a lo largo de las direcciones transversal Y-Y y vertical Z-Z.
- [0106]** En la dirección longitudinal X-X, la placa de soporte 58 está cerca del módulo de control 60 en un lado, por ejemplo, a 1 mm del módulo de control 60, y coincide con la forma de la cara interna de la carcasa frontal 36 en otro lado.
- [0107]** La placa de soporte 58 está hecha de un segundo material.

- [0108]** El segundo material tiene una conductividad térmica superior a 100 W/m*K.
- [0109]** Por ejemplo, el segundo material es aluminio.
- 5 **[0110]** La placa de soporte 58 define una segunda área de disipación 66 en la montura 12, representada en la figura 1.
- [0111]** La segunda área de disipación 66 forma parte de la cara externa de la carcasa frontal 38 de la carcasa frontal 32, situada en el lado izquierdo del plano mediano X-Z con respecto al usuario.
- 10 **[0112]** La segunda área de disipación 66 está orientada directamente hacia la placa de soporte 58.
- [0113]** La segunda área de disipación 66 está en contacto con el volumen externo 24, por ejemplo, con aire, lo que permite un intercambio térmico directo.
- 15 **[0114]** La segunda área de disipación 66 está adaptada para disipar el calor transmitido por la placa de soporte 58 a la montura 12 hasta el volumen externo 24 cuando la temperatura en la segunda área de disipación 66 es mayor que la temperatura en el volumen externo 24.
- 20 **[0115]** El módulo de control 60 es un circuito electrónico que incluye al menos un chip electrónico.
- [0116]** El módulo de control 60 está adaptado para analizar las imágenes recibidas de la cámara 16, para inferir comandos destinados al módulo óptico 20, y para transferir datos en tiempo real de ida y vuelta a una unidad de procesamiento externa.
- 25 **[0117]** El módulo de control 60 produce calor cuando está en funcionamiento.
- [0118]** El módulo de control 60 produce, por ejemplo, 3 W de calor.
- 30 **[0119]** El calor producido por el módulo de control 60 se transmite a la montura 12 por la placa de soporte 58.
- [0120]** El primer sensor de temperatura 61 está adaptado para medir la temperatura de los circuitos electrónicos 18.
- 35 **[0121]** El primer sensor de temperatura 61 es, por ejemplo, un termopar fijado en contacto con la placa de soporte 58.
- [0122]** El primer bus de datos 62 es un cable electrónico que conecta la cámara 16 al módulo de control 60.
- 40 **[0123]** El primer bus de datos 62 está adaptado para transmitir datos, por ejemplo, imágenes, desde la cámara 16 al módulo de control 60.
- [0124]** El segundo bus de datos 64 es un cable electrónico que conecta el módulo de control 60 al módulo óptico 20.
- 45 **[0125]** El segundo bus de datos 64 está adaptado para transmitir datos, por ejemplo, comandos electrónicos, desde el módulo de control 60 al módulo óptico 20.
- [0126]** El módulo óptico 20 es un dispositivo emisor de luz, adaptado para iluminar el ojo del usuario con un haz de luz controlado.
- 50 **[0127]** El módulo óptico 20 comprende un soporte 68, una fuente de luz 70, un sistema óptico 72 y una placa secundaria 73. La fuente de luz 70 y el sistema óptico 72 están contenidos en una caja cerrada. La fuente de luz 70, el sistema óptico 72 y la placa secundaria 73 se representan en la figura 4.
- 55 **[0128]** El soporte 68 es una estructura de sujeción adaptada para sostener la fuente de luz 70, el sistema óptico 72 y la placa secundaria 73.
- [0129]** El soporte 68 está adaptado para fijarse a la cara interna de la carcasa frontal 36 de la carcasa frontal 32, en la primera área 26.
- 60 **[0130]** El soporte 68 incluye un brazo de soporte 74, representado en la figura 4.
- [0131]** El soporte 68 está hecho del segundo material.
- 65

- [0132]** El soporte 68 define una primera área de disipación 69 en la montura 12, representada en la figura 1.
- [0133]** La primera área de disipación 69 forma parte de la cara externa de la carcasa frontal 38 de la carcasa frontal 32, situada en el lado derecho del plano mediano X-Z con respecto al usuario.
- 5 **[0134]** La primera área de disipación está orientada directamente hacia el soporte 68.
- [0135]** La primera área de disipación 69 está en contacto con el volumen externo 24, por ejemplo, con aire, lo que permite un intercambio térmico directo.
- 10 **[0136]** La primera área de disipación 69 está adaptada para disipar el calor transmitido por el soporte 68 a la montura 12 hasta el volumen externo 24 cuando la temperatura en la primera área de disipación 69 es mayor que la temperatura en el volumen externo 24.
- 15 **[0137]** El brazo de soporte 74 es una estructura adaptada para sostener la fuente de luz 70 y el sistema óptico 72.
- [0138]** El brazo de soporte 74 está conformado para maximizar la transferencia de calor emitida por la fuente de luz 70 a la montura 12.
- 20 **[0139]** Por ejemplo, el brazo de soporte 74 tiene forma de U para maximizar el área de contacto, con el soporte 68, lo que maximiza la transferencia de calor a la montura 12 a través del soporte 68.
- [0140]** El brazo de soporte 74 presenta dos orificios 75.
- 25 **[0141]** Los orificios 75 son aberturas en el brazo de soporte 74 concebidas para reducir su peso.
- [0142]** El brazo de soporte 74 define una ranura 76.
- 30 **[0143]** La ranura 76 es un rebaje en el brazo 74, conformado para recibir la fuente de luz 70. La fuente de luz 70 está integrada en la ranura 76 para maximizar la transferencia térmica desde la fuente de luz 70 al soporte 68.
- [0144]** La fuente de luz 70 es un dispositivo emisor de luz que convierte la corriente eléctrica en luz. La fuente de luz 70 comprende un segundo sensor de temperatura 71.
- 35 **[0145]** La fuente de luz 70 está controlada por la placa secundaria 73. Cabe destacar que la intensidad de la luz emitida por la fuente de luz 70 se controla por la placa secundaria 73.
- [0146]** La fuente de luz 70 emite calor cuando está en funcionamiento. Por ejemplo, la fuente de luz 70 emite 40 3 W de calor cuando emite luz con una intensidad máxima.
- [0147]** La fuente de luz 70 está integrada en la ranura 76 del brazo de soporte 74. La integración de la fuente de luz 70 permite que el calor producido por la fuente de luz se transmita al soporte 68.
- 45 **[0148]** La fuente de luz 70 es, por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED).
- [0149]** El segundo sensor de temperatura 71 está adaptado para medir la temperatura de la fuente de luz 70 y transmitir el valor de temperatura medido a la placa secundaria 73.
- 50 **[0150]** El segundo sensor de temperatura 71 es, por ejemplo, un termopar fijado en contacto con un lado de la fuente de luz 70.
- [0151]** El sistema óptico 72 es una combinación de óptica adaptada para remodelar y redirigir la luz.
- 55 **[0152]** El sistema óptico 72 está adaptado para dar forma a la luz emitida por la fuente de luz 70 en un haz controlado, y redirigir una parte del haz controlado hacia el ojo del usuario.
- [0153]** El sistema óptico 72 incluye un colimador 78, una pluralidad de espejos 80, una matriz de microespejos 82, un fotodiodo 84, y una lente líquida 86.
- 60 **[0154]** El colimador 78 es un dispositivo óptico diseñado para convertir un haz de luz desenfocado en un haz enfocado.
- [0155]** El colimador 78 está adaptado para dar forma a una parte de la luz emitida por la fuente de luz 70 en un haz.
- 65

- [0156]** La pluralidad de espejos incluye tres espejos 80. Los espejos 80 son superficies planas que reflejan la luz. Los espejos 80 están adaptados para redirigir el haz de luz en una trayectoria a través del sistema óptico.
- 5 **[0157]** La matriz de microespejos 82 es una matriz de espejos pequeños.
- [0158]** Cada pequeño espejo de la matriz de microespejos 82 es una superficie reflectante de luz, siendo cada dimensión del pequeño espejo inferior a, por ejemplo, 10 µm. Cada microespejo puede estar orientado en al menos dos posiciones.
- 10 **[0159]** La matriz de microespejos 82 está adaptada para dividir el haz en una parte seleccionada y una parte rechazada.
- [0160]** La matriz de microespejos está adaptada para recibir datos, por ejemplo comandos, desde el módulo de control 60 a través del segundo bus de datos 64.
- 15 **[0161]** El fotodiodo 84 es un dispositivo semiconductor diseñado para convertir la energía lumínica en corriente eléctrica. El fotodiodo 84 está adaptado para medir la intensidad de la parte rechazada del haz.
- 20 **[0162]** La lente líquida 86 es un dispositivo óptico adaptable. Por adaptable, se entiende que las propiedades ópticas de la lente líquida 86 se pueden modificar fácilmente para adaptar el dispositivo médico 10 a un usuario específico.
- [0163]** La lente líquida 86 está adaptada para transmitir la parte seleccionada del haz al ojo del usuario y modificarse para corregir cualquier aberración óptica del ojo específica del usuario y para enfocar el haz en la retina del usuario.
- 25 **[0164]** La placa secundaria 73 es un circuito electrónico, fijado en el soporte 68.
- 30 **[0165]** La placa secundaria 73 está adaptada para controlar la fuente de luz 70 y el segundo sensor de temperatura 71. Cabe destacar que la placa secundaria 73 está adaptada para controlar la intensidad de la luz emitida por la fuente de luz 70.
- [0166]** La placa secundaria 73 también está adaptada para leer los valores de temperatura transmitidos por el primer sensor de temperatura 61 y el segundo sensor de temperatura 71 y para reducir o detener la actividad del dispositivo si los valores de temperatura cruzan los límites preestablecidos.
- 35 **[0167]** La placa secundaria 73 está adaptada además para recibir datos, por ejemplo comandos, desde el módulo de control 60 a través del segundo bus de datos 64.
- 40 **[0168]** Ahora se describirá el funcionamiento del dispositivo médico 10.
- [0169]** Un paciente humano, que padece pérdida de visión debido a la pérdida de fotorreceptores de bastón, se ha tratado previamente con una terapia genética, modificando las células diana en la retina del paciente para hacerlas sensibles a la luz.
- 45 **[0170]** Se proporciona el dispositivo médico 10, y la lente líquida está adaptada a las condiciones específicas de la vista del paciente, para enfocar con precisión el haz de luz en la retina del paciente.
- [0171]** El dispositivo médico 10 se coloca en la cara del paciente, con la primera área 26 delante de su ojo derecho y con la segunda área 28 delante de su ojo izquierdo.
- 50 **[0172]** La cámara 16 adquiere una imagen del volumen externo 24, la imagen se codifica en forma de datos electrónicos y se envía al módulo de control 60 a través del primer bus de datos 62.
- 55 **[0173]** El módulo de control 60 analiza la imagen e infiere un comando destinado a reproducir la imagen en la matriz de microespejos 82. El comando se envía al módulo óptico 20 a través del segundo bus de datos 64, y los espejos de la matriz de microespejos 82 se activan para reproducir la imagen.
- [0174]** La fuente de luz 70 emite continuamente luz, a una parte de la cual se le da forma de un haz por el colimador 78, a continuación, se redirige por un primer espejo de la pluralidad de espejos 80, hacia la matriz de microespejos 82.
- 60 **[0175]** El haz se divide en una parte seleccionada, que reproduce la imagen, y una parte desechada.
- 65 **[0176]** La parte seleccionada se redirige por un segundo espejo de la pluralidad de espejos 80, a través de la

lente líquida 86, hacia el ojo del paciente para formar una copia de la imagen en la retina. La luz activa las células sensibles a la luz en la retina del paciente, lo que permite al paciente ver una aproximación de la imagen.

[0177] La parte desechada es redirigida por un tercer espejo de la pluralidad de espejos 80 hacia el fotodiodo 84. El fotodiodo 84 mide la intensidad de luz de la parte desechada, y el valor medido se envía a la placa secundaria 73 para la regulación de la intensidad de la luz.

[0178] La placa secundaria 73 deduce la intensidad de la luz de la parte seleccionada del haz a partir de la intensidad de la luz de la parte desechada.

[0179] A continuación, la placa secundaria 73 verifica si la intensidad de luz enviada al ojo del paciente está dentro de límites aceptables, y cambia la intensidad de la luz emitida por la fuente de luz 70 en consecuencia.

[0180] Durante este procedimiento, los circuitos electrónicos 18 y la fuente de luz 70 producen calor, por ejemplo 3 W de calor cada uno. Un calentamiento excesivo de los circuitos electrónicos 18 y/o del módulo óptico 20 comprometería un funcionamiento eficiente del dispositivo 10 y también causaría molestias para el paciente que lleva puesto el dispositivo 10 en la cara, delante de los ojos.

[0181] El calor emitido por los circuitos electrónicos 18 se transmite a la placa de soporte 58, que está hecha del segundo material de alta conductividad térmica. Después, el calor se transmite a la montura 12 en la segunda área de disipación 66.

[0182] El calor emitido por la fuente de luz 70 se transmite al brazo de soporte 74, después a todo el soporte 68, que está hecho del segundo material de alta conductividad térmica. A continuación, el calor se transmite a la montura 12 en la primera segunda área 69.

[0183] La primera área de disipación 69 y la segunda área de disipación 66 están en contacto directo con el volumen externo 24, por ejemplo, con aire. Por lo tanto, el calor se disipa en el aire del volumen externo 24 de la primera y segunda áreas de disipación 69, 66, cuando la temperatura de la montura 12 en la primera área de disipación 69 o en la segunda área 66, respectivamente, se eleva más que la temperatura del volumen externo 24.

[0184] Considerando una temperatura del volumen externo de 25 °C y una generación de calor de 3 W para cada uno de los circuitos electrónicos 18 y la fuente de luz 70, la temperatura en los circuitos electrónicos permanece por debajo de 85 °C, y la temperatura en el módulo óptico 20 permanece por debajo de 65 °C.

[0185] El primer y el segundo huecos aíslan el módulo óptico 20 y los circuitos electrónicos 18 respectivamente de la carcasa trasera 34. La temperatura de la cara externa de la carcasa trasera 48, orientada hacia los ojos del usuario, por lo tanto, no se eleva por encima de 35 °C, y el dispositivo médico 10 sigue siendo cómodo para el usuario.

[0186] Adicionalmente, la temperatura en las partes en contacto con la piel del usuario (los brazos 14 y la ranura de nariz 30) aumenta en más de 2 °C sobre una temperatura externa de la piel, cuando está en contacto con la piel del usuario.

[0187] Otras restricciones de temperatura en la parte externa del dispositivo siguen la Norma ISO 60601-1 (71 °C en los lados superior e inferior de la carcasa frontal 32 y de la carcasa trasera 34, 86 °C en la primera área de disipación 66 y la segunda área de disipación 69).

[0188] Si la temperatura de los circuitos electrónicos 18 medida por el primer sensor de temperatura 61, o si la temperatura de la fuente de luz 70 medida por el segundo sensor de temperatura 71 aumenta sobre un límite preestablecido, la placa secundaria 73 detiene el funcionamiento del dispositivo 10 para evitar daños en el dispositivo 10 o molestias al usuario.

[0189] Para satisfacer las discrepancias de tamaño de cabeza entre diferentes usuarios, los brazos 14 son más flexibles que la montura 12. Esto permite que la deformación inducida mediante el ajuste del dispositivo 10 en una cabeza más grande se localice en los brazos 14 e provoque un esfuerzo mínimo en la montura 12. Por lo tanto, el dispositivo médico 10 está adaptado para ajustarse a la mayoría de los usuarios sin requerir ninguna modificación específica de la montura 12 y los brazos 14.

[0190] La conexión de la carcasa frontal 32 con la carcasa trasera 34 es estrecha, para evitar el paso de luz externa, así como, por ejemplo, agua o polvo, entre la carcasa frontal 32 y la carcasa trasera 34. Esto evita cualquier daño en el módulo óptico 20, así como la entrada de luz parásita en el volumen interno 22.

[0191] La malla conductora en la cara interna de la carcasa frontal 36 y en la cara interna de la carcasa trasera 46 proporciona blindaje electromagnético al volumen interno 22. En particular, el blindaje electromagnético protege el módulo óptico 20 y los circuitos electrónicos 18 de ondas electromagnéticas parásitas de fuentes situadas en el

volumen externo 24.

- [0192]** La placa de soporte 58 está hecha del segundo material que presenta una alta conductividad térmica. La placa de soporte 58 también presenta una forma adaptada para disipar eficazmente el calor producido por los circuitos electrónicos 18 a la segunda área de disipación 66. Esto permite mantener una temperatura máxima en los circuitos electrónicos 18 por debajo de 85 °C cuando los circuitos electrónicos 18 producen 3 W de calor y cuando la temperatura en el volumen externo 24 es de 25 °C.
- [0193]** El soporte 68 está hecho del segundo material que presenta una alta conductividad térmica. El soporte 68 también presenta una forma adaptada para disipar eficazmente el calor producido por la fuente de luz 70 a la primera área de disipación 68. La placa de soporte 50 presenta una forma adaptada para disipar 3 W de calor producido por la fuente de luz 70 con una temperatura máxima en la fuente de luz 70 por debajo de 65 °C, y la temperatura en el volumen externo 24 de 25 °C.
- [0194]** La placa secundaria 73 emite un calor muy bajo y, por lo tanto, no requiere un sistema específico de disipación de calor.
- [0195]** El módulo óptico 20 está miniaturizado, siendo la masa total del módulo óptico 20, sin incluir el soporte 68, por ejemplo, inferior a 20 g. El volumen del módulo óptico 20, definido como el volumen ocupado por la caja cerrada que contiene la fuente de luz 70 y el sistema óptico 72, dentro del volumen interno 22, es inferior a, por ejemplo, 10 cm³.
- [0196]** La pluralidad de espejos 80 permite un volumen reducido del módulo óptico 20, al multiplicar la trayectoria del haz entre los diferentes elementos que constituyen el sistema óptico 72.
- [0197]** El dispositivo médico 10 está concebido para ser utilizado con una unidad externa que comprende en particular baterías para suministrar energía eléctrica a la cámara 16, los circuitos electrónicos 18 y el módulo óptico 20. Esto permite una gran reducción del peso del dispositivo 10, ya que la unidad externa puede llevarla el usuario en el bolsillo y puede conectarse al dispositivo médico 10 mediante un cable de alimentación.
- [0198]** Adicionalmente, como variante, la unidad externa incluye sistemas de procesamiento de datos, adaptados para ejecutar una parte del análisis de las imágenes transmitidas por la cámara 16 en lugar del módulo de mando 60, así como para almacenar datos.
- [0199]** Como otra variante, la ranura de nariz 20 comprende al menos una almohadilla de nariz para mayor comodidad del usuario.
- [0200]** Como otra variante, los insertos limados 40 están situados en la carcasa trasera 34 y las aberturas 50 están situadas en la carcasa frontal 32.
- [0201]** Como otra variante, una junta se sitúa en un borde interno de la carcasa frontal 32, para oprimirse contra la cara interna de la carcasa trasera 46 de la carcasa trasera 34 cuando la carcasa frontal 32 está conectada a la carcasa trasera 34.
- [0202]** Como otra variante, cada brazo 14 presenta al menos un perno en el extremo libre 56. Los pernos se pueden utilizar para fijar rellenos extraíbles en los brazos 14 para adaptar el dispositivo 10 a un usuario con una cabeza pequeña.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo médico (10) concebido para que lo lleve puesto un usuario humano, definiendo el dispositivo médico (10) una primera área (26) y una segunda área (28), estando cada una de la primera área (26) y la
5 segunda (28) concebido para posicionarse, cuando el dispositivo médico (10) lo lleva puesto un usuario humano, delante de un respectivo ojo del usuario humano, comprendiendo el dispositivo médico (10):
- una montura (10) hecha en un primer material, comprendiendo la montura (10) una carcasa trasera (34), definiendo la carcasa trasera (34) un orificio (54) orientado hacia la primera área (26) y estando la carcasa trasera
10 (34), que es opaca, orientada hacia la segunda área (28), presentando la carcasa trasera (34) una cara externa (48) concebida para estar orientada, cuando el dispositivo médico (10) lo lleva puesto un usuario humano, hacia la cara del usuario humano, y una cara interna (46) opuesta a la cara externa (48), abriéndose el orificio (54) en la cara interna (46) y en la cara externa (48),
- 15 comprendiendo el dispositivo médico (10) además:
- un módulo óptico (20), estando el módulo óptico (20) en la primera área (26) y orientado hacia la cara interna (46), comprendiendo el módulo óptico (20) una fuente de luz (70) y un sistema óptico (72), estando el módulo óptico (20) dispuesto para enviar un haz de luz a través del orificio (54),
 - 20 - un circuito electrónico (18), estando el circuito electrónico (18) adaptado para controlar el módulo óptico (20).
2. Un dispositivo médico (10) según la reivindicación 1, en el que la montura (12) comprende además una carcasa frontal (32), estando la carcasa frontal (32) firmemente ensamblada a la carcasa trasera (34), presentando la carcasa frontal una cara interna (36) y una cara externa (38), definiendo la cara interna de la carcasa trasera (46) y la
25 cara interna de la carcasa frontal (36) un volumen interno (22), estando el módulo óptico (20) y los circuitos electrónicos (18) fijados a la carcasa frontal (32) e integrados en el volumen interno (22).
3. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la montura (12) define, en la primera área (26), un primer hueco entre el módulo óptico (20) y la carcasa trasera (34), y en el que la
30 montura (12) define, en la segunda área (28), un segundo hueco entre los circuitos electrónicos (18) y la carcasa trasera (34).
4. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el módulo óptico (20) comprende al menos un soporte (68) fijado a la montura (12) en la primera área (26) y fijado a la fuente de luz (70) y al sistema óptico (72), definiendo el soporte (68) una primera área de disipación (69) en la montura (12), estando el soporte (68) adaptado para evacuar el calor producido por la fuente de luz (70) a la primera área de disipación (69).
5. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los circuitos electrónicos (18) comprenden una placa de soporte (58) fijada a la montura (10) en la segunda área (28), definiendo
40 la placa de soporte (58) una segunda área de disipación (66) en la montura (12), estando la placa de soporte (58) adaptada para evacuar el calor producido por los circuitos electrónicos (18) a la segunda área de disipación (66).
6. Un dispositivo médico (10) según las reivindicaciones 4 y 5, en el que la placa de soporte (58) y el soporte (68) están hechos en un segundo material, teniendo el segundo material una conductividad térmica mayor de
45 100 W/m*K.
7. Un dispositivo médico (10) según la reivindicación 6, en el que la placa de soporte (58) presenta una forma adaptada para disipar 3 W de calor con una temperatura máxima en los circuitos electrónicos por debajo de
50 85 °C.
8. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el soporte (68) comprende un brazo de soporte (74), definiendo el brazo de soporte (74) una ranura (76), estando la fuente de luz (70) integrada en la ranura (76).
- 55 9. Un dispositivo médico (10) según la reivindicación 8, en el que el brazo de soporte (74) presenta una forma adaptada para disipar 3 W de calor producido por la fuente de luz (70), con una temperatura máxima en la fuente de luz (70) por debajo de 65 °C.
10. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la fuente de luz (70) y el sistema óptico (72) tienen un peso total inferior a 20 g y ocupan un volumen total inferior a 10 cm³.
60
11. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el peso de la montura (12) es inferior a 50 g, y en el que el peso total del dispositivo médico (10) es inferior a 200 g.
- 65 12. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el dispositivo

médico (10) comprende además dos brazos (14) fijados a la montura (12) para sujetar el dispositivo médico (10) a la cabeza del usuario, siendo los brazos (14) más flexibles que la montura (12).

13. Un dispositivo médico (10) según la reivindicación 12, en el que cada brazo (14) está hecho de un material compuesto que comprende fibras de carbono, siendo el espesor del brazo (14) inferior a 0,9 mm.

14. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en el que el dispositivo médico (10) incluye un primer sensor térmico (61) adaptado para medir la temperatura en los circuitos electrónicos (18) y un segundo sensor térmico (71) adaptado para medir la temperatura de la fuente de luz (70).

10

15. Un dispositivo médico (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la cara interna de la carcasa frontal (36) y la cara interna de la carcasa trasera (46) presentan una cubierta conductora, estando la cubierta conductora hecha con un material conductor, la resistencia eléctrica medida entre dos puntos cualesquiera de la cubierta conductora usando un multímetro menor de 2Ω .

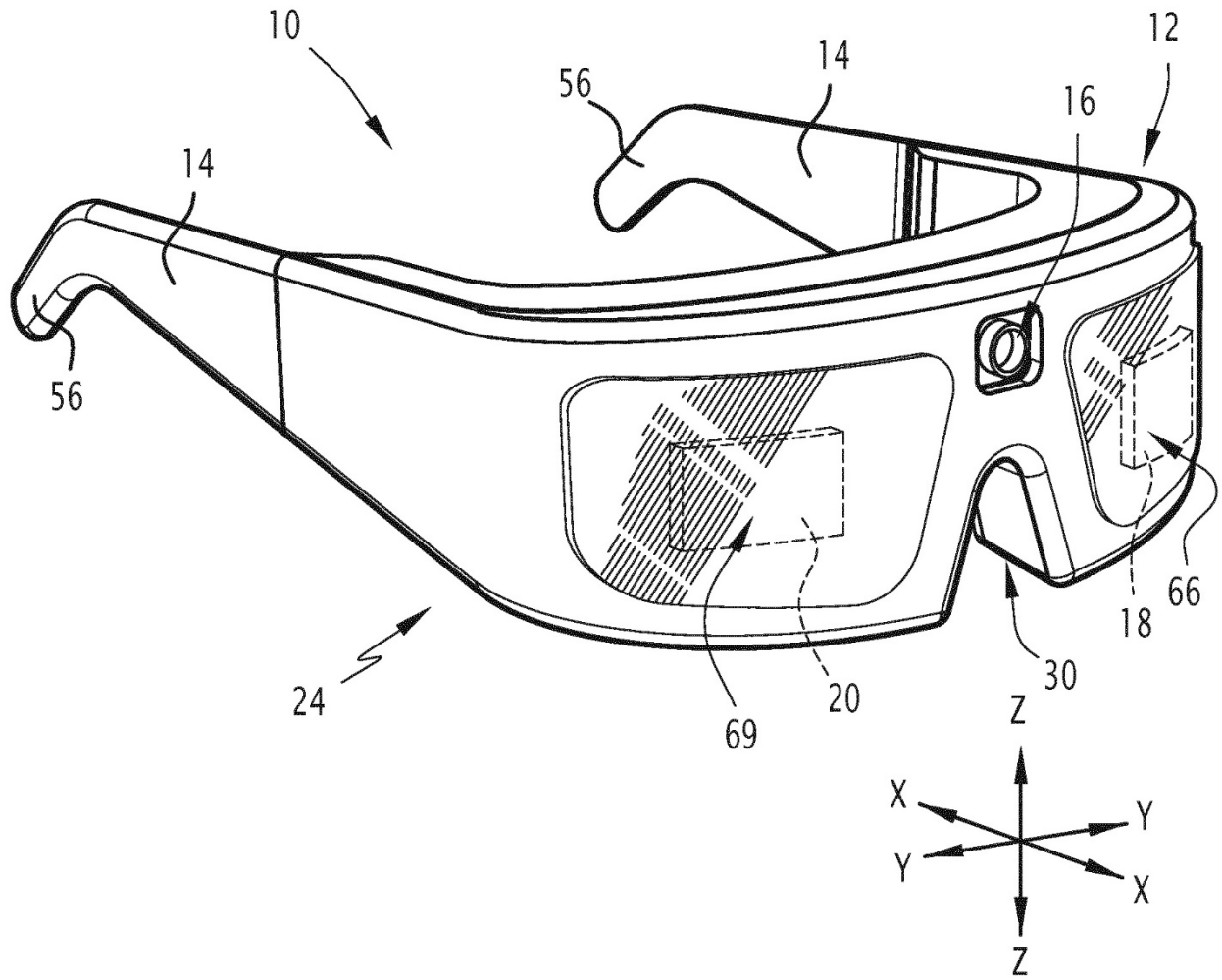


FIG.1

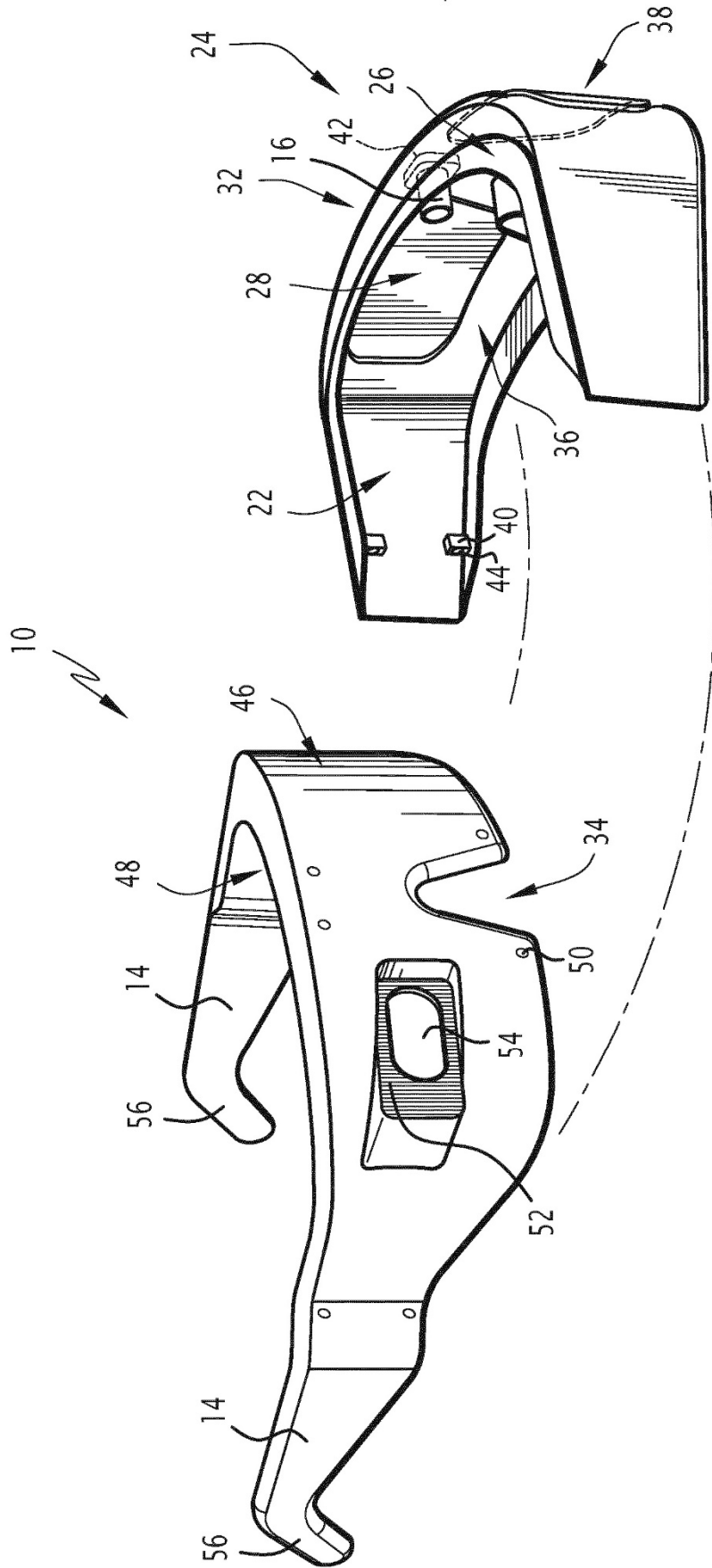


FIG.2

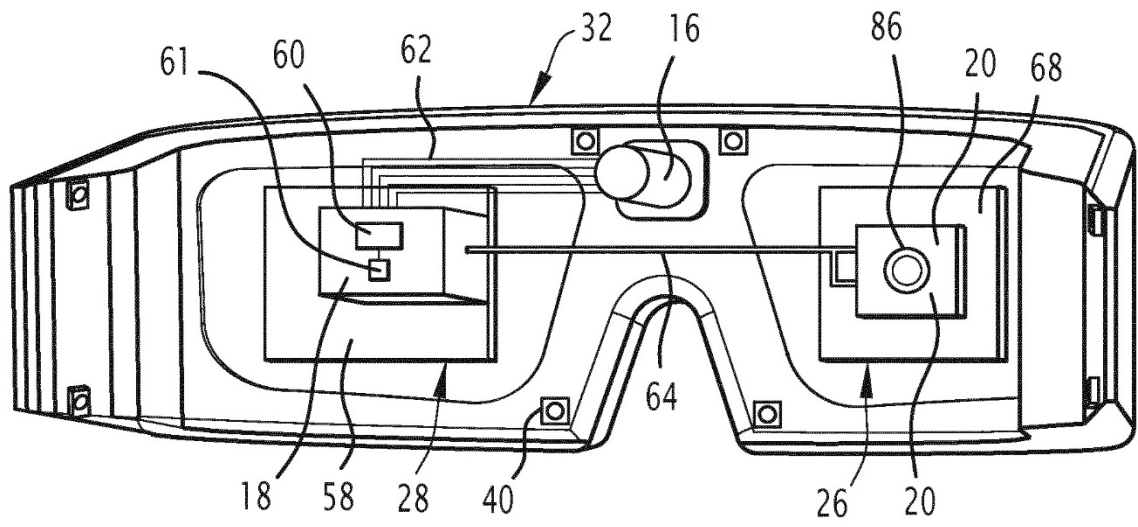


FIG. 3

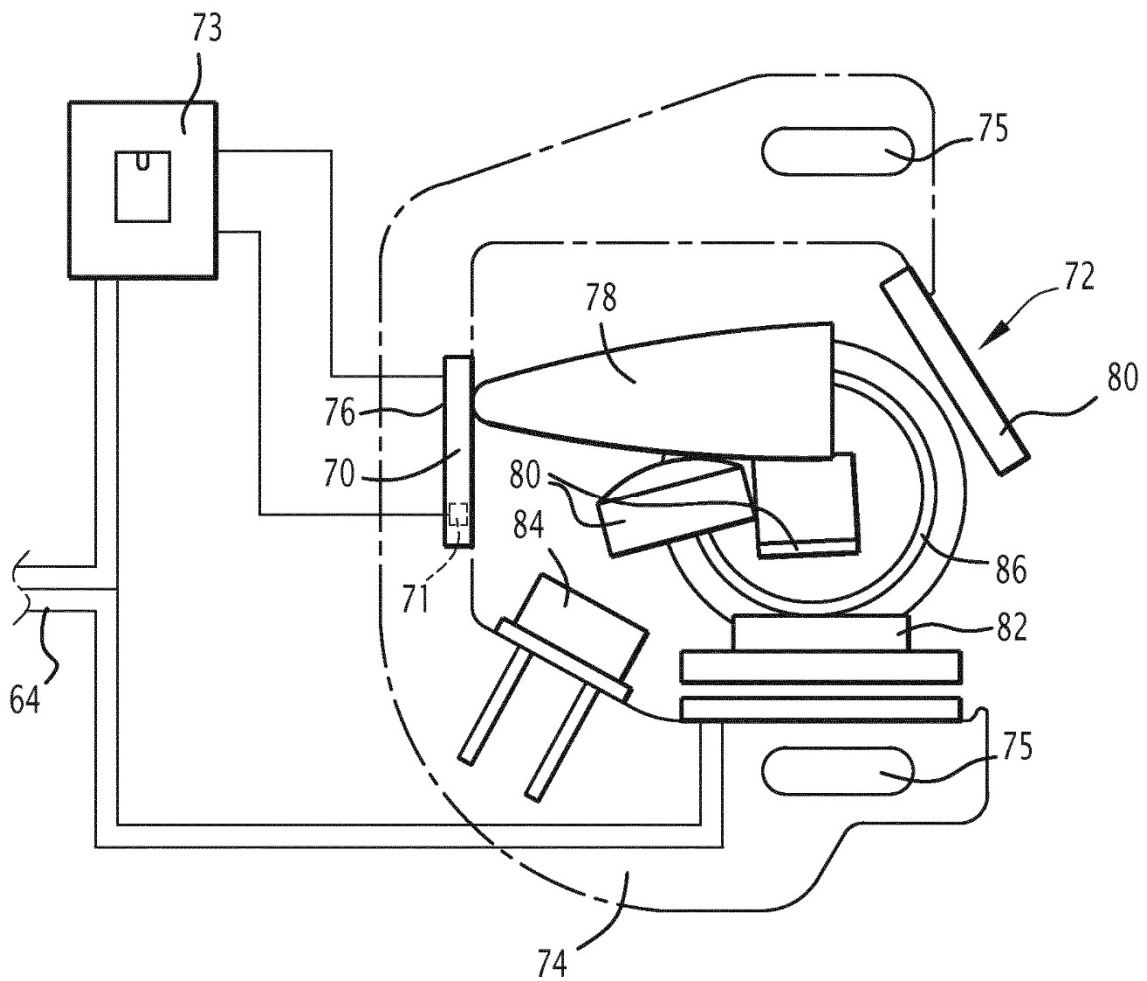


FIG. 4