(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 36 041 A1** 2005.02.17

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 36 041.7**
(22) Anmeldetag: **01.08.2003**
(43) Offenlegungstag: **17.02.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G02B 1/11**
G02B 3/00, G09F 9/30, B05D 5/06

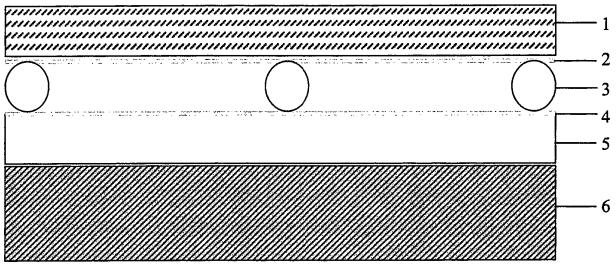
(71) Anmelder:
Merck Patent GmbH, 64293 Darmstadt, DE

(72) Erfinder:
Kursawe, Monika, Dr., 64342 Seeheim-Jugenheim, DE; Böhm, Edgar, Taipei, TW; Hsu, Peter, Taipei, TW

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Optisches Schichtsystem mit Antireflexeigenschaften**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein optisches Schichtsystem mit Antireflexeigenschaften, wobei sich auf mindestens einer Oberfläche eines transparenten flächigen Substrates ein Schichtpaket aus einer ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 und einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 befindet, ein Verfahren zu dessen Herstellung und dessen Verwendung.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft optische Schichtsysteme mit Antireflexeigenschaften, welche mehrere Schichten auf einem optisch transparenten Substrat umfassen und insbesondere vorteilhaft in Anzeigevorrichtungen wie Flüssigkristall-Displays für Computer- und Fernsehbildschirme oder in berührungsempfindlichen Anzeigevorrichtungen, wie den so genannten Touch Panels oder Touch Screens, aber auch zur Brechzahlmodifizierung von transparenten elektrisch leitfähigen Schichten, beispielsweise für Index-Matched Indium-Tin-Oxide (IMI-TO)-Schichten sowie für Fensterscheiben, transparente Glas- und Gebäudeteile, Vitrinenverglasungen oder optische Linsen eingesetzt werden können, ein Verfahren zu ihrer Herstellung sowie ihre Verwendung.

[0002] Optische Schichtsysteme auf transparenten Substraten, welche die Transmission von Licht durch die Substrate erhöhen sollen, sind seit langer Zeit bekannt.

[0003] So ist es beispielsweise üblich, mehrere Interferenzschichten mit abwechselnd hohen und niedrigen Brechzahlen übereinander auf ein Substrat aufzubringen. In einem bestimmten Wellenlängenbereich kommt es dadurch zu einer nahezu vollständigen Auslöschung der reflektierten Wellen.

[0004] Solche Mehrfachschichten, die beispielsweise in H.K.Pulker, Coatings on glass, Thin films science and technology, 6 (1984), Seiten 401–405, beschrieben sind, werden in der Regel über Verdampfungsverfahren wie Sputtern, CVD (Chemical Vapour Deposition) oder PVD (Physical Vapour Deposition) auf das Substrat aufgebracht. Es sind jedoch auch Mehrfachschichtsysteme bekannt, bei denen die Schichten nasschemisch aus über Sol-Gel-Verfahren hergestellten Lösungen aufgebracht werden.

[0005] Mehrfachschichtsysteme sind nur sehr aufwändig herstellbar und weisen darüber hinaus mechanische Eigenspannungen im System auf, die über gesonderte Maßnahmen ausgeglichen werden müssen, wenn ein spannungsfreies System erhalten werden soll. Außerdem zeigen die Transmissionskurven von Mehrschichtsystemen in der Regel eine mehr oder weniger ausgeprägte W-Form. Dies resultiert in einer Restfarbe des Systems, die meist nicht gewünscht ist. Es werden bevorzugt Antireflexbeschichtungen nachgefragt, welche eine Transmissionskurve mit einer gleichmäßig hohen Transmission über einen breiten Wellenlängenbereich aufweisen.

[0006] Weiterhin ist es bekannt, transparente Substrate zur Erzielung einer Antireflexwirkung mit einer Einfachbeschichtung zu versehen. In diesem Fall wird auf dem Substrat eine so genannte λ/4-Schicht aufgebracht, d.h. eine Schicht mit der optischen Dicke λ/4(λ = Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes), wobei die Brechzahl n der Antireflexschicht im Idealfalle der Bedingung $n = \sqrt{n(\text{Luft})\cdot n(\text{Substrat})} \approx 1{,}22$ bei Verwendung eines Substrates aus Glas genügen sollte.

[0007] In diesem Falle löschen sich die Amplituden der reflektierten Wellenlängen aus. Wird beispielsweise eisenarmes Glas mit einer Brechzahl n = 1,5 eingesetzt, ergibt sich für die Antireflexschicht eine optimale Brechzahl von 1,22. In diesem Falle nimmt die Reflexion der elektromagnetischen Strahlung mit der Wellenlänge λ den Wert Null an.

[0008] Als Einfachbeschichtungen werden hauptsächlich über verschiedene Aufdampfverfahren hergestellte MgF_2-Schichten verwendet. Eine solche, in einer Dicke von λ/4 aufgebrachte Schicht besitzt gewöhnlich eine Brechzahl von 1,38. Damit ergibt sich im Reflexionsminimum eine Restreflexion von deutlich mehr als 1%. Sollen haltbare, dichte Schichten aufgebracht werden, ist dies die niedrigste erreichbare Brechzahl.

[0009] Weiterhin sind inzwischen auch poröse haltbare Schichten erhältlich, die eine Brechzahl von kleiner als 1,38 besitzen und damit die Restreflexion des beschichteten Substrates minimieren können. Solche porösen Schichten können durch Ätzen von Glas, das Aufbringen einer porösen Schicht auf Glas oder eine Kombination aus poröser Schicht und Ätzvorgang erhalten werden.

[0010] Bedingt abriebstabile poröse Schichten können beispielsweise mit Verfahren zur Abscheidung von porösen optischen Schichten aus Metalloxidsolen erhalten werden, wie sie in der DE 198 28 231 oder in DE 100 51 725 beschrieben sind.

[0011] Aus WO 00/10934 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Schichtsystems mit einer porösen Antireflexschicht bekannt, bei welchem ein Substrat, welches mit einer porösen Schicht versehen ist, anschließend mit einer Beschichtungslösung behandelt wird, die aus mindestens einem Metalloxidsol und mindestens einem Tetra (C_1-C_4)alkyl-orthosilikat im Gewichtsverhältnis 1:1 bis 9:1 besteht, welche die Reflexionswerte der porösen Antireflexschicht nicht wesentlich beeinträchtigt. Die Brechzahl der einzelnen Schichten in diesem System ist nicht offenbart. Die nachträglich aufgebrachte Schutzschicht, welche die Haltbarkeit der porösen Schicht verbessern soll, weist bedingt durch die Partikelgröße des aufgebrachten Sols von vorzugsweise 20 nm eine raue Oberfläche auf.

[0012] Abriebfeste SiO_2-Antireflexschichten mit hoher Lichttransmission können gemäß WO 03/027015 durch Verwendung eines Hybridsoles, welches [Si-

$O_x(OH)_y]_n$-Partikel mit 0<y<4 und 0<x<2, enthält, die ein Gemisch aus einer Partikelfraktion mit einer Teilchengröße von 4–15 nm und einer zweiten Partikelfraktion mit einer mittleren Teilchengröße von 20–60 nm in einem wasserhaltigen Lösemittel umfassen, wobei das Hybridsol in einem besonderen Stufenverfahren hergestellt wird, erhalten werden. Damit lassen sich auf Glas abriebfeste, optisch transparente SiO_2-Schichten mit Brechzahlen zwischen 1,20 und 1,40 herstellen.

[0013] Der Einsatz solcher poröser Antireflexschichten ist, bedingt durch ihre raue Oberfläche, jedoch nicht in allen Bereichen uneingeschränkt möglich, in denen Antireflexschichten zum Einsatz kommen sollen.

[0014] So sind Antireflexeigenschaften bei Displays beispielsweise sehr erwünscht, um dem Benutzer unter jedem Betrachtungswinkel eine ungestörte Sicht zu ermöglichen.

[0015] Von besonderer Bedeutung sind gute Antireflexeigenschaften bei den in den letzten Jahren immer häufiger zum Einsatz kommenden berührungsempfindlichen Displays, so genannten Touch Screens oder Touch Panels, die durch ihre benutzerfreundliche Bedienungsweise oft in Parkschein- und Fahrkartenautomaten oder in Taschencomputern Verwendung finden oder beispielsweise in Informations- oder Kundenterminals in Banken und in anderen häufig durch Besucher frequentierten Institutionen zum Einsatz kommen.

[0016] Ein schematischer Aufbau eines Touch Panels ist in **Fig.** 1 dargestellt. Ein Touch Panel kann einen mechanischen Druck auf eine bestimmte Position des Bildschirmes digital erfassen. Zu diesem Zwecke befindet sich auf einer Flüssigkristallzelle (**6**) in der Regel ein stabiles unflexibles Substrat (**5**), welches meist aus Glas besteht und eine transparente elektrisch leitfähige Schicht (**4**) aufweist. Über Abstandshalter (**3**) ist dieser Schichtaufbau mit einer transparenten, druckempfindlichen flexiblen Schicht (**1**), üblicherweise einer Kunststofffolie, verbunden, welche ebenfalls mit einer transparenten elektrisch leitfähigen Schicht (**2**) versehen ist. Dabei sind die Schichten so angeordnet, dass die elektrisch leitfähigen Schichten nur durch die Abstandshalter getrennt sind. Wird an einem Punkt der druckempfindlichen Schicht ein Druck mittels eines Fingers, Stiftes o.ä. ausgeübt, so kommen die leitenden Schichten miteinander in Kontakt. Die Position dieses Kontaktes wird über eine in einer der elektrisch leitfähigen Schichten angelegte Spannung und den durch die Berührung erzeugten linearen Spannungsabfall ermittelt.

[0017] Beim Durchtritt von Licht durch das Display-Glas kommt es an den Oberflächen der Glasplatte zu Reflexionen, die sich aus den Unterschieden der Brechzahlen der verschiedenen Materialien ergeben. Diese Reflexionen wirken sich insbesondere dann störend aus, wenn der Bildschirm aus flachen Winkeln betrachtet wird.

[0018] Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese unerwünschten Reflexionen durch das Aufbringen von Antireflexschichten, welche wahlweise zwischen dem unflexiblen Träger und der darauf befindlichen elektrisch leitfähigen Schicht oder zwischen der flexiblen Schicht und der darauf befindlichen elektrisch leitfähigen Schicht, oder in beiden Systemen, angeordnet sind, zu vermindern. Dabei kann die Lage der Antireflexschichten innerhalb des Systems auch variiert werden.

[0019] So zeigt beispielsweise US 6,512,512 B1 ein Touch Panel mit verbesserten optischen Eigenschaften, welches an jeder der Grenzflächen, die innerhalb des Mehrschichtaufbaus des Panels mit Luft in Berührung kommen, jeweils eine Antireflexbeschichtung aufweist. Diese besteht aus aufgedampften Schichten aus SiO_2 oder MgF_2. Auf Grund der mit diesen Materialien erzielbaren Brechzahlen von 1,46 bzw. 1,38 können damit aber nur unbefriedigende Resultate hinsichtlich des Antireflexverhaltens erzielt werden. Außerdem muß mindestens eine dieser Schichten, die sich zwischen den beiden leitfähigen Schichten befindet, über Ätzverfahren mit Öffnungen versehen werden, da ansonsten kein elektrischer Kontakt zustande käme.

[0020] In WO 03/045865 wird ein Schichtsystem aus einer Glasplatte und einer elektrisch leitfähigen Schicht mittels einer mehrlagigen Beschichtung aus einer Titan/Praseodymoxid-Schicht, einer MgF_2-Schicht, einer weiteren Titan/Praseodymoxidschicht, einer Indium-Zinn-Oxid-(ITO)Schicht und einer weiteren MgF_2-Schicht auf dem Glas mit Antireflexeigenschaften versehen. Dieses Schichtsystem ist nur über ein sehr aufwändiges Verfahren erhältlich, welches entsprechend kostenintensiv ist und hohe verfahrenstechnische Anforderungen stellt.

[0021] In JP-A-08-195138 wird ein Touch Panel beschrieben, welches transparente leitfähige Schichten aus Indium-Zinn-Oxid enthält, die entweder ein- oder beidseitig mit Antireflexschichten beschichtet sind, die eine Brechzahl von 1,2 bis 1,5 sowie eine Schichtdicke von 0,2 bis 0,8 µm aufweisen. Dieses Schichtsystem befindet sich wahlweise auf dem flexiblen oder dem unflexiblen Substrat und kann ebenso auf beiden vorhanden sein. Mit Hilfe dieses Schichtaufbaus soll insbesondere bei gekrümmten Substraten die Bildung von Newtonschen Ringen verhindert werden.

[0022] Aus JP-A-07-257945 ist ein Touch Panel bekannt, bei dem eine transparente elektrisch leitfähige

Schicht ein- oder beidseitig mit einer Antireflexschicht versehen wird, die eine Brechzahl von ≤ 1,6 aufweist. Mit beidseitig aufgebrachten SiO_2-Schichten in einer Dicke von 1100 Angström und mit einer Brechzahl von 1,46 kann damit in einem Beispiel eine Lichtdurchlässigkeit von 95,1% bei 550 nm Wellenlänge erhalten werden.

[0023] Für qualitativ hochwertige Touch Panels, insbesondere in Kombination mit den neu entwickelten hoch auflösenden farbigen Flat Panel Displays, ist bei der Verwendung von Glassubstraten eine durch Antireflexschichten erhöhte Lichtdurchlässigkeit (Transparenz) von mindestens 2 und bevorzugt 3% pro Grenzfläche des Glases erforderlich. Daraus ergibt sich bei der üblichen beidseitigen Beschichtung des Glassubstrates, welches in der Regel über eine Transparenz von 92% verfügt, eine Transparenz von mindestens 96% (über den sichtbaren Bereich des Spektrums integriert und gewichtet). Die bei der Antireflexbeschichtung von Glassubstraten eingesetzten porösen Schichten können auf das in Touch Panels vorhandene Schichtsystem aus einem Substrat und einer elektrisch leitfähigen transparenten Schicht nicht ohne weiteres übertragen werden, da die optischen Eigenschaften der elektrisch leitfähigen Schicht ebenfalls zu berücksichtigen sind. Außerdem sind poröse Schichten, die aus dem üblicherweise eingesetzten SiO_2 bestehen, nicht laugenbeständig, was beim üblichen Herstellungsverfahren von Touch Panels zu Problemen führen kann. Ein weiterer Nachteil poröser Schichten liegt darin, dass diese, wenn sie in unmittelbarer Nachbarschaft zur elektrisch leitfähigen transparenten Schicht aufgebracht sind, die elektrische Leitfähigkeit und damit den elektrischen Schichtwiderstand dieser Schicht durch ihre herstellungsbedingt raue Oberfläche nachteilig beeinflussen. Dadurch kann es zu Übertragungsfehlern bei der Signalortung kommen.

[0024] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, ein optisches Schichtsystem mit Antireflexeigenschaften auf einem flächigen transparenten Substrat zur Verfügung zu stellen, welches auch bei einer auf dem Substrat noch zusätzlich aufzubringenden transparenten elektrisch leitfähigen Schicht hervorragende Transmissionswerte erzielt, eine glatte Oberfläche aufweist, die in Kombination mit einer darauf befindlichen transparenten elektrisch leitfähigen Schicht zu einem gleichmäßigen Schichtwiderstand bei dieser führt, welches säure- und alkalienbeständig und mechanisch stabil ist, aus einer geringstmöglichen Anzahl von Schichten besteht und über ein einfaches Verfahren kostengünstig herstellbar ist.

[0025] Die Aufgabe der Erfindung wird mittels eines optischen Schichtsystems mit Antireflexeigenschaften, welches ein transparentes flächiges Substrat mit zwei im wesentlichen parallel zueinander liegenden Oberflächen umfaßt und auf mindestens einer dieser Oberflächen ein Schichtpaket aus einer

- ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 auf der Substratoberfläche und
- einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 auf der ersten Schicht

aufweist, gelöst.

[0026] Des weiteren wird die Aufgabe der Erfindung durch ein Verfahren zur Herstellung eines optischen Schichtsystems gelöst, wobei

a) ein flächiges Substrat, welches zwei im wesentlichen parallel zueinander liegende Oberflächen aufweist, auf mindestens einer der Oberflächen mit einer Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 beschichtet und

b) diese Schicht mit einer glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 beschichtet wird.

[0027] Die Aufgabe der Erfindung wird außerdem durch die Verwendung des vorab beschriebenen optischen Schichtsystems für die Herstellung von antireflex-beschichteten Gläsern und Kunststoffen für Fensterscheiben, transparente Gebäude- und Fahrzeugteile, Vitrinenverglasungen, optische Linsen, Displays, berührungsempfindliche Displays sowie für brechzahlmodifizierte transparente elektrisch leitfähige Schichten gelöst.

[0028] Gegenstand der Erfindung sind weiterhin antireflex-beschichtete Gläser und Kunststoffe für Fensterscheiben, transparente Gebäude- und Fahrzeugteile, Vitrinenverglasungen, optische Linsen, Displays, berührungsempfindliche Displays sowie brechzahlmodifizierte transparente elektrisch leitfähige Schichten, welche die vorab beschriebenen optischen Schichtsysteme enthalten.

[0029] Das erfindungsgemäße optische Schichtsystem besteht aus einem transparenten flächigen Substrat mit zwei im wesentlichen parallel zueinander liegenden Oberflächen und weist auf mindestens einer dieser Oberflächen ein Schichtpaket aus einer ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 auf der Substratoberfläche und einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 auf der ersten Schicht auf.

[0030] Als Substrate für das optische Schichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung eignen sich alle bekannten flächigen und in einem breiten Bereich, insbesondere im sichtbaren Bereich, des Sonnenspektrums transparenten Substrate, die im allgemeinen zur Herstellung optischer Schichtsysteme Verwendung finden.

[0031] Diese flächigen Substrate weisen zwei im wesentlichen parallel zueinander liegende Oberflä-

chen auf, d.h. es handelt sich um schichtförmiges Material wie Scheiben, Platten, Folien und dergleichen, welche über eine im wesentlichen gleichmäßige Dicke verfügen. Dabei kann das flächige Substrat als solches verformt oder gekrümmt sein.

[0032] Die Substrate für das optische Schichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung sind flexibel oder unflexibel, d.h. starr oder biegsam, weisen jedoch eine Schichtdicke auf, die eine für die gängigen Beschichtungsverfahren ausreichende Steifigkeit ermöglicht.

[0033] Die Substrate bestehen insbesondere aus flexiblem oder unflexiblem Glas oder aus flexiblem oder unflexiblem Kunststoff. Als Glasmaterialien werden insbesondere Borosilikatglas, Natronkalkglas, Quartzglas und bevorzugt das so genannte Floatglas eingesetzt. Als Kunststoffe können beispielsweise Polyethylenterephthalat (PET), Polyester (z.B. MYLAR D® von Dypont), Polycarbonate (z.B. G.E. LEXAN®) oder Polyethylen eingesetzt werden.

[0034] Auf mindestens einer Oberfläche des Substrates befindet sich ein Schichtpaket aus einer ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 direkt auf der Oberfläche des Substrates und einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 auf der ersten Schicht.

[0035] Dieses Schichtpaket kann sich wahlweise auch auf beiden Oberflächen des flächigen Substrates befinden. Diese Ausführungsform ist bevorzugt.

[0036] Es ist jedoch ebenso möglich, dass das oben genannte Schichtpaket nur auf einer Oberfläche des flächigen Substrates vorhanden ist, während sich auf der gegenüber liegenden Oberfläche des Substrates nur ein Teil des Schichtpaketes befindet, also entweder nur eine Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 direkt auf der Oberfläche des Substrates oder aber eine glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 direkt auf der Oberfläche des Substrates.

[0037] Auf dem vorab beschriebenen optischen Schichtsystem können noch weitere Schichten aufgebracht sein, wobei es sich insbesondere um eine zusätzlich aufgebrachte transparente elektrisch leitfähige Schichten handelt.

[0038] Diese transparenten elektrisch leitfähigen Schichten sind an sich bekannt und enthalten Materialien wie Indiumoxid (IO), Indium-Zinn-Oxid (ITO), Antimon-dotiertes Zinnoxid (ATO), Fluor-dotiertes Zinnoxid (FTO), Zinkoxid (ZO), Indium-dotiertes Zinkoxid (IZO), Cadmiumstannat (CTO) Aluminium-dotiertes Zinkoxid (Al:ZnO) oder Mischungen hieraus. Besonders bevorzugt enthält die elektrisch leitfähige Schicht Indium-Zinn-Oxid (ITO).

[0039] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform befindet sich eine transparente elektrisch leitfähige Schicht direkt auf der oberen Schicht des vorab beschriebenen Schichtsystems, nämlich der glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48.

[0040] Dabei ist es vorteilhaft, wenn sich auf der gegenüber liegenden Substratoberfläche das Schichtpaket aus den vorab beschriebenen Schichten mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 und einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 befindet.

[0041] Es ist jedoch auch eine Ausführungsform möglich, bei welcher sich auf der einen Oberfläche des flächigen Substrates ein Schichtpaket aus einer ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 direkt auf der Oberfläche des Substrates und einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 auf der ersten Schicht befindet, während auf der gegenüber liegenden Oberfläche eine transparente elektrisch leitfähige Schicht vorhanden ist, welche ebenfalls aus den oben angeführten Materialien zusammengesetzt sein kann.

[0042] In einer weiteren Ausführungsform befindet sich das Schichtpaket aus einer ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 und einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 auf der einen Oberfläche des flächigen Substrates, während auf der gegenüberliegenden Oberfläche des Substrates ein mehrlagiges Antireflex-Schichtsystem aufgebracht ist, welches sich abwechselnde Schichten mit hoher ($n \geq 1,8$) und niedriger ($n < 1,8$) Brechzahl umfasst.

[0043] Es ist besonders vorteilhaft, wenn sich auf dieser mehrlagigen Antireflexschicht eine transparente elektrisch leitfähige Beschichtung aus den vorab beschriebenen Materialien befindet.

[0044] Solche mehrlagigen Antireflex-Schichtsysteme sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt.

[0045] Als Materialien mit hoher Brechzahl werden insbesondere dielektrische Materialien wie TiO_2, ZrO_2, SnO_2, SiO, In_2O_3, Nb_2O_5, Oxide der seltenen Erdmetalle sowie Mischoxide dieser mit den vorab genannten Materialien, und als Materialien mit niedriger Brechzahl dielektrische Materialien wie SiO_2, Al_2O_3 oder deren Mischoxide mit Oxiden der seltenen Erdmetalle, oder MgF_2 eingesetzt.

[0046] Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst das optische Schichtsystem auf mindestens einer Seite eines transparenten flächigen Substrates eine erste Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37.

[0047] Insbesondere weist diese Schicht eine Brechzahl im Bereich von 1,22 bis 1,30 auf.

[0048] Die Schicht ist in einer Dicke von vorzugsweise 50 bis 130 nm, insbesondere von 70 bis 90 nm, auf dem Substrat vorhanden.

[0049] Als Material für diese Schicht eignet sich jedes Material, mit dem der genannte Brechzahlbereich eingestellt werden kann.

[0050] Insbesondere ist als Material für diese Schicht SiO_2 geeignet. Um eine Brechzahl im angegebenen Bereich erhalten zu können, liegt das SiO_2 bevorzugt in einer porösen Schicht vor. Eine poröse Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 lässt sich beispielsweise problemlos erhalten, wenn sie aus einem Hybridsol gemäß WO 03/027015 hergestellt wird. Daher ist ein Hybridsol gemäß WO 03/027015, auf welche hier vollinhaltlich Bezug genommen wird, ein bevorzugtes Ausgangsmaterial zur Herstellung einer porösen SiO_2-Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37.

[0051] Wenn die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 aus einer porösen SiO_2-Schicht besteht, weist sie eine raue Oberfläche und gegebenenfalls feine Risse auf.

[0052] Das erfindungsgemäße optische Schichtsystem umfaßt außerdem auf der Oberfläche der ersten Schicht mit einer Brechzahl von 1,20 bis 1,37 eine zweite glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48. Bevorzugt weist diese zweite Schicht eine Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,46 auf.

[0053] Die Schichtdicke der glatten Schicht beträgt vorzugsweise 5 bis 30 nm und besonders bevorzugt 10 bis 20 nm.

[0054] Das Material für diese Schicht ist nicht limitiert. Jedes Material, mit dem sich der genannte Brechzahlbereich einstellen läßt, kann prinzipiell verwendet werden. Bevorzugt wird jedoch SiO_2 eingesetzt.

[0055] Eine SiO_2-Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 weist eine deutlich geringere Porosität als eine SiO_2-Schicht mit einer Brechzahl von 1,20 bis 1,37 auf und besitzt eine glatte Oberfläche ohne Risse und im wesentlichen ohne störende Unebenheiten.

[0056] Bestehen in einer besonders bevorzugten Ausführungsform sowohl die erste Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 als auch die zweite glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 aus SiO_2, so hat sich überraschend herausgestellt, dass die Poren und gegebenenfalls Risse, welche an der Oberfläche der ersten, dickeren Schicht vorhanden sind, sich trotz Materialidentität nicht auf die zweite, glatte Schicht, welche über eine wesentlich geringere Dicke verfügt, übertragen. Diese zweite, glatte Schicht verleiht somit dem gesamten optischen Schichtsystem eine glatte Oberfläche, welche das Aufbringen nachfolgender dünner, homogener Schichten merklich erleichtert. Insbesondere hat sich herausgestellt, dass eine auf die zweite, glatte Schicht aufgebrachte transparente elektrisch leitfähige Schicht in ihrer Anwendung, beispielsweise in Touch Panels, einen gleichmäßigen, stabilen elektrischen Schichtwiderstand aufweist, welcher im Vergleichsversuch mit lediglich einer porösen SiO_2-Schicht auf einem transparenten flächigen Substrat, auf welcher sich direkt die transparente leitfähige Schicht befindet, nicht erzielt werden konnte. Die Anforderungen an das optische Schichtsystem einschließlich einer zusätzlich darauf aufgebrachten transparenten elektrisch leitfähigen Schicht, nämlich bei der Verwendung von Glassubstraten eine Erhöhung der Transparenz je Grenzfläche des Glases von mehr als 2 und vorzugsweise mehr als 3% zu erzielen, können mit dem erfindungsgemäßen optischen Schichtsystem problemlos erfüllt werden. Gleichzeitig ist eine Beständigkeit in Säuren und Laugen zu beobachten. Außerdem lässt sich das erfindungsgemäße optische Schichtsystem auf einfache Art und Weise herstellen.

[0057] Erfindungsgemäß wird das vorab beschriebene optische Schichtsystem durch ein Verfahren hergestellt, welches die folgenden Schritte umfaßt:

a) Beschichten eines transparenten flächigen Substrates, welches zwei im wesentlichen parallel zueinander liegende Oberflächen aufweist, mit einer Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 und

b) Beschichten dieser Schicht mit einer glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48

auf mindestens einer der Oberflächen des Substrates.

[0058] Als Substrate kommen die vorab bereits beschriebenen Substrate in Frage. Bevorzugt wird flexibles oder unflexibles Glas als Substrat eingesetzt. Es können jedoch auch die ebenfalls beschriebenen flexiblen oder unflexiblen Kunststoffsubstrate verwendet werden.

[0059] Die transparenten flächigen Substrate werden entweder nur auf einer oder aber auf beiden Oberflächen mit einer Beschichtung gemäß den Verfahrensschritten a) und b) versehen.

[0060] Es ist jedoch auch möglich, auf einer der Oberflächen die Verfahrensschritte a) und b) auszuführen, während auf der gegenüberliegenden Ober-

fläche nur jeweils der Schritt a) oder b) ausgeführt wird. Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Verfahrensschritte a) und/oder b) jeweils gleichzeitig auf beiden Oberflächen ausgeführt werden.

[0061] In einer weiteren Ausführungsform werden auf einer der Oberflächen des flächigen transparenten Substrates die beiden Schichten gemäß den Verfahrensschritten a) und b) aufgebracht, während auf der gegenüberliegenden Substratoberfläche entweder eine transparente elektrisch leitfähige Schicht oder ein herkömmliches mehrlagiges Antireflex-Schichtsystem, welches sich abwechselnde Schichten mit hoher ($n \geq 1,8$) und niedriger ($n < 1,8$) Brechzahl umfaßt, aufgebracht wird.

[0062] Vorteilhafterweise wird im Falle der Beschichtung der dem Schichtpaket gegenüberliegenden Substratoberfläche mit einem herkömmlichen mehrlagigen Antireflex-Schichtsystem das letztere noch zusätzlich mit einer transparenten elektrisch leitfähigen Schicht beschichtet.

[0063] Die hierfür eingesetzten Materialien entsprechen dabei den bereits vorab genannten Schichtmaterialien für transparente elektrisch leitfähige Schichten sowie für hoch und niedrig brechende Schichten.

[0064] In diesem Falle erfolgt das Aufbringen der transparenten elektrisch leitfähigen Schicht oder des mehrlagigen Antireflex-Schichtsystems vorteilhafterweise über aus dem Stand der Technik bekannte Verdampfungstechniken wie Sputtern, CVD, PVD, Elektronenstrahlverdampfen, Ionenplattieren und dergleichen.

[0065] Das mehrlagige Antireflex-Schichtsystem kann jedoch auch über ein Wirbelverfahren (spin coating), ein Walzenauftragsverfahren (roller coating), ein Druckverfahren oder dergleichen auf das Substrat aufgebracht werden aufgebracht werden, wobei die einzelnen Schichtmaterialien über ein naßchemisches Verfahren wie z. B. ein Sol-Gel-Verfahren hergestellt werden. In diesem Falle müssen aber zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, um die gegenüberliegende Oberfläche des Substrates vor Verunreinigungen durch die flüssigen Schichtmaterialien zu schützen.

[0066] Es ist selbstverständlich, dass darüber hinaus noch auf jeder Oberfläche des wie vorab beschriebenen beschichteten flächigen Substrates noch beliebige weitere Schichten aufgebracht werden können, welche je nach Verwendungszweck des erfindungsgemäßen optischen Schichtsystems ausgewählt werden.

[0067] Besonders bevorzugt ist eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei welcher das flächige Substrat auf mindestens einer seiner Oberflächen mit einem Schichtpaket gemäß den Verfahrensschritten a) und b) sowie anschließend mit einer transparenten elektrisch leitfähigen Schicht beschichtet wird, wobei die letztere ganz bevorzugt Indium-Zinn-Oxid enthält.

[0068] Erfindungsgemäß wird im Verfahrensschritt a) mindestens eine Oberfläche eines transparenten flächigen Substrates mit einer Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37, vorzugsweise von 1,22 bis 1,30, beschichtet.

[0069] Da Brechzahlen im Bereich von 1,20 bis 1,37 mit dichten Einfachschichten aus den gängigen Beschichtungsmaterialien kaum erhalten werden können, wird im Verfahrensschritt a) vorzugsweise eine poröse Schicht aufgebracht, welche bevorzugt aus SiO_2 besteht.

[0070] Die Herstellung solcher poröser SiO_2-Schichten ist bekannt.

[0071] So können zum Beispiel die in DE 198 28 231 oder in DE 100 51 725 beschriebenen Sole als Ausgangssubstanzen zur Beschichtung des Substrates mit einer Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 verwendet werden.

[0072] Wie bereits vorab beschrieben wird zur Herstellung der erfindungsgemäßen ersten Schicht gemäß Verfahrensschritt a) jedoch vorzugsweise ein Hybridsol eingesetzt, welches in WO 03/027015 ausführlich beschrieben ist.

[0073] Dieses Hybridsol, welches $[SiO_x(OH)_y]_n$-Partikel mit $0<y<4$ und $0<x<2$, enthält, die ein Gemisch aus einer Partikelfraktion mit einer Teilchengröße von 4–15 nm und einer zweiten Partikelfraktion mit einer mittleren Teilchengröße von 20–60 nm in einem wasserhaltigen Lösemittel umfassen, wird durch hydrolytische Polykondensation von Tetraalkoxysilanen in einem wäßrigen, Lösemittel enthaltenden Medium, wobei Siliziumoxid-Hydroxid-Partikel mit einer Teilchengröße von 4–15 nm erhalten werden, unter Zusatz eines monodispersen Silizium-Hydroxid-Sols mit einer mittleren Teilchengröße von 20 bis 60 nm und einer Standardabweichung von höchstens 20% zu einem bestimmten Zeitpunkt nach Beginn der hydrolytischen Polykondensation hergestellt.

[0074] Durch Auftragen dieses Hybridsols auf Glas läßt sich eine abriebfeste, optisch transparente SiO_2-Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,40 auf einfache Art und Weise herstellen.

[0075] Solche im naßchemischen Verfahren aus Sol-Gel-Prozessen gewonnenen Beschichtungslösungen werden auf die präparierten, d.h. gereinigten, ggf. mit den üblichen Methoden vorbehandelten und getrockneten, Substrate aufgebracht. Als Verfahren

für die Aufbringung der Schichten kommen dabei bekannte Verfahren wie die Tauchbeschichtung (dip coating), Wirbelverfahren (spin-coating), Walzenauftragsverfahren (roller coating), Druckverfahren wie z. B. Siebdruckverfahren, Gießverfahren wie z.B. Vorhanggießen (flow coating) oder das so genannte Meniscus Coating in Betracht.

[0076] Als einfachstes dieser Verfahren wird vorteilhafterweise das Tauchbeschichten eingesetzt. Dies ist insbesondere dann als Beschichtungsverfahren sehr geeignet, wenn gleichzeitig beide Oberflächen des Substrates mit einer Schicht entsprechend dem Verfahrensschritt a) beschichtet werden sollen. Werden jedoch besondere Maßnahmen zum Schutz der zweiten Schicht getroffen, beispielsweise durch Aneinanderfügen zweier Substrate, kann auch mittels eines Tauchbeschichtungsverfahrens nur eine einzige Oberfläche eines Substrates beschichtet werden.

[0077] Dabei müssen in Abhängigkeit von der gewünschten Schichtdicke die Viskosität der Beschichtungslösung und die Parameter des Beschichtungsvorganges, wie beispielsweise die Eintauch- und Ziehgeschwindigkeit der zu beschichtenden Substrate, aufeinander abgestimmt werden. So liegen die gängigen Ziehgeschwindigkeiten bei Tauchverfahren im allgemeinen zwischen 0,5 und 70 cm/min.

[0078] Alle anderen vorab beschriebenen Auftragsverfahren eignen sich sowohl für das einseitige wie auch das beidseitige Aufbringen von flüssigen Schichten gemäß dem Verfahrensschritt a).

[0079] Nach dem Aufbringen einer derartigen porösen Schicht wird diese nach Bedarf gegebenenfalls getrocknet und/oder gehärtet. Dabei muß die Schicht so gehärtet werden, dass ein Sintern vermieden wird. Die üblichen Härtetemperaturen liegen daher bei den üblichen porösen SiO_2-Beschichtungen unterhalb von etwa 550°C, da oberhalb dieser Temperatur der Sinterprozeß gewöhnlich einsetzt. Poröse SiO_2-Schichten, welche aus dem oben beschriebenen Hybridsol hergestellt werden, können unter bestimmten Bedingungen auch Temperaturen von über 700°C ausgesetzt werden, ohne dabei zu sintern.

[0080] Nach dem gegebenenfalls Trocknen und/oder Härten der ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 auf dem Substrat wird diese mit einer zweiten Schicht gemäß Verfahrensschritt b) beschichtet.

[0081] Das Aufbringen einer porösen SiO_2-Schicht kann jedoch auch über ein Ätzverfahren erfolgen.

[0082] Dabei kann beispielsweise aus Gläsern, die eine Phasenseparation in der Matrix aufweisen, eine Phase mit einem Ätzmittel aus der Matrix herausgelöst werden, wie es in US 4019884 beschrieben ist.

[0083] Es kann jedoch auch, wie beispielsweise in US 4,535,026 offenbart, eine flüssige Beschichtungslösung mittels eines naßchemischen Verfahrens gewonnen, auf ein Substrat mittels der vorab beschriebenen bekannten Verfahren wie Tauchbeschichtung etc. aufgetragen und anschließend über ein Ätzverfahren eine poröse Schicht erzeugt werden.

[0084] Ebenso können über bekannte Verdampfungsverfahren wie z. B. Sputtern, CVD oder PVD SiO_2-Schichten auf ein Substrat aufgebracht und anschließend zur Erzeugung einer höheren Porosität gegebenenfalls ebenfalls geätzt werden.

[0085] Nach dem Ätzvorgang werden die so beschichteten Substrate wie üblich nachbehandelt, d.h. gegebenenfalls gewaschen und/oder getrocknet. Anschließend kann eine Beschichtung gemäß Verfahrensschritt b) der vorliegenden Erfindung erfolgen.

[0086] Das Aufbringen der Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 gemäß Verfahrensschritt a) erfolgt bevorzugt mittels einer im naßchemischen Sol-Gel-Verfahren hergestellten Beschichtungslösung über die bereits beschriebenen Verfahren.

[0087] Die trockene und gegebenenfalls gehärtete Schicht weist bevorzugt eine Trockenschichtdicke von 50 bis 130 nm und insbesondere von 70 bis 90 nm auf.

[0088] Als zweite Schicht wird auf die im Schritt a) aufgebrachte Beschichtung eine Schicht aufgebracht, welche eine Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48, vorzugsweise von 1,40 bis 1,46, aufweist.

[0089] Diese Schicht ist glatt und weist an ihrer Oberfläche weder Risse noch störende Unebenheiten auf. Außerdem besitzt sie eine weitaus geringere Porosität als die im Verfahrensschritt a) aufgebrachte erste Schicht.

[0090] Bevorzugt wird die zweite, im Verfahrenschritt b) aufgebrachte Schicht aus SiO_2 hergestellt.

[0091] Dabei wird vorzugsweise ein aus metallischem Silizium, SiO, SiO_2 oder organischen Siliziumverbindungen bestehendes Beschichtungsmaterial mittels eines aus dem Stand der Technik bekannten Verdampfungsverfahrens, wie beispielsweise eines Sputterverfahrens, eines CVD- oder PVD-Verfahrens oder dergleichen auf der ersten Schicht aufgetragen. Die so entstandene SiO_2-Schicht ist glatt und weist eine Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 und insbesondere von 1,40 bis 1,46, auf.

[0092] Diese zweite Schicht kann jedoch auch erhalten werden, indem die im Schritt a) aufgebrachte erste Schicht verdichtet wird. Dieses Verfahren wird

vorzugsweise dann ausgeführt, wenn sowohl die erste als auch die zweite Schicht auf dem Substrat aus dem gleichen Material und insbesondere beide Schichten aus SiO_2 bestehen.

[0093] Das Verdichten der ersten porösen SiO_2-Schicht erfolgt dabei über das Auftragen einer silanhaltigen Beschichtungslösung auf die Oberfläche dieser SiO_2-Schicht. Das Auftragen kann dabei über die bereits vorab beschriebenen Verfahren wie Tauchbeschichten, Wirbelauftrag, Walzenauftrag, Bedrucken, Vorhanggießen, Meniscus Coating oder dergleichen erfolgen. Die silanhaltige Beschichtungslösung dringt dabei in die Poren und Risse auf der Oberfläche der ersten Schicht ein und füllt diese aus. Gleichzeitig wird die gesamte Oberfläche mit einer sehr dünnen Schicht aus der Beschichtungslösung überzogen, welche nach dem Trocknen keine Poren und/oder Risse aufweist.

[0094] Als silanhaltige Beschichtungslösung wird hierbei vorzugsweise eine Mischung aus Orthokieselsäureethylester und Lösemittel, welche Wasser enthält und mit Säure stabilisiert ist, eingesetzt. Die in dieser Beschichtungslösung enthaltenen SiO_2-Oligomeren weisen in der Regel eine geringe mittlere Partikelgröße auf. Diese liegt vorteilhafterweise im Bereich von etwa 2 bis etwa 10 nm und beträgt insbesondere etwa 5 nm.

[0095] Beim Verdichten der Oberfläche der porösen ersten Schicht wird auf deren Oberfläche ebenso eine glatte Schicht erhalten, welche eine Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 und insbesondere von 1,40 bis 1,46, aufweist.

[0096] Unabhängig von der Art des Beschichtungsverfahrens im Verfahrensschritt b) wird die Trockenschichtdicke der zweiten Schicht so eingestellt, dass sie vorzugsweise im Bereich von 5 bis 30 nm, und insbesondere im Bereich von 10 bis 20 nm liegt.

[0097] Wird diese Schicht über das Verdichten der ersten porösen Schicht erhalten, so ist ihre Schichtdicke bei der Aufbringung der ersten Schicht insoweit zu beachten, als das dort gegebenenfalls eine um die Eindringtiefe der silanhaltigen Schicht erhöhte Trockenschichtdicke aufgebracht werden muß.

[0098] Nach dem Auftragen der silanhaltigen Beschichtungslösung auf die Oberfläche der ersten, porösen Schicht wird die erhaltene Beschichtung gegebenenfalls getrocknet und/oder gehärtet.

[0099] Das erfindungsgemäße optische Schichtsystem kann nachfolgend je nach Bedarf und Anwendungsgebiet mit weiteren Schichten beschichtet werden. So ist es insbesondere vorteilhaft, wenn auf der oberen, glatten Schicht eine transparente elektrisch leitfähige Schicht aus den bereits vorab beschriebenen Materialien aufgebracht wird. Bedingt durch die glatte Oberfläche des erfindungsgemäßen optischen Schichtsystems kann auch die darauffolgende Schicht mit gleichmäßiger Schichtdicke aufgebracht werden. Darüber hinaus weist sie einen vollflächigen Kontakt zur darunter liegenden oberen Schicht des erfindungsgemäßen optischen Schichtsystems auf. Dies führt zu einem stabilen elektrischen Schichtwiderstand der transparenten elektrisch leitfähigen Schicht, welcher sich insbesondere bei der Anwendung in Touch Panels als besonders vorteilhaft erweist. Bei Aufbringung des Schichtpaketes auf beiden Oberflächen eines Glassubstrates und nachfolgender Beschichtung von einer der Oberflächen mit einer transparenten elektrisch leitfähigen Schicht können auch die geforderten Transmissionswerte des gesamten Schichtsystems einschließlich der elektrisch leitfähigen Schicht von mindestens 96% (über das gesamte sichtbare Spektrum integriert und gewichtet) erreicht werden. Außerdem verhält sich das optische Schichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung hinsichtlich seiner Transmissionskurve wie ein Einschichtsystem. So liegt eine gleichmäßig hohe Transmission über einen breiten Wellenlängenbereich und keine ausgeprägte W-Form der Transmissionskurve vor.

[0100] Aus diesem Grunde sind die erfindungsgemäßen optischen Schichtsysteme zur Anwendung in modernsten Display-Systemen, insbesondere für berührungsempfindliche Displays und ganz besonders für Touch Panels in Kombination mit hoch auflösenden farbigen Flat Panel Displays, hervorragend geeignet.

[0101] Das optische Schichtsystem gemäß der vorliegenden Erfindung lässt sich jedoch ebenfalls vorteilhaft für die Herstellung von Antireflex-Beschichtungen auf Gläsern und Kunststoffen für Fensterscheiben, transparente Gebäude- und Fahrzeugteile, Vitrinenverglasungen, optische Linsen, Displays im allgemeinen sowie zur Herstellung brechzahlmodifizierter transparenter elektrisch leitfähiger Schichten, insbesondere zur Herstellung von so genannten Index-Matched-ITO (IMITO)-Schichten, verwenden.

[0102] **Fig.** 1 zeigt die schematische Darstellung eines üblichen berührungsempfindlichen Displays (Touch Panels) ohne das erfindungsgemäße optische Schichtsystem mit Antireflexeigenschaften.

[0103] Die vorliegende Erfindung soll durch die nachfolgenden Beispiele erläutert werden, ohne sie darauf zu beschränken.

Beispiel 1:

[0104] Eine Floatglasscheibe mit einer Größe von 350 × 400 mm und einer Dicke von 1,8 mm wird zunächst mit einer wässrigen Ceroxid-Schlämme und

anschließend mit einem alkalischen Detergenz gereinigt. Eine Hybridsol-Beschichtungslösung gemäß WO 03/027015 mit einem Gehalt an 0,9 Gew.% SiO_2 wird mittels eines Tauchbeschichtungsverfahrens beidseitig mit einer Ziehgeschwindigkeit von etwa 20 cm/min auf das Substrat aufgebracht. Die erhaltene Schicht wird im Umluftofen bei 550°C 10 Minuten gehärtet. Die entstandene Schicht ist porös und weist eine Trockenschichtdicke von etwa 100 nm auf. Das auf diese Weise beschichtete Glassubstrat wird in einer Glaswaschmaschine gereinigt und anschließend beidseitig über ein Sputterverfahren mit einer SiO_2-Schicht in einer Schichtdicke von je 15 nm beschichtet. Auf einer der Substratoberflächen wird anschließend noch eine 10 nm dicke Schicht aus Indium-Zinn-Oxid aufgesputtert.

Beispiel 2:

[0105] Eine Floatglasscheibe mit einer Größe von 350 × 400 mm und einer Dicke von 1,8 mm wird bei 95°C mit einem alkalischen Detergenz gereinigt. Eine Hybridsol-Beschichtungslösung gemäß WO 03/027015 mit einem Gehalt an 1,6 Gew.% SiO_2 wird mittels eines Tauchbeschichtungsverfahrens beidseitig mit einer Ziehgeschwindigkeit von etwa 7 cm/min auf das Substrat aufgebracht. Die erhaltene Schicht wird im Umluftofen bei 550°C 10 Minuten gehärtet. Die entstandene Schicht ist porös und weist eine Trockenschichtdicke von etwa 70 nm auf. Das auf diese Weise beschichtete Substrat wird anschließend einem zweiten Tauchvorgang unterzogen.

[0106] Die zweite Beschichtungslösung setzt sich dabei aus einer Lösung aus Orthokieselsäuretetraethylester, Ethanol, n-Butanol, n-Butylacetat, Salpetersäure und Wasser im Gemisch mit 2-Propanol zusammen. Die Ziehgeschwindigkeit liegt bei 4 cm/min. Die Beschichtung wird 10 Minuten bei 100°C getrocknet und 60 Minuten bei 500°C im Umluftofen gehärtet. Eine Seite des auf diese Weise beschichteten Substrates wird über ein Verdampfungsverfahren mit einer 9 nm dicken Schicht aus Indium-Zinn-Oxid beschichtet. Diese Schicht wird 60 Minuten einer Temperaturbehandlung bei 400°C unterzogen.

Beispiel 3:

[0107] Eine Floatglasscheibe mit einer Größe von 350 × 400 mm und einer Dicke von 1,8 mm wird bei 95°C mit einem alkalischen Detergenz gereinigt. Jeweils zwei dieser gereinigten Scheiben werden vollflächig eng miteinander verbunden. Die Scheiben werden mit einem Hybridsol analog Beispiel 1 beschichtet. Die Scheiben werden getrennt und bei 550°C 10 Minuten im Umluftofen gehärtet. Dabei wird eine poröse SiO_2-Schicht mit einer Trockenschichtdicke von je etwa 100 nm auf je einer Seite der Glassubstrate erhalten. Auf dieser porösen Schicht wird jeweils eine SiO_2-Schicht von 15 nm Dicke aufgesputtert. Die unbeschichtete Seite des Glassubstrates wird jeweils mittels eines Verdampfungsverfahrens mit einer 9 nm dicken Schicht aus Indium-Zinn-Oxid beschichtet. Diese Schicht wird 60 Minuten einer Temperaturbehandlung bei 400°C unterzogen.

Patentansprüche

1. Optisches Schichtsystem mit Antireflexeigenschaften, umfassend ein transparentes flächiges Substrat mit zwei im wesentlichen parallel zueinander liegenden Oberflächen, welches auf mindestens einer dieser Oberflächen ein Schichtpaket aus einer
– ersten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 auf der Substratoberfläche und
– einer zweiten glatten Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 auf der ersten Schicht
aufweist.

2. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 1, wobei das Schichtpaket auf beiden Oberflächen des Substrates vorhanden ist.

3. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 1, wobei eine Oberfläche des Substrates das Schichtpaket aufweist und sich auf der zweiten Substratoberfläche eine Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 oder eine glatte Schicht mit einer Brechzahl von 1,40 bis 1,48 befindet.

4. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 1, wobei eine Oberfläche des Substrates das Schichtpaket aufweist und sich auf der zweiten Substratoberfläche eine elektrisch leitfähige Schicht befindet.

5. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 1, wobei mindestens eine Oberfläche des Substrates das Schichtpaket aufweist und sich auf der oberen glatten Schicht des Schichtpaketes eine elektrisch leitfähige Schicht befindet.

6. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei die elektrisch leitfähige Schicht transparent ist und Indium-Zinn-Oxid, Indiumoxid, Antimon-dotiertes Zinnoxid, Fluor-dotiertes Zinnoxid, Zinkoxid, Indium-dotiertes Zinkoxid, Cadmiumstannat, Aluminiumdotiertes Zinkoxid oder Mischungen daraus enthält.

7. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 1, wobei eine Oberfläche des Substrates das Schichtpaket aufweist und sich auf der zweiten Substratoberfläche ein mehrlagiges Antireflex-Schichtsystem befindet, welches sich abwechselnde Schichten mit hoher ($n \geq 1,8$) und niedriger ($n < 1,8$) Brechzahl umfasst.

8. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 7, wobei sich auf dem mehrlagigen Antireflex-Schicht-

system zusätzlich eine transparente elektrisch leitfähige Schicht befindet.

9. Optisches Schichtsystem gemäß Anspruch 7 und 8, wobei die Schichten mit hoher Brechzahl aus TiO_2, ZrO_2, SnO_2, SiO, In_2O_3, Nb_2O_5, Oxiden der seltenen Erdmetalle sowie deren Mischoxiden mit den vorab genannten Oxiden und die Schichten mit niedriger Brechzahl aus SiO_2, Al_2O_3, deren Mischoxiden mit Oxiden der seltenen Erdmetalle, oder MgF_2 zusammengesetzt sind.

10. Optisches Schichtsystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das transparente flächige Substrat aus flexiblem oder unflexiblem Glas oder einem flexiblen oder unflexiblen Kunststoff besteht.

11. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 eine Schichtdicke von 50–130 nm aufweist.

12. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, wobei die glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 eine Schichtdicke von 5–30 nm aufweist.

13. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, wobei die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 aus SiO_2 besteht.

14. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, wobei die glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 aus SiO_2 besteht.

15. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 porös ist.

16. Optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, wobei die glatte Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 eine geringere Porosität aufweist als die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37.

17. Verfahren zur Herstellung eines optischen Schichtsystems gemäß den Ansprüchen 1 bis 16, umfassend die Schritte
a) Beschichten eines transparenten flächigen Substrates, welches zwei im wesentlichen parallel zueinander liegende Oberflächen aufweist, mit einer Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,20 bis 1,37 und
b) Beschichten dieser Schicht mit einer glatten Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48
auf mindestens einer der Oberflächen des Substrates.

18. Verfahren gemäß Anspruch 17, wobei im Schritt a) eine SiO_2-Schicht aufgebracht wird.

19. Verfahren gemäß Anspruch 17 oder 18, wobei im Schritt b) eine SiO_2-Schicht aufgebracht wird.

20. Verfahren gemäß den Ansprüchen 17 bis 19, wobei die Schicht mit einer Brechzahl von 1,20 bis 1,37 porös ist und mit einem Tauchverfahren, Wirbelverfahren, Walzenauftragsverfahren, Druckverfahren oder Gießverfahren aufgebracht und vor dem Beschichten gemäß Schritt b) gegebenenfalls getrocknet und/oder gehärtet wird.

21. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 19, wobei die Schicht mit einer Brechzahl von 1,20 bis 1,37 porös ist undmittels eines Tauchverfahrens, Wirbelverfahrens, Walzenauftragsverfahrens, Druckverfahrens oder Gießverfahrens oder mittels eines Verdampfungsverfahrens aufgebracht und anschließend geätzt wird, und nachfolgend gemäß Schritt b) beschichtet wird.

22. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 21, wobei die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 eine geringere Porosität als die Schicht aus a) aufweist und mittels eines Sputterverfahrens, eines CVD oder eines PVD-Verfahrens aufgebracht wird.

23. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 21, wobei die Schicht mit einer Brechzahl im Bereich von 1,40 bis 1,48 eine geringere Porosität als die Schicht aus a) aufweist und durch Verdichten der Oberfläche der Schicht aus a) hergestellt wird.

24. Verfahren gemäß Anspruch 23, wobei das Verdichten durch Auftragen einer silanhaltigen Schicht auf die Oberfläche der porösen Schicht sowie gegebenenfalls anschließendes Trocknen und/oder Härten erfolgt.

25. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 24, wobei beide Oberflächen des Substrates gemäß den Schritten a) und b) beschichtet werden.

26. Verfahren gemäß Anspruch 25, wobei beide Oberflächen des Substrates jeweils gleichzeitig gemäß der Schritte a) und b) beschichtet werden.

27. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 24, wobei eine Oberfläche des Substrates gemäß der Schritte a) und b) und die zweite Oberfläche gemäß der Schritte a) oder b) beschichtet wird.

28. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 24, wobei eine Oberfläche des Substrates gemäß der Schritte a) und b) und die zweite Oberfläche mit einer elektrisch leitfähigen Schicht oder einem mehrlagigen Antireflex-Schichtsystem aus sich abwechselnden Schichten mit hoher ($n \geq 1,8$) und niedriger ($n < 1,8$) Brechzahl beschichtet wird.

29. Verfahren gemäß Anspruch 28, wobei auf das mehrlagige Antireflex-Schichtsystem zusätzlich eine transparente elektrisch leitfähige Schicht aufgebracht wird.

30. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 28, wobei mindestens eine Oberfläche des Substrates gemäß der Schritte a) und b) beschichtet wird und auf die obere glatte Schicht eine transparente elektrisch leitfähige Schicht aufgebracht wird.

31. Verfahren gemäß den Ansprüchen 28 bis 30, wobei als elektrisch leitfähige Schicht eine transparente Schicht aus Indium-Zinn-Oxid, Indiumoxid, Antimon-dotiertem Zinnoxid, Fluor-dotiertem Zinnoxid, Zinkoxid, Indium-dotiertem Zinkoxid, Cadmiumstannat, Aluminium-dotiertem Zinkoxid oder Mischungen daraus aufgebracht wird.

32. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 31, wobei das Substrat ein flexibles oder unflexibles Glas oder ein flexibler oder unflexibler Kunststoff ist.

33. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 32, wobei die im Schritt a) aufgebrachte Schicht eine Trockenschichtdicke von 50–130 nm aufweist.

34. Verfahren gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 17 bis 33, wobei die im Schritt b) aufgebrachte Schicht eine Trockenschichtdicke von 5–30 nm aufweist.

35. Verwendung der optischen Schichtsysteme gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16 zur Herstellung von antireflex-beschichteten Gläsern und Kunststoffen für Fensterscheiben, transparente Gebäude- und Fahrzeugteile, Vitrinenverglasungen, optische Linsen, Displays, berührungsempfindliche Displays sowie für brechzahlmodifizierte transparente elektrisch leitfähige Schichten.

36. Verwendung gemäß Anspruch 35 in Touch Panels und für Index-Matched ITO-Schichten (IMITO).

37. Antireflex-beschichtete Gläser und Kunststoffe für Fensterscheiben, transparente Gebäude- und Fahrzeugteile, Vitrinenverglasungen, optische Linsen, Displays, berührungsempfindliche Displays sowie brechzahlmodifizierte transparente elektrisch leitfähige Schichten, enthaltend ein optisches Schichtsystem gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16.

38. Antireflex-beschichtete Gläser und Kunststoffe gemäß Anspruch 37 für Touch Panels und Index-Matched ITO-Schichten (IMITO).

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Figur 1

