

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 733**

51 Int. Cl.:

G02B 5/22 (2006.01)

A42B 3/04 (2006.01)

A42B 3/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2014 PCT/GB2014/052446**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.02.2015 WO15022506**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2014 E 14750627 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3032978**

54 Título: **Mejoras en y relativas a visores**

30 Prioridad:

13.08.2013 GB 201314448

13.08.2013 EP 13275182

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.12.2019

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)
6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB

72 Inventor/es:

MILLS, COLIN, RICHARD y
MARSHALL, IAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 733 733 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

Mejoras en y relativas a visores

5 Campo de la invención

La invención se refiere a visores. En particular, aunque no exclusivamente, la invención es adecuada para el uso con una pantalla de visualización frontal (HUD) o similar, tal como las que se utilizan comúnmente en una aeronave y otros vehículos, y puede ser adicionalmente adecuada para su uso con/en un casco (tal como un casco de un aviador) en conjunción con una HUD y una pantalla de visualización montada en casco (HMD).

Antecedentes

15 Tanto las pantallas de visualización montadas en casco (HMD) como las pantallas de visualización frontales (HUD) típicamente utilizan una luz verde para mostrar imágenes. Un casco de tripulación de aeronave puede tener dos visores; un visor de pantalla de visualización de HMD que es un visor claro sobre el cual un aparato de proyección de HMD proyecta una imagen; y un visor reflectante para proporcionar una reducción en el brillo ambiente. Este último se despliega cuando el mundo exterior es demasiado brillante para una visión comfortable.

20 Cuando los dos se utilizan juntos el visor de pantalla de visualización de HMD suprime el brillo de la luz de la pantalla de visualización de HUD tal y como se percibe por el usuario del casco. Esto sucede debido a que los visores de pantalla de visualización de HMD reflejan de forma selectiva la luz de pantalla de visualización de HMD (por ejemplo, la luz verde) para hacer que una imagen de HMD proyectada brille contra la vista del mundo exterior de fondo. Pero, si el visor de pantalla de visualización de HMD es utilizado con un aparato de HUD, que podría típicamente generar imágenes proyectadas también en luz verde, las propiedades ópticas del visor de pantalla de visualización de HMD atenuará el brillo de la luz de pantalla de visualización de HUD tal y como se ve por el usuario del casco.

30 Si ocurre un conflicto cuando la vista del mundo exterior ambiente es de un brillo bajo a medio, entonces el problema se puede resolver aumentando el brillo de la imagen de HUD. Sin embargo, esto viene con el coste de un consumo de energía de HUD mayor y una vida útil del equipo reducida. Además, el brillo de tanto la imagen de HUD como la imagen de HMD está limitado por muchos factores tal como lograr dicho brillo adicional en la imagen de HUD percibida, cuando tanto las imágenes de HUD, como las imágenes de HMD son vistas juntas, contra un mundo exterior brillante, es muy difícil.

35 La solicitud de patente británica GB 2149140 divulga un sistema de pantalla de visualización frontal y la patente estadounidense número US 5646784 divulga un sistema de pantalla de visualización en casco.

40 La invención tiene por objetivo proporcionar un visor reflectante mejorado que pueda ayudar a mejorar el contraste de imagen de HUD tanto cuando se usa en combinación con un visor de pantalla de visualización de HMD o cuando se usa de forma aislada.

Resumen de la invención

45 En su forma más general, la invención es una provisión de un revestimiento óptico sobre un visor reflectante para suprimir la imagen de HUD menos que la supresión de la luz ambiente del mundo exterior, de manera que se aumenta el contraste de la imagen de HUD contra el mundo exterior. Esta invención puede comprender añadir un revestimiento selectivo de color al visor reflectante para aumentar relativamente de forma selectiva el brillo de HUD contra el brillo del mundo exterior. La invención puede aplicarse al uso concurrente de visores de pantalla de visualización de HMD y el revestimiento se puede adaptar para trabajar con ángulos oblicuos de incidencia de luz, por ejemplo, entre 10 y 50 grados en aire, para optimizarse para trabajar con los HMD que iluminan de forma oblicua un visor de pantalla de visualización de HMD.

55 En un primer aspecto, la invención proporciona un visor reflectante para reducir la intensidad de luz ambiente recibida presentada a un usuario que ve una pantalla de visualización montada en casco (HMD) y una pantalla de visualización externa, la luz ambiente que es de longitudes de onda ópticas visibles, el visor reflectante que comprende un cuerpo de aviso reflectante de material ópticamente transparente que absorbe parcialmente luz de longitudes de onda ópticas visibles por lo tanto para reducir la intensidad de la luz ambiente transmitida a través del mismo al usuario, el cuerpo de visor reflectante que tiene una superficie que mira hacia el usuario y una superficie que mira hacia el exterior, en donde el visor reflectante está situado, durante el uso, para: recibir, en la superficie que mira hacia el exterior, la luz de pantalla de visualización externa destinada a pasar a través del visor reflectante para ser vista por el usuario, la luz de pantalla de visualización externa que incluye una(s) longitud(es) de onda de luz dada(s); y recibir, en la superficie que mira hacia el usuario, luz de pantalla de visualización de HMD, la cual si es reflejada por el visor reflectante, es visible al usuario, el cuerpo de visor que tiene un revestimiento óptico transparente formado sobre la superficie que mira hacia el exterior del cuerpo de visor, el revestimiento que es parcialmente transmisivo a dicha luz de longitudes de onda ópticas visibles y preferiblemente transmisivo a luz de un

subrango de dichas longitudes de onda ópticas visibles que incluyen la(s) longitud(es) de onda dada(s), de manera que cualquier luz de pantalla de visualización de HMD que es recibida en la superficie que mira hacia el usuario se requiere que pase a través del material parcialmente absorbente del cuerpo de visor antes de alcanzar el revestimiento óptico transparente y, si se refleja en el revestimiento, se dirigirá para pasar de vuelta a través del material parcialmente absorbente del cuerpo de visor hacia el usuario, el visor reflectante por lo tanto que obtiene un aumento en el contraste entre la luz de pantalla de visualización externa que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s) y es recibida en la superficie que mira hacia el exterior, con respecto a la luz ambiente, y suprimiendo imágenes fantasma formadas por la reflexión del revestimiento de la luz de pantalla de visualización de HMD que es recibida en la superficie que mira hacia el usuario.

De esta manera, el visor reflectante puede reducir la intensidad de luz ambiente percibida (por ejemplo, reflejo) cuando ésta es incómodamente alta, sin reducir la intensidad de actividad de luz de la pantalla de visualización al mismo límite. La transmisión preferente selectiva de la luz de pantalla de visualización con respecto a la luz ambiente tiene el efecto de un aumento neto en el brillo relativo, o contraste, de la luz de pantalla de visualización en comparación con la luz ambiente del mundo en general tanto como lo percibe el usuario. Por consiguiente, el uso del visor reflectante no tiene por qué ir en detrimento de una visión cómoda de la pantalla de visualización, y de hecho, puede mejorar la experiencia de visión.

La pantalla de visualización puede ser una HUD. Un ejemplo de una HUD es una pantalla de visualización que emplea un combinador transparente (por ejemplo, una pantalla transparente) o un parabrisas de un vehículo o un techo de una aeronave, desde la cual la luz de la pantalla de visualización es reflejada a una persona que está mirando. El resultado es que la persona que está mirando es capaz de ver el mundo en general a través del combinador mientras que ve de forma concurrente la luz/imagen de pantalla de visualización reflejada superpuesta sobre la vista del mundo mediante el combinador/parabrisas/techo. En este contexto, un grado suficiente de contraste entre la luz de la pantalla de visualización y la luz ambiente vistas a través del combinador/parabrisas/techo es importante.

El revestimiento óptico puede aplicarse a una o múltiples superficies separadas del cuerpo del visor reflectante. El revestimiento óptico comprende dos partes de revestimiento separadas, que incluyen una primera parte de revestimiento óptica formada en una primera superficie del cuerpo de visor y parcialmente transmisiva a la luz de las longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es de forma preferible transmisiva a la luz de un primer subrango de longitudes de onda; y una segunda parte de revestimiento óptica formada en una segunda superficie del cuerpo de visor y parcialmente transmisiva a la luz de longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es de forma preferible transmisiva a la luz de un segundo subrango de longitudes de onda que se solapa parcialmente de forma espectral al primer subrango definiendo de forma colectiva es un rango de longitudes de onda de luz al cual el revestimiento óptico es preferiblemente transmisivo. De esta manera, dos partes separadas del revestimiento pueden tener diferentes espectros de transmisión, individualmente, pero pueden actuar de forma colectiva y en sinergia para lograr el subrango espectral deseado de transmisión óptica preferente. La primera parte de revestimiento reside en la parte que mira hacia fuera ("frontal") del visor reflectante, mientras que la segunda parte de revestimiento puede residir en la parte que mira hacia el usuario ("trasera") del visor reflectante. La luz que pasa a través del visor reflectante al usuario pasa de forma deseable a través de ambas partes de revestimiento/superficies. Las características de filtro de cualquiera/cada una de las dos partes de revestimiento puede denominarse características de filtro de "borde" o "escalón", que son en general uniformemente más altas/más bajas en la transmisión en lados opuestos de una cierta longitud de onda o que pueden comprender una característica espectral de banda de paso.

Por supuesto se ha de entender que el subrango de longitudes de onda se selecciona de forma deseable para englobar longitudes de onda de luz de pantalla de visualización asociadas con una pantalla de visualización deseada y que las longitudes de onda de la luz de pantalla de visualización pueden diferir como entre las pantallas de visualización.

Por ejemplo, el revestimiento óptico transparente puede ser preferiblemente transmisivo a la luz de longitudes de onda que son mayores de 500nm y menores de 600nm. De esta manera, la luz de pantalla de visualización de longitudes de onda ópticas dentro de este subrango puede transmitirse de forma preferible por el visor reflectante con respecto a la transmisión de luz ambiente de otras longitudes de onda visibles. Por ejemplo, el revestimiento óptico transparente puede ser preferiblemente transmisivo a luz de longitudes de onda que son mayores de aproximadamente 525nm, o más preferiblemente mayores de 535nm, o incluso de forma más preferible mayor es de aproximadamente 540nm. Por ejemplo, el revestimiento transparente puede ser preferiblemente transmisivo a luz de longitudes de onda que son menores de aproximadamente 565nm o más preferiblemente menores de 555nm, o incluso más preferiblemente menores de 550 nm.

Las longitudes de onda de la luz empleada típicamente en una pantalla de visualización, tal como una pantalla de visualización frontal u otra pantalla de visualización de vehículo, son a menudo de color generalmente verde (por ejemplo, aproximadamente 543nm). El revestimiento óptico puede ser preferiblemente transmisivo a luz generalmente verde.

El revestimiento óptico transparente puede ser al menos un 20% más transmisor a la luz dentro del subrango de longitudes de onda que fuera, por lo tanto, para ser transmisor preferiblemente al mismo. De esta manera, puede lograrse una mejora de contraste selectiva significativa de la luz en pantalla de visualización con respecto a la luz ambiente de otras longitudes de onda que no están dentro del subrango. Incluso una pequeña mejora en el contraste puede llevar a extensiones significativas en la vida útil de un aparato de pantalla de visualización de HUD (por ejemplo, un tubo de rayos catódicos). El revestimiento óptico transparente puede ser al menos un 30% más transmisor, de forma preferible al menos un 40% más transmisor, o de forma aún más preferible al menos un 50% más transmisor, o incluso de forma aún más preferible al menos un 60% más transmisor, o de forma más preferible al menos un 70% más transmisor, o incluso de forma aún más preferible al menos un 80% más transmisor, o incluso de forma aún más preferible al menos un 90% más transmisor a la luz (por ejemplo, hasta aproximadamente un 100%) dentro del subrango de longitudes de onda que fuera. La capa óptica puede ser sustancialmente puramente dieléctrica, aunque se pueden emplear capas metálicas si se desea. La capa óptica puede ser sustancialmente no absorbente al menos de longitudes de onda dentro del subrango de longitudes de onda, tal que la reflexividad correspondiente del revestimiento óptico puede ser dada por:

Reflexividad = 1 - Transmisividad

El revestimiento óptico transparente de forma preferible comprende un revestimiento parcialmente reflexivo de capas múltiples. Esto puede comprender capas alternadas sucesivas de dos o más materiales de revestimiento óptico (por ejemplo, sílice, SiO₂; óxido de titanio TiO₂; óxido de tantalio, Ta₂O₅). Los materiales de revestimiento óptico pueden ser materiales dieléctricos o pueden comprender una combinación de materiales/capas dieléctricos y materiales/capas metálicas. El revestimiento de capas múltiples puede comprender al menos 10 capas de material de revestimiento óptico (por ejemplo, entre 13 y 18 capas, tal como 15 o 16 capas).

El espesor de las capas sucesivas de los materiales de revestimiento óptico puede diferir por lo tanto para lograr la característica espectral de transmisión/reflexión óptica deseada en el revestimiento óptico. Por ejemplo, el revestimiento óptico puede incluir una o más capas individuales que tengan un espesor de menos de 10nm y una o más capas individuales que tengan un espesor de más de 200nm. Otras capas individuales pueden tener un espesor de entre 10nm y 200nm, como se desee.

La ordenación específica, el espesor y material de las capas de revestimiento óptico individuales se pueden seleccionar como se desee para lograr la característica de reflexión/transmisión espectral requerida en el revestimiento óptico de múltiples capas de acuerdo con técnicas de diseño estándar en este campo. Sin embargo, se ha encontrado que este rango de materiales y de espesores proporciona resultados particularmente adecuados en los cuales el revestimiento proporciona un subrango/banda de transmisión preferible suficientemente estrecho (pero no demasiado estrecho) (en longitudes de onda), y una característica de transmisión menor para longitudes de onda ópticas fuera del subrango que es suficientemente estable/plana.

El revestimiento óptico puede estar entre aproximadamente 500nm y aproximadamente 5000nm de espesor, por ejemplo, entre 1000nm y 2000nm de espesor. El subrango (por ejemplo, la banda de paso espectral) del revestimiento óptico puede estar espectralmente sustancialmente centrado sobre la longitud de onda de la luz de la pantalla de visualización (por ejemplo, 543nm), y puede tener una altura a media anchura (FWHM) de entre aproximadamente 20nm y aproximadamente 30nm, por ejemplo, aproximadamente 25nm.

El visor reflectante puede lograr una atenuación de luz a través de una combinación de transmisión de luz parcial controlada a través del revestimiento óptico y absorción de luz por el cuerpo del visor. La combinación equilibrada de estos dos mecanismos logra un resultado deseado.

En conjunción con esta propiedad tanto la transmisión como la reflexividad del visor reflectante mejoran de forma deseable otros aspectos del rendimiento del sistema, por ejemplo, el contraste de una imagen de HUD cuando se ve contra el mundo exterior.

La característica de filtrado del cuerpo de visor puede ser sustancialmente un filtro de densidad neutra. Es decir, el cuerpo de visor puede atenuar la luz transmitida a través del mismo sustancialmente de forma uniforme a través de longitudes de onda ópticas. De forma alternativa, las características de filtrado pueden ser tales que producen un visor coloreado (por ejemplo, tintado). Se puede incorporar un pigmento coloreado en el cuerpo del visor para este propósito. El revestimiento óptico del visor reflectante puede estar dispuesto para acomodar la transmisión coloreada por el cuerpo del visor.

El cuerpo de visor de forma preferible comprende un material plástico, acrílico o policarbonato que contiene un pigmento o tinte absorbente de luz. El tipo y/o la cantidad de pigmento o tinte se pueden seleccionar para lograr el grado deseado de atenuación de luz a través de las longitudes de onda ópticas. Se pueden utilizar pigmentos o tintes tales como aquellos que están disponibles fácilmente al experto para este propósito. De forma preferible el cuerpo de visor puede ser al menos un 20% (por ejemplo, un 23%) transmisor a las longitudes de onda ópticas, o puede ser más transmisor, tal como entre aproximadamente un 30% y un 60% transmisor, o entre aproximadamente un 40% y un 50% transmisor, tal como aproximadamente un 48% transmisor. Dichos niveles

- más altos de transmisividad son de forma preferible, de forma ventajosa, en ciertos modos de realización o usos del visor tal y como se describirá con detalle posteriormente, para lograr un nivel deseado de atenuación de luz que puede pasar a través no sólo del cuerpo del visor reflectante sino también a través del visor de la pantalla de visualización de HMD antes de alcanzar a la persona que está mirando. Además, el nivel apropiado de esta transmisividad más alta (alta, pero no demasiado alta) tiene un beneficio final, en ciertas aplicaciones de suprimir reflexiones "fantasma" no deseadas de la luz de la pantalla de visualización de HMD que han entrado en el lado que mira hacia el usuario del visor reflectante tal como podría ocurrir cuando el visor es utilizado en conjunción con una HMD, tal y como se expondrá en detalle posteriormente.
- El visor reflectante incluye un revestimiento óptico transparente adicional formado sobre la superficie que mira hacia fuera del mismo que es sustancialmente transmisivo a dicha luz de longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es preferiblemente reflexivo a un subrango de longitudes de onda de luz por lo tanto para proporcionar una superficie de pantalla de visualización de proyección con respecto al subrango adicional de longitudes de onda de luz; en donde dicho subrango de longitudes de onda incluye o solapa dicho subrango adicional. Esto significa que el visor reflectante puede también servir como una pantalla de visualización de HMD. El subrango adicional preferiblemente engloba o se solapa con el espectro de luz emitido por un proyector de pantalla de visualización de HMD para el uso con el visor. El revestimiento óptico y el revestimiento óptico adicional se pueden formar en lados/superficies opuestos del cuerpo de visor reflectante.
- El visor reflectante puede estar hecho de un material tintado y/o coloreado que puede proporcionar una transmisión (mundo exterior) de luz ambiente global que tiene una densidad generalmente neutra excepto con una banda seleccionada de longitudes de onda, por ejemplo, correspondientes a, oponiendo efecto a, la coloración o tinte.
- El cuerpo del visor reflectante puede comprender un material de visor activo que se puede hacer funcionar/controlar para variar sus características/espectro de transmisión de luz de acuerdo con una señal o influencia externa. Un ejemplo es un material fotocromático que se oscurece en presencia de luz UV. Otro ejemplo es un material electroóptico que se oscurece/se ilumina en respuesta a una señal eléctrica aplicada al material (por ejemplo, un material de cristal líquido, etcétera).
- En un segundo aspecto, la invención puede proporcionar un casco que comprende un visor reflectante tal y como se describió anteriormente. El casco puede incluir un sistema óptico de pantalla de visualización montada en casco (HMD). En particular, la invención puede proporcionar un casco que comprende una HMD que incluye un proyector de pantalla de visualización montada en casco para proyectar una luz de pantalla de visualización de HMD que transporta una imagen para mostrar y un visor de pantalla de visualización para reflejar la luz de pantalla de visualización de HMD proyectada a un usuario del casco, en donde el visor de pantalla de visualización tiene una superficie que mira hacia el usuario y una superficie que mira hacia el exterior y un revestimiento óptico transparente formado sobre la superficie que mira hacia el usuario que es sustancialmente transmisivo a luz de longitudes de onda ópticas visibles y preferiblemente reflexivo a dicha luz de pantalla de visualización de HMD, el casco además comprende un visor reflectante de acuerdo con el primer aspecto, anterior, desplegable hasta una posición adyacente a la superficie que mira hacia el exterior del visor de pantalla de visualización.
- El visor de pantalla de visualización está situado de forma preferible, o se puede desplegar hasta una posición, entre el cuerpo y el casco y el visor reflectante. El revestimiento óptico se puede formar sobre la superficie del visor reflectante en contra del cuerpo del casco. Por consiguiente, la luz de la HMD que se transmite a través del visor de pantalla de visualización puede reflejarse posteriormente desde el revestimiento óptico formado en el visor reflectante en una dirección de vuelta hacia el usuario del casco. Esto puede resultar en la formación de una segunda imagen perceptible, o imagen "fantasma" de la luz de pantalla de visualización de HMD proyectada que se desalinea con la imagen de HMD primaria reflejada por el visor de pantalla de visualización (más próxima al usuario). La desalineación es una consecuencia del posicionamiento típicamente desplazado de un proyector de pantalla de visualización de HMD que requiere una reflexión oblicua de luz de HMD para los ojos del usuario a través del visor de pantalla de visualización. Una reflexión secundaria desde una superficie por detrás del visor de pantalla de visualización (es decir, el visor reflectante) resulta en un desplazamiento lateral en la imagen secundaria con respecto a la imagen de HMD primaria. Sin embargo, colocando el revestimiento óptico en una superficie del visor reflectante más lejano del visor de pantalla de visualización, la luz de HMD secundaria reflejada se atenúa doblemente por un pasodoble a través del material del visor reflectante por lo tanto reduciendo el brillo de la imagen secundaria y mejorando la claridad de la pantalla de visualización de HMD proyectada.
- El material ópticamente transparente del cuerpo del visor reflectante es preferiblemente al menos un 30% transmisivo a la luz de las longitudes de onda ópticas visibles, y de forma más preferible es al menos un 40% transmisivo, o de forma más preferible aproximadamente un 50% transmisivo a la luz de las longitudes de onda visibles. Por ejemplo, el visor reflectante puede ser aproximadamente un 48% transmisivo a la luz de longitudes de onda ópticas visibles con el resultado de que la luz de la imagen de HMD secundaria es atenuada hasta aproximadamente $(48\%) \times (48\%) = 23\%$ de su valor original. El % de atenuación del material del cuerpo del visor reflectante puede seleccionarse para ser sustancialmente igual a la raíz cuadrada del % de atenuación deseado a aplicar a la luz de imagen de HMD secundaria. La reflexividad del revestimiento óptico formado en el visor reflectante puede seleccionarse para trabajar en conjunción con el % de atenuación del material del cuerpo del visor

reflectante para lograr el nivel de atenuación global deseado por el visor reflectante. Por tanto, el diseño reflectante del visor puede tomar en cuenta no sólo la luz ambiente y la luz de pantalla de visualización externa, sino también la luz de pantalla de visualización proyectada de HMD con el fin de lograr un visor reflectante que se puede utilizar con una HMD y una pantalla de visualización externa (por ejemplo, una HUD), que mejora la relación de la luz de imagen con respecto a la luz externa ambiente.

El visor reflectante puede desplegarse de forma selectiva desde una posición almacenada a una posición desplegada en la cual tanto el visor reflectante como el visor de pantalla de visualización están situados enfrente de los ojos de un usuario, cuando está puesto el casco.

En un cuarto aspecto, la invención puede proporcionar un vehículo o aeronave que incluye un sistema de pantalla de visualización que comprende una pantalla de visualización montada en casco (HMD) para su uso en combinación con una pantalla de visualización frontal (HUD), en donde la HMD está montada en un casco de acuerdo con un primer aspecto de la invención y está dispuesto para generar una luz de pantalla de visualización de HMD en el segundo rango de longitudes de onda y en donde la HUD se monta en un vehículo o aeronave y está dispuesta para generar una luz de pantalla de visualización en el primer rango de longitudes de onda.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD con un combinador de pantalla de visualización de HUD, y la figura 1B muestra la disposición de la figura 1A con un visor reflectante desplegado adicionalmente;

La figura 2A muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD en combinación con un combinador de pantalla de visualización de HUD, y la figura 2B muestra la disposición de la figura 2A con un visor reflectante de acuerdo con un modo de realización de la invención, desplegado adicionalmente;

La figura 3 muestra de forma esquemática, en detalle el visor de pantalla de visualización de HMD en combinación con el visor de pantalla de visualización de HMD de la figura 2B;

La figura 4 muestra de forma gráfica un espectro de transmisión de un revestimiento óptico de capas múltiples descrito en la Tabla 1;

La figura 5 muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD en combinación con un combinador de pantalla de visualización de HUD y un visor reflectante desplegado entre ellos de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 6A muestra de forma esquemática un aparato de pantalla de visualización de HMD en combinación con un combinador de pantalla de visualización de HUD y un visor reflectante en el cual el cuerpo del visor reflectante soporta un revestimiento reflexivo para reflejar la luz de la pantalla de visualización de HMD;

La figura 6B muestra de forma esquemática un combinador de pantalla de visualización de HUD y un visor reflectante en el cual el cuerpo del visor reflectante soporta un revestimiento óptico distribuido en partes de revestimiento separadas sobre dos superficies de visor respectivas opuestas;

La figura 7A muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD de un casco (no mostrado) que porta un proyector de HMD (no mostrado), y la figura 7B muestra el mapa angular del brillo de luz ambiente transmitida desde el mundo exterior tal y como se ve a través del visor de pantalla de visualización;

La figura 8A muestra de forma esquemática el casco de la figura 7A junto con un visor reflectante en el estado desplegado, y la figura 8B muestra el mapa angular del brillo de luz ambiente transmitida desde el mundo exterior tal y como se ve a través del visor de pantalla de visualización y del visor reflectante en combinación;

La figura 9 muestra de forma esquemática un casco que comprende una HMD que incluye un visor de pantalla de visualización de HMD y un visor reflectante, en uso con una HUD;

La figura 10 muestra de forma esquemática un casco que comprende una HMD que incluye una pantalla de visualización de guía de onda y un visor reflectante, en uso con una HUD;

La figura 11 muestra de forma gráfica los espectros de transmisión de un visor de pantalla de visualización de HMD (caso 1); la combinación del visor de pantalla de visualización de HMD y un combinador de HUD (caso 2); la combinación de un combinador de HUD, un visor reflectante y un visor de pantalla de visualización de HMD (caso 3); y la combinación del visor reflectante y el visor de pantalla de visualización de HMD sin el combinador de HUD (caso 4);

La figura 12 muestra de forma gráfica el espectro de luz de pantalla de visualización de HUD transmitida desde una pantalla de visualización de HUD que emplea fósforo de tipo "P43" para generar la luz de pantalla de visualización de HUD (longitud de onda de 543nm), tanto antes como después del despliegue del visor reflectante;

5 La figura 13 muestra el espectro de reflexión de dos trayectorias de luz. Caso 5: el espectro de reflexión de una luz de pantalla de visualización de HMD fuera de un visor de HMD; caso 8: el espectro de reflexión de una luz que pasa desde el proyector de HMD a través del visor de HMD, y es reflejado por el revestimiento de visor reflectante, y después es transmitido una segunda vez a través del visor de HMD;

10 La figura 14 muestra de forma gráfica un espectro de LED típico junto con el espectro de reflexión (caso 8) de la figura 13, para mostrar cómo es minimizada la reflexión fantasma sobre el espectro de Led;

La figura 15 muestra de forma gráfica los espectros de transmisión normalizados del visor de la pantalla de visualización de HMD de la figura 7A y el visor reflectante de la figura 8A, tal y como se describe mediante la Tabla 2.

Descripción detallada

20 En los dibujos símbolos de referencia similares se refieren a elementos similares.

La figura 1A muestra de forma esquemática un visor 1 de pantalla de visualización de HMD de un casco de aviador que contiene/porta un proyector 4 de pantalla de visualización montada en casco (HMD) (el casco no mostrado por claridad) con respecto al ojo(s) 2 de usuario, en combinación con un combinador 3 de pantalla de visualización frontal (HUD) de una unidad 5 de pantalla de visualización de HUD. La figura 1B muestra la disposición de la figura 1A con la adición de un visor 9 reflectante desplegado sobre el visor de pantalla de visualización de HMD para reducir el reflejo percibido de luz ambiente a niveles confortables.

El visor de pantalla de visualización de HMD tiene un revestimiento 10 de visor en su superficie que mira hacia el usuario que comprende un revestimiento óptico (por ejemplo, de capas múltiples) diseñado para ser de forma preferible reflexivo en una banda estrecha de longitudes de onda ópticas centradas con respecto a la longitud de onda de la luz 6 proyectada (por ejemplo, 530nm) producidas por el proyector de HMD para las imágenes proyectadas de HMD. La superficie que mira hacia fuera del visor 1 de pantalla de visualización de HMD y cada superficie del visor 9 reflectante (figura 1B) soporta un revestimiento 11 óptico antirreflexivo ("A/R") (por ejemplo, de capas múltiples) dispuesto para suprimir reflexiones de luz 8 ambiente desde aquellas superficies. El proyector de pantalla de visualización de HUD está dispuesto para proteger las imágenes de la pantalla de visualización de HUD contra el combinador 3 de HUD de manera que se refleja en la dirección de la persona 2 que mira. El combinador es una hoja ópticamente transparente (o puede ser un parabrisas o un techo de cabina de piloto) a través de la cual una persona que mira puede ver una escena del mundo real (luz 8 ambiente), superpuesta con las imágenes 7 de HUD. El visor de HMD está dispuesto para transmitir luz 7 de HUD y luz 8 ambiente de manera que ambas son vistas con las imágenes de HMD superpuestas adicionalmente también.

El visor reflectante está formado de un material transmisivo, tal como un material plástico o similar, que es un 23% transmisivo a longitudes de onda ópticas visibles de luz sustancialmente uniformes a través del espectro visible. Por tanto, las intensidades de luz ambiente tal y como se perciben por el usuario 2 son atenuadas por el despliegue del visor reflectante tal y como se muestra en la figura 1B. Sin embargo, la atenuación lograda por el visor reflectante reduce perjudicialmente el brillo de las imágenes en la HUD y puede hacer difícil ver claramente.

La figura 2A muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD en combinación con un combinador de pantalla de visualización de HUD, tal y como se describe con referencia la figura 1A. La figura 2B muestra la disposición de la figura 2A con un visor reflectante de acuerdo con un modo de realización de la invención, en la posición desplegada. El proyector de HMD y el proyector de HUD no son mostrados en las figuras 2A y 2B por claridad, aunque se apreciará que están presentes tal y como se muestra en la figura 1A durante el uso.

El visor reflectante está formado de un material transmisivo, tal como un material de policarbonato o similar (por ejemplo, acrílico o material plástico), que contiene tintes o pigmentos de absorción de luz en la cantidad requerida para conseguir hacerlo un 48% transmisivo a longitudes de onda ópticas visibles de luz sustancialmente uniformes a través del espectro visible. En conjunción con este material del visor, la superficie que mira hacia fuera del visor reflectante está revestida de un revestimiento óptico dieléctrico de múltiples capas que está diseñado para ser parcialmente transmisivo (por ejemplo, aproximadamente un 48% transmisivo) a longitudes de onda ópticas a través del espectro óptico, pero que tiene una banda de paso espectral (subrango) de longitudes de onda ópticas dentro de este espectro óptico para el cual es preferiblemente transmisivo, siendo más de un 50 por ciento transmisivo y hasta aproximadamente un 100% (o casi) transmisivo en su pico de transmisión en una longitud de onda óptica que se corresponde a la longitud de onda de la luz utilizada para producir las imágenes de HUD proyectadas. La figura 4 ilustra de forma gráfica el espectro de transmisión de un revestimiento óptico de ejemplo, a través del espectro óptico, junto con el espectro de reflexividad correspondiente (Reflexividad = 1- Trasmisión). El eje x de este gráfico muestra la longitud de onda de la luz en unidades de micrones. La banda de paso espectral comienza en aproximadamente

520nm y finaliza en aproximadamente 570nm, elevándose al 100% de trasmisión (cero reflexividad) en aproximadamente 543nm. La estructura del revestimiento óptico de capas múltiples es mostrada en la Tabla 1.

5 Se notará que cuando la trasmisión es alta, la reflexividad del revestimiento es correspondientemente baja. La banda de paso espectral del revestimiento óptico se centra sustancialmente de forma espectral sobre la longitud de onda de luz (543nm) utilizada para proyectar las imágenes 7 de HUD, y tiene una anchura a media altura (FWHM) de entre aproximadamente 20nm y aproximadamente 30nm, por ejemplo aproximadamente 25nm.

Tabla 1

Capa	Material	Índice refractivo	Coefficiente de extinción	Espesor óptico (FWOT)	Espesor físico (nm)
Medio	Aire	1,00000	0,00000		
1	SiO2	1,45808	0,00000	0,17687464	72,78
2	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,56622794	159,03
3	SiO2	1,45808	0,00000	0,75126293	309,15
4	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,27801264	78,08
5	SiO2	1,45808	0,00000	0,13003115	53,51
6	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,42120035	118,29
7	SiO2	1,45808	0,00000	0,39542241	162,72
8	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,15056801	42,29
9	SiO2	1,45808	0,00000	0,19600569	80,66
10	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,19399518	54,48
11	SiO2	1,45808	0,00000	0,52534713	216,18
12	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,23166828	65,06
13	SiO2	1,45808	0,00000	0,00465790	1,92
14	Ta2O5	2,13636	0,00000	0,13730366	38,56
15	SiO2	1,45808	0,00000	0,20650830	84,98
Substrato	Acrílico	1,492			

10 Los valores de espesor de capa calculados en la Tabla 1 están utilizados con respecto a la luz con incidencia normal en las múltiples capas. El espesor óptico total de las múltiples capas es 4,3651 (referido a 600nm) y el espesor físico es 1537,68nm. La capa número 15 está formada sobre el cuerpo del visor reflectante.

15 La capa óptica comprende 15 capas de forma alternada de sílice (SiO₂) y de óxido de tántalo (Ta₂O₅) dispuestas en sucesión alternada sobre el sustrato del cuerpo del visor reflectante (por ejemplo, acrílico o policarbonato, etcétera) con una capa no. 1 (sílice) siendo la más exterior (mirando al aire) y una capa no. 15 (sílice) estando directamente formada sobre el sustrato de visor. El sustrato es preferiblemente un acrílico, o policarbonato u otro material plástico.

20 La elección de estos materiales (índices refractivos) y la disposición y el espesor variable de capas sucesivas se ha encontrado que produce un revestimiento óptico con las características espectrales deseadas tal y como se muestra en la figura 4. Por tanto, las intensidades de luz ambiente tal y como son percibidas por el usuario 2 son atenuadas por el despliegue del visor reflectante tal y como se muestra en la figura 2B. Sin embargo, la transmisión mayor (48%) del visor 13 reflectante reduce perjudicialmente el brillo de las imágenes de HUD o límite inferior que el que podría ser el caso mostrado en la figura 1B, y la banda de paso espectral del revestimiento 12 óptico permite pasar a la luz de HUD a través del revestimiento sustancialmente no atenuado. Por tanto, la atenuación de luz de las imágenes de HUD se realiza en general por la característica de transmisión (densidad neutral) de material del visor 13 reflectante. A la inversa, la luz ambiente en las longitudes de onda fuera de la banda de paso se atenúa no sólo por el material del visor reflectante (48% de trasmisión), sino también se atenúa por la reflexión parcial desde el revestimiento óptico (por ejemplo, aproximadamente un 50% de trasmisión) con el resultado de que la intensidad de luz ambiente en las longitudes de onda fuera de la banda de pasos se reduce a aproximadamente un 23%.

En detalle, el revestimiento 12 óptico es cerca de un 100% transmisor a luz verde/verdosa (incluyendo la luz de la pantalla de visualización de HUD) pero aproximadamente un 48% transmisor (52% reflexivo) a luz azul/azulada y roja/rojiza (lo que cubre el espectro visible). El cuerpo del visor reflectante es aproximadamente un 48% transmisor

(52% reflexivo) a luz de cada uno de estos "colores" rojo, verde y azul. Por tanto, aproximadamente un 48% de la luz verdosa pasa a través del visor reflectante (100% x 48%) mientras que aproximadamente un 23% (48% x 48%) de la luz rojiza y la luz azulada pasa a través del mismo. El resultado es aproximadamente una mejora de 2:1 en el contraste relativo en la luz de HUD verde respecto a la luz ambiente rojiza/azulada.

5 En el visor de pantalla de visualización de HMD, el revestimiento del visor de pantalla de visualización es de forma preferible reflexivo a la luz verdosa (correspondiente al color de la luz de HMD), pero generalmente aproximadamente un 100% transmisivo a la luz azulada y rojiza. Como resultado el 23% de la luz rojiza/azulada pasa a través del visor de pantalla de visualización de HMD mientras que aproximadamente un 42% de la luz verdosa incidente es transmitida dejando aproximadamente un 20% (48% x 42%) de luz verdosa para ser vista por el usuario. El resultado es aproximadamente una mejora de 2:1 en el contraste relativo en la luz verde de HUD respecto a la luz ambiente rojiza/azulada.

15 Con referencia la figura 3, se muestra de forma esquemática la generación de una imagen 15 fantasmas secundaria de una imagen 16 proyectada de HMD principal debida a la reflexión de la luz 6 de imagen de HMD proyectada de forma oblicua que ha pasado a través del visor 1 de pantalla de visualización de HMD y ha alcanzado el visor 12 reflectante (por ejemplo, en un ángulo de incidencia oblicuo). Colocando el revestimiento 12 óptico en la superficie más exterior del visor reflectante, la luz de imagen de HMD transmitida a través del visor de pantalla de visualización de HMD debe pasar a través del cuerpo del visor reflectante antes de alcanzar el revestimiento óptico tras lo cual puede ser transmitida de forma preferible a través del revestimiento 12 óptico (siendo una longitud de onda de luz dentro de la banda de paso del revestimiento). Sin embargo, cualquier porción 15 de la luz de pantalla de visualización de HMD que es reflejada por el revestimiento 12 óptico será dirigida para pasar de nuevo a través del cuerpo del visor reflectante de vuelta hacia el usuario 2. Este pasodoble de luz de imagen de HMD reflejada no deseada significa que el material (por ejemplo, acrílico, o policarbonato, etcétera) del visor puede tener una transmisión relativamente alta (por ejemplo, un 48%) y aun así proporcionar una atenuación baja deseada (por debajo de un 23% de transmisión) de la luz de imagen fantasmas secundaria. Esto permite que la transmisibilidad del material (por ejemplo, acrílico, o policarbonato, etcétera) del visor permanezca deseablemente alta con el propósito de pasar la luz 7 de HUD a través de la misma, y a la vez ser efectiva en atenuar las reflexiones de HMD secundarias no deseadas. Por tanto, la transmisión preferible de luz de pantalla de visualización de HMD en el revestimiento 12 óptico del visor reflectante, las propiedades ópticas del material del visor reflectante, y el posicionamiento del revestimiento óptico sobre el visor reflectante, actúan en sinergia para suprimir reflexiones de imagen fantasma secundaria de las imágenes de HMD cuando se despliega el visor reflectante.

35 La figura 5 muestra de forma esquemática una variante de la disposición de la figura 2B en la cual el revestimiento 12 óptico del visor 13 reflectante se forma sobre la superficie del visor reflectante destinado a enfrentarse al usuario durante el uso. Cuando se combina con un visor de pantalla de visualización de HMD tal y como se muestra en la figura 5, esto significa que el revestimiento 12 óptico del visor 13 reflectante está ubicado entre el cuerpo del visor reflectante y el visor de la pantalla de visualización de HMD.

40 La figura 6A muestra una variante adicional en la cual sólo el visor reflectante puede servir tanto como visor reflectante como visor de pantalla de visualización de HMD. En particular, el cuerpo 13 del visor reflectante soporta el revestimiento 12 óptico del visor reflectante sobre la superficie del visor reflectante destinada a mirar en contra del usuario durante el uso, que se adapta para transmitir de forma preferible la luz de pantalla de visualización de HUD, mientras que sobre la superficie del visor reflectante destinada a mirar hacia el usuario, durante el uso, se forma un revestimiento 10 de visor de pantalla de visualización de HMD adaptado para reflejar de forma preferible la luz de pantalla de visualización de HMD. El revestimiento de visor de pantalla de visualización de HMD es un revestimiento óptico transparente que es sustancialmente transmisivo a la luz de longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es de forma preferible reflexivo a un subrango particular de longitudes de onda de luz que engloban la luz de pantalla de visualización de HMD, por tanto, para proporcionar una superficie de pantalla de visualización de proyección con respecto a la luz de pantalla de visualización de HMD. Dicho subrango de longitudes de onda a las cuales el revestimiento 12 óptico es preferiblemente transmisivo incluye o se solapa con el subrango particular de longitudes de onda de luz que engloba la luz de pantalla de visualización de HMD. En un modo de realización alternativo, los dos revestimientos ópticos (12A, 12B) formados en el visor reflectante, tal y como se muestra en la figura 6B, pueden ser dos partes separadas de un revestimiento óptico, con ningún revestimiento de visor de pantalla de visualización de HMD presente en el visor reflectante. En particular, el revestimiento óptico comprende dos partes de revestimiento separadas (12A, 12B) que incluyen una primera parte 12A de revestimiento óptico formado en una primera superficie que mira hacia el exterior del cuerpo del visor y parcialmente transmisiva a la luz de longitudes de onda visibles entre las cuales es de forma preferible transmisiva a luz de longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es de forma preferible transmisiva a luz de un primer subrango de longitudes de onda. Esta primera parte de revestimiento puede tener, por ejemplo, un denominado "filtro de borde" característico tal y como se muestra en la figura 6B, siendo de forma preferible transmisiva a longitudes de onda ópticas por encima de una primera longitud de onda.

65 La segunda parte 12B de revestimiento óptico formada en una segunda superficie que mira hacia el interior del cuerpo de visor y parcialmente transmisiva a dicha luz de longitudes de onda ópticas visibles entre las cuales es de forma preferible transmisiva a la luz de un segundo subrango de longitudes de onda que se solapa de forma

espectral parcialmente al primer subrango. Esta segunda parte de revestimiento puede tener, por ejemplo, un denominado "filtro de borde" característico tal y como se muestra en la figura 6B, siendo transmisiva de forma preferible a longitudes de onda por debajo de una segunda longitud de onda. El efecto neto de las dos partes de revestimiento, contra la luz que pasa a través del visor reflectante, es que definen de forma colectiva el subrango global de longitudes de onda de luz al cual el revestimiento óptico global es preferiblemente transmisivo. El subrango global comienza en una primera longitud de onda (λ_1) y finaliza en una segunda longitud de onda (λ_2). Esto se muestra en el gráfico esquemático en la figura 6B que muestra las características de filtro espectral de la primera y segunda partes de revestimiento de forma separada, y muestra el efecto colectivo de las partes trabajando en sinergia para proporcionar el subrango de transmisión preferente (λ_1 a λ_2) del total de revestimiento óptico. El visor reflectante se puede utilizar con o sin el visor de pantalla de visualización de HMD separado según se requiera.

La figura 7A muestra de forma esquemática un visor de pantalla de visualización de HMD de un casco (no mostrado) que porta un HMD (no mostrado), y la figura 7B muestra un mapa angular del brillo de la luz ambiente transmitida desde una fuente de luz blanca "D65" tal y como se aprecia a través del visor de pantalla de visualización. La transmisión a través de la pantalla de la pantalla de visualización de HMD, de luz ambiente (mundo exterior) fue modelada en términos de una fuente de luz blanca "D65" para ser aproximadamente un 78,01%. La transmisión a través de la pantalla de la pantalla de visualización de HMD, de la luz de la pantalla de visualización de HUD desde un fósforo de CRT "P43" fue de aproximadamente un 76,8%. La relación de contraste entre la luz ambiente y la luz de pantalla de visualización de HUD típica se encontró que es $D65:P43 = 1:0,984$. Todos los valores son ponderados de forma fotópica.

La figura 8A muestra de forma esquemática el casco de la figura 7A junto con el visor 13 reflectante en el estado desplegado, y la figura 8B muestra un mapa angular del brillo de la luz ambiente emitida desde una fuente de luz blanca "D65" tal y como se ve a través del visor de la pantalla de visualización y del visor reflectante en combinación. La transmisión a través de una pantalla de pantalla de visualización de HMD y a través del visor reflectante, de luz ambiente (mundo exterior) modelada en términos de una fuente de luz blanca "D65" fue de aproximadamente 22,65%. La transmisión a través de una pantalla de la pantalla de visualización de HMD y a través del visor reflectante, de luz de pantalla de visualización de HUD desde un fósforo CRT "P43" fue de aproximadamente un 35,76%. La relación de contraste entre la luz ambiente y la luz de la pantalla de visualización de HUD se encontró que es $D65:P43 = 1:1,579$. Esto es un aumento de un 60,3% en el contraste respecto al visor de la pantalla de visualización solo. Todos los valores son ponderados de forma fotópica.

Con respecto al brillo de imágenes secundarias debido a la reflexión de la luz de pantalla de visualización de HMD fuera del revestimiento 12 óptico del visor reflectante (mostrado como una línea de puntos) hacia el usuario del casco, en comparación a la luz de imagen de HMD principal (líneas sólidas) reflejada al usuario del casco desde el revestimiento de visor de HMD, se encontró que es de un 2,18%. Todos los valores son ponderados de forma fotópica.

El término D65 se refiere a un espectro estándar de la industria que define una fuente de luz blanca, como sería bien conocido para un experto. El término P43 se refiere a un fósforo de tubo de rayos catódicos (CRT) estándar utilizado en los HUD existentes y tiene un pico de emisión espectral verde central bien conocido con bandas laterales rojas y azules. Un cálculo de cómo responde el ojo humano a la luz convierte las unidades de energía (vatios) en unidades de brillo (lúmenes). Este cálculo multiplica la energía de luz tal y como se mide en vatios con una curva espectral, denominada una curva fotópica. El término "ponderado de forma fotópica" es un término estándar de la industria para describir este cálculo, tal y como se podría entender de forma fácil por el experto.

Como resultado de una mejora del contraste de las imágenes de HUD cuando se despliega un visor reflectante, no es nunca más necesario aumentar el brillo de la luz de la pantalla de visualización de HUD para lograr niveles de contraste adecuados. Por tanto, se requiere menos consumo de energía en el aparato de proyección de HUD (por ejemplo, un tubo de rayos catódicos, CRT) que permite una vida útil de funcionamiento mayor del CRT y los fósforos utilizados dentro del mismo para generar la luz proyectada.

Se ha de señalar que aunque los modos de realización descritos anteriormente se refieren a pantallas de visualización de HUD para generar imágenes de pantalla de visualización, se puede utilizar la invención en cualquier aspecto u otro modo de realización, o adaptar para el uso, con otro mecanismo para generar luz de pantalla de visualización/pueden utilizarse imágenes, tales como pantallas de visualización de consola de cabina de piloto/tablero de instrumentos donde un contraste aumentado es beneficioso. Esto puede ser con respecto a colores de pantalla de visualización (longitudes de onda de luz) distintos de la luz verde descrita anteriormente. También, se apreciará que el visor reflectante se puede emplear de forma aislada y sin el uso/presencia de un visor de pantalla de visualización de HMD de forma concurrente.

La figura 9 muestra un casco 30 llevado por un usuario 31, en combinación con un HUD. El usuario puede ser un piloto de una aeronave, por ejemplo. El casco porta un HMD que comprende un proyector 4 de pantalla de visualización de HMD y un visor 1 de pantalla de visualización de HMD, junto con el visor 12 reflectante mostrado en el estado desplegado. El visor reflectante se puede fijar al casco de manera que puede ser deslizable en las direcciones mostradas por la flecha 32, entre un estado almacenado y un estado desplegado.

La figura 10 muestra una variante del casco 30 que incluye un visor 12 reflectante, pero en el cual la HMD comprende una fuente 4 de luz de pantalla de visualización de HMD y un elemento 41 de pantalla de visualización de guía de onda de HMD, tal como una guía de onda de bloque, dispuesta para recibir luz 42 de pantalla de visualización de HMD desde una fuente de luz de pantalla de visualización de HMD dentro de una parte/extremo de la guía de onda (por ejemplo, por difracción) o mediante un proceso de una reflexión interna total en el mismo, guiada por la luz de visualización del HMD a otra parte/extremo de la guía de onda donde es emitida al ojo del usuario desde la guía de onda (por ejemplo, por difracción) como luz 42 de pantalla de visualización de HMD. En este sentido, el elemento 41 de pantalla de visualización de longitud de onda de pantalla de visualización de HMD puede estar situado para ocluir sólo el ojo del usuario.

La figura 11 muestra de forma gráfica el espectro de transmisión, sobre longitudes de onda ópticas (0,4 micrones a 0,7 micrones) de: el visor 1 de pantalla de visualización de HMD solo (caso 1); de la combinación del visor de HMD y del combinador 3 de HUD (caso 2); del combinador 3 de HUD y del visor 12 reflector y el visor de pantalla de visualización de HMD en combinación (caso 3); y del visor 12 reflectante y el visor 1 de pantalla de visualización de HMD en combinación (caso 4). Cada espectro es la multiplicación de las curvas espectrales de transmisión o reflexión del(de los) componente(s) en cuestión. La luz ambiente que porta una escena al mundo real es denominada "o/mundo". Una banda central de la luz generalmente verde es reflejada de forma preferible por el visor de HMD (caso 1) y esto corresponde a una reflexión preferente de la luz de pantalla de visualización de HMD verde por el revestimiento 10 óptico del visor de HMD. El efecto espectral mínimo de ver el mundo exterior a través del combinador de HUD, adicionalmente al visor de pantalla de visualización de HMD, se muestra en el caso 2. En este caso, el combinador de HUD puede estar dispuesto para suprimir la transmisión a lo largo de todas las longitudes de onda ópticas correspondientes a la longitud de onda de las imágenes de HUD proyectadas para ser reflejadas por el comandador de HUD. Por tanto, un revestimiento óptico reflexivo que refleja de forma preferible la luz proyectada de HUD (típicamente longitud(es) de onda que se corresponden a la luz verde) está típicamente presente sobre la superficie del combinador de HUD más cercana al visor, desde el cual la luz 7 de imagen proyectada de HUD es reflejada al visor. Esto tiene el efecto de reducir la transmisión de luz ambiente de la misma longitud de onda a través del combinador de HUD desde el mundo exterior, tal y como se puede apreciar en el caso 2.

También se muestran los efectos de ver el mundo exterior a través del visor de pantalla de visualización de HMD y el visor 12 reflectante, ambos con (caso 3) y sin (caso 4) el combinador de HUD presente. Se puede apreciar que el efecto del material del visor reflectante en combinación con el revestimiento 12 óptico es suprimir niveles de intensidad a través del espectro, incluyendo las longitudes de onda asociadas con la luz de pantalla de visualización de HUD, por lo tanto actuando en combinación con el filtro de pantalla de visualización de HMD para proporcionar un efecto de filtro efectivo sin suprimir relativamente la intensidad de luz de la pantalla de visualización de HUD más que otras longitudes de onda de luz por lo tanto para mejorar el contraste de la luz de pantalla de visualización de HUD incluso aunque esté presente un visor de HMD.

La figura 12 se muestra de forma gráfica el espectro de luz de pantalla de visualización de HUD transmitida desde una pantalla de visualización de HUD que emplea un fósforo tipo "P43" en un tubo de rayos catódicos para generar la luz de pantalla de visualización de HUD (longitud de onda de 543nm), tanto antes como después del despliegue del visor 13 reflectante. La relación entre el brillo de la pantalla de visualización de HUD antes (caso 6) y después (caso 7) del despliegue del visor 13 reflectante es de aproximadamente un 50%. Esto se compara a un 23% si se utiliza un visor reflectante convencional. Por tanto, las imágenes de HUD son típicamente 2 veces más brillantes en comparación con el mundo exterior cuando el visor reflectante del presente modo de realización es desplegado en comparación con el visor reflectante convencional. El contraste de las imágenes de pantalla de visualización de HUD con respecto al mundo exterior aumenta.

La figura 13 muestra el espectro de la reflexión de dos trayectorias de luz. Caso 5: el espectro de reflexión de la luz de pantalla de visualización de HMD fuera de un visor del HMD. Caso 8: el espectro de reflexión de la luz que pasa desde el proyector de HMD a través del visor de HMD, y es reflejado por el revestimiento del visor reflectante, y después es transmitido en un segundo momento a través del visor de HMD. El espectro de reflexión de un visor de pantalla de visualización de HMD (caso 5) y la intensidad espectral de la reflexión fantasma con respecto a la imagen de pantalla de visualización de HMD (caso 8) cuando se despliega el visor reflectante, se muestran en el mismo gráfico para su comparación. El espectro de la imagen de pantalla de visualización de HMD verde se hace coincidir con la forma de la reflexividad del visor de la pantalla de visualización de HMD. La imagen 15 fantasma secundaria es iluminada por esta banda espectral verde estrecha, y de forma correspondiente una alta transmisión en esta región, y el efecto del revestimiento 12 óptico es reflejar la luz verde de banda estrecha en la trayectoria de imagen fantasma secundaria. Haciendo que el revestimiento 12 óptico tenga una baja reflexividad en esta banda verde estrecha, la intensidad de la imagen fantasma se reduce a niveles aceptables (caso 8).

La figura 14 muestra de forma gráfica un espectro de LED típico utilizado para generar imágenes de HMD, junto con el espectro de reflexión (caso 8) de la figura 13. Esto muestra cómo la reflexión fantasma es minimizada a lo largo del espectro de Led. El espectro de LED "integrado" y fantasma es el producto del espectro de LED y la reflexividad de imagen fantasma secundaria a través del rango de espectro visible mostrado.

La estructura de un revestimiento óptico de capas múltiples alternativo se muestra en la tabla 2. Esta capa óptica está compuesta de 16 capas alternadas de sílice (SiO₂) y óxido de titanio (TiO₂) dispuestas en sucesión alternada sobre el sustrato del cuerpo del visor reflectante (policarbonato). El material de visor de policarbonato tiene un espesor de 1 mm y tiene un 48% de transmisión a las longitudes de onda ópticas visibles. La capa de revestimiento óptica no. 1 (sílice) es la más exterior (mirando hacia el aire) y la capa no. 16 (óxido de titanio) que es directamente formada sobre el sustrato del visor. La elección de estos materiales (índices refractivos) y la disposición y el espesor variable de las capas sucesivas con el revestimiento óptico se ha encontrado que produce un revestimiento óptico con las características espectrales deseadas tal y como se muestra en la figura 15 con respecto a un ángulo de incidencia de la luz de 28 grados. Este ángulo se corresponde al ángulo típico de incidencia de una luz de pantalla de visualización de HMD sobre un visor 1 de pantalla de visualización de HMD, tal y como se muestra de forma esquemática en la figura 3, en un aumento de la figura 2B.

Tabla 2

Capa	Policarbonato	
16	TiO ₂	98,84762
15	SiO ₂	172,7458
14	TiO ₂	104,3035
13	SiO ₂	126,7382
12	TiO ₂	78,46053
11	SiO ₂	191,0306
10	TiO ₂	39,254
9	SiO ₂	77,16242
8	TiO ₂	67,27166
7	SiO ₂	164,2226
6	TiO ₂	125,2394
5	SiO ₂	18,06356
4	TiO ₂	124,9206
3	SiO ₂	18,2702
2	TiO ₂	32,72633
1	SiO ₂	228,0908
	Aire	

El espesor de cada capa de las múltiples capas se muestra en la Tabla 2 en la columna derecha en unidades de nm. Esta estructura de capas es última para el uso con una luz de pantalla de visualización de HMD incidente contra ella de forma oblicua con una incidencia de 28 grados. Los modos de realización descritos anteriormente están destinados a proporcionar ejemplos ilustrativos de la invención para ayudar a su comprensión y se apreciará que modificaciones, equivalentes y variantes a estos modos de realización, tal como podría ser fácilmente evidente a un experto en la técnica, se engloban dentro del alcance de la invención, por ejemplo, tal y como se define mediante las reivindicaciones.

Para resumir, las siguientes características y ventajas se pueden aplicar en un HMD que tiene un visor reflectante desplegable dentro de una cabina de piloto de una aeronave en la cual se proporciona un HUD. La presente invención por lo tanto ofrece las siguientes características destacadas:

- 1) hay una integración entre tres imágenes: desde el mundo exterior, desde la HUD y desde la HMD.
- 2) la presente invención ofrece un sistema de configuración dual con y sin un visor reflectante mejorado en su lugar de manera que el sistema se puede adaptar a un mundo exterior brillante desplegando un visor reflectante revestido que proporciona un rendimiento mejorado de la presencia de una imagen de HMD.

Estas características inducen un problema simple con el sistema óptico resultante: luz desde la HMD pasa a través del visor de HMD interior contra el revestimiento del visor reflectante mejorado exterior que refleja una imagen fantasma de vuelta al observador. Esto es inherente a dicha configuración y tiene que suprimirse si el sistema se va a utilizar. El visor reflectante necesita ser el componente exterior para ser móvil.

La presente invención permite que se suprima una imagen fantasma generada por estos medios de forma suficiente a la vez que gana una ventaja sustantiva en el contraste de la imagen de HUD cuando se ve contra el mundo exterior a través de los visores del casco.

5 Estableciendo el nivel de transmisión del revestimiento mejorado a aproximadamente un 50% fuera de la banda de paso; reteniendo el material de absorción dentro del visor reflectante; y colocando el revestimiento mejorado en el exterior del visor reflectante, modos de realización de la presente invención tiene la ventaja de la trayectoria de luz de la imagen de HMD fantasma, después de la reflexión desde el revestimiento de visor reflectante mejorado, haciendo un paso doble a través del material de absorción. Esto se logra con una mejora en el contraste aproximadamente de 2:1 de la imagen de HUD respecto al mundo exterior.

10 Modos de realización de la presente invención utilizan el revestimiento de visor reflectante exterior para actuar de dos maneras: para transmitir de forma selectiva una imagen de HUD verde y para actuar de forma selectiva como un revestimiento antirreflexión de manera que no refleja la imagen de HMD desde que se ha fugado a través del revestimiento del visor de HMD.

15 Por tanto, modos de realización de la presente invención son capaces de suprimir imágenes fantasma de HMD que se reflejan desde el revestimiento mejorado del visor reflectante colocando ese revestimiento en el exterior de un visor parcialmente absorbente, mientras que se obtiene de forma simultánea un aumento en el contraste de una imagen de HUD con respecto a una escena del mundo exterior.

REIVINDICACIONES

1. Un visor reflectante para reducir la intensidad de luz ambiente recibida presentada a un usuario que ve una pantalla de visualización montada en casco (HMD) y una pantalla de visualización externa, la luz ambiente que es de longitudes de onda ópticas visibles, el visor (13) reflectante que comprende un cuerpo de visor reflectante de un material ópticamente transparente que absorbe parcialmente la luz de longitudes de onda ópticas visibles por lo tanto para reducir la intensidad de luz ambiente transmitida a través del mismo al usuario, el cuerpo de visor reflectante que tiene una superficie que mira hacia el usuario y una superficie que mira hacia el exterior, en donde el visor (13) reflectante está situado, durante el uso, para:
- 5 recibir, en la superficie que mira hacia el exterior, una luz (7) de pantalla de visualización externa destinada a pasar a través del visor (13) reflectante para ver por un usuario, la luz (7) de pantalla de visualización externa que incluye una(s) longitud(es) de onda dada(s) de luz; y
- 10 recibir, en la superficie dirigida hacia el usuario, una luz (6) de pantalla de visualización de HMD la cual, si se refleja mediante el visor reflectante, es visible al usuario, caracterizado por
- 15 el cuerpo de visor que tiene un revestimiento (12) óptico transparente formado sobre la superficie que mira hacia el exterior del cuerpo del visor, el revestimiento (12) que es parcialmente transmisivo a dicha luz de longitudes de onda ópticas visibles y de forma preferible transmisivo a la luz de un subrango de dichas longitudes de onda ópticas visibles que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s), de manera que cualquier luz (6) de pantalla de visualización de HMD que es recibida en la superficie que mira hacia el usuario se requiere que pase a través del material parcialmente absorbente del cuerpo del visor antes de alcanzar el revestimiento (12) óptico y, si se refleja en el revestimiento (12), será dirigida para pasar de nuevo a través del material parcialmente absorbente del cuerpo del visor hacia el usuario,
- 20 el visor (13) reflectante por lo tanto que obtiene un aumento en el contraste entre la luz (7) de pantalla de visualización externa que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s) y se recibe en la superficie que mira hacia el exterior, con respecto a la luz ambiente, y que suprime imágenes (15) fantasma formadas por la reflexión en el revestimiento (12) de luz (6) de pantalla de visualización de HMD que es recibida en la superficie que mira hacia el usuario.
- 25 el visor (13) reflectante por lo tanto que obtiene un aumento en el contraste entre la luz (7) de pantalla de visualización externa que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s) y se recibe en la superficie que mira hacia el exterior, con respecto a la luz ambiente, y que suprime imágenes (15) fantasma formadas por la reflexión en el revestimiento (12) de luz (6) de pantalla de visualización de HMD que es recibida en la superficie que mira hacia el usuario.
- 30
2. El visor (13) reflectante de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el revestimiento (12) óptico transparente es de forma preferente transmisivo a luz de longitudes de onda que son mayores de 500nm y menores de 600nm.
- 35
3. El visor (13) reflectante de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el revestimiento (12) óptico transparente es al menos un 20% más transmisivo a la luz dentro de dicha subrango de longitudes de onda que fuera, por lo tanto, para ser de forma preferente transmisivo a la misma.
- 40
4. El visor (13) reflectante de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la característica de filtrado del cuerpo de visor es sustancialmente aquella de un filtro de densidad neutra.
5. El visor (13) reflectante de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el material del cuerpo de visor es un policarbonato o material plástico que contiene un pigmento o tinte absorbente de luz.
- 45
6. El visor (13) reflectante de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el cuerpo de visor es de un color tintado.
7. El visor (13) reflectante de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el revestimiento (12) óptico transparente es un revestimiento de múltiples capas.
- 50
8. El visor (13) reflectante de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que incluye un revestimiento (10) óptico transparente adicional formado sobre la superficie que mira hacia el usuario del mismo que es sustancialmente transmisivo a dicha luz de longitudes de onda ópticas visibles y de forma preferente reflexivo a luz de pantalla de visualización de un subrango adicional de longitudes de onda de luz, por lo tanto para proporcionar una superficie de pantalla de visualización de proyección con respecto al subrango adicional, el subrango de dichas longitudes de onda ópticas visibles que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s) que incluye o se solapa con el subrango adicional.
- 55
9. Un casco que comprende un visor (13) reflectante de acuerdo con cualquier reivindicación anterior.
- 60
10. El casco de acuerdo con la reivindicación 9, que además comprende una pantalla de visualización montada en casco (HMD) que incluye un proyector (4) de pantalla de visualización montado en casco para proyectar luz de pantalla de visualización de HMD.
- 65
11. Un casco de acuerdo con la reivindicación 10, que además comprende un visor (1) de pantalla de visualización para reflejar la luz de pantalla de visualización de HMD proyectada para mostrar a un usuario del casco, en donde el visor (1) de pantalla de visualización tiene una superficie que mira hacia el usuario y una superficie que mira hacia el

exterior y un revestimiento (10) óptico transparente formados sobre la superficie que mira al usuario que es sustancialmente transmisivo a la luz de longitudes de onda ópticas visibles y de forma preferente reflexivo a dicha luz de pantalla de visualización de HMD, el visor (13) reflectante que se puede desplegar a una posición allá frente a la superficie que mira hacia el exterior del visor (1) de pantalla de visualización.

5 12. Un casco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, en donde el proyector (4) de pantalla de visualización montado en casco está desplazado, requiriendo una reflexión oblicua de luz de HMD al ojo del usuario a través del visor (1) de pantalla de visualización.

10 13. El casco de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en donde el visor (13) reflectante se puede desplegar de forma selectiva desde una posición almacenada a una posición desplegada en la cual el visor (13) reflectante y el visor (1) de pantalla de visualización están situados enfrente de los ojos del usuario, durante el uso.

15 14. Un vehículo o aeronave que incluye un sistema de pantalla de visualización que comprende una pantalla de visualización montada en casco (HMD) para su uso en combinación con una pantalla de visualización frontal (HUD), en donde la HMD está montada en un casco del acuerdo con la reivindicación 9 y está dispuesta para generar una luz de pantalla de visualización de HMD y en donde la HUD está montada en el vehículo o aeronave y está dispuesta para generar una luz de pantalla de visualización de HUD que incluye la(s) longitud(es) de onda dada(s).

Fig. 1A

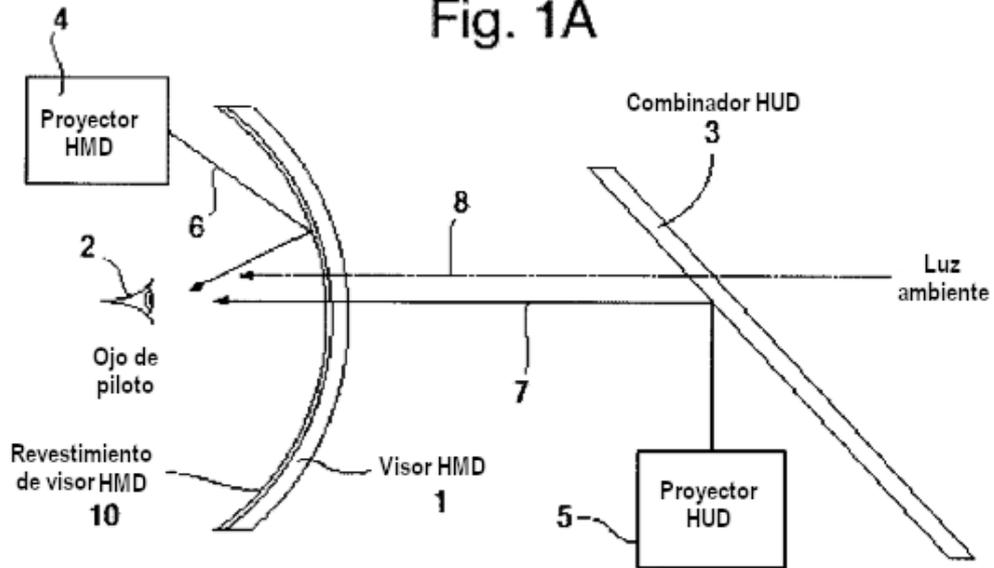


Fig. 1B

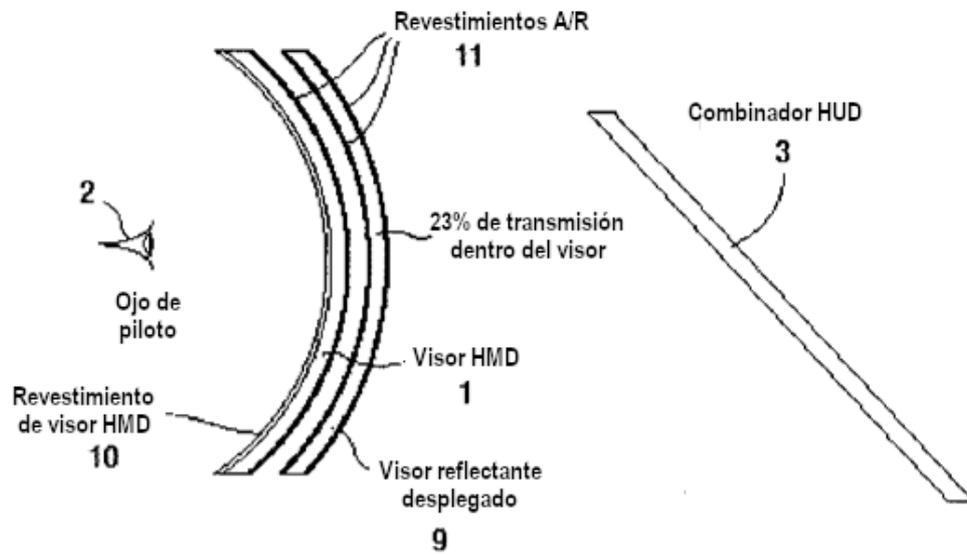


Fig. 2A

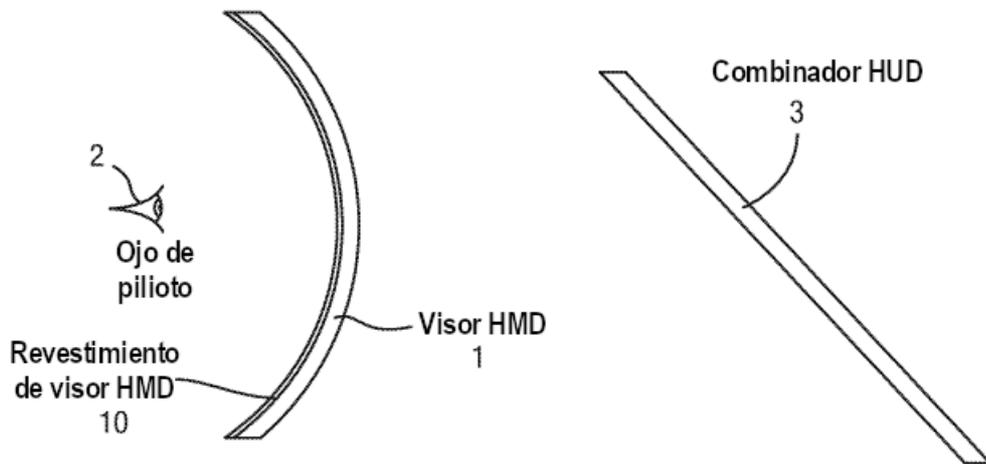


Fig. 2B

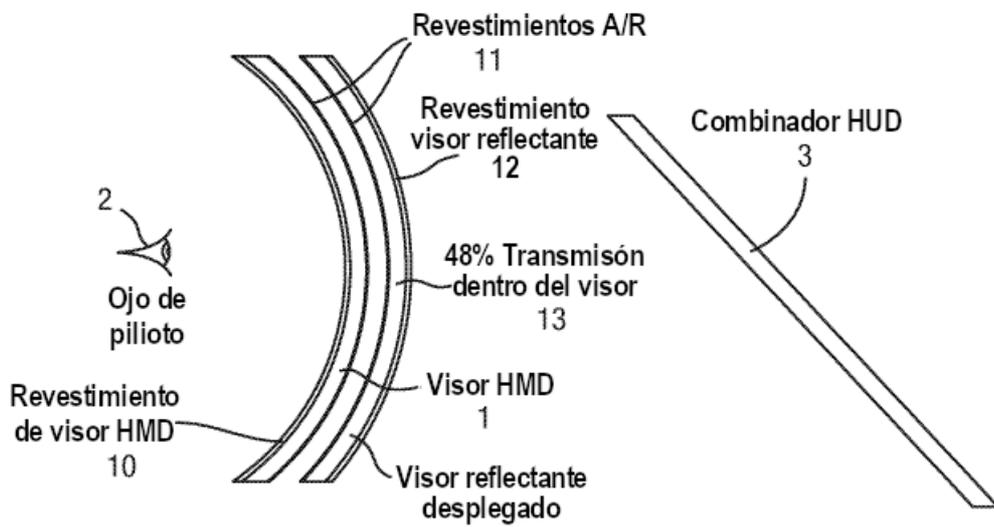


Fig. 3

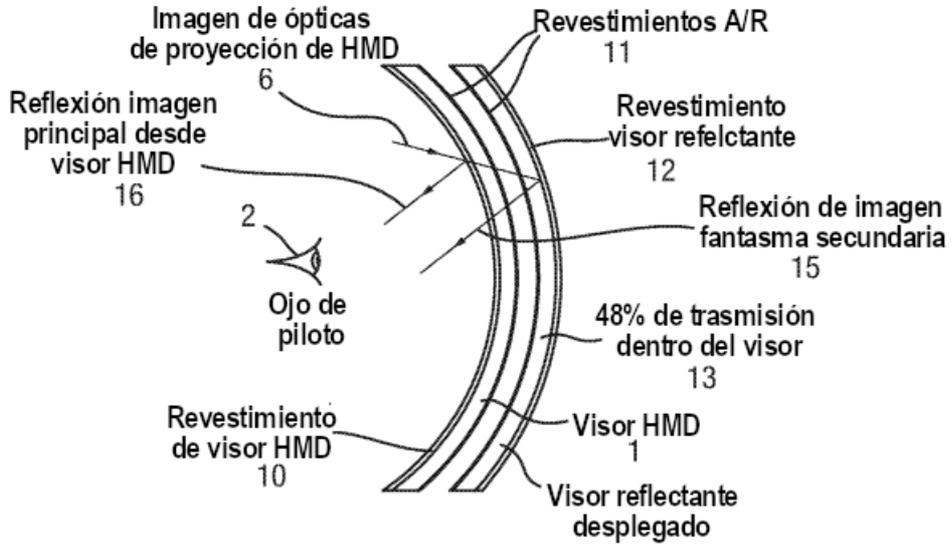


Fig. 5

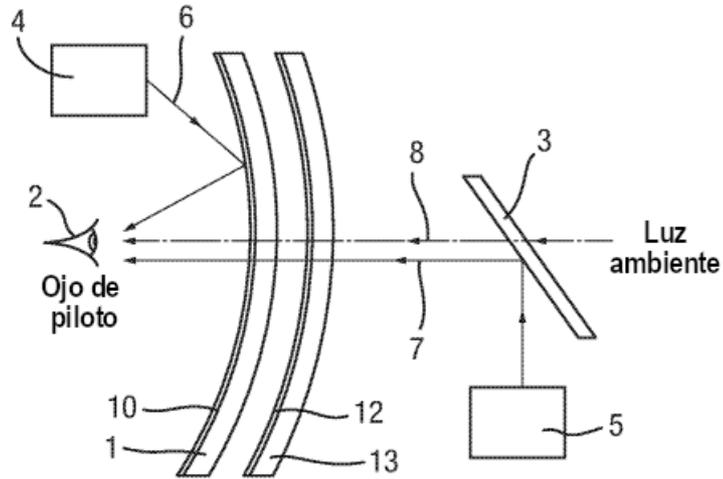


Fig. 4

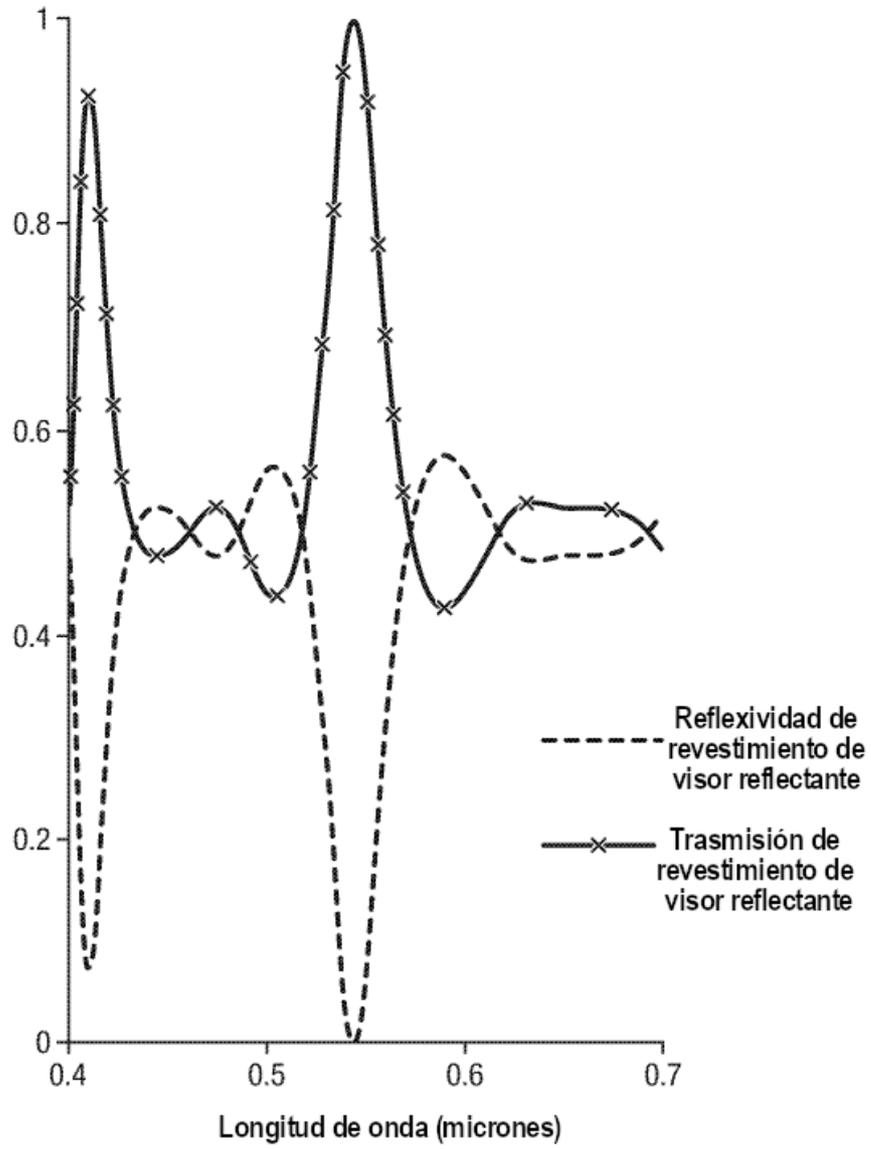


Fig. 6A

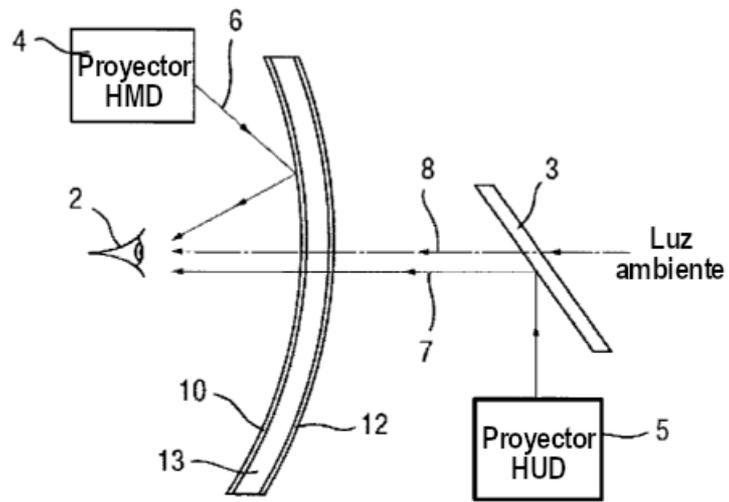


Fig. 6B

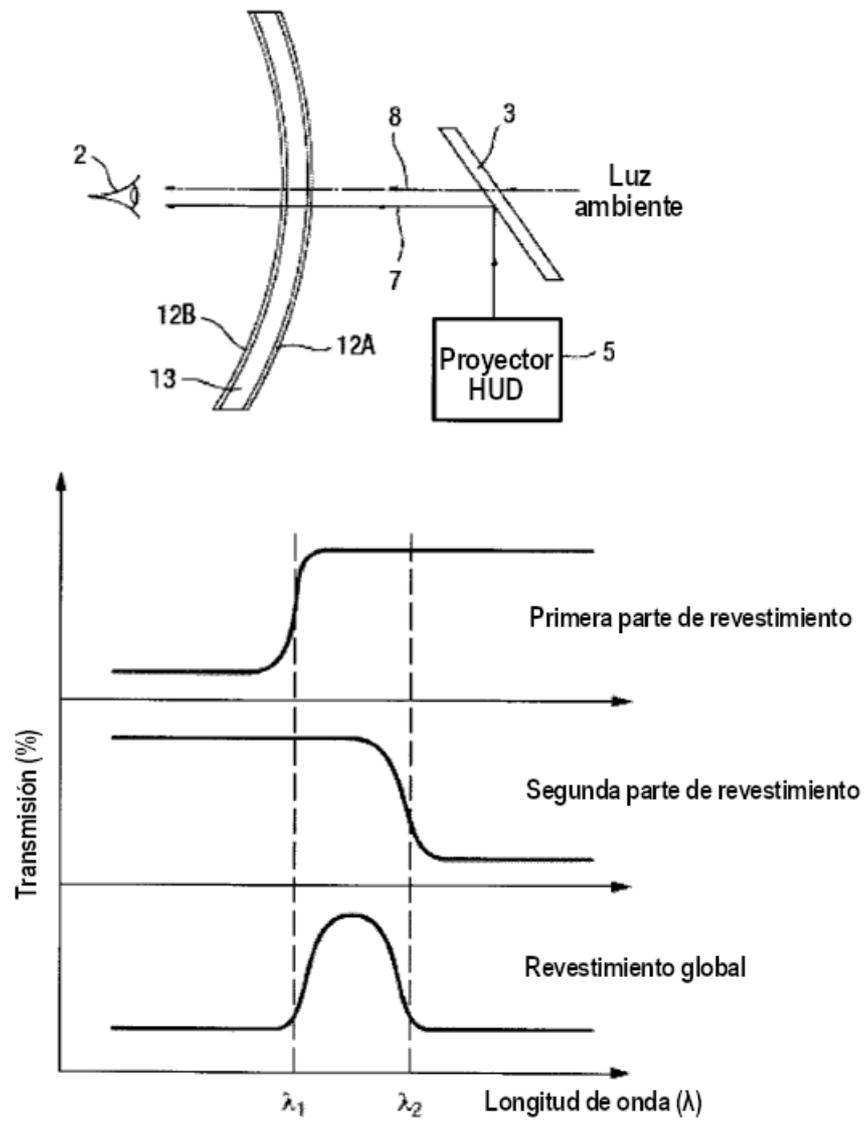


Fig. 7A

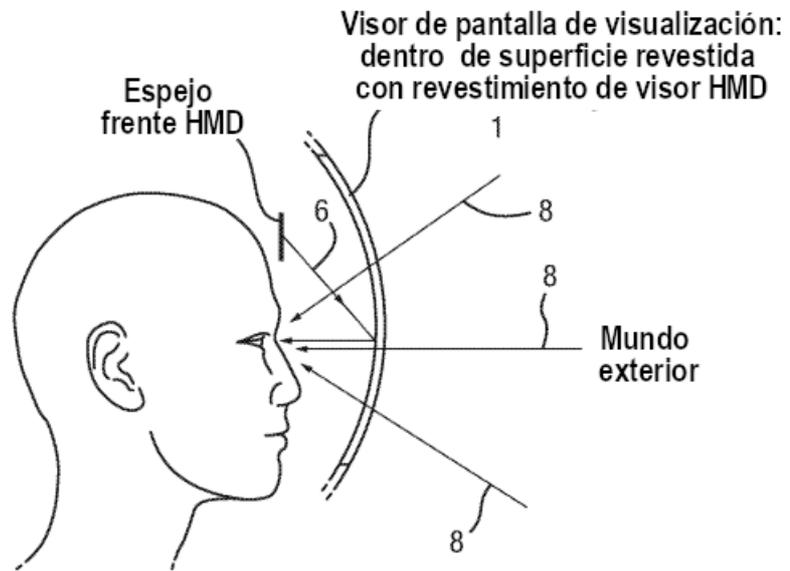


Fig. 7B

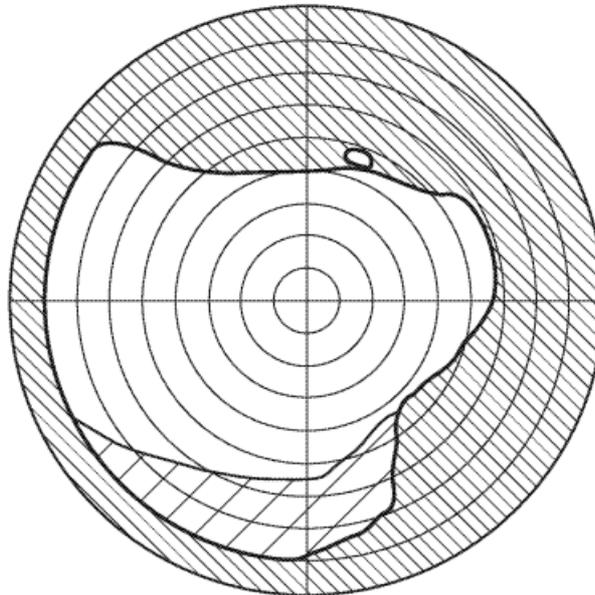


Fig. 8A

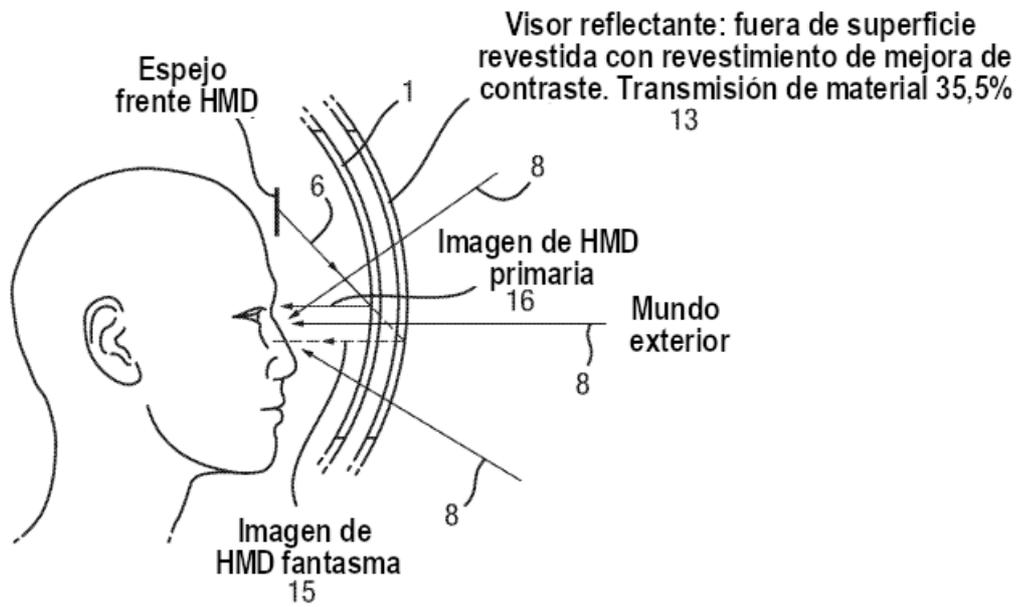


Fig. 8B

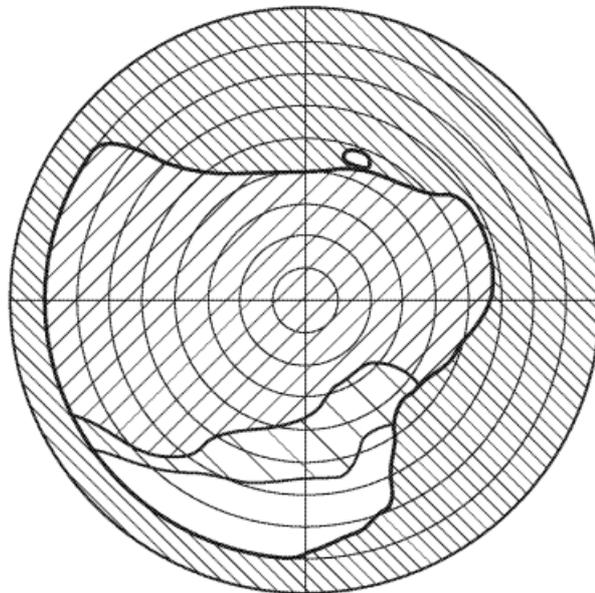


Fig. 9

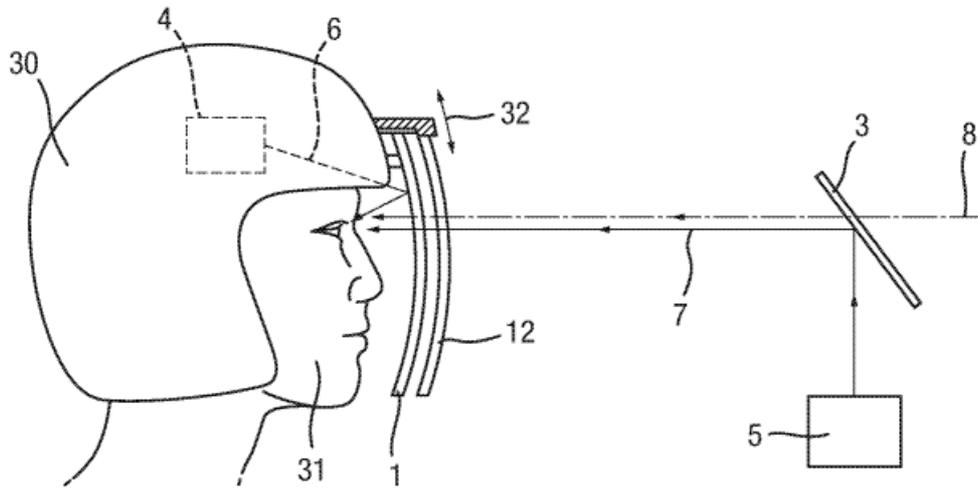


Fig. 10

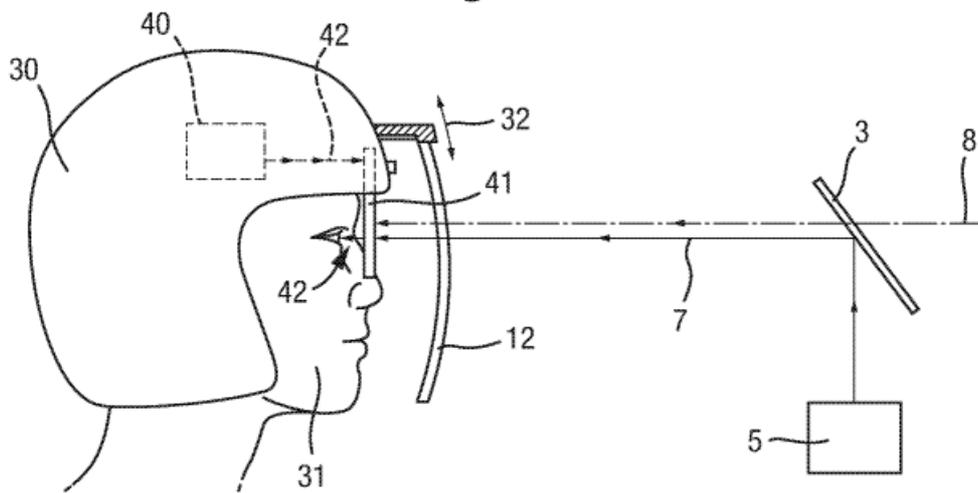


Fig. 11

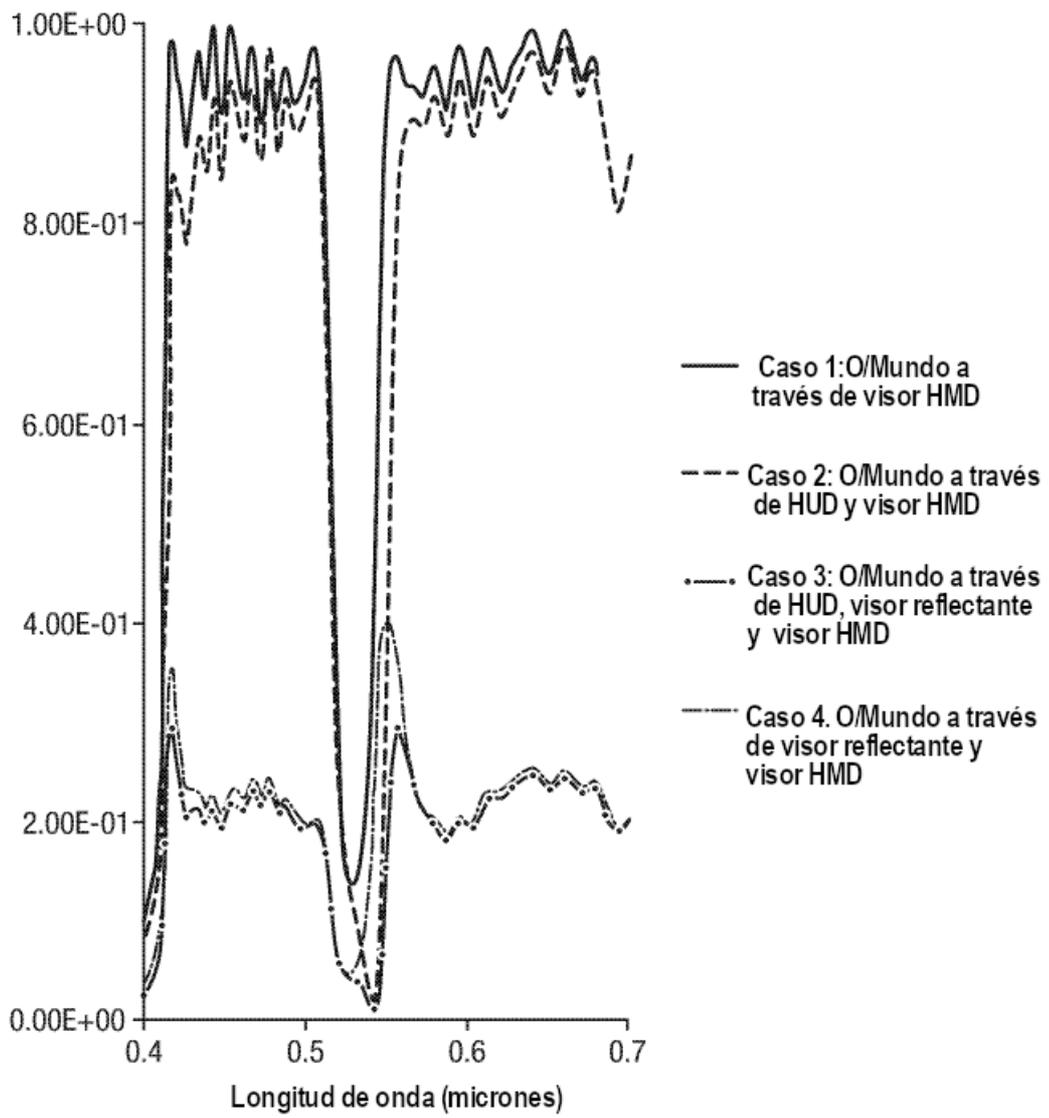


Fig. 12

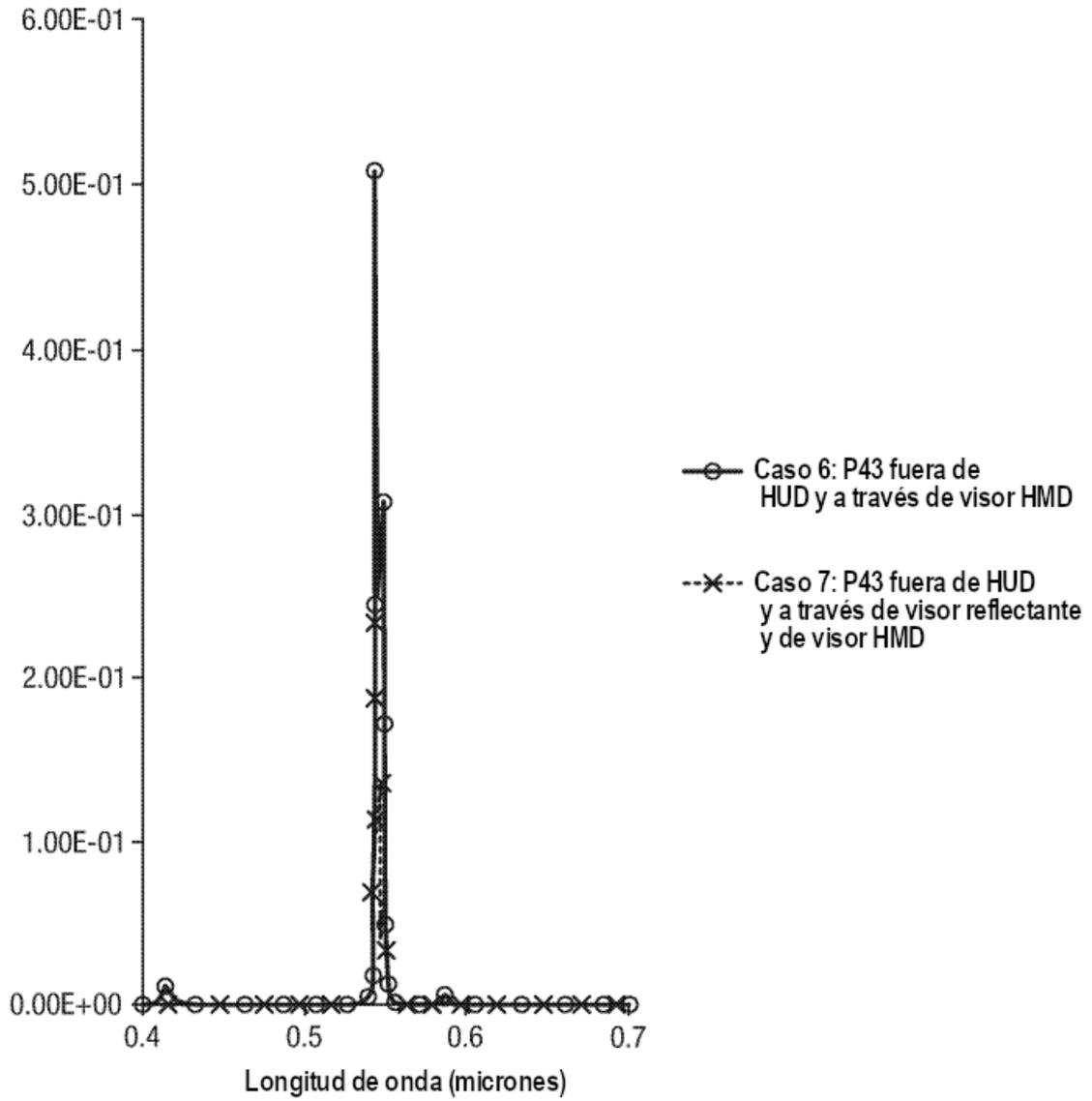


Fig. 13

