

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 190**

51 Int. Cl.:

G02B 27/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2015 PCT/EP2015/075624**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.05.2016 WO16071352**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2015 E 15788078 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018 EP 3215884**

54 Título: **Sistema de visualización frontal de cabeza de ópticas cruzadas**

30 Prioridad:

06.11.2014 FR 1402510

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

07.03.2019

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**ESPIE, JEAN-LUC y
DIAZ, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 703 190 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

Sistema de visualización frontal de cabeza de ópticas cruzadas

5 El campo de la invención es el de los sistemas de visualización de casco. Estos sistemas también se conocen con la denominación anglosajona "HMD See-Through", siendo "HMD" el acrónimo de "Head Mounted Display". Están destinados a diferentes aplicaciones. A título de ejemplos, pueden ser llevados por unos pilotos de aeronave o unos soldados de infantería.

10 Estos sistemas están destinados a proyectar hacia el ojo del usuario una imagen aérea colimada al infinito y superpuesta sobre el paisaje exterior. La imagen proyectada puede incluir una simbología representativa de informaciones sobre las tareas, la misión a llevar a cabo o el entorno exterior y/o también la imagen dada por una cámara. Esta última puede ser una cámara de bajo nivel de luz o una cámara infrarroja o una cámara térmica.

Estos sistemas pueden ser monoculares o binoculares según si el usuario percibe la imagen en un ojo o en los dos ojos.

15 Estos sistemas incluyen, de manera general, un indicador de pantalla de pequeñas dimensiones de alta resolución sobre el que se indica en pantalla la imagen a proyectar, una óptica de retransmisión y un "combinador" o mezclador óptico que asegura a la vez la reflexión de la imagen proyectada y colimada hacia el ojo del usuario y la transmisión del paisaje exterior. Este combinador está integrado en una pantalla o una visera o unas gafas. Se entiende por visera o pantalla un elemento curvo transparente dispuesto delante de los ojos del usuario y cuya función primera es asegurar la protección de los ojos del usuario asegurándole al mismo tiempo una buena visibilidad del exterior. Esta protección es mecánica, pero puede ser, igualmente, óptica si la visera incluye unos procesamientos particulares. En la continuación del texto, se usa de manera indiferente el término "pantalla" o "visera" para designar el soporte del combinador.

20

25 En la mayoría de las aplicaciones, el campo visual del sistema de visualización debe ser importante, es decir, estar comprendido entre 20 grados y 40 grados. Ahora bien, en la mayor parte de las soluciones propuestas, el combinador es un elemento óptico con un fuera de eje significativo, de forma que se asegure una buena transmisión y que se deje lo menos posible de elementos ópticos en el campo visual. Construir una solución óptica de buena calidad con un fuera de eje importante constituye una primera dificultad.

30 Una segunda dificultad de este tipo de sistema de visualización es que la integración del combinador en la pantalla debe perturbar lo menos posible la visión del exterior, siendo la visión humana, naturalmente, de campo amplio. De este modo, el campo de visión humana alcanza 200 grados en un plano lateral y 125 grados en un plano vertical. Por lo tanto, el combinador debe introducir lo menos posible de máscaras visuales y debe tener una forma que case lo mejor posible con los contornos del rostro. También es necesario que el sistema sea compatible con llevar gafas de corrección de vista.

35 Finalmente, el peso y el volumen del sistema deben permanecer escasos, de forma que pueda integrarse fácilmente debajo de la parte frontal de un casco o fijarse directamente sobre el rostro en forma de una máscara, a ejemplo de las máscaras de esquí o de las máscaras de protección o también con la ayuda de una caperuza o de una diadema adaptada.

Los sistemas de visualización para el público en general montados sobre unas ramas de gafa no cumplen todas estas condiciones.

40 Se han propuesto diferentes soluciones técnicas. Un primer tipo de solución consiste en implantar el conjunto del sistema de modo lateral, estando el conjunto del sistema contenido en un plano sustancialmente horizontal. El indicador de pantalla y la óptica de retransmisión están situados sobre uno de los lados laterales de la cabeza del usuario. A título de ejemplos, se citarán los dispositivos descritos en las solicitudes WO 2010/089495 que lleva por título "Dispositif portable d'affichage tête haute et de réalité augmentée" y WO 2009/136393 que lleva por título "Wide angle helmet mounted display system". Estas soluciones presentan los inconvenientes de que son complejas, voluminosas y de que presentan una máscara lateral que puede ser significativa.

45

50 Un segundo tipo de solución consiste en implantar el conjunto del sistema de modo frontal, estando el conjunto del sistema contenido en un plano sustancialmente vertical por encima del ojo del observador. A título de ejemplos, se citarán los dispositivos descritos en las solicitudes WO 2013/036888 que lleva por título "Night vision devices and methods" y US 5 341 242 que lleva por título "Helmet mounted display". Como se puede ver esto en las diferentes figuras de estas solicitudes, las soluciones ópticas establecidas son complejas. Su integración en la parte frontal del casco no es sencilla. Por otra parte, son sustancialmente unas soluciones monoculares y el paso a versión binocular de estas soluciones es problemático.

55 El sistema de visualización de cabeza según la invención no presenta estos inconvenientes. Puede ser monocular o binocular. Incluye unas ópticas denominadas cruzadas. Es decir, que, en el caso de un sistema binocular, si un mezclador óptico está dispuesto delante del ojo derecho del usuario, la óptica de retransmisión y el indicador de pantalla correspondiente están dispuestos en posición frontal por encima del ojo izquierdo del usuario y debajo del

mezclador óptico situado del lado izquierdo. Esta disposición se obtiene eligiendo juiciosamente los parámetros geométricos de los diferentes elementos ópticos, sus curvaturas y la forma de sus superficies. Esta arquitectura óptica tiene unas numerosas ventajas tanto al nivel de la sencillez de construcción como del volumen y se aloja fácilmente debajo de la parte frontal de un casco.

- 5 Más precisamente, la invención tiene como objeto un sistema de visualización que incluye un primer indicador de pantalla y un primer conjunto óptico que incluye una primera óptica de retransmisión y un primer mezclador óptico semitransparente, estando el primer conjunto óptico dispuesto para formar una segunda imagen al infinito de una primera imagen indicada en pantalla por el primer indicador de pantalla, estando el sistema de visualización destinado a ser llevado en la cabeza por un usuario, estando el primer mezclador óptico dispuesto delante de uno de los dos ojos de dicho usuario en condiciones de uso, estando la pupila óptica de salida del primer conjunto dispuesta al nivel de dicho ojo, correspondiendo el eje óptico del primer conjunto óptico al rayo luminoso del campo de visión central que pasa por el centro de la pupila óptica, caracterizado porque:

- 15 El primer mezclador óptico es una lámina fina de caras curvas sustancialmente paralelas, estando cada cara definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una superficie libre,
La inclinación del primer mezclador óptico sobre el eje óptico es sustancialmente igual a 35 grados,
La distancia que separa la pupila de salida del punto de intersección entre el eje óptico y el primer mezclador óptico vale aproximadamente 60 milímetros;
El mezclador óptico tiene una potencia óptica casi nula de transmisión para no deformar la visión directa.
20 En posición de uso, la inclinación del eje óptico medio entre el primer mezclador óptico y la primera lente frontal en un plano vertical y con respecto a una recta que une los centros de los dos ojos es de aproximadamente 25 grados, de forma que la primera óptica de retransmisión esté situada al nivel de la frente y por encima del otro ojo del usuario, en posición cruzada con el primer combinador óptico.

- 25 Ventajosamente, incluyendo la primera óptica de retransmisión una primera lente frontal, la primera superficie de dicha primera lente frontal situada lo más cerca del combinador está definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una forma libre.

Ventajosamente, la segunda superficie de la primera lente frontal es esférica o está definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una forma libre.

- 30 Ventajosamente, siendo el primer indicador de pantalla del tipo pantalla de cristales líquidos o "LCD", acrónimo de "Liquid Crystal Display" o del tipo pantalla emisiva u "OLED", acrónimo de "Organic Light Emitting Diode", la primera óptica de retransmisión incluye únicamente, partiendo del primer mezclador óptico hacia el primer indicador de pantalla, la primera lente frontal, un doblete de lentes convergente-divergente de superficies esféricas y una lente biconvexa excéntrica de superficies esféricas.

- 35 Ventajosamente, funcionando el primer indicador de pantalla por reflexión y siendo del tipo "LCOS", acrónimo de "Liquid Crystal on Silicon", incluyendo el sistema una fuente de iluminación, la primera óptica de retransmisión es del tipo telecéntrico e incluye únicamente, partiendo del primer mezclador óptico hacia el primer indicador de pantalla, la primera lente frontal, un doblete de lentes convergente-divergente de superficies esféricas, un menisco convergente excéntrico de superficies esféricas, un cubo separador adecuado para reflejar la luz procedente de la fuente de iluminación hacia el primer indicador de pantalla y una lente biconvexa excéntrica de superficies esféricas.

- 40 Ventajosamente, el cubo separador es un separador por reflexión del tipo "PBS", acrónimo que significa "Polarizer Beam Splitter".

- 45 Ventajosamente, en su variante binocular, el sistema incluye un segundo indicador de pantalla y un segundo conjunto óptico que incluye una segunda óptica de retransmisión y un segundo mezclador óptico semitransparente, siendo el segundo indicador de pantalla idéntico al primer indicador de pantalla, siendo el segundo conjunto óptico idéntico al primer conjunto óptico, estando el segundo indicador de pantalla y el segundo conjunto óptico dispuestos simétricamente con respecto al primer indicador de pantalla y al primer conjunto óptico, de forma que el segundo mezclador óptico esté dispuesto delante del otro ojo del usuario, estando la primera óptica de retransmisión dispuesta por encima del segundo mezclador óptico y estando la segunda óptica de retransmisión dispuesta por encima del primer mezclador óptico, siendo el plano de simetría el plano mediano de la cabeza.

- 50 La forma y la orientación de los "combinadores", orientadas en una dirección general según la curvatura general del rostro, permiten prolongar las pantallas derecha e izquierda más allá de las zonas "útiles" semirreflectantes para constituir una pantalla monobloque que asegura una función de protección para el rostro y, en concreto, los ojos. De este modo, la forma continua de la pantalla según una curva general convexa según la del rostro permite conservar una visión directa a través de la pantalla sin alteraciones.

- 55 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas aparecerán tras la lectura de la descripción que va a seguir dada a título no limitativo y gracias a las figuras adjuntas de entre las que:

La figura 1 representa una vista de frente de un primer sistema de visualización monocular según la invención;
La figura 2 representa una vista de perfil del sistema de visualización monocular anterior;

La figura 3 representa una vista de frente de la versión binocular del sistema de visualización anterior;
 La figura 4 representa una vista en corte del primer sistema de visualización monocular;
 La figura 5 representa una vista de frente de un segundo sistema de visualización monocular según la invención;
 La figura 6 representa una vista en corte del segundo sistema de visualización monocular.

- 5 Un sistema de visualización según la invención está destinado a ser llevado en la cabeza por un usuario. El soporte mecánico del sistema de visualización llevado en la cabeza puede ser un casco, un par de gafas o cualquier otro soporte de cabeza.

El sistema de visualización existe en versión monocular o binocular. Cada bloque monocular incluye:

- un indicador de pantalla y
- 10 - un conjunto óptico que incluye una óptica de retransmisión dióptrica y un mezclador o combinador óptico parcialmente transparente, tradicionalmente semitransparente integrado en una pantalla, en una visera de casco o en unas gafas y que funciona por reflexión. El mezclador óptico es una lámina fina de caras curvas y sustancialmente paralelas entre sí que no introduce o introduce poca distorsión del paisaje exterior. Este mezclador no tiene potencia óptica de transmisión.
- 15 En la continuación de la descripción, se llama eje óptico, al eje virtual que corresponde al rayo luminoso del campo de visión central que pasa por el centro de la pupila óptica.

El funcionamiento de un bloque monocular es el siguiente. El conjunto óptico está dispuesto para formar una segunda imagen colimada o "al infinito óptico" de una primera imagen indicada en pantalla por el indicador de pantalla, estando la pupila óptica de salida del conjunto dispuesta al nivel del ojo del observador. Es superior al diámetro de la pupila de ojo, de forma que se permita una cierta comodidad de uso y la adaptación a las variaciones de desvíos entre pupilas. Esta imagen se percibe por el usuario en superposición sobre el paisaje exterior transmitido por el mezclador óptico.

Para que la implantación general de un sistema de visualización según la invención sobre un soporte sea lo más ergonómica posible y lo más sencilla de realizar, las ópticas se denominan cruzadas. Es decir, que, en el caso de un sistema binocular, si un mezclador óptico está dispuesto delante del ojo derecho del usuario, la óptica de retransmisión y el indicador de pantalla correspondiente están dispuestos en posición frontal por encima del ojo izquierdo del usuario y debajo del mezclador óptico situado del lado izquierdo.

Para que esta implantación sea posible, es necesario que:

- La inclinación del primer mezclador óptico sobre el eje óptico sea sustancialmente igual a 35 grados, es decir, que el eje óptico reflejado forme un ángulo de aproximadamente 70 grados con el eje óptico incidente. Un ángulo inferior necesita una distancia más importante entre el ojo y el combinador que implica unas ópticas de mayores dimensiones. Un ángulo superior necesita unas correcciones ópticas más importantes, difíciles de dominar. Es preferible que este ángulo de inclinación esté comprendido entre 33 grados y 37 grados. Es sustancial que el mezclador óptico sea o una superficie no axisimétrica, definida por una ley polinómica o una superficie denominada "free-form" definida por un fichero de puntos. En efecto, un combinador esférico da unas aberraciones geométricas demasiado importantes para que puedan corregirse por una óptica de retransmisión sencilla;
- La distancia que separa la pupila de salida del punto de intersección entre el eje óptico y el primer mezclador óptico vale aproximadamente 60 milímetros. Esta distancia es necesaria de forma que, en el caso de una aplicación binocular, la óptica de retransmisión del primer sistema óptico pueda alojarse entre la frente y el combinador del segundo sistema óptico. Permite, igualmente, que el usuario lleva unas gafas de vista;
- En posición de uso, la inclinación del eje óptico medio entre el primer mezclador óptico y la primera lente frontal de la óptica de retransmisión en un plano vertical y con respecto a una recta que une los centros de los dos ojos es de aproximadamente 25 grados, de forma que la primera óptica de retransmisión esté situada al nivel de la frente y por encima del otro ojo del usuario, en posición cruzada con el primer combinador óptico. Un ángulo más escaso lleva la óptica de retransmisión a estar demasiado baja sobre el otro ojo e introduce unas máscaras visuales. Un ángulo más grande lleva la óptica de retransmisión a estar demasiado alta y ya no puede posicionarse debajo de la parte frontal del casco. Es preferible que este ángulo de inclinación esté comprendido entre 20 grados y 30 grados. Es importante que la primera superficie de la primera lente frontal situada lo más cerca del combinador sea de tipo no axisimétrica, definida por una ley polinómica o sea de tipo "free form" definida por un fichero de puntos, de forma que se reduzcan las aberraciones geométricas residuales del combinador.

Los componentes ópticos fuertemente excéntricos tales como el combinador según la invención presentan unas aberraciones geométricas muy importantes si son unos sencillos espejos esféricos inclinados. Como se ha dicho, es sustancial que la superficie del mezclador óptico sea una superficie no axisimétrica o "free form", es decir, que la curvatura de su superficie esté definida por una ley polinómica o un fichero de puntos para compensar lo mejor posible las aberraciones de excentricidad.

Sin embargo, esta corrección es insuficiente para corregir totalmente las aberraciones geométricas del combinador. Por lo tanto, la óptica de retransmisión debe compensar las aberraciones residuales. La óptica de retransmisión incluye una primera lente frontal situada lo más cerca del combinador cuya primera superficie está definida, igualmente, por una ley polinómica. De este modo, se corrigen "lo más cerca" las aberraciones del combinador. De forma que se evite la multiplicación de las lentes de superficie "free-form" o esféricas, se recurre, igualmente, a la excentricidad o a la basculación de lentes de superficies esféricas para corregir lo mejor posible las aberraciones residuales. Debe señalarse que la aberración de distorsión no se corrige al nivel de la óptica. Esta corrección se hace directamente al nivel de la imagen generada por el indicador de pantalla por procesamiento de imagen a partir de las leyes de distorsión óptica. Esta incluye una distorsión inversa que compensa exactamente la distorsión del conjunto óptico.

El establecimiento preciso y la optimización de los componentes ópticos se hace por medio de códigos de cálculo óptico, bien conocidos por el experto en la materia.

Una primera implantación de un sistema según la invención sobre un casco H está representada en las figuras 1, 2 y 3. En estas diferentes figuras, la pantalla o la visera del casco no están representadas. La figura 1 representa una vista de frente y la figura 2 una vista de perfil de un sistema monocular. En estas dos figuras, el indicador de pantalla 1 y la óptica de retransmisión 2 están del lado izquierdo del casco y el combinador 3 envía una imagen al ojo derecho del usuario.

Como se representa en la figura 3, el sistema binocular incluye dos conjuntos idénticos simétricos el uno del otro con respecto a un plano vertical. De este modo, el segundo conjunto incluye un indicador de pantalla 1 bis, una óptica de retransmisión 2 bis y un combinador 3 bis.

Esta primera implantación funciona con un indicador de pantalla que funciona por transmisión o por emisión. Este indicador de pantalla puede ser pasivo. Puede tratarse de un indicador de pantalla de tipo "LCD", acrónimo de "Liquid Crystal Display". Igualmente, puede ser activo, de tipo "OLED", acrónimo que significa "Organic Light-Emitting Diode".

Una vista en corte de la arquitectura óptica completa de un conjunto monocular que incluye un indicador de pantalla de este tipo está representada en la figura 4. Este ejemplo no es limitativo. Incluye un indicador de pantalla 1, una óptica de retransmisión que incluye cuatro lentes L1, L2, L3 y L4 y un combinador 3 que forma una imagen colimada al nivel de la pupila P. En esta figura y en la figura 6, los contornos de los componentes están representados en trazos en negrilla. Igualmente, están trazados tres rayos luminosos en trazos finos. Representan los rayos medios que pasan por el centro de la pupila que corresponden al campo central que sigue el eje óptico y a los dos campos extremos.

Las características generales de este conjunto monocular son las siguientes:

- Tipo de indicador de pantalla: LCD u OLED de 8 mm x 5 mm
- Campo visual: 32 grados horizontal x 18 grados vertical
- Dimensiones de pupila: 10 mm x 10 mm
- Volumen: Longitud L_T : 86 mm y anchura I_T : 54 mm

Características del combinador:

- Lámina fina de caras curvas y paralelas entre sí procesada semirreflectante
- Radio de curvatura medio: 48 mm
- Superficie de tipo polinómica
- Ángulo de basculación: 36 grados

Características de las cuatro lentes de la óptica de retransmisión. La lente L1 es la más cercana al combinador y la lente L4 la más cercana al indicador de pantalla.

- Lente L1 centrada
 - o Material: Plástico de tipo PMMA
 - o Primera superficie: tipo polinómica de radio de curvatura medio 10 mm - Segunda superficie: tipo esférica de radio de curvatura medio 2000 mm
 - o Espesor central: 10 mm
- Doblete L2-L3 centrado
 - o Materiales: vidrios
 - o Primera superficie: esférica de radio de curvatura: 14 mm - Segunda superficie: esférica de radio de curvatura: - 8 mm - Tercera superficie: esférica de radio de curvatura: - 90 mm
 - o Primer espesor central: 6 mm - Segundo espesor central: 6 mm
- Lente L4 excéntrica y basculada

ES 2 703 190 T3

- Material: vidrio
- Primera superficie: esférica de radio de curvatura: 20 mm - Segunda superficie: esférica de radio de curvatura: - 55 mm
- Espesor central: 5 mm

5 Se puede usar, igualmente, un sistema de visualización según la invención con un indicador de pantalla que funciona por reflexión de la luz. Por ejemplo, este indicador de pantalla puede ser de tipo "LCOS", acrónimo que significa "Liquid Crystal on Silicone". Una de las dificultades es que, por naturaleza, la iluminación debe pasar por la óptica de retransmisión. Para este fin, se introduce un cubo separador en el interior mismo de la óptica de retransmisión que asegura a la vez la iluminación del indicador de pantalla y la transmisión de la luz reflejada por este. De manera general, este cubo es del tipo "PBS", acrónimo que significa "Polarizing Beam Splitter".

10 Ópticamente, este cubo corresponde a la adición de una lámina de vidrio espesa de caras planas y paralelas. Además, la óptica de retransmisión debe ser telecéntrica, de forma que se asegure una iluminación homogénea. Se entiende por telecéntrica una óptica cuya pupila en el espacio del indicador de pantalla se devuelve al infinito.

15 La figura 5 representa una vista de frente de un sistema de visualización monocular que funciona con un indicador de pantalla "LCOS". Como se ve esto en esta figura, las solicitaciones de implantación del cubo separador conducen a una solución óptica más compleja y claramente más voluminosa.

Una vista en corte de la arquitectura óptica completa de un conjunto monocular que incluye un indicador de pantalla LCOS de este tipo está representada en la figura 6. Incluye un indicador de pantalla 1, una óptica de retransmisión que incluye cinco lentes L1, L2, L3, L4, L5 y un cubo separador y un combinador 3 que forma una imagen colimada al nivel de la pupila P.

20

Las características generales de este conjunto monocular son las siguientes:

- Tipo de indicador de pantalla: LCOS de 12 mm x 9 mm
- Campo visual: 32 grados horizontal x 18 grados vertical
- Dimensiones de pupila: 15 mm x 10 mm
- 25 - Volumen: Longitud L_T : 162 mm y anchura I_T : 60 mm

Características del combinador:

- Lámina fina de caras curvas y paralelas entre sí procesada semirreflectante
- Radio de curvatura medio: 70 mm
- Superficie de tipo polinómica
- 30 - Ángulo de basculación: 35 grados

Características de las cinco lentes y del cubo separador de la óptica de retransmisión. La lente L1 es la más cercana al combinador y la lente L5 la más cercana al indicador de pantalla.

- Lente L1 centrada
 - Material: Plástico de tipo PMMA
 - 35 ○ Primera superficie: tipo polinómica de radio de curvatura medio 42 mm - Segunda superficie: tipo esférica de radio de curvatura medio -43 mm
 - Espesor central: 26 mm
- Doblete L2-L3 excéntrico
 - Materiales: vidrios
 - 40 ○ Primera superficie: esférica de radio de curvatura: 74 mm - Segunda superficie: esférica de radio de curvatura: - 28 mm - Tercera superficie: esférica de radio de curvatura: - 88 mm
 - Primer espesor central: 26 mm - Segundo espesor central: 1 mm
- Lente L4 menisco convergente excéntrico
 - Material: vidrio
 - 45 ○ Primera superficie: esférica de radio de curvatura: 38 mm - Segunda superficie: esférica de radio de curvatura: 160 mm
 - Espesor central: 10 mm
- Cubo separador
 - Material: vidrio
 - 50 ○ Espesor: 21 mm

ES 2 703 190 T3

- Lente L5

- Material: vidrio
- Primera superficie: esférica de radio de curvatura: 16 mm - Segunda superficie: esférica de radio de curvatura: - 65 mm
- 5 ○ Espesor central: 7 mm

REIVINDICACIONES

1. Sistema de visualización que incluye un primer indicador de pantalla (1) y un primer conjunto óptico que incluye una primera óptica de retransmisión (2) y un primer mezclador óptico (3) parcialmente transparente, incluyendo dicha primera óptica de retransmisión (2) una primera lente frontal, estando el primer conjunto óptico dispuesto para formar una segunda imagen al infinito de una primera imagen indicada en pantalla por el primer indicador de pantalla, estando el sistema de visualización destinado a ser llevado en la cabeza por un usuario, estando el primer mezclador óptico dispuesto delante de uno de los dos ojos de dicho usuario en condiciones de uso, estando la pupila óptica de salida del primer conjunto dispuesta al nivel de dicho ojo, correspondiendo el eje óptico del primer conjunto óptico al rayo luminoso del campo de visión central que pasa por el centro de la pupila óptica, siendo el primer mezclador óptico una lámina fina de caras curvas sustancialmente paralelas, estando cada cara definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una forma libre, estando el sistema de visualización **caracterizado porque**:
- la inclinación del primer mezclador óptico sobre el eje óptico es de aproximadamente 35 grados, la distancia que separa la pupila de salida del punto de intersección entre el eje óptico y el primer mezclador óptico vale aproximadamente 60 milímetros; en posición de uso, la inclinación del eje óptico medio entre el primer mezclador óptico y la primera lente frontal en un plano vertical y con respecto a una recta que une los centros de los dos ojos es de aproximadamente 25 grados, de forma que la primera óptica de retransmisión esté situada al nivel de la frente y por encima del otro ojo del usuario, en posición cruzada con el primer mezclador óptico.
2. Sistema de visualización según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la primera óptica de retransmisión (2) incluye una primera lente frontal (L1), la primera superficie de dicha primera lente frontal situada lo más cerca del mezclador está definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una forma libre.
3. Sistema de visualización según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la segunda superficie de la primera lente frontal (L1) es esférica o está definida por una ley polinómica o un fichero de puntos que definen una forma libre.
4. Sistema de visualización según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** siendo el primer indicador de pantalla (1) del tipo "LCD" u "OLED", la primera óptica de retransmisión (2) incluye únicamente, partiendo del primer mezclador óptico hacia el primer indicador de pantalla, la primera lente frontal (L1), un doblete de lentes convergente-divergente (L2, L3) de superficies esféricas y una lente biconvexa (L4) excéntrica de superficies esféricas.
5. Sistema de visualización según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** siendo el primer indicador de pantalla (1) del tipo "LCOS", el sistema incluye una fuente de iluminación, la primera óptica de retransmisión es del tipo telecéntrico e incluye únicamente, partiendo del primer mezclador óptico hacia el primer indicador de pantalla, la primera lente frontal (L1), un doblete de lentes convergente-divergente (L2, L3) de superficies esféricas, un menisco convergente (L4) excéntrico de superficies esféricas, un cubo separador (PBS) adecuado para reflejar la luz procedente de la fuente de iluminación hacia el primer indicador de pantalla y una lente biconvexa (L5) excéntrica de superficies esféricas.
6. Sistema de visualización según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el cubo separador es del tipo "PBS".
7. Sistema de visualización según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** siendo el sistema binocular, incluye un segundo indicador de pantalla (1bis) y un segundo conjunto óptico que incluye una segunda óptica de retransmisión (2bis) y un segundo mezclador óptico (3bis) parcialmente transparente, siendo el segundo indicador de pantalla idéntico al primer indicador de pantalla, siendo el segundo conjunto óptico idéntico al primer conjunto óptico, estando el segundo indicador de pantalla y el segundo conjunto óptico dispuestos simétricamente con respecto al primer indicador de pantalla y al primer conjunto óptico, de forma que el segundo mezclador óptico esté dispuesto delante del otro ojo del usuario, estando la primera óptica de retransmisión dispuesta por encima del segundo mezclador óptico y estando la segunda óptica de retransmisión dispuesta por encima del primer mezclador óptico, siendo el plano de simetría el plano mediano de la cabeza.

FIG. 1

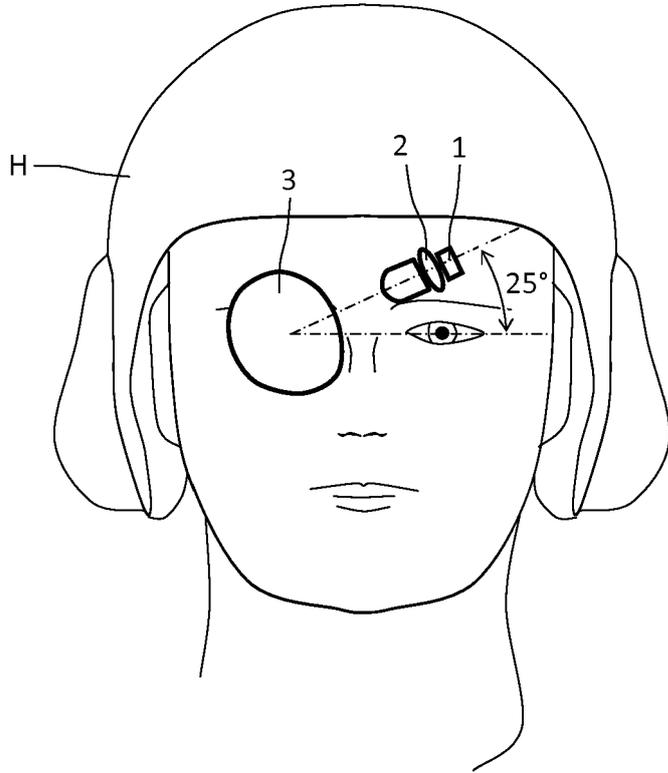
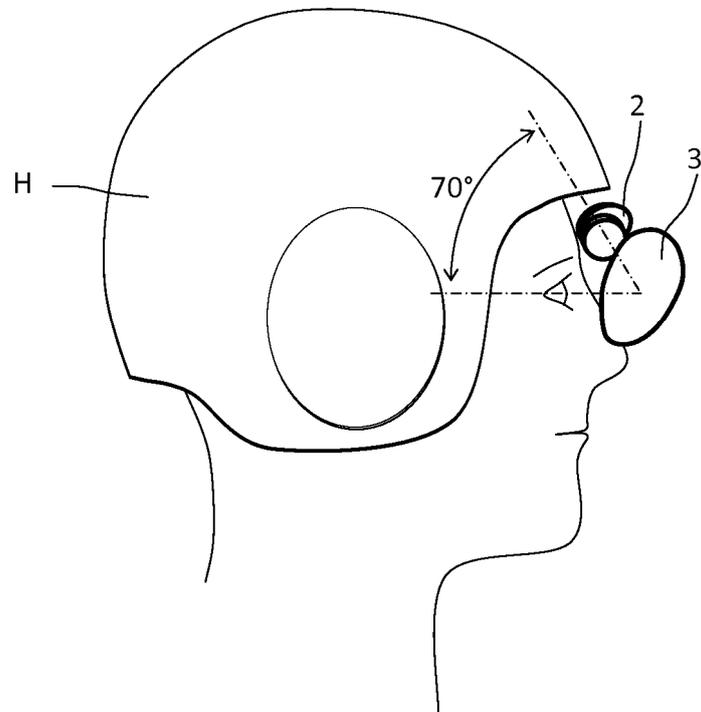


FIG. 2



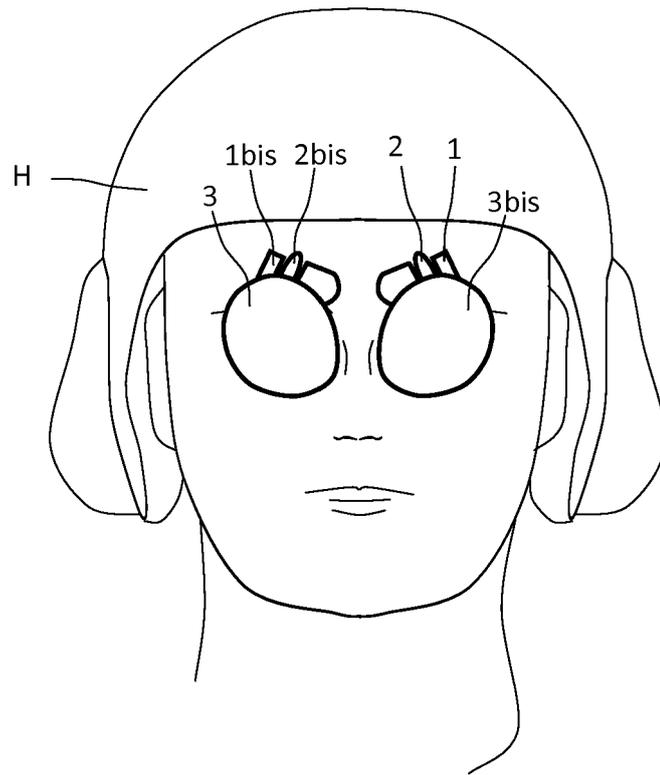


FIG. 3

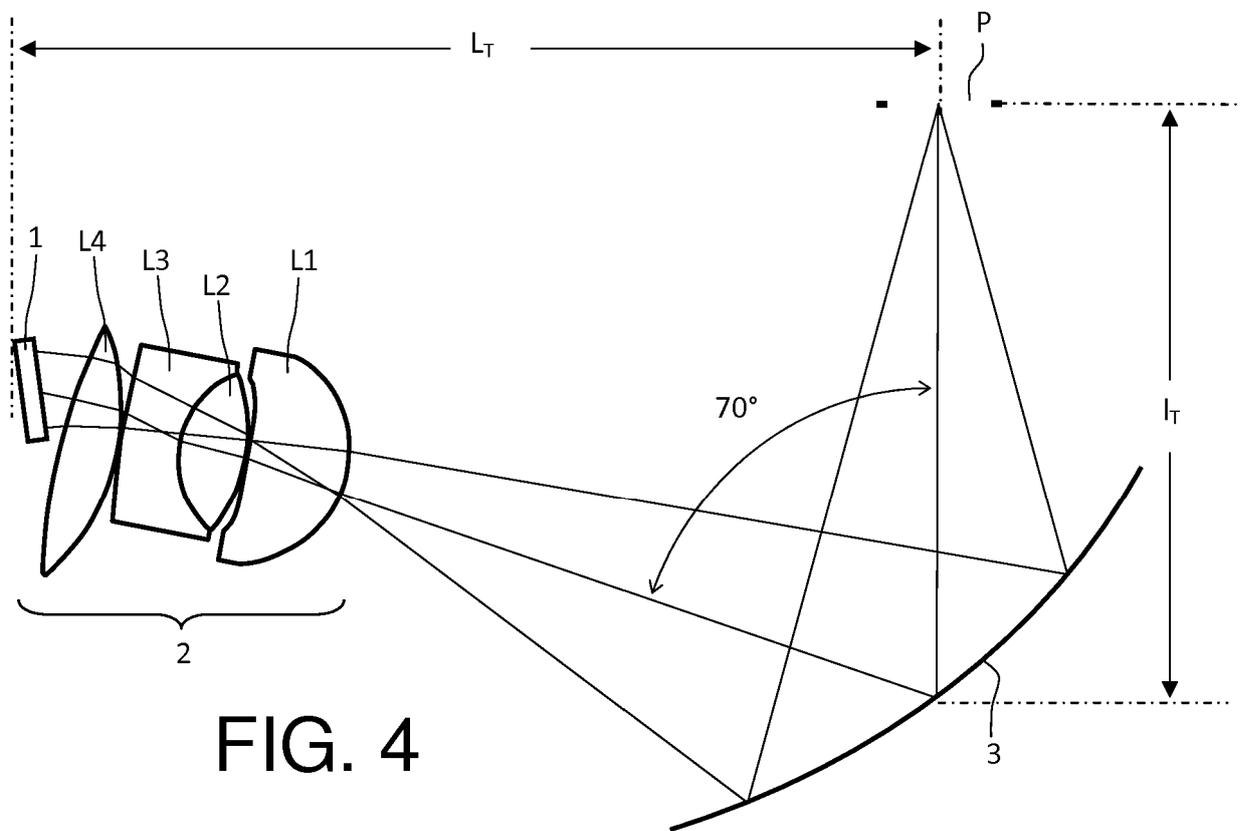


FIG. 4

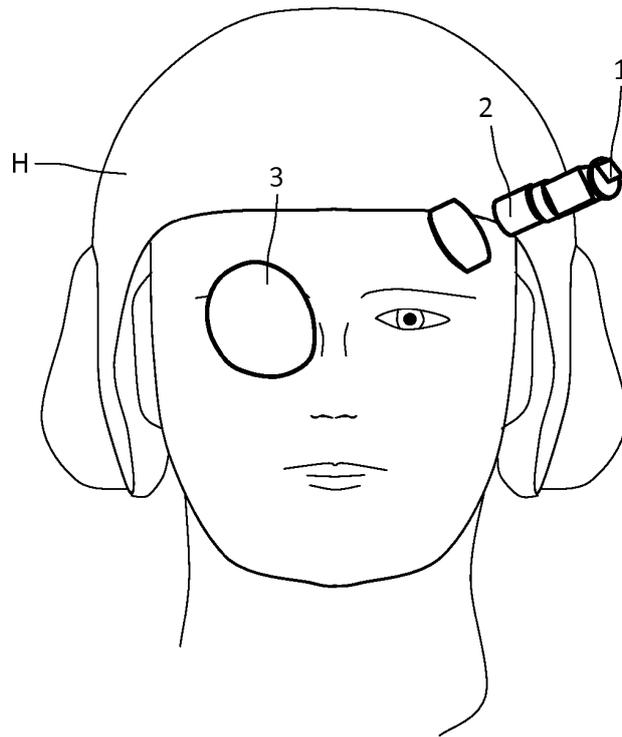


FIG. 5

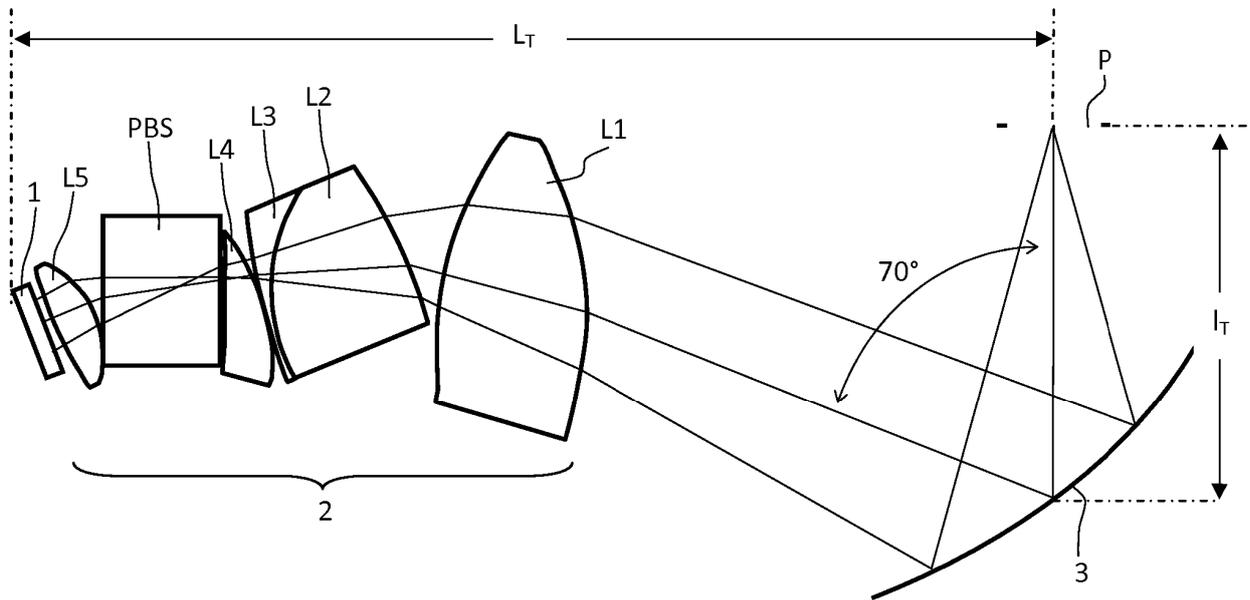


FIG. 6