



PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : C23C 14/06, 14/00, B65G 11/00</p>	A2	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/23661</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juli 1997 (03.07.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/02434</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 13. December 1996 (13.12.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 48 160.7 22. December 1995 (22.12.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NEUMANN, Manfred [DE/DE]; Louise-Seidler-Strasse 19, D-01217 Dresden (DE). SCHILLER, Siegfried [DE/DE]; Platteite 17, D-01324 Dresden (DE). MORGNER, Henry [DE/DE]; Am Hofegarten 6, D-01257 Dresden (DE). SCHILLER, Nicolas [DE/DE]; Fabrikstrasse 5, D-01833 Helmsdorf (DE). STRAACH, Steffen [DE/DE]; Kaitzer Strasse 48, D-01187 Dresden (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
<p>(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING ORGANICALLY MODIFIED OXIDE, OXYNITRIDE OR NITRIDE LAYERS BY VACUUM DEPOSITION</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG ORGANISCH MODIFIZIERTER OXID-, OXINITRID- ODER NITRID-SCHICHTEN DURCH VAKUUMBESCHICHTUNG</p> <p>(57) Abstract</p> <p>According to the invention, in plasma-activated high-rate evaporation of an oxide former, monomers are applied in addition to oxygen in such a way that the evaporated oxide formers and the oxygen and the monomers have a preferential direction on the substrate and pass through a high-density plasma zone. More than 50 wt % of the coating on the substrate consists of inorganic molecules and under 50 wt % of partially cross-linked organic molecules. The process is used for packaging, window glazing, mirrors, decorative surfaces or façade linings.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Erfindungsgemäß werden bei plasmagestützter reaktiver Hochrateverdampfung eines Oxidbildners zusätzlich zum Sauerstoff Monomere derart eingelassen, daß der verdampfte Oxidbildner und der Sauerstoff sowie die Monomere eine Vorzugsrichtung auf dem Substrat besitzen und eine hochdichte Plasmazone durchlaufen. Die Schicht auf dem Substrat besteht zu mehr als 50 Gewichtsprozenten aus anorganischen Molekülen und zu weniger als 50 Gewichtsprozenten aus teilweise vernetzten organischen Molekülen. Das Verfahren wird angewendet für Verpackungen, Fensterflächen, Spiegel, dekorative Oberflächen oder Fassadenverkleidungen.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Verfahren zur Herstellung organisch modifizierter Oxid-, Oxinitrid- oder Nitridschichten durch Vakuumbeschichtung

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung organisch modifizierter Oxid-, Oxinitrid- oder Nitridschichten auf großen Flächen durch Vakuumbeschichtung und ein danach beschichtetes Substrat. Bevorzugte Anwendungen solcher Schichten sind transparente Barrierefolien für Verpackungen und transparente Korrosions- oder Abriebschutzschichten für Fensterflächen, Spiegel, dekorative Oberflächen oder Fassadenverkleidungen.

10

Es ist bekannt, Schichten für die genannten Anwendungen durch Lackierungen mit transparenten Lackschichten oder durch Aufkaschieren transparenter Kunststofffolien herzustellen. Damit wird zwar in vielen Fällen eine ausreichende Barriere- oder Korrosionsschutzwirkung, aber nur eine sehr geringe Abriebfestigkeit und für Anwendungen
15 im Außenbereich eine ungenügende Witterungs- und UV-Stabilität erreicht.

Wesentlich höhere Abriebfestigkeiten und gute Barriere- und Korrosionsschutzeigenschaften bei wesentlich geringerem Materialaufwand werden durch Aufbringen transparenter Oxidschichten im Vakuum erreicht. Die Beschichtung erfolgt durch Bedampfungs-, Sputter- oder Plasma-CVD-Verfahren (G. Kienel: „Vakuumbeschichtung“, Bd. 5, VDI-Verlag,
20 Düsseldorf, 1993). Die auf diese Weise hergestellten anorganischen Oxidschichten besitzen jedoch eine sehr viel geringere Flexibilität als die durch Lackierung oder Kaschierung hergestellten organischen Beschichtungen. Dadurch werden die anfangs durch die Vakuumbeschichtung erreichten sehr guten Eigenschaften der Oxidschichten bei der
25 Anwendung und Weiterverarbeitung der beschichteten Folien, Bleche oder Platten beeinträchtigt. Insbesondere ist ein nachträgliches Verstrecken oder Tiefziehen der beschichteten Materialien kaum möglich.

Es wurde bereits versucht, die hohe Flexibilität der organischen Beschichtungen mit der
30 hohen Abriebfestigkeit und Witterungsstabilität der Oxidschichten zu kombinieren. Ein Beispiel sind sogenannte „organisch modifizierte Keramiksichten“ („ORMOCER“-Schichten), die nach dem Sol-Gel-Prozeß hergestellt und wie Lackschichten aufgetragen werden (R. Kasemann, H. Schmidt: New Journal of Chemistry, Vol. 18, 1994, Heft 10, Seite 1117). Sie erfordern jedoch ähnlich große Schichtdicken wie herkömmliche Lackschichten.
35 Außerdem ist die Abriebfestigkeit und Witterungsbeständigkeit zwar besser als bei

Lackschichten, aber bei weitem nicht so gut wie bei den im Vakuum aufgetragenen dünnen Oxidschichten.

Es ist weiterhin bekannt, organische Schichten mit anorganischem Oxidanteil dadurch
5 herzustellen, daß die organischen Schichten mit Hilfe der Plasmapolymerisation im Vakuum
abgeschieden werden, wobei als Monomer für die Plasmapolymerisation metallorganische
oder siliziumorganische Dämpfe verwendet werden und durch gleichzeitigen
Sauerstoffeinlaß auch Metalloxid- oder Siliziumoxidmoleküle gebildet und in die
aufwachsende organische Polymerschicht eingelagert werden (JP 2/99933). Je nach
10 verwendetem Monomer und je nach Sauerstoffanteil kann der Oxidanteil in der organischen
Polymerschicht variiert werden. Auf diese Weise können mehr oder weniger harte Schichten
abgeschieden werden, die sowohl gute Abriebfestigkeiten als auch gute Barriere- und
Korrosionsschutz-Eigenschaften aufweisen. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, daß
zum Erzielen qualitätsgerechter Schichten nur Abscheiderate von wenigen Nanometern pro
15 Sekunde möglich sind. Damit ist dieses Verfahren für die ökonomische Beschichtung großer
Flächen ungeeignet.

Es ist bekannt, auf einem Substrat zur Verbesserung der Gasundurchlässigkeit eine Schicht
aus einer anorganischen und einer organischen Komponente aufzubringen, wobei die
20 organische Komponente ungleichmäßig, im Monomer-Zustand in der Schicht verteilt ist (EP 0
470 777 A2). Der Nachteil besteht darin, daß die Schicht für die Weiterverarbeitung zu
spröde ist, und daß die mit diesem Verfahren erzielten Bedampfungsraten zu gering sind.

Weiterhin ist ein Verfahren zur ionengestützten Vakuumbeschichtung bekannt, bei der ein
25 Plasma zur Erzeugung von Ionen verwendet wird. Dabei werden zwischen Substrat und
Beschichtungsquelle durch Anlegen von wechselweise positiven und negativen
Spannungsimpulsen relativ zum Plasma Ionen zum Substrat beschleunigt (DE 44 12 906 C 1).
Nachteilig ist, daß die so erzeugten Schichten zu hart für eine anschließende
Weiterverarbeitung des beschichteten Substrates sind.

30

Es ist bekannt, durch Simultanverdampfung von Polymeren und Metallen mit zwei
Verdampferquellen Oxid-Polymer-Dispersionsschichten herzustellen (US 4,048,349). Dieses
Verfahren ist jedoch sehr aufwendig, zumal eine anschließende Wärmbehandlung zur
Oxidation durchgeführt werden muß.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Herstellung organisch modifizierter Oxid-, Oxinitrid- oder Nitridschichten durch Vakuumbeschichtung zu schaffen, das die für die Beschichtung großer Flächen erforderlichen hohen Beschichtungsraten ermöglicht und mit dem Schichten abgeschieden werden können, die je nach

5 Anwendungszweck gute Barriere-, Korrosions- oder Abriebschutzeigenschaften aufweisen und die außerdem eine solche Flexibilität besitzen, daß die guten Eigenschaften bei der Weiterverarbeitung und praktischen Verwendung in ausreichendem Maße erhalten bleiben. Es soll weiterhin über große Flächen eine hohe Homogenität erreicht werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Substrat mit einer Beschichtung zu schaffen,

10 welche die obengenannten Eigenschaften aufweist. Es sollen vorzugsweise band- und plattenförmige Substrate aus beliebigem Material sein.

Die Aufgabe wird nach den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind in den Ansprüchen 2 bis 12 beschrieben. Das

15 erfindungsgemäße Substrat ist nach den Merkmalen des Anspruches 13 hergestellt. Vorteilhafte Ausgestaltungen desselben beschreiben die Ansprüche 14 bis 17.

Wesentlicher Ausgangspunkt des Verfahrens ist das an sich bekannte plasmagestützte reaktive Aufdampfen von Oxidschichten, mit dem die geforderten hohen

20 Beschichtungsraten, die geforderte hohe Härte und Abriebfestigkeit der Schichten erreicht werden. Überraschender Weise wurde gefunden, daß durch zusätzliches Einlassen bereits geringer Mengen eines geeigneten Monomers in die Bedampfungszone eine unerwartet deutliche Modifizierung der ansonsten spröden Oxidschichten in Richtung auf eine höhere Flexibilität, d. h. eine höhere Dehnbarkeit und Biegsamkeit erfolgt. Weiterhin wird eine

25 höhere Korrosionsschutzwirkung und eine bessere Barrierewirkung gegenüber der Diffusion von Gasen und Dämpfen erreicht. Eine wichtige Voraussetzung zur Erzielung dieser Effekte besteht darin, daß Reaktivgas und die Monomere in der Nähe des Substrates und mit Vorzugsrichtung auf die zu beschichtende Stelle des Substrates eingelassen werden und daß sie gemeinsam mit dem verdampften Oxid- bzw. Nitridbildner unmittelbar vor dem

30 Auftreffen auf das Substrat eine hochdichte Plasmazone durchlaufen. Durch den Einlaß von Reaktivgas und Monomeren mit Vorzugsrichtung auf das Substrat werden unerwünschte Streueffekte minimiert und die gewünschten Anteile von Reaktivgas- und Monomermolekülen an der Substratoberfläche werden bereits bei relativ geringen Gasflüssen und Totaldrücken erreicht. Auf diese Weise wird eine höhere Packungsdichte der

35 Schichtmoleküle erzielt. Von entscheidendem Einfluß auf die Schichtstruktur und die

resultierenden Schichteigenschaften ist jedoch das Durchlaufen einer hochdichten Plasmazone vor dem Auftreffen auf das Substrat.

Hier werden sowohl die Moleküle und Atome des verdampften Oxid- bzw. Nitridbildners als auch die Reaktivgas- und Monomermoleküle so stark angeregt und teilweise ionisiert, daß sie in der aufwachsenden Schicht ein dichtes anorganisch-organisches Molekülnetzwerk ausbilden.

Der gleiche Effekt wird auch erzielt, wenn anstelle der oxid- bzw. nitridbildenden Elemente wie Silizium, Aluminium oder anderer reaktive Metalle, deren Oxide oder Suboxide verdampft werden, wobei dann die Menge des eingelassenen Reaktivgases reduziert werden kann. Diese Verfahrensweise ist dann von Vorteil, wenn die entsprechenden Oxide/Nitride oder Suboxide/Subnitride billiger als die oxid- bzw. nitridbildenden Elemente sind, wie das beim Siliziumdioxid (Quarz) im Vergleich zum Silizium der Fall ist. In den meisten Fällen, wie z. B. beim Aluminium, sind jedoch die Oxidbildner billiger und leichter verdampfbar als die entsprechenden Oxide oder Suboxide.

Für bestimmte Anwendungen kann es auch vorteilhaft sein, wenn die Schichteigenschaften sich über die Schichtdicke gradientenförmig verändern. Beispielsweise ist es für abriebfeste Schichten auf Kunststofffolien vorteilhaft, wenn die Härte der Schichten auf der substratzugewandten Seite geringer und damit dem Kunststoffsubstrat besser angepaßt ist, während an der substratabgewandten Schichtoberfläche eine hohe Härte erwünscht ist. Ein derartiger gradientenförmiger Schichtaufbau kann auch dadurch erreicht werden, daß die zu beschichtenden Substrate mit konstanter Geschwindigkeit über die Bedampfungszone bewegt werden und entweder der Reaktivgaseinlaß oder der Monomereinlaß oder der Schwerpunkt der Plasmazone nicht in der Mitte der Bedampfungszone sondern, bezogen auf die Bewegungsrichtung des Substrates, mehr am Anfang der Bedampfungszone oder mehr am Ende der Bedampfungszone angeordnet wird. Bei Anordnung am Anfang der Bedampfungszone wird mehr die substratzugewandte Seite der Schicht, bei Anordnung am Ende der Bedampfungszone wird mehr die substratabgewandte Seite der Schicht, d.h. die Schichtoberfläche, beeinflußt. Dabei führt ein höherer Reaktivgasanteil im allgemeinen zu einer erhöhten Transparenz und zu einer höheren Härte, aber oftmals auch zu einer geringeren Flexibilität der Schicht. Dagegen kann durch einen höheren Monomeranteil die Flexibilität der Schicht erhöht werden, während sich die Härte etwas verringert. Schließlich können durch Erhöhen der Plasmadichte die Härte und die Haftfestigkeit der Schichten

erhöht und auch die Schichttransparenz beeinflusst werden. So können sowohl durch den Mittelwert als auch durch die örtliche Verteilung von Reaktivgas, Monomer und Plasmadichte sowohl der Mittelwert als auch der Gradient der Schichteigenschaften über die Schichtdicke in weiten Grenzen variiert werden. Die günstigsten Werte und die günstigste örtliche
5 Verteilung ist je nach Anwendungsfall experimentell zu ermitteln.

An einem Ausführungsbeispiel wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Die zugehörige Zeichnung zeigt eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10 Das zu beschichtende Substrat 1 ist eine mit einer hochreflektierenden Metallschicht versehene Kunststoffolie, die für großflächige Solar-Reflektoren in Solar-Kraftwerken eingesetzt werden soll und die eine hochtransparente, abriebfeste, korrosionsschützende und witterungsbeständige Schutzschicht benötigt. Das zu beschichtende Substrat 1 wird mit
15 konstanter Geschwindigkeit von einer Abwickelrolle 2 über eine Kühlwalze 3 zu einer Aufwickelrolle 4 geführt. An der Unterseite der Kühlwalze 3 wird Aluminium als Oxidbildner aus einer Reihe widerstandsbeheizter Schiffchenverdampfer 5 verdampft. Für das Verdampfen anderer Oxidbildner wie Titan oder Zirkon bzw. für das Verdampfen von Oxiden oder Suboxiden wie SiO_2 oder SiO können anstelle der Schiffchenverdampfer 5 auch
Elektronenstrahlverdampfer oder andere Hochrate-Verdampferquellen eingesetzt werden.
20 Für die Erzeugung der hochdichten Plasmazone 6 unmittelbar vor dem Substrat werden zwei mit ca. 50 kHz bipolar gepulste Magnetrons 7 verwendet. Unterhalb der Plasmazone 6 sind zwei Düsenrohre 8; 9 zum Einlassen des Reaktivgases Sauerstoff und zwei Düsenrohre 10; 11 zum Einlassen des Monomers Hexamethyldisiloxan (HMDSO) vorgesehen. Die Düsenrohre 8; 9; 10; 11 sind auf die zu beschichtende Stelle des Substrates 1 gerichtet, um eine gute
25 Reaktivgas- und Monomerausnutzung und einen möglichst geringen Druck in der Beschichtungskammer zu gewährleisten.

Nach Einstellen der gewünschten Aluminium-Verdampfungsrate mit Hilfe der Schiffchenverdampfer 5 und der durch Vorversuche ermittelten optimalen Plasmadichte in
30 der Plasmazone 6 wird der Sauerstofffluß über die Düsenrohre 8 und 9 zu gleichen Anteilen so lange erhöht, bis eine Aluminiumoxidschicht mit der erforderlichen hohen Transparenz erzielt wird. Die Transparenz der abgeschiedenen Schicht wird über ein Reflexionsspektrometer 12 gemessen. Danach wird der Monomerfluß über die Düsenrohre 10 und 11 auf den durch Vorversuche ermittelten optimalen Wert eingestellt, wobei es im
35 allgemeinen zweckmäßig ist, den Fluß durch das Düsenrohr 10 höher als den Fluß durch das

Düsenrohr 11 einzustellen. Die durch den Monomereinlaß oftmals auftretende Transparenzverringering der abgeschiedenen Schicht kann durch weiteren Sauerstoffeinlaß weitgehend kompensiert werden. Im Interesse einer hohen Oberflächenhärte der Schicht ist es zweckmäßig, diesen zusätzlichen Sauerstoff-einlaß im wesentlichen durch das Düsenrohr 5 9 vorzunehmen.

Patentansprüche

- 1 Verfahren zur Herstellung organisch modifizierter Oxid-, Oxinitrid- oder Nitridschichten
durch Vakuumbeschichtung auf einem Substrat durch plasmagestützte Verdampfung
5 eines oxid- und nitridbildenden Verdampfungsmaterials, **dadurch gekennzeichnet**,
daß die Schichten durch plasmagestützte, reaktive Hochrateverdampfung des
Verdampfungsmaterials unter Zuführung mindestens eines der Reaktivgase Sauerstoff
und Stickstoff sowie zusätzlich gasförmige Monomere mit einer Vorzugsrichtung auf
das zu beschichtende Substrat in die Bedampfungszone und Durchlaufen einer
10 hochdichten Plasmazone unmittelbar vor dem Substrat abgeschieden werden.
- 2 Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schichten mit
Beschichtungsraten von mindestens 10 nm/s, vorzugsweise von 20 bis 1000 nm/s
abgeschieden werden.
- 15 3 Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine
Plasmadichte vor dem Substrat von mindestens 10^9 cm^{-3} , vorzugsweise von 10^{10} bis
 10^{12} cm^{-3} eingestellt wird.
- 20 4 Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die
plasmagestützte reaktive Hochrateverdampfung unter Verwendung einer diffusen
Bogenentladung, einer gepulsten oder nichtgepulsten Magnetronentladung oder einer
ECR-Mikrowellenentladung durchgeführt wird.
- 25 5 Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß als
Verdampfungsmaterial Silizium, Aluminium, ein anderes Metall oder eine
Metallegierung verwendet wird.
- 6 Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle des
30 Oxidbildners das abzuscheidende Oxid selbst oder ein Suboxid verdampft werden,
wobei der Anteil des eingelassenen Sauerstoffs reduziert wird.
- 7 Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß anstelle von Silizium,
Siliziumdioxid oder Siliziummonoxid verdampft wird.

- 8 Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß als gasförmige Monomere polymerisierbare Kohlenwasserstoffe, metallorganische Verbindungen, siliziumorganische Verbindungen, fluororganische Verbindungen oder deren Mischungen eingelassen werden.
- 5
- 9 Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zu beschichtende Substrat gleichförmig über die Bedampfungszone bewegt wird.
- 10 Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Reaktivgas, bezogen auf die Bewegungsrichtung des Substrates, am Anfang, in der Mitte oder am Ende der Bedampfungszone eingelassen wird.
- 11 Verfahren nach den Ansprüchen 9 und 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die gasförmigen Monomere, bezogen auf die Bewegungsrichtung des Substrates, am Anfang, in der Mitte oder am Ende der Bedampfungszone eingelassen werden.
- 15
- 12 Verfahren nach den Ansprüchen 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die hochdichte Plasmazone, bezogen auf die Bewegungsrichtung des Substrates, derart ausgedehnt wird, daß sie sich am Anfang oder am Ende der Bedampfungszone befindet oder annähernd über die gesamte Bedampfungszone erstreckt.
- 20
- 13 Substrat mit einer organisch modifizierten Oxid-, Oxinitrid- oder Nitridschicht, nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 hergestellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die durch plasmagestützte Hochratebedampfung aufgebrachte Schicht zu mehr als 50 Gewichtsprozenten, vorzugsweise zu mehr als 80 Gewichtsprozenten, aus anorganischen Molekülen und zu weniger als 50 Gewichtsprozenten, vorzugsweise zu weniger als 20 Gewichtsprozenten, aus teilweise vernetzten organischen Molekülen besteht.
- 25
- 30 14 Substrat nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die anorganischen Moleküle Oxide, Oxinitride oder Nitride von Silizium, Aluminium oder anderen Metallen sind.

- 15 Substrat nach Anspruch 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die teilweise vernetzten organischen Moleküle Kohlenstoff, Silizium, Metall und/oder Fluor enthalten.
- 5 16 Substrat nach Anspruch 13 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anteil der organischen Moleküle von der substratzugewandten Seite zur substratabgewandten Seite der Schicht abnimmt.
- 10 17 Substrat nach Anspruch 13 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Sauerstoff- und/oder Stickstoffanteil der Schicht von der substratzugewandten Seite zur substratabgewandten Seite der Schicht zunimmt.

