

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 847**

51 Int. Cl.:

**B05D 3/14** (2006.01)

**C03C 17/00** (2006.01)

**C03C 17/42** (2006.01)

**C08J 7/12** (2006.01)

**G02B 1/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2004 E 04739790 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.08.2014 EP 1636616**

54 Título: **Procedimiento para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida mediante una capa de revestimiento diferente**

30 Prioridad:

**13.06.2003 US 461091**

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

**02.12.2014**

73 Titular/es:

**ESSILOR INTERNATIONAL (COMPAGNIE  
GENERALE D'OPTIQUE) (100.0%)**

**147, RUE DE PARIS  
F-94220 CHARENTON-LE-PONT, FR**

72 Inventor/es:

**JALLOULI, AGNÈS y  
FOURNAND, GÉRALD**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 523 847 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

Procedimiento para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida mediante una capa de revestimiento diferente

### ANTECEDENTES DEL INVENTO

- 5 El presente invento se refiere en general a un proceso para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida, en particular una lente oftálmica, con una capa de un nuevo revestimiento final o depositando esta capa sobre ella, que tiene propiedades superficiales diferentes de las de la capa inicial de revestimiento más exterior.
- Ha resultado cada vez más común en la fabricación de lentes oftálmicas revestir las lentes con una o varias capas de revestimiento funcionales para impartir a las lentes oftálmicas resultantes distintas propiedades tales como propiedades de resistencia al impacto, resistencia al rayado, antirreflectantes y anti-suciedad.
- 10 Así, una lente oftálmica típica puede comprender un sustrato hecho de un material ópticamente transparente, tal como cristal mineral o cristal orgánico, que tiene al menos una de sus superficies principales revestida, sucesivamente, con una capa de revestimiento de imprimación, una capa de revestimiento resistente al rayado, una capa de revestimiento antirreflectante, y una capa de revestimiento anti-suciedad (capa superior hidrófoba y/o oleófoba)
- 15 Típicamente, la capa de revestimiento más exterior de una lente oftálmica es la capa de revestimiento anti-suciedad (o capa superior).
- En vista del rápido desarrollo en la tecnología de la capa superior, sería interesante ser capaz de reemplazar de forma segura una capa superior hidrófoba depositada inicialmente por una nueva capa superior que tiene propiedades diferentes o mejoradas.
- 20 Desde luego, tal reemplazamiento de la capa de revestimiento más exterior por otra debe ser efectivo sin afectar adversamente a las capas de revestimiento situadas debajo y/o al sustrato, en particular a sus propiedades ópticas.
- En particular, la capa superior es depositada usualmente sobre una capa de revestimiento antirreflectante y el proceso de reemplazamiento no debería perjudicar a las propiedades de esta capa de revestimiento antirreflectante.
- 25 También, una lente oftálmica resulta de una sucesión de operaciones de moldeo y/o acabado superficial/pulido que determinan la geometría de las superficies ópticas convexa y cóncava de la lente, y después del tratamiento superficial apropiado como se ha indicado antes. El último toque de acabado de una lente oftálmica es la operación de rebordeado que consiste en mecanizar el reborde o periferia de la lente para conformarla a las dimensiones requeridas para adaptación de la lente a la montura de las gafas en la que pretende ser colocada.
- El rebordeado es generalmente realizado en una máquina que comprende ruedas de diamante que realizan la mecanización definida anteriormente.
- 30 La lente es mantenida, durante esta operación, por medios de bloqueo axiales.
- El movimiento relativo de la lente con respecto a la rueda es generalmente controlado digitalmente con el fin de obtener la forma deseada.
- Es así absolutamente necesario que la lente sea mantenida firmemente durante el movimiento.
- 35 Con este fin, antes de la operación de rebordeado se posiciona un medio de mantenimiento sobre la superficie convexa de la lente.
- Una almohadilla de mantenimiento, tal como una oblea adhesiva, por ejemplo un adhesivo de doble cara, es colocada entre los medios de mantenimiento y la superficie convexa de la lente.
- 40 La lente así equipada es a continuación posicionada en uno de los medios de bloqueo axiales mencionados anteriormente, y los otros medios de bloqueo axiales ejercen una presión sobre la cara cóncava de la lente, mediante un tope de elastómero.
- Durante la mecanización, se aplica un par tangente sobre la lente lo que puede inducir una rotación de la lente con relación a los medios de mantenimiento si la lente no es mantenida lo bastante fuerte.
- 45 Un buen bloqueo de la lente depende principalmente de una buena adherencia en la interfaz entre la almohadilla de mantenimiento y la superficie convexa de la lente.

Como ya se ha mencionado, la capa de revestimiento más exterior de una lente oftálmica comprende usualmente una capa superior anti-suciedad hidrófoba y/o oleófoba formada generalmente sobre un revestimiento antireflectante.

5 Un problema asociado con tales capas superiores, es que, debido a sus propiedades superficiales no permiten obtener una buena adherencia de la interfaz entre la almohadilla de mantenimiento y la superficie convexa de la lente, aumentando esta falta de adherencia con el aumento de la eficiencia de la capa superior hidrófoba y/o oleófoba.

Por ello, será interesante producir lentes oftálmicas con un revestimiento más exterior que da como resultado una buena adherencia con la almohadilla de mantenimiento para la operación de rebordeado y después de ello ser capaz de reemplazar este revestimiento inicial más exterior por una capa de revestimiento final más eficiente o apropiada, dependiendo del uso final pretendido.

10 El documento WO 01/68384 describe un aparato y un método para producir un marcado de alta energía sobre una superficie de una lente oftálmica, tal como una descarga de corona, para aumentar la energía de superficie del área expuesta y obtener un marcado resultante visible por nebulización. Sólo se expone un área muy pequeña de la superficie de la lente y puede tolerarse una retirada parcial del revestimiento subyacente o sustrato ya que no afecta a las propiedades ópticas de la lente.

15 La solicitud de patente Japonesa no examinada dejada abierta 2000-308846 describe la formación de una capa anti-suciedad que tiene una anti-suciedad, resistencia al rayado y resistencia a los disolventes excelente sometiendo la superficie de un material de base, tal como una pieza óptica a un tratamiento previo. El tratamiento previo puede ser un depósito por plasma de alta frecuencia, haz de electrones, haz de iones, depósito por vapor, parpadeante, álcali, ácido, método de descarga de corona, o de descarga en resplandor a presión atmosférica.

20 La superficie tratada puede ser la superficie exterior de una capa antirreflectante. Se ha precisado además que la energía superficial de una película anti-reflectante es tan alta como de  $60 \text{ J/m}^2$ . Por tanto, debido a la energía superficial muy elevada, la superficie tratada es la superficie de una capa mineral, típicamente un capa de  $\text{SiO}_2$  de un apilamiento antirreflectante.

#### RESUMEN DEL INVENTO

25 Así, el propósito del presente invento es proporcionar un proceso para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida con una capa de un nuevo revestimiento final que tiene diferentes propiedades superficiales de las del revestimiento inicial más exterior sin afectar perjudicialmente a las propiedades, en particular a las propiedades ópticas, de la capa funcional subyacente y/o del sustrato de la lente.

30 De acuerdo con el invento, se ha proporcionado un proceso para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida con una capa inicial de revestimiento más exterior o depositando sobre la misma una capa de un nuevo revestimiento final que tiene propiedades superficiales diferentes de las de dicha capa inicial de revestimiento más exterior que comprende:

- (a) proporcionar una lente óptica revestida que tiene una capa inicial de revestimiento más exterior que tiene un ángulo de contacto superficial con agua de al menos  $65^\circ$ ;
- 35 - (b) someter la capa inicial de revestimiento más exterior a un tratamiento con especies químicas activadas aproximadamente a presión atmosférica y durante menos de un minuto con el fin de obtener una superficie tratada que tenga un ángulo de contacto con agua de  $10^\circ$  o menos;
- (c) depositar sobre dicha superficie tratada una capa de un revestimiento final que tiene propiedades superficiales diferentes de las de dicha capa inicial de revestimiento más exterior.

40 En otra realización del invento, el proceso comprende, antes de la operación de tratamiento (b) o después de la operación de tratamiento (b) y antes de la operación de depósito (c) de la capa de revestimiento final, una operación de rebordeado de la lente.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE INVENTO

Una operación esencial del proceso del invento es la operación de tratamiento (b).

45 Se comprenderá que, en la operación de tratamiento (b), casi toda la superficie de la lente y preferiblemente toda la superficie de la lente es tratada.

Preferiblemente, la duración del tratamiento de la capa inicial de revestimiento más exterior con especies químicas activadas es de 40 segundos o menos y más preferiblemente de 30 segundos o menos e incluso mejor es de

aproximadamente 20 segundos, y preferiblemente la superficie tratada tiene un ángulo de contacto con agua de 10° o menos, e incluso mejor de 5° o menos.

Por definición, la duración del tratamiento con especies químicas activadas es el tiempo durante el cual cada punto de la superficie de la capa inicial de revestimiento más exterior está en contacto con las especies químicas activadas.

- 5 Si no se ha mencionado, por ángulo de contacto de la superficie con agua, se entiende el ángulo de contacto estacionario con agua determinado de acuerdo con el método de la gota de líquido en el que una gota de agua que tiene un diámetro menor de 2 mm se forma sobre el artículo óptico y se mide el ángulo de contacto.

Esencialmente, las especies químicas activas son los radicales libres y, en particular, radicales libres de oxígeno.

- 10 Con el fin de uniformizar la acción de las especies químicas activadas sobre la superficie completa de la lente, se recomienda soplar aire durante la operación de tratamiento (b).

Se sopla un flujo constante de aire entre los dos electrodos. Desvía el arco o plasma producido y hace que se disperse sobre la superficie del material a tratar. A continuación, pueden tratarse objetos tridimensionales tales como lentes.

El tratamiento preferido con especies químicas activadas son los tratamientos de descarga de corona y los tratamientos con plasma a presión atmosférica, en particular los tratamientos de descarga de corona.

- 15 Típicamente, la potencia del tratamiento de descarga de corona oscila entre 10<sup>2</sup> y 2.10<sup>3</sup> W, preferiblemente de 5.10<sup>2</sup> a 10<sup>3</sup> W.

Por ejemplo, el tratamiento de descarga de corona puede efectuarse utilizando una unidad de descarga de corona de 3DT, modelo Multidyne 800 Vatios con una descarga de 12 KV por electrodo.

- 20 Se prefieren las frecuencias más bajas por razones de seguridad, aunque frecuencias más elevadas, por ejemplo de 2000 Hz, proporcionarán buenos resultados.

El tratamiento con plasma a presión atmosférica preferido es un tratamiento con plasma de oxígeno.

Usualmente, la potencia del tratamiento con plasma oscila entre 10<sup>2</sup> y 10<sup>3</sup> W, y será generalmente de alrededor de 6.10<sup>2</sup> W.

- 25 Una característica importante de la operación de tratamiento (b) del proceso del invento es que se realiza a presión atmosférica. Por presión atmosférica, se entiende una presión que oscila desde 250 a 760 mm Hg, preferiblemente de 600 a 760 mm Hg.

- 30 Preferiblemente, el revestimiento inicial más exterior tendrá una energía superficial de al menos 13 mJ/m<sup>2</sup>, más preferiblemente de al menos 15 mJ/m<sup>2</sup> o mejor de al menos 20 mJ/m<sup>2</sup>, pero también preferiblemente menor de 35 mJ/m<sup>2</sup> e incluso mejor menor de 30 mJ/m<sup>2</sup>, y un grosor de 1 a 100 nm, preferiblemente de 1 a 60 nm, más preferiblemente de 10 a 60 nm. El revestimiento inicial más exterior también puede ser tan delgado como de 1 a 10 nm, preferiblemente de 1 a 10 nm, preferiblemente de 1 a 5 nm.

En el presente invento, todas las energías superficiales son calculadas de acuerdo con el método descrito OWENS-WENDT en el siguiente documento: "Estimación de la energía de fuerzas superficiales de polímeros" OWENS D.K., WENDT R.G. (1969) J. APPL. POLYM, SCI., 13, 1741-1747.

- 35 La capa inicial de revestimiento más exterior puede ser cualquier revestimiento exterior clásico en el campo de las lentes ópticas y en particular un revestimiento anti-suciedad (capa superior hidrófoba y/o oleófoba), una parte de superficie externa de un revestimiento resistente al rayado, o un revestimiento más exterior de un apilamiento antirreflectante.

- 40 La capa inicial de revestimiento más exterior de acuerdo con el invento es preferiblemente de naturaleza orgánica. Por naturaleza orgánica en el presente invento, se entiende una capa que está comprendida de al menos el 40% de su peso, preferiblemente al menos el 50% del peso total de la capa de revestimiento de materiales orgánicos.

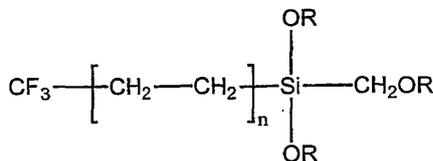
Una capa inicial de revestimiento más exterior preferida es una capa superior hidrófoba y/o oleófoba, y preferiblemente tal capa superior hecha de una composición que incluye al menos un compuesto fluorado.

Los compuestos fluorados preferidos son silanos y silazanos que soportan al menos un grupo seleccionado de los fluorocarbonos, polifluorocarbonos, fluoropoliéteres y polifluoropoliéteres, en particular perfluoropoliéteres.

- 45 Se han descrito fluorocompuestos, entre otros, en los documentos US-4.410.563, EP-0.203.730, EP-749.021, EP-

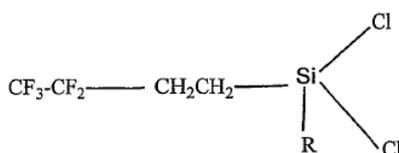
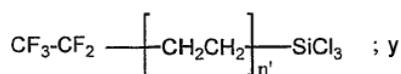
844.265 y EP- 933.377.

Entre los fluorosilanos pueden citarse los compuestos de fórmulas:



n = 5, 7, 9 u 11 y R es un radical alquilo, típicamente un radical alquilo C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> tal como -CH<sub>3</sub>, -C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> y -C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>;

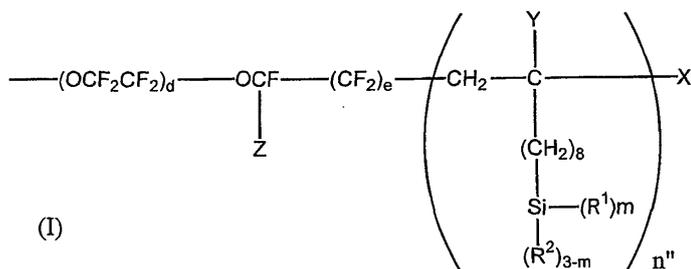
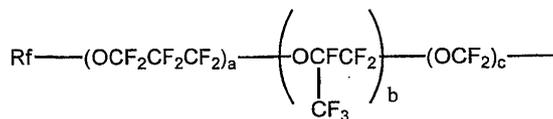
5



n' = 7 ó 9 y R es como se ha definido con anterioridad,

Las composiciones que contienen compuestos de flúor útiles también para hacer la capa superior están descritas en el documento US 6.183.872.

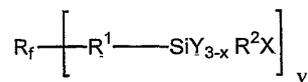
- 10 El fluoropolímero orgánico que contiene silicio del documento US 6.183.872 está representado por la fórmula general y tiene un número de peso medio molecular de 5x10<sup>2</sup> a 1x10<sup>5</sup>.



- 15 en el que Rf representa perfluoroalquilo; Z representa fluoro o trifluorometilo; a, b, c, d y e representan cada uno independientemente 0 o un número entero de 1 o superior, siempre que a + b + c + d + e no sea menor que 1 y el orden de las unidades de repetición entre paréntesis por los subíndices a, b, c, d y e que ocurren en la fórmula no está limitado a lo que se ha mostrado; Y representa hidrógeno o alquilo que contiene de 1 a 4 átomos de carbono; X representa hidrógeno, bromo o yodo; R<sup>1</sup> representa hidroxilo o un grupo sustituyente hidrolizable; R<sup>2</sup> representa hidrógeno o un grupo de hidrocarburo monovalente; l representa 0,1 ó 2; m representa 1, 2 ó 3; n'' representa un número entero de 1 o superior, preferiblemente 2 o superior.

- 20 Otra clase de composiciones preferidas para formar la capa superior inicial son aquellas que contienen grupos fluoropolíéter, en particular grupos polifluoropolíéter y en particular grupos perfluoropolíéter. Una clase preferida particular de composiciones que contienen grupos fluoropolíéter está descrita en el documento US-6.277.485.

Las capas superiores anti-suciedad del documento US-6.277.485 son revestimientos al menos parcialmente curados que comprenden un siloxano fluorado preparado por aplicación de una composición de revestimiento (típicamente en forma de una solución) que comprende al menos un silano fluorado de la siguiente fórmula:



- 5 en la que:  $R_f$  es un grupo polifluoropoliéter monovalente o divalente,  $R^1$  es un grupo aqileno divalente, grupo arileno, o combinaciones de los mismos que contienen opcionalmente uno o más heteroátomos o grupos funcionales y opcionalmente sustituidos con halogenuros, y que contienen preferiblemente de 2 a 16 átomos de carbono;  $R^2$  es un grupo alquilo inferior (es decir, un grupo alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>)); Y es un halogenuro, un grupo alcoxi inferior (es decir, un grupo alcoxi (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>), preferiblemente, un grupo metoxi o etoxi), o un grupo aciloxi inferior (es decir, -OC(O)R<sup>3</sup> en el que R<sup>3</sup> es un grupo alquilo (C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>); x es 0 ó 1 ; e y es 1 ( $R_f$  es monovalente) o 2 ( $R_f$  es divalente). Los compuestos adecuados tienen típicamente un peso molecular (número medio) de al menos aproximadamente 1.000. Preferiblemente, Y es un grupo alcoxi inferior y  $R_f$  es un grupo perfluoropoliéter.

Una composición comercial para hacer la capa superior es la composición KP 801M comercializado por SHINETSU.

- 15 Generalmente, la capa inicial de revestimiento más exterior de la lente revestida tiene un grosor que oscila desde 1 a 100 nm, preferiblemente desde 1 a 60 nm, más preferiblemente de 1 a 5 nm.

Preferiblemente, la capa superior hidrófoba inicial de la lente revestida es depositada sobre un revestimiento antirreflectante.

- 20 Los revestimientos antirreflectantes y sus métodos de fabricación son bien conocidos en la técnica. El revestimiento antirreflectante puede ser cualquier capa o apilamiento de capas que mejora las propiedades antirreflectantes de la lente acabada.

El revestimiento antirreflectante puede consistir preferiblemente de una película mono o multicapa de materiales dieléctricos tales como SiO, SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgF<sub>2</sub> o Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o mezclas de los mismos.

El revestimiento antirreflectante puede ser aplicado en particular mediante depósito bajo vacío de acuerdo con una de las siguientes técnicas:

- 25 1. por evaporación, opcionalmente asistida por haz de iones;  
2. por pulverización utilizando un haz de iones;  
3. por parpadeo catódico; o  
4. por depósito químico en fase de vapor asistido por plasma.

- 30 En caso en que la película incluye una sola capa, su grosor óptico debe ser igual a  $\lambda/4$  donde  $\lambda$  es una longitud de onda de 450 a 650 nm.

Preferiblemente, el revestimiento antirreflectante es una película multicapa que comprende tres o más capas de material dieléctrico de índices de refracción alternativamente alto y bajo.

- 35 Un revestimiento antirreflectante preferido comprende un apilamiento de cuatro capas formadas por depósito bajo vacío, por ejemplo una primera capa de ZrO<sub>2</sub> que tiene un grosor óptico de aproximadamente 35 a 75 nm, una segunda capa de SiO<sub>2</sub> que tiene un grosor óptico de aproximadamente 20 a 40 nm, una tercera capa de ZrO<sub>2</sub> que tiene un grosor óptico de aproximadamente 120 a 190 nm y una cuarta capa de SiO<sub>2</sub> que tiene un grosor óptico de aproximadamente 100 a 160 nm (el grosor óptico es para una longitud de onda  $\lambda = 550$  nm).

- 40 Como ya se ha indicado, la lente revestida comprende preferiblemente una capa de revestimiento resistente al rayado, siendo depositada típicamente la capa de revestimiento antirreflectante sobre la capa de revestimiento resistente al rayado.

Puede utilizarse cualquier composición óptica de revestimiento resistente al rayado para formar el revestimiento resistente al rayado. Así, la composición de revestimiento resistente al rayado puede ser una composición curable por UV y/o térmicamente.

Por definición, un revestimiento resistente al rayado es un revestimiento que mejora la resistencia a la abrasión del

artículo óptico acabado cuando es comparado con el mismo artículo óptico pero sin el revestimiento resistente al rayado.

Los revestimientos resistentes al rayado preferidos son aquellos hechos curando una composición precursora que incluye epoxialcoxisilanos o un hidrolizado de los mismos y un catalizador de curado. Preferiblemente los revestimientos resistentes al rayado contienen al menos un filtro inorgánico tal como SiO<sub>2</sub> y/o coloides de óxidos metálicos. Se han descrito ejemplos de tales composiciones en los documentos US 4.211.823, WO 94/10230, US 5.015.523.

Las composiciones de revestimiento resistente al rayado más preferidas son aquellas que comprenden como los constituyentes principales un epoxialcoxisilano tal como, por ejemplo,  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxisilano (GLYMO) y un dialquildialcoxisilano tal como, por ejemplo dimetildietoxisilano (DMDES), sílice coloidal y una cantidad catalítica de un catalítico de curado tal como acetilacetato de aluminio o un hidrolizado del mismo, estando esencialmente comprendido el resto de la composición de disolventes utilizados típicamente para formular estas composiciones.

El revestimiento resistente al rayado puede comprender una cantidad efectiva de al menos un agente de acoplamiento.

El agente de acoplamiento preferido es una solución previamente condensada de un epoxialcoxisilano y un alcoxisilano insaturado, que comprende preferiblemente un terminal etilénico de doble enlace.

Ejemplos de epoxialcoxisilanos son  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropilpentametildisiloxano,  $\gamma$ -glicidoxipropilmetildiisopropenoxisilano, ( $\gamma$ -glicidoxipropil)-metildietoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropilmetilettoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropildiisopropilettoxisilano y ( $\gamma$ -glicidoxipropil)bis(trimetilsiloxi)metilsilano.

El epoxialcoxisilano preferido es ( $\gamma$ -glicidoxipropil)trimetoxisilano.

El alcoxisilano insaturado puede ser un vinilsilano, un alilsilano, un silano acrílico o un silano metacrílico.

Ejemplos de vinilsilanos son viniltri(2-metoxietoxi)silano, viniltrisobutoxisilano, viniltri-t-butoxisilano, viniltrifenoxisilano, viniltrimetoxisilano, viniltriisopropoxisilano, viniltriethoxisilano, viniltriacetoxisilano, vinilmetildietoxisilano, vinilmetildiacetoxisilano, vinilbis(trimetilsiloxi)silano y vinildimetoxietoxisilano.

Ejemplos de alilsilanos son aliltrimetoxisilano, alquiltriethoxisilano y aliltris(trimetilsiloxi)silano.

Ejemplos de silanos acrílicos son 3-acriloxipropiltris(trimetilsiloxi)silano, 3-acriloxipropiltrimetoxisilano, acriloxipropilmetildimetoxisilano, 3-acriloxipropilmetilbis(trimetilsiloxi)silano, 3-acriloxipropildimetilmetoxisilano, n-(3-acriloxi-2-hidroxipropil)-3-aminopropiltriethoxisilano.

Ejemplos de silanos metacrílicos son 3-metacriloxipropiltris(vinildimetoxisiloxi)silano, 3-metacriloxipropiltris(trimetilsiloxi)silano, 3-metacriloxipropiltris(metoxietoxi)silano, 3-metacriloxipropiltrimetoxisilano, 3-metacriloxipropilpentametildisiloxano, 3-metacriloxipropilmetildimetoxisilano, 3-metacriloxipropilmetildietoxisilano, 3-metacriloxipropildimetilmetoxisilano, 3-metacriloxipropildimetilettoxisilano, 3-metacriloxipropeniltrimetoxisilano y 3-metacriloxipropilbis(trimetilsiloxi)metilsilano.

El silano preferido es acriloxipropiltrimetoxisilano.

Preferiblemente, las cantidades de epoxialcoxisilano(s) y alcoxisilano(s) utilizadas para la preparación del agente de acoplamiento son tales que la relación de peso

$$R = \frac{\text{Peso de epoxialcoxisilano}}{\text{Peso de alcoxisilano insaturado}}$$

verifica la condición  $0,8 \leq R \leq 1,2$ .

El agente de acoplamiento comprende preferiblemente al menos el 50% en peso de material sólido procedente de epoxialcoxisilanos y alcoxisilanos insaturados y más preferiblemente al menos el 60% en peso.

El agente de acoplamiento comprende preferiblemente menos del 40% en peso de agua y/o disolvente orgánico líquido, más preferiblemente menos del 35% en peso.

La expresión "peso de material sólido procedente de epoxialcoxisilanos y alcoxisilanos insaturados" significa el extracto teórico seco procedente de aquellos silanos que es el peso calculado de unidad  $Q_k$  Si  $O_{(4-k)/2}$   $Q_k$  Si  $O_{(4-k)/2}$  procede de  $Q_k$  Si  $R'O(4-k)$  donde Si R' reacciona para formar Si OH en hidrólisis.

K es un número entero de 1 a 3 y es preferiblemente igual a 1.

R' es preferiblemente un grupo alcoxi tal como OCH<sub>3</sub>.

El agua y los disolventes orgánicos antes mencionados proceden de aquellos que han sido añadidos inicialmente en la composición del agente de acoplamiento y el agua y el alcohol resultantes de la hidrólisis y condensación de los alcoxisilanos presentes en la composición del agente de acoplamiento.

5 Los métodos de preparación preferidos para el agente de acoplamiento comprenden:

- 1) mezclar los alcoxisilanos;
- 2) hidrolizar los alcoxisilanos, preferiblemente mediante la adición de un ácido, tal como ácido clorhídrico;
- 3) agitar la mezcla;
- 4) añadir opcionalmente un disolvente orgánico;

10 5) añadir uno o varios catalizadores tales como acetilacetato de aluminio;

- 6) agitar (duración típica: durante la noche).

Típicamente la cantidad de agente de acoplamiento introducida en la composición de revestimiento resistente al rayado representa del 0,1 al 15% en peso del peso total de la composición, preferiblemente del 1 al 10% en peso.

15 La composición de revestimiento resistente al rayado puede ser aplicada utilizando cualquier método clásico tal como revestimiento por giro, inmersión, o flujo.

La composición de revestimiento resistente al rayado puede ser simplemente secada u opcionalmente curada previamente antes de la aplicación subsiguiente del revestimiento antirreflectante. Dependiendo de la naturaleza de la composición del revestimiento resistente al rayado, puede añadirse curado térmico, curado por UV o una combinación de ambos.

20 El grosor del revestimiento resistente al rayado, después del curado, normalmente oscila de 1 a 15 µm, preferiblemente desde 1,5 a 6 µm.

La composición del revestimiento resistente al rayado también puede comprender al menos un surfactante hidrófobo.

25 Por surfactante hidrófobo, se entiende un surfactante que aumenta las propiedades hidrófobas (por ejemplo, disminuyendo la energía superficial) del revestimiento resistente al rayado curado comparado con el mismo revestimiento curado sin el surfactante.

Ejemplos de surfactantes son:

De Dow Corning: siliconas, organosilanos, fluorosilano;

De Witco: siliconas, trisiloxano modificado, acrilato, copolímero de silicona modificado.

30 Los surfactantes preferidos son compuestos fluorados y en particular compuestos de silicio fluorados, en particular los compuestos de silicio fluorados descritos anteriormente.

Un surfactante hidrófobo preferido es el FC430 Fluorad comercializado por 3M, o EFKA-3034 de EFKA.

EFKA-3034 es un fluorocarbono que contiene polisiloxano modificado orgánicamente.

La cantidad de surfactante varía típicamente de 0,01 a 0,5 % en peso.

35 La lente revestida comprende también preferiblemente una capa de revestimiento de imprimación para mejorar la adherencia del revestimiento resistente al rayado al sustrato de la lente y/o la resistencia al impacto de la lente.

El revestimiento de imprimación puede ser cualquier revestimiento típicamente utilizado para mejorar la resistencia al impacto y/o la adherencia del revestimiento resistente al rayado de un artículo óptico acabado.

40 Por definición, un revestimiento de imprimación resistente al impacto es un revestimiento que mejora la resistencia al impacto del artículo óptico acabado cuando es comparado con el mismo artículo óptico pero sin el revestimiento de imprimación resistente al impacto.

Revestimiento de imprimación típicos son revestimiento a base de (met)acrílicos y revestimiento a base de poliuretano.

Los revestimientos de base (met)acrílica están, entre otros descritos en el documento US 5.015.523 mientras que los revestimientos resina de poliuretano a base de termoplástico y reticulado están descritos entre otras cosas, en las Patentes Japonesas 63-141001 y 63-87223, EP 0.404.111 y US 5.316.791.

5 En particular, el revestimiento de imprimación de acuerdo con el invento puede estar hecho a partir de una composición de látex tal como un látex poli(met)acrílico, un látex de poliuretano o un látex de poliéster.

Entre las composiciones preferidas del revestimiento de imprimación de base (met)acrílica pueden citarse composiciones basadas en (met)acrilato de polietilenglicol tales como, por ejemplo, diacrilato de tetraetilenglicol, diacrilato de polietilenglicol (200), diacrilato de polietilenglicol (400), di(met)acrilato de polietilenglicol (600), así como (met)acrilatos de uretano y mezclas de los mismos.

10 Preferiblemente, el revestimiento de imprimación tiene una temperatura de transición de vidrio ( $T_g$ ) de menos de 30° C.

Entre las composiciones de revestimiento de imprimación preferidas, pueden citarse el látex acrílico comercializado bajo el nombre de ACRYLIC LATEX A-639 comercializado por ZENECA y el látex de poliuretano comercializado bajo los nombres de W-240 y W-234 por BAXENDEN.

15 En una realización preferida, el revestimiento de imprimación también puede incluir una cantidad efectiva de un agente de acoplamiento con el fin de promover la adherencia del revestimiento de imprimación al sustrato óptico y/o al revestimiento resistente al rayado.

Pueden utilizarse los mismos agentes de acoplamiento, en las mismas cantidades, que para las composiciones de revestimiento resistente al rayado con la composición de revestimiento de imprimación.

20 La composición de revestimiento de imprimación puede ser aplicada utilizando cualquier método clásico como el revestimiento por giro, inmersión, o por flujo.

Dependiendo de la naturaleza de la composición de revestimiento de imprimación resistente al impacto, puede utilizarse curado térmico, curado por UV o una combinación de ambos.

El grosor del revestimiento de imprimación, después del curado, oscila típicamente de 0,05 a 20  $\mu\text{m}$ , preferiblemente de 0,5 a 10  $\mu\text{m}$  y más particularmente desde 0,6 a 6  $\mu\text{m}$ .

25 El sustrato de lente puede estar hecho a partir de cualquier material utilizado en el campo óptico, tal como cristal mineral u orgánico, preferiblemente un cristal orgánico.

Ejemplos de tales sustratos de lente son:

- sustratos a base de polímeros y copolímeros de dietilenglicol bis(alilcarbonato);
  - sustratos a base de polímeros y copolímeros (met)acrílicos, tales como sustratos que comprenden polímeros y copolímeros (met)acrílicos derivados del bisfenol-A;
  - sustratos a base de polímeros y copolímeros tio(met)acrílicos;
  - sustratos a base de polímeros y copolímeros de poliuretano;
  - sustratos a base de polímeros y copolímeros de epoxi y/o episulfuro; y
  - sustratos a base de policarbonato.
- 30

35 En otra realización del invento, la capa inicial de revestimiento más exterior de la lente revestida está comprendida de una porción superficial exterior de un revestimiento resistente al rayado que contiene al menos un surfactante hidrófobo.

El revestimiento resistente al rayado puede ser cualquiera de los revestimientos descritos anteriormente que incluyen al menos un surfactante hidrófobo como se ha descrito anteriormente.

40 Preferiblemente, el surfactante hidrófobo es un compuesto fluorado y en particular silanos y silazanos que soporta al menos un grupo de fluorocarbono, polifluorocarbono, fluoropoliéter o polifluoropoliéter, como se ha descrito previamente.

Típicamente, esta porción superficial exterior del revestimiento resistente al rayado tiene un grosor de 1 a 100 nm, preferiblemente de 1 a 30 nm, más preferiblemente de 1 a 10 nm, e incluso mejor de 1 a 5 nm.

De otro modo, el tratamiento de la porción superficial exterior del revestimiento resistente al rayado es el mismo que se ha

descrito previamente.

Es particularmente sorprendente ver que, para grosores bajos (30 nm o menos) de la capa inicial de revestimiento más exterior que contiene compuesto o compuestos fluorados, es posible eliminar completamente el flúor en la superficie de la lente después de la operación (b).

- 5 De hecho, no es detectable flúor por espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS) Al Kalpha después del tratamiento de la operación (b).

En otra realización, el revestimiento inicial más exterior puede ser el revestimiento más exterior obtenido por un proceso de sol/gel, de un apilamiento antirreflectante.

- 10 El grosor de tal revestimiento más exterior está comprendido generalmente entre 60 nm y 120 nm, preferiblemente entre 70 y 100 nm y tiene un valor de índice de refracción bajo, generalmente menor o igual a 1,45 (preferiblemente desde 1,38 a 1,44).

La capa de revestimiento o el revestimiento más exterior es ópticamente funcional y contribuye a las prestaciones AR del apilamiento completo.

- 15 El revestimiento más exterior comprende preferiblemente un hidrolizado de un di, tri o tetraalcoxilano, preferiblemente un epoxisilano hidrolizado y opcionalmente un agente de relleno de índice de refracción bajo tal como SiO<sub>2</sub>.

Tales revestimientos más exteriores están descritos por ejemplo, en las siguientes patentes:

US 4.590.117; US 5.173.368; US 5.104.692; US 4.687.707 y EP 1 279 443.

En los dos documentos citados en último término, un componente de fluoroalcoxilano es utilizado como un precursor de la matriz final que constituye el revestimiento inicial más exterior del apilamiento AR y para disminuir su índice.

- 20 La última operación del proceso del invento comprende el depósito sobre la superficie tratada obtenida después de la operación b) de una capa de un revestimiento final que tiene propiedades superficiales diferentes de las del revestimiento inicial más exterior.

Preferiblemente, el revestimiento final tiene un ángulo de contacto con el agua de al menos 100°.

- 25 También preferiblemente, el revestimiento final tiene una energía superficial de 25 mJ/m<sup>2</sup> o menos, preferiblemente de 22 mJ/m<sup>2</sup> o menos y más preferiblemente de 15 mJ/m<sup>2</sup> o menos e incluso mejor de 12 mJ/m<sup>2</sup> o menos.

Cualquier revestimiento típicamente utilizado como capa superior anti-suciedad puede ser utilizado para el revestimiento final siempre que tenga propiedades superficiales diferentes de las del revestimiento inicial más exterior, y en particular, propiedades hidrófobas mejoradas, tales como ángulo de contacto incrementado con el agua o una energía superficial menor, o una histéresis menor entre el ángulo de contacto en avance o retroceso de un compuesto alifático (escualeno).

- 30 Un revestimiento final preferido puede ser cualquier capa superior hidrófoba descrita anteriormente, y en particular las descritas en las patentes US 6.277.485 y US 6.183.872. Este revestimiento final puede ser depositado por cualquier proceso conocido, y en particular por revestimiento bajo vacío, inmersión, giro, pulverización o estampación.

Generalmente, el revestimiento final tiene un grosor de 1 a 100 nm, preferiblemente de 2 a 60 nm, más preferiblemente de 1 a 60 nm, e incluso mejor de 2 a 5 nm.

- 35 El proceso del invento puede además comprender una operación de rebordeado de la lente revestida bien antes de la operación (b) de tratamiento con especies químicas activadas o después de esta operación y antes de la operación (c) de depósito del revestimiento final, preferiblemente antes de la operación (b).

- 40 Realizar una operación de rebordeado antes de la operación (b) de tratamiento con especies químicas activadas requiere que la capa inicial de revestimiento más exterior tenga una energía superficial relativamente elevada, típicamente de al menos 15 mJ/m<sup>2</sup> con el fin de obtener una buena adherencia a la almohadilla de mantenimiento durante la operación de rebordeado.

Alternativamente, un revestimiento temporal puede ser depositado en la parte superior del revestimiento inicial más exterior antes de la operación de rebordeado, cuyo revestimiento es después de ello eliminado.

- 45 Tal revestimiento temporal puede ser un revestimiento mineral, en particular un revestimiento comprendido de un fluoruro metálico o una mezcla de fluoruros metálicos, y óxido metálico o una mezcla de óxidos metálicos.

Como fluoruros, pueden ser citados  $MgF_2$ ,  $LaF_3$ ,  $AlF_3$  o  $CF_3$ .

Como óxidos metálicos, pueden ser citados óxidos de aluminio, óxidos de zirconio y óxidos de praseodimio.

5 Una mezcla preferida es una mezcla de alúmina y óxido de praseodimio. Cuando está hecha de material mineral, el grosor de la capa temporal es típicamente de 50 nm o menos, generalmente de 1 a 50 nm, y preferiblemente de 5 a 50 nm. El revestimiento temporal puede estar también hecho de tintas típicamente utilizadas para marcar lentes oftálmicas o las resinas que constituyen el aglutinante de estas tintas.

En ese caso, es posible tener un revestimiento de mayores grosores que cuando se utilizan revestimientos minerales puros. Estos grosores pueden oscilar desde 5 a 1,50 micras. Las resinas preferidas son resinas alquídicas.

10 Después de la operación de rebordeado, el revestimiento protector temporal puede ser eliminado con un medio líquido o por barrido en seco o por combinación de ambos.

La eliminación con un medio líquido es hecha preferiblemente con una solución ácida, en particular una solución de ácido ortofosfórico con molaridades que oscilan desde 0,01 a 1 N.

La solución ácida puede también incluir surfactantes, aniónicos, catiónicos o anfóteros.

15 Después de la eliminación del revestimiento protector temporal, la capa inicial de revestimiento más exterior de la lente revestida puede ser sometida al tratamiento con especies químicas activadas (b).

20 Se prefiere someter la lente revestida a una operación de rebordeado antes del tratamiento con especies químicas activadas (b). Sin embargo, es también posible rebordear las lentes después del tratamiento (b). En esta situación, no se requerirá revestimiento temporal ya que el tratamiento con especies químicas activadas da como resultado típicamente una superficie exterior de la lente revestida que tiene la propiedad de adherencia requerida a la almohadilla de mantenimiento del aparato de rebordeado.

Así, la operación de rebordeado puede ser fácilmente realizada antes de la operación (b) y sin la necesidad de un revestimiento protector temporal.

#### EJEMPLOS 1 Y 2 Y EJEMPLOS COMPARATIVOS A A C

25 Distintas lentes revestidas son tratadas utilizando operaciones (a) y (b) del proceso del invento y para comparación utilizando un plasma de oxígeno bajo vacío en lugar de la operación (b) de tratamiento del invento.

Los ángulos de contacto con agua y la energía superficial de la superficie de la lente después de tratamiento fueron medidos y calculados y se determinó la homogeneidad.

Las composiciones y estructuras de las lentes revestidas, los parámetros de los tratamientos y los resultados se han dado a continuación:

#### 30 Lente revestida nº 1

La lente es revestida, comenzando a partir del sustrato, con un revestimiento de imprimación, un revestimiento resistente al rayado, un apilamiento antirreflectante y una capa superior hidrófoba.

#### Sustrato

35 Composición : carbonato de dietilenglicol dialilo polimerizado (CR39® – ORMA® lente procedente de ESSILOR).

#### Revestimiento de imprimación:

Composición : látex de poliuretano W 234 de Baxenden.

Grosor : aproximadamente 1  $\mu m$ .

Proceso de deposición : revestimiento por inmersión

#### 40 Revestimiento resistente al rayado

Composición	Partes en peso
-------------	----------------

γ-glicidoxipropiltrimetoxisilano	224
HCL 0,1 N	80,5
Dimetildietoxi silano	120
Sílice coloidal (30% en metanol)	718
Acetilacetato de aluminio	15
Etilcellosolve	44
Surfactante hidrófobo (FLUORAD FC430 de 3M)	0,1% del peso total de la composición

Grosor : aproximadamente 3,5 μm

Proceso de deposición : revestimiento por inmersión

Revestimiento antirreflectante

Apilamiento de 4 capas minerales que comprende, comenzando desde la capa más próxima al sustrato.

Composición	Grosor óptico (nm) a $\lambda = 550$ nm
Primera capa: ZrO <sub>2</sub>	55
Segunda capa: SiO <sub>2</sub>	30
Tercera capa ZrO <sub>2</sub>	160
Cuarta capa: SiO <sub>2</sub>	120

5 Las capas son depositadas bajo vacío

Capa superior hidrófoba

Composición : Fluorosilazano comercializado por SHIN ETSU con el nombre KP 801M.

Grosor : 2 a 5 nm

Proceso de depósito : Evaporación

10 TRATAMIENTO N° 1

Este tratamiento es un tratamiento de descarga de corona a presión atmosférica de acuerdo con el invento que tiene las siguientes características:

Tipo de tratamiento : Descarga de corona

Presión : 750-760 mm Hg

15 Potencia : 800 W

Especies activas : Radicales libres

Duración : 10 segundos

TRATAMIENTO N° 2

Este tratamiento es el mismo que el tratamiento N° 1 pero con una duración de 20 segundos.

20 TRATAMIENTO N° 3

Este tratamiento es un tratamiento con plasma de oxígeno bajo vacío que está fuera del marco del presente invento que

tiene las siguientes características.

Tipo de tratamiento : Plasma de oxígeno

Presión : 200 mbares

Potencia : 600 W

5 Especies activas : Iones

Duración : 20 segundos

**TRATAMIENTO N° 4**

Este tratamiento es un tratamiento con plasma de oxígeno bajo vacío que está fuera del marco del presente invento que tiene las siguientes características.

10 Tipo de tratamiento : Plasma de oxígeno

Presión : 200 mbares

Potencia : 600 W

Especies activas : Iones

Duración : 10 segundos

**15 TRATAMIENTO N° 5**

Este tratamiento es un tratamiento con plasma de oxígeno bajo vacío que está fuera del marco del presente invento que tiene las siguientes características.

Tipo de tratamiento : Plasma de oxígeno

Presión : 300 mbares

20 Potencia : 300 W

Especies activas : Iones

Duración : 10 segundos

**TABLA I**

Ejemplo n°	Lente revestida n°	Tratamiento n°	Energía superficial después de tratamiento (mJ/m <sup>2</sup> )	Ángulo de contacto con el agua después del tratamiento	Homogeneidad
A Comparativo	1	3	>70 a 50 (*)	-	0
B Comparativo	1	4	>70 a 50 (*)	60°	0
C Comparativo	1	5	>70 a 50 (*)	-	0
1	1	1	>70	< 5°	+
2	1	2	>70	< 5°	+

(\*) dependiendo de la posición de las mediciones sobre la superficie de la lente

25 0 = no buena  
+ = buena

EJEMPLOS 3 A 5 Y EJEMPLO COMPARATIVO D A F

Se trataron distintas lentes revestidas de acuerdo con el proceso del invento. Después del tratamiento con las especies

químicas activas, las lentes tratadas fueron revestidas por inmersión en una solución al 0,1% en peso de OPTOOL DSX en perfluorohexano y las lentes fueron calentadas en una estufa a 50° C durante 3 horas.

Las lentes obtenidas son sometidas a un ensayo de adherencia: A continuación está el protocolo.

Las lentes fueron sumergidas a continuación una primera vez en perfluorohexano durante 1 minuto.

- 5 El ángulo de contacto con el agua de la superficie de la lente fue medido tanto antes como después de inmersión en el disolvente a 21° C +/-1° C.

También se realizó un ensayo con tinta antes y después de inmersión en disolvente.

Las lentes son después de ello sumergidas una segunda vez durante 2 minutos en el disolvente. Las lentes resultantes son sometidas al ensayo de tinta.

- 10 Las características de las lentes revestidas, si son diferentes de la lente nº 1, se han dado a continuación.

Para comparación, lentes similares que no han sido tratadas de acuerdo con el invento son sometidas a la misma inmersión en el disolvente (ángulos de contacto con agua y ensayo de tinta son medidos y realizados para estas lentes).

Si el ensayo de tinta falla, significa que el revestimiento hidrófobo OPTOOL DSX ha sido eluido o extraído en la solución de perfluorohexano, lo que demuestra una mala adherencia.

- 15 Los resultados están dados en la Tabla II.

Lente revestida nº 2

Esta lente comprende solo un sustrato y un revestimiento resistente al rayado que contiene un surfactante hidrófobo.

Sustrato resistente al rayado : como en la lente nº 1

Revestimiento : como en la lente nº 1

- 20 Lente revestida nº 3

Similar a la lente revestida nº 2 pero el revestimiento resistente al rayado no incluye ningún surfactante hidrófobo.

Tabla II

Ejemplo nº	Lente revestida nº	Tratamiento nº	Ángulo de contacto con agua antes de tratamiento	Ángulo de contacto con agua después de deposición de OPTOOL DSX y antes de la 1ª inmersión en disolvente	Ensayo de tinta antes de la 1ª inmersión	Ángulo de contacto con agua después de la 1ª inmersión	Ensayo de tinta después de la 1ª inmersión	Ensayo de tinta después de la 2ª inmersión
3	1	2	113°	112,18°	Pasa	116,6°	Pasa	Pasa
D Comparativo	1	No	113°	112,9°	Pasa	-	Falla	Falla
4	2	2	70°	112,9°	Pasa	113,1°	Pasa	Pasa
E Comparativo	2	No	70°	111,3°	Pasa	105,8°	Pasa	Falla
5	3	2	64°	109,9°	Pasa	109,8°	Pasa	Pasa
F Comparativo	3	No	64°	106,6°	Pasa	106,4°	Pasa	Falla

OPTOOL DSX : Compuesto que comprende grupos de perfluoropropileno comercializado por DAIKIN

Se midieron los ángulos de contacto con el agua:

A temperatura ambiente  $T^{\circ} = 21^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$

Y humedad relativa  $R_h = 55\% \pm 5\%$

- 5 Con un goniómetro de la serie FTA 200 de First Ten Angstrom.

El volumen de la gota es de 6  $\mu\text{l}$ .

La energía superficial fue calculada de acuerdo al modelo de OWENS-WENDT de 2 componentes utilizando el software FTA 32 versión 2.0 o utilizando "los juegos de ensayos de tensión en húmedo" por tratamiento Lectro siguiendo el procedimiento ASTM D-2578-67.

- 10 Se efectuó el ensayo de tinta depositando una línea de tinta Magic n° 500 de Teranishi Chemical Industries Ltd sobre la superficie tratada y revestida de la lente.

Si la línea de tinta Magic forma puntos discretos, la lente se dice que pasa el ensayo y si la línea de tinta Magic forma una línea continua, se dice que la lente ha fallado el ensayo o no lo ha pasado.

Este ensayo es una determinación de las propiedades superficiales de la lente.

- 15 Con el fin demostrar que hay propiedades superficiales significativas diferentes entre las lentes que tienen un revestimiento reemplazado de acuerdo con el invento y las lentes iniciales, es decir, antes de ser sometidas al proceso del invento, se han implementado varias mediciones utilizando un aparato de la serie FTA 200 de First Ten Angstrom sobre lentes obtenidas en los ejemplos previos 3 y 4 y las lentes iniciales (lentes revestidas 1 y 2).

El líquido utilizado para medir las propiedades es un compuesto alifático: escualeno.

- 20 Entre 4 a 5  $\mu\text{l}$  de la sustancia química deseada (escualeno para esos experimentos) son depositados sobre la superficie de cada lente ensayada. La aguja es dejada en la gota y la bomba es activada con el siguiente programa:

- 5 ml de escualeno son añadidos en 10 s
- La bomba es detenida durante 5 s

- 25
- 5 ml de escualeno son añadidos durante 10 s
  - La bomba es detenida durante 5 s

(más de 10 ml de escualeno son realmente depositados debido al hecho de que el depósito aún sigue un cierto tiempo después de detener la bomba)

- 15 ml de escualeno son retirados en 10 s

- 30
- La bomba es detenida durante 5 s
  - 10 ml de escualeno son añadidos durante 10 s
  - La bomba es detenida durante 4 s
  - 15 ml de escualeno son retirados en 10 s
  - La bomba es detenida durante 5 s.

- 35 80 imágenes son grabadas a lo largo de este proceso y se miden los ángulos de contacto para cada una de tales imágenes.

Esto ha permitido dibujar el ángulo de contacto gráfico en función del tiempo. A partir de este gráfico, es entonces fácil medir la histéresis.

TABLA III

**Ángulo de contacto estático e histéresis de escualeno en diferentes sustratos**

<b>Sustrato</b>	<b>Ángulo de contacto estático</b>	<b>Histéresis</b>
Lente revestida nº 2	50°	13,6°
Ej. 4	70°	7,2°
Lente revestida nº 1	80°	14,8-16,8°
Ej. 3	70°	8,3°

La lente revestida nº 2 y 1 son lentes iniciales, antes de cualquier tratamiento, y habían sido definidas previamente.

- 5 Aparece claramente que las lentes finales, después del tratamiento nº 2 y depósito de OPTOOL DSX tienen una histéresis bastante mejor comparadas con las lentes iniciales.

**REIVINDICACIONES**

1. Un proceso para reemplazar una capa inicial de revestimiento más exterior de una lente óptica revestida con una capa de un nuevo revestimiento final que tiene propiedades superficiales diferentes de las de dicho revestimiento inicial más exterior que comprende:
  - 5 (a) proporcionar una lente óptica revestida que tiene una capa inicial de revestimiento más exterior que tiene un ángulo de contacto superficial con agua de al menos 65°;
  - (b) someter la capa inicial de revestimiento más exterior a un tratamiento con especies químicas activadas aproximadamente a presión atmosférica y durante menos de un minuto con el fin de obtener una superficie tratada que tiene un ángulo de contacto con el agua de 10° o menos; y
  - 10 (c) depositar en dicha superficie tratada una capa de un revestimiento final que tiene propiedades superficiales diferentes de las de dicha capa inicial de revestimiento más exterior.
2. El proceso de la reivindicación 1, en el que la duración del tratamiento con especies activadas (b) es de 40 s o menos, preferiblemente de 30 s o menos.
3. El proceso de la reivindicación 1, en el que la duración del tratamiento con especies activadas (b) es de aproximadamente 20 s.
  - 15 4. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha superficie tratada tiene un ángulo de contacto con el agua de 7° o menos.
  5. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha superficie tratada tiene un ángulo de contacto con el agua de 5° o menos.
- 20 6. El proceso de la reivindicación 1, en el que las especies químicas activas son esencialmente radicales libres.
  7. El proceso de la reivindicación 6, en el que dichos radicales libres son radicales libres de oxígeno.
  8. El proceso de la reivindicación 1, en el que el tratamiento con especies químicas activadas es un tratamiento de descarga de corona.
  9. El proceso de la reivindicación 8, en el que la potencia del tratamiento de descarga de corona oscila desde 10<sup>2</sup> a 2.10<sup>3</sup> W.
    - 25 10. El proceso de la reivindicación 8, en el que la potencia del tratamiento de descarga de corona oscila desde 5.10<sup>2</sup> a 10<sup>3</sup> W.
    11. El proceso de la reivindicación 1, en el que el tratamiento con especies químicas activadas es un tratamiento con plasma de O<sub>2</sub>.
- 30 12. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicho revestimiento inicial más exterior tiene una energía superficial de al menos 15 mJ/m<sup>2</sup>.
  13. El proceso de la reivindicación 1, en el que el revestimiento final tiene un ángulo de contacto con el agua de al menos 100°.
  14. El proceso de la reivindicación 1, en el que el revestimiento final tiene una energía superficial de 25 mJ/m<sup>2</sup> o menos.
    - 35 15. Un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior es una porción superficial externa de un revestimiento resistente al rayado.
    16. El proceso de la reivindicación 1, en el que el revestimiento final tiene una energía superficial de 15 mJ/m<sup>2</sup> o menos.
- 40 17. El proceso de la reivindicación 1, en el que el revestimiento final tiene una energía superficial de 12 mJ/m<sup>2</sup> o menos.
  18. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior es una capa superior hidrófoba hecha de una composición que comprende al menos un compuesto fluorado.

19. El proceso de la reivindicación 18, en el que el compuesto fluorado es seleccionado de silanos y silazanos que contienen al menos un grupo de fluorocarbono, polifluorocarbono, fluoropoliéter o polifluoropoliéter.
20. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior es depositada sobre un revestimiento antirreflectante.
- 5 21. El proceso de la reivindicación 20, en el que dicho revestimiento antirreflectante comprende un apilamiento de capas minerales de índice de refracción bajo y alto alternativos.
22. El proceso de la reivindicación 20, que comprende además un revestimiento resistente al rayado y, opcionalmente, una capa de revestimiento de imprimación.
- 10 23. El proceso de la reivindicación 20, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior tiene un grosor de 1 a 100 nm, preferiblemente de 1 a 60 nm, más preferiblemente de 10 a 60 nm.
24. El proceso de la reivindicación 20, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior tiene un grosor de 1 a 5 nm.
25. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha capa de revestimiento final tiene un grosor que oscila desde 1 a 100 nm.
- 15 26. Un proceso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior es un revestimiento más exterior de un apilamiento antirreflectante.
27. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha capa inicial de revestimiento más exterior comprende una porción superficial exterior de un revestimiento resistente al rayado que contiene al menos un surfactante hidrófobo.
- 20 28. El proceso de la reivindicación 27, en el que el surfactante hidrófobo es un compuesto fluorado.
29. El proceso de la reivindicación 28, en el que el compuesto fluorado es un silano o silazano que soporta al menos un grupo fluorocarbono, polifluorocarbono, fluoropoliéter o polifluoropoliéter.
30. El proceso de la reivindicación 27, en el que la porción superficial exterior tiene un grosor de 1 a 100 nm, preferiblemente de 1 a 30 nm.
- 25 31. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además soplado con aire durante el tratamiento con especies químicas activadas para uniformizar la acción de las especies químicas reactivas.
32. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además la operación de rebordear la lente después de las operaciones (a) o (b).
- 30 33. El proceso de la reivindicación 1, que comprende además la operación de rebordear la lente después de la operación (a).
34. El proceso de la reivindicación 1, en el que dicha lente óptica es una lente oftálmica.