



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 299 754**

(51) Int. Cl.:

G02B 5/30 (2006.01)

G02B 27/28 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **03796133 .1**

(86) Fecha de presentación : **02.12.2003**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1570304**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

(54) Título: **Separador de polarización, procedimiento para su fabricación y lente oftálmica que presenta elementos de inserción de proyección que lo contienen.**

(30) Prioridad: **03.12.2002 FR 02 15197**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.06.2008

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.06.2008

(73) Titular/es: **Essilor International**
147, rue de Paris
94220 Charenton Le Pont, FR

(72) Inventor/es: **Cado, Hervé y**
Moliton, Renaud

(74) Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

Separador de polarización, procedimiento para su fabricación y lente oftálmica que presenta elementos de inserción de proyección que lo contienen.

La presente invención se refiere a un separador de polarización. La invención se refiere igualmente a un procedimiento de fabricación de un separador de polarización de este tipo. También se refiere a lentes oftálmicas que presentan elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario que comprenden un separador de polarización de este tipo. La invención se refiere finalmente a dispositivos de proyección de una imagen hacia el usuario que comprenden tales lentes oftálmicas.

Los separadores de polarización son elementos ópticos que permiten descomponer la luz en sus componentes de polarización diferentes. La dirección de polarización de la luz se define con respecto al plano de oscilación del campo eléctrico. Lo más frecuentemente, la luz no polarizada se descompone en sus dos polarizaciones lineales ortogonales. Se distingue entonces la polarización S (perpendicular) y la polarización P (paralela). En la luz polarizada S, el plano de oscilación es perpendicular al plano de incidencia definido por la normal de la superficie y el vector de incidencia. En la luz de polarización P, el plano de oscilación es paralelo al plano de incidencia. La separación de las componentes puede realizarse mediante absorción o mediante reflexión.

De manera general, los separadores de polarización transmiten la polarización P y reflejan la polarización S. Generalmente se admite que un separador de polarización ideal refleja la totalidad de la luz polarizada de manera perpendicular al plano (S) de incidencia mientras que transmite la totalidad de la luz polarizada de manera paralela al plano (P) de incidencia (para una longitud de onda dada). La eficacia de la función de separación de polarización puede expresarse como el producto de la reflexión espectral de la polarización S (R_s) por la transmisión espectral de la polarización P (T_p), es decir (R_s) x (T_p) (a una longitud de onda dada). También se admite generalmente que se busca en general un separador de polarización que garantiza una eficacia superior al 80%, y preferiblemente superior al 90%.

Los separadores de polarización tienen diversas aplicaciones, entre las cuales están las lentes oftálmicas que presentan elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario.

En el presente documento se entiende por lentes oftálmicas sistemas de combinación de imágenes para gafas o máscaras; una imagen se proyecta hacia el ojo del portador mediante un camino óptico dispuesto en la lente; entonces se denomina "lente" al sistema óptico que contiene los elementos de inserción, que puede estar especialmente destinado a montarse en una montura de gafas o en una máscara. Los elementos de inserción pueden comprender espejos, láminas semi-reflejantes, cubos separadores de polarización, láminas de cuarto de onda, lentes, espejos, lentes reflejantes cóncavas (un espejo de Mangin, por ejemplo) lentes difractantes y/o componentes holográficos. Un dispositivo de proyección de imágenes hacia el usuario comprende entonces la lente montada en gafas o máscaras y una fuente de imágenes tal como una micropantalla, por ejemplo una micropantalla de cristales líquidos, más particularmente una microvisualización CyberDisplay 320 de Kobin.

En tales aplicaciones, los elementos separadores de polarización sirven para el tratamiento de la luz polarizada emitida por las micropantallas actualmente utilizadas tales como las microvisualizaciones.

Un ejemplo de una lente oftálmica de este tipo se ilustra en la figura 1. La imagen se emite por una fuente 1. La fuente 1 puede ser una micropantalla miniaturizada tal como una microvisualización de cristales líquidos que emite una luz (P) polarizada. El sistema óptico de la lente oftálmica de proyección comprende una lente 2 de campo. En el trayecto óptico recorrido por la imagen en el interior de la lente oftálmica hay intercalado un espejo 3 y el separador 4 de polarización. Pegado al separador 4 de polarización hay una lámina 5 de cuarto de onda y un espejo 6 de Mangin.

El funcionamiento de la lente oftálmica es el siguiente. La luz polarizada procedente de la fuente 1 pasa en primer lugar por una lente 2 de campo. Tras atravesar la misma, se refleja por un espejo 3 que la reenvía a un ángulo de 90°. La luz atraviesa a continuación el separador 4 de polarización, reflejándose una de las componentes (S) de polarización y transmitiéndose la otra (P). La componente transmitida atraviesa una lámina 5 de cuarto de onda cuyos ejes están dispuestos a 45° de la dirección P de propagación en el plano perpendicular a la dirección de propagación, después golpea un espejo 6 de Mangin, que refleja la luz que vuelve a pasar a través de la lámina de cuarto de onda. La luz que ahora tiene polarización S se refleja mediante el separador de polarización hacia el ojo del observador. Este modo de realización permite entonces reenviar la luz polarizada emitida por la micropantalla hacia el ojo 7.

No obstante, un dispositivo de este tipo que incorpora un separador de polarización "ideal" presenta el inconveniente de proporcionar hacia el ojo tan sólo el 50% de la luz procedente de un objeto, en función oftálmica, ya que al tener el 50% de esta luz polarización S, se refleja mediante el separador.

En lo que sigue, se utilizarán las siguientes definiciones.

Imagen a través (see-through): se denomina imagen a través a la imagen de una escena vista mediante un paso directo de los rayos luminosos a través del elemento separador de polarización.

ES 2 299 754 T3

Imagen pantalla: se denomina imagen pantalla a la imagen de una fuente luminosa (en nuestro ejemplo una micro-pantalla) que atraviesa la lente insertada en el vidrio informativo tal como se indica en la figura 1.

Eficacia de la función de separación de polarización: véase anteriormente.

5

Eficacia de la función de la visión a través: es el valor de la integral matemática del producto de la transmisión de luz no polarizada del separador de polarización $[=1/2 * (T_p + T_s)]$ por el espectro de emisión de la fuente dividida por la integral del espectro de emisión de la fuente [en el dominio espectral considerado].

10 Transmisión de la función de formación de la imagen del vidrio informativo: es el valor de la integral matemática del producto de la transmisión espectral de la función de formación de la imagen del vidrio informativo (definida por el camino óptico de la figura 1) por el espectro de emisión de la fuente dividida por la integral del espectro de emisión de la fuente [en el dominio espectral considerado].

15 Se observará que la transmisión de la función de formación de la imagen del vidrio informativo así como la transmisión de la función de visión a través pueden ponderarse igualmente por la sensibilidad espectral del ojo. Entonces se habla de “transmisión fotópica de la función de formación de la imagen del vidrio informativo”. Se utilizará como curva de sensibilidad espectral del ojo la curva normalizada Y del observador 2° de la CIE.

20 Centrado localmente: se dirá que una curva está centrada localmente en el espectro de emisión de la fuente de luz cuando:

- el espectro de la fuente de emisión se presenta en forma de picos (véase la figura 2 para un ejemplo);

25 - alrededor de un pico de emisión de la fuente de luz, en un dominio espectral limitado del orden de magnitud del doble de la anchura a media altura del pico de emisión de la fuente, la curva se presenta en forma de un pico (o de un valle) cuyo extremo local no está alejado espectralmente del vértice del pico de emisión de la fuente de más del valor de la anchura a media altura de este pico.

30 - de manera alternativa, puede utilizarse igualmente el criterio de Rayleigh para considerar que dos curvas están centradas localmente.

35 La invención propone entonces un separador de polarización que permite una mejora de la visión “a través”, manteniendo una transmisión de pantalla elevada. La invención permite además conservar un equilibrio de los colores de las dos imágenes recibidas por el ojo.

40 La invención se basa particularmente en el descubrimiento de que es suficiente que el separador de polarización refleje la polarización S alrededor de las frecuencias a las que emite la microvisualización, es decir, normalmente de 630, 520 y 460 nm (correspondientes a los colores rojo, verde y azul, respectivamente).

La invención proporciona por tanto un separador de polarización que presenta una reflexión para la polarización S centrada localmente en al menos un pico de emisión de la fuente de emisión de la imagen de una micropantalla.

45 En general se conocen las micropantallas o microvisualizaciones, que actualmente recurren a la tecnología LCD; un ejemplo es la microvisualización de Kopin. Además, resulta fácil medir el espectro de emisión en energía de una microvisualización de este tipo y determinar al menos una longitud de onda de emisión.

Según un modo de realización, el separador presenta una reflexión centrada localmente en al menos dos picos.

50 Según un modo de realización, el separador presenta una reflexión centrada localmente en al menos un pico en el espectro visible.

La invención también proporciona un separador de polarización que presenta una reflexión para la polarización S centrada localmente en al menos un pico que corresponde a una longitud de onda elegida del rojo, el verde y el azul.

55 Se obtiene una forma “en peine” para la transmisión de la polarización S (cando esta transmisión está centrada en al menos dos longitudes de onda).

60 Según un modo de realización, el separador presenta una reflexión para la polarización S centrada en el rojo, el verde y el azul.

Según un modo de realización, en el separador, los picos de su curva de reflectancia espectral para la polarización S centrados localmente alrededor de los picos tienen su nivel máximo comprendido entre el 60% y el 100%, preferiblemente entre el 80% y el 100%.

65 Según un modo de realización, en el separador, su curva de reflectancia espectral para la polarización S presenta, en todas las zonas no centradas localmente alrededor de los picos, un nivel comprendido entre el 0% y el 35%, preferiblemente entre el 0% y el 20%.

ES 2 299 754 T3

Según un modo de realización, en el separador, cada pico de la curva de reflectancia espectral de la polarización S centrado alrededor de uno de los picos tiene una anchura a media altura comprendida entre 5 nm y 100 nm, preferiblemente entre 20 nm y 80 nm.

5 Según un modo de realización, en el separador, cada pico de la curva resultante del producto de la transmitancia espectral para la polarización P y de la reflectancia espectral para la polarización S, centrado alrededor de uno de los picos tiene una anchura a media altura comprendida entre 5 nm y 100 nm, preferiblemente entre 20 nm y 80 nm.

10 Según un modo de realización, en el separador, la transmitancia espectral para la polarización P es superior al 80%, preferiblemente superior al 90%, sobre el espectro de emisión de la fuente, preferiblemente entre 400 nm y 700 nm.

15 Según un modo de realización, en el separador, la transmitancia media integrada entre 400 nm y 700 nm es superior al 70%.

Según un modo de realización, el separador comprende un sustrato equipado con un apilamiento de capas finas.

Según un modo de realización, el separador comprende un sustrato equipado con un elemento holográfico.

20 Según un modo de realización, uno de los materiales del apilamiento es dióxido de silicio.

Según un modo de realización, uno de los materiales del apilamiento es dióxido de zirconio o titanato de praseodimio.

25 Según un modo de realización, el separador según la invención está en forma de cubo formado por dos prismas.

La invención además tiene por objeto una lente oftálmica que presenta elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario que comprende un separador de polarización según la invención.

30 Según un modo de realización, el separador de polarización se fabrica en forma de cubo.

La invención tiene aún por objeto un dispositivo de proyección de una imagen hacia el usuario que comprende una lente según la invención.

35 Según un modo de realización, el dispositivo de proyección comprende además una micropantalla de cristales líquidos.

40 Según un modo de realización, en el dispositivo de proyección, la micropantalla de cristales líquidos emite una luz P polarizada en el rojo, el verde y el azul.

La invención se describirá con más detalle con la ayuda de las figuras adjuntas, las cuales muestran:

45 figura 1 una representación esquemática de una lente oftálmica que presenta elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario;

figura 2 una representación del espectro de la fuente de emisión (microvisualización Cyberdisplay Color 320 de Kopin);

50 figura 3 la curva de reflectancia espectral para la polarización S para un separador de polarización según la invención;

figura 4 la curva de transmitancia espectral para la polarización P para un separador de polarización según la invención.

55 El separador según la invención comprende sobre un sustrato de índice dado un apilamiento de capas finas. Puede estar constituido igualmente por un sustrato equipado con un apilamiento o elemento holográfico.

60 Por ejemplo, puede tratarse de un apilamiento que sólo comprende dos materiales, uno denominado de “índice alto” y otro denominado de “índice bajo”, de manera alternada. Este modo de realización es el que se eligió por motivos de simplicidad de puesta en práctica. No obstante, también es posible utilizar, por ejemplo, 20 materiales diferentes en un apilamiento que comprende 20 capas, con materiales que podrán calificarse de “índice medio”.

65 Como material de índice alto, puede utilizarse ZrO_2 bien conocido o $PrTiO_3$ (titanato de praseodimio). En este último caso, el material se deposita sobre el sustrato partiendo de un compuesto no estequiométrico [disponible de Merck con el nombre de Substance H2] el cual se deposita mediante deposición a vacío en presencia de oxígeno. El compuesto se encuentra entonces en forma oxidada y forma una película transparente que corresponde a la fórmula $PrTiO_3$.

ES 2 299 754 T3

El índice del PrTiO_3 es de 2,0095 a 635 nm (longitud de onda de referencia). El índice del ZrO_2 es de 1,9883.

El segundo material tiene por tanto un índice inferior al mismo. Entre estos materiales, pueden citarse especialmente el SiO_2 y el MgF_2 , revelándose el SiO_2 , cuyo índice de refracción es de 1,4786 a 635 nm, particularmente adaptado.

El sustrato puede ser cualquier sustrato transparente compatible con los materiales que constituyen el apilamiento y especialmente puede tratarse de sustratos minerales u orgánicos.

Por la expresión “sustrato mineral” se entiende un sustrato de vidrio mineral, a diferencia de la noción de “sustrato orgánico” formado por un polímero.

Materiales apropiados como sustratos orgánicos son por ejemplo los polímeros de la clase de los politiouretanos, obtenidos a partir de un politiol y un poliisocianato. Tales materiales, así como su procedimiento de obtención, se describen por ejemplo en las patentes US 4.689.387 y US 4.775.733.

Los politioles apropiados pueden ser por ejemplo el tetrakis(tioglicolato) de pentaeritrol, el tetrakis(mercaptopropionato) de pentaeritrol o incluso el MDO [4-mercaptometil-3,6-ditia-1,8-octanoditiol]. El poliisocianato puede ser especialmente diisocianato de xilileno.

Un sustrato orgánico particularmente apropiado se obtiene mediante polimerización de composiciones a base de diisocianato de xilileno, tetrakis(mercaptopropionato) de pentaeritrol y de MDO. Un producto de este tipo está disponible de Mitsui con la denominación MR8.

Como sustrato mineral, puede utilizarse por ejemplo el material 1.6 de Coming, código 60043, cuyas constantes ópticas son sensiblemente idénticas a las de MR8.

En cuanto al sustrato mineral, también puede utilizarse por ejemplo BK7, que está disponible de Schott Optical Glass.

El separador según la invención se obtiene mediante deposición de capas finas sucesivas. En general, el apilamiento comprende de 5 a 20, particularmente de 10 a 15 capas de materiales.

Durante la fase de deposición, el sustrato puede mantenerse preferiblemente a una temperatura superior a la ambiente, por ejemplo comprendida entre 80°C y 120°C. Ventajosamente, el sustrato se somete a una limpieza iónica previamente a la etapa de deposición, por ejemplo con argón.

Durante la etapa de deposición, la velocidad de evaporación es en general de 1 nm/s a 10 nm/s; preferiblemente de 2 nm/s a 5 nm/s.

Las capas y su espesor respectivo se determinan de manera clásica por el experto en la técnica en función de las longitudes de onda alrededor de las cuales debe centrarse la transmisión. Para ello se utilizará por ejemplo el programa clásico “Essential Macleod”, versión 8.5, 2002, disponible de Thin Film Center Inc., 2745 E. Via Rotonda, Tucson, AZ 85716. Se proporciona el sustrato (indicando su índice), la diana de optimización adaptada a la curva de emisión espectral de la fuente de imágenes, así como la lista de los materiales; el programa simula entonces el apilamiento.

El separador de polarización según la presente invención está particularmente adaptado a aplicaciones del tipo aparatos de visión portátiles tales como las lentes oftálmicas que presentan elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario.

Un ejemplo de una lente de este tipo se ilustra en la figura 1 cuyo modo de realización ya se describió anteriormente. Con respecto al modo de realización de la técnica anterior (en el que el separador buscado es el separador “ideal”), la invención permite una mejor visión “a través”, es decir, la visión oftálmica de un objeto. De hecho, en la medida en que toda la luz S polarizada no se refleja por el separador, la transmisión media aumenta. En cuanto a la microvisualización, al reflejarse sólo en parte la luz S polarizada reenviada por el espejo tras el paso en la lámina de cuarto de onda hacia el ojo del usuario, se produce una reducción de la transmisión de la luz emitida por la microvisualización hacia el ojo del usuario. No obstante, esta reducción no es sensible ya que el separador refleja la polarización S alrededor de las longitudes de onda de emisión de la microvisualización.

En el ejemplo de un vidrio informativo tal como se definió anteriormente, la eficacia de visión a través pasa del valor de aproximadamente el 50% que se obtiene con un separador de polarización clásico a un valor de aproximadamente el 75% cuando se utiliza el separador de polarización según la invención. Al mismo tiempo, la transmisión de la función de formación de la imagen sólo disminuye hacia un valor igual a aproximadamente el 40%, lo que debe compararse con el 50% obtenido con un separador de polarización clásico. Se entiende que todo lo demás permanece igual en el sistema óptico, particularmente en lo que se refiere a las fuentes de pérdidas.

Preferiblemente, la lente oftálmica se fabrica en el mismo material que el sustrato sobre el que se deposita el apilamiento de capas finas, por tanto por ejemplo MR8 o BK7. En ese caso, el separador puede estar constituido por un prisma. De hecho, el hecho de utilizar para el separador un sustrato de igual composición, por tanto de igual índice

ES 2 299 754 T3

de refracción que el material que constituye la lente oftálmica, permite hacer que el separador de polarización sea menos visible para el portador, y reducir así la molestia ocasionada en la función oftálmica del vidrio.

Para este tipo de aplicaciones, cuando el índice n_3 es sensiblemente diferente del índice de la lente oftálmica, el separador de polarización se fabrica ventajosamente en forma de cubo separador, compuesto por dos prismas, llevando uno de ellos sobre una de sus caras un apilamiento tal como se describió anteriormente en el presente documento. Resulta igualmente posible concebir el separador de polarización en forma de una lámina sumergida en la lente oftálmica.

Los ejemplos siguientes ilustran la invención sin limitarla. El programa de simulación utilizado es "Code V", versión 9.0, sep. 2001, disponible de Optical Research Associate, 3280 East Foothill Blvd, Pasadena, CA 91107. Los valores de transmisión simulados se calculan a partir de la fórmula del apilamiento de las capas finas. Además se utiliza una microvisualización de Kopin en todos los ejemplos (véase la figura 2).

Ejemplo 1

Se limpia una placa de vidrio biplana de BK7 de 1,515 de índice en un baño de ultrasonidos (gama M10, estándar para los tratamientos antirreflejo).

A continuación se introduce la placa de vidrio así preparada en una instalación de deposición a vacío. Después se somete a una limpieza iónica con argón a una presión de $3 \cdot 10^{-5}$ mbar a 120 V de tensión en el ánodo y 1 A de corriente de iones durante 2 minutos.

Después se deposita una capa de PrTiO_3 de un espesor indicado en la tabla 1, a una presión de $2,5 \cdot 10^{-5}$ mbar en las siguientes condiciones:

velocidad de evaporación: 3 nm/s;

presión de oxígeno: $5 \cdot 10^{-5}$ mbar;

fuentes de evaporación: cañón de electrones.

Se sigue el espesor de la capa depositada por medio de una balanza de cuarzo y se detiene la evaporación cuando se alcanza el espesor indicado en la tabla 1.

A continuación se procede a la deposición de una capa de SiO_2 de un espesor indicado en la tabla 1 en las mismas condiciones.

Se depositan por tanto alternativamente 14 capas en total. Finalmente se recorta la placa de vidrio así tratada de manera que se obtienen los separadores de polarización que tienen la forma deseada.

TABLA 1

Capa	Material	Índice	Espesor [nm]
1	SiO_2	1,4786	19,19
2	PrTiO_3	2,0095	139,24
3	SiO_2	1,4786	25,3
4	PrTiO_3	2,0095	60,36
5	SiO_2	1,4786	21,89
6	PrTiO_3	2,0095	124,97
7	SiO_2	1,4786	48,24
8	PrTiO_3	2,0095	130,29
9	SiO_2	1,4786	48,27
10	PrTiO_3	2,0095	466,56
11	SiO_2	1,4786	15,92
12	PrTiO_3	2,0095	228,54
13	SiO_2	1,4786	71,59
14	PrTiO_3	2,0095	113,38

ES 2 299 754 T3

Las características ópticas de un separador de polarización así obtenido se indican en las figuras 3 y 4 para una incidencia a 45°. Las figuras 3 y 4 muestran la reflectancia y transmitancia espectrales del separador de polarización frente a la luz de polarización S y P, respectivamente. Se constata que la transmitancia es de media al menos del 95% para la luz de polarización P mientras que la luz de polarización S se refleja en función de la longitud de onda, estando esta reflexión (o transmisión) centrada alrededor de las longitudes de onda del rojo, verde y azul (a 630, 520 y 460 nm respectivamente). La transmisión está comprendida entre el 25% y 30% aproximadamente, estando las anchuras a media altura comprendidas entre aproximadamente 35 nm y 70 nm.

La transmisión media integrada entre 400 nm y 700 nm es de aproximadamente el 75%, lo que representa una ganancia del 25% para la visión oftálmica con respecto a un separador clásico.

La transmisión visual (ponderación de la transmisión por la respuesta espectral del ojo) es igualmente de aproximadamente el 75%.

También se determinó la transmitancia de la función de formación de la imagen para el centro y los bordes del campo de visión con el fin de determinar el efecto del ángulo sobre el tratamiento. Se calculó la transmisión para un usuario según la norma Y de la CIE (Comisión Internacional de Iluminación) para el ejemplo de un vidrio informativo según la figura 1. Los valores obtenidos son los siguientes (FOV: campo de visión (*field of view*), de -4° a +4° y de -5° a +5°, respectivamente).

Azul Y frente a FOV			
	-5	0	5
4	34,45		35,34
0	34,49	35,98	35,33
-4	34,45		35,34

Verde Y frente a FOV			
	-5	0	5
4	31,29		39,57
0	31,47	37,59	39,59
-4	31,27		39,57

Rojo Y frente a FOV			
	-5	0	5
4	39,04		34,01
0	39,13	38,61	33,93
-4	39,02		34,01

Por tanto, se observa que las transmisiones están más bien equilibradas entre los tres colores en el campo de visión, lo que significa un buen mantenimiento de la percepción de los colores en el conjunto de la imagen.

Se obtiene una transmisión visual del blanco de microvisualización del 39% en el centro del campo (frente a aproximadamente el 54% con un separador "ideal"); el cálculo de esta transmisión tiene en cuenta otras fuentes de pérdidas. Un valor de este tipo un poco reducido no conlleva percepción notable por el ojo ni provoca molestias.

ES 2 299 754 T3

También se determinó la variación de la transmitancia en función del ángulo de incidencia. Se encuentra un comportamiento un poco asimétrico en el rojo y el azul, pero el conjunto conserva una buena estabilidad del blanco en todo el campo.

Además, se analizaron las coordenadas colorimétricas del blanco presentado por la microvisualización y se examinó el desfase colorimétrico de las coordenadas x, y, z de la CIE del blanco presentado por el dispositivo con respecto al blanco presentado por la microvisualización. Este desfase se expresa aquí como la distancia al blanco de la microvisualización en el espacio x, y:

distancia con respecto al blanco

microvisualización (espacio x, y)

$$D^2 = (x - x_{\text{blanco}})^2 + (y - y_{\text{blanco}})^2$$

0,025826253		0,0175353
0,025264825	0,012468111	0,019038742
0,025812775		0,0175353

Por tanto se observa que el separador según la invención tiene muy poca influencia sobre la percepción de los colores en la vía de formación de la imagen. Modifica muy poco los colores de la microvisualización.

Además, se calculó la transmisión a través para diversos ángulos de incidencia sobre el separador. Los valores son del 74,57%, el 76,60% y el 76,28% para valores de ángulo de 40°, 45° y 50°, respectivamente. La transmisión es por tanto homogénea.

También se puso en práctica un estudio colorimétrico para determinar la influencia del separador según la invención en modo "a través". Entonces puede utilizarse como fuente de luz blanca la microvisualización en visión "a través" y observar la modificación de la percepción de esta luz blanca. Los resultados se expresan en coordenadas x, y, z de la CIE. El ángulo de incidencia es de 40°, 45° y 50°. Los resultados se agrupan a continuación.

40°	x	y	z
Muestra	0,32528584	0,3162037	0,35851046
Microvisualización	0,31273021	0,32903828	0,35823151
Delta	0,01255563	-0,01283458	0,00027896

45°	x	y	z
Muestra	0,31966024	0,33805613	0,34228364
Microvisualización	0,31273021	0,32903828	0,35823151
Delta	0,00693002	0,00901785	-0,01594787

50°	x	y	z
Muestra	0,31092033	0,34921327	0,33986641
Microvisualización	0,31273021	0,32903828	0,35823151
Delta	-0,00180989	0,02017499	-0,0183651

ES 2 299 754 T3

Se puso en práctica este mismo estudio para cada color rojo, verde y azul, y confirma los resultados obtenidos anteriormente.

Ejemplo 2

Se procedió tal como en el ejemplo 1, pero sobre un soporte MR8 (de hecho un soporte inorgánico correspondiente a MR8), de índice 1,5931.

Los valores se indican en la tabla 2.

TABLA 2

Capa	Material	Espesor [nm]
1	PrTiO ₃	153,03
2	SiO ₂	240,94
3	PrTiO ₃	79,04
4	SiO ₂	50,45
5	PrTiO ₃	141,05
6	SiO ₂	38,16
7	PrTiO ₃	236,4
8	SiO ₂	21,19
9	PrTiO ₃	490,84
10	SiO ₂	51,32
11	PrTiO ₃	116,76

Las características ópticas de un separador de polarización así obtenido son sensiblemente idénticas a las indicadas en la figura 3 anterior para una incidencia a 45°.

Las otras conclusiones del ejemplo 1 se aplican aquí *mutatis mutandi*.

Ejemplo 3

Se procede tal como en el ejemplo 1, pero sustituyendo el PrTiO₃ por ZrO₂ (las condiciones de deposición son las clásicas).

Los resultados no se ven alterados.

Ejemplo 4

Se procede tal como en el ejemplo 2, pero sustituyendo el PrTiO₃ por ZrO₂ (las condiciones de deposición son las clásicas).

Los resultados no se ven alterados.

Aparte de las aplicaciones descritas anteriormente, el separador de polarización puede ser útil en todos los campos de suministro y de tratamiento de la luz polarizada. Además, es posible utilizar el separador de polarización según la invención con el fin de separar la luz en sus componentes de polarización circular o elíptica.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de proyección de una imagen hacia el usuario, que permite la visión a través, que comprende una micropantalla de cristales (1) líquidos como fuente de emisión de la imagen y una lente (10) oftálmica que presenta elementos de inserción de proyección de una imagen hacia el usuario, comprendiendo dichos elementos de inserción un separador (4) de polarización que presenta una reflexión para la polarización S centrada localmente en al menos un pico correspondiente a una longitud de onda de emisión elegida del rojo, el verde, el azul y un pico de emisión de la fuente de emisión de la imagen de la micropantalla (1),
significando una reflexión centrada localmente que alrededor de un pico de emisión de la imagen de la micropantalla, en un dominio espectral limitado del orden de magnitud del doble de la anchura a media altura del pico de emisión de la imagen de la micropantalla, la curva de reflectancia espectral se presenta en forma de un pico cuyo extremo local no está espectralmente alejado del vértice del pico de emisión de la imagen de la micropantalla de más del valor de la anchura a media altura de ese pico.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la micropantalla de cristales líquidos emite una luz P polarizada en el rojo, el verde y el azul.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el separador de polarización presenta una reflexión centrada localmente en al menos dos picos.
4. Dispositivo según la reivindicación 1, 2 ó 3, en el que el separador de polarización presenta una reflexión centrada localmente en al menos un pico en el espectro visible.
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el separador de polarización presenta una reflexión centrada localmente en al menos dos picos en el espectro visible.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el separador de polarización presenta una reflexión para la polarización S centrada en el rojo, el verde y el azul.
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que los picos de la curva de reflectancia espectral para la polarización S, centrados localmente alrededor de los picos, tienen su nivel máximo comprendido entre el 60% y el 100%, preferiblemente entre el 80% y el 100%.
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la curva de reflectancia espectral para la polarización S presenta, en todas las zonas no centradas localmente alrededor de los picos, un nivel comprendido entre el 0% y el 35%, preferiblemente entre el 0% y el 20%.
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que cada pico de la curva de reflectancia espectral de la polarización S centrada alrededor de uno de los picos, tiene una anchura a media altura comprendida entre 5 nm y 100 nm, preferiblemente entre 20 nm y 80 nm.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que cada pico de la curva resultante del producto de la transmitancia espectral para la polarización P y de la reflectancia espectral para la polarización S, centrado alrededor de uno de los picos, tiene una anchura a media altura comprendida entre 5 nm y 100 nm, preferiblemente entre 20 nm y 80 nm.
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la transmitancia espectral para la polarización P es superior al 80%, preferiblemente superior al 90%, sobre el espectro de emisión de la fuente, preferiblemente entre 400 nm y 700 nm.
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la transmitancia media integrada entre 400 nm y 700 nm es superior al 70%.
13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el separador de polarización comprende un sustrato equipado con un apilamiento de capas finas.
14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el separador de polarización comprende un sustrato equipado con un elemento holográfico.
15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que uno de los materiales es dióxido de silicio.
16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 13, en el que uno de los materiales es dióxido de zirconio o titanato de praseodimio.
17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 16, en el que el separador (4) de polarización se fabrica en forma de cubo.
18. Dispositivo según la reivindicación 17, en el que el cubo está formado por dos prismas.

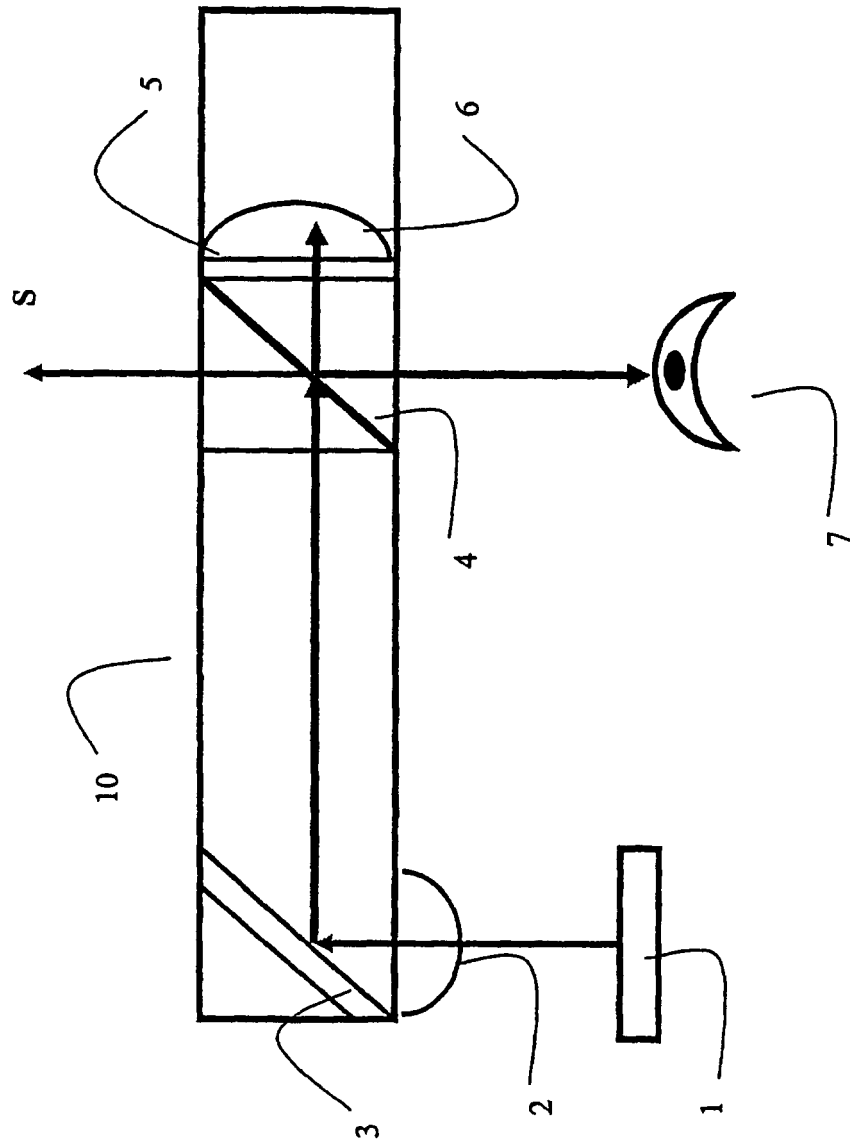


Fig. 1

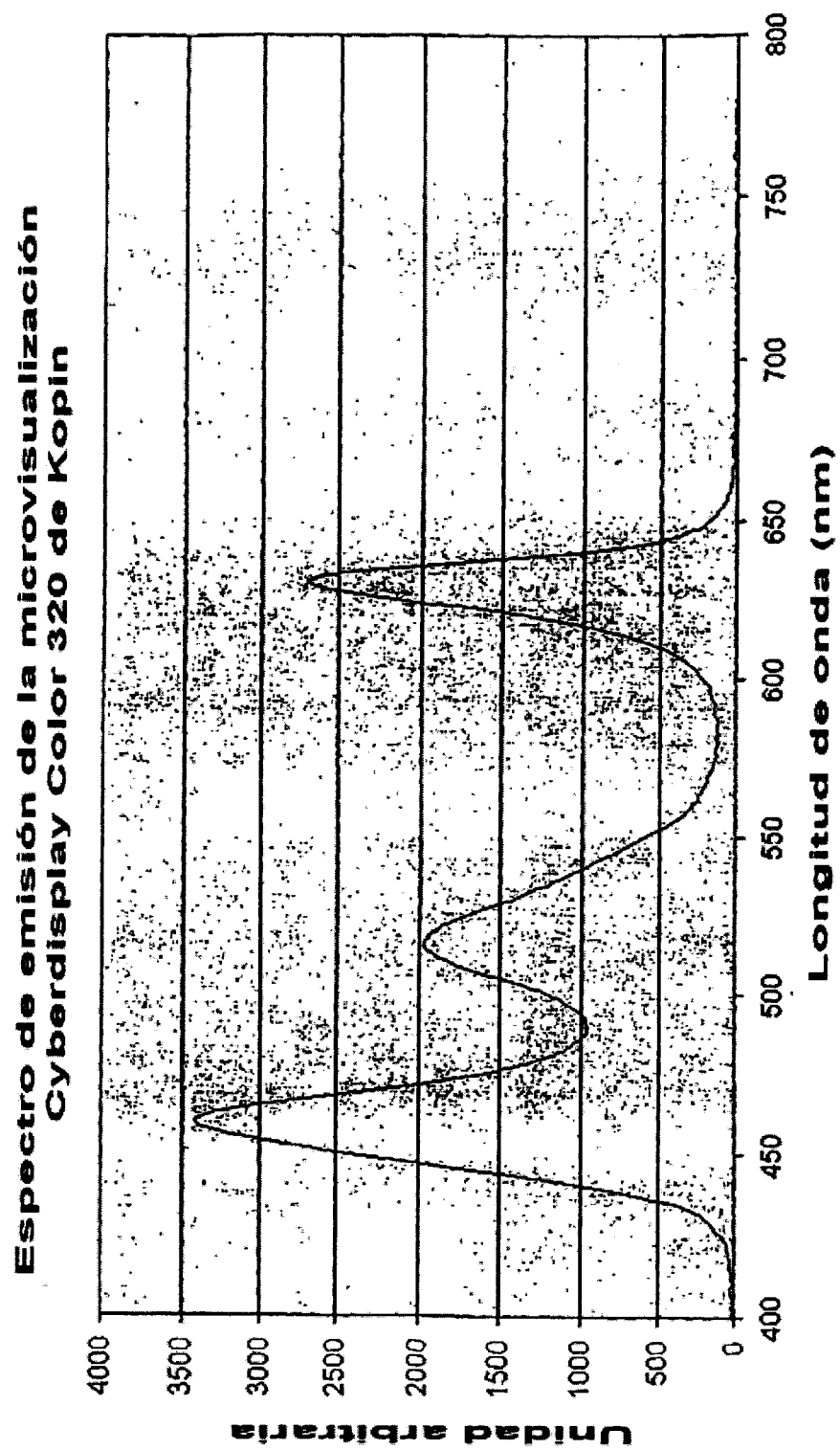


Fig. 2

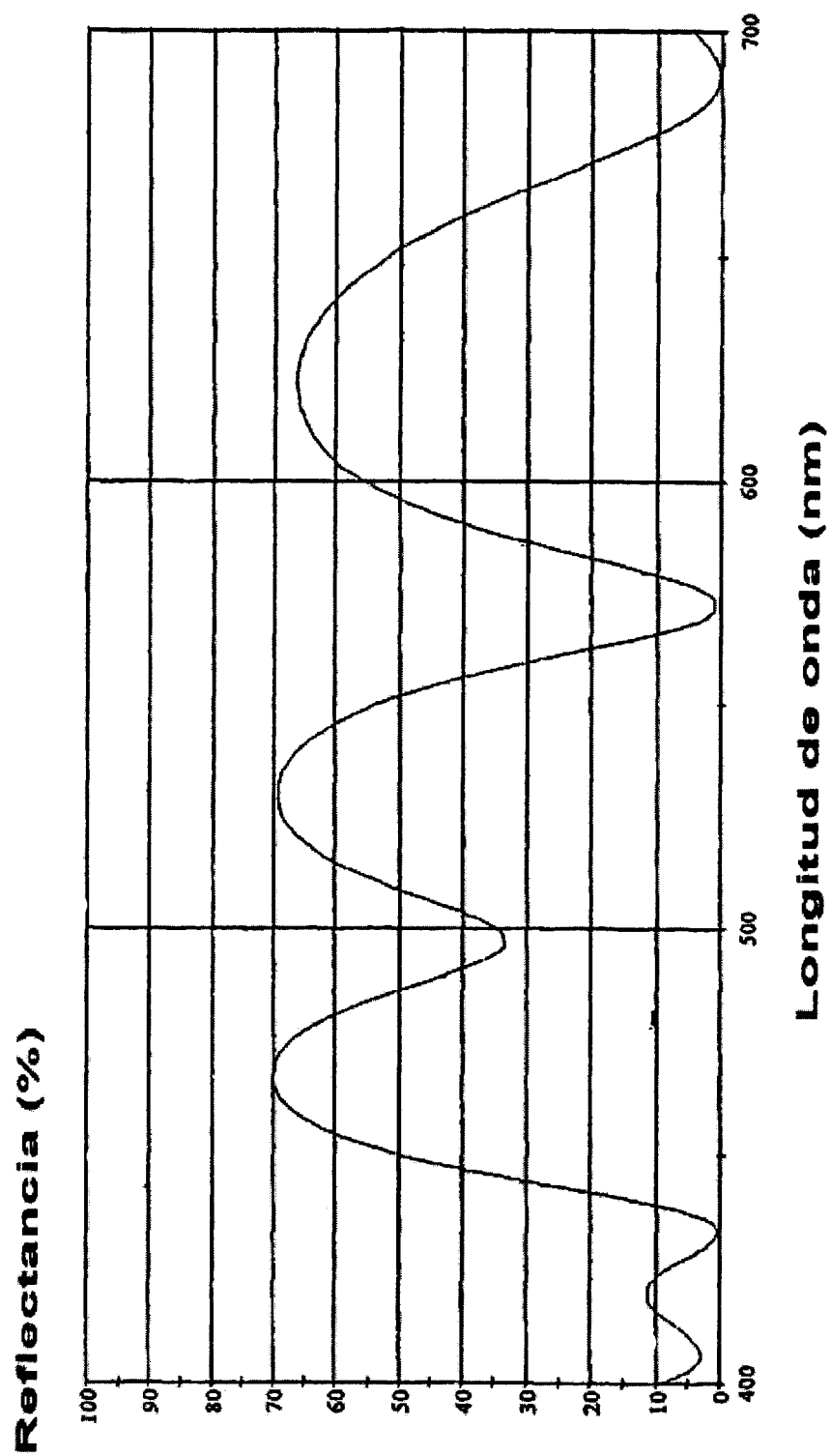


Fig. 3

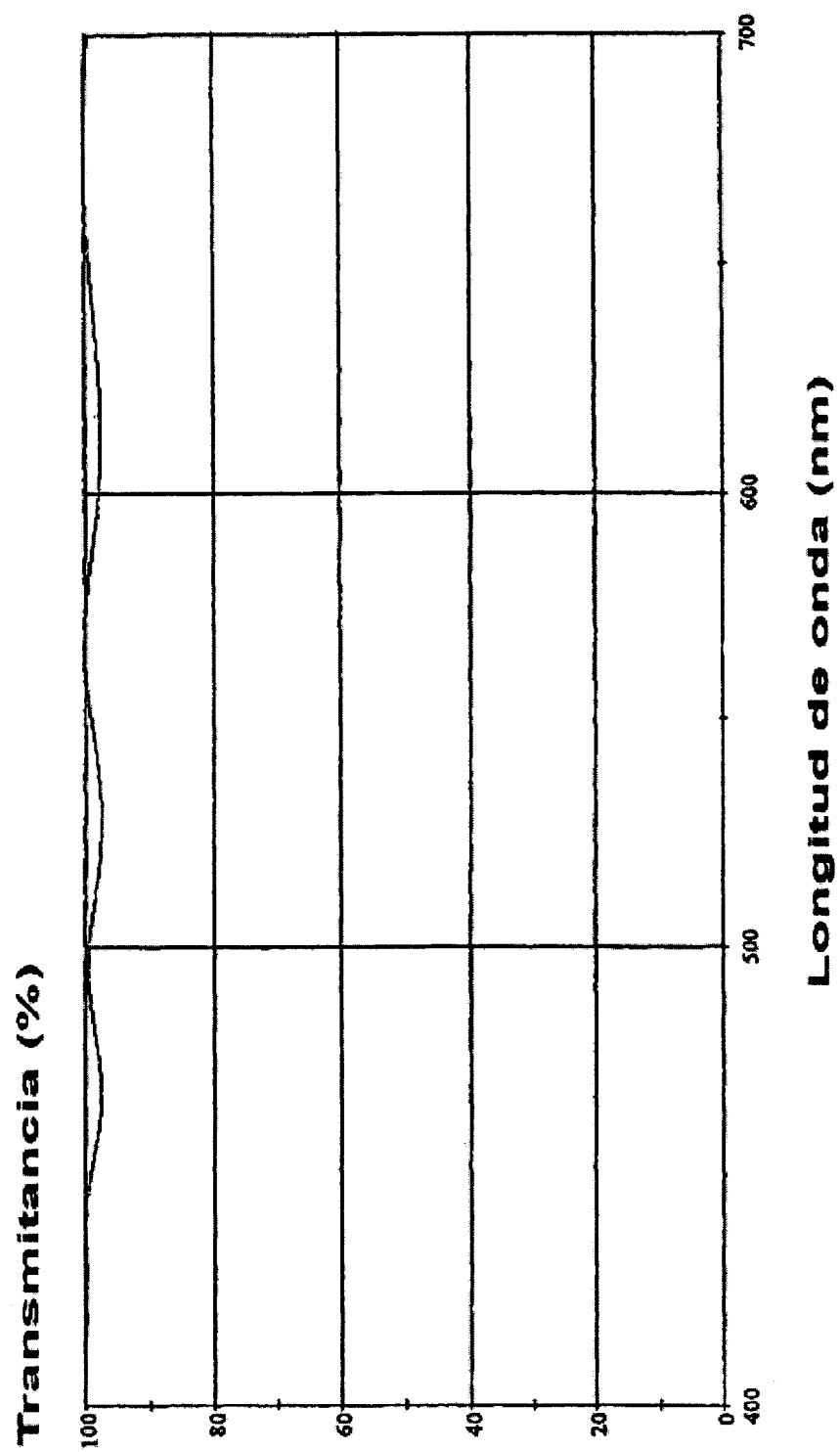


Fig. 4