(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2009 018 700 U1** 2013.01.10

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2009 018 700.4**
(22) Anmeldetag: **18.02.2009**
(47) Eintragungstag: **20.11.2012**
(43) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **10.01.2013**

(51) Int Cl.: ***C03B 5/225*** (2012.01)
C03C 3/083 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
61/067,130 **26.02.2008** **US**

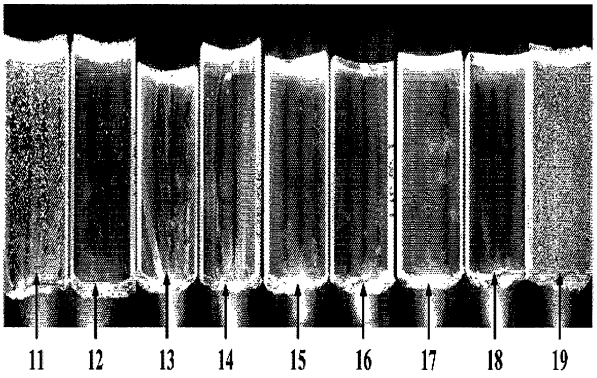
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Corning Incorporated, Corning, N.Y., US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80336, München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Läutermittel für Silikatgläser**

(57) Hauptanspruch: Silikatglas, wobei das Silikatglas eine Konzentration an Einschlüssen von weniger als 1 Einschluss/cm^3 aufweist, wobei das Silikatglas enthält:
60 bis 70 Mol-% SiO_2;
6 bis 14 Mol-% Al_2O_3;
0 bis 15 Mol-% B_2O_3;
0 bis 3,5 Mol-% Li_2O;
0 bis 20 Mol-% Na_2O;
0 bis 10 Mol-% K_2O;
0 bis 8 Mol-% MgO;
0 bis 2,5 Mol-% CaO;
0 bis 5 Mol-% ZrO_2;
0 bis 1 Mol-% SnO_2;
0 bis 1 Mol-% CeO_2; und
wobei 12 Mol-% ≤ $Li_2O + Na_2O + K_2O$ ≤ 20 Mol-% und
wobei das Silikatglas weniger als 50 ppm As_2O_3 enthält.



Beschreibung

QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN

[0001] Diese Patentanmeldung beansprucht die Priorität der vorläufigen Patentanmeldung mit der Anmeldenummer 61/067,130, welche am 26. Februar 2008 eingereicht worden ist, unter 35 U.S.C. § 119 (e).

HINTERGRUND

[0002] Die Erfindung betrifft Silikatgläser. Insbesondere betrifft die Erfindung Läutermittel für Silikatgläser. Insbesondere betrifft die Erfindung nichttoxische Läutermittel für solche Gläser.

[0003] Während der Glasbildung aus einer Schmelze besteht eine dahingehende Tendenz, dass Verunreinigungen in der Schmelze Gasbläschen bilden, welche auf dem Fachgebiet auch ”Einschlüsse” (”Keime”) bzw. ”seeds” genannt werden. Solche Einschlüsse beeinträchtigen die Eigenschaften und Qualität des Glases und es sind Bemühungen unternommen worden, um diese aus dem Glas zu entfernen bzw. zu ”läutern”.

[0004] Die Bildung von Einschlüssen ist für Silikatgläser problematisch. Insbesondere Aluminiumsilikatgläser (bzw. Alumosilikatgläser) oder andere Silikatgläser, welche bei einer hohen Temperatur schmelzen, sind sehr viel schwieriger zu läutern als andere Gläser. Die hohen Viskositäten solcher Gläser verlangsamen die Geschwindigkeit der Blasenentfernung über Stokes-Läuterung, d. h. durch Ermöglichen, dass die Blasen aufgrund von Auftriebskraft zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen.

[0005] Es sind Läutermittel, wie beispielsweise As_2O_3, Sb_2O_3 und Halogene, eingesetzt worden, um aus Aluminiumsilikatgläsern Blasen zu entfernen. Diese chemischen Läuterpakete arbeiten durch Freisetzen von Gas zu existierenden Blasen und verursachen, dass diese in ihrer Größe zunehmen und schneller zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen. Unglücklicherweise sind diese Verbindungen giftig, gefährlich zu handhaben, teuer und für umweltfreundliche grüne Produkte und Verfahren unerwünscht. In weichen Gläsern sind auch Sulfatläutermittel eingesetzt worden. Allerdings tragen diese zu Schwefelfreisetzungen bei und verschlimmern in der Tat die Bildung von Einschlüssen in Aluminiumsilikatgläsern.

ZUSAMMENFASSUNG

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft ein wie in den Schutzansprüchen spezifiziertes Silikatglas.

[0007] Die vorliegende Erfindung nutzt umweltfreundliche Läutermittel zum Verringern der Konzentration an Einschlüssen in einem Silikatglas. Das Läutermittel enthält wenigstens eine anorganische Verbindung, wie beispielsweise ein Hydrat oder ein Hydroxid, welche als eine Quelle für Wasser agiert. In einer Ausführungsform enthält das Läutermittel ferner wenigstens ein multivalentes Metalloxid und optional ein Oxidationsmittel. Es wird ferner ein schmelzformbares und ionenaustauschbares Silikatglas mit einer Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 bereitgestellt. Verfahren zum Verringern der Konzentration an Einschlüssen eines Silikatglases und ein Verfahren zum Herstellen eines Silikatglases mit einer Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 werden ebenfalls beschrieben.

[0008] Dementsprechend ist ein Aspekt der Erfindung die Bereitstellung eines Silikatglases. Das Silikatglas weist vorzugsweise eine Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 auf, wobei eine Charge aus Rohmaterialien, welche das Silikatglas ausbildet, wenigstens ein Läutermittel enthält. Das Läutermittel enthält wenigstens eine anorganische Verbindung, welche bei einer Temperatur, bei welcher eine Schmelze gebildet wird, als eine Quelle für Wasser agiert.

[0009] Ein anderer Aspekt der Erfindung ist die Bereitstellung eines Läutermittels für Silikatgläser. Das Läutermittel enthält eine anorganische Verbindung, welche bei einer Temperatur, bei der eine Schmelze gebildet wird, als eine Quelle für Wasser agiert, wobei das Wasser in der Schmelze Blasen bildet, um die Konzentration an Einschlüssen in dem Silikatglas auf weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 zu verringern.

[0010] Ein dritter Aspekt der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zum Verringern der Konzentration an Einschlüssen in einem Silikatglas. Das Verfahren umfasst die Schritte: Bereitstellen einer Charge, wobei die Charge Rohmaterialien für das Silikatglas und wenigstens ein Läutermittel enthält, wobei das wenigstens eine Läutermittel wenigstens eine anorganische Verbindung enthält, welche bei einer Temperatur, bei welcher eine Schmelze gebildet wird, als eine Quelle für Wasser agiert; Schmelzen der Charge, um die

Schmelze auszubilden; Verdampfen des Wassers, um Wasserdampf zu bilden, wobei der Wasserdampf in der Schmelze eine Vielzahl von Blasen ausbildet; Koaleszieren der Vielzahl von Blasen mit Einschlüssen in der Schmelze, um die Konzentration der Vielzahl von Einschlüssen in der Schmelze auf unterhalb eine vorbestimmte Konzentration zu verringern und Entfernen wenigstens eines Teils der koaleszierten Blasen und Einschlüsse aus der Schmelze.

[0011] Ein vierter Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahren zum Herstellen eines Silikatglases mit einer Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3. Das Verfahren umfasst die Schritte: Bereitstellen einer Charge, wobei die Charge Rohmaterialien für das Silikatglas und wenigstens ein Läutermittel enthält, wobei das wenigstens eine Läutermittel wenigstens eine anorganische Verbindung enthält, welche bei einer Temperatur einer Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert; Schmelzen der Charge, um die Schmelze auszubilden; Verdampfen des Wassers, um Wasserdampf zu bilden, wobei der Wasserdampf in der Schmelze eine Vielzahl von Blasen ausbildet; Koaleszieren der Vielzahl von Blasen mit Einschlüssen in der Schmelze, um die Konzentration an Einschlüssen in der Schmelze auf unterhalb eine vorbestimmte Konzentration zu verringern; Entfernen wenigstens eines Teils der koaleszierten Blasen und Einschlüsse aus der Schmelze und Verfestigen der Schmelze, um das Silikatglas auszubilden, wobei das Silikatglas eine Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 aufweist.

[0012] Diese und andere Aspekte, Vorteile und hervorstechenden Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung, den begleitenden Zeichnungen und den beigefügten Patentansprüchen offensichtlich.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] Fig. 1 ist eine Fotografie von polierten Querschnitten von aus Läutermitteln enthaltenden Schmelzen erhaltenen Gläsern;

[0014] Fig. 2 ist eine Fotografie von polierten Querschnitten von aus Schmelzen erhaltenen Gläsern, welche den Effekt von verschiedenen Läutermitteln auf die Konzentration von Einschlüssen in der Schmelze zeigen, und

[0015] Fig. 3 ist eine Fotografie von polierten Querschnitten von aus Schmelzen erhaltenen Gläsern, welche die Wirksamkeit von Hydroxidläutermitteln bei der Verringerung der Ausbildung von Einschlüssen vergleicht.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0016] In der nachfolgenden Beschreibung bezeichnen in den verschiedenen in den Figuren dargestellten Ansichten gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Teile. Es ist ebenfalls zu beachten, dass, sofern nicht anderweitig spezifiziert, Begriffe, wie beispielsweise ”oben”, ”unten”, ”außen”, ”innen” und dergleichen zweckmäßige Wörter sind und nicht dazu gedacht sind, beschränkende Begriffe zu sein. Ferner ist es zu beachten, dass, immer wenn eine Gruppe als wenigstens eines einer Gruppe von Elementen und Mischungen hiervon enthaltend beschrieben wird, die Gruppe irgendeine Anzahl dieser beschriebenen Elemente, entweder einzeln oder in Mischung miteinander, enthalten kann, daraus bestehen kann oder im Wesentlichen daraus bestehen kann. Wenn eine Gruppe als bestehend aus wenigstens einem einer Gruppe von Elementen oder Mischungen hiervon beschrieben wird, ist es ferner zu beachten, dass die Gruppe aus irgendeiner Anzahl dieser beschriebenen Elemente, entweder alleine oder in Mischung miteinander, bestehen kann. Sofern nicht anders beschrieben, umfasst ein Wertebereich, wenn beschrieben, sowohl die oberen als auch unteren Grenzen des beschriebenen Bereiches.

[0017] Bezugnehmend auf die Zeichnungen im Allgemeinen und insbesondere auf die Fig. 1 ist es zu beachten, dass die Illustrationen lediglich zum Zwecke der Beschreibung einer spezifischen Ausführungsform der Erfindung gedacht sind und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung hierauf zu beschränken.

[0018] Gläser mit relativ hohen Viskositäten (d. h. mit Viskositäten bei ungefähr 1.500°C bis 1.675°C von 200 Poise) können ein Schmelzen erfordern, um ein Glas mit niedrigen Mengen an Einschlüssen zu erhalten. Gasförmige Einlagerungen, Bläschen oder Blasen, welche hier auch als ”Einschlüsse” bezeichnet werden, tendieren dazu, einen nachteiligen Effekt auf die optische Qualität und die Eigenschaften des Glases auszuüben. Beispielsweise beeinträchtigt die Gegenwart von Einschlüssen den Brechungsindex, die Dichte und die Transmission von Licht durch das Glas. Um die Eliminierung oder Verringerung der Konzentration dieser gasförmigen Einschlüsse zu unterstützen, ist es in einigen Fällen hilfreich, chemische Läutermittel zuzugeben. Solche

Läutermittel füllen Blasen in einem frühen Zustand mit Gas, wodurch die Geschwindigkeit erhöht wird, mit welcher die Blasen durch die Schmelze aufsteigen. Typische Läutermittel umfassen, sind aber nicht beschränkt auf: Oxide von Arsen, Antimon, Zinn und Cer; Metallhalogenide (Fluoride, Chloride und Bromide); Metallsulfate und dergleichen. Arsenoxide sind besonders effektive Läutermittel, weil diese Sauerstoff sehr spät in dem Schmelzzustand freisetzen. Allerdings werden Arsen und Antimon im Allgemeinen als gefährliche Materialien angesehen. Daher kann es bei besonderen Anwendungen vorteilhaft sein, vollständig auf die Verwendung von Arsen oder Antimon zu verzichten und anstelle dessen eine nicht-toxische Komponente einzusetzen, um einen Läutereffekt herzustellen.

[0019] Die vorliegende Erfindung verringert die Anzahl von Einschlüssen in Silikatgläsern durch Bereitstellen von Läutermitteln, welche wenigstens eine anorganische Verbindung enthalten, welche bei einer Temperatur einer durch die Mischung aus Rohmaterialien (hier ebenfalls als die ”Charge” oder ”Chargenmaterialien” bezeichnet), welche zur Ausbildung des Silikatglases eingesetzt wird, gebildeten Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert. Die anorganische Verbindung kann bei einer Temperatur unterhalb der Temperatur der Schmelze schmelzen oder sich zersetzen und Wasser erzeugen. Das Wasser ist in der Schmelze anfänglich als Dampf gelöst. Wenn sich die Temperatur der Schmelz erhöht, treibt der Wasserdampf aus der Lösung heraus und bildet in der Schmelze Blasen. Beispielsweise zersetzt sich Aluminiumhydroxid ($Al(OH)_3$), welches als ein Läutermittel eingesetzt wird, um bei Temperaturen unterhalb derjenigen, bei der die Schmelze anfänglich auftritt, Böhmit ($AlO\cdot(OH)$) und Wasser zu bilden. Der Böhmit wird sich bei höheren Temperaturen zersetzen, um Aluminiumoxid (Al_2O_3) und Wasser auszubilden, und das durch diese Zweischrittzersetzung hergestellte Wasser wird letztlich Blasen in der Schmelze ausbilden. Das Läutermittel ist ebenfalls im Wesentlichen frei von Arsen und Antimon.

[0020] In einer Ausführungsform enthält die Wasserquelle wenigstens eines von einem Hydrat, einem Metallhydroxid und Mischungen hiervon. Hydrate sind feste anorganische Verbindungen, welche Wassermoleküle enthalten, welche entweder an ein Metall- oder Siliziumzentrum gebunden sind oder mit einem Metallkomplex kristallisiert sind. Es wird gesagt, dass solche Hydrate ”Kristallwasser” oder ”Hydratwasser” enthalten. Mit der Ausnahme von Borsäure können solche Hydrate Oxidhydrate oder Salze, welche aus irgendeinem der Bestandteile des Silikatglases (beispielsweise Aluminiumoxid, Alkali- und Erdalkalimetallen, Zirkonium) gebildet sind, einschließen. Metallhydroxide sind Verbindungen, welche ein Metall und das zweiatomige Hydroxyl OH^--Anion enthalten.

[0021] Nicht beschränkende Beispiele für anorganische oder Metallhydrate und -hydroxide schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf: Phyllosilikate, wie beispielsweise Tone und Glimmer; Zeolithe, andere hydrierte Silikate und dergleichen. Tone, welche als eine Wasserquelle in dem Läutermittel eingesetzt werden können, schließen ein: Aluminiumsilikathydroxide, wie beispielsweise Kaolinit und Pyrophillit; Talk (Magnesiumsilikathydroxid); Montmorillonit-Smektit (beispielsweise Bentonit) und Mischungen hiervon, wie beispielsweise Klinochlor ($(Mg_5Al)(AlSi_3)O_{10}(OH)_8$). Zeolithe sind hydratisierte Aluminiumsilikate mit symmetrisch gestapelten Aluminium- und Silika-Tetraedern, welche eine offene, stabile, dreidimensionale Honigwabenstruktur mit einer negativen Ladung ausbilden. Zeolithe, welche in dem Läutermittel als eine Wasserquelle eingesetzt werden können, schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf: Mineralzeolithe, wie beispielsweise Analcim, Chabasit, Heulandit, Natrolit, Phillipsit, Stilbit und Mordenit. Natrolit ($Na_2Al_2Si_3O_{10}\cdot 2H_2O$) weist eine Formel auf, welche für solche Mineralzeolithe typisch ist. Synthetische Zeolithe, wie beispielsweise Zeolith A, ZSM-5 und dergleichen können ebenfalls in dem Läutermittel eingesetzt werden.

[0022] In einer Ausführungsform enthält das Läutermittel wenigstens ein Metallhydroxid. Solche Hydroxide können die Hydroxide einschließen, welche durch irgendeinen der Bestandteile des Silikatglases (beispielsweise Aluminiumoxid ($Al(OH)_3$), Alkalimetalle (beispielsweise NaOH, KOH, LiOH) und Erdalkalimetalle ($Mg(OH)_2$, $Ca(OH)_2$, $Sr(OH)_2$, $Ba(OH)_2$), Zirkonium ($Zr(OH)_4$)) gebildet sind. Des Weiteren kann das Läutermittel das Mineral Hydroromarchit ($Sn_3O_2(OH)_2$) sowie Hydroxide von Zink ($Zn(OH)_2$) und Gallium ($Ga(OH)_3$) enthalten.

[0023] In einer anderen Ausführungsform enthält das Läutermittel ferner wenigstens ein multivalentes Metalloxid, welches als eine Quelle für Sauerstoff zu der Schmelze agiert, und optional ein Oxidationsmittel. Diese multivalenten Metalloxide werden in der Glasschmelze reduziert und setzen Sauerstoff frei, welcher ebenfalls Blasen ausbilden kann. Nicht beschränkende Beispiele für solche Oxide schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf Zinn(IV)-Oxid (SnO_2), Cer(IV)-Oxid oder Ceroxid (CeO_2) und dergleichen. Das Läutermittel enthält in einer Ausführungsform bis zu 0,5 Mol-% SnO_2, bis zu 0,5 Mol-% CeO_2 und optional 0 bis 4 Mol-% Oxidationsmittel.

[0024] Oxidationsmittel, wie beispielsweise, aber nicht beschränkt auf Aluminiumnitrat, Alkalimetallnitrate, Erdalkalimetallnitrate, Zirkoniumnitrat, Ammoniumnitrat und dergleichen, reoxidieren die multivalenten Metalloxide in der Schmelze und verstärken so die Wirksamkeit des Läutermittels. Der durch die Reduktion von multivalenten Metalloxiden, wie beispielsweise Zinn(IV)-Oxid und Ceroxid, hergestellte Sauerstoff wird durch das Oxidationsmittel absorbiert und in dem Läuterprozess wieder verwendet, anstatt durch enthaltene Verunreinigungen und organische Verbindungen verbraucht zu werden.

[0025] Die hier beschriebenen Läutermittel sind in dem Rest der Rohmaterialien, welche eingesetzt werden, um das Silikatglas zu formulieren, chargiert. Die anorganischen Verbindungen, welche als Quellen für Wasser zugegeben werden, wie beispielsweise die Hydrate und Hydroxide, bilden bei der Freisetzung von Wasser Oxide, welche als ein Teil der Glaszusammensetzung gelten.

[0026] Die Quelle für Wasser zersetzt sich unter Freisetzung von Wasser, welches zunächst in der anfänglichen Schmelze gelöst wird und später aus der Lösung ausgetrieben wird und in der Schmelze verdampft, sowie Blasen ausbildet, welche mit bereits in der Schmelze existierenden Blasen koaleszieren bzw. zusammenfließen. Diese Koaleszenz vergrößert die Größe der existierenden Blasen, welche in der Schmelze durch Verunreinigungen erzeugt worden sind, wodurch diese veranlasst werden, schneller bis zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen und zu entweichen. Jedes Mol Aluminiumhydroxid zersetzt sich in der Schmelze beispielsweise zuerst unter Ausbildung von Böhmit, welches sich dann unter Bildung von Aluminiumoxid zersetzt, welches letztlich 1,5 Mol Wasser freisetzt, und zwar gemäß den nachfolgenden Gleichungen:

$Al(OH)_3 \rightarrow AlO\cdot(OH) + H_2O$ und

$AlO\cdot(OH) \rightarrow 1/2Al_2O_3 + 1/2H_2O$.

[0027] Ausgedrückt auf Basis der Menge von Aluminiumoxid, welches anfänglich als Aluminiumhydroxid in das Glas eingeführt wird (einchargiert wird), liefert jedes Mol Al_2O_3, welches eingeführt wird, 3 Mol Wasserdampf zu der Schmelze. Vorausgesetzt, dass 1 Mol jedes Gases bei Standardtemperatur und Standarddruck (1 kPa (1 bar) Druck, 273 K) bzw. STP 22,4 Liter einnimmt, setzt jedes Mol Al_2O_3, welches als $Al(OH)_3$ (Molekulargewicht 156 Gramm) einchargiert wird, 67 Liter Gas frei. Wenn das Gas bei der Temperatur der Schmelze freigesetzt wird, wird das tatsächliche Volumen des pro jedem Mol Aluminiumoxid, welches als $Al(OH)_3$ einchargiert worden ist, freigesetzten Gases viel größer als 67 Liter sein. Bei 1.000°C (1.273 K) beispielsweise setzt jedes Mol als $Al(OH)_3$ einchargiertes Aluminiumoxid ein Volumen von ungefähr 312 Litern gasförmigem Wasser frei.

[0028] Gleichermaßen zersetzt sich ein Mol Natriumhydroxid unter Ausbildung von Natriumoxid und Wasserdampf gemäß der nachfolgenden Reaktion:

$NaOH \rightarrow 1/2Na_2O + 1/2H_2O$.

[0029] Die Menge des als Natriumhydroxid einchargierten Na_2O liefert ein Mol Wasserdampf zu der Schmelze. Bei STP weist ein Mol eines Gases ein Volumen von 22,3 Litern auf. Wie zuvor beschrieben, wird gasförmiges Wasser bei der Temperatur der Schmelze freigesetzt und das tatsächliche Volumen von pro Mol Natriumoxid, welches als NaOH einchargiert worden ist, freigesetztem Gas wird sehr viel größer als 22,3 Liter sein.

[0030] In einer Ausführungsform wird wenigstens 1 Mol Wasser pro Kilogramm Glas eingesetzt, um das Glas wirksam ”zu läutern” – d. h. um die Anzahl von Einschlüssen oder Blasen in dem Glas zu verringern. In einer anderen Ausführungsform werden 5 bis 50 Mol H_2O/kg Glas eingesetzt, um das Glas zu läutern. Die Menge des benötigten Wassers, um das Glas zu läutern, hängt teilweise von der Dichte des Glases und von anderen Faktoren, wie beispielsweise von der Viskosität, der Temperatur der Schmelze und der Zusammensetzung des Glases ab. Abhängig von den Parametern für ein bestimmtes Glas kann es in einigen Fällen möglich sein, weniger 1 Mol H_2O/kg Glas zu verwenden, um das Glas wirksam zu läutern.

[0031] Die hier beschriebenen Läutermittel können wenigstens 0,25 Mol und in einer Ausführungsform 0,5 Mol Gas (Wasserdampf, Sauerstoff oder dergleichen) pro Mol des Läutermittels zu der Schmelze liefern. Die Läutermittel können eine Konzentration an Einschlüssen in dem Silikatglas von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 oder alternativ als ungefähr 5 Einschlüssen pro Pfund (454 Gramm) Silikatglas liefern. In einer Ausführungsform können die hier beschriebenen Läutermittel ein Silikatglas herstellen, welches im Wesentlichen frei von Einschlüssen ist.

[0032] Die hier beschriebenen Läutermittel können auch als ”flüchtige” Flussmittel wirken, welche die Viskosität der Schmelze verringern, was verursacht, dass die Blasen schneller zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen.

[0033] Es wird ebenfalls ein Silikatglas mit einer Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 oder alternativ als ungefähr 5 Einschlüssen pro Pfund (454 Gramm) Silikatglas bereitgestellt. In einer Ausführungsform ist das Silikatglas im Wesentlichen frei von Einschlüssen. Wenigstens eines der hier beschriebenen Läutermittel wird zu einer Charge zugegeben, welche Rohmaterialien für das Silikatglas enthält. Solche Rohmaterialien zum Herstellen des hier beschriebenen Silikatglases sind in dem Stand der Technik bekannt. Nach der Zugabe des wenigstens einen Läutermittels zu der Charge wird die Charge geschmolzen. Das Läutermittel enthält wenigstens eine anorganische Verbindung, welche bei einer Temperatur einer Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert. Das Silikatglas kann eines von einem Borsilikatglas, einem Aluminiumsilikatglas und Mischungen hiervon, wie beispielsweise ein Aluminiumborsilikatglas, sein.

[0034] In einer Ausführungsform enthält das Silikatglas: 60–70 Mol-% SiO_2; 6–14 Mol-% Al_2O_3; 0–15 Mol-1% B_2O_3; 0–15 Mol-% Li_2O; 0–20 Mol-% Na_2O; 0–10 Mol-% K_2O; 0–8 Mol-% MgO; 0–10 Mol-% CaO; 0–5 Mol-% ZrO_2; 0–1 Mol-% SnO_2; 0–1 Mol-% CeO_2; weniger als 50 ppm As_2O_3 und weniger als 50 ppm Sb_2O_3; wobei 12 Mol-% ≤ $Li_2O + Na_2O + K_2O$ ≤ 20 Mol-% und 0 Mol-% ≤ MgO + CaO ≤ 10 Mol-%. In einer anderen Ausführungsform enthält das Silikatglas: 63.5–66,5 Mol-% SiO_2; 8–12 Mol-% Al_2O_3; 0–3 Mol-% B_2O_3; 0–5 Mol-% Li_2O; 8–18 Mol-% Na_2O; 0–5 Mol-% K_2O; 1–7 Mol-% MgO; 0–2,5 Mol-% CaO; 0–3 Mol-% ZrO_2; 0,05–0,25 Mol-% SnO_2; 0,05–0,5 Mol-% CeO_2; weniger als 50 ppm As_2O_3 und weniger als 50 ppm Sb_2O_3; wobei 14 Mol-% ≤ $Li_2O + Na_2O + K_2O$ ≤ 18 Mol-% und 2 Mol-% 5 MgO + CaO ≤ 7 Mol-% sind.

[0035] Der größte einzelne Bestandteil des Silikatglases ist SiO_2, welches die Matrix des Glases ausbildet und in den erfindungsgemäßen Gläsern in einer Konzentration in einem Bereich von ungefähr 60 Mol-% bis zu und einschließlich ungefähr 70 Mol-% vorhanden ist. SiO_2 dient als ein Viskositätsverbesserer, welcher die Formbarkeit unterstützt und dem Glas eine chemische Beständigkeit verleiht. Bei Konzentrationen, welche höher sind als der zuvor beschriebene Bereich, erhöht SiO_2 die Schmelztemperatur erheblich. Bei Konzentrationen unterhalb des 60–70 Mol-% SiO_2-Bereichs leidet die Glaslebensdauer. Des Weiteren können niedrigere SiO_2-Konzentrationen verursachen, dass sich die Liquidustemperatur in Gläsern mit hohen Alkali- oder Erdalkalimetalloxidkonzentrationen erheblich erhöht.

[0036] Der größere Alkalimetalloxidgehalt des Silikatglases erleichtert das Schmelzen, erweicht das Glas, ermöglicht einen Ionenaustausch, verringert den Schmelzwiderstand und bricht das Glasnetzwerk auf, was die Wärmeausdehnung erhöht und die Lebensdauer verringert. Mischungen von Alkalimetalloxiden helfen beim Herabsetzen der Liquidustemperatur und können zudem den Ionenaustausch erhöhen. Während Li_2O einen schnellen Ionenaustausch, eine niedrige Dichte und ein hohes Modul liefert, ist dieses ebenfalls sehr teuer. Na_2O ist für Ionenaustausch durch K^+-Ionen für eine chemische Verfestigung sehr wünschenswert und liefert in Bezug auf Entglasung stabile Gläser. Geringe Mengen an K_2O relativ zu Na_2O helfen in der Tat dabei, die Austauschgeschwindigkeit von Na^+-Ionen durch K^+-Ionen zu erhöhen und die Liquidustemperatur zu verringern, aber auch dabei, die Wärmeausdehnbarkeit des Glases zu erhöhen.

[0037] Aluminiumoxid (Al_2O_3) und zu einem geringeren Ausmaß Zirkoniumoxid (ZrO_2) weisen einen gegenteiligen Effekt zu den Alkalimetalloxiden auf. Des Weiteren fängt Al_2O_3 nicht brückenbildende Sauerstoffe (NBO'e) ein, um AlO_4-Tetraeder zu bilden, während es das Glas thermisch härter macht. Aluminiumoxid und Zirkoniumoxid liefern ebenfalls eine niedrigere Expansion und eine größere Lebensdauer, aber machen es bei hohen Konzentrationen schwieriger, das Glas zu schmelzen. In den meisten ionenaustauschbaren Gläsern ist $R_2O > Al_2O_3$ (wobei R_2O wenigstens ein Alkalimetalloxid, wie beispielsweise Li_2O, Na_2O, K_2O bedeutet), weil Gläser, in welchen $R_2O = Al_2O_3$ ist, sehr schwer zu schmelzen sind, wenn B_2O_3 nicht anwesend ist.

[0038] Erdalkalimetalloxide helfen dabei, eine steilere Viskositätskurve für die Gläser zu erzeugen. Der Ersatz von Alkalimetalloxiden durch Erdalkalimetalloxide erhöht im Allgemeinen die obere und untere Kühltemperatur des Glases, während die zum Herstellen von qualitativ hochwertigem Glas benötigten Schmelztemperaturen verringert werden. MgO und CaO sind weniger teuer als SrO und BaO und erhöhen die Dichte nicht so stark wie die schwereren Oxide. BaO wird ebenfalls als ein gefährliches oder toxisches Material betrachtet und dessen Anwesenheit ist daher unerwünscht. Dementsprechend ist das Glas in einer Ausführungsform im Wesentlichen frei von Barium. Große Mengen an MgO tendieren zu einer Erhöhung der Liquidustemperatur, weil das Oxid bei niedrigen MgO-Konzentrationen in Natriumaluminiumsilikatgläsern anfällig für die Bildung von Forsterit (Mg_2SiO_4) ist.

[0039] B_2O_3 kann als ein Flussmittel eingesetzt werden, um Gläser zu erweichen und diese leichter zum Schmelzen zu bringen. B_2O_3 hilft ebenfalls beim Einfangen von nicht brückenbildenden Sauerstoffatomen (NBO'en), wodurch die NBO'e durch die Ausbildung von BO_4-Tetraedern zu Brückensauerstoffatomen umgewandelt werden, was die Zähigkeit des Glases durch Minimieren der Anzahl von schwachen NBO'en erhöht. B_2O_3 verringert ebenfalls die Härte des Glases, was, wenn mit der höheren Zähigkeit gekoppelt, die Sprödigkeit verringert, was dadurch zu mechanisch dauerhaftem Glas führt.

[0040] Arsen und Antimon werden weithin als gefährliche oder toxische Materialien erachtet und daher ist ihre Anwesenheit unerwünscht. Dementsprechend ist das Silikatglas in einer anderen Ausführungsform im Wesentlichen frei von wenigstens einem von Arsen, Antimon und Barium.

[0041] In einer Ausführungsform weist das Silikatglas eine Liquidus-Viskosität von wenigstens 100 Kilopoise (kPoise) auf. In einer anderen Ausführungsform beträgt die Liquidus-Viskosität wenigstens 160 kPoise und in einer dritten Ausführungsform beträgt die Liquidus-Viskosität wenigstens 220 kPoise. Wie hier verwendet, bezieht sich der Begriff ”Liquidus-Viskosität” auf die Viskosität eines geschmolzenen Glases bei der Liquidustemperatur, wobei sich die Liquidustemperatur auf die Temperatur bezieht, bei welcher die allerletzten Kristalle wegschmelzen, wenn die Temperatur von Raumtemperatur erhöht wird. Diese Eigenschaften erlauben diesen Silikatgläsern, dass diese nach unten ziehbar sind, d. h. das Glas kann unter Verwendung von Down-Draw-(”nach unten-”)Ziehverfahren zu Folien bzw. Bahnen gezogen werden, wie beispielsweise durch, aber nicht beschränkt auf Schmelzzieh- und Schlitzziehverfahren, welche dem Fachmann auf dem hier relevanten Fachgebiet bekannt sind. Solche Down-Draw-Verfahren werden bei der großindustriellen Herstellung von ionenaustauschbaren Flachgläsern eingesetzt.

[0042] Das Schmelzziehverfahren nutzt einen Ziehtank, welcher einen Kanal zum Aufnehmen von geschmolzenem Glasrohmaterial umfasst. Der Kanal weist Wehre auf, welche an dem oberen Ende entlang der Länge des Kanals auf beiden Seiten des Kanals offen sind. Wenn sich der Kanal mit geschmolzenem Material füllt, läuft das geschmolzene Glas über die Wehre. Aufgrund der Schwerkraft fließt das geschmolzene Glas an den Außenflächen des Ziehtanks hinab. Diese Außenflächen erstrecken sich nach unten und nach innen, so dass sich diese an einer Kante unterhalb des Ziehtanks verbinden. Die beiden fließenden Glasflächen verbinden sich an dieser Kante, um zu fusionieren und eine einzelne fließende Bahn zu bilden. Das Schmelzziehverfahren bietet den Vorteil dass, weil die beiden Glasfilme, welche über den Kanal fließen, miteinander fusionieren, keine der Außenflächen der resultierenden Glasbahn in Kontakt mit irgendeinem anderen Teil der Vorrichtung kommt. Folglich werden die Oberflächeneigenschaften der Glasbahn nicht durch einen solchen Kontakt beeinträchtigt.

[0043] Das Schlitzziehverfahren unterscheidet sich von dem Schmelzziehverfahren. Bei diesem wird das geschmolzene Rohmaterialglas in einen Ziehtank eingeführt. Der Boden des Ziehtanks weist einen offenen Schlitz mit einer Düse auf, welche sich entlang der Länge des Schlitzes erstreckt. Das geschmolzene Glas fließt durch den Schlitz/Düse und wird als eine kontinuierliche Bahn nach unten hindurch und zu einem Kühlbereich gezogen. Im Vergleich zu dem Schmelzziehverfahren führt das Schlitzziehverfahren zu einer dünneren Bahn, weil lediglich eine einzelne Bahn durch den Schlitz gezogen wird und nicht zwei Bahnen miteinander fusioniert werden, wie in dem Down-Draw-Schmelzziehverfahren.

[0044] Down-Draw-Verfahren liefern Flächen, welche vergleichsweise rein sind. Weil die Festigkeit der Glasoberfläche durch die Menge und die Größe der Oberflächendefekte gesteuert wird, weist eine reine Oberfläche, welche einen minimalen Kontakt aufweist, eine höhere anfängliche Festigkeit auf. Wenn dieses hochfeste Glas dann chemisch verfestigt wird, ist die resultierende Festigkeit größer als die einer Fläche, welche poliert oder geschliffen worden ist. Chemisches Verfestigen oder Tempern durch Ionenaustausch erhöht ebenfalls die Beständigkeit des Glases gegenüber Defektbildung aufgrund der Handhabung. Nach unten gezogenes Glas kann bis zu einer Dicke von weniger als ungefähr 2 mm gezogen werden. Des Weiteren weist nach unten gezogenes Glas eine sehr flache, glatte Oberfläche auf, welche ohne aufwendiges Schleifen und Polieren in dessen Endanwendung eingesetzt werden kann.

[0045] In einer Ausführungsform ist das hier beschriebene Silikatglas im Wesentlichen frei von Lithium. Wie hier verwendet, bedeutet ”im Wesentlichen frei von Lithium”, dass während einem der Verarbeitungsschritte, welche zu der Ausbildung des Alkalialuminiumsilikatglases führen, Lithium nicht absichtlich zu dem Glas oder den Glasrohmaterialien zugegeben wird. Es ist zu beachten, dass ein Silikatglas oder ein Silikatglasgegenstand, welcher im Wesentlichen frei von Lithium ist, aufgrund von Kontamination unbeabsichtigt kleine Mengen Lithium enthalten kann. Die Abwesenheit von Lithium verringert die Vergiftung von Ionenaustauschbädern und reduziert folglich den Bedarf an einer Regeneration der Salzzuführung, welche erforderlich ist, um das Glas

chemisch zu härten. Des Weiteren ist das Glas aufgrund der Abwesenheit von Lithium mit kontinuierlichen Einheit-(CU)-Schmelztechnologien, wie den zuvor beschriebenen Down-Draw-Verfahren und den darin verwendeten Materialien, kompatibel, wobei die letztgenannten sowohl Feuerfestmaterial aus geschmolzenem Zirkoniumoxid und Aluminiumoxid als auch Isorohre (Isopipe) aus Zirkoniumoxid und Aluminiumoxid enthalten.

[0046] In einer Ausführungsform enthält das Silikatglas wenigstens ein Alkalimetalloxid und ist ionenaustauschbar. Wie hier verwendet, wird der Begriff "ionenaustauschbar" verwendet, um zu bezeichnen, dass das Glas durch Ionenaustauschverfahren, welche den Fachleuten bekannt sind, verfestigt werden kann. Solche Ionenaustauschverfahren schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf das Behandeln des erhitzten Alkalialuminiumsilikatglases mit einer erhitzten Lösung, welche Ionen mit einem größeren Ionenradius als den Ionen, welche in der Glasoberfläche enthalten sind, enthält, wodurch die kleineren Ionen durch die größeren Ionen ersetzt werden. Beispielsweise könnten Kaliumionen in dem Glas Natriumionen ersetzen. Alternativ dazu könnten andere Alkalimetallionen mit größeren Atomradien, wie beispielsweise Rubidium oder Cäsium, kleinere Alkalimetallionen in dem Glas ersetzen. Alternativ dazu könnten die kleineren Alkalimetallionen durch Ag^+-Ionen ersetzt werden. Gleichermaßen können in den Ionenaustauschverfahren andere Alkalimetallsalze, wie beispielsweise, aber nicht beschränkt auf Sulfate, Halogenide und dergleichen eingesetzt werden. In einer Ausführungsform wird das nach unten gezogene Glas durch Platzieren in einem geschmolzenen Salzbad, welches KNO_3 enthält, für eine vorbestimmte Zeitspanne chemisch verfestigt, um einen Ionenaustausch zu erreichen. In einer Ausführungsform beträgt die Temperatur des geschmolzenen Salzbades ungefähr 430°C und beträgt die vorbestimmte Zeitspanne ungefähr acht Stunden.

[0047] Oberflächendruckspannung bezeichnet eine während der chemischen Verfestigung durch den Ersatz eines in einer Glasoberflächenschicht enthaltenen Alkalimetallions durch ein anderes Alkalimetallion mit einem größeren Ionenradius verursachte Spannung. In einer Ausführungsform werden Natriumionen in der Oberflächenschicht des hier beschriebenen Glases durch Kaliumionen ersetzt. Das Glas weist eine Oberflächendruckspannung von wenigstens ungefähr 200 MPa auf. In einer Ausführungsform beträgt die Oberflächendruckspannung wenigstens ungefähr 600 MPa. Das Alkalialuminiumsilikatglas weist eine Druckspannungsschicht auf, welche eine Tiefe von ungefähr 30 µm aufweist, und in einer anderen Ausführungsform beträgt die Tiefe der Druckspannungsschicht wenigstens ungefähr 40 µm.

[0048] Der Ersatz von kleineren Ionen durch größere Ionen bei einer Temperatur unterhalb derjenigen, bei der das Glasnetzwerk entspannen kann, erzeugt eine Verteilung der Ionen über der Oberfläche des Glases, welche zu einem Spannungsprofil führt. Das größere Volumen der eindringenden Ionen erzeugt auf der Oberfläche eine Druckspannung (CS) und in dem Zentrum eine Spannung (zentrale Spannung oder CT) des Glases. Die Druckspannung ist mit der zentralen Spannung durch die nachfolgende Gleichung verbunden:

$$CS = CT \times (t - 2DOL)/DOL;$$

worin t die Dicke des Glases ist und DOL die Tiefe des Austauschs ist, welche ebenfalls als Tiefe der Schicht bezeichnet wird.

[0049] Das Silikatglas ist sowohl gegenüber Absplittern als auch gegenüber Zerkratzen beständig, was es zur Verwendung in Abdeckplatten, Sensorbildschirmen, Uhrkristallen, Sonnenkollektoren, Fenstern, Bildschirmen, Behältern und anderen Anwendungen, welche starkes und zähes Glas mit einer guten Kratzbeständigkeit erfordern, sehr geeignet macht.

[0050] Es wird ebenfalls ein Verfahren zum Verringern der Konzentration von Einschlüssen in einem Silikatglas bereitgestellt. Es wird zunächst eine Charge bereitgestellt, welche, wie hier beschrieben, Rohmaterialien für das Silikatglas und wenigstens ein Läutermittel enthält. Solche Rohmaterialien schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf Sand, Aluminiumoxid, Nephelinsyenit (ein Mineral enthaltend $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), Borsäure, Sodaasche, Kaliumcarbonat, Magnesiumoxid, Kalkstein und dergleichen. Die Charge, welche das wenigstens eine Läutermittel enthält, wird dann geschmolzen, um eine Silikatglasschmelze auszubilden. Das Läutermittel enthält wenigstens eine anorganische Verbindung, welche bei der Temperatur der Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert. In einer Ausführungsform enthält das Läutermittel wenigstens eines von einem Metallhydrat, einem Metallhydroxid und Mischungen hiervon. In einer anderen Ausführungsform kann das Läutermittel ferner wenigstens ein multivalentes Metalloxid enthalten, welches als eine Quelle für Sauerstoff zu der Schmelze agiert, und optional wenigstens ein Oxidationsmittel enthalten, wobei alle von diesen vorstehend beschrieben worden sind.

[0051] Wie vorstehend beschrieben, kann sich die anorganische Verbindung, welche bei der Temperatur der Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert, unterhalb der Temperatur der Schmelze zersetzen, wodurch Wasserdampf, welcher anfänglich in dem Feststoff oder in der Schmelze gelöst ist, erzeugt wird. Wenn sich die Temperatur erhöht, treibt der Wasserdampf aus der Lösung heraus und bildet in der Schmelze letztlich eine Vielzahl von Blasen aus. Die Blasen (oder Einschlüsse) des verdampften Wassers koaleszieren mit anderen Blasen oder Einschlüssen, welche durch Verunreinigungen in der Schmelze gebildet worden sind, um größere Blasen zu bilden, wodurch die Konzentration der Einschlüsse in der Schmelze reduziert wird. Wenigstens ein Teil der koaleszierten Blasen wird dann aus der Schmelze entfernt, und zwar üblicherweise durch Erlauben, dass diese bis zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen, wo die Gase in den Blasen in die Atmosphäre oberhalb der Schmelze entweichen und die Konzentration an Einschlüssen in dem resultierenden Silikatglas auf eine Konzentration unterhalb eines vorbestimmten Werts verringert wird. In einer Ausführungsform wird es den Gasblasen erlaubt, aufzusteigen, und den Gasen wird es erlaubt, durch Aufrechterhalten der Temperatur der Schmelze bei einer oder oberhalb einer vorbestimmten Temperatur zu entweichen. Beispielsweise werden einige Aluminiumsilikatgläser erst bei ungefähr 1.525°C geschmolzen und dann auf ungefähr 1.600°C erhitzt, um es den Gasen zu erlauben, aus der Schmelze zu entweichen.

[0052] Ein Verfahren zum Herstellen des hier beschriebenen Silikatglases wird ebenfalls bereitgestellt. Zuerst wird eine Charge bereitgestellt, welche Rohmaterialien für das Silikatglas und wenigstens ein wie hier beschriebenes Läutermittel enthält. Solche Rohmaterialien schließen ein, sind aber nicht beschränkt auf Sand, Aluminiumoxid, Nephelinsyenit (ein Mineral enthaltend $Na_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}2SiO_2$), Borsäure, Sodaasche, Kaliumcarbonat, Magnesiumoxid, Kalkstein und dergleichen. Die Charge, welche das wenigstens eine Läutermittel enthält, wird dann auf eine Temperatur erhitzt, bei welcher diese beginnt, eine Schmelze auszubilden. Das Läutermittel enthält wenigstens eine anorganische Verbindung, welche bei der Temperatur der Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert. In einer Ausführungsform enthält das Läutermittel wenigstens eines von einem Metallhydrat und einem Metallhydroxid. In einer anderen Ausführungsform kann das Läutermittel ferner wenigstens ein multivalentes Metalloxid enthalten, welches als eine Quelle für Sauerstoff zu der Schmelze agiert, und optional wenigstens ein Oxidationsmittel enthalten, wobei alle von diesen vorstehend beschrieben worden sind.

[0053] Wie vorstehend beschrieben, kann sich die anorganische Verbindung, welche bei der Temperatur der Schmelze als eine Quelle für Wasser agiert, unterhalb der Temperatur der Schmelze zersetzen, wodurch Wasserdampf erzeugt wird, welcher anfänglich in dem Feststoff oder in der Schmelze gelöst ist. Wenn sich die Temperatur erhöht, treibt der Wasserdampf aus der Lösung heraus und bildet letztlich in der Schmelze eine Vielzahl von Blasen. Die Blasen (oder Einschlüsse) des verdampften Wassers koaleszieren mit anderen durch Verunreinigungen in der Schmelze gebildeten Blasen, um größere Blasen auszubilden, wodurch die Konzentration der Blasen in der Schmelze verringert wird. Wenigstens ein Teil der koaleszierenden Blasen werden dann aus der Schmelze entfernt, und zwar üblicherweise durch Erlauben, dass diese zu der Oberfläche der Schmelze aufsteigen, wo die Gase in den Blasen in die Atmosphäre oberhalb der Schmelze entweichen und wodurch die Konzentration an Einschlüssen in dem resultierenden Silikatglas auf eine Konzentration unterhalb eines vorbestimmten Wertes verringert wird. In einer Ausführungsform wird es den Gasblasen erlaubt, aufzusteigen, und es wird den Dämpfen erlaubt, zu entweichen, indem die Temperatur der Schmelze oberhalb einer vorbestimmten Temperatur gehalten wird. Das Silikatglas mit einer Konzentration an Einschlüssen von weniger als ungefähr 1 Einschluss/cm^3 wird dann verfestigt.

Beispiele

[0054] Die nachfolgenden Beispiele illustrieren die Merkmale und Vorteile der Erfindung und es ist nicht beabsichtigt, dass diese in irgendeiner Weise die Erfindung beschränken.

Beispiel 1

[0055] Das Beispiel 1 dient der Illustration der Wirksamkeit der Läutermittel gemäß der vorliegenden Erfindung. Es wurden neun Proben von Aluminiumsilikat-Tiegel-Schmelzen hergestellt. Die Rohmaterialien, welche für jede Probe eingesetzt worden sind, sind in der Tabelle 1a aufgelistet. Zu den Proben 11 bis 18 wurden unterschiedliche Kombinationen der Läutermittel gemäß der vorliegenden Erfindung zugegeben. Die Probe 19 enthielt keines der hier beschriebenen Läutermittel und diente daher als eine Kontrollprobe. In den Proben 12, 13, 14 und 18 wurde das Aluminiumoxid (Al_2O_3) in der Charge durch das Läutermittel Aluminiumhydroxid ($Al(OH)_3$) ersetzt. In den Proben 15 und 16 wurde Sodaasche durch Natriumhydroxid (NaOH) ersetzt. Zu den Proben 11 bis 18 wurden Ceroxid und Zinn(IV)-Oxid zugegeben und zu den Proben 17 und 18 wurde das Oxidationsmittel Natriumnitrat ($NaNO_3$) zugegeben.

[0056] Die chargierten Proben wurden bei 1.525°C für eine Stunde geschmolzen und dann für eine Stunde auf 1.600°C erhitzt, um die Entfernung von Blasen aus der Schmelze zu erleichtern. Die Zusammensetzungen der resultierenden Gläser, ausgedrückt in Gewichtsprozent und in Molprozent, sind in den Tabellen 1b bzw. 1c aufgelistet. Die Tabellen 1b und 1c enthalten ebenfalls die Durchschnittskonzentration von Einschlüssen oder Blasen in den Glasproben, und zwar ausgedrückt als Einschlüsse/cm^3.

[0057] Wie vorstehend beschrieben, bilden die anorganischen Läutermittelverbindungen, wie beispielsweise die Hydrate und Hydroxide, welche als Quellen für Wasser zugegeben werden, bei der Freisetzung von Wasser Oxide, welche einen Teil der Glaszusammensetzung ausmachen. Dies ist in den Tabellen 1c, 2c und 3c gezeigt.

[0058] In der **Fig. 1** sind polierte Querschnitte von Gläsern dargestellt, welche aus den Schmelzen in dem Beispiel 1 erhalten worden sind. Die Probe 19, welche keines der Läutermittel enthielt, weist eine durchschnittliche Konzentration an Einschlüssen von 930 Einschlüssen/cm^3 auf. Die Zugabe von 0,1 Mol-% SnO_2 und von 0,1 Mol-% CeO_2 alleine (Probe 11) verringert die Konzentration der Einschlüsse oder Blasen in dem Glas dramatisch auf 79,1 Einschlüsse/cm^3. Die Verwendung von dem Oxidationsmittel ($NaNO_3$) mit SnO_2 und CeO_2 alleine (Probe 17) verringert ebenfalls die Konzentration der Blasen oder Einschlüsse auf 0,061 Einschlüsse/cm^3.

[0059] Die Zugabe von entweder $Al(OH)_3$ (Proben 12, 13, 14, 18) oder von NaOH (Proben 15 und 16) fügt Wasser in der Form von Hydroxiden zu. Jedes dieser Läutermittel verringert die Konzentration an Einschlüssen auf Mengen unterhalb derjenigen, die beobachtet werden, wenn eine Mischung aus Zinn(IV)-Oxid und Ceroxid alleine (Probe 11) eingesetzt wird, wohingegen die Zugabe von noch höheren Mengen dieser Hydroxide Einschlüsse und Blasen unter den eingesetzten Schmelzbedingungen nahezu eliminiert. Die Zugabe von $Al(OH)_3$ verringert die Konzentration an Einschlüssen auf Werte in einem Bereich von 0,610 Einschlüssen/cm^3 (Probe 14, in der 359 g Nephelinsyenit zu der Charge zugegeben worden sind) bis 0,183 Einschlüssen/cm^3 (Probe 18, in der 247 g $Al(OH)_3$ zu der Charge zugegeben worden sind). Die Zugabe von NaOH verringert die Konzentration an Einschlüssen auf Werte in einem Bereich von 0,580 Einschlüssen/cm^3 (Probe 15; 87 g NaOH zu der Charge zugegeben) bis 0,677 Einschlüssen/cm^3 (Probe 16; 173 g NaOH zu der Charge zugegeben). Die Verwendung des Oxidationsmittels $NaNO_3$ mit SnO_2, CeO_2 und einem Hydrat (Probe 18) verringert die Anzahl der Blasen/Einschlüsse in dem Glas auf eine Konzentration von 0,183 Einschlüssen/cm^3.

Beispiel 2

[0060] Beispiel 2 illustriert die Menge von Läutermittel (oder -mitteln), welche benötigt werden, um die Konzentration von Blasen/Einschlüssen in den Silikatgläsern wirksam zu verringern. Es wurden neun Proben von Aluminiumsilikat-Tiegel-Schmelzen hergestellt. Die Rohmaterialien, welche für jede der Proben eingesetzt worden sind, sind in der Tabelle 2a aufgelistet. Zu den Proben 21 bis 29 wurden Ceroxid und Zinn(IV)-Oxid zugegeben und dies sind die einzigen Läutermittel, welche in der Probe 29 vorliegen. In der Charge der Proben 21 und 22 wurde das Aluminiumoxid (Al_2O_3) durch das Läutermittel Aluminiumhydroxid ($Al(OH)_3$) ersetzt und in den Proben 23 und 24 wurde Sodaasche durch Natriumhydroxid (NaOH) ersetzt. Die Proben 21 und 23 enthalten jeweils eine Menge von Hydroxidläutermittel ($Al(OH)_3$ in der Probe 21 und NaOH in der Probe 23), um drei Mol H_2O zu erzeugen, wohingegen die Proben 22 und 24 jeweils eine Menge von Hydroxidläutermittel ($Al(OH)_3$ in der Probe 21 und NaOH in der Probe 23) enthalten, um sechs Mol H_2O zu erzeugen. Zu den Proben 27 und 28 wurde Natriumnitrat als Oxidationsmittel zugegeben.

[0061] Zu den Proben 25 und 26 wurden verschiedene Mengen Tallöl, eine organische Fettsäure, zugegeben. Tallöl verbrennt bei Schmelztemperaturen und verbraucht O_2, um als Verbrennungsprodukte CO, CO_2 und Wasser zu liefern.

[0062] Die chargierten Proben wurden bei 1.525°C für eine Stunde geschmolzen und dann für eine Stunde auf 1.600°C erhitzt, um die Entfernung von Blasen aus der Schmelze zu erleichtern. Die Zusammensetzungen der resultierenden Gläser, ausgedrückt in Gewichtsprozent und Molprozent, sind in den Tabellen 2b bzw. 2c aufgelistet.

[0063] In der **Fig. 2** sind polierte Querschnitte von Gläsern dargestellt, welche aus den Schmelzen in dem Beispiel 2 erhalten worden sind. Sowohl Aluminiumhydroxid- als auch Natriumhydroxid-Läutermittel läutern das Glas wirksam. Für eine vorgegebene Menge Wasser, welche durch die Läutermittel erzeugt worden ist, scheint NaOH beim Verringern der Anzahl an Blasen/Einschlüssen in dem Glas effektiver zu sein als $Al(OH)_3$ (d. h. vergleiche die Probe 21 gegenüber der Probe 23 und die Probe 22 gegenüber der Probe 24).

[0064] Basierend auf diesen Experimenten agiert Tallöl nicht als Läutermittel. Stattdessen führt die Zugabe von Tallöl zu der Schmelze, wie in den Proben 25 und 26 in der **Fig. 2** gezeigt, zu einer Erhöhung der Blasen/Einschlussbildung in dem Glas.

Beispiel 3

[0065] Beispiel 3 vergleicht die Wirksamkeit der Hydroxidläutermittel bezüglich der Wasserstoffpermeation. Die Rohmaterialien, welche für jede Probe eingesetzt worden sind, sind in der Tabelle 3a aufgelistet.

[0066] Die Proben 31 und 32 waren identische Proben, von denen jede Aluminiumhydroxid, Zinn(IV)-Oxid und Ceroxid enthielt. Die Proben 31 und 32 wurden in Platintiegeln platziert. Die Probe 32 wurde mit Glas auf beiden Seiten des Tiegels geschmolzen, um die Wasserstoffpermeationin in die Probe wirksam auszuschließen. Die Probe 32 war ferner in einem zweiten feuerfesten Schmelztiegelträger enthalten.

[0067] Die Proben 33 und 34 waren identische Proben, welche Zinn(IV)-Oxid, Ceroxid und 52,78 g Natriumnitratoxidationsmittel enthielten. Die Probe 33 wurde mit Glas auf beiden Seiten des Tiegels geschmolzen, um die Wasserstoffpermeation in die Probe wirksam auszuschließen. Die Proben 35, 36 und 37 enthielten SnO_2, CeO_2 und 26,39 g, 105,55 g bzw. 52,78 g $NaNO_3$. Die Probe 38 enthielt SnO_2 und $NaNO_3$, aber kein Ceroxid, wohingegen die Probe 39 Ceroxid und $NaNO_3$, aber kein Zinn(IV)-Oxid enthielt.

[0068] Die chargierten Proben wurden für eine Stunde bei 1.525°C geschmolzen und dann für eine Stunde auf 1.600°C erhitzt, um die Entfernung von Blasen aus der Schmelze zu erleichtern. Die Zusammensetzungen der resultierenden Gläser, ausgedrückt in Gewichtsprozent und Molprozent, sind in den Tabellen 3b bzw. 3c aufgelistet.

[0069] In der **Fig. 3** sind polierte Querschnitte der aus den Schmelzen in dem Beispiel 3 erhaltenen Gläser gezeigt. Ein Vergleich der Proben 31 und 32 zeigt keinen sichtbaren Unterschied in der Anzahl der Blasen/Einschlüsse, was anzeigt, dass die Wasserstoffpermeation nicht der Mechanismus für das Läutern/Verringern der Blasen in der Schmelze ist.

[0070] Die Proben 33 und 34 enthalten keine Hydridläutermittel. In diesem Fall weist das Glas, bei dem die H_2-Permeation ausgeschlossen wurde (Probe 33), weniger Blasen auf, was wiederum zeigt, dass die H_2-Permeation nicht der wirksame Mechanismus für das Läuterpaket gemäß der vorliegenden Erfindung ist.

[0071] Die Proben 35 bis 37 zeigen, dass eine Variation der Menge des Oxidationsmittels einen geringen Effekt auf die Anzahl der Blasen/Einschlüsse in der Schmelze hat. Diese Proben weisen im Vergleich zu Gläsern, welche die hier beschriebenen Läutermittel nicht enthalten, allesamt niedrige Konzentrationen an Blasen/Einschlüssen auf (siehe beispielsweise Probe 39 in der **Fig. 3**). Gleichermaßen ergeben Schmelzen, welche Oxidationsmittel und entweder Zinn(IV)-Oxid alleine (Probe 38) oder Ceroxid alleine (Probe 39) enthalten, niedrige Konzentrationen an Blasen/Einschlüssen, was zeigt, dass die Anwesenheit von lediglich einem dieser Läutermittel und einem Oxidationsmittel bei dem Entfernen von Blasen/Einschlüssen immer noch wirksam ist.

[0072] Während typische Ausführungsformen zum Zwecke der Illustration dargestellt worden sind, ist es nicht beabsichtigt, dass die vorstehende Beschreibung irgendeine Einschränkung bezüglich des Schutzbereiches der vorliegenden Erfindung ist. Dementsprechend können einem Fachmann verschiedene Modifikationen, Anpassungen und Alternativen in den Sinn kommen, ohne von dem Geist und den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

Tabelle 1a. Zusammensetzungen von Rohmaterialien, ausgedrückt in Gramm, für in dem Beispiel 1 beschriebene Tiegelschmelzen.

Rohmaterial	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
Sand	616,56	616,57	616,59	396,99	616,57	616,58	616,56	616,59	619,67
Aluminiumoxid	161,71	82,33	0	0	161,71	161,71	161,71	0	162,51
Aluminiumhydroxid	0,00	121,40	247,30	120,15	0,00	0,00	0,00	247,30	0,00
Nephelinsyenit	0,00	0,00	0,00	359,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Borsäure	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06
Sodaasche	227,86	227,84	227,81	165,45	112,69	0	194,96	194,90	228,89
Natriumhydroxid	0,00	0,00	0,00	0,00	87,27	172,67	0,00	0,00	0,00
Natriumnitrat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,78	52,78	0,00
Kaliumcarbonat	52,69	52,69	52,69	27,29	52,69	52,69	52,66	52,66	52,98
Magnesiumoxid	37,86	37,86	37,86	37,92	37,87	37,87	37,86	37,86	38,07
Kalkstein	8,23	8,23	8,23	6,30	8,50	8,77	8,31	8,31	8,23
Zinn(IV)-Oxid	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	0,00
Cer(IV)-Oxid	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	0,00

Tabelle 1b. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 1 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Gewichtsprozent.

Zusammensetzung (Gew.-%)	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
SiO_2	61,37	61,37	61,38	61,38	61,37	61,37	61,37	61,37	61,69
Al_2O_3	16,23	16,24	16,24	16,24	16,23	16,23	16,23	16,23	16,32
B_2O_3	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Na_2O	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,39
K_2O	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,59
MgO	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,68
CaO	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SnO_2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,00
CeO_2	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,00
Fe_2O_3	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Durchschnitt: Einschlüsse/cm^3	79,11	0,482	0,384	0,610	0,580	0,677	0,061	0,183	929,7

Tabelle 1c. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 1 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Molprozent.

Zusammensetzung (Mol-%)	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**
SiO_2	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89
Al_2O_3 (Aluminiumoxid)	10,27	5,27	0	0	10,27	10,27	10,27	0	10,27
Al_2O_3 ($Al(OH)_3$)	0	5	10,27	5	0	0	0	10,27	0
Al_2O_3 (Nephelin)	0	0	0	5,27	0	0	0	0	0
B_2O_3	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Na_2O (Sodaasche)	13,91	13,91	13,91	13,91	6,91	0	11,91	11,91	13,91
Na_2O (NaOH)	0	0	0	0	7	13,91	0	0	0
Na_2O ($NaNO_3$)	0	0	0	0	0	0	2	2	0
K_2O	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
MgO	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86
CaO	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
SnO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0
CeO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0
Durchschnitt: Einschlüsse/cm^3	79,11	0,482	0,384	0,610	0,580	0,677	0,061	0,183	929,7

Tabelle 2a. Zusammensetzungen von Rohmaterialien, ausgedrückt in Gramm, für in dem Beispiel 2 beschriebene Tiegelschmelzen.

Rohmaterial	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**
Sand	616,56	616,56	616,56	616,56	616,56	616,56	616,56	189,49	616,56
Aluminiumoxid	145,77	129,94	161,71	161,71	161,71	161,71	161,71	0	161,71
Aluminiumhydroxid	24,22	48,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephelinsyenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	699,16	0,00
Borsäure	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06
Sodaasche	227,86	227,85	178,50	129,15	227,86	227,86	194,96	73,63	227,86
Natriumhydroxid	0,00	0,00	37,40	74,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Natriumnitrat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,78	52,78	0,00
Kaliumcarbonat	52,69	52,69	52,69	52,69	52,69	52,69	52,66	3,27	52,69
Magnesiumoxid	37,86	37,86	37,86	37,87	37,86	37,86	37,86	37,97	37,86
Kalkstein	8,23	8,23	8,35	8,46	8,23	8,23	8,31	4,56	8,23
Zinn(IV)-Oxid	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31
Cer(IV)-Oxid	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72
Fettsäure, Tallöl					1,00	5,00			

Tabelle 2b. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 2 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Gewichtsprozent.

Zusammensetzung (Gew.-%)	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**
SiO_2	61,38	61,37	61,37	61,37	61,37	61,37	61,37	61,38	61,37
Al_2O_3	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,23	16,24	16,23
B_2O_3	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Na_2O	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33
K_2O	3,58	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57
MgO	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
CaO	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SnO_2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
CeO_2	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Fe_2O_3	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02

Tabelle 2c. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 2 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Molprozent.

Zusammensetzung (Mol-%)	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**
SiO_2	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89
Al_2O_3 (Aluminiumoxid)	9,27	8,27	10,27	10,27	10,27	10,27	10,27	0	10,27
Al_2O_3 ($Al(OH)_3$)	1	2	0	0	0	0	0	0	0
Al_2O_3 (Nephelin)	0	0	0	0	0	0	0	10,27	0
B_2O_3	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Na_2O (Sodaasche)	13,91	13,91	10,91	7,91	13,91	13,91	11,91	11,91	13,91
Na_2O (NaOH)	0	0	3	6	0	0	0	0	0
Na_2O ($NaNO_3$)	0	0	0	0	0	0	2	2	0
K_2O	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
MgO	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86
CaO	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
SnO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
CeO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

Tabelle 3a. Zusammensetzungen von Rohmaterialien, ausgedrückt in Gramm, für in dem Beispiel 3 beschriebene Tiegelschmelzen.

Rohmaterial	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
Sand	616,59	616,59	616,56	616,56	616,56	616,56	188,45	616,76	616,36
Aluminiumoxid	0	0	161,71	161,71	161,71	161,71	0	161,71	161,61
Aluminiumhydroxid	247,30	247,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nephelinsyenit	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	699,16	0,00	0,00
Borsäure	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06	12,06
Sodaasche	227,81	227,81	194,96	194,96	211,41	162,05	73,33	194,97	194,78
Natriumnitrat	0,00	0,00	52,78	52,78	26,39	105,55	52,78	52,78	52,78
Kaliumcarbonat	52,69	52,69	52,66	52,66	52,67	52,64	3,15	52,66	52,66
Magnesiumoxid	37,86	37,86	37,86	37,86	37,86	37,86	37,97	37,86	37,86
Kalkstein	8,23	8,23	8,31	8,31	8,27	8,38	4,55	8,31	8,31
Zinn(IV)-Oxid	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	2,31	4,71	0,00
Cer(IV)-Oxid	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	2,72	0,00	5,35

Tabelle 3b. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 3 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Gewichtsprozent.

Zusammensetzung (Gew.-%)	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
SiO_2	61,38	61,38	61,37	61,37	61,37	61,37	61,38	61,40	61,36
Al_2O_3	16,24	16,24	16,23	16,23	16,23	16,23	16,24	16,24	16,23
B_2O_3	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
Na_2O	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,33	13,32
K_2O	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57	3,57
MgO	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66	3,66
CaO	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
SnO_2	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,47	0,00
CeO_2	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,00	0,53
Fe_2O_3	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02

Tabelle 3c. Zusammensetzungen von aus in dem Beispiel 3 beschriebenen Tiegelschmelzen hergestellten Gläsern, ausgedrückt in Molprozent.

Zusammensetzung (Mol-%)	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**
SiO_2	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89	65,89
Al_2O_3 (Aluminiumoxid)	0	0	10,27	10,27	10,27	10,27	0	10,27	10,27
Al_2O_3 ($Al(OH)_3$)	10,27	10,27	0	0	0	0	0	0	0
Al_2O_3 (Nephelin)	0	0	0	0	0	0	10,27	0	0
B_2O_3	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Na_2O (Sodaasche)	13,91	13,91	11,91	11,91	12,91	9,91	11,91	11,91	11,91
Na_2O ($NaNO_3$)	0	0	2	2	1	4	2	2	2
K_2O	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45	2,45
MgO	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86	5,86
CaO	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
SnO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,2	0
CeO_2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0	0,2

Schutzansprüche

1. Silikatglas, wobei das Silikatglas eine Konzentration an Einschlüssen von weniger als 1 Einschluss/cm^3 aufweist, wobei das Silikatglas enthält:
60 bis 70 Mol-% SiO_2;
6 bis 14 Mol-% Al_2O_3;

0 bis 15 Mol-% B_2O_3;
0 bis 3,5 Mol-% Li_2O;
0 bis 20 Mol-% Na_2O;
0 bis 10 Mol-% K_2O;
0 bis 8 Mol-% MgO;
0 bis 2,5 Mol-% CaO;
0 bis 5 Mol-% ZrO_2;
0 bis 1 Mol-% SnO_2;
0 bis 1 Mol-% CeO_2; und
wobei 12 Mol-% ≤ $Li_2O + Na_2O + K_2O$ ≤ 20 Mol-% und
wobei das Silikatglas weniger als 50 ppm As_2O_3 enthält.

2. Silikatglas, wobei das Silikatglas enthält:
60 bis 70 Mol-% SiO_2;
6 bis 14 Mol-% Al_2O_3;
0 bis 15 Mol-% B_2O_3;
0 bis 3,5 Mol-% Li_2O;
0 bis 20 Mol-% Na_2O;
0 bis 10 Mol-% K_2O;
0 bis 8 Mol-% MgO;
0 bis 2,5 Mol-% CaO;
0 bis 5 Mol-% ZrO_2;
0 bis 1 Mol-% SnO_2;
0 bis 1 Mol-% CeO_2; und
wobei 12 Mol-% ≤ $Li_2O + Na_2O + K_2O$ ≤ 20 Mol-% und
wobei das Silikatglas weniger als 50 ppm As_2O_3 enthält.

3. Silikatglas nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Silikatglas mehr als 0 bis 3,5 Mol-% Li_2O und bevorzugt weniger als 0,5 Mol-% Li_2O enthält.

4. Silikatglas nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Silikatglas im Wesentlichen frei von Lithium ist.

5. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei 0 Mol-% ≤ MgO + CaO ≤ 10 Mol-%.

6. Silikatglas nach Anspruch 5, wobei 2 Mol-% ≤ MgO + CaO ≤ 7 Mol-%.

7. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Silikatglas 0,63 bis 15 Mol-% B_2O_3 enthält.

8. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Silikatglas 0,1 bis 1 Mol-% SnO_2 enthält.

9. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Silikatglas weniger als 50 ppm Sb_2O_3 enthält.

10. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Silikatglas 0,1 bis 1 Mol-% CeO_2 enthält.

11. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Silikatglas im Wesentlichen frei von Antimon und Barium ist.

12. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Silikatglas aus Chargen- oder Rohmaterialien hergestellt worden ist, welche wenigstens eines von einem Hydrat-Läutermittel, einem Hydroxid-Läutermittel oder einem Oxidationsmittel-Läutermittel enthalten.

13. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Silikatglas aus Chargen- oder Rohmaterialien hergestellt worden ist, welche wenigstens ein Oxidationsmittel-Läutermittel enthalten.

14. Silikatglas nach Anspruch 13, wobei das Silikatglas bis zu 4 Mol-% des wenigstens einen Oxidationsmittel-Läutermittels enthält.

15. Silikatglas nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Silikatglas ionenaustauschbar ist und, wenn ionenausgetauscht, eine Oberflächendruckspannung von wenigstens ungefähr 200 MPa und eine Oberflächendruckschicht mit einer Tiefe von wenigstens ungefähr 30 µm aufweist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

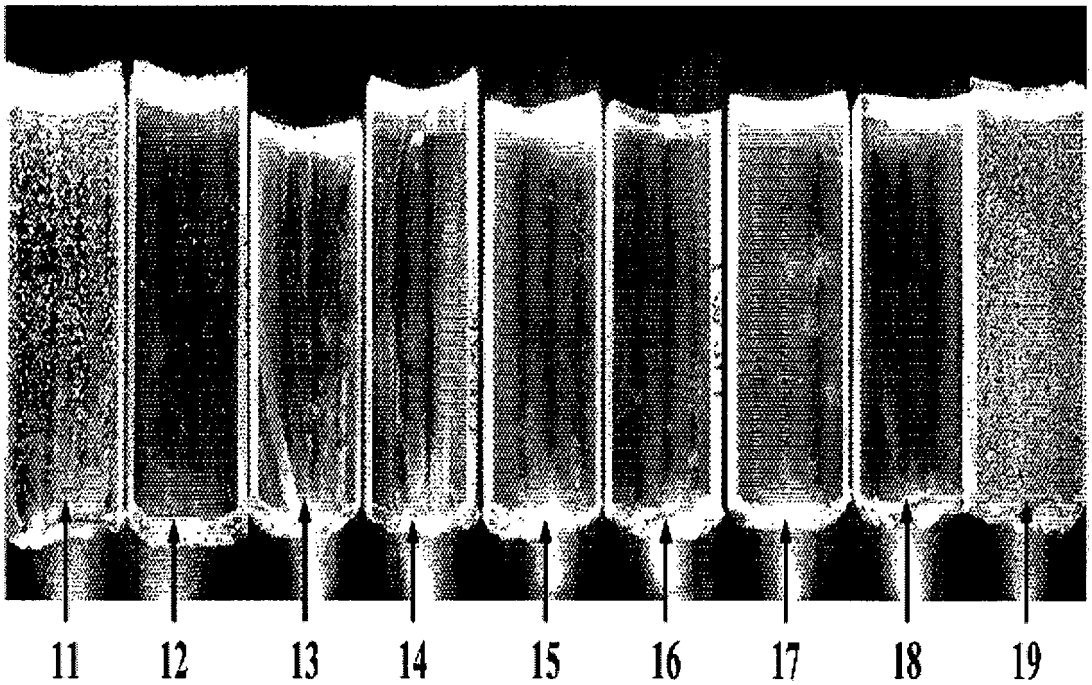


FIG. 2

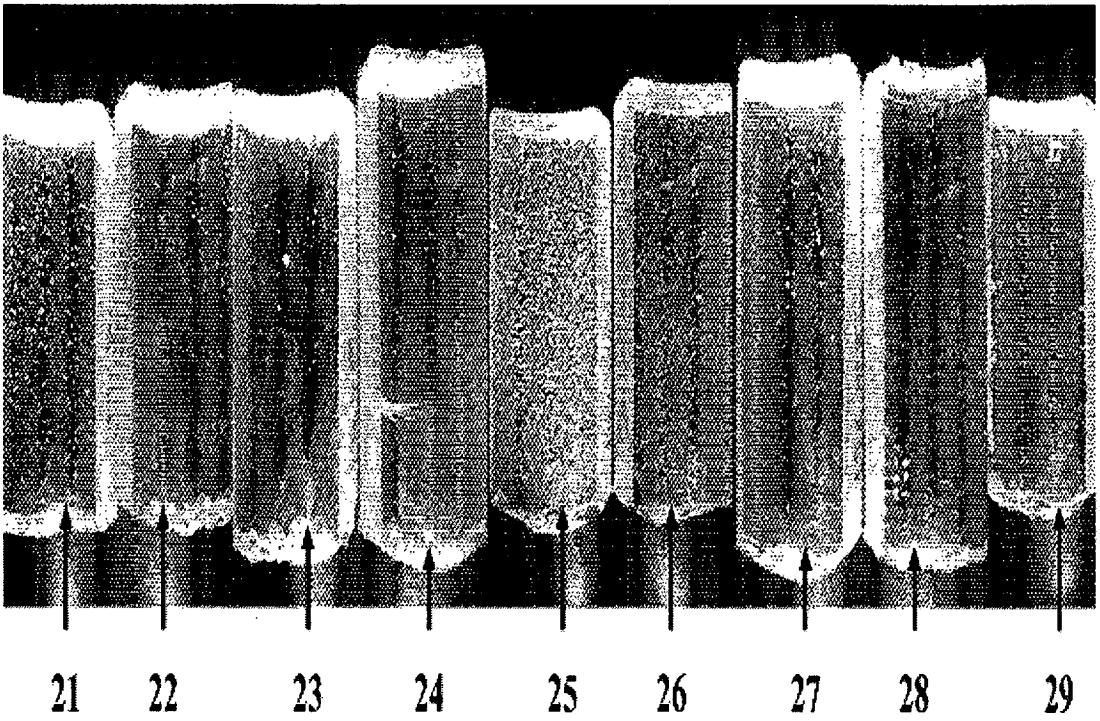
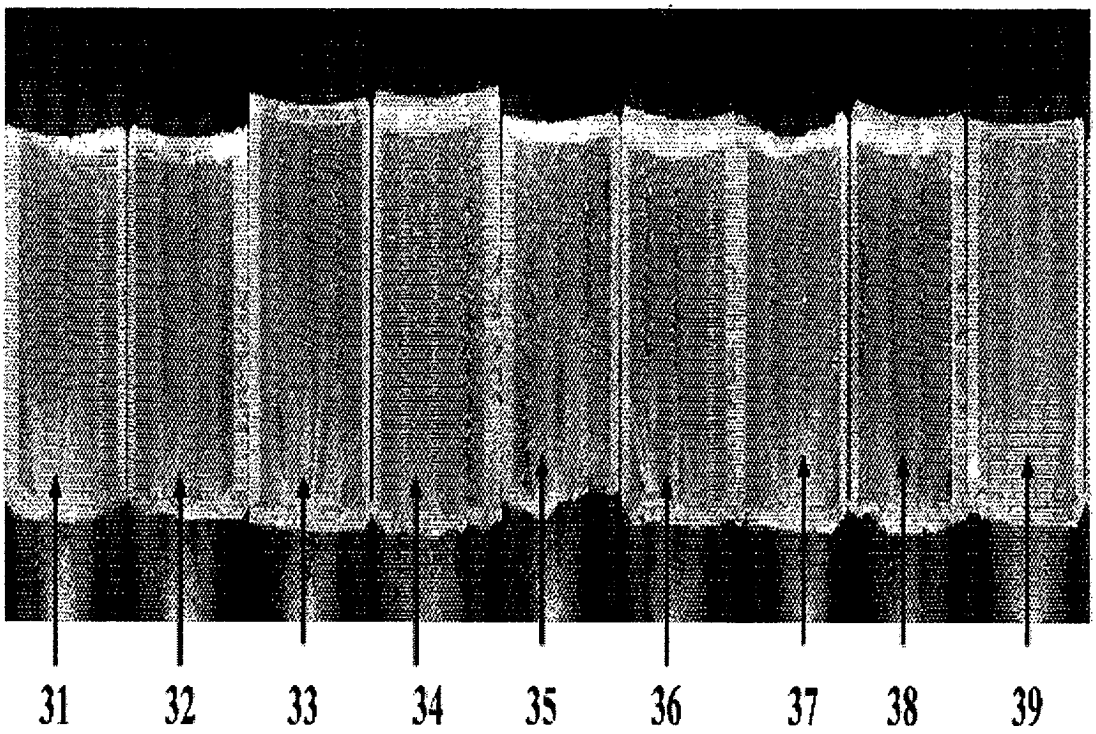



FIG. 3