



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 07 753 T2 2004.11.11**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 200 512 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 07 753.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/18575**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 945 222.8**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/02472**

(86) PCT-Anmeldetag: **06.07.2000**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **11.01.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **02.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **14.01.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.11.2004**

(51) Int Cl.⁷: **C08J 7/04**

C09D 4/00, G02B 1/10

(30) Unionspriorität:

348135 06.07.1999 US

(73) Patentinhaber:

PPG Industries Ohio, Inc., Cleveland, Ohio, US

(74) Vertreter:

**Sternagel, Fleischer, Godemeyer & Partner,
Patentanwälte, 51429 Bergisch Gladbach**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**WALTERS, W., Robert, Export, US; STEWART, J.,
Kevin, Murrysville, US**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUM VERBINDEN EINER PHOTOCHROMEN BESCHICHTUNG AN EIN POLYMERES SUBSTRAT**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf das Aufbringen einer organischen, polymeren Schicht, z. B. ein Film oder eine Beschichtung, auf ein polymeres Substrat. Spezieller bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung einer haftenden Schicht auf organischen, polymeren Substraten unter Verwendung einer Zusammensetzung, die im Wesentlichen aus organofunktionellem Silan, einem durch Strahlung aktivierten Säurekatalysator und einem organischen Lösungsmittel besteht. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf das Haften einer fotochromen, polymeren Schicht auf ein polymeres Substrat, auf das resultierende beschichtete Substrat und auf optische Gegenstände, welche solche fotochrome, beschichtete Substrate umfassen. Weiter bezieht sich diese Erfindung auf fotochrome und nicht-fotochrome, beschichtete optische Gegenstände, die gemäß dem Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellt sind, welche industriell annehmbare "kosmetische" Standards für optische Beschichtungen erfüllen, die auf optische Elemente, z.B. Linsen, angewendet werden.

[0002] Fotochrome Verbindungen weisen eine reversible Änderung in der Farbe auf, wenn sie Lichtstrahlung, einschließlich ultravioletten Strahlen, wie die Ultraviolettstrahlung im Sonnenlicht oder das Licht einer Quecksilberlampe, ausgesetzt werden. Verschiedene Klassen von fotochromen Verbindungen sind synthetisiert und zur Verwendung in Anwendungen vorgeschlagen worden, in welchen eine durch Sonnenlicht induzierte reversible Farbänderung oder Abdunkelung erwünscht ist. Die am häufigsten vorgeschlagenen Klassen von fotochromen Verbindungen sind Oxazine, Pyrane und Fulgide.

[0003] Die Verwendung von fotochromen Verbindungen in polymerisierbaren Materialien, die zur Bildung von fotochromen Schichten verwendet werden, ist beschrieben worden.

[0004] Die europäische Patentveröffentlichung 0 726 138 A1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung einer plastischen, fotochromen Linse, welche eine aus einem synthetischen Harz hergestellte Linsengrundlage und eine fotochrome Schicht umfasst. Die internationale Patentveröffentlichung WO 96/34735 beschreibt optische Gegenstände und Verfahren zur Herstellung solcher Gegenstände mit einer Klebstoffmatrixschicht, die ein oder mehrere fotochrome Additive enthält. Die US-Patentschrift 4,756,973 beschreibt eine fotochrome Linse, die aus einem Linsenelement und einer eine Spirooxazinverbindung enthaltenden fotochromen Harzschicht hergestellt ist.

[0005] Es wird berichtet, dass die äußerste Oberfläche der meisten organischen Polymere aufgrund eines Überwiegens von nicht-polaren Gruppen hydrophob ist und daher schwierig zu benetzen ist. Einige Polymere haben eine solch niedrige Oberflächenenergie, dass es schwierig ist, Beschichtungen zu formulieren, welche die Polymeroberfläche benetzen. Zahlreiche der herkömmlichen Beschichtungen, z.B. harte Schutzbeschichtungen, Farben, Tinten und Klebstoffe, die auf Polymere aufgebracht werden, sind hydrophil. Folglich bilden sie keine starken Bindungen mit der hydrophoben Oberfläche des Polymers und haften daher nicht gut auf dem Polymer.

[0006] Es werden häufig Vorbehandlungsverfahren auf polymeren Substraten verwendet, um die Oberflächenenergie oder die Benetzungseigenschaften des Substrats zu erhöhen und um funktionelle Gruppen bereitzustellen, die mit polaren Gruppen Wechselwirken, die in auf solche Substrate aufgetragenen Beschichtungen vorhanden sind. In der US-Patentschrift Nr. 4,425,403, Spalte 1, Zeilen 57-65 wird beschrieben, dass die Haftung zwischen einem Substrat und einem auf das Substrat aufgetragenen Beschichtungsmaterial durch verschiedene Arten von Oberflächenbehandlungen verbessert wird. Solche Behandlungen sind z.B. eine chemische Behandlung mit einem starken Alkali oder mit einem oxidierenden Material, eine Heißluftbehandlung, eine Flammreinigung, eine Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung, eine Koronaentladung, eine Aktivierung durch kaltes Plasma und Ähnliches.

[0007] Die Verwendung von organofunktionellen Silanen als Haftungs promotoren in Grundierungszusammensetzungen, die zum Haften von Organopolysiloxan-Hartbeschichtungen auf thermoplastischen Trägern verwendet werden, ist in den US-Patentschriften 4,615,947 und 5,025,049 beschrieben worden. Die Verwendung von Organosilanen als Kupplungsmittel zur Haftung an eine anorganische, polymere Hartbeschichtung ist in der US-Patentschrift Nr. 5,733,463 beschrieben worden. Jede dieser Patentschriften beschreibt die Verwendung von Silanen zur Bindung einer anorganischen Matrix, z.B. eine Siloxanbeschichtung oder ein dielektrischer Stapel von Titanoxiden und Siliciumoxiden an eine organische Matrix.

[0008] US-A-4 348 462 beschreibt strahlungshärtbare Beschichtungszusammensetzungen, umfassend kolloidales Siliciumdioxid, acryloxyfunktionelles Silan, Nicht-Silylacrylate und eine katalytische Menge von

UV-Licht empfindlichen Fotoinitiatoren.

[0009] GB-A-2 113 698 beschreibt polymerisierbare Grundierbeschichtungszusammensetzungen, die auf Polycarbonat aufgebracht sind, wobei die Zusammensetzungen ungesättigte Monomere, Mercaptoorganosilane und einen Fotoinitiator enthalten.

[0010] Obwohl es Verfahren zum Erhalt von Beschichtungshaftung und zur Herstellung von fotochromen Schichten auf polymeren Substraten gibt, werden alternative Verfahren gesucht. Es besteht ein kommerzielles Bedürfnis, haftende, fotochrome und nichtfotochrome Schichten auf transparenten Kunststoffsubstraten in rascher und wirtschaftlicher Weise herzustellen.

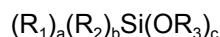
[0011] Es ist nun festgestellt worden, dass eine haftende, organische Polymerschicht rasch auf ein organisches, polymeres Substrat aufgebracht werden kann. Dies wird erreicht durch ein Verfahren, umfassend das Behandeln der Oberfläche des polymeren Substrats zum Erhalt von reaktiven Gruppen auf der Oberfläche, das Aufbringen einer Klebstoffschicht aus einer ersten Zusammensetzung auf die behandelte Oberfläche, wobei die erste Zusammensetzung im Wesentlichen aus einer oberflächenmodifizierenden Menge eines organofunktionellen Silans, einer katalysierenden Menge von Material, welches beim Belichten mit aktinischer Strahlung Säure erzeugt, und einer solvatisierenden Menge von Lösungsmittel besteht, das Belichten der beschichteten Oberfläche des Substrats mit einer die Haftung verbessernden Menge von aktivischer Strahlung, das Aufbringen einer zweiten Schicht einer fotochromen oder nicht-fotochromen, organischen, polymerbildenden Zusammensetzung auf die mit der Klebstoffschicht beschichtete Oberfläche und das Härten der zweiten Zusammensetzung. Eine silanhydrolysierende Wassermenge kann vorgesehen sein, wenn die erste Zusammensetzung, welche das organofunktionelle Silan enthält, auf die Oberfläche des Substrats aufgebracht wird, und das beschichtete Substrat kann mit organischem Lösungsmittel vor dem Aufbringen der zweiten, organischen Polymer bildenden Zusammensetzung behandelt werden.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0012] Die Oberflächenmodifikation des Substrats, hergestellt durch die Umsetzung des organofunktionellen Silans mit den reaktiven Gruppen der Substratoberfläche, ist unterscheidbar von der Verwendung einer Grundierbeschichtung, die auf ein Substrat sowohl mit einer Schichtdicke als auch mit mechanischen Filmeigenschaften aufgebracht wird. Die Dicke der modifizierenden Oberflächenklebstoffschicht (erste Zusammensetzung) kann eine oder mehrere monomolekulare Schichten dick sein und trägt selbst nicht zu irgendwelchen mechanischen Filmeigenschaften bei. Ein Grundiermittel ist gewöhnlich 0,1 bis 10 Mikron dick und muss passende mechanische Filmeigenschaften, wie Starrheit, Zugfestigkeit und Zähigkeit, haben, um die mechanische Last zu tragen, wenn der Verbund, d.h. Grundiermittel und Beschichtung, beansprucht wird.

[0013] Eine in Betracht gezogene Ausführungsform des Verfahrens der vorliegenden Erfindung umfasst die folgenden Schritte:

- (a) Behandeln der Oberfläche eines organischen, polymeren Substrats, um reaktive Gruppen auf dieser Oberfläche bereitzustellen,
- (b) Aufbringen einer Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung auf die Oberfläche dieses behandelten Substrats, bestehend im Wesentlichen aus
 - (i) einer oberflächenmodifizierenden Menge eines organofunktionellen Silans, das durch die folgende allgemeine Formel wiedergegeben wird:



worin jedes R_1 ein organofunktioneller Rest, ausgewählt aus Vinyl, Allyl, vinylfunktionellem Kohlenwasserstoffrest, allylfunktionellem Kohlenwasserstoffrest, (meth)acryloylfunktionellem Kohlenwasserstoffrest, styrylfunktionellem Kohlenwasserstoffrest, mercaptofunktionellem Kohlenwasserstoffrest oder Mischungen solcher organofunktioneller Reste, ist, wobei diese Kohlenwasserstoffreste ausgewählt sind aus aliphatischen Resten, aromatischen Resten und Mischungen solcher Kohlenwasserstoffreste und weniger als 20 Kohlenstoffatome haben, jedes R_2 ein einwertiger Kohlenwasserstoffrest mit weniger als 20 Kohlenstoffatomen ist, ausgewählt aus aliphatischen Resten, aromatischen Resten und Mischungen solcher Kohlenwasserstoffreste, jedes R_3 ein einwertiger organischer Rest mit weniger als 20 Kohlenstoffatomen ist, der ausgewählt ist aus aliphatischen Kohlenwasserstoffresten, aromatischen Kohlenwasserstoffresten, Alkoxalkylresten, Acylresten und Mischungen solcher Reste, der Buchstabe a 1 oder 2 ist, b 0, 1 oder 2 ist, und c 1, 2 oder 3 ist, mit der Maßgabe, dass die Summe von a + b + c gleich 4 ist,

- (ii) einer katalysierenden Menge eines Materials, welches bei der Belichtung mit aktivischer Strahlung Säure erzeugt, und (iii) einer solvatisierenden Menge von organischem Lösungsmittel,
- (c) Belichten der Oberfläche der Klebstoffschicht von Schritt (b) mit einer haftungsverbessernden Menge von aktivischer Strahlung,
- (d) Aufbringen einer ein organisches Polymer bildenden Beschichtungszusammensetzung, d.h. eine Zusammensetzung, die keine anorganischen Oxide, z.B. Siliciumoxide, Titanoxide usw. als ihre Hauptkomponenten enthält, auf die Oberfläche der Klebstoffschicht und
- (e) Härten der polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung.

[0014] Eine andere in Betracht gezogene Ausführungsform umfasst ferner das Bereitstellen einer silanhydrolysierenden Wassermenge in Verbindung mit der eine Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung von Schritt (b) während der Aufbringung der organofunktionelles Silan enthaltenden Zusammensetzung auf die Oberfläche des behandelten Substrats. Das Wasser kann in die Zusammensetzung mit dem organofunktionellen Si-lan eingebracht, auf die Oberfläche des Substrats aufgebracht und/oder als atmosphärische Feuchtigkeit geliefert werden.

[0015] Eine weitere in Betracht gezogene Ausführungsform umfasst das Behandeln der Klebstoffschicht von Schritt (c) mit organischem Lösungsmittel zur Entfernung von überschüssigen und/oder nicht umgesetzten Komponenten der Zusammensetzung, die in Schritt (b) vor der Aufbringung der organischen, polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung aufgebracht wurde.

[0016] Das Verfahren der vorliegenden Erfindung wird verwendet, um eine haftende, organische, polymere Schicht, d.h. eine Schicht mit verbesserter Haftung, auf einem polymeren Substrat zu erzeugen. Eine haftende Schicht ist hierin definiert als eine Schicht, welche eine Haftung von größer als 80 % aufweist, gemessen durch das modifizierte ASTM D-3359-93 Standardprüfverfahren zur Messung der Haftung durch das Bandprüfverfahren B, welches im Teil E des Beispiels hierin beschrieben ist, im Vergleich zu einer identischen Schicht, die auf ein polymeres Substrat ohne Verwendung des Verfahrens der vorliegenden Erfindung aufgebracht wurde.

[0017] Sämtliche Zahlen, welche hierin verwendete Mengen, Verhältnisse, Bereiche usw. ausdrücken, abgesehen von den Ausführungsbeispielen oder wo sonst anders angegeben, sind als in allen Fällen durch den Ausdruck "etwa" modifiziert zu verstehen.

[0018] Die Behandlung der Oberfläche des organischen, polymeren Substrats zum Bereitstellen von reaktiven Gruppen kann unter Verwendung einer Vielzahl von Verfahren, die dem Fachmann bekannt sind, durchgeführt werden. Vor der Anwendung solcher Verfahren kann die Oberfläche gründlich gereinigt werden, um Verunreinigungen, z.B. Formtrennmittel, nicht umgesetzte Monomerkomponenten, Schmutz, Fett usw., zu entfernen. Wirksame Reinigungstechniken zum Entfernen von Oberflächenverunreinigungen und zum Aussetzen reaktiver Gruppen, die bereits auf der Oberfläche von Polymeren, d.h. Kunststoffen, wie diejenigen, die aus CR-39[®] Diethylenglycolbis(allylcarbonat)-Monomer hergestellt sind, oder thermoplastisches Polycarbonat, z.B. ein von Bisphenol A und Phosgen abgeleitetes Harz, vorhanden sind, umfassen das Reinigen mit Ultraschall, das Waschen mit einer wässrigen Mischung von organischem Lösungsmittel, z.B. einer 50 : 50-Mischung von Isopropanol und Wasser oder Ethanol und Wasser, oder mit oberflächenaktiven Formulierungen, wie MICRO[®] Liquid Laboratory Cleaner, welche von International Products Corporation erhältlich ist.

[0019] Verfahren, die verwendet werden können, um reaktive Gruppen auf der Oberfläche auszusetzen, umfassen eine Behandlung mit ultravioletem Licht und das Ätzen der Oberfläche durch Hydroxylierung mit einer wässrigen Lösung von starkem Alkali, z.B. Natriumhydroxid oder Kaliumhydroxid. Solche Lösungen können auch ein Fluor enthaltendes oberflächenaktives Mittel enthalten, vgl. die US-Patentschrift 3,971,872, Spalte 3, Zeilen 13 bis 25 und die US-Patentschrift 5,104,692, Spalte 13, Zeilen 10 bis 59. In einer Ausführungsform kann eine geätzte Oberfläche mit reaktiven Hydroxylgruppen erhalten werden, indem das Substrat 3 Minuten in eine 12,5 gew.-%ige wässrige Natriumhydroxidlösung eingetaucht wird.

[0020] Eine Behandlung mit Plasma oder aktiviertem Gas, d.h. eine Behandlung mit Ionen, Elektronen oder angeregtem Gas, die unter normalem oder vermindertem Druck erzeugt werden, kann verwendet werden, um das Substrat zu ätzen und verschiedene reaktive Gruppen, z.B. Amino-, Hydroxyl- und Thiolgruppen, unter Verwendung von Ammoniak-, Sauerstoff- bzw. Schwefelwasserstoffgasen zu erzeugen. Beispiele von Wegen, um aktiviertes Gas zu erzeugen, umfassen eine Koronaentladung, eine Hochspannungsentladung unter Verwendung von elektrischem Gleichstrom, Niederfrequenzwellen, Hochfrequenzwellen oder Mikrowellen unter verringertem Druck, vgl. die US-Patentschrift 4,904,525, Spalte 6, Zeilen 10 bis 40. Verfahren zur Erzeugung von reaktiven Gruppen mit Plasma sind von Inagaki, N., Plasma Surface Modification and Plasma Polymeriza-

tion, Technomic Publishing Co., Inc., Seiten 1 – 98, 1996 beschrieben. Ein anderes Ätzverfahren ist die Behandlung mit ionisierender Strahlung, wie in der US-Patentschrift 4,425,403, Spalte 4, Zeilen 9 bis 19 beschrieben.

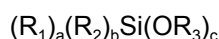
[0021] Eine andere Oberflächenbehandlung, von der berichtet wird, dass sie reaktive Gruppen durch Spaltung der molekularen Struktur des organischen, polymeren Substrats erzeugt, ist die Behandlung von Polycarbonatsubstraten mit primären und sekundären Aminen zur Bildung von Urethangruppen, vgl. "Surface Treatment of Polycarbonate Films with Amine", von Caldwell, J. R., et al., Journal of Polymer Science: Teil C Nr. 24, Seiten 15 – 23, 1968.

[0022] Nach der Oberflächenbehandlung des Substrats zur Erzeugung reaktiver Gruppen wird die das organofunktionelle Silan enthaltende Zusammensetzung nach in der Beschichtungstechnologie bekannten Verfahren aufgebracht. Solche Verfahren umfassen die Schleuderbeschichtung, die Vorhangbeschichtung, die Tauchbeschichtung oder die Sprühbeschichtung. Die Dicke der gehärteten Klebstoffschicht kann im Bereich von einer monomolekularen Schicht bis weniger als 0,1 Mikron liegen.

[0023] Wie hierin verwendet und definiert, ist ein Film eine Schicht mit einer Dicke von derjenigen eines Grundiermittels, d.h. im Bereich von 0,1 bis 10 Mikron. Die Dicke einer Beschichtung überlappt mit derjenigen eines Films und kann im Bereich von 1 Mikron bis 50 Mikron liegen. Schichten von größerer Dicke können durch Aufbringen von aufeinanderfolgenden Filmen und/oder Beschichtungen gebildet werden.

[0024] Die Menge von organofunktionellem Silan in der die Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung ist eine oberflächenmodifizierende Menge. Eine oberflächenmodifizierende Menge ist die Menge von organofunktionellem Silan, die notwendig ist, um (1) genügend hydrolysierbare Gruppen (OR_3) bereitzustellen, um an die reaktiven Gruppen auf der Substratoberfläche zu binden, und (2) genügend organofunktionelle Gruppen (R_1) bereitzustellen, um an reaktiv verträgliche Gruppen in der anschließend aufgetragenen polymerbildenden Beschichtung zu binden, so dass eine an dem Substrat haftende organische, polymere Schicht, wie hierin definiert, gebildet wird. Die Menge von organofunktionellem Silan in der Zusammensetzung (ausgedrückt in Gewichtsprozent), bezogen auf das Gesamtgewicht der Zusammensetzung, kann im Bereich von größer als 1 Prozent, vorzugsweise größer als 2 Prozent, weiter vorzugsweise größer als 5 Prozent, z.B. größer als 25 Gewichtsprozent, liegen. Die Menge des organofunktionellen Silans in der Zusammensetzung beträgt gewöhnlich weniger als 90 Gewichtsprozent, vorzugsweise weniger als 75 Gewichtsprozent, z.B. weniger als 50 Gewichtsprozent. Die Menge des verwendeten organofunktionellen Silans kann im Bereich zwischen jeder Kombination dieser Werte, einschließlich den genannten Werten, liegen.

[0025] Vorzugsweise wird das organofunktionelle Silan durch die folgende allgemeine Formel wiedergegeben:



worin jedes R_1 Vinyl, ein vinylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein allylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein (meth)acryloylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein mercaptofunktioneller Kohlenwasserstoffrest oder Mischungen von solchen organofunktionellen Resten ist, wobei diese Kohlenwasserstoffreste weniger als 10 Kohlenstoffatome haben, jedes R_2 ist ein einwertiger Kohlenwasserstoffrest mit weniger als 10 Kohlenstoffatomen, jedes R_3 ist ein einwertiger Rest von weniger als 10 Kohlenstoffatomen, der ausgewählt ist aus aliphatischen Kohlenwasserstoffresten, aromatischen Kohlenwasserstoffresten, Alkoxyalkylresten, Acylresten oder Mischungen solcher Reste, der Buchstabe a ist 1 oder 2, b ist 0 oder 1, und c ist 1, 2 oder 3. Bevorzugter ist jedes R_1 ausgewählt aus einem (meth)acryloylfunktionellen Kohlenwasserstoffrest, einem mercaptofunktionellen Kohlenwasserstoffrest oder Mischungen solcher organofunktioneller Reste, wobei diese Kohlenwasserstoffreste weniger als 7 Kohlenstoffatome haben, jedes R_3 ist C_1 - C_6 -Alkyl, Phenyl, Acetyl oder Benzoyl, und der Buchstabe a ist 1, b ist 0, und c ist 3.

[0026] Geeignete organofunktionelle Silane umfassen: Vinyltriacetoxysilan, Vinyltrimethoxysilan, Vinyltri(2-methoxyethoxy)silan, Vinyltriphenoxysilan, Vinyltriisopropoxysilan, Vinyltrit-butoxysilan, Divinyldiethoxysilan, Allyltriethoxysilan, Allyltrimethoxysilan, (3-Acryloxypropyl)dimethylmethoxysilan, (3-Acryloxypropyl)methyldimethoxysilan, (3-Acryloxypropyl)trimethoxysilan, (Methacryloxymethyl)dimethylethoxysilan, Methacryloxymethyltriethoxysilan, Methacryloxymethyltrimethoxysilan, Methacryloxypropyldimethylethoxysilan, Methacryloxypropyltrimethoxysilan, Styrylethyltrimethoxysilan, Mercaptomethylmethyldiethoxysilan, 3-Mercaptopropylmethyldimethoxysilan, 3-Mercaptopropyltriethoxysilan und 3-Mercaptopropyltrimethoxysilan.

[0027] Es wird angenommen, dass eine Umesterung der hydrolysierbaren Gruppe(n) des organofunktionellen Silans mit reaktiven Gruppen, die auf der Oberfläche gebildet wurden, eintreten kann und nicht die Anwesenheit von Wasser erfordert. Wasser kann jedoch in einer für die Hydrolyse des organofunktionellen Silans notwendigen Menge, d.h. eine silanhydrolysierende Menge, bereitgestellt werden. Diese Menge beträgt gewöhnlich wenigstens 1,5 mol Wasser pro mol Silan. So werden z.B. 0,5 Gramm Wasser benötigt, um 5 Gramm Methacryloxypropyltrimethoxysilan zu hydrolysieren. Atmosphärische Feuchtigkeit, falls ausreichend, kann passend sein, aber es wird in Betracht gezogen, dass Wasser zu der Zusammensetzung oder auf die Oberfläche des Substrats zugegeben werden kann.

[0028] In der das organofunktionelle Silan enthaltenden Zusammensetzung, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann jedes Material, d.h. eine Verbindung, welche beim Belichten mit aktinischer Strahlung eine Säure erzeugt, verwendet werden. Die erzeugte Säure kann eine Lewis-Säure oder eine Bronsted-Säure sein. Geeignete säureerzeugende Verbindungen umfassen Opiums Salze und Iodosylsalze, aromatische Diazoniumsalze, Metalloceniumsalze, o-Nitrobenzaldehyd, die in der US-Patentschrift Nr. 3,991,033 beschriebenen Polyoxymethylenpolymere, die in der US-Patentschrift Nr. 3,849,137 beschriebenen o-Nitrocarbinolester, die o-Nitrophenylacetale, ihre Polyester und ihre mit Endkappen versehenen Derivate, beschrieben in der US-Patentschrift Nr. 4,086,210, Sulfonatester oder aromatische Alkohole, die eine Carbonylgruppe in einer α - oder β -Stellung zu der Sulfonatestergruppe enthalten, N-Sulfonyloxyderivate eines aromatischen Amids oder Imids, aromatische Oximsulfonate, Chinondiazide und Harze, die in der Kette Benzoingruppen enthalten, wie diejenigen, die in der US-Patentschrift Nr. 5,368,253 beschrieben sind. Beispiele dieser durch Strahlung aktivierten Säurekatalysatoren sind in der US-Patentschrift Nr. 5,451,345 beschrieben.

[0029] Vorzugsweise ist die säureerzeugende Verbindung ein kationischer Fotoinitiator, wie ein Opiumsalz. Beispiele solcher Materialien umfassen Diaryliodoniumsalze und Triarylsulfoniumsalze, die im Handel als Sar-Cat® CD-1012 und CD-1011 von Sartomer Company, Inc. erhältlich sind. Andere geeignete Oniumsalze sind in der US-Patentschrift Nr.

[0030] 5,639,802, Spalte 8, Zeile 59 bis Spalte 10, Zeile 46 beschrieben. Beispiele solcher Opiumsalze umfassen 4,4'-Dimethyldiphenyliodoniumtetrafluorborat, Phenyl-4-octyloxyphenylphenyliodoniumhexafluorantimonat, Dodecyldiphenyliodoniumhexafluorantimonat, [4-[(2-Tetradecanol)oxy]phenyl]phenyliodoniumhexafluorantimonat und Mischungen davon.

[0031] Die vorstehend genannten Opiumsalze können in Kombination mit fotoempfindlichen Farbstoffen, wie kationische Acridin- und Benzoflavinfarbstoffe, basische Farbstoffe vom Benzophenontyp, Perylentyp und Fluorontyp, beschrieben in der US-Patentschrift Nr. 5,639,802, verwendet werden. Ein Beispiel eines Fluoronfarbstoffs ist 2,4-Diiodo-6-butoxy-3-fluoron. Der Vorteil einer solchen Kombination ist, dass die Wellenlänge von aktinischer Strahlung, die notwendig ist, um die Freisetzung von Säure hervorzurufen, in Richtung zum sichtbaren Spektrum hin erhöht wird, d.h. weg von kürzeren Ultraviolettwellenlängen, die für Menschen schädlich sind.

[0032] Die Menge von säureerzeugendem Material, die allein oder in Kombination mit einem oder mehreren fotoempfindlichen Farbstoffen verwendet wird, d.h. der fotochemische Reaktionskatalysator, der in der das organofunktionelle Silan enthaltenden Zusammensetzung verwendet wird, variiert und hängt von den speziellen verwendeten Materialien ab. Es ist nur die Menge erforderlich, um die Reaktion des organofunktionellen Silans mit der Oberfläche zu katalysieren, d.h. eine katalysierende Menge. Der säureerzeugende Katalysator, der allein oder in Kombination mit einem oder mehreren fotoempfindlichen Farbstoffen verwendet wird, kann in einer Menge von größer als 0,01 bis 5 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgewicht der Zusammensetzung, verwendet werden.

[0033] Geeignete organische Lösungsmittel, die in der das organofunktionelle Silan enthaltenden Zusammensetzung, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, vorhanden sein können, sind solche, welche die festen Komponenten der Zusammensetzung auflösen, mit ihr verträglich sind und eine gleichmäßige Bedeckung der Oberfläche sicherstellen, auf welche die Zusammensetzung aufgebracht wird. So sind z.B. Lösungsmittel mit reaktiven Aminogruppen unverträglich mit dem säureerzeugenden Katalysator. Die minimale Menge von Lösungsmittel, die in der Zusammensetzung enthalten ist, ist eine solvatisierende Menge, d.h. eine Menge, die ausreichend ist, um die festen Komponenten der Zusammensetzung löslich zu machen und um eine gleichmäßige Bedeckung der Oberfläche bereitzustellen. Die maximale Menge von Lösungsmittel, die vorhanden sein kann, ist eine Menge, die noch die Herstellung einer Klebstoffschicht auf der Substratoberfläche ermöglicht, welche verbesserte Haftung für eine anschließend aufgebrachte polymere Schicht aufweist. Wirtschaftliche und Umweltüberlegungen fordern gewöhnlich, dass die Lösungsmittelmengen

gen minimiert werden.

[0034] Geeignete Lösungsmittel umfassen, sind aber nicht beschränkt auf die folgenden: Benzol, Toluol, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Aceton, Isopropylalkohol, Propylencarbonat, 2-Methoxyethylether, Xylol, Cyclohexan, 3-Methylcyclohexanon, Ethylacetat, Butylacetat, Tetrahydrofuran, Amylpropionat, Methylpropionat, Propylenglycolmethylether, Dimethylsulfoxid, Dimethylformamid, Diethylenglycoldibenzoat, Dialkylether von Ethylenglycol, z.B. Diethylenglycoldimethylether und ihre Derivate (als industrielle CEL-LOSOLVE-Lösungsmittel vertrieben) und Mischungen davon.

[0035] Der optionale Schritt der Behandlung der Klebstoffschicht nach der Belichtung mit aktinischer Strahlung mit organischem Lösungsmittel kann die vorstehend genannten Lösungsmittel verwenden. Der Behandlungsschritt kann aus dem Besprühen oder dem Spülen der Oberfläche mit Lösungsmittel, dem Tauchen der Oberfläche in Lösungsmittel oder dem Abwischen der Oberfläche mit einem mit Lösungsmittel getränkten Gewebe bestehen. Dieser Schritt kann enthalten sein, um nicht umgesetzte Materialien zu entfernen und um das Auftreten von kosmetischen Fehlern in optischen Gegenständen, die nach den Verfahren der vorliegenden Erfindung hergestellt sind, zu verringern.

[0036] Die für die vorstehend genannte chemische Reaktion verwendete Lichtquelle ist eine Lichtquelle, die aktinische Strahlung, d.h. fotochemisch aktive Strahlung wie diejenige der Sonne, emittiert. Vorzugsweise wird die Lichtquelle aus solchen ausgewählt, die Ultraviolettlicht und/oder sichtbares Licht emittieren. Die Lichtquelle kann eine Quecksilberlampe, eine mit FeI_3 und/oder Gala dotierte Quecksilberlampe, eine keimtötende Lampe, eine Xenonlampe, eine Metallhalogenidlampe, eine Wolframlampe, eine Sonnenlampe oder eine Kombination von solchen Lampen sein. Typischerweise passen die Absorptionsspektren des Fotoinitiators oder der Fotoinitiator Kombination mit dem spektralen Ausstoß der Lampenbirne zusammen, z.B. eine H-Birne, eine D-Birne, eine Q-Birne und/oder eine V-Birne für die höchste Härtungswirksamkeit. Die Belichtungszeit kann in Abhängigkeit von der Wellenlänge und der Intensität der Lichtquelle, dem Fotoinitiator und der Dicke der aufgetragenen Schicht variieren.

[0037] Die Menge von aktinischer Strahlung, welcher der beschichtete Träger ausgesetzt wird, ist die Dosis. Die Dosis kann in Joule pro Quadratcentimeter (J/cm^2) unter Verwendung eines geeigneten Instruments, z.B. ein UV Power Puck® elektrooptisches Radiometer von Electronic Instrumentation and Technology, Inc., gemessen werden. Die Dosis, die notwendig ist, um die Haftung der anschließend aufgetragenen polymeren Schicht auf der Klebstoffschicht auf der Trägeroberfläche zu erhöhen und eine haftende, polymere Schicht zu erzeugen, ist eine haftungsverbessernde Menge. Diese Dosis sollte ausreichend sein, um die fotochemische Reaktion hervorzurufen, in welcher die hydrolysierbaren Gruppen auf dem organofunktionellen Silan mit dem auf der Oberfläche des Substrats gebildeten reaktiven Gruppen reagieren und daran binden. Diese Dosis sollte auch kleiner sein als die Menge, welche Reaktionen unter den organofunktionellen Gruppen hervorrufen würde, wodurch ihre Reaktion mit relativ verträglichen Gruppen in der nachfolgend aufgetragenen polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung verhindert würde.

[0038] Die haftungsverbessernde Menge (wenn sie für Wellenlängen von 250 bis 320 Nanometer gemessen wird) kann im Bereich von größer als 0,1 bis kleiner als 10,0 J/cm^2 , vorzugsweise von 0,2 bis 8,0 J/cm^2 und weiter vorzugsweise von 0,3 bis 7,0 J/cm^2 liegen. Die Menge von verwendeter aktivischer Strahlung kann zwischen jeder Kombination dieser Werte, einschließlich der genannten Werte, liegen. Während des aktivischen Bestrahlungsschritts kann das Substrat bei Raumtemperatur, z.B. 22°C, gehalten werden, oder es kann auf eine erhöhte Temperatur erwärmt werden, welche unterhalb der Temperatur liegt, bei welcher eine Schädigung des Substrats auftritt. Das Substrat kann z.B. bei Temperaturen von 25 bis 150°C während des Bestrahlungsschritts gehalten werden.

[0039] Im Zusammenhang der vorliegenden Erfindung ist die genaue Natur der polymerbildenden Beschichtung (oder der Beschichtungszusammensetzung) nicht kritisch, außer dass sie organischer Natur ist. Jede organische Beschichtung, sei sie eine Schutzbeschichtung, eine abriebbeständige Beschichtung, eine Antireflexionsbeschichtung, eine fotochrome Beschichtung usw., kann verwendet werden, da das Wesen der vorliegenden Erfindung sich auf die Verbesserung der Haftung einer solchen Beschichtung an das Substrat bezieht.

[0040] Die polymerbildende Beschichtungszusammensetzung, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, umfasst Zusammensetzungen, welche thermoplastische oder wärmehärtbare Beschichtungen ergeben.

[0041] Beispiele solcher Beschichtungen sind beschrieben in Kirk-Othmer. Encyclopedia of Chemical Tech-

nology, 4. Auflage, Band 6, Seiten 669 bis 760. Vorzugsweise werden wärmehärtbare Beschichtungen verwendet. Die Beschichtungen können transparent, transluzent oder opak sein, und vorzugsweise sind sie transparent. Die auf die Klebstoffschichtoberfläche des Substrats aufgebrachte Beschichtung kann eine Beschichtung sein, die beim Härten eine polymere Schicht bildet, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polyurethanen, Aminoplastharzen, Poly(meth)acrylaten, z.B. Polyacrylate und Polymethacrylate, Polyanhydriden, Polyacrylamiden und Epoxyharzen. Vorzugsweise ergibt die polymerbildende Beschichtungszusammensetzung eine Poly(meth)acrylatschicht.

[0042] Monomere, die zur Herstellung der Poly(meth)acrylatschicht verwendet werden können, können Pentaerythritdi-, -tri- und -tetraacrylate, Pentaerythritdi-, -tri- und -tetramethacrylate, Butandioldi(meth)acrylat, Hexandioldi(meth)acrylat, Nonandioldi(meth)acrylat, Diethylenglycoldimethacrylat, Triethylenglycoldimethacrylat, Poly(oxyalkylendimethacrylate), z.B. Polyethylenglycol-(600)-dimethacrylat, ethoxyliertes Bisphenol A-Dimethacrylatmonomere, Ethylenglycolbismethacrylatmonomere, Poly(ethylenglycol)bismethacrylatmonomere, mehrwertige Alkoholpolyacrylatmonomere, wie Trimethylolpropantrimethacrylat, alkoxylierte mehrwertige Alkoholpolyacrylatmonomere, wie ethoxylierte Trimethylolpropantriacrylatmonomere, Urethanacrylatmonomere, wie diejenigen, die in der US-Patentschrift 5,373,033 beschrieben sind, polyfunktionelle, z.B. mono-, di- oder multifunktionelle Acrylat- und/oder Methacrylatmonomere, C₁-C₁₂-Alkylmethacrylate, wie Methylmethacrylat, alkoxylierte Phenolmethacrylate, Polyol[(meth)acryloyl-Endgruppe-Carbonat]monomer, z.B. 2,5,8,10,13-Pentaohexadec-15-ensäure, 15-Methyl-9,14-dioxo-2[(2-methyl-1-oxo-2-propenyl)oxy]ethylester, acrylierte Oligomere von Epoxiverbindungen, Urethane, Acrylverbindungen und Polyester und Mischungen der vorstehend genannten Materialien umfassen.

[0043] Die polymerbildende Beschichtungszusammensetzung, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, kann unter Verwendung der gleichen Verfahren aufgebracht werden, die hierin für das Aufbringen der die Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung beschrieben sind, z.B. Schleuderbeschichten, Tauchbeschichten usw. Die Dicke der gehärteten Beschichtung kann im Bereich von 1 bis 50 Mikron liegen. Schichten mit einer Dicke bis zu 200 Mikron können durch aufeinanderfolgendes Aufbringen und Härten einiger Beschichtungen hergestellt werden.

[0044] Die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendeten polymerbildenden Beschichtungszusammensetzungen können weiter zusätzliche herkömmliche Bestandteile enthalten, welche der Beschichtungszusammensetzung oder der resultierenden gehärteten Schicht erwünschte physikalische Eigenschaften verleihen. Die für das verwendete Verfahren zum Aufbringen und Härten der Beschichtungszusammensetzung auf das Substrat erforderlich sind; und/oder die die daraus hergestellte gehärtete Beschichtung verstärken. Solche zusätzlichen Bestandteile umfassen Lösungsmittel, Rheologieregler, Weichmacher, Antioxidanzien, Stabilisatoren, Egalisierungsmittel, z.B. oberflächenaktive Mittel, Katalysatoren, z.B. Polymerisationsinitiatoren, z.B. thermische und Fotopolymerisationsinitiatoren, härtungshemmende Mittel und Radikalfänger.

[0045] In einer anderen Ausführungsform kann bzw. können die polymerbildende(n) Beschichtungszusammensetzung(en) der vorliegenden Erfindung fotochrom sein. Fotochrome Komponenten, die verwendet werden können, sind organische, fotochrome Verbindungen. Solche Verbindungen können einzeln oder in Kombination mit anderen ergänzenden fotochromen Verbindungen verwendet werden. Organische, fotochrome Verbindungen oder Substanzen, welche diese enthalten, die in den hierin beschriebenen Beschichtungszusammensetzungen verwendet werden, haben wenigstens ein aktiviertes Absorptionsmaximum in dem Bereich zwischen 400 und 700 Nanometer; sie können z. B. aufgelöst oder dispergiert in die Beschichtungszusammensetzung eingebracht werden, die verwendet wird, um die haftende, fotochrome, polymere Schicht herzustellen, und zu färben, wenn sie auf einen geeigneten Farbton aktiviert werden.

[0046] In einer besonders in Betracht gezogenen Ausführungsform umfasst die organische, fotochrome Komponente:

- (a) wenigstens eine fotochrome, organische Verbindung mit einem sichtbaren λ max von 400 Nanometer bis 525 Nanometer und
- (b) wenigstens eine fotochrome, organische Verbindung mit einem sichtbaren λ max von größer als 525 Nanometer bis 700 Nanometer.

[0047] Beispiele von fotochromen Verbindungen, die in der polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung der vorliegenden Erfindung verwendet werden können, umfassen Benzopyrane, Naphthopyrane, z.B. Naphtho[1,2-b]pyrane und Naphtho[2,1-b]pyrane, Phenanthropyrane, Chinopyrane, Benzoxazine, Naphthoxazine, Spiro(indolin)pyridobenzoxazine und indenokondensierte Naphthopyrane, wie diejenigen, die in der

US-Patentschrift 5,645,767 beschrieben sind. Spezielle Beispiele umfassen die neuen Naphthopyrane der US-Patentschrift 5,658,501 und die ergänzenden organischen, fotochromen Substanzen, die in dieser Patentschrift von Spalte 11, Zeile 57 bis Spalte 13, Zeile 36 beschrieben sind. Andere fotochrome Verbindungen, die zur Verwendung hierin in Betracht gezogen werden, sind fotochrome Metaldithizonate, z.B. Quecksilberdithizonate, die z.B. in der US-Patentschrift 3,361,706 beschrieben sind, Fulgide und Fulgimide, z.B. die 3-Furyl- und 3-Thienylfulgide und -fulgimide, die in der US-Patentschrift 4,931,220, Spalte 20, Zeile 5 bis Spalte 21, Zeile 38 beschrieben sind, und Mischungen der vorstehend genannten geeigneten fotochromen Substanzen.

[0048] Darüber hinaus wird in Betracht gezogen, dass eine Form von organischer, fotochromen Substanz, die gegen die Wirkungen eines Polymerisationsinitiators beständig ist, ebenfalls zu der Beschichtungszusammensetzung zugesetzt werden kann. Solche organische, fotochrome Substanzen umfassen fotochrome Pigmente und fotochrome Verbindungen, die in Metalloxiden eingeschlossen sind, wobei die letzteren davon in den US-Patentschriften 4,166,043 und 4,367,170 beschrieben sind.

[0049] Die fotochromen Beschichtungen der vorliegenden Erfindung können, wie erwünscht, eine fotochrome Verbindung oder eine Mischung von fotochromen Verbindungen enthalten. Mischungen von fotochromen Verbindungen können verwendet werden, um bestimmte aktivierte Farben, wie ein nahezu neutrales Grau oder Braun zu erhalten, vgl. z.B. die US-Patentschrift 5,645,767, Spalte 12, Zeile 66 bis Spalte 13, Zeile 19.

[0050] Die Menge der hierin beschriebenen fotochromen Substanzen, die in der polymerbildenden Beschichtung zu verwenden ist, ist eine Menge, die ausreichend ist, um eine fotochrome Wirkung, die mit dem blanken Auge erkennbar ist, bei Aktivierung zu ergeben. Allgemein kann eine solche Menge als eine fotochrome Menge beschrieben werden.

[0051] Die relativen Mengen der vorstehend genannten verwendeten fotochromen Verbindungen variieren und hängen teilweise von den relativen Intensitäten der Farbe der aktivierten Spezies von solchen Verbindungen und von der erwünschten Endfarbe ab. Allgemein kann die Menge der in die Beschichtungszusammensetzung eingebrachten fotochromen Substanz im Bereich von 0,1 bis 40 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Feststoffe in der Beschichtungszusammensetzung, liegen. Vorzugsweise liegt die Konzentration von fotochromen Substanzen im Bereich von 1,0 bis 30 Gew.-%, weiter vorzugsweise von 3 bis 20 Gew.-% und am bevorzugtesten von 5 bis 15 Gew.-%, z.B. von 7 bis 14 Gew.-%. Die Menge der fotochromen Substanz in der Beschichtung kann zwischen jeder Kombination dieser Werte, einschließlich des genannten Bereichs, liegen.

[0052] Die hierin beschriebene(n) fotochrome(n) Verbindung(en) kann bzw. können in die Beschichtungszusammensetzung durch Zugabe zu der Beschichtungszusammensetzung und/oder durch Auflösen in Lösungsmittel vor der Zugabe zu der Beschichtungszusammensetzung eingebracht werden. Alternativ, obwohl weniger bevorzugt, kann bzw. können die fotochrome(n) Verbindungen in die gehärtete Beschichtung durch Tränkung, Permeation oder andere Übertragungsverfahren, wobei diese Verfahren dem Fachmann bekannt sind, eingebracht werden.

[0053] Nach der Aufbringung der polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung wird die Beschichtung gehärtet. Die Beschichtung kann in Abhängigkeit von der ausgewählten polymerbildenden Zusammensetzung bei Temperaturen im Bereich von 22°C bis 150°C gehärtet werden. Wenn eine Erwärmung zum Erhalt einer gehärteten Beschichtung erforderlich ist, werden typischerweise Temperaturen zwischen 80°C und einer Temperatur verwendet, über welcher das Substrat aufgrund der Erwärmung geschädigt wird, z.B. 80°C bis 140°C. Bestimmte organische, polymere Materialien können z.B. für eine Zeit von 1 bis 16 Stunden auf bis zu 130°C erwärmt werden, um die Beschichtung zu härten, ohne eine Schädigung des Substrats hervorzurufen. Obwohl ein Temperaturbereich für die Härtung des beschichteten Substrats beschrieben worden ist, ist es dem Fachmann klar, dass andere Temperaturen als die hierin beschriebenen verwendet werden können. Zusätzliche Verfahren zur Härtung der Beschichtungszusammensetzung umfassen das Bestrahlen der Beschichtung mit infraroter, sichtbarer, ultravioletter Gamma- oder Elektronenstrahlung, so dass die Polymerisationsreaktion der polymerisierbaren Komponenten in der Beschichtung initiiert wird.

[0054] Beispiele von organischen, polymeren Materialien, die Substrate für die haftende, polymerbildende Beschichtungszusammensetzung der vorliegenden Erfindung sein können, sind Polymere, d.h. Homopolymere und Copolymere, der Monomere und Mischungen von Monomeren, die in der US-Patentschrift 5,658,501, Spalte 15, Zeile 28 bis Spalte 16, Zeile 17 beschrieben sind, was hierin durch Bezug eingeschlossen ist.

[0055] Beispiele von solchen Monomeren und Polymeren umfassen: Polyol(allylcarbonat)monomere, z.B. Diethylenglycolbis(allylcarbonat), welches Monomer unter der Marke CR-39 vertrieben wird, Polyol(meth)acrylo-

yl-Endgruppe-Carbonatmonomer, Diethylenglycoldimethacrylatmonomere, ethoxylierte Phenolmethacrylatmonomere, Diisopropenylbenzolmonomere, ethoxylierte Trimethylolpropantriacyratmonomere, Ethylenglycolbismethacrylatmonomere, Poly(ethylenglycol)bismethacrylatmonomere, Urethanacrylatmonomere, Poly(ethoxyliertes-Bisphenol A-dimethacrylat), Poly(vinylacetat), Poly(vinylalkohol), Poly(vinylchlorid), Poly(vinylidenchlorid), Polyurethane, Polythiourethane, thermoplastische Polycarbonate, wie das carbonatvernetzte Harz, abgeleitet von Bisphenol A und Phosgen, welches unter der Marke LEXAN vertrieben wird, Polyester, wie das Material, das unter der Marke MYLAR vertrieben wird, Poly(ethylenterephthalat), Polyvinylbutyral und Poly(methylmethacrylat), wie das Material, das unter der Marke PLEXIGLAS vertrieben wird, und Mischungen davon.

[0056] Spezieller in Betracht gezogen wird die Kombination einer haftenden, fotochromen, polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung, hergestellt durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung, mit polymeren, organischen Materialien, wie optisch klaren Polymerisaten, d.h. Materialien, die für optische Anwendungen geeignet sind, wie optische Elemente, z.B. ophthalmische Plan- und Sichtkorrekturlinsen, Fenster, klare Polymerfilme, transparente Materialien für Automobile, z.B. Windschutzscheiben, transparente Materialien für Flugzeuge, Kunststofffolien usw. Solche optisch klaren Polymerisate können einen Brechungsindex haben, der im Bereich von etwa 1,48 bis etwa 2,00, z.B. von etwa 1,495 bis etwa 1,7 oder 1,95, liegen kann.

[0057] Insbesondere wird die Kombination einer haftenden, fotochromen, polymerbildenden Beschichtung in Betracht gezogen, hergestellt durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung mit optischen Elementen zur Herstellung fotochromen, optischer Gegenstände. Solche Gegenstände können hergestellt werden, indem aufeinanderfolgend auf das optische Element eine haftende, fotochrome, polymere Schicht durch das Verfahren der vorliegenden Erfindung, und, falls erwünscht, eine oder mehrere geeignete zusätzliche Beschichtungen, z.B. eine Schutzbeschichtung, eine abriebbeständige Beschichtung und/oder eine Antireflexionsbeschichtung, aufgebracht werden. Die haftende, fotochrome, polymere Beschichtung erfüllt vorzugsweise im Handel annehmbare "kosmetische" Standards für optische Beschichtungen und ist am bevorzugtesten im Wesentlichen frei von kosmetischen Fehlern. Beispiele von kosmetischen Fehlern von beschichteten Linsen umfassen Löcher, Flecken, Einschlüsse, Sprünge und Rissbildung der Beschichtung.

[0058] Die folgenden Tabellen umfassen Zusammensetzungen, die in dem Beispiel der vorliegenden Erfindung verwendet werden. Die Menge in Gramm von jedem Material in der Zusammensetzung A bis D, welche fotochrome polymerbildende Beschichtungszusammensetzungen sind, ist in Tabelle 1 aufgeführt. Die Materialien wurden in der aufgeführten Reihenfolge in einen mit einem Rührer ausgerüsteten Behälter gegeben. Nachdem sämtliche Materialien zugesetzt waren, wurde der Rührer eingeschaltet, und es wurde 60 Minuten gemischt. Die erhaltene Lösung wurde etwa 24 Stunden oder bis sie im Wesentlichen blasenfrei war, stehen gelassen.

TABELLE 1

MATERIAL	A	B	C	D
NMP ⁽¹⁾	20,0	6,0	6,0	20,0
Fotochrom 1 ⁽²⁾	5,4	3,0	1,62	5,4
Fotochrom 2 ⁽³⁾	4,6		1,38	4,6
TPO ⁽⁴⁾	0,5		0,15	0,25
BAPO ⁽⁵⁾				0,25
VAZO 52 ⁽⁶⁾		0,375		
BPA 4EO DMA ⁽⁷⁾	63,0	18,0	18,0	65,0
PEG 600 DMA ⁽⁸⁾	37,0	12,0	12,0	35,0
I-245 ⁽⁹⁾			0,75	2,0
T-292 ⁽¹⁰⁾			0,60	1,0
FLUORAD FC-431 ⁽¹¹⁾	0,1	0,03	0,03	0,1

⁽¹⁾N-Methylpyrrolidon-Lösungsmittel von 99 %iger Reinheit.

⁽²⁾Ein fotochromes Naphtho[1,2-b]pyran, das eine blaue Farbe aufweist, wenn es mit Ultraviolettlicht bestrahlt

wird.

⁽³⁾Ein fotochromes Naphtho[1,2-b]pyran, das eine gelbe Farbe aufweist, wenn es mit Ultraviolettlicht bestrahlt wird.

⁽⁴⁾2,4,6-Trimethylbenzoyldiphenylphosphinoxid.

⁽⁵⁾Bis(2,6-dimethoxybenzoyl)phenylphosphinoxid.

⁽⁶⁾Vinylpolymerisationskatalysator mit der Bezeichnung 2,2'-Azobis(2,4-dimethylpentannitril), erhältlich von DuPont.

⁽⁷⁾Ethoxyliertes (2 EO/Phenol) Bisphenol A-Dimethacrylat.

⁽⁸⁾Polyethylenglycol-(600)-Dimethacrylat.

⁽⁹⁾Irganox[®] 245, ein von Ciba-Geigy Corp. erhältliches Antioxidans.

⁽¹⁰⁾Tinuvin[®] 292, ein Lichtstabilisator für Beschichtungen, bezeichnet als Bis(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidinyl)sebacat und Methyl(1,2,2,6,6-pentamethyl-4-piperidinyl)sebacat, erhältlich von Ciba-Geigy Corp.

⁽¹¹⁾Ein fluoriertes oberflächenaktives Mittel, erhältlich von 3M.

[0059] In der Tabelle 2 sind die Mengen in Gramm von organofunktionellem Silan, Lösungsmittel und Säurekatalysator für die Zusammensetzungen E bis R aufgeführt. Die Materialien wurden in der aufgeführten Reihenfolge in einen mit einem Rührer ausgerüsteten, geeigneten Behälter gegeben. Die erhaltene Mischung wurde 60 Minuten gerührt. Ungelöstes Material wurde durch Filtern der Lösung durch ein 0,45 Mikron Filter entfernt.

TABELLE 2

Material	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
MPTS ⁽¹²⁾	5,0	5,0	5,0		5,0	5,0	5,0	3,0	8,0		1,0			5,0
GPTS ⁽¹³⁾													1,0	
IPA ⁽¹⁴⁾	5,0	15,0	45,0	10,0		45,0	45,0		9,0	18,0	9,0	10,0		45,0
Diglyme ⁽¹⁵⁾								27,0					9,0	
DGDB ⁽¹⁶⁾					45,0									
Zusammensetzung G				10,0						2,0				
SarCat [®] CD-1012 ⁽¹⁷⁾	0,1	0,05	0,05		0,1	0,1	0,025					0,006		0,005
SarCat [®] CD-1011 ⁽¹⁸⁾								0,13					0,04	
saures H ₂ O ⁽¹⁹⁾									2,0					

⁽¹²⁾ Methacryloxypropyltrimethoxysilan⁽¹³⁾ γ -Glycidoxypopyltrimethoxysilan⁽¹⁴⁾ Isopropylalkohol⁽¹⁵⁾ Diethylenglycoldimethylether⁽¹⁶⁾ Diethylenglycoldibenzoat⁽¹⁷⁾ Ein kationischer Fotoinitiator, bezeichnet als [4-[(2-Tetradecanol)oxy]phenyl]phenyliodoniumhexafluorantimonat, erhältlich von Sartomer Company, Inc.⁽¹⁸⁾ Ein kationischer Fotoinitiator, bezeichnet als eine 50 gew.-%ige Mischung von Triarylsulfoniumhexafluorphosphatsalzen in Propylencarbonat, erhältlich von Sartomer Company, Inc.⁽¹⁹⁾ Entionisiertes Wasser, mit Essigsäure auf pH 4,0 eingestellt.

[0060] Die vorliegende Erfindung wird im Einzelnen in dem folgenden Beispiel beschrieben, welches nur erläuternd sein soll, da zahlreiche Modifikationen und Variationen darin für den Fachmann ersichtlich sind.

Beispiel Teil A

[0061] Es wurde eine Reihe von flachen Linsenformlingen verwendet, hergestellt aus CR-39®-Monomer, erhältlich von PPG Industries, Inc. Die Linsenformlinge hatten einen Durchmesser von 70 mm. Sämtliche Linsenformlinge mit Ausnahme der als Vergleichsbeispiel (CE) verwendeten Linse wurden mit Geschirrspülmittel (Lemon Scented Joy) und Wasser gewaschen, in eine 40 gew.%ige wässrige Natriumhydroxidlösung, bezogen auf das Gesamtgewicht der Lösung, bei Raumtemperatur 20 Minuten eingetaucht und mit entionisiertem Wasser gespült.

[0062] Die für das Vergleichsbeispiel verwendete Linse wurde nicht zur Erzeugung reaktiver Gruppen auf der Oberfläche behandelt und wurde mit der Lösung der Zusammensetzung G beschichtet. Die Lösungen der Zusammensetzungen E bis R wurden auf die Oberfläche der Linsen durch Drehung der Linsen bei 1500 Umdrehungen pro Minute (Upm) und Zuführen der Lösungen der Zusammensetzungen E, F, G und M für 7 Sekunden und der anderen Lösungen für 9 Sekunden aufgebracht. Die Menge der pro Linse zugeführten Lösung betrug 5 bis 9 Milligramm.

Teil B

[0063] Sämtliche der in Teil A hergestellten beschichteten Linsen, mit Ausnahme derjenigen, die mit der Zusammensetzung M beschichtet war, wurden durch Belichten mit Ultraviolettstrahlung gehärtet. Die mit der Zusammensetzung M beschichteten Linsen wurden in 2 Gruppen geteilt, Beschichtung M-1, die 10 Minuten bei 140°C erwärmt wurde, und Beschichtung M-2, die 20 Minuten bei 140°C erwärmt wurde. Die mit den Lösungen der Zusammensetzungen L und Q beschichteten Linsen wurden in einer Light-Welder® 5000-EC UV-Lichtquelle von Dymax Corp. bei einem Abstand von 4 Inch (10,2 cm) von dem Licht 10 Sekunden gehärtet. Die mit den Lösungen der Zusammensetzungen E, F, G, H, I, K, N, O und P beschichteten Linsen wurden einem Durchgang auf einem Transportband bei einer Geschwindigkeit von 3 Fuß (0,914 m) pro Minute, 4 Inch (10,2 cm) unter einer 6 Inch (15,2 cm) langen Ultraviolettlichtlampe "Typ D" von Fusion UV-Systems, Inc. mit einer Nennleistung von 300 Watt pro Inch (2,54 cm) unterworfen. Die mit der Lösung der Zusammensetzung R beschichtete Linse wurde 2 Durchgängen auf dem Transportband unterworfen. Nachdem die aufgebrachten Lösungen gehärtet waren, wurde jede Linse mit Aceton gespült oder sanft mit einem Tuch, wie Kimwipes® EX-L, getränkt mit Aceton, abgewischt, mit Geschirrspülmittel (Lemon Scent Joy) und Wasser gewaschen, mit Isopropylalkohol gespült oder sanft mit einem mit Isopropylalkohol getränkten Tuch vor der weiteren Verarbeitung abgewischt.

Teil C

[0064] Eine mit der Lösung der Zusammensetzung I beschichtete Gruppe von Linsen wurde 4 verschiedenen Dosen von Ultraviolettstrahlung in dem Transportsystem von Teil B, gemessen durch ein UV Power Puck® elektrophotisches Radiometer von Electronic Instrumentation and Technology, Inc., unterworfen. Die wiedergegebene UV-Dosis ist die Summe von Dosen, die für UV-C bei 250 bis 260 Nanometer (nm) und UV-B bei 280 bis 320 nm gemessen wurden. Nach dem Spülen der Linsen, wie in Teil B beschrieben, und Aufbringen der fotochromen Beschichtungen, wie hierin nachstehend in Teil D beschrieben, wurde jede beschichtete Linse auf die Haftung der Beschichtung, wie hierin nachstehend in Teil E beschrieben, geprüft. Der an den Linsen haftende Prozentsatz der Beschichtung ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Teil D

[0065] Die in den Teilen B und C hergestellten Linsen wurden mit den fotochromen Beschichtungszusammensetzungen von Tabelle 1 durch Drehung der Linsen bei 1500 Upm und Zuführen der Beschichtungszusammensetzung für etwa 5 Sekunden beschichtet, wodurch eine Beschichtung von etwa 20 Mikron nach dem Härten erhalten wurde. Die Zusammensetzung A wurde auf Linsen aufgebracht, die mit Lösungen der Zusammensetzungen E, F, G, N, M, N, O und P behandelt waren. Die Zusammensetzung B wurde auf Linsen aufgebracht, die mit den Lösungen der Zusammensetzungen I, J, K und R behandelt waren. Die Zusammensetzung C wurde auf Linsen aufgebracht, die mit der Lösung der Zusammensetzung L behandelt waren, und die Zusammensetzung D wurde auf die Linsen aufgebracht, die mit der Zusammensetzung Q behandelt waren.

[0066] Die mit der Zusammensetzung B beschichteten Linsen wurden in eine Kammer mit einem Quarzfenster eingebracht. Die Kammer wurde etwa 3 Minuten mit Stickstoff gespült. Die Linsen wurden durch Belichtung mit Infrarotstrahlung für 4 Minuten in der Kammer gehärtet. Die Linsen erreichten eine Maximaltemperatur von etwa 124°C.

[0067] Der Rest der beschichteten Linsen wurde durch Belichtung mit Ultraviolettstrahlung durch eines von zwei Verfahren gehärtet. Die mit den Lösungen der Zusammensetzungen E, F, G, N, M, N, O und P behandelten Linsen wurden durch Belichten in 5 aufeinanderfolgenden Durchgänge bei einer Geschwindigkeit von 3 Fuß (7,62 cm) pro Minute auf dem in Teil B beschriebenen Transportbandsystem gehärtet. Die mit den Lösungen der Zusammensetzungen L und Q behandelten Linsen wurden einer Bestrahlung mit Ultraviolettlicht in einer Atmosphäre mit weniger als 100 ppm Sauerstoff auf einer Transporteinrichtung unterworfen, die sich mit 2,3 Fuß (0,701 m) pro Minute unter zwei 400 Watt pro Inch (2,54 cm) mit Galliumiodid dotierten Quecksilberlampen bewegte, wobei eine 3,5 Inch (8,89 cm) über der Transporteinrichtung angeordnet war und die andere 7 Inch über der Transporteinrichtung angeordnet war.

Teil E

[0068] Die Haftung der auf die behandelten Linsen in Teil D aufgetragenen fotochromen Beschichtungen wurde durch ein Verfahren gemessen, welches eine Modifikation des ASTM D-3359-93 Standardprüfverfahrens zur Messung der Haftung durch die Bandprüfung – Verfahren B ist. Das Standardverfahren wurde modifiziert, um eine erneute Prüfung an einer verschiedenen Stelle auf der gleichen Probe zu umfassen, die auf trockene Haftung geprüft war, nachdem die Probe eine Stunde in siedendem Wasser gehalten war. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind als prozentuale Nasshaftung wiedergegeben. Ebenfalls wurde sowohl der Prozentsatz der Beschichtung, die nach der Herstellung des Gitter- oder Kreuzschraffurmusters verblieb, als auch der Prozentsatz bestimmt, der verblieb, nachdem der Bandabzug dreimal auf der gleichen Fläche durchgeführt worden war. Typisch war, dass, wenn die Probe die Trockenhaftungsprüfung nicht bestand, sie nicht der Nasshaftungsprüfung unterworfen wurde. Das verwendete Band war 3M #600 Klarband. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 3

UV-Dosis (J/cm ²)	prozentuale verbleibende Trockenhaftung		prozentuale verbleibende Nasshaftung	
	Kreuzschraffur	Bandabzug	Kreuzschraffur	Bandabzug
0,3	100	100	100	100
2,4	100	100	100	100
4,6	100	100	100	100
7,0	100	90	100	85

Tabelle 4

Zusammen- setzung	prozentuale verbleibende Trockenhaftung		prozentuale verbleibende Nasshaftung	
	Kreuzschraffur	Bandabzug	Kreuzschraffur	Bandabzug
E	100	100	100	100
F	100	100	---	---
G	100	100	100	100
H	100	100	100	100
I	100	100	100	100
J	100	100	100	100
K	100	100	100	100
L	100	100	100	100
M-1	>95	0	---	---
M-2	100	100	100	100
N	100	95	100	80
O	10	0	---	---
P	0	---	---	---
Q	0	0	---	---
R	50	0	10	0
CE	100	0	80	0

[0069] Die Ergebnisse der Tabelle 3 zeigen, dass eine gute Haftung (d.h. größer als 80 Prozent Haftung in den Trocken- und Nasshaftungsprüfungen) für Linsen erhalten wird, die mit der Lösung der Zusammensetzung 1 über einen breiten Dosisbereich von Ultraviolettstrahlung behandelt waren. Ebenfalls ist gezeigt, dass sich ein geringer Haftungsverlust für die Behandlung ergibt, die bei der höchsten geprüften UV-Dosis gehärtet wurde.

[0070] Die Ergebnisse der Tabelle 4 zeigen, dass eine gute Haftung erhalten wurde, wenn die Linsen mit den Zusammensetzungen E bis L und M-2 behandelt waren. Die Zusammensetzung M-2 wurde hergestellt durch Hydrolysieren eines der in dem Verfahren der Erfindung verwendeten Silane vor der Aufbringung und durch Wärmehärtung der behandelten Oberfläche für 20 Minuten vor der Aufbringung der fotochromen Beschichtung. Die mit der Zusammensetzung M-1 behandelten Linsen, die für 10 Minuten wärmegehärtet wurden, zeigten keine gute Haftung.

[0071] Die mit der Zusammensetzung N, welche eine 10 gew.-%ige Lösung der Zusammensetzung G ist, behandelten Linsen zeigten einen gewissen Haftungsverlust. Den Zusammensetzungen O und P fehlte jeweils eine notwendige Komponente der oberflächenmodifizierenden Lösung, die in dem Verfahren der vorliegenden Erfindung verwendet wird, und beide zeigten eine geringe Haftung. Die Zusammensetzung Q enthält einen bekannten Haftungs-promotor, nämlich γ -Glycidoxypolytrimethoxysilan, welches mit der aufgetragenen polymerbildenden Beschichtung nicht reaktiv verträglich war, und zeigte eine geringe Haftung. Die Zusammensetzung R ist eine Lösung, die 10 Gew.-% MPTS und 0,01 Gew.-% SarCat® CD-1012 enthält, und zeigte eine geringe Haftung. Die geringen Haftungsergebnisse für das Vergleichsbeispiel zeigen die Notwendigkeit der Ätzung der Oberfläche des Substrats vor der Behandlung mit der Lösung der Zusammensetzung G.

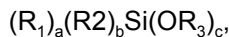
[0072] Die vorliegende Erfindung ist mit Bezug auf spezielle Einzelheiten von besonderen Ausführungsformen davon beschrieben worden. Es ist nicht beabsichtigt, dass solche Einzelheiten als Beschränkungen des Bereichs der Erfindung angesehen werden, ausgenommen insoweit bis zu dem Ausmaß, dass sie von den beigefügten Patentansprüchen umfasst werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ausbildung einer haftenden organischen polymeren Schicht auf einem organischen poly-

meren Substrat, umfassend:

- (a) Behandeln der Oberfläche des polymeren Substrats, um reaktive Gruppen auf dieser Oberfläche zur Verfügung zu stellen,
- (b) Aufbringen einer eine Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung auf die behandelte Oberfläche, die im wesentlichen besteht aus:
 - (i) einer oberflächenmodifizierenden Menge eines organofunktionellen Silans, das durch die allgemeine Formel:



wiedergegeben ist, worin jedes R₁ ein organofunktioneller Rest, ausgewählt aus Vinyl, Allyl, vinylfunktionellen Kohlenwasserstoffresten, allylfunktionellen Kohlenwasserstoffresten, (meth)acryloylfunktionellen Kohlenwasserstoffresten, styrylfunktionellen Kohlenwasserstoffresten, mercaptofunktionellen Kohlenwasserstoffresten und Mischungen solcher organofunktioneller Reste, ist, wobei diese Kohlenwasserstoffreste ausgewählt sind aus aliphatischen Resten, aromatischen Resten und Mischungen solcher Kohlenwasserstoffreste und weniger als 20 Kohlenstoffatome aufweisen, jedes R₂ ein einbindiger Kohlenwasserstoffrest mit weniger als 20 Kohlenstoffatomen ist, ausgewählt aus aliphatischen Resten, aromatischen Resten und Mischungen solcher Kohlenwasserstoffreste, jedes R₃ ein einbindiger organischer Rest mit weniger als 20 Kohlenstoffatomen ist, der ausgewählt ist aus aliphatischen Kohlenwasserstoffresten, aromatischen Kohlenwasserstoffresten, Alkoxyalkylresten, Acylresten und Mischungen solcher Reste, der Buchstabe a gleich 1 oder 2 ist, b gleich 0, 1 oder 2 ist und c gleich 1, 2 oder 3 ist, vorausgesetzt, dass die Summe von a+b+c gleich 4 ist, und

- (ii) einer katalytischen Menge eines Stoffs, der bei Belichtung mit actinischer Strahlung Säure erzeugt, und
- (iii) einer solvatisierenden Menge eines organischen Lösungsmittels,
- (c) Belichten der Oberfläche der Klebstoffschicht aus Schritt (b) mit einer haftungsverbessernden Menge an actinischer Strahlung,
- (d) Aufbringen einer ein organisches Polymer bildenden Beschichtungszusammensetzung auf die Oberfläche der Klebstoffschicht und
- (e) Härten der polymerbildenden Beschichtungszusammensetzung.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Schritt (b) zusätzlich das Bereitstellen einer das organofunktionelle Silan hydrolysierenden Menge Wasser in Verbindung mit der eine Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung des Schritts (b) umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1, das zusätzlich die Behandlung der Klebstoffschicht des Schritts (c) mit organischem Lösungsmittel vor dem Aufbringen der ein organisches Polymer bildenden Beschichtungszusammensetzung des Schritts (d) umfasst.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei jedes R₁ Vinyl, ein vinylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein allylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein (meth)acryloylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein mercaptofunktioneller Kohlenwasserstoffrest oder Mischungen solcher organofunktioneller Reste ist, wobei diese Kohlenwasserstoffreste weniger als 10 Kohlenstoffatome aufweisen, jedes R₂ ein einbindiger Kohlenwasserstoffrest mit weniger als 10 Kohlenstoffatomen ist, jedes R₃ ein einbindiger organischer Rest mit weniger als 10 Kohlenstoffatomen ist, a gleich 1 oder 2 ist, b gleich 0 oder 1 ist und c gleich 1, 2 oder 3 ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei jedes R₁ ein (meth)acryloylfunktioneller Kohlenwasserstoffrest, ein mercaptofunktioneller Kohlenwasserstoffrest oder Mischungen solcher organofunktioneller Reste ist, wobei diese Kohlenwasserstoffreste weniger als 7 Kohlenstoffatome aufweisen, jedes R₃ gleich C₁-C₆-Alkyl, Phenyl, Acetyl oder Benzoyl ist, a gleich 1 ist, b gleich 0 ist und c gleich 3 ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der säureerzeugende Stoff ausgewählt ist aus Oniumsalzen, Iodossylsalzen, aromatischen Diazoniumsalzen, Metalloceniumsalzen, Sulfonateestern von aromatischen Alkoholen, die eine Carbonylgruppe in einer Position alpha oder beta zu der Sulfonatestergruppe enthalten, N-Sulfonyloxidderivaten eines aromatischen Amids oder Imids, aromatischen Oximsulfonaten und Chinondiaziden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der säureerzeugende Stoff ausgewählt ist aus Diaryliodoniumsalzen, Triarylsulfoniumsalzen oder Mischungen davon.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Zusammensetzung des Schritts (b) zusätzlich einen photosensitiven Farbstoff (photosensitive Farbstoffe) in Verbindung mit der eine Klebstoffschicht bildenden Zusammensetzung des Schritts (b) enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei Schritt (a) die Behandlung mit starken Basen, aktiviertem Gas, ionisierender Strahlung oder einer Kombination solcher Behandlungen ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Behandlung mit einer starken Base durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die haftende organische polymere Schicht wenigstens ein Polymer, ausgewählt aus Polyurethanen, Poly(meth)acrylaten, Aminoplastharzen, Epoxyharzen, Polyanhydriden und Acrylamiden enthält.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei die polymere Schicht Poly(meth)acrylat ist.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das polymere Substrat ein festes transparentes Polymer ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Poly(methylmethacrylat), Poly(ethylenglykol)bis(methacrylat), Poly(ethoxyliertem Bisphenol-A-Dimethacrylat), thermoplastischem Polycarbonat, Poly(vinylacetat), Polyvinylbutyral, Polyurethan, Polythiourethanen und Polymeren von Mitgliedern der Gruppe, bestehend aus Diethylenglykol-bis(allylcarbonat)monomeren, Diethylenglykoldimethacrylatmonomeren, ethoxylierten Bisphenolmethacrylatmonomeren, Diisopropenylbenzolmonomeren, ethoxylierten Trimethylolpropantriacyrlatmonomeren und Mischungen davon.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei das feste transparente Polymer ein optisch klares Polymerisat mit einem Brechungsindex von 1,48 bis 2,00 ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das optisch klare Polymerisat ein optisches Element ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, wobei das optische Element eine Linse ist.

17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die ein organisches Polymer bildende Beschichtungszusammensetzung eine fotochrome Menge einer fotochromen Verbindung (fotochromer Verbindungen) enthält.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die fotochrome Verbindung (fotochromen Verbindungen) enthält (enthalten):

(a) wenigstens eine fotochrome Verbindung mit einem sichtbaren λ max von 400 nm bis 525 nm und

(b) wenigstens eine fotochrome Verbindung mit einem sichtbaren λ max von mehr als 525 nm bis 700 nm.

19. Verfahren nach Anspruch 17, wobei die fotochromen Verbindungen Benzopyrane, Naphthopyrane, Phenanthropyrane, Chinopyrane, idenoanellierte Naphthopyrane, Benzoxazine, Naphthoxazine, Spiro(indolin)pyridobenzoxazine, Metaldithizonate, Fulgide, Fulgimide oder Mischungen davon sind.

20. Gegenstand, enthaltend in Kombination ein polymeres Substrat und auf wenigstens einer Oberfläche desselben eine haftende organische polymere Schicht, die durch das Verfahren nach einem der Ansprüche 1-19 erhältlich ist.

21. Fotochromer Gegenstand nach Anspruch 20, wobei dieser Gegenstand weiterhin eine zusätzliche Beschichtung (zusätzliche Beschichtungen) auf der Oberfläche der haftenden organischen polymeren Schicht aufweist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen