

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 633 250**

51 Int. Cl.:

B32B 17/10 (2006.01)

C03C 17/34 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

G02B 1/11 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2014 PCT/FR2014/050427**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14131998**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2014 E 14710039 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017 EP 2961599**

54 Título: **Dispositivo de visualización para acristalamientos transparentes**

30 Prioridad:

01.03.2013 FR 1351825

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

20.09.2017

73 Titular/es:

SEKISUI CHEMICAL CO., LTD. (100.0%)

4-4, Nishitemma 2-chome Kita-ku

Osaka-shi, Osaka 530-8565, JP

72 Inventor/es:

JOSEPH, CAMILLE

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 633 250 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

Dispositivo de visualización para acristalamientos transparentes

5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de los sistemas de visualización proyectados en pantallas transparentes, especialmente los parabrisas de automóviles o los acristalamientos de edificios.

[0002] En particular, aunque no se limite a ello, la presente invención se refiere al campo de los sistemas de visualización de imágenes «de cabeza alta», llamados en tecnología HUD o Head Up Display. Tales sistemas de
10 visualización de imágenes son particularmente útiles en las cabinas de aviones, en trenes y en automóviles particulares (coches, camiones, etc.), así como en la publicación de información en paneles transparentes (escaparates comerciales, fachadas...). La invención se refiere en particular a los dispositivos de visualización sobre sustratos con función de acristalamiento que se caracterizan por la formación de una imagen real a partir de un proyector láser.

15 **[0003]** En tales sistemas, el acristalamiento está constituido generalmente por una estructura tipo sándwich, que posee al menos dos láminas de material resistente tales como láminas de vidrio. Las láminas de material resistente están unidas entre sí por una hoja intercalada termoconformable que posee o está constituida frecuentemente por butiral de polivinilo.

20 **[0004]** Estos sistemas de visualización de cabeza alta que permiten mostrar información proyectada en un acristalamiento, la cual se refleja hacia el conductor o el observador resultan conocidos. Estos sistemas permiten particularmente informar al conductor del vehículo sin que este aparte su vista del campo de visión delantero del vehículo, lo cual permite aumentar considerablemente la seguridad.

25 **[0005]** De acuerdo con el procedimiento original, se obtiene dicha imagen mediante la proyección de información en un parabrisas con una estructura laminada, es decir formada por dos hojas de vidrio y un intercalador de plástico. El conductor percibe una imagen virtual que se sitúa a cierta distancia detrás del parabrisas. Sin embargo, el conductor observa una imagen doble: una primera imagen reflejada por la superficie del parabrisas orientada hacia el interior del habitáculo y una segunda imagen por reflexión de la superficie exterior del parabrisas, estando ambas imágenes ligeramente desplazadas entre sí. Este desplazamiento puede alterar la visualización de la información. Para resolver este problema, podemos hacer referencia a la solución propuesta en la patente US 5,013,134 , en la cual se describe un sistema de visualización de cabeza alta que utiliza un parabrisas laminado formado por dos hojas de vidrio y un intercalador de butiral de polivinilo (PVB), en el que ambas caras exteriores no
30 son paralelas, sino en forma de cuña, de modo que la imagen proyectada por una fuente de visualización y reflejada por la cara del parabrisas orientada hacia el habitáculo esté prácticamente superpuesta a la misma imagen proveniente de la misma fuente reflejada por la cara del parabrisas orientada hacia el exterior. Para eliminar la imagen doble, convencionalmente se realiza un acristalamiento laminado en forma de cuña utilizando una hoja intercalada cuyo espesor disminuye del borde superior del acristalamiento al borde inferior. Sin embargo, es
40 necesario que el perfil de PVB sea muy regular y no presente variaciones de espesor, ya que estos se transmiten durante el ensamblaje en el parabrisas y provocan variaciones de ángulo locales. De acuerdo con dicho procedimiento, se intenta por tanto maximizar la reflexión luminosa en la superficie del cristal para obtener la intensidad máxima de la señal proyectada en la superficie del acristalamiento. La solicitud de patente EP 2 131 227 para este tipo de acristalamiento con el fin de eliminar el fenómeno de la imagen doble, muestra la colocación en
45 una de las caras del sustrato de vidrio del acristalamiento un revestimiento antirreflectante, con el fin de suprimir la reflexión en una de las caras y como resultado, el fenómeno de la doble imagen.

[0006] Alternativamente, se propone en la patente US 6,979,499 B2 enviar un haz incidente de longitud de onda apropiada en luminóforos directamente integrados al acristalamiento, capaces de responder a la excitación
50 mediante la emisión de una radiación luminosa al campo de luz visible. De este modo se forma directamente en el parabrisas una imagen real, en vez de virtual. Esta imagen es visible además para todos los pasajeros del vehículo. La patente US 6,979,499 B2 describe en particular un acristalamiento laminado con una hoja intercalada de tipo polivinil butiral (PVB), cuyas dos caras exteriores son paralelas y en el cual se incorpora una capa adicional de luminóforos. Los luminóforos son seleccionados en función de la longitud de onda de la radiación de excitación
55 incidente. Esta longitud de onda puede estar en el campo ultravioleta o de IR. Los luminóforos, bajo esta radiación incidente, reemiten una radiación en el campo visible. Esto se conoce como *down conversion* si la radiación incidente es la UV y *up conversion* si la radiación incidente es la IR. Dicha construcción permite, según este documento, obtener directamente sobre el parabrisas o el acristalamiento una imagen de cualquier objeto. Según esta publicación, materiales luminóforos son colocados en el conjunto de una superficie principal de una de las hojas

constituyentes del acristalamiento laminado (PVB o vidrio) en forma de capa continua con varios tipos de luminóforos. La imagen deseada se obtiene mediante la excitación selectiva de un área determinada de la capa de luminóforo. La ubicación de la imagen y su forma se obtienen mediante una fuente de excitación controlada y modulada por medios externos.

5

[0007] Los experimentos realizados por el solicitante han demostrado que dichos dispositivos HUD que incorporan luminóforos en el acristalamiento ensamblado se caracterizan por una luminancia demasiado baja bajo una fuente de excitación UV convencional. Para obtener una luminancia y por tanto suficiente visibilidad de la señal proyectada sobre el parabrisas, especialmente en condiciones de alta insolación, es necesario el uso de fuentes luminosas no convencionales, es decir haces de rayos concentrados de tipo láser o un diodo electroluminiscente.

10

[0008] Se pueden utilizar en particular fuentes excitadoras que generen una luz UV concentrada y dirigida, emitida por fuentes más específicas de tipo diodo láser. Por concentrado se entiende, en el sentido de la presente descripción, que el flujo de potencia en el acristalamiento del haz proveniente de la fuente generadora es superior a 120 mW.cm⁻² y con valor recomendable entre 200 mW.cm⁻² y 20 000 mW.cm⁻², o incluso entre 500 mW.cm⁻² y 10 000 mW.cm⁻².

15

[0009] La solicitud WO2010/139889 describe el uso de un material de tipo luminóforo de tipo hidroxitereftalato con alta luminancia proporcionada por una buena eficiencia cuántica bajo una excitación UV incidente y una buena durabilidad ante las pruebas de envejecimiento bajo excitación láser UV. La solicitud de patente WO2009/122094 describe la aplicación de una capa de un material conocido como antirreflectante para la radiación excitadora utilizada, con el objetivo de mejorar el contraste visual de un pictograma preimpreso en el acristalamiento, en condiciones de fuerte luminosidad exterior.

20

[0010] Sin embargo, el uso de dichas fuentes puede ser previsto solamente a potencias limitadas, con el fin de evitar los problemas relacionados con la peligrosidad del haz, en un primer momento en el exterior del vehículo. En particular, al trabajar con una longitud de onda próxima a 400 nm, se puede evitar el paso de la mayor parte de la radiación láser hacia el exterior, ya que con estas longitudes de onda el PVB absorbe fuertemente la radiación UV.

25

[0011] Sin embargo, la potencia de la radiación láser luminosa incidente resultó ser igualmente peligrosa para los pasajeros presentes en el habitáculo, en particular para el conductor del vehículo, debido a la reflexión que se produce en las superficies de vidrio del acristalamiento conformando el parabrisas. Dicha reflexión constituye un riesgo de lesión ocular y quemaduras para los ocupantes del vehículo. Esta reflexión, especialmente la reflexión especular, puede ser relativamente elevada (del orden de algunos por ciento), teniendo en cuenta, en particular, la curvatura y la inclinación de un parabrisas. Este peligro es especialmente considerable porque la fuente luminosa debe emitir una potente radiación inicial para que el conductor pueda percibir la información con suficiente contraste para ser leída rápidamente.

30

[0012] La presente invención se refiere a un dispositivo capaz de garantizar la seguridad de los pasajeros, en especial consonancia con la norma IEC 60825-1 (sobre la seguridad de las instalaciones con equipamiento láser), y capaz de disminuir finalmente la intensidad luminosa reflejada de la radiación incidente por el sustrato con función de acristalamiento, especialmente en un valor superior o igual a 10.

40

[0013] En particular, la empresa solicitante llegó a la conclusión de que dicha protección del sistema podría ser obtenida mediante la elección específica de un recubrimiento antirreflectante, en especial mediante la selección apropiada de los componentes y su disposición.

45

[0014] La consideración de estos parámetros según el procedimiento propuesto en la presente invención permite reducir considerablemente los problemas de seguridad relacionados con el uso de fuentes láser para la visualización de imágenes en un acristalamiento, en particular un parabrisas o un escaparaté acristalado.

50

[0015] Más específicamente, la presente invención se refiere a un dispositivo de visualización de una imagen real en un acristalamiento formando parte de un habitáculo o fachada; dicho dispositivo consta de:

55

- una fuente de radiación láser monocromática polarizada transversa magnética de longitud de onda comprendida entre 380 y 410 nm, en particular entre 395 y 410 nm, especialmente igual o próxima a 405 nm,
- dicho acristalamiento con al menos una porción conteniendo un luminóforo que absorbe dicha radiación para reemitir una luz en el campo visual y la visualización de la imagen,

dicha fuente de radiación (es decir, el haz de radiación cromática incidente) estando orientada hacia dicha porción de dicho acristalamiento y efectuando un barrido según un ángulo medio θ con respecto a la normal de dicho acristalamiento.

5 **[0016]** De acuerdo con la invención, el acristalamiento está provisto en su cara expuesta a dicha fuente de un recubrimiento antirreflectante compuesto por un apilamiento de dos capas que consta de:

- una primera capa cuyo índice de refracción óptica para la radiación monocromática incidente se sitúa entre 1,9 y 2,1 aproximadamente, y con valor recomendable entre 1,95 y 2,10 aproximadamente, en particular hecha de un material a base de óxido de zinc, óxido de estaño, nitruro de silicio, óxido mixto de zinc y estaño ($\text{Sn}_x\text{Zn}_y\text{O}$), óxido mixto de silicio y zirconio ($\text{Si}_x\text{Zr}_y\text{O}$); presentando esta primera capa un espesor E_{p1} ,
- 10 - una segunda capa cuyo índice de refracción óptica para la radiación monocromática incidente está comprendido entre 1,5 y 1,6, en especial sustancialmente igual a 1,54, hecha especialmente de un material a base de óxido de silicio, que puede contener además carbono y / o nitrógeno y / o aluminio; presentando esta
- 15 segunda capa un espesor E_{p2} .

Los respectivos espesores geométricos E_{p1} y E_{p2} de dichas capas son sustancialmente iguales a:

- para la primera capa:

20

$$E_{p1} = 26 + 0,07(\theta) - 0,007(\theta)^2 \quad (1)$$

- para la segunda capa:

25

$$E_{p2} = 83 - 0,1(\theta) + 0,01(\theta)^2 \quad (2).$$

[0017] En las fórmulas (1) y (2) anteriores, θ se da en grados ($^\circ$).

30 **[0018]** El acristalamiento, de acuerdo con la invención, presenta idealmente en su cara expuesta a la radiación incidente, un índice de refracción entre 1,5 y 1,6, en particular, sustancialmente igual a 1,54 para dicha radiación monocromática.

35 **[0019]** En el sentido de la presente invención, se entiende convencionalmente por «acristalamiento» al elemento de separación con al menos una lámina o panel de vidrio, así como cualquier sustrato transparente capaz de ser utilizado como reemplazo de dichos paneles de vidrio para asegurar la misma función, en particular las láminas plásticas sobre todo de tipo policarbonato. Un acristalamiento según la invención, especialmente para una aplicación HUD, puede consistir sobre todo en un acristalamiento laminado, constituido por dos sustratos u hojas de vidrio unidos por un intercalar plástico de tipo PVB, por ejemplo.

40 **[0020]** En el sentido de la presente invención, se entiende por ángulo medio θ la media de los ángulos formados por el haz incidente emitido por la fuente sobre toda la zona de barrido cubierta por la radiación láser en dicho acristalamiento, con respecto a la normal en cada punto de impacto, teniendo en cuenta su curvatura e inclinación.

45 **[0021]** En el sentido de la presente invención, se entiende por «sustancialmente iguales» que los espesores de dichas capas son iguales o casi iguales a los valores exactos obtenidos mediante la aplicación de las dos fórmulas anteriores, es decir comprendidos en un rango de entre más o menos 5 nanómetros alrededor de dicho valor exacto resultante de las fórmulas (1) y (2), y como valor recomendable entre más o menos 4 nanómetros, o de forma óptima en un rango de entre más o menos 3 nanómetros alrededor de dicho valor exacto.

50

[0022] En el sentido de la presente invención, se entiende por las expresiones «material a base de» o «a base de» que la capa está compuesta principalmente de dicho material (es decir, por ejemplo, de al menos el 80% del peso de dicho material, e incluso de al menos el 90% de dicho material). No obstante, también puede incluir otros materiales o compuestos, aunque en una cantidad limitada de forma tal que su índice de refracción no se vea

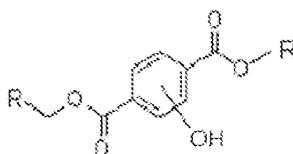
55 afectado de manera significativa por su presencia o en cualquier caso permanece en los rangos citados anteriormente. Por ejemplo, las capas de nitruro u óxido de silicio según la invención pueden contener una parte

sustancial de aluminio, incorporado de forma conocida en el objetivo de silicio utilizado inicialmente para la obtención de dicha capa mediante las técnicas de pulverización catódica (el objetivo se sitúa en general en el orden del 8% en peso de aluminio).

5 **[0023]** Según ciertos modos de realización ventajosos del presente procedimiento que, si es necesario, pueden combinarse perfectamente entre sí:

- La fuente genera una radiación láser igual a 405 nm.
- La fuente posee al menos un diodo láser.
- 10 - Dicho acristalamiento es un acristalamiento laminado de tipo parabrisas para automóviles o acristalamiento para edificios, incluyendo un ensamblaje de al menos dos láminas transparentes de vidrio inorgánico o de una materia orgánica resistente, unidas entre sí por un intercalar de materia termoconformable o por hojas multicapas que incorporan dicho intercalar, en donde dicho material luminóforo es integrado, permitiendo la llamada visualización.
- Dicha fuente de radiación está orientada hacia dicho acristalamiento según un ángulo medio θ de entre 0° y 50° ,
- 15 por ejemplo, entre 10° y 40° , con respecto a la normal de dicho acristalamiento en el punto de impacto.
- El material termoconformable que constituye dicho intercalar es seleccionado del grupo de los PVB, de los PVC plastificados, del poliuretano PU o de los etilvinilacetatos EVA.
- La primera capa está hecha a base de nitruro de silicio.
- La primera capa está hecha a base de un óxido mixto de estaño y zinc, cuya relación Sn/Zn se sitúa
- 20 especialmente en intervalos de 50/50 y 85/50, con valor recomendable entre 55/45 y 75/25.

Dicho luminóforo es un hidroxialquilotereftalato $R-OOC-\phi(OH)_x-COOR$, de fórmula desarrollada:



25

en la que ϕ designa un anillo de benceno sustituido por al menos un grupo hidroxilo (OH), R es una cadena hidrocarbonada incluyendo de 1 a 10 átomos y x es igual a 1 ó 2 particularmente el dietil-2,5-dihidroxitereftalato.

30 **[0024]** La presente invención se refiere también a un habitáculo de vehículo automóvil con un dispositivo de visualización tal como se ha descrito anteriormente, en particular un dispositivo de visualización de cabeza alta (HUD) que posee un acristalamiento laminado y una fuente que emite un haz de radiación concentrada y direccional de tipo láser dirigido hacia la zona de dicho acristalamiento en donde se encuentra dicho luminóforo.

35 **[0025]** Finalmente, la presente invención se refiere a un método de aplicación de un dispositivo de visualización de una imagen real en un acristalamiento presente en un habitáculo o fachada, provisto de una fuente de radiación láser monocromática polarizada transversa magnética entre 395 y 410 nm, orientada hacia dicha o dichas porciones, y dicho acristalamiento con al menos una de sus partes que incluya un luminóforo que absorbe dicha radiación para reemitir una luz dentro del campo visual y la visualización de la imagen. Dicha fuente de radiación está orientada hacia dicho acristalamiento y le aplica un barrido según un ángulo medio θ con respecto a la

40 normal de dicho acristalamiento, en el cual se aplica sobre la cara expuesta del acristalamiento un recubrimiento antirreflectante constituido por un apilamiento de dos capas que tiene, a partir del sustrato con función de acristalamiento, en particular, un índice de refracción óptica de entre 1,5 y 1,6, en especial sustancialmente igual a 1,54 para la radiación monocromática:

- 45 - una primera capa hecha de un material a base de óxido de zinc, óxido de estaño, nitruro de silicio, óxido de zinc y estaño, óxido de silicio y zirconio en particular, cuyo índice de refracción óptica para la radiación monocromática incidente está comprendido entre alrededor de 1,9 y 2,1, y valor recomendable entre 1,95 y 2,10; presentando esta primera capa un espesor E_{p1} ,
- una segunda capa hecha de un material a base de óxido de silicio, que puede contener además carbono y / o
- 50 nitrógeno y / o aluminio, en particular con un índice de refracción óptica, para la radiación monocromática incidente, de entre 1,5 y 1,6, en especial sustancialmente igual a 1,54; presentando esta segunda capa un espesor E_{p2} .

[0026] Según dicho procedimiento, los respectivos espesores geométricos E_{p1} y E_{p2} de dichas capas son sustancialmente iguales a:

- para la primera capa:

$$E_{p1} = 26 + 0,07(\theta) - 0,007 (\theta)^2 \quad (1)$$

5

- para la segunda capa:

$$E_{p2} = 83 - 0,1(\theta) + 0,01 (\theta)^2 \quad (2)$$

10 **[0027]** La invención y sus ventajas se comprenderán mejor tras la lectura siguiente del modo de realización de la invención, en relación con la figura 1 adjunta.

[0028] En esta figura 1 se muestra esquemáticamente un parabrisas y un dispositivo colocado en el habitáculo de un vehículo automóvil (no representado):

15

El parabrisas 1 está compuesto de dos láminas 1 y 2 generalmente de vidrio, pero que podrían también estar compuestas de hojas de plástico resistente de tipo policarbonato. Entre las dos láminas está presente una capa intermedia de plástico 3, como PVB (butiral de polivinilo), PVC plastificado, PU, EVA o incluso una lámina termoplástica multicapa con, por ejemplo, PET (tereftalato de polietileno), cuya sucesión de capas es, por ejemplo, PVB/PET/PVB.

20

[0029] En al menos una parte de la cara interna de la lámina termoplástica intercalar 3 se colocaron antes de la laminación, es decir antes del ensamblaje de las diferentes láminas, partículas de luminóforo orgánico del tipo tereftalato, de acuerdo con la invención.

25

[0030] Las partículas de luminóforo presentan una repartición de tamaño predominantemente entre 1 y 100 micras. Por predominantemente se entiende que más del 90% de las partículas que componen el polvo comercial tienen un diámetro comprendido entre 1 y 100 micras. Preferiblemente, las partículas de luminóforo de tipo tereftalato reciben un tratamiento previo que facilita su impregnación en la lámina termoplástica de PUB. En particular, las partículas son revestidas previamente en un aglutinante a base de PVB.

30

[0031] Una fuente láser 4 que emite una radiación luminosa de excitación es utilizada para enviar una radiación concentrada incidente 7 polarizada transversa magnética de longitud de onda igual a 405 nm hacia una porción 10 del parabrisas en la que se genera la imagen real. La fuente o proyector láser comprende, por ejemplo, un polarizador para polarizar el haz incidente, de forma tal que su campo electromagnético sea transversa magnético. En el sentido de la presente invención, se entiende por transversa magnético una relación de polarizaciones TM:TE de al menos 100:10, con valor recomendable de al menos 100:1 (TM: transversa magnético; TE: transversa eléctrico).

35

[0032] Al menos esta porción 10 del acristalamiento incluye un luminóforo adaptado. El luminóforo es ventajosamente del tipo hidrotereftalato tal como se describe en la solicitud WO2010/139889, por ejemplo, solvatado en forma molecular en la lámina termoplástica intercalar 3. El luminóforo presenta un alto coeficiente de absorción de radiación incidente. Reemite seguidamente una radiación en el campo visual, es decir una radiación de cerca de 450 nm con una eficacia superior al 80%.

40

[0033] La radiación visible emitida por el luminóforo es entonces directamente observable por el ojo 5 del conductor, que visualiza así el objeto en el parabrisas sin tener que quitar la vista de la vía. De esta forma, una imagen puede materializarse directamente en un parabrisas laminado sin tener que adaptar la estructura de este, por ejemplo, el espesor de la lámina intercalar, lo que permite una fabricación económica de los sistemas HUD.

45

[0034] Según la invención, la fuente utilizada para generar la radiación concentrada es preferiblemente una fuente UV láser. Podría ser, por ejemplo, aunque no estrictamente, láser de estado sólido, diodo láser de semiconductores, láser de gas, láser de tinción, láser de excímeros. En general, en el sentido de la presente invención, cualquier fuente capaz de generar un flujo concentrado y dirigido de una radiación UV puede ser utilizada como fuente de excitación según la invención. Alternativamente, las fuentes de luz incoherente tales como diodos electroluminiscentes pueden ser igualmente utilizadas, preferiblemente potentes y en el campo UV cercano.

50

55

[0035] Según un posible procedimiento, puede ser utilizado un proyector DLP para modular la onda excitadora de acuerdo con el modo descrito en la solicitud US 2005/231652, párrafo [0021]. También es posible según la invención utilizar como fuente de excitación UV un dispositivo como el descrito en la solicitud US2004/0232826, particularmente tal como se describe en relación con la figura 3.

5

[0036] El uso de tales sistemas permite iluminar porciones específicas del acristalamiento mediante radiación láser para proyectar cualquier información útil para el conductor durante la conducción, sobre todo para su seguridad e incluso para su orientación.

El procedimiento anterior no resulta evidentemente exclusivo de la presente invención, en virtud de los aspectos anteriormente descritos.

10

[0037] Según la invención, la iluminación de la zona considerada puede obtenerse por medio de un dispositivo que funciona mediante el barrido rápido de dicha zona por la fuente o por la activación simultánea de píxeles en dicha zona a través de una pluralidad de espejos sometidos a dicha fuente.

15

[0038] En particular, de acuerdo con un primer modo, se utilizará un proyector a base de micro-espejos MEMS con una fuente láser. Según otro modo, se utilizarán proyectores a base de matrices DLP, LCD o LCOS con una fuente láser o LED. Alternativamente, es posible de acuerdo con la invención, utilizar un proyector a base de espejos montados en galvanómetros que reflejen una fuente láser.

20

[0039] Para garantizar la seguridad en el habitáculo durante el funcionamiento del dispositivo, la principal dificultad radica en la parte reflejada de la radiación sobre la superficie del parabrisas que puede ser, en una primera aproximación, relativamente alta y dirigida a los ojos de los pasajeros, teniendo en cuenta en particular la inclinación y curvatura del parabrisas laminado en la zona iluminada por el haz incidente.

25

[0040] Según la invención, un recubrimiento antirreflectante 8 específico del tipo descrito anteriormente es aplicado en la superficie interna del acristalamiento laminado, o sea en la cara del acristalamiento orientada hacia el habitáculo del vehículo. El recubrimiento AR es aplicado al menos sobre el área del acristalamiento junto a la porción 10 del parabrisas que contiene el material luminóforo.

30

[0041] Los siguientes ejemplos, de acuerdo con el procedimiento que se acaba de describir para diferentes tipos de recubrimientos antirreflectantes, muestran las ventajas obtenidas por la aplicación de la presente invención, con el objetivo de minimizar los riesgos anteriormente descritos para los pasajeros del vehículo, mediante una disminución significativa de la reflexión del haz proveniente de la fuente en la superficie del parabrisas, en particular en un ángulo de incidencia entre 0° y 50°.

35

EJEMPLOS:

[0042] En los siguientes ejemplos, se reproduce el procedimiento descrito anteriormente con referencia a la figura 1 en el que el parabrisas laminado 1 conteniendo el luminóforo es iluminado por la fuente o proyector 4 de la radiación láser a 405 nm polarizada transversa magnética que ilumina una porción 10 del acristalamiento.

40

El acristalamiento utilizado es un parabrisas que contiene:

- 45 - una primera lámina externa compuesta por un vidrio tintado cuyo color es ligeramente cristalino,
- una segunda lámina interna compuesta por un vidrio comercializado bajo la referencia Planilux® por la empresa solicitante,
- un intercalar de butiral de polivinilo fundido entre las dos láminas y asegurando la conexión entre las dos láminas de vidrio.

50

[0043] En el intercalar de PVB se coloca antes del ensamblaje de la estructura laminada, un material luminóforo de tipo hidroxitereftalato (dietil-2,5-dihidroxitereftalato), de acuerdo con el procedimiento mostrado en la solicitud WO 2010/139889. El luminóforo se coloca en el intercalar correspondiente a una porción rectangular del acristalamiento de tamaño 20 x 10 cm con una concentración del orden de los $5 \cdot 10^{-4}$ g/cm².

55

[0044] En la parte del acristalamiento orientada hacia el interior del habitáculo, se colocan diferentes recubrimientos antirreflectantes tal como se indica en la siguiente descripción. Se utiliza un acristalamiento desprovisto de cualquier capa antirreflectante en su superficie interna como referencia para medir la eficacia de la protección.

Ejemplo de referencia:

5 **[0045]** En este acristalamiento de referencia no se aplica ningún recubrimiento antirreflectante en el acristalamiento, tal como se describe anteriormente, incluyendo las dos láminas de vidrio con su intercalar. La radiación láser de 405 nm se dirige hacia la porción del acristalamiento que concentra los luminóforos para la absorción y conversión de la mayor parte de una radiación láser de 405 nm.

10 La cara del acristalamiento expuesta a esta radiación láser está compuesta de vidrio cuyo índice de refracción es de 1,54 a 405 nm. El coeficiente de reflexión es de alrededor del 4,5% a 405 nm.

Los ejemplos siguientes son diferentes del ejemplo de referencia en tanto los diferentes tipos de recubrimientos antirreflectantes son colocados en la cara interna de la lámina de vidrio claro Planilux®. Se determina de la forma indicada anteriormente el nivel de riesgo R en función de la potencia inicial aplicada a la fuente láser.

15

Ejemplo 1:

[0046] En este primer acristalamiento, de acuerdo con la invención, el apilamiento antirreflectante colocado consta de dos capas, de las cuales:

20

- una primera capa colocada directamente en la superficie interior de vidrio y compuesta de nitruro de silicio (SiN) conteniendo una pequeña proporción de aluminio, con un índice de refracción de aproximadamente 2,0 para una radiación incidente de longitud de onda igual a 405 nm. El espesor de esta capa es de 24 nm aproximadamente.

25 - una segunda capa colocada en la capa de nitruro de silicio y compuesta de óxido de silicio (SiO) conteniendo una pequeña proporción de aluminio, con un índice de 1,5 a 405 nm aproximadamente. El espesor de esta capa es de 87 nm aproximadamente.

[0047] Las dos capas son colocadas antes de la formación del acristalamiento laminado en la cara adecuada de la lámina de vidrio *planilux* según las técnicas habituales y bien conocidas de deposición por magnetron mediante pulverización catódica de las dos capas respectivamente a partir:

30

- de un objetivo de silicio que contiene un 8% en peso de aluminio en una atmósfera de nitrógeno para la capa de nitruro de silicio y

35 - de un objetivo de silicio que contiene un 8% en peso de aluminio en una atmósfera que contiene oxígeno para la capa de óxido de silicio.

Ejemplo 2:

[0048] En este segundo acristalamiento, de acuerdo con la invención, el apilamiento antirreflectante colocado consta de dos capas compuestas de los mismos materiales y colocadas de acuerdo con el mismo procedimiento anterior, pero con espesores diferentes y en particular:

40

- una primera capa colocada directamente en la superficie interior de vidrio y compuesta de nitruro de silicio, conteniendo una pequeña proporción de aluminio. El espesor de esta capa es de 12 nm.

45 - una segunda capa colocada en la capa de nitruro de silicio y compuesta de óxido de silicio conteniendo una pequeña proporción de aluminio. El espesor de esta capa es de 99 nm.

Exemple 3:

50 **[0049]** En este tercer acristalamiento, de acuerdo con la invención, el apilamiento antirreflectante colocado consta de dos capas compuestas de los mismos materiales y colocadas de acuerdo con el mismo procedimiento anterior, pero con espesores diferentes con:

50

- una primera capa colocada directamente en la superficie y compuesta de nitruro de silicio conteniendo una pequeña proporción de aluminio. El espesor de esta capa es de 28 nm,

55 - una segunda capa colocada en la capa de nitruro de silicio y compuesta de óxido de silicio conteniendo una pequeña proporción de aluminio. El espesor de esta capa es de 83 nm.

[0050] Los acristalamientos obtenidos según los ejemplos anteriores son seguidamente sometidos a una

radiación láser dirigida hacia la zona del luminóforo.

[0051] El proyector utilizado para la iluminación del acristalamiento está compuesto por un diodo láser que emite un haz concentrado monocromático de 405 nm polarizado transversamente magnético. La abertura angular de la fuente es del orden de los 5°. El diodo presenta una alimentación ajustable de forma tal que la potencia del haz generado pueda ser modulada.

[0052] El haz se dirige hacia la porción rectangular del acristalamiento que posee el luminóforo, de modo que interactúe con el recubrimiento antirreflectante antes de atravesar el vidrio claro que constituye la primera lámina.

[0053] De acuerdo con un primer dispositivo, el ángulo de incidencia medio θ_1 del haz sobre el parabrisas es fijo e igual a 25°, teniendo en cuenta la curvatura e inclinación de este.

[0054] De acuerdo con un segundo dispositivo, el ángulo de incidencia medio θ_2 del haz sobre el parabrisas es fijo e igual a 45°.

[0055] De acuerdo con un tercer dispositivo, el ángulo de incidencia medio θ_3 del haz sobre el parabrisas es fijo e igual a 0°, o sea que el haz incidente coincide con la normal del acristalamiento en el punto de impacto de este.

[0056] Se determina la peligrosidad de la instalación HUD mediante un parámetro o factor de riesgo R, de acuerdo con el procedimiento siguiente:

La intensidad de la fuente se incrementa hasta la obtención de una luminancia de la imagen real formada por el parabrisas superior a las 3000 Candelas/ m² (luminancia inicialmente considerada como suficiente para la obtención de una imagen visible para el conductor independientemente de las condiciones de luz). Se determina seguidamente la peligrosidad del haz reflejado por la superficie del haz de acuerdo con los principios descritos en la norma IEC 60825-1 sobre la seguridad de las instalaciones con equipamiento láser. Se determina un factor de riesgo R según la ecuación $R=E/EMP$ en donde E es la exposición al láser percibida por el sujeto y EMP la exposición máxima admisible en las condiciones particulares de uso de un dispositivo láser determinado.

Según la norma, un valor R igual a 1 es el límite aceptable de peligrosidad de la instalación. Sin embargo, resulta evidente que los valores de R más bajos posibles, en particular preferiblemente inferiores a 0,1 constituyen el objetivo de la presente invención, para garantizar una protección óptima en el tiempo e incluso previendo una mayor severidad de dicha norma en los próximos años, teniendo en cuenta la peligrosidad de tales fuentes luminosas.

Por ejemplo, un proyector láser que funciona en modo vectorial con una velocidad de barrido de 900 rad/s, equipado con un diodo láser de una potencia óptica de 500mW a 405 nm generando un punto de 1 mm de diámetro, colocado a 1 m del parabrisas, dibujando un contorno de 25 cm de largo, permite alcanzar una luminosidad de 3225 cd/ m². En estas condiciones, la exposición máxima permitida de acuerdo con la norma IEC 60825-1 es de $EMP = 3,63 \cdot 10^{-4} \text{ J/m}^2$.

Para una exposición calculada igual a $E = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$ para el ejemplo de referencia, el factor de riesgo láser calculado es de $R = 9,8$.

Para llevar el factor de riesgo láser a un valor R inferior a 1 en el caso de referencia, se hace por lo tanto necesario disminuir la potencia de la fuente láser a 50 mW, lo cual tiene el efecto de disminuir considerablemente la luminancia hasta un valor aceptable de 323 cd/m².

Los resultados obtenidos en todas las configuraciones probadas están recogidos en la tabla 1 a continuación, para la obtención de una luminancia del orden de los 3000 Cd/ m²:

Tabla 1

Acristalamiento del ejemplo	Apilamiento en el acristalamiento (desde la superficie)	Ángulo de incidencia de la radiación incidente	Espesor calculado según las fórmulas (1) y (2)	Factor de riesgo
referencia	Nulo	0	-	9,8

		25	-	9,8
		45	-	9,8
1	24nm SiN 87nm siO	0	28 83	0,4
		25	24,25 86,75	<0,1
		45	12,25 98,75	1
2	12nm SiN 99nm SiO	0	28 83	3,3
		25	24,25 86,75	1,5
		45	12,25 98,75	<0,1
3	28nm SiN 83nm SiO	0	28 83	<0,1
		25	24,25 86,75	0,3
		45	12,25 98,75	1,6

[0061] Los datos expuestos en la tabla 1 muestran que la proyección de una radiación incidente de tipo láser en los acristalamientos según los ejemplos 1 a 3 presentan un factor de riesgo aceptable si los espesores de las dos capas que forman el recubrimiento antirreflectante para dicha radiación son seleccionados y calibrados según la invención en función del ángulo de incidencia de dicha radiación y mediante la aplicación de las relaciones (1) y (2) anteriores. En particular, los resultados publicados en la tabla 1 muestran que el espesor respectivo de las dos capas debe configurarse en función del ángulo de incidencia del haz incidente sobre el parabrisas, para limitar el factor de riesgo R, es decir asegurando la seguridad de los pasajeros frente a la reflexión de la radiación incidente en la superficie del vidrio.

10

[0062] Para tal efecto, el acristalamiento según el ejemplo 1 se adapta a un ángulo medio de incidencia θ del haz sobre el parabrisas del orden de los 25°, mientras que el acristalamiento según el ejemplo 2 se adapta a un ángulo medio de incidencia θ_2 del haz sobre el parabrisas del orden de los 45°. El acristalamiento según el ejemplo 3 se adapta a un ángulo medio de incidencia nulo del haz sobre el parabrisas (o sea que la normal del acristalamiento en el punto de impacto coincide con la dirección del haz incidente).

15

[0063] En particular, se ve en los resultados presentados en la tabla anterior que un factor de riesgo muy bajo, en particular inferior a 0,1 puede ser obtenido mediante la aplicación de la presente invención para una luminancia de la señal del orden de los 300 Cd/m². En determinados casos de muy fuerte iluminación del parabrisas, se puede aumentar significativamente la luminancia de la señal para mejorar la visibilidad de la información por parte del conductor o usuario, sin por ello exceder el factor de riesgo R=1 definido en la norma IEC 60825-1.

20

[0064] Dichas características permiten el uso seguro de fuentes de radiación altamente concentradas de tipo láser, en una aplicación de tipo HUD para vehículo (automóvil, avión, trenes...) o para la visualización de información en escaparates acristalados.

25

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de visualización de una imagen real en un acristalamiento formando parte de un habitáculo o fachada; dicho dispositivo consta de:

5

- una fuente de radiación láser monocromática polarizada transversa magnética de longitud de onda comprendida entre 380 y 410 nm, en particular entre 395 y 410 nm,
- dicho acristalamiento con al menos una porción conteniendo un luminóforo que absorbe dicha radiación para reemitir una luz en el campo visual y la visualización de la imagen,

10

dicha fuente de radiación está orientada hacia una porción de dicho acristalamiento y le aplica un barrido según un ángulo medio θ respecto a la normal de dicho acristalamiento, en el cual dicho acristalamiento está provisto en su cara expuesta a dicha fuente de un recubrimiento antirreflectante compuesto por un apilamiento de dos capas, a partir del sustrato con función de acristalamiento, que consta de:

15

- una primera capa hecha de un material a base de óxido de zinc, óxido de estaño, nitruro de silicio, óxido de zinc y estaño, óxido de silicio y zirconio; presentando esta primera capa un espesor E_{p1} ,
- una segunda capa hecha de un material a base de óxido de silicio, que puede contener además carbono y / o nitrógeno y / o aluminio, presentando esta segunda capa un espesor E_{p2} ,

20

y los respectivos espesores geométricos E_{p1} y E_{p2} de dichas capas son sustancialmente iguales a:

- para la primera capa:

25

$$E_{p1} = 26 + 0,07(\theta) - 0,007 (\theta)^2 \quad (1)$$

- para la segunda capa:

30

$$E_{p2} = 83 - 0,1(\theta) + 0,01(\theta)^2 \quad (2).$$

2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que el acristalamiento tiene en su cara expuesta a la radiación incidente, un índice de refracción entre 1,5 y 1,6 para dicha radiación monocromática.

35

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores en el que, para dicha radiación monocromática, el material de la primera capa del apilamiento presenta un índice de refracción óptica de entre 1,9 y 2,1 aproximadamente, y valor recomendable entre 1,95 y 2,10 y en el que el material de la segunda capa del apilamiento presenta un índice de refracción óptica de entre 1,5 y 1,6 aproximadamente, en particular sustancialmente igual a 1,54.

40

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente genera una radiación sustancialmente igual a 405 nm.

45

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente comprende al menos un diodo láser.

50

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el acristalamiento laminado constituido por el ensamblaje de dos láminas de vidrio pegadas entre sí por un intercalador plástico como el butiral de polivinilo (PVB), dicho luminóforo estando integrado en dicho intercalador.

55

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material que constituye la primera capa está formado a base de óxido de zinc, óxido de estaño, nitruro de silicio, o de un óxido de zinc y estaño.

55

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera capa está hecha a base de nitruro de silicio y la segunda capa a base de óxido de silicio.

9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la primera capa está hecha a base de un óxido de zinc y estaño y la segunda capa a base de óxido de silicio.

10. Dispositivo según la reivindicación anterior, en el que el material que constituye la primera capa es un óxido mixto de zinc y silicio cuya relación Sn/Zn está comprendida entre 50/50 y 85/15, con valor recomendable entre 55/45 y 75/25.

11. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el ángulo medio θ está comprendido entre 0° y 50° .

10

12. Habitación por ejemplo de vehículo automóvil, de avión o de tren que comprende un dispositivo de visualización o un acristalamiento como se describe en una de las reivindicaciones anteriores.

13. Procedimiento de aplicación de un dispositivo de visualización de una imagen real en un acristalamiento formando parte de un habitáculo o fachada que consta de:

- una fuente de radiación láser monocromática polarizada transversa magnética comprendida entre 380 y 410 nm, en particular entre 395 y 410 nm, orientada hacia la o las porciones,
- dicho acristalamiento con al menos una porción conteniendo un luminóforo que absorbe dicha radiación para reemitir una luz en el campo visual y la visualización de la imagen,
- dicha fuente de radiación está orientada hacia dicho acristalamiento y le aplica un barrido según un ángulo medio θ respecto a la normal de dicho acristalamiento,

en el cual se aplica en la cara del acristalamiento expuesta a dicha fuente un recubrimiento antirreflectante compuesto por un apilamiento de dos capas, a partir del sustrato con función de acristalamiento, en particular, con un índice de refracción óptica comprendido entre 1,5 y 1,6, sustancialmente igual a 1,54, para la radiación monocromática:

- una primera capa hecha de un material a base de óxido de zinc, óxido de estaño, nitruro de silicio, un óxido de zinc y estaño, un óxido de silicio y zirconio en particular, cuyo índice de refracción óptica para la radiación monocromática incidente está comprendido entre 1,9 y 2,1 aproximadamente, y valor recomendable entre 1,95 y 2,10; presentando esta primera capa un espesor E_{p1} ,

- una segunda capa hecha de un material a base de un óxido de silicio, que puede contener además carbono y / o nitrógeno y / o aluminio, en particular con un índice de refracción óptica, para la radiación monocromática incidente, de entre 1,5 y 1,6, en especial sustancialmente igual a 1,54; presentando esta segunda capa un espesor E_{p2} ,

y donde los respectivos espesores geométricos E_{p1} y E_{p2} de dichas capas son sustancialmente iguales a:

- para la primera capa:

40

$$E_{p1} = 26 + 0,07(\theta) - 0,007(\theta)^2 \quad (1)$$

- para la segunda capa:

45

$$E_{p2} = 83 - 0,1(\theta) + 0,01(\theta)^2 \quad (2)$$

FIGURA 1

