

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
03. Oktober 2024 (03.10.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/200260 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: C03C 17/42 (2006.01) G02B 1/00 (2006.01)	(71) Anmelder: RODENSTOCK GMBH [DE/DE]; Eisenheimerstr. 33, 80687 München (DE).
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/057763	(72) Erfinder: URBAN, Arne; Jagdhornstraße 25, 81827 München (DE). OSTERMEIER, Theresa; Fromundstr. 31, 81547 München (DE). SCHERG, Gerd-Peter; Brunnenstr. 9, 85598 Baldham (DE). TRAULSEN, Christoph; Kistlerhofstr. 159, 81379 München (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. März 2024 (22.03.2024)	(74) Anwalt: WALLINGER RICKER SCHLOTTER TOSTMANN PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB; Zweibrückenstraße 5 - 7, 80331 München (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch	
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch	
(30) Angaben zur Priorität: 20 2023 000 679.1 24. März 2023 (24.03.2023) DE 20 2023 002 055.7 28. September 2023 (28.09.2023) DE 20 2024 000 401.5 29. Februar 2024 (29.02.2024) DE	(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,

(54) Title: COATED LENS BODY

(54) Bezeichnung: BESCHICHTETER GLASKÖRPER

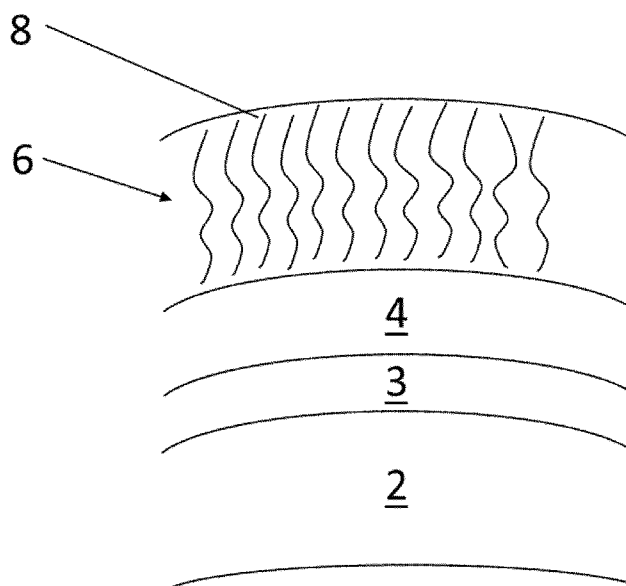


Fig. 1

(57) Abstract: One aspect of the invention relates to a coated lens, in particular a spectacle lens, having a lens body (2) consisting of a mineral lens or a plastic lens, a silicon oxide layer (4), which is arranged directly or indirectly on an area or surface of the lens body (2), and a slide-enhancing covalently bound omniphobic layer (6) which is formed on the silicon oxide layer (4), wherein the omniphobic layer (6) has at least one silicon organic compound. Another aspect of the invention relates to a method for producing an omniphobic layer on a lens body.

(57) Zusammenfassung: Ein Aspekt betrifft ein beschichtetes Glas, insbesondere Brillenglas, aufweisend einen Glaskörper (2) aus einem Mineralglas oder einem Kunststoffglas, eine Siliziumoxidschicht (4), welche mittelbar oder unmittelbar an einer Fläche bzw.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

Oberfläche des Glaskörpers (2) angeordnet ist und eine gleitfördernde omniphobe kovalent gebundene Schicht (6), welche an der Siliziumoxidschicht (4) ausgebildet ist, wobei die omniphobe Schicht (6) zumindest eine siliziumorganische Verbindung aufweist. Ein weiterer Aspekt betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer omniphoben Schicht auf einem Glaskörper.

Beschichteter Glaskörper

Die vorliegende Erfindung betrifft einen beschichteten Glaskörper, insbesondere ein beschichtetes Brillenglas.

- 5 Aus dem Stand der Technik sind Brillengläser bekannt, die mit einer obersten Schicht aus PFAS (Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) versehen sind, damit sie leicht zu reinigen sind. Dies geschieht häufig, indem ein derartiges Material als letzte Schicht nach den einzelnen Entspiegelungsschichten in einer Hochvakuum-Aufdampfanlage aufgebracht wird. Seit mehreren Jahren nimmt die Kritik an PFAS zu, weil diese
- 10 Chemikalien neben ihren vorteilhaften wasser- und fettabweisenden Eigenschaften in der Umwelt nicht abgebaut werden und sich deshalb zunehmend anreichern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher eine einfach herzustellende und umweltverträgliche Beschichtung für Glaskörper bereitzustellen. Die Aufgabe wird

15 durch einen Glaskörper mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zur Herstellung eines solchen beschichteten Glaskörpers mit den Merkmalen des Anspruchs 29 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

- 20 Ein Aspekt der Erfindung betrifft ein beschichtetes Glas, insbesondere ein Brillenglas, umfassend:
- einen Glaskörper aus einem Mineralglas oder einem Kunststoffglas;
 - eine Siliziumoxidschicht, welche mittelbar oder unmittelbar an einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers angeordnet ist;
 - 25 – eine gleitfördernde omniphobe kovalent gebundene Schicht, welche an der Siliziumoxidschicht ausgebildet ist,

wobei die omniphobe Schicht zumindest eine siliziumorganische Verbindung aufweist.

Vorteilhafterweise kann eine mechanisch stabile Beschichtung auf dem Glaskörper

30 ausgebildet sein, welche die Anhaftung sowohl von hydrophilen als auch oleophilen Stoffen verhindern kann, um die Durchsicht durch das Glas, insbesondere das

Brillenglas, zu verbessern.

Erfindungsgemäß unterliegt der Glaskörper keiner besonderen Einschränkung. Vorzugsweise wird als Glaskörper ein Gegenstand verwendet, welcher als optisches
5 Material verwendet werden kann, beispielsweise als ophthalmische Linse bzw. als ein Brillenglas. Der Glaskörper ist jedoch nicht auf ophthalmische Linsen beschränkt und kann ein beliebiger durchsichtiger bzw. optischer Gegenstand, auf den insbesondere eine Beschichtung aufgebracht werden kann, sein. Konkrete Beispiele hierfür sind
10 Gläser, wie Kronglas, Mineralglas, Fenstergläser, Flachgläser, Windschutzscheiben oder Sichtfenster bzw. Elemente von optischen Sensoren, Lichtquellen oder fotografischen Linsen bzw. Kunststoffe, wie Polyacrylate oder Keramiken.

Der Begriff „Glas“ gemäß der Erfindung betrifft im allgemeinen amorphe Feststoffe, die beim Abkühlen aus einer Schmelze im Bereich der Glasübergangstemperatur in den
15 festen Zustand übergehen, ohne dabei zu kristallisieren, welche insbesondere einen Anteil an Siliziumdioxid aufweisen, z.B. Quarzglas, Kronglas, Flintglas und Borosilikatglas und daher auch Mineralglas genannt werden. Erfindungsgemäß können jedoch auch eine Reihe anderer durchsichtiger Stoffe unter dem Begriff „Glas“ verstanden werden, beispielsweise organische Gläser bzw. Kunststoffgläser,
20 beispielsweise für Brillen, Kunststoffplatten, insbesondere aus Acrylglas für Sichtfenster in Gehäusen, Gebäuden und ähnlichem oder für aus Keramik bestehende durchsichtige Gegenstände, wie beispielsweise das Schauglas eines Kaminofens oder Glaskeramikkochfelder. Glas im Sinne der Anmeldung kann aber auch natürliche durchsichtige mineralische fest Materialien umfassen, wie beispielsweise kristallines
25 Siliziumdioxid oder dünne Schichtsilikate oder natürliche Gläser wie z.B. Moldavite oder Marienglas. Der Glaskörper kann sowohl planparallel bzw. plattenförmig oder gekrümmt ausgebildet sein.

Bevorzugt betrifft ein Aspekt Sichtfenster, insbesondere für Gehäuse von Messgeräten,
30 Sensoren, Gebäuden usw., mit den zusätzlichen Merkmalen des Anspruchs 1. Insbesondere können die Sichtfenster ausgelegt sein, einer Bewitterung im Freien ausgesetzt zu sein, beispielweise in Gehäusen von Kameras, die im Freien positioniert

sind, so dass eine Verschmutzung vorteilhafterweise vermindert wird und die Sicht der Kamera beispielsweise verbessert wird. (Optische) Sensoren können beispielsweise auch in ein Medium getaucht werden, wobei ein erfindungsgemäßer Glaskörper den Sensor gegenüber dem Medium abgrenzt und vor diesem schützt. Auch in diesem Fall

5 kann der erfindungsgemäße Glaskörper vor einer Verschmutzung des Sensors schützen. Ein Aspekt betrifft somit einen (optischen) Sensor oder ein anderes elektronisches passives oder aktives Bauelement mit den zusätzlichen Merkmalen des Anspruchs 1. Des Weiteren können aus andere bewitterte Glaskörper vorgesehen sein. So betreffen einige Aspekte ein Fensterglas, ein Abdeckglas für bzw. von

10 Solarpaneelen, eine Glasscheibe eines Fahrzeugs, Flugzeugs oder Wasserfahrzeugs oder ein Glaskörper eine Leuchte bzw. eines Leuchtmittels jeweils mit den zusätzlichen Merkmalen des Anspruchs 1. Schließlich können Glaskörper vorgesehen sein, welche häufig berührt werden, wie beispielsweise Fingerabdruckleser, Bildschirme, Smartphone-Displays, Trinkgläser, Küvetten oder andere Laborgeräte

15 Dekorationsgegenstände (Nippes) aus Glas, die jeweils mit den zusätzlichen Merkmalen des Anspruchs 1 versehen sind, um weniger schmutzanfällig zu sein, wodurch sich Funktion und optische Erscheinung verbessern.

Vorzugsweise besteht der Glaskörper aus einem durchsichtigen bzw. transparenten

20 Kunststoff, beispielsweise ein transparentes Kunststoffsubstrat, welches behandelt oder unbehandelt sein kann. Der Glaskörper ist beispielsweise im Wesentlichen aus Polythiourethan, Polymethylmethacrylat, Polymethylacrylat, Polycarbonat, Polyacrylat oder Polydiethylenglycolbisallylcarbonat gebildet, wobei auch andere transparente Kunststoffmaterialien zum Einsatz kommen können. Insbesondere ist es bevorzugt,

25 dass der Glaskörper im Wesentlichen aus einem Acrylat-Polymer, wie beispielsweise Polymethylmethacrylat oder Polymethylacrylat, ausgebildet ist. Der Glaskörper kann mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen ebenen Flächen bzw. Oberflächen und/oder mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen gekrümmten Flächen bzw. Oberflächen ausgebildet sein.

30

Der Glaskörper kann gegebenenfalls bereits eine oder mehrere funktionelle Schichten aufweisen. Zu geeigneten funktionellen Schichten zählen beispielsweise eine

Primerlackierung zur Erhöhung der Bruchfestigkeit, eine Hartlacklackierung zur Erhöhung der Kratzfestigkeit, eine Antihafschicht bzw. Easy-To-Clean Schicht, eine leitende Schicht zur Verbesserung antistatischer Eigenschaften, eine Verspiegelungsschicht bzw. mehrlagige Verspiegelungsbeschichtung, eine
5 Entspiegelungsschicht bzw. eine mehrlagige Entspiegelungsbeschichtung, eine Färbeschicht etc.

Der Glaskörper weist eine Siliziumoxidschicht auf, welche mittelbar oder unmittelbar an einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers angeordnet ist. Die
10 Siliziumoxidschicht kann dadurch ausgebildet sein, dass Siliziummonoxid (SiO), Siliziumdioxid und/oder Silizium oder ein Gemisch davon in einem PVD-Prozess im Vakuum verdampft wird, wobei monomolekulares SiO in der Gasphase entsteht (daher der Begriff PVD-Prozess für die englische Bezeichnung physical vapor deposition, also physikalische Gasphasenabscheidung), und in einer dünnen Schicht auf dem
15 Glaskörper, beispielsweise den optischen Linsen, niederschlägt. Je nach dem im Prozess eingestellten Sauerstoff-Partialdruck scheidet sich die Schicht aus Siliziumoxid als Siliziummonoxid (SiO), niedervalentes Siliziumoxid (z.B. Si_2O_3) oder Siliziumdioxid (SiO_2) oder als ein Gemisch aus zwei oder drei der vorgenannten Materialien ab. Die Oberfläche des Glaskörpers bzw. die optischen Linsen werden
20 dadurch vorteilhafterweise gehärtet, aber insbesondere auch für eine kovalente Bindung mit einer gleitfördernden omniphoben Schicht vorbereitet, welche an der Siliziumoxidschicht ausgebildet ist.

Der Begriff omniphob wird erfindungsgemäß als „schmutzabweisend“ bzw.
25 „schmutzanhaftungsmindernd“ bzw. „abweisend gegenüber Flüssigkeiten“ verstanden. Vorteilhafterweise ist die omniphobe Schicht hydrophob und/oder oleophob, wobei eine Abstoßung von fettliebenden und wasserliebenden Phasen eine Verschmutzung der Oberfläche des beschichteten Glases besonders effektiv verhindert und eine leichte Reinigung des beschichteten Glases ermöglicht.

30

Dabei kann beispielsweise eine leichte Reinigung von Fingerabdrücken von Brillengläsern erreicht werden. Ebenso kann das beschichtete Glas auch in optischen

Sensoren oder Kameras eingesetzt werden, wodurch die Sensoren gegenüber Verschmutzung und damit Fehlmessungen besser geschützt und auch besser gereinigt und damit wieder in Betrieb genommen werden können. Auch bei der Verwendung als Windschutzscheibe oder Fensterglas bietet das erfindungsgemäße beschichtete Glas Vorteile bei der Reinigung und somit eine erhöhte Verkehrssicherheit bzw. einen niedrigeren Reinigungsaufwand.

Die omniphobe Schicht weist zumindest eine siliziumorganische Verbindung auf.

- 10 Siliziumorganische Verbindungen (auch: Organosiliziumverbindungen) ist der Sammelbegriff für Verbindungen, die entweder direkte Silizium-Kohlenstoff-Bindungen (Si-C) aufweisen oder in denen der Kohlenstoff über Sauerstoff-, Stickstoff- oder Schwefel-Atome an das Silizium geknüpft ist. Siliziumorganische Verbindungen können durch die allgemeine Formel R_nSiX_{4-n} (mit n von 1 bis 4) beschrieben werden, wobei R verschiedene organische Reste darstellt, wie z. B. Aliphate, Aromaten, Heterocyclen. X steht für verschiedene Gruppen (siehe Tabelle).

X	Stoffgruppe
H oder R	Organosilan, z.B. Tetramethylsilan
OH	Organosilane, z.B. Trimethylsilanol,
Cl	Organochlorsilane
Si-O	Siloxane
Si-N	Polysilazane
Si-C	Carbosilane

Die siliziumorganische(n) Verbindung(en) kann eine lineare bzw. offenkettige Verbindung sein. Die zumindest eine siliziumorganische Verbindung in der omniphoben Schicht kann zumindest ein Kohlenstoffatom, zumindest ein Sauerstoffatom, zumindest ein Stickstoffatom, zumindest ein Halogenatom und/oder zumindest ein Schwefelatom aufweisen, welches jeweils an ein zugeordnetes Siliziumatom geknüpft ist.

Bevorzugt weist die omniphobe Schicht zumindest ein Siloxan auf, insbesondere ein lineares Siloxan. Bei Siloxanen handelt es sich um Polymere mit einer sich wiederholenden Siloxan-Einheit $-\text{Si}-\text{O}-$, wobei das Siliziumatom zwei organische Reste R1 und R2 aufweist, welche bevorzugt Alkylgruppen sind. Eine bevorzugte Siloxanverbindung wäre beispielsweise Polydimethylsiloxan (PDMS, CAS 63148-62-9) mit der chemischen Formel $\text{C}_2\text{H}_6\text{OSi}$, worin die beiden organischen Reste R1 und R2 jeweils eine Methylgruppe (CH_3) darstellen. Eine omniphobe Schicht aufweisend PDMS als siliziumorganische Verbindung kann durch Hydrolysereaktion unter Verwendung des Monomers Dimethyldimethoxysilan (CAS 1112-39-6) mit der chemischen Formel $\text{Si}(\text{OCH}_3)_2(\text{CH}_3)_2$ als Präkursor bzw. Ausgangssubstanz erhalten werden, ggfs. unter Verwendung eines sauren Katalysators, wobei hierbei Polydimethylsiloxan entsteht.

Alternativ oder zusätzlich zu der zumindest einen siliziumorganischen Verbindung kann die omniphobe Schicht auch zumindest ein Silan oder Silanol aufweisen. Bevorzugt kann die omniphobe Schicht ein lineares bzw. acyclisches Silan oder ein cyclisches Silan aufweisen. Die Bezeichnung Silane steht für eine Stoffgruppe chemischer Verbindungen, die aus einem Silizium-Grundgerüst und Wasserstoff bestehen. Die allgemeine Summenformel der linearen bzw. acyclischen (offenkettigen, auch catena-Silane genannten) Silane lautet $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$. Ringförmige Silizium-Wasserstoff-Verbindungen, auch Cyclosilane genannt, haben die allgemeine Summenformel Si_nH_{2n} . Bisher sind lediglich unverzweigte und verzweigte Silane mit bis zu 8 und cyclische Silane mit 5 oder 6 Siliziumatomen bekannt. Es handelt sich durchweg um farblose Gase oder Flüssigkeiten. Silane sind pyrophor, das heißt, sie brennen an der Luft. Die Reaktivität nimmt mit zunehmender Kettenlänge ab. Schon Pentasilan reagiert nicht mehr selbständig mit dem Sauerstoffanteil der Luft. Ab Heptasilan sind Silane nicht mehr spontan selbstentzündlich. Zweckmäßigerweise wird daher ein Silan mit n größer gleich 7 gewählt. Des Weiteren neigen langkettige Silan zur Zersetzung durch Einwirkung von Sauerstoff und/oder Sonneneinstrahlung. Die Einwirkung von sauerstofffreiem Wasser ist unkritisch, so dass ein Einsatz in untergetauchten Bedingungen, beispielsweise bei Sensoren in Rohrleitungen, möglich ist. Gegenüber den Stammverbindungen werden mehrkernige Silane durch

Substitution mit Halogenen oder organischen Resten vorteilhafterweise deutlich stabiler. Bevorzugt weist die omniphobe Schicht zumindest ein Silanol auf, insbesondere ein lineares Silanol.

- 5 Die zumindest eine siliziumorganische Verbindung der omniphoben Schicht besteht in einer bevorzugten Ausführung aus einer oder mehreren funktionellen Gruppen, welche auch als sogenannte Schwanzgruppen bezeichnet werden, die für die omniphoben Eigenschaften verantwortlich sind, und aus einer oder mehreren oder Kopplungsgruppen, welche auch als sogenannten Ankergruppen oder Kopfgruppen
10 bezeichnet werden, die für die Anbindung an die Siliziumoxidschicht verantwortlich sind. In Weiterbildung hiervon kann die zumindest eine siliziumorganische Verbindung auch weitere Bestandteile aufweisen, bevorzugt zumindest eine weitere Molekülgruppen, besonders bevorzugt zwei oder mehrere Molekülgruppen, wie in den folgenden Absätzen ausgeführt.

15

- Die funktionelle Gruppe bzw. funktionelle Kette bzw. Schwanzgruppe der siliziumorganischen Verbindung weist zumindest eine Alkylgruppe oder eine Alkoxygruppe auf, dargestellt durch die Struktur $-C_nH_{2n+1}-$ oder $-C_nH_{2n+1}O-$, wobei n eine ganze Zahl ist, die Werte von 8 oder größer, bevorzugt von 11 oder größer,
20 annimmt. Die Eigenschaften dieser Alkylgruppe sind abhängig von deren Länge bzw., genau genommen von der Kettenlänge der Alkylgruppe. Diese Kettenlänge wird im Allgemeinen über die Anzahl der darin enthaltenen Kohlenstoffatome auch als C-Kettenlänge bezeichnet. Hinsichtlich der Länge der Alkyl- bzw. Alkoxykette sind Substanzen mit einer Kettenlänge größer oder gleich C8 bevorzugt, besonders
25 bevorzugt mit einer Kettenlänge größer oder gleich 11, da diese zusätzlich zu mit steigender Kettenlänge verstärkt ausgebildeten hydrophoben Eigenschaften die Ausbildung von SAMS (self-assembled monolayers) ermöglichen. Vorteilhafterweise bewirkt eine längere Alkylkette der Schwanzgruppe eine verbesserte Abschirmung der Kopplungsgruppe, mit welcher die Bindung an das Substrat erfolgt. Eine gute
30 Abschirmung führt vorteilhafterweise zu einer verbesserten Putzbeständigkeit, worunter verstanden wird, dass eine solche Verbindung eine Vielzahl an Putzhüben überdauert, wobei ein Putzhub die beim Putzen eines derart beschaffenen

Glaskörpers typischerweise vorliegenden Wischbewegungen meint.

Vorzugsweise weist die siliziumorganische Verbindung zumindest eine hydrolysierbare Gruppe als Kopplungsgruppe bzw. Kopfgruppe auf, welche eine
5 Reaktion mit Wasser eingehen kann, wodurch es zur Abspaltung einer Abgangsgruppe unter Bildung einer niedermolekularen Verbindung kommt. Vorteilhafterweise kann hierdurch im Rahmen einer Hydrolysereaktion eine Anbindung der siliziumorganischen Verbindung zur Ausbildung der omniphoben Schicht an Hydroxygruppen (OH-Gruppen), vorhanden bzw. ausgebildet an der
10 Siliziumoxidschicht des Glaskörpers, stattfinden, wodurch die siliziumorganische Verbindung eine kovalente Bindung mit der Siliziumoxidschicht des Glaskörpers eingeht und auf diese Weise auf dem Glaskörper die omniphobe Schicht ausgebildet wird. Bevorzugt ist die zumindest eine hydrolysierbare Gruppe eine Chloro- oder Ethoxygruppe, ein Amin, ein Silazan, ein Oxime bzw. eine Acetoxygruppe,
15 insbesondere handelt es sich bei der hydrolysierbaren Gruppe um eine Methoxygruppe. Die Anzahl der Kopplungsgruppen kann von eins bis drei variieren, wobei anstelle weiterer Kopf- bzw. Kopplungsgruppen auch weitere Schwanzgruppen, also Omniphobie verursachende Alkyl- oder Alkoxyketten, vorhanden sein können, welche eine erhöhte Hydrophobie bzw. eine bessere Abschirmung herbeiführen
20 können.

Weist eine siliziumorganische Verbindung als Schwanzgruppe mehrere Alkyl- oder Alkoxygruppen auf, so ist die Forderung hinsichtlich der Kettenlänge dergestalt zu verstehen, dass zumindest eine der Alkyl- oder Alkoxygruppen der siliziumorganischen
25 Verbindung eine Alkyl- oder Alkoxygruppe aufweist, deren Kettenlänge L1 die Forderung hinsichtlich des Vorliegens von 8 oder mehr Kohlenstoffatomen erfüllt, d.h. für die C-Kettenlängen L1 der zumindest einen Alkyl- oder Alkoxygruppe bzw. der längsten Alkyl- oder Alkoxygruppe der siliziumorganischen Verbindung gilt $L1 \geq 8$.

30 Bevorzugt kann die siliziumorganische Verbindung Hexadecyltrimethoxysilan (CAS 16415-12-6) mit der Formel $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{-Si}(\text{OCH}_3)_3$ aufweisen bzw. sein. Weiter bevorzugt, oder auch als eine weitere siliziumorganische Verbindung in Kombination

zur zuvor genannten, kann die siliziumorganische Verbindung Octadecyltrimethoxysilan (CAS 3069-42-9) mit der Formel $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}\text{-Si}(\text{OCH}_3)_3$ aufweisen bzw. sein. Die Kettenlänge der Schwanzgruppe, der Alkylkette, beträgt in den vorstehenden Fällen C16 bzw. C18. Die oben genannten siliziumorganischen Verbindungen sind Methoxysilane, wobei die siliziumorganische Verbindung alternativ oder zusätzlich Chlorosilane und/oder Ethoxysilane enthalten kann, besonders bevorzugt Hexadecyltrichlorosilan, Hexadecyltriethoxysilan, Octadecyltrichlorosilan und/oder Octadecyltriethoxysilan. Weiter bevorzugt können siliziumorganische Verbindungen mit noch längerer Alkylkette verwendet werden, insbesondere Verbindungen mit einer Kettenlänge der Alkylkette von C20 bis C34, da diese eine höhere Festigkeit aufweisen, weil mit zunehmender Länge der Alkylkette die nicht-kovalente Wechselwirkung der Kohlenwasserstoffreste begünstigt wird, was in verstärktem Maße eine Ausrichtung bzw. Selbstorganisation der Gruppen bedingt. Vorteilhafterweise bewirkt eine längere Alkylkette verbesserte hydrophobe und oleophobe Eigenschaften und eine verbesserte Putzbeständigkeit.

Wie vorstehend bereits erwähnt, kann die omniphobe Schicht, neben der zumindest einen siliziumorganischen Verbindung, auch eine weitere, zweite siliziumorganische Verbindung aufweisen, d.h. die omniphobe Schicht kann eine Mischung gebildet aus zumindest zwei siliziumorganischen Verbindungen aufweisen. Diese zweite siliziumorganische Verbindung weist als Schwanzgruppe zumindest eine Alkyl- oder Alkoxygruppe auf, dargestellt durch die Struktur $-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$ oder $-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{O}-$, wobei n eine ganze Zahl ist. Vorteilhafterweise kann durch das Vorhandensein von zumindest zwei siliziumorganischen Verbindungen, welche sich insbesondere hinsichtlich ihrer Substanzklasse, Struktur, Kopfgruppen, Schwanzgruppen und/oder, bevorzugt, hinsichtlich der Länge der Kette der Schwanzgruppen unterscheiden können, eine omniphobe Schicht ausgebildet werden, welche sich, im Vergleich zu einer omniphoben Schicht aufweisend nur eine siliziumorganische Verbindung, durch verbesserte Eigenschaften auszeichnet, wie beispielsweise durch eine höhere Putzbeständigkeit und/oder bessere bzw. ausgeprägtere hydrophobe und/oder oleophobe Eigenschaften.

Um im Folgenden die in der Mischung enthaltenen siliziumorganischen Verbindungen hinsichtlich der Länge ihrer Kette der Schwanzgruppe vergleichen zu können, wird die Konvention verwendet, dass für derartige Vergleiche die jeweils hinsichtlich ihrer Kette längste Alkyl- oder Alkoxygruppe aus der in der jeweiligen siliziumorganischen Verbindung vorhandenen Alkyl- oder Alkoxygruppen ausgewählt wird. Die C-Kettenlänge L2 der zumindest einen Schwanzgruppe der zweiten siliziumorganischen Verbindung ist zunächst nicht weiter eingeschränkt. Bevorzugt ist L2 kleiner oder gleich L1 und der Unterschied hinsichtlich der C-Kettenlänge der zumindest zwei Verbindungen ΔL berechnet sich als $\Delta L = (L1 - L2) / L1$.

Für eine erste siliziumorganische Verbindung mit einer C-Kettenlänge der Schwanzgruppe von größer oder gleich 8, d.h. $L1 \geq 8$, bevorzugt von größer oder gleich 11, kann die omniphobe Schicht als eine Mischung aus dieser Verbindung und zumindest einer weiteren, zweiten, siliziumorganischen Verbindung gebildet werden, wobei die zweite siliziumorganische Verbindung eine C-Kettenlänge L2 der Schwanzgruppe aufweist, welche sich hinsichtlich der Länge ihrer jeweils längsten Alkyl- bzw. Alkoxygruppe nur geringfügig unterscheidet bzw. eine vergleichbare Kettenlänge aufweist, worunter insbesondere verstanden wird, dass ΔL kleiner oder gleich 0,25, bevorzugt kleiner oder gleich 0,15, insbesondere kleiner oder gleich 0,1, ist. Im Allgemeinen nimmt der Aufwand zur Synthese langkettiger Alkyl- oder Alkoxysubstanzen mit steigender Kettenlänge zu und es wird zunehmend schwieriger, reine Substanzen herzustellen, d.h. die zu synthetisierende Substanz kann Anteile höherer und/oder niedrigerer Kettenlängen aufweisen, insbesondere kann sie Anteile der (nächst)höheren und/oder (nächst)niedrigeren Kettenlängen aufweisen. Unter der Maßgabe, dass eine langkettige(re) siliziumorganische Verbindung nicht in ihrer Reinform vorliegen muss, sondern dass die omniphobe Schicht aus einer Mischung aus zwei oder mehreren siliziumorganischen Verbindungen gebildet werden kann, welche sich hinsichtlich ihrer Kettenlänge, gemäß vorstehender Definition, nur geringfügig unterscheiden, lassen sich gute omniphobe Eigenschaften gepaart mit einem wirtschaftlichen Herstellungsverfahren, welches sich durch einen verringerten Anspruch an die Reinheit der synthetisierten Substanz mit einem vertretbaren Syntheseaufwand herstellen lässt, erhalten.

- Eine Mischung beispielsweise aufweisend die Substanzen Octadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_1 = 18$ und Hexadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_2 = 16$, wobei in diesem Fall $\Delta L \approx 0,11$ ist, lässt sich vorteilhafterweise mit geringem Aufwand synthetisieren. Aufgrund der vergleichbaren Kettenlänge liegen zwei derartige beschaffene siliziumorganische Verbindungen in einer solchen Mischung in einem Mischungsverhältnis von langkettiger zu kurzkettiger(er) Verbindung der Schwanzgruppen zu in etwa gleichen Anteilen (bspw. Gewichtsanteile und Volumenverhältnisse) vor. In Abwandlung hiervon ist auch ein Mischungsverhältnis möglich, in welchem die kurzkettige Verbindung im Vergleich zur langkettigen Verbindung im Überschuss vorliegt. In Abwandlung hiervon ist auch ein Mischungsverhältnis möglich, in welchem die langkettige Verbindung im Vergleich zur kurzkettigen Verbindung im Überschuss vorliegt.
- Für eine erste siliziumorganische Verbindung mit einer C-Kettenlänge der Schwanzgruppe von größer oder gleich 8, d.h. $L_1 \geq 8$, bevorzugt von größer oder gleich 11, kann die omniphobe Schicht als eine Mischung aus dieser Verbindung und zumindest einer weiteren, zweiten, siliziumorganischen Verbindung gebildet werden, wobei die zweite siliziumorganische Verbindung eine C-Kettenlänge L_2 der Schwanzgruppe aufweist, welche sich hinsichtlich der Länge ihrer jeweils längsten Alkyl- bzw. Alkoxygruppe deutlich von der ersten unterscheidet, worunter insbesondere verstanden wird, dass ΔL größer oder gleich 0,5, bevorzugt größer oder gleich 0,75, besonders bevorzugt größer oder gleich 0,9, insbesondere höchstens 1, ist. Diese können, kombiniert in einer Mischung, eine omniphobe Schicht ausbilden, welche Eigenschaften aufweist, die im Vergleich zu einer omniphoben Schicht aufweisend nur eine siliziumorganische Verbindung, verbessert sind. In diesem Fall kann durch die Beimengung der zweiten Substanz aufweisend eine deutlich kürzere Alkyl- bzw. Alkoxykette der Schwanzgruppe der positive Effekt erzielt werden, dass diese Substanz jene Bereiche auf der Oberfläche des Glaskörpers, bzw. der dort angeordneten Siliziumdioxidschicht, bei Ausbildung der omniphoben Schicht bedecken kann, welche die vergleichsweise langkettige erste Substanz aufgrund sterischer Hinderung nicht bedecken kann, um auf diese Weise zu einem höheren

Bedeckungsgrad bzw. einer lückenloseren Bedeckung des Glaskörpers mit der (bzw. bei der Ausbildung der) omniphoben Schicht zu erhalten, wodurch wiederum verbesserte omniphobe Eigenschaften und eine verbesserte Putzbeständigkeit erreicht werden. Neben van-der-Waals Wechselwirkungen, die zwischen den Alkylketten der Schwanzgruppen benachbarter Moleküle auftreten, kann es über die Kopplungsgruppen zusätzlich zur Ausbildung einer Quervernetzung durch kovalente Bindung der Kopplungsgruppen benachbarter Moleküle kommen, da nicht alle Kopplungsgruppen an die Oberfläche des Glaskörpers, bzw. eine dort angeordnete Siliziumoxidschicht, binden. Sowohl die van-der-Waals Wechselwirkung als auch die Quervernetzung führen zur Abschirmung der Substratoberfläche und der Kopplungsgruppen, wodurch die Putzbeständigkeit der omniphoben Schicht verbessert wird.

Eine erste beispielhafte Mischung hierfür wäre eine Mischung mit als einer ersten siliziumorganischen Verbindung wahlweise Octadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_1 = 18$ oder Hexadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_1 = 16$ in Mischung mit Trimethoxy(methyl)silan (CAS 1185-55-3 mit der Formel $C_4H_{12}O_3Si$) als zweiter siliziumorganischen Verbindung mit einer C-Kettenlänge von $L_2 = 1$, d.h. mit anderen Worten, dass eine Mischung einer langkettigen und einer im Vergleich hierzu kurzkettigen Verbindung vorliegt. Eine zweite beispielhafte Mischung hierfür wäre eine Mischung von wahlweise Octadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_1 = 18$ bzw. Hexadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von $L_1 = 16$ als einer ersten siliziumorganischen Verbindung in einer Mischung mit Trimethoxyoctylsilan (CAS 3069-40-7 mit der Formel $C_{11}H_{26}O_3Si$) mit einer C-Kettenlänge von $L_2 = 8$ als einer zweiten siliziumorganischen Verbindung, wodurch sich ein Unterschied von $\Delta L \approx 0,56$ bzw. von $\Delta L = 0,5$ ergibt, d.h. mit anderen Worten, dass eine Mischung einer langkettigen und einer, im Vergleich hierzu, kurzkettigen Verbindung vorliegt. Aufgrund der unterschiedlichen Kettenlängen liegen zwei derartige beschaffene siliziumorganische Verbindungen in einer solchen Mischung in etwa gleichen Anteilen vor. In Abwandlung hiervon ist auch ein Mischungsverhältnis möglich, in welchem die kurzkettige Verbindung im Vergleich zur langkettigen Verbindung im Überschuss vorliegt. In Abwandlung hiervon ist auch ein

Mischungsverhältnis möglich, in welchem die langkettige Verbindung im Vergleich zur kurzkettigen Verbindung im Überschuss vorliegt.

- 5 Vorzugsweise eignen sich einerseits die vorstehend genannten siliziumorganischen Verbindungen zur Ausbildung der omniphoben Schicht, welche eine im Wesentlichen lineare molekulare Struktur aufweisen, worunter insbesondere das Vorliegen einer im Wesentlichen linearen Alkylkette als Schwanzgruppe verstanden wird.

- 10 Vorzugsweise eignet sich andererseits auch eine nicht-lineare siliziumorganische Verbindung zur Ausbildung der omniphobe Schicht, worunter siliziumorganische Verbindungen fallen, deren molekulare Struktur nicht-linear ist, aufweisend z. B. zumindest eine Verzweigung, und/oder eine zyklische Struktur, insbesondere eine Ringstruktur, und/oder eine dipodale Struktur.

- 15 Unter einer solchen Verzweigung wird einerseits das Vorliegen einer Substanz mit einer Alkyl- bzw. Alkoxygruppe als Schwanzgruppe verstanden, welche innerhalb dieser Kette eine Verzweigung aufweist, wie beispielsweise die Substanz Isobutyl(trimethoxy)silan oder Isooctyl(trimethoxy)silan. Die Verzweigung des Isobutyl(trimethoxy)silans wird durch zwei Methylgruppen (CH_3 -Gruppe) am Ende der
- 20 Alkylkette hervorgerufen. Isooctyl(trimethoxy)silan weist eine verzweigte Struktur auf, bedingt durch drei Methylgruppen (CH_3 -Gruppe) am Ende der Alkylkette sowie eine Methyl-Seitengruppe innerhalb der Alkylkette. Andererseits kann hierunter zusätzlich auch eine siliziumorganische Verbindung verstanden werden, in welcher eine zusätzliche, weitere Alkylgruppe als Schwanzgruppe vorhanden ist, welche zusätzlich
- 25 (zur ersten Alkylgruppe) an das Si-Atom gebunden ist, wie beispielsweise die Substanz n-Octadecylmethyldimethoxysilan (CAS 70-851-50-2 mit der Formel $\text{C}_{21}\text{H}_{46}\text{O}_2\text{Si}$). Derart verzweigte Verbindungen zeichnen sich durch verbesserte omniphobe Eigenschaften aus, da durch die Verzweigung(en) einerseits eine bessere Abschirmung der Kopplungsgruppe vorliegt und andererseits die Verzweigung das
- 30 Vorliegen mehrerer Schwanzgruppen bedingt, wodurch erhöhte bzw. verbesserte omniphobe, insbesondere hydrophobe, Eigenschaften vorliegen.

Neben den vorstehend genannten verzweigten Verbindungen eignen sich auch nicht-lineare, insbesondere zyklische, Verbindungen aufweisend eine Ringstruktur bevorzugt als siliziumorganische Verbindung, wahlweise in Reinform oder in Mischung mit einer zweiten, oder mehreren weiteren, linearen oder nicht-linearen Verbindungen zur Ausbildung einer solchen omniphoben Schicht. Besonders bevorzugt eignen sich hier aromatische Silane und/oder zyklische Azasilane, wovon erstere sich durch einen (bzw. mehrere) Aromaten, worunter eine aromatische Struktur verstanden wird, innerhalb oder am Ende der Alkylkette(n) auszeichnen. Die zyklischen Azasilane weisen eine zyklische Struktur auf, enthaltend ein Stickstoffatom und eine oder mehrere Alkyl- bzw. Alkyletherketten, wobei bei der Anbindung eine Ringöffnungsreaktion stattfindet. Insbesondere die Gruppe der zyklischen Azasilane zeichnet sich durch einen vergleichsweise hohen Dampfdruck aus, welcher bevorzugt Gasphasenreaktionen ermöglicht. Hierdurch werden günstigerweise auch alternative, insbesondere lösungsmittelfreie, Herstellungsverfahren der diese Verbindung(en) aufweisenden omniphoben Schicht ermöglicht, wie zum Beispiel dem Fachmann geläufige Verfahren der Gasphasenabscheidung. Beispiele für Verbindungen aus der Gruppe der zyklischen Azasilane wären N-Methyl-aza-2,2,4-Trimethylsilacyclopentan (CAS 18387-19-4 mit der Formel $C_7H_{17}NSi$) oder N-n-Butyl-aza-2,2-Dimethoxysilacyclopentan (CAS 618914-44-6 mit der Formel $C_9H_{21}NO_2Si$). Beispiele für aromatische Silanverbindungen wären 4-Phenylbutyltrichlorosilan (CAS 17886-88-3 mit der Formel $C_{10}H_{13}Cl_3Si$) oder 3-Phenoxypropyltrichlorosilan (CAS 60333-76-8 mit der Formel $C_9H_{11}Cl_3OSi$).

Vorzugsweise eignet sich andererseits auch eine dipodale siliziumorganische Verbindung zur Ausbildung der omniphoben Schicht. Dipodale siliziumorganische Verbindung zeichnen sich durch zwei Siliziumatome mit jeweils einer oder mehreren Kopplungsgruppen, wie zuvor beschrieben, und einer oder mehreren Schwanzgruppen, wie zuvor beschrieben, aus. Durch das Vorhandensein einer höheren Anzahl an Kopplungsgruppen kann die Anbindung an die Glasoberfläche begünstigt und somit die Beständigkeit der omniphoben Schicht verbessert werden. Verbindungen, welche dipodal aufgebaut sind, sind beispielsweise 1,2-bis(trimethoxysilyl)decan (CAS 832079-33-1 mit der Formel $C_{16}H_{38}O_6Si_2$), 1,8-

bis(triethoxysilyl)octan (CAS 52217-60-4 mit der Formel $C_{20}H_{46}O_6Si_2$), 1,10-bis(trimethoxysilyl)decan (CAS 122185-09-5 mit der Formel $C_{16}H_{38}O_6Si_2$) oder bis(trimethoxysilylethyl)benzen (CAS 266317-71-9 mit der Formel $C_{16}H_{30}O_6Si_2$).

- 5 Es wäre aber ebenfalls denkbar, dass die omniphobe Schicht eine Mischung aufweist, welche zumindest eine Verbindung aufweisend eine im Wesentlichen lineare molekulare Struktur und eine Verbindung, welche eine nicht-lineare molekulare Struktur, oder eine Mischung aus zumindest zwei Verbindungen, welche beide jeweils eine nicht-lineare Struktur, aufweisen, umfasst.

10

Es wäre ebenfalls möglich, dass die omniphobe Schicht eine Mischung aus zumindest zwei siliziumorganischen Verbindungen aufweist, wobei zumindest eine der siliziumorganischen Verbindungen zumindest eine Pentafluorphenylgruppe aufweist, dargestellt durch die Struktur $-C_6F_5$. Die Anzahl der Pentafluorphenylgruppen ist nach

15 oben nicht weiter begrenzt, wobei in der Regel nur eine solche Gruppe vorliegt und dafür sorgt, der Verbindung (und damit der später ausgebildeten omniphoben Schicht) hydrophobe und/oder oleophobe Eigenschaften zu verleihen. Die siliziumorganische Verbindung enthält keine Trifluormethylgruppe und keine Difluormethylengruppe und ist damit nicht von einem möglichen Verbot von PFAS-haltigen Substanzen betroffen.

20

Bevorzugt liegt eine Mischung von zumindest zwei siliziumorganischen Verbindungen vor, wovon eine Verbindung zumindest eine Pentafluorphenylgruppe aufweist und die zweite Verbindung, bzw. die weiteren Verbindungen, keine Pentafluorphenylgruppe aufweist bzw. aufweisen. Aufgrund der molekularen Größe einer solchen Pentafluorphenylgruppe kann es beim Bedecken einer Oberfläche zur Ausbildung

25 einer omniphoben Schicht zu sterischer Hinderung kommen, weshalb eine lückenhafte bzw. nicht vollständige bzw. nur teilweise Bedeckung stattfindet. Durch Verwenden einer Mischung von zumindest zwei siliziumorganischen Verbindungen, wovon nur eine eine Pentafluorphenylgruppe aufweist, kann die diese Gruppe aufweisende Verbindung von der anderen bzw. den anderen Verbindungen stabilisiert werden,

30 sodass vorteilhafterweise die bereits vorstehend erwähnte gerichtete Orientierung stattfindet, bei der insbesondere die Pentafluorphenylgruppe von der zu beschichtenden Oberfläche weg zeigt, um auf diese Weise die bestmöglichen

omniphoben Eigenschaften zu erhalten. Bevorzugt weist eine Mischung beispielsweise Pentafluorophenoxyundecyltrimethoxysilan (CAS 944721-47-5 mit der Formel $C_{20}H_{31}F_5O_4Si$) als eine erste siliziumorganische Verbindung mit einer C-Kettenlänge von $L1 = 11$ auf und wahlweise Trimethoxy(methyl)silan mit einer C-Kettenlänge von $L2 = 1$ oder Trimethoxy-n-octylsilan mit einer C-Kettenlänge $C2 = 8$ als eine besonders bevorzugte zweite siliziumorganische Verbindung auf.

Bevorzugt bildet die omniphobe Schicht selbst nach mehr als 1.000 Putzhüben, bevorzugt nach mehr als 2.000 Putzhüben, besonders bevorzugt nach mehr als 6.000 Putzhüben, einen Kontaktwinkel gegenüber Wasser aus, welcher mindestens 100° , und einen Kontaktwinkel gegenüber Hexadekan, welcher mindestens 25° , beträgt. Bevorzugt bildet die omniphobe Schicht unmittelbar nach Herstellung einen Kontaktwinkel gegenüber Wasser von 100° bis 110° und gegenüber Hexadekan von 35° bis 45° aus, d. h. selbst nach den zuvor genannten 2.000 Putzhüben liegt nur eine geringfügige Veränderung dieses Wertes vor.

Bevorzugt weist die omniphobe Schicht eine Mischung aus zwei, besonders bevorzugt aus zwei oder mehreren, insbesondere aus einer Vielzahl von, siliziumorganischen Verbindung auf, welche wie vorstehend charakterisiert ausgebildet sind und durch die Kombination unterschiedlicher siliziumorganischer Verbindungen, aufweisend unterschiedliche bzw. unterschiedlich lange Alkyl- bzw. Alkoxyketten, und/oder aufweisend unterschiedliche molekulare Strukturen (linear, verzweigt, ringförmig, zyklisch, dipodal), lassen sich omniphobe Schichten ausbilden mit vorteilhaften Eigenschaften.

Ohne Beschränkung hierauf werden im folgenden einige bevorzugte Ausführungsformen angegeben, wobei die Erfindung ausdrücklich hierauf nicht beschränkt ist, sondern diese bevorzugten Ausführungsformen lediglich als Beispiele für die unzähligen Kombinationsmöglichkeiten dienen sollen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als siliziumorganische Verbindungen eine Mischung der Verbindungen

Hexadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von C16 und Octadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von C18 auf. Eine omniphobe Schicht aufweisend die vorstehend genannte Mischung zeichnet sich durch eine, im Vergleich zu den einzelnen Verbindungen, verbesserte Omniphobie und Haltbarkeit aus.

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als siliziumorganische Verbindungen die Verbindung Hexadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von C16 in Mischung mit zumindest einer Verbindung aufweisend wahlweise eine C-Kettenlänge von C1 oder C3 auf. Durch die Kombination einer langkettigen Verbindung in Kombination mit einer Verbindung aufweisend eine kurze Alkylkette von einer Methylgruppe (CH_3 -Gruppe) oder einer Propylgruppe ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) lässt sich vorteilhafterweise eine verbesserte Bedeckung der, mit der omniphoben Schicht zu versehenen, Oberfläche erzielen.

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als siliziumorganische Verbindungen die Verbindung Octadecyltrimethoxysilan mit einer C-Kettenlänge von C18 in Mischung mit zumindest einer Verbindung aufweisend wahlweise eine C-Kettenlänge von C1 oder C3 auf. Durch die Kombination einer langkettigen Verbindung in Kombination mit einer Verbindung aufweisend eine kurze Alkylkette von einer Methylgruppe (CH_3 -Gruppe) oder einer Propylgruppe ($\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$) lässt sich vorteilhafterweise eine verbesserte Bedeckung der, mit der omniphoben Schicht zu versehenen, Oberfläche erzielen.

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als erste siliziumorganische Verbindung eine Verbindung aufweisend eine im Wesentlichen lineare Alkyl- bzw. Alkoxykette, bevorzugt Hexadecyltrimethoxysilan oder Octadecyltrimethoxysilan, in Mischung mit einer zweiten siliziumorganischen Verbindung aufweisend eine verzweigte Alkyl- bzw. Alkoxykette, bevorzugt Isobutyl(trimethoxy)silan oder Isooctyl(trimethoxy)silan, auf. Diese Kombination aus einer Verbindung mit einer im Wesentlichen linearen und einer Verbindung mit einer verzweigten Alkyl- bzw. Alkoxykette zeichnet sich vorteilhafterweise durch verbesserte

Eigenschaften, insbesondere eine verbesserte Omniphobie und eine verbesserte Beständigkeit aus, da die verzweigte Alkyl- bzw. Alkoxykette einerseits zu einer besseren Abschirmung der Kopplungsgruppe und andererseits zu einer verbesserten Haltbarkeit der Schicht führt.

5

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als erste siliziumorganische Verbindung eine Verbindung aufweisend eine im Wesentlichen lineare Alkyl- bzw. Alkoxykette, bevorzugt Hexadecyltrimethoxysilan oder Octadecyltrimethoxysilan, in Mischung mit einer zweiten siliziumorganischen Verbindung auf, welche eine ringförmige bzw. zyklische Struktur aufweist, bevorzugt ist diese zweite Verbindung ein aromatisches Silan wie 4-Phenylbutyltrichlorosilan oder 3-Phenoxypropyltrichlorosilan, besonders bevorzugt ist diese zweite Verbindung ein zyklisches Silan, insbesondere ein zyklisches Azasilan, wie N-Methyl-aza-2,2,4-Trimethylsilacyclopentan oder N-n-Butyl-aza-2,2-Dimethoxysilacyclopentan. Diese Kombination aus einer Verbindung mit einer im Wesentlichen linearen und einer Verbindung mit einer ringförmigen bzw. zyklischen Alkyl- bzw. Alkoxykette zeichnet sich vorteilhafterweise, bedingt durch das erhöhte Molekulargewicht der ringförmigen bzw. zyklischen Alkyl- bzw. Alkoxykette, durch einen erhöhten Dampfdruck aus und ist daher besonders gut für Verdampfungsverfahren bei der Ausbildung bzw. Herstellung der omniphoben Schicht geeignet.

20

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als erste siliziumorganische Verbindung eine Verbindung aufweisend eine im Wesentlichen lineare Alkyl- bzw. Alkoxykette, bevorzugt Hexadecyltrimethoxysilan oder Octadecyltrimethoxysilan, in Mischung mit einem dipodalen Silan auf, bevorzugt in Mischung mit 1,2-bis(trimethoxysilyl)decan, 1,8-bis(triethoxysilyl)octan, 1,10-bis(trimethoxysilyl)decan oder bis(trimethoxysilylethyl)benzen. Eine solche Mischung zeichnet sich vorteilhafterweise durch eine verbesserte Haltbarkeit der Beschichtung aus, da durch die dipodale Struktur mehr Bindungsmöglichkeiten vorhanden sind.

25

30

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan oder Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem

Siloxan, bevorzugt in Mischung mit Polydimethylsiloxan (PDMS), auf. Vorteilhafterweise zeichnet sich eine solche Mischung durch verbesserte omniphobe Eigenschaften, eine gute Anhaftung an den Glaskörper und damit verbunden den vorteilhaften Effekt einer verbesserten Beständigkeit aus.

5

Gemäß einer weiteren, bevorzugten Ausführungsform weist die omniphobe Schicht als siliziumorganische Verbindung zumindest Docosyltriethoxysilan (CAS 1604813-39-9) mit der chemischen Formel $C_{28}H_{60}O_3Si$ mit einer C-Kettenlänge von C22 auf. Derart langkettige Verbindungen sind kommerziell nicht in Reinform verfügbar, weshalb Docosyltriethoxysilan in der Regel eine Mischung ist aus Substanzen aufweisend C-Kettenlängen von C18 bis C24, bevorzugt von C20 bis C24. Vorteilhafterweise lassen sich sehr gute omniphobe Eigenschaften mit einer omniphoben Schicht aufweisend Docosyltriethoxysilan als siliziumorganische Verbindung erzielen, da mit steigender Kettenlänge die omniphoben Eigenschaften zunehmen.

15

Ein weiterer Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer omniphoben Beschichtung auf einem Glaskörper, aufweisend die folgenden Schritte:

- (i) Bereitstellen eines Glaskörpers;
- (ii) Ausbilden einer gleitfördernden, omniphoben Schicht, insbesondere gemäß dem vorangegangenen Aspekt der Erfindung;

20

Der erste Schritt des Verfahrens zur Herstellung einer omniphoben Beschichtung auf einem Glaskörper umfasst das Bereitstellen eines Glaskörpers. Vorzugsweise wird als Glaskörper ein Gegenstand verwendet bzw. bereitgestellt, welcher als optisches Material verwendet werden kann, beispielsweise als ophthalmische Linse bzw. als ein Brillenglas. Der Glaskörper ist jedoch nicht auf ophthalmische Linsen beschränkt und kann ein beliebiger durchsichtiger bzw. optischer Gegenstand, auf den insbesondere eine Beschichtung aufgebracht werden kann, sein. Konkrete Beispiele hierfür sind Gläser, wie Kronglas, Mineralglas, Fenstergläser, Flachgläser, Windschutzscheiben oder Sichtfenster bzw. Elemente von optischen Sensoren, Lichtquellen oder fotografischen Linsen bzw. Kunststoffe, wie Polyacrylate oder Keramiken.

25

30

Vorzugsweise besteht der Glaskörper aus einem durchsichtigen bzw. transparenten Kunststoff, beispielsweise ein transparentes Kunststoffsubstrat, welches behandelt oder unbehandelt sein kann. Der Glaskörper ist beispielsweise im Wesentlichen aus Polythiourethan, Polymethylmethacrylat, Polymethylacrylat, Polycarbonat, Polyacrylat oder Polydiethylenglycolbisallylcarbonat gebildet, wobei auch andere transparente Kunststoffmaterialien zum Einsatz kommen können. Insbesondere ist es bevorzugt, dass der Glaskörper im Wesentlichen aus einem Acrylat-Polymer, wie beispielsweise Polymethylmethacrylat oder Polymethylacrylat, ausgebildet ist. Der Glaskörper kann mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen ebenen Flächen bzw. Oberflächen und/oder mit zumindest bereichsweise im Wesentlichen gekrümmten Flächen bzw. Oberflächen ausgebildet sein.

Der Glaskörper kann gegebenenfalls bereits eine oder mehrere funktionelle Schichten aufweisen. Zu geeigneten funktionellen Schichten zählen beispielsweise eine Primerlackierung zur Erhöhung der Bruchfestigkeit, eine Hartlacklackierung zur Erhöhung der Kratzfestigkeit, eine Antihafschicht bzw. Easy-To-Clean Schicht, eine leitende Schicht zur Verbesserung antistatischer Eigenschaften, eine Verspiegelungsschicht bzw. mehrlagige Verspiegelungsbeschichtung, eine Entspiegelungsschicht bzw. eine mehrlagige Entspiegelungsbeschichtung, eine Färbeschicht etc.

Der Glaskörper kann, insbesondere im Hinblick auf seine spätere Verwendung als Linse bzw. Brillenglas(linse), in (roh-)runder Form bereitgestellt werden oder bereits eingeschliffen worden sein, worunter verstanden wird, dass der Glaskörper bereits einen Verfahrensschritt des Formrandens bzw. der Randbearbeitung durchlaufen hat und nicht mehr in (roh-)runder Form vorliegt, sondern eine hiervon abweichende, insbesondere eine, bedingt durch seine spätere Verwendung als Linse bzw. Brillenglas(linse), hiervon abweichende, vorgegebene Form aufweist.

Bevorzugt weist der im ersten Verfahrensschritt bereitzustellende Glaskörper bereits eine Siliziumoxidschicht auf, welche mittelbar oder unmittelbar an einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers angeordnet ist. Falls der im ersten Verfahrensschritt

bereitzustellende Glaskörper keine solche Siliziumoxidschicht aufweist, so kann in Weiterbildung hiervon in diesem ersten Verfahrensschritt zunächst eine Siliziumoxidschicht, mittelbar oder unmittelbar, an einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers aufgebracht bzw. angeordnet bzw. ausgebildet werden. Die

5 Siliziumoxidschicht kann dadurch ausgebildet werden, dass Siliziummonoxid (SiO), Siliziumdioxid und/oder Silizium oder ein Gemisch davon in einem PVD-Prozess im Vakuum verdampft wird, wobei monomolekulares SiO in der Gasphase entsteht (daher der Begriff PVD-Prozess für die englische Bezeichnung physical vapor deposition, also physikalische Gasphasenabscheidung), und in einer dünnen Schicht auf dem

10 Glaskörper, beispielsweise den optischen Linsen, niederschlägt. Je nach dem im Prozess eingestellten Sauerstoff-Partialdruck scheidet sich die Schicht aus Siliziumoxid als Siliziummonoxid (SiO), niedervalentes Siliziumoxid (z.B. Si_2O_3) oder Siliziumdioxid (SiO_2) oder als ein Gemisch aus zwei oder drei der vorgenannten Materialien ab. Die Oberfläche des Glaskörpers bzw. die optischen Linsen werden

15 dadurch vorteilhafterweise gehärtet, aber insbesondere auch für eine kovalente Bindung mit einer gleitfördernden omniphoben Schicht vorbereitet, welche an der Siliziumoxidschicht ausgebildet ist.

Der an den ersten Verfahrensschritt anschließende, zweite Verfahrensschritt umfasst

20 das Ausbilden einer gleitfördernden, omniphoben Schicht auf dem Glaskörper. In diesem Verfahrensschritt wird auf dem, im vorherigen Verfahrensschritt bereitgestellten, Glaskörper, bzw. (zumindest) auf einer auf dessen Flächen bzw. Oberflächen, mittelbar oder unmittelbar, angeordneten Siliziumoxidschicht eine gleitfördernde, omniphobe Schicht, insbesondere eine gleitfördernde omniphobe

25 Schicht gemäß dem vorangegangenen Aspekt der Erfindung, ausgebildet. Mit anderen Worten liegt nach Durchführen dieses Verfahrensschritt ein Glaskörper, insbesondere ein beschichteter Glaskörper bzw. beschichtetes Glas bzw. beschichtetes Brillenglas vor, welcher eine omniphobe Schicht aufweist, welche sich vorzugsweise dadurch auszeichnet, dass sie zumindest eine siliziumorganische Verbindung aufweist und

30 diese omniphobe Schicht verleiht dem Glaskörper vorzugsweise hydrophobe und/oder oleophobe Eigenschaften, bevorzugt einen Kontaktwinkel, unmittelbar nach Herstellung bzw. Ausbildung bestimmt, gegenüber Wasser von 100° bis 110° und

gegenüber Hexadekan von 35° bis 45°.

Vorzugsweise kann das Ausbilden der omniphobe Schicht ein Aufbringen der, die omniphobe Schicht bildenden, siliziumorganische(n) Verbindung(en) pur oder in
5 Lösung, umfassen, beispielsweise durch Beträufeln oder Eintauchen des Glaskörpers (auch bezeichnet als Tauchbeschichtung). Wird die auszubildende omniphobe Schicht aus einer Mischung aufweisend zumindest zwei oder mehrere siliziumorganische Verbindungen gebildet, so werden diese Verbindungen gemäß des zu erhaltenden Mischungsverhältnisses in einer Lösung, besonders bevorzugt in einer Isopropanol-
10 Lösung, vermengt. Die Lösung enthält bevorzugt zumindest eines aus der Reihe der folgenden Stoffe: eine Säure, insbesondere Schwefelsäure, ein organisches Lösungsmittel, vorzugsweise einen nicht-zyklischen Alkohol (insbesondere Ethanol oder Isopropanol), einen Ether (insbesondere Tetrahydrofuran (C_4H_8O)), Dimethylformamid (C_3H_7NO), Dimethylsulfoxid (C_2H_6OS), Hexan, Decan, Hexadecan,
15 Octadecan, Chloroform, Diiodmethan (CH_2I_2), Dichlormethan oder ein zyklisches Lösungsmittel, wie beispielsweise Toluol (C_7H_8) oder Xylenol (insbesondere 2,5-Xylenol). Bevorzugt weist die Lösung Toluol (C_7H_8), besonders bevorzugt Isopropanol (C_3H_8O), auf. Anstelle des Beträufelns bzw. Eintauchens des Glaskörpers kann auch ein Aufwischen der siliziumorganische(n) Verbindung(en) auf die zu beschichtende
20 Oberfläche des Glaskörpers erfolgen. Hierfür kann beispielsweise ein Tuch bzw. ein Lappen benetzt werden, zum Beispiel durch Beträufeln bzw. Tränken mit der bzw. den siliziumorganische(n) Verbindung(en) bzw. durch Eintauchen in eine Lösung enthaltend die siliziumorganische(n) Verbindung(en). Anschließend wird (bzw. werden) die siliziumorganische(n) Verbindung(en) mit dem getränkten Tuch bzw.
25 Lappen durch Benetzen der zu beschichtende Oberfläche des Glaskörpers auf der Oberfläche des Glaskörpers aufgetragen bzw. verteilt bzw. aufgewischt. Die Einwirkzeit kann mehrere Stunden betragen, bevorzugt bis zu 1 Stunde betragen, wobei typische Einwirkzeiten wenige Minuten bis einige Sekunden betragen. Bevorzugt beträgt die Einwirkzeit 1 bis 5 Minuten, weiter bevorzugt weniger als 3
30 Minuten, besonders bevorzugt weniger als 1 Minute, insbesondere weniger als 10 Sekunden. Vorteilhafterweise lassen sich durch entsprechende kurze Einwirkzeiten besonders wirtschaftliche Herstellungsverfahren realisieren, welche durch kurze

Einwirkzeiten einen hohen Durchsatz erlauben und insbesondere (teil-)automatisiert durchgeführt werden können, bevorzugt als Bestandteil einer bereits vorhandenen (teil-)automatisierten Fertigungsstraße. Vorteilhafterweise kann das Verfahren durch entsprechend kurze Einwirkzeiten im Sekunden- bis Minutenbereich eine von einer

5 bestehenden Fertigungsstraße vorgegebene Taktzeit einhalten bzw. es kann das Verfahren durch geeignete Wahl der Einwirkzeit an eine vorgegebene Taktzeit angepasst werden. Vorteilhafterweise ist das Ausbilden der Beschichtung durch Benetzen bzw. Eintauchen in einfacher Weise durchführbar. In einer Weiterbildung hiervon kann vorzugsweise auch eine temperierte Lösung verwendet werden, d.h. eine

10 Lösung, gemäß der vorgenannten Spezifikationen, welche auf eine vordefinierte Temperatur erwärmt wird, um auf diese Weise die Anbindungsreaktion zu beschleunigen. In einer weiteren Weiterbildung, insbesondere alternativ oder zusätzlich hierzu, kann auch ein Katalysator, bevorzugt ein saurer Katalysator bereitgestellt werden, um die Anbindungsreaktion auf diese Weise vorteilhaft zu

15 beeinflussen bzw. zu beschleunigen. Bevorzugt kann das Benetzen bzw. Eintauchen auch zweifach, dreifach oder mehrfach erfolgen, insbesondere mit einem zeitlichen Abstand, der weiter bevorzugt derart bemessen sein kann, dass die Oberfläche des Glaskörpers zwischenzeitlich teilweise oder vollständig trocknet.

20 Vorzugsweise kann das Ausbilden der omniphoben Schicht ein Verdampfungsverfahren umfassen, insbesondere ein Aufdampf- bzw. Verdampfungsverfahren durchgeführt in einer Hochvakuum-Beschichtungsanlage unter Vakuumbedingungen, bevorzugt bei einem Druck von kleiner oder gleich 10^{-4} mbar, besonders bevorzugt bei einem Druck von kleiner oder gleich 10^{-5} mbar. Hierbei

25 liegt in der Regel eine Tablette oder eine Pille als Träger vor, welche neben weiteren Bestandteilen, wie beispielsweise einem Trägermaterial, die siliziumorganische(n) Verbindung(en) aufweist. Bei einem solchen Trägermaterial kann es sich beispielsweise um poröse Keramikkörper oder um Metallkörper, bevorzugt aus Edelstahl und/oder Kupfer, gefüllt mit Stahlwolle handeln. Aufgrund ihrer großen

30 Oberfläche können diese Trägermaterialien Flüssigkeiten gut speichern. Auf diese Weise ist es möglich, die siliziumorganische(n) Verbindung(en) in flüssiger Form in solchen Trägermaterialien zu speichern und in der Regel sind darin mindestens 10 mg,

bevorzugt zwischen 45 mg und 300 mg, besonders bevorzugt zwischen 90 mg und 270 mg, gespeichert. Die zumindest eine siliziumorganische Verbindung bzw. eine Mischung mehrerer siliziumorganischer Verbindungen kann sowohl pur als auch in Lösung, d.h. mit einem geeigneten Lösungsmittel, hierin gespeichert vorliegen. Diese

5 Träger werden bevorzugt in einem thermischen Verdampfer erhitzt, bevorzugt durch die an einem ohmschen Widerstand bei einer Stromstärke zwischen 4 und 6 Ampere abfallende Wärmeleistung, wodurch die Substanz zum Verdampfen gebracht wird, wobei der sich bildende Dampf enthaltend die siliziumorganische(n) Verbindung(en) als Niederschlag unter Ausbildung der omniphoben Schicht abscheidet. Alternativ

10 hierzu kann das Erhitzen auch mittels eines Elektronenstrahls stattfinden. Wird ein (bzw. werden mehrere) Glaskörper diesem Dampfniederschlag ausgesetzt, so scheidet sich auf dessen (bzw. deren) Oberfläche(n) die im Niederschlag enthaltenen siliziumorganisch(en) Verbindung(en) ab. Auf diese Weise wird auf einem (bzw. werden mehreren) Glaskörper(n) mittels eines, insbesondere thermischen,

15 Verdampfungsverfahrens eine omniphobe Schicht ausgebildet. Durch geeignete Halterung bzw. Orientierung kann dafür gesorgt werden, dass der Dampfniederschlag bevorzugt auf einer (bzw. den) Oberfläche(n) des Glaskörpers bzw. der Glaskörper stattfindet, auf der bzw. denen eine Siliziumoxidschicht angeordnet ist. Im Allgemeinen weist eine solche omniphobe Schicht eine physikalische Schichtdicke von einigen bis

20 etwa 50 Nanometern auf, insbesondere eine Schichtdicke zwischen 5 und 25 Nanometern. Das Wachstum der omniphoben Schicht, bezeichnet als Rate und ausgedrückt in Nanometern pro Sekunde, ist bevorzugt kleiner 2 nm/s, insbesondere kleiner oder gleich 1,5 nm/s. Hierdurch kann vorteilhafterweise sichergestellt werden, dass die omniphobe Schicht nicht zu schnell anwächst und auf diese Weise eine

25 möglichst homogene, insbesondere lückenlose Bedeckung, stattfindet.

Neben den beiden genannten Verfahren, wie dem Benetzen mit einer Lösung aufweisend die siliziumorganische(n) Verbindung(en) durch Beträufeln mit einer solchen Lösung bzw. Eintauchen in eine solche Lösung und/oder einem

30 Verdampfungsverfahren, sind alle weiteren üblichen, dem Fachmann geläufigen Verfahren ebenso denkbar. So kann bzw. können die siliziumorganische(n) Verbindung(en) beispielsweise auch durch Besprühen (Spraycoating) und/oder auch

durch Schleuderbeschichtung (Spincoating) aufgebracht werden. Abhängig von der Wahl des Verfahrens werden der Lösung aufweisend die siliziumorganische(n) Verbindung(en) unterschiedliche Lösungsmittel und/oder zusätzliche Bestandteile zur Modifikation von Eigenschaften wie Viskosität, Oberflächenspannung und/oder Feststoffgehalt beigesetzt. Es wäre auch denkbar, die die siliziumorganische(n) Verbindung(en) aufweisende omniphobe Schicht durch ein Verfahren wie Atomlagenabscheidung (Atomic Layer Deposition) aufzubringen bzw. auszubilden, wodurch insbesondere eine sehr homogene Ausbildung der omniphoben Schicht erreicht werden kann.

Vorzugsweise weist das Verfahren einen zusätzlichen, optionalen Schritt auf, welcher eine Vorbehandlung bzw. Aktivierung des bereitgestellten Glaskörpers umfasst, insbesondere umfasst dieser Schritt eine Ausbildung reaktiver OH-Gruppen, bevorzugt eine Ausbildung reaktiver OH-Gruppen auf der auf (zumindest) einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers angeordneten Siliziumoxidschicht. Ein solcher optionaler Vorbehandlungsschritt erfolgt bevorzugt nach dem Bereitstellen des Glaskörpers und vor dem Ausbilden einer omniphoben Schicht. Vorteilhafterweise kann hierdurch eine Verbesserung der Haftung bzw. Anhaftung der omniphoben Schicht auf dem Glaskörper erreicht werden, weil durch Ausbilden reaktiver OH-Gruppen die kovalente (An-)Bindung der Kopplungsgruppen der siliziumorganischen Verbindung(en) der omniphoben Schicht im Rahmen einer Hydrolysereaktion begünstigt wird, wodurch wiederum vorteilhafterweise eine verbesserte Beständigkeit der omniphoben Schicht erreicht wird. Bevorzugt kann eine solche Vorbehandlung eine Aktivierungsmethode wie eine Plasma- und/oder eine Ionenbehandlung umfassen. Bevorzugt wird zur Plasmabehandlung wahlweise ein Ar-Plasma (90s/120V 10sccm Ar) oder ein O₂-Plasma (90s/120V 10sccm Ar 10sccm O₂) verwendet. Das in der Lösung enthaltene Silan bzw. die siliziumorganische Verbindung geht (bzw. gehen) eine (kovalente) Bindung(en) mit der Siliziumoxidschicht auf dem Glaskörper ein. Dadurch werden diese an der Siliziumoxidschicht gebunden und örtlich fixiert, sodass eine Beschichtung auf dem Glaskörper ausgebildet wird, wobei dies insbesondere durch das Ausbilden reaktiver OH-Gruppen begünstigt wird. Für eine lange Haltbarkeit der Beschichtung ist eine gute chemische Anbindung am Glaskörper

notwendig. Auf Glaskörpern kann eine Siliziumoxidschicht durch
Flammenbeschichtung, Aufdampfen etc. aufgebracht werden und eine
Plasmabehandlung zur Ausbildung von OH-Gruppen durchgeführt werden. Auf
Mineralglas kann zu diesem Zweck eine (Atmosphärendruck-)Plasmabehandlung
eingesetzt werden. Ziel ist in beiden Fällen die Bildung von reaktiven OH-Gruppen auf
der Glaskörperoberfläche, an die die danach aufzubringende Beschichtung chemisch
anbindet. Eine solche Vorbehandlung dauert in der Regel, abhängig von der Intensität
der Plasma- bzw Ionenbehandlung, wenige Minuten, bevorzugt zwischen 60 und 120
Sekunden.

Vorzugsweise weist das Verfahren einen zusätzlichen, optionalen Verfahrensschritt
auf, bevorzugt nachgelagert an den Schritt des Ausbildens einer omniphoben Schicht,
in welchem der (beschichtete) Glaskörper mit einem Lösungsmittel, beispielsweise
Toluol oder Isopropanol, oder mit (entmineralisiertem bzw. deionisiertem) Wasser
gereinigt bzw. abgespült wird. Vorteilhafterweise, insbesondere wenn dieser
Verfahrensschritt nach dem Verfahrensschritt des Ausbildens der omniphoben Schicht
durchgeführt wird, kann hierdurch überschüssiges Material, insbesondere können
überschüssige siliziumorganische Verbindungen, welche keine (kovalente) Bindung
mit dem Glaskörper eingegangen sind, entfernt werden. Insbesondere in Kombination
mit einem Ausbildungsverfahren der physikalischen Gasphasenabscheidung mit
Trägermaterialmassen von mehr als 100 mg, insbesondere von 200 mg oder größer,
hat sich gezeigt, dass ein nachgelagertes Reinigen bzw. Abwischen zum Entfernen
von überschüssigem, nicht gebundenen Material, zu verbesserten Eigenschaften, wie
einer verbesserten Beständigkeit bzw. Haltbarkeit der omniphoben Schicht, führt.

Vorzugsweise weist das Verfahren einen zusätzlichen, optionalen Verfahrensschritt
auf, in welchem ein Trocknen bzw. Tempern des (beschichteten) Glaskörpers
stattfindet. Bevorzugt kann in Abhängigkeit von der Flüchtigkeit des verwendeten
Lösungsmittels und ggfs. einer einzuhaltenden Prozess-Zeitvorgabe die Trocknung
bevorzugt zum Verfestigen der ausgebildeten omniphoben Schicht, wahlweise bei
Raumtemperatur oder in einer dafür vorgesehenen Trocknungsvorrichtung,
beispielsweise in einem Temper-Ofen, stattfinden. Bevorzugt findet ein

nachgelagertes Trocknen bzw. Tempern bei Temperaturen von weniger als 100 °C statt, um insbesondere Glaskörper aus Kunststoffmaterialien nicht zu beschädigen, da Kunststoffe bekanntlich eine niedrige Wärmebeständigkeit als beispielsweise Mineralgläser oder Halbleiter aufweisen. Insbesondere die bevorzugten
5 Kunststoffmaterialien für Kunststofflinsen bzw. Brillengläser verlieren bereits bei Temperaturen von über 100 °C, insbesondere bei Temperaturen von 150 °C oder mehr, ihre mechanische Festigkeit, weshalb insbesondere eine Temperatur von etwa 50 °C besonders bevorzugt ist, um den beschichteten Glaskörper aus Kunststoff nicht zu schädigen. Die zeitliche Dauer des Trocknungsschrittes beträgt einige Minuten bis
10 mehrere Stunden, bevorzugt zwischen 1 Minuten und 10 Stunden, besonders bevorzugt zwischen 5 und 60 Minuten.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die optionalen Verfahrensschritte in beliebiger Reihenfolge angeordnet werden können und dass, bei Vorhandensein beider
15 optionalen Verfahrensschritte, beispielsweise sowohl eine Verfahrensfolge mit den Schritten „Bereitstellen / (Vorbehandeln bzw. Aktivieren) / Ausbilden / Trocknen / Reinigen“ als auch eine Folge mit den Schritten „Bereitstellen / (Vorbehandeln bzw. Aktivieren Aktivieren) / Ausbilden / Reinigen / Trocknen“ gleichberechtigt sind und die Wahl der bevorzugten Reihenfolge von unterschiedlichen Faktoren, wie
20 beispielsweise der aufgetragenen siliziumorganischen Verbindung(en), des Verfahrens zum Ausbilden der Schicht, als auch der Lösemittelbestandteile, und insbesondere auch von der Konzentration bzw. Trägermaterialmenge, abhängt. Selbstredend wäre auch eine Verfahrens(ab-)folge denkbar, bei der der bereitgestellte Glaskörper nach der Bereitstellung zunächst gereinigt (bzw. benetzt) wird, optional
25 (vor-)getrocknet wird, und dann das Ausbilden der omniphoben Schicht, ggfs. ergänzt um optional nachgelagerte Schritte wie Reinigen und Trocknen bzw. Trocknen und Reinigen, stattfindet.

Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens und ggfs. vorteilhafter Weiterbildung(en)
30 hiervon lässt sich ein bereitgestellter Glaskörper mit einer omniphoben Schicht herstellen bzw. versehen bzw. es lässt sich auf einem bereitgestellten Glaskörper eine solchen omniphobe Schicht, insbesondere eine omniphobe Schicht gemäß einem

vorangegangenen Aspekt der Erfindung, ausbilden. Es versteht sich von selbst, dass sich, obgleich in den Verfahrensschritten stets im Singular von einem Glaskörper die Rede ist, das vorgeschlagene Verfahren für den Fachmann ohne Weiteres auf mehrere Glaskörper, insbesondere auf eine Vielzahl von Glaskörpern, ausweiten lässt und damit auch explizit ein Verfahren vorgeschlagen wird, welches auf besonders wirtschaftliche Weise eine Mehrzahl bzw. Vielzahl von Glaskörpern mit einer omniphoben Schicht versehen bzw. auf diesen eine solche Schicht ausbilden kann zum Erhalt einer Vielzahl beschichteter Gläser, insbesondere einer Vielzahl beschichteter Brillengläser.

Ein beispielhaftes Verfahren zum Herstellen von Brillengläsern könnte folgende Schritte umfassen:

Die Gläser bzw. Glaskörper aus Mineralglas oder Kunststoffglas können hartlackiert und in Hochvakuum-Aufdampfanlagen mit einer mehrlagigen Entspiegelung beschichtet werden. Nach der letzten Einzelschicht aus Siliziumoxid (insbesondere SiO_2) werden die Oberflächen in der Aufdampfanlage mit einer Plasma- oder Ionenquelle bestrahlt.

Die Prozessparameter dieser Plasmabehandlung werden derart gewählt, dass der H_2O -Kontaktwinkel der behandelten Oberfläche durch die Bildung polarer OH-Gruppen deutlich erniedrigt wird. Die Oberfläche soll aber nicht erkennbar geschädigt werden, das heißt dass die Reflexfarbe des Glaskörpers im Wesentlichen unverändert sein soll, und die Rauigkeit und das Streulicht nicht wesentlich bzw. merklich zunehmen sollen. Die später zu bestimmende Putzbeständigkeit soll möglichst gut ausfallen.

Die Prozessparameter in einer Aufdampfanlage hängen vom Typ der Anlage ab und die Bestimmung der Dauer, der Bias-Spannung (auch bezeichnet als Beschleunigungsspannung), des Entladestroms, des Argon-Flusses, des Sauerstoff-Flusses, die Wahl der Ionenquelle sowie die Dauer der Aktivierung dieser Ionenquelle und Spannung und Stromstärke im Betrieb sind Parameter, deren Bestimmung im Rahmen des fachmännischen Handelns liegen und basierend auf Berechnungen und Erfahrungswerten entsprechend ausgetestet werden müssen. Typische

Prozessparameter, welche bevorzugt für die Plasmabehandlung in einer bevorzugten Aufdampfanlage vom Typ A904 (Hersteller: Leybold) mit APS-Quelle (APS: Advanced Plasma Source, d.h. einer Plasmaquelle) sind eine Dauer von etwa 50s bis 70s, insbesondere etwa 60s, eine Bias-Spannung: von etwa 100V bis etwa 140V, insbesondere etwa 120 V, ein Entladestrom von etwa 25A bis etwa 35A, insbesondere etwa 30A, ein Argon-Fluss von etwa 5sccm bis etwa 15sccm, insbesondere etwa 10sccm (sccm sind Standardkubikzentimeter pro Minute).

Typische Prozessparameter in einer anderen bevorzugten Aufdampfanlage vom Typ Syrus 1105 (Hersteller: Leybold) mit der Mark-II-Ionenquelle sind eine Dauer von etwa 100s bis 150s, insbesondere etwa 120s, eine Anoden-Spannung von etwa 100V bis etwa 180V, insbesondere etwa 140 V, ein Entladestrom von etwa 1A bis etwa 3A, insbesondere etwa 2A, ein Argon-Fluss von etwa 2sccm bis etwa 10sccm, insbesondere etwa 5sccm (sccm sind Standardkubikzentimeter pro Minute).

Die Angaben der Zahlenwerte, welche mit „etwa“ angegeben sind, können bevorzugt um +/- 10% vom angegebenen Wert, besonders bevorzugt um +/- 5% vom angegebenen Wert, besonders bevorzugt um +/- 2% vom angegebenen Wert abweichen und insbesondere exakt der angegebene Wert sein. Dies gilt für alle so bezeichneten Zahlenwerte in dieser Anmeldung.

Nach der Behandlung in der Aufdampfanlage wird die Anlage belüftet, die Gläser werden entnommen und in geeigneten Haltern in Becken mit der Lösung getaucht. Die Lösung kann bevorzugt eine Temperatur von 15 Grad Celsius bis 40 Grad Celsius aufweisen, besonders bevorzugt etwa 20 Grad Celsius, wodurch vorteilhafterweise die Temperatur der Lösung in etwa der Raumtemperatur entspricht und keine Heizung oder Kühlung notwendig ist.

Die Lösung enthält bevorzugt alle Bestandteile, um an der Oberfläche des Glaskörpers eine säurekatalysierte Polykondensation von einem Silan bzw. einer siliziumorganischen Verbindung, z.B. Hexadecyltrimethoxysilan, durchzuführen.

Die siliziumorganische(n) Verbindung(en) bzw. das Silan können bzw. kann wahlweise pur oder als eine Lösung in Toluol oder Isopropanol aufgebracht werden, bevorzugt in

5 einem Tauchverfahren bzw. durch Eintauchen. Eine typische Einwirkzeit beträgt hierbei wenige Minuten, bevorzugt 1 bis 5 Minuten, weiter bevorzugt weniger als 3 Minuten, insbesondere in etwa 5 Sekunden. In Abwandlung hiervon wären auch deutlich längere Einwirkzeiten denkbar, insbesondere Einwirkzeiten im Bereich mehrerer Stunden.

10 Nach dem Entfernen des Glaskörpers aus dem Tauchbad kann das Trocknen bei Raumtemperatur oder bei höheren Temperaturen erfolgen. Die Polykondensation bzw. Polymerisation der Beschichtung kann bereits in der Lösung und/oder während des Trocknens stattfinden. Daher beeinflussen die Umgebungsbedingungen die Polymerisation und damit das Beschichtungsergebnis. Bevorzugt liegt die Trocknungstemperatur unterhalb von etwa 50 Grad Celsius, weiter bevorzugt liegt die Trocknungstemperatur zwischen 25 Grad Celsius und 45 Grad Celsius. Die relative Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft während des Trocknens liegt bevorzugt unterhalb 15 von 50%, weiter bevorzugt zwischen etwa 20% und etwa 40%.

20 Der beschichtete Glaskörper kann nach dem Trocknen gereinigt werden, beispielsweise mittels (entmineralisiertem) Wasser und/oder Isopropanol und/oder Toluol und/oder einem Alkohol oder durch Abwischen. Das Eintauchen und Trocknen kann einfach, zweifach oder mehrfach wiederholt werden.

Folgende Qualitätskriterien werden von der glatten Beschichtung erfüllt:

25 Der Kontaktwinkel von Wasser liegt deutlich über 90 Grad, meist im Bereich von 95 bis 110 Grad. Die Beschichtung, ist unter Alltagsbedingungen zumindest viel leichter als eine SiO₂-Oberfläche reinigbar.

30 Im Folgenden werden Ausführungsformen der Erfindung anhand der Figuren näher beschrieben. Es versteht sich, dass die vorliegende Erfindung nicht auf die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen beschränkt ist, und dass einzelne Merkmale unterschiedlicher Ausführungsformen im Rahmen der beiliegenden Ansprüche zu weiteren Ausführungsformen kombiniert werden können. Gleiche Bezugszeichen

weisen auf gleiche bzw. wiederkehrende Elemente hin. Es zeigen:

- 5 - Fig. 1 einen Schnitt gemäß einer ersten Ausführungsform eines beschichteten Glaskörpers, wobei die omniphobe Schicht eine siliziumorganische Verbindung aufweist;
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer siliziumorganischen Verbindung;
- Fig. 3 einen Schnitt einer zweiten Ausführungsform eines beschichteten Glaskörpers, wobei die omniphobe Schicht eine Mischung aus zwei
10 siliziumorganischen Verbindungen mit einer vergleichbaren C-Kettenlänge umfasst;
- Fig. 4 einen Schnitt einer dritten Ausführungsform eines beschichteten Glaskörpers, wobei die omniphobe Schicht eine Mischung aus zwei
 siliziumorganischen Verbindungen mit unterschiedlicher C-Kettenlänge umfasst;
- 15 - Fig. 5 eine schematische Zeichnung eines Verfahrens zur Herstellung einer omniphoben Beschichtung auf einem Glaskörper;
- Fig. 6 eine schematische Zeichnung einer Weiterbildung des Verfahrens aus Fig. 5 aufweisend optionale Verfahrensschritte, welche in gestrichelter
 Umrandung gezeichnet sind.

20

Figur 1 zeigt einen Schnitt gemäß einer ersten Ausführungsform durch ein beschichtetes Glas mit einem Glaskörper 2, einer Siliziumoxidschicht 4 und einer omniphoben Schicht 6. Der Glaskörper 2 ist in der gezeigten bevorzugten Ausführung als ophthalmische Linse bzw. als ein Brillenglashalbzeug 2 ausgebildet. In der Regel
25 werden dazu transparente Kunststoffsubstrate verwendet, welche beispielsweise im Wesentlichen aus Polythiourethan, Polymethylmethacrylat, Polymethylacrylat, Polycarbonat, Polyacrylat oder Polydiethylenglycolbisallylcarbonat gebildet sein können.

30 Der Glaskörper 2 der gezeigten Ausführungsform ist bereits mit zumindest einer funktionellen Schicht 3 versehen, beispielsweise eine Primerlackierung, eine Hartschicht, eine leitende Schicht, eine Entspiegelungsschicht, eine Färbeschicht,

eine photochrome Schicht oder eine Kombination davon etc.

Der Glaskörper 2 wurde weiter mit einer Siliziumoxidschicht 4, insbesondere aus Siliziumdioxid, versehen, welche in der gezeigten bevorzugten Ausführungsform mittelbar, in diesem Fall mittels der funktionellen Schicht 3 an der (bevorzugt konvex gekrümmten) Fläche des Glaskörpers 2 angeordnet ist. Die Siliziumoxidschicht kann bevorzugt zusammen mit der funktionellen Schicht 3 in einem PVD-Prozess innerhalb einer Anlage ausgebildet bzw. aufgedampft werden. Vorteilhafterweise kann dadurch die Herstellung der Siliziumoxidschicht in einfacher Weise innerhalb des normalen Herstellungsprozesses für Brillengläser erfolgen. Zur Verbesserung der Anhaftung der omniphoben Schicht erfolgt nach dem Aufbringen der Siliziumoxidschicht 4 eine Plasmabehandlung mit einem reinen Argon-Plasma bei einem Argonfluss von 10 sscm und einer Biasspannung von 120 V für eine Dauer von 90 s zum Zwecke des Ausbildens von reaktiven OH-Gruppen auf der Oberfläche der Siliziumoxidschicht 4 als Bindungspartner für die kovalente Anbindung der omniphobe Schicht 6.

Die omniphobe Schicht 6 ist dadurch ausgebildet, dass die Siliziumoxidschicht 4 mit einer Lösung aufweisend Hexadecyltrimethoxysilan als bevorzugte siliziumorganische Verbindung in Isopropanol benetzt wird. Die Einwirkzeit beträgt in etwa 2 Minuten. Anschließend wird der Glaskörper mit Isopropanol abgespült, insbesondere zum Entfernen ungebundener Verbindungsbestandteile, wobei auf diese Weise auf dem Glaskörper eine stabile omniphobe Schicht 6 ausgebildet wird.

Die Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung von Hexadecyltrimethoxysilan als eine bevorzugte siliziumorganische Verbindung 8 zur Ausbildung einer omniphoben Schicht 6 auf einem Glaskörper 2, welche, ausgehend von ihrem Siliziumatom 801, drei Methoxygruppen als Kopplungsgruppen 802 zur Anbindung, und eine sechzehn Kohlenstoffatome aufweisende Alkylkette als funktionelle Gruppe 803, verantwortlich für die omniphoben Eigenschaften, aufweist. Die Kopplungsgruppen 802 können auch als Kopfgruppen bezeichnet werden und sind im Allgemeinen hydrolysierbare Gruppen, bevorzugt Chlorgruppen, besonders bevorzugt Ethoxygruppen, insbesondere Alkoxygruppen. Die funktionelle Gruppe 803 wird auch als Schwanzgruppe bezeichnet

- und ist im Allgemeinen eine Alkyl- oder Alkoxykette, aufweisend zumindest 8 Kohlenstoffatome bzw., mit anderen Worten, aufweisend eine Kettenlänge bezogen auf die Kohlenstoffatome von C8. Die Bezeichnungen Kopfgruppe und Schwanzgruppe weisen auf die Orientierung des Hexadecyltrimethoxysilan 8 bei der
- 5 Ausbildung der omniphoben Schicht 6 hin, in welcher das Hexadecyltrimethoxysilan 8 mittels einer der (oder mehrerer bzw. aller) Kopf- bzw. Kopplungsgruppen 802 eine Bindung mit der auf dem Glaskörper 2 angeordneten Siliziumoxidschicht 4 eingeht, d.h. die Kopplungs- bzw. Kopfgruppen 802 sind in der bevorzugten Anordnung zum Glaskörper 2 hin orientiert, wohingegen die Schwanzgruppe 803 vom Glaskörper 2 weg
- 10 orientiert ist. Hierdurch wird einerseits die Anbindung an den Glaskörper 2 (bzw. an die auf dem Glaskörper 2 angeordnete Siliziumoxidschicht 4) realisiert und andererseits kann die Verbindung 8 mit ihrer Alkylkette der Schwanzgruppe 803 die gewünschte omniphobe Wirkung erzielen.
- 15 Die Figuren 3 und 4 zeigen weitere Ausführungsformen des in Figur 1 gezeigten beschichteten Glaskörpers 2. Aus diesem Grund werden im Folgenden nur die Unterschiede beschrieben und bei Elementen mit gleichen bzw. wiederkehrenden Bezugszeichen wird auf die bereits vorstehend ausgeführte Erläuterung verwiesen.
- 20 Figur 3 zeigt einen Schnitt gemäß einer zweiten Ausführungsform, worin die omniphobe Schicht 6 eine Mischung aufweist, umfassend Octadecyltrimethoxysilan als bevorzugte Verbindung für die erste siliziumorganische Verbindung 81 und Hexadecyltrimethoxysilan als bevorzugte Verbindung für die zweite siliziumorganische Verbindung 82. Octadecyltrimethoxysilan weist eine C-Kettenlänge L1 von $L1 = 18$
- 25 und Hexadecyltrimethoxysilan eine C-Kettenlänge L2 von $L2 = 16$ auf, d.h. es liegen in dieser Mischung zwei siliziumorganische Verbindungen vor, die Kettenlängen von vergleichbarer Länge aufweisen und der Unterschied ΔL liegt hier bei $\Delta L \approx 0,11$, wodurch sich die beiden Verbindungen aufgrund ihrer vergleichbaren Kettenlänge vorteilhafterweise gegenseitig stabilisieren können. Auf diese Weise wird eine
- 30 omniphobe Schicht ausgebildet, in welcher durch die gegenseitige Stabilisierung insbesondere die Schwanzgruppen, welche die omniphoben Eigenschaften bedingen, stabil orientiert von der Oberfläche der Siliziumoxidschicht 4 weg orientiert vorliegen.

Die beiden Verbindungen liegen in der Mischung in einem Verhältnis von 1:1 vor, d.h. die beiden Verbindungen liegen zu gleichen Teilen in der Mischung vor. Die omniphobe Schicht 6 ist dadurch ausgebildet, dass die Siliziumoxidschicht 4 mit einer Lösung in Isopropanol benetzt wird, worin Isopropanol als Lösungsmittel fungiert und
5 die Solute eine gleichanteilige Mischung aus Octadecyltrimethoxysilan als bevorzugte Verbindung für die erste siliziumorganischen Verbindung und Hexadecyltrimethoxysilan als bevorzugte Verbindung für die zweite siliziumorganische Verbindung sind. Die Einwirkzeit beträgt in etwa 2 Minuten. Anschließend wird der Glaskörper mit Isopropanol abgespült, insbesondere zum Entfernen ungebundener
10 Verbindungsbestandteile, wobei auf diese Weise auf dem Glaskörper eine stabile omniphobe Schicht 6 ausgebildet wird, welche zumindest zwei siliziumorganische Verbindungen aufweist.

Figur 4 zeigt einen Schnitt gemäß einer dritten Ausführungsform, worin die omniphobe
15 Schicht 6 eine Mischung aufweist, umfassend Octadecyltrimethoxysilan als bevorzugte Verbindung für die erste siliziumorganische Verbindung 81 und Trimethoxy-n-octylsilan als bevorzugte Verbindung für die zweite siliziumorganische Verbindung 83, wobei Octadecyltrimethoxysilan eine C-Kettenlänge L1 von $L1 = 18$ und Trimethoxy-n-octylsilan eine C-Kettenlänge L2 von $L2 = 8$ aufweist, wodurch sich
20 ein Unterschied ΔL von $\Delta L \approx 0,56$ ergibt. Durch den Kettenlängenunterschied kann bei Ausbildung der omniphoben Schicht 6 das Trimethoxy-n-octylsilan als kurzkettige(re) Verbindung jene Lücken bzw. Zwischenräume füllen, die sich aufgrund sterischer Hinderung zwangsläufig zwischen den einzelnen Octadecyltrimethoxysilan-Molekülen 81 ausbilden. Hierdurch, d.h. durch die vorteilhafte Anordnung von kurzkettigen
25 Trimethoxy-n-octylsilan-Molekülen 83 zwischen den langkettigen Octadecyltrimethoxysilan-Molekülen 81, kann vorteilhafterweise eine lückenlose Bedeckung der Siliziumoxidschicht 4 sowie eine Nanostruktur auf molekularer Ebene erreicht werden, wodurch auf dem Glaskörper 2 eine omniphobe Schicht 8 mit hervorragenden omniphoben Eigenschaften ausgebildet wird. Die beiden Verbindungen liegen in der
30 Mischung in einem Verhältnis vor, dass die kurzkettige Trimethoxy-n-octylsilan-Verbindung 83 mit einem Anteil von in etwa 80% an der Mischung in einem Überschuss zur langkettigen Octadecyltrimethoxysilan-Verbindung 81 steht.

Figur 5 zeigt eine schematische Zeichnung eines Verfahrens zur Herstellung einer omniphoben Beschichtung auf einem Glaskörper 2, insbesondere auf einem Brillenglas, gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Im ersten Schritt S100 des Verfahrens wird zunächst der mit einer omniphoben Beschichtung 6 zu versehende Glaskörper 2 bereitgestellt, bevorzugt wird in diesem Schritt ein Glaskörper 2 aus einem Mineralglas oder Kunststoffmaterial, besonders bevorzugt aus einem (teil- bzw. halb-) transparenten Kunststoffmaterial bereitgestellt, welcher für eine spätere Verwendung als Linse, insbesondere als Brillenglas, tauglich ist. Im nächsten Verfahrensschritt S104 findet das Ausbilden der omniphoben Beschichtung 6 auf dem Glaskörper 2 statt, d.h. im Rahmen dieses Verfahrensschrittes wird der im Schritt S100 bereitgestellte Glaskörper 2 mit einer omniphoben Schicht 6, insbesondere einer omniphoben Schicht 6 gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung, versehen bzw. es wird eine solche omniphobe Schicht 6 auf dem Glaskörper 2 ausgebildet. Nach Abschluss des Verfahrens liegt ein beschichtetes Glas bzw. beschichtetes Brillenglas vor, d.h. im Rahmen des Verfahrens wurde aus einem bereitgestellten Glaskörper 2 ein beschichtetes (Brillen-)Glas(-körper) hergestellt.

Figur 6 zeigt vorteilhafte Weiterbildungen des vorgeschlagenen, in Figur 5 schematisch gezeichneten, Verfahrens gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung. Hinsichtlich der Schritte S100 und S104 sei an dieser Stelle auf die Beschreibung der Figur 5 sowie die entsprechenden Ausführungen der allgemeinen Beschreibung verwiesen. Das hier gezeigte Verfahren ist dahingehend weitergebildet, dass nach dem Schritt S100 des Bereitstellens eines Glaskörpers 2 zunächst im Schritt S102 eine Vorbehandlung des (bereitgestellten) Glaskörpers 2 stattfindet, worunter als bevorzugte Vorbehandlung eine Aktivierung einer der Flächen bzw. Oberflächen des Glaskörpers 2 verstanden wird, insbesondere eine Plasmabehandlung zur Ausbildung reaktiver OH-Gruppen auf einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers 2, insbesondere auf einer auf dieser Fläche bzw. Oberfläche, mittelbar oder unmittelbar, angeordneten Siliziumoxidschicht 4. Vorteilhafterweise kann durch diese Vorbehandlung zum Ausbilden reaktiver OH-Gruppen eine verbesserte Haftung bzw. Anhaftung erzielt werden, da für die Anbindung der omniphoben Schicht potentielle

Bindungspartner bereitgestellt werden. Insbesondere die zumindest eine bzw. mehreren siliziumorganische(n) Verbindung(en) 8 kann bzw. können mit ihren Kopf- bzw. Kopplungsgruppen 802 bevorzugt im Rahmen einer Hydrolysereaktion an die ausgebildeten reaktiven OH-Gruppen anbinden und auf diese Weise eine kovalente

5 Bindung mit dem Glaskörper eingehen. Hierdurch kann eine bessere (An-)Haftung erzielt werden, was vorteilhafterweise zu einer verbesserten Beständigkeit der omniphoben Schicht 6 führt, d. h. hierdurch kann im Rahmen des Verfahrens ein Glaskörper mit einer omniphoben Schicht 6 versehen werden, dessen omniphobe Schicht sich durch eine verbesserte (An-)Haftung an den Glaskörper und, damit

10 verbunden, mit verbesserten Eigenschaften, auszeichnet. Im Anschluss an den Schritt S104 des Ausbildens der omniphoben Schicht ist das vorgeschlagene Verfahren um den optionalen Schritt S106 des Reinigens weitergebildet. In diesem Schritt S106 werden überschüssige Moleküle der omniphoben Schicht 6, die keine Bindung mit dem Glaskörper 2 bzw. der darauf angeordneten Siliziumoxidschicht 4 eingegangen

15 sind, von der Oberfläche entfernt, bevorzugt durch Abwischen bzw. Absprühen des beschichteten Glaskörpers 2 mit wahlweise (entmineralisiertem) Wasser und/oder einem Reinigungs- bzw. Lösungsmittel, beispielsweise mit Toluol oder Isopropanol. Vorteilhafterweise kann durch das Reinigen und das damit verbundene Entfernen von überschüssigem Material eine glatte und gereinigte Oberfläche erhalten werden,

20 welche sich durch besonders gute omniphobe Eigenschaften auszeichnet. Das hier vorgeschlagene Verfahren ist anschließend noch um einen weiteren, optionalen Verfahrensschritt vorteilhafterweise weitergebildet, in welchem an das Reinigen noch ein Trocknen bzw. Tempern des beschichteten Glaskörpers 2 im Schritt S108 stattfindet. In diesem Trocknungs- bzw. Tempersschritt, welcher bevorzugt einige

25 Minuten bis wenige Stunden dauert, bevorzugt etwa 20 Minuten, wird der beschichtete Glaskörper einer definierten Temperatur, bevorzugt einer Temperatur von weniger als 100 °C, besonders bevorzugt einer Temperatur von etwa 50 °C, ausgesetzt, um ein Verfestigen der im Schritt S104 ausgebildeten omniphoben Schicht 6 zu erzielen. In Abwandlung hiervon wäre auch eine nicht gezeigte (Verfahrens-)Schrittabfolge denkbar, in welcher die Schritte S106 und S108 in vertauschter Reihenfolge stattfinden, d.h. das beschichtete Glas 2 wird zunächst in einem Trocknungsschritt S108 getrocknet, mit dem Ziel ein Verfestigen der ausgebildeten omniphoben Schicht 6 zu

30

erreichen, und anschließend im Schritt S106 gereinigt. Eine solche Verfahrens(ab)folge ist besonders vorteilhaft, wenn im Trocknungs- bzw. Tempersschritt S108 zunächst durch Zufuhr von (Wärme-)Energie eine Kondensation der omniphoben Schicht 6 erreicht werden soll und im anschließenden

5 Reinigungsschritt S106 dann überschüssiges Material, welche im Rahmen der Kondensation keine Bindung mit dem Glaskörper 2 eingegangen ist, entfernt werden soll. Je nach Wahl des Reinigungsmittels kann selbstredend in Weiterbildung hiervon auch noch ein erneuter Trocknungsschritt S108 anschließend an das Reinigen in Schritt S106 durchgeführt werden, d.h. auch eine Verfahrens(ab)folge „Bereitstellen /

10 Vorbehandeln (bzw. Aktivieren) / Ausbilden / Trocknen / Reinigen / Trocknen“ wäre vorteilhafterweise denkbar.

Bezugszeichenliste

	2	Glaskörper, Brillenglashalbzeug
	3	Funktionelle Schicht
	4	Siliziumoxidschicht
5	6	Omniphobe Schicht
	8	Ketten einer siliziumorganischen Verbindung
	81	Ketten einer ersten siliziumorganischen Verbindung
	82, 83	Ketten einer zweiten siliziumorganischen Verbindung
	801	Si-Atom einer siliziumorganischen Verbindung
10	802	Kopplungsgruppe bzw. Kopfgruppe einer siliziumorganischen Verbindung
	803	Funktionelle Gruppe bzw. Schwanzgruppe einer siliziumorganischen Verbindung
	S100	Verfahrensschritt „Bereitstellen eines Glaskörpers“
	S102	Verfahrensschritt „Vorbehandeln des Glaskörpers“
15	S104	Verfahrensschritt „Ausbilden einer gleitfördernden, omniphoben Schicht“
	S106	Verfahrensschritt „Reinigen“
	S108	Verfahrensschritt „Trocknen“

Patentansprüche

1. Beschichtetes Glas, insbesondere Brillenglas, umfassend:
 - ein Glaskörper (2) aus einem Mineralglas oder einem Kunststoffglas;
 - eine Siliziumoxidschicht (4), welche mittelbar oder unmittelbar an einer Fläche bzw. Oberfläche des Glaskörpers (2) angeordnet ist;
 - eine gleitfördernde omniphobe kovalent gebundene Schicht (6), welche an der Siliziumoxidschicht (4) ausgebildet ist,wobei die omniphobe Schicht (6) zumindest eine siliziumorganische Verbindung aufweist.
2. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 1, wobei die zumindest eine siliziumorganische Verbindung zumindest eine Alkyl- oder Alkoxygruppe mit einer C-Kettenlänge von 8 oder größer, bevorzugt von 11 oder größer, aufweist.
3. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die omniphobe Schicht eine Mischung aufweist, umfassend eine erste und zumindest eine weitere, zweite siliziumorganische Verbindung, welche zumindest eine Alkyl- oder Alkoxygruppe aufweist.
4. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei die längste Alkylgruppe der ersten siliziumorganischen Verbindung eine C-Kettenlänge L1 aufweist und die längste Alkyl- oder Alkoxygruppe der zweiten siliziumorganischen Verbindung eine C-Kettenlänge L2 aufweist, wobei L2 kleiner oder gleich L1 ist, und wobei $\Delta L = (L1 - L2) / L1$.
5. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 4, wobei
 - ΔL kleiner oder gleich 0,25, bevorzugt kleiner oder gleich 0,15, insbesondere kleiner oder gleich 0,1, ist; und/oder
 - ΔL größer oder gleich 0,5, bevorzugt größer oder gleich 0,75, insbesondere größer oder gleich 0,9, ist.

6. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der in der Mischung enthaltenen siliziumorganischen Verbindungen zumindest eine Pentafluorphenylgruppe aufweist.
7. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei zumindest eine siliziumorganische Verbindung Hexadecyltrimethoxysilan und/oder Octadecyltrimethoxysilan und/oder Hexadecyltrichlorosilan und/oder Hexadecyltriethoxysilan und/oder Octadecyltrichlorosilan und/oder Octadecyltriethoxysilan und/oder Pentafluorophenoxyundecyltrimethoxysilan aufweist.
8. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorherigen Ansprüche, wobei zumindest eine siliziumorganische Verbindung Trimethoxy(methyl)silan und/oder Trimethoxy-n-octylsilan und/oder Isobutyl(trimethoxy)silan und/oder Isooctyl(trimethoxy)silan und/oder n-Octadecylmethyldimethoxysilan aufweist.
9. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die molekulare Struktur zumindest einer siliziumorganischen Verbindung der omniphoben Schicht im Wesentlichen linear ist.
10. Beschichtetes Glas gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die molekulare Struktur zumindest einer siliziumorganischen Verbindung der omniphoben Schicht nicht-linear ist.
11. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 10, wobei die nicht-lineare molekulare Struktur durch zumindest eine Verzweigung hervorgerufen wird.
12. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 11, wobei die siliziumorganische Verbindung aufweisend zumindest eine Verzweigung eine, im Wesentlichen lineare Alkyl- oder Alkoxygruppe und eine zweite Alkyl- oder Alkoxygruppe aufweist, wobei die zweite Gruppe an das Si-Atom gebunden ist und hierdurch die Verzweigung ausbildet.

13. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 10, wobei die nicht-lineare molekulare Struktur eine zyklische Struktur bzw. Ringstruktur ist.
14. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 10, wobei die nicht-lineare molekulare Struktur durch eine dipodale siliziumorganische Verbindung hervorgerufen wird, welche zumindest zwei Si-Atome aufweist.
15. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 9, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit Octadecyltrimethoxysilan aufweist.
16. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit zumindest einer siliziumorganischen Verbindung aufweist, welche eine C-Kettenlänge von C1 oder C3 aufweist.
17. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit zumindest einer siliziumorganischen Verbindung aufweist, welche eine C-Kettenlänge von C1 oder C3 aufweist.
18. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit Isobutyltrimethoxysilan oder Isooctyltrimethoxysilan aufweist.
19. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit Isobutyltrimethoxysilan oder Isooctyltrimethoxysilan aufweist.
20. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem aromatischen Silan, bevorzugt in Mischung mit 4-Phenylbutyltrichlorosilan oder 3-

Phenoxypropyltrichlorosilan, aufweist.

21. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem aromatischen Silan, bevorzugt in Mischung mit 4-Phenylbutyltrichlorosilan oder 3-Phenoxypropyltrichlorosilan, aufweist.
22. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem zyklischen Azasilan, bevorzugt in Mischung mit N-Methyl-aza-2,2,4-Trimethylsilacyclopentan oder N-n-Butyl-aza-2,2-Dimethoxysilacyclopentan, aufweist.
23. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem zyklischen Azasilan, bevorzugt in Mischung mit N-Methyl-aza-2,2,4-Trimethylsilacyclopentan oder N-n-Butyl-aza-2,2-Dimethoxysilacyclopentan, aufweist.
24. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem dipodalen Silan, bevorzugt in Mischung mit 1,2-bis(trimethoxysilyl)decan, 1,8-bis(triethoxysilyl)octan, 1,10-bis(trimethoxysilyl)decan oder bis(trimethoxysilylethyl)benzen, aufweist.
25. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem dipodalen Silan, bevorzugt in Mischung mit 1,2-bis(trimethoxysilyl)decan, 1,8-bis(triethoxysilyl)octan, 1,10-bis(trimethoxysilyl)decan oder bis(trimethoxysilylethyl)benzen, aufweist.
26. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Hexadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem Siloxan, bevorzugt in Mischung mit Polydimethylsiloxan, aufweist.

27. Beschichtetes Glas gemäß einem der Ansprüche 1 - 14, wobei die omniphobe Schicht Octadecyltrimethoxysilan in Mischung mit einem Siloxan, bevorzugt in Mischung mit Polydimethylsiloxan, aufweist.
28. Beschichtetes Glas gemäß Anspruch 1, wobei die omniphobe Schicht zumindest Docosyltriethoxysilan aufweist.
29. Verfahren zur Herstellung einer omniphoben Schicht auf einem Glaskörper, aufweisend die folgenden Schritte:
- Bereitstellen eines Glaskörpers (S100);
 - Ausbilden einer gleitfördernden, omniphoben Schicht (S104), insbesondere gemäß einem der Ansprüche 1 –28.
30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei zwischen den Verfahrensschritten des Bereitstellens (S100) und des Ausbildens (S104) als zusätzlicher Verfahrensschritt der Schritt:
- Vorbehandeln des Glaskörpers (S102) durchgeführt wird.
31. Verfahren nach Anspruch 30, wobei das Vorbehandeln ein Ausbilden reaktiver OH-Gruppen umfasst, insbesondere ein Ausbilden reaktiver OH-Gruppen durch eine Plasma- und/oder Ionenbehandlung.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 31, wobei das Verfahren als zusätzlichen Verfahrensschritt den Schritt:
- Reinigen (S106) aufweist wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 29 bis 32, wobei das Verfahren als zusätzlichen Verfahrensschritt den Schritt:
- Trocknen (S108) aufweist wird.

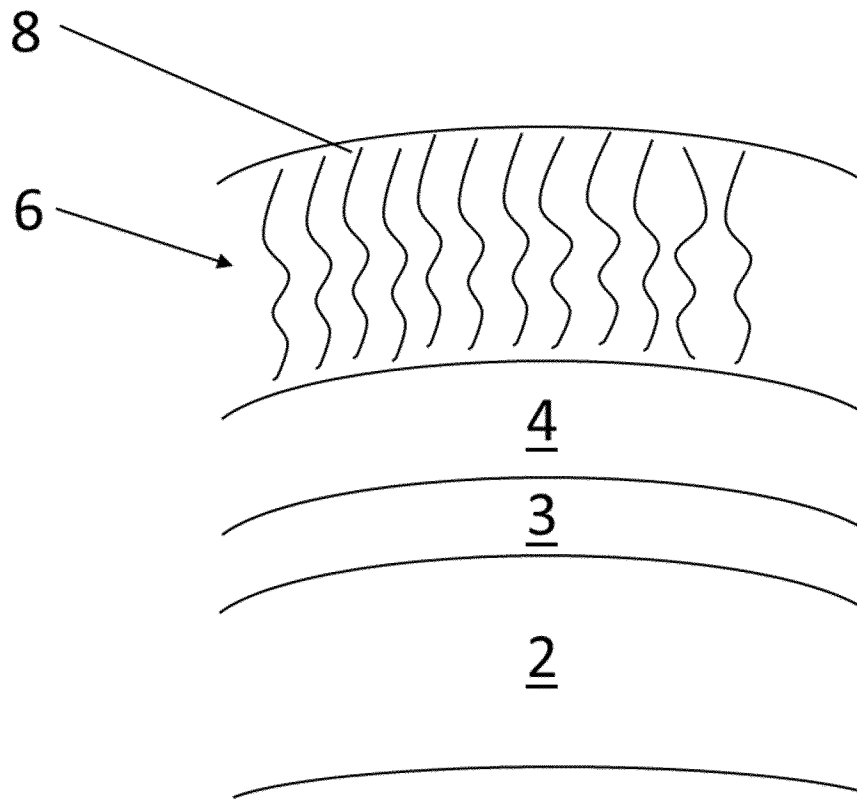


Fig. 1

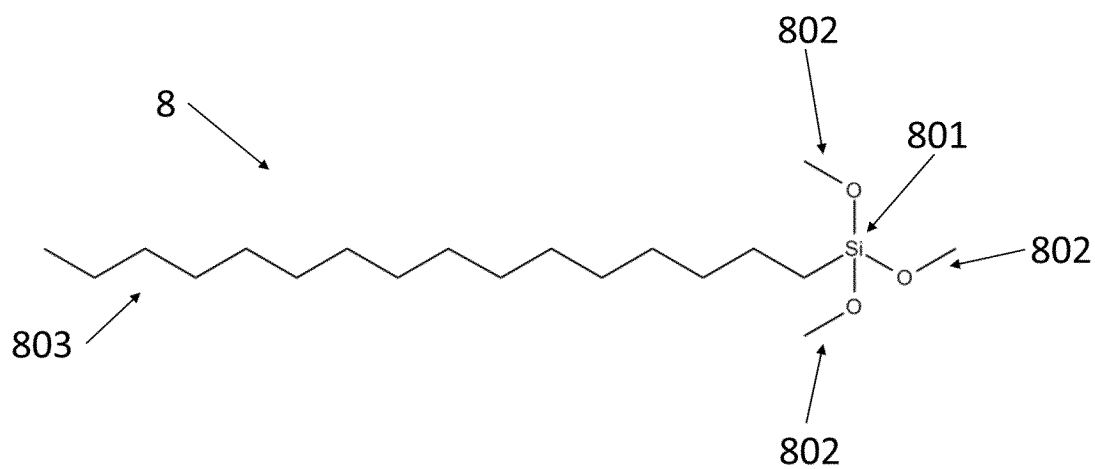


Fig. 2

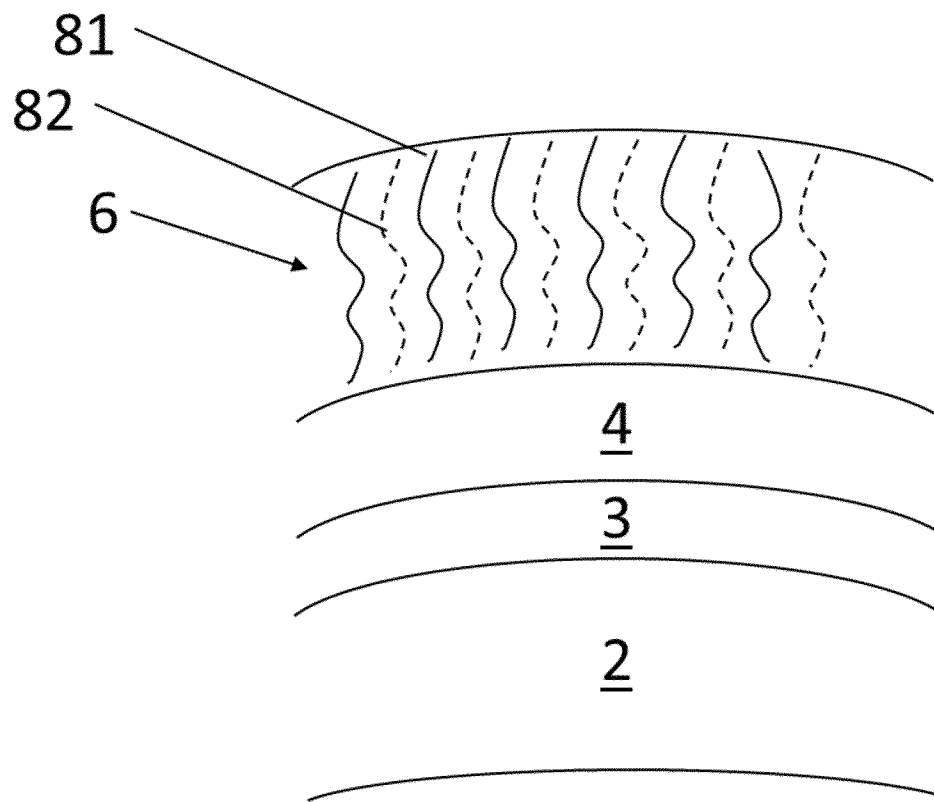


Fig. 3

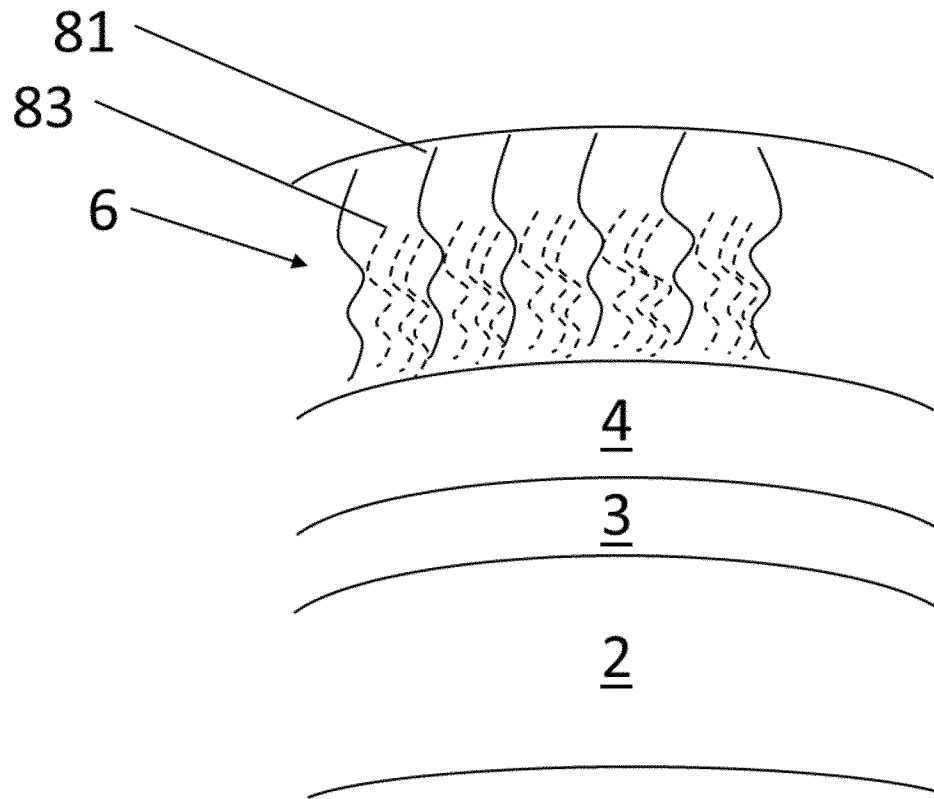
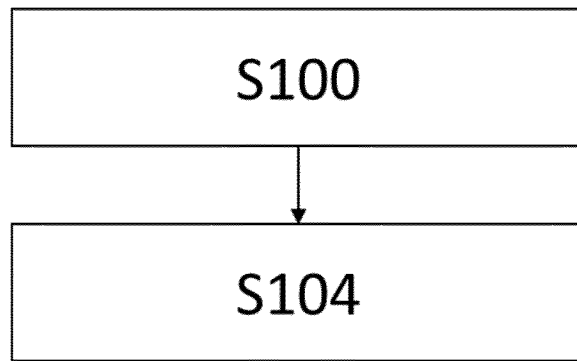
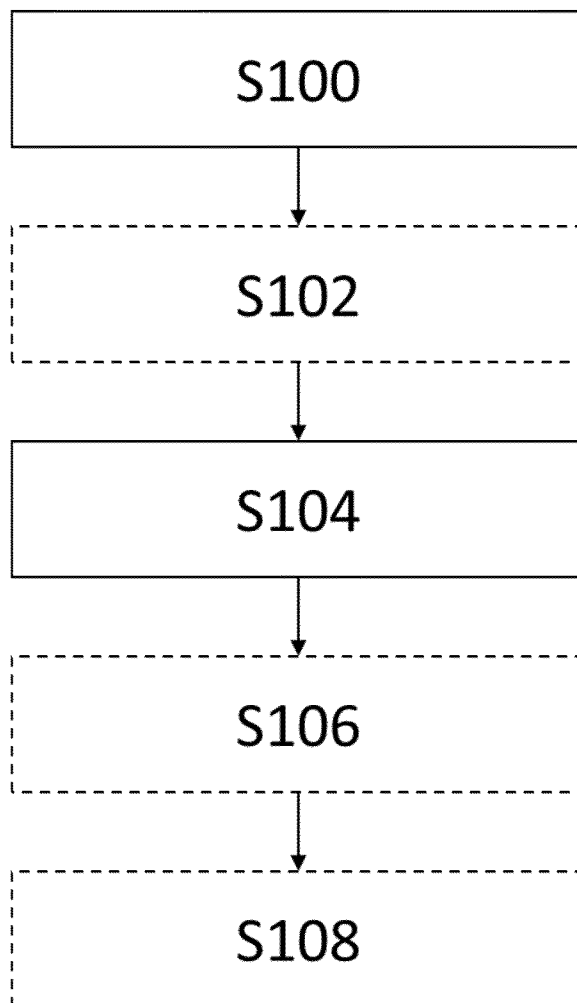


Fig. 4

**Fig. 5****Fig. 6**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/057763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**C03C 17/42**(2006.01)i; **G02B 1/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C03C; G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2019217580 A1 (ZHOU LILIN [JP] ET AL) 18 July 2019 (2019-07-18) paragraphs [0050] - [0052]; claim 1	1-33
X	US 2008038483 A1 (GOETZ BAERBEL [DE] ET AL) 14 February 2008 (2008-02-14) example; claims 1,4,6	1-33
X	US 2014016201 A1 (LEE CHRISTOPHER MORTON [US] ET AL) 16 January 2014 (2014-01-16) paragraph [0103]; example 2	1-33
X	US 2021300817 A1 (KOBAYASHI DAISUKE [JP] ET AL) 30 September 2021 (2021-09-30) examples; claim 1	1,2,4-33

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2024

Date of mailing of the international search report

28 June 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Saldamli, Saltuk

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/057763

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019217580	A1	18 July 2019	CN	109803823	A	24 May 2019
				CN	111548026	A	18 August 2020
				EP	3643495	A1	29 April 2020
				JP	6485610	B1	20 March 2019
				JP	7063288	B2	09 May 2022
				JP	2019116097	A	18 July 2019
				JP	WO2018235778	A1	27 June 2019
				KR	20200020667	A	26 February 2020
				TW	201906800	A	16 February 2019
				US	2019217580	A1	18 July 2019
				US	2020376814	A1	03 December 2020
				WO	2018235778	A1	27 December 2018
US	2008038483	A1	14 February 2008	DE	102004056965	A1	08 June 2006
				EP	1815276	A1	08 August 2007
				JP	2008522202	A	26 June 2008
				US	2008038483	A1	14 February 2008
				WO	2006056274	A1	01 June 2006
US	2014016201	A1	16 January 2014	CN	104302589	A	21 January 2015
				CN	107777894	A	09 March 2018
				EP	2785661	A2	08 October 2014
				EP	3696293	A1	19 August 2020
				JP	6157496	B2	05 July 2017
				JP	6397532	B2	26 September 2018
				JP	6960892	B2	05 November 2021
				JP	2015506895	A	05 March 2015
				JP	2017165649	A	21 September 2017
				JP	2019014649	A	31 January 2019
				KR	20140098176	A	07 August 2014
				KR	20180105248	A	27 September 2018
				TW	201329259	A	16 July 2013
				TW	201710529	A	16 March 2017
				US	2013135741	A1	30 May 2013
				US	2014016201	A1	16 January 2014
				US	2015015959	A1	15 January 2015
				WO	2013082488	A2	06 June 2013
US	2021300817	A1	30 September 2021	CN	113260599	A	13 August 2021
				EP	3904305	A1	03 November 2021
				JP	7439769	B2	28 February 2024
				JP	WO2020137998	A1	18 November 2021
				KR	20210105884	A	27 August 2021
				TW	202039777	A	01 November 2020
				US	2021300817	A1	30 September 2021
				WO	2020137998	A1	02 July 2020

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. C03C17/42 G02B1/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) C03C G02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2019/217580 A1 (ZHOU LILIN [JP] ET AL) 18. Juli 2019 (2019-07-18) Absätze [0050] - [0052]; Anspruch 1 -----	1-33
X	US 2008/038483 A1 (GOETZ BAERBEL [DE] ET AL) 14. Februar 2008 (2008-02-14) Example; Ansprüche 1,4,6 -----	1-33
X	US 2014/016201 A1 (LEE CHRISTOPHER MORTON [US] ET AL) 16. Januar 2014 (2014-01-16) Absatz [0103]; Beispiel 2 -----	1-33
X	US 2021/300817 A1 (KOBAYASHI DAISUKE [JP] ET AL) 30. September 2021 (2021-09-30) Examples; Anspruch 1 -----	1,2,4-33
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Juni 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 28/06/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Saldamli, Saltuk

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/057763

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019217580 A1	18-07-2019	CN 109803823 A	24-05-2019
		CN 111548026 A	18-08-2020
		EP 3643495 A1	29-04-2020
		JP 6485610 B1	20-03-2019
		JP 7063288 B2	09-05-2022
		JP 2019116097 A	18-07-2019
		JP WO2018235778 A1	27-06-2019
		KR 20200020667 A	26-02-2020
		TW 201906800 A	16-02-2019
		US 2019217580 A1	18-07-2019
		US 2020376814 A1	03-12-2020
		WO 2018235778 A1	27-12-2018
US 2008038483 A1	14-02-2008	DE 102004056965 A1	08-06-2006
		EP 1815276 A1	08-08-2007
		JP 2008522202 A	26-06-2008
		US 2008038483 A1	14-02-2008
		WO 2006056274 A1	01-06-2006
US 2014016201 A1	16-01-2014	CN 104302589 A	21-01-2015
		CN 107777894 A	09-03-2018
		EP 2785661 A2	08-10-2014
		EP 3696293 A1	19-08-2020
		JP 6157496 B2	05-07-2017
		JP 6397532 B2	26-09-2018
		JP 6960892 B2	05-11-2021
		JP 2015506895 A	05-03-2015
		JP 2017165649 A	21-09-2017
		JP 2019014649 A	31-01-2019
		KR 20140098176 A	07-08-2014
		KR 20180105248 A	27-09-2018
		TW 201329259 A	16-07-2013
		TW 201710529 A	16-03-2017
		US 2013135741 A1	30-05-2013
		US 2014016201 A1	16-01-2014
		US 2015015959 A1	15-01-2015
		WO 2013082488 A2	06-06-2013
US 2021300817 A1	30-09-2021	CN 113260599 A	13-08-2021
		EP 3904305 A1	03-11-2021
		JP 7439769 B2	28-02-2024
		JP WO2020137998 A1	18-11-2021
		KR 20210105884 A	27-08-2021
		TW 202039777 A	01-11-2020
		US 2021300817 A1	30-09-2021
		WO 2020137998 A1	02-07-2020