



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 09 526 T3 2007.10.04**

(12) **Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 179 516 B2**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 09 526.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 203 580.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **02.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.02.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **09.07.2003**

(97) Veröffentlichungstag

des geänderten Patents beim EPA: **31.01.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.10.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C03C 17/34 (2006.01)**

C03C 17/36 (2006.01)

C23C 14/56 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

113259 21.12.1998 US

(73) Patentinhaber:

Cardinal CG Co., Eden Prairie, Minn., US

(74) Vertreter:

**Patentanwälte Reichel und Reichel, 60322
Frankfurt**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GR, IE, IT, LI,
LU, MC, NL, PT, SE**

(72) Erfinder:

**Krisko, Annette, Prairie de Sac, Wisconsin 53578,
US; Bond, Bob, Spring Green, Wisconsin 53588,
US; Stanek, Roger, Spring Green, Wisconsin
53588, US; Pfaff, Gary, Spring Green, Wisconsin
53588, US; Hartig, Klaus, Avcoa, Wisconsin 53506,
US**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Beschichtung von beiden Seiten eines Glassubstrats**

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschichten beider Seiten eines Glassubstrats.

[0002] Das Sauberhalten von Fenstern und anderen Glasoberflächen ist ein verhältnismäßig kostspieliger, zeitaufwendiger Vorgang. Während die Reinigung eines einzelnen Fensters nicht besonders mühevoll ist, kann die Sauberhaltung einer großen Anzahl von Fenstern eine beträchtliche Last darstellen. Beispielsweise sind bei modernen Bürotürmen mit Glasoberfläche beträchtliche Zeit und beträchtliche Kosten in Kauf zu nehmen, um Fensterputzer regelmäßig die äußeren Oberflächen der Fenster reinigen zu lassen.

[0003] Fenster und andere Glasoberflächen können auf verschiedene Weise verschmutzt werden. Zwei hauptsächliche Arten, wie Fenster Schmutz annehmen können, beruhen auf der Wirkung von Wasser auf die Glasoberfläche. Einmal kann das Wasser selbst Schmutz, Mineralien oder dergleichen auf der Oberfläche des Glases absetzen oder sich ansammeln lassen. Schmutziges Wasser, welches auf das Glas auftrifft, pflegt nach dem Abtrocknen den mitgerissenen oder gelösten Schmutz auf dem Glas zurückzulassen. Selbst wenn verhältnismäßig sauberes Wasser auf die äußere Oberfläche eines Fensters auftrifft, neigt jeder Wassertropfen, welcher auf dem Fenster sitzt, dazu, Staub und andere Teilchen aus der Luft aufzunehmen, während er trocknet. Diese Teilchen und gegebenenfalls andere Chemikalien, die im Wasser gelöst werden, reichern sich mit der Zeit an und hinterlassen einen charakteristischen Fleck oder Trocknungsring auf der Glasoberfläche.

[0004] Die zweite Art und Weise, wie Wasser einem Fenster oder einer anderen Glasoberfläche ein verschmutztes oder weniger ansprechendes Aussehen verleiht, ist mit einem Angriff auf die Glasoberfläche selbst verbunden. Wenn ein Tröpfchen von selbst verhältnismäßig sauberem Wasser auf einer Glasoberfläche sitzt, beginnt es, alkalische Bestandteile aus dem Glas auszulaugen. Bei einem typischen Kalk-Natron-Glas werden Natriumcarbonat und Kalk aus dem Glas ausgelaugt und der pH-Wert des Tropfens erhöht. Mit steigendem pH-Wert wird der Angriff auf die Glasoberfläche stärker. Als Folge davon wird das Glas, welches unter einem trocknenden Wassertropfen liegt, in der Zeit, in welcher der Wassertropfen vollständig trocknet, ein wenig rauher. Außerdem werden die alkalischen Bestandteile, die aus dem Glas ausgelaugt worden sind, in Form eines Trocknungsringes auf dem Glas wieder abgeschieden. Dieses getrocknete alkalische Material beeinträchtigt nicht nur das Aussehen des Glases, sondern es geht erneut in Lösung, wenn das Glas wieder benetzt wird, wobei der pH-Wert des nächsten Wassertropfens, der auf der Glasoberfläche zusammenläuft, rasch an-

steigt.

[0005] Beim Aufbewahren und Versenden von Glasplatten stellt die Anwesenheit von Wasser auf den Oberflächen zwischen einander angrenzenden Glasplatten ein chronisches Problem dar. Man kann das Glas vor dem unmittelbaren Kontakt mit Wasser schützen, jedoch kann Wasser, wenn das Glas in einer feuchten Umgebung aufbewahrt wird, aus der Atmosphäre auf der Glasoberfläche kondensieren.

[0006] Dies wird um so problematischer, wenn größere Stapel von Glasplatten gesammelt werden. Derartige große Glasstapel besitzen eine verhältnismäßig große thermische Masse und benötigen längere Zeit, um sich zu erwärmen. Demzufolge sind sie häufig kühler als die Umgebungsluft, wenn die Umgebungstemperatur ansteigt (beispielsweise am Morgen), wodurch bewirkt wird, daß Feuchtigkeit aus der Luft auf der Oberfläche des Glases kondensiert. Zufolge der begrenzten Luftzirkulation benötigt die Feuchtigkeit, die zwischen den Glasplatten kondensiert, eine verhältnismäßig lange Zeit zum Trocknen. Dies gibt der kondensierten Feuchtigkeit die Möglichkeit, die alkalischen Komponenten aus dem Glas auszulaugen und die Glasoberfläche zu beeinträchtigen. Die Angriffsgeschwindigkeit kann etwas erniedrigt werden, indem man auf die Oberfläche des Glases eine Säure aufbringt. Dies wird gewöhnlich dadurch bewirkt, daß man eine schwache Säure, wie beispielsweise Adipinsäure, in das Trennmittel einbringt, das dazu verwendet wird, die Glasplatten daran zu hindern, aneinander zu kleben und sich gegenseitig Kratzspuren zuzufügen.

[0007] Es sind schon viele Versuche unternommen worden, um einer Glasplatte die Fähigkeit zu verleihen über längere Zeit hinweg ein sauberes Aussehen zu bewahren. Ein Weg der gegenwärtigen Forschung besteht aus einer "selbstreinigenden" Oberfläche für Glas und andere keramische Materialien. Die Forschung auf diesem Gebiet gründet sich auf die Fähigkeit bestimmter Metalloxide, ultraviolettes Licht zu absorbieren und biologische Materialien, wie beispielsweise Öl, pflanzliche Materie, Fette und Schmalz und so weiter, fotokatalytisch zu zersetzen. Das wirkungsvollste dieser fotokatalytischen Metalloxide scheint Titandioxid zu sein, wenngleich andere Metalloxide, welche die genannte fotokatalytische Wirkung zu besitzen scheinen, die Oxide von Eisen, Silber, Kupfer, Wolfram, Aluminium, Zink, Strontium, Palladium, Gold, Platin, Nickel und Cobalt sind.

[0008] Während derartige fotokatalytische Beschichtungen einen gewissen Vorteil beim Entfernen von Materialien biologischen Ursprungs haben können, ist ihre unmittelbare Wirkung auf andere Materialien unklar und scheint mit der Exposition gegenüber ultraviolettem Licht zu variieren. Demzufolge würden die oben erwähnten Schwierigkeiten, die mit dem

Wasser aus der Oberfläche von derartig beschichteten Glasflächen verbunden sind, nicht unmittelbar durch derartige fotokatalytische Beschichtungen angegangen werden.

[0009] Es ist schon eine Reihe von Versuchen unternommen worden, um die Wirkung von Wasser auf Glasoberflächen auf ein Minimum herabzudrücken, indem man das Wasser dazu veranlaßte, sich in kleine Tröpfchen aufzuteilen. Beispielsweise wird in US-PS 5424130 (Nakanishi et al.) vorgeschlagen, eine Glasoberfläche mit einer Beschichtung auf der Grundlage von Siliciumdioxid, das Fluoralkylgruppen enthält, zu versehen. Dazu wird vorgeschrieben, auf die Oberfläche des Glases einen Silicon-Alkohol-Lack aufzubringen, den Lack zu trocknen und anschließend den getrockneten Lack in Luft zu brennen. Nakanishi et al. betonen, daß es wichtig sei, einen Teil der nichtmetallischen Atome, d. h. der Sauerstoffatome in einer SiO_2 -Schicht durch eine Fluoralkylgruppe zu ersetzen. Bis zu 1,5% der Sauerstoffatome müssen so ersetzt werden. Nakanishi et al. stellen weiter fest, daß im Falle, daß weniger als 0,1% der Sauerstoffatome durch Fluoralkylgruppen ersetzt werden, das Glas Wasser nicht richtig abstoßen würde, weil der Kontaktwinkel des Wassers auf der Glasoberfläche unter 80° betrage.

[0010] Derartige "wasserabweisende" Beschichtungen verursachen leicht, daß Wasser auf der Oberfläche des Glases Perlen bildet. Wenn die Beschichtung auf eine Automobil-Windschutzscheibe oder dergleichen aufgebracht wird, wo ein konstanter Strom aus schnell bewegter Luft über die Oberfläche bläst, kann diese perlenbildende Wirkung des Wassers dazu beitragen, Wasser von der Glasoberfläche durch Wegblasen der Tröpfchen von der Oberfläche zu entfernen. Jedoch bleiben diese Tröpfchen unter ruhigeren Bedingungen leicht an der Oberfläche des Glases fest sitzen und verdampfen nur langsam. Demzufolge lösen diese sogenannten "wasserabweisenden" Beschichtungen die oben erwähnten, durch das Wasser hervorgerufenen Fleckbildungsprobleme nicht. Im Gegenteil, dadurch, daß das Wasser leichter Perlen bildet, kann das Problem tatsächlich verschärft werden.

[0011] Es sind auch schon andere Überzüge aus Siliciumdioxid auf Glasoberflächen in verschiedener Weise aufgebracht worden. Beispielsweise ist aus US-PS 5394269 (Takamatsu et al.) eine "mikrorauhe" Beschichtung aus Siliciumdioxid auf der Oberfläche von Glas bekannt, um die Reflexion zu verringern. Diese aufgerauhte Oberfläche wird dadurch erzielt, daß man die Oberfläche mit einer übersättigten Lösung von Siliciumdioxid in Fluorkieselsäure behandelt, um eine poröse Schicht aus Siliciumdioxid auf der Glasplatte auszubilden. Durch Verwendung einer Vielkomponenten-Sol-Gel-Lösung soll eine Oberfläche erzielt werden, welche kleine Grübchen aufweist,

die mit kleinen "inselartigen Landbereichen" durchsetzt sind, deren Größe etwa 50–200 nm betragen soll. Während diese aufgerauhte Oberfläche dazu beitragen mag, die Reflexion an der Luft/Glas-Grenzfläche zu verringern, erscheint es unwahrscheinlich, daß sie die oben erörterten Schwierigkeiten des durch Wasser hervorgerufenen Verschmutzens verringern kann. Wenn sie etwas bewirkt, dann scheint die poröse Natur dieser Beschichtung eher zu bewirken, daß Wasser auf der Oberfläche des Glases zurückgehalten wird. Dabei scheint es wahrscheinlich, daß die Schwierigkeiten, die mit der langen Verweildauer von Wasser auf der Glasoberfläche zusammenhängen, noch vergrößert werden.

[0012] Die Erfindung betrifft Verfahren zum Abscheiden einer Beschichtung auf beiden Seiten eines Glassubstrats.

[0013] Es ist bekannt, eine Schicht auf einer Seite eines Substrats abzuscheiden, indem man ein Target, welches auf einer Seite des Substrates angeordnet ist, dem Sputtering unterwirft. In dem Falle, daß die andere Seite des Substrates durch Sputtering beschichtet werden soll, ist es normalerweise erforderlich, die Anordnung des Substrates umzukehren und es ein zweites Mal durch die Beschichtungsvorrichtung hindurch zu schicken.

[0014] Aus WO 92/17621 und DE 4313284 sind Verfahren bekannt, bei denen Scheibensubstrate in senkrechter Anordnung auf Substratträgern gehalten werden, welche sich zusammen mit den Substraten durch die Kammer hindurch bewegen, während seitlich von den senkrecht angeordneten Substraten vorgesehene Targets in seitlicher Richtung dem Sputtering unterzogen werden.

[0015] Gemäß einer ersten Erscheinungsform der Erfindung umfaßt ein Verfahren zum Beschichten zweier Seiten einer einzelnen Glasscheibe oder Glasplatte in einem einzigen Durchgang durch eine Beschichtungsvorrichtung die Lieferung einer Glasscheibe mit einer sauberen inneren Oberfläche und einer sauberen äußeren Oberfläche; die Einrichtung einer Sputtering-Linie aus mindestens einer Sputtering-Kammer, wobei die Sputtering-Linie eine Anzahl Transportwalzen zum Transportieren der Glasplatte entlang der Sputtering-Linie sowie ein oberes Target, welches oberhalb der Transportwalzen angeordnet ist, und ein unteres Target, welches unterhalb der Transportwalzen angeordnet ist, aufweist; die Anordnung der Glasplatte auf den Transportwalzen derart, daß die innere Oberfläche auf das obere Target hin gerichtet ist, und Sputtern des oberen Targets, um unmittelbar auf die innere Oberfläche des Glases oder auf eine auf der inneren Oberfläche des Glases zuvor aufgebrauchte Schicht aus einem Stapel

von Überzügen eine Beschichtung abzuscheiden; und

Anordnung der Glasplatte auf den Transportwalzen derart, daß die äußere Oberfläche auf das untere Target hin gerichtet ist, und Sputtern des unteren Targets, um auf der äußeren Oberfläche des Glases oder auf einer zuvor auf der äußeren Oberfläche des Glases aufgebracht Schicht aus einem Stapel von Überzügen eine Beschichtung abzuscheiden; wobei das Glas sowohl auf der inneren Oberfläche als auch der äußeren Oberfläche beschichtet wird, während eine konstante Ausrichtung aufrecht erhalten wird, bei der die innere Oberfläche oberhalb der äußeren Oberfläche angeordnet ist.

[0016] Bei einer Ausführungsform umfaßt die Sputtering-Linie die Anordnung einer Reihe von Sputtering-Kammern mit einer ersten, nach unten gerichteten Kammer mit dem oberen Target und einer zweiten, nach oben gerichteten Sputtering-Kammer mit dem unteren Target. Das Sputtering des oberen Targets wird durchgeführt, während sich die Glasplatte in der nach unten gerichteten Sputtering-Kammer befindet, und das Sputtering des unteren Targets wird durchgeführt, während sich die Glasplatte in der nach oben gerichteten Sputtering-Kammer befindet. Alternativ umfaßt die Sputtering-Linie eine Doppelrichtungs-Sputtering-Kammer mit sowohl dem oberen als auch dem unteren Target. Die Glasplatte befindet sich in der Doppelrichtungs-Sputtering-Kammer, während sowohl das obere als auch das untere Target dem Sputtering unterworfen wird.

[0017] Gemäß einer zweiten Erscheinungsform der Erfindung umfaßt eine Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten beider Seiten einer einzelnen Glasplatte in einem einzigen Durchgang durch die Vorrichtung eine Sputtering-Linie, die mindestens eine Sputtering-Kammer enthält, wobei die Sputtering-Linie eine Anzahl Transportwalzen zum Halten und Transportieren der Glasplatte entlang der Sputtering-Linie, ein oberes Target, welches oberhalb der Transportwalzen innerhalb einer Sputtering-Kammer zum Aufbringen eines Überzuges auf die obere Oberfläche der Glasplatte durch Sputtering angeordnet ist, und ein unteres Target aufweist, welches unterhalb der Transportwalzen innerhalb einer Sputtering-Kammer zum Aufbringen eines Überzuges auf die untere Oberfläche der Glasplatte durch Sputtering angeordnet ist.

[0018] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert, worin bedeuten:

[0019] [Fig. 1](#) einen schematischen Querschnitt einer Glasscheibe mit einer Beschichtung;

[0020] [Fig. 2](#) einen schematischen Querschnitt einer aus mehreren Platten bestehenden Isolierglas-

einheit;

[0021] [Fig. 3](#) einen schematischen Querschnitt einer laminierten Fensterstruktur der Art, wie sie üblicherweise in Windschutzscheiben für Automobile verwendet wird, mit einer Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung;

[0022] [Fig. 4](#) eine schematische Darstellung einer in zwei Richtungen betriebenen Sputtering-Kammer zur Verwendung einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0023] [Fig. 5](#) eine schematische Darstellung einer mehrzonigen, in zwei Richtungen betriebenen Sputtering-Kammer zur Verwendung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

[0024] [Fig. 6](#) eine Kraft-Mikrofotografie einer flachen, unbeschichteten Oberfläche einer Scheibe aus herkömmlichem Floatglas;

[0025] [Fig. 7](#) eine grafische Darstellung, die ein Höhenprofil quer über eine kurze Strecke der Oberfläche einer in [Fig. 6](#) dargestellten Glasscheibe zeigt;

[0026] [Fig. 8](#) eine Kraft-Mikrofotografie einer Oberfläche einer Floatglas-Scheibe, die eine Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung aufweist;

[0027] [Fig. 9](#) eine dreidimensionale Darstellung eines Bereichs, der in [Fig. 8](#) gezeigten Floatglas-Scheibe und

[0028] [Fig. 10](#) eine grafische Darstellung ähnlich [Fig. 7](#), jedoch mit einem Höhenprofil über eine kurze Entfernung auf der Oberfläche der in den [Fig. 8](#) und [Fig. 9](#) dargestellten Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung.

[0029] [Fig. 1](#) erläutert schematisch eine Glasscheibe oder Glasplatte, die ein Paar Beschichtungen trägt. Die Glasscheibe **10** umfaßt eine äußere Oberfläche **12** und eine innere Oberfläche **14**. (Die Bezeichnung "innere" und "äußere" Oberfläche in der folgenden Beschreibung ist in gewisser Weise willkürlich. Jedoch wird angenommen, daß in den meisten Fällen die äußere Oberfläche einer Umgebung ausgesetzt ist, in der sie in Berührung mit Schmutz, Wasser und dergleichen kommen kann. Die Innenfläche kann ebenfalls auf eine derartige Umgebung gerichtet sein. Bei den in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) erläuterten Ausführungsformen ist diese "innere" Oberfläche jedoch geschützt, und eine zweite Glasplatte steht zwischen dieser inneren Oberfläche und der Umgebung.)

[0030] Die innere Oberfläche **14** des Glases **10** trägt eine reflektierende Beschichtung **30**. Wie dem Fachmann einleuchtend, kann diese reflektierende Be-

schichtung je nach den gewünschten Eigenschaften verschiedenartig ausgebildet sein. Eine große Anzahl derartiger Überzüge ist in der Fachwelt bekannt, und die genaue Natur der reflektierenden Beschichtung **30** liegt außerhalb der Erfindung.

[0031] Wenn beispielsweise der Glasgegenstand als Spiegel verwendet werden soll, kann die Beschichtung **30** lediglich aus einer verhältnismäßig dicken Schicht aus einem reflektierenden Metall bestehen. Gewünschtenfalls kann über der Oberfläche des Metalls, welche der Oberfläche, die mit dem Glas in Berührung steht, gegenüberliegt, ein Schutzüberzug aus einem dielektrischen Material aufgebracht sein. Wie bekannt, trägt diese dazu bei, die Metallschicht vor chemischem und physikalischem Angriff zu schützen. Man kann ebenfalls jede beliebige Art von Spiegelbeschichtungen verwenden, die dem Fachmann bekannt sind und die aus einer Schicht aus einem dielektrischen Material auf beiden Seiten einer reflektierenden Metallschicht bestehen; viele bekannte dichroitische Spiegel weisen derartige Beschichtungen auf.

[0032] Gemäß dem Beispiel von [Fig. 1](#) ist die reflektierende Beschichtung **30** als Infrarotlicht reflektierende Beschichtung derjenigen Art dargestellt, wie sie allgemein in Solar-Steuerungsbeschichtungen mit niedrigem Emissionsvermögen verwendet werden. Typischerweise umfassen derartige Beschichtungen eine Metallschicht, welche zwischen einem Paar dielektrischer Schichten sandwichartig eingeschlossen ist. Dieser Aufbau kann wiederholt werden, um die Infrarotstrahlung reflektierenden Eigenschaften der Gesamtheit der Schichten weiter zu verstärken. Ein Beispiel für eine nützliche Gesamtheit von Infrarotlicht reflektierenden Beschichtungen ist in US-PS 5302449 (Eby et al.), beschrieben, auf deren Inhalt hiermit Bezug genommen wird.

[0033] Die zur Erläuterung angegebene Gesamtheit **30** von Beschichtungen gemäß [Fig. 1](#) umfaßt eine Grundbeschichtung **32**, die aus einer oder mehreren Schichten aus dielektrischen Materialien bestehen kann. Beispielsweise kann diese Grundbeschichtung **32** aus Zinkoxid bestehen, das in einer Dicke von 150 bis 275 Å aufgebracht ist. Unmittelbar auf diese Grundbeschichtung **32** kann eine erste Metallschicht **34** abgeschieden sein. Das Metall kann beispielsweise Silber sein, das in einer Dicke von zwischen etwa 100 und etwa 150 Å aufgebracht ist. Eine zweite dielektrische Schicht **38** kann über der ersten Metallschicht **34** aufgebracht sein. Die Dicke dieser dielektrischen Schicht **38** hängt zumindestens zum Teil davon ab, ob eine zweite Metallschicht **40** in der Gesamtheit der Schichten enthalten ist. Bei einer Gesamtheit von Beschichtungen mit zwei Metallschichten, wie dargestellt, kann diese zweite dielektrische Schicht **38** typischerweise aus einer verhältnismäßig dicken Schicht aus einem Metalloxid, wie beispiels-

weise aus 700 bis 750 Å Zinkoxid bestehen. Gewünschtenfalls kann eine verhältnismäßig dünne Opferschicht **36** zwischen der Metallschicht **34** und der dielektrischen Schicht **38** eingebracht sein. Diese trägt dazu bei, die Metallschicht **34** während der Abscheidung der dielektrischen Schicht **38** durch Sputtering zu schützen. Die Opferschicht **36** kann beispielsweise aus einer Schicht aus metallischem Titan bestehen, welches in einer Dicke von 25 Å oder darunter aufgebracht ist. Dieses metallische Titan wird während der Aufbringung einer dielektrischen Schicht **38** aus Metalloxid oxidiert und begrenzt dadurch eine etwaige Beschädigung der darunterliegenden Silberschicht **34**.

[0034] Bei der erläuterten Gesamtheit von Schichten ist eine zweite Metallschicht **40** über die zweite dielektrische Schicht **38** aufgebracht. Die zweite Metallschicht **40** besteht üblicherweise aus demselben Material wie die erste Metallschicht **34**. Beispielsweise kann diese zweite Metallschicht **40** aus etwa 125 bis 175 Å Silber bestehen. Wieder kann eine Opferschicht **42** aus Titan oder dergleichen über der Metallschicht **40** aufgebracht sein, um die Metallschicht während der nachfolgenden Abscheidung der darüberliegenden dielektrischen Schichten **44** und **46** zu schützen. Eine dritte dielektrische Schicht **44** wird über der Opferschicht **42** aufgebracht. Diese dielektrische Schicht **44** kann ebenso ein Metalloxid sein, wie beispielsweise Zinkoxid, das in einer Dicke von etwa 250 bis 300 Å aufgebracht ist. Gewünschtenfalls kann eine Schutzüberzugsschicht **46** aus einem weiteren dielektrischen Material über die dielektrische Schicht **44** aufgebracht werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsform kann dieser Schutzüberzug **46** aus 50 bis 60 Å einer Schicht aus Si_3N_4 bestehen.

[0035] Die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung **20** wurde auf die Innenoberfläche **12** des Glases aufgebracht. Es ist bevorzugt, diese Beschichtung unmittelbar auf die Oberfläche der Glasscheibe **12** aufzubringen. Da das Glas, das typischerweise ein Kalk/Natron-Glas ist, weitgehend aus Siliciumdioxid gebildet ist und die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung zweckmäßigerweise ebenfalls aus Siliciumdioxid besteht, geht man davon aus, daß dadurch eine starke Bindung zwischen diesen beiden Schichten hergestellt und die Wasser zusammenfließen lassende Wirkung der Beschichtung **20** verstärkt wird.

[0036] Die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung **20** besteht zweckmäßig aus Siliciumdioxid, welches unmittelbar auf die äußere Oberfläche **12** des Glases **10** abgeschieden worden ist. Wie weiter unten in Verbindung mit den [Fig. 8](#) bis [Fig. 10](#) erörtert, besitzt die Außenseite **22** dieser Beschichtung **20** eine unregelmäßige Oberfläche. (Dies ist schematisch als eine Reihe von in unregelmäßigen Ab-

ständen angeordneter und ungleich großer Stacheln an der Außenfläche **22** der Beschichtung **21** dargestellt). Entsprechend ist die Zuordnung einer bestimmten Dicke zu dieser Beschichtung **20** unweigerlich etwas ungenau. Jedoch besitzt die Beschichtung **20** zweckmäßigerweise eine mittlere Dicke von zwischen etwa 15 und etwa 350 Å, wobei ein Bereich von zwischen etwa 15 und etwa 150 Å bevorzugt ist. Der Hauptvorteil dieser Überzugsschicht bei geringsten Kosten zeigt sich offensichtlich in einem Bereich von etwa 20 bis etwa 120 Å. Eine bevorzugte Art und Weise, in welcher diese Beschichtung **20** auf die größere Oberfläche **12** des Glases **10** aufgebracht wird, wird im folgenden näher erläutert.

[0037] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung einer aus mehreren Platten bestehenden Isolierglaseinheit. Isolierglaseinheiten sind dem Fachmann wohl bekannt und werden hier nicht im einzelnen besonders erläutert. Nur so viel sei kurz gesagt, daß eine Isolierglaseinheit allgemein aus zwei Glasplatten **10**, **100** besteht, welche durch einen Abstandhalter **110** voneinander getrennt gehalten werden. Bei diesem Beispiel ist die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung **20**, welche auf der Außenoberfläche des Glases **10** liegt, derart angeordnet, daß sie von der zweiten Glasplatte **100** wegweist, während die reflektierende Beschichtung **30**, die auf der Innenfläche des Glases **10** liegt, auf die zweite Glasplatte **100** gerichtet ist. Der Abstandhalter **110** ist auf einer Seite an die Innenfläche **102** der zweiten Glasplatte **100** und auf der anderen Seite an die erste Glasplatte **10** gebunden. Wie dem Fachmann bekannt ist, kann der Abstandhalter unmittelbar an die Innenfläche **14** der Glasplatte **10** gebunden sein, oder die reflektierende Beschichtung **30** kann sich bis zu den Rändern der Glasplatte **10** erstrecken und der Abstandhalter unmittelbar an die Beschichtung **30** anstoßen.

[0038] Typischerweise ist der Abstandhalter aus Metall oder dergleichen gefertigt und enthält ein Trocknungsmittel **112**. Dieses Trocknungsmittel steht mit dem Gas in den Zwischenraum **115** zwischen den beiden Platten in Verbindung, so daß Feuchtigkeit, die zwischen die Glasplatten gelangen kann, entfernt werden kann. Eine äußere Abdichtung **114** kann um den äußeren Umfang des Abstandhalters **110** herum unter Ausbildung einer zuverlässigen Gas- und Feuchtigkeitsbarriere vorgesehen sein.

[0039] **Fig. 3** erläutert eine weitere Anwendung für einen beschichteten Glasgegenstand. Bei diesem Beispiel ist die Glasscheibe **10** an eine zweite Glasscheibe **100** durch eine dazwischen liegende reißfeste Kunststoffolie **130** unter Ausbildung einer Laminatestruktur gebunden. Derartige laminierte Fensterstrukturen sind auf dem Gebiet der Automobilfensterscheiben wohlbekannt. Typischerweise ist die Kunststoffschicht **130** eine verhältnismäßig dicke Schicht aus Polyvinylbutyral oder dergleichen, die an beiden

Glasscheiben heiß verschweißt ist. Vorzugsweise besteht die reflektierende Beschichtung **30** jedoch aus einem Infrarotstrahlung reflektierenden, wärmehärtbaren Überzug. Von derartigen Überzügen ist eine große Anzahl dem Fachmann bekannt, und die genaue Art des Überzuges ist nicht Gegenstand der Erfindung, sondern es kann jeder geeignete wärmehärtbare Überzug **30** eingesetzt werden.

[0040] Wie oben erwähnt, wird die Wasser zusammenfließen lassende Schicht wie auch die reflektierende Beschichtung **30** durch Sputtering aufgebracht.

[0041] **Fig. 4** erläutert schematisch eine in zwei Richtungen arbeitende Sputtering-Kammer gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Sputtering-Kammern mit Hilfe eines Magnetrons sind dem Fachmann wohl bekannt und aus verschiedenen Quellen im Handel erhältlich. Während eine gründliche Erörterung derartiger mit Hilfe eines Magnetrons arbeitender Sputtering-Kammern nicht durch den Gegenstand der Erfindung bedingt ist, wird darauf verwiesen, daß eine verhältnismäßig nützliche Struktur für eine derartige Vorrichtung aus US-PS 5645699 (Sieck) bekannt ist.

[0042] Allgemein wird beim Sputtering mit Hilfe eines Magnetrons ein Target verwendet, welches aus einem Metall oder Dielektrikum besteht, das auf dem Substrat abgeschieden werden soll. Dieses Target ist mit einer negativen Ladung versehen, während eine verhältnismäßig positiv geladene Anode angrenzend an das Target angeordnet ist. Durch Einführen einer verhältnismäßig geringen Menge eines gewünschten Gases in die Kammer neben dem Target kann ein Plasma dieses Gases erzeugt werden. Atome in diesem Plasma kollidieren mit dem Target, wobei sie das Targetmaterial aus dem Target herausschießen und es auf das durch Sputtering zu beschichtende Substrat auftreffen lassen. Es ist außerdem bekannt, einen Magneten hinter dem Target zu plazieren, um die Formgebung des Plasmas zu unterstützen und das Plasma auf einen Bereich zu konzentrieren, der an die Oberfläche des Targets angrenzt.

[0043] Gemäß **Fig. 4** wird die Glastafel **10**, die zu beschichten ist, auf einer Anzahl Trägerwalzen **210** gelagert, welche im Abstand voneinander längs der Sputtering-Kammer **200** angeordnet sind. Die genauen Abstände zwischen diesen Walzen **210** können variieren, aus weiter unten näher erläuterten Gründen ist es jedoch zweckmäßig, daß diese Walzen über mindestens eine Zwischenlänge der Kammer **200** etwas weiter voneinander angeordnet sind, um die effektive Beschichtungsfläche vom unteren Target **260** aus zu erhöhen.

[0044] Bei der erläuterten Ausführungsform ist die Glasscheibe **10** derart angeordnet, daß sie waage-

recht quer über diese Walzen, beispielsweise von links nach rechts, wandert. Die Innenfläche **14** des Glases ist nach oben gerichtet, während die Außenfläche **12** des Glases nach unten gerichtet ist und auf den Walzen **210** ruht. (Während dies wahrscheinlich die typischste Anordnung ist, ist es selbstverständlich, daß die relative Anordnung des Glases innerhalb der Sputtering-Kammer **200** so lange umgekehrt werden kann, als die relativen Anordnungen von oberen Targets **220** und unterem Target **260** ebenfalls umgekehrt werden. Demzufolge ist zu bemerken, daß die Bezeichnung dieser Targets als obere und untere Targets lediglich aus Vereinfachungsgründen erfolgt und die relative Anordnung dieser Elemente innerhalb der Sputtering-Kammer gewünschtenfalls leicht umgekehrt werden kann).

[0045] Die Sputtering-Kammer **200** gemäß [Fig. 4](#) umfaßt zwei voneinander im Abstand angeordnete obere Sputtering-Targets **220a** und **220b**. Während diese Targets planare Targets sein können, sind sie als sogenannte Dreh- oder zylindrische Targets dargestellt. Diese Targets sind allgemein parallel zueinander angeordnet, wobei sich eine Anzahl Anoden **230** horizontal und allgemein parallel zu diesen Targets erstrecken. Wie in US-PS 5645699 angeregt, kann auch eine Zwischenanode **230** zwischen diesen beiden Targets angeordnet sein.

[0046] Zur Versorgung der Kammer mit dem Sputtering-Gas ist ein Gasverteilungssystem angrenzend an die Targets **220a** und **220b** vorgesehen. Es sind die verschiedensten Gasverteilungssysteme bekannt, und ein derartiges Verteilungssystem kann einfach aus einem Paar Röhren **235** bestehen, die eine Anzahl voneinander im Abstand angeordnete Öffnungen oder Düsen aufweisen, welche allgemein auf das Target gerichtet sind.

[0047] Die Verwendung mehrerer Targets, die oberhalb eines Glassubstrats in einer Sputtering-Kammer unter Verwendung eines Magnetrons angeordnet sind, ist auf dem einschlägigen Fachgebiet ziemlich üblich. Der einzigartige Aspekt der Sputtering-Kammer **200** gemäß [Fig. 4](#) ist jedoch das Vorhandensein des "unteren" Targets **260**. Dieses Target ist dasjenige, welches dazu verwendet wird, die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung **20** gemäß der Erfindung unmittelbar auf die Außenfläche **12** des Glases durch Sputtering aufzubringen. Wie bei den oberen Targets **220a** und **220b** ist das untere Target **260** mindestens mit einer, vorzugsweise mit zwei Anoden **270** versehen, welche in hinreichender Nähe angeordnet sind, um ein stabiles Plasma aufrecht zu erhalten. Die Gasverteilungsröhren **235**, die angrenzend an die oberen Targets **220a** und **220b** dargestellt sind, sind unzweckmäßig weit weg von dem unteren Target **260**, und das in dem Zwischenraum vorhandene Glas **10** teilt die Sputtering-Kammer **200** tatsächlich in zwei getrennte funktionelle Bereiche. Da-

her ist es bevorzugt, getrennte Gasverteilungsröhre **275** vorzusehen, welche unterhalb des Glases angrenzend an das untere Target **260** angeordnet sind, um eine konsistente Gasversorgung für das Plasma angrenzend an das Target sicherzustellen. Gewünschtenfalls können die unteren Röhre **275** und die oberen Röhre **235** Teile desselben Gasverteilungssystems sein, d. h. beide Rohrsätze können mit einem einzigen Gasversorgungssystem verbunden sein.

[0048] Die Art des durch die unteren Röhre **275** zugeführten Gases hängt mindestens zum Teil von der Art des Sputtering-Targets **260** ab. Bei herkömmlichem Sputtering mit Hilfe eines Magnetrons muß das Target als Kathode dienen. Zufolge der dielektrischen Natur von SiO_2 kann es außerordentlich schwierig sein, ein zuverlässiges Sputtering unter Verwendung eines Siliciumdioxid-Targets durchzuführen. Demzufolge ist es bevorzugt, daß das Target metallisches Silicium statt Siliciumdioxid enthält. Das Material, welches tatsächlich auf der Außenfläche **12** des Glases abgeschieden wird, kann in Siliciumdioxid umgewandelt werden, indem man Sauerstoff in das Gas, das durch die unteren Gasverteilungsröhre **275** zugeführt wird, einmischet.

[0049] Während die aufeinander folgenden Glasscheiben **10** die Sputtering-Kammer wirksam aufteilen, schließt dies nicht aus, daß Gas, welches in einen Bereich der Kammer eingeleitet wird, irgendwohin in der Kammer wandert. Da es bevorzugt ist, daß das untere Target **260** aus metallischem Silicium besteht, welches in einer oxidierenden Atmosphäre dem Sputtering unterworfen wird, ist es wichtig, daß das Sputtering der oberen Targets **220a** und **220b** nicht durch die Anwesenheit von überschüssigem Sauerstoff, der durch die unteren Röhre **275** eingeleitet sein kann, beeinträchtigt wird. Dies kann die Verwendung dieser Sputtering-Kammer **200** mit dualer Sputtering-Richtung zur Abscheidung der Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung **20** auf der einen Seite der Glasscheibe und eines sauerstoffempfindlichen Metalls auf der anderen Oberfläche wirksam verhindern.

[0050] In noch vorteilhafterer Weise kann die Kammer gemäß [Fig. 4](#) für Sputtering in dualer Richtung dazu verwendet werden, eine dielektrische Schicht auf der Innenfläche **14** des Glases und die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung **20** auf der äußeren Oberfläche **12** des Glases in einer einzigen Kammer abzuscheiden. Das dem Sputtering unterzogene Dielektrikum kann ein Nitrid oder dergleichen sein, solange das Einbringen von einigem Metalloxid in das abzuschneidende Nitrid die aufgebrauchte Beschichtung nicht beeinträchtigt. Idealerweise ist jedoch das Dielektrikum, das auf die Innenfläche **14** aufgebracht wird, ein Oxid (oder mindestens ein Teiloxid), so daß eine Vermischung des Gases, wel-

ches durch die beiden Sätze von Rohren **235** und **275** eingeleitet wird, die dielektrische Schicht oder die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung nicht beeinträchtigt. Beispielsweise können eines der Targets oder beide Targets **220a** und **220b** aus metallischem Titan oder TiO_x (mit $1 < X < 2$) bestehen, und das durch beide Sätze von Gasverteilungsrohren **235** und **275** eingeleitete Gas kann ein in geeigneter Weise austariertes Gemisch aus Argon und Sauerstoff sein.

[0051] Bei herkömmlichen Sputtering-Kammern unter Verwendung eines Magnetrons wird der Abstand der Walzen **210**, die zur Unterstützung des Glases verwendet werden, verhältnismäßig gering gehalten, um zu erlauben, daß kleinere Glassubstrate auf der Linie bearbeitet werden können, ohne daß eine wesentliche Gefahr besteht, daß das Glas zwischen die Walzen fällt. Um das Stören der Walzen beim Aufbringen der Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung auf der Außenfläche **12** des Glases auf ein Minimum zu beschränken, kann dieser Abstand jedoch vergrößert werden. Der maximale sichere Abstand muß von Fall zu Fall für einen gegebenen Bereich von zu bearbeitenden Glasgrößen bestimmt werden. Je größer jedoch der Abstand zwischen den Walzen ist, welche auf dem Weg vom unteren Target **260** bis zur Außenfläche **12** des Glases angeordnet sind, um so größer ist der Prozentsatz des gesputterten Siliciumdioxids, welches auf dem Glas abgeschieden wird. Natürlich können die Walzen in anderen Bereichen der Sputtering-Vorrichtung auf ihrem normalen Abstand gehalten werden. Es kann zweckmäßig sein, einige der Walzen in der Kammer **200** zum Sputtering in dualer Richtung leicht entfernbar auszubilden, so daß die Kammer von der dargestellten Anordnung in eine mehr nach herkömmlichem Muster betriebene Kammer, in welcher lediglich eine Seite des Glases beschichtet wird und in der die Walzen enger zusammen angeordnet sind, umgewandelt werden kann.

[0052] Anstatt den Abstand zwischen den Walzen zu verändern, könnte man auch die Walzen mit einem geringeren Durchmesser ausbilden. Herkömmliche Walzen sind hohle Metallrohre. Gewünschtemfalls können Walzen mit geringererem Durchmesser versteift werden, beispielsweise durch Ausfüllen mit einem starren Schaumstoff. Um dieselbe Transportgeschwindigkeit des Glases längs der Halterung zu gewährleisten, müßten diese Walzen mit geringerem Durchmesser rascher gedreht werden, beispielsweise mit Hilfe eines Übersetzungsmittel-Paares mit dem gewünschten Übersetzungsverhältnis.

[0053] Die Walzen **210** können von jedem herkömmlichen Aufbau sein. Es wurde gefunden, daß gute Ergebnisse erzielt werden können, wenn man zylindrische Aluminiumwalzen verwendet, um die herum ein Seil aus Kevlar[®] spiralförmig gewunden ist,

wobei das Kevlar[®]-Material die Oberfläche bildet, mit der das Glas in unmittelbarer Berührung steht.

[0054] Bei einigen besonderen Anwendungsfällen kann die Sputtering-Kammer **200** gemäß **Fig. 4** für Sputtering in 2-facher Richtung ausreichend sein, um die gesamte gewünschte Beschichtung sowohl auf die Innen- als auch auf die Außenfläche des Glases aufzubringen. Häufiger jedoch ist die Sputtering-Kammer **200** Teil einer Sputtering-Linie, welche eine Reihe von Sputtering-Kammern umfaßt. Jede Sputtering-Kammer in der Linie könnte sowohl ein oberes Target als auch ein unteres Target umfassen, jedoch bei den meisten herkömmlichen Anwendungsweisen ist die Gesamtheit der Überzüge, die auf die obere Seite des Glases aufgebracht werden, komplexer (d. h., besteht aus einer Reihe von unterschiedlichen Schichten verschiedener Zusammensetzung) und dicker als die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung gemäß der Erfindung. Daher kann die Mehrzahl der Sputtering-Kammern aus herkömmlichen, nach unten gerichteten Sputtering-Kammern mit lediglich einem oberen Target und keinen Targets unterhalb der Halterungen bestehen.

[0055] Wenn die Sputtering-Linie eine Kombination aus nach unten gerichteten Sputtering-Kammern und Sputtering-Kammern **200** mit doppelter Richtung umfaßt, kann die Anordnung der Kammern mit doppelter Richtung längs der Sputtering-Linie variiert werden. Wenn der das Wasser zusammenfließen lassende Überzug gemäß der Erfindung durch Sputtering eines siliciumhaltigen Targets (beispielsweise eines hauptsächlich aus Silicium oder aus mit Aluminium dotiertem Silicium gebildeten Targets) in oxidierender Atmosphäre aufgebracht wird, darf man nicht versuchen, eine oxidierbare Metallschicht (beispielsweise eine Infrarotstrahlung reflektierende Silberschicht des Typs, wie er herkömmlicherweise bei Überzugsgesamtheiten mit niedrigem Emissionsvermögen verwendet wird) auf der oberen Seite des Glases in derselben Kammer abzuscheiden. Demzufolge können mindestens diejenigen Kammern, die dazu verwendet werden, eine Metallschicht durch Sputtering aufzutragen, als nach unten gerichtete Sputtering-Kammern betrieben werden, indem man das untere Target wegläßt. Es wäre aber auch möglich, ein Metalloxid (beispielsweise SiO_2 , ZnO oder SnO_2) auf der oberen Seite des Glases in derselben Kammer abzuscheiden.

[0056] Herkömmliche Erfahrung würde es dem Fachmann nahelegen, die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung, die erfindungsgemäß verwendet wird, in der ersten Sputtering-Kammer oder nötigenfalls in den ersten von mehreren Sputtering-Kammern aufzubringen, um sicherzustellen, daß die Wasser zusammen fließenlassende Beschichtung aufgebracht wird, bevor die Glasoberfläche durch Berührung mit den Walzen, die das Glas inner-

halb der Kammer unterstützen, beschädigt oder verschmutzt wird. In ganz überraschender Weise wurde jedoch gefunden, daß das Gegenteil zutrifft: Der Wasser zusammenfließen lassenden Überzug gemäß der Erfindung wird optimalerweise in der letzten Sputtering-Kammer aufgebracht. Wenn mehr als eine Sputtering-Kammer **200** mit doppelter Richtung erforderlich ist, um einen hinreichend dicken, Wasser zusammenfließen lassenden Überzug aufzubringen, ohne die Fortschreitgeschwindigkeit des Glases durch die Sputtering-Linie übermäßig zu senken, wird der Wasser zusammenfließen lassende Überzug optimalerweise in den letzten von mehreren Sputtering-Kammern aufgebracht.

[0057] Wenn der Wasser zusammenfließen lassende Überzug am Anfang der Sputtering-Linie aufgebracht wird, weist der Hauptteil der Außenfläche des Glases die erwünschten, Wasser zusammenfließen lassenden Eigenschaften auf. Jedoch kann es vorkommen, daß die Ränder des Glases diese verbesserten Eigenschaften nicht in konsistenter Weise aufweisen. Dies wird einer leichten Übersprühung der Beschichtung, die auf die Oberseite des Glases nach Abscheidung der Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung aufgebracht wird, zugeschrieben, wobei ein sehr geringer Anteil des Materials, welches auf die Oberseite aufgebracht wird, auf die Unterseite hinüber driftet und den Wasser zusammenfließen lassenden Überzug an den Rändern der Glasscheibe überlagert. Zwar ist dieser übergesprühte Überzug so dünn, daß er keine leicht erkennbare Wirkung auf die optischen Eigenschaften des Glases ausübt, jedoch verringert dieser praktisch unsichtbare Überzug doch die Vorteile des Wasser zusammenfließen lassenden Überzuges rund um die Ränder des Glases. Durch Aufbringen des Siliciumdioxids auf die Außenfläche des Glases gegen Ende der Sputtering-Linie kann die Menge an Übersprühung, die auf dem Siliciumdioxid-Überzug abgeschieden wird, auf ein Minimum gesenkt und die vorteilhafte Wirkung des Wasser zusammenfließen lassenden Überzuges bewahrt werden.

[0058] Eine Sputtering-Kammer **200** für doppelte Sputtering-Richtung, wie diejenige, welche in [Fig. 4](#) gezeigt ist, minimiert, wie angenommen wird, die Kosten und maximiert die Produktionswirksamkeit beim Aufbringen von Beschichtungen auf beide Seiten einer Glasscheibe.

[0059] Während das Glassubstrat durch die Kammer wandert, gibt es Zeiten, in denen das Glas die oberen Targets **200a** und **200b** von den unteren Targets **260** oder umgekehrt wirksam abschirmt. Demzufolge kann Material von den oberen Targets auf das untere Target und Material von dem unteren Target auf ein oberes Target oder beide aufgebracht werden. Die Sputtering-Kammer **200** gemäß [Fig. 4](#) ist ideal, wenn die oberen Targets **220a**, **220b** und

das untere Target **260** praktisch dieselbe Zusammensetzung aufweisen. Wenn die oberen Targets eine unterschiedliche Zusammensetzung im Vergleich zu der Zusammensetzung des unteren Targets aufweisen, kann die gegenseitige Verunreinigung der unterschiedlichen Targets jedoch zu Schwierigkeiten beim Sputtering oder beim Aufrechterhalten der beständigen Produktqualität führen.

[0060] Mindestens theoretisch kann diese Schwierigkeit dadurch überwunden werden, daß man die Energie, die jedem der Sputtering-Targets zugeführt wird, steuert, um sicherzustellen, daß jedes Target nur dann dem Sputtering unterworfen wird, wenn das Glas in einer solchen Position ist, daß es obere und untere Targets voneinander abschirmt. Jedoch sind gegenwärtig im Handel erhältliche Energieversorgungs-Steuerungen in dieser Weise nicht eingerichtet. Außerdem kann die Steuerungslogik für eine derartige Anordnung übermäßig schwierig sein, falls die Sputtering-Linie dazu verwendet wird, Glassubstrate unterschiedlicher Größe anstelle von solchen einheitlicher Größe zu beschichten.

[0061] [Fig. 5](#) erläutert eine weitere Ausführungsform der Erfindung, eine mögliche Sputtering-Kammer **300**, die dazu verwendet werden kann, sowohl die Innenfläche **14** als auch die Außenfläche **12** des Substrates in einem einzigen Durchgang ohne bedeutende gegenseitige Verunreinigung der Sputtering-Targets zu beschichten. Elemente mit analoger Funktion im Verhältnis zu Elementen, die in [Fig. 4](#) dargestellt sind, tragen die gleichen Bezugszeichen, jedoch um einen Betrag von 100 erhöht; beispielsweise sind die oberen Gasverteilungsrohre **335** gemäß [Fig. 5](#) funktionell analog den oberen Gasverteilungsrohren **235** gemäß [Fig. 4](#).

[0062] Die Sputtering-Kammer **300** gemäß [Fig. 5](#) wird durch ein Paar Barrieren **340** wirksam in drei Überzugszonen **300a**, **300b** und **300c** unterteilt. Ein Teil des Gases in einer Beschichtungszone kann in eine andere Beschichtungszone strömen, so daß es am besten ist, eine einheitliche Atmosphäre in allen drei Zonen zu verwenden. Jedoch dienen die Barrieren **340** dazu, die Menge an in einer Beschichtungszone dem Sputtering unterzogenen Material, die auf einem Target in einer anderen Beschichtungszone landet, wirksam zu begrenzen.

[0063] Bei der Ausführungsform gemäß [Fig. 5](#) ist jede der drei Beschichtungszone **300a** bis **300c** dazu eingerichtet, vier Targets aufzunehmen, wobei zwei Targets oberhalb des Substrates und zwei unterhalb des Substrates angeordnet sind. Daher gibt es sechs obere Target-Montagestellen **321** bis **326** oberhalb des Weges des Glases und sechs untere Target-Montagestellen **361** bis **366** unterhalb des Weges des Glases. Dies erlaubt eine maximale Flexibilität dieser einzigen, mehrzonigen Sputte-

ring-Kammer **300**, um Produkte mit unterschiedlichen Eigenschaften herzustellen. [Fig. 5](#) erläutert schematisch, wie jede der oberen Target-Montagestellen **321** bis **326** gegenüber den jeweiligen unteren Target-Montagestellen **361** bis **366** vertikal ausgerichtet ist. Es versteht sich jedoch, daß die Targets nicht in dieser Art vertikal gegeneinander ausgerichtet sein müssen und in vorteilhafterer Weise auch in einer horizontal versetzten Anordnung vorhanden sein können.

[0064] Bei der in [Fig. 5](#) dargestellten Anordnung besitzt die erste Beschichtungszone **300a** zwei obere Targets (**320a** und **320b**), jedoch keine unteren Targets auf den unteren Target-Montagestellen **361** oder **362**. Während in der ersten Beschichtungszone ein Sputtering-Gas den oberen Gasverteilungsrohren **335** und Energie den oberen Anoden **330** zugeführt werden muß, besteht keine Notwendigkeit dafür, Gas den unteren Gasverteilungsrohren **375** oder Energie den unteren Anoden **370** zuzuführen. Die zweite Beschichtungszone **300b** besitzt zwei untere Targets **360c** und **360d**, jedoch trägt keine der oberen Target-Montagestellen **323** und **324** Sputtering-Targets. Analog besitzt die dritte Beschichtungszone **300c** zwei untere Targets **360e** und **360f**, jedoch keine der oberen Target-Montagestellen **325** und **326** trägt Sputtering-Targets. Optimalerweise wird, wie oben erwähnt, die erste Beschichtungszone **300a** dazu verwendet, die äußerste Schicht der Gesamtheit aus reflektierenden Beschichtungen, die von der Innenfläche **14** des Substrats getragen wird, aufzubringen, während die letzten beiden Beschichtungszone **300b** und **300c** dazu verwendet werden, den Wasser zusammenfließen lassenden Überzug **20** auf die Außenfläche **12** der Substrate durch Sputtering abzuscheiden.

[0065] Die Anordnung der Targets in der mehrzonigen Sputtering-Kammer **300** gemäß [Fig. 5](#) dient lediglich der Erläuterung, und es versteht sich von selbst, daß die Anordnung der Targets variiert werden kann, um die Produktionswirksamkeit für unterschiedliche Produkte zu maximieren. Wenn beispielsweise eine dickere Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung bei unveränderter Glas-Fortbewegungsgeschwindigkeit gewünscht wird, kann ein Silicium enthaltendes Target auf jeder der unteren Target-Montagestellen **361** bis **366** montiert werden, während keine der oberen Target-Montagestellen **321** bis **326** ein Target trägt. Wenn eine dünnere Beschichtung ausreicht (oder wenn die Glas-Fortbewegungsgeschwindigkeit durch die Beschichtungskammer in geeigneter Weise verringert wird), kann es vorkommen, daß nur die beiden letzten unteren Target-Montagestellen **365** und **366** mit Targets besetzt werden, während jede der ersten vier oberen Target-Montagestellen **321** bis **324** Sputtering-Targets trägt. Natürlich können eine oder mehrere der Beschichtungszone **300a** bis **300c** sehr ähnlich wie die

Sputtering-Kammer **200** für doppelte Sputtering-Richtung gemäß [Fig. 4](#) betrieben werden, indem man Targets in der oberen und unteren Target-Montagestelle derselben Zone montiert.

[0066] Die Vorrichtung gemäß den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) sowie das Verfahren zum Abscheiden von Beschichtungen unter Verwendung derartiger Beschichtungssysteme wird in dem vorliegenden Falle hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Aufbringen eines reflektierenden Stapels von Überzügen auf einer Seite des Glases und einer Wasser zusammenfließen lassenden Beschichtung auf der anderen Seite des Glases erörtert. Es versteht sich jedoch, daß diese Vorrichtung und dieses Verfahren auch dazu verwendet werden können, Überzüge auf beide Seiten einer Glasscheibe unabhängig von der Art der Überzüge aufzubringen. Beispielsweise kann die Vorrichtung dazu verwendet werden, auf beiden Seiten einer Glasscheibe einen Anti-Reflexionsbelag, auf beiden Seiten eines durchsichtigen oder durchscheinenden organischen Substrates Infrarotlicht reflektierende Beschichtungen oder auf jede Seite desselben Substrates eine Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung abzuscheiden.

[0067] Der Vorteil des in den [Fig. 4](#) und [Fig. 5](#) erläuterten Systems besteht darin, daß ein Substrat mit einer durch Sputtering aufgetragenen Beschichtung (unabhängig von der Zusammensetzung) auf beiden Seiten in einem einzigen Durchgang durch die Beschichtungsvorrichtung versehen werden kann, während das Glas in konstanter Orientierung gehalten wird, d. h. es nicht gekippt, gedreht oder anderweitig manipuliert werden muß. Dies ermöglicht die Verwendung eines einfachen Satzes an üblichen Transportwalzen, um das Glas längs der Produktionslinie fortzubewegen. Ohne die vorliegende Erfindung würde man typischerweise entweder das Glas manuell handhaben müssen, um es zu kippen und es in einem getrennten Durchlauf durch die Beschichtungsvorrichtung zurückzuschicken, oder ein kompliziertes Glashandhabungssystem einsetzen müssen, welches das Substrat halten und es während des Herstellungsverfahrens an einem bestimmten Punkt kippen müßte. Dies ermöglicht es, Glas mit Beschichtungen auf beiden Seiten, besonders wirtschaftlich ohne Einbuße an Beschichtungsqualität herzustellen.

[0068] In der Vergangenheit wurde angenommen, daß, wenn man die Unterseite des Glases beschichten muß, die Berührung mit den Walzen diese Beschichtung zerkratzen und bzw. oder die Unterseite des Glases vor dem Aufbringen der Beschichtung verderben würde. Überraschenderweise zeigt die vorliegende Erfindung jedoch, daß beide Seiten des Glases in einem einzigen Durchgang mit ausgezeichneten Ergebnissen beschichtet werden können.

[0069] Die genauen Betriebsbedingungen (beispielsweise Zusammensetzung der Targets, Zusammensetzung des Plasmas u.s.w.), unter denen die Wasser zusammenfließen lassende Beschichtung aufgebracht wird, können, je nach Bedarf, variiert werden, um die Abscheidung einer Beschichtung der gewünschten Dicke zu optimieren. Betrachtet man die vorliegende Lehre als Leitlinie, so sollte ein Fachmann imstande sein, geeignete Betriebsbedingungen auszuwählen, um diese Beschichtung ohne übermäßige Vorversuche aufzubringen.

[0070] Ein Überzug aus SiO₂ kann durch Sputtering unter Verwendung eines Siliciumdioxid-Targets in einer inerten Atmosphäre abgeschieden werden, jedoch ist Siliciumdioxid ein schlechter Leiter, und es kann schwierig sein, derartige dielektrische Materialien in einer Gleichstrom-Sputtering-Vorrichtung dem Sputtering zu unterwerfen. Man kann stattdessen ein Target aus reinem Silicium in einer oxidierenden Atmosphäre verwenden, jedoch lassen sich derartige Targets nur sehr schwer in einer konsistenten, gesteuerten Weise dem Sputtering unterwerfen, da Silicium ein Halbleiter ist. Um das Sputtering zu verbessern und die Funkenbildung zu vermindern, ist es bevorzugt, daß ein Target aus Silicium mit etwa 5% Aluminiumgehalt in einer oxidierenden Atmosphäre dem Sputtering unterworfen wird.

[0071] Selbst wenn ein mit Aluminium dotiertes Siliciumtarget verwendet wird, kann die Atmosphäre in der Sputtering-Kammer variiert werden, um die optimale Sputtering-Geschwindigkeit zu erzielen. Während die Sputtering-Atmosphäre eine oxidierende Atmosphäre sein muß, ist es nicht erforderlich, daß sie aus reinem Sauerstoff besteht. Im Gegenteil, ein Gemisch aus Sauerstoff und einem Inertgas erhöht gleichfalls die Sputtering-Geschwindigkeit. Es wird angenommen, daß ein Sputtering-Gas aus Sauerstoff und bis zu etwa 40% Argon (vorzugsweise 0 bis 20% Argon), welches bei einem Druck von etwa 3×10^{-3} mbar gehalten wird, ausreicht. Die Leistung, die dem Sputtering-Target zugeführt wird, muß optimiert werden, um eine Funkenbildung zu verringern und trotzdem die Sputtering-Geschwindigkeit auf ein Maximum zu bringen. Eine Leistung von etwa bis zu 80 kW sollte annehmbare Ergebnisse erbringen.

[0072] Eine Produktionsanordnung, die sich als gut geeignet erwiesen hat, verwendet drei drehbare Sputtering-Targets aus Silicium, welches mit etwa 5% Aluminium dotiert ist, wobei jedes Target mit einer Leistung von etwa 42 kW betrieben wird. Die Atmosphäre in der Sputtering-Kammer besteht aus 100% O₂ von einem Druck von etwa 2,5 bis 4,5 mTorr (etwa 3,3 bis 6,0 Pa). Das Glassubstrat wird an diesen Sputtering-Targets mit einer Geschwindigkeit von etwa 225 bis 500 Zoll pro Minute ($0,1$ bis $0,2 \text{ ms}^{-1}$) vorbeigeführt.

[0073] Während eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben worden ist, versteht es sich von selbst, daß verschiedene Veränderungen, Anpassungen und Modifizierungen vorgenommen werden können, ohne daß vom Umfang der Ansprüche abgewichen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschichten zweier Seiten einer einzelnen Glasscheibe oder Glasplatte (10) in einem einzigen Durchgang durch eine Beschichtungs-vorrichtung, umfassend:

Lieferung einer Glasplatte (10) mit einer sauberen inneren Oberfläche (14) und einer sauberen äußeren Oberfläche (12);

Einrichtung einer Sputtering-Linie aus mindestens einer Sputtering-Kammer (200; 300a bis c), wobei die Sputtering-Linie eine Anzahl Transportwalzen (210; 310) zum Transportieren der Glasplatte (10) entlang der Sputtering-Linie sowie ein oberes Target (220a, 220b; 320a, 320b), welches oberhalb der Transportwalzen (210; 310) angeordnet ist, und ein unteres Target (260, 360c, 360d, 360e, 360f), welches unterhalb der Transportwalzen (210; 310) angeordnet ist, aufweist;

Anordnung der Glasplatte (10) auf den Transportwalzen (210; 310) derart, daß die innere Oberfläche (14) auf das obere Target (220a, 220b; 320a, 320b) hin gerichtet ist, und Sputtern des oberen Targets (220a, 220b; 320a, 320b), um unmittelbar auf die innere Oberfläche (14) des Glases (10) oder auf eine auf der inneren Oberfläche des Glases (14) zuvor aufgebraachte Schicht aus einem Stapel von Überzügen eine Beschichtung abzuscheiden; sowie

Anordnung der Glasplatte (10) auf den Transportwalzen (210; 310) derart, daß die äußere Oberfläche (12) auf das untere Target (260; 360c, 360d, 360e, 360f) hin gerichtet ist, und Sputtern des unteren Targets (260; 360c, 360d, 360e, 360f), um auf der äußeren Oberfläche (12) des Glases (10) oder auf einer zuvor auf der äußeren Oberfläche des Glases (10) aufgebraachten Schicht aus einem Stapel von Überzügen eine Beschichtung abzuscheiden;

wobei das Glas (10) sowohl auf der inneren Oberfläche (14) als auch der äußeren Oberfläche (12) beschichtet wird, während eine konstante Ausrichtung aufrecht erhalten wird, bei der die innere Oberfläche (14) oberhalb der äußeren Oberfläche (12) angeordnet ist.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Sputtering-Linie eine Reihe von Sputtering-Kammern (300a, 300b, 300c) umfaßt und die Reihe von Sputtering-Kammern (300a, 300b, 300c) eine erste, nach unten gerichtete Sputtering-Kammer (300a) mit dem oberen Target (320a, 320b) sowie eine zweite, nach oben gerichtete Sputtering-Kammer (300b, 300c) mit dem unteren Target (360c, 360d, 360e, 360f) umfaßt, das Sputtering des oberen Targets (320a, 320b)

durchgeführt wird, während sich die Glasplatte (10) in der nach unten gerichteten Sputtering-Kammer (300a) befindet, und das Sputtering des unteren Targets (360c, 360d, 360e, 360f) durchgeführt wird, während sich die Glasplatte (10) in der nach oben gerichteten Sputtering-Kammer (300b, 300c) befindet.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Sputtering-Linie eine Doppelrichtungs-Sputtering-Kammer (200) mit sowohl dem oberen als auch dem unteren Target (220a, 220b; 260) aufweist und, während sich die Glasplatte (10) in der Doppelrichtungs-Sputtering-Kammer (200) befindet, das Sputtering sowohl des oberen Targets (220a, 220b) als auch des unteren Targets (260) durchgeführt wird.

4. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das untere Target (260; 360c, 360d, 360e, 360f) zwischen die Walzen nach oben gesputtert wird.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, wobei die Glasplatte (10) derart über die Walzen (210; 310) geführt wird, daß die Beschichtung der äußeren Oberfläche (12) der Glasplatte (10) in unmittelbare Berührung mit den Walzen (210; 310) gelangt.

6. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das untere Target (260; 360c, 360d, 360e, 360f) Silizium umfaßt und in einer oxidierenden Atmosphäre dem Sputtering unterworfen wird, um eine Wasser zum Abfließen bringende Beschichtung unmittelbar auf die äußere Oberfläche (12) des Glases (10) abzuscheiden.

7. Beschichtungsvorrichtung zum Beschichten beider Seiten einer einzelnen Glasplatte (10) in einem einzigen Durchgang durch die Vorrichtung, umfassend eine Sputtering-Linie mit mindestens einer Sputtering-Kammer, wobei die Sputtering-Linie eine Anzahl Transportwalzen (210; 310) zum Halten und Transportieren der Glasplatte (10) entlang der Sputtering-Linie, ein oberes Target (220, 320a, 320b), welches oberhalb der Transportwalzen (210; 310) innerhalb einer Sputtering-Kammer (200; 300a) zum Aufbringen eines Überzuges auf die obere Oberfläche (14) der Glasplatte (10) durch Sputtering angeordnet ist, und ein unteres Target (260; 360c, 360d, 360e, 360f) aufweist, welches unterhalb der Transportwalzen (210; 310) innerhalb einer Sputtering-Kammer (200; 300b, 300c) zum Aufbringen einer Beschichtung auf die untere Oberfläche (12) der Glasplatte (10) angeordnet ist.

8. Beschichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 7, wobei das obere Target (220) und das untere Target (260) in einer einzigen Sputtering-Kammer (200) angeordnet sind.

9. Beschichtungsvorrichtung gemäß Anspruch 7,

wobei das obere Target (320a, 320b) in einer ersten Sputtering-Kammer (300a) und das untere Target (360c, 360d, 360e, 360f) in einer zweiten Sputtering-Kammer (300b, 300c) angeordnet ist.

10. Beschichtungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 7–9, weiterhin umfassend zusätzliche Sputtering-Kammern (300b, 300c), von denen jede ein oberes oder unteres Target (360c, 360d, 360e, 360f) enthält und die oberhalb bzw. unterhalb der Transportwalzen (210; 310) angeordnet sind.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

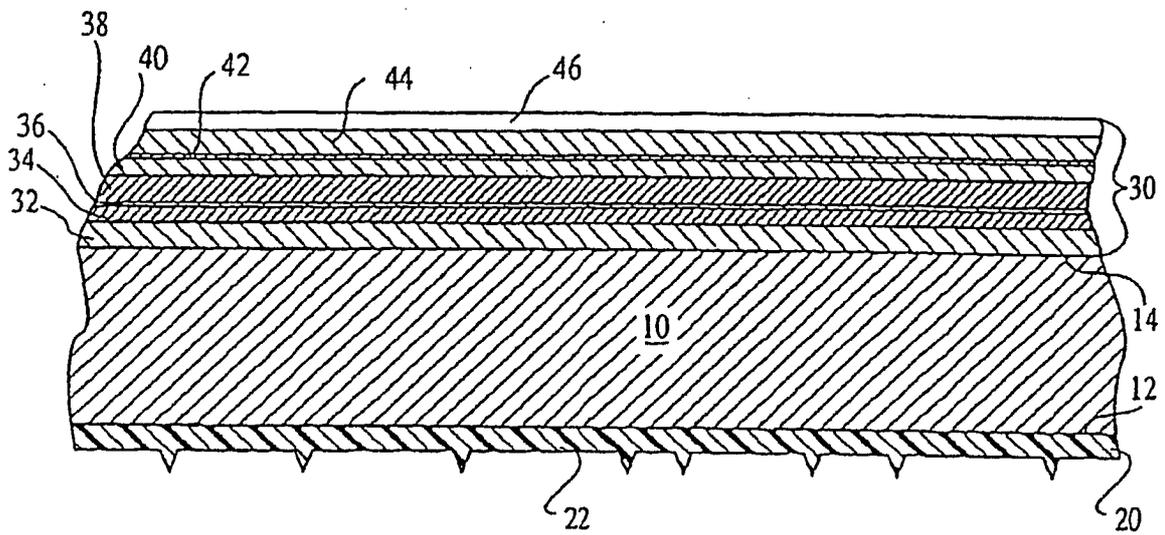


FIG. 1

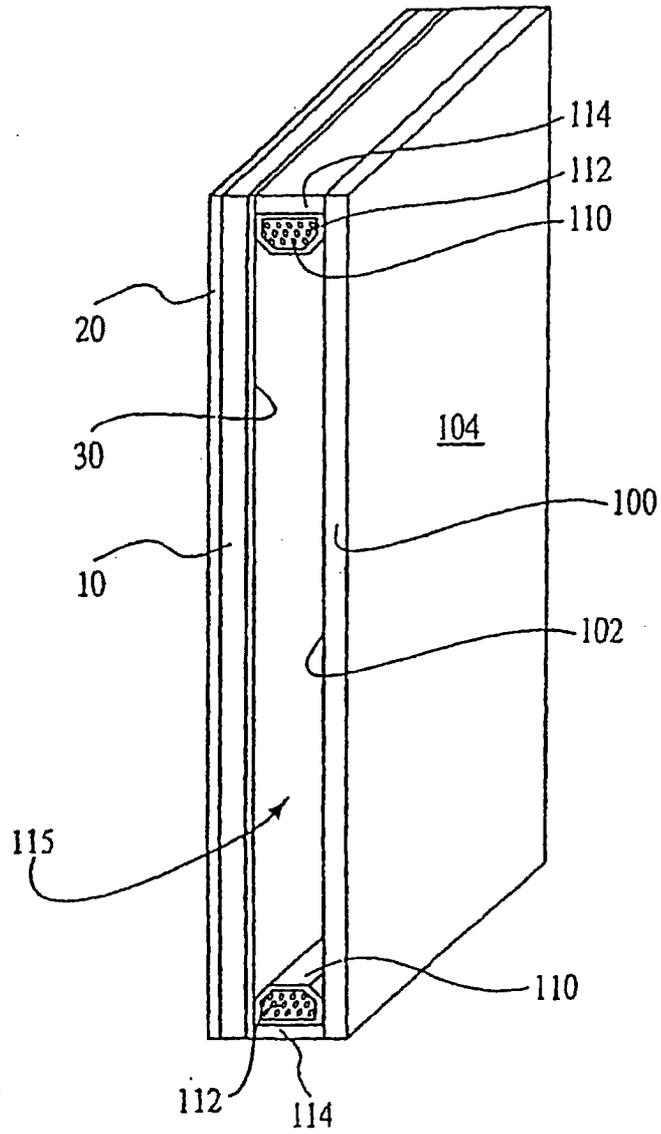


FIG. 2

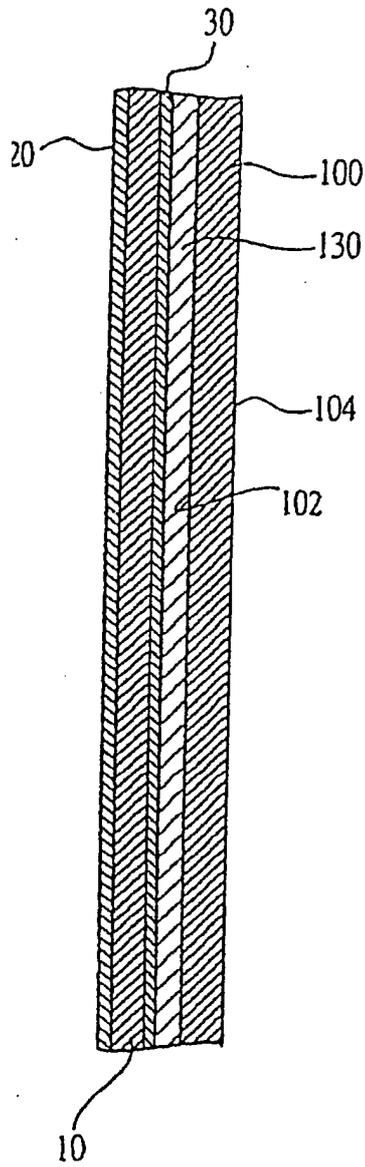


FIG. 3

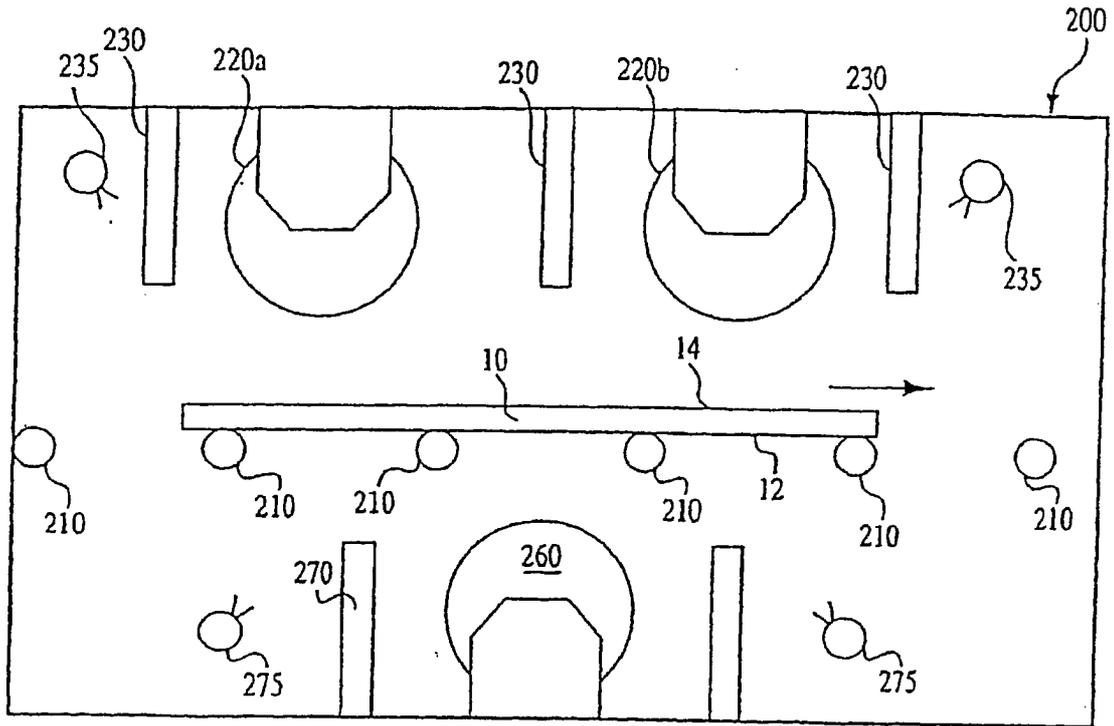


FIG. 4

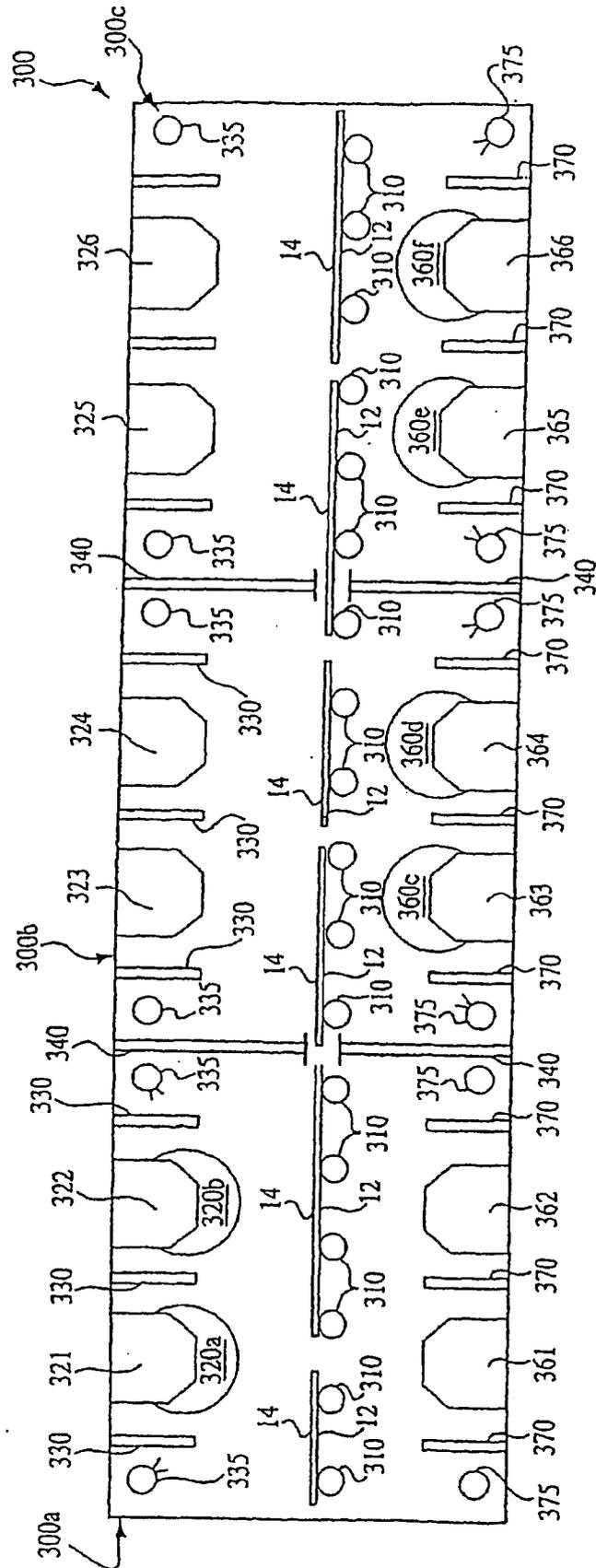


FIG. 5

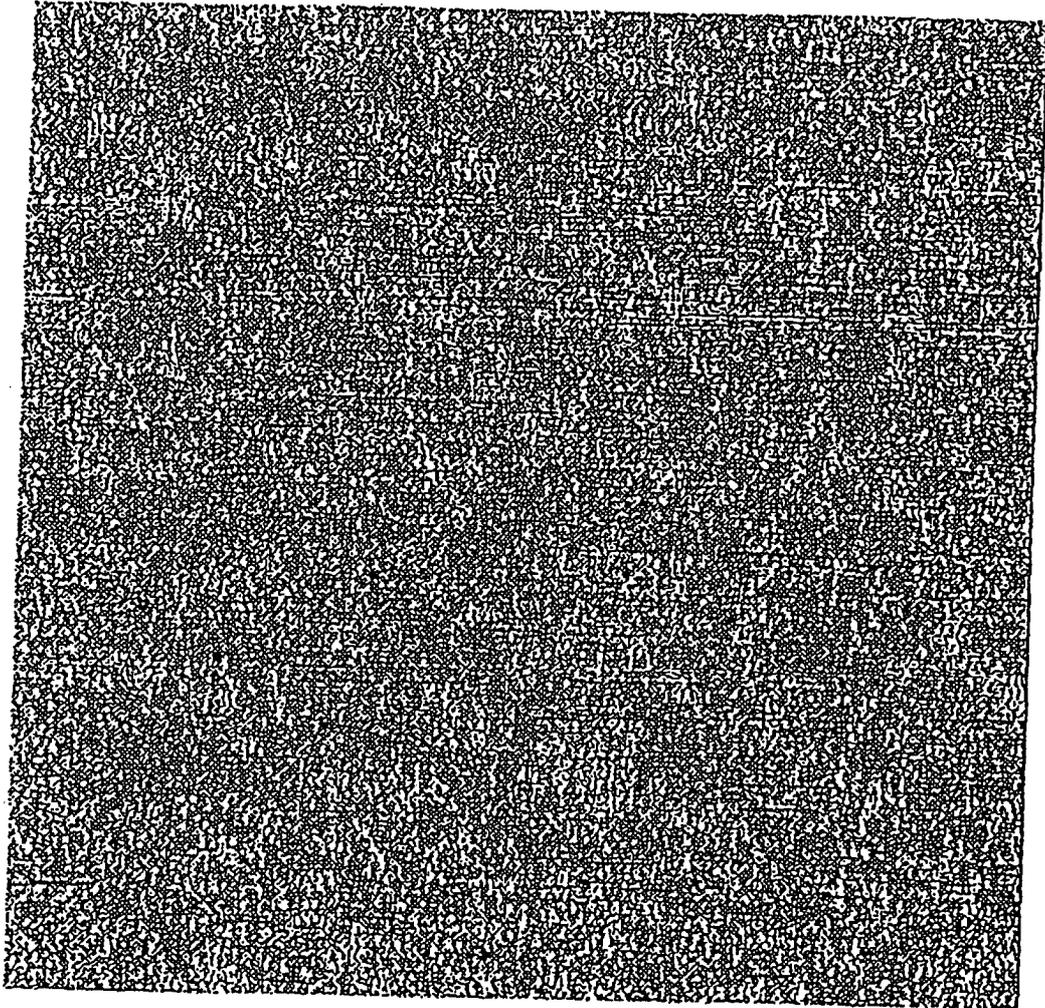


FIG. 6

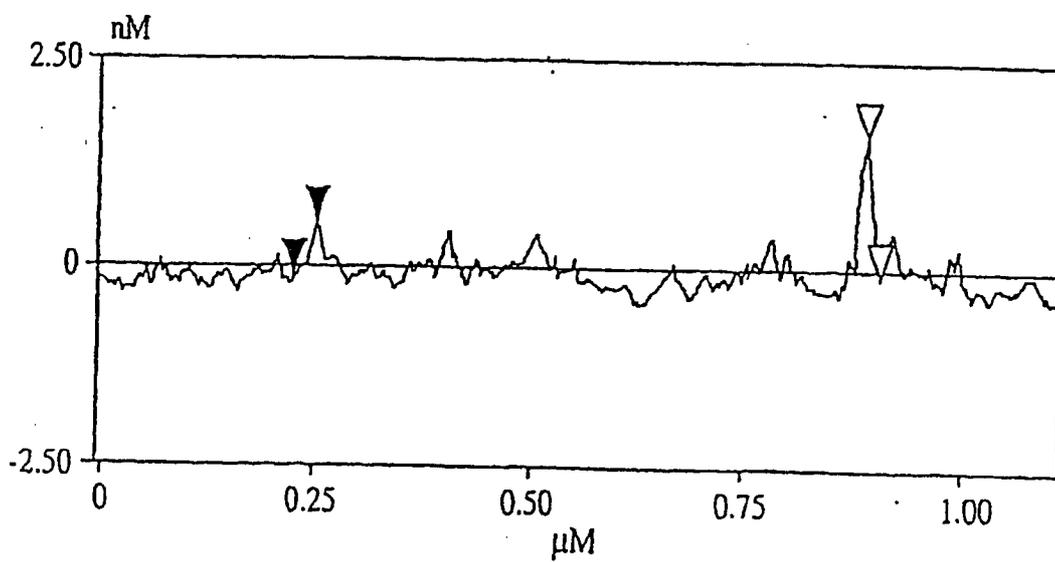


FIG. 7

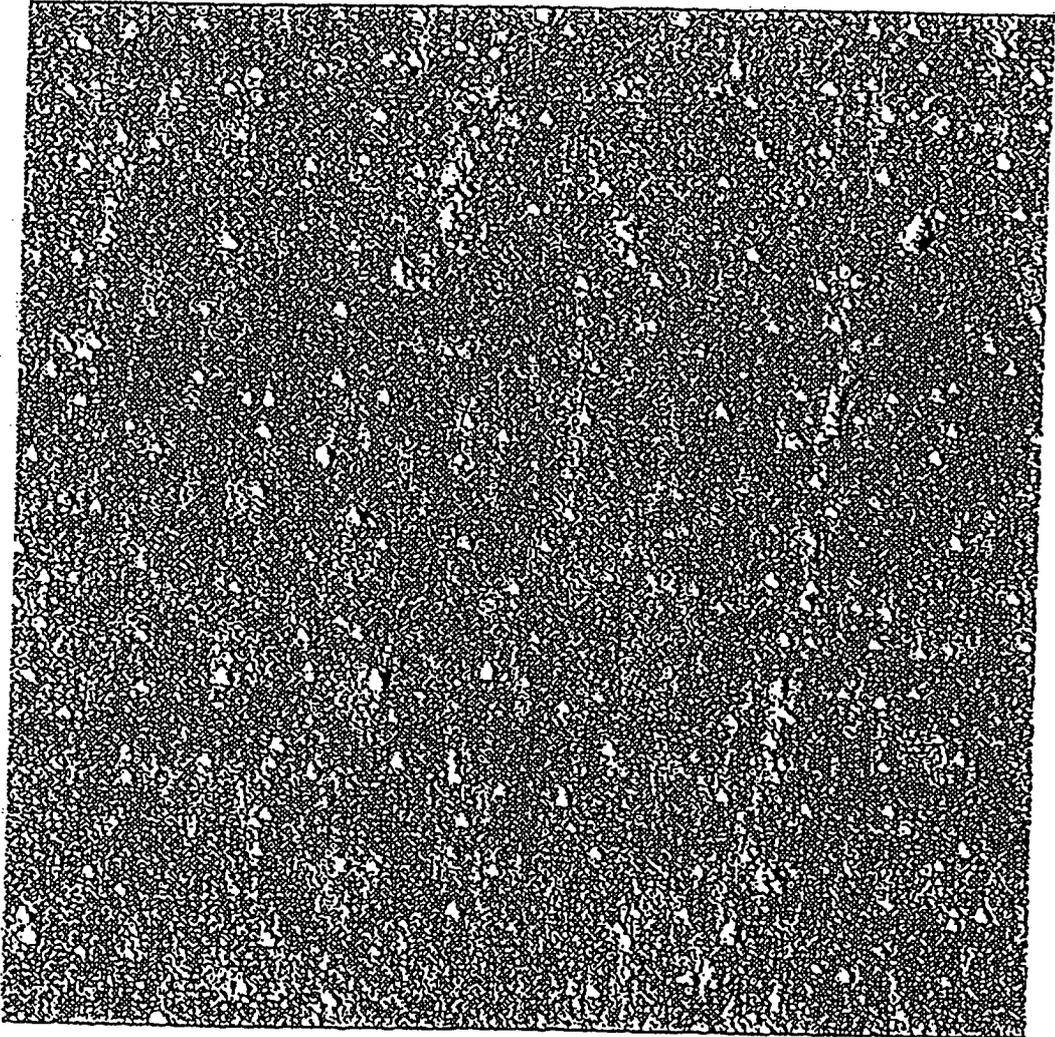


FIG. 8

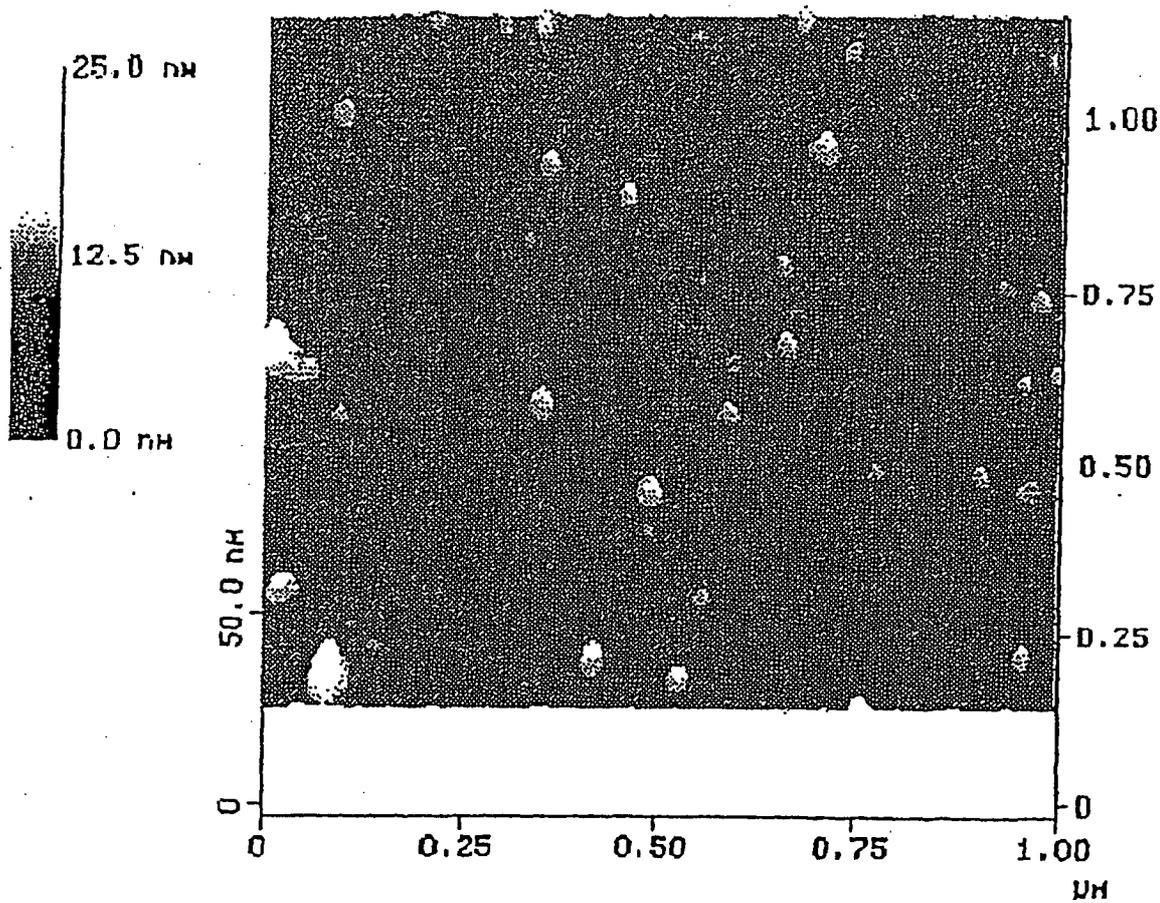


FIG. 9

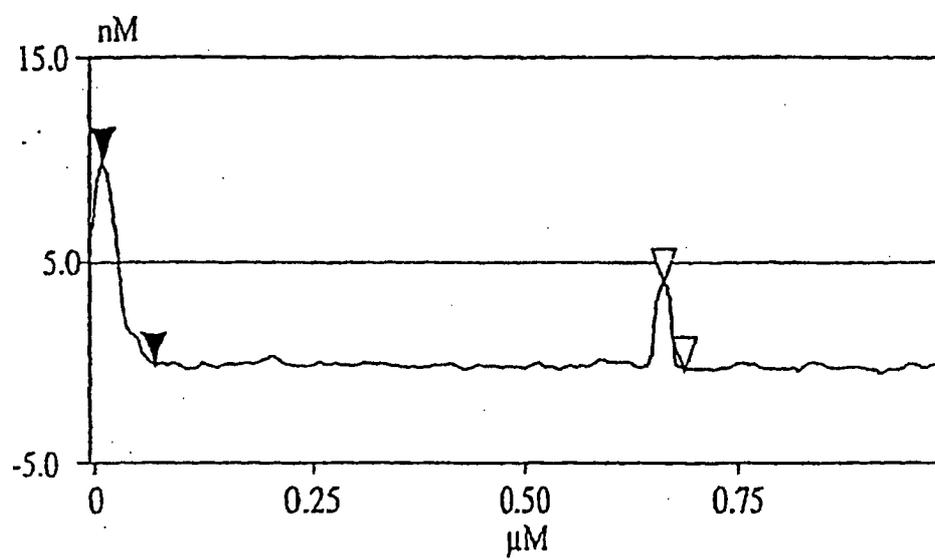


FIG. 10