

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 539**

51 Int. Cl.:

G02B 1/04 (2006.01)

G02B 1/11 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2011** **E 11771116 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.12.2015** **EP 2766749**

54 Título: **Artículo óptico que comprende un revestimiento anti-vaho temporal basado en surfactantes de sorbitano**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2016

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE
GÉNÉRALE D'OPTIQUE) (100.0%)
147, rue de Paris
94220 Charenton-le-Pont, FR**

72 Inventor/es:

**CRETIER, ANNETTE y
SAINT-LU, CHARLOTTE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 564 539 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

Artículo óptico que comprende un revestimiento anti-vaho temporal basado en surfactantes de sorbitano

5 El presente invento se refiere a un artículo óptico provisto con un revestimiento anti-vaho temporal, preferiblemente una lente de gafas, que comprende un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho, en el que el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho está además revestido con una película de surfactante o tensioactivo que comprende moléculas de surfactante específicas de sorbitano natural, que hacen posible saber si el efecto anti-vaho será aún de larga duración.

10 Un número de soportes muy grande, tales como materiales plásticos y vidrio, sufren como inconveniente el hecho de resultar cubiertos con vaho cuando su temperatura superficial disminuye por debajo del punto de rocío del aire ambiente. Este es especialmente el caso con el vidrio mineral u orgánico que es utilizado para fabricar el acristalamiento para vehículos de transporte o edificios, lentes, especialmente para gafas, espejos y similares. El vaho o empañamiento que se desarrolla sobre estas superficies conduce a una disminución de la transparencia, debido a la difusión de la luz a través de las gotas de agua, lo que puede provocar una alteración de la visión.

15 Para impedir cualquier formación de vaho en ambientes muy húmedos, es decir la condensación de gotitas de agua muy pequeñas sobre un soporte, se ha sugerido aplicar revestimientos hidrófilos sobre la superficie exterior de tal soporte, con un ángulo de contacto estático bajo con el agua, preferiblemente menor de 10°, más preferiblemente menor de 5°. Tales revestimientos anti-vaho permanentes actúan como esponjas hacia el vaho y permiten que las gotitas de agua se adhieran a la superficie del soporte formando una película muy delgada que da una impresión de transparencia. Estos revestimientos están hechos generalmente de especies muy hidrófilas tales como sulfonatos o poliuretanos.

20 Los productos disponibles comercialmente comprenden varias capas hidrófilas de un micrón de grosor.

Como regla, cuando el grosor de los revestimientos es elevado (varios micrones), estos revestimientos, como consecuencia de la absorción de agua, se hinchan, se ablandan y resultan mecánicamente menos resistentes.

25 Como se ha utilizado aquí, un revestimiento anti-vaho permanente quiere decir un revestimiento con propiedades hidrófilas resultante de compuestos hidrófilos permanente unidos a otro revestimiento o soporte y que tiene propiedades anti-vaho.

30 La solicitud EP 1324078 describe una lente revestida con un revestimiento resistente a la abrasión y un revestimiento antirreflectante multicapa que comprende capas con índices de refracción alto y bajo alternativos entre sí, entre las que la capa exterior es una capa de índice de refracción bajo (1,42 - 1,48) de desde 5 a 100 nm de grosor que forma un revestimiento anti-vaho consistente en una capa híbrida con un ángulo de contacto estático con agua de menor de 10°, obtenido a través de evaporación simultánea bajo vacío de un compuesto orgánico y sílice o de sílice y alúmina.

35 Dicho compuesto orgánico comprende un grupo hidrófilo y un grupo reactivo, por ejemplo un grupo trialcóxilisilo, y tiene preferiblemente un peso molecular que oscila desde 150 a 1500 g/mol. Algunos compuestos preferidos poseen una estructura central de poliéter, especialmente un polioxietileno y un grupo reactivo en cada extremo de la molécula. Compuestos preferidos incluyen éter de polietilén glicol glicídilo, monoacrilato de polietilén glicol y N-(3-trimetoxisililpropil)gluconamida.

El revestimiento anti-vaho por ello viene como una capa a base de sílice (o una capa a base de sílice + alúmina) que incorpora un compuesto orgánico hidrófilo. Sin embargo, su carácter anti-vaho cambia a lo largo del tiempo, y puede observarse un deterioro progresivo de las propiedades anti-vaho.

40 Las patentes norteamericanas US 6.251.523 y US 6.379.776 describen un vidrio antirreflectante, anti-vaho para vehículos o lentes, que comprende un sustrato de vidrio provisto con un revestimiento antirreflectante basado en un grosor de sílice de 110-250 nm con una rugosidad superficial Ra de aproximadamente 5-10 nm, provisto a su vez con un revestimiento anti-vaho permanente de 8 nm de grueso obtenido a través de un depósito de líquido o vapor el compuesto $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ o un hidrolizado del mismo. En la etapa inicial, el revestimiento anti-vaho tiene un ángulo de contacto estático con agua de 3°.

45 Otra solución para combinar propiedades antirreflectantes y anti-vaho consiste en utilizar una delgada capa porosa de índice de refracción bajo, parcialmente hecha de surfactantes, que permiten que la capa adquiera propiedades contra el empañamiento. Esta capa es depositada generalmente sobre una superficie hidrófila.

50 Así, la patente Norteamericana US 5.997.621 describe un revestimiento poroso antirreflectante y anti-vaho basado en óxidos metálicos (perlas de sílice) y surfactantes aniónicos relativamente solubles en agua, que tienen generalmente una cabeza hidrófila iónica del ácido carboxílico, tipo sulfonato o fosfato y una cadena fluorada. Con el fin de ser inmovilizados sobre un sustrato, los surfactantes son preferiblemente capaces de unirse de manera covalente a los óxidos metálicos. La solicitud WO 97/43668 describe una construcción similar.

La solicitud EP 0871046 describe un sistema antirreflectante y anti-vaho que comprende una capa porosa a base de

óxido inorgánico depositada sobre una capa que absorbe agua de pocos micrones de grosor, obtenida a través de policondensación de un hidrolizado de alcóxido inorgánico en presencia de un compuesto de ácido poliacrílico. La capa porosa, que actúa como la barrera antirreflectante, permite que el agua acceda a la capa absorbente.

Las propiedades contra el empañamiento pueden también ser obtenidas aplicando soluciones temporales comercialmente disponibles como pulverizadores o toallitas, sobre lentes de gafas que comprenden como capa exterior un revestimiento antimanchas (hidrófobo y oleóforo), considerado a menudo como esencial cuando las lentes oftálmicas son dotadas con un revestimiento antirreflectante. Hacen posible obtener la propiedad anti-vaho en un corto período de tiempo. La facilidad del aspecto de eliminación de manchas que se le da al revestimiento antimanchas es preservada, pero después de un par de operaciones de secado con un paño, la propiedad anti-vaho es alterada de manera significativa. De hecho, las soluciones temporales comprenden materiales que son de naturaleza hidrófila con interacciones débiles con la superficie hidrófoba de revestimiento antimanchas, de modo que después de unas pocas operaciones de secado con un paño, estos materiales hidrófilos son eliminados.

Una solución más interesante consiste en hacer un revestimiento anti-vaho aplicando una solución hidrófila temporal sobre la superficie del revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho, lo que representa una alternativa para los revestimientos anti-vaho permanentes.

La solicitud EP 1275624 describe una lente revestida con una capa dura, inorgánica, hidrófila basada en óxidos metálicos y óxido de silicio. La naturaleza hidrófila y la presencia de partes cóncavas de tamaño nanométrico sobre su superficie permiten impregnar un surfactante y retener el mismo adsorbido a lo largo de un largo período de tiempo, manteniendo así un efecto anti-vaho durante varios días. Sin embargo, también puede ser observado un efecto anti-vaho en ausencia de cualquier surfactante.

Las solicitudes JP 2004-317539 y JP 2005-281143 describen una lente revestida con un revestimiento antirreflectante multicapa y/o con un revestimiento resistente a la abrasión y con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho, que tiene un ángulo de contacto estático con el agua de desde 50° a 90°. El revestimiento anti-vaho como tal, que es un revestimiento temporal, es obtenido después de aplicación de un surfactante sobre la superficie del revestimiento precursor.

El revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho es obtenido a partir de una composición que comprende compuestos orgánicos que comprenden un grupo reactivo capaz de reaccionar con la capa de sílice del revestimiento antirreflectante, tal como $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{22}\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ y $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$. El revestimiento precursor está descrito como siendo de 0,5 a 20 nm de grueso.

La solicitud de patente WO 2011/080472 describe una lente de gafas que comprende un sustrato provisto con un revestimiento que comprende grupos de silanol sobre su superficie y, directamente en contacto con este revestimiento, un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho, en el que el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho:

- es obtenido a través del injerto de al menos un compuesto de organosilano que posee:
 - un grupo polioxialquilenos que comprende menos de 80 átomos de carbono, y
 - al menos un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable,
- tiene un grosor inferior o igual a 5 nm,
- tiene un ángulo de contacto estático con el agua de más de 10° y de menos de 50°.

La solución de surfactante que es depositada preferiblemente para dotar a esta superficie con propiedades anti-vaho temporales es el activador Optifog™ de solución disponible comercialmente. Surfactantes preferidos tienen una estructura que comprende grupos poli(oxialquilenos).

Las propiedades anti-vaho, especialmente la durabilidad del efecto anti-vaho asociada con el revestimiento precursor de la lente descrito en la solicitud de patente WO 2011/080472, son muy satisfactorias. Típicamente, el efecto anti-vaho es observado sobre la superficie de la lente durante aproximadamente 7 días después de aplicar la composición surfactante.

Prácticamente, el usuario es informado de que debe "recargar" sus lentes oftálmicas con una cantidad adicional de surfactante cuando las lentes ya no presentan un efecto anti-vaho, es decir, cuando se ha formado de nuevo un empañamiento de la lente en condiciones de generación de vaho. La conveniencia para el uso de tales revestimientos anti-vaho necesita aún ser mejorada.

De hecho, sería útil dotar al usuario con un medio de saber si tiene que volver a aplicar pronto una nueva película surfactante sobre su lente oftálmica antes de perder las propiedades anti-vaho. De acuerdo con el invento, esto se ha conseguido mediante un indicador visual que es creado por el uso de un surfactante específico en combinación con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho.

Los revestimientos anti-vaho para artículos ópticos tales como gafas que tienen además buenas propiedades mecánicas (resistencia a la abrasión y al rayado) son aún buscados después.

El presente invento tiene como propósito preparar tales revestimientos anti-vaho temporales, que exhiben una durabilidad satisfactoria de la propiedad anti-vaho a lo largo del tiempo y/o bajo esfuerzos mecánicos, al tiempo que preservan una facilidad aceptable de eliminación de manchas. La capacidad para deslizar un paño o tela sobre la superficie de la lente proporcionada con tal revestimiento anti-vaho (por ejemplo durante el secado con un paño) es también un parámetro muy importante a ser tenido en cuenta.

Es otro objetivo del presente invento proporcionar un revestimiento anti-vaho que no afecte a la transparencia del artículo óptico y que sea inmediatamente operativo, es decir un revestimiento que, cuando un sustrato de lente transparente revestido con tal revestimiento es situado en condiciones que generan vaho sobre dicho sustrato que está desprovisto de dicho revestimiento, permite alcanzar inmediatamente (es decir en menos de un segundo) una visión $> 6/10$ (agudeza visual), y preferiblemente de $10/10$, sin formación de vaho para un observador que mira a través de una lente revestida de acuerdo con la escala de agudeza visual de Snellen E (escala de ARMAIGNAC (Tridentes) (Snellen E) lectura a 5 m, ref. T6 disponible en FAX INTERNATIONAL), situada a 5 m de distancia.

Es otro objetivo del presente invento proporcionar un artículo óptico que tiene tanto propiedades antirreflectantes como anti-vaho.

Los presentes inventores han descubierto que estos objetivos pueden ser alcanzados mediante una familia particular de surfactantes, que modifica el color residual de los revestimientos antirreflectantes aplicados sobre sustratos transparentes, siempre que dicho revestimiento antirreflejo sea además revestido con un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho que comprende compuestos que contienen el grupo polioxialquilenos, y que era posible beneficiarse de esta propiedad para proporcionar un control visual del nivel de surfactante para lentes antirreflejo revestidas con un revestimiento anti-vaho temporal. En otras palabras, el revestimiento antirreflejo presenta uniformemente el color residual modificado en tanto en cuanto una cantidad suficiente del surfactante del invento esté aún presente en la superficie del revestimiento precursor anti-vaho que comprende compuestos que contienen el grupo polioxialquilenos.

Es bien conocido que casi todos los revestimientos antirreflejo exhiben algún color residual visto en los reflejos, incluso los revestimientos antirreflejo multicapa más eficientes. El color residual de un revestimiento antirreflejo es un parámetro bien controlado, que es reproducible. Las variaciones de color e intensidad algunas veces incluso ayudan a identificar al fabricante del producto revestido.

Los surfactantes que presentan el efecto beneficioso antes descrito pertenecen a una familia de surfactantes conocida, es decir los sorbitanos polialcoxilados.

Un miembro de esta clase (TweenTM 40) ha sido mostrado en la patente Norteamericana n° 2.561.010 para proporcionar propiedades anti-vaho a la superficie interior de envases transparentes de materiales de película que contienen una sustancia alimenticia. Tales materiales de envoltura transparentes comprenden un surfactante embebido o han sido tratados con soluciones líquidas que contienen surfactantes, incluyendo TweenTM 40, de modo que sean capaces de dispersar los condensados de agua sobre toda la superficie, haciendo así que los rayos de luz que pasan a través de la película húmeda sean todos refractados en el mismo ángulo, lo que impide que la lente se empañe.

Sin embargo, la combinación de un revestimiento antirreflejo con una película de un sorbitano polioxialquilenado tal como TweenTM 40 no ha sido contemplada.

Así, el presente invento se refiere a un artículo óptico, preferiblemente una lente de gafas, que comprende un sustrato que tiene al menos una superficie principal revestida con un revestimiento antirreflejo y, directamente en contacto con dicho revestimiento antirreflejo, un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho o tenido a través del injerto sobre dicho revestimiento antirreflejo de al menos un compuesto B que lleva un grupo polioxialquilenos, estando revestido dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho con una película de surfactante de modo que forme un revestimiento anti-vaho. Dicha película de surfactante contiene al menos surfactante A que tiene un anillo de sorbitano con n de sus grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos de polioxialquilenos con terminación OH, y p de sus cuatro grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos R¹ de fórmula: $-(R_dO)_z-(Y)_{n2}-R'$

en la que R_d es un grupo alquilenos, z es un número entero ≥ 1 , Y es un grupo divalente, n₂ es 0 ó 1 y R' es un grupo hidrocarbonado saturado que tiene de 12 a 19, preferiblemente de 13 a 19 átomos de carbono, siendo n y p números enteros de tal modo que $n = 2 \text{ ó } 3$ y $p = 1 \text{ ó } 2$ con $n + p = 4$.

En la presente solicitud, un revestimiento que está "sobre" un sustrato/revestimiento o que ha sido depositado "sobre" un sustrato/revestimiento es definido como un revestimiento que (i) está posicionado por encima del sustrato/revestimiento, (ii) no está necesariamente en contacto con el sustrato/ revestimiento, es decir uno o más revestimientos intermedios pueden estar dispuestos entre el sustrato/revestimiento y el revestimiento en cuestión (sin embargo, está preferiblemente en contacto con dicho sustrato/revestimiento), y (iii) no cubre completamente necesariamente el sustrato/revestimiento.

Cuando "una capa 1 está dispuesta bajo una capa 2", quiere decirse que la capa 2 está más distante del sustrato que la capa 1.

Como es utilizado aquí, un "revestimiento anti-vaho" quiere decir un revestimiento que, cuando un sustrato de lente transparente revestido con tal revestimiento es colocado bajo condiciones que generan vaho sobre dicho sustrato que está desprovisto de dicho revestimiento, permite alcanzar inmediatamente una agudeza visual $> 6/10$ para un observador que mira a través de una lente revestida en una escala de agudeza visual situada a una distancia de 5 m. Varios ensayos para evaluar las propiedades anti-vaho de un revestimiento están descritos en la sección experimental. Bajo condiciones de generación de vaho, los revestimientos anti-vaho pueden o bien no presentar vaho en su superficie (idealmente no hay distorsión visual o hay distorsión visual pero la agudeza visual es $> 6/10$ bajo las condiciones de medición mencionadas anteriormente), o pueden presentar algún vaho en su superficie pero aún permitir, a pesar de la perturbación de visión resultante del vaho, una agudeza visual $> 6/10$ bajo las condiciones de medición mencionadas anteriormente. Un revestimiento no anti-vaho no permite una agudeza visual $> 6/10$ en tanto en cuanto es expuesto a condiciones que generan vaho y generalmente presenta un empañamiento de condensación bajo las condiciones de medición mencionadas anteriormente.

Como es utilizado aquí, un "artículo óptico anti-vaho" quiere decir un artículo óptico provisto con un "revestimiento anti-vaho" tal como se ha definido aquí anteriormente.

Así, el precursor del revestimiento anti-vaho de acuerdo con el invento, que es un revestimiento hidrófilo, no es considerado como un revestimiento anti-vaho de acuerdo con el presente invento, incluso aunque tenga algunas propiedades anti-vaho. De hecho, este precursor del revestimiento anti-vaho no permite obtener una agudeza visual $> 6/10$ bajo las condiciones de medición mencionadas anteriormente.

Como es utilizado aquí, un revestimiento anti-vaho temporal quiere decir un revestimiento anti-vaho obtenido después de haber aplicado sobre la superficie del revestimiento precursor de dicho revestimiento anti-vaho una película de surfactante que contiene al menos un surfactante.

La durabilidad de un revestimiento anti-vaho temporal está limitada generalmente por las operaciones de limpieza con un paño realizadas sobre su superficie, no estando las moléculas de surfactante fijadas permanentemente a la superficie del revestimiento sino solo adsorbidas durante un período de tiempo más o menos duradero.

El artículo óptico preparado de acuerdo con el invento comprende un sustrato, preferiblemente transparente, que tiene superficies principales frontal y posterior, estando provista al menos una de dichas superficies principales con un revestimiento antirreflejo que comprende preferiblemente grupos silanol sobre su superficie, preferiblemente sobre ambas superficies principales. Como es utilizado aquí, la cara posterior (generalmente cóncava) del sustrato quiere decir la cara que, cuando se utiliza el artículo, es la más próxima al ojo del usuario. Por el contrario, la cara frontal (generalmente convexa) del sustrato, es la cara que, cuando se utiliza el artículo, es la más distante del ojo del usuario.

Aunque el artículo de acuerdo con el invento puede ser cualquier artículo óptico que pueda encontrar un problema de formación de vaho, tal como una pantalla, un acristalamiento para la industria del automóvil o la industria de la edificación, o un espejo, es preferiblemente una lente óptica, más preferiblemente una lente oftálmica, para gafas, o una pieza elemental para lentes ópticas u oftálmicas.

Esto excluye artículos tales como lentes intraoculares que están en contacto con tejidos vivos o lentes de contacto, que no se enfrentan intrínsecamente al problema de la formación de vaho, en oposición a las lentes para gafas.

El artículo óptico del invento es preferiblemente transparente. Como es usado aquí, un artículo óptico "transparente" es un artículo óptico que tiene un factor de transmisión de la luz relativo en el espectro visible, T_v , mayor del 90%, preferiblemente mayor del 91%, más preferiblemente mayor del 92%, incluso más preferiblemente mayor del 97,5% incluso mayor del 98%. El factor T_v es tal como se ha definido en la norma NF EN 1836 y corresponde al rango de longitudes de onda de 380-780 nm.

De acuerdo con el invento, la superficie exterior del revestimiento antirreflejo comprende preferiblemente grupos silanol. Dicho revestimiento antirreflejo puede ser formado en al menos una de las superficies principales de un sustrato desnudo, es decir un sustrato no revestido, o en al menos una de las superficies principales de un sustrato que ha sido ya revestido con uno o más revestimientos funcionales.

El sustrato para el artículo óptico de acuerdo con el invento puede ser un vidrio mineral u orgánico, por ejemplo de un material termoplástico o termoendurecible.

Especialmente, clases preferidas de sustratos incluyen poli(tiouretanos), poliepisulfuros y resinas resultantes de la polimerización o (co)polimerización de bis alil carbonatos de alquilenglicol. Estos son vendidos, por ejemplo, bajo el nombre registrado CR-39® por la compañía PPG Industries (lentes ORMA®, de ESSILOR).

En algunas aplicaciones, se prefiere que la superficie principal del sustrato sea revestida con uno o más revestimientos funcionales antes de depositar el revestimiento antirreflejo. Estos revestimientos funcionales utilizados en ópticas pueden

ser, sin limitación, una capa primaria resistente al impacto, un revestimiento resistente a la abrasión y/o resistente al rayado, un revestimiento polarizado, un revestimiento fotocromico o un revestimiento tintado, particularmente una capa primaria resistente al impacto revestida con una capa resistente a la abrasión y/o resistente al rayado.

5 El revestimiento antirreflejo es depositado preferiblemente sobre un revestimiento resistente a la abrasión y/o resistente al rayado. El revestimiento resistente a la abrasión y/o resistente al rayado pueden ser cualquier capa tradicionalmente utilizada como un revestimiento resistente a la abrasión y/o resistente al rayado en el campo de las lentes oftálmicas.

10 Los revestimientos resistentes a la abrasión y/o resistentes al rayado son preferiblemente revestimientos duros basados en poli(met)acrilatos o silanos que comprenden generalmente una o más cargas minerales que están destinadas a mejorar la dureza y/o el índice de refracción del revestimiento una vez curado. Como es utilizado aquí, un (met)acrilato es un acrilato o un metacrilato.

El revestimiento resistente a la abrasión y/o revestimientos duros resistentes al rayado son elaborados preferiblemente a partir de composiciones que comprenden al menos un alcoxisilano y/o un hidrolizado del mismo, obtenido por ejemplo a través de hidrólisis con una solución de ácido clorhídrico, y opcionalmente catalizadores de condensación y/o curado y/o surfactantes.

15 Revestimientos recomendados del presente invento incluyen revestimientos basados en hidrolizados de epoxisilanos tales como los descritos en las patentes EP 0614957, US 4.211.823 y US 5.015.523.

El grosor del revestimiento resistente a la abrasión y/o del revestimiento resistente al rayado generalmente varía de 2 a 10 μm , preferiblemente de 3 a 5 μm .

20 Antes de depositar el revestimiento resistente a la abrasión y/o el revestimiento resistente al rayado, es posible aplicar sobre el sustrato un revestimiento de imprimación para mejorar la resistencia al impacto y/o la adhesión de las capas subsiguientes en el producto final.

Este revestimiento puede ser cualquier capa de imprimación resistente al impacto tradicionalmente utilizada para artículos de un material polímero transparente, tal como lentes oftálmicas.

25 Composiciones primaria preferidas pueden ser elegidas a partir de las descritas en el documento WO 2011/080472, que está por ello incorporado aquí como referencia.

Composiciones primaria preferidas son composiciones a base de poliuretanos y composiciones a base de látex, particularmente látex de tipo poliuretano y látex poli(met)acrilicos, y sus combinaciones. Las capas de imprimación generalmente tienen grosores, después del curado, que oscilan de 0,2 a 2,5 μm , preferiblemente que oscilan de 0,5 a 1,5 μm .

30 El revestimiento antirreflejo puede ser cualquier revestimiento antirreflejo tradicionalmente utilizado en el campo de las ópticas, particularmente de las ópticas oftálmicas. Un revestimiento antirreflectante es definido como un revestimiento, depositado sobre la superficie de un artículo óptico, que mejora las propiedades antirreflectantes del artículo óptico final. Hace posible reducir la reflexión de la luz en la entrecara artículo-aire a lo largo de una parte relativamente grande del espectro visible.

35 Como es también bien conocido, los revestimientos antirreflejo comprenden tradicionalmente un apilamiento monocapa o multicapa compuesto de materiales dieléctricos. Estos son preferiblemente revestimientos multicapa, que comprenden capas con un índice de refracción elevado (HI) y capas con un índice de refracción bajo (LI).

40 En la presente solicitud, una capa del revestimiento antirreflectante se dice que es una capa con un índice de refracción elevado cuando su índice de refracción es mayor de 1,55, preferiblemente mayor o igual a 1,6, más preferiblemente mayor o igual a 1,8 incluso más preferiblemente mayor o igual a 2,0. Una capa de un revestimiento antirreflectante se dice que es una capa de índice de refracción bajo cuando su índice de refracción es inferior o igual a 1,55, preferiblemente inferior o igual a 1,50, más preferiblemente inferior o igual a 1,45. A menos que se haya especificado de otro modo, los índices de refracción a los que se hace referencia en el presente invento están expresados a 25° C en una longitud de onda de 550 nm.

45 Las capas HI y LI son capas tradicionales bien conocidas en la técnica, que comprenden generalmente uno o más óxidos metálicos, pueden ser elegidos, sin limitación, a partir de los materiales descritos en el documento WO 2011/080472.

Cuando una capa LI que comprende una mezcla de SiO_2 y Al_2O_3 es utilizada, comprende preferiblemente de a 1 a 10%, más preferiblemente de 1 a 8% e incluso más preferiblemente de 1 a 5% en peso de Al_2O_3 con relación al peso total de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ en esta capa.

50 Típicamente, las capas HI tiene un grosor físico que oscila de 10 a 120 nm, y las capas LI tienen un grosor físico que oscila de 10 a 100 nm.

Preferiblemente, el grosor total antirreflectante es menor que 1 micrón, más preferiblemente menor o igual a 800 nm e incluso más preferiblemente menor o igual a 500 nm. El grosor total antirreflectante es generalmente mayor de 100 nm, preferiblemente mayor de 150 nm.

- 5 Aún más preferiblemente, el revestimiento antirreflectante comprende al menos dos capas con un índice de refracción bajo (LI) y al menos dos capas con un índice de refracción elevado (HI). Preferiblemente, el número de capas total en el revestimiento antirreflectante es menor o igual a 8, más preferiblemente menor o igual a 6.

Las capas HI y LI no necesitan alternarse entre sí en el revestimiento antirreflectante, aunque también pueden hacerlo, de acuerdo a una realización del invento. Dos capas HI (o más) pueden ser depositadas una sobre la otra, así como dos capas LI (o más) pueden ser depositadas una sobre la otra.

- 10 Las distintas capas del revestimiento antirreflectante pueden ser depositadas de acuerdo a cualquiera de los métodos descritos en el documento WO 2011/080472, que está incorporado aquí como referencia. Un método particularmente recomendado es la evaporación bajo vacío.

El factor de reflexión luminosa del artículo óptico de acuerdo con el invento, denominado R_v , es preferiblemente menor de 2,5% por cara del artículo. Los medios para alcanzar tales valores de R_v son bien conocidos por el experto en la técnica.

- 15 En la presente solicitud, el "factor de reflexión luminoso" es tal como se ha definido en la norma ISO 13666:1998, y es medido de acuerdo con la norma ISO 8980-4, es decir que es la media ponderada de la reflectividad espectral dentro de todo el rango de longitud de onda del espectro visible desde 380 a 780 nm.

- 20 El revestimiento antirreflejo es un revestimiento antirreflectante monocapa o multicapa, cuya capa exterior tiene preferiblemente grupos silanoles en su superficie. Como es utilizado aquí, la capa exterior de un revestimiento quiere decir la capa de dicho revestimiento que es la más distante del sustrato.

Como es utilizado aquí, un revestimiento que comprende grupos silanoles sobre su superficie quiere decir un revestimiento que comprende naturalmente grupos silanoles sobre su superficie o un revestimiento en el que han sido creados grupos silanoles después de haber sido sometido a un tratamiento de activación superficial, tal como se ha descrito por ejemplo en el documento WO 2011/080472.

- 25 Este revestimiento es por ello un revestimiento a base de siloxanos o sílice, por ejemplo, sin limitación, una capa a base de sílice, un revestimiento sol-gel, a base de especies de organosilano tal como alcoxisilanos, o un revestimiento a base de coloides de sílice.

- 30 Dicha capa exterior que comprenden grupos silanoles sobre su superficie es preferiblemente una capa de índice de refracción bajo a base de sílice (que comprende sílice), más preferiblemente consiste en una capa a base de sílice (SiO_2), generalmente obtenida mediante depósito en fase de vapor.

Dicha capa a base de SiO_2 puede comprender, además de sílice, uno o más materiales distintos tradicionalmente utilizados para hacer capas delgadas, por ejemplo uno o más materiales seleccionados a partir de materiales dieléctricos descritos en la presente memoria. Esta capa a base de SiO_2 está preferiblemente libre de Al_2O_3 .

- 35 El revestimiento que comprende grupos silanoles sobre su superficie comprende preferiblemente al menos 70% en peso de SiO_2 , más preferiblemente al menos 80% en peso e incluso más preferiblemente al menos 90% en peso de SiO_2 . Como ya se ha observado, en una realización más preferida, comprende un 100% en peso de sílice.

- 40 La capa exterior del revestimiento antirreflejo que comprende grupos silanoles sobre su superficie puede ser también un revestimiento sol-gel a base de silanos tales como alcoxisilanos, por ejemplo tetraetoxisilano u organosilanos tales como γ -glicidoxipropil trimetoxisilano. Tal revestimiento es obtenido mediante depósito en húmedo, utilizando una composición líquida que comprende un hidrolizado de silanos y opcionalmente materiales coloidales con un índice de refracción elevado ($> 1,55$, preferiblemente $> 1,60$, más preferiblemente $> 1,70$) o un índice de refracción bajo ($\leq 1,55$). Tal revestimiento cuyas capas comprenden una matriz híbrida orgánica/inorgánica a base de silanos en el que materiales coloidales son dispersados para ajustar el índice de refracción de cada capa están descritos por ejemplo en la patente FR 2858420.

- 45 Revestimientos antirreflejo preferidos son los que presentan un color residual.

Antes de formar el precursor del revestimiento anti-vaho sobre el revestimiento antirreflejo, es usual someter la superficie de tal revestimiento a un tratamiento de activación física o química destinada a reforzar la adherencia del precursor del revestimiento anti-vaho. Los tratamientos pueden ser seleccionados a partir de los descritos con el mismo propósito en el documento WO 2011/080472.

- 50 De acuerdo con el invento, el revestimiento antirreflejo está directamente en contacto con el revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho, que será descrito más abajo.

Como es utilizado aquí, un "precursor de un revestimiento anti-vaho" quiere decir un revestimiento que, si se aplica una película surfactante sobre su superficie, forma un revestimiento anti-vaho dentro del significado del invento. El sistema revestimiento precursor + película a base de surfactante representa el revestimiento anti-vaho como tal.

- 5 El revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho es un revestimiento que tiene un grosor preferiblemente inferior o igual a 5 nm, preferiblemente de 4 nm o menos, más preferiblemente de 3 nm o menos e incluso más preferiblemente de 2 nm o menos, que posee preferiblemente un ángulo de contacto estático con el agua mayor de 10° y menor de 50°, que es obtenido a través de un injerto permanente de al menos un compuesto que lleva un grupo polioxialquileo.

- 10 Dicho compuesto que lleva un grupo polioxialquileo tiene generalmente al menos un grupo capaz de establecer un enlace covalente con un grupo funcional presente en la superficie exterior del revestimiento antirreflejo sobre el que debe ser injertado, preferiblemente un grupo silanol. Este grupo reactivo puede ser, sin limitación, uno de los siguientes grupos: un isocianato, acrilato, metacrilato, halogenoalquilo, ácido carboxílico o sulfónico, cloruro de acilo, clorosulfonilo, cloroformiato, éster, un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable, o un grupo que contiene una función epoxi tal como el grupo glicidilo.

- 15 El compuesto que lleva un grupo polioxialquileo es preferiblemente un compuesto organosilano que posee un grupo polioxialquileo y al menos un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable.

En una realización del invento, el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho es depositado aplicando una composición que comprende un hidrolizado del compuesto organosilano que posee un grupo polioxialquileo y al menos un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable.

- 20 Se recomienda evitar cualquier condensación de los compuestos de organosilano hidrolizados de manera que puedan mantener tanto como sea posible las funciones del silanol libres de reaccionar de modo que faciliten el injerto de estos compuestos sobre la superficie del artículo óptico y limitar la formación de prepolímeros de siloxano antes del injerto. Esta es la razón por la que el grosor del compuesto de organosilano depositado es tan delgado.

- 25 Se recomienda por ellos aplicar la composición de una manera relativamente rápida después de la hidrólisis, típicamente en menos de 2 horas, preferiblemente en menos de 1 hora, más preferiblemente en menos de 30 minutos después de haber realizado la hidrólisis (añadiendo una solución acuosa ácida, típicamente a base de HCl).

Más preferiblemente, la composición es aplicada en menos de 10 minutos, incluso más preferiblemente en menos de 5 minutos y preferiblemente en menos de 1 minuto después de haber realizado la hidrólisis.

Se refiere conducir la hidrólisis sin suministrar calor, es decir típicamente a una temperatura de desde 20 a 25° C.

- 30 Generalmente, el depósito de capas con un grosor de pocos nanómetros requiere utilizar composiciones muy diluidas, con un contenido en materia seca muy bajo, que ralentiza la cinética de la condensación.

El compuesto que lleva un grupo polioxialquileo utilizado, preferiblemente un compuesto de organosilano, es capaz, gracias a su grupo reactivo, preferiblemente un grupo reactivo que contiene silicio, de establecer un enlace covalente con grupos tales como grupos silanol que pueden estar presentes sobre la superficie del revestimiento sobre la que es depositado.

- 35 En la realización preferida, el compuesto de organosilano del invento comprende una cadena de polioxialquileo hecho funcional solamente en un extremo o en ambos extremos de la misma, preferiblemente sólo en un extremo, por un grupo que comprende al menos un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable. Este compuesto de organosilano comprende preferiblemente un átomo de silicio que lleva al menos dos grupos hidrolizables, preferiblemente tres grupos hidrolizables. Preferiblemente, no comprende ningún grupo uretano. Preferiblemente es un compuesto de fórmula:

- 40
$$R^{11}Y^mSi(X)_{3-m} \quad (I)$$

en la que los grupos Y', ya sean idénticos o diferentes, son grupos monovalentes unidos al átomo de silicio a través de un átomo de carbono, los grupos X que son idénticos o diferentes, son grupos hidrolizables, R¹¹ es un grupo que comprende una función polioxialquileo, m es un número entero igual a 0, 1 o 2. Preferiblemente m = 0.

- 45 Los grupos X son preferiblemente seleccionados de grupos alcoxi -O-R³, particularmente grupos C₁-C₄ alcoxi, grupos aciloxi -O-C(O)R⁴ en los que R⁴ es un radical alquilo, preferiblemente un radical alquilo C₁-C₆, preferiblemente un metilo o etilo, halógenos tales como Cl, Br e I o trimetilsililoxi (CH₃)₃SiO-, y combinaciones de estos grupos. Preferiblemente, los grupos X son grupos alcoxi, y particularmente grupos metoxi o etoxi, y más preferiblemente grupos etoxi.

- 50 El grupo Y', presente cuando m es distinto de cero, preferiblemente es un grupo hidrocarbonado saturado o insaturado, preferiblemente un C₁-C₁₀ y más preferiblemente un grupo C₁-C₄, por ejemplo un grupo alquil, tal como un grupo metilo o etilo, un grupo vinilo, y un grupo arilo, por ejemplo un grupo fenilo opcionalmente sustituido, especialmente sustituido por uno o más grupos alquil C₁-C₄. Preferiblemente Y' representa un grupo metilo.

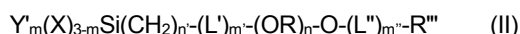
En una realización preferida, el compuesto de fórmula I comprende un grupo trialcoxisililo tal como un grupo trietoxisililo o trimetoxisililo.

El grupo polioxilalquileo del compuesto de organosilano (grupo R¹¹) comprende preferiblemente menos de 80 átomos de carbono, más preferiblemente menos de 60 átomos de carbono, e incluso más preferiblemente menos de 50 átomos de carbono. Más preferiblemente, el grupo polioxilalquileo comprende menos de 40 átomos de carbono y más preferiblemente menos de 30 átomos de carbono. Los compuestos más preferidos tienen un grupo polioxilalquileo que comprende desde 5 a 20 átomos de carbono. El grupo R¹¹ satisface preferiblemente las mismas condiciones.

El grupo R¹¹ corresponde generalmente a la fórmula -L-R² en que L es un grupo divalente unido al átomo de silicio de los compuestos de fórmula I a través de un átomo de carbono, y R² es un grupo que comprende un grupo polioxilalquileo unido al grupo L a través de un átomo de oxígeno, estando este átomo de oxígeno incluido en el grupo R². Ejemplos no limitativos de grupos L incluyen grupos amido, alquileo, cicloalquileo, arileno, carbonilo lineales o ramificados opcionalmente sustituidos, o combinaciones de estos grupos como grupos cicloalquilenalquileo, biscicloalquileo, biscicloalquilenalquileo, arilenalquileo, bisfenileno, bisfenilenalquileo, amido alquileo, entre los cuales por ejemplo el grupo CONH(CH₂)₃, o grupos -OCH₂CH(OH)CH₂- y -NHC(O)-. Grupos L preferidos son los grupos alquilo (preferiblemente lineales), que tienen preferiblemente 10 átomos de carbono o menos, más preferiblemente 5 átomos de carbono o menos, por ejemplo grupos etileno y propileno.

Los grupos R preferidos comprenden un grupo polioxi-etileno -(CH₂CH₂O)_n-, un grupo polioxi-propileno, o combinaciones de estos grupos.

Los organosilanos preferidos de fórmula I son compuestos de la siguiente fórmula II:



donde R''' es un átomo de hidrógeno, un grupo acilo o alquilo lineal o ramificado, opcionalmente sustituido por uno o más grupos funcionales, y que puede comprender además uno o más enlaces dobles, R es un grupo alquilo lineal o ramificado, preferiblemente lineal, por ejemplo un grupo de etileno o propileno, L' y L'' son grupos divalentes, X, Y' y m son tales como se ha definido anteriormente, n' es un número entero que oscila desde 1 a 10, preferiblemente desde 1 a 5, n es un número entero que oscila desde 2 a 50, preferiblemente desde 5 a 30, más preferiblemente desde 5 a 15, m' es 0 ó 1, preferiblemente 0, m'' es 0 ó 1, preferiblemente 0.

Los grupos L' y L'', cuando están presentes, pueden ser seleccionados a partir de grupos L divalentes previamente descritos y representan preferiblemente el grupo -OCH₂CH(OH)CH₂- o el grupo -NHC(O)-. En este caso, los grupos -OCH₂CH(OH)CH₂- o -NHC(O)- están enlazados a los grupos adyacentes (CH₂)_{n'} (con un grupo L') y R''' (con un grupo L'') a través de su átomo de oxígeno (para el grupo -OCH₂CH(OH)CH₂-) o a través de su átomo de nitrógeno (para el grupo -NHC(O)-).

En una realización, m = 0 y los grupos X hidrolizados representan grupos metoxi o etoxi. n' es preferiblemente 3. En otra realización, R''' representa un grupo alquilo que posee menos de 5 átomos de carbono, preferiblemente un grupo metilo. R''' puede también representar un grupo acilo alifático o aromático, especialmente un grupo acetilo.

Por último, R''' puede representar un grupo trialcoxisililalquileo o un grupo trihalogenosililalquileo tal como un grupo -(CH₂)_n-Si(R⁵)₃ donde R⁵ es un grupo hidrolizable tal como los grupos X previamente definidos y n es un número entero tal como el número entero n' previamente definido. Un ejemplo de tal grupo R''' es el grupo -(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃. En esta realización, el compuesto organosilano comprende dos átomos de silicio que llevan al menos un grupo hidrolizable.

En realizaciones preferidas, n es 3, u oscila desde 6 a 9, desde 9 a 12, desde 21 a 24, o desde 25 a 30, preferiblemente desde 6 a 9.

Para ser mencionados como compuestos adecuados de la fórmula II son por ejemplo compuestos 2-[metoxi(polietilenoxi)propil] trimetoxisilano de fórmulas CH₃O-(CH₂CH₂O)₆₋₉-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (III) y CH₃O-(CH₂CH₂O)₉₋₁₂-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (IV) comercializados por Gelest, Inc. o ABCR, el compuesto de fórmula CH₃O(CH₂CH₂O)₃-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (VIII), compuestos de fórmula CH₃O-(CH₂CH₂O)_n-(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃ donde n = 21-24, 2-[metoxi(polietilenoxi)propil] triclorosilano, 2-[acetoxi(polietilenoxi)propil] trimetoxisilano, 2-[acetoxi(polietilenoxi)propil] trietoxisilano, 2-[hidroxi(polietilenoxi)propil] trimetoxisilano, 2-[hidroxi(polietilenoxi)propil] trietoxisilano, compuestos de fórmulas HO-(CH₂CH₂O)₈₋₁₂-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ y HO-(CH₂CH₂O)₈₋₁₂-(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃, óxido de polipropilen-bis-[3-metildimetoxisilil]propil], y compuestos con dos cabezas de siloxano tales como las de las fórmulas (V), (VI) y (VII) descritas en el documento WO 2011/080472.

Compuestos preferidos de fórmula II son [alcoxi(polialquilenoxi)alquil]trialcoxisilanos o sus análogos trihalogenados (m = m' = m'' = 0, R''' = alcoxi).

Preferiblemente, el compuesto que lleva un grupo polioxilalquileo del invento no tiene átomo de flúor. Típicamente, la relación en peso de flúor hacia el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho es menor del 5%, preferiblemente menor del 1% en peso y más preferiblemente del 0%.

Preferiblemente, el peso molecular del compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos de acuerdo con el invento oscila de 400 a 4000 g/mol, preferiblemente de 400 a 1500 g/mol, más preferiblemente de 400 a 1200 g/mol, e incluso más preferiblemente de 400 a 1000 g/mol.

5 Desde luego es posible injertar una mezcla de compuestos de fórmula I o II, por ejemplo una mezcla de compuestos con diferentes longitudes de cadena de RO de polioxialquilenos.

10 En una realización del invento, el precursor del revestimiento anti-vaho comprende más del 80% en peso de un compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos de acuerdo con el invento, con relación al peso total del precursor del revestimiento anti-vaho, preferiblemente más del 90%, más preferiblemente más del 95%, y más preferiblemente más del 98%. En una realización, el precursor del revestimiento anti-vaho consiste en una capa de dicho compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos, preferiblemente un compuesto de organosilano.

15 Preferiblemente, el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho del invento comprende menos del 5% en peso de un óxido metálico o metaloide (por ejemplo sílice o alúmina) con relación al peso total del revestimiento, más preferiblemente está libre de él. Cuando el compuesto organosilano utilizado para hacer el revestimiento anti-vaho es depositado bajo vacío, preferiblemente no se evapora óxido metálico al mismo tiempo, de acuerdo al método de evaporación simultánea de al menos un compuesto orgánico y al menos un compuesto inorgánico descrito en la solicitud EP 1324078.

Preferiblemente, el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho no comprende ningún agente de reticulación, lo que significa que preferiblemente no está formado a partir de una composición que comprende un agente de reticulación, por ejemplo tetraetoxisilano.

20 El revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho del invento tiene preferiblemente un ángulo de contacto estático con agua mayor de 10° y menor de 50°, preferiblemente menor o igual a 45°, más preferiblemente $\leq 40^\circ$, incluso más preferiblemente $\leq 30^\circ$ y más preferiblemente $\leq 25^\circ$. Este ángulo de contacto oscila preferiblemente desde 15° a 40°, más preferiblemente desde 20° a 30°.

25 El depósito de al menos un compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos sobre la superficie del revestimiento antirreflejo puede ser llevado a cabo de acuerdo a procedimientos usuales, preferiblemente por depósito en fase gaseosa o depósito en fase líquida, más preferiblemente en la fase gaseosa, por evaporación bajo vacío.

30 Cuando el injerto es realizado en fase gaseosa, por ejemplo por evaporación bajo vacío, puede ser seguido, si fuera necesario, con una operación para eliminar el exceso del compuesto depositado que lleva un grupo polioxialquilenos de modo que retenga sólo el compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos que es realmente injertado sobre la superficie del revestimiento antirreflejo. Las moléculas no insertadas son así eliminadas. Tal operación de eliminación debería ser realizada preferiblemente cuando el grosor del precursor del revestimiento anti-vaho inicialmente depositado es mayor de 5 nm.

35 Sin embargo, esta operación de eliminar el compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos en exceso puede ser omitida en algunos casos, viendo que es posible depositar el compuesto organosilano de modo que forme una capa injertada, es decir una vez que se ha asegurado que el grosor depositado no excede de unos pocos nanómetros. Ajustar los parámetros de depósito para obtener tales grosores pertenece a la competencia ordinaria de cualquier experto en la técnica.

40 Sin embargo, se prefiere formar el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho depositando algún compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos en exceso sobre la superficie del revestimiento antirreflejo y eliminar después de ello el exceso de este compuesto depositado pero no injertado. De hecho, los inventores han observado que cuando una capa de compuesto injertado que lleva un grupo polioxialquilenos es formada directamente con un grosor menor o igual a 5 nm, lo que no requiere ninguna eliminación de compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos en exceso, es algunas veces posible obtener un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho, cuya superficie no tiene una afinidad suficiente hacia una solución líquida que comprende al menos un surfactante, lo que conduciría a un revestimiento que no tiene las deseadas propiedades anti-vaho.

45 Sorprendentemente, esto no es observado cuando el compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos es depositado en exceso, como se ha indicado previamente, y tal exceso es eliminado posteriormente. El grosor físico real de la capa de compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos depositado en exceso es preferiblemente menor o igual a 20 nm.

50 La eliminación del compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos depositado en exceso puede ser realizada por enjuague (proceso en húmedo) utilizando por ejemplo una solución jabonosa a base de agua y/o por un secado con paño o toallita (proceso en seco). Preferiblemente, la operación de eliminación comprende una operación de enjuague seguida con una operación de secado con un paño.

55 Preferiblemente, la operación de enjuague es realizada limpiando el artículo con algún agua jabonosa (que comprende un surfactante) utilizando una esponja. Después de ello se realiza una operación de enjuague con agua desionizada, y opcionalmente, la lente es sometida después de ello a una operación de limpieza con un paño típicamente durante

menos de 20 segundos, preferiblemente de 5 a 20 segundos, por medio de un paño o toallita de CEMOI® o Selvith® impregnado con alcohol, típicamente alcohol isopropílico. Otra operación de enjuague con agua desionizada puede ser repetida a continuación, y luego una operación de secado con un paño de limpieza. Todas estas operaciones pueden ser llevadas a cabo manualmente o ser parcial o completamente automatizadas.

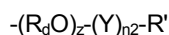
- 5 La operación para eliminar el compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos en exceso conduce a una capa de este compuesto que tiene general y preferiblemente un grosor de 5 nm o menos. En este caso, el compuesto depositado sobre la superficie del artículo óptico forma una capa monomolecular o una capa casi monomolecular.

El compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos puede ser disuelto de antemano en un disolvente antes de ser evaporado, para controlar mejor la velocidad de evaporación y la velocidad de depósito. El grosor de la película puede ser controlado de este modo gracias a esta disolución y ajustando la cantidad de solución que ha de ser evaporada.

10 Cuando el injerto es llevado a cabo utilizando un proceso en húmedo, por ejemplo por inmersión o revestimiento por centrifugación, en general no es necesario realizar una operación para eliminar el compuesto que lleva un grupo polioxialquilenos depositado en exceso.

15 El revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho de acuerdo con el invento tiene una baja rugosidad. Típicamente, para un compuesto organosilano depositado en fase vapor, el valor medio de rugosidad Ra es menor de 2 nm, típicamente de aproximadamente 1 nm. Ra es tal como ha sido definido en el documento WO 2011/080472.

20 Un revestimiento anti-vaho temporal de acuerdo con el invento es obtenido depositando sobre el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho una película de surfactante que contiene al menos un surfactante A que tiene un anillo de sorbitano con n de sus cuatro grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos polioxialquilenos con terminación OH, preferiblemente grupos de polioxietileno con terminación OH, y p de sus cuatro grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos R' de fórmula:



25 en la que R_d es un grupo alquilenos lineal o derivado, z es un número entero ≥ 1, Y es un grupo divalente, n₂ es 0 ó 1, (preferiblemente n₂ = 1) y R' es un grupo hidrocarbonado saturado que tiene de 12 a 19, preferiblemente de 13 a 19 átomos de carbono, siendo n y p números enteros de tal modo que n = 2 ó 3 y p = 1 ó 2, con n + p = 4. Preferiblemente, n = 3 y/o p = 1.

R_d preferiblemente representa un grupo alquilenos C2-C6 tal como propileno o etileno, más preferiblemente etileno.

El número entero z oscila preferiblemente desde 1 a 40, más preferiblemente desde 2 a 20, incluso más preferiblemente desde 2 a 10.

30 Los grupos polioxialquilenos con terminación OH del compuesto A preferiblemente comprenden desde 1 a 40 grupos oxialquilenos, más preferiblemente desde 2 a 20, incluso más preferiblemente desde 2 a 10.

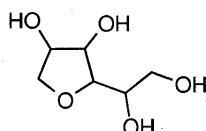
El número total de grupos oxialquilenos presentes en la estructura del surfactante A oscila preferiblemente desde 4 a 40, más preferiblemente desde 8 a 30, incluso más preferiblemente desde 15 a 25, y es idealmente igual a 20.

35 R' es un grupo hidrocarbonado saturado que tiene preferiblemente de 14 a 18 átomos de carbono, más preferiblemente de 15 a 17 átomos de carbono. R' es preferiblemente un grupo alquilo lineal. R' es preferiblemente n-C₁₅H₃₁ o n-C₁₇H₃₅.

Ejemplos no limitativos de grupos Y incluyen grupos amido, alquilenos, cicloalquilenos, arilenos, carbonilo opcionalmente sustituidos, lineales o ramificados, o combinaciones de estos grupos. Y es preferiblemente un grupo carbonilo.

El grupo -(Y)_{n2}-R' es preferiblemente un grupo palmitilo o un grupo estearilo.

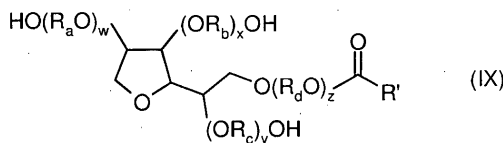
La estructura química de sorbitano es recordada a continuación:



40 El surfactante A es preferiblemente no iónico y es preferiblemente un éster de ácido graso de polioxialquilenos sorbitano, es decir, un sorbitano polioxialquilenilado esterificado una vez o dos veces con un ácido graso (Y = carbonilo y n₂ = 1), preferiblemente una vez. Más preferiblemente, el surfactante A es un éster de ácido graso de polioxietileno sorbitano (Y = carbonilo, n₂ = 1 y R = CH₂CH₂), en otras palabras un polisorbato con una longitud de cadena específica para el grupo éster.

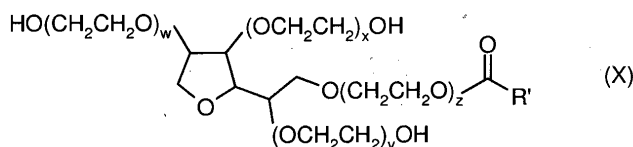
45

Una clase preferida de surfactante A comprende compuestos de fórmula (IX):



en la que R_a , R_b , R_c , y R_d , representan de manera independiente grupos alquileo lineales o ramificados, preferiblemente lineales, preferiblemente grupos alquileo C2-C6 tales como propileno o etileno, más preferiblemente etileno, w , x , y , y z representan de manera independiente números enteros ≥ 1 , preferiblemente que oscilan desde 1 a 40, más preferiblemente desde 2 a 20, incluso más preferiblemente desde 2 a 10, y R' es tal como se ha definido previamente. Preferiblemente, $w+x+y+z$ oscilan desde 4 a 40, más preferiblemente desde 8 a 30, incluso más preferiblemente desde 15 a 25. Idealmente, $w+x+y+z = 20$.

Aún más preferiblemente los surfactantes A tienen compuestos polietoxilados de fórmula (X):



en la que w , x , y , z y R' son tales como se ha definido previamente.

Los surfactantes A pueden ser fácilmente sintetizados a partir de materias primas relativamente baratas, o están comercialmente disponibles. En particular, los surfactantes A de fórmula IX están disponibles comercialmente con un precio relativamente bajo con los nombres registrados AlkestTM, CanarcelTM o TweenTM.

Los surfactantes A preferidos son comercializados bajo el nombre registrado de TweenTM 40, también conocidos como monopalmitato de polioxietilen (20) sorbitano (compuesto de fórmula X en la que $R' = C_{15}H_{31}$ y $w+x+y+z = 20$) y TweenTM 60 también conocido como monoestearato de polioxietilen (20) sorbitano (compuesto de fórmula X en la que $R' = C_{17}H_{35}$ y $w+x+y+z = 20$). Por el contrario, TweenTM 20 (que no lleva un grupo alquilo R' C12-C19) y TweenTM 80 (que no lleva un grupo hidrocarbonado R' saturado) no son surfactantes A de acuerdo con el invento.

Al menos un surfactante A es aplicado sobre la superficie del revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho de tal manera que se forme una película de surfactante. Dicha película es formada preferiblemente a partir de una composición que contiene al menos un surfactante A, preferiblemente una solución líquida surfactante. La formación de la película no implica formación de enlaces covalentes entre el surfactante A y la capa subyacente, es decir, con los compuestos que llevan un grupo polioxialquileo presentes en el precursor del revestimiento anti-vaho.

En el resto de la memoria, se describirán con más detalle realizaciones relativas a una solución líquida surfactante.

Preferiblemente, la composición surfactante no comprende surfactantes distintos de los surfactantes A.

La solución surfactante proporciona al artículo óptico, preferiblemente una lente para gafas, con una protección temporal anti-vaho creando sobre su superficie una capa uniforme que contribuye a dispersar las gotitas de agua sobre la superficie del artículo óptico de modo que no se forme un vaho visible.

La solución surfactante es aplicada preferiblemente depositando al menos una gota de la solución sobre la superficie del precursor del revestimiento anti-vaho y a continuación dispersándola de modo que cubra preferiblemente el revestimiento precursor completo.

La solución surfactante aplicada es generalmente una solución acuosa, que comprende preferiblemente de 0,5 a 15%, más preferiblemente de 2 a 8% en peso de surfactantes A, con relación al peso de la solución líquida. La solución puede también comprender alcoholes, tales como el etanol o alcohol isopropílico, en una cantidad generalmente menor del 10% en peso.

La composición surfactante a base de compuestos A que es sorprendentemente de manera significativa más eficiente para proporcionar propiedades anti-vaho de larga duración, puede ser empleada en cantidades reducidas en comparación a surfactantes de la técnica anterior, típicamente en cantidades que oscilan desde 2 a 6% en peso, más preferiblemente desde 2 a 4% del peso, con relación al peso de la composición.

La solución surfactante reduce el ángulo de contacto estático con el agua de la superficie del artículo óptico, especialmente de una lente para gafas.

El revestimiento anti-vaho del invento tiene preferiblemente un ángulo de contacto estático con el agua menor o igual a

10°, más preferiblemente menor o igual a 5°.

Un revestimiento anti-vaho inmediatamente operativo es obtenido tan pronto como la composición surfactante es aplicada sobre el precursor del revestimiento anti-vaho. Así, no es necesario aplicar muchas veces una solución surfactante para obtener el efecto anti-vaho, como sucede con productos de la técnica anterior.

- 5 Además, el efecto anti-vaho proporcionado por el revestimiento anti-vaho es de larga duración a lo largo del tiempo. Esta durabilidad es ensayada durante los ciclos de empañado y desempañado, en un procedimiento descrito en la sección experimental.

10 El revestimiento anti-vaho es temporal pero fácilmente renovable, ya que sólo ha de ser realizada una nueva aplicación de surfactante cuando no hay suficientes moléculas de surfactante adsorbidas sobre la superficie del precursor del revestimiento anti-vaho. El último permanece por ello "activable" en todas circunstancias.

Una de las ventajas principales del invento es que los surfactantes A modifican el color residual de un revestimiento antirreflejo cuando son aplicados en la superficie de una lente que comprende tal revestimiento y, depositado sobre él, un precursor de revestimiento anti-vaho que comprende compuestos que contienen grupo de polioxialquileo.

- 15 En el caso de un revestimiento antirreflejo acromático revestido con el mismo precursor de revestimiento anti-vaho, es decir, un revestimiento antirreflejo que no exhibe un color residual, aplicar una película de surfactante A provoca la aparición de un color residual en el revestimiento antirreflejo.

En el contexto del presente invento, son preferidos los revestimientos antirreflejo que tienen un color residual.

El cambio de color o la apariencia de color son fácilmente detectables a simple vista.

- 20 Este comportamiento único no es observado con otros surfactantes o lentes desprovistas de precursor de revestimiento anti-vaho que comprende compuestos que contienen grupo polioxialquileo. Por ello, mientras el color residual del antirreflejo visto por el usuario es uniforme y diferente del color residual del revestimiento antirreflejo observado en ausencia de la película que contiene surfactante A, no hay necesidad de renovar la película de surfactante en la superficie de la lente. Sin embargo, cuando el color modificado se está desvaneciendo y/o resulta no uniforme, el usuario es informado de que el artículo óptico ya no estará pronto protegido contra el empañado.

- 25 Los siguientes ejemplos ilustran el invento en un modo más detallado aún no limitativo. A menos que se mencione de otro modo, todos los porcentajes están expresados en peso.

EJEMPLOS

1. Materiales y artículos ópticos utilizados

- 30 La sílice es utilizada en forma de gránulos proporcionados por la compañía Optron Inc. El compuesto organosilano utilizado en los ejemplos para formar el precursor del revestimiento anti-vaho es 2-[metoxi(polietileno)propil]trimetoxisilano que comprende de 6 a 9 unidades de óxido de etileno, de fórmula (III) y con un peso molecular de 450-600 g/mol (CAS N°: 65994-07-2, Ref: SIM 6492.7, proporcionado por la compañía Gelest, Inc.). Los compuestos de Tween™ han sido comprados en CRODA.

- 35 La lente utilizada comprende un sustrato de lente de un material ORMA®, que comprende una imprimación resistente al impacto a base de poliuretano con un grosor de aproximadamente 1 micrón, provista en sí misma con un revestimiento resistente a la abrasión con un grosor de aproximadamente 3 micrones depositando y curando una composición tal como se ha definido en el ejemplo 3 de la patente EP 0614957, revestido a su vez con un revestimiento antirreflectante de cinco capas $ZrO_2/SiO_2/ZrO_2/ITO/SiO_2$ (denominado revestimiento antirreflectante Y) depositado sobre el revestimiento resistente a la abrasión por evaporación bajo vacío de los materiales en el orden en que son mencionados (grosos respectivos de las capas: 29, 23, 68, 7 y 85 nm). Una capa de ITO es una capa eléctricamente conductora de óxido de indio dopado con estaño ($In_2O_3:Sn$).
- 40

Estas lentes son tratadas por ambas caras de acuerdo con los métodos descritos a continuación, siendo tratada la cara cóncava antes que la cara convexa.

- 45 En los ejemplos, el revestimiento antirreflejo no es sometido a ningún tratamiento de activación antes de depositar el precursor del revestimiento anti-vaho.

2. Depósito de vapor del revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho

En los ejemplos, el depósito es llevado a cabo sobre el revestimiento antirreflectante Y de una lente por evaporación bajo vacío utilizando una fuente de calentamiento a base de efecto Joule.

- 50 El compuesto de siloxano de fórmula III es vertido en una cápsula de cobre (en ausencia de cualquier material poroso) y esta cápsula es depositada sobre un soporte de calentamiento de tantalio conductor. El dispositivo evaporador es un

aparato SATIS 1200 DLF o BALZERS BAK. La presión de evaporación del compuesto de SILOXANO de fórmula iii varía generalmente desde $5 \cdot 10^{-6}$ a $8 \cdot 10^{-6}$ mbar para SATIS 1200 DLF. Una vez que se ha completado la evaporación, la superficie de cada lente es enjuagada con agua jabonosa, opcionalmente con alcohol isopropílico, a continuación con agua desionizada y secada con un paño seco de Cemoi™ de manera que el exceso de compuesto de siloxano de fórmula III depositado sea eliminado.

El paño o toallita de Cemoi™ es un paño proporcionado por el suministrador Facol bajo la referencia Microfibre M8405 30x40.

3. Aplicación de una solución líquida que contiene surfactante (solución anti-vaho temporal)

3.1 Preparación de soluciones de surfactante

Se utilizaron dos surfactantes diferentes:

Tween™ 40, también conocido como monopalmitato de polioxietilen (20) sorbitano, es el surfactante utilizado para preparar las soluciones de surfactante del invento.

Zonyl® FSO 100 (de DuPont) es utilizado como un surfactante comparativo. Zonyl® FSO 100 es una mezcla de compuestos de fórmula $F(CF_2)_y-(CH_2-CH_2O)_{x+1}H$ en la que y es igual a 6, 8 y 10 con cantidades en peso respectivamente de aproximadamente 65%, 30% y 5%, y x es un número entero que oscila desde 2 a 13.

Se prepararon soluciones para cada surfactante como sigue: el surfactante fue disuelto en una mezcla de agua desionizada y alcohol isopropílico (IPA), de modo que se obtuviera una solución acuosa que contiene:

- 2.5% en peso de IPA y 6% en peso de Zonyl® FSO 100, o

- 20% en peso de IPA y 3 o 6% en peso de Tween™ 40.

3.2 Depósito de la solución de surfactante sobre lentes

Las lentes provistas con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho preparado según 2 fueron tratadas por medio de las soluciones descritas en 3.1.

Cada solución se aplicó como sigue:

1. Agitando la solución vial antes de su uso.

2. Sujetando la lente entre el dedo pulgar y el dedo índice y aplicando 2 gotas de la solución surfactante en el centro de la cara convexa de la lente.

3. Utilizando un paño limpio de Cemoi™ (suministrador Facol Microfibre M8405 30x40), dispersando las gotas con la punta del dedo sobre toda la superficie de la lente sin frotar (máximo 7 segundos).

4. Realizando la misma operación con la cara cóncava de la lente.

5. Dejando secar durante 5 a 10 segundos y controlando la lente, como para transmisión solamente, bajo la luz ambiente (luz cenital consistente en un tubo de neón), manteniendo la lente a una distancia del ojo de 30 a 50 cm.

6. Utilizando otro paño o toallita limpio de Cemoi™, limpiando el borde de la lente.

7. Eliminando las marcas blancas (si las hay) que son visibles en transmisión, siendo sujetado el paño o toallita de Cemoi™ con la punta del dedo índice, sin frotar fuertemente. La lente debería ser limpiada y desprovista de cualquier marca blanca en toda su superficie.

El método hace posible obtener una lente oftálmica perfectamente transparente.

4. Ensayo de vapor en caliente y evaluación del color residual del revestimiento antirreflejo

Antes del ensayo, las lentes con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho según 2 fueron colocadas durante 24 horas en un ambiente con la temperatura regulada (20-25° C) y bajo una humedad del 40 al 50%.

Después de ello, las lentes fueron tratadas de acuerdo con 3.2 con una solución de surfactante como se ha descrito en 3.1, comprendiendo el surfactante 6% en peso de Tween™ 40.

Para el ensayo, las lentes tratadas con surfactante fueron colocadas durante 15 segundos encima de un recipiente calentado que contenía agua a 52° C. Inmediatamente después, se observó una escala de agudeza visual situada a una distancia de 5 m a través de la lente ensayada. Este ensayo hace posible simular las condiciones ordinarias en activo

cuando un usuario orienta su cara hacia una taza de té/café o hacia una cazuela llena de agua hirviendo.

El observador evalúa la agudeza visual y la calificación o nota de color de acuerdo con los siguientes criterios:

Las calificaciones anti-vaho (A, B, C o D) corresponden al nivel de empañado al final de cada ensayo de vapor en caliente:

- 5 A: Película de agua homogénea (agudeza 10/10)
- B. Distorsión visual considerada como aceptable por el usuario
- C. Distorsión visual considerada como no aceptable por el usuario (película de agua heterogénea)
- D. Neblina blanca totalmente difusora, finas gotas de agua.

- 10 Las lentes son consideradas que han pasado satisfactoriamente el ensayo de vapor en caliente si obtienen la calificación A o B.

El depósito de una película de Tween™ 40 sobre la superficie de lentes preparadas de acuerdo con § 1 y 2 hace que el color residual del revestimiento antirreflejo cambie de verde a azul. La magnitud del color residual azulado del revestimiento antirreflejo es evaluada en reflexión a la luz ambiente o bajo una lámpara de Waldmann dando las siguientes calificaciones:

- 15 3: más del 80% de la superficie de la lente aparece azulada.
- 2: el 50-80% de la superficie de la lente aparece azulada.
- 1: desde el 10 a menos del 50% de la superficie de la lente aparece azulada.
- 0: menos del 10% de la superficie de la lente aparece azulada.

- 20 Al final de este primer ensayo de vapor caliente, las lentes fueron secadas tal como se ha descrito en § 5 de la parte experimental del documento WO 2011/080472 (sin ciclos de secado con paño) y a continuación se sometieron a ciclos de ensayo de vapor caliente/secado adicionales, después de haber controlado bajo una lámpara de Waldmann que estaban totalmente secas.

Se dieron calificaciones anti-vaho y de color a las lentes después de realizar 1, 9 y 12 ensayos de vapor caliente. Los resultados están dados en la siguiente tabla (Tabla 1):

Ejemplo	Lente	Surfactante		Número de ensayos de vapor caliente			
				0	1	9	12
1	G1	Tween™ 40 (6%)	Calificación ensayo vapor caliente	-	A	B	C
	G1		Calificación de color	3	3	2	1
C1	G1	Zonyl™ FSO 100 6%	Calificación de color	0	0	0	0
C2	G2	Tween™ 40 (6%)	Calificación ensayo vapor caliente	-	D		
			Calificación de color	0	0		
C3	G3	Tween™ 40 (6%)	Calificación ensayo vapor caliente	-	C		
			Calificación de color	0	0		
C4	G4	Tween™ 40 (6%)	Calificación ensayo vapor caliente	-	C		
			Calificación de color	0	0		

- 25 La lente G1 es una lente preparada de acuerdo con § 1 y 2 anteriores. La lente G2 difiere de la lente G1 porque comprende una capa superior anti-suciedad fluorada de 2 nm de grosor (Optool DSX™) en vez de un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho. La lente G3 es una lente para gafas anti-vaho comercializada por Seiko (Super Sovereign Fogless™), que comprende un sustrato que tiene un índice de refracción de 1,6 y un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho. La lente G4 es una lente para gafas anti-vaho comercializada por Tokai (Tokai Foggy Guard™), que comprende un sustrato que tiene un índice de refracción de 1,6 y un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho.
- 30

Es importante mencionar que la calificación del ensayo de vapor caliente y la calificación de color antes de aplicar la solución surfactante sobre la superficie de la lente G1 son respectivamente C y 0.

- 35 Puede verse en la tabla 1 que la disminución de las propiedades anti-vaho de las lentes revestidas con un revestimiento anti-vaho temporal de acuerdo con el invento (que comprende una película del surfactante Tween™ 40) bajo exposición repetitiva a condiciones de empañado puede ser correlacionada con la disminución de la magnitud del color azulado residual del revestimiento antirreflejo. Similares resultados anti-vaho fueron obtenidos con el surfactante Tween™ 60,

pero no se observó tal efecto con Zonyl® FSO-100 (surfactante comparativo del ejemplo comparativo C1). Por ello, los surfactantes de acuerdo con el invento proporcionan al usuario un medio interesante para controlar visualmente el tiempo, transcurrido el cual, será necesario "recargar" la superficie de la lente con surfactante adicional.

Además, la velocidad de la evaporación de la película de agua formada en la superficie de la lente después de empañamiento fue la misma para los surfactantes Tween™ 40 y Zonyl® FSO-100.

Puede también observarse que no han ocurrido cambios de color residual sobre el revestimiento antirreflejo de las lentes G2, G3 y G4. Las lentes G2 están desprovistas de precursor de revestimiento anti-vaho, mientras que las lentes G3 y G4 comprenden un precursor del revestimiento anti-vaho, pero que falla en comprender compuestos que contienen grupos polioxialquilenos. Además, las lentes comparativas no exhiben propiedades anti-vaho satisfactorias cuando han sido revestidas con un surfactante A de sorbitano de acuerdo con el invento después de solamente un ciclo de empañado/desempañado.

Así, el beneficio del cambio de color residual del revestimiento antirreflejo es solamente observado en lentes que combinan un precursor del revestimiento anti-vaho que comprende compuestos que tienen el grupo polioxialquilenos y una película de surfactante que contiene al menos un surfactante A de acuerdo con el invento.

5. Ensayos en condiciones invernales y tropicales

Estos ensayos fueron realizados utilizando el sistema para determinar el rendimiento anti-vaho de artículos ópticos transparentes que está completamente descrito en la solicitud de patente francesa n° 11. 53814 presentada el 4 mayo 2011, y representada en la fig. 1 de dicha solicitud de patente, donde está etiquetada (20).

Una lente pasa el ensayo cuando tiene un coeficiente de nitidez $N \geq 0,5$. Una lente ha fallado en este ensayo cuando tiene un coeficiente de nitidez $N < 0,6$. El coeficiente de nitidez N es definido en la solicitud de patente Francesa n° 11.53814.

a) Condiciones invernales

En este ensayo, las lentes provistas con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho preparadas según 2 y además tratadas como se ha descrito en 3.2 por medio de las soluciones descritas en 3.1 fueron almacenadas durante 60 minutos en "condiciones invernales" (4° C, 40% de humedad) y fueron a continuación rápidamente sometidas a condiciones normales (20° C, 50% de humedad). Los resultados están mostrados a continuación:

Surfactante	Sin secado con paño	10 secados con paño	30 secados con paño
Zonyl™ FSO 100 6% (2 lentes) (comparativo)	2 pasan	2 pasan	1 pasa, 1 falla
Tween™ 40 6% (5 lentes)	4 pasan, 1 falla	4 pasan, 1 falla	3 pasan, 2 fallan

Tabla 2

b) Condiciones tropicales

En este ensayo, las lentes provistas con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho preparadas según 2 y además tratadas por medio de las soluciones descritas en 3.1 fueron almacenadas durante 30 minutos en condiciones normales (20° C, 45% de humedad) y fueron a continuación rápidamente sometidas a "condiciones tropicales" (30° C, 70% de humedad). Los resultados están mostrados a continuación:

Surfactante	Sin secado con paño	10 secados con paño	30 secados con paño	50 secados con paño
Zonyl™ FSO 100 6% (2 lentes)	1 pasa, 1 falla	2 fallan	2 fallan	2 fallan
Tween™ 40 3% (5 lentes)	5 pasan	5 pasan	5 pasan	5 pasan

Tabla 3

Puede concluirse de estas dos series de ensayos que Zonyl™ FSO 100 y Tween™ 40 tienen rendimientos anti-vaho satisfactorios en condiciones invernales. Tween™ 40 (3% en peso) es más eficiente que Zonyl™ FSO 100 (3% en peso) en condiciones tropicales.

6. Durabilidad del efecto anti-vaho después de un esfuerzo mecánico (después de aplicación de una solución de surfactante)

Este ensayo permite evaluar la resistencia al secado con un paño de la solución anti-vaho temporal sobre la superficie de las lentes. Se llevó a cabo sobre 10 lentes. El protocolo de ensayo general está descrito en § 5 de la parte experimental

del documento WO 2011/080472.

Cada lente fue inicialmente sometida a una serie de 5 secados con paño, luego se realizaron 10, 10, 10, 20, 20 y 20 operaciones adicionales de secado con paño. Brevemente, un ensayo de vapor caliente seguido por una operación de secado es llevada a cabo entre cada serie de secados con paño.

- 5 Aquí, una operación de secado con paño corresponde a una rotación marcada moderadamente de un paño o toallita de secado Cemoi™ en ambas caras de la lente (la lente es presionada entre los dedos pulgar e índice).

Las calificaciones anti-vaho (A, B, C o D) están detalladas en § 4, Las lentes son consideradas como que han pasado satisfactoriamente el ensayo de durabilidad si han obtenido la calificación A o B.

- 10 Los resultados en la tabla siguiente revelan que la durabilidad del rendimiento anti-vaho de Tween™ 40 (3% en peso) después de un esfuerzo mecánico es satisfactoria:

Lente n°	Solución que contiene surfactante	Puntuación anti-vaho después de X (acumuladas) operaciones de secado con paño con X =							
		0	5	15	25	35	55	75	95
1,3,5,6,8	Tween™ 40 3% (1,3,5); 6% (6,8)	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Tween™ 40 3%	A	A	B	A	A	B	B	B
4	Tween™ 40 3%	B	B	B	B	B	B	B	B
7	Tween™ 40 6%	B	A	A	B	A	A	A	A
9	Tween™ 40 6%	B	B	B	B	B	A	B	B
10	Tween™ 40 6%	A	A	A	A	A	B	A	A

Tabla 4

7. Aspecto cosmético de las lentes y capacidad de deslizamiento

- 15 En estos ensayos, las lentes provistas con un revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho preparadas según 2 fueron tratadas además por medio de las soluciones descritas en 3.1 (6% en peso de Tween™ 40) u otra solución acuosa de acuerdo con el invento (6% en peso de Tween™ 60 + 20% en peso de IPA) o soluciones acuosas comparativas (6% en peso de Tween™ 20 o Tween™ 80 + 20% en peso de IPA).

Las siguientes calificaciones cosméticas (A, B, C o D) fueron dadas como una función del % de la superficie de la lente desprovista de marcas blancas después de dispersar la solución surfactante:

- 20 A: 100% de la superficie de la lente está desprovista de marcas blancas.
B: del 60 a menos del 100% de la superficie de la lente está desprovista de marcas blancas.
C: del 20 a menos del 60% de la superficie de la lente está desprovista de marcas blancas.
D: de 0 a menos del 20% de la superficie de la lente está desprovista de marcas blancas.

La capacidad de deslizamiento de un paño en la superficie de las lentes al dispersar las soluciones de surfactante fue también evaluada. Se dieron las siguientes calificaciones de deslizamiento:

- 25 3: capacidad de deslizamiento muy buena.
2: capacidad de deslizamiento buena.
1: capacidad de deslizamiento baja, el paño se adhiere a la superficie.
0: capacidad de deslizamiento muy mala, el paño se adhiere mucho a la superficie (esta calificación es obtenida con agua pura).

- 30 Los resultados obtenidos están mostrados en la tabla 5.

Lente n°	Solución que contiene surfactante	Calificación cosmética	Calificación de deslizamiento
1	Tween™ 40 (6%)	B	2
2	Tween™ 60 (6%)	B	2
C1	Zonyl® FSO-100 (6%)	A	3
C2	Tween™ 20 (6%)	C	1
C3	Tween™ 80 (6%)	D	1

Tabla 5

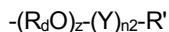
Las calificaciones cosméticas obtenidas con surfactantes A de acuerdo con el invento (lentes 1 y 2) son inferiores a las

5 calificaciones obtenidas con surfactante Zonyl® FSO-100 (6%) (lente C1 comparativa) debido a la presencia de unas pocas marcas blancas en la superficie de la lente después de aplicación y dispersión de los surfactantes. Sin embargo, estas marcas son fáciles de eliminar como se ha descrito en § 3.2 en el caso de lentes 1 y 2. Desde el punto de vista cosmético, Tween™ 40 es ligeramente mejor que Tween™ 60. La capacidad de deslizamiento impartida por Tween™ 40 y Tween™ 60 es satisfactoria.

Tween™ 20 y Tween™ 80 (lentes comparativas C2 y C3), que no son surfactantes A de acuerdo con el invento, tienen una capacidad de deslizamiento insuficiente y una calificación cosmética insuficiente.

REIVINDICACIONES

1. Un artículo óptico que comprende un sustrato que tiene al menos una superficie principal revestida con un revestimiento antirreflejo y, directamente en contacto con dicho revestimiento antirreflejo, un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho obtenido a través del injerto sobre dicho revestimiento antirreflejo de al menos un compuesto B que lleva un grupo polioxialquilenos, estando revestido dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho con una película de surfactante de modo que forme un revestimiento anti-vaho, caracterizado por que dicha película de surfactante contiene al menos un surfactante A que tiene un anillo de sorbitano con n de sus cuatro grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos polioxialquilenos con terminaciones OH, y p de sus cuatro grupos hidroxilo hechos funcionales con los mismos o diferentes grupos R' de fórmula:



en la que R_d es un grupo alquilenos, z es un número entero ≥ 1, Y es un grupo divalente, n₂ es 0 ó 1, y R' es un grupo hidrocarbonado saturado que tiene de 12 a 19, preferiblemente de 13 a 19 átomos de carbono, siendo n y p números enteros de tal modo que n = 2 ó 3 y p = 1 ó 2, con n + p = 4.

2. El artículo óptico de la reivindicación 1, en el que el compuesto B que lleva un grupo polioxialquilenos es un organosilano que tiene al menos un átomo de silicio que lleva al menos un grupo hidrolizable.

3. El artículo óptico de la reivindicación 1 ó 2, en el que el revestimiento antirreflejo tiene una superficie exterior que lleva grupos silanol.

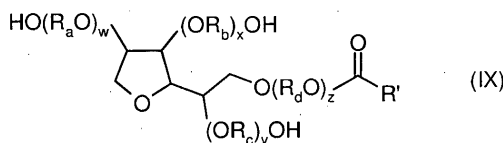
4. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la película de surfactante es formada aplicando sobre el revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho una solución líquida que contiene al menos un surfactante A.

5. El artículo óptico de la reivindicación 4, en el que la solución líquida comprende de 0,5 a 15%, preferiblemente de 2 a 8% en peso de surfactantes A, con relación al peso de dicha solución.

6. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que n₂ = 1 e Y es un grupo carbonilo.

7. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el surfactante A es un éster de ácido graso de sorbitano polioxietilénico.

8. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el surfactante A es un compuesto de fórmula (IX):



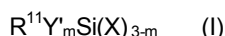
en la que R_a, R_b, R_c, y R_d, representan de manera independiente grupos alquilenos lineales o ramificados, w, x, y, y z representan de manera independiente números enteros ≥ 1, y R' es tal como se ha definido en la reivindicación 1.

9. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que R' es un grupo hidrocarbonado saturado que comprende de 14 a 18 átomos de carbono, más preferiblemente de 15 a 17 átomos de carbono.

10. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el número total de grupos oxialquilenos presentes en la estructura del surfactante A oscila preferiblemente de 4 a 40, más preferiblemente de 8 a 30, incluso más preferiblemente es igual a 20.

11. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el revestimiento precursor de revestimiento anti-vaho tiene un grosor menor o igual a 5 nm.

12. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el compuesto B es un compuesto de fórmula:



en la que los grupos Y', ya sean idénticos o diferentes, son grupos orgánicos monovalentes unidos al silicio a través de un átomo de carbono, los grupos X que son iguales o diferentes, son grupos hidrolizables, R¹¹ es un grupo que comprende un grupo polioxialquilenos, y m es un número entero igual a 0, 1 ó 2.

13. El artículo óptico según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, definido además como una lente oftálmica.

- 5 14. Un artículo óptico que comprende un sustrato que tiene al menos una superficie principal revestida con un revestimiento antirreflejo y, directamente en contacto con dicho revestimiento antirreflejo, un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho, en el que dicho revestimiento antirreflejo presenta un color residual cuando no se ha aplicado ninguna película surfactante sobre dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho y un color residual modificado cuando una película de surfactante capaz de modificar el color residual presentado por dicho revestimiento antirreflejo es aplicada sobre dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho,
- caracterizado por que dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho es revestido con una película de surfactante capaz de modificar el color residual presentado por dicho revestimiento antirreflejo de modo que forme un revestimiento anti-vaho.
- 10 15. Un método para determinar si una lente para gafas exhibe propiedades anti-vaho y, si es necesario, impartir propiedades anti-vaho a dicha lente para gafas, que comprende:
- 15 - proporcionar una lente para gafas que comprende un sustrato que tiene al menos una superficie principal revestida con un revestimiento antirreflejo y, directamente en contacto con dicho revestimiento antirreflejo, un revestimiento precursor de un revestimiento anti-vaho, en el que dicho revestimiento antirreflejo presenta un color residual cuando no se ha aplicado ninguna película surfactante sobre dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho y un color residual modificado cuando una película de surfactante capaz de modificar el color residual presentado por dicho revestimiento antirreflejo es aplicada sobre dicho revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho,
- determinar visualmente qué color residual es presentado por dicho revestimiento antirreflejo, y
- 20 - si al menos parte del revestimiento antirreflejo no presenta el color residual modificado, aplicar una cantidad adicional de surfactante capaz de modificar el color residual presentado por dicho revestimiento antirreflejo sobre al menos dicha parte del revestimiento precursor del revestimiento anti-vaho de modo que recupere las propiedades anti-vaho de la lente para gafas.