

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 304 365**

21 Número de solicitud: 202231910

51 Int. Cl.:

G02F 1/01	(2006.01)	G06T 19/20	(2011.01)
G06T 7/90	(2007.01)	G06T 11/00	(2006.01)
A61B 3/06	(2006.01)		
A61F 9/08	(2006.01)		

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

02.12.2021

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.11.2023

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
(100.0%)
AVENIDA DE SÉNECA, 2
28040 MADRID (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**BERNÁRDEZ VILABOA, Ricardo y
ÁLVAREZ FERNÁNDEZ-BALBUENA, Antonio**

54 Título: **Gafas de compensación del color**

ES 1 304 365 U

DESCRIPCIÓN

Gafas de compensación del color

SECTOR DE LA TÉCNICA

5

La presente invención se encuadra en el sector de los dispositivos visuales de evaluación y/o compensación del color con aplicación en óptica y optometría. Más concretamente, se refiere al sector de gafas para corregir las deficiencias en la percepción del color.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15

El color es una propiedad de la luz transmitida, reflejada o emitida por un objeto que depende de su longitud de onda. El color puede realzar el contraste y permite identificar y localizar objetos que de otra forma serían indistinguibles de su fondo.

20

El color es una cualidad perceptiva única que poseen algunos seres vivos. Nuestros ojos son capaces de detectar una pequeña parte del espectro electromagnético denominada espectro visible (EV), que se encuentra compuesto por longitudes de onda entre los 380 nm y los 780 nm, percibido como una gama de colores variados. El color que vemos depende de las longitudes de onda que tiene la luz que llega a nuestros ojos. El ojo humano es capaz de distinguir más de 8 mil colores en un único nivel de luminancia y entre 8-10 millones de matices en condiciones óptimas.

25

Además, la visión del color permite distinguir objetos y patrones, facilitando la forma en la que nos relacionamos con el entorno. Actualmente, el color influye bastante en la vida diaria: nos ayuda a la hora de elegir y combinar ropa, al comprar un coche o al decorar una habitación. Es útil y necesario en campos como el arte, la moda, la decoración, la publicidad o incluso carteles y señales de uso diario, entre otros.

30

35

La visualización de los colores depende de numerosos factores como las propiedades del objeto observado, su iluminación y el sistema visual del observador. En la retina humana existen dos tipos de fotorreceptores: conos y bastones; aproximadamente entre 80-110 millones son bastones y 4-5 millones son conos, la mayoría de estos últimos se encuentran localizados en la zona foveal. Los bastones están activos en situaciones de

baja iluminación y tienen una respuesta saturada. Los conos se activan en condiciones escotópicas (visión diurna), contribuyen a la percepción de detalles espaciales y temporales y son los responsables de la visión del color. Los humanos y primates tenemos un único tipo de bastón y tres tipos diferentes de conos que nos permiten apreciar una gama variada de colores en el EV. Sin embargo, no toda la población cuenta con esta variedad, y, por lo tanto, no toda la población es capaz de apreciar todos estos colores. Este problema visual se denomina discromatopsia y quienes la padecen son conocidos popularmente como “daltónicos”, debido a que las primeras investigaciones sobre estos defectos visuales fueron realizadas por John Dalton (1766-1844).

Isaac Newton demostró la dispersión del color mediante un experimento en el que utilizó un prisma de cristal por el que dejó pasar un rayo de luz. Al proyectar el haz dispersado por el prisma en una pantalla apareció una banda de colores, que formaban lo que él denominó espectro. Newton afirmó que este espectro estaba formado por siete colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta), lo que sugería la idea de que la luz blanca está formada por la superposición de todos los colores. El primer diagrama del color fue formulado por Newton; en él se representan colores puros y colores morados (obtenidos al mezclar proporciones de los colores del final del espectro) dibujados en un círculo con el blanco en el medio.

George Palmer fue la primera persona que planteó por primera vez que la visión del color estaba basada en la “máxima sensibilidad” de las “partículas” presentes en la retina.

Young propuso en 1802 que en la retina existían partículas sensibles al color y que se correspondían con los colores primarios, es decir, el rojo, verde y azul. Eligió estos colores porque habían sido previamente utilizados en experimentos de mezclas aditivas de colores para obtener gamas de colores visuales. Posteriormente, Helmholtz adoptó esta teoría y la complementó, añadiendo que los receptores cromáticos tienen sensibilidades espectrales diferentes, pero que se encuentran solapadas y cada una de ellas presenta una sensibilidad máxima para una longitud de onda determinada.

La teoría tricromata plantea que la visión del color es la actividad de tres canales receptores independientes que se encargan de transmitir la información del color

derivada de los tres tipos de conos diferentes. Esta teoría se atribuye a los investigadores Thomas Young (1773-1829) y Hermann von Helmholtz (1821-1894) y se basaron en los resultados de los experimentos de mezcla de colores utilizando luces aditivas. En estas investigaciones los observadores ajustaban tres longitudes de onda diferentes en un campo de comparación hasta que el color de la mezcla se correspondiera con el color de una longitud de onda dada. Estos dos estímulos que parecen idénticos, pero son físicamente diferentes se denominan metámeros. Haciendo un ajuste adecuado de las longitudes de onda era posible igualar cualquier color y las personas con visión del color normal no pueden igualar los colores del espectro visible con solo dos longitudes de onda, pero las personas con deficiencia en la visión del color sí, ya que no perciben todos los colores del espectro.

Los conos reciben su nombre de acuerdo con la longitud de onda con la que se corresponden. Los conos L (rojo) son sensibles a longitudes de onda largas, su fotopigmento se denomina eritrolabe y el máximo del espectro de absorción está a 570 nm. Los conos M (verde) son sensibles a longitudes de onda media, su fotopigmento se denomina clorolabe y el máximo del espectro de absorción está a 540 nm. Los conos S (azul) son sensibles a longitudes de onda cortas, su fotopigmento es denominado cianolabe y el máximo de absorción está a 440nm.

Las señales de los colores rojo y verde no pueden ser transmitidas simultáneamente, es decir, que el color puede ser rojo o verde, pero no ambos a la vez. Esto mismo ocurre con el azul y el amarillo. Asimismo, al mirar una imagen de color verde se genera una post-imagen de color rojo al observar una superficie blanca, y que al mirar una imagen de color azul produce una post-imagen amarilla. Existen tres mecanismos oponentes que se encuentran en las células ganglionares: el canal rojo-verde, el canal azul-amarillo y el canal luminosidad-brillo o acromático (suma de las señales de los conos rojos, verdes y azules).

Dependiendo del tipo de conos que existen en la retina, las deficiencias en la visión del color pueden clasificarse en tres tipos:

- Monocromatismo.
- Dicromatismo.
- Tricromatismo.

35

El monocromatismo es una anomalía de la visión cromática de tipo hereditario que, aproximadamente, se presenta en 10 de cada millón de personas. Los sujetos monocrómatas sólo tienen un tipo de cono, es decir, sólo poseen un tipo de fotopigmento, con lo cual son capaces de realizar igualaciones de color con una sola longitud de onda ajustado la intensidad de cualquier otra longitud de onda. En términos más claros, un monocrómata es totalmente ciego al color y su visión es en escala de grises. Es la deficiencia de visión más grave pero sólo representan un 0.005% de la población. Además de ser completamente ciegos al color, los sujetos monocrómatas tienen una agudeza visual de 0.1 decimal, nistagmus, fotofobia y en ocasiones pueden presentar signos de distrofia macular.

El dicromatismo se produce cuando hay una pérdida de uno de los tres tipos de fotopigmentos, únicamente poseen dos fotopigmentos. Son capaces de discriminar algo de color, sin embargo, la gama de colores que ven es limitada e inferior a la que tienen los tricrómatas. Un dicrómata puede igualar cualquier longitud de onda a una mezcla de otras dos longitudes de onda. Es decir, dadas al menos tres longitudes de onda, divididas en dos campos, un dicrómata puede ajustar las intensidades relativas de estas longitudes de onda de manera que los dos campos parezcan idénticos.

Según el tipo de fotopigmento perdido (eritrolabe, clorolabe o cianolabe), los dicrómatas se pueden clasificar en protanopes, deuteranopes y tritanopes. La protanopia afecta al 1% de los hombres y al 0.02% de las mujeres. Se caracteriza por la pérdida de eritrolabe (cono L). La deuteranopia afecta al 1% de los hombres y al 0.01% de las mujeres. Se caracteriza por la ausencia de clorolabe (cono M). La tritanopia es la condición menos frecuente, afecta al 0.002% de los hombres y al 0.001% de las mujeres. Se caracteriza por la ausencia de cianolabe (cono S).

En los dicrómatas, el tipo de fotopigmento que falta se sustituye por otro fotopigmento a "modo de sustitución", de manera que en un protanope el eritrolabe se sustituye por el clorolabe, y en un deuteranope el clorolabe se sustituye por el eritrolabe.

Un dicrómata normal tiene una capacidad de discriminar colores muy reducida. En protanopes y deuteranopes hay una discriminación de tono relativamente buena en la región de 490 nm. A partir de 545 nm solo pueden diferenciar colores con base en la luminosidad, es decir a partir de 545 nm se convierten en monocrómatas.

La visión del color requiere al menos tres tipos diferentes de fotopigmentos con sensibilidades espectrales diferentes pero solapadas. El sistema visual compara las respuestas de las tres clases de conos; conos L, conos M y conos S. Está comprobado
5 que la mayoría de los seres humanos tienen visión tricromática. Los tricrómatas tienen una discriminación de colores superior a los dicrómatas, ya que, dadas tres longitudes de onda divididas en dos campos, un tricrómata puede discriminar entre ellos, pero no puede igualar los campos. Para poder igualar los campos es necesario que ajuste las intensidades relativas de cuatro longitudes de onda, divididas en dos campos, tal que
10 los dos campos parezcan idénticos.

Un individuo con tricromacia anómala posee los tres tipos de conos. Sin embargo, el espectro de absorción de uno de los fotopigmentos se encuentra desplazado hacia una posición anormal. Según el tipo de fotopigmento, los tricrómatas anómalos pueden
15 clasificarse en protanómalo, cuando se tiene el espectro de absorción del fotopigmento eritrolabe desplazado hacia longitudes de onda cortas; deuteranómalo, cuando el espectro de absorción del fotopigmento clorolabe está desplazado hacia longitudes de onda cortas y tritanómalo cuando está desplazado el espectro de absorción del cianolabe hacia longitudes de ondas más cortas.

20 En la actualidad se mide el problema de color mediante diferentes pruebas clínicas entre las que se pueden destacar los test de Ishihara, Farnsworth-Munsell, Farnsworth-Munsell- 100 Hue o el CAD (*Colour Assessment and Diagnosis Test*). En la revisión publicada por Fanlo Zaragaza, A. y colaboradores (A. Fanlo Zarazaga, J. Gutiérrez
25 Vásquez, V. Pueyo Royo (2019) Revisión de los principales test clínicos para evaluar la visión del color. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología. 94 (1) 25-32 DOI: 10.1016/j.ofal.2018.08.006) se analizan los test más utilizados en la práctica clínica y, como indican los autores, pese al avance científico y tecnológico global, es paradójico que el test más utilizado en clínica siga siendo uno desarrollado hace un centenar de
30 años: el test de Ishihara. Además, puesto que no existe unanimidad sobre qué test de color resulta ser el más completo, recomiendan utilizar al menos 2 para asegurar los diagnósticos y tener una información más completa sobre la percepción visual de los pacientes.

35 Por otro lado, aun cuando se detecten, no se dan soluciones a los defectos de la anomalía cromática salvo con filtros selectivos de una determinada longitud de onda

para resaltar el color que peor ve el paciente en concreto (WO2017048726A1, WO2018067741A1). Esto supone que cada paciente debería contar con varios filtros de diferentes longitudes de onda en diferentes momentos de iluminación, contraste e intensidad de luz del objeto observado, algo complicado de hacer con las gafas y filtros
 5 actualmente en el mercado. La conclusión de estas soluciones es la falta de eficacia salvo en algunas personas (Bastien K, Mallet D, Saint-Amour D. (2020) *Characterizing the Effects of Enchroma Glasses on Color Discrimination. Optom Vis Sci.* Oct;97(10):903-910. doi: 10.1097/OPX.0000000000001581. PMID: 33055508; Gómez-Robledo L, Valero EM, Huertas R, Martínez-Domingo MA, Hernández-Andrés J. *Do EnChroma glasses improve color vision for colorblind subjects? Opt Express.* 2018 Oct 29;26(22):28693-28703. doi: 10.1364/OE.26.028693. PMID: 30470042.).
 10

Sigue siendo necesario, por lo tanto, medir con la mayor exactitud posible los problemas en la percepción del color y compensarlos mediante el empleo de un dispositivos,
 15 especialmente con formato de gafa.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

Gafas de compensación del color
 20

Para compensar los problemas en la percepción del color en personas que no son capaces de percibirlo correctamente debido a anomalías parciales, consiguiendo una mejora de la percepción del color a valores más próximos al real, un aspecto de esta invención se refiere a un dispositivo electromecánico con diseño de gafas que consiste
 25 en un mando de control y una montura en la que se incluyen:

- Dos pantallas de cristal líquido translúcido en color, que constituyen los visores de las gafas;
- Dos controladores/reguladores de color, cada uno de ellos asociado a uno de
 30 los visores, que pueden ser manuales o automáticos;
- Multicámaras instaladas en el frente de las gafas
- Focos con fuente de LED RGB
- Dos microchips electrónicos cada uno de ellos asociado a uno de los visores;
- Elementos para adaptar el dispositivo a la cabeza del usuario

35

Al hablar de anomalías parciales, nos referimos a defectos en uno de los tres tipos de cono (rojo, verde o azul), sin pérdida total de la percepción de uno o varios de esos colores.

5 Las gafas disponen de dos visores en forma de pantallas de cristal líquido traslúcido en color, que permiten ver la imagen obtenida por las multicámaras. Los controladores/reguladores de color, localizados en la montura de la gafa, se utilizan en el calibrado del dispositivo y en la detección de la anomalía cromática que sufre el
10 medio de un interruptor, bien automáticamente por medio de los microchips electrónicos en los que se habrá instalado previamente un programa informático para la modificación y el control del color de la pantalla de cristal líquido a la que está asociado cada uno. El programa informático permite adaptar el color del visor en función de la anomalía detectada en cada ojo.

15

Las multicámaras incluidas en el frente de las gafas están en distintas posiciones para obtener un mapa lo más detallado posible del objeto o imagen a observar por el paciente.

20 Cuando la observación se realiza de cerca, se utiliza el juego de LED para eliminar los contrastes y sombras, permitiendo una mejor observación del color de la imagen observada mediante las multicámaras. Por visión de cerca, en esta memoria descriptiva, entendemos la visión de un objeto o imagen situado a 40 cm, o menos, del frente de las gafas.

25

Con las gafas descritas en esta memoria, se dispone de un método para compensar las anomalías parciales en la apreciación del color que incluye los siguientes pasos:

a- calibrar la anomalía de cada ojo por separado y/o binocularmente, en la apreciación del color, utilizando un test de evaluación del espacio cromático y el
30 controlador/regulador de color asociado a cada uno de los visores de la gafa; bien manualmente, bien de forma automática integrando los test de evaluación del espacio cromático en el microchip electrónico asociado a cada visor mediante un programa informático, para identificar el defecto visual, es decir, la anomalía cromática que sufre el usuario;

35 b- almacenar la información de la calibración de la anomalía, detectada en el paso a, en

un programa informático incluido en el microchip asociado a cada visor;

c- obtener un mapa detallado del objeto o imagen a observar mediante las multicámaras;

d- analizar las imágenes o juegos de imágenes obtenidas en tiempo real, para detectar las zonas y colores defectuosos medidos en la calibración del paso a;

5 e- comparar cada imagen o juego de imágenes del paso d con el defecto visual del usuario calibrado y almacenado en los pasos a y b;

f- ajustar en los visores la recepción de los colores del objeto o de la imagen a observar, sustituyendo el color que el usuario no percibe por una combinación de colores que permita simular dicho color, haciendo uso del programa almacenado en los microchips

10 correspondientes a cada visor;

Adicionalmente, en el caso de las observaciones de cerca, se puede añadir un paso

g- utilizar el juego de LED para eliminar los contrastes y las sombras en el objeto o la imagen a observar y mejorar, así, la apreciación del color.

15 En los microchips asociados a los visores, se registran tanto los resultados del test de calibrado donde, al añadir el color que el usuario no percibe se registran los datos de las longitudes de onda que este no ve, como las mejoras conseguidas mediante los cambios de color de los visores. La valoración de la mejora en la percepción del color se realiza mediante la percepción subjetiva del usuario y mediante gráficas y fórmulas

20 de interpretación para una emisión precisa, emitiendo luz en la longitud exacta, sin mezclas de otros colores.

El color de los visores puede cambiarse individual o simultáneamente y puede realizarse manualmente, mediante los controladores/reguladores situados en la montura o

25 automáticamente mediante los microchips electrónicos, también situados en la montura, en los que se habrá preestablecido el programa deseado.

El mapa obtenido en el paso c cubre un campo visual, al menos, de 30° y se puede dividir en sectores para formar mapas de todos los puntos que el usuario puede ver sin

30 mover los ojos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una

35 mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte

integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Gafas de compensación del color constituidas por 2 pantallas de cristal líquido translucido de colores (1) con sensores manuales de color (2) con interruptor digital (3) en una montura (4) unida a una correa adaptable (5), con multicámaras (7) y un juego de luces LED (8). Vista en sección frente, lateral y superior.

Figura 2.- Interior del sensor de color (2), manual, con interruptor digital (3), batería (9) y muelle (10).

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

A continuación, se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

15 1 = Pantalla de cristal líquido translucido de colores

2 = Sensor manual de color

3 = Interruptor digital

4 = Montura

5 = Correa adaptable

20 6 = Conector

7 = Multicámaras

8 = Juego de luces LED o foco variable

9 = Batería

10 = Muelle

25

Ejemplo 1.

Se elaboraron unas gafas con dos pantallas de cristal translucido capaces de producir cambio de colores (1) biseladas, de 55 mm de diámetro, y montadas en una montura (4) de material metálico, con talones de 10 mm² donde se instalaron sendos sensores manuales de color (2) con interruptor digital (3) de 7 mm, cilíndrico, en material plástico.

Unida a los talones se acopló una correa adaptable (5) dividida en dos partes de 350 mm en un extremo y 150 mm en el otro, del mismo material, que se unen y acortan para adaptarse a la cabeza del usuario gracias a un conector (6) compuesto por dos cilindros concéntricos perforados verticalmente, de 10 mm de diámetros el externo y 8 mm el

35

interior con un muelle para bloquear o dejar libre la correa y alargar la longitud o acortarla, permitiendo su adaptación a la cabeza de cualquier usuario.

5 Los sensores (Cognex Corporation y In-Sight 2000C) de color (2), manuales, y los microchips electrónicos (AM27C512R-45U Circuito Integrado Memoria Dip28 de la marca michochip) se alimentan energéticamente con 2 baterías (9) de 12 V circulares de 8 mm de ancho por 0.5 mm de altura, dispuestas bajo el interruptor digital (3) con el que se conectan mediante un muelle (10).

10 En el frente de la montura (4) se incrustaron 6 cámaras (7) (Anviker 1080P), 2 en el talón y 4 en el puente, con zoom digital y direccionables, conectadas a los microchips electrónicos.

15 En el frente de la montura (4), entre los dos visores, se incrustó un juego de LED RGB (8) modificables en dirección, longitud de onda emitida e intensidad luminosa.

Se dispuso, además, de un mando de control del técnico, inalámbrico, con 5 botones de manipulación del programa informático incluido en los microchips asociados a los visores

20

Ejemplo 2.

Las gafas de compensación del color son útiles para la medida del defecto de color de cualquier ser humano en uno o en los dos ojos y su posterior compensación. Para ello, se adaptan las gafas en la cara del paciente a examinar y se comprueba la pérdida de visualización de color utilizando el calibrado del dispositivo mediante un test de evaluación del espacio cromático.

25

Tras la anotación del problema al color de cada individuo explorado y recogido en los 2 microchip manualmente por el profesional sanitario, se pasa a la comprobación de la mejora de la visión del color de un par de objetos diseñados para esta tarea. Todo ello se manipula desde un mando de control del técnico, inalámbrico, con 5 botones de manipulación del programa informático incluido en los microchips asociados a los visores como el descrito en el ejemplo 1.

30

35 Se encienden las 6 cámaras (7) con zoom digital y direccionables que están situadas en

el frente de la montura (4) y se obtiene un mapa del objeto que se está observando. Si el objeto está a 40 cm del usuario o menos, además de las cámaras, se enciende el juego de LED RGB (8) para mejorar la percepción del color.

- 5 Los sensores (2) recogen la información generada y se procesa en los microchips, comparando las imágenes obtenidas con las cámaras y el defecto visual del usuario, calibrado y almacenado previamente como se indica más arriba. Con dicha información, mediante el programa almacenado en los microchips, se ajusta en cada pantalla (1) de cristal líquido translucido de colores la recepción de los colores del objeto bajo
- 10 observación para permitir al paciente la mejor visualización del color con menor pérdida de las longitudes de onda que no percibe bien, compensando así el problema en anomalías del color.

REIVINDICACIONES

1. Gafas de compensación del color que consisten en:
- 5 - Dos pantallas (1) de cristal líquido translúcido en color, que constituyen los visores de las gafas;
 - Dos controladores/reguladores (2) manuales de color, cada uno de ellos asociado a uno de los visores;
 - Seis cámaras (7) instaladas en el frente de las gafas
 - Focos (8) LED;
 - 10 - Dos microchips electrónicos, cada uno de ellos asociado a uno de los visores, que incluyen un programa informático para la compensación del color;
 - Elementos para adaptar las gafas a la cabeza del usuario.
2. Gafas de compensación del color, según la reivindicación 1, donde las seis cámaras
15 (7) tienen zoom digital y son direccionables, estando dos cámaras situadas en el talón de la montura y cuatro cámaras situadas en el puente de la montura.
3. Dispositivo electromecánico para compensar los defectos en la percepción del color
20 que consiste en unas gafas según se definen en cualquiera de las reivindicaciones 1-2 y un mando de control del programa informático incluido en los microchips.

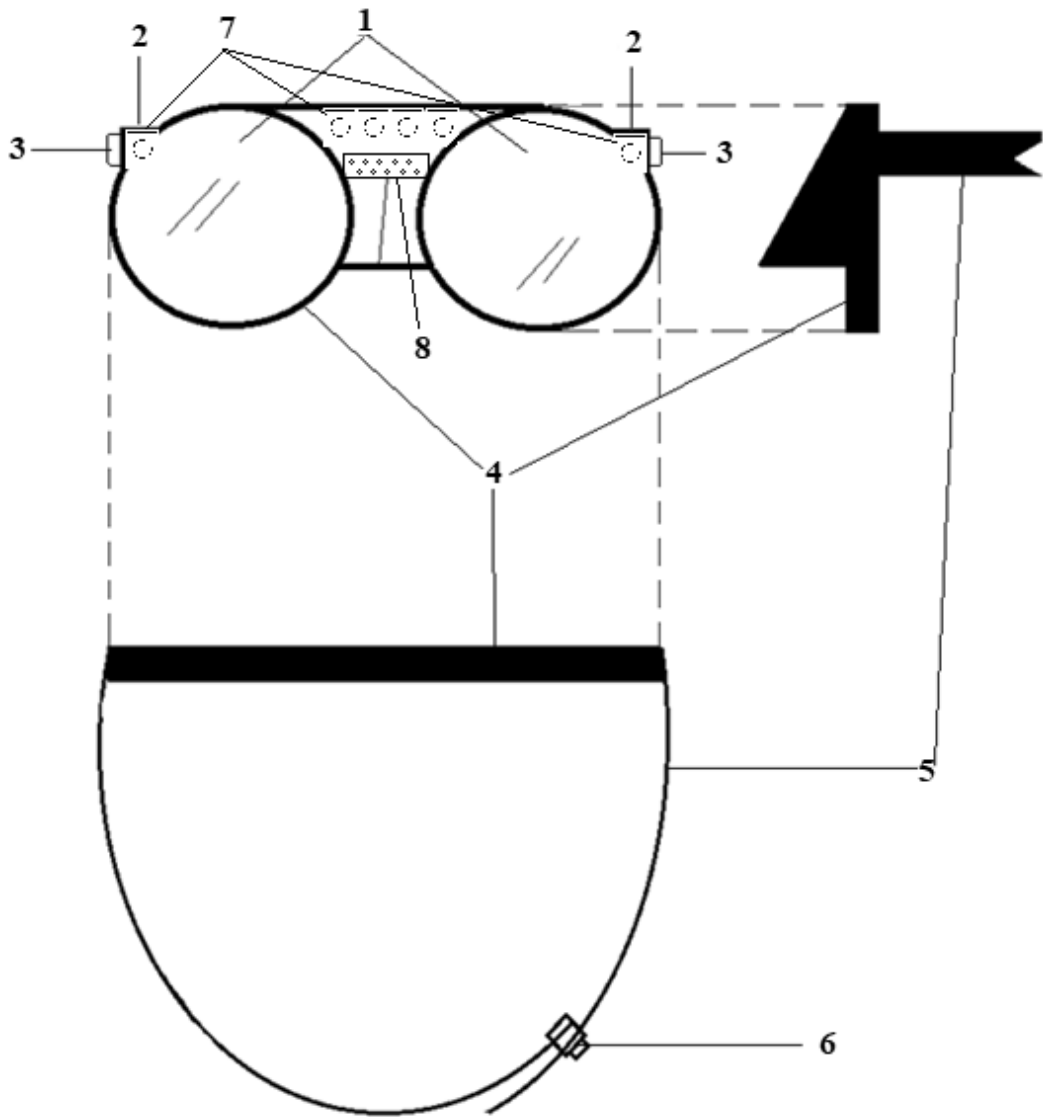


Fig. 1

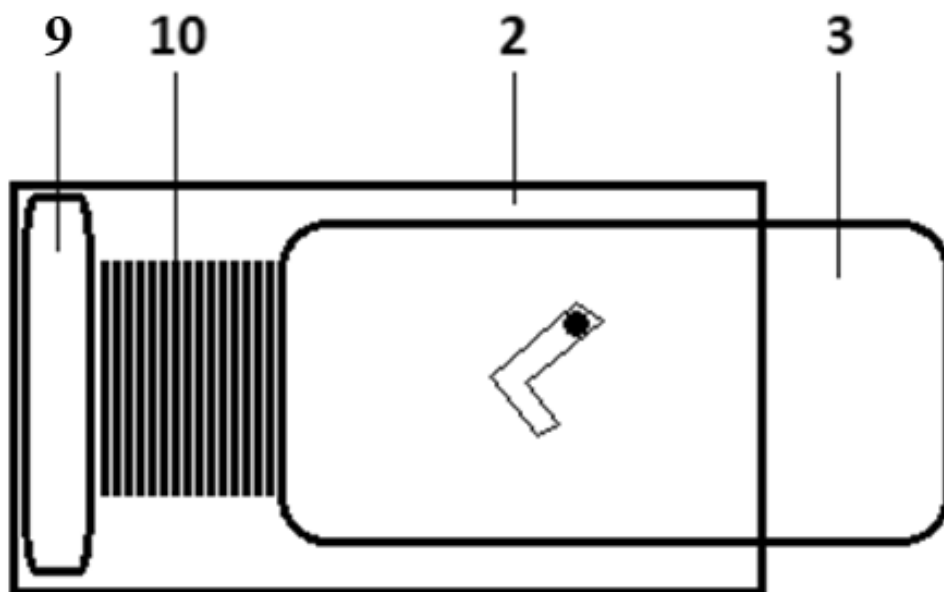


Fig. 2