

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 310**

51 Int. Cl.:

G02C 13/00 (2006.01)

A61B 5/103 (2006.01)

A61B 3/11 (2006.01)

A61B 3/14 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.09.2013 PCT/EP2013/069923**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048961**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.09.2013 E 13773195 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 2901209**

54 Título: **Procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto**

30 Prioridad:

26.09.2012 FR 1259044

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

16.04.2020

73 Titular/es:

INTERACTIF VISUEL SYSTEME (I V S) (100.0%)

19, rue Klock

92110 Clichy, FR

72 Inventor/es:

THOMET, PASCAL y

ENCAOUA, DAVID

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 754 310 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

Procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto.

5 La invención se refiere al análisis de la postura general de la cara del sujeto y a la obtención de mediciones efectuadas por un operario, generalmente un óptico, que procede a la adquisición de datos necesarios con el fin de determinar la configuración general de implantación de las lentes correctores delante de los ojos del sujeto, con la finalidad de personalizar y optimizar las características ópticas de lentes correctoras o de lentes oftálmicas que el mismo debe llevar, así como a su montaje en una montura.

10 Se conocen ya numerosos sistemas que tienen como objetivo optimizar la posición de las lentes en una montura con respecto a la posición relativa de las pupilas de los ojos del sujeto y de la montura. Con este fin, una cámara adquiere imágenes fijas o animadas de la cara portadora de la montura, y se lleva a cabo la detección de la posición de los ojos igual que la detección de la ubicación de la montura.

15 En particular, el documento FR 2 860 887, a nombre de la solicitante, da a conocer un sistema en el que, a partir de una serie de imágenes animadas de la cara del sujeto mientras se mueve delante de una cámara fija, se determina una imagen de referencia en la que la cara presenta la alineación óptima con la cámara, para disponer de la mejor definición de la posición con respecto a los ojos y la montura.

20 En paralelo, fabricantes de lentes oftálmicas buscan en la actualidad optimizar el diseño de estas lentes, particularmente en la tecnología de las lentes denominadas progresivas, examinando el comportamiento del sujeto cuando su mirada se desplaza. Por ejemplo, el documento FR 2 892 529, a nombre de la solicitante, da a conocer un sistema que comprende:

- 25
- una cámara,
 - una pantalla que permite representar las imágenes adquiridas por la cámara,
 - 30 - un accesorio apto para ser llevado de manera fija en la cara del sujeto y que es portador de una pluralidad de referencias visuales,
 - unos medios que forman objetivo(s) visual(es) susceptibles de cubrir por lo menos dos posiciones determinadas I1, I2 con respecto a la cámara, y
 - 35 - unos medios de análisis de imágenes, capaces de analizar la posición de las referencias visuales en las imágenes adquiridas por la cámara. Los medios de análisis de imágenes deducen entonces la posición y la orientación en el espacio del accesorio, y por tanto de la cara del sujeto, cuando el mismo observa diferentes regiones de los medios que forman objetivo(s) visual(es), para deducir en particular informaciones sobre la importancia relativa del movimiento de la cara durante el desplazamiento de la visión de un objetivo a otro, así como la importancia relativa del movimiento de los ojos.

40 Típicamente, el accesorio puede ser conforme al accesorio ilustrado en la figura 2 y comprender unos medios que forman indicadores geométricos seleccionados específicamente para poner de relieve la orientación de la montura. El mismo puede estar constituido por un soporte longilíneo portador de una serie de referencias visuales, situadas a lo largo de las patillas de las monturas y/o en el montante superior frontal de la montura.

45 El sistema permite así, realizar unas mediciones precisas de parámetros tales como la posición de las pupilas, su distancia, etcétera, ya que el posicionamiento del sujeto y de las referencias visuales así como la dirección de su mirada (gracias a los objetivos visuales) son conocidos y determinados en el espacio con respecto al propio sistema de medición.

50 Para que las mediciones sean precisas, es necesario además que la cara del sujeto se encuentre en una postura de referencia, y que mire en la posición adaptada a la obtención de mediciones por parte del sistema.

55 La postura de referencia a la que se refiere la invención es la postura de visión de lejos, en la que el sujeto se mantiene en una posición natural y fija la mirada en un punto en el infinito en línea recta delante de él según un plano horizontal. Como variante, la postura de referencia puede corresponder a una postura de visión de cerca, tal como la posición de lectura, es decir la posición en la que el sujeto fija la mirada en un punto a aproximadamente 40 centímetros de sus ojos y baja su mirada 30° con respecto al plano horizontal.

60 La postura del sujeto se puede describir, por ejemplo, (de manera no limitativa) con la ayuda de dos ángulos para una dirección de la mirada conocida.

65 El primer ángulo se corresponde con la dirección de la cara, es decir, un ángulo orientado que refleja el hecho de que el sujeto tiene tendencia a tener la cara más o menos girada a la izquierda o a la derecha cuando mira un

objeto situado en línea recta delante de e.

El segundo ángulo se corresponde con la inclinación vertical de la cara, es decir, un ángulo orientado que refleja el hecho de que el sujeto tiene tendencia a tener la cara más o menos alzada o bajada cuando mira un objeto situado en línea recta delante de él. Para una montura dada, este segundo ángulo puede ser la medición del ángulo pantoscópico, es decir, la medición de la inclinación del plano medio de la lente correctora con respecto a la vertical.

Con el fin de determinar la distancia entre las pupilas del sujeto (uno de los parámetros para la fabricación de los dispositivos de corrección), el óptico utiliza, en general, un pupilómetro. En este caso, la dirección se supone arbitrariamente nula ya que el pupilómetro está en apoyo contra la frente del sujeto. No obstante, este dispositivo no permite tener en cuenta el ángulo pantoscópico, el cual se debe medir por separado, ni, llegado el caso, el hecho de que el sujeto pueda presentar un porte de cabeza lateralizado (tendencia del sujeto a mirar más bien a la derecha o a la izquierda en su posición de referencia).

Este planteamiento no garantiza, por tanto, que la posición adoptada por el sujeto se corresponda adecuadamente con su postura natural. Sin embargo, esta postura natural tiene una gran importancia ya que la misma determina la manera con la que el sujeto proyectará su mirada sobre las lentes de gafas en su posición de confort máximo. Una postura incorrecta conduce, por tanto, a mediciones incorrectas de centrado de las lentes. Por tanto es primordial seleccionar una imagen en la que la postura es correcta para el cálculo de la proyección de la mirada sobre las lentes de las gafas y, así, evaluar la calidad de la posición del sujeto durante la medición.

Además, el conjunto de los sistemas y procedimientos de medición descritos anteriormente no permiten que el sujeto mire a lo lejos en línea recta por delante, horizontalmente, sin verse estorbado visualmente, al estar situados los dispositivos de visión en el campo visual del sujeto cuando está mirando en visión de lejos. En efecto, para evitar errores de perspectivas, el dispositivo de adquisición de imágenes debe estar lo más cerca posible del eje óptico X de la mirada del sujeto: es necesario, por lo tanto, o bien colocar el dispositivo muy lejos del sujeto (espacio importante considerado en el establecimiento y utilización de una cámara con un zoom potente), o bien simular un punto de mira más alejado del sujeto que la cámara. Por lo tanto, los objetivos visuales normalmente estorban al usuario. Por ejemplo, el reflejo del sujeto en un espejo permite doblar la distancia entre el sujeto y el objetivo visual, pero si el sujeto es miope o el espejo no es suficientemente inmersivo (por su tamaño o por calidad de su reflexión), entonces puede resultar difícil limitar un punto preciso de la cara del sujeto. Por lo tanto, el sujeto difícilmente puede adoptar su postura de visión de lejos natural.

Además, estos sistemas están limitados en el espacio por el sitio disponible para la instalación del sistema de medición, de manera que los objetivos visuales quedan generalmente cerca del sujeto, obligándole todavía más a forzar su mirada para fijar sus ojos en ellos. Finalmente, estos sistemas son voluminosos y requieren un espacio mínimo para obtener una aproximación de la visión de lejos.

El documento DE 10 2010 015795 describe un dispositivo de determinación de los centrados de un sujeto, que comprende una pantalla, dos cámaras dispuestas a un lado y a otro de la pantalla y un sistema de procesado. Preferentemente, las cámaras no son visibles por el sujeto, mientras que, sobre la pantalla, se emiten imágenes seleccionadas para incitar al sujeto a adoptar posiciones particulares para las mediciones de los parámetros de visión. Se pueden determinar varios parámetros, entre ellos el coeficiente cabeza-ojo, y el centro de rotación del ojo en visión de cerca y de lejos. No obstante, el procedimiento descrito en este dispositivo impone a la persona que lo lleva la visualización de un objetivo determinado, sobre una pantalla situada delante del sujeto a una distancia demasiado reducida, lo cual hace que tenga que forzar su mirada y no le permite colocarse en una postura de referencia natural y mirar al infinito. Por otra parte, el sistema descrito en este documento es muy voluminoso.

El documento EP 1 747 750 por su parte, describe un procedimiento para establecer el comportamiento visual de un sujeto, que comprende las siguientes etapas:

- dotar al sujeto de un accesorio,
- hacer que el sujeto se siente, de cara a una pantalla. El sujeto debe estar centrado con respecto a las cámaras, que se extienden a uno y otro lado de la pantalla, con el fin de obtener una tarjeta estereoscópica de la cara del sujeto,
- solicitar al sujeto que siga una imagen sobre la pantalla, y seguir el movimiento de la cara, y
- determinar el comportamiento del sujeto a partir de estas imágenes.

Nuevamente en este caso el procedimiento requiere un espacio importante para su puesta en práctica y obliga al sujeto a fijar su mirada en un objetivo dispuesto a una distancia relativamente próxima, lo cual no le permite adoptar una postura natural en el transcurso de las mediciones.

Finalmente, el documento FR 2 971 861 describe un procedimiento de determinación de por lo menos un parámetro de visión de un usuario, con independencia de las condiciones de iluminación ambiente, en el transcurso del cual se identifica la posición de un elemento de calibración del tipo damero sobre una imagen de la cabeza del sujeto y se utiliza esta imagen para ajustar la luminosidad en las imágenes capturadas sucesivas. A este efecto, dicho documento propone un procedimiento en el transcurso del cual se capturan varias imágenes con la ayuda de una cámara. Entre cada captura se mejora el contraste, gracias a los elementos de calibración detectados sobre la imagen precedente. Así, este procedimiento tiene como finalidad mejorar la calidad de las imágenes capturadas por el dispositivo de adquisición de imágenes. Sin embargo, el mismo necesita también un sistema voluminoso, y las imágenes del sujeto son adquiridas de frente o de perfil forzando *a priori* la mirada del sujeto durante la medición.

Otro documento referente al estado de la técnica es el DE 10 2011 009646.

Por tanto, es un objetivo de la invención proponer un procedimiento novedoso de medición y un sistema asociado, que permitan determinar con precisión unos parámetros de visión necesarios para la fabricación de un dispositivo de corrección de la vista, que no fuerce la mirada del sujeto y que sea más polivalente que los dispositivos conocidos hasta la fecha, y ello por un coste moderado.

Por parámetros de visión, se entenderá en particular en este caso, los parámetros comprendidos en la siguiente lista: el ángulo pantoscópico, la medición de las distancias/alturas pupilares y la convergencia de los ojos en esta medición, la distancia lente/ojo, el ángulo de dirección, el coeficiente ojo-cabeza, etcétera.

Para ello, la invención propone un procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto de acuerdo con la reivindicación 1 adjunta.

De esta manera, el dispositivo de adquisición de imágenes ya no constituye un estorbo visual en el campo de visión del sujeto. En efecto, ya no interrumpe el eje de la mirada del sujeto, de manera que le es posible en este momento fijar su mirada en un objetivo a lo lejos horizontalmente sin verse forzado por el espacio o el dispositivo de medición, y limitar los errores vinculados al porte de la cabeza y/o a la convergencia de los ojos en la medición de las distancias/alturas pupilares.

Ciertas características opcionales, aunque no limitativas, del procedimiento, son las siguientes:

- * el dispositivo de adquisición de imágenes está situado durante la captura de las imágenes en el exterior de una zona del campo de visión del sujeto que forma un cono que tiene un ángulo en el vértice de 5° a 30° con respecto al eje óptico del sujeto, preferentemente entre 15° y 25°,
- * una de las imágenes es adquirida de cara al sujeto, visto desde debajo,
- * una de las imágenes es adquirida lateralmente.

Así, dicha colocación del dispositivo de adquisición de imágenes permite evitar forzar la mirada y la posición del sujeto, no obstruyendo su campo de visión.

- * por lo menos una de las pupilas o por lo menos uno de los reflejos corneales del sujeto es visible en cada una de las imágenes capturada,
- * el procedimiento comprende además una etapa en el transcurso de la cual se identifican unas referencias visuales en las imágenes, formándose las referencias visuales en un accesorio apto para ser llevado de manera fija en la cara del sujeto,
- * el dispositivo de adquisición de imágenes es una cámara de vídeo, y la etapa de captura de las imágenes comprende las siguientes subetapas:
 - filmar la cara del sujeto para obtener una pluralidad de imágenes del sujeto según ángulos de visión diferentes, y
 - seleccionar de entre las imágenes del sujeto, por lo menos dos imágenes según dos ángulos diferentes de la cara del sujeto,
- * el procedimiento comprende además una etapa en el transcurso de la cual se identifican unas referencias visuales en las imágenes, siendo las referencias visuales unos puntos singulares de la cara del sujeto,
- * en el momento de la captura de las dos imágenes, la cara del sujeto está iluminada,
- * en el transcurso de la etapa de captura de las imágenes, se proyecta un haz luminoso sobre un soporte

frente al sujeto, por ejemplo un segmento vertical,

* la inclinación y la dirección de la cara del sujeto son determinadas localmente por el dispositivo de adquisición de imágenes, en un ordenador local distinto del dispositivo de adquisición de imágenes, o a distancia en un servidor de internet,

* el dispositivo de adquisición de imágenes es una tableta digital que comprende una cámara de vídeo.

Por tanto, la posibilidad de poner en práctica un procedimiento de ayuda de acuerdo con la invención permite adaptar unas tabletas digitales, las cuales pueden estar disponibles comercialmente o pueden ser específicas, para la obtención de las mediciones y la determinación de los parámetros de visión del sujeto.

Otras características, objetivos y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto al leer la descripción detallada siguiente, realizada en referencia a las figuras adjuntas dadas a título de ejemplos no limitativos y en las que:

la figura 1 es un esquema de un modo de realización de un sistema de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto de acuerdo con la invención,

la figura 2 es un ejemplo de accesorio que se puede utilizar con un sistema de acuerdo con la invención,

la figura 3 es un ejemplo de realización de un dispositivo de adquisición de imágenes que se puede utilizar en un sistema de acuerdo con la invención,

las figuras 4a y 4b ilustran un ejemplo de captura de imágenes de acuerdo con la invención,

la figura 5 es un organigrama que ilustra diferentes etapas de un ejemplo de realización de un procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto de acuerdo con la invención.

Un sistema 1 de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto S de acuerdo con la invención, comprende en particular:

- un dispositivo de adquisición de imágenes 10, adaptado para adquirir imágenes de la cara del sujeto S, que comprende unas referencias visuales la cara del sujeto,
- un inclinómetro, solidario en movimiento al dispositivo de adquisición de imágenes, y
- unos medios de procesado, conectados al dispositivo de adquisición de imágenes y al inclinómetro.

De manera general, con el fin de determinar los parámetros de visión del sujeto, un operario (por ejemplo, un óptico) adquiere por lo menos dos imágenes I1, I2 de la cara del sujeto con ángulos diferentes gracias al dispositivo de adquisición de imágenes mientras el sujeto mira a lo lejos, de manera que no se estorbe al sujeto durante cada una de las adquisiciones de imágenes I1, I2.

Para ello, el dispositivo de adquisición de imágenes se sitúa a una distancia del eje óptico X del sujeto, preferentemente fuera de su zona foveal, con el fin de no obstruir su mirada y garantizar que el sujeto S se coloca en una postura natural y mira a lo lejos sin ninguna restricción externa. En efecto, es importante no obstruir la zona foveal para no estorbar al sujeto S. No obstante, con el fin de reducir los riesgos de estorbar al sujeto, puede que sea preferible despejar una zona más grande que la zona foveal. Así, según una forma de realización, el dispositivo de adquisición de imágenes 10 se sitúa, para cada una de las adquisiciones de imágenes I1 e I2, en el exterior de una zona del campo de visión del sujeto S que forma un cono que tiene un ángulo, en el vértice, de 5° a 30° con respecto al eje óptico X de cada ojo del sujeto S, preferentemente entre 15° y 25° (estando el vértice del cono dispuesto en el eje óptico en el nivel de la cara del sujeto).

Se entenderá, en efecto, que cuanto más alejado esté el dispositivo de adquisición de imágenes 10 con respecto al eje óptico X del sujeto S, menos estorbará su presencia al sujeto, siendo el límite poder discernir correctamente por lo menos una de las pupilas (o por lo menos un reflejo corneal) del sujeto S.

No se impone, por tanto, ningún objetivo visual al sujeto S, de manera que el mismo puede adoptar su postura natural de visión de lejos. Sin embargo, es posible que un operario le sugiera dicho objetivo al sujeto S, con el fin, por ejemplo, de incitar al sujeto S a mirar a lo lejos y en línea recta delante de él. No obstante, un objetivo de este tipo no forma parte del sistema 1, no quedando definida su posición con respecto al dispositivo de adquisición de imágenes 10.

Por tanto, las imágenes y la inclinación del dispositivo de adquisición de imágenes 10 son analizadas por los medios de procesado que, a partir de ellas, deducen unos parámetros de visión del sujeto.

Dispositivo de adquisición de imágenes 10

5 El dispositivo de adquisición de imágenes 10 puede ser una cámara de vídeo, una cámara fotográfica, etcétera. Las imágenes adquiridas por el dispositivo de adquisición de imágenes 10 pueden ser, en particular, imágenes digitales, con el fin de poder ser procesadas directamente por los medios de procesado.

10 El dispositivo de adquisición de imágenes 10 posee, preferentemente, un objetivo de gran angular, con el fin de poder adquirir una imagen completa de la cara del sujeto a una distancia reducida, es decir, entre diez centímetros y un metro. La resolución del dispositivo de adquisición de imágenes 10 depende de la distancia focal, de la distancia a la persona, etcétera, y, por otra parte, debe ser suficiente para poder identificar referencias visuales 45 tales como referencias de color o puntos singulares de la cara. Por ejemplo, la resolución del dispositivo de adquisición de imágenes 10 debe ser suficiente para que la imagen de los ojos comprenda por lo menos un píxel cada 0.3 mm.

15 Además, el sistema 1 comprende un inclinómetro 20, solidario en movimiento del dispositivo de adquisición de imágenes 10, adaptado para determinar la inclinación del dispositivo de adquisición de imágenes 10 con respecto a un plano horizontal. Preferentemente, el inclinómetro 20 está integrado en el dispositivo de adquisición de imágenes 10. Puede tratarse, en particular, de un acelerómetro acoplado a un circuito de procesado de las señales de aceleración. El acelerómetro también puede estar acoplado a un giróscopo electrónico con el fin de mejorar la fiabilidad del inclinómetro.

20 De manera opcional, con el fin, en particular, de medir el reflejo corneal del sujeto, el sistema 1 puede comprender además un medio de iluminación 12 de la cara del sujeto, que puede ser solidario del dispositivo de adquisición de imágenes 10.

25 Por otra parte, el dispositivo de adquisición de imágenes 10 puede ser móvil y transportable por un operario con el fin de facilitar su manipulación. Puede comprender además una pantalla 14, que permite que el operario visualice las imágenes adquiridas por el dispositivo de adquisición de imágenes 10.

30 En la forma de realización ilustrada en las figuras, el dispositivo de adquisición de imágenes 10 es, por ejemplo, una tableta digital que comprende, en el nivel de su cara posterior 16, una cámara de vídeo 11 capaz de adquirir imágenes, así como un acelerómetro 20. La tableta 10 puede comprender además en el nivel de su cara anterior, una pantalla 14 que permite visualizar, en tiempo real, las imágenes adquiridas por la cámara 11. Puede tratarse, por ejemplo, de una tableta comercial del tipo iPad® o Galaxy tab®, Iphone®, de una tableta realizada específicamente para la aplicación en la determinación de los parámetros de visión de un sujeto y que comprenda un dispositivo de adquisición de imágenes y un inclinómetro adaptado, o, incluso, de un teléfono inteligente.

35 Ventajasamente, la cámara 11 puede estar desplazada, por tanto, con respecto al centro geométrico de la tableta 10, disponiéndose, por ejemplo, cerca de uno de los bordes de la misma, con el fin de facilitar la captura de las imágenes del sujeto S aunque permaneciendo fuera de su zona foveal, preferentemente fuera de una zona del campo de visión que forma un cono que tiene un ángulo, en el vértice, de 5° a 30° con respecto al eje óptico X del sujeto S, más preferentemente todavía entre 15° y 25°, para no alterar su postura natural de visión de lejos.

40 De manera opcional, el flash de la tableta 10 se puede utilizar como medio de iluminación 12 en el momento de la adquisición de imágenes. La tableta 10 puede estar dotada, sin embargo, de un dispositivo de iluminación 12 distinto del flash y añadido a esta última, especialmente contra su cara posterior, con el fin de iluminar la cara del sujeto S en el momento de la adquisición de imágenes.

45 Por otra parte, el dispositivo de adquisición de imágenes 10 puede comprender además un proyector 18 adaptado para proyectar un objetivo visual contra un soporte encarado al sujeto S. Por ejemplo, el proyector 18 puede ser un láser de potencia reducida, adaptado para proyectar un haz luminoso sobre una pared.

50 Según otra forma de realización, el dispositivo de adquisición de imágenes 10 puede estar formado por una pantalla 12 en la cual está fijado, de manera amovible o definitiva, un brazo 16 dotado de por lo menos una cámara 11. El brazo 16 puede estar articulado sobre uno de los bordes de la pantalla 14, por ejemplo el borde superior, en torno a un eje en general perpendicular al borde de la pantalla. Con el fin de no estorbar al sujeto S durante las adquisiciones de imágenes, el brazo 16 puede pivotar en un ángulo superior a 90°, por ejemplo del orden de 120°. El brazo puede pivotar, además (localmente o a todo lo largo del mismo), en torno a su eje de extensión arrastrando consigo la cámara 11, para permitir encuadrar más fácilmente la cara del sujeto S. Por ejemplo, el brazo 16 puede girar sobre sí mismo según un ángulo del orden de 200°.

55 A título de ejemplo, el brazo 16 puede medir una treintena de centímetros y comprender dos cámaras 11 alineadas a lo largo del mismo y separadas por aproximadamente diez centímetros. Esta forma de realización permite, por tanto, efectuar simultáneamente dos fotografías 11, 12 de la cara del sujeto S según dos ángulos de visión diferentes.

5 En esta forma de realización, el brazo 16 dotado de la(s) cámara(s) 11 puede estar añadido, por tanto, a una tableta comercial 10. El inclinómetro 20 puede estar fijado o bien en la tableta 10 (o integrado en la misma), o bien en el propio brazo 16. Por otra parte, la fijación del brazo 16 se puede efectuar directamente a la pantalla 10, o por medio de un adaptador 17 (particularmente en el caso en el que la pantalla sea una tableta digital disponible comercialmente).

Referencias visuales

10 Las referencias visuales pueden ser puntos singulares de la cara, o referencias visuales incluidas por un accesorio 40 llevado en la cara del sujeto S.

15 El accesorio 40 puede ser acorde, en especial, a los accesorios descritos en los documentos FR 2 860 887 o FR 2 892 529, ilustrado en la figura 2. Este accesorio 40, realizado, por ejemplo, de material plástico transparente, comprende un cuerpo principal 42 alargado horizontalmente con dos patillas laterales 43 igualmente horizontales, que se extienden sustancialmente en ángulo recto hacia la parte trasera con respecto al cuerpo principal. El cuerpo principal 42 comprende a lo largo de su borde inferior dos pequeñas garras destinadas a llegar a engancharse a lo largo de los bordes superiores de dos lentes de gafas (o en una montura) llevadas por el sujeto S, pudiendo comprender, también, las patillas 43, de manera no ilustrada, unas adaptaciones para acomodarse en las patillas de la montura. De esta manera, una vez que el sujeto se ha colocado unas gafas (correctoras u ópticamente neutras, o incluso la montura desnuda) en una posición adecuadamente estable, y que el accesorio 40 se haya situado en su lugar, dicho accesorio ocupa una posición claramente definida con respecto a la cara del sujeto.

20 Según un aspecto de la invención, el accesorio puede comprender además dos láminas elásticas 44, de metal o de plástico, que se extienden desde el borde inferior del cuerpo principal, y cuya forma curvada está adaptada para situarse en apoyo contra el borde inferior de las lentes de gafas (o de la montura). La forma de las láminas 44 está adaptada además para que su extremo libre siga una trayectoria rectilínea y perpendicular al cuerpo principal cuando las mismas se deforman con el fin de fijarse en las lentes (o la montura). De este modo, las láminas 44 están fijadas, en todo momento, en el mismo lugar en las lentes (o la montura) en el transcurso de las mediciones y no alteran la mirada del sujeto, sea cual sea la forma de su montura.

25 Tal como se ilustra en la figura 2, el accesorio 40 comprende un cierto número de marcadores o referencias visuales 45, en este caso ocho zonas cuadradas de un color claramente identificado, por ejemplo un verde intenso de una longitud de onda claramente definida, situándose dos referencias visuales en sitios separados claramente definidos en una de las patillas 43, disponiéndose otras dos simétricamente en la otra patilla 43, y, finalmente, situándose otras cuatro en el cuerpo principal. De manera más precisa en relación con estas últimas referencias, el cuerpo principal 42 del accesorio 40 comprende una parte que sobresale hacia arriba 46, en la región superior de la cual se encuentran una referencia 45 y una parte que sobresale hacia adelante 47, en cuyo extremo libre se encuentra una referencia 45. Las dos últimas referencias 45 se encuentran a la izquierda y a la derecha, en las proximidades del inicio de las patillas 43.

30 En una variante, las referencias visuales 45 pueden ser de formas geométricas tales como dameros, o incluso referencias que realicen emisiones dentro del espectro infrarrojo.

35 Cuando las referencias visuales son puntos singulares de la cara, estos puntos singulares pueden ser, en particular, las pupilas y/o los reflejos corneales, así como puntos en los bordes de la montura del sujeto.

Medios de procesado 30

40 Los medios de procesado 30 están adaptados para analizar la posición de las referencias visuales en las imágenes I1, I2 adquiridas por el dispositivo de adquisición de imágenes 10 así como la inclinación del dispositivo 10 determinada por el inclinómetro 20 en el momento de cada adquisición de imágenes, con el fin de deducir, a partir de las mismas, los parámetros de visión del sujeto S.

45 Para ello, los medios de procesado 30 comprenden un procesador adaptado para recoger y procesar los datos provenientes del dispositivo de adquisición de imágenes 10 (imágenes I1, I2 de la cara del sujeto S) y del inclinómetro 20 (inclinación del dispositivo de adquisición de imágenes 10 con respecto al suelo). Los resultados se pueden visualizar, entonces, en una pantalla del procesador o, llegado el caso, en la pantalla 14 del dispositivo de adquisición de imágenes 10.

50 El procesador 30 puede estar incorporado directamente en el dispositivo de adquisición de imágenes 10. Esto puede ser en particular así cuando el dispositivo de adquisición de imágenes 10 es una tableta digital. El conjunto de los cálculos se realiza entonces localmente en la tableta digital 10.

55 En una variante, el procesador 30 puede ser un ordenador local distinto del dispositivo de adquisición de imágenes 10, situado, sin embargo, cerca de este último. El dispositivo de adquisición de imágenes 10 transmite entonces

los datos (imágenes y ángulos) al ordenador por medio de una red 32 (inalámbrica o por cable) la cual realiza los cálculos que permiten obtener los parámetros de visión del sujeto S. Ventajosamente, este sistema 1 se puede incorporar, entonces, como complemento de sistemas de mediciones existentes, tales como los correspondientes descritos en los documentos citados en la introducción de la solicitud, y pueden aprovechar, así, interfaces existentes (interfaces de *software*, de gestión, etcétera) lo cual permite reducir los costes de desarrollo, el precio de compra del sistema cuando los ópticos ya están provistos de sistemas compatibles existentes, y tranquiliza al óptico que ya conoce el material.

En esta variante de realización, cuando el dispositivo de adquisición de imágenes 10 es una tableta digital, la pantalla del procesador se puede visualizar en la pantalla 14 de la tableta 10 por medio de un sistema de acceso en una oficina remota, por ejemplo mediante un protocolo VNC (acrónimo en inglés de *Virtual Network Computing*) o RDP (acrónimo en inglés de *Remote Desktop Protocol*), permitiendo así que el operario gestione el conjunto de las operaciones directamente desde su tableta 10.

Según todavía otra variante, el procesador 30 puede ser un servidor interno a distancia, el cual además puede ser dedicado. Las imágenes I1, I2 y la inclinación del dispositivo de medición se transmiten, entonces (mediante una red inalámbrica o por cable), al servidor a distancia 30, el cual reenvía, entonces, los resultados o bien directamente al dispositivo de adquisición de imágenes 10, en particular si este último comprende una pantalla 14 para visualizarlos, o bien a un ordenador local conectado al servidor a distancia.

Cuando las referencias visuales están formadas por puntos singulares de la cara del sujeto S, el procesador 30 comprende unos medios adaptados para realizar una reconstrucción tridimensional de la cara del paciente y efectuar, a partir de esta reconstrucción, las mediciones necesarias para determinar los parámetros de visión del sujeto.

Para ello, se lleva a cabo una triangulación para la reconstrucción tridimensional a partir de varias imágenes de acuerdo con la técnica anterior. El acceso 40 permite, entonces, conocer por lo menos una distancia conocida entre dos puntos.

En una variante, la reconstrucción tridimensional se puede realizar mediante cualquier otro método de fotogrametría o estereoscopia convencional.

En la variante de realización que implementa los puntos singulares de la cara, el sistema 1 comprende por lo menos dos dispositivos de adquisición de imágenes 10 cuya posición y orientación en el espacio, uno con respecto a otro, son conocidas. Es, entonces, posible determinar la posición de los puntos singulares de la cara y su distancia gracias a las imágenes adquiridas de manera preferente simultáneamente por los dos dispositivos de adquisición de imágenes 10 según las técnicas de fotogrametría y de estereoscopia descritas anteriormente en la presente.

Procedimiento

A continuación vamos a describir un procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto 100 de acuerdo con la invención. El procedimiento 100 se ilustrará en lo sucesivo con un sistema 1 formado por una tableta digital 10 que comprende una pantalla, una cámara de vídeo y un acelerómetro 20. Sin embargo, esto no es limitativo, pudiéndose llevar a la práctica el procedimiento 100 con todos los dispositivos de adquisición de imágenes 10 e inclinómetros 20 acordes a lo que se ha descrito más arriba.

Con el fin de llevar a cabo las mediciones, el sujeto S se sitúa en primer lugar en su postura natural de referencia y mira a lo lejos 110. Para ello, se pone cómodo y fija su mirada en un punto en el infinito en línea recta delante de él según un plano horizontal. Esta posición no es, por tanto, forzada sino relajada, en la medida en la que no hay necesidad de fijar la mirada en un objetivo visual impuesto o de mirarse en un espejo.

El operario captura, entonces, por lo menos dos imágenes I1, I2 de la cara del sujeto a una distancia reducida 120, encuadrando la cara de manera que por lo menos una de las pupilas del sujeto se encuentre en las dos imágenes. De este modo, es posible, entonces, efectuar las mediciones por lo menos para el ojo correspondiente. Teniendo en cuenta la distancia reducida entre la cámara 11 y la cara del sujeto S (entre diez centímetros y un metro), se obtienen imágenes I1, I2 que tienen una buena resolución. En las figuras 4a y 4b se ilustra un ejemplo de colocación del dispositivo de adquisición de imágenes 10 y de la cámara de vídeo 11 durante la captura de las imágenes I1 e I2 con respecto a la cara del sujeto S y a su eje óptico.

Cuando el dispositivo de adquisición de imágenes 10 es una cámara de vídeo, es posible o bien adquirir las dos imágenes I1 e I2 directamente según los ángulos de adquisición de imágenes, diferentes, o bien filmar la cara del sujeto. La grabación se realiza de manera que se adquiere una pluralidad de imágenes de la cara del sujeto S diferentes y según los ángulos de visión diferentes. A continuación, de entre esta pluralidad de imágenes, se seleccionan dos imágenes I1 e I2 adquiridas según dos ángulos de visión diferentes y que convengan para el procedimiento. Por ejemplo, es posible filmar la cara del sujeto desplazando la cámara de vídeo 10 entre una posición lateral y una posición de la parte inferior de la cara del sujeto, asegurándose de no constituir un estorbo

para su mirada (es decir, permaneciendo alejado de su zona foveal). Así, esta elección de imágenes permite optimizar las imágenes que sirven para determinar los diferentes parámetros de visión del sujeto S.

5 En el caso en el que las referencias visuales 45 son puntos singulares de la cara, las imágenes I1 e I2 se adquieren de manera preferente simultáneamente por medio de dos dispositivos de imágenes 10 distintos, cuya posición y orientación, uno con respecto al otro, son conocidas.

10 De manera opcional, el medio de iluminación 12 puede estar encendido durante toda la etapa 120 de captura de imágenes, o simplemente en el momento de cada captura de imagen. En el caso en el que las referencias visuales son marcadores 45 colocados en un accesorio, el medio de iluminación 12 se puede disponer en el propio accesorio 40 en lugar de en la tableta 10, con el fin de iluminar las pupilas del sujeto S.

15 Llegado el caso, el operario puede ayudarse de la pantalla 14 de la tableta con el fin de encuadrar correctamente la cara del sujeto S.

Por ejemplo, el operario adquiere una imagen frontal I1 vista desde debajo, de manera que no penetre en el campo de visión del sujeto S y, por lo tanto, no altere su postura natural de visión de lejos, y una imagen lateral I2, según un ángulo inferior a 90° para que las dos pupilas sean visibles (por ejemplo, de tres cuartos).

20 En una variante, el operario puede adquirir dos imágenes laterales I1, I2 de la cara según ángulos diferentes, por ejemplo a 20° y a 40° del eje de la mirada del sujeto S, para no alterar su campo de visión. Estas imágenes I1, I2 se pueden obtener sucesivamente desplazando la tableta 10 entre las dos adquisiciones de imagen I1, I2, o, simultáneamente, cuando la tableta 10 está equipada del brazo 16 dotado de dos cámaras 11 separadas una de la otra.

25 En el transcurso de estas mediciones, las imágenes I1, I2 son, entonces, grabadas por la tableta digital 10, mientras que el acelerómetro 20 determina la inclinación de la tableta 10 en el momento de cada captura de imagen 130.

30 A continuación, las imágenes I1, I2 y la inclinación de la tableta 10 son transmitidas al procesador 30, con el fin de determinar la posición respectiva de las diferentes visuales en las dos imágenes I1, I2 y de deducir, a partir de ellas, la inclinación natural y la dirección natural de la cara del sujeto 140, así como parámetros de visión tales como la convergencia del sujeto S.

35 La determinación de las referencias visuales se puede realizar de manera automática por parte del propio procesador 30, o manualmente por parte del operario.

40 Al ser una tableta digital 10 generalmente táctil, el operario puede, en particular, visionar y señalar las referencias visuales directamente sobre las imágenes I1, I2 visualizadas por la pantalla 14. Así, puede determinar la posición de los iris, de las pupilas, aplicando los principios de fotogrametría y de estereoscopia. A continuación, estas informaciones son utilizadas por el procesador 30 para deducir, a partir de ellas, la convergencia del sujeto S.

45 De manera opcional, cuando la cara del sujeto S se ilumina gracias a los medios de iluminación 12, el procesador 30 también puede determinar la convergencia del sujeto S a partir de su reflejo corneal y de la posición de los iris según los métodos de cálculo convencionales.

A continuación, estos resultados se pueden visualizar en la pantalla 14 de la tableta o de un ordenador dispuesto cerca.

50 Con el fin de mejorar la medición de la dirección natural del sujeto, es posible proyectar un objetivo visual, preferentemente un segmento vertical, sobre un soporte tal como una pared, por medio de un proyector 18 fijado en la tabla 10, y solicitar al paciente que mire a este objetivo en el momento de las capturas de imágenes. De este modo, se obliga al sujeto a colocar su cabeza en la posición correspondiente a una dirección nula.

55 El objetivo visual puede ser un segmento vertical con el fin de no alterar la medición de la inclinación de la cara del sujeto.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de ayuda para la determinación de parámetros de visión de un sujeto (100), que comprende las etapas siguientes:
- 5
- capturar (120) dos imágenes (I1, I2) según dos ángulos diferentes de la cara del sujeto por medio de un solo dispositivo de adquisición de imágenes (10), estando el sujeto (S) en una postura natural de visión de lejos,
- 10
- determinar (130) la inclinación con respecto al suelo del dispositivo de adquisición de imágenes (10) en el momento de la captura de las imágenes por medio de un inclinómetro,
 - deducir (140) a partir de las dos imágenes (I1, I2) y de la inclinación del dispositivo de adquisición de imágenes (10) con respecto al suelo la inclinación y la dirección de la cara del sujeto (S),
- 15
- caracterizado por que el dispositivo de adquisición de imágenes es portátil y móvil y está dispuesto fuera de una zona foveal del sujeto de manera que no corte su eje de la mirada en el momento de la captura (120) de las imágenes (I1, I2).
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de adquisición de imágenes (10) está situado cuando tiene lugar la captura de las imágenes (120) en el exterior de una zona del campo de visión del sujeto (S) que forma un cono que tiene un ángulo en el vértice de 5° a 30° con respecto a un eje óptico (X) del sujeto (S), preferentemente entre 15° y 25°.
- 25
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que una de las imágenes (I1) es adquirida frente al sujeto, visto desde debajo.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una de las imágenes (I2) es adquirida lateralmente.
- 30
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que por lo menos una de las pupilas o por lo menos uno de los reflejos corneales del sujeto (S) es visible en cada una de las imágenes (I1, I2) capturadas.
- 35
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una etapa en el transcurso de la cual se identifican unas referencias visuales (45) en las imágenes, estando las referencias visuales (45) formadas en un accesorio (40) apto para ser llevado de manera fija en la cara del sujeto (S).
- 40
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el dispositivo de adquisición de imágenes (20) es una cámara de vídeo, y la etapa de captura de las imágenes (120) comprende las subetapas siguientes:
- filmar la cara del sujeto de manera que se obtenga una pluralidad de imágenes del sujeto según unos ángulos de visión diferentes, y
 - seleccionar de entre las imágenes del sujeto por lo menos dos imágenes (I1, I2) según dos ángulos diferentes de la cara del sujeto (S).
- 45
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además una etapa en el transcurso de la cual se identifican unas referencias visuales (45) en las imágenes, siendo las referencias visuales (45) unos puntos singulares de la cara del sujeto (S).
- 50
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que en el momento de la captura de las dos imágenes (I1, I2), se ilumina la cara del sujeto (S).
- 55
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que, durante la etapa de captura de las imágenes (I1, I2), se proyecta un haz luminoso sobre un soporte enfrente del sujeto (S), por ejemplo, un segmento vertical.
- 60
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la inclinación y la dirección de la cara del sujeto (S) son determinadas localmente por el dispositivo de adquisición de imágenes, en un ordenador local distinto del dispositivo de adquisición de imágenes, o a distancia en un servidor de internet.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el dispositivo de adquisición de imágenes (10) es una tableta digital que comprende una cámara de vídeo (11).

FIG. 1

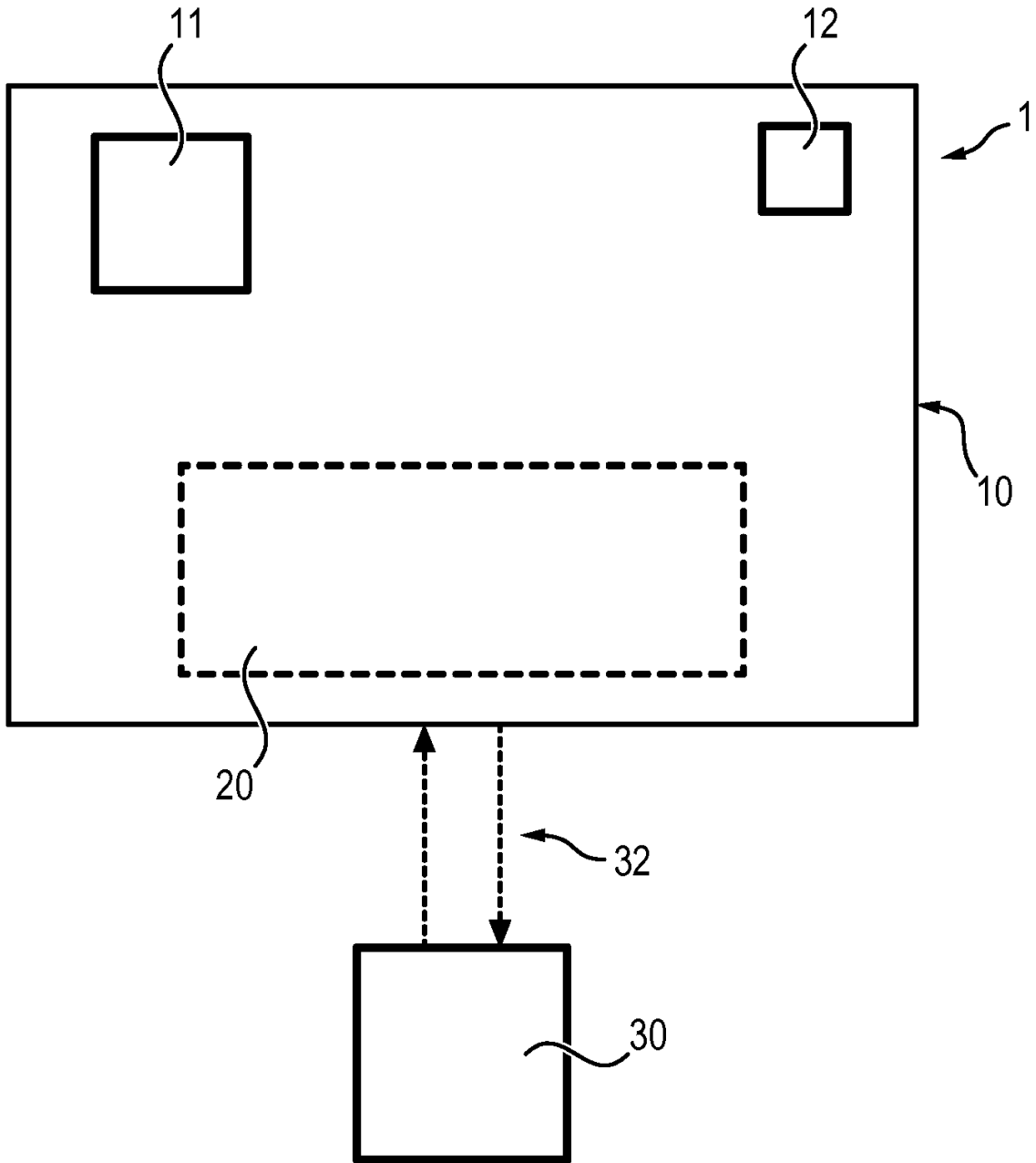


FIG. 2

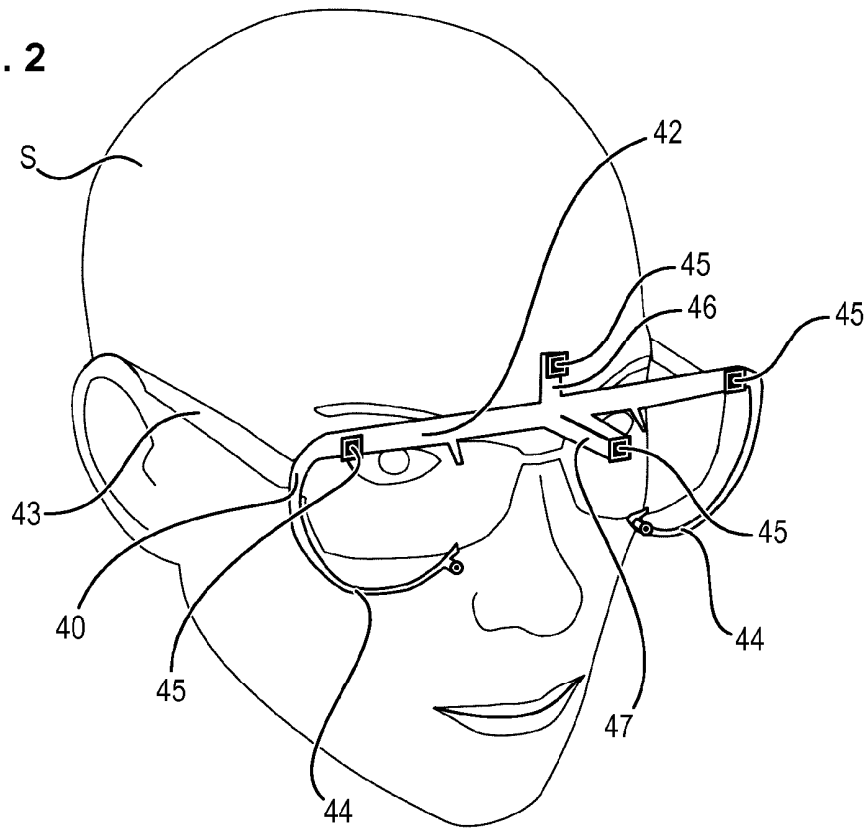


FIG. 3

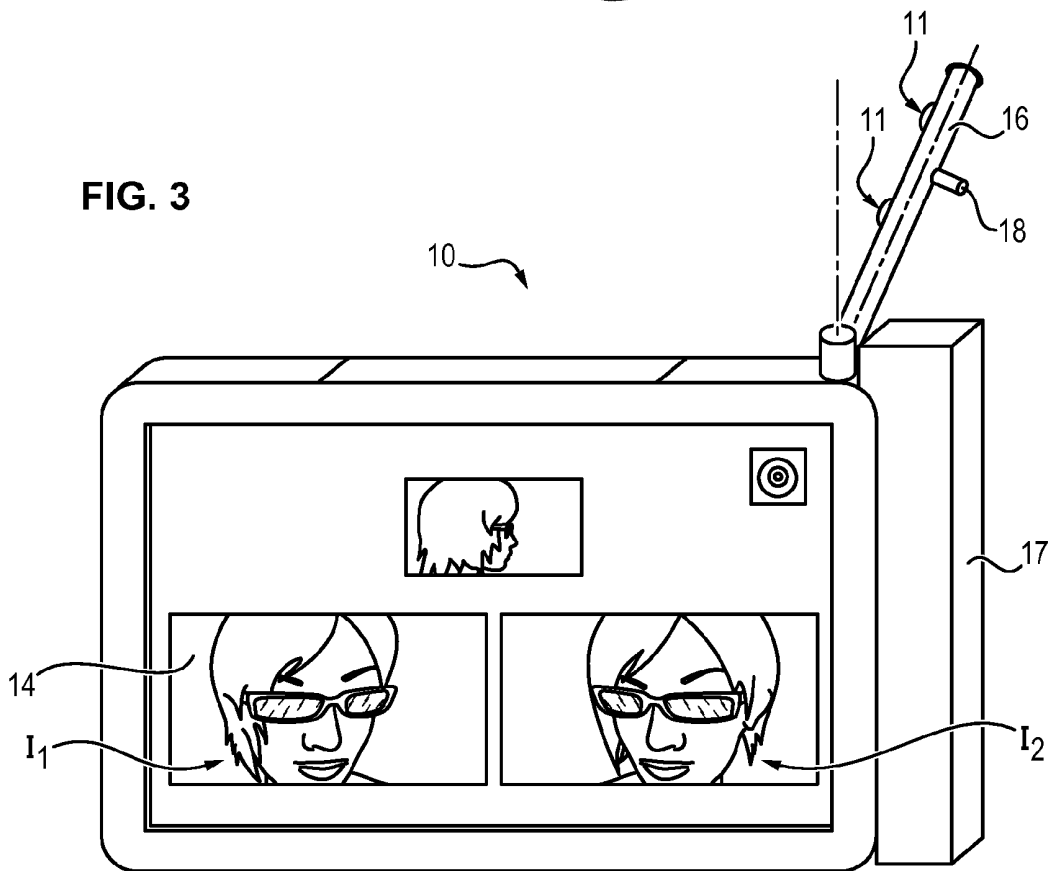


FIG. 4a

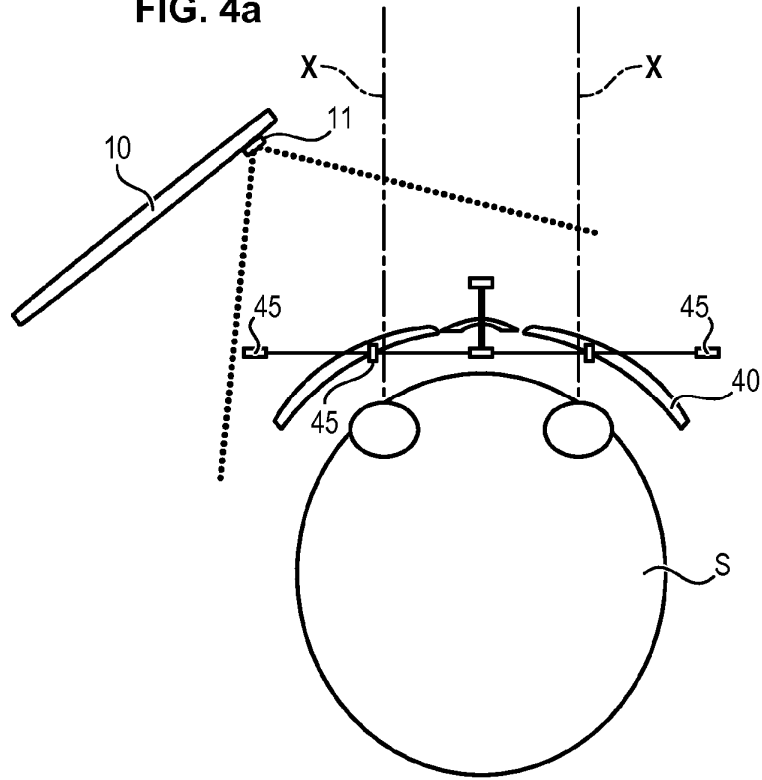


FIG. 4b

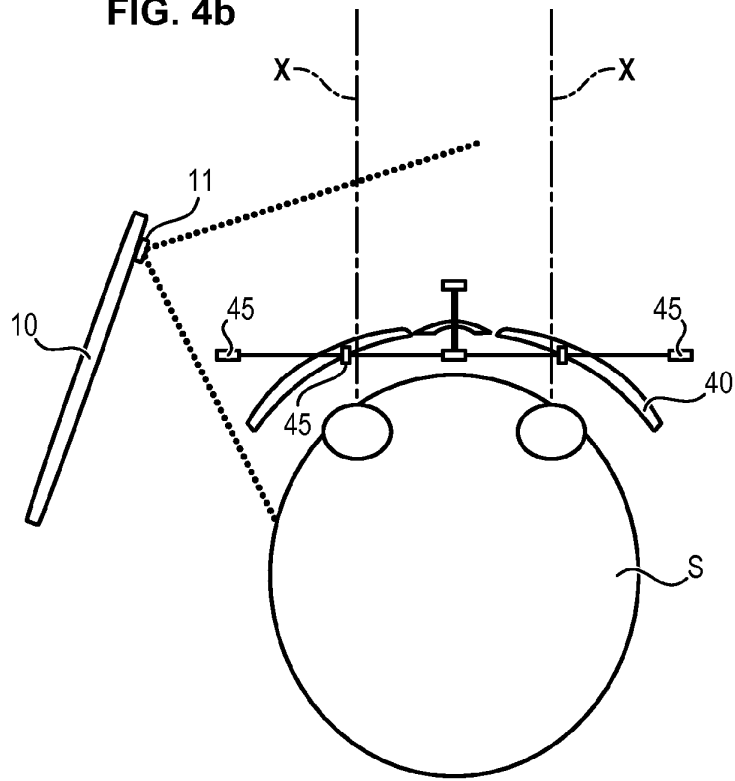


FIG. 5

