

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2010.12.22	(73) Titular(es): SATISLOH AG	
(30) Prioridade(s): 2009.12.31 FR 0959685 2010.04.28 FR 1053269	NEUHOFSTRASSE 12 6340 BAAR	CH
(43) Data de publicação do pedido: 2012.11.07	(72) Inventor(es): MAMONJY CADET	FR
(45) Data e BPI da concessão: 2015.04.01 140/2015	MATHIEU FEUILLADE	FR
	FRANCIS HENKY	FR
	(74) Mandatário: NUNO MIGUEL OLIVEIRA LOURENÇO	
	RUA CASTILHO, Nº 50 - 9º 1269-163 LISBOA	PT

(54) Epigrafe: **ARTIGO DE ÓTICA, COMPREENDENDO UM REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO TEMPORÁRIO QUE TEM UMA DURABILIDADE MELHORADA**

(57) Resumo:

A PRESENTE INVENÇÃO REFERE-SE A UM ARTIGO DE ÓTICA, QUE COMPREENDE UM SUBSTRATO REVESTIDO COM UM REVESTIMENTO QUE CONTÉM GRUPOS SILANOL NA SUA SUPERFÍCIE E, EM CONTACTO DIRETO COM ESTE REVESTIMENTO, UM REVESTIMENTO PRECURSOR DE UM REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO, POSSUINDO O REFERIDO REVESTIMENTO PRECURSOR UM ÂNGULO DE CONTACTO ESTÁTICO COM A ÁGUA SUPERIOR A 10º E INFERIOR A 50º, UMA ESPESSURA INFERIOR OU IGUAL A 5 NM, E SENDO OBTIDO POR ENXERTO DE PELO MENOS UM COMPOSTO DE ORGANOSSILANO QUE POSSUI UM GRUPO POLIOXIALQUILENO QUE CONTÉM MENOS DE 80 ÁTOMOS DE CARBONO E PELO MENOS UM ÁTOMO DE SILÍCIO PORTADOR DE PELO MENOS UM GRUPO HIDROLISÁVEL. O PRECURSOR DO REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO É CONVERTIDO EM REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO PROPRIAMENTE DITO, POR APLICAÇÃO, À SUA SUPERFÍCIE, DE UMA PELÍCULA DE UMA SOLUÇÃO LÍQUIDA QUE CONTÉM PELO MENOS UM MEIO TENSIOATIVO. O REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO FICA IMEDIATAMENTE OPERACIONAL E EXERCE OS SEUS EFEITOS DE FORMA DURÁVEL.

RESUMO

"ARTIGO DE ÓTICA, COMPREENDENDO UM REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO TEMPORÁRIO QUE TEM UMA DURABILIDADE MELHORADA"

A presente invenção refere-se a um artigo de ótica, que compreende um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície e, em contacto direto com este revestimento, um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, possuindo o referido revestimento precursor um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50° , uma espessura inferior ou igual a 5 nm, e sendo obtido por enxerto de pelo menos um composto de organossilano que possui um grupo polioxialquilenos que contém menos de 80 átomos de carbono e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável. O precursor do revestimento antiembaciamento é convertido em revestimento antiembaciamento propriamente dito, por aplicação, à sua superfície, de uma película de uma solução líquida que contém pelo menos um meio tensioativo. O revestimento antiembaciamento fica imediatamente operacional e exerce os seus efeitos de forma durável.

DESCRIÇÃO

"ARTIGO DE ÓTICA, COMPREENDENDO UM REVESTIMENTO ANTIEMBACIAMENTO TEMPORÁRIO QUE TEM UMA DURABILIDADE MELHORADA"

A presente invenção refere-se a um artigo de ótica, revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, em geral um revestimento antirreflexo, cuja superfície foi modificada a fim de permitir uma aplicação, eficaz e durável, de uma solução antiembaciamento temporária, assim como a um processo para a fabricação de um artigo de ótica, tal como foi definido.

Numerosos suportes, tais como matérias plásticas e o vidro, apresentam o inconveniente de se recobrirem de vapor de água, quando a temperatura da sua superfície desce a um valor abaixo do ponto de orvalho do ar ambiente. É o caso, nomeadamente, do vidro, que se utiliza para formar as superfícies envidraçadas para os veículos de transporte ou para os edifícios, lentes de óculos, lentes, espelhos, etc.. A formação de uma cobertura embaciada sobre estas superfícies origina uma diminuição da transparência, devida à difusão da luz pelas gotas de água, o que pode provocar inconvenientes consideráveis.

Para evitar a formação de embaciamento num ambiente muito húmido, ou seja, a condensação de minúsculas gotículas de água sobre um suporte, foi proposto depositar, sobre a superfície externa deste suporte, revestimentos hidrófilos, que tenham um baixo ângulo de contacto estático com a água, de preferência inferior a 50° , mais preferivelmente inferior a 25° . Estes revestimentos antiembaciamento permanentes agem como esponjas face ao embaciamento, e

permitem às gotículas de água aderir à superfície do suporte, formando aí uma película muito delgada que dá uma sensação de transparência. Geralmente, estes revestimentos são constituídos por espécies muito hidrófilas, tais como sulfonatos ou poliuretanos.

Os produtos comerciais compreendem camadas hidrófilas, de vários micron de espessura.

De um modo geral, quando a espessura dos revestimentos é elevada (vários micron), estes revestimentos, em resultado da absorção de água, enfolam-se, amolecem e tornam-se menos resistentes mecanicamente.

Por revestimento antiembaciamento permanentemente entende-se um revestimento cujas propriedades hidrófilas são resultantes de compostos hidrófilos ligados de forma permanente a um outro revestimento ou suporte. O pedido de patente EP 1324078 descreve uma lente revestida com um revestimento antiabrasivo e com um revestimento antirreflexo de camadas múltiplas, que compreende uma alternância de camadas de índices de refração altos e baixos, cuja camada externa é uma camada de baixo índice de refração (1,42-1,48) de 5 a 100 nm de espessura, que forma um revestimento antiembaciamento, que consiste numa camada híbrida que possui um ângulo de contacto estático com a água inferior a 10°, obtido por deposição sob vácuo, simultaneamente, de um composto orgânico e de sílica, ou de sílica e alumina, ou seja, por coevaporação destes diferentes constituintes. O revestimento antiembaciamento contém, de preferência, de 0,02 a 70% em massa de composto orgânico, em relação à massa total do revestimento, e tipicamente de 6 a 15% em massa, de acordo com os exemplos.

O composto orgânico compreende um grupo hidrófilo e um grupo reativo, por exemplo, um grupo trialcoxissililo, que tem 3 a 15 átomos de carbono, e possui de preferência uma massa molar de 150 a 1500 g/mol. Alguns compostos preferidos possuem um esqueleto de poliéter, nomeadamente de polioxietileno, e um grupo reativo em cada extremidade da molécula. Entre os compostos preferidos figuram o éter polietilenoglicol-glicidílico, o monoacrilato de polietilenoglicol e a N-(3-trimetoxissililpropil)-gluconamida.

O revestimento antiembaciamento apresenta-se, pois, como uma camada de sílica (ou de sílica e alumina) que incorpora um composto orgânico hidrófilo. O seu carácter antiembaciamento evolui, entretanto, no tempo, e observa-se progressivamente uma deterioração das propriedades antiembaciamento. Quando se tornam demasiado fracas, podem ser restauradas por um tratamento de "lavagem" do película antiembaciamento, em particular um tratamento por plasma.

Na prática, o processo de coevaporação do pedido de patente EP 1324078 é muito difícil de realizar. Seria preferível um processo que permitisse obter um revestimento antiembaciamento, sem recorrer a uma coevaporação.

As patentes US 6,251,523 e US 6,379,776 descrevem um vidro antiembaciamento e antirreflexo para automóveis ou lentes, compreendendo um substrato de lente que contém um revestimento antirreflexo à base de sílica, de 110-250 nm de espessura, que apresenta uma rugosidade de superfície Ra da ordem de 5-10 nm, ele próprio revestido com um revestimento antiembaciamento permanente de 8 nm de espessura, obtido por deposição, por via líquida ou em fase vapor, do composto $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$, ou de um hidrolisado deste composto. No estado inicial, o

revestimento antiembaciamento apresenta um ângulo de contacto estático com a água de 3°.

Uma outra solução para combinar propriedades antirreflexo e antiembaciamento consiste em utilizar uma camada delgada porosa, de baixo índice de refração, constituída, em parte, por agentes tensioativos, os quais permitem à camada adquirir propriedades antiembaciamento. Esta camada é geralmente depositada sobre uma superfície hidrófila.

Assim, a patente US 5997621 descreve um revestimento poroso antirreflexo e antiembaciamento, à base de óxidos metálicos (esferas de sílica) e de meios tensioativos aniónicos moderadamente solúveis em água, possuindo geralmente uma cabeça hidrófila iónica do tipo ácido carboxílico, sulfonato, fosfato, e uma cadeia fluorada. A fim de serem imobilizados sobre um substrato, os meios tensioativos são de preferência capazes de se ligar de forma covalente aos óxidos metálicos. O pedido WO 97/43668 descreve uma construção análoga.

O pedido de patente EP 0871046 descreve um sistema antiembaciamento e antirreflexo, compreendendo uma camada porosa à base de óxido inorgânico depositado sobre uma camada absorvente de água de alguns micron de espessura, obtida por policondensação de um hidrolisado de alcóxido inorgânico na presença de um composto de ácido poliacrílico. A camada porosa, que desempenha o papel de antirreflexo, permite o acesso da água à camada absorvente.

Podem ser também obtidas propriedades antiembaciamento aplicando soluções temporárias comerciais, disponíveis sob a forma de "spray" ou de toalhetes de papel, sobre as lentes de óculos, compreendendo como camada externa um revestimento antissujidade (hidrófoba e oleófoba), muitas

vezes considerado como indispensável quando a lente oftálmica dispõe de um revestimento antirreflexo. Permite obter, durante um curto período de tempo, a propriedade antiembaciamento. O aspeto de facilidade de limpeza conferido pelo revestimento antissujidade é conservado, mas depois de algumas lavagens, a propriedade antiembaciamento está bastante degradada. Com efeito, as soluções temporárias contêm materiais de natureza hidrófila que têm interações fracas com a superfície hidrófoba do revestimento antissujidade, se bem que, depois de algumas lavagens, estes materiais hidrófilos sejam eliminados.

Uma solução mais interessante consiste em obter um revestimento antiembaciamento por aplicação de uma solução hidrófila temporária à superfície de um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, o que representa uma alternativa aos revestimentos antiembaciamento permanentes.

O pedido de patente EP 1275624 descreve uma lente revestida com uma camada hidrófila inorgânica dura, à base de óxidos metálicos e de óxido de silício. A sua natureza hidrófila e a presença de partes côncavas de dimensões manométricas à sua superfície permitem impregnar um meio tensioativo e retê-lo adsorvido durante um longo período de tempo, o que mantém um efeito antiembaciamento durante vários dias. No entanto, manifesta-se um efeito antiembaciamento também na ausência do meio tensioativo.

Os pedidos de patente JP 2004-317539 e JP 2005-281143 descrevem uma lente revestida com um revestimento antirreflexo multicamadas e/ou de um revestimento antiabrasivo e de um revestimento precursor do revestimento antiembaciamento, apresentando um ângulo de contacto estático com a água de 50° a 90°. O revestimento

antiembaciamento propriamente dito, que é um revestimento temporário, é obtido depois da aplicação, à superfície do revestimento precursor, de um meio tensioativo.

O revestimento precursor do revestimento antiembaciamento é obtido a partir de uma composição que compreende um composto orgânico que contém um grupo hidrófilo de natureza de polioxietileno, um grupo reativo capaz de reagir com a camada externa do revestimento antirreflexo, nomeadamente uma camada de sílica, tal como os grupos alcoxissilano $\text{Si}(\text{OR})_n$, silanol SiOH ou isocianato, e opcionalmente um grupo hidrófobo fluorado, e a composição é escolhida de forma que o ângulo de contacto estático com a água do revestimento precursor do revestimento antiembaciamento varie entre 50° e 90° . Os compostos orgânicos utilizados no precursor do revestimento antiembaciamento têm, de preferência, uma massa molar de 700-5000 ou de 430-3700 g/mol. Como exemplos dos compostos referidos, podem citar-se os compostos $\text{CH}_3\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{22}\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ou $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$. O revestimento precursor é descrito como tendo de 0,5 a 20 nm de espessura. O ângulo de contacto relativamente elevado do revestimento precursor é desejável, visto que permite, de acordo com os pedidos, eliminar facilmente as sujidades provenientes da secagem de gotas de água.

Continua-se, no entanto, a procurar composições para o revestimento antiembaciamento temporário, a partir das quais se podem formar, por processos facilmente realizáveis, camadas cujas propriedades antiembaciamento são mais eficazes, mais duráveis no tempo e/ou sob a ação de solicitações mecânicas, conservando-se ao mesmo tempo uma facilidade de limpeza aceitável.

São procurados revestimentos antiembaciamento que também apresentem boas propriedades mecânicas (resistência à abrasão e à riscadura). O objetivo da presente invenção é a preparação dos referidos revestimentos antiembaciamento temporários, que melhoram sensivelmente a durabilidade da propriedade de antiembaciamento, mas conservando, ao mesmo tempo, boas propriedades mecânicas.

Um outro objetivo da invenção é a obtenção de um revestimento antiembaciamento imediatamente operacional, ou seja, um revestimento que, quando um substrato de lente transparente revestido com este revestimento é colocado em condições que criem um embaciamento sobre o referido substrato não equipado com o referido revestimento, permite obter imediatamente (isto é, em menos de 1 segundo) uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ e, de preferência, $10/10^\circ$, sem o aparecimento de embaciamento para um observador que esteja a observar, através da lente revestida, uma escala de acuidade visual E de Snellen (ESCALA ARMAIGNAC (Tridents) (E de Snellen) LECTURE A 5M, ref.^a T6, disponível em FAX INTERNATIONAL) situada a 5 m de distância.

Um outro objetivo da invenção é a obtenção de um artigo de ótica que possua, ao mesmo tempo, propriedades antiembaciamento e antirreflexo.

Estes objetivos podem ser atingidos, de acordo com a invenção, graças a uma modificação dos grupos silanol à superfície de um artigo de ótica, por enxerto de um composto de organossilano particular.

Assim, a presente invenção refere-se a um artigo de ótica, de preferência um vidro para lentes, que compreende um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, e, em contacto direto com este

revestimento, um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, caracterizado pelo facto de o revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento:

- ser obtido por enxerto de pelo menos um composto de organossilano, que possui:

- um grupo polioxiálquilenos, e
- pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável,

- ter uma espessura inferior ou igual a 5 nm,

- possuir um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50°.

A invenção refere-se igualmente a um artigo de ótica, de preferência um vidro para lentes, tal como acima, cujo revestimento precursor do revestimento antiembaciamento é, além disso, revestido com uma película de uma solução líquida que contém, pelo menos, um meio tensioativo. Por outras palavras, este artigo de ótica é revestido com um revestimento antiembaciamento temporário, de acordo com a invenção.

A invenção será descrita mais pormenorizadamente com referência ao desenho anexo, no qual a figura 1 representa a evolução, em função do tempo, das propriedades antiembaciamento de artigos de ótica de acordo com a invenção, e artigos comparativos inicialmente expostos ao vapor quente.

No presente pedido, um revestimento que está "sobre" um substrato/revestimento ou que foi depositado "sobre" um substrato/revestimento, é definido como um revestimento que

(i) está colocado por cima do substrato/revestimento, (ii) não está necessariamente em contacto com o substrato/revestimento, ou seja, podem estar dispostos entre o substrato/revestimento e o revestimento em questão um ou vários revestimentos intermediários (está, no entanto, de preferência, em contacto com o referido substrato/revestimento), e (iii) não cobre necessariamente o substrato/revestimento) completamente. Quando "uma camada 1 está localizada sob uma camada 2", compreende-se que a camada 2 está mais afastada do substrato do que a camada 1.

Entende-se por "revestimento antiembaciamento" no presente pedido, um revestimento que, quando um substrato de lente transparente, revestido com este revestimento, é colocado em condições que criam um embaciamento sobre o referido substrato não equipado com o referido revestimento, permite imediatamente uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ para um observador que observa, através da lente revestida, uma escala de acuidade visual colocada a 5 m de distância. São descritos na parte experimental vários ensaios que permitem avaliar as propriedades de antiembaciamento de um revestimento. Em condições que criam um embaciamento, os revestimentos antiembaciamento podem, ou não, apresentar embaciamento à sua superfície (não há distorção visual no caso ideal, ou há distorção visual mas acuidade visual $> 6/10^\circ$ nas condições de medição indicadas acima), ou apresentar embaciamento na sua superfície, mas permitir, mesmo assim, e apesar da perturbação da visão causada pelo embaciamento, uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ nas condições de medição indicadas acima. Um revestimento não antiembaciamento não permite uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ enquanto está exposto a condições que criam embaciamento e apresentam geralmente um véu de condensação nas condições de medição indicadas acima.

Entende-se por "lente antiembaciamento", no presente pedido, uma lente equipada com um revestimento antiembaciamento, tal como foi definido acima.

Deste modo, o precursor do revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção, que é um revestimento hidrófilo, não é considerado como sendo um revestimento antiembaciamento, no sentido da invenção, mesmo que manifeste certas propriedades de antiembaciamento, que podem, por exemplo, ser verificadas por meio de um ensaio de hálito descrito na parte experimental. De facto, este precursor de revestimento antiembaciamento não permite uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ nas condições de medição indicadas acima, tal como aparece na figura 1, que será comentada mais adiante.

Por revestimento antiembaciamento temporário entende-se um revestimento antiembaciamento obtido depois da aplicação de uma solução líquida que contém, pelo menos, um meio tensioativo, na superfície de um revestimento precursor do referido revestimento antiembaciamento. A durabilidade de um revestimento antiembaciamento temporário é geralmente limitada por sujidade na sua superfície, não estando as moléculas dos meios tensioativos presas de forma permanente à superfície do revestimento, mas simplesmente adsorvidas mais ou menos duravelmente.

O artigo de ótica preparado de acordo com a invenção compreende um substrato, de preferência transparente, que tem faces principais anterior e posterior, contendo pelo menos uma das referidas faces principais um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, de preferência as duas faces principais. Entende-se por face posterior (geralmente côncava) do substrato, a face que, aquando da utilização do artigo, é a face mais próxima do olho do

portador. Inversamente, entende-se por face anterior (geralmente convexa) do substrato, a face que, aquando da utilização do artigo, é a face mais afastada do olho do portador.

Se bem que o artigo de acordo com a invenção possa ser um artigo de ótica qualquer, suscetível de ser confrontado com uma formação de embaciamento, tal como um *écran*, uma superfície envidraçada para a indústria automóvel ou de construção, ou um espelho, é de preferência uma lente ótica, mais preferivelmente uma lente oftálmica, para óculos, ou uma peça em bruto de lente ótica ou oftálmica.

Isto exclui artigos, tais como, lentes intraoculares em contacto com tecidos vivos, ou lentes de contacto, que não são intrinsecamente confrontadas com o problema de formação de embaciamento, contrariamente às lentes de óculos.

O revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, de acordo com a invenção, pode ser formado sobre pelo menos uma das faces principais de um substrato nu, isto é, não revestido, ou sobre pelo menos uma das faces principais de um substrato já revestido com um ou vários revestimentos funcionais.

O substrato do artigo de ótica de acordo com a invenção pode ser um vidro mineral ou orgânico, por exemplo, um vidro orgânico de material plástico termoplástico ou termoendurecível.

São classes de substratos particularmente preferidos os poli(uretanos), os poli(epissulfuretos) e as resinas resultantes da polimerização ou copolimerização de bis-alilcarbonatos de alquilenoglicóis. Estes últimos são

vendidos, por exemplo, sob a denominação comercial CCR-39[®] pela sociedade PPG Industries (lentes ORMA[®] ESSILOR).

Em determinadas aplicações, é preferível que a superfície principal do substrato seja revestida com um ou vários revestimentos funcionais, antes da deposição do revestimento que contém grupos silanol na sua superfície. Estes revestimentos funcionais, de utilização clássica em ótica, podem ser, sem limitações, uma camada de primário antichoque, um revestimento antiabrasivo e/ou antirriscaduras, um revestimento polarizado, um revestimento fotocromico ou um revestimento colorido, em particular uma camada de primário antichoque revestida com uma camada antiabrasivo ou antirriscaduras.

O revestimento que contém grupos silanol na sua superfície é, de preferência, depositado sobre um revestimento antiabrasivo e/ou antirriscaduras. O revestimento antiabrasivo e/ou antirriscadura pode ser qualquer camada utilizada classicamente como revestimento antiabrasivo e/ou antirriscadura, no domínio das lentes oftálmicas.

Os revestimentos resistentes à abrasão e/ou às riscaduras são, de preferência, revestimentos duros, à base de poli(met)acrilatos ou de silanos, compreendendo geralmente uma ou várias cargas minerais destinadas a aumentar a dureza e/ou o índice de refração do revestimento, depois de endurecer. Entende-se por (met)acrilato ou acrilato ou um metacrilato.

Os revestimentos duros antiabrasivos e/ou antirriscaduras são, de preferência, preparados a partir de composições que contêm, de preferência, pelo menos um alcoxissilano e/ou um hidrolisado do mesmo, obtido, por exemplo, por hidrólise com uma solução de ácido clorídrico, e opcionalmente

catalisadores de condensação e/ou de endurecimento, e/ou meios tensioativos.

Entre os revestimentos recomendados na presente invenção podem citar-se os revestimentos à base de hidrolisados de epoxissilanos, tais como os que são descritos nas patentes EP 0614957, US 4,211,823 e US 5,015,523.

A espessura do revestimento antiabrasivo e/ou antirriscaduras varia geralmente entre 2 e 10 μm , de preferência entre 3 e 5 μm .

Antes da deposição do revestimento antiabrasivo e/ou antirriscaduras, é possível depositar sobre o substrato um revestimento de primário, que melhora a resistência ao choque e/ou a adesão das camadas posteriores no produto final.

Este revestimento pode ser qualquer camada de primário antichoque, classicamente utilizada para os artigos de material polimérico transparente, tais como lentes oftálmicas.

Entre as composições de primário preferidas, podem citar-se as composições à base de poliuretanos termoplásticos, tais como as que são descritas nas patentes JP 63-141001 e JP 63-87223, as composições de primários poli(met)acrílicos, tais como as que são descritas na patente US 5,015,523, as composições à base de poliuretanos termoendurecíveis, tais como as que são descritas na patente EP 0404111 e as composições à base de latex poli(met)acrílicos ou de latex tipo poliuretano, tais como as que são descritas nas patentes US 5,316,791 e EP 0680492.

As composições de primário referidas são as composições à base de poliuretanos e as composições à base de latex, em particular os latex de poliuretano e poli(met)acrílicos, e as suas misturas. As camadas de primário têm geralmente espessuras, depois do endurecimento, entre 0,2 a 2,5 μm , de preferência entre 0,5 e 1,5 μm .

Vai ser agora descrito o revestimento que tem grupos silanol na sua superfície. Entende-se por revestimento que tem grupos silanol na sua superfície um revestimento que possui, naturalmente, grupos silanol na sua superfície, ou então um revestimento cujos grupos silanol foram criados depois de ter sido submetido a um tratamento de ativação de superfície. Este revestimento é, pois, um revestimento à base de siloxanos ou de sílica, por exemplo, e sem limitações, uma camada de sílica, um revestimento sol-gel, à base, nomeadamente, de organossilanos, tais como alcoxisilanos, ou um revestimento à base de colóides de sílica. Pode tratar-se, nomeadamente, de um revestimento antiabrasivo e/ou antirrisaduras, ou, de acordo com a forma de realização preferida, de um revestimento antirreflexo de monocamada, cuja camada externa possui grupos silanol na sua superfície. Por camada externa de um revestimento entende-se a camada mais afastada do substrato.

O tratamento de ativação de superfície, que cria grupos silanol ou, pelo menos, aumenta a sua proporção na superfície de um revestimento, é geralmente realizado sob vácuo. Pode tratar-se de um bombardeamento com espécies energéticas e/ou reativas, por exemplo, um feixe de iões ("Ion Pre-Cleaning" ou "IPC") ou um feixe de eletrões, de um tratamento por descarga corona, por emissão, de um tratamento com UV, ou de um tratamento por plasma sob vácuo, geralmente um plasma de oxigénio ou de árgon. Pode

tratar-se também de um tratamento de superfície ácido ou básico e/ou por solventes (água, água oxigenada ou um solvente orgânico). Podem ser combinados vários destes tratamentos.

Entende-se por espécies energéticas (e/ou reativas) nomeadamente espécies iônicas que têm uma energia compreendida entre 1 e 300 eV, de preferência entre 1 e 150 eV, mais preferivelmente entre 10 e 150 eV e ainda mais preferivelmente entre 40 e 150 eV. As espécies energéticas podem ser espécies químicas, tais como iões, radicais, ou espécies tais como fotões ou eletrões.

O tratamento de ativação pode ser também um tratamento de superfície químico, ácido, básico, de preferência realizado por via líquida, ou então um tratamento por meio de um solvente ou uma mistura de solventes.

O revestimento que contém na sua superfície grupos silanol é, de preferência, uma camada com baixo índice de refração, à base de sílica (compreendendo a sílica), no caso ideal consiste numa camada de sílica (SiO_2), geralmente obtida por deposição em fase vapor.

A referida camada à base de SiO_2 pode conter, além da sílica, um ou vários outros materiais convencionalmente utilizados para a fabricação de camadas delgadas, por exemplo, um ou vários materiais escolhidos entre os materiais dielétricos descritos abaixo, na presente descrição. Esta camada à base de SiO_2 está, de preferência, isenta de Al_2O_3 .

Os inventores verificaram que não era indispensável realizar um tratamento de superfície quando a camada é uma

camada à base de sílica, em particular quando era obtida por evaporação.

O revestimento que contém, na sua superfície, grupos silanol, compreende de preferência pelo menos 70% em massa de SiO_2 , preferivelmente pelo menos 80% em massa e mais preferivelmente pelo menos 90% em massa de SiO_2 . Como foi já dito, numa realização ótima compreende 100% em massa de sílica.

O revestimento que contém, na sua superfície, grupos silanol, pode ser também um revestimento sol-gel à base de silanos, tais como alcoxissilanos, por exemplo, o tetraetoxissilano, ou organossilanos, tais como o γ -glicidoxipropiltrimetoxissilano. Um revestimento deste tipo é obtido por deposição por via líquida, utilizando uma composição líquida que contém um hidrolisado de silanos e eventualmente materiais coloidais de índice de refração alto ($> 1,55$, de preferência $> 1,60$, preferivelmente $> 1,70$) ou baixo ($\leq 1,55$). Revestimentos deste tipo, cujas camadas contêm uma matriz híbrida orgânica/inorgânica à base de silanos, na qual estão dispersos materiais coloidais que permitem ajustar o índice de refração de cada camada, são descritos, por exemplo, na patente FR 2858420.

De acordo com uma forma de realização da invenção, o revestimento que contém, na sua superfície, grupos silanol, é uma camada à base de sílica, depositada sobre um revestimento antiabrasivo, de preferência depositada diretamente sobre este revestimento antiabrasivo.

A referida camada à base de sílica (contendo sílica) é de preferência uma camada de sílica, obtida geralmente por deposição na fase vapor. Tem, de preferência, uma espessura

inferior ou igual a 500 nm, preferivelmente variando entre 5 e 20 nm e mais preferivelmente entre 10 e 20 nm de espessura.

A deposição da referida camada à base de sílica é realizada, de preferência, regulando a pressão, por adição de gás, no recinto de deposição, estando o gás sob a forma não iónica, preferivelmente por adição de oxigénio, a uma pressão que varia tipicamente entre $5 \cdot 10^{-5}$ e $5 \cdot 10^{-4}$ mbar.

De acordo com um outro modo de realização da invenção, que constitui o modo de realização preferido, o artigo de ótica de acordo com a invenção compreende um revestimento antirreflexo. Quando está presente um revestimento desta natureza, este constitui geralmente o revestimento que contém grupos silanol, no sentido da invenção, na sua superfície. Este revestimento antirreflexo pode ser qualquer revestimento antirreflexo, utilizado classicamente no domínio da ótica, em particular da ótica oftálmica, na condição de conter, na sua superfície, grupos silanol.

Um revestimento antirreflexo é definido como um revestimento, depositado na superfície de um artigo de ótica, que melhora as propriedades antirrefletoras do artigo de ótica final. Permite reduzir a reflexão da luz na interface artigo-ar sobre uma porção relativamente grande do espectro visível.

Como é também perfeitamente conhecido, os revestimentos antirreflexo compreendem, classicamente, um empilhamento, monocamada ou multicamada, de materiais dielétricos. Trata-se de preferência de revestimentos multicamadas, que compreendem camadas de alto índice de refração (HI) e camadas de baixo índice de refração (BI).

No presente pedido, uma camada de revestimento antirreflexo é denominada camada de alto índice de refração quando o seu índice de refração é superior a 1,55, de preferência superior ou igual a 1,6, preferivelmente superior ou igual a 1,8 e mais preferivelmente ainda superior ou igual a 2,0. Uma camada de revestimento antirreflexo é denominada camada de baixo índice de refração quando o seu índice de refração é inferior ou igual a 1,55, de preferência inferior ou igual a 1,50, mais preferivelmente inferior ou igual a 1,45. Salvo indicação em contrário, os índices de refração aos quais é feita referência na presente invenção são expressos a 25 °C, para um comprimento de onda de 550 nm.

As camadas HI são camadas de alto índice de refração clássicas, bem conhecidas na técnica. Compreendem geralmente um ou vários óxidos minerais, tais como, sem limitação, a zircónia (ZrO_2), o óxido de titânio (TiO_2), o pentóxido de tântalo (Ta_2O_5), o óxido de neodímio (Nd_2O_5), o óxido de praseodímio (Pr_2O_3), o titanato de praseodímio (PrTiO_3), La_2O_3 , Dy_2O_5 , Nb_2O_5 , Y_2O_3 .

As camadas BI são igualmente bem conhecidas e podem compreender, sem limitação, SiO_2 , MgF_2 , ZrF_4 , alumina (AlO_3), AlF_3 , quiólito ($\text{Na}_3\text{Al}_3\text{F}_{14}$), criolite ($\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$), e as suas misturas, de preferência, SiO_2 ou SiO_2 dopado com alumina. Podem ser utilizadas, igualmente, camadas de SiOF (SiO_2 dopado com flúor).

Quando é utilizada uma camada BI, compreendendo uma mistura de SiO_2 e de Al_2O_3 , esta contém preferivelmente 1 a 10%, mais preferivelmente 1 a 8% e ainda mais preferivelmente 1 a 5% em massa de Al_2O_3 , em relação à massa total de SiO_2 + Al_2O_3 nesta camada.

As camadas HI têm, geralmente, uma espessura física que varia entre 10 e 120 nm, e as camadas BI têm uma espessura física que varia entre 10 e 100 nm.

A espessura total do revestimento antirreflexo é, de preferência, inferior a 1 μm , mais preferivelmente inferior ou igual a 800 nm e mais preferivelmente ainda inferior ou igual a 500 nm. A espessura total do revestimento antirreflexo é, geralmente, superior a 100 nm, de preferência superior a 150 nm.

O revestimento antirreflexo compreende, ainda de preferência, pelo menos duas camadas com um baixo índice de refração (BI) e pelo menos duas camadas de alto índice de refração (HI). O número total de camadas do revestimento antirreflexo é de preferência, inferior ou igual a 8 e mais preferivelmente é inferior ou igual a 6.

Não é necessário que as camadas HI e BI sejam alternadas no revestimento antirreflexo, se bem que o possam ser, de acordo com um modo de realização da invenção. Duas camadas HI (ou mais) podem estar depositadas uma sobre a outra, tal como duas camadas BI (ou mais) podem estar depositadas uma sobre a outra.

As diferentes camadas do revestimento antirreflexo são preferencialmente depositadas por depósito em fase vapor, sob vácuo, de acordo com uma das seguintes técnicas: i) por evaporação, eventualmente assistida por feixe iónico; ii) por pulverização por feixe de iões; iii) por pulverização catódica; iv) por deposição química em fase vapor, assistida por plasma. Estas diferentes técnicas são descritas nas obras "Thin Film Processes" e "Thin Film Processes II," Vossen & Kern, Ed., Academic Press, 1978 e

1991, respectivamente. Uma técnica particularmente recomendada é a técnica de evaporação sob vácuo.

Quando o revestimento que contém grupos silanol na sua superfície é um revestimento antirreflexo, o fator de reflexão luminosa de um artigo revestido com um tal revestimento antirreflexo representado por R_v , é inferior a 2,5% por face, de preferência inferior a 2% por face e ainda mais preferivelmente inferior a 1% por face do artigo. Num modo de realização ótimo, o artigo compreende um substrato, cujas duas superfícies principais são revestidas com um revestimento antirreflexo de acordo com a invenção e apresenta um valor R_v total (cúmulo de reflexão devida às duas faces) inferior a 1,5%. Os meios para chegar a esses valores de R_v são perfeitamente conhecidos dos peritos na técnica.

No presente pedido, o "fator de reflexão luminosa" é tal como é definido na norma ISO 13666:1998, e é medido de harmonia com a norma ISO 8980-4, ou seja, trata-se da média ponderada da reflexão espectral sobre o conjunto do espectro visível entre 380 e 780 nm.

Antes da formação do precursor do revestimento antiembaciamento sobre o revestimento que contém, na sua superfície, grupos silanol, por exemplo, um revestimento antirreflexo, é habitual submeter a superfície deste revestimento a um tratamento de ativação física ou química, destinado a aumentar a adesão do precursor do revestimento antiembaciamento. Estes tratamentos podem ser escolhidos entre os que foram descritos anteriormente para a ativação do revestimento que contém, na sua superfície, grupos silanol.

De acordo com a invenção, o tratamento que contém, na sua superfície, grupos silanol está diretamente em contacto com o revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, que vai ser agora descrito.

Entende-se por "precursor de um revestimento antiembaciamento", no presente pedido, um revestimento que, se for aplicada na sua superfície uma solução líquida que contém um meio tensioativo, de modo a formar uma película, constitui um revestimento antiembaciamento, no sentido da invenção. O conjunto constituído pelo revestimento precursor e a película de solução à base de meio tensioativo constitui o revestimento antiembaciamento propriamente dito.

O revestimento precursor do revestimento antiembaciamento é um revestimento que tem uma espessura inferior ou igual a 5 nm, de preferência de 4 nm ou menor, preferivelmente de 3 nm ou menor, e mais preferivelmente ainda de 2 nm ou menor, possuindo um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50°, que é obtido por enxerto permanente de pelo menos um composto de organossilano que possui um grupo polioxilalquilenos e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

De acordo com um dos modos de realização da invenção, o revestimento é depositado por aplicação de uma composição que contém um hidrolisado do composto de organossilano, que contém um grupo polioxilalquilenos e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

É recomendado evitar uma condensação dos compostos de organossilano hidrolisados, a fim de que estes possam conservar um máximo de funções silanol livres de reagir, a fim de facilitar o enxerto destes compostos na superfície

do artigo de ótica e limitar a formação dos prépolímeros de siloxano antes do enxerto. É isto que explica que a espessura do composto de organossilano depositado seja tão pequena.

Deste modo, é recomendado aplicar a composição muito rapidamente, depois da hidrólise, tipicamente menos de duas horas, preferivelmente menos de uma hora, mais preferivelmente menos de 30 minutos depois de se ter procedido à hidrólise (por adição de uma solução aquosa ácida, tipicamente de HCl).

A composição é aplicada, de forma ótima, menos de 10 minutos, de preferência menos de 5 minutos e mais preferivelmente menos de 1 minuto depois de se ter procedido à hidrólise.

É preferível realizar a hidrólise sem aquecimento, ou seja, tipicamente a uma temperatura de 20 a 25 °C.

De uma maneira geral, a deposição de camadas de alguns nm de espessura necessita da utilização de composições muito diluídas, com um teor de extrato seco muito baixo, o que abranda as cinéticas de condensação.

O composto de organossilano utilizado, graças ao seu grupo reativo que contém silício, é capaz de estabelecer uma ligação covalente com os grupos silanol presentes na superfície do revestimento sobre o qual é depositado.

O composto de organossilano da invenção compreende uma cadeia de polioxiálquileno, funcionalizada numa só extremidade ou nas suas duas extremidades, de preferência numa só extremidade, por um grupo que contém pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo

hidrolisável. Este composto de organossilano compreende de preferência um átomo de silício portador de pelo menos dois grupos hidrolisáveis, de preferência três grupos hidrolisáveis. Preferivelmente, não contém grupo uretano. Trata-se, de preferência, de um composto de fórmula



na qual os grupos Y, iguais ou diferentes, são grupos orgânicos monovalentes ligados ao silício por um átomo de carbono, os grupos X, iguais ou diferentes, são grupos hidrolisáveis, R^1 é um grupo que contém uma função polioxialquilenos, m é um número inteiro igual a 0, 1 ou 2. Tem-se, de preferência, $m = 0$.

Os grupos X são escolhidos, preferivelmente, entre os grupos alcoxi $-O-R^3$, em particular alcoxi em C_1-C_4 , aciloxi $-O-C(O)R_4$, em que R_4 é um radical alquilo, de preferência em C_1-C_6 , preferivelmente metilo ou etilo, halogêneos, tais como Cl, Br e I, ou trimetilsiloxi $(CH_3)_3SiO-$, e as combinações destes grupos. Os grupos X são, de preferência, grupos alcoxi, e em particular metoxi ou etoxi e, preferivelmente, etoxi.

O grupo Y, presente quando m não é nulo, é de preferência um grupo hidrocarbonado, saturado ou não, preferivelmente em C_1-C_{10} e mais preferivelmente em C_1-C_4 , por exemplo, um grupo alquilo, tal como metilo ou etilo, um grupo vinilo, um grupo arilo, por exemplo, fenilo, eventualmente substituído, nomeadamente por um ou vários grupos alquilo em C_1-C_4 . Y representa de preferência o grupo metilo.

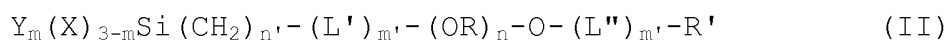
De acordo com uma forma de realização preferida, o composto de fórmula I compreende um grupo trialcóxissililo, tal como um grupo trietóxissililo ou trimetóxissililo.

O grupo polioxialquileno do composto de organossilano (grupo R^1) compreende de preferência menos de 80 átomos de carbono, preferivelmente menos de 60 átomos de carbono, e ainda mais preferivelmente menos de 50 átomos de carbono. O grupo R^1 verifica, de preferência, estas mesmas condições.

O grupo R^1 tem geralmente como fórmula $-L-R^2$, em que L é um grupo bivalente ligado ao átomo de silício dos compostos de fórmula I ou II por um átomo de carbono, e R^2 é um grupo que contém um grupo polioxialquileno ligado ao grupo L por intermédio de um átomo de oxigénio, estando este átomo de oxigénio contido no grupo R^2 . São exemplos não limitativos dos grupos L os grupo alquileno lineares ou ramificados, eventualmente substituídos, cicloalquileno, arileno, carbonilo, amido, ou combinações destes grupos, como os grupos cicloalquilenoalquileno, biscicloalquileno, biscicloalquilenoalquileno, arilenoalquileno, bisfenileno, bisfenilenoalquileno, amidoalquileno, um exemplo dos quais é o grupo $\text{CONH}(\text{CH}_2)_3$, ou então os grupos $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$ e $-\text{NHC}(\text{O})-$. Os grupos L preferidos são os grupos alquileno, de preferência lineares, tendo de preferência 10 átomos de carbono, preferivelmente 5 átomos de carbono ou menos, por exemplo, os grupos etileno e propileno.

Os grupos R^2 preferidos compreendem um grupo polioxietileno $-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-$, polioxipropileno, ou combinações destes grupos.

Os organossilanos de fórmula I preferidos são compostos com a fórmula II seguinte:



em que R' é um átomo de hidrogénio, um grupo acilo ou um grupo alquilo, linear ou ramificado, eventualmente

substituído por um ou vários grupos funcionais, e que, além disso, pode conter uma ou várias duplas ligações, R é um grupo alquilenos linear ou ramificado, de preferência linear, por exemplo, um grupo etileno ou propileno. L' e L'' são grupos bivalentes, X, Y e m são definidos como acima, n' é um número inteiro entre 1 e 10, de preferência entre 1 e 5, n é um número inteiro entre 2 e 50, de preferência entre 5 e 30, preferivelmente entre 5 e 15, m' é igual a 0 ou 1, de preferência 0, m'' é igual a 0 ou 1, de preferência 0.

Os grupos L' e L'', quando estão presentes, podem ser escolhidos entre os grupos bivalentes L anteriormente descritos, e representam, de preferência, o grupo $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$ ou o grupo $-\text{NHC}(\text{O})-$. Neste caso, os grupos $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$ ou $-\text{NHC}(\text{O})-$ estão ligados aos grupos $(\text{CH}_2)_n$, adjacentes (no caso de um grupo L') e R' (no caso de um grupo L'') por intermédio do seu átomo de oxigénio (para o grupo $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$) ou por intermédio do seu átomo de azoto (para o grupo $-\text{NHC}(\text{O})-$).

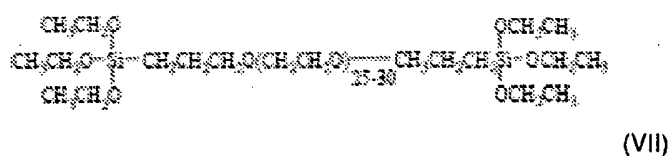
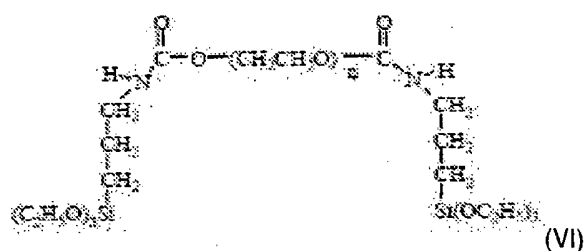
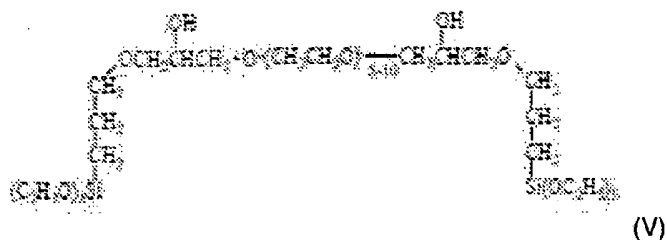
De acordo com um modo de realização, m = 0 e os grupos hidrolisáveis X designam grupos metoxi ou etoxi. n' é de preferência igual a 3. De acordo com um outro modo de realização, R' designa um grupo alquilo que possui menos de 5 átomos de carbono, de preferência o grupo metilo. R' pode designar também um grupo acilo alifático ou aromático, nomeadamente o grupo acetilo.

Finalmente, R' pode designar um grupo trialcóxissililalquilenos ou trihalogenossililalquilenos, tal como o grupo $-(\text{CH}_2)_n-\text{Si}(\text{R}^5)_3$, em que R^5 é um grupo hidrolisável, tal como os grupos X definidos anteriormente, e n'' é um número inteiro, tal como o grupo n' definido anteriormente. Um exemplo de um grupo R' assim definido é o grupo

$-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$. Neste modo de realização, o composto de organossilano contém dois átomos de silício portadores de pelo menos um grupo hidrolisável.

De acordo com os modos de realização preferidos, n é igual a 3, ou então varia entre 6 e 9, entre 9 e 12, entre 21 e 24, ou entre 25 e 30, de preferência entre 6 e 9.

Como exemplos de compostos de fórmula II podem ser citados os 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetoxissilano de fórmulas $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (III) e $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-12}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (IV), comercializados par Gelest, Inc., ou ABCR, o composto de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_3-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (VIII), os compostos de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$, em que $n = 21-24$, os 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-triclorossilanos, o 2-[acetoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetoxissilano de fórmula $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$, o 2-[acetoxi-(polietileno-oxi)-propil]-triethoxissilano de fórmula $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$, o 2-[hidroxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetoxissilano de fórmula $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$, o 2-[hidroxi-(polietileno-oxi)-propil]-triethoxissilano de fórmula $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$, os compostos de fórmulas $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{8-12}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ e $\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{8-12}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$, o óxido de polipropileno-bis[(3-metildimetoxissilil)-propil], e os compostos com duas cabeças siloxano, tais como o óxido de polietileno-bis[(3-triethoxissililpropoxi)-2-hidroxipropoxi] de fórmula (V), o óxido de polietileno-bis[(N,N'-triethoxissililpropil)-aminocarbonil] de fórmula (VI) com $n = 10-15$ e o óxido de polietileno-bis(triethoxissililpropilo) de fórmula (VII) :



Os compostos de fórmula II preferidos são os [alcoxi(polialquileno-oxi)-alquil]-trialcoxissilanos ou os seus análogos trihalogenados ($m = m' = m'' = 0$, $R' = \text{alcoxi}$).

De preferência, o composto de organossilano de acordo com a invenção não possui átomos de flúor. Tipicamente, a taxa de flúor, em massa, no revestimento precursor do revestimento antiembaciamento é inferior a 5% em peso, de preferência inferior a 1% e mais preferivelmente de 0% em peso.

A massa molar do composto de organossilano de acordo com a invenção varia, de preferência, entre 400 e 4000 g/mol, preferivelmente entre 400 e 1500 g/mol, mais preferivelmente entre 400 e 1200 g/mol, e ainda mais preferivelmente entre 400 e 1000 g/mol.

É possível, naturalmente, enxertar uma mistura de compostos de fórmulas I ou II, por exemplo, uma mistura de compostos que diferem pelo comprimento da sua cadeia de polioxialquileno RO.

De harmonia com um modo de realização de acordo com a invenção, o precursor do revestimento antiembaciamento contém mais de 80% em massa do composto de organossilano de acordo com a invenção, em relação à massa total do precursor do revestimento antiembaciamento, de preferência mais de 90%, mais preferivelmente mais de 95% e no caso ideal mais de 98%. De acordo com um modo de realização, o precursor do revestimento antiembaciamento consiste numa camada do referido composto de organossilano.

O precursor do revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção contém, de preferência, menos de 5% em massa de óxido metálico ou de metaloide (por exemplo, de sílica ou de alumina), em relação à massa total do revestimento, preferivelmente não contém óxido. Quando o composto de organossilano utilizado para a formação do revestimento antiembaciamento é depositado sob vácuo, de preferência nenhum óxido metálico é coevaporado com aquele composto, de acordo com a técnica da coevaporação de pelo menos um composto orgânico e de pelo menos um composto inorgânico descrita no pedido de patente EP 1324078.

De preferência, o revestimento precursor do revestimento antiembaciamento não contém qualquer agente de reticulação, o que significa que não é, de preferência, formado a partir a partir de uma composição que contém um agente de reticulação, por exemplo, o tetraetoxissilano.

O precursor de revestimento antiembaciamento da invenção possui um ângulo de contacto estático com a água

estritamente superior a 10° e estritamente inferior a 50° , de preferência inferior ou igual a 45° , mais preferivelmente $\leq 40^\circ$, mais preferivelmente ainda $\leq 30^\circ$ e no caso ideal $\leq 25^\circ$. Este ângulo de contacto varia, de preferência, entre 15° e 40° , mais preferivelmente entre 20° e 30° .

A deposição do composto de organossilano à superfície do revestimento que contém grupos silanol pode ser realizada de acordo com as técnicas habituais, de preferência por deposição em fase gasosa ou em fase líquida, no caso ideal em fase gasosa, por evaporação sob vácuo.

Quando o enxerto é realizado em fase gasosa, por exemplo, por evaporação sob vácuo, pode ser seguido, se se revelar necessário, por uma etapa de eliminação do excedente do composto de organossilano depositado, de forma a não conservar senão o composto de organossilano efetivamente enxertado à superfície do revestimento que contém grupos silanol. As moléculas não enxertadas são assim removidas. Uma etapa de eliminação, deste tipo, deve ser realizada, nomeadamente, quando a espessura do precursor de revestimento antiembaciamento inicialmente depositado for superior a 5 nm.

No entanto, em certos casos, esta etapa de eliminação do excesso do composto de organossilano é inexistente, na medida em que é possível depositar o composto de organossilano, de modo a formar uma camada enxertada, ou seja, quando se está atento para que a espessura depositada não ultrapasse alguns nanómetros. A regulação dos parâmetros de deposição para se alcançarem essas espessuras está ao alcance dos peritos na técnica.

No entanto, é preferível formar o revestimento precursor do revestimento antiembaciamento depositando-se um excesso do composto de organossilano à superfície do revestimento que contém grupos silanol e eliminando-se o excesso deste composto depositado, mas não enxertado. Com efeito, os inventores verificaram que, quando se forma diretamente uma camada de composto de organossilano enxertada, que tem uma espessura inferior ou igual a 5 nm, que não necessita de uma eliminação de um excesso do composto de organossilano, pode-se obter, em certos casos, um revestimento precursor de revestimento antiembaciamento, cuja superfície não possui uma afinidade suficiente face a uma solução líquida que contém pelo menos um meio tensioativo, o que conduziria a um revestimento que não possui as propriedades antiembaciamento desejadas.

De forma surpreendente, isto não é observado quando o composto de organossilano é depositado em excesso, como foi indicado anteriormente, e em que este excesso é eliminado. A espessura física real da camada de composto de organossilano depositada em excesso é, de preferência, inferior ou igual a 20 nm.

A eliminação do excesso de composto de organossilano depositado pode ser realizada por lavagem (via líquida), utilizando, por exemplo, uma solução de água saponosa, e/ou por limpeza (a seco). A etapa de eliminação compreende, de preferência, uma lavagem, seguida de uma secagem.

Preferivelmente, a lavagem é realizada limpando-se o artigo com água saponosa (que contém um meio tensioativo) por meio de uma esponja. Em seguida, procede-se a uma lavagem com água desionizada e, opcionalmente, a lente é em seguida submetida a uma secagem, tipicamente durante menos de 20 segundos, preferivelmente de 5 a 20 segundos, por meio de

um tecido CEMOI™ ou Selvith™, impregnado com um álcool, tipicamente álcool isopropílico. Pode-se realizar em seguida uma nova lavagem com água desionizada e secar com um pano. O conjunto destas etapas pode ser realizado manualmente, ou ser parcial ou totalmente automatizado.

A etapa de eliminação do excesso de composto de organossilano conduz a uma camada de composto de organossilano que tem uma espessura de 5 nm ou menor. O composto de organossilano depositado à superfície do artigo de ótica forma, por conseguinte, uma camada monomolecular ou quase monomolecular.

O composto de organossilano pode ser previamente dissolvido num solvente que tenha sido evaporado, para se controlar melhor a velocidade de evaporação e de deposição. A espessura da película pode ser controlada desta maneira, graças a esta dissolução, e adicionando-se a quantidade da solução a evaporar.

Quando o enxerto é realizado por via líquida, por exemplo, por humedecimento ou centrifugação, não é geralmente necessário proceder-se a uma etapa de eliminação do excesso de composto de organossilano depositado.

O revestimento precursor do revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção possui uma rugosidade fraca. Tipicamente, no caso de um composto de organossilano depositado por fase vapor, a rugosidade R_a é inferior a 2 nm, tipicamente da ordem de 1 nm.

R_a (nm) é o valor da rugosidade média da superfície medida.

$$R_a = \frac{1}{L_x L_y} \cdot \int_0^{L_y} \int_0^{L_x} |f(x, y)| \cdot dx \cdot dy$$

L_x e L_y são as dimensões da superfície medida, $f(x,y)$ é a superfície em plano centrado.

É obtido um revestimento antiembaciamento temporário, de acordo com a invenção, depositando-se uma película de uma solução líquida, que contém pelo menos um meio tensioativo, na superfície do revestimento precursor do revestimento antiembaciamento.

Esta solução confere às lentes uma proteção temporária contra o embaciamento, criando uma camada uniforme na sua superfície, que ajuda a dispersar as gotículas de água sobre a superfície da lente, de modo que elas não formem um embaciamento visível.

A aplicação da solução do meio tensioativo pode ser realizada por qualquer técnica conhecida, nomeadamente por humedecimento ou centrifugação.

A solução de meio tensioativo é preferivelmente aplicada por deposição de uma gota desta solução na superfície do precursor do revestimento antiembaciamento, e espalhando-a em seguida, de modo a cobrir, de preferência, a totalidade do referido revestimento precursor.

A solução de meio tensioativo aplicada é geralmente uma solução aquosa, que contém de preferência entre 0,5 e 10%, mais preferivelmente entre 2 e 8% em massa do meio tensioativo. Utiliza-se vantajosamente uma solução de manutenção comercial, contendo um meio tensioativo, disponível sob a forma de um pulverizador ou de toalhetes.

Pode ser usada uma grande variedade de meios tensioativos. Estes podem ser iónicos (catiónicos, aniónicos ou anfóteros) ou não iónicos, de preferência não iónicos ou

aniônicos. No entanto, é concebível uma mistura de meios tensioativos pertencentes a estas diversas categorias. Estes agentes tensioativos estão, na sua maior parte, disponíveis no comércio.

Utiliza-se, de preferência, um meio tensioativo que contenha grupos poli(oxialquilenos).

Como exemplos de meios tensioativos não iônicos, utilizáveis na presente invenção, podem citar-se os éteres poli(alquilenoxi)-alquilo, nomeadamente os éteres poli(etilenoxi)-alquilo, comercializados, por exemplo, por ICI sob as denominações BRIJ[®], as poli(alquilenoxi)-alquilaminas, as poli(alquilenoxi)-alquilamidas, os álcoois gordos polietoxilados, polipropoxilados ou poliglicerolados, os alfa-dióis gordos polietoxilados, polipropoxilados ou poliglicerolados, os alquilfenóis gordos polietoxilados, poli-propoxilados ou poliglicerolados, e os ácidos gordos polietoxilados, poli-propoxilados ou poliglicerolados, tendo todos uma cadeia gorda que compreende, por exemplo, 8 a 10 átomos de carbono, podendo o número de grupos óxido de etileno ou óxido de propileno variar, nomeadamente, entre 2 e 50, e podendo o número de grupos glicerol variar nomeadamente entre 2 e 30, os dióis acetilénicos etoxilados, os compostos do tipo copolímero de blocos, que contêm, ao mesmo tempo, blocos hidrófilos e blocos hidrófobos (por exemplo, blocos de polioxietileno e polioxipropileno, respetivamente), os copolímeros poli(oxietileno)-poli-(dimetilsiloxano) e os meios tensioativos que têm, incorporado, um grupo sorbitano.

Os meios tensioativos aniônicos preferidos são os que contêm um grupo ácido sulfónico, e podem citar-se os sulfossuccinatos de alquilo, os sulfossuccinatos de éter alquílico, os sulfossuccinatos de alquilamida, os

sulfossuccinamatos de alquilo, os sais dibásicos de ácido polioxietileno-alquil-sulfossuccínico, os sais dibásicos de ácido alquil-sulfossuccínico, os sulfoacetatos de alquilo, os sais de hemiésteres de ácido sulfossuccínico, os sulfatos de alquilo e sulfatos de arilo, tais como o dodecilbenzenossulfonato de sódio e o dodecilsulfato de sódio, os sulfatos de álcoois gordos etoxilados, os étersulfatos de alquilo, os étersulfatos de alquilamido, os poli-étersulfatos de alquilarilo, os sulfonatos de alquilo, os fosfatos de alquilo, os éterfosfatos de alquilo, os sulfonatos de alquilamida, os sulfonatos de alquilarilo, os sulfonatos de α -olefinas, os etoxissulfatos de álcoois secundários, os ácidos de éteres carboxílicos polioxialquilenados, os sulfatos de monoglicéridos, os sais de éteres polioxialquilenos-alquilo de ácido sulfúrico, os sais de ésteres de ácido sulfúrico, os tauratos de N-acilo, tais como os sais de N-acilmetiltaurina, os sais de ácidos monossulfónicos de hidroxialcanos ou os monossulfonatos de alcenos, compreendendo o radical alquilo ou acilo de todos estes compostos, de preferência, 12 a 20 átomos de carbono, e compreendendo o eventual grupo oxialquilenos destes compostos, de preferência, 2 a 50 unidades monoméricas. Estes meios tensioativos aniónicos, e também outros, utilizáveis no presente pedido, são descritos no pedido de patente EP 1418211 e na patente US 5,997,621.

Como agentes tensioativos catiónicos, utilizáveis na presente invenção, podem citar-se os sais de amins gordas primárias, secundárias ou terciárias, eventualmente polioxialquilenadas, os sais de amónio quaternário, tais como os cloretos ou os brometos de tetra-alquilamónio, de alquil-amidoalquiltrialquilamónio, de trialquilbenzilamónio, de trialquilhidroxialquil-amónio ou de alquilpiridínio, os derivados de imidazolina ou os óxidos de amins com carácter catiónico.

De acordo com um modo de realização, o meio tensioativo utilizado compreende um meio tensioativo fluorado. Neste caso, utilizam-se de preferência aqueles que contêm pelo menos um grupo fluoralquilo ou polifluoralquilo e, mais preferivelmente, os que contêm pelo menos um grupo perfluoralquilo.

Uma solução de agente tensioativo disponível no comércio, para conferir uma propriedade antiembaciamento, é a solução Clarity Defog It[®], da sociedade Nanofilm.

Em vez de uma solução de um meio tensioativo, é possível utilizar compostos hidrófilos, mais particularmente compostos sem propriedades tensioativas, que contêm pelo menos um grupo hidrófilo, de preferência um grupo poli(oxialquileno), mas as soluções de meios tensioativos são preferidas e dão melhores resultados antiembaciamento do que as soluções à base de compostos hidrófilos não tensioativos. O revestimento antiembaciamento, da invenção, apresenta de preferência um ângulo de contacto estático com a água inferior ou igual a 10°, mais preferivelmente inferior ou igual a 5°.

É obtido um revestimento antiembaciamento, imediatamente operacional desde a aplicação da solução do meio tensioativo, o que constitui uma das principais vantagens da invenção. Deste modo, não é necessário aplicar, várias vezes, uma solução do meio tensioativo para ver manifestar-se o efeito antiembaciamento, como é o caso de determinados produtos da técnica anterior.

Além disso, o efeito antiembaciamento exercido pelo revestimento antiembaciamento é durável no tempo, uma vez que se exerce durante um período de tempo que pode variar entre vários dias e várias semanas, o que é uma nítida

melhoria em relação aos revestimentos antiembaciamento conhecidos. Esta durabilidade é ensaiada por aplicação de solicitações mecânicas correspondentes a secagens repetidas, num procedimento descrito na parte experimental.

O revestimento antiembaciamento é temporário, mas facilmente renovável, na medida em que basta proceder a uma nova aplicação de meio tensioativo, quando já não há moléculas de meio tensioativo suficientes adsorvidas na superfície do precursor do revestimento antiembaciamento. Por conseguinte, este último permanece "ativável" em todas as circunstâncias.

O artigo de ótica de acordo com a invenção não possui revestimento antissujidade, em particular não possui revestimento antissujidade à base de silanos fluorados, mas verifica-se que, não obstante, possui uma aptidão à limpeza satisfatória. A sua facilidade de limpeza de vestígios de gordura não é tão boa como a de um revestimento antissujidade fluorado, mas é melhor do que a de um revestimento antirreflexo descoberto, ou seja, desprovido de um revestimento antissujidade.

No entanto, a facilidade de aplicação de produtos antiembaciamento temporários sobre o precursor de revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção, é maior do que sobre os revestimentos antissujidade fluorados geralmente utilizados. Além disso, a durabilidade do efeito antiembaciamento obtido graças a um produto antiembaciamento temporário, é melhor no âmbito da invenção do que quando este produto antiembaciamento é aplicado sobre um revestimento antissujidade.

A invenção refere-se igualmente a um processo para a preparação de um artigo de ótica, de preferência de uma

lente de óculos, tal como foi definido acima, compreendendo:

- a) fornecer um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície,
- b) depositar sobre o referido revestimento, de preferência por evaporação sob vácuo, pelo menos um composto de organossilano que possui um grupo polioxiálquilenos e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, de modo a ser obtida uma camada de composto de organossilano enxertado que tem uma espessura inferior ou igual a 5 nm, eliminando-se eventualmente o excesso do composto de organossilano depositado, mas não enxertado, na superfície do revestimento que contém grupos silanol, de modo a obter-se um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50° .

Este processo pode, além disso, compreender uma etapa suplementar de deposição de uma película de uma solução líquida, que contém pelo menos um meio tensioativo, na superfície da camada formada na etapa b), dando assim acesso a um revestimento antiembaciamento.

De preferência, este revestimento precursor do revestimento antiembaciamento não é submetido a um aquecimento prolongado antes da aplicação da referida solução líquida que contém pelo menos um meio tensioativo. Um aquecimento do revestimento precursor a $50-60^\circ\text{C}$, durante várias horas, teria o risco de danificar o artigo de ótica. Por outro lado, aquando da deposição do precursor do revestimento anti-revestimento, não há necessidade de aquecer o artigo de ótica.

Por fim, a invenção refere-se a um artigo de ótica, de preferência uma lente de óculos, que compreende um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, estando uma parte da superfície do referido revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, em contacto direto com um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, tal como foi definido anteriormente, e estando uma outra parte da superfície do referido revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, de preferência o resto da sua superfície, em contacto direto com um revestimento hidrófobo e/ou oleófobo, e aderente ao mesmo. Estas partes podem ser contínuas ou descontínuas.

Um artigo de ótica desta natureza é utilizável nomeadamente como artigo de demonstração de propriedades antiembaciamento, depois da aplicação, na sua superfície, de uma solução líquida que contém pelo menos um meio tensioativo e/ou um composto hidrófilo sem propriedades tensioativas, tal como foi definido anteriormente, e expondo-se depois o artigo a condições que criam embaciamento (hálito, frigorífico, vapor de água fervente, etc.) ou submetendo a sua superfície a uma ou várias limpezas antes de uma exposição às condições de criação de embaciamento.

O artigo de ótica embacia-se na parte da sua superfície recoberta com o revestimento hidrófobo e/ou oleófobo e permanece transparente na zona que contém o revestimento antiembaciamento.

Os revestimentos hidrófobos e/ou oleófobos, ou as "top-coats" antissujidade, utilizáveis neste artigo de ótica, são descritos nomeadamente no pedido de patente WO

2010/055261. São naturalmente diferentes dos revestimentos antiembaciamento da invenção.

Os revestimentos hidrófobos e/ou oleófobos utilizados têm, de preferência, uma energia de superfície inferior ou igual a 14 mJ/m^2 , de preferência inferior ou igual a 12 mJ/m^2 , de acordo com o método Owens Wendt descrito no artigo referenciado no pedido de patente WO 2010/055261.

Pode ser formado um artigo de ótica deste tipo, sem que a invenção seja limitada a um tal processo, recorrendo-se a um artigo de ótica revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, estando pelo menos uma parte da superfície do referido revestimento revestida diretamente com um revestimento hidrófobo e/ou oleófobo, submetendo-se pelo menos uma parte deste revestimento hidrófobo e/ou oleófobo a um tratamento que o permita eliminar, de forma a expor o revestimento subjacente que contém os grupos silanol na sua superfície, e em seguida depositando sobre a superfície assim exposta pelo menos um composto de organossilano de acordo com a invenção, de modo a formar um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, tal como foi descrito anteriormente.

Pode ser utilizado qualquer meio químico ou físico que permita eliminar uma parte do revestimento hidrófobo e/ou oleófobo. Deverá ser preferido empregar um bombardeamento do revestimento por iões de árgon, com o auxílio de um canhão de iões, mas pode indicar-se igualmente um tratamento por plasma sob vácuo, por descarga corona, um bombardeamento por um feixe de eletrões ou um tratamento UV, em condições facilmente determináveis pelos peritos na técnica. Se o artigo de ótica contiver uma camada eletrocondutora, em particular uma camada condutora que confira propriedades antiestáticas num revestimento

antirreflexo, utiliza-se de preferência um bombardeamento iónico para evitar que o artigo fique danificado. A fim de limitar o tratamento de eliminação apenas a uma parte do revestimento hidrófobo e/ou oleófobo, poderá ser utilizado um meio de proteção, tal como uma máscara ou qualquer outra técnica apropriada, disposta sobre a superfície do artigo a tratar ou eventualmente interposta entre a fonte e a superfície a tratar, no caso de um tratamento por espécies energéticas, tais como iões, fotões ou eletrões.

A utilização de máscaras em ótica é clássica e é descrita, nomeadamente, na patente US 5,792,537.

Em alternativa, o artigo de ótica acima citado pode ser fabricado a partir de uma lente recoberta com um revestimento de acordo com a invenção, do qual se expõe parcialmente a superfície que contém os grupos silanol, de acordo com o processo descrito anteriormente, em seguida, vem depositar-se sobre a superfície exposta um revestimento hidrófobo e/ou oleófobo.

Os exemplos que se seguem ilustram a invenção de forma mais pormenorizada, mas não limitativa.

EXEMPLOS

1. Materiais e artigos de ótica utilizados

A sílica é utilizada na forma de granulados fornecidos pela sociedade Optron Inc. O composto de organossilano utilizado nos exemplos para formar o precursor do revestimento antiembaciamento é o 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetilsilano, que possui 6 a 9 unidades óxido de etileno (exemplos 1-4, 6, 7), de fórmula (III) e de massa molar 450-600 g/mol (CAS No.: 65994-07-2, Ref.: SIM6492.7,

fornecido pela sociedade Gelest, INC.), ou o 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetoxissilano, que possui 3 unidades óxido de etileno (exemplo 5), de fórmula (VIII).

Os compostos de organossilano comparativos, utilizados nos exemplos comparativos C4 a C7, são o 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trietoxissilano, que possui 45 unidades óxido de etileno, de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{45}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ (IX), fornecido por Interchim, ou o composto $\text{HO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{45}\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ (X), fornecido por ABCR (CAS No.: 37251-86-8). O composto de fórmula (X) é o composto utilizado no exemplo comparativo 3 do pedido de patente JP 2005-281143.

Salvo indicação em contrário, as lentes utilizadas nos exemplos de acordo com a invenção contêm um substrato de lente de poliuretano plano (PTU termoendurecível, comercializado por Mitsui Toatsu Chemicals), com o índice de refração igual a 1,60, de 65 mm de diâmetro, de potência -2,00 dioptrias e de espessura 1,2 mm.

Estas lentes são tratadas nas duas faces de acordo com os processos descritos adiante, sendo a face côncava tratada antes da face convexa.

Este substrato é revestido com um revestimento antiabrasivo e antirrisaduras, de índice de refração igual a 1,60, assim como com um revestimento antirreflexo de monocamada, de cerca de 100 nm de espessura e de índice de refração igual a 1,40, obtido por um processo sol-gel (denominado revestimento antirreflexo X) (obtido por deposição de uma composição à base de alcoxissilano, que contém partículas coloidais ocas, aquecida depois da deposição durante 3 horas, a 100 °C), ou então com um revestimento antirreflexo comercial, de 4 camadas, $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$ (denominado

revestimento antirreflexo Z), depositado sobre o revestimento antiabrasivo por evaporação sob vácuo dos materiais, pela ordem em que foram citados (espessuras respectivas das camadas: 27, 21, 80 e 81 nm).

Antes da deposição do precursor do revestimento antiembaciamento, as lentes que contêm o revestimento antirreflexo X são submetidas a um tratamento de ativação da superfície por plasma (0,2 mbar, 200 mL O₂/min, 2 min a 500 W seguidos de 5 min a 0 W).

As lentes que contêm o revestimento antirreflexo Z não sofrem qualquer tratamento de ativação.

Nos exemplos 4-6, a lente utilizada compreende um substrato de lente de material ORMA[®], que contém um primário antichoque de poliuretano, com uma espessura da ordem de 1 micron, ele próprio revestido com um revestimento antiabrasivo com uma espessura da ordem de 3 micron, depositando e endurecendo uma composição, tal como foi definida no exemplo 3 da patente EP 614957, revestida, por sua vez (salvo no exemplo 4) com um revestimento antirreflexo de 5 camadas ZrO₂/SiO₂/ZrO₂/ITO/SiO₂ (denominado revestimento antirreflexo Y), depositado sobre o revestimento antiabrasivo por evaporação sob vácuo dos materiais, pela ordem em que foram citados (espessuras respectivas das camadas: 29, 23, 68, 7 e 85 nm). Uma camada de ITO é uma camada eletricamente condutora de óxido de índio dopado com estanho (In₂O₃:Sn).

Antes da deposição do precursor do revestimento antiembaciamento, as lentes que contêm o revestimento antiabrasivo são submetidas a um tratamento de ativação da superfície, que consiste em efetuar um bombardeamento iônico com um gás raro ou oxigênio, no caso presente com um

gás raro, que é o árgon, sob vácuo, a uma pressão tipicamente de $3,5 \cdot 10^{-5}$ mbar.

Nos exemplos, o revestimento antirreflexo não é submetido a qualquer tratamento de ativação antes da deposição do precursor do revestimento antiembaciamento.

O precursor do revestimento antiembaciamento foi depositado segundo dois métodos diferentes:

2.Preparação de precursores de revestimentos antiembaciamento

a)Deposição do precursor do revestimento antiembaciamento por via líquida (exemplo 1)

1 g do composto de siloxano de fórmula III é diluído em 9 g de isopropanol. Em seguida são diluídos 4 g da solução resultante em 145 g de isopropanol. A solução é agitada dois minutos à temperatura ambiente, depois é acidificada ligeiramente com 0,2 g de HCl 0,1 N e por fim é depositada por deposição centrífuga (3000 rpm/ 30 segundos/ aceleração: 2000 rpm/s; 50% de humidade) sobre o revestimento antirreflexo X de uma lente cuja superfície foi ativada como foi indicado acima. O precursor do revestimento antiembaciamento é aquecido em seguida durante 15 minutos a 75 °C, e depois 3 horas a 100 °C. Na sequência desta etapa, a sua espessura, calculada por medição elipsométrica, é de 3 a 5 nm. Uma vez que o composto de siloxano de fórmula III não foi depositado em excesso, não foi realizada qualquer etapa de eliminação por limpeza ou lavagem.

b) Deposição dos precursores do revestimento antiembaciamento em fase vapor (Exemplos 2-6)

No exemplo 2, a deposição foi realizada sobre o revestimento antirreflexo Z de uma lente, por evaporação sob vácuo, utilizando-se uma fonte térmica por efeito Joule. 150 μL do composto de siloxano de fórmula III são embebidos numa esponja de níquel no seio de uma cápsula de cobre (espessura depositada: 10 nm, velocidade de deposição: 0,25 nm/s, pressão no início da deposição: $2 \cdot 10^{-5}$ mbar).

No final da evaporação, a superfície de cada lente foi limpa com um tecido Cémoi seco, até que o excesso de composto de siloxano de fórmula III depositado seja removido. Observa-se então uma superfície homogênea. O revestimento antiembaciamento do exemplo 2 tem uma espessura de 1-3 nm.

O tecido Cémoi® designa um tecido fornecido pelo fornecedor Facol sob a referência Microfibre M8405 30x40.

No exemplo 4, a deposição é realizada sobre o revestimento antiabrasivo de uma lente, por evaporação sob vácuo, utilizando uma fonte térmica por efeito Joule. O composto de siloxano de fórmula III é vazado para uma cápsula de cobre (na ausência de material poroso), e esta cápsula é colocada sobre um suporte de aquecimento de tântalo condutor. O dispositivo de evaporação é uma máquina SATIS 1200 DLF. A pressão de evaporação do composto de siloxano de fórmula III varia geralmente entre $5 \cdot 10^{-6}$ e $8 \cdot 10^{-6}$ mbar. No final da evaporação, a superfície de cada lente é enxaguada com água saponosa, eventualmente com álcool isopropílico, em seguida com água desionizada e é limpa com

um tecido Cémoi™ seco, a fim de que o excesso do composto de siloxano de fórmula III, depositado, seja eliminado.

Nos exemplos 5-6, a deposição é realizada sobre o revestimento antirreflexo Y de uma lente, por evaporação sob vácuo, de acordo com um protocolo semelhante ao do exemplo 4, utilizando um organossilano de fórmulas III ou VIII, com uma velocidade de evaporação programada de 0,3 nm/s. Obtém-se uma camada de cerca de 12 nm de espessura (antes da eliminação do excesso do composto de siloxano), que é eventualmente aquecida durante uma hora a 60 °C (somente para os exemplos C6 e C7). O excesso do composto de siloxano é eliminado em seguida da forma descrita para o exemplo 4.

c)Exemplos comparativos

As lentes do exemplo comparativo C1 diferem das do exemplo 1 pelo facto de não conterem percussor de revestimento antiembaciamento.

As lentes do exemplo comparativo C2 diferem das do exemplo 2 pelo facto de não conterem percussor de revestimento antiembaciamento.

As lentes do exemplo comparativo C3 diferem dos do exemplo comparativo C2 pelo facto de ser formado um revestimento antissujidade, de 2-3 nm de espessura, sobre o revestimento antirreflexo, por evaporação sob vácuo, a partir da composição OPTOOL DSX®, comercializada por Daikin Industries (resina fluorada, contendo grupos perfluorpropileno, que satisfaz à fórmula da patente US 6,183,872).

As lentes dos exemplos comparativos C4 a C7 possuem um revestimento precursor de revestimento antiembaciamento formado a partir de um composto de organossilano não de acordo com a invenção, em virtude de um grupo polioxialquileno que contém mais de 80 átomos de carbono.

d)Aplicação de uma solução líquida que contém um meio tensioativo (solução antiembaciamento temporária)

Os artigos dos exemplos 1A, 2A, C1A-C7A, 4A, 5A e 6A foram obtidos aplicando, respetivamente, à superfície dos artigos dos exemplos 1, 2, C1-C3 e 4, uma única vez, a solução Clarity® Defog It, que contém meios tensioativos (polietilenoglicóis, em solução em isopropanol), comercializados pela sociedade Nanofilm, adiante denominados simplesmente "Defog It". Pode ser aplicada sobre as lentes por meio de um toalhete de marca "Defog It", que contém esta solução, ou então espalhando diretamente o líquido antiembaciamento de marca "Defog It".

e)Ensaio e resultados

Os desempenhos dos artigos de ótica preparados e a relação com a sua constituição são indicados nos quadros 1, 2 e nos parágrafos a seguir.

Quadro 1

Exemplo	1/1A	2/2A	C1/C1A	C2/C2A	C3/C3A
Revestimento antirreflexo	X	Z	X	Z	Z
Revestimento precursor antiembaciamento	sim	sim	não	não	não
Técnica de deposição do revestimento precursor antiembaciamento	via líquida	evaporação	--	--	--
Revestimento antissuabilidade	não	não	não	não	sim
Ângulo de contacto estático com a água (°) antes da aplicação do Defog It	25 (ex. 1)	25 (ex. 2)	102 (C1)	42 (C2)	118 (C3)
Aptidão à limpeza (nota/10) antes da aplicação de Defog It	5 (ex. 1)	3 (ex. 2)	0 (C1)	2 (C2)	9 (C3)
Ensaio ao hálito	N (ex. 1, 1A)	N (ex. 2, 2A)	sim(C1) N(C1A)	sim(C2) N(C2A)	sim(C3) N(C3A)
Durabilidade no tempo do efeito antiembaciamento depois da aplicação da solução Defog It	> 15 dias	> 15 dias	< 3 dias	< 24 horas	< 24 horas
Eficácia da aplicação do toalhete Defog It (número de aplicações*)	1	1	3	> 5	5
Eficácia da aplicação da solução Defog It (número de aplicações*)	1	1	> 3	> 3	> 3
Ensaio em frigorífico	1A(0)	2A(0)		C2(2)	
Ensaio ao vapor quente	2A(0)	2A(0)	C1(2) C1A(2)	C2(2) C2A(2)	

* A partir da lente que contém o revestimento precursor antiembaciamento (sem que este tenha recebido qualquer aplicação anterior de Defog It)

As lentes do exemplo 4A apresentam propriedades antiembaciamento comparáveis às dos exemplos 1 A e 2A.

e1) Avaliação das propriedades antiembaciamento

As propriedades antiembaciamento podem ser avaliadas de três formas: pelo ensaio "ao hálito" (ensaio qualitativo que não recorre a uma medição da acuidade visual), pelo ensaio "ao vapor quente" e pelo ensaio "de frigorífico". Os ensaios ao hálito e de frigorífico são considerados como ensaios que originam uma fraca solicitação ao embaciamento. O ensaio do vapor quente é considerado como um ensaio que origina uma forte solicitação ao embaciamento.

Ensaio ao hálito

Para este ensaio, o operador coloca a lente a avaliar a cerca de 2 cm da sua boca. O operador sopra o seu hálito durante 3 segundos sobre a superfície exposta da lente. O operador verifica visualmente a presença ou ausência de um véu de condensação/distorção.

Sim. Presença de embaciamento

Não. Sem embaciamento: uma lente deste tipo é considerada como apresentando propriedades antiembaciamento na sequência do ensaio ao hálito, ou seja, suprime o efeito do véu devido ao embaciamento (mas não constitui necessariamente uma lente antiembaciamento no sentido da invenção, porque pode apresentar uma distorção visual que não permita senão uma acuidade visual $< 6/10^\circ$).

Ensaio de vapor quente

Antes do ensaio, as lentes são colocadas 24 horas num ambiente de temperatura regulada (20-25 °C) e com uma humidade de 50%.

Para o ensaio, as lentes são colocadas 15 segundos por cima de um recipiente aquecido, que contém água a 55 °C. Imediatamente a seguir é observada uma escala de acuidade visual situada a 5 m e observada através da lente ensaiada. O observador avalia a acuidade visual em função do tempo e de acordo com os seguintes critérios:

- 0.sem embaciamento, sem distorção visual (acuidade visual = 10/10°)
- 1.embaciamento e/ou distorção visual que permite uma acuidade visual > 6/10°
- 2.embaciamento e/ou distorção visual que permite uma acuidade visual < 6/10°

Concretamente, para se obterem as notas 0 ou 1, um portador que tenha uma visão de 10/10 e que tenha uma lente colocada diante do seu olho deve ser capaz de distinguir a orientação das letras "E" sobre a linha 6/10 do quadro Optotipo de Snellen colocado a 5 metros.

Este ensaio permite simular as condições da vida corrente, em que um portador coloca o seu rosto por cima do seu chá, café ou de um tacho de água fervente.

Ensaio de frigorífico

Para este ensaio, as lentes são colocadas numa caixa fechada hermeticamente e contendo um exsicante (gel de sílica). As caixas são, elas próprias, colocadas pelo menos

24 horas em frigorífico a 4 °C. Depois deste lapso de tempo, as caixas são retiradas do frigorífico e as lentes são ensaiadas imediatamente. Estas últimas são colocadas numa atmosfera a 45-50% de humidade e a 20-25 °C. É observada através da lente uma escala de acuidade visual situada a 4 m. O observador avalia a acuidade visual em função do tempo e seguindo os mesmos critérios que no ensaio do vapor quente (notas 0, 1 ou 2).

Este ensaio permite simular as condições da vida corrente em que um portador parte de um local frio e seco e entra num local quente e húmido.

Resultados dos ensaios de avaliação das propriedades antiembaciamento

Os resultados dos ensaios do vapor quente são apresentados na figura 1. Verifica-se que somente as lentes dos exemplos 1A e 2A constituem lentes antiembaciamento, no sentido da invenção. Além disso, estão imediatamente operacionais. As lentes desprovidas de revestimento de superfície hidrófila (exemplos C2 e C3) e as lentes equipadas com um revestimento precursor de revestimento antiembaciamento não constituem lentes antiembaciamento no sentido da invenção, visto que apresentam uma distorção visual que não permite uma acuidade visual $> 6/10^\circ$ após a exposição ao vapor quente. No entanto, as lentes dos exemplos 1 e 2 apresentam propriedades antiembaciamento no âmbito do ensaio ao hálito.

Todas as lentes que não são antiembaciamento acabam por conduzir, ao fim de um certo tempo, a uma acuidade visual de 10/10, em resultado da evaporação do vapor de água.

e2) Avaliação das propriedades de facilidade de limpeza (aptidão à limpeza)

A facilidade de limpeza (aptidão à limpeza) da superfície de uma lente, sem depósito da solução líquida que contém o meio tensioativo, foi avaliada depositando-se, à superfície da lente, uma marca de dedo com o auxílio de um molde e limpando esta marca com um tecido TWILLX 1622. As lentes são observadas sobre um fundo negro e classificadas pelo ensaiador do mais fácil de limpar ao menos fácil de limpar. Adiciona-se a esta classificação uma nota dada pelo ensaiador, que se situa entre 0, difícil de limpar, a 10, muito fácil de limpar. Este ensaio permite simular as condições da vida corrente em que um portador limpa as marcas de dedos presentes nos seus óculos com um pano.

As lentes ensaiadas e os resultados são apresentados no quadro 1, e demonstram que a lente mais fácil de limpar é, naturalmente, a que possui um revestimento antissujidade fluorado (exemplo C3). As lentes que contêm um precursor de revestimento antiembaciamento, de acordo com a invenção (exemplos 1 e 2), são mais fáceis de limpar do que aquelas que não o contêm, ou equivalentes àquelas (exemplos C1 e C2) que possuem um revestimento antirreflexo não revestido.

e3) Avaliação da eficácia da aplicação dos produtos antiembaciamento temporários

São realizadas deposições sucessivas de produto antiembaciamento temporário (solução ou toalhete) sobre as lentes ensaiadas (Ex.: 1, 2, 3, C1, C2, C3) até que não apareça qualquer embaciamento nem distorção com o ensaio do vapor quente descrito acima (efeito antiembaciamento perfeito). O efeito procurado é um nível de eficiência que conduz a uma lente que não apresenta nem embaciamento, nem

distorção. O número de aplicações necessárias para chegar a este nível de eficiência é indicado no quadro 1.

Utilização do toalhete Defog It: as lentes são limpas com o toalhete, realizando-se um movimento em espiral, do centro para a borda, com o toalhete de papel Defog It, em cada face. Isto corresponde a uma aplicação. O número de aplicações foi limitado a 5.

Utilização da solução Defog It: são depositadas duas gotas da solução Defog It sobre cada face da lente, e são limpas realizando-se um movimento em espiral, do centro para a borda, com um pano Cémoi. Isto corresponde a uma aplicação. O número de aplicações foi limitado a 3.

Os resultados são apresentados no quadro 1 e permitem verificar que é necessária uma única aplicação do produto antiembaciamento temporário, sobre um revestimento percussor do revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção, para se obter um revestimento antiembaciamento, o que simplifica a utilização das soluções antiembaciamento temporárias. As outras superfícies necessitam de várias aplicações da solução antiembaciamento para eventualmente se esperar chegar ao mesmo nível de eficiência antiembaciamento. Graças à invenção, a superfície do revestimento que contém grupos silanol tornou-se, de alguma forma, compatível com um meio tensioativo, graças ao enxerto de um composto de organossilano de acordo com a invenção.

Os inventores pensam que esta facilidade de aplicação não é explicada unicamente pelas propriedades hidrófilas das superfícies dos precursores dos revestimentos antiembaciamento, mas também graças à natureza química do composto de organossilano de fórmula III.

e4)Durabilidade do efeito antiembaciamento depois de solicitação mecânica (depois da aplicação da solução Defog It)

A durabilidade, sob solicitação mecânica (limpeza), do efeito antiembaciamento conferido por uma solução antiembaciamento temporária, aplicada por meio de um toalhete Defog It, foi avaliada da seguinte forma.

A deposição da solução antiembaciamento temporária foi realizada tantas vezes quantas as necessárias para que, no instante inicial, todas as lentes sejam consideradas como antiembaciamento, na sequência do ensaio do vapor de água descrito acima. As lentes são limpas em seguida com um pano Cémoi e são de novo submetidas ao ensaio do vapor quente (as lentes são limpas quando a película de água devida ao embaciamento tiver desaparecido. Se se limparem as lentes enquanto a película de água permanecer presente, remove-se parcialmente a solução antiembaciamento).

Uma limpeza corresponde a duas rotações muito insistentes de um pano Cémoi sobre a superfície da lente. As notas (0, 1 ou 2) correspondem ao nível de embaciamento à saída do segundo ensaio ao vapor quente, depois do número correspondente de limpezas.

Os resultados dos ensaios de durabilidade são apresentados no quadro 2.

Número de limpezas	Exemplo 1 Nota de antiembaciamento	Exemplo C1 nota de antiembaciamento	Exemplo C3 nota de antiembaciamento
	0	0	2
2	0	0	
3	0	0	
4	0	0	
5	0	1	
6	0	2	
10	1		

Sobre a superfície hidrófoba (exemplo C3) uma limpeza é o bastante para deteriorar completamente as propriedades antiembaciamento conferidas pela solução temporária Defog It.

Sobre a superfície mais hidrófila (superfície do revestimento antirreflexo do exemplo C1), são necessárias 5 limpezas para se começar a observar uma deterioração das propriedades antiembaciamento conferidas pela solução temporária Defog It.

Sobre a superfície de um revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção, são necessárias 10 limpezas para se começar a observar uma deterioração das propriedades antiembaciamento conferidas pela solução temporária Defog It.

Um revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção permite, pois, melhorar significativamente a durabilidade da propriedade antiembaciamento conferida por uma solução antiembaciamento temporária, face a uma limpeza mecânica.

e5)Durabilidade, no tempo, do efeito antiembaciamento (depois da aplicação da solução Defog It)

Foi avaliada a durabilidade, no tempo, do efeito antiembaciamento, depois da deposição da solução temporária Defog It, desta vez sem solicitação mecânica sobre a lente depois da deposição. A lente é conservada à temperatura e humidade ambientes (~20-25 °C, humidade relativa ~30%). A deposição da solução antiembaciamento foi realizada tantas vezes quantas as necessárias para que, no instante inicial, todas as lentes sejam consideradas como antiembaciamento na sequência de um ensaio de hálito. A evolução do efeito antiembaciamento é então ensaiada regularmente pelo ensaio

do hálito. O quadro 1 indica a duração depois da aplicação da solução antiembaciamento a partir da qual a lente já não é considerada como apresentando propriedades antiembaciamento, na sequência do ensaio de hálito. Os ensaios foram parados ao fim de 15 dias.

Verifica-se que as superfícies dos precursores de revestimentos antiembaciamento de acordo com a invenção conduzem a uma durabilidade do efeito antiembaciamento conferido pela solução temporária superior a 15 dias, o que é muito melhor do que as outras superfícies ensaiadas. Os inventores pensam que esta durabilidade não se explica unicamente pelas propriedades hidrófilas das superfícies dos precursores dos revestimentos antiembaciamento, mas também graças à natureza química do composto de organossilano de fórmula III.

e6) Ângulo de contacto do revestimento precursor do revestimento antiembaciamento (quadros 1 e 4)

As medições são realizadas sobre um goniómetro Digidrop da sociedade GBX, a partir de amostras sobre as quais foi eliminado o excesso do composto de organossilano depositado. São depositados automaticamente 4 µL de água sobre a superfície da amostra a estudar, e em seguida é medido o ângulo de contacto. Os resultados são apresentados no quadro 1.

e7) Propriedades antirreflexo

Os espectros de reflexão das lentes foram realizados antes e depois da deposição da solução temporária Defog It. Cada uma das lentes apresenta propriedades antiembaciamento na sequência do ensaio de hálito, depois da aplicação desta solução.

O quadro 3, a seguir, apresenta as variações observadas nos espectros de reflexão, depois da deposição da solução temporária Defog It.

Exemplo	Rv% Antes da deposição da solução Defog It	Rv% Depois da deposição da solução Defog It	$\Delta Rv\%$
1/1A	1,45	1,92	0,47
2/2A	0,72	0,44	-0,28
C2/C2A	0,77	0,48	-0,29
C3/C3A	0,50	0,46	-0,04

Os artigos resultantes de uma modificação da sua superfície por enxerto do organossilano de fórmula III (antes da deposição da solução tensioativa) conservam propriedades antirreflexo correspondentes aos critérios da indústria oftálmica.

Além disso, todas as lentes ensaiadas conservam as suas propriedades antirreflexo depois da deposição da solução antiembaciamento temporária.

4.Exemplo 3

Neste exemplo, foi utilizado um substrato de silício (bolacha), em vez de uma lente, a fim de se poderem medir, com maior precisão, as espessuras das camadas depositadas.

O artigo de ótica utilizado neste exemplo compreende um substrato de silício recoberto com uma camada de sílica de 50 nm de espessura, depositada em fase de vapor (espessura programada: 140 nm, velocidade de deposição programada: 3 nm/s). Três dias depois da sua deposição, esta camada de

sílica possui um ângulo de contacto estático com a água de 33° , que evolui até 43° em 2-3 meses

O precursor do revestimento antiembaciamento é depositado sobre esta camada de sílica por deposição em fase vapor do composto de siloxano de fórmula III, nas mesmas condições que no exemplo 2, o que conduz, antes da eliminação do excesso do composto de organossilano, a uma camada de 10 nm de espessura, que apresenta, em $t = 3$ dias, um ângulo de contacto estático com a água de 10° .

No final da evaporação, a superfície do artigo é lavada com água saponosa e é seca com um tecido Cémoi seco. Obtém-se então um revestimento que tem uma espessura de 1-3 nm e uma superfície homogénea, e que apresenta um ângulo de contacto estático com a água de 39° .

Depois da aplicação de uma solução temporária "Defog It", que contém um meio tensioativo, obtém-se um revestimento antiembaciamento que apresenta um ângulo de contacto estático com a água inferior a 5° .

A durabilidade do revestimento antiembaciamento foi avaliada realizando-se 50 limpezas a seco da superfície do artigo de ótica por meio de um pano Cémoi (50 movimentos ida-volta). Depois desta operação, o artigo apresenta um ângulo de contacto estático com a água inferior a 3° , o que mostra que a solução temporária "Defog It" ainda está presente na sua superfície.

Neste exemplo, as espessuras foram determinadas por elipsometria a mono-comprimento de onda, considerando que o índice de refração global da bicamada sílica/precursor do revestimento antiembaciamento é igual a 1,45.

5.Exemplos 5-6 e exemplos comparativos C4-C7: ensaios e resultados

Os desempenhos dos artigos de ótica preparados nestes exemplos, e a relação da sua constituição, são indicados no quadro 4 e nos parágrafos abaixo.

Quadro 4

Exemplo	5/5A	6/6A	C4/C4A	C5/C5A	C6/C6A	C7/C7A
Revestimento antirreflexo	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Revestimento precursor antiembaciamento	sim composto VIII	sim composto III	sim composto IX	sim composto X	sim composto IX	sim composto X
Técnica de deposição do revestimento precursor antiembaciamento	Evaporação	Evaporação	Evaporação	Evaporação	Evaporação	Evaporação
Secagem 1 h a 60 °C do revestimento precursor antiembaciamento	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim
Revestimento antissujidade	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Ângulo de contacto estático com a água (°) antes da aplicação de Defog It	41 (ex. 5)	36 (ex. 6)	34 (ex. C4)	31 (ex. C5)	32 (ex. C6)	29 (ex. C7)
Nota antiembaciamento após 0 limpezas*	A	A	A	A	A	A
Nota antiembaciamento após 2 limpezas*	A	A	A	C	C	B
Nota antiembaciamento após 5 limpezas*	A	A	B	C	C	B ou C
Nota antiembaciamento após 10 limpezas*	A ou C	A	C	C	C	C
Nota antiembaciamento após 20 limpezas*	C	B	C	C	C	C

* A partir da lente que contém o revestimento precursor antiembaciamento (depois da aplicação do meio tensioativo). O número de limpezas indicado é um número acumulado.

Durabilidade do efeito antiembaciamento após solicitação mecânica (após a aplicação da solução Defog It)

Este ensaio permite avaliar a resistência à limpeza da solução antiembaciamento temporária à superfície das lentes. É realizado em duas amostras de cada lente.

A deposição da solução antiembaciamento temporária foi realizada de forma que, no instante inicial, todas as lentes sejam consideradas como antiembaciamento, na sequência do ensaio do vapor quente, descrito acima.

Depois de cada ensaio do vapor quente, as lentes devem ser secas à temperatura ambiente, para que a película de água devida ao embaciamento tenha desaparecido. Com efeito, se se secarem as lentes enquanto a película de água ainda está presente, remove-se parcialmente a solução antiembaciamento.

As lentes são em seguida limpas manualmente a seco com um pano Cémoi (2 limpezas) e submetidas uma segunda vez ao ensaio do vapor quente, em seguida são secas como foi descrito anteriormente. Uma limpeza corresponde a duas rotações muito insistentes de um pano Cémoi sobre a superfície da lente.

As lentes são em seguida limpas manualmente a seco com um pano Cémoi (3 limpezas suplementares) e são submetidas uma terceira vez ao ensaio do vapor quente, o que permite a atribuição da nota antiembaciamento depois de 5 limpezas, e depois são secas como foi descrito anteriormente. Este ciclo é repetido de forma a que se possa atribuir uma nota antiembaciamento após 10 e 20 limpezas acumuladas, realizando-se uma série de 5 e depois uma série de 10 limpezas suplementares, separadas por uma etapa de secagem.

As notas antiembaciamento (A, B, C ou D) correspondem ao nível de embaciamento na sequência de cada ensaio ao vapor quente, depois do número correspondente de limpezas (número acumulado):

- A: película de água homogénea (acuidade 10/10)
- B: distorção visual aceitável pelo portador
- C: distorção visual inaceitável pelo portador (película de água heterogénea)
- D: véu branco totalmente difuso, gotas de água finas.

As lentes são consideradas como tendo passado com sucesso o ensaio de durabilidade, se obtiverem a nota A ou B.

Resultados

É claramente evidente que os compostos de organossilano de acordo com a invenção, de fórmulas III e VIII, permitem formar revestimentos antiembaciamento com melhor desempenho do que os compostos comparativos de fórmulas IX e X, utilizados na técnica anterior, que possuem uma cadeia de polioxiálquilenos demasiado longa. Este resultado é surpreendente, na medida em que os compostos IX e X permitem formar revestimentos mais hidrófilos do que os compostos III e VIII, e que se espera, geralmente, obter melhores propriedades antiembaciamento aumentando a hidrofília de um revestimento. O composto III, por sua vez, é sensivelmente mais eficiente do que o composto VIII.

Além disso, o pós-tratamento térmico de uma hora a 60 °C, tal como é realizado nos exemplos comparativos C6 e C7, de harmonia com a doutrina do pedido de patente JP 2005-281143, tem pouca influência sobre a eficiência do revestimento antiembaciamento.

6.Exemplo 7

Uma lente de material ORMA[®], que contém, sobre a suas faces côncava e convexa, os mesmos revestimentos funcionais que os dos exemplos 5-6, nomeadamente um primário antichoque de poliuretano, um revestimento antiabrasivo e o revestimento antirreflexo Y ($\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2/\text{ZrO}_2/\text{ITO}/\text{SiO}_2$), é revestida, por evaporação sob vácuo nas suas duas faces, com uma camada de revestimento antissujidade de 2 nm de espessura, à base do material Optool DSX[®], da sociedade Daikin Industries.

Uma máscara, realizada por corte com laser, de uma película plástica, de modo a formar um motivo, é então disposta sobre a sua face convexa. A face convexa, parcialmente protegida pela máscara, é exposta em seguida a um bombardeamento por iões de árgon, com o auxílio de um canhão de iões, que tem por efeito eliminar o revestimento antissujidade na zona não protegida pela máscara, que tem a forma do motivo, e expor, nesta zona, a camada externa do revestimento antirreflexo Y, que é uma camada de sílica.

Procede-se em seguida, na zona exposta, à deposição do precursor do revestimento antiembaciamento em fase vapor, do mesmo modo que para os exemplos 5-6, utilizando o organossilano de fórmula III, e mantendo a máscara sobre a superfície da lente durante a deposição, de modo a formar uma camada enxertada de revestimento precursor do revestimento antiembaciamento, de 2 a 3 nm de espessura.

A fim de se proceder à demonstração das propriedades de antiembaciamento da lente, aplicam-se sobre a sua superfície convexa algumas gotas da solução Clarity[®] Defog It, e em seguida enxuga-se esta superfície com um pano Cémoi. Ao fim de algumas limpezas, a solução do meio tensioativo foi completamente eliminada da superfície da

lente recoberta com o revestimento antissujidade, ao passo que está sempre presente na zona correspondente ao motivo. Isto pode ser verificado visualmente, submetendo-se a lente assim preparada ao ensaio do hálito, ao ensaio do frigorífico ou ao ensaio do vapor quente, formando-se o embaciamento na totalidade da superfície da lente, com exceção da zona correspondente ao motivo, que é revestida com um revestimento antiembaciamento de acordo com a invenção.

Lisboa, 12 de Junho de 2015

REIVINDICAÇÕES

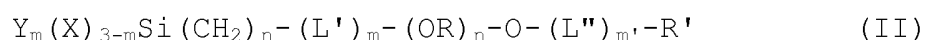
1. Lente de óculos, compreendendo um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, e, em contacto direto com este revestimento, um revestimento precursor de um revestimento antiembaciamento, sendo o revestimento precursor do revestimento antiembaciamento obtido por enxerto de pelo menos um composto de organossilano que possui:
 - um grupo polioxialquileno que contém menos de 80 átomos de carbono, e
 - pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, caracterizada por o revestimento precursor do revestimento antiembaciamento:
 - possuir um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50°,
 - ter uma espessura inferior ou igual a 5 nm.
2. Lente de óculos de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por o revestimento precursor do revestimento antiembaciamento ser revestido com uma película de uma solução líquida que contém pelo menos um meio tensioativo e/ou um composto hidrófilo sem propriedades tensioativas, de preferência um meio tensioativo que contém grupos poli(oxialquileno).
3. Lente de óculos de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por apresentar um ângulo de contacto estático com a água inferior ou igual a 10°, de preferência inferior ou igual a 5°.

4. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada por o revestimento conter grupos silanol na sua superfície e um revestimento antirreflexo ou uma camada à base de sílica depositada sobre um revestimento antiabrasivo.
5. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por o composto de organossilano ser um composto de fórmula:



na qual os grupos Y, iguais ou diferentes, são grupos orgânicos monovalentes ligados ao silício por um átomo de carbono, os grupos X, iguais ou diferentes, são grupos hidrolisáveis, R^1 é um grupo que contém uma função polioxialquileno, e m é um número inteiro igual a 0, 1 ou 2.

6. Lente de óculos de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por o composto de organossilano ser um composto de fórmula:



em que R' é um átomo de hidrogénio, um grupo acilo ou um grupo alquilo, linear ou ramificado, eventualmente substituído por um ou vários grupos funcionais, e que contém eventualmente uma ou várias duplas ligações, $(OR)_n$ é um grupo polioxialquileno tal que R é um grupo alquileno linear ou ramificado, de preferência linear, L' e L'' são grupos bivalentes, X, Y e m são definidos tal como o são na reivindicação 5, n' é um número inteiro que varia entre 1 e 10, n é um número inteiro

que varia entre 2 e 30, m' é igual a 0 ou 1, de preferência 0, m'' é igual a 0 ou 1.

7. Lente de óculos de acordo com a reivindicação 6, caracterizada por R' ser um grupo alquilo e, de preferência, $m'' = 0$.
8. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, caracterizada por o composto de organossilano ser um composto de fórmula (II) na qual $n = 5-30$, de preferência $n = 5-15$, mais preferivelmente $n = 6-9$.
9. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada por o composto de organossilano ser um [alcoxi-(polialquilenoxi)-alquil]-trialcoxissilano, de preferência um 2-[metoxi-(polietileno-oxi)-propil]-trimetoxissilano, mais preferivelmente um composto de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ ou $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-12}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$.
10. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada por o composto de organossilano não possuir átomos de flúor.
11. Lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizada por o grupo polioxialquilenoxi do composto de organossilano conter menos de 60 átomos de carbono, de preferência menos de 50 átomos de carbono.
12. Processo para a preparação de uma lente de óculos de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por compreender:

- fornecer um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície,
- depositar sobre o referido revestimento pelo menos um composto de organossilano que possui um grupo polioxiálquilenos que contém menos de 80 átomos de carbono, e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, de modo a ser obtida uma camada de composto de organossilano enxertado que tem uma espessura inferior ou igual a 5 nm, cuja superfície possui um ângulo de contacto estático com a água superior a 10° e inferior a 50°.

- 13.** Processo de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por uma camada de composto de organossilano enxertada, que tem uma espessura inferior ou igual a 5 nm, ser obtida por eliminação do excesso do composto de organossilano depositado, mas não enxertado, na superfície do revestimento que contém grupos silanol.
- 14.** Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizado por o referido composto de organossilano ser depositado, por evaporação sob vácuo, sobre o referido revestimento que contém grupos silanol na sua superfície.
- 15.** Artigo de ótica, contendo um substrato revestido com um revestimento que contém grupos silanol na sua superfície, estando uma parte da superfície do referido revestimento que contém grupos silanol na sua superfície em contacto direto com um revestimento hidrófobo e/ou oleófobo e aderente ao mesmo, caracterizado por uma outra parte da superfície do referido revestimento que contém grupos silanol na sua superfície estar em contacto direto com um revestimento

precursor de um revestimento antiembaciamento, tal como foi definido em qualquer das reivindicações 1 a 11.

Lisboa, 12 de Junho de 2015

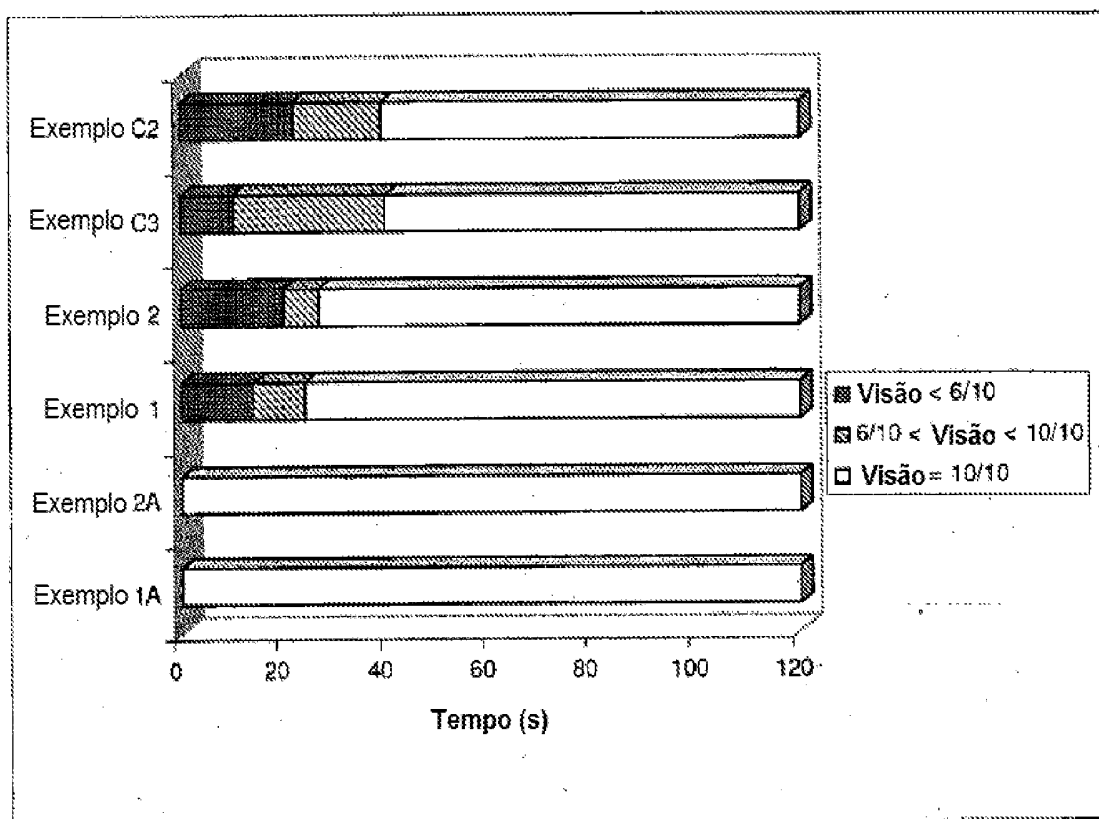


Figura 1