(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 13 593 T2** 2007.08.02

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 395 417 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 13 593.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/EP02/05795**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 738 113.6**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/096628**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.05.2002**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **05.12.2002**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **10.03.2004**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.08.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **02.08.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***B29D 11/00*** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
294426 P **29.05.2001** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:
Essilor International Compagnie Générale d'Optique, Charenton, FR

(74) Vertreter:
24IP Law Group Sonnenberg Fortmann, 80331 München

(72) Erfinder:
WEBER, Steven, Clearwater, FL 33762, US; TURSHANI, Yusef, Yassin, Largo, FL 33773, US; WHITE, Shaw, Sidney, North Seminole, FL 33712, US; DANG, Thien, Hoa, Tampa, FL 33626, US; TATMAN, May, Sheila, North Seminole, FL 33712, US; KLEMM, Arthur, Karl, Largo, FL 33770, US

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON EINEM BESCHICHTETEN OPTISCHEN GEGENSTAND**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Formen von optischen Gegenständen von einer Form, insbesondere ophthalmischen Gegenständen wie beispielsweise ophthalmischen Linsen, die mehrere optische Beschichtungen darauf aufweisen.

2. Stand der Technik

[0002] Es ist übliche Praxis im Stand der Technik, zumindest eine Fläche einer ophthalmischen Linse mit mehreren Beschichtungen zu beschichten, um der fertigen Linse zusätzliche oder verbesserte optische oder mechanische Eigenschaften zu verleihen, Folglich ist es übliche Praxis, zumindest eine Fläche eines ophthalmischen Linsensubstrats, typischerweise hergestellt aus einem organischen Glasmaterial, aufeinander folgend, beginnend von der Oberfläche des Substrats, mit einer schlagfesten Beschichtung (schlagfeste Grundierung bzw. Primer), einer kratzfesten Beschichtung (Hartbeschichtung) einer Anti-Reflexbeschichtung und, optional, einer hydrophoben Deckbeschichtung zu beschichten.

[0003] Typischerweise werden auch optische Gegenstände, hergestellt aus organischen Glasmaterialien, in einer Form geformt, die zwei separate Teile umfasst, die optische Flächen aufweisen, welche, wenn die zwei Teile zusammengebaut werden, einen Formenhohlraum definieren. Eine flüssige härtbare Zusammensetzung wird dann in den Formenhohlraum eingeführt und gehärtet, um den optische Gegenstand zu bilden. Der optische Gegenstand wird anschließend nach dem Zerlegen der Formenteile erhalten.

[0004] Beispiele von typischen zweiteiligen Formen und Formungsverfahren sind in den US Patenten Nr. 5,547,618 und Nr. 5,662,839 offenbart.

[0005] Es ist im Stand der Technik bekannt, auch eine kratzfeste Beschichtungszusammensetzung auf den optischen Flächen der Teile der zweiteiligen Form aufzubringen, und sofern nötig, diese vorzuhärten, die Formenteile zusammenzubauen, den Formenhohlraum mit einem optischen flüssigen härtbaren Material zu füllen, das optische Material zu härten und die Formenteile zu zerlegen, um den geformten optischen Gegenstand mit einer kratzfesten Beschichtung, abgeschieden und angehärtet darauf, zu erhalten.

[0006] Ein solches Verfahren ist beispielsweise in Dokument EP-102847 offenbart.

[0007] Das US-Patent Nr. 5,096,626 offenbart ein Verfahren für die Herstellung eines optischen Gegenstands mit einer kratzfesten Beschichtung und/oder einer Anti-Reflexbeschichtung darauf, welches umfasst:

– Bilden einer Anti-Reflexbeschichtung und/oder einer kratzfesten Beschichtung auf den optischen Flächen der zweiteiligen Form;
– Zusammenbauen der zweiteiligen Form;
– Gießen einer optischen flüssigen härtbaren Zusammensetzung in den Formenhohlraum;
– Härten der optischen Zusammensetzung, und
– Zerlegen der 2-teiligen Form zum Erhalten des geformten optischen Gegenstandes mit einer kratzfesten Beschichtung oder einer kratzfesten Beschichtung und einer Anti-Reflexbeschichtung darauf;

wobei entweder zumindest ein Trennmittel in die kratzfeste Beschichtung eingearbeitet wird oder ein Film von zumindest einem Trennmittel auf den optischen Flächen der Formenteile gebildet wird, vor der Ausbildung der Anti-Reflexbeschichtung und/oder der kratzfesten Beschichtung.

[0008] Die bevorzugten Trennmittel, verwendbar im Verfahren der US-5,096,626, sind Fluorsilikone, Fluoralkylkoxysilane und Mischungen davon.

[0009] Das US-Patent NR. 5,160,668 offenbart ein Verfahren der Übertragung einer Anti-Reflexbeschichtung auf eine Fläche eines optischen Elements welches umfasst:

– Bilden, auf der optischen Fläche eines Teils einer zweiteiligen Form, einer Trennschicht eines wasserlöslichen Anorganischen Salzes;
– Bilden, auf der Trennschicht, einer Anti-Reflexschicht,
– Zusammenbauen der Formenteile;

– Gießen einer flüssigen optischen härtbaren Zusammensetzung in den Formenhohlraum,
– Härten der optischen Zusammensetzung,
– Zerlegen der Formenteile und Auflösen der Trennschicht in Wasser um das beschichtete optische Element zu erhalten.

[0010] Das US-Patent Nr. 5,733,483 offenbart ein Verfahren zur Bildung bauseits getönter und beschichteter Elemente von einer Form, welches umfasst:
– Bereitstellen einer Form, wobei die Form gegenüberliegende Flächen zum Formen des optischen Elements dazwischen aufweist;
– Abscheiden einer optischen Beschichtung auf zumindest einer der Flächen der Form;
– Abscheiden einer acrylierten Silankopplungsmittelschicht auf der optischen Beschichtung zum Binden der optischen Beschichtung an das optische Element;
– Zuführen eines flüssigen optischen Materials zu der Form und in Kontakt mit der acrylierten Silankopplungsmittelschicht;
– Härten der Flüssigkeit von optischem Material;
– Entfernen des gehärteten optischen Elements von der Form, wobei die optische Beschichtung am optischen Element mittels der acrylierten Silankopplungsmittelschicht befestigt wird, wenn das optische Element geformt bzw. gebildet wird.

[0011] Eine Trennschicht kann auf zumindest einer der Flächen der Form vor dem Abscheiden der optischen Beschichtung abgeschieden werden.

[0012] Die Trennschicht kann hergestellt sein aus einem wasserlöslichen Polymer wie beispielsweise Polyvinylsäure (PAA), Polyethylenoxid (PEO), Poly(N-Vinylpyrolidon) (PNVP), Polyvinylalkohol (PVA) oder Polyacrylamid (PAM); einem nicht wasserlöslichen und UV-Härtbaren Polymer wie beispielsweise Polybutadien-Diacrylat (PBD-SA), Polyethylenglycol-Diacrylat (PEG-DA) oder einem hoch quervernetzten Acrylat und kommerziellen Formtrennmitteln wie beispielsweise Dow-Corning **20** Release.

[0013] Die Kopplungsmittelschicht umfasst im Allgemeinen ein (Meth)acryloxyalkyltrialkoxysilan. Diese Kopplungsmittelschicht wird verwendet, um die Anti-Reflexbeschichtung besser aus der Form zu entnehmen.

[0014] Eine Hartbeschichtungsschicht kann auf der acrylierten Silankopplungsmittelschicht vor dem Zuführen des flüssigen optischen Materials an die Form abgeschieden werden.

[0015] Was benötigt wird ist ein Verfahren, welches die bauseitige Bildung von optischen Gegenständen bereitstellt, die darauf eine schlagfeste Beschichtung, eine kratzfeste Beschichtung, eine Anti-Reflexbeschichtung und optional eine hydrophobe Deckbeschichtung durch Replikation einer Form aufweisen, wobei die benötigte Handhabungszeit und Kosten ausreichend reduziert werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0016] Es ist ein Gegenstand dieser Erfindung, ein Verfahren für die Bildung von optischen Gegenständen aus einer Form bereitzustellen, die eine schlagfeste Grundierungsbeschichtung, eine kratzfeste Beschichtung, eine Anti-Reflexbeschichtung und optional eine hydrophobe Deckbeschichtung aufweisen.

[0017] Es ist ein weiterer Gegenstand dieser Erfindung, ein Verfahren für die Bildung von beschichteten optischen Gegenständen bereitzustellen, in welchen zumindest eine Anti-Reflexbeschichtung, eine kratzfeste Beschichtung und eine schlagfeste Grundierungsbeschichtung in einem einzelnen Schritt von zumindest einer optischen Fläche einer Form auf eine Fläche eines optischen Substrats übertragen wird.

[0018] Es ist ein weiterer Gegenstand dieser Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, welches keine Verwendung einer Kopplungsmittelschicht zwischen der Anti-Reflexschicht und der kratzfesten Schicht erfordert.

[0019] Gemäß den obigen Gegenständen und jenen, die erwähnt werden und unten ersichtlich werden, umfasst das Verfahren zur Bildung eines beschichteten optischen Gegenstandes:
– Bereitstellen einer zweiteiligen Form mit gegenüberliegenden optischen Flächen, die dazwischen einen Formhohlraum definieren;
– aufeinanderfolgendes Bilden, auf zumindest einer der optischen Flächen der Form, einer Anti-Reflexbeschichtung, einer kratzfesten Beschichtung und einer schlag- bzw. stoßfesten Grundierungsbeschichtung, gebildet durch Härten einer auf Poly(Meth)acrylat basierenden Zusammensetzung oder einer auf Polyure-

than basierenden Zusammensetzung;
– Füllen des Formenhohlraums mit einer optischen flüssigen härtbaren Substratzusammensetzung;
– Härten der flüssigen härtbaren Zusammensetzung, und
– Zerlegen der zweiteiligen Form zum Erhalten eines beschichteten optischen Gegenstandes, der ein optischen Substrat umfasst, bei dem auf mindestens einer seiner Flächen eine stoßfeste Grundierungsbeschichtung, einer kratzfeste Beschichtung und eine Anti-Reflexbeschichtung abgeschieden bzw. aufgebracht und angehaftet bzw. aufgeklebt sind.

[0020] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Form aus Kunststoffmaterial hergestellt.

[0021] Um die Entfernung des beschichteten optischen Gegenstands von der Form weiter zu verbessern, kann ein Trennmittel in das Kunststoffmaterial der Form eingearbeitet werden, oder die optischen Flächen der Formenteile können mit einer Trennmittelschicht beschichtet werden.

[0022] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können, um die Anhaftung zwischen der kratzfesten Beschichtung und der schlagfesten Grundierungsbeschichtung oder zwischen der Grundierungsbeschichtung und dem Substrat zu verbessern, ein oder mehrere Kopplungsmittel in die Zusammensetzung der kratzfesten Beschichtung und/oder der Grundierungsbeschichtung eingearbeitet werden.

[0023] Das bevorzugte Kopplungsmittel ist eine vorkondensierte Lösung von zumindest einem Epoxyalkoxysilan und zumindest einem ungesättigten Alkoxysilan.

[0024] Vorzugsweise ist die Anti-Reflexbeschichtung eine Aufeinanderfolge von anorganischen Materialschichten mit alternierend hohem und niedrigem Brechungsindex. Um die Adhäsion einer solchen Anti-Reflexbeschichtung an der kratzfesten Beschichtung zu verbessern, kann eine dünne Schicht von SiO_2 zwischen der Anti-Reflexbeschichtung und der kratzfesten Beschichtung zwischengelagert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Für ein weiteres Verständnis der Gegenstände und Vorteile der vorliegenden Erfindung sollte Bezug genommen werden auf die folgende detaillierte Beschreibung, in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen betrachtet, in welchen gleiche Teile mit gleichen Referenznummern versehen sind, und wobei gilt:

[0026] Fig. 1A bis Fig. 1C zeigen schematisch die Hauptschritte einer Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung; und

[0027] Fig. 2A bis Fig. 2C zeigen schematisch die Hauptschritte einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens der Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0028] Obwohl in der folgenden Beschreibung lediglich eine Fläche des optischen Gegenstandes mit den optisch funktionalen Beschichtungen gemäß der Erfindung beschichtet wird, sollte verstanden werden, dass beide Flächen der optischen Gegenstände simultan unter Verwendung des Verfahrens der Erfindung beschichtet werden können.

[0029] Bezug nehmend auf Fig. 1A ist schematisch ein vorderer Teil **10** einer zweiteiligen Form gezeigt, auf dessen optischer Fläche **10a** aufeinander folgend eine Anti-Reflex Beschichtung **20**, eine kratzfeste Beschichtung **30** und eine stoßfeste Grundierungsbeschichtung **31** gebildet sind.

[0030] Die zweiteilige Form, die im Verfahren der Erfindung verwendet wird, umfasst einen vorderen Teil **10**, aufweisend eine optische Fläche **10a**, sowie einen hinteren Teil **11** (Fig. 1B), aufweisend eine optische Fläche **11a**.

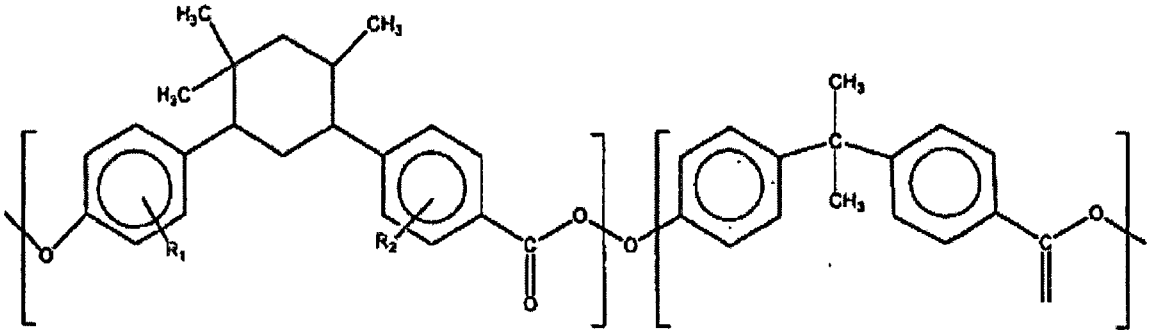
[0031] Typischerweise werden die zwei Teile **10**, **11** der Form durch eine Dichtung oder ein Klebeband (nicht gezeigt) zusammengebaut, so dass die optischen Flächen **10a**, **11a** der Formenteile dazwischen einen Formenhohlraum bzw. ein Formnest bzw. eine Kavität definieren.

[0032] Typischerweise sind die Formenteile **10**, **11** aus Mineralglas oder einem Kunststoffmaterial hergestellt. Im Verfahren der Erfindung sind die Formenteile vorzugsweise aus einem Kunststoffmaterial hergestellt, ins-

besondere einem Kunststoffmaterial, das eine einfache Entfernung des geformten optischen Gegenstandes fördert.

[0033] Unter den Kunststoffmaterialien, die für die zweiteilige Form verwendet werden können, können erwähnt werden: Polycarbonate (PC), Polyamide (PA), Polyimide (PI), Polysulfone (PS), Copolymere von Polyethylenterephtalat und Polycarobonat (PET-CP), kristallines Polyethylenterephtalat (kristallines PET), Glasfaser verstärktes Polyethylenterephtalat und Polyolefine wie beispielsweise Polynorbornene. Die bevorzugten Kunststoffmaterialien sind Polycarbonate und Polynorbornene.

[0034] Ein sehr gutes Kunststoffmaterial, das für die zweiteilige Form verwendet werden kann, ist ein Copolymer mit den folgenden Einheiten



[0035] Ein solches Copolymer ist verfügbar von Bayer unter dem kommerziellen Markennamen A-PEC.

[0036] Dieses Copolymer hat eine hohe Starrheit, welche ein Vorteil für die Verwendung als ein Formenmaterial sein kann.

[0037] Vorzugsweise ist das Dickezentrum für jeden Formenteil bei zumindest 4 mm.

[0038] Um den Trenneffekt der Formen zu steigern, insbesondere bezüglich der Anti-Reflexbeschichtung, können ein oder mehrere Trennmittel in das Polymermaterial der Form eingearbeitet werden. Beispiele solcher Trennmittel sind Trimethylchlorsilan, Chlormethyltrimethylsilan, Chlorpropyltrimethylsilan, Chlormethyldodecyldimethylsilan, Chlorterminiertes Polyldimethylsiloxan, (3,3-Dimethylbutyl)-dimethylchlorsilan, Hexamethyldisilazen, Octamethyltetrasilazen, Aminopropyldimethyl-terminiertes Polydimethylsiloxan, 3-Trimethoxysilylpropyloctadecyldimethylammoniumchlorid, Tratradecyldimethyl-(3-trimethoxysilylpropyl)-ammoniumchlorid, Trimethylethoxysilan und Oktadecyltrimethoxysilan.

[0039] Sofern nötig, können die optischen Flächen **10a**, **11a** der Teile der Kunststoffform zuvor mit einer Schutz- und/oder Trennbeschichtung beschichtet sein, welche entweder die optischen Flächen vor Defekten wie beispielsweise Kratzern, die während der Handhabung erzeugt werden können, schützt und/oder den Trenneffekt verbessert. Diese Schutz- und/oder Trennbeschichtung kann auch die optische Fläche eben machen.

[0040] Beispiele solcher Beschichtungen sind:

– eine UV-härtbare Acrylschicht, optional enthaltend zumindest eines der oben genannten Trennmittel, oder eine Amin enthaltende Polysiloxanschicht, optional enthaltend zumindest eines der obigen Trennmittel;

– eine Fluorcarbonpolymerschicht, wie beispielsweise Polytetrafluorethylen (PTFE)-Polymere, zum Beispiel Teflon®AF, Teflon®PTFE FEP und Teflon®PTFE PFA;

– Eine Pufferschicht, welche von der optischen Fläche des Formenteils abblättern kann und von welcher sich die Anti-Reflexbeschichtung und die Deckbeschichtung trennen kann, wie beispielsweise eine aufgedampfte bzw. Vakuum abgeschiedene Magnesiumfluorid (MgF_2)-Schicht oder eine Siloxanbasisbeschichtung, normalerweise verwendet, um den Linsen Kratzfestigkeit zu verleihen. Beide dieser Schichten trennen sich leicht von der optischen Fläche der Form, insbesondere einer Polycarbonatform. Nach dem Entformen des optischen Gegenstands werden diese Schichten entfernt.

[0041] Die Schutz- und/oder Trennschichten können Mittels „dip coating" bzw. Tauchbeschichtung oder „spin coating" bzw. Rotationsbeschichtung abgeschieden werden und sie können in Abhängigkeit von deren technischen Naturen mit UV- und/oder thermisch gehärtet werden oder einfach getrocknet werden. Jene Schutz- und/oder Trennschichten haben typischerweise eine Dicke von 2 nm bis 10 Mikrometern.

[0042] Die Formenteile, üblicherweise hergestellt aus Kunststoffmaterial, sind UV-transparent und erlauben UV- und/oder thermisches Härten von verschiedenen Schichten und insbesondere der optischen Substratzusammensetzung. Vorzugsweise ist das Polymermaterial der Formenteile frei von UV-Absorber.

[0043] Wie in Fig. 1A gezeigt wird zuerst auf der optischen Fläche **10a** des ersten Teils **10** von beispielsweise einer Polycarbonatform eine Anti-Reflexbeschichtung **20** abgeschieden.

[0044] Anti-Reflexbeschichtungen und deren Herstellungsverfahren sind in Stand der Technik bekannt. Die Anti-Reflexbeschichtung kann jede beliebige Schicht oder ein Stapel von Schichten sein, welche die Anti-Reflexeigenschaften des fertigen optischen Gegenstandes verbessern.

[0045] Die Anti-Reflexbeschichtung kann vorzugsweise aus einem ein- oder mehrschichtigen Film von dielektrischen Materialien wie beispielsweise SiO, SiO_2, Si_3N_4, TiO_2, ZrO_2, Al_2O, MgF_2 oder Ta_2O_5 oder Mischungen davon bestehen.

[0046] Die Anti-Reflexbeschichtung kann insbesondere durch Vakuumabscheidung bzw. Aufdampfen gemäß einer der folgenden Techniken aufgebracht werden:

1) – durch Evaporation bzw. Verdampfung, optional Ionenstrahl- unterstützt;
2) – durch Sprühen mittels eines Ionenstrahls,
3) – durch Kathodenzerstäuben; oder
4) – durch Plasma unterstützte chemische Gasphasenabscheidung.

[0047] In dem Fall, in dem der Film eine einzelne Schicht enthält, muss deren optische Dicke gleich λ/4 sein wobei λ eine Wellenlänge von 450 bis 650 nm ist.

[0048] Vorzugsweise ist die Anti-Reflexbeschichtung ein mehrschichtiger Film, umfassend drei oder mehrere Dielektrische Materialschichten von alternativ hohen und niedrigen Brechungsindizes.

[0049] Natürlich werden die dielektrischen Schichten der mehrschichtigen Anti-Reflexbeschichtung auf der optischen Fläche des Formenteils oder der Hydrophoben Deckbeschichtung in umgekehrter Reihenfolge, wie sie auf den fertigen optischen Gegenstand vorliegen sollen, abgeschieden.

[0050] In der in Fig. 1A gezeigten Ausführungsform umfasst die Anti-Reflexbeschichtung **20** einen Stapel von vier Schichten, gebildet durch Vakuumabscheidung, beispielsweise eine erste SiO_2-Schicht **21**, aufweisend eine optische Dicke von ca. 100 bis 160 nm, eine zweite ZrO_2-Schicht **22**, aufweisend eine optische Dicke von ca. 120 bis 190 nm, eine dritte SiO_2-Schicht **23**, aufweisend eine optischen Dicke von ca. 20 bis 40 nm und eine vierte ZrO_2-Schicht **24**, aufweisend eine optische Dicke von ca. 35 bis 75 nm.

[0051] Vorzugsweise wird nach der Abscheidung des Vierschicht-Anti-Reflex-Stapels eine dünne Schicht von SiO_2 **25** von 1 bis 50 nm Dicke (physikalische Dicke) abgeschieden. Diese Schicht **25** fördert die Adhäsion zwischen dem Anti-Reflex-Stapel und der kratzfesten Beschichtung **30**, die anschließend abzuscheiden ist, und ist nicht optisch aktiv.

[0052] Die nächste Schicht, die abzuscheiden ist, ist die kratzfeste Schicht **30**. Jede bekannte optische kratzfeste Beschichtungszusammensetzung kann verwendet werden, um die kratzfeste Beschichtung **30** zu bilden. Folglich kann die kratzfeste Beschichtungszusammensetzung eine UV- und/oder eine thermisch härtbare Zusammensetzung sein.

[0053] Per Definition ist eine kratzfeste Beschichtung eine Beschichtung, welche die Abriebfestigkeit des fertigen optischen Gegenstandes verglichen mit demselben optischen Gegenstand, jedoch ohne die kratzfeste Beschichtung, verbessert.

[0054] Bevorzugte kratzfeste Beschichtungen sind jene, die durch Härten einer Vorläuferzusammensetzung einschließend Epoxyalkoxysilane oder ein Hydrolysat davon, Silica und einen Härtungskatalysator hergestellt werden. Beispiele solcher Zusammensetzungen sind offenbart in der US 4,211,823, WO 94/10230, US 5,015,523.

[0055] Die am meisten bevorzugten kratzfesten Beschichtungszusammensetzungen sind jene, die als Hauptbestandsteile ein Epoxyalkoxysilan umfassen, wie beispielsweise γ-Glycidoxypropyltrimethoxysilan (GLYMO) und ein Dialkyldialkoxysilan wie beispielsweise Dimethyldiethoxysilan (DMDES), kolloidale Silica und eine ka-

talytische Menge eines Härtungskatalysators wie beispielsweise Aluminiumacetylacetonat oder ein Hydrolysat davon, wobei der Rest der Zusammensetzung im Wesentlichen aus Lösungsmitteln besteht, die typischerweise für die Formulierung dieser Zusammensetzungen verwendet werden.

[0056] Um die Adhäsion bzw. Anhaftung der kratzfesten Beschichtung **30** an der schlag- bzw. stoßfesten Grundierungsbeschichtung **31**, die anschließend abzuscheiden ist, zu verbessern, kann eine effektive Menge von zumindest einem Kopplungsmittel zur kratzfesten Beschichtungszusammensetzung zugegeben werden.

[0057] Das bevorzugte Kopplungsmittel ist eine vorkondensierte Lösung eines Epoxyalkoxysilans und eines ungesättigten Alkoxysilans, vorzugsweise umfassend eine terminale Ethylen-Doppelbindung.

[0058] Beispiele von Epoxyalkoxysilanen sind: γ-Glycidoxypropyltrimethoxysilan, γ-Glycidoxypropylpentamethyldisiloxan, γ-Glycidoxypropylmethyldiisopropenoxysilan, (γ-Glycidoxypropyl)-Methyldiethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldimethylethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldiisopropylethoxysilan und (γ-Glycidoxypropyl)-bis-(trimethylsiloxy)-Methylsilan.

[0059] Das bevorzugte Epoxyalkoxysilan ist γ-Glycidoxypropyltrimethoxysilan.

[0060] Das ungesättigte Alkoxysilan kann ein Vinylsilan, ein Allylsilan, ein Acrylsilan oder ein Methacrylsilan sein.

[0061] Beispiele von Vinylsilanen sind: Vinyltris-(2-methoxyethoxy)-silan, Vinyltrisisobutoxysilan, Vinyltri-t-butoxysilan, Vinyltriphenoxysilan, Vinyltrimethoxysilan, Vinyltriilsopropoxysilan, Vinyltriethoxysilan, Vinyltriacetoxysilan, Vinylmethyldiethoxysilan, Vinylmethyldiacetoxysilan, Vinylbis-(trimethylsiloxy)-silan und Vinyldimethoxyethoxysilan.

[0062] Beispiele von Allylsilanen sind: Allyltrimethoxysilan, Alkyltriethoxysilan und Allyltris-(trimethylsiloxy)-Silan.

[0063] Beispiele von Acrylsilanen sind: 3-Acryloxypropyltris-(trimethysiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyltrimethoxysilan, Acrylpropylmethyldimethoxysilan, 3-Acryloxypropylmethylbis-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyl-dimethylmethoxysilan, n-(3Acryloxy-2-Hydroxypropyl)-3-Aminopropyltriethoxysilan.

[0064] Beispiele von Methacrylicsilanen sind: 3-Methacryloxypropyltris-(Vinyidimethoxylsiloxy)-silan, 3-Methacryl-oxypropyltris-(Trimethylsiloxy)-silan, 3-Methacryloxypropyltris-(Methoxyethoxy)-silan, 3-Methacryloxy-propyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropylpentamethyldisiloxan, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxy-silan, 3-Methacryloxypropylmethyldiethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylmethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylethoxysilan, 3-Methacryloxy-propenyltrimethoxysilan und 3-Methacryloxypropylbis-(trimethylsiloxy)-Methylsilan.

[0065] Das bevorzugte Silan ist das Acryloxyproyltrimethoxysilan.

[0066] Vorzugsweise sind die Mengen des/der Epoxyalkoxysilan(e) und ungesättigten Alkoxysilan(e), verwendet für die Herstellung des Kopplungsmittels, derart, dass das Gewichtsverhältnis

$$R = \frac{\text{Gewicht des Epoxyalkoxysilans}}{\text{Gewicht des ungesättigten Alkoxysilans}}$$

[0067] Die Bedingung $0.8 \leq R \leq 1.2$ erfüllt.

[0068] Das Kopplungsmittel umfasst vorzugsweise zumindest 50 Gewichtsprozent von Feststoffmaterial von dem/den Epoxyalkoxysilan(en) und ungesättigten Alkoxysilan(en) und mehr bevorzugt zumindest 60 Gewichtsprozent.

[0069] Das Kopplungsmittel umfasst vorzugsweise weniger als 40 Gewichtsprozent von flüssigem Wasser und/oder organischen Lösungsmittel, bevorzugter weniger als 35 Gewichtsprozent.

[0070] Der Ausdruck „Gewicht an Feststoffmaterial von Epoxyalkoxysilanen und ungesättigten Alkoxysila-

nen" bedeutet der theoretische Trockenauszug von jenen Silanen, welcher das berechnete Gewicht der Einheit Q_k $SiO_{(4-k)/2}$ ist, wobei Q die organische Gruppe ist, die die Epoxy- oder ungesättigte Gruppe trägt, und Q_k $SiO_{(4-k)/2}$ von Q_k $SiR'O_{(4-k)}$ resultiert, wobei SiR' reagiert, um SiOH nach Hydrolyse zu bilden.
k ist eine Ganzzahl von 1–3 und ist vorzugsweise gleich 1.
R' ist vorzugsweise eine Alkoxygruppe wie beispielsweise OCH_3.

[0071] Das Wasser und die organischen Lösungsmittel, auf die oben Bezug genommen ist, kommen von jenen, welche anfänglich in der Kopplungsmittelzusammensetzung zugegeben wurden, sowie dem Wasser und dem Alkohol, die von der Hydrolyse und Kondensation der Alkoxysilane, vorhanden in der Kopplungsmittelzusammensetzung, resultieren.

[0072] Bevorzugte Herstellungsverfahren für das Kopplungsmittel umfassen:
1) Mischen der Alkoxysilane
2) Hydrolysieren der Alkoxysilane, vorzugsweise durch Zugabe eine Säure, wie beispielsweise Salzsäure
3) Rühren der Mischung
4) optional Zugeben eines organischen Lösungsmittels
5) Zugeben von einem oder mehren Katalysator(en), wie beispielsweise Aluminiumacetylacetonat
6) Rühren (typische Dauer: über Nacht)

[0073] Typischerweise stellt die Menge an Kopplungsmittel, die in die kratzfeste Beschichtungszusammensetzung eingeführt wird, 0,1 bis 15 Gewichtsprozent des Gesamtgewichts der Zusammensetzung dar, vorzugsweise 1 bis 10 Gewichtsprozent.

[0074] Die kratzfeste Beschichtungszusammensetzung kann auf die Anti-Reflex-Beschichtung mittels jedes herkömmlichen Verfahrens wie beispielsweise Rotations-, Tauch- oder Fließbeschichtung aufgebracht werden.

[0075] Die kratzfeste Beschichtungszusammensetzung kann einfach getrocknet oder optional vorgehärtet werden vor der Ausbringung der nachfolgenden schlagfesten Grundierungsbeschichtung **31**. In Abhängigkeit von der Natur der kratzfesten Beschichtungszusammensetzung kann thermisches Härten, UV-Härten oder eine Kombination von beidem verwendet werden.

[0076] Die Dicke der kratzfesten Beschichtung **30** nach Härten reicht üblicherweise von 10 bis 15 μm, vorzugsweise von 2 bis 6 μm.

[0077] Vor dem Aufbingen der schlagfesten Grundierungsbeschichtung auf die kratzfeste Beschichtung ist es möglich, die Fläche der kratzfesten Beschichtung einer Corona-Behandlung oder einer Vakuum-Plasma-Behandlung zu unterwerfen, um die Adhäsion zu erhöhen.

[0078] Die schlag- bzw. stoßfeste Grundierungsbeschichtung **31** kann jede beliebige Beschichtung sein, die typischerweise für das Verbessern der Schlagfestigkeit eines fertigen optischen Gegenstands verwendet wird. Auch verbessert diese Beschichtung im Allgemeinen die Adhäsion der kratzfesten Beschichtung **30** auf dem Substrat des fertigen optischen Gegenstandes.

[0079] Per Definition ist die schlagfeste Grundierungsbeschichtung eine Beschichtung, welche die Schlagfestigkeit des fertigen optischen Gegenstandes im Vergleich zum selben optischen Gegenstand ohne die schlagfeste Grundierungsbeschichtung, verbessert.

[0080] Typische schlagfeste Grundierungsbeschichtungen sind (Meth)acryl-basierende Beschichtungen und Polyuretan-basierende Beschichtungen.

[0081] (Meth)acryl-basierende schlagfeste Beschichtungen sind unter anderem in der US-5,015,523 offenbart, wohingegen auf thermoplastischen oder quervernetzten Polyuretanharzen basierende Beschichtungen unter anderem in den Japanischen Patenten 63-141001 und 63-87223, der EP-0404111 und der US-5,316,791 offenbart sind.

[0082] Insbesondere die schlagfeste Grundierungsbeschichtung gemäß der Erfindung kann aus einer Latexzusammensetzung wie beispielsweise einem Poly(meth)acryl-Latex, einem Polyuretan-Latex oder einem Polyester-Latex hergestellt sein.

[0083] Unter den bevorzugten (Meth)acryl-basierenden schlagfesten Grundierungsbeschichtungszusammensetzungen können Polyethylenglycol(meth)acrylat-basierende Zusammensetzungen genannt werden, wie beispielsweise Tetraethylenglycoldiacrylat, Polyethylenglycol-(200)-diacrylat, Polyethylenglycol-(400)-diacrylat, Polyethylenglycol-(600)-di(meth)acrylat, sowie Urethan-(meth)-acrylate und Mischungen davon.

[0084] Vorzugsweise weist die schlagfeste Grundierungsbeschichtung eine Glasübergangstemperatur (Tg) von weniger als 30°C auf.

[0085] Unter den bevorzugten schlagfesten Grundierungsbeschichtungszusammensetzungen können das Acryl-Latex, kommerziell vertrieben unter dem Namen Acrylic latex A-639, kommerziell vertrieben von Zeneca, sowie das Polyurethan-Latex, kommerziell vertrieben unter dem Namen W-240 und W-234 von Baxenden, erwähnt werden.

[0086] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die schlagfeste Grundierungsbeschichtung ferner eine effektive Menge eines Kopplungsmittels enthalten, um die Adhäsion der Grundierungsbeschichtung am optischen Substrat und/oder an der kratzfesten Beschichtung zu steigern.

[0087] Dieselben Kopplungsmittel in denselben Mengen wie für die kratzfesten Beschichtungszusammensetzungen können mit den schlagfesten Beschichtungszusammensetzungen verwendet werden.

[0088] Die schlagfeste Grundierungsbeschichtungszusammensetzung kann auf der kratzfesten Beschichtung **30** mittels jedes herkömmlichen Verfahrens wie beispielsweise Rotations-, Tauch- oder Fließbeschichtung aufgebracht werden.

[0089] Die schlagfeste Grundierungsbeschichtungszusammensetzung kann einfach getrocknet oder optional vorgehärtet werden, vor dem Formen des optischen Substrats.

[0090] In Abhängigkeit von der Natur der schlagfesten Grundierungsbeschichtungszusammensetzung kann thermisches Härten, UV-Härten oder eine Kombination von beidem verwendet werden.

[0091] Die Dicke der schlagfesten Grundierungsbeschichtung **31** nach Härten reicht typischerweise von 0,05–20 μm, vorzugsweise von 0,5–10 μm und spezieller von 0,6–6 μm.

[0092] Der nächste Schritt des Verfahrens ist, wie in Fig. 1B gezeigt, das Zusammenbauen des vorderen Teils **10**, beschichtet mit der Anti-Reflex-, kratzfesten und schlagfesten Grundierungsbeschichtung **20**, **30**, **31**, mit dem hinteren Teil **11** der zweiteiligen Form, wie beispielsweise in den US-Patenten 5,547,618 und 5,562,839 beschrieben.

[0093] Der Formenhohlraum wird dann mit der flüssigen härtbaren optischen Zusammensetzung gefüllt, welche gehärtet wird, um das optische Substrat **40** zu bilden.

[0094] Das optische Substrat kann aus jeder beliebigen typischen flüssigen härtbaren Zusammensetzung hergestellt werden, die im Gebiet der Optik verwendet wird.

[0095] Beispiele solcher optischen Substrate sind Substrate, die resultieren aus der Polymerisation von:
-Diethylenglycolbis(allylcarbonat)-basierenden Zusammensetzungen,
-(Meth)acryl-Monomer-basierenden Zusammensetzungen wie beispielsweise Zusammensetzungen, umfassend (Meth)acryl-Monomere, abgeleitet von Bisphenol-A;
-Thio(meth)acryl-Monomer-basierende Zusammensetzungen;
-Polyurethan-Vorläufer-Monomer-basierende Zusammensetzungen;
und
-Epoxy und/oder Episulfid-Monomer-basierende Zusammensetzungen.

[0096] In Abhängigkeit von der Natur des härtbaren optischen Materials kann das optische Material thermisch gehärtet werden, UV gehärtet werden oder mit einer Kombination von beiden gehärtet werden, oder bei Raumtemperatur gehärtet werden.

[0097] Wie in Fig. 1C gezeigt, werden, sobald das optische Substrat **40** gehärtet wurde und optional gleichzeitig die kratzfeste Beschichtung **30** und die schlagfeste Grundierungsbeschichtung **31** gehärtet wurden, sofern nicht zuvor gehärtet, die Formenteile **10**, **11** zerlegt, um das optische Substrat **40** zu erhalten, das auf einer

Fläche die schlagfeste Grundierungsbeschichtung **31**, die kratzfeste Beschichtung **30** und die Anti-Reflex-Beschichtung **20** übertragen aufweist.

[0098] In den Fig. 2A–Fig. 2C ist eine weitere Form des Verfahrens der Erfindung gezeigt.

[0099] Der wesentliche Unterschied zwischen den Verfahren, das in Verbindung mit den Fig. 1A –Fig. 1C beschrieben ist, und dem Verfahren, das durch die Fig. 2A–Fig. 2C dargestellt ist, ist der, dass eine zusätzliche hydrophobe Deckbeschichtung **50** auf die optische Fläche **10a** des vorderen Teils **10** der Form vor der Abscheidung der Anti-Reflex-Beschichtung **20** abgeschieden wird.

[0100] Die hydrophobe Deckbeschichtung **50**, welche im fertigen optischen Gegenstand die äußerste Beschichtung des optischen Substrats darstellt, dient dazu, die Schmutzfleckwiderstandsfähigkeit des fertigen optischen Gegenstands und insbesondere der Anti-Reflex-Beschichtung zu verbessern.

[0101] Wie im Stand der Technik bekannt ist, ist eine hydrophobe Deckbeschichtung eine Schicht, bei welcher der stationäre Kontaktwinkel zu entionisiertem Wasser zumindest 60°C, vorzugsweise zumindest 75° und mehr bevorzugt zumindest 90° ist.

[0102] Der stationäre Kontaktwinkel wird bestimmt gemäß dem Flüssigkeitstropfenverfahren, in welchem ein Wassertropfen mit einem Durchmesser kleiner als 2 mm auf dem optischen Gegenstand gebildet wird und der Kontaktwinkel gemessen wird.

[0103] Die hydrophoben Deckbeschichtungen, die vorzugsweise in dieser Erfindung verwendet werden, sind jene, welche eine Oberflächenenergie von weniger als 14 m Joules/m^2 aufweisen.

[0104] Die Erfindung ist von besonderem Interesse, wenn hydrophobe Deckbeschichtungen verwendet werden, die eine Oberflächenenergie von weniger als 13 m Joule/m^2 und noch besser weniger als 12 m Joule/m^2 aufweisen.

[0105] Die Oberflächenenergiewerte, auf die gerade oben Bezug genommen wurde, werden berechnet gemäß dem Owens Wendt Verfahren, beschrieben im folgenden Dokument: „Estimation of the surface force energy of polymers", Owens D.k. – Wendt R.G. (1969) J. Appl. Polym. Sci., 1741–1747.

[0106] Solche hydrophoben Deckbeschichtungen sind im Stand der Technik gut bekannt und werden üblicherweise aus Fluorsilikonen oder Fluorsilazenen, d.h. Silikonen oder Silazenen, die Fluor enthaltende Gruppen tragen, hergestellt. Ein Beispiel eines bevorzugten hydrophoben Deckbeschichtungsmaterials ist das Produkt, das von Shin Tsu unter dem Namen KP 801M kommerziell vertrieben wird.

[0107] Die Deckbeschichtung **50** kann auf der optischen Fläche **10a** des Formenteils **10** mittels jedes beliebigen typischen Abscheidungsverfahrens abgeschieden werden, jedoch vorzugsweise mittels einer thermischen Aufdampftechnik.

[0108] Obwohl die Abscheidung der Deckbeschichtung vorzugsweise durch Übertragung von der Form hergestellt wird, kann die Deckbeschichtung auch durch jedes beliebige herkömmliche Mittel (beispielsweise Tauchbeschichtung) auf einer antireflektiven Linse, die zuvor durch das Transfer-Verfahren erhalten wurde (ohne eine auf der Form aufgebrachte Deckbeschichtung), aufgebracht werden.

[0109] Die Dicke der hydrophoben Deckbeschichtung reicht im Allgemeinen von 10 bis 30 µm, vorzugsweise 1 bis 15 µm.

[0110] Die verbleibenden Schritte dieser zweiten Ausführungsform dieser Form der Erfindung sind identisch zu jenen, die in Bezug auf Fig. 1A bis Fig. 1C beschrieben sind.

[0111] Die folgenden Beispiele veranschaulichen die vorliegende Erfindung. In den Beispielen beziehen sich, sofern nicht anderweitig angegeben, alle Teile und Prozentangaben auf das Gewicht.

1. Zweiteilige Form

[0112] In allen Beispielen wurde die verwendete Form aus Polycarbonat (General Electric Company) hergestellt.

2. Kratzfeste Beschichtungszusammensetzungen (Hartbeschichtungszusammensetzung)

[0113] Die folgenden thermisch und/oder UV-härtbaren Hartbeschichtungszusammensetzungen wurden durch Mischen der Komponenten wie hierin im Folgenden angegeben erhalten.

Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 1: thermisch härtbar

Komponente	Gewichtsanteile
Glymo	21,42
0,1N HCl	4,89
Colloidal Silica (35% Gewicht an Feststoff)	30,50
Methanol	29,90
Diacetonalkohol	3,24
Aluminiumacetylacetonat	0,45
Kopplungsmittel	9,00
Tensid (1/10 verdünnte Lösung)	0,60

Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 2: thermisch härtbar

Komponente	Gewichtsanteile
Glymo	18,6
0,1N HCl	6,62
Dimethyldiethosilan (DMDES)	9,73
Kolloidale Silica /MeOH[(1)]	60,1
Aluminiumacetylacetonat	1,2
Methylethylketon (MEK)	3,65
Kopplungsmittel	5,00
Tensid FC 430[(2)]	0,05

Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 3: thermisch härtbar

Komponente	Gewichtsanteile
Glymo	18,6
0,1N HCl	6,62
Demethyldiethoxysilan	9,73
Kolloidale Silica /MeOH[(1)]	60,1
Aluminiumacetylacetonat	1,2
Methylethylketon (MEK)	3,65
Tensid FC 430[(2)]	0,05

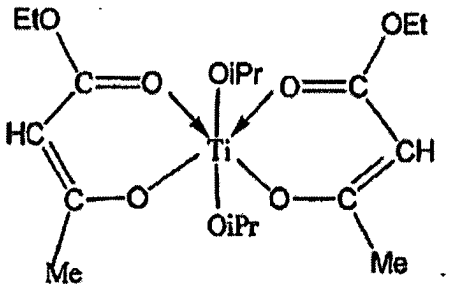
Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 4: (UV-härtbar)

Komponente	Gewichtsanteile
Glymo	23,75
n-Propanol	14,25
Kolloidale Silica MeOH[(1)]	47,51
Tyzor DC (1% Verdünnung) [(3)]	14,25
UVI-6974 [(4)]	0,2735

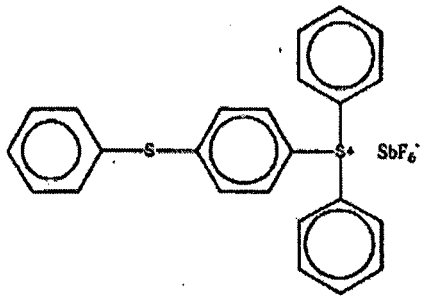
Kopplungsmittel: vorkondensierte Lösung von:

Komponente	Gewichtsanteile
Glymo	10,0
Acryloxypropyltrimethoxysilan	10,0
0,1 N HCI	0,5
Aluminiumacetylacetonat	0,2
Diacetonalkohol	1,0

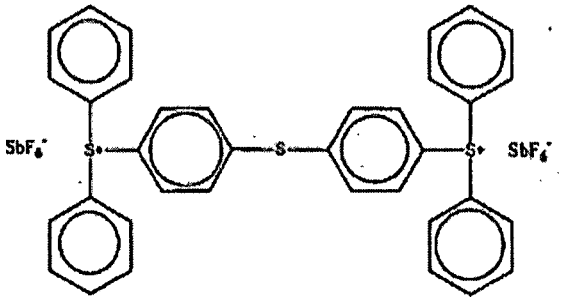
(1) Sun Colloid MA-ST von Nissan Company (30 Gewichts-% festes SiO_2)
(2) FC430: Tensid kommerziell vertrieben von 3 M Company.
(3) Tyzor:



(4) UVI-6974: Mischung von:



und



3. Schlagfeste Grundierungsbeschichtunqszusammensetzungen (Grundierungsbeschichtungszusammensetzungen)

[0114] Mehrere Grundierungsbeschichtungszusammensetzungen wurden hergestellt durch Mischen der verschiedenen Komponenten wie unten angegeben:

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 1a (UV-härtbares Acryl)

Komponente	Gewichtsanteile
Tetraethylenglycoldiacrylat (SR-268)	12,42
Aliphatisches Urethantriacrylat (EB-265)	16,87
n-Propanol	20,27
Dowanol PM [5]	20,27
Dowanol PnP [6]	20,27
Kopplungsmittel	9,00
ITX [7]	0,063
Irgacure 500 [8]	0,60
Tensid FC-430 (50% Verdünnung)	0,21

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 1b (UV-härtbares Acryl)

Komponente	Gewichtsanteile
Polyethylen-(400)-glycoldiacrylat (SR-344)	12,42
Aliphatisches Urethantriacrylat (EB-265)	16,87
n-Propanol	20,27
Dowanol PM [5]	20,27
Dowanol PnP [6]	20,27
Kopplungsmittel	9,00
ITX [7]	0,063
Irgacure 500 [8]	0,60
Tensid FC-430 (50% Verdünnung)	0,21

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 thermisch härtbares Polyurethan-Latex W-234)

Komponente	Gewichtsanteile
Polyurethan-Latex W-234	35,0
Entionisiertes Wasser	50,0
2-Butoxy-Ethanol	15,0
Kopplungsmittel	5,0

oder

Komponente	Gewichtsanteile
Polyurethan-Latex W-234	40,0
Entionisiertes Wasser	40,0
Dowanol PnP	20,0
Kopplungsmittel	5,0
Tensid L77 [10]	0,5

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 3 (thermisch härtbar, Acryl-Latex A-639)

Komponente	Gewichtsanteile
Acryl-Latex A-639 [11]	40,0
Entionisiertes Wasser	40,0
2-Butoxy-Ethanol	20,0

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 4 (UV-härtbares Hybrid)

Komponente	Gewichtsanteile
UVR 6110 (12)	13,00
HDODA (13)	10,89
Pentaerithritolpentaacrylat	30,36
GE 21 (14)	30,29
Diethyleneglycoldiacrylat	7,01
Isobornylacrylat	2,29
Tensid	0,09
Gemischte Triarylsulfoniumhexafluoranti-monat-Salze	0,30

Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 5 (UV-härtbares Hybrid)

Komponente	Gewichtsanteile
UVR 6110 (12)	13,00
HDODA (13)	10,89
Polyethyleneglycol (400) diacrylat	30,36
GE 21 (14)	30,29
Diethyleneglycoldiacrylat	7,01
Isobornylacrylat	2,29
Tensid	0,09
Gemischte Triarylsulfoniumhexafluoranti-monat-Salze	0,30

(5) Dowanol PM: 1-Methoxy-2-propanol und 2-Methoxy-1-propanol-Lösungsmittel, kommerziell vertrieben von DOW Chemical.
(6) Dowanol PnP: Lösungsmittel kommerziell vertrieben von DOW Chemical, welches eine Mischung ist von:
1-Propoxy-2-propanol,
2-Propoxy-1-propanol,
Propylenglycol,
Diethylenglycol,
Dipropylglycolmonopropylether
(7) ITX: Isopropylthioxanthon
(8) Irgacure 500 1/1-Mischung von Benzophenon + 1-Hydroxycyclohexylphenyl
(9) Polyurethan-Latex, kommerziell vertrieben von Baxenden
(10) L77-Tensid, kommerziell vertrieben von OSI-Specialities
(11) Acryl-Latex-A-639, kommerziell vertrieben von Zeneca
(12) UVR 6110 3,4-Epoxycyclohexylmethyl-3,4-Epoxycyclohexylcarbonat + Monoepoxid von 3-Cyclohexenyl-methyl-3-cyclocarboxylat
(13) HDODA 1.6-Hexandioldiacrylat
(14) GE21 1.4-Butandioldiglycidylether

4. Optische Substratzusammensetzungen

Optische Substratzusammensetzung Nr 1 (UV-/thermisch härtbar

[0115] Die folgende Mischung wurde bei 40°C in Dunkelheit hergestellt.

Komponente	Gewichtsanteile
Tetraethoxybisphenol A dimethacrylat	980
Methylbuten-1-ol	20
Irgacure 1850 (15)	1,75

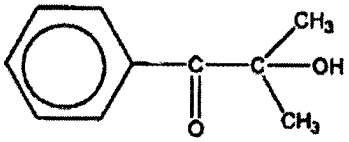
Optische Substratzusammensetzung Nr. 2 (UV-/thermisch härtbar)

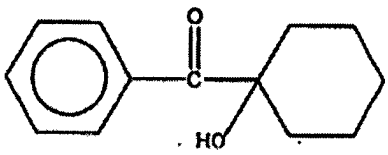
Komponente	Gewichtsanteile
Polypropylenglycol (400) dimethacylat	51
Urethanmethacrylat (Plex® 66610)	34
Isobornylmethacrylat	15
Irgacure 1850	0,1

Optische Substratzusammensetzung Nr. 3 (UV-/thermisch härtbar)

Komponente	Gewichtsanteile
Thiomethacrylat (16)	70
Diclylopentadiendimethacrylat	10
FA321M (17)	20
Methylbuten-1-ol	0,3
UV 5411 (18)	0,1
Irgacure 819 (19)	0,1

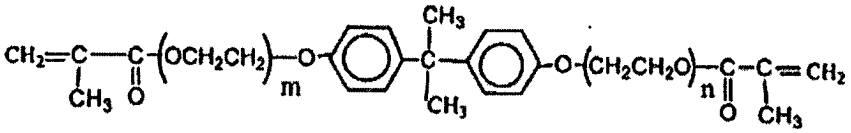
(15) Irgacure 1850: Mischung (50/50 Gewichtsanteile) von:





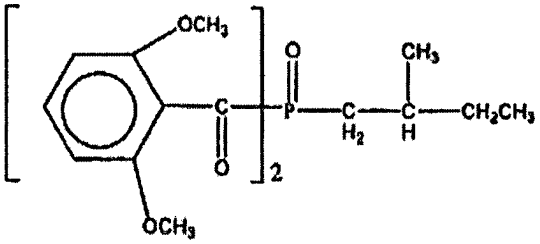
und

(16) Thiomethacylat: Plex (6856), vertrieben von RÖHM.
(17) FA 321M



mit m + n = 10

(18) UV 5411: 2-(2-Hydroxy-5-t-octylphenyl)benzotriazol.
(19) Irgacure 819: Photoinitiator der Formel



5. Herstellung der Form

[0116] Sofern nicht anders angegeben wurden die in den Beispielen verwendeten Polycarbonatformen wie folgt hergestellt:

a) bezüglich der spritzgegossenen Polycarbonatform wird der Einguss abgemacht und dann kantenbearbeitet. Das Kantenbearbeitungsverfahren kann Kratzer auf der Fläche der Form erzeugen, so dass eine Klebebandüberdeckung von zumindest dem Zentralabschnitt der Formenfläche während der Kantenbearbeitung verwendet wird.

b) nach dem Kantenbearbeiten wird die Form abgewischt, gereinigt in einem Ultraschall-System und dann in einem sauberen Ofen für eine halbe Stunde bei 100°C erwärmt.

6. Abscheidung der hydrohoben Deckbeschichtung und der Anti-Reflex-Beschichtung

[0117] Sofern nicht anderes angegeben, wurden die hydrophobe Deckbeschichtung und die Anti-Reflex-Beschichtung auf der optischen Fläche des vorderen Teils der Form wie folgt abgeschieden:
Die hydrophobe Deckbeschichtung und die Anti-Reflex-Behandlungen werden in einem Standard Kastenbeschichter unter Verwendung gut bekannter Vakuum-Aufdampfverfahren bewerkstelligt.

a – Die Form wird in den Standard Kastenbeschichter wie beispielsweise einem Balzers BAK760 geladen und die Kammer wird auf ein hohes Vakuumniveau gepumpt.

b – Die hydrophobe Deckbeschichtung, ein Fluorsilazen (Shin Etsu KP801M) wird auf der optischen Fläche des ersten Teils der Form mittels eines thermischen Aufdampfungsverfahrens auf eine Dicke im Bereich von 2–15 nm abgeschieden.

c – Die dielektrische Mehrschicht-Anti-Reflex-(AR) Beschichtung, bestehend aus einem Stapel von hoch- und niedrigbrechenden Materialien, wird dann abgeschieden, umgekehrt zur normalen Reihenfolge. Details dieser Abscheidung sind wie folgt:
Die erste Schicht ist eine Schicht von SiO_2 mit einer physikalischen Dicke von 80–110 nm (optische Dicke ca. 100–160 nm).
Die zweite Schicht ist eine Schicht von ZrO_2 mit einer optischen Dicke von ca. 160 nm, die dritte Schicht ist eine SiO_2 Schicht mit einer optischen Dicke von ca. 30 nm und die vierte Schicht ist eine ZrO_2 Schicht mit einer optischen Dicke von ca. 55 nm (optische Dicken sind bei einer Wellenlänge von 550 nm angegeben).

d – Bei der Fertigstellung der Abscheidung des Vierlagen-Anti-Reflex-Stapels wird eine dünne Schicht von SiO_2 mit einer physikalischen Dicke von 1–50 nm abgeschieden. Diese Schicht dient dazu, die Adhäsion zwischen dem Oxid-Anti-Reflex-Stapel und der anschließenden Hartbeschichtung zu verbessern, welche auf der beschichteten Form zu einer späteren Zeit abgeschieden wird.

BEISPIEL NR. 1

[0118] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, die bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet war, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 1 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit wurde auf 400 U/min (Umdrehungen pro Minute) für 8 sec. und eine Spin-off-Geschwindigkeit bei 800 U/min für 10 sec. eingestellt. Die Hartbeschichtungszusammensetzung wird mittels IR für 30 sec. mit einer Einstellung auf 385°C (725°F) unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit gehärtet. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur abzukühlen und die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 1a wird bei derselben Geschwindigkeit und Zeiteinstellung wie oben erwähnt aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung wird mittels UV-Licht unter Verwendung einer Fusion-System H Birne mit einer Riemengeschwindigkeit von (5 Fuß pro Minute) 1,526 m/min gehärtet.

[0119] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde erreicht mittels einer Lesco IR-Härtungseinheit, eingestellt auf 385°C (725 F) für 30 sec.

[0120] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Substratszusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min. polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Kunststoffform waren alle genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 2

[0121] Der erste Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, die bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet war, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 1 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringungsgeschwindigkeit wurde auf 400 U/min für 8 sec. und einer Spin-off-Geschwindigkeit bei 800 U/min für 10 sec. eingestellt. Die Hartbeschichtungszusammensetzung wurde mittels IR für 30 sec. mit einer Einstellung auf 385°C (725°F) unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit gehärtet. Der gehärteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur abzukühlen und die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 1b wurde bei derselben Geschwindigkeit und Zeiteinstellung wie oben erwähnt aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung wurde mittels UV-Licht unter Verwendung einer Fusion H Birne mit einer Riemengeschwindigkeit von (5 Fuß pro Minute) 1,524 m/min gehärtet.

[0122] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde erreicht mittels Lesco IR-Härtens, eingestellt auf 385°C (725°F) für 30 sec.

[0123] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Kunststoffform waren alle obigen Schichten auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 3

[0124] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringungsgeschwindigkeit war 500 U/min für 8 sec und der Spin-off lag bei 1200 U/min für 10 sec. Die Hartbeschichtungszusammensetzung härtete in einem thermischen geheizten Ofen für 10 min bei 80°C vor. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen. Die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 wurde bei einer Aufbringgeschwindigkeit von 400 U/min für 8 sec und einem Spin-off von 1000 U/min für 10 sec. aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde bei derselben Temperatur und Zeiteinstellung wie die Hartbeschichtung vorgehärtet.

[0125] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde in einem thermischen geheizten Ofen für 1 Std. bei 90°C durchgeführt.

[0126] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Formen waren alle oben genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 4

[0127] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet, wurde mit der Hartzusammensetzung Nr. 3 beschichtet, wobei diese Hartbeschichtung kein Kopplungsmittel enthielt. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit war 500 U/min für 8 sec und einem Spin-off bei 1200 U/min für 10 sec. Die Hartbeschichtung wurde vorgehärtet in einem thermischen geheizten Ofen für 10 min bei 80°C. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen. Die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 wurde bei der Aufbringgeschwindigkeit von 400 U/min für 8 sec und einem Spin-off von 1000 U/min für 10 sec aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde bei derselben Temperatur und Zeiteinstellung wie die Hartbeschichtung vorgehärtet.

[0128] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde in einem thermischen geheizten Ofen für 1 Std. bei 90°C durchgeführt.

[0129] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Form waren alle oben genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 5

[0130] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, bereits mit einer hydrophoben Beschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit war 500 U/min für 8 sec und der Spin-off bei 1200 U/min für 10 sec. Die Hartbeschichtung wurde vorgehärtet in einem thermischen geheizten Ofen für 10 min bei 80°C. Die beschichtete Form wurde auf Raumtemperatur abgekühlt. Die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 3 wurde bei der Aufbringgeschwindigkeit von 600 U/min für 8 sec und einem Spin-off von 1500 U/min für 10 sec aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde vorgehärtet bei derselben Temperatur und Zeiteinstellung wie die Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 2.

[0131] Das endgültige Härten der Beschichtung wurde erzielt in einem thermischen geheizten Ofen für 2 Std. bei 90°C.

[0132] Die beschichteten Formen wurden zusammengebaut, mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Kunststoffform waren alle oben

genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 6

[0133] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 4 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit wurde auf 600 U/min für 8 sec und die Spin-off-Geschwindigkeit bei 1200 U/min für 10 sec eingestellt. Die Hartbeschichtung wurde UV-gehärtet mittels einer Fusion-System H Birne bei (5 Fuß pro min) 1,524 m/min und gefolgt von 30 sec IR-Härtung bei 385°C (725 F) für 30 sec unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen und die Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 4 wurde bei derselben Geschwindigkeit und Zeiteinstellung wie oben erwähnt aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde mittels UV-Licht gehärtet unter Verwendung einer Fusion-System H Birne mit einer Riemengeschwindigkeit von (5 Fuß pro min) 1,524 m/min.

[0134] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde erzielt unter Verwendung einer Lesco-IR-Härtungseinheit, eingestellt auf 385°C (725 F) für 30 sec.

[0135] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Zusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Form waren alle oben erwähnten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 7

[0136] Der vordere Teil einer zweiteiligen Polycarbonatform, bereits mit einer hydrophoben Deckbeschichtung und einer AR-Beschichtung beschichtet, wurde mit der Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 4 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit war eingestellt auf 600 U/min für 8 sec und die Spin-off-Geschwindigkeit bei 1200 U/min für 10 sec. Die Hartbeschichtung wurde UV-gehärtet mittels einer Fusion System H Birne bei (5 Fuß pro min) 1,524 m/min und gefolgt von 30 sec IR-Härtung bei 385°C (725 F) für 30 sec unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen und die Schlaggrundierungsbeschichtung Nr. 5 wurde bei derselben Geschwindigkeit und Zeiteinstellung wie oben erwähnt aufgebracht. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde gehärtet mittels UV-Licht unter Verwendung einer Fusion System H Birne mit einer Riemengeschwindigkeit von (5 Fuß pro min) 1,524 m/min.

[0137] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde erzielt unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit, eingestellt auf 385°C (725 F) für 30 sec.

[0138] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Form waren alle oben genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

[0139] Die Leistungen der fertigen Linsen der Beispiele Nr. 1–7 sind in der unten stehenden Tabelle angegeben:

Beispiel Nr.	Trocken-adhäsionstest	Bayer Abrasi-onstest	Stahlwollen-test	Trans-mission	Schlagener-gien
1	Gut	4,47	1	98,8	692,40 Tc=1,68 mm
2	Gut	4,73	1	98,8	1126,60 Tc=2,56 mm
3	Gut	5,35	0	98,9	711,00 Tc=1,38 mm
4	Gut	4,37	0	98,9	844,00 Tc=1,46 mm
5	Gut	4,81	0	97,9	339,80 Tc=1,48 mm
6	Gut	4,22	0	98,8	62,40 Tc=1,37 mm
7	Gut	2,66	5	98,6	849,00 Tc=1.34 mm

Tc = Dicke im Zentrum

BEISPIEL NR. 8

[0140] Dieses Beispiel veranschaulicht die Verwendung einer Schutz- und Trennbeschichtung auf den optischen Flächen der Form.

[0141] In diesem Beispiel wird keine hydrophobe Deckbeschichtung verwendet.

[0142] Die Zusammensetzung der Trenn- und Schutzbeschichtung war wie folgt:

Komponente	Gewichtsanteile
PETA LQ (Acrylester von Pentaerythritol)	5,00
Dowanol PnP	5,00
Dowanol PM	5,00
n-Propanol	5,00
1360 (Silikonhexaacrylat Radcure)	0,10
Coat-O-Sil 3503 (Reaktives Flussadditiv)	0,06
Photoinitiator	0,20

[0143] Die Polycarbonatformen wurden unter Verwendung von Seife und Wasser gereinigt und mit Druckluft getrocknet. Die Formenflächen wurden dann mit der obigen Trenn- und Schutzbeschichtungszusammensetzung mittels Spincoating bzw. Rotationsbeschichtung mit einer Aufbringgeschwindigkeit von 600 U/min für 3 sec und einer Trockengeschwindigkeit von 1200 U/min für 6 sec aufgebracht. Die Beschichtung wurde gehärtet unter Verwendung einer Fusion System H Birne bei einer Rate von (5 Fuß pro min) 1,524 m/min. Ein umgekehrter Stapel von Vakuum-abgeschiedenen AR-Beschichtungen wird dann direkt auf die obigen beschichteten Formen aufgebracht (ohne eine hydrophobe Deckbeschichtung auf dem obigen beschichteten Formen) gemäß dem allgemeinen zuvor beschriebenen Verfahren. Nachdem die AR-Beschichtungsabscheidung beendet war, wurden die Formen zuerst mit einer Hartbeschichtungszusammensetzung Nr. 1 und dann mit einer Schlaggrundierungsbeschichtungszusammensetzung Nr. 2 beschichtet, gehärtet, und die Linsen wurden von der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1 gegossen.

[0144] Der Stapel AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung trennte sich gut von der Fläche der beschichteten Form.

BEISPIEL NR. 9

[0145] Das Beispiel Nr. 8 wurde reproduziert mit der Ausnahme, dass die Formentrenn- und Schutzbeschichtungszusammensetzung wie folgt war:

Komponente	Gewichtsanteile
PETA LQ (Acrylester von Pentaerythritol)	4,00
Dowanol PnP	5,00
Dowanol PM	5,00
n-Propanol	5,00
1360 (Silikonhexaacrylat Radcure)	2,00
Oberflächenaktives Mittel	0,06
Photoinitiator	0,20

sowie eine hydrophobe Deckbeschichtung KP801 wird verwendet.

[0146] Der gesamte Stapel Deckbeschichtung/AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung trennte sich gut von der beschichteten Polycarbonatform und eine Linse mit sehr guten Antiabrasions-, Antireflex- und Schlageigenschaften wurde erzielt.

BEISPIEL NR. 10

[0147] Das Beispiel Nr. 8 wurde reproduziert mit der Ausnahme, dass das Formentrenn- und Schutzbeschichtungszusammensetzung wie folgt war:

Komponente	Gewichtsanteile
PETA LQ (Acrylester von Pentaerythritol)	5,00
Dowanol PnP	5,00
Dowanol PM	5,00
n-Propanol	5,00
Coat-O-Sil 3509 (Reaktives Flussaditiv)	0,10
Photoinitiator	0,20

sowie eine hydrophobe Deckbeschichtung KP801 wird verwendet.

[0148] Der gesamte Stapel Deckbeschichtung/AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung trennte sich gut von der beschichteten Polycarbonatform und eine Linse mit sehr guten Antiabrasions-, Antireflex- und Schlageigenschaften wurde erzielt.

BEISPIEL NR. 11

[0149] Das Beispiel Nr. 8 wird reproduziert mit der Ausnahme, dass eine hydrophobe Deckbeschichtung KP801 verwendet wird und dass die Formen mit den folgenden Trennbeschichtungszusammensetzungen gemäß der folgenden Aufstellung vor dem Aufbringen der nachfolgenden Beschichtungen beschichtet werden.

Formenbeschichtungszusammensetzung A	
Entionisiertes Wasser bei 60°C	0,95
A-1100 (Gamma-Aminopropyltrimethoxysilan)	0,50
Formenbeschichtungszusammensetzung B	
Entionisiertes Wasser bei 60°C	0,95
Dow Q9-6346 (3-Trimethoxysilylpropyl-octadecyldimethylammoniumchlorid)	0,50

[0150] Die Polycarbonatformen wurden unter Verwendung von Seife und Wasser gereinigt und mit Druckluft getrocknet. Die Formenflächen wurden dann behandelt durch Dipcoating bzw. Tauchbeschichtung in die For-

menbeschichtungszusammensetzung A, zuerst für 60 sec, dann mittels 60°C entionisiertem Wasser abgespült; dann wurden sie durch Eintauchen mit der Formenbeschichtungszusammensetzung B beschichtet und ebenfalls mit entionisiertem Wasser bei 60°C abgespült. Die Beschichtungszusammensetzung B wurde mittels eines Blue M Konvektionsofens bei 80°C für 15 min gehärtet.

[0151] Der gesamte Stapel Deckbeschichtung/AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung trennte sich gut von der beschichteten Polycarbonatform und eine Linse mit sehr guten Antiabrasions-, Antireflex- und Schlageigenschaften wurde erzielt.

BEISPIEL NR. 12

[0152] Beispiel Nr. 8 wird reproduziert, mit der Ausnahme, dass die Formen mit einer Fluorcarbon-Polymerschicht als eine Trennbeschichtung beschichtet wurden.

[0153] Polycarbonatformen wurden hergestellt durch Ultraschallreinigen in erwärmten wässrigen Reinigungsmitteln, dann abgespült und getrocknet gemäß dem Stand der Technik. Die Polycarbonatformen wurden dann auf 100°C für eine Zeitdauer von 0,1–3 Std. erwärmt, um das Material vollständig zu trocknen.

[0154] Die Formen wurden dann in die Vakuumkammer mit einer Basisvakuumfähigkeit von besser als 0,1 Pa geladen.

[0155] Die Kammer wurde dann auf ein hohes Vakuumniveau gepumpt. Nach einem Ionenbombardement der Formenoberfläche wurde Fluorpolymer-Teflon auf die Formenflächen unter Verwendung entweder von Widerstands- oder Elektronenstrahl-Heizen auf eine Dicke von 2,5–150 nm aufgedampft.

[0156] Alternativ wurde die Fluorpolymerschicht auf die Formenflächen aufgebracht vor der Vakuumabscheidung mittels Rotations- oder Tauchbeschichtung unter Verwendung einer verdünnten Lösung von löslichen Fluorpolymeren wie beispielsweise Teflon AF, Teflon PTFE FEP oder Teflon PTFE PFA. Die Dicke dieser Beschichtung war 30–200 nm.

[0157] Nach dem Abscheiden der Fluorpolymerschicht wurde der Oxid-Antireflex-Mehrschichtstapel (in umgekehrter als die normale Reihenfolge) unter Verwendung des oben beschriebenen Verfahrens abgeschieden.

[0158] Zwei Linsen wurden hergestellt, eine mit einer hydrophoben Deckbeschichtung KP801M und die andere ohne KP801M.

[0159] Wenn verwendet, wurde das KP801M-hydrophobe Material auf die Fluorpolymerschicht unter Verwendung von Widerstandsheizen aufgedampft. Dann wurde die AR-Beschichtung $SiO_2/ZrO_2/SiO_2/ZrO_2$ abgeschieden.

[0160] Die Schicht, die zuletzt vakuumabgeschieden wurde, war eine dünne SiO_2-Schicht, nachdem der Stapel vervollständigt war, um die Adhäsion des AR-Stapels an der Siloxan-basierenden Antikratzbeschichtung zu steigern. Diese Schicht ist nicht optisch aktiv, ist jedoch nur eingeschlossen, um die Adhäsion des Vakuumabgeschiednen AR-Stapels an die Antikratzbeschichtung zu steigern. Danach wurden die anderen Schichten abgeschieden und die Linsen gemäß dem in Beispiel 8 beschriebenen Verfahren gehärtet.

[0161] Der gesamte Stapel AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung oder Deckbeschichtung/AR-Beschichtung/Hartbeschichtung/Grundierung löste sich gut von der teflonbeschichteten Polycarbonatform und eine Linse mit sehr guten Antiabrasions-, Antireflex- und Schlageigenschaften wurde erzielt.

BEISPIEL NR. 13

[0162] Das Beispiel 3 wird reproduziert, jedoch unter Verwendung der optischen Substratzusammensetzung Nr. 2 anstatt der optischen Substratzusammensetzung Nr. 1, welche dann wie folgt gehärtet wird:
Die Formenteile werden zusammengeklebt, um einen Hohlraum zu erzeugen, und mittels einer Spritze mit der optischen Substratzusammensetzung Nr. 2 gefüllt.

[0163] Eine Vorhärtung wurde durchgeführt in 15 sec mittels einer Eisen-dotierten Quecksilber-UV-Birne, geliefert von IST, die Intensität war 25–30 mW/cm^2 (gemessen 420 nm mit OM 2 Radiometer).

[0164] Das Härten wurde durchgeführt im IST-Zweiseitenhärtungsofen, 2 min bei 175 mW/cm^2.

[0165] Dann wurde das Härten erzielt in einem thermischen dynamischen Luftofen bei einer Temperatur von 80°C für 8 min.

[0166] Der Aufbau wurde kantenbearbeitet mit den Kunststoffformen, um eine klare Schnittstelle zu erzeugen, um das Auseinandernehmen der Formen zu unterstützen.

[0167] Der vollständige Stapel wurde auf die Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 14

[0168] Das Beispiel 13 wurde reproduziert, jedoch unter Verwendung der optischen Substratzusammensetzung Nr. 3.

[0169] Der komplette Stapel wurde auf die Linse übertragen.

BEISPIEL NR. 15

[0170] Das Beispiel 14 wurde reproduziert, jedoch unter Verwendung einer Allyl-Formulierung mittels eines Monomers, geliefert von PPG unter dem Markennamen CR607, katalysiert mit 3 Gewichtsprozent IPP (Diisopropylperoxid) und gehärtet mittels eines thermischen Zyklus, wobei die Temperatur von 35°C auf 85°C in 16 Std. ansteigt.

[0171] Der Stapel wurde erneut auf die Linsen übertragen.

BEISPIEL NR. 16

[0172] Das Beispiel Nr. 13 wurde reproduziert, jedoch unter Verwendung einer optischen Substratzusammensetzung, welche 52 g von 1,2-(2-Mercaptoeethylthio)-3-mercaptopropan umfasst, mit KSCN-Katalysator 190 ppm, gemischt mit 48 g von Xylylendiisocyanat.

[0173] Ein Gel wird erzielt bei Raumtemperatur in 5 min, härten wird erreicht bei 120°C während 2 Std. in einem Luftofen.

[0174] Die Übertragung wird durchgeführt und eine sehr gute Adhäsion wird festgestellt.

[0175] Die Leistungen der Linsen der Beispiele Nr. 13–15 sind in Tabelle II unten angegeben.

TABELLE II

Beispiel Nr.	Bayer Abrasionstest	Stahlwollentest	Trockenadhäsion	Transmission (%)
13	5,6	2	Mittel	98,9
14	7,1	9	Gut	97,7
15	6,2	0	Gut	99,1

[0176] Die Bayer-Abrasionswiderstandsfähigkeit wurde bestimmt durch Messen der prozentualen Trübung einer beschichteten und einer unbeschichteten Linse, bevor und nach dem Testen auf einem oszillierenden Sand-Abriebgerät wie in ASTM F 735-81. Das Abriebgerät wurde oszilliert für 300 Zyklen mit annähernd 500 g Aluminiumoxid (Al_2O_3) ZF 152412, geliefert von Specially Ceramic Grains (vormals Norton Materials) New Bond Street; PO Box 15137 Worcester, MA 01615-00137. Die Trübung wurde gemessen mittels eines Pacific Scientific Hazemeter, Modell XL-211. Das Verhältnis der Trübung der unbeschichteten Linse (letztendlich – anfänglich) ist ein Maß für die Leistung der Beschichtung, wobei ein höheres Verhältnis eine höhere Abriebfestigkeit bedeutet.

[0177] Die Stahlwollenkratzfestigkeit wurde wie folgt bestimmt:
Die Linse wurde mit der beschichteten Fläche nach oben mit doppelseitigem Klebeband auf dem Ende einer schwenkbaren Stange von einem Zoll (2,54 cm) Durchmesser montiert. Stahlwolle (000 Güte) wurde dann ge-

gen die beschichtete Fläche mit einem 5 Pfund (2,267 kg) Gewicht als Gegendruck gedrückt. Die Linse wurde dann für 200 Zyklen gegen die Stahlwolle (1 Zoll(2,54 cm) Ausschlag) oszilliert und die Trübung wurde gemessen. Die Differenz in der Trübung (letztendlich – anfänglich) wie auf einem Pacific Scientific Hazemeter Modell XL-211 gemessen, ist als der Wollenkratzfestigkeitswert wiedergegeben.

[0178] Die Beschichtungsadhäsion wurde gemessen durch Schneiden durch die Beschichtung einer Serie von 10 Linien, im Abstand von 1 mm versehen, mit einer Rasierklinge, gefolgt von einer zweiten Serie von 10 Linien, mit Abstand von 1 mm versehen, im rechten Winkel zu der ersten Serie, was ein Kreuzschraffurmuster bildet. Nach dem Abblasen des Kreuzschraffurmusters mit einem Luftstrom, um irgendwelchen Staub zu entfernen, der während dem Ritzen gebildet wurde, wurde dann ein klares Zellophanklebeband über das Kreuzschraffurmuster aufgebracht, fest heruntergedrückt und dann rasch von der Beschichtung in eine Richtung rechtwinklig zur Beschichtungsfläche weggezogen. Das Aufbringen und Entfernen von frischem Klebeband wurde dann zwei weitere Male wiederholt; die Linse wurde dann einer Tönung unterworfen, um die prozentuale Adhäsion zu bestimmen, wobei die getönten Bereiche Adhäsionsfehler hervorheben.

[0179] Eine Beschichtung besteht die Adhäsionstests, wenn die prozentuale Adhäsion mehr als 95% ist.

BEISPIELE 17 UND 18

[0180] Diese Beispiele zeigen die Verwendung einer organischen Anti-Reflex-Beschichtung im Verfahren der Erfindung.

[0181] Eine rotationsbeschichtete, thermisch oder UV-härtbare Anti-Reflex-Beschichtung (AR) wird auf der Fläche einer thermischen Kunststoffform abgeschieden. Der Formenaufbau ist zusammengesetzt aus einer konkaven und einer konvexen Form, um eine Linse zu bilden. Anschließend wurde auf jeder AR-Formenfläche eine kratzfeste Beschichtung aufgebracht und zuletzt wurde die schlagfeste Grundierungsbeschichtung abgeschieden. Die kratzfeste Beschichtung kann derart formuliert sein, dass sie UV-härtbar oder thermisch härtbar ist. Die schlagfeste Grundierungsbeschichtung kann eine UV-härtbare Beschichtung oder eine thermisch härtbare Latexbeschichtung sein.

[0182] Die thermisch härtbaren AR-Beschichtungsschichten können katalysiert werden durch einen Metallkomplex über IR-Härtung und enthalten Nanopartikel Kolloide. Die UV-härtbaren AR-Beschichtungsschichten können Acryl oder Epoxy oder eine Mischung von beiden sein, härtbar durch freie Radikale oder kationisch oder einer Kombination von beidem, und Nanopartikel Kolloide enthalten.

[0183] Die UV-härtbare kratzfeste Beschichtung kann eine UV-härtbare Acrylbeschichtung, kationisch, und/oder eine Kombination von kationisch und Freie-Radikal-Reaktion enthalten der Nanopartikel Kolloide sein. Die thermisch härtbare kratzfeste Beschichtung kann durch einen Metallkomplex über Infrarothärten katalysiert werden. Diese Beschichtung enthält ebenfalls Nanopartikel Kolloide.

[0184] Die UV-härtbare Schlagbeschichtung besteht aus dem Freien-Radikal-Härten eines ungesättigten Kohlenwasserstoffs, kationischen Härtung eines Oxirans und der Kombination der kationischen mit der freien Radikalchemie. Die thermisch härtbare Schlagbeschichtung kann aus einem Acryllatex oder Urethanlatex bestellt sein und durch Konvektionswärme oder eine Infrarotquelle gehärtet sein.

[0185] Ein Kopplungsmittel wird verwendet, um das chemische Binden zwischen den Beschichtungsschichten und dem Substratsystem zu verbessern.

[0186] Im Folgenden ist die Zusammenfassung der Chemie und des Verfahrens angegeben:

AR-Beschichtungsschichten:

Niederindex-Schicht

Komponente	Teile
Glymo	18,6
0,1N HCl	6,62
Dimethyldiethoxysilan	9,73
Kolloidales Silizium Nissan MA-ST	60,1
Aluminiumacetylacetonat	2,40
Isopropylalkohol	2,55

[0187] Die Beschichtung wird dann auf 3,5% mit Ethylalkohol verdünnt und ein oberflächenaktives Mittel wird zugegeben.

Hochindex-Schicht

Komponente	Teile
Glymo	4,01
0,1N HCI	2,03
Dimethyldiethoxysilan	9,65
Kolloidales Silizium Nissan MA-ST	32,17
Aluminiumacetylacetonat	0,54
Isopropylalkohol	54,47

[0188] Ein oberflächenaktives Mittel wird dann zugegeben.

[0189] Nissan HIT 32M ist ein Kolloid-Komposit-Sol von TiO_2/SnO_2.

Schlaggrundierungsbeschichtung: (UV-härtbares Acryl)

Komponente	Teile
Diethylenglycoldiacrylat (SR-344)	12,42
Aliphatisches Urethantriacrylat (EB-265)	16,87
n-Propanol	20,27

Dowanol PM	20,27
Dowanol PnP	20,27
Kopplungsmittel	9,00
ITX	0,063

BEISPIEL NR. 17 (Hartbeschichtung Nr. 1, Schlaggrundierungsbeschichtung Nr. 1b)

[0190] Die Niederindexschicht wurde auf der Formenfläche durch Spincoating bzw. Rotationsbeschichtung bei einer Aufbringgeschwindigkeit von 900 U/min und einem Spin-off bei 2500 U/min für 10 sec abgeschieden. Die Beschichtung wurde mittels eines Casso Lesco IR-Härtungsaufbaus bei 385°C (725 F) für 1 min gehärtet. Die Hochindexschicht wurde auf der gekühlten Form unter denselben Bedingungen wie die Niederindexschicht abgeschieden. Die thermische Kunststoffform wurde mit der Hartbeschichtung Nr. 1 beschichtet, wiederum nach Abkühlen. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit wurde auf 400 U/min für 8 sec und einer Spin-off-Geschwindigkeit bei 800 U/min für 10 sec eingestellt. Die Hartbeschichtung wurde mittels IR für 30 sec mit 385°C (725 F) Einstellung gehärtet unter Verwendung einer Lesco IR-Härtungseinheit. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen und die schlagfeste Grundierungsbeschichtung Nr. 6 wurde aufgebracht bei derselben Geschwindigkeit und Zeiteinstellung wie oben erwähnt. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde mittels UV-Licht unter Verwendung einer Fusion System H Birne, Riemengeschwindigkeit von 1,524 m/min (5 Fuß pro Minute), gehärtet.

[0191] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde erzielt mittels einer Lesco IR-Härtungseinheit, eingestellt bei 385°C (725 F) für 30 sec.

[0192] Die beschichtete thermische Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit einem UV-härtbaren Acryllinsenmaterial (optische Substratzusammensetzung Nr. 1) gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Kunststoffform waren alle oben genanten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

Im Folgenden ist das Leistungsergebnis angegeben:

Bayer Abrasionstest	Stahlwollen-test	Trocken-adhäsion	Stoß in mJ	Mittendicke	%T (Trübungsgrad)
1,93	1,49	Gut	559,7	1,36mm	95,0

[0193] Die Durchschnittliche prozentuale Transmission einer unbeschichteten Linse desselben Substrats ist 91,4%.

BEISPIEL NR. 18 (Thermisch härtbares Urethanlatex W-234)

[0194] Die Formen wurden beschichtet mit Nieder- und Hochindex-Rotations-AR-Schichten wie in Beispiel 17. Die thermische Kunststoffform wurde mit der Hartbeschichtung Nr. 2 beschichtet. Die Hartbeschichtungsaufbringgeschwindigkeit war 500 U/min für 8 sec und der Spin-off bei 1200 U/min für 10 sec. Die Hartbeschichtung wurde in einem thermischen geheizten Ofen für 10 min bei 80°C vorgehärtet. Der beschichteten Form wurde erlaubt, auf Raumtemperatur zu kühlen. Die schlagfeste Grundierungsbeschichtung Nr. 2 wurde aufgebracht bei der Aufbringgeschwindigkeit von 400 U/min für 8 sec und einem Spin-off von 1000 U/min für 10 sec. Die Schlaggrundierungsbeschichtung wurde bei derselben Temperatur und Zeiteinstellung wie die Hartbeschichtung vorgehärtet.

[0195] Das letztendliche Härten der Beschichtung wurde in einem thermischen geheizten Ofen für 2 Std. bei 90°C durchgeführt.

[0196] Die beschichtete Kunststoffform wurde zusammengebaut, mit einem UV-härtbaren Acryl-(optische Substratzusammensetzung Nr. 1) Linsenmaterial gefüllt und innerhalb von 20 min polymerisiert. Nach dem Zerlegen der Formen waren alle oben genannten Beschichtungen auf die fertige Linse übertragen.

Im Folgenden ist das Leistungsergebnis angegeben:

Bayer Abrasionstest	Stahlwollentest	Trockenadhäsion	Stoß in mJ	Mittendicke	%T (Trübungsgrad)
1,94	1,74	Gut	441	1,18mm	94,9

Lichttransmissionstest

[0197] Die Transmission wurde gemessen mittels eines BYK Gardner Haze-guard plus Trübungsmessers, Katalog Nr. 4725.

Schlagfestigkeitstest

[0198] Die Stoß- bzw. Schlagenergie wurde gemessen mittels eines Proprietären Systems. Sie kann gemessen werden unter Verwendung des Protokolls des FDA-Ball-Fall-Tests mit steigenden Gewichten für den Ball bis zum Zerbrechen der Linse oder dem Erscheinen eines sichtbaren Bruchs, im Allgemeinen die Form eines Sterns aufweisend, wo der Ball einschlug. Die korrespondierende Energie wird dann gemessen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bildung eines beschichteten optischen Artikels, umfassend die Schritte:
(a) Bereitstellen einer zweiteiligen Form (**10**, **11**) mit gegenüberstehenden optischen Flächen (**10a**, **11a**), die dazwischen ein Formnest/eine Kavität definieren;
(b) aufeinanderfolgende Ausbildung, an zumindest einer der optischen Flächen der Form, einer antireflexiven Beschichtung (**20**), einer kratzfesten Beschichtung (**30**) und einer stoßfesten Grundierungsbeschichtung (**31**),

die durch Härten einer auf Poly(meth)acrylat basierenden Zusammensetzung oder einer auf Polyurethan basierenden Zusammensetzung gebildet werden;
(c) Füllen des Formnestes/der Kavität mit einer optischen flüssigen härtbaren Substratzusammensetzung (**40**);
(d) Härten der flüssigen, härtbaren Zusammensetzung; und
(e) Auseinandernehmen der zweiteiligen Form, um einen beschichteten optischen Artikel zu erhalten, der ein optisches Substrat umfasst, bei dem auf mindestens einer seiner Flächen eine stoßfeste Grundierungsbeschichtung, eine kratzfeste Beschichtung und eine antireflexive Beschichtung aufgebracht und aufgeklebt ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, in welchem die zweiteilige Form (**10**, **11**) aus einem Kunststoffmaterial hergestellt ist.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, in welchem die zweiteilige Form (**10**, **11**) aus einem Kunststoffmaterial hergestellt ist, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Polycarbonaten, Polyamiden, Polyimiden, Polysulfonen, Copolymeren von Polyethylenterephthalat und Polycarbonat, kristallinem Polyethylenterephthalat, Glasfaser verstärktem Polyethylenterephthalat und Polynorbornenen.

4. Verfahren gemäß Anspruch 2, in welchem das Kunststoffmaterial Polycarbonat ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 2, in welchem das Kunststoffmaterial zudem ein Trennmittel enthält.

6. Verfahren gemäß Anspruch 5, in welchem das Trennmittel ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Trimethylchlorsilan, Chlormethyltrimethylsilan, Chlorpropyltrimethylsilan, Chlormethyldodecyldimethylsilan, Polydimethylsiloxan mit Chlorendgruppen, (3,3-Dimethylbutyl)-dimethylchlorsilan, Hexamethyldisilazan, Octamethylcyclotetrasiloxzan, Polydimethylsiloxan mit Aminopropyldimethylendgruppen, 3-Trimethoxysilylpropyloctadecyldimethylammoniumchlorid, Tetradecyldimethyl-(3-trimethoxysilylpropyl)-ammoniumchlorid, Trimethylethoxysilan und Octadecyltrimethoxysilan.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 2 bis 6, zudem umfassend, vor Schritt (b), einen Schritt der Bildung einer schützenden und/oder lösenden Beschichtung auf der optischen Fläche (**10a**) der Form (**10**, **11**).

8. Verfahren gemäß Anspruch 7, in welchem die schützende und/oder lösende Beschichtung ausgewählt ist aus:
– einer UV-gehärteten Acrylschicht
– einer Amin-haltigen Polysiloxanschicht;
– einer Fluorkohlenstoffpolymerschicht;
– einer im Vakuum abgeschiedenen Magnesiumfluoridschicht.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, in welchem die antireflexive Beschichtung (**20**) eine Schichtung aus Schichten aus dielektrischem Material mit alternierenden hohen und niedrigen Brechungsindizes umfasst.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, in welchem die Schichtung aus Schichten aus dielektrischem Material eine vierschichtige $SiO_2/ZrO_2/SiO_2/ZrO_2$-Schichtung ist.

11. Verfahren gemäß Anspruch 9, zudem umfassend einen Schritt der Bildung einer zusätzlichen SiO_2-Schicht auf der antireflexiven Beschichtung (**20**), um die Haftung der kratzfesten Beschichtung (**30**) zu begünstigen.

12. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, weiterhin umfassend den Schritt der Bildung einer zusätzlichen hydrophoben obersten Beschichtung (**50**) auf der optischen Fläche (**10a**) der Form (**10**, **11**).

13. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12, in welchem die kratzfeste Beschichtung (**30**) durch Härten einer Zusammensetzung gebildet ist, die als Hauptbestandteile ein Epoxyalkoxysilan, ein Dialkyldialkoxysilan und kolloidale Kieselsäure oder ein Hydrolysat davon umfasst.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, in welchem die Zusammensetzung der kratzfesten Beschichtung (**30**) weiterhin eine wirksame Menge eines Haftvermittlers umfasst, der eine vorkondensierte Lösung eines Epoxyalkoxysilans und eines ungesättigten Alkoxysilans ist.

15. Verfahren gemäß Anspruch 14, in welchem das Epoxyalkoxysilan ausgewählt ist aus der Gruppe be-

stehend aus γ-Glycidoxypropyltrimethoxysilan, γ-Glycidoxypropylpentamethyldisiloxan, γ-Glycidoxypropylmethyldiisopropenoxysilan, (γ-Glycidoxypropyl)-methyldiethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldimethylethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldiisopropylethoxysilan und (γ-Glycidoxypropyl)-bis-(trimethylsiloxy)-methylsilan.

16. Verfahren gemäß Anspruch 14, in welchem das ungesättigte Alkoxysilan ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Tris-(2-methoxyethoxy)-silan, Vinyl-tris-isobutoxysilan, Vinyltri-tert.-butoxysilan, Vinyltriphenoxysilan, Vinyltrimethoxysilan, Vinyltriisopropoxysilan, Vinyltriethoxysilan, Vinyltriacetoxysilan, Vinylmethyldiethoxysilan, Vinylmethyldiacetoxysilan, Vinyl-bis-(trimethylsiloxy)-silan, Vinyldimethoxyethoxysilan, Allyltriethoxysilan, Alkyltriethoxysilan und Allyl-tris-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyl-tris-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyltriethoxysilan, Acryloxypropylmethyldimethoxysilan, 3-Acryloxypropylethyl-bis-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyldimethylethoxysilan, n-(3-Acryloxy-2-hydroxypropyl)-3-aminopropyltriethoxysilan, 3-Methacryloxypropyl-tris-(vinyldimethyxylsiloxy)-silan, 3-Methacryloxypropyl-tris-(trimetholsiloxy)-silan, 3-Methacryloxypropyl-tris-(methoxyethoxy)-silan, 3-Methacrylpropyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropylpentamethyldisiloxan, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilan, 3-Methacrylpropylmethyldiethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylmethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylethoxysilan, 3-Methacrylpropenyltrimethoxysilan und 3-Methacryloxypropyl-bis-(trimethylsiloxy)-methylsilan.

17. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei die stoßfesten Zusammensetzungen für die Grundierungsbeschichtung Latizes sind.

18. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17, in welchem die Zusammensetzung der stoßfesten Beschichtung (**31**) eine wirksame Menge eines Haftvermittlers umfasst, der eine vorkondensierte Lösung eines Epoxyalkoxysilans und eines ungesättigten Alkoxysilans ist.

19. Verfahren gemäß Anspruch 18, in welchem das Epoxyalkoxysilan ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus γ-Glycidoxypropyltrimethoxysilan, γ-Glycidoxypropylpentamethyldisiloxan, γ-Glycidoxypropylmethyldiisopropenoxysilan, (γ-Glycidoxypropyl)-methyldiethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldimethylethoxysilan, γ-Glycidoxypropyldiisopropylethoxysilan und (γ-Glycidoxypropyl)-bis-(trimethylsiloxy)-methylsilan.

20. Verfahren gemäß Anspruch 18, in welchem das ungesättigte Alkoxysilan ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Tris-(2-methoxyethoxy)-silan, Vinyl-tris-isobutoxysilan, Vinyltri-tert.-butoxysilan, Vinyltriphenoxysilan, Vinyltrimethoxysilan, Vinyltriisopropoxysilan, Vinyltriethoxysilan, Vinyltriacetoxysilan, Vinylmethyldiethoxysilan, Vinylmethyldiacetoxysilan, Vinyl-bis-(trimethylsiloxy)-silan, Vinyldimethoxyethoxysilan, Allyltriethoxysilan, Alkyltriethoxysilan und Allyl-tris-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyl-tris-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyltriethoxysilan, Acrylpropylmethyldimethoxysilan, 3-Acryloxypropylethyl-bis-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Acryloxypropyldimethylethoxysilan, n-(3-Acryloxy-2-hydroxypropyl)-3-aminopropyltriethoxysilan, 3-Methacryloxy-tris-(vinyldimethyxylsiloxy)-silan, 3-Methacryloxypropyl-tris-(trimethylsiloxy)-silan, 3-Methacryloxypropyl-tris-(methoxyethoxy)-silan, 3-Methacrylpropyltrimethoxysilan, 3-Methacryloxypropylpentamethyldisiloxan, 3-Methacryloxypropylmethyldimethoxysilan, 3-Methacrylpropylmethyldiethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylmethoxysilan, 3-Methacryloxypropyldimethylethoxysilan, 3-Methacrylpropenyltrimethoxysilan und 3-Methacryloxypropyl-bis-(trimethylsiloxy)-methylsilan.

21. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 20, in welchem das optische Substrat (**40**) ein Substrat ist, das resultiert aus der Polymerisierung von:
– auf Diethylenglykol-bis-(allylcarbonat) basierenden Zusammensetzungen,
– auf (Meth)acryl-Monomeren basierenden Zusammensetzungen,
– auf Thio(meth)acryl-Monomeren basierenden Zusammensetzungen,
– auf Polythiourethanprecursormonomeren basierenden Zusammensetzungen, oder
– auf Epoxy- und/oder Episulfidmonomeren basierenden Zusammensetzungen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

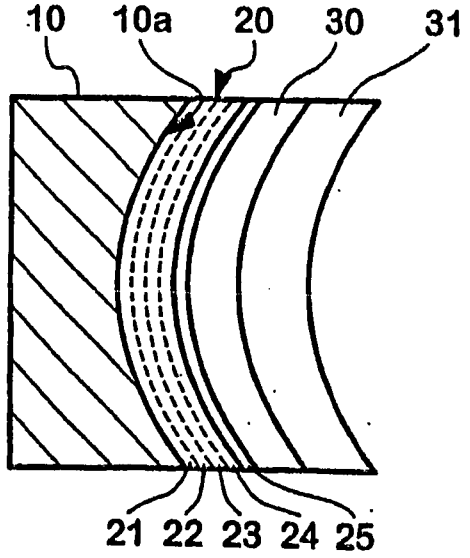


FIG. 1A

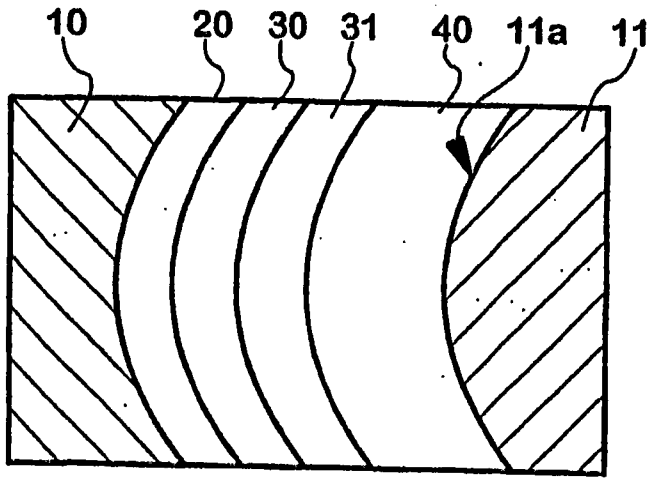


FIG. 1B

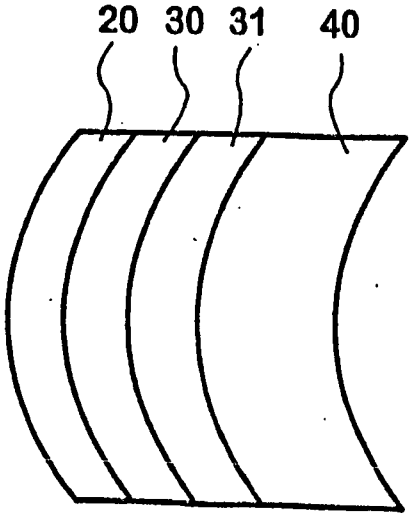


FIG. 1C

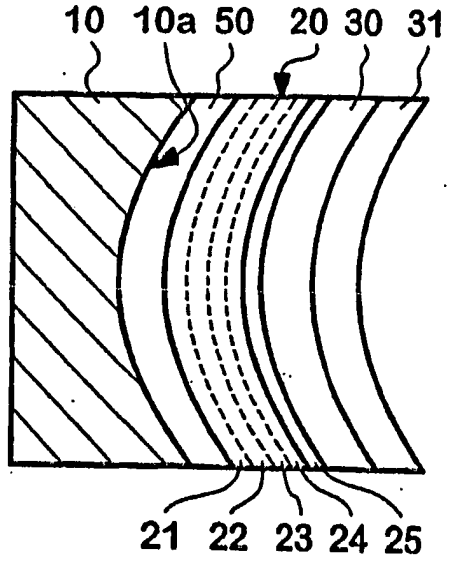


FIG. 2A

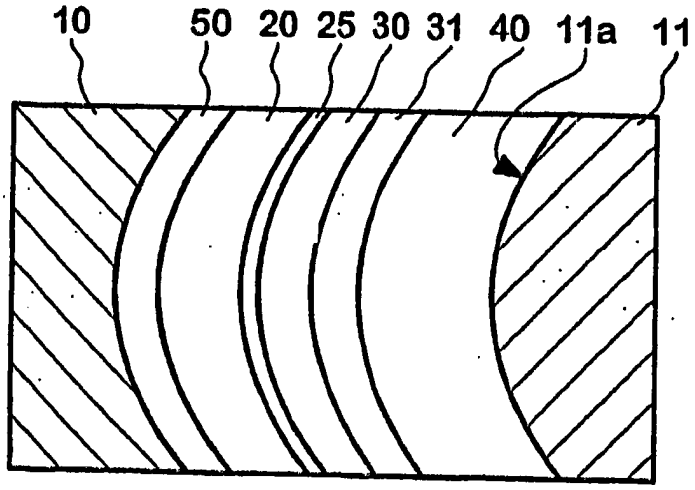


FIG. 2B

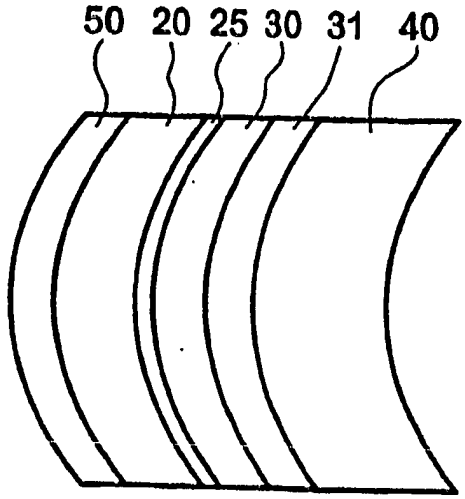


FIG. 2C