



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112016012598-3 B1



(22) Data do Depósito: 03/12/2014

(45) Data de Concessão: 03/05/2022

(54) Título: ARTIGO ÓPTICO TENDO UM SUBSTRATO REVESTIDO DE UM REVESTIMENTO PRECURSOR DE UM REVESTIMENTO ANTIEMBAÇANTE, PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE UM ARTIGO ÓPTICO E CONJUNTO

(51) Int.Cl.: G02B 1/10; G02B 27/00.

(30) Prioridade Unionista: 03/12/2013 FR 1362048.

(73) Titular(es): SATISLOH AG.

(72) Inventor(es): MAMONJY CADET; ALEXIS THEODEN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2014076357 de 03/12/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/082521 de 11/06/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 02/06/2016

(57) Resumo: ARTIGO ÓPTICO COMPREENDENDO UM REVESTIMENTO PRECURSOR DE UM REVESTIMENTO ANTIEMBAÇANTE TENDO PROPRIEDADES ANTI-INCRUSTAÇÃO. A presente invenção se refere a um artigo óptico tendo um substrato revestido de um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante cuja superfície tem um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a 1,5 mJ/m². O precursor de revestimento antiembaçante, que possui além disso propriedades anti-incrustação, é convertido em revestimento antiembaçante propriamente dito por aplicação na sua superfície de uma película de tensoativo.

“ARTIGO ÓPTICO TENDO UM SUBSTRATO REVESTIDO DE UM REVESTIMENTO PRECURSOR DE UM REVESTIMENTO ANTIEMBAÇANTE, PROCESSO DE PREPARAÇÃO DE UM ARTIGO ÓPTICO E CONJUNTO”

[0001] A presente invenção diz respeito à obtenção de um artigo óptico, mais particularmente de uma lente oftálmica, cuja superfície foi modificada para ter ao mesmo tempo propriedades anti-incrustação e ter um efeito antiembaçante eficaz e durável ao longo do tempo após aplicação de uma solução antiembaçante temporária. A presente invenção se refere a um tal artigo, seu processo de preparação e sua associação a um tensoativo ou a um pano impregnado de um tal tensoativo lhe conferindo propriedades antiembaçantes.

[0002] Numerosos suportes, tais com as matérias plásticas e o vidro, têm o inconveniente de se cobrirem de vapor de água quando a temperatura da sua superfície desce abaixo do ponto de orvalho do ar ambiente. É nomeadamente o caso do vidro que é utilizado para formar vidraças para veículos de transporte ou para a construção, espelhos, lentes oftálmicas tais como lentes de óculos, etc. A formação de vapor de água sobre essas superfícies causa uma diminuição da transparência, devida à difusão da luz pelas gotas de água, o que pode provocar um incômodo significativo.

[0003] Para evitar a formação de vapor de água em um ambiente muito úmido, isto é a condensação de minúsculas gotinhas de água sobre um suporte, é possível depositar sobre a superfície externa desse suporte revestimentos hidrófilos, tendo um baixo ângulo de contato estático com a água (tipicamente 10° ou menos). Esses revestimentos antiembaçante permanentes, cujas propriedades hidrófilas resultam de compostos hidrófilos ligados de modo permanente a um outro revestimento ou suporte, atuam como esponjas face ao vapor de água e permitem às gotinhas de água aderirem à superfície do suporte formando uma película muito fina que dá uma sensação de transparência. Devido à absorção de água, incham, amolecem e se tornam menos resistentes mecanicamente.

[0004] Uma outra solução consiste em utilizar uma camada fina porosa de baixo índice de refração, constituída em parte por tensoativos, que permitem à camada adquirir propriedades antiembaçantes permanentes.

[0005] Uma alternativa mais interessante para os revestimentos antiembaçantes permanentes consiste em obter um revestimento antiembaçante por aplicação de uma solução hidrófila temporária na superfície de um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante.

[0006] Foi descrito nos pedidos de patente internacionais WO 2011/080472, WO 2012/153072 e WO 2013/013929 o depósito, sobre a superfície externa de um artigo óptico coberto por um revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis, um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante obtido por enxerto de um composto possuindo um grupo polioxialquilenos, nomeadamente um organossilano de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (III). Esse revestimento precursor de um revestimento antiembaçante é hidrófilo pois possui um ângulo de contato estático com a água indo de 10° a 50° . O revestimento antiembaçante propriamente dito, que é um revestimento temporário, é obtido após aplicação de uma película de uma composição de tensoativo na superfície do revestimento precursor, diretamente na forma líquida ou por meio de toalhetes secos ou úmidos compreendendo a composição.

[0007] Os precursores de revestimentos antiembaçante descritos nesses pedidos dão acesso a revestimentos antiembaçante muito eficientes, mas para os quais é desejável melhorar a facilidade de limpeza. Esses últimos também denominados "revestimentos hidrófobos e/ou oleófobos", são geralmente fabricados a partir de fluorossilanos ou fluoro silazanos, isto é, silanos ou silazanos contendo átomos de flúor, e não permitem naturalmente conferir propriedades antiembaçantes. Compostos utilizáveis para obter tais revestimentos anti-incrustação são descritos nas patentes JP 2005187936 e US 6183872.

[0008] O pedido japonês JP 2004/317539 descreve uma lente coberta por um revestimento antirreflexo e por um revestimento formado por depósito de um composto compreendendo um agrupamento hidrófobo fluorado, um agrupamento hidrófilo, compreendendo um grupo polioxietileno e um grupo capaz de reagir com a superfície do substrato, por exemplo o composto de fórmula $\text{C}_8\text{F}_{17}\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$. O revestimento assim formado possui um ângulo de contato com a água variando de 50° a 90° e dá acesso a um revestimento antiembaçante após aplicação de um tensoativo na sua superfície.

[0009] O pedido japonês JP 2005/281143 descreve outros revestimentos para lentes ópticas à base de silanos não fluorados possuindo grupos de polioxietileno tendo ângulos de contato com a água da ordem de 60-65°, que uma vez aplicado um surfatante na sua superfície, têm propriedades antiembaçantes.

[0010] O pedido internacional WO 2006/049020 descreve uma composição permitindo formar na superfície de uma lente óptica um revestimento anti-incrustação, compreendendo um silano polimerizável fluorado e um silano polimerizável possuindo um grupo hidrófilo (nomeadamente um grupo oxialquileno), e/ou hidrolisados desses silanos. Esses revestimentos têm ângulos de contato com a água da ordem de 100°.

[0011] O pedido internacional WO 2013/005710 descreve um artigo óptico sucessivamente revestido de uma camada capaz de absorver a água à base de uma resina acrílica ou uretano possuindo uma cadeia de polioxietileno e uma camada hidrófoba à base de um amino silano modificado ou mercapto modificado. A superfície externa do artigo tem assim um ângulo de contato com a água superior ou igual a 100 °.

[0012] Os revestimentos divulgados nesses diferentes pedidos possuem ou propriedades anti-incrustação podendo ser melhoradas, ou propriedades antiembaçantes insuficientes podendo ser melhoradas.

[0013] A presente invenção visa a obtenção de um artigo óptico compreendendo um revestimento precursor de revestimento antiembaçante, cujas propriedades anti-incrustação seriam melhoradas em relação aos revestimentos precursores conhecidos. Os inventores descobriram que o recurso a superfícies “mistas” possuindo ao mesmo tempo propriedades hidrófilas e funções hidrófobas, permitia manter um desempenho antiembaçante satisfatório melhorando significativamente a capacidade do revestimento a ser limpo.

[0014] Os objetivos da invenção são alcançados graças a um artigo óptico tendo um substrato coberto por um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante cuja superfície tem um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a 1,5 mJ/m².

[0015] A invenção se refere além disso a um processo de preparação de um tal

artigo óptico, compreendendo:

a) o fornecimento de um substrato tendo pelo menos uma superfície principal,

b) o depósito sobre a superfície principal do substrato de pelo menos um composto A hidrófilo e de pelo menos um composto B hidrófobo, de modo a obter um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante cuja superfície tem um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$.

[0016] A invenção se refere além disso a um conjunto compreendendo o artigo óptico tal como definido mais acima e um tensoativo.

[0017] A presente invenção será descrita mais em detalhe com referência às figuras de 1 a 3 que representam a cinética de eliminação das incrustações de um artigo óptico de acordo com a invenção em comparação com artigos ópticos do estado da técnica, sob o efeito de ciclos de limpezas sucessivos.

[0018] 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) é posicionado acima do substrato/revestimento, (ii) não está necessariamente em contato com o substrato/revestimento, isto é um ou vários revestimentos intermédios podem ser dispostos entre o substrato/revestimento e o revestimento em questão (contudo, está de preferência em contato com o substrato/revestimento), e (iii) necessariamente não cobre completamente o substrato/revestimento. Quando “uma camada 1 está localizada sob uma camada 2” se irá compreender que a camada 2 está mais distante do substrato do que a camada 1. Do mesmo modo uma camada chamada “externa” está mais distante do substrato do que uma camada chamada “interna”.

[0019] Por “revestimento antiembaçante”, se entende no presente pedido um revestimento que, quando um substrato de vidro transparente coberto por esse revestimento é colocado em condições que geram vapor de água sobre o substrato não equipado com esse revestimento, permite imediatamente uma acuidade visual $> 6/10^a$ para um observador que olha através da lente revestida uma escala de acuidade visual situada a 5 metros de distância. Um teste permitindo avaliar as

propriedades antiembaçantes de um revestimento é descrito na parte experimental. Em condições geradoras de vapor de água, os revestimentos antiembaçante podem ou não apresentar vapor de água na sua superfície (sem distorção visual no caso ideal, ou distorção visual, mas acuidade visual $> 6/10^a$ nas condições de medição indicadas mais acima), ou apresentar vapor de água na sua superfície, mas ainda permitir apesar da perturbação da visão causada pelo vapor de água, uma acuidade visual $> 6/10^a$ nas condições de medição indicadas mais acima. Um revestimento não antiembaçante não permite uma acuidade visual $> 6/10^a$ enquanto está exposto a condições que geram vapor de água e tem geralmente um véu de condensação nas condições de medição indicadas mais acima.

[0020] Por “vidro antiembaçante”, se entende no presente pedido um vidro equipado com um “revestimento antiembaçante” tal como definido mais acima.

[0021] Por “precursor de um revestimento antiembaçante”, se entende no presente pedido um revestimento que, por aplicação na sua superfície de uma composição contendo um surfatante de modo a formar uma película, constitui um revestimento antiembaçante no sentido da invenção. A composição compreendendo um surfatante pode ser uma solução líquida aplicada diretamente sobre um artigo óptico, ou uma composição impregnando um toalhete, esse toalhete podendo ser úmido ou seco (ausência de solventes), por exemplo um toalhete seco CEMOI™ impregnado de Capstone™ FS3100 como o descrito no pedido de patente WO 2013013929.

[0022] Os surfatantes permitindo formar uma película antiembaçante compreendem de preferência um grupo fluorocarbonado e pelo menos uma unidade de polioxialquileno. O conjunto composto pelo revestimento precursor e a película de solução à base de surfatante constitui o revestimento antiembaçante propriamente dito.

[0023] Assim, o precursor do revestimento antiembaçante de acordo com a invenção, que é um revestimento tendo uma superfície hidrófoba, não é considerado como um revestimento antiembaçante no sentido da invenção. Efetivamente, esse precursor de revestimento antiembaçante não permite uma acuidade visual $> 6/10^a$ nas condições de medição indicadas mais acima.

[0024] Por revestimento antiembaçante temporário, se entende um

revestimento antiembaçante obtido após a aplicação de uma solução líquida contendo pelo menos um agente que confere propriedades antiembaçantes, preferencialmente um tensoativo, na superfície de um revestimento precursor do revestimento antiembaçante. A durabilidade de um revestimento antiembaçante temporário é geralmente limitada por enxugamentos da sua superfície, as moléculas de tensoativos não estando presas de modo permanente à superfície do revestimento, mas simplesmente adsorvidas mais ou menos duravelmente.

[0025] O artigo óptico preparado de acordo com a invenção compreende um substrato, de preferência transparente (Tv superior a 85%, melhor superior a 90%, melhor ainda superior a 95% e de modo ótimo superior a 97%). O fator Tv responde a uma definição internacional normalizada (norma ISO13666: 1988 e é medido de acordo com a norma ISO8980-3). É definido na gama de comprimento de onda indo de 380 a 780 nm), tendo faces principais dianteira e traseira, pelo menos uma das faces principais, de preferência as duas faces principais, compreendendo pelo menos um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante. Por face traseira (geralmente côncava) do substrato, se entende a face que, no momento da utilização do artigo, está mais próxima do olho do portador. Inversamente, por face dianteira (geralmente convexa) do substrato, se entende a face que, no momento da utilização do artigo, está mais distante do olho do portador.

[0026] Embora o artigo de acordo com a invenção possa ser um artigo óptico qualquer suscetível de ser confrontado com uma formação de vapor de água, tal como um écran, uma vidraça para a indústria automóvel ou para a construção, ou um espelho, é de preferência uma lente óptica, melhor uma lente oftálmica, para óculos, ou um esboço de lente óptica ou oftálmica. Isso exclui artigos tais como lente intraoculares em contato com tecidos vivos ou lentes de contato, que não são intrinsecamente confrontadas com o problema de formação de vapor de água.

[0027] O revestimento precursor do revestimento antiembaçante está em contato direto ou com uma superfície principal do substrato, ou com um primeiro revestimento, quando a superfície principal do substrato é revestida com um primeiro revestimento. O primeiro revestimento da invenção, que de preferência compreende na sua superfície grupos silanóis, pode ser formado pelo menos sobre uma das faces principais por um substrato em bruto, isto é não revestido, ou pelo

menos sobre uma das faces principais por um substrato já revestido com um ou vários revestimentos funcionais.

[0028] Na sequência do pedido, a preparação das camadas será descrita por depósito direto dessas sobre o artigo óptico.

[0029] A invenção compreende também uma modalidade de realização onde o depósito de todas as camadas ou de alguma entre elas são efetuadas sobre uma película que possui uma face compreendendo os revestimentos e uma face destinada a ser colada à superfície do artigo óptico.

[0030] Além da colagem, os revestimentos desejados podem também ser transferidos a partir de um suporte onde os revestimentos foram depositados no sentido inverso da ordem em que podem aparecer no artigo final.

[0031] O substrato do artigo óptico de acordo com a invenção, que compreende pelo menos uma superfície principal, pode ser um vidro mineral ou orgânico, por exemplo um vidro orgânico de matéria plástica termoplástica ou termoendurecível.

[0032] Classes de substratos particularmente preferidos são os poli (tiouretanos), os poli epissulfetos e as resinas resultando da polimerização ou (co) polimerização de bis alila carbonatos de alquileno glicóis. Esses últimos são vendidos, por exemplo, com a denominação comercial CR-39[®] pela sociedade PPG Indústrias (lentes ORMA[®] ESSILOR).

[0033] Outros substratos utilizáveis no quadro da invenção são substratos acrílicos de tipo termoresistente, substratos termoplásticos tais como substratos à base de Nylon[™], o policarbonato e o PMMA.

[0034] Em certas aplicações, é preferível que a superfície principal do substrato seja coberta por um ou vários revestimentos funcionais previamente ao depósito do primeiro revestimento. Esses revestimentos funcionais convencionalmente utilizados em óptica podem ser, sem limitação, uma camada de primário antichoque, um revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos, um revestimento polarizado, um revestimento fotocrômico ou um revestimento colorido, em particular uma camada de primário antichoque revestida com uma camada antiabrasão e/ou anti-riscos.

[0035] O primeiro revestimento pode ser depositado sobre um revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos. O revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos pode ser

qualquer camada convencionalmente utilizada como revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos no domínio das lentes oftálmicas.

[0036] Os revestimentos que resistem à abrasão e/ou aos riscos são de preferência revestimentos duros à base de poli(meta)acrilatos ou de silanos compreendendo geralmente uma ou várias cargas minerais para aumentar a dureza e/ou o índice de refração do revestimento uma vez endurecido. São descritos mais em detalhe no pedido WO 2011/080472.

[0037] Anteriormente ao depósito do revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos, é possível depositar sobre o substrato um revestimento de primário melhorando a resistência ao choque e/ou a adesão das camadas posteriores no produto final. Esses revestimentos podem ser qualquer camada de primário antichoque convencionalmente usada para os artigos de material de polímero transparente, tais como lentes oftálmicas, e são descritos mais em detalhe no pedido WO 2011/080472.

[0038] O primeiro revestimento de acordo com a invenção pode ser nomeadamente um revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos, ou de acordo com a modalidade de realização preferida, um revestimento antirreflexo monocamada ou um revestimento antirreflexo multicamada. Esse primeiro revestimento compreende de preferência na sua superfície grupos silanóis.

[0039] Por revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis, se entende um revestimento que possui naturalmente na sua superfície grupos silanóis, ou um revestimento cujos grupos silanóis foram criados depois de ele ter sido sujeito a um tratamento de ativação de superfície. Esse revestimento é de preferência um revestimento à base de siloxanos ou de sílica, por exemplo sem limitação, uma camada de sílica, um revestimento sol/gel, nomeadamente à base de organossilanos tais como os alcoxissilanos, ou um revestimento à base de coloides de sílica. Pode ser nomeadamente um revestimento antiabrasão e/ou anti-riscos, ou um revestimento antirreflexo monocamada ou um revestimento antirreflexo multicamada cuja camada externa possui na sua superfície grupos silanóis. Por camada externa de um empilhamento, se entende a camada mais distante do substrato.

[0040] O tratamento de ativação de superfície eventualmente usado para criar

grupos silanóis ou pelo menos para aumentar sua proporção na superfície de um revestimento é geralmente conduzido no vácuo. Pode ser um bombardeamento com espécies energéticas e/ou reativas, por exemplo um feixe de íons (Ion Pre-Cleaning” ou IPC) ou um feixe de elétrons, de tratamento por descarga em coroa, por coroa, de um tratamento UV, ou de um tratamento por plasma no vácuo. Pode ser também um tratamento de superfície ácida ou básica e/ou por solventes. Vários desses tratamentos podem ser combinados.

[0041] Por espécies energéticas (e/ou reativas), se entendem nomeadamente espécies iônicas com uma energia indo de 1 a 300 eV, preferencialmente de 1 a 150 eV, melhor de 10 a 150 eV, e melhor ainda de 40 a 150 eV. As espécies energéticas podem ser espécies químicas como íons, radicais, ou espécies tais como fótons ou elétrons.

[0042] O revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis é de preferência uma camada de baixo índice de refração à base de óxido de silício, preferencialmente de sílica (compreendendo sílica), idealmente consiste em uma camada de sílica (SiO₂), geralmente obtida por depósito em fase de vapor. A camada à base de sílica tem de preferência uma espessura inferior ou igual a 500 nm, melhor de 2 a 110 nm, preferencialmente variando de 5 a 100 nm.

[0043] O revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis compreende de preferência pelo menos 70% em massa de SiO₂, melhor pelo menos 80% em massa e melhor ainda pelo menos 90% em massa de SiO₂. Como foi dito, em uma realização ótima, compreende 100% em massa de sílica.

[0044] O revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis pode também ser um revestimento sol-gel à base de silanos tais como alcoxissilanos, ou organossilanos, e compreendendo eventualmente óxidos coloidais, tal como descrito mais em detalhe no pedido WO 2012/153072.

[0045] De acordo com uma modalidade de realização da invenção, o revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis é uma camada à base de sílica depositada sobre um revestimento antiabrasão, de preferência depositada diretamente sobre esse revestimento antiabrasão.

[0046] De acordo com uma outra modalidade de realização da invenção, que

constitui a modalidade de realização preferida, o artigo óptico de acordo com a invenção compreende um revestimento antirreflexo. Quando um tal revestimento está presente, constitui geralmente o primeiro revestimento no sentido da invenção. Esse revestimento antirreflexo pode ser qualquer revestimento antirreflexo convencionalmente utilizado no domínio da óptica, em particular da óptica oftálmica.

[0047] Um revestimento antirreflexo é definido como um revestimento, depositado na superfície de um artigo óptico, que melhora as propriedades antirrefletoras do artigo óptico final. Permite reduzir a reflexão da luz na interface artigo/ar sobre uma porção relativamente grande do espectro visível.

[0048] Como isso também é muito conhecido, os revestimentos antirreflexo compreendem convencionalmente um empilhamento monocamada ou multicamada de materiais dielétricos. São de preferência revestimentos multicamadas, compreendendo camadas de alto índice de refração (HI) e camadas de baixo índice de refração (BI). A constituição desses revestimentos, sua espessura e seu modo de depósito são descritos nomeadamente nos pedidos WO 2010/109154 e WO 2012/153072.

[0049] Antes da formação do precursor do revestimento antiembaçante sobre o primeiro revestimento ou sobre o substrato em bruto, é corrente submeter a superfície desse primeiro revestimento ou do substrato a um tratamento de ativação física ou química, para aumentar a adesão do precursor do revestimento antiembaçante. Esses tratamentos podem ser escolhidos entre os descritos anteriormente para a ativação do revestimento compreendendo na sua superfície grupos silanóis.

[0050] De acordo com a invenção, o primeiro revestimento quando está presente, está diretamente em contato com o revestimento precursor do revestimento antiembaçante. De acordo com uma outra modalidade de realização, o substrato está ele próprio diretamente em contato com o revestimento precursor do revestimento antiembaçante, que vai agora ser descrito.

[0051] O revestimento precursor do revestimento antiembaçante tem uma superfície apresentando um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$.

[0052] As características de energia de superfície (em mJ/m^2), componente dispersivo e componente polar dessa energia de superfície são determinadas pelo método de OWENS – WENDT descrito na referência: “Estimation of the surface force energy of polymers” OWENS D.K, WENDT R.G. (1969) J. APPL-POLYM-SCI, 13, 1741-1747. Se considera que a energia de superfície, E^T , para um líquido ou para um sólido é constituída por um componente dispersivo, E^D , e por um componente polar, E^P . Está escrita na forma $E^T = E^D + E^P$.

[0053] O revestimento externo do artigo óptico tem um componente polar da energia de superfície que é de preferência superior ou igual a $1,7 \text{ mJ}/\text{m}^2$, de preferência ainda superior ou igual a $1,9 \text{ mJ}/\text{m}^2$, melhor superior ou igual a $2 \text{ mJ}/\text{m}^2$ e ainda melhor superior ou igual a $2,3 \text{ mJ}/\text{m}^2$. Em uma modalidade de realização, o revestimento precursor de um revestimento antiembaçante tem um componente polar da energia de superfície inferior ou igual a $4 \text{ mJ}/\text{m}^2$. Em uma outra modalidade de realização, o revestimento precursor de um revestimento antiembaçante tem um componente polar da energia de superfície inferior ou igual a $3,5 \text{ mJ}/\text{m}^2$, melhor ainda inferior ou igual a $3 \text{ mJ}/\text{m}^2$. O revestimento precursor do revestimento antiembaçante possui de preferência um ângulo de contato estático com a água superior ou igual a 95° , de preferência ainda superior ou igual a 100° , melhor superior ou igual a 102° , e idealmente superior ou igual a 105° . O ângulo de contato estático com a água é de preferência inferior a 120° .

[0054] O revestimento precursor do revestimento antiembaçante é geralmente formado por um material contendo grupos fluorocarbonados e grupos de polioxialquileno, isto é, compreende ao mesmo tempo unidades hidrófilas e unidades hidrófobas.

[0055] De acordo com uma modalidade de realização preferida, o revestimento precursor do revestimento antiembaçante é formado por depósito em quantidades suficientes sobre o primeiro revestimento ou sobre o substrato de pelo menos um composto B hidrófobo, de pelo menos um composto A hidrófilo e de preferência em fase gasosa, melhor por evaporação, seguida de um enxerto. Os compostos A e B são compostos filmogênicos.

[0056] Por composto hidrófilo, se entende um composto em que uma película formada na superfície de um substrato tem um ângulo de contato estático com a

água inferior ou igual a 60° , de preferência inferior ou igual a 55° , melhor inferior ou igual a 50° . No presente pedido, os ângulos de contato são medidos da maneira descrita no pedido WO 2008/053020.

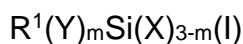
[0057] Por composto hidrófobo, se entende um composto em que uma película formada na superfície de um substrato tem um ângulo de contato estático com a água superior ou igual a 75° , de preferência superior ou igual a 90° , de preferência ainda superior ou igual a 100° , melhor superior ou igual a 110° . De preferência a película formada na superfície de um substrato tem um ângulo de contato estático com a água inferior ou igual a 117° , melhor inferior ou igual a 116° , 115° , 114° , 113° .

[0058] O composto A hidrófilo é portador de pelo menos um grupo hidrófilo. Por grupos «hidrófilos», se entendem, no quadro da presente invenção, combinações de átomos que são suscetíveis de se associarem com moléculas de água, nomeadamente por ligação de hidrogênio. São geralmente grupos orgânicos polares, que podem compreender átomos carregados. O composto A compreende de preferência pelo menos um grupo escolhido entre os grupos polioxialquilenos, poliamina, polioliol (grupo poli-hidroxilado, por exemplo um grupo polissacárido ou poliglicerol), poliéter (por exemplo um éter de polioliol), de preferência um grupo polioxialquilenos. O composto A compreende geralmente pelo menos um grupo capaz de estabelecer uma ligação covalente com um grupo funcional presente sobre a superfície externa do substrato ou do primeiro revestimento ao qual vai ser enxertado ou presente no composto B, o grupo funcional sendo de preferência um grupo silanol se um primeiro revestimento está presente. Esse grupo, que é um grupo reativo, pode ser, sem limitação, um dos grupos seguintes: um grupo isocianato, acrilato, metacrilato, halogênio alquila, ácido carboxílico ou sulfônico, ácido ou éster fosfônico, cloreto de acila, cloro-sulfonil, cloroformiato, éster, um átomo de silício transportando pelo menos um grupo hidrolisável, ou um grupo contendo uma função epóxi tal como o grupo glicídico, preferencialmente um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, nomeadamente um grupo silanol ou um precursor desse.

[0059] O composto A é de preferência um composto organossilano, melhor um composto organossilano possuindo pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, ainda melhor um composto organossilano

possuindo um grupo polioxilquileno e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

[0060] De preferência, sua cadeia de polioxilquileno é funcionalizada em uma única extremidade ou nas suas duas extremidades, idealmente em uma única extremidade, por pelo menos um, de preferência um único, grupo compreendendo pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável. Esse composto organossilano compreende de preferência um átomo de silício portador de pelo menos dois grupos hidrolisáveis, de preferência três grupos hidrolisáveis. Se trata preferencialmente de um composto de fórmula:



onde os grupos Y, idênticos, ou diferentes são grupos orgânicos monovalentes ligados ao silício por um átomo de carbono, os grupos X, idênticos ou diferentes, são grupos hidrolisáveis ou grupos hidroxilo, R¹ é um grupo compreendendo uma função polioxilquileno, m é um número inteiro igual a 0, 1 ou 2. De preferência m = 0.

[0061] Os grupos X são preferencialmente escolhidos entre os grupos alcoxi - O-R³, onde R³ é um radical alquila, linear ou ramificado preferencialmente C₁-C₄, melhor C₁, aciloxi -O-C(O)R⁴ onde R⁴ é um radical alquila linear ou ramificado, preferencialmente C₁-C₆, de preferência metila ou etila, halogênios tais como Cl e Br ou trimetilsiloxi (CH₃)₃SiO-, -NH₂, -NHSiMe₃, -NH-alquil ou os grupos dialquilamina em que os grupos alquila lineares ou ramificados são preferencialmente C₁-C₆ (por exemplo os grupos -N(CH₃)₂ e -N(C₂H₅)₂), e as combinações desses grupos. De preferência, os grupos X são grupos alcoxi, e em particular metoxi ou etoxi, e melhor etoxi.

[0062] O grupo Y, presente quando m não é zero, é de preferência um grupo hidrocarboneto, saturado ou não, linear ou ramificado, de preferência C₁-C₁₀ e melhor C₁-C₄, por exemplo um grupo alquila, tal como metila ou etila, um grupo vinila, um grupo arila, por exemplo aromático monociclo ou biciclo por exemplo fenila, eventualmente substituído nomeadamente por um ou por vários grupos alquila C₁-C₄. De preferência Y representa o grupo metila.

[0063] De acordo com uma modalidade de realização preferida, o composto de

fórmula (I) compreende um grupo trialcoxisilil tal como um grupo trietoxisilil ou trimetoxisilil.

[0064] O grupo polioxialquileno do composto organossilano (grupo R¹) compreende de preferência menos de 80 átomos de carbono, melhor menos de 60 átomos de carbono, e ainda melhor menos de 50 átomos de carbono. O grupo R¹ verifica de preferência essas mesmas condições.

[0065] O grupo R¹ tem geralmente a fórmula –L-R², onde L é um grupo divalente ligado ao átomo de silício dos compostos de fórmula I ou II por um átomo de carbono, e R² é um grupo compreendendo um grupo polioxialquileno ligado ao grupo L por intermédio de um átomo de oxigênio, esse átomo de oxigênio estando compreendido no grupo R². Exemplos não limitativos de grupos L são os grupos alquileno lineares ou ramificados, de preferência de C2 a C15, e melhor de C2 a C15, e melhor ainda de C2 a C20, eventualmente substituídos, um agrupamento C3-C10 monociclo ou biciclo, cicloalquileno, de preferência C3-C10 monociclo ou biciclo arileno, carbonilo, amido ou combinações desses grupos como os grupos cicloalquileno alquileno, cicloalquileno-bis, cicloalquileno alquileno-bis arileno alquileno, fenileno-bis, fenileno alquileno-bis amido alquileno, em que um exemplo é o grupo CONH(CH₂)₃, ou os grupos –OCH₂CH(OH)CH₂- e –NHC(O)-. Os grupos L preferidos são os grupos alquileno, de preferência linear, tendo de preferência 10 átomos de carbono ou menos, melhor 5 átomos de carbono ou menos, por exemplo o grupo etileno e propileno.

[0066] Os grupos R² preferidos compreendem um grupo polioxietileno (CH₂CH₂O)_n-, polioxipropileno, ou combinações desses grupos.

[0067] Os organossilanos de fórmula (I) preferidos são compostos de fórmula (II) seguinte:



onde R' é um átomo de hidrogênio, um grupo acila, ou um grupo alquila, linear ou ramificado, preferencialmente C1-C10 e melhor de C1 a C5 eventualmente substituído por um ou por vários grupos funcionais, e podendo compreender além disso uma ou várias ligações duplas, R é um grupo alquileno linear ou ramificado, de preferência linear, compreendendo de preferência 2 a 3 C por exemplo um grupo etileno ou propileno, L' e L'' idênticos ou diferentes são grupos divalentes, X, Y e m

são tais como definidos mais acima, n' é um número inteiro indo de 1 a 10, de preferência de 1 a 5, n é um número inteiro indo de 3 a 50, de preferência de 4 a 50, melhor de 4 a 30, melhor de 5 a 25, m' é igual a 0 ou 1, de preferência 0, m'' é igual a 0 ou 1, de preferência 0.

[0068] Os grupos L' e L'' , quando estão presentes, podem ser escolhidos entre os grupos divalentes L anteriormente descritos e representam de preferência o grupo $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$ ou o grupo $-\text{NHC}(\text{O})-$. Nesse caso, os grupos $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$ ou $-\text{NHC}(\text{O})-$ são conectados aos grupos adjacentes $(\text{CH}_2)_{n'}$ (no caso de um grupo L') e R' (no caso de um grupo L'') por intermédio do seu átomo de oxigênio (para o grupo $-\text{OCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2-$) ou por intermédio do seu átomo de azoto (para o grupo $-\text{NHC}(\text{O})-$).

[0069] O grupo $-\text{O}-(L'')_m-R'$ é de preferência um grupo alcoxi ($m'' = 0$, $R' =$ alquil), idealmente um grupo metoxi.

[0070] De preferência, os compostos de fórmula (I) ou (II) compreendem um único átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

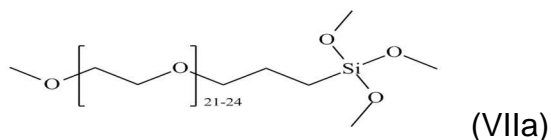
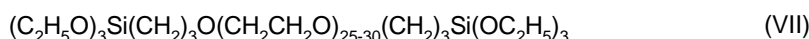
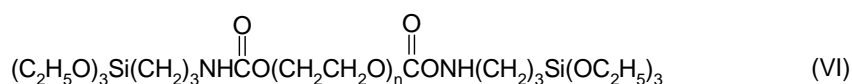
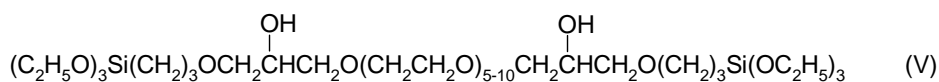
[0071] De acordo com uma modalidade de realização, $m = 0$ e os grupos hidrolisáveis X designam grupos metoxi ou etoxi, n' é de preferência igual a 3. De acordo com uma outra modalidade de realização, R' designa um grupo alquila possuindo menos de 5 átomos de carbono, de preferência o grupo metila. R' pode também designar um grupo acila alifático ou aromático, nomeadamente o grupo acetila.

[0072] Finalmente, R' pode designar um grupo trialcoxissilil alquileno ou trihalogênio-silil alquileno tal como o grupo $-(\text{CH}_2)_n\text{Si}(\text{R}^5)_3$ os agrupamentos R^5 sendo idênticos ou diferentes R^5 é um grupo hidrolisável tal como os grupos X definidos precedentemente e n'' é um número inteiro tal como o grupo n' definido anteriormente. Um exemplo de um tal grupo R' é o grupo $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$. Nessa modalidade de realização, o composto organossilano compreende dois átomos de silício portadores de pelo menos um grupo hidrolisável.

[0073] De acordo com modalidades de realização preferidas, n é igual a 3, ou varia de 6 a 9, de 9 a 12, de 21 a 24, ou de 25 a 50 de preferência de 6 a 9.

[0074] Como exemplos de compostos de fórmula (II), se podem citar os 2-[metoxi(polietileno)propil]trimetoxissilano de fórmulas $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{6-9}-$

(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (III) e CH₃O-(CH₂CH₂O)₉₋₁₂-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (IV), comercializados por Gelest, Inc. ou ABCR, o composto de fórmula CH₃O-(CH₂CH₂O)₃ – (CH₂)₃Si(OCH₃)₃ (VIIa), mais em geral os compostos de fórmula CH₃O-(CH₂CH₂O)_n-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ onde n varia de 4 a 45 (em que nomeadamente n = 21, 22, 23 ou 24), os 2-[metoxi(polietileno-oxi)propil]triclrossilanos, o 2-[acetoxi(polietileno-oxi)propil]trimetoxissilano de fórmula CH₃C(O)O-(CH₂CH₂O)₆₋₉-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃, o 2-[acetoxi(polietileno-oxi)propil] trietoxissilano de fórmula CH₃C(O)O-(CH₂CH₂O)₆₋₉-(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃, o 2-[hidroxi(polietileno-oxi)propil]trimetoxissilano de fórmula HO-(CH₂CH₂O)₆₋₉-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃, o 2-[hidroxi(polietileno-oxi)propil]trietoxissilano de fórmula HO-(CH₂CH₂O)₆₋₉-(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃, os compostos de fórmulas HO-(CH₂CH₂O)₈₋₁₂-(CH₂)₃Si(OCH₃)₃ e HO-(CH₂CH₂O)₈₋₁₂-(CH₂)₃Si(OC₂H₅)₃, o óxido de polipropileno-bis[(3-metildimetoxisilil)propil], e os compostos com duas cabeças de siloxanos tais como o óxido de polietileno-bis[(3-trietoxisililpropoxi)-2-hidroxi-propoxi] de fórmula (V), o óxido de polietileno-bis[(N,N'-trietoxisililpropil)-aminocarbonil] de fórmula (VI) com n = 10-15 e o óxido de polietileno-bis(trietoxisililpropil) de fórmula (VII):



CAS: 65994-07-2

[0075] As famílias de compostos de fórmula (II) preferida são as dos [alcoxi(polialquileno-oxi) alquil]tri alcoxissilanos ou seus análogos tri-halogenados ($m = m' = m'' = 0, R' = \text{alcoxi}$), o composto preferido sendo o de fórmula (III).

[0076] De preferência, o composto A de acordo com a invenção não possui átomo de flúor. De preferência, a massa molar do composto A de acordo com a invenção vai de 400 a 4000 g/mol, de preferência de 400 a 1500 g/mol, melhor de

400 a 1200 g/mol, e ainda melhor de 400 a 1000 g/mol.

[0077] O composto B hidrófobo é portador de pelo menos um grupo hidrófobo. Por grupos «hidrófobos», se entendem, no quadro da presente invenção, combinações de átomos que não são suscetíveis de se associarem com moléculas de água, nomeadamente por ligação de hidrogênio. São geralmente grupos orgânicos não polares, livres de átomos carregados.

[0078] O composto B compreende de preferência pelo menos um grupo fluorado, de preferência perfluorado, tipicamente um grupo fluorocarbonado, escolhido preferencialmente entre os grupos fluoroalquila, fluoroalcenila, perfluoroalquila, perfluoroalcenila, (poli) (fluoro alquil éter), (poli)(perfluoro alquil éter), (poli)fluoro alcoxi[(poli)alquilenoxi] alquila, de preferência fluoroalquila. Esses grupos lineares, cíclicos ou ramificados, podem ser diretamente conectados uns aos outros ou por intermédio de grupos divalentes, nomeadamente grupos alquilenos, alcenilenos, átomos de oxigênio ou pontos azotados (-NH-, -N=). Os grupos fluorocarbonados compreendem de preferência pelo menos 50% de átomos de flúor em substituição dos átomos de hidrogênio do grupo hidrocarboneto de que derivam, melhor pelo menos 70% e ainda melhor pelo menos 90%. Esses grupos podem por exemplo compreender unidades tais como -CHF-, -CHF-CHF-, -CH₂-C(CF₃)₂-, CF₂-C(CF₃)₂-, CF₂-, CF₂-CF₂-, CF₂-CF₂-CF₂-, CF₂-C(CF₃)₂-, (CHF)_n-, (CF₂)_n-, n designando um número inteiro superior ou igual a 3.

[0079] Por grupo poli (fluoro alquil éter), se entende um grupo resultante da polimerização de unidades fluoro alcoxi ou da copolimerização dessas unidades com outras unidades tais como unidades alcoxi. Exemplos de tais grupos são os grupos -(CHF-CHF-O)_n-, -(CH₂-CF₂-O)_n-, -(CF₂-CF₂-O)_n-, -(CF₂-CF₂-CF₂-O)_n-, -(CF₂-CH(CF₃)-O)_n-, -(CF₂-CF(CF₃)-O)_n-, n designando um número inteiro superior ou igual a 1. Tais grupos podem também incluir unidades polialcoxi tais como -(CH₂-CH₂-O)_m-, -(CH₂-CH₂-CH₂-O)_m-, -(CH₂-C(CH₃)₂-O)_m-, m designando um número inteiro superior ou igual a 1.

[0080] O composto B compreende geralmente pelo menos um grupo capaz de estabelecer uma ligação covalente com um grupo funcional presente sobre a superfície externa do substrato ou do primeiro revestimento ao qual vai ser

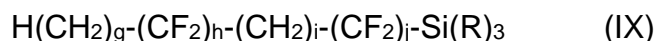
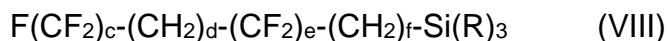
enxertado, ou presente no composto A o grupo funcional sendo de preferência um grupo silanol se um primeiro revestimento está presente. Esse grupo, que é um grupo reativo, pode ser, sem limitação, um dos grupos seguintes: um grupo isocianato, acrilato, metacrilato, halogênio alquila, ácido carboxílico ou sulfônico, cloreto de acila, cloro-sulfonil, cloroformiato, éster, um átomo de silício transportando pelo menos um grupo hidrolisável (o grupo hidroxilo sendo aqui considerado como um grupo hidrolisável), ou um grupo contendo uma função epóxi tal como o grupo glicídico, preferencialmente um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, nomeadamente um grupo silanol ou um precursor desse.

[0081] Exemplos de grupos hidrolisáveis são os grupos X tais como definidos mais acima.

[0082] O composto B é de preferência um composto organossilano (esse termo incluindo especialmente os organo-silazanos), melhor um composto organossilano possuindo pelo menos um (de preferência um) átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, ainda melhor um composto organossilano possuindo pelo menos um grupo hidrófobo, nomeadamente fluoroalquila, e pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável, por exemplo um organo-alcoxissilano. De acordo com uma modalidade de realização, o composto B compreende pelo menos um grupo $\text{Si}(\text{R})_3$, onde R representa um grupo hidrolisável, especialmente escolhido entre os grupos: OCH_3 , $-\text{OC}_2\text{H}_5$, $-\text{OH}$ e $-\text{NH}_2$. Assim, o composto B pode por exemplo ser um silazano ou compreender um grupo trialcoxissilil. De preferência B compreende um grupo trialcoxissilil.

[0083] De preferência, sua cadeia hidrófoba, por exemplo fluoroalquila, é funcionalizada em uma única extremidade ou nas suas duas extremidades, idealmente em uma única extremidade, por pelo menos um, de preferência um único grupo compreendendo pelo menos um (de preferência um) átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável. Esse composto organossilano compreende de preferência um átomo de silício portador de pelo menos dois grupos hidrolisáveis, de preferência três grupos hidrolisáveis. De preferência, uma única extremidade de cadeia do composto B compreende um grupo silanol ou um precursor de grupo silanol.

[0084] O composto B pode ser escolhido entre os silanos (ou silazanos) de fórmulas (VIII) e (IX):



onde cada um de c, d, e, f, g, h, i e j designa um número inteiro indo de 0 a 10, um pelo menos de c, d, e, f é diferente de 0, um pelo menos de g, h, i e j é diferente de zero, e R é um grupo hidrolisável tal como definido mais acima. De preferência, $5 \leq c+d+e+f \leq 15$ e/ou $5 \leq g+h+i+j \leq 15$ e melhor $5 \leq c+d+e+f \leq 12$ e/ou $5 \leq g+h+i+j \leq 12$.

[0085] Um constituinte B preferido é um composto silazano, compreendendo uma ligação Si-N hidrolisável, tal como o fluoroalquila silazano de fórmula $\text{CF}_3\text{-(CF}_2)_7\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Si(NH}_2)_3$. Esse composto está disponível com o nome OF110™ junto da sociedade Optron. Outros constituintes B utilizáveis são o composto fluorado OF210™ da mesma sociedade e o composto comercializado pela sociedade Shin-Etsu Chemical com a denominação KP911®.

[0086] O composto B quando é depositado em monocamada de 5 nm sobre uma superfície de sílica SiO₂ leva geralmente a uma camada tendo uma energia de superfície inferior ou igual a 16 mJ/m², melhor inferior ou igual a 15 mJ/m², e melhor ainda inferior ou igual a 14 mJ/m².

[0087] De preferência, a massa molar do composto B de acordo com a invenção é inferior ou igual a 900 g/mol, de preferência ainda inferior ou igual a 800 g/mol, melhor inferior ou igual a 700 g/mol, e ainda melhor inferior ou igual a 700 g/mol. Vai de preferência de 300 a 800 g/mol, melhor de 300 a 700 g/mol, e ainda melhor de 400 a 600 g/mol.

[0088] O precursor do revestimento antiembaçante de acordo com a invenção, formado a partir de pelo menos um composto A possuindo de preferência um grupo polioxialquilenos e pelo menos um composto B possuindo de preferência um grupo fluorocarbonado tais como definidos mais acima, constitui também um revestimento anti-incrustação. Permite em geral baixar a energia de superfície do artigo óptico para 25 mJ/m² ou menos.

[0089] Na ausência de composto A hidrófilo, o revestimento obtido não possui

propriedades antiembaçantes satisfatórias, enquanto que na ausência do composto B hidrófobo, o revestimento obtido não possui propriedades anti-incrustação satisfatórias.

[0090] De acordo com uma modalidade de realização da invenção, o precursor do revestimento antiembaçante compreende mais de 80% em massa de composto A e B de acordo com a invenção, em relação à massa total do precursor do revestimento antiembaçante, de preferência mais de 90%. De acordo com uma modalidade de realização, o precursor de revestimento antiembaçante consiste em uma camada dos compostos A e B.

[0091] De preferência, o precursor de revestimento antiembaçante da invenção contém menos de 5% em massa de óxido metálico ou de metaloide (por exemplo de sílica ou de alumínio) em relação à massa total do revestimento, melhor não se compreende. Quando o composto organossilano utilizado para a formação do revestimento antiembaçante é depositado no vácuo, de preferência nenhum óxido metálico é co-evaporado com ele, de acordo com a técnica da co-evaporação de pelo menos um composto orgânico e de pelo menos um composto inorgânico descrito no pedido EP 1324078.

[0092] De acordo com a invenção o depósito dos compostos A e B forma um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante compreendendo uma parte interna onde os compostos A e/ou B são enxertados ao primeiro revestimento (quando está presente), ao substrato, e/ou entre si (pelo menos em parte) de modo permanente (por meio de uma ligação covalente e não por simples adsorção), e uma parte externa eliminável por lavagem e/ou por enxugamento (mecanicamente e/ou quimicamente).

[0093] Para conseguir uma tal estrutura, é possível depositar um excesso de compostos A e/ou B na superfície do primeiro revestimento ou do substrato compreendendo de preferência grupos silanóis, preferencialmente um excesso de composto A. A regulação dos parâmetros de depósito para conseguir uma tal configuração está ao alcance do perito na técnica. Por excesso, se entende que uma quantidade de composto A hidrófilo, depositado após o composto B, e/ou uma parte do composto B, permanece livre, isto é não é enxertado por uma ligação covalente, quer com o primeiro revestimento ou o substrato, quer com o composto

A ou B.

[0094] O enxerto dos compostos A e B na superfície do substrato ou do primeiro revestimento inclui o caso em que cada um desses dois compostos é enxertado de modo covalente, diretamente ou somente um deles, de preferência o composto B. De acordo com uma modalidade de realização, quando os compostos A e/ou B são silanos cujo átomo de silício possui pelo menos um grupo R hidrolisável, pelo menos um dos grupos Si-R do composto A e/ou do composto B é ligado de modo covalente a um grupo hidroxilo do substrato ou do primeiro revestimento.

[0095] O revestimento precursor do revestimento antiembaçante é um revestimento tendo de preferência uma espessura (antes do enxugamento) superior ou igual a 3 nm, melhor ≥ 5 nm, ainda melhor ≥ 8 nm, e idealmente ≥ 10 nm. Sua espessura é preferencialmente inferior a 100 nm, melhor ≤ 50 nm e ainda melhor ≤ 20 nm. Vai tipicamente de 3 a 100 nm, de preferência de 5 a 50 nm.

[0096] O depósito dos compostos A e B na superfície do primeiro revestimento ou do substrato de acordo com a invenção pode ser realizado de acordo com técnicas habituais, de preferência por depósito em fase gasosa ou em fase líquida, melhor em fase gasosa, geralmente em uma câmara de vácuo.

[0097] O depósito em fase de vapor pode consistir em um depósito físico em fase de vapor (PVD) ou um depósito químico em fase de vapor (CVD), como, sem limitação, uma evaporação, eventualmente assistida por feixes de íons, uma pulverização, um depósito químico em fase de vapor assistido por plasma. O método preferido é o depósito físico em fase de vapor, em particular a evaporação no vácuo, geralmente combinada com um aquecimento dos compostos a serem evaporados. Pode ser empregue utilizando sistemas de evaporação tão variados como uma fonte térmica de efeito Joule (o efeito Joule é a manifestação térmica da resistência elétrica) ou um canhão de elétrons, podendo também ser utilizado qualquer outro dispositivo conhecido do perito na técnica.

[0098] Os compostos A e B podem ser previamente dissolvidos em um solvente antes de serem evaporados, para controlar melhor a velocidade de evaporação e de depósito.

[0099] O composto A hidrófilo é de preferência depositado por evaporação, no vácuo utilizando uma fonte térmica de efeito Joule. O composto B hidrófobo é de

preferência depositado por evaporação no vácuo utilizando um canhão de elétrons para provocar sua vaporização.

[0100] Os compostos A e B podem ser depositados sucessivamente, isto é, sem sobreposição das etapas de depósito de um e do outro composto ou de modo concomitante (por exemplo por co-evaporação) ou parcialmente concomitante. Para isso, se podem colocar os dois compostos A e B em um recipiente metálico, por exemplo uma cápsula de cobre, disposta sobre um sistema de efeito Joule. A cápsula de cobre pode conter palha de ferro ou espuma de metal (de preferência níquel). Em uma modalidade de realização, o composto A é impregnado na palha de ferro ou na espuma de metal, e o composto B é simplesmente despejado na cápsula.

[0101] Esses compostos são preferencialmente depositados sucessivamente. A etapa de depósito do composto B hidrófobo é de preferência iniciada antes da etapa de depósito do composto A hidrófilo. De acordo com a modalidade de realização ótima, a formação do precursor do revestimento antiembaçante de acordo com a invenção por evaporação no vácuo é preferencialmente realizada por depósito sucessivo de um composto B hidrófobo depois por um composto A hidrófilo.

[0102] A duração do processo de depósito e nomeadamente da evaporação é ajustada de modo a obter a espessura desejada de revestimento.

[0103] As condições de depósito são escolhidas de modo a obter, após o depósito dos compostos A e B, um revestimento tendo um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$. A natureza dos compostos usados, suas respectivas quantidades (que podem ser moduladas ajustando os débitos evaporados), a ordem em que são depositados e a duração do depósito são exemplos de parâmetros que o perito na técnica saberá fazer variar para conseguir o revestimento tendo as propriedades desejadas.

[0104] Os compostos A e B são de preferência utilizados no momento do depósito em quantidades e condições tais que se formariam se fossem depositados em suportes separados, camadas de composto A e B em uma razão [espessura

física de camada de composto A] / [espessura física de camada de composto B] inferior a 3, e de preferência superior a 0,8. O composto A deve ser utilizado em quantidade suficiente de modo que a superfície do revestimento precursor do revestimento antiembaçante tenha um componente polar da energia de superfície superior a $1,5\text{mJ/m}^2$.

[0105] De acordo com uma modalidade de realização da invenção, as condições de depósito são escolhidas de modo que as gamas de espessuras físicas reais medidas para cada uma das suas camadas, medidas em monocamada, sejam de 1 a 15 nm para a camada obtida a partir do composto hidrófobo B; 4-50 nm, preferencialmente 4 a 25 nm, para a camada obtida a partir do composto hidrófilo A.

[0106] As medições podem ser feitas por elipsometria multi-comprimento de onda.

[0107] O revestimento precursor do revestimento antiembaçante pode ser obtido depositando diretamente a quantidade adequada de compostos A e B.

[0108] No entanto, os inventores constataram que era preferível formar o revestimento precursor do revestimento antiembaçante depositando um excesso de compostos A e B e principalmente um excesso do composto A hidrófilo na superfície do artigo óptico, e eliminando o excesso desses compostos depositados mas não enxertados, de modo a conseguir a mesma espessura final desejada. Esse modo de proceder garante o desempenho antiembaçante das lentes tratadas. Com efeito os inventores constataram que quando se depositava diretamente uma camada de revestimento precursor sem excesso de espessura, se podia em certos casos obter um depósito irregular e um revestimento precursor do revestimento antiembaçante cuja superfície não possui uma afinidade suficiente face a uma solução líquida de tensoativo, o que leva a um revestimento que não tem as propriedades antiembaçantes procuradas.

[0109] Após o depósito dos compostos A e B de acordo com a invenção, a parte externa do revestimento eliminável por enxugamento pode ser suprimida, por lavagem e/ou enxugamento, ou pode se submeter à técnica de eliminação descrita no pedido WO 2012/153072, que emprega a utilização de uma camada temporária, se uma tal camada temporária foi depositada. A parte externa do revestimento

precursor do revestimento antiembaçante é eliminável por lavagem e/ou enxugamento, o que significa que pode ser suprimida a submetendo nomeadamente a uma lavagem com água saponácea (contendo um tensoativo) por meio de uma esponja depois com água desionizada, e/ou um enxugamento tipicamente durante 20 segundos ou menos, por meio de um pano CEMOI™, Wypall™ ou Selvith™ seco ou eventualmente impregnado de álcool, tipicamente álcool isopropílico. Esse enxugamento pode eventualmente ser seguido de um novo enxágue com água desionizada e um enxugamento final com um pano.

[0110] Após a eliminação do excedente de compostos A e eventualmente de compostos B depositados, isto é da parte externa do revestimento precursor do revestimento antiembaçante eliminável por enxugamento, apenas subsiste na superfície do primeiro revestimento de acordo com a invenção ou do substrato a parte interna do revestimento precursor do revestimento antiembaçante contendo os compostos A e B efetivamente enxertados. As moléculas não enxertadas são assim evacuadas. A parte interna do revestimento precursor não é eliminável por meio de um tratamento leve tal como um enxugamento a seco por meio de um pano ou de um tratamento semelhante ou um enxugamento com um pano impregnado de água, de água saponária ou de um álcool tal como o álcool isopropílico.

[0111] A invenção se refere também a um processo de preparação de um artigo óptico tal como definido acima, de preferência uma lente oftálmica, compreendendo:

a) o fornecimento de um substrato tendo pelo menos uma superfície principal,

b) o depósito de preferência por evaporação no vácuo sobre a superfície principal do substrato ou sobre um primeiro revestimento, quando a superfície principal do substrato é coberta por um primeiro revestimento, pelo menos um composto A hidrófilo e pelo menos um composto B hidrófobo, de modo a obter um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante compreendendo uma parte interna onde os compostos A e B são enxertados ao substrato ou quando está presente no primeiro revestimento, e uma parte externa eliminável por lavagem e/ou enxugamento.

[0112] Como explicado anteriormente, o processo da invenção compreende

etapas de exposição da superfície principal do substrato ou do primeiro revestimento no composto A e/ou no composto B, geralmente em uma câmara de vácuo, provocando o depósito desse ou desses compostos.

[0113] O processo da invenção pode também compreender uma etapa suplementar de depósito de pelo menos um tensoativo na superfície do revestimento precursor do revestimento antiembaçante obtido após a eliminação da parte externa do revestimento precursor do revestimento antiembaçante eliminável por enxugamento, dando assim acesso a um revestimento antiembaçante temporário. Essa película de tensoativo fornece às lentes uma proteção temporária contra o vapor de água criando uma camada uniforme na sua superfície que ajuda a dispersar as gotinhas de água sobre a superfície da lente de modo que não formam vapor de água visível.

[0114] De acordo com uma modalidade de realização, o tensoativo é depositado aplicando uma película de uma solução líquida contendo pelo menos um tensoativo. A aplicação da solução de tensoativo pode ser realizada por qualquer técnica conhecida, nomeadamente por molha, centrifugação ou pulverização. A solução do tensoativo é preferencialmente aplicada por depósito de uma gota dessa solução na superfície do precursor do revestimento antiembaçante depois espalhando-a de modo a cobrir de preferência a totalidade do revestimento precursor. A solução de tensoativo aplicada é geralmente uma solução aquosa, contendo de preferência de 0,5 a 10%, melhor de 2 a 8% em massa de tensoativos.

[0115] Uma solução de surfatante disponível no comércio para conferir propriedades antiembaçantes é a solução Optifog™ Activator da sociedade Essilor.

[0116] De acordo com uma outra modalidade de realização, que é preferida, o tensoativo é aplicado sobre o revestimento precursor por meio de um pano impregnado do tensoativo, por exemplo um toalhete seco ou úmido, de preferência reutilizável. É idealmente um toalhete seco, isto é, tendo um aspecto seco ao toque.

[0117] Esses tecidos impregnados são capazes de dispensar de modo eficaz o tensoativo na superfície de um substrato, por simples enxugamento da superfície a ser tratada (movimento de vaivém em translação e/ou rotação).

[0118] O pano impregnado de tensoativo de acordo com a invenção é de preferência um pano de microfibras, de preferência ainda tecido ou tricotado, melhor

tricotado. O pano utilizado na invenção compreende de preferência pelo menos 80% em massa de microfibras, melhor pelo menos 90% em massa de microfibras, de preferência pelo menos 95% em massa, melhor 100% em massa de microfibras. Por microfibras, se entendem fibras têxteis cuja massa linear é inferior a 1,3 decitex (1,3 g/10 km). O pano de microfibras compreende de preferência microfibras de polímero hidrófilo e microfibras de polímero lipófilo, nomeadamente microfibras de poliamida e microfibras de poliéster, melhor de 60 a 85% em massa de microfibras de poliéster e de 15 a 40% em massa de microfibras de poliamida. Um exemplo de um tal pano é o tecido Cémoi™, composto por 69,5% em massa de microfibras de poliéster e por 30,5% em massa de microfibras de poliamida.

[0119] O toalhete de acordo com a invenção compreende um pano impregnado de preferência com 5 a 40% em massa de tensoativos em relação à massa do tecido não impregnado, de preferência de 10 a 40% em massa, melhor de 15% a 35% em massa, e de modo ótimo de 20 a 30% em massa. Os panos e toalhetes impregnados utilizáveis para conferir propriedades antiembaçantes a um substrato, assim como seu modo de preparação, são descritos mais em detalhe no pedido registrado com o Nº FR 2013-50459.

[0120] O tensoativo usado deve estar apto para conferir ao artigo óptico propriedades antiembaçantes após aplicação na sua superfície, o que pode ser verificado realizando o teste do vapor quente descrito na parte experimental.

[0121] Uma grande variedade de tensoativos pode ser usada para uma aplicação direta por meio de uma solução ou através de um toalhete. Esses podem ser iônicos (catiônicos, aniônicos ou anfotéricos) ou não iônicos, de preferência não iônicos ou aniônicos. No entanto, é possível uma mistura de tensoativos pertencendo a essas diferentes categorias. Exemplos de tensoativos utilizáveis são os divulgados nos pedidos WO 2013/013929 e FR 2013-50459. Se podem citar os monoéteres de alquila de polietileno glicóis, os tensoativos possuindo um ciclo sorbitano e especialmente os ésteres de ácidos graxos de polioxialquilenos sorbitano, os copolímeros tri blocos compreendendo dois blocos de óxido de etileno e um bloco central de óxido de propileno, os compostos de natureza fluoroalquila polietoxilado.

[0122] De preferência, é utilizado um agente tensoativo compreendendo um grupo poli(oxialquilenos), melhor um grupo polioxialquilenos tendo mais de 6 unidades oxialquilenos,

e ainda melhor um grupo polioxietileno possuindo mais de 6 unidades oxietileno.

[0123] O tensoativo utilizado tem de preferência um equilíbrio hidrófilo/lipófilo (HLB) ≥ 5 , que é de preferência inferior ou igual a 18, melhor inferior ou igual a 16 e ainda melhor inferior ou igual a 15, de modo a beneficiar de propriedades antiembaçantes ótimas. O termo equilíbrio hidrófilo/lipófilo (em inglês HLB, para "Hydrophilic Lipophilic Balance") é bem conhecido do perito na técnica e representa uma grandeza característica de um tensoativo, que é tanto maior quanto mais elevada é a solubilidade do tensoativo na água. No presente pedido, se vai ter em conta o valor teórico (calculado) do equilíbrio hidrófilo/lipófilo. Os métodos de cálculo a serem usados, de acordo com a categoria do tensoativo, estão indicados no pedido FR 2013-50459.

[0124] O revestimento antiembaçante da invenção obtido após a aplicação do tensoativo na superfície do substrato tem de preferência um ângulo de contato estático com a água inferior ou igual a 10° , melhor inferior ou igual a 5° . Constitui geralmente o revestimento externo do artigo óptico.

[0125] A invenção diz também respeito a um conjunto compreendendo um artigo óptico tendo um substrato coberto por um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante cuja superfície tem um ângulo de contato estático com a água superior a 90° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$, e um tensoativo tendo de preferência um equilíbrio hidrófilo/lipófilo (HLB) ≥ 5 , o conjunto compreendendo de preferência um pano impregnado do tensoativo, melhor um toalhete seco compreendendo um pano de microfibras impregnado do tensoativo.

[0126] Os exemplo seguintes ilustram a invenção de modo mais detalhado mas não limitativo. Salvo indicação contrária, todas as espessuras figurando no presente pedido são espessuras físicas, medidas por elipsometria multi-comprimento de onda, após depósito.

EXEMPLOS

1. Materiais e artigos de óptica utilizados

[0127] Os compostos organossilanos hidrófilos A utilizados nos exemplos para formar o precursor do revestimento antiembaçante são o 2-[metoxi(polietilenooxi)]trimetoxissilano possuindo 6 a 9 unidades de óxido de etileno, de fórmula (III) e de massa molar 450-600 g/mol (CAS No: 65994-07-2, Ref:SIM6492.7, fornecido pela sociedade Gelest, Inc.), o composto de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-12}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (IV), fornecido pela sociedade Gelest, Inc. e o composto de fórmula $\text{CH}_3\text{O}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{21-24}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (IVa),

fornecido pela sociedade Gelest, Inc. (Referência: SIM6492.73).

[0128] O composto organossilano hidrófobo B utilizado nos exemplos para formar o precursor do revestimento antiembaçante é o composto fluorado OF210™ fornecido pela sociedade Optron. Os outros compostos hidrófobos utilizados nos exemplos comparativos são o Optool DSX™ (Daikin Industries), e o KY-130™ (Shin-Etsu Chemical).

[0129] O dispositivo de evaporação no vácuo permitindo depositar as diferentes camadas (antirreflexo, revestimento precursor do revestimento antiembaçante) é uma máquina Syrus III dispondo de dois sistemas de evaporação de materiais, um sistema de evaporação por canhão de elétron e um sistema de evaporação por efeito Joule.

[0130] Os vidros utilizados nos exemplos de acordo com a invenção compreendem um substrato de lente de policarbonato de bisfenol A (correção-8.00 dioptrias, +2.00 cilindro), compreendendo em cada uma das suas faces um primário antichoque de poliuretano de uma espessura da ordem de 1 micron, ele mesmo revestido com um revestimento antiabrasão de uma espessura da ordem de 3 microns e um revestimento antirreflexo com cinco camadas $ZrO_2/SiO_2/ZrO_2/ITO/SiO_2$. Esses diferentes revestimentos, as outras condições de depósito e os tratamentos a que foram submetidos são descritos mais em detalhe na parte experimental do pedido WO 2012/153072.

[0131] Do mesmo modo vidros da lente oftálmica são também reproduzidos, mas sem potência (mesmo duas dioptrias na face dianteira (convexa) e traseira (côncava) para medição de Haze.

2. Depósito do precursor do revestimento antiembaçante em fase de vapor

[0132] Os diferentes compostos químicos utilizados para formar precursores de revestimento antiembaçante são em um primeiro momento acondicionados em cápsulas de cobre equipadas com palha de ferro para limitar as projeções de produto no momento da evaporação por efeito Joule ou através de um canhão de elétrons. Cada cápsula, contendo 100 a 300 µL de composto, de acordo com a espessura desejada, é preaquecida sobre uma placa de aquecimento a 70 °C durante 2 minutos antes da etapa de evaporação. Isso permite evaporar os solventes eventuais e desgaseificar o produto. O composto OF210™, utilizado pré acondicionado na cápsula de cobre com palha de ferro, não necessita da etapa de preaquecimento.

[0133] As cápsulas contendo compostos hidrófobos, comparativos ou de acordo com a invenção, são além disso cobertas com uma tampa de Tântalo perfurada com orifícios

obtida junto da sociedade Satis para evitar um impacto direto do canhão de elétrons sobre esses compostos no momento da sua evaporação. A tampa é aquecida pelo fluxo de elétrons que aquece a própria cápsula de cobre por condução térmica. A temperatura aumenta dentro do «forno» assim criado, até obter a evaporação do composto.

[0134] O depósito do precursor do revestimento antiembaçante de acordo com a invenção sobre o revestimento antirreflexo das lentes é realizado em duas etapas. Em um primeiro momento, o composto B hidrófobo (OF210™) é depositado por evaporação no vácuo utilizando um sistema de evaporação por canhão de elétrons onde são dispostas as cápsulas de cobre contendo os compostos para evaporar (velocidade: variando de mais de 0 nm/s a 0,5 nm/s, geralmente de 0,25 nm/s, corrente de emissão variando de 1 a 4 mA, marca de varredura de elétrons circular e larga, pressão residual média: $7,9 \cdot 10^{-4}$ Pa), depois o composto A hidrófilo (composto de fórmula III) é depositado por evaporação no vácuo utilizando uma fonte térmica de efeito Joule, a saber uma nacela de metal atravessada por uma corrente elétrica onde são depositadas as cápsulas de cobre contendo os compostos para evaporar (velocidade: variando de mais de 0 nm/s a 0,5 nm/s, geralmente de 0,25 nm/s, corrente de aquecimento variando de 2 a 5,5 A, pressão residual média: $5,7 \cdot 10^{-4}$ Pa).

[0135] Nos exemplos, diferentes quantidades de compostos A e B foram evaporados. A razão de espessura indicada nessa tabela 1 mais abaixo foi calculada dividindo espessuras físicas teóricas, correspondendo às espessuras dos revestimentos que teriam sido obtidos se os diferentes compostos empregues tivessem sido depositados sobre suportes separados. Com efeito, os dois compostos evaporados sucessivamente são suscetíveis de reagir entre si e de levar a um revestimento final de espessura real diferente da soma das espessuras teóricas das duas camadas depositadas.

[0136] É obtido um revestimento precursor de revestimento antiembaçante tendo uma espessura da ordem de 10 a 17 nm (espessuras medidas com um elipsômetro multi-comprimento de ondas, incluindo o excesso de composto siloxano).

[0137] Nos exemplos comparativos, dois compostos são sucessivamente evaporados (com a exceção dos exemplos comparativos 1 e 8 onde um único composto é evaporado), para formar revestimentos de espessura comparável à do exemplo 1. Os compostos hidrófobos (OF210™, Optool DSX™, KY-130™) foram evaporados por meio de um canhão de elétrons, enquanto o composto hidrófilo (III) foi evaporado por efeito Joule, exceto para o exemplo comparativo 5 onde os dois compostos (hidrófobo e hidrófilo) foram evaporados

por efeito Joule.

[0138] No final da evaporação, a superfície de cada lente é enxaguada com água saponácea, água da torneira, álcool isopropílico, água da torneira, depois água desionizada e enxuta com um pano Cémoi™ seco para que o excesso de compostos siloxanos depositado seja evacuado. O pano Cémoi™ designa um pano dado pelo fornecedor Facol com a referência Microfibra M8405 30x40.

[0139] As medições de propriedades de superfícies das lentes (ângulo de contato, energia de superfície) dando os resultados indicados na tabela 1 são efetuadas nesse estádio, sobre as lentes assim lavadas e enxutas. As características de energia de superfície foram determinadas por meio de um aparelho DIGIDROP GBX de acordo com o método Owens-Wendt descrito na referência: «Estimation of the surface force energy of polymers» Owens D.K., Wendt R. G. (1969), J. Appl. Polym. Sci., 13, 1741-1747 utilizando dois líquidos de referência (água e diiodometano, agulha de diâmetro interno 0,15 mm). Esse aparelho permite também a determinação dos ângulos de contato estáticos a partir de uma fotografia tirada em um determinado momento (3000 ms) após o depósito de uma gota de líquido (aqui a água).

3.Formação do revestimento temporário antiembaçante e avaliação dos seus desempenhos

[0140] As duas faces das lentes são limpas com um toalhete de tecido Cémoi™ impregnado de tensoativo (Capstone® FS 3100, 30% em massa) efetuando um movimento em espiral do centro para a borda com o toalhete, para as «carregar» de tensoativo. Isso corresponde a uma aplicação. Diferentes níveis de aplicação podem ser realizados, por exemplo 5, 10 ou 20 aplicações.

[0141] As lentes são em seguida colocadas 24 horas em um ambiente regulado em temperatura (20-25 °C) e com uma umidade de 50%, depois colocado 15 segundos sobre um recipiente aquecido contendo água a 55 °C (teste do vapor quente). Imediatamente depois, uma escala de acuidade visual situada a 5 m é observada através da lente testada. O teste é considerado bem-sucedido se um observador tendo uma visão de 10/10 e tendo a lente colocada diante do seu olho obtém uma acuidade visual de 10/10^a (em transmissão, tabela Optotype de Snellen colocada a 5 metros, escala Armaignac Tridents, ref. T6 disponível em FAX INTERNATIONAL) e não observa nem vapor de água, nem distorção visual. Esse teste permite simular as condições de vida corrente onde um portador coloca

seu rosto em cima de uma xícara de chá, de café ou de uma panela de água fervente.

[0142] Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1. Nos exemplos de 1 a 5, as propriedades antiembaçantes foram obtidas para um nível de aplicação de tensoativo indo de 5 a 15, enquanto a lente do exemplo 6 precisou de cerca de 20 aplicações. As lentes dos exemplos comparativos de 1 a 5 não apresentaram propriedades antiembaçantes, mesmo após 20 aplicações de tensoativo.

[0143] O exemplo comparativo 1 mostra que se nenhum composto A hidrófilo é utilizado para formar o revestimento externo, essa lente possui propriedades anti-incrustação, mas nenhuma propriedade antiembaçante, e que o composto B hidrófobo seja depositado por efeito Joule ou sob a ação de um canhão de elétrons. Somente as lentes dos exemplos de 1 a 5 de acordo com a invenção têm ao mesmo tempo propriedades antiembaçantes e anti-incrustação.

Tabela 1

Exemplo	Primeiro composto evaporado	Segundo composto evaporado	Razão 2° / 1° composto (*)	E ^P (mJ/m ²)	E ^D (mJ/m ²)	E ^T (mJ/m ²)	Ângulo de contato com a água (°)	Perf anti-incrustação	Perf. antiembaçante (**)
1	OF210™	Composto(III)	2,66	3,3	20,7	24	93	+++	Sim
2	OF210™	Composto (III)	2,15	2,7	19,2	21,9	97	+++	Sim
3	OF210™	Composto (III)	1,35	2,1	19,4	21,5	99	+++	Sim
4	OF210™	Composto (IV)	2,30	3,2	20,2	23,4	94	+++	Sim
5	OF210™	Composto (IVa)	1,93	2,4	19	21,4	98	+++	Sim
6	OF210™	Composto (III)	0,90	1,8	19,1	20,9	100	+++	Sim
7	OF210™	Composto (III)	1	2,3	17,6	19,9	100	+++	Sim
Comp. 1	OF210™ (2 nm de espessura)		-	0,9	16,4	17,3	107	+++	Não
Comp. 2	Optool DSX™	Composto (III)	4	0,6	14,3	14,9	110	+++	Não
Comp. 3	KY-130™	Composto (III)	>1	<1,5			111	+++	Não
Comp.4	OF210™	Composto (III)	0,73	1,3	15,3	16,6	105	+++	Não
Comp.5	OF210™	Composto III	1,9	0,9	19,6	20,5	104	+++	Não
Comp. 6	Composto (III)	OF210™	na	na	na	na	42-70	+	Sim
Comp. 7	Composto (III)	Optool DSX™	na	na	na	na	35-50	+	Sim
Comp. 8	Composto (III) (12 nm de espessura) (***)		-	23,2	29,3	52,5	42,5	+	Sim

E^P e E^D: Componentes polar e dispersivo da energia de superfície do precursor de revestimento antiembaçante, E^T designando a energia total.

(*) Razão de espessura física.

(**) Após aplicação de uma solução de tensoativo.

(***) Espessura incluindo o excesso de composto siloxano.

na: não medido

[0144] O comportamento anti-incrustação de uma lente oftálmica de acordo com a invenção Exemplo 7E em frente da incrustação é detalhado mais abaixo, em comparação com lentes oftálmicas do estado da técnica (Lentes dos exemplos comparativos Comp.1 e Comp. 8).

[0145] + indica que as propriedades anti-incrustação da lente são da mesma ordem que a lente do exemplo comparativo 8 tomada como referência.

[0146] +++ indica que a lente tem propriedades anti-incrustação superiores à da lente do exemplo comparativo 8 tomada como referência (Nível de Haze inferior de 3, 9%) após duas rotações (de acordo com o protocolo de facilidade de limpeza descrito mais adiante de acordo com o teste nº1) pano CEMOI).

Método

Modo operatório/Facilidade de limpeza

[0147] O teste é efetuado em uma peça regulada em temperatura a 22 °C +/-3 °C e com uma taxa de umidade ambiente de 50% +/-10%. Uma incrustação é obtida aplicando no centro da lente uma marca de dedo previamente impregnado de sebo artificial (constituído maioritariamente por ácido oleico). A incrustação obtida (sebo artificial) tem a forma de uma mancha de cerca de 20mm de diâmetro.

[0148] As lentes são então submetidas a um enxugamento automático com a ajuda do pano de microfibra impregnado ou não, fixado a um robô mecânico, sob uma carga de 750 g (movimento de vaivém perfeitamente reproduzível). Uma solicitação de enxugamento corresponde a uma ida ou um retorno do pano. O deslocamento total no momento do movimento do pano sobre a lente é de 40 mm, ou 20 mm de ambos os lados de um ponto centrado sobre a incrustação. O têxtil é sempre aplicado no mesmo sentido contra a lente. O movimento partindo do centro no momento do 1º movimento e o valor de 2 que é mencionado no momento de qualquer movimento é na verdade 1,5.

[0149] O valor da taxa de difusão em transmissão (Haze, anotado H) através da lente é medido com um aparelho Hazeguard XL 211 Plus, primeira medição efetuada no centro da lente sobre uma zona coberta pelo sebo, depois após um número de solicitações de enxugamento igual a 2, 5, 10, 20 ou 30 (os valores mencionados são valores acumulados a partir do início dos enxugamentos).

[0150] A taxa de difusão H é obtida de acordo com a norma ASTM D1003

“Standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics” medindo simultaneamente a quantidade total de luz transmitida pela lente (I_{total}) e a quantidade de luz difusa, em transmissão (I_{difusa} : quantidade de luz transmitida e desviada de um ângulo superior a $2,5^\circ$ em relação à direção normal):

$$H(\%) = \frac{I_{difusa}}{I_{total}} \times 100$$

[0151] Quanto mais rapidamente diminui o Haze H, mais rápida é a limpeza e elevada a facilidade de limpeza.

[0152] Teste nº1: É testada a eficácia de limpeza da lente oftálmica do exemplo 7 de acordo com a invenção de acordo com o protocolo anterior com um pano CEMOI™

[0153] A figura 1 mostra que:

- a lente oftálmica de acordo com a invenção é muito mais sensível à incrustação do que a lente do exemplo comparativo 8 que é uma lente cuja superfície compreende um precursor de revestimento antiembaçante do estado da técnica.

[0154] Com efeito, uma marca de dedo gera muito mais Haze no caso do exemplo comparativo 8 do que no caso do exemplo comparativo 7 de acordo com a invenção.

- a lente oftálmica de acordo com a invenção é limpa muito mais rapidamente do que uma lente de acordo com o exemplo comparativo 8 e é tão bem limpa como a lente oftálmica do exemplo comparativo 1 unicamente coberta por um revestimento anti-incrustação OF210™.

[0155] O Haze é reduzido por um fator 8 a partir do primeiro ciclo de limpeza (2 rotações).

[0156] Teste nº2: É reproduzido o teste nº1, exceto que se utiliza um pano CEMOI™ de toque seco impregnado de 30% em peso de Capstone™ FS 3100.

[0157] A figura 2 mostra que a lente oftálmica de acordo com a invenção é mais bem limpa do que uma lente de acordo com os dois exemplos comparativos, em particular em relação à lente do exemplo comparativo 8, a invenção é superior.

[0158] Teste nº3: É reproduzido o teste nº2, exceto que, antes de aplicar a

marca de dedo, se efetua um tratamento da superfície das lentes oftálmicas com um pano CEMOI™ de toque seco compreendendo 30% em peso de Capstone™ FS3100 (5 rotações).

[0159] São, portanto, assim testadas lentes oftálmicas antiembaçante tendo na sua superfície uma camada muito fina de Capstone™ FS3100.

[0160] É verificado na figura 3 que a lente oftálmica de acordo com a invenção tem propriedades de facilidade de limpeza superiores às de uma lente de acordo com o exemplo comparativo 8.

REIVINDICAÇÕES

1. Artigo óptico tendo um substrato revestido de um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante caracterizado pelo fato de que a superfície do revestimento precursor de um revestimento antiembaçante tem um ângulo de contato estático com a água superior a ou igual a 95° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$, e em que o revestimento precursor de um revestimento antiembaçante é revestido com uma película de tensoativo.

2. Artigo óptico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o componente polar da energia de superfície é superior ou igual a $1,7 \text{ mJ/m}^2$.

3. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante possui um ângulo de contato estático com a água superior ou igual 100° .

4. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante é formado por um material contendo grupos fluorocarbonados e grupos de polioxialquileno.

5. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante é formado por depósito de pelo menos um composto A hidrófilo e pelo menos um composto B hidrófobo.

6. Artigo óptico, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o composto A é um organossilano compreendendo pelo menos um grupo polioxialquileno e tendo pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

7. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 5 e 6, caracterizado pelo fato de que o composto B é um organossilano compreendendo pelo menos um grupo fluorocarbonado e tendo pelo menos um átomo de silício portador de pelo menos um grupo hidrolisável.

8. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7,

caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante é formado por deposição pelo menos um composto organossilano hidrófilo A e pelo menos um composto organossilano hidrófobo B.

9. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8 caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante tem uma energia de superfície inferior ou igual a 25 mJ/m^2 .

10. Artigo óptico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de constituir uma lente oftálmica.

11. Processo de preparação de um artigo óptico definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de compreender;

a) fornecer um substrato tendo pelo menos uma superfície principal,

b) depositar sobre a superfície principal do substrato de pelo menos um composto A hidrófilo e de pelo menos um composto B hidrófobo, de modo a obter um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante cuja superfície tem um ângulo de contato estático com a água superior a ou igual a 95° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$,

c) depositar uma película de tensoativo no revestimento precursor de um revestimento antiembaçante.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que os compostos A e B são depositados por evaporação no vácuo.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o composto A é depositado por evaporação no vácuo utilizando uma fonte térmica de efeito Joule e pelo fato de que o composto B é depositado por evaporação no vácuo utilizando um canhão de elétrons.

14. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 a 13, caracterizado pelo fato de que o revestimento precursor do revestimento antiembaçante é formado por depósitos sucessivos do composto B depois do composto A.

15. Conjunto compreendendo:

- um artigo óptico tendo um substrato revestido de um revestimento precursor de um revestimento antiembaçante

caracterizado pelo fato de que a superfície do revestimento precursor de

um revestimento antiembaçante tem um ângulo de contato estático com a água superior a ou igual a 95° e um componente polar da energia de superfície superior a $1,5 \text{ mJ/m}^2$, e

- um tensoativo.

16. Conjunto, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de compreender o artigo óptico e um pano impregnado do tensoativo.

17. Conjunto, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 e 16, caracterizado pelo fato de compreender o artigo óptico e um toalhete seco compreendendo um pano de microfibras impregnado do tensoativo.

18. Conjunto, de acordo com qualquer uma das reivindicações 15 a 17, caracterizado pelo fato de que o tensoativo tem um equilíbrio hidrófilo/lipófilo (HLB) ≥ 5 .

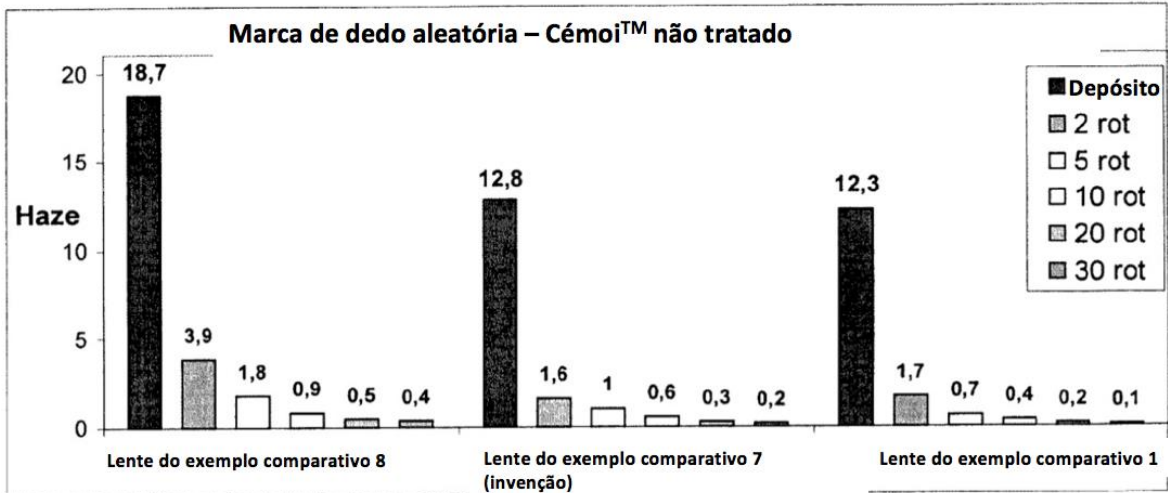


Figura 1

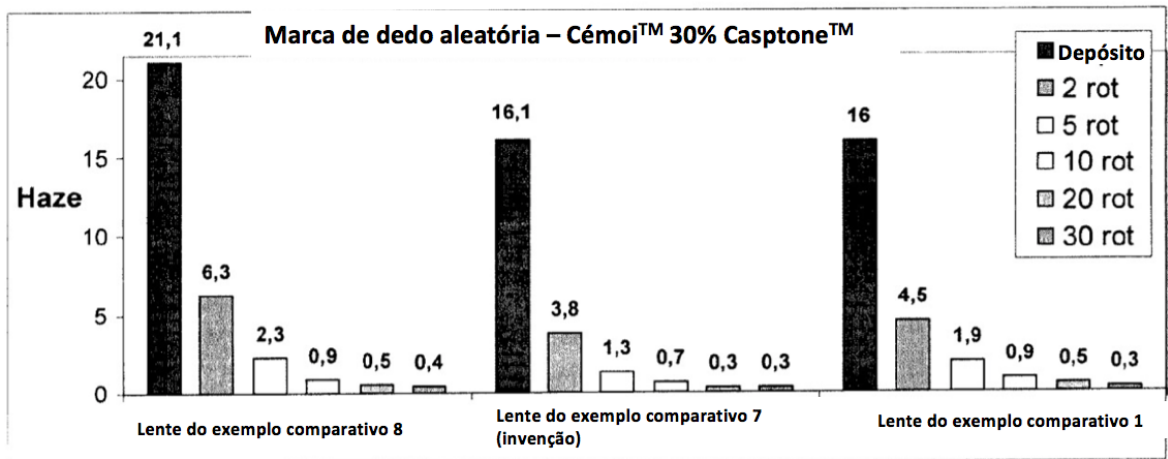


Figura 2

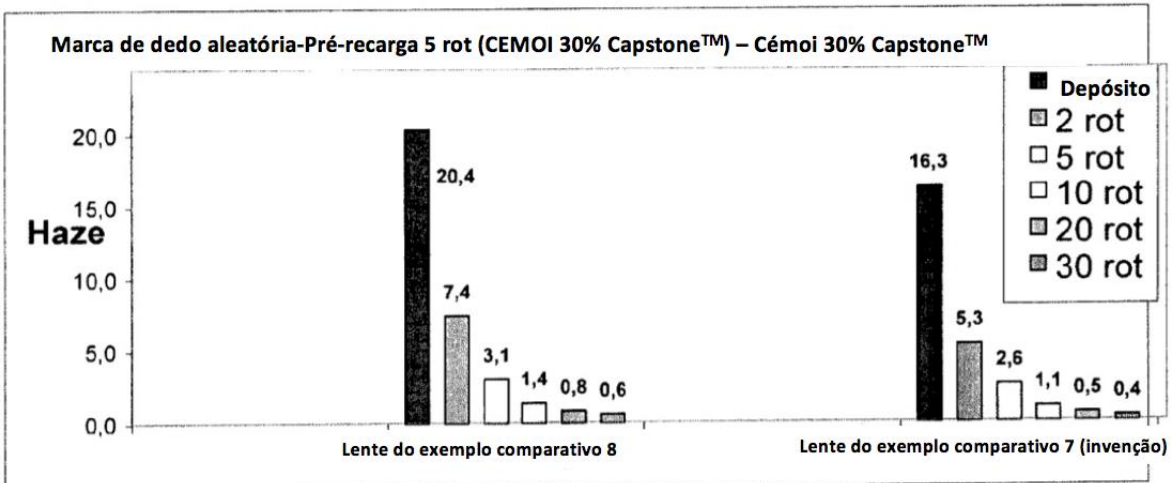


Figura 3