

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la
Propiedad Intelectual
Oficina internacional
(43) Fecha de publicación internacional
03 de julio de 2025 (03.07.2025)



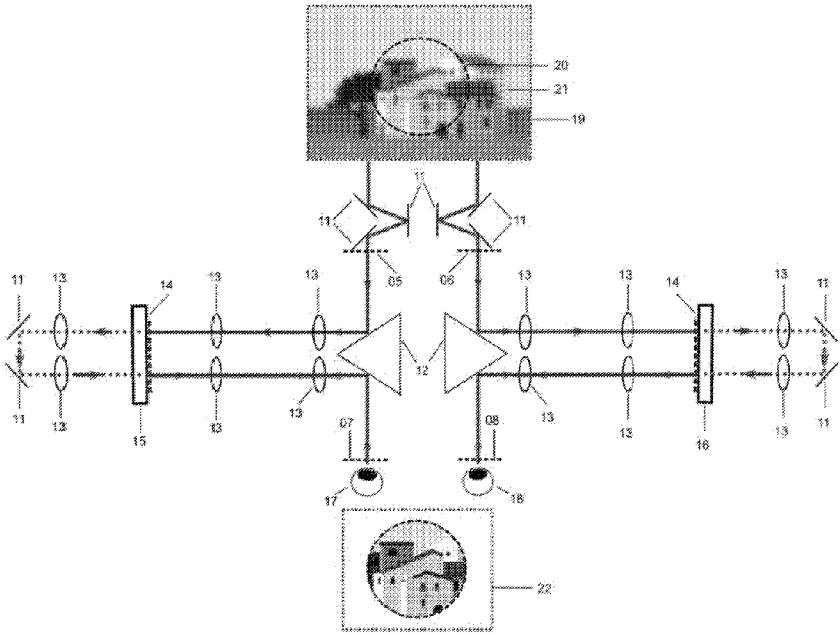
(10) Número de publicación internacional
WO 2025/141237 A1

(51) Clasificación internacional de patentes:
G02B 27/00 (2006.01) G02B 27/01 (2006.01)
(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2024/070805
(22) Fecha de presentación internacional:
23 de diciembre de 2024 (23.12.2024)
(25) Idioma de presentación: español
(26) Idioma de publicación: español
(30) Datos relativos a la prioridad:
P202331093 28 de diciembre de 2023 (28.12.2023) ES
(71) Solicitante: UNIVERSIDAD DE MURCIA [ES/ES]; Av-
da. Teniente Flomesta s/n, 30003 Murcia (Murcia) (ES).

(72) Inventores: ARTAL SORIANO, Pablo; Edif. Rector Soler, Campus Universitario Espinardo, 30100 Murcia (Murcia) (ES). SOOMRO, Shoaib R.; Edif. Rector Soler, Campus Universitario Espinardo, 30100 Murcia (Murcia) (ES). PANIAGUA DIAZ, Alba; Edif. Rector Soler, Campus Universitario Espinardo, 30100 Murcia (Murcia) (ES). MOMPEÁN ESTEBAN, Juan; Edif. Rector Soler, Campus Universitario Espinardo, 30100 Murcia (Murcia) (ES).
(74) Mandatario: ELZABURU S.L.P.; Paseo de la Castellana 259C, Planta 28, Torre de Cristal, 28046 Madrid (ES).
(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,

(54) Title: BINOCULAR OPTOELECTRONIC EYEWEAR INSTRUMENT FOR VISION ENHANCEMENT OF BOTH EYES AND METHOD FOR VISION ENHANCEMENT
(54) Título: INSTRUMENTO OPTOELECTRÓNICO BINOCULAR DE TIPO GAFAS PARA LA MEJORA VISUAL DE AMBOS OJOS Y MÉTODO PARA LA MEJORA VISUAL

FIG. 2A



(57) Abstract: Binocular optoelectronic eyewear instrument for the vision enhancement of both eyes and vision enhancement method. The instrument comprises: - at least one phase modulator (15, 16, 27, 28) for the wavefront manipulation of both eye pupils, for performing the vision correction of the eye aberrations, - a binocular assembly of optical components for the light relay from entrance pupils (05, 06) to exit pupils (07, 08), - a processing module (30) for communication, control, and computations, and - at least one image capture device (09, 10). The associated method involves the generation and relay of phase profiles for binocular vision correction

JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- *con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))*
- *en blanco y negro; la solicitud internacional se presentó en colores o en escala de grises y puede descargarse de PATENTSCOPE.*

of eye aberrations, image capture and tracking of both eye pupils, as well as computations, control, connectivity, and operation of the instrument.

(57) Resumen: Instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa para la mejora visual de ambos ojos y método para la mejora visual. El instrumento comprende: - al menos un modulador de fase (15, 16, 27, 28) para manipular el frente de onda de las pupilas de ambos ojos, para realizar la corrección visual de las aberraciones oculares, - un conjunto binocular de componentes ópticos para transmitir la luz de las pupilas de entrada (05, 06) a las pupilas de salida (07, 08), - un módulo de procesamiento (30) para la comunicación, el control y los cálculos, y - al menos un dispositivo (09, 10) de captura de imágenes. El método asociado comprende la generación y transmisión de perfiles de fase para la corrección visual binocular de las aberraciones oculares, la captura de imágenes y el seguimiento de las pupilas de ambos ojos, así como los cálculos, el control, la conectividad y el funcionamiento del instrumento.

DESCRIPCIÓN

Instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa para la mejora visual de ambos ojos y método para la mejora visual

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa para la mejora visual en una configuración diáfana mediante la corrección de las aberraciones oculares. La presente invención también se refiere a un método para realizar una mejora visual simultánea para ambos ojos, y para operar, controlar y comunicarse con el instrumento.

10

Antecedentes de la invención

La óptica del ojo impone una limitación subyacente a la calidad de la visión percibida por el ser humano. La calidad de la imagen producida en la retina y percibida por el cerebro se degrada debido a la presencia de aberraciones ópticas. Las aberraciones ópticas son una de las principales causas de las deficiencias visuales en todo el mundo. Los métodos convencionales para corregir las aberraciones ópticas implican la colocación de elementos ópticos fijos, como gafas y lentes de contacto. Sin embargo, estas gafas y lentes de contacto tienen una eficacia limitada para mejorar la calidad visual.

15

20

Otros métodos más avanzados permiten medir y corregir aberraciones oculares complejas mediante técnicas optoelectrónicas, como lentes de enfoque variable y moduladores de fase, que se clasifican como métodos de corrección de óptica adaptativa. La óptica adaptativa ofrece una corrección de alta precisión de las aberraciones oculares complejas en tiempo real, que se realiza mediante moduladores de fase controlados digitalmente. Los moduladores de fase típicamente utilizados son moduladores espaciales de luz basados en cristales líquidos o espejos deformables. Estos dispositivos pueden manipular el frente de onda de la luz entrante antes de que la reciba el ojo. Estos dispositivos oftálmicos pueden utilizarse tanto para corregir la visión como para simularla, corrigiendo las aberraciones naturales del ojo o induciendo aberraciones estratégicas mientras se comprueba el rendimiento visual.

25

30

Estos dispositivos también se conocen como simuladores visuales; sin embargo, este término se reserva principalmente a los instrumentos oftálmicos clínicos utilizados para las pruebas y la simulación de la visión. La primera demostración de instrumentos de corrección visual de óptica adaptativa fue presentada por E. J. Fernández, S. Manzanera, P. Piers, P. Artal, "Adaptive optics visual simulator", J. Refrac. Surgery, 18, 634-638 (2002). Los desarrollos

35

posteriores consiguieron una corrección visual ampliada tanto para las aberraciones de bajo orden como para las de orden superior.

La mayoría de las técnicas de simulación visual descritas en la literatura también han incorporado un módulo de medición de aberraciones que suele basarse en el sensor de frente de onda Hartmann-Shack. El primer uso de un sensor Hartmann-Shack para ojos humanos puede atribuirse a Liang, B. Grimm, S. Goelz, y J. F. Bille, "Objective measurement of WA's of the human eye with the use of a Hartmann-Shack wave-front sensor", J. Opt. Am. A 11, 1949-1957 (1994) y J. Liang y D. R. Williams, "Aberrations and retinal image quality of the normal human eye", J. Opt. Soc. Am. A 14,2873-2883 (1997). Aunque no es una parte clave de un dispositivo de corrección visual de óptica adaptativa, el sensor Hartmann-Shack se sigue utilizando ampliamente en simuladores visuales clínicos y otros instrumentos de óptica adaptativa para la evaluación objetiva de las aberraciones. Las demás invenciones relacionadas con la presente invención propuesta se describen a continuación:

El documento de patente US 5.495.305 divulga un método para la simulación de discapacidades visuales. La invención presentaba las lentes de contacto que se personalizan para modificar el frente de onda de la luz transmitida de tal manera que se puede experimentar la simulación visual de diversas condiciones y aberraciones oculares.

El documento de patente US 8.506.082 B2 presenta un sistema de óptica adaptativa oftálmica y un aparato de generación de imágenes para corregir la aberración de la luz que ilumina el ojo. También tiene un sensor de frente de onda que recibe la luz reflejada por el ojo para realizar la corrección de frente de onda en un bucle cerrado.

El documento de patente US 11.360.328 B1 revela un dispositivo óptico portátil para problemas de visión. El dispositivo tiene lentes transparentes activas pixeladas que se fijan en una montura de gafas. Un rastreador ocular y un controlador siguen el movimiento de la pupila y crean una máscara dinámica en la superficie de la lente pixelada para bloquear la luz en partes seleccionadas de la pupila del ojo.

El documento de patente US 8.154.804 B2 presenta una lente electroóptica para la corrección de aberraciones de alto orden. La lente contiene capas de sustrato y anillos de capas de electrodos. El voltaje aplicado en las capas de electrodos crea un campo eléctrico que gira el perfil de fase óptica de la lente para corregir la aberración esférica.

El documento de patente US 8.348.424 B2 revela una lente de contacto oftálmica de enfoque variable para la corrección adaptativa del desenfoque y el método de fabricación asociado. La lente de contacto tiene un inserto óptico para enfoque variable que es alimentado a través de una fuente de energía afiliada. También revela un método de fabricación que utiliza el moldeo por colada de hidrogel de silicona.

El documento de patente US 9.004.683 B2 presenta un dispositivo óptico para la corrección activa de aberraciones basada en el usuario. El dispositivo permite el ajuste en tiempo real de las aberraciones utilizando los elementos ópticos transformables. La corrección se basa en los datos de aberraciones ya conocidos o en mediciones de aberraciones en tiempo real obtenidas mediante un sensor de frente de onda.

El documento de patente US 9.554.889 B2 divulga un método y un sistema para fabricar un dispositivo protésico de lente escleral guiado por frente de onda. La lente escleral se personaliza para un ojo y se incrusta con el perfil de fase de corrección de aberraciones para un sujeto en particular.

El documento de patente US 10.317.680 B1 divulga una pantalla autofocus montada en la cabeza que genera dinámicamente imágenes ajustadas a la aberración basándose en la posición y orientación del ojo. El proceso contiene la distorsión previa de la imagen generada para corregir las observaciones que de otro modo afectarían a la calidad de la imagen percibida.

El documento de patente US 11.016.301 B1 revela una pantalla autofocus montada en la cabeza que genera dinámicamente la imagen corregida de aberraciones basada en la acomodación medida del ojo. La imagen con ajuste de aberraciones corrige las aberraciones inducidas por la pantalla montada en la cabeza, así como el estado de acomodación del ojo.

El documento de patente US 7.264.354 B2 describe un foróptero para simulación visual que utiliza lentes optoelectrónicas controladas electrónicamente. La potencia focal de las lentes se controla variando la señal eléctrica suministrada a las lentes. El instrumento presentado sólo corrige la potencia óptica y no puede tratar otras aberraciones complejas.

El documento de patente US 4.943.162 A revela un dispositivo para la corrección visual que emplea una configuración rotativa de múltiples lentes. El instrumento divulgado tiene dos

lentes cilíndricas apiladas que giran simétricamente para inducir la corrección del desenfoque esférico y el astigmatismo del sujeto.

5 El documento de patente US 8.911.084 B2 presenta un instrumento de corrección de la visión binocular que utiliza un modulador de fase. El instrumento puede inducir las correcciones para aberraciones de bajo orden y para aberraciones de alto orden. El instrumento tiene el factor de forma de un dispositivo oftálmico de sobremesa.

10 El documento de patente US 11.360.313 B1 revela un instrumento binocular que se puede llevar puesto para corregir automáticamente la refracción esférica en las visualizaciones de cerca del ojo. El dispositivo utiliza lentes de óptica adaptativa para corregir electrónicamente la refracción esférica del sujeto en pantallas de realidad virtual y realidad aumentada.

15 El documento de patente US 8.876.289 B2 presenta un instrumento para la corrección visual mediante la simulación de lentes multifocales. El instrumento comprende una combinación de un sistema Badal, divisores de haz y espejos para permitir la simulación de diferentes potencias ópticas para la visión de cerca y de lejos.

20 El documento de patente US 10.386.645 B2 presenta un dispositivo portátil de corrección de la visión que realiza un procedimiento terapéutico para compensar patologías oculares que afectan a la visión. El dispositivo es de tipo gafa que puede llevarse puesta y contiene monitores o pantallas digitales para recrear el campo visual como una imagen corregida digitalizada.

25 El documento de patente US 10.898.073 B2 presenta un instrumento optoelectrónico binocular para la corrección visual en pacientes con presbicia. La invención utiliza lentes de enfoque adaptable y seguimiento de la pupila para corregir automáticamente la visión para diferentes distancias de visión.

30 El documento de patente US 9.681.800 B2 revela un foróptero holográfico adaptativo diáfano que comprende un sistema de lentes de visión directa. La potencia óptica se controla digitalmente manipulando eléctricamente la longitud focal o la forma de una de las lentes. Los elementos holográficos y difractivos se utilizan para captar la luz dispersada por el ojo y transmitirla al sensor de frente de onda.

35

El documento de patente US 9.939.644 B2 divulga las tecnologías para controlar la corrección de la visión en un dispositivo informático portátil. La invención incluye el control de la opacidad de una lente ajustable de tal manera que se crea un puerto de uso dinámico basado en la mirada y el tamaño de la pupila del ojo del usuario.

5

El documento de patente US 11.106.041 B2 divulga un sistema de realidad aumentada que incorpora elementos de lente de enfoque variable. Las lentes de enfoque variable se intercalan en una pila de guías de ondas para corregir el error de refracción al enfocar la luz proyectada al ojo. El sistema de seguimiento ocular monitoriza la vergencia de los ojos y ajusta dinámicamente la potencia óptica de las lentes.

10

Sumario de la invención

El objeto de la invención es proporcionar un instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa para la mejora visual que sea totalmente portátil, compacto y ligero, permitiendo la corrección de aberraciones oculares complejas.

15

La invención presenta un instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa para la mejora visual para ambos ojos que comprende:

20

- al menos un modulador de fase para manipular el frente de onda de las pupilas de ambos ojos, para realizar la corrección visual de las aberraciones oculares,
- un conjunto binocular de componentes ópticos que comprende dos pupilas de entrada, una para cada ojo, y dos pupilas de salida, una para cada ojo, diseñadas para transmitir la luz de las pupilas de entrada a las pupilas de salida,
- un módulo de procesamiento dedicado a la comunicación, el control y el cálculo, y
- al menos un dispositivo de captura de imágenes.

25

La invención también presenta un método para la mejora visual mediante la corrección de las aberraciones oculares por modulación de fase, que utiliza un instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa de la invención que comprende los siguientes pasos:

30

- generación de perfiles de fase relativos a la corrección de aberraciones en el módulo de procesamiento y transmisión de los perfiles de fase al panel del modulador de fase, para la mejora visual binocular mediante la corrección de aberraciones oculares,
- captura de imágenes y seguimiento de las pupilas de ambos ojos en tiempo real, y
- cálculo, control, conectividad y funcionamiento del instrumento.

35

Se proporciona un instrumento optoelectrónico de tipo gafa y un método asociado para la mejora visual binocular simultánea mediante la corrección de aberraciones oculares complejas, para proporcionar una percepción sin aberraciones de la vista diáfana del mundo real a los sujetos que padecen diferentes patologías oculares.

Por lo tanto, la presente invención proporciona un instrumento binocular de tipo gafa para la mejora de la visión en tiempo real conseguida mediante la corrección de aberraciones oculares complejas. Emplea componentes y técnicas optoelectrónicas, y es totalmente móvil, compacto y ligero. El instrumento de tipo gafa puede proporcionar una mejora de la visión en tiempo real con una corrección de alta precisión de cualquier aberración ocular que pueda estar presente en los ojos del sujeto. El instrumento tiene la forma de una gafa miniaturizada.

El instrumento de tipo gafa también proporciona la percepción de una visión mejorada como la que se tendría después de que un ojo desviado se someta a un procedimiento quirúrgico, como la implantación de diferentes lentes intraoculares o la cirugía LASIK.

Breve descripción de las figuras

Las figuras adjuntas se proporcionan únicamente para representar el instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa y el método asociado divulgado en esta invención. Las figuras no pretenden delimitar el ámbito de protección identificado en las reivindicaciones ni deben referirse por separado para interpretar el ámbito identificado en dichas reivindicaciones.

Las FIGS. 1A y 1B muestran la ilustración conceptual del instrumento de gafas binoculares optoelectrónicas indicando diferentes partes del instrumento. La FIG. 1A ilustra el factor de forma tipo gafas y la FIG. 1B muestra el factor de forma tipo cascos.

Las FIGS. 2A y 2B muestran la disposición óptica del instrumento binocular de tipo gafa que utiliza el modulador de fase pi y otros componentes ópticos relevantes. La FIG. 2A muestra la mejora visual en un campo de visión estrecho que cubre únicamente el campo visual central. La FIG. 2B muestra la versión de una disposición óptica similar con divisores de haz que permite una percepción visual de campo de visión amplio en la que las mejoras visuales se realizan para el campo visual central y el campo visual periférico se percibe sin manipulación.

La FIG. 3 muestra el diseño óptico de las gafas binoculares que utilizan un modulador de fase pi junto con las guías de ondas ópticas y otros componentes ópticos pertinentes.

Las FIGS. 4A y 4B muestran la disposición óptica de las gafas binoculares con modulador de fase 2π y otros componentes ópticos pertinentes. La FIG. 4A muestra la mejora visual en un campo de visión estrecho que cubre únicamente el campo visual central. La FIG. 4B muestra la versión de una disposición óptica similar con divisores de haz que permite una percepción visual de campo de visión amplio en la que las mejoras visuales se realizan para el campo visual central y el campo visual periférico se percibe sin manipulación.

Las FIGS. 5A y 5B muestran cómo se conecta el instrumento a un dispositivo externo que potencialmente controla y/o supervisa el dispositivo de corrección. La conexión puede ser por cable o inalámbrica como se ilustra en la FIG. 5A y FIG. 5B, respectivamente.

Descripción detallada de la invención

La presente invención consiste en un instrumento optoelectrónico de tipo gafa para la mejora visual simultánea e independiente para ambos ojos mediante la corrección de la aberración ocular, y un método asociado con el control, la conectividad, los cálculos y el funcionamiento del instrumento de tipo gafa. El instrumento divulgado es del tipo gafa con una configuración diáfana compacta y puede tener capacidades de operación vinculadas, inalámbricas y/o totalmente móviles. El factor de forma de la gafa puede tener la apariencia de una gafa 01a o ser similar a unos cascos 01b.

La Fig. 1A y la Fig. 1B muestran representaciones de las gafas divulgadas en forma de gafas 01a y cascos 01b. El instrumento de tipo gafa tiene dos módulos optoelectrónicos (03 y 04) separados e independientes para mejorar la visión del ojo izquierdo y derecho respectivamente. El instrumento también tiene dos pupilas de entrada (05 y 06) y dos pupilas de salida (07 y 08) para ambos ojos. Además, los instrumentos de tipo gafa disponen de dispositivos de captura de imágenes (09 y 10) para obtener imágenes de las pupilas y seguir sus movimientos. Ambos módulos (03 y 04) de la Fig. 1A y la Fig. 1B utilizan una configuración óptica simétrica, mientras que las manipulaciones del frente de onda para el ojo izquierdo y el ojo derecho se controlan de forma independiente y pueden inducir una corrección de la aberración similar o diferente en cada uno de los ojos.

La Fig. 2A muestra la disposición óptica del instrumento binocular que utiliza moduladores de fase π , 15 , 16 y otros componentes ópticos relevantes. Los componentes ópticos incluyen espejos 11, lentes 13 y prismas 12 que permiten la transmisión de la luz entrante desde las

pupilas de entrada 05, 06 a las pupilas de salida 07, 08. Las pupilas de entrada izquierda y derecha (05 y 06), y las pupilas de salida izquierda y derecha (07 y 08) están separadas por una distancia igual a la distancia interpupilar de los ojos del sujeto. El instrumento de tipo gafa puede tener la capacidad de ajustar la distancia mencionada manualmente o mediante un conjunto mecánico motorizado automatizado, que puede ser un husillo mecánico roscado.

Cada módulo contiene un subconjunto de espejos 11 para corregir previamente el giro de la vista. Un diafragma de tamaño fijo sirve de pupila de entrada del sistema óptico. La luz de escena entrante correspondiente al campo visual central 20 de una escena diáfana en directo 19 se refleja a través de una cara del prisma reflectante 12 y se transmite a un telescopio conjugador de pupila compuesto por lentes en miniatura 13. El plano pupilar conjugado 14 se produce en el modulador de fase respectivo 15, 16, donde se ejecuta el primer paso de la manipulación del frente de onda. La luz reflejada pasa a través de otro telescopio conjugador de pupila que contiene un par de lentes 13 junto con un espejo plegable 11. La pupila conjugada se produce ahora en la zona física diferente del modulador de fase 15, 16, donde se ejecuta el segundo y último paso de la manipulación del frente de onda. A continuación, el frente de onda totalmente corregido se transmite a las pupilas de salida (07 y 08) tras pasar por otro par de lentes 13 y reflejarse a través del lado opuesto del prisma 12. La presencia del prisma 12 en la Fig. 2A permite la percepción de una escena diáfana en línea. Los ojos del sujeto (17 y 18) se sitúan entonces en las respectivas pupilas de salida (07 y 08) del sistema y proporcionan una visión binocular con aberración corregida.

Se utilizan moduladores de fase 15, 16 separados para cada uno de los ojos 17, 18.

La Fig. 2B muestra la disposición óptica para la segunda realización del instrumento binocular de tipo gafa, que es una versión modificada de la disposición óptica proporcionada en la Fig. 2A, en la que los prismas reflectantes 12 se sustituyen por los divisores de haz 23 para facilitar un amplio campo de visión que cubra tanto el campo visual central 20 como el campo visual periférico 21. La disposición modificada permite mejorar la percepción visual del campo visual central 20, mientras que el campo visual periférico 21 se percibe sin manipulación.

Se utilizan moduladores de fase 15, 16 separados para cada uno de los ojos 17, 18.

La Fig. 3 muestra la disposición óptica de la tercera realización de gafas binoculares que incorpora guías de ondas ópticas 24 para la transmisión de la luz junto con otros componentes ópticos. El módulo basado en guías de ondas contiene un par de guías de ondas ópticas 24

para cada uno de los ojos situadas cerca de las pupilas de entrada (05 y 06) y de salida (07 y 08), respectivamente. Cada guía de ondas 24 tiene un acoplador de entrada 25 y un acoplador de salida 26. Los acopladores de entrada y salida 25, 26 pueden ser rejillas de difracción o elementos ópticos holográficos. La guía de ondas óptica 24 permite la transmisión de la luz y la replicación de la pupila de tal manera que el tamaño del instrumento de tipo gafa puede miniaturizarse aún más. El resto del camino óptico sigue siendo el mismo y la manipulación del frente de onda se realiza de la misma manera que se describe en las realizaciones de la Fig. 2A y la Fig. 2B. Las guías de ondas ópticas 24 se incorporan para la replicación de la pupila y la transmisión de la luz en un tamaño compacto.

Se utilizan moduladores de fase 15, 16 separados para cada uno de los ojos 17, 18.

La Fig. 4A muestra la disposición óptica de la cuarta realización del instrumento binocular de tipo gafa que utiliza moduladores de fase 2π (27 y 28). Los componentes ópticos incluyen espejos 11, lentes 13 y prismas 12 que permiten la retransmisión de la luz entrante desde las pupilas de entrada 05, 06 a las pupilas de salida 07, 08. La luz de la escena, bajo esta configuración, pasa a través de las pupilas de entrada (05 y 06), se refleja a través del prisma 12 y dobla los espejos 11 y se conjuga con el modulador de fase respectivo (27 y 28) utilizando la disposición telescópica de las lentes 13. Las manipulaciones del frente de onda se realizan en las pupilas de entrada (05 y 06). Las manipulaciones de frente de onda se realizan en el plano de la pupila conjugada 14 y la luz corregida de aberración se transmite a los ojos del sujeto (17 y 18). En comparación con la primera y segunda realización de la invención (Fig. 2A y Fig. 2B), esta realización no requiere un paso adicional de conjugación y modulación debido a que la modulación de fase completa se logra en un solo paso.

Se utilizan moduladores de fase 27, 28 separados para cada uno de los ojos 17, 18.

La Fig. 5A muestra el diagrama de un interfaz o conexión por cable 29 entre el dispositivo de corrección (01a, 01b) y el módulo de procesamiento 30 en forma de dispositivo informático. Aunque en la figura la conexión se representa como un USB, podría utilizarse cualquier otro protocolo. Esta conexión se utiliza potencialmente para transferir datos de las cámaras y/o de cualquier otro sensor de los cascos. Además, proporciona un canal para controlar la corrección que se está aplicando.

La Fig. 5B muestra el diagrama de una interfaz inalámbrica 31 o conexión entre el dispositivo de corrección (01a, 01b) y el módulo de procesamiento 30 en forma de dispositivo informático.

De forma similar a una conexión por cable, la conexión inalámbrica proporciona un canal dúplex para enviar y recibir datos y comandos entre los cascos y el dispositivo informático.

5 Según una realización del instrumento optoelectrónico binocular 01a, 01b de tipo gafa de la invención, las correcciones visuales están diseñadas específicamente para tratar las aberraciones de bajo y alto orden del cristalino y la córnea.

De acuerdo con una realización del instrumento optoelectrónico binocular 01a, 01b de tipo gafa de la invención, el instrumento presenta una configuración diáfana que permite la mejora
10 visual para ver el mundo real.

Los moduladores de fase 15, 16, 27, 28 pueden ser dispositivos de Cristal Líquido sobre Silicio controlados digitalmente.

15 Los moduladores de fase 15, 16, 27, 28 pueden basarse en la tecnología de cristal líquido alineado verticalmente sobre silicio, cristal líquido reflectante modulador de fase pi, y se utiliza en doble conjugación para la modulación 2pi.

El dispositivo de captura de imágenes 09, 10 puede comprender un sensor de imágenes
20 infrarrojas y una fuente de iluminación infrarroja para la captura de imágenes de la pupila.

El dispositivo de captura de imágenes 09, 10 puede comprender un sensor de luz visible y una fuente de iluminación visible para la formación de imágenes de la pupila.

25 La presente invención también proporciona un método para la mejora visual mediante la corrección de las aberraciones oculares que utiliza el instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa presentado anteriormente. El método asociado comprende una etapa de realización de correcciones visuales, una etapa de formación de imágenes y seguimiento de las pupilas de los ojos, y otra etapa de realización de cálculos de back-end y funcionamiento
30 del instrumento como se expone a continuación:

Mejora de la visión mediante la corrección de las aberraciones oculares:

El sujeto cuya visión se está corrigiendo se pone las gafas binoculares en las que las pupilas
35 del sujeto están alineadas con las pupilas de salida 7, 8 de las gafas 01a, 01b. El sujeto 02 percibe la visión con visibilidad de la vista del mundo real como la vería con unas gafas

convencionales. La alineación y la adaptación de la pupila se facilitan ajustando la distancia interpupilar y la traslación vertical con ayuda de la cámara de seguimiento de la pupila.

5 El perfil de fase relativo a la corrección de las aberraciones conocidas del ojo del sujeto se genera computacionalmente y se transmite al panel del modulador de fase. Para las realizaciones que incluyen moduladores de fase π 15, 16 (como la Fig. 2A, Fig. 2B y Fig. 3), los dos perfiles de fase uno junto al otro se transmiten al panel asegurando la modulación de fase completa en dos pasos subsiguientes. En las realizaciones con moduladores de fase de 2π 27, 28 (como la Fig. 4) se genera y transmite un perfil monofásico, y la manipulación del
10 frente de onda se realiza en un solo paso.

Dado que la pupila de entrada 05, 06 está conjugada en el panel del modulador de fase, el frente de onda de la pupila se modifica para corregir las aberraciones subyacentes y se transmite a la pupila de salida 07, 08 que ilumina el ojo al que se dirige. Los perfiles de fase
15 se generan a partir de los coeficientes de Zernike de los ojos del sujeto, que se miden previamente y ya están disponibles en el sistema de gafas.

Captación de imágenes y seguimiento de las pupilas:

20 Las pupilas de los ojos del sujeto se visualizan constantemente a través de uno o más dispositivos de captura de imágenes 09, 10 que están integrados en las gafas binoculares, como se ilustra en la Fig. 1. El dispositivo de captura de imágenes 09, 10 contiene una lente, un sensor y una fuente de iluminación infrarroja. La captura de imágenes se realiza en regiones de longitud de onda no visibles para evitar molestias al sujeto 02. Las imágenes de
25 la pupila capturadas se utilizan para detectar y medir el tamaño de la pupila, así como para seguir el movimiento de la pupila de cada ojo. El seguimiento de ambas pupilas también evalúa la vergencia ocular y determina el estado de acomodación del ojo del sujeto.

Cálculo, control y funcionamiento del dispositivo de gafas:

30 Las gafas binoculares 01a, 01b se controlan y manejan de dos maneras. El primer método implica la conectividad de las gafas 01a, 01b con un módulo de procesamiento en forma de dispositivo informático 30, como un ordenador, una tableta, un teléfono inteligente o un dispositivo informático integrado. La conectividad se garantiza mediante un interfaz por cable
35 29, como se ilustra en la Fig. 5A, o un interfaz inalámbrico 31, como se ilustra en la Fig. 5B. El dispositivo informático 30 se encarga de todos los cálculos, el control y el funcionamiento

general de las gafas. Las imágenes oculares capturadas se transmiten a la unidad de procesamiento, donde se procesan, mientras que los perfiles de fase se calculan y generan en la unidad de procesamiento y se transmiten al modulador o moduladores de fase de las gafas.

5

El segundo método comprende una unidad de procesamiento compacta que forma parte de la gafa y todos los cálculos, el control y las operaciones del instrumento se gestionan dentro de la gafa. La unidad de procesamiento compacta puede ser un ordenador monoplaca o un circuito integrado de aplicación específica y contiene su módulo de almacenamiento de energía. Las funciones básicas de control se ofrecen al sujeto a través de un interfaz de entrada, como botones o un panel táctil, que también está integrado en las gafas 01a, 01b. Además, puede utilizarse un dispositivo externo opcional para la configuración y/o supervisión, que puede estar conectado por cable o de forma inalámbrica.

10

15 En la descripción detallada de la presente invención se hace referencia a los siguientes números:

01a- Instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa en forma de gafas.

01b- Instrumento optoelectrónico binocular de tipo gafa en forma de cascos.

20 02- Sujeto

03- Módulo optoelectrónico del ojo izquierdo

04- Módulo optoelectrónico del ojo derecho

05- Pupila de entrada izquierda

06- Pupila de entrada derecha

25 07- Pupila de salida izquierda

08- Pupila de salida derecha

09- Dispositivo de captura de imagen del ojo izquierdo

10- Dispositivo de captura de imagen del ojo derecho

11- Espejos ópticos

30 12- Prisma reflectante

13- Lente óptica

14- Plano de pupila conjugado

15- Modulador de fase pi para el ojo izquierdo

16- Modulador de fase pi para el ojo derecho

35 17- Ojo izquierdo del sujeto

18- Ojo derecho del sujeto

- 19- Vista diáfana del mundo real
- 20- Campo visual central
- 21- Campo visual periférico
- 22- Vista mejorada/corregida percibida por los ojos
- 5 23- Divisor de haz
- 24- Guía de ondas óptica
- 25- Acoplador de la guía de ondas de entrada
- 26- Acoplador de guía de ondas de salida
- 27- Modulador de fase 2π para el ojo izquierdo
- 10 28- Modulador de fase 2π para el ojo derecho
- 29- Interfaz o conexión por cable
- 30- Módulo de procesamiento en forma de dispositivo informático (teléfono inteligente, tableta, PC, ...)
- 31- Interfaz o conexión inalámbrica
- 15

REIVINDICACIONES

1. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa para la mejora visual de ambos ojos, caracterizado por que comprende:
 - 5 - al menos un modulador de fase (15, 16, 27, 28) para manipular el frente de onda de las pupilas de ambos ojos, para realizar la corrección visual de las aberraciones oculares,
 - un conjunto binocular de componentes ópticos que comprende dos pupilas de entrada (05, 06), una para cada ojo, y dos pupilas de salida (07, 08), una para cada ojo, diseñadas para transmitir la luz de las pupilas de entrada (05, 06) a las pupilas de salida (07, 08),
 - 10 - un módulo de procesamiento (30) dedicado a la comunicación, el control y los cálculos, y
 - al menos un dispositivo (09, 10) de captura de imágenes.
2. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 1, en el que:
 - los moduladores de fase (15, 27; 16, 28) comprenden primeros moduladores de fase (15, 27) que se conjugan ópticamente con las primeras pupilas de entrada (05) y con las primeras pupilas de salida (07), y segundos moduladores de fase (16, 28) que se conjugan ópticamente con las segundas pupilas de entrada (06) y con las segundas pupilas de salida (08),
 - los moduladores de fase (15, 16, 27, 28) manipulan independientemente el frente de onda entrante, asegurando que el frente de onda modificado en la pupila de salida (07, 08) se alinea
 - 20 con los objetivos de mejora visual mediante la corrección de diversas anomalías oculares,
 - la transmisión óptica y la conjugación pupilar se facilitan mediante el conjunto binocular que comprende lentes (13), espejos (11) y uno de estos elementos
 - o prismas (12),
 - o divisores de haz (23) o
 - 25 o guías de ondas ópticas (24), y
 - el módulo de procesamiento (30) es responsable de las tareas de comunicación, control y computación asociadas al instrumento ocular (01a, 01b).
3. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 1 o 2, en el que el instrumento adopta la forma de gafas (01a) o de dispositivo (01b) montado
- 30 en la cabeza.
4. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las correcciones visuales están específicamente diseñadas para abordar las aberraciones de bajo y alto orden del cristalino y la córnea.
5. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las
- 35 reivindicaciones 1 a 4, en el que el instrumento presenta una configuración diáfana que permite la mejora visual para ver el mundo real.

6. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 5, en el que el instrumento tiene un campo de visión estrecho y proporciona mejoras visuales para el campo visual central.
7. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 5, en el que el instrumento tiene un campo de visión amplio que incluye los campos visuales central y periférico.
8. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 7, en el que las mejoras visuales se realizan sólo para el campo visual central mientras que el campo visual periférico se percibe sin manipulación.
9. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el modulador de fase (15, 16, 27, 28) es un dispositivo de Cristal Líquido sobre Silicio controlado digitalmente.
10. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 9, en el que el modulador de fase (15, 16, 27, 28) está basado en tecnología de Cristal Líquido sobre Silicio alineado verticalmente, cristal líquido reflectante modulador de fase pi y se utiliza en doble conjugación para modulación 2pi.
11. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 9, en el que se utilizan moduladores de fase separados (15, 16; 27, 28) para cada uno de los ojos.
12. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho instrumento de tipo gafa está conectado al sistema informático (30) a través de un interfaz cableado (29) o inalámbrico (31).
13. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de captura de imágenes (09, 10) se utiliza para obtener imágenes de la pupila del ojo.
14. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 13, en el que el dispositivo (09, 10) de captura de imágenes se utiliza para seguir los movimientos del globo ocular y el tamaño de la pupila.
15. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 13, en el que el dispositivo (09, 10) de captura de imágenes comprende un sensor de imágenes infrarrojas y una fuente de iluminación infrarroja para la captura de imágenes de la pupila.
16. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 13, en las que el dispositivo de captura de imágenes (09, 10) comprende un sensor de luz visible y una fuente de iluminación visible para la captura de imágenes de la pupila.

17. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la distancia interpupilar se ajusta mediante un conjunto mecánico motorizado automatizado.

18. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según la reivindicación 17, en el que el conjunto mecánico es un husillo roscado mecánico.

19. Instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que el instrumento (01a, 01b) comprende dos módulos electrónicos (03, 04) separados y operados independientemente para las mejoras visuales del ojo izquierdo y derecho respectivamente, configurados para inducir una corrección de aberración similar o diferente a cada uno de los ojos.

20. Método para la mejora visual mediante corrección de aberraciones oculares por modulación de fase, que utiliza un instrumento optoelectrónico binocular (01a, 01b) de tipo gafa de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, que comprende los siguientes pasos:

- generación de perfiles de fase relativos a la corrección de aberraciones en el módulo de procesamiento (30) y transmisión de los perfiles de fase al panel del modulador de fase (15, 16, 27, 28), para la mejora visual binocular mediante la corrección de aberraciones oculares,
- captura de imágenes y seguimiento de las pupilas de ambos ojos en tiempo real, y
- cálculos, control, conectividad y funcionamiento del instrumento.

21. Método para la mejora visual mediante corrección de aberraciones oculares por modulación de fase, según la reivindicación 20, en el que el control y el funcionamiento del instrumento pueden utilizar un interfaz cableado (29) o un interfaz inalámbrico (31), o pueden realizarse mediante una unidad de procesamiento y control integrada en el instrumento de tipo gafa.

DIBUJOS

FIG. 1A

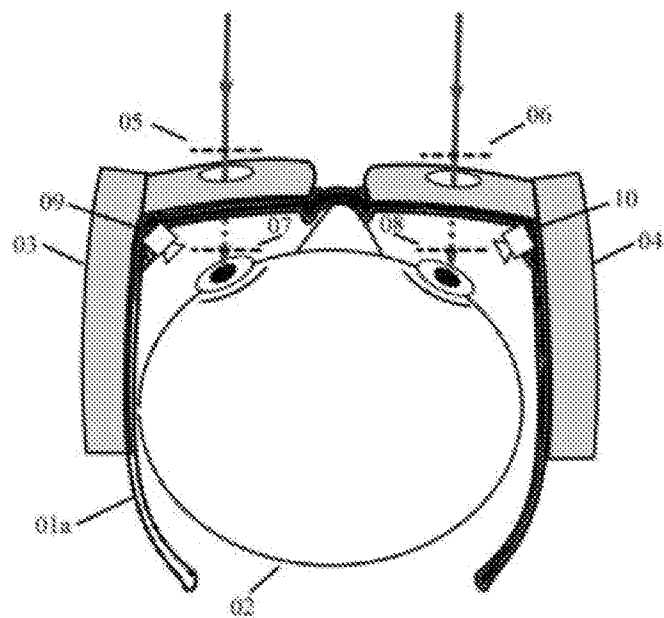


FIG. 1B

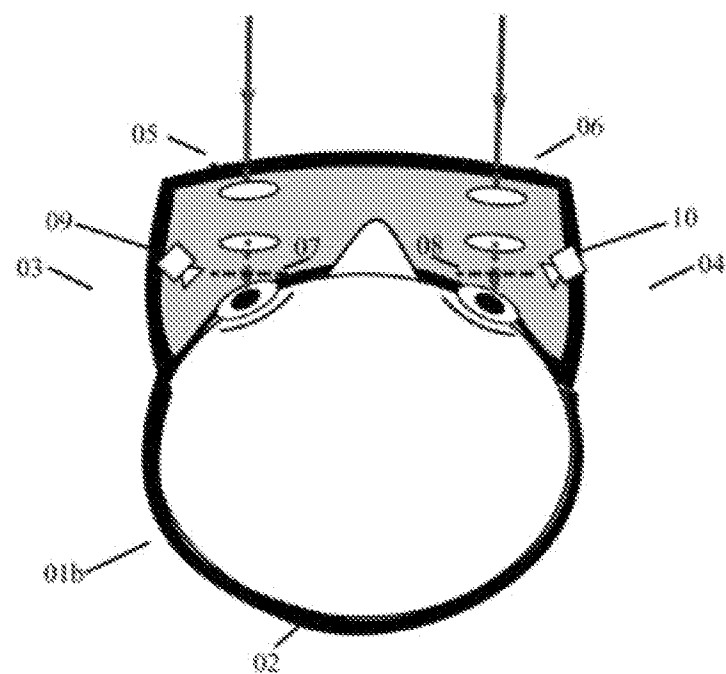


FIG. 2A

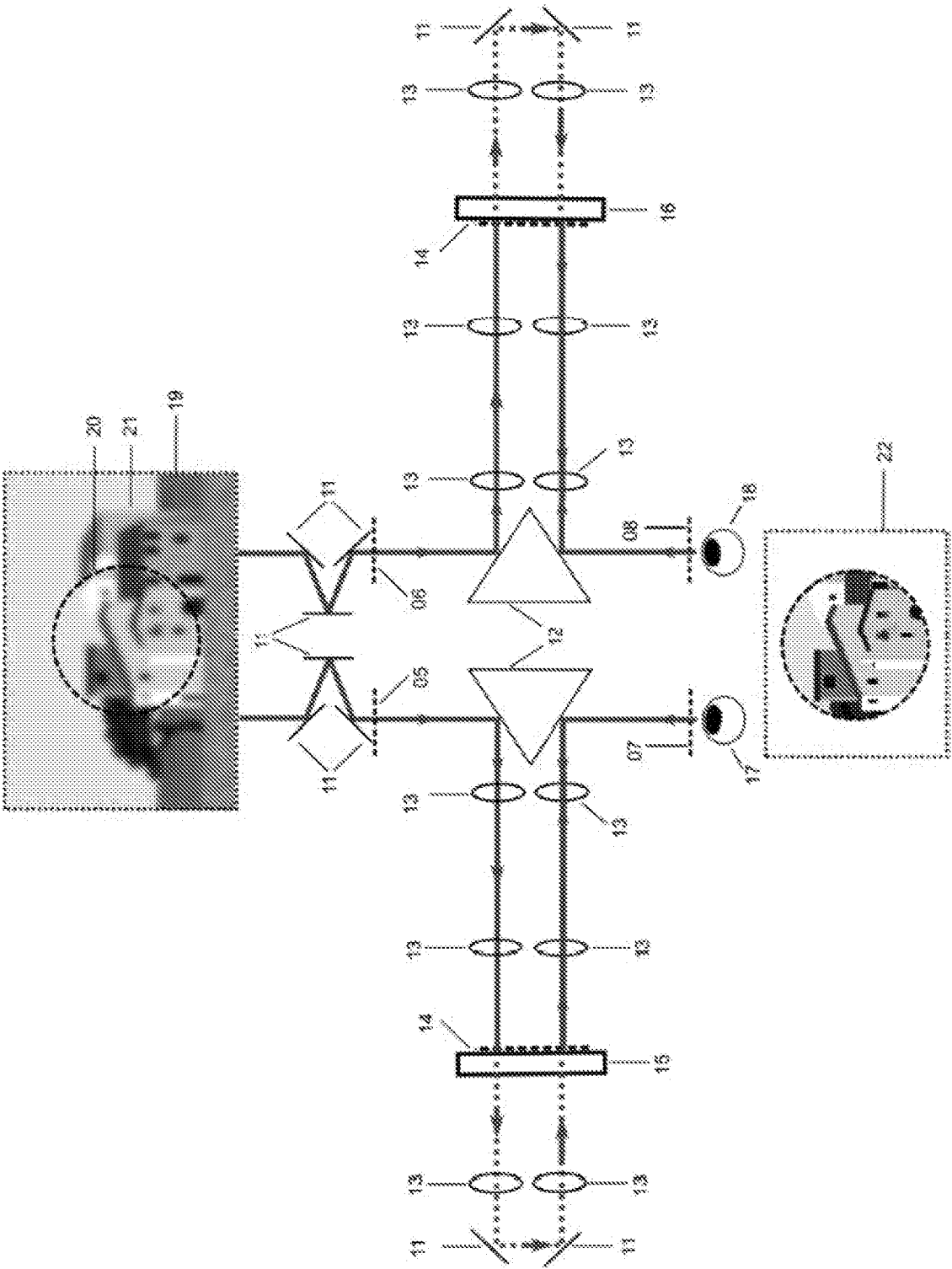


FIG. 2B

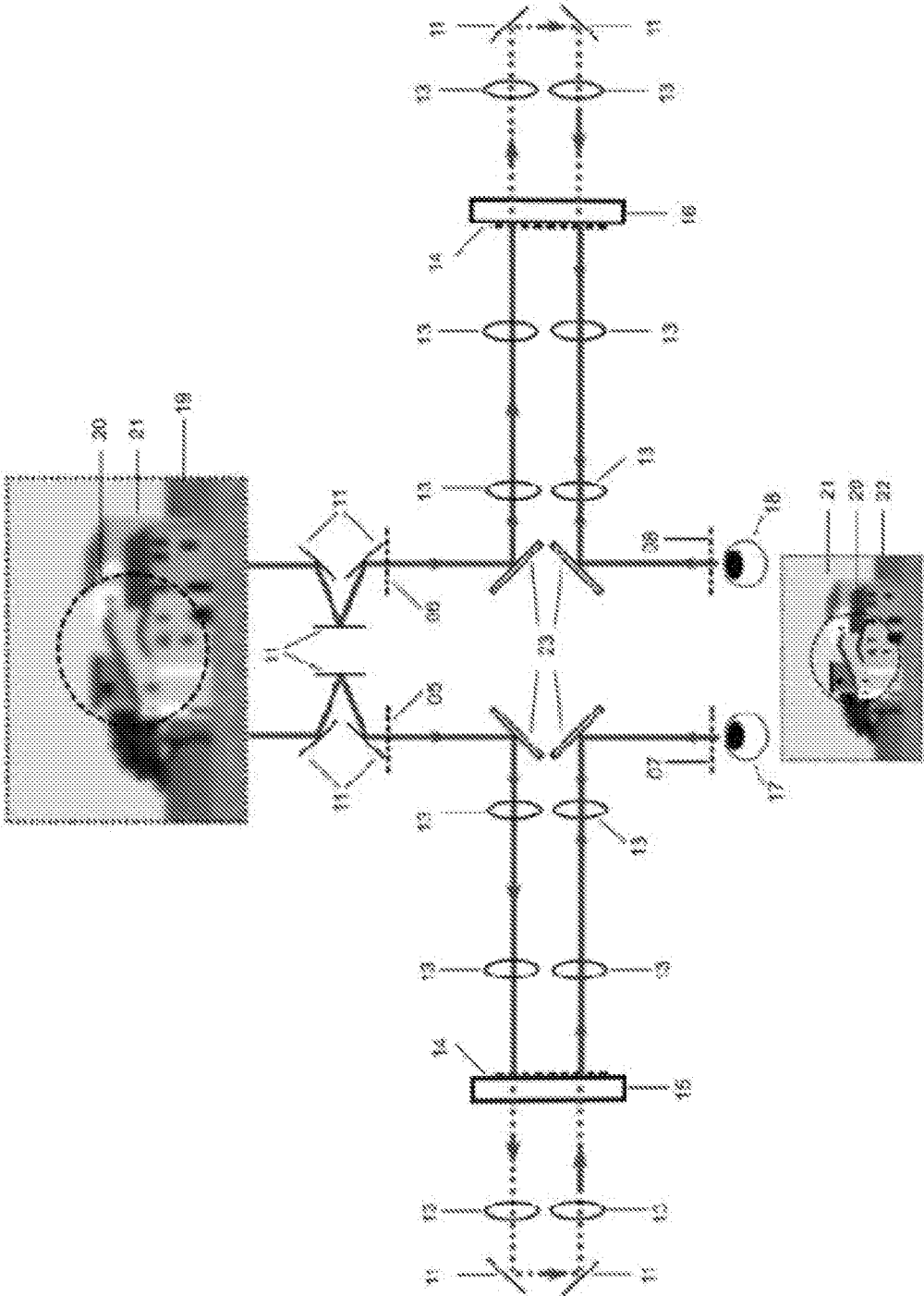


FIG. 3

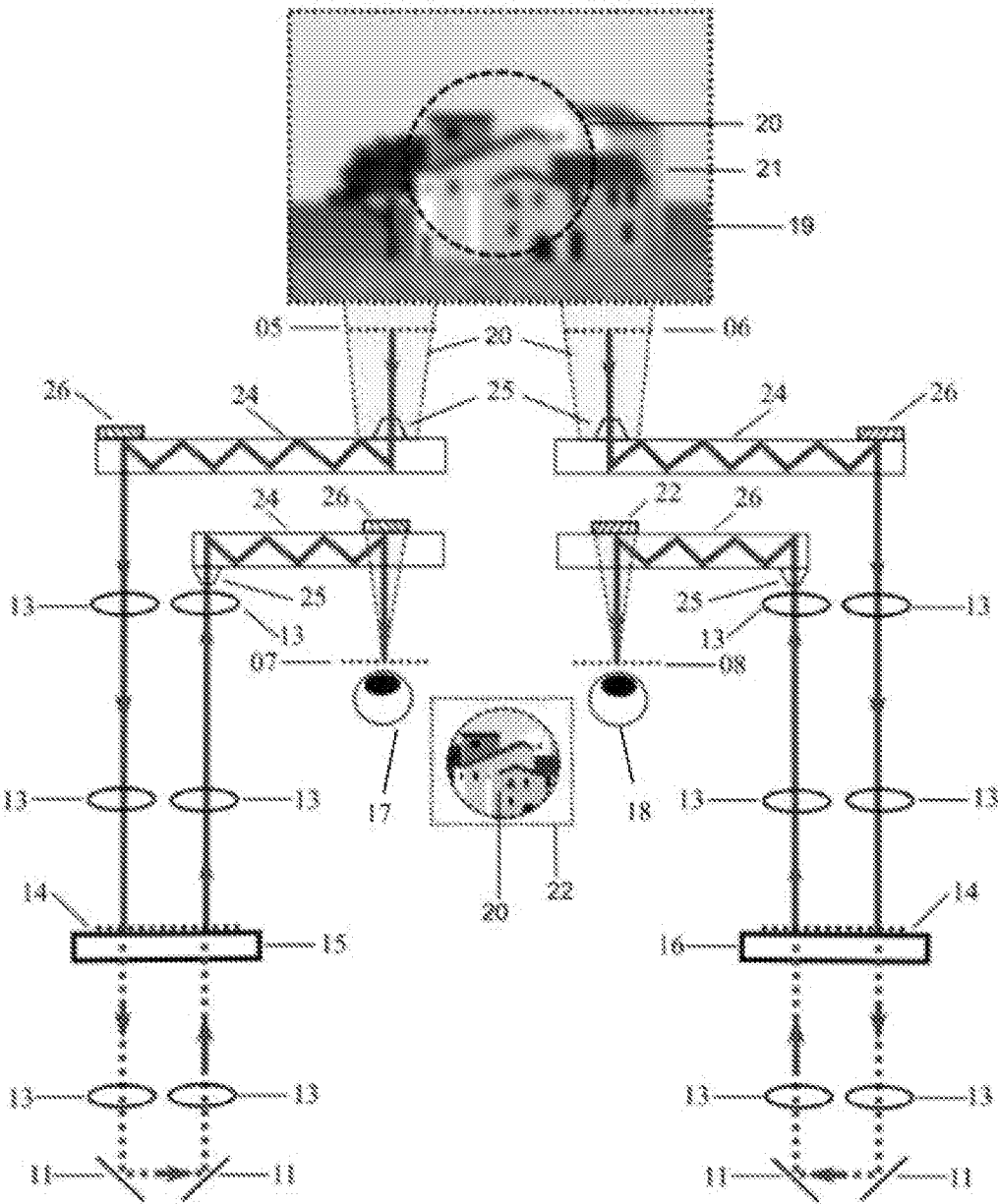


FIG. 4A

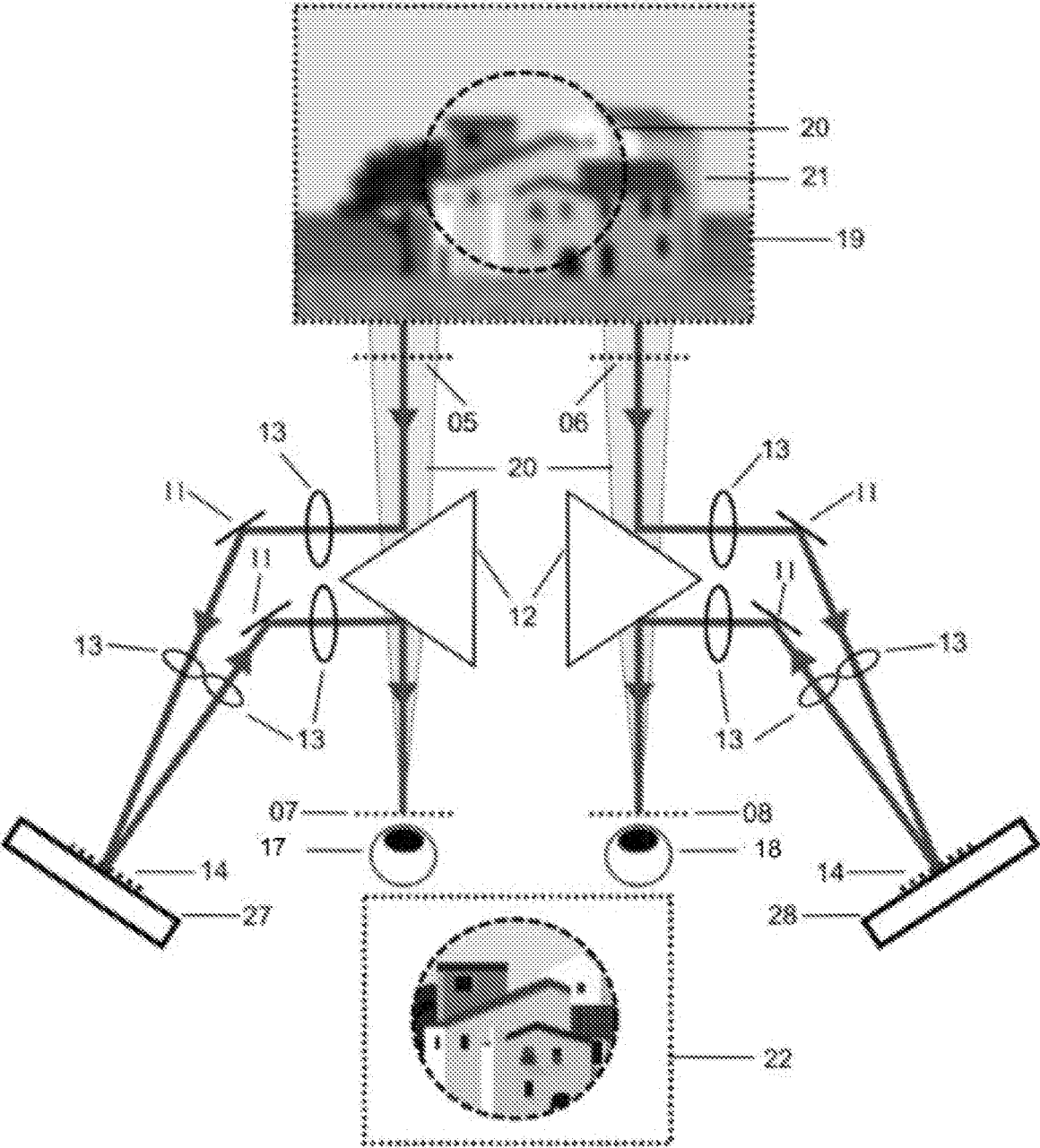


FIG. 4B

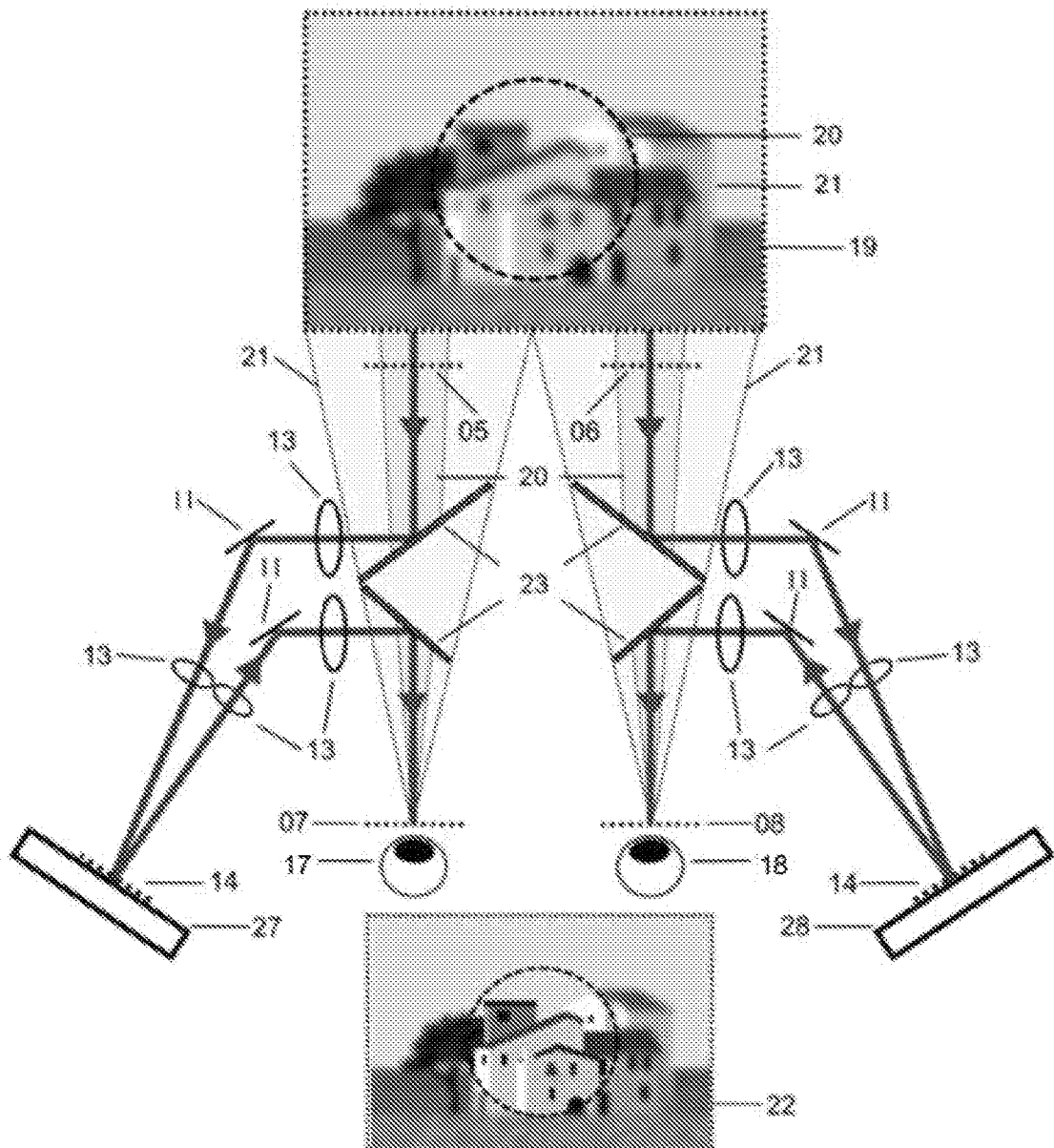


FIG. 5A

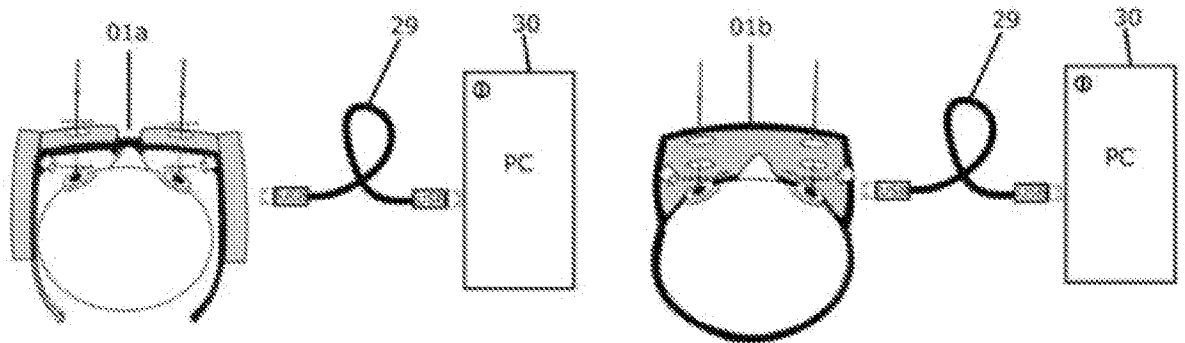
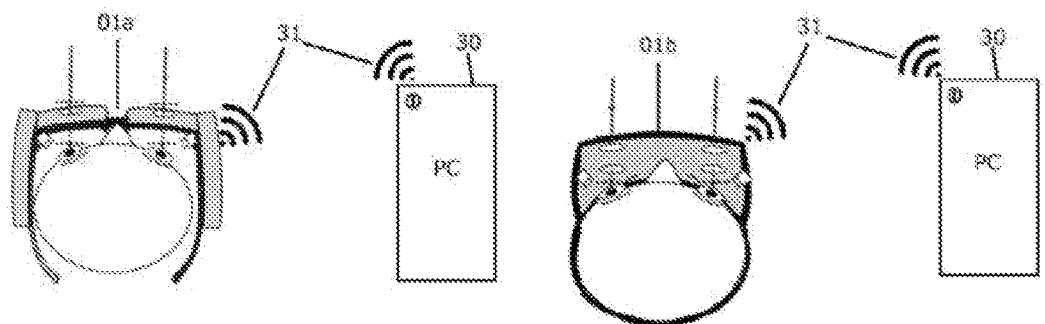


FIG 5B



A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G02B 27/00(2006.01)i; G02B 27/01(2006.01)i

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G02B

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

EPO-Internal

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones n°
X	US 2012002163 A1 (NEAL DANIEL R [US]) 05 enero 2012 (2012-01-05) figuras 1B, 1C, 1C-1 párrafo [0012] párrafo [0069] - párrafo [0070] párrafo [0073] - párrafo [0075] párrafo [0085]	1-21
A	US 2017262054 A1 (LANMAN DOUGLAS ROBERT [US] ET AL) 14 septiembre 2017 (2017-09-14) figura 3 párrafo [0067] - párrafo [0068]	3
A	US 11360313 B1 (FERNANDEZ AMANDA D [US]) 14 junio 2022 (2022-06-14) figuras 1, 2 columna 1, línea 16 - línea 19	3
A	EP 2404546 A1 (UNIV MURCIA [ES]) 11 enero 2012 (2012-01-11) todo el documento	1-21



En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos



Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

- “A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.
- “E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.
- “L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).
- “O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.
- “P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

- “T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
- “X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
- “Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
- “&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional

24 marzo 2025

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

03 abril 2025

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la Funcionario autorizado búsqueda internacional

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Países Bajos (Reino de los)

N° de teléfono: (+31-70)340-2040

N° de fax: (+31-70)340-3016

Funcionario autorizado

Navarro Fructuoso, H

N° de teléfono:

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL
Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES2024/070805

Documento de patente citado en al informe de búsqueda			Fecha de publicación (día/mes/año)	Miembro(s) de la familia de patentes			Fecha de publicación (día/mes/año)
US	2012002163	A1	05 enero 2012	AU	2011272758	A1	07 febrero 2013
				CA	2803916	A1	05 enero 2012
				EP	2587986	A1	08 mayo 2013
				US	2012002163	A1	05 enero 2012
				WO	2012003362	A1	05 enero 2012

US	2017262054	A1	14 septiembre 2017	NINGUNO			

US	11360313	B1	14 junio 2022	US	10890767	B1	12 enero 2021
				US	11360313	B1	14 junio 2022
				US	11675197	B1	13 junio 2023
				US	11914156	B1	27 febrero 2024

EP	2404546	A1	11 enero 2012	EP	2404546	A1	11 enero 2012
				ES	2346392	A1	14 octubre 2010
				ES	2712496	T3	13 mayo 2019
				US	2012038884	A1	16 febrero 2012
				WO	2010100298	A1	10 septiembre 2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/ES2024/070805

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. G02B27/00 G02B27/01
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/002163 A1 (NEAL DANIEL R [US]) 5 January 2012 (2012-01-05) figures 1B, 1C, 1C-1 paragraph [0012] paragraph [0069] - paragraph [0070] paragraph [0073] - paragraph [0075] paragraph [0085] -----	1 - 21
A	US 2017/262054 A1 (LANMAN DOUGLAS ROBERT [US] ET AL) 14 September 2017 (2017-09-14) figure 3 paragraph [0067] - paragraph [0068] -----	3
A	US 11 360 313 B1 (FERNANDEZ AMANDA D [US]) 14 June 2022 (2022-06-14) figures 1, 2 column 1, line 16 - line 19 ----- - / - -	3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 March 2025

Date of mailing of the international search report

03/04/2025

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Navarro Fructuoso, H

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/ES2024/070805

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 404 546 A1 (UNIV MURCIA [ES]) 11 January 2012 (2012-01-11) the whole document -----	1 - 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/ES2024/070805

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012002163 A1	05-01-2012	AU 2011272758 A1 CA 2803916 A1 EP 2587986 A1 US 2012002163 A1 WO 2012003362 A1	07-02-2013 05-01-2012 08-05-2013 05-01-2012 05-01-2012
US 2017262054 A1	14-09-2017	NONE	
US 11360313 B1	14-06-2022	US 10890767 B1 US 11360313 B1 US 11675197 B1 US 11914156 B1	12-01-2021 14-06-2022 13-06-2023 27-02-2024
EP 2404546 A1	11-01-2012	EP 2404546 A1 ES 2346392 A1 ES 2712496 T3 US 2012038884 A1 WO 2010100298 A1	11-01-2012 14-10-2010 13-05-2019 16-02-2012 10-09-2010