



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 62 074 B4** 2007.12.06

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 62 074.5**
(22) Anmeldetag: **14.10.2003**
(43) Offenlegungstag: **22.09.2005**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.12.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C03C 3/091** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

(62) Teilung aus:
103 48 466.3

(73) Patentinhaber:
SCHOTT AG, 55122 Mainz, DE

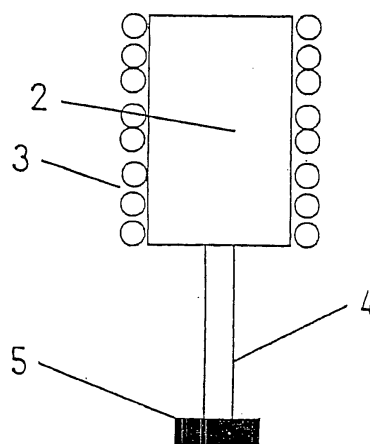
(74) Vertreter:
**Patentanwälte Kewitz & Kollegen Partnerschaft,
60325 Frankfurt**

(72) Erfinder:
**Stelle, Thomas, 55118 Mainz, DE; Kirsch, Thomas,
55120 Mainz, DE; Kolberg, Uwe, Dr., 55130 Mainz,
DE; Kissl, Paul, 55124 Mainz, DE; Peuchert, Ulrich,
Dr., 55294 Bodenheim, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 43 38 128 C1

(54) Bezeichnung: **Hochschmelzendes Glas oder Glaskeramik sowie der Verwendung**

(57) Hauptanspruch: Hochschmelzendes Glas oder hochschmelzende Glaskeramik, umfassend:
80 Gewichts-% bis 90 Gewichts-% SiO_2 ,
0 Gewichts-% bis 10 Gewichts-% Al_2O_3 ,
0 Gewichts-% bis 15 Gewichts-% B_2O_3 , und
weniger als 3 Gewichts-% R_2O , wobei
der Anteil von Al_2O_3 und B_2O_3 zusammen 7 Gewichts-% bis
20 Gewichts-% beträgt, und R für ein Alkali-Element aus ei-
ner Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht, da-
durch gekennzeichnet, dass eine Transmission im sichtba-
ren Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 800 nm,
bezogen auf eine Substratdicke von 20 mm, zumindest 65
% beträgt.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein hoch schmelzendes Glas oder eine hoch schmelzende Glaskeramik sowie daraus hergestellte Formkörper. Allgemeiner betrifft die vorliegende Erfindung eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken, insbesondere zur Herstellung von Formkörpern, beispielsweise von Stäben oder anderen Vollkörpern sowie von Rohren oder anderen Hohlkörpern, aus hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken im diskontinuierlichen Betrieb.

[0002] Allgemein betrifft die vorliegende Erfindung Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, insbesondere Alkalioxide, aufweisen und Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hoch schmelzender Oxide, wie beispielsweise SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , Nb_2O_5 oder Ta_2O_5 , aufweisen. Gläser oder Glaskeramiken der vorgenannten Art weisen relativ hohe Schmelztemperaturen im Bereich von etwa 1700°C auf. Zu ihrer Herstellung muss eine Glasschmelze oftmals während längerer Zeiträume auf relativ hohe Temperaturen aufgeheizt werden, etwa zum Läutern der Glasschmelze. Die notwendigen relativ hohen Temperaturen im Dauerbetrieb stellen neue Herausforderungen an die Auslegung von Schmelztiegeln.

[0003] Die [Fig. 1](#) zeigt eine Vorrichtung zur Herstellung von Rohren und Stäben im diskontinuierlichen Betrieb gemäß dem Stand der Technik. Die Vorrichtung umfasst einen als Schmelzgefäß dienenden Tiegel **2**, der üblicherweise aus Pt und Pt-Legierungen, beispielsweise PtRh30, gebildet ist. Der Tiegel **2** weist eine zylindrische Gestalt auf und hat einen ebenfalls aus Edelmetall bestehenden Boden, in dem das Glasgemenge oder Glasscherben zunächst eingeschmolzen und dann bei um ca. $50\text{-}100^\circ\text{C}$ höherer Temperatur geläutert wird. Zum Heizen des Tiegels **2** ist eine Heizvorrichtung **3** um den Tiegel **2** herum angeordnet. Meistens wirkt die Beheizung induktiv, sie kann aber auch als direkte oder indirekte Widerstandsbeheizung ausgebildet sein.

[0004] Der Tiegel **2** ist üblicherweise von einem Deckel (nicht dargestellt) abgeschlossen, der aus einem feuerfesten Material oder einem Edelmetall gebildet ist, um eine ausreichende Oberhitze zur Vermeidung großer Temperaturgradienten zu gewährleisten. Gegebenenfalls kann aber auch aktiv über Brenner oder elektrisch zugeheizt werden. Es versteht sich von selbst, dass die geschilderten Prozesse Einschmelzen und Läutern umso schneller und damit kostengünstiger ablaufen, je höher das gewählte Temperaturniveau ist. Zur Erzielung einer hohen Homogenität des geschmolzenen Glases kann die Glasschmelze mit Hilfe eines Edelmetallrührers, beispielsweise gefertigt aus den vorgenannten Pt-Legierungen oder aus Reinplatin, gerührt werden.

[0005] Wie in der [Fig. 1](#) gezeigt ist, ist unter dem Tiegel **2** ein Rohr **4** aus einem der vorgenannten Edelmetalle angeschweißt, das über einen oder mehrere von der Tiegelheizung **2** unabhängige Heizkreise beheizt wird. Dies gewährleistet, dass die Temperatureinstellung des für den Heißformgebungsprozess entscheidenden Rohres **4** unabhängig von der Temperatureinstellung des Tiegels **2** realisiert werden kann.

[0006] Die Vorrichtung gemäß der [Fig. 1](#) wird üblicherweise nacheinander in den nachfolgend beschriebenen zwei Betriebszuständen betrieben. In einem ersten Betriebszustand wird zum Einschmelzen und Läutern der Glasschmelze das Rohr **4** zunächst relativ kalt gehalten, damit das gerade in dem Tiegel **2** geschmolzene Glas nicht gleich wieder aus dem Tiegel herausläuft. Glasschmelze, die in das Rohr **4** am Boden des Tiegels **2** hineinläuft, erstarrt oder verfestigt sich in dem Rohr **4** zu einem Pfropfen, der das Rohr **4** ausreichend verstopft, um ein Auslaufen der Glasschmelze zu verhindern. Nachdem in dem ersten Betriebszustand eine Glasschmelze mit der gewünschten Qualität in dem Tiegel **2** ausgebildet ist, wird die Temperatur in einem zweiten Betriebszustand im Tiegel **2** abgesenkt und im Rohr **4** erhöht, bis sich ein für die Heißformgebung günstiges Viskositätsprofil für die gesamte Anordnung ergibt. In dem zweiten Betriebszustand liegt dann die Temperatur im Tiegel **2** und im Rohr **4** zumeist in der Nähe des Verarbeitungspunktes (V_A) des herzustellenden Glases. Zum Formen von Formkörpern, beispielsweise von Stäben oder Rohren, fließt die Glasschmelze mit der gewünschten Viskosität, wie diese durch die Temperatur der Glasschmelze und der sie umgebenden Elemente vorgegeben wird, aus dem Rohr **4** heraus. Zur Formgebung der austretenden Glasschmelze zu dem herzustellenden Formkörper befindet sich am Ende des Rohres **4** oftmals eine als Heißformgebungseinrichtung dienende Düse, die auch gesondert zu dem Rohr **4** und dem Tiegel **2** beheizt werden kann und deren spezielle geometrische Ausgestaltung die Qualität des gefertigten Produktes beeinflussen kann. Zur Fertigung von Hohlkörpern, beispielsweise von Rohren, ist in die Düse üblicherweise eine Nadel geeigneten Durchmessers eingeschweißt.

[0007] Diese Anordnung hat sich in sehr vielen Fällen bewährt. Nachteilig ist jedoch, dass die maximale Temperatur auf etwa 1760°C beschränkt und die Lebensdauer der Vorrichtung bei derartig hohen Temperaturen stark eingeschränkt ist. Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, speziell Alkalioxiden, aufweisen oder Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hoch schmelzender Oxide wie beispielsweise Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 oder Ta_2O_5 aufweisen, benötigen jedoch unter Umständen

höhere Schmelztemperaturen beziehungsweise müssen bei den maximal möglichen Temperaturen über unwirtschaftlich lange Prozesszeiträume mehr zusammengesintert als geschmolzen werden.

[0008] EP 1 160 208 A2 offenbart einen Schmelztiegel zur kontinuierlichen Herstellung von Glas-Formkörpern. Der Schmelztiegel ist aus einem Metall gefertigt, das der Schmelztemperatur des Glases standhält, nämlich aus Molybdän oder Wolfram. Damit Oxide der Schmelztiegelwand nicht in die Glasschmelze hinein diffundieren, wo sie zu Verfärbungen des Glases und zu Einschlüssen in dem Glas führen können, ist die Schmelztiegelwand mit einer Schicht aus einem reaktionsträgen, erst bei hoher Temperatur schmelzenden Metall ausgekleidet. Die Auskleidung besteht aus Rhenium, Osmium, Iridium oder Legierungen dieser Metalle.

[0009] Der doppelwandige Aufbau des Schmelztiegels ist vergleichsweise aufwändig und erfordert einen relativ komplexen Aufbau, der den Aufbau einer wasserstoffhaltigen Schutzgasatmosphäre im Innen- und Außenraum des Schmelzgefäßes ermöglichen muss, um das Verbrennen von Molybdän oder Wolfram bei den verwendeten hohen Temperaturen zu unterdrücken. Dieses wasserstoffhaltige Gas bedingt jedoch verschiedene Probleme: Zum ersten ist es brennbar und setzt teure Sicherheitssysteme voraus, zum zweiten kann es zu Materialversprödungen bei Konstruktionswerkstoffen kommen und, zum dritten, was für die Glasschmelze von großer Bedeutung ist, verhindert das wasserstoffhaltige Gas den Einsatz von Glasbestandteilen mit verschiedenen Oxidationsstufen und leicht reduzierbaren Komponenten. So sind insbesondere die in der Glaschemie üblichen Redoxlättermittel As_2O_3 , Sb_2O_3 und SnO_2 nicht verwendbar, sondern es muss mit teurem Helium geläutert werden, was relativ ineffizient ist.

[0010] Zur Gemengezufuhr sind bei dieser Vorrichtung Schleusensysteme notwendig und es kann kein Ziehrohr mit Düse zur Formgebung verwendet werden, was für die Viskositätseinstellung des Glases für eine präzise Formgebung unumgänglich ist. Somit eignet sich diese Vorrichtung zwar für hochreines Kieselglas, bei dem ohnehin keine Lättermittel (= Verunreiniger) zugesetzt werden dürfen. Doch für eine kostengünstige und einfach zu handhabende Fertigung von Glasteilen hoher Präzision im diskontinuierlichen Betrieb ist diese Vorrichtung zumeist zu komplex und zu teuer.

[0011] Zur Herstellung hoch schmelzender, kristallisierender Gläser offenbart US 6 482 758 B1 die Verwendung eines Ir-Tiegels. Allerdings wird der Tiegel nach dem Läutern aus der Beheizungseinheit entnommen und ausgekippt. Es versteht sich von selbst, dass diese Vorgehensweise nur für relativ kleine Tiegel praktikabel ist, etwa für Experimente im Labormaßstab, weil große Tiegel aus Gewichtsgründen nicht einfach manuell entnommen werden können bzw. bei der zu Hilfenahme von Kränen unter dem Eigengewicht deformieren bzw. nicht bezahlbare Wandstärken aufweisen müssten. Weiter ist bei dieser Vorrichtung auch keine komplexe bzw. definierte Formgebung wie Rohrzug möglich, sondern nur der Guss in eine blockförmige Kompaktförmigkeit. Ein weiterer Nachteil besteht gerade bei zur Kristallisation neigenden Gläsern darin, dass bei Guss über die Kante durch unkontrollierte Temperaturführung und/oder am oberen Rand sitzende Verdampfungsprodukte die unerwünschte Kristallisation ausgelöst werden kann.

[0012] Aus dem Stand der Technik sind auch Schmelztiegel aus Iridium oder einer hochiridiumhaltigen Legierung bekannt. Solche Schmelztiegel werden in der Kristallzucht verwendet, beispielsweise zur Kristallzucht nach dem bekannten Czochralski-Verfahren. Dabei werden ebenfalls Ausgangsmaterialien bei hohen Temperaturen aufgeschmolzen. Allerdings handelt es sich bei Kristallen um eine vollständig andere Substanzklasse mit ganz anderen Verarbeitungseigenschaften. So entfällt bei der Kristallzucht der bei Gläsern bekannte Läuterprozess und die Zugabe eines Lättermittels. Gänzlich anders ist auch die Formgebung, denn die Form eines gezogenen Kristalls wird durch den verwendeten Impfkristall und die Formgebung der zumeist sehr komplexen Ziehvorrichtung vorgegeben. Kristall-Ziehvorrichtungen können zur Herstellung von Gläsern deshalb nicht verwendet werden. Da Kristalle ein schlagartiges Erstarrungsverhalten bei definierter Temperatur zeigen, sind außerdem Heißformgebungsprozesse über ein Rohrsystem und über eine Temperaturabsenkung mit nachfolgender Viskositätserhöhung über viele hundert Grad prinzipiell nicht möglich.

[0013] US 4,938,198 offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung stark reduzierender Phosphatgläser, mit einem Gefäß zum Aufnehmen einer Glasschmelze und mit einem Behälter, der das Gefäß aufnimmt, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist, das Gefäß und der rohrförmige Auslass aus sauerstoffdurchlässigem Platin oder einer sauerstoffdurchlässigen Platinlegierung gebildet sind, und wobei der Behälter ausgelegt ist, um das Gefäß und den rohrförmigen Auslass unter einer Sauerstoffatmosphäre aufzunehmen.

[0014] Dieser Druckschrift ist ferner der Hinweis zu entnehmen, dass das Gefäß zum Aufnehmen der Schmelze nicht aus Iridium oder einer Iridiumlegierung bestehen sollte, da Iridium nur unter einem vergleichsweise

hohem Aufwand zu einem Gefäß verarbeitet werden kann und die Außenoberfläche des Gefäßes mit einem inerten Metall, beispielsweise Rhodium, beschichtet werden muss, was aufwändig ist.

[0015] Gläser mit einer Zusammensetzung, wie sie erfindungsgemäß angestrebt wird, lassen sich im Stand der Technik allenfalls entweder mittels induktiver Beheizung in einem Skull-Tiegel oder durch Schmelzen in einem Pt-Tiegel herstellen. Eine induktive Beheizung in einem Skull-Tiegel setzt jedoch eine gewisse Mindestleitfähigkeit und somit eine Mindest-Ionenkonzentration in der Glasschmelze voraus, die mit den Zusammensetzungen, die erfindungsgemäß angestrebt sind, nicht zur Verfügung gestellt werden kann. Beim Schmelzen mittels Pt-Tiegel ist es jedoch unvermeidlich, dass Pt-Ionen und weitere Ionen der Pt-Gruppe in die Glasschmelze übertreten, was unvermeidlich zu einer störenden Einfärbung und somit zu einer Minderung der spektralen Transmission führt.

[0016] DE 43 38 128 C1 offenbart ein Borosilicatglas mit hoher Transmission im UV-Bereich. Die hohe Transparenz im UV-Bereich wird dadurch erzielt, dass bekanntes Borosilicatglas durch Modifizierung seines Alkali-oxidgehaltes strukturell so verändern wird, dass eine hoch UV-durchlässige Matrix realisiert wird, die UV-Transparenzen von größer als 80 % ermöglicht. Diese Strukturoptimierung wird durch Einführung definierter Mengen bestimmter Substanzen erzielt. Die zur Durchführung dieses Verfahrens offenbarten Temperaturen während des Läuterns sind vergleichsweise niedrig.

[0017] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein hoch schmelzendes Glas und eine hoch schmelzende Glaskeramik mit noch besseren Transmissionseigenschaften bereitzustellen. Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung soll zu diesem Zweck ein Herstellungsverfahren und eine Vorrichtung bereitgestellt werden.

[0018] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Glas oder eine Glaskeramik nach Anspruch 1. Weitere vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der rückbezogenen Unteransprüche.

[0019] Erfindungsgemäß wird ein hoch schmelzendes Glas oder eine hoch schmelzende Glaskeramik bereitgestellt, umfassend: 80 Gewichts-% bis 90 Gewichts-% SiO_2 , 0 Gewichts-% bis 10 Gewichts-% Al_2O_3 , 0 Gewichts-% bis 15 Gewichts-% B_2O_3 , und weniger als 3 Gewichts-% R_2O , wobei der Anteil von Al_2O_3 und B_2O_3 zusammen 7 Gewichts-% bis 20 Gewichts-% beträgt. Das Glas oder die Glaskeramik zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, dass eine Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von 20 mm, zumindest 65 %, bevorzugter zumindest 75 % und noch bevorzugter zumindest 80 % beträgt. Bevorzugt wird das Glas oder die Glaskeramik mit Hilfe einer Vorrichtung oder eines Verfahrens bereitgestellt, wie nachfolgend beschrieben. Gläser oder Glaskeramiken der vorgenannten Zusammensetzung und mit der vorgenannten vorteilhaft hohen Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich sind aus dem Stand der Technik derzeit nicht bekannt. Diese Gläser können beispielsweise als Sichtgläser in Ofenanlagen oder dergleichen verwendet werden.

[0020] Bevorzugt beträgt die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 1350 nm zumindest etwa 75 % und/oder beträgt die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei etwa 2200 nm zumindest etwa 50 %, bevorzugter zumindest etwa 55 %. Solche vorteilhaft hohen optischen Transmissionen im nahen infraroten Spektralbereich für Gläser der vorgenannten Zusammensetzung sind aus dem Stand der Technik derzeit nicht bekannt.

[0021] Ein weiterer Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung betrifft die Verwendung des erfindungsgemäßen Glases als Übergangsglas zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, beispielsweise zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen Quarzglas und Duranglas, die aufgrund der großen Unterschiede in der Wärmeausdehnung (α -Wert: Quarzglas $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$; Duranglas $3,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$) schwierig zu realisieren ist. Bevorzugt werden die erfindungsgemäßen Gläser speziell in ihrem Ausdehnungsverhalten aufeinander abgestimmt und werden diese erfindungsgemäß in Stufen von $\alpha=1,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ über $\alpha=2,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bis $\alpha=2,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ miteinander verschmolzen, mit einer Toleranz von etwa $0,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

[0022] Zur Realisierung der vorliegenden Erfindung dient eine Vorrichtung zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder hoch schmelzenden Glaskeramiken, mit einem Gefäß zum Aufnehmen einer Glasschmelze und einem Behälter, der das Gefäß aufnimmt, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist. Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass das Gefäß und ein erster Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material gebildet ist, wobei der Behälter ausgelegt ist, um das Gefäß und den ersten Abschnitt des rohrförmigen Auslasses unter einer Schutzgasatmosphäre aufzu-

nehmen.

[0023] Unter hoch schmelzenden Gläsern oder hoch schmelzenden Glaskeramiken im Sinne dieser Anmeldung seien insbesondere Gläser oder Glaskeramiken verstanden, die zur Herstellung einen Prozess durchlaufen, während dem die Temperaturen die üblicherweise durch das platinhaltige Material des Schmelztiegels vorgegebene Maximaltemperatur von 1760° C übersteigen. Dies schließt nicht aus, dass der Schmelzpunkt der Glasschmelze selbst unterhalb von 1760° C liegt. Wie nachfolgend noch ausführlicher beschrieben werden wird, lassen sich erfindungsgemäß jedoch Temperaturen von etwa 2000° C oder gar bis zu etwa 2200° C erzielen. Weil zum Schmelzen und Läutern der Glasschmelze erfindungsgemäß höhere Temperaturen erzielt werden können, lassen sich so hoch schmelzende Gläser oder Glaskeramiken mit überraschend vorteilhaften Eigenschaften erzielen, insbesondere hinsichtlich der optischen Transmission, des thermischen Ausdehnungsverhaltens und der Verwendung als Übergangsgläser zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

[0024] Die Erfinder haben herausgefunden, dass sich die vorgenannten relativ hohen Temperaturen ohne weiteres bei Verwendung von Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material erzielen lassen. Bekanntermaßen weist Iridium selbst einen Schmelzpunkt von etwa 2410° C bis etwa 2443° C auf. Auch hoch-iridiumhaltige Legierungen weisen einen nur geringfügig niedrigeren Schmelzpunkt auf. Wenngleich somit Verarbeitungstemperaturen bis hin zu etwa 2400° C grundsätzlich denkbar sind, sollte aus Sicherheitsgründen ein Temperaturabstand von etwa 100° C bis etwa 200° C zu dieser Obergrenze eingehalten werden, etwa zur Vermeidung einer lokalen Überhitzung, einer unzureichenden Temperaturmessung oder einer Stabilitätsverringerung aufgrund von Korngrenzenwachstum des Iridiums. Aufwändige Versuchsreihen der Erfinder haben ergeben, dass Iridium selbst bei den vorgenannten hohen Temperaturen nur relativ wenig mit der Glasschmelze reagiert.

[0025] Zur Herstellung von hoch schmelzenden Gläsern oder Glaskeramiken gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren verwendet, das die folgenden Schritte umfasst: Bereitstellen eines Gefäßes zum Aufnehmen einer Glasschmelze, wobei das Gefäß einen rohrförmigen Auslass aufweist; Anordnen des Gefäßes in einem Behälter; Einbringen eines Rohmaterials bzw. eines Gemenges mit einer vorgegebenen Zusammensetzung in das Gefäß; und Schmelzen des Rohmaterials zu einer Glasschmelze und Läutern der Glasschmelze; wobei das Gefäß und ein erster Abschnitt des rohrförmigen Auslasses aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material bereitgestellt wird und in dem Behälter eine Schutzgasatmosphäre derart bereitgestellt wird, dass das Gefäß und der erste Abschnitt des rohrförmigen Auslasses in dem Behälter unter der Schutzgasatmosphäre aufgenommen wird.

[0026] Bei dem Verfahren wird die vorgenannte Vorrichtung nacheinander in zwei unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben. In einem ersten Betriebszustand wird das Gemenge zum Niederschmelzen in das Gefäß eingebracht. Anschließend wird die Temperatur des Gefäßes auf die vorgenannten relativ hohen Temperaturen erhöht, bei denen die Glasschmelze in bekannter Weise geläutert wird. Diese Temperaturen liegen weit oberhalb der später gewählten Verarbeitungstemperatur der Glasschmelze. In dem ersten Betriebszustand wird der rohrförmige Auslass bevorzugt auf einer deutlich niedrigeren Temperatur gehalten, bei der die Glasschmelze erstarrt oder sich verfestigt, um in dem rohrförmigen Auslass einen Pfropfen zu bilden, der den rohrförmigen Auslass verstopft und ein Auslaufen der Glasschmelze verhindert. Um ein noch homogeneres Endprodukt zu erzielen, kann deshalb der erste Teil der bei der späteren Heißformgebung austretenden Glasschmelze auch ausgesondert werden. Während des Läutern kann die Heizung des rohrförmigen Auslasses ausgeschaltet sein oder zur Kompensation von Wärmeverlusten geeignet gesteuert oder geregelt werden.

[0027] In einem nachfolgenden zweiten Betriebszustand wird nach dem Läutern die Temperatur der Glasschmelze auf die eigentliche Verarbeitungstemperatur abgesenkt und wird der rohrförmige Auslass auf die Verarbeitungstemperatur erwärmt, so dass sich der Pfropfen löst und die Glasschmelze aus dem rohrförmigen Auslass austritt. In dem zweiten Betriebszustand können das Gefäß und der rohrförmige Auslass auf denselben oder auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden.

[0028] Dabei lassen sich Temperaturen während des ersten Betriebszustands von zumindest etwa 2000° C, bevorzugter von zumindest etwa 2100° C und noch bevorzugter von zumindest etwa 2200° C realisieren. Bei diesen Temperaturen können grundsätzlich beliebige Glaszusammensetzungen behandelt werden.

[0029] Erfindungsgemäß werden Glaszusammensetzungen behandelt, die 80 Gewichts-% bis 90 Gewichts-% SiO_2 , 0 Gewichts-% bis 10 Gewichts-% Al_2O_3 , 0 Gewichts-% bis 15 Gewichts-% B_2O_3 und weniger als 3 Gewichts-% R_2O umfassen, wobei der Anteil von Al_2O_3 und B_2O_3 zusammen 7 Gewichts-% bis 20 Gewichts-% beträgt und R für ein Alkali-Element einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht. Wie

nachfolgend noch ausführlicher dargelegt werden wird, lassen sich auf diese Weise Übergangsgläser mit noch vorteilhafteren Eigenschaften erzielen, insbesondere im Hinblick auf deren optische Transmission, deren Wärmeausdehnung und deren Homogenität. Ferner lassen sich auch Cordierit-Gläser mit noch vorteilhafteren Eigenschaften herstellen.

[0030] Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 20 Gewichts-% MgO und/oder bis etwa 10 Gewichts-%, bevorzugter bis etwa 5 Gewichts-% umfassen, beispielsweise TiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 oder MoO_3 oder Mischungen daraus.

[0031] Als besonders vorteilhaft hat es sich erwiesen, wenn die Glasschmelze in dem Gefäß während des ersten Betriebszustands bzw. während des Läuterns mit einer Rührvorrichtung, die aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material mit den vorstehend beschriebenen Eigenschaften gebildet ist, gerührt wird. Die Rührvorrichtung kann mit einem Gasreservoir verbunden sein, um zum Reduzieren der Glasschmelze ein Gas einzublasen. Weiterhin kann hiermit die Schmelze zusätzlich homogeniert werden. Weitere Effekte liegen in einer Beschleunigung des Aufschmelzverhaltens und der Läuterung. Auch ein Trocknen des Glases bzw. eine Verminderung von OH (Wasserabsorptionsbande) im NIR ist durch das Einblasen eines Gases zu erreichen. Auch kann hierdurch der Restgasgehalt des Glases abgesenkt werden, was vorteilhaft für eine spätere Heißnachverarbeitung sein kann.

[0032] Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben werden, woraus sich weitere Merkmale, Vorteile und zu lösenden Aufgaben ergeben werden, die ausdrücklich Gegenstand der vorliegenden Anmeldung sein sollen. Es zeigen:

[0033] [Fig. 1](#) in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung gemäß dem Stand der Technik;

[0034] [Fig. 2](#) in einem schematischen Teilschnitt einen Schmelztiegel mit einem Auslaufrohr zur Herstellung eines Glases oder einer Glaskeramik gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0035] [Fig. 3](#) in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung zur Herstellung eines Glases oder einer Glaskeramik gemäß der vorliegenden Erfindung; und

[0036] [Fig. 4](#) die spektrale Transmission eines beispielhaften Glases gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0037] Die [Fig. 2](#) zeigt in einem schematischen Teilschnitt einen als Gefäß zur Aufnahme einer Glasschmelze dienenden Schmelztiegel **2** mit einem Auslaufrohr **4** zur Herstellung eines Glases oder einer Glaskeramik gemäß der vorliegenden Erfindung. Im oberen Teil weist der Schmelztiegel **2** eine Tiegelwand **6** auf, die aus einem Blech gefertigt ist, das geeignet zugeschnitten wird und entlang der Schweißnaht **8** durch Schweißen stoffschlüssig verbunden wird. Geeignete Einkerbungen in dem Blech sorgen dafür, dass auch der Boden **9** geeignet gebildet und mittels einer nicht dargestellten Schweißnaht mit dem Rest der Tiegelwand **6** verbunden wird.

[0038] Insgesamt weist der obere Teil des Schmelztiegels **6** eine schlanke Grundform auf, sodass eine den Schmelztiegel **2** umgebende Heizvorrichtung, wie beispielhaft in der [Fig. 3](#) dargestellt, für eine gleichmäßige Erwärmung der in dem Schmelztiegel **2** aufgenommenen Glasschmelze führt. Ein Öffnungsverhältnis h/L des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** ist bevorzugt zumindest größer als etwa 2,0, bevorzugter größer als etwa 3,0 und noch bevorzugter größer als etwa 4,0, wobei h eine maximale Innenhöhe des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** und L ein maximaler Abstand von Seitenwänden bzw. der Durchmesser des zylindrischen Teils des Schmelztiegels **2** ist.

[0039] Wie in der [Fig. 2](#) dargestellt, ist der Boden **9** um einen Winkel α im Bereich von bis zu 20° , bevorzugt im Bereich von etwa 10° , radial einwärts geneigt, um ein Auslaufen der Glasschmelze zu unterstützen. Grundsätzlich kann der Boden **9** auch gewölbt oder flach ausgebildet sein.

[0040] In der Mitte des Bodens **9** beginnt das als rohrförmiger Auslass dienende Auslaufrohr **4**, das aus mehreren Segmenten **10** bis **14** gebildet ist. Bei dem dargestellten Beispiel weist das Auslaufrohr **4** einen runden Querschnitt auf. Das Auslaufrohr **4** kann auch einen anderen geeigneten Querschnitt aufweisen. Die einzelnen Segmente **10** bis **14** sind jeweils aus einem Blech gefertigt, das geeignet zugeschnitten und entlang der jeweiligen Schweißnaht **16** zu einem rohrförmigen Gebilde verbunden wird. Das oberste Segment **10** ist konisch geformt und ist mit dem Boden **9** des Schmelztiegels **2** verbunden. Die konische Form unterstützt ein Auslaufen der Glasschmelze aus dem zylindrischen Teil des Schmelztiegels **2** in das Auslaufrohr **4**. Die weiteren Seg-

mente **11** bis **14** sind im Wesentlichen geradlinig ausgebildet. In dem oberen Teil A des Auslaufrohrs **4** bestehen die Segmente **10** bis **13** aus Iridium oder einem hoch-iridiumhaltigen Material, wie nachfolgend ausgeführt. In dem unteren Teil B des Auslaufrohrs **4** besteht das Segment **14** oder die mehreren Segmente (nicht dargestellt) aus einer oxidationsbeständigen Legierung, bevorzugt aus PtRh30 oder PtRh20.

[0041] Am unteren Ende des Auslaufrohrs **4** ist eine Ziehdüse **15** angeordnet, die als Heißformgebungseinrichtung dient, um die aus dem Auslaufrohr **4** austretende Glasschmelze zu einem Formkörper zu formen. Hergestellt werden können Vollkörper, beispielsweise Stäben, Blöcke oder Kügelchen aus einem hochschmelzendem Glas oder einer hochschmelzenden Glaskeramik, oder Hohlkörper, beispielsweise Rohre, aus einem hochschmelzendem Glas oder einer hochschmelzenden Glaskeramik.

[0042] Das Auslaufrohr **4** wird mit Hilfe eines elektrischen Stroms, der durch die Wände der Segmente **10** bis **14** fließt, widerstandsbeheizt. Zu diesem Zweck sind an dem Auslaufrohr **4** elektrische Anschlüsse zum Zuführen des Heizstroms vorgesehen. Ein elektrischer Anschluss befindet sich am Ende des Rohres mit dem Bezugszeichen **15**, der zweite elektrische Anschluss befindet sich in doppelter Ausführung am Übergang zwischen den Elementen mit den Bezugszeichen **9** und **6**, und zwar in der [Fig. 2](#) um 180° relativ zueinander versetzt. Die Bezugszeichen **17** bezeichnen Anschlussfahnen zum Anbringen von Thermoelementen (nicht dargestellt).

[0043] Das konische Segment **10** ist mit dem Boden **9** des Schmelztiegels **2** über eine Schweißnaht verbunden. Auch die weiteren Segmente **11** bis **13** aus Iridium oder aus dem hoch-iridiumhaltigen Material sind bevorzugt mittels Schweißverbindungen miteinander verbunden. Die Schmelztemperaturen von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung und andern oxidationsbeständigen Legierungen, die zur Ausbildung des Segments **14** des unteren Abschnittes B des Auslaufrohrs **4** verwendet werden, unterscheiden sich deutlich. Deshalb kann das Segment **14** aus der niedrig schmelzenden oxidationsbeständigen Legierung nicht mittels Schweißverbindung mit dem Segment **13** aus Iridium oder aus der hoch-iridiumhaltigen Legierung verbunden werden. Zur Verbindung dient eine Art Steckverbindung, bei der das Segment **13** eng anliegend in das Segment **14** hineingeschoben wird. Der Außendurchmesser des Segments **13** und der Innendurchmesser des Segments **14** sind so aufeinander abgestimmt, dass sich beim Ausbilden der Steckverbindung eine Art Wulst aus dem Material der niedrig schmelzenden oxidationsbeständigen Legierung des Segments **14** um das Material des Segments **13** anlegt, die zur Abdichtung des Auslaufrohrs **4** in dem Übergangsbereich **39** zwischen dem Abschnitt A und dem Abschnitt B dient. Beim Durchfahren mehrerer Temperaturzyklen verklebt sich die Wulst aufgrund von Spannungen, die beim wiederholten Erstarren der Segmente **13**, **14** entstehen. Überraschenderweise hat sich gezeigt, dass auch ohne stoffschlüssige Verbindung der beiden Segmente **13**, **14** ein unkontrolliertes Austreten der Glasschmelze durch Risse oder Löcher in dem Übergangsbereich **39** wirksam verhindert werden kann. Weiterhin wurde festgestellt, dass der bekannte Kirkendall-Effekt (Porenbildung in Ir durch Eindiffusion desselben in das Pt/Rh20) während der Laufzeit der Vorrichtung keine Auswirkungen auf die mechanische Stabilität hatte. Auch hier konnte kein Glasaustritt aufgrund Rissbildung beobachtet werden.

[0044] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Tiegelwand **6** des Schmelztiegels **2** aus einem Blech mit einer Länge von etwa 510 mm und einer Wandstärke von etwa 1,0 mm gefertigt. Der zylindrische Teil des Schmelztiegels **2** weist somit ein theoretisches Fassungsvermögen von etwa 17 Litern auf. Zur Ausbildung von Schmelztiegeln mit größerem Fassungsvermögen kann die Höhe des zylindrischen Teils vergrößert oder sowohl die Höhe als auch der Durchmesser des zylindrischen Teils **6** unter Skalierung des vorgegebenen Öffnungsverhältnisses h/L erhöht werden. Dabei ist zu beachten, dass die den zylindrischen Teil **6** des Schmelztiegels **2** umgebende Heizvorrichtung (siehe [Fig. 3](#)) derart ausgelegt wird, dass über dem Durchmesser und die Höhe des zylindrischen Teils **6** des Schmelztiegels **2** ein homogenes Temperaturprofil erzielt werden kann.

[0045] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel sind die Segmente **10** bis **14** und die Ziehdüse **15** des Auslaufrohrs **4** aus Blechen mit einer Wandstärke von etwa 1,0 mm gebildet wie folgt: Das erste konische Segment **10** weist eine Länge von 68 mm und einen Innendurchmesser von 40 mm auf, der sich am unteren Ende zu etwa 20 mm verjüngt; das nächste Segment **11** weist eine Länge von 90 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; die beiden nächsten Segmente **12**, **13** weisen eine Länge von 80 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; das Segment **14** des Abschnittes B weist eine Länge von 145 mm und einen Innendurchmesser von 20 mm auf; die Ziehdüse **15** weist eine Länge von 35 mm und einen Innendurchmesser von 52 mm auf.

[0046] Insgesamt verhält sich somit die Länge des Abschnittes A zu der Länge des Abschnittes B des Auslaufrohrs **4** wie etwa 7:3. Bevorzugt sind die Segmente **10** bis **13** des Abschnittes A des Auslaufrohrs **4** aus Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung, wie nachfolgend beschrieben, gebildet, während die Seg-

mente **14**, **15** des Abschnittes B des Auslaufrohrs **4** aus einer PtRh-Legierung gebildet sind, die temperaturbeständig und oxidationsbeständig ist. Besonders zweckmäßig ist die Verwendung von PtRh30 oder noch bevorzugter von PtRh20 als Material der Segmente **14**, **15** des Abschnittes B, weil dieses Material kostengünstig erhältlich ist, leicht verformbar ist, und bei den zur Heißformgebung verwendeten Temperaturen gemäß der Erfindung nur zu einer geringen Verfärbung der Glasschmelze beiträgt.

[0047] Bekanntermaßen unterscheidet sich die elektrische Leitfähigkeit von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung von der einer PtRh-Legierung. Damit der Heizstrom, der durch die Wände der Segmente **10** bis **15** fließt, über die Länge des Auslaufrohrs **4** im Wesentlichen konstant ist, um ein homogenes Temperaturprofil zu erzielen, ist bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel die Wandstärke der Segmente **10** bis **13** aus Iridium oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung etwa 0,7 mm, während die Wandstärke der Segmente **14**, **15** aus PtRh20 etwa 1,0 mm beträgt, wenn das Verhältnis der Längen der Abschnitte A und B etwa 7:3 beträgt. Bei anderen Längenverhältnissen wird der Fachmann auf diesem Gebiet ohne weiteres andere Wandstärken der Segmente **10** bis **13** des Abschnittes A und der Segmente **14**, **15** des Abschnittes B unter Verwendung der elektrischen Leitfähigkeiten der entsprechenden Materialien berechnen können.

[0048] Wie in der [Fig. 2](#) dargestellt, ist der obere Rand **7** des Schmelztiegels **2** flach. Auf dem oberen Rand **7** wird, wie in der [Fig. 3](#) dargestellt, eine Abdeckung **31** aufgelegt, die einer thermischen Isolierung der in dem Schmelztiegel **2** aufgenommenen Glasschmelze und einem weiteren Schutz der Glasschmelze vor der Umgebungsluft dient. Die Abdeckung **31** kann auf dem oberen Rand **7** aufgelegt sein. Die Abdeckung **31** kann auch so auf dem oberen Rand **7** aufgelegt und mit diesem verbunden sein, dass der Schmelztiegel **2** in gewissem Maße druckdicht abgeschlossen ist, sodass eine Atmosphäre mit einem gewissen Überdruck in dem Schmelztiegel **2** aufgebaut werden kann durch Einstromen eines Gases, bevorzugt eines Schutzgases, durch einen nicht dargestellten Gaseinlass in den Innenraum des Schmelztiegels **2** oberhalb des Pegels der Glasschmelze. Dieser Überdruck kann beispielsweise dazu verwendet werden, um den beim Austritt der Glasschmelze aus dem Auslaufrohr **4** geringer werdenden hydrostatischen Druck der Glasschmelze auszugleichen.

[0049] Die Tiegelwand **6** sowie die Segmente **10** bis **13** des Schmelztiegels **2** sind aus Iridium mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 99 %, bevorzugter von mindestens etwa 99,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 99,8 % gebildet, sodass deren Schmelzpunkt etwa bei 2400°C liegt. Ganz besonders bevorzugt wird ein Iridium mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 99,8 % und einem Anteil von Elementen aus der Platingruppe von mindestens etwa 99,95 %. Dabei beträgt der Anteil von Pt, Rh und W jeweils maximal etwa 1000 ppm, der Anteil von Fe maximal etwa 500 ppm, der Anteil von Ru maximal etwa 300 ppm, der Anteil von Ni etwa 200 ppm, der Anteil von Mo, Pd jeweils maximal etwa 100 ppm, der Anteil von Cu, Mg, Os, Ti jeweils maximal etwa 30 ppm und der Anteil von Ag, Al, As, Au, B, Bi, Cd, Cr, Mn, Pb, Si, Sb, V, Zn, Zr jeweils maximal etwa 10 ppm.

[0050] Als Materialien der Tiegelwand **6** und der Segmente **10** bis **13** des Schmelztiegels **2** kommen grundsätzlich auch hoch-iridiumhaltige Materialien, gebildet aus einer Platingruppe-Legierung, mit einem Iridium-Anteil von mindestens etwa 95 %, bevorzugter von mindestens etwa 96,5 % und noch bevorzugter von mindestens etwa 98 % in Betracht. Bei der Verarbeitung der vorgenannten Materialien ist zu beachten, dass diese relativ spröde sind und erst bei vergleichsweise hohen Temperaturen duktil werden.

[0051] Die [Fig. 3](#) zeigt in einem schematischen Querschnitt eine Vorrichtung zur Herstellung von hochschmelzenden Gläsern oder hochschmelzenden Glaskeramiken, im diskontinuierlichen Betrieb. Die Vorrichtung **1** umfasst den Schmelztiegel **2** gemäß der [Fig. 2](#), der in einem Behälter aufgenommen ist, der aus einem unteren Behälterabschnitt **19** und dem oberen Behälterabschnitt **20** gebildet ist. Der Schmelztiegel **2** ist in dem Behälter so aufgenommen, dass der obere Rand des Schmelztiegels **2** nicht über den oberen Rand des oberen Behälterabschnitts **20** vorsteht. Der obere Behälterabschnitt **20** ist von einer Abdeckung **21** bedeckt. Insgesamt ist der so ausgebildete Behälter ausreichend zu der Umgebungsluft abgeschlossen, sodass in dem Innenraum des Behälters, wo der Schmelztiegel **2** aufgenommen ist, eine Schutzgasatmosphäre ausgebildet werden kann, sodass eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials des Schmelztiegels **2** und des Abschnittes A des Auslaufrohrs **4** (siehe [Fig. 2](#)) verhindert werden kann.

[0052] Um den Schmelztiegel **2** herum ist eine wassergekühlte Induktionsspule **3** angeordnet, die spiralförmig und mit nicht verschwindender Steigung um den Schmelztiegel **2** herum verläuft. Die Induktionsspule **3** ist unter einem geringen Abstand zu der Außenwand des Schmelztiegels **2** angeordnet, bevorzugt unter einem Abstand von etwa 60 bis 80 mm. Zwischen der Induktionsspule **3** und dem Schmelztiegel **2** befindet sich ein feuerfester Zylinder **23**, der den Schmelztiegel **2** radial umgibt und an der Unterseite durch das zweite Bodenele-

ment **26** und das erste Bodenelement **25** abgeschlossen ist. Der so entstehende Zwischenraum zwischen der Innenumfangsoberfläche des feuerfesten Zylinders **23** und der Außenumfangsoberfläche des Schmelzriegels **2** ist mit MgO-Kügelchen **24** aufgeschüttet, um eine ausreichende Formstabilität des Schmelzriegels **2** auch bei Temperaturen von oberhalb von etwa 2000°C zu gewährleisten. Die Kügelchen der Kugelschüttung **24** müssen bei den angegebenen Temperaturen ausreichend temperatur- und formstabil und oxidationsbeständig sein. Bevorzugt wird deshalb MgO als Material der Kugelschüttung verwendet, die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt. Eine Verwendung von ZrO₂ ist beispielsweise auch realisierbar. Die Kügelchen der Kugelschüttung **24** können auch eine von der Kugelform abweichende Oberflächengestalt aufweisen. Insgesamt wird jedoch in dem Zwischenraum zwischen der Innenumfangsoberfläche des Zylinders **23** und der Außenumfangsoberfläche des Schmelzriegels **2** ein ausreichender Gasfluss, insbesondere Schutzgasfluss, aufrecht erhalten, sodass der Schmelzriegel **2** von einem inerten Schutzgas umströmt wird, um eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials des Schmelzriegels **2** zu verhindern.

[0053] Die Erfinder haben herausgefunden, dass ein ausreichender Gasfluss in dem vorgenannten Zwischenraum gewährleistet werden kann, wenn die Kügelchen der Kugelschüttung **24** einen Durchmesser von zumindest etwa 2,0 mm aufweisen, bevorzugter von zumindest etwa 2,5 mm und noch bevorzugter von zumindest etwa 3,0 mm.

[0054] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Induktionsspule **3** durch einen Umrichter mit einer Anschlussleistung von etwa 50 kW bei einer Frequenz von etwa 10 kHz betrieben. Somit lassen sich auch im Langzeitbetrieb Temperaturen von oberhalb 2000°C in dem zylindrischen Abschnitt des Schmelzriegels **2** erzielen.

[0055] Zur Temperaturmessung des Schmelzriegels **2** ist an der Außenumfangsoberfläche des zylindrischen Abschnittes des Schmelzriegels **2** eine Iridium-Hülse **27** vorgesehen, in der ein geeigneter Temperatursensor angeordnet ist. Möglich ist auch eine Temperaturmessung mit Ir-PtIr40-Thermoelementen oder mit einem Zweifarben-Pyrometer, die über einen Lichtleiter (nicht dargestellt), bestehend beispielsweise aus einer Saphirfaser (um eine Temperaturmessung oberhalb 2000°C gewährleisten zu können) durch die Durchführung **28** des oberen Behälterabschnitts **20** hindurch eingeführt wird. Allerdings ist auch eine Temperaturmessung mittels Zweifarben-Pyrometer ohne Lichtleitfaser, abhängig von der Brennweite (Messentfernung) und der Größe der Messfläche, möglich. Zur Temperaturüberwachung befinden sich auch weitere Thermoelemente, nicht dargestellt, beispielsweise vom Typ B, in dem ersten Bodenabschnitt **25** und/oder in dem zweiten Bodenabschnitt **26** sowie an anderen geeigneten Stellen in dem Behälter.

[0056] Wie vorstehend ausgeführt, ist der Behälter im Wesentlichen dreiteilig ausgebildet und umfasst den unteren Behälterabschnitt **19**, den oberen Behälterabschnitt **20** und die Abdeckung **21**. Diese Behälterabschnitte werden zweckmäßig aus einem geeigneten Edelstahl gefertigt. Der obere Behälterabschnitt **20** ist doppelwandig ausgebildet. Der Ringspalt zwischen der Innenwand und der Außenwand des oberen Behälterabschnitts **20** kann von einem Kühlmittel, bevorzugt Wasser, durchströmt werden. Zu diesem Zweck weist der obere Behälterabschnitt **20** einen oberen Kühlmittelanschluss **35** und einen unteren Kühlmittelanschluss **36** auf. Die Seitenwände des oberen Behälterabschnitts **20** sind zylindrisch ausgebildet, in Anpassung an die Grundform des Schmelzriegels **2** und der diesen umgebenden Induktionsspule **3**. Der Abstand zwischen der Innenwand des oberen Behälterabschnitts **20** und der Außenumfangsoberfläche der Induktionsspule **3** ist ausreichend gewählt, um ein Schmelzen der Innenwand des Behälterabschnitts **20** bei Anlegen der üblichen Heizleistungen an die Induktionsspule **3** wirkungsvoll zu verhindern. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand zwischen der Innenwand des oberen Behälterabschnitts **20** und der Außenumfangsoberfläche der Induktionsspule **3** etwa 120 mm.

[0057] Der obere Behälterabschnitt **20** ist auf den unteren Behälterabschnitt **19** aufgeflanscht. Der untere Behälterabschnitt **19** ist insgesamt glockenförmig ausgebildet und umfasst zwei zylindrische Abschnitte mit jeweils unterschiedlichen Außendurchmessern. Der obere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts **19** dient der Aufnahme des Schmelzriegels **2** und von diesen abstützenden Bodenelementen **25**, **26**, während der untere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts **19** der Aufnahme und Durchführung des Auslaufrohrs **4** zu der Umgebungsatmosphäre dient. Auch der Ringspalt des unteren Behälterabschnitts **19** kann von einem Kühlmittel, bevorzugt Wasser, durchströmt werden, zu welchem Zweck ein oberer Kühlmittelanschluss **37** und ein unterer Kühlmittelanschluss **38** an dem unteren Behälterabschnitt **19** vorgesehen ist.

[0058] Auf den oberen Umfangsrand des oberen Behälterabschnitts **20** ist die Abdeckung **21** aufgesetzt, bevorzugt aufgeflanscht, die aus Edelstahl besteht. Die Abdeckung **21** kann durch Lösen von nicht dargestellten

Schraubbolzen abgehoben werden oder kann schwenkbar oder seitlich verschiebbar gelagert sein, um einen Austausch des in dem Behälter aufgenommenen Schmelztiegels **2** zu gewährleisten. Oberhalb des Schmelztiegels **2** befindet sich ein Deckelstein **29**, der aus einem geeigneten hitzebeständigen Material gebildet ist, beispielsweise aus MgO oder Mullit, bevorzugt mit einer Verkleidung aus Edelmetalllegierung (Pt/Rh30).

[0059] Auch der Deckelstein **29** kann aus der Öffnung der Abdeckung **21** heraus genommen oder heraus geschwenkt werden, beispielsweise für Wartungs- und Montagearbeiten an dem in dem Behälter aufgenommenen Schmelztiegel **2**. Wie in der [Fig. 3](#) dargestellt, ist der Schmelztiegel **2** an seinem oberen Rand von einer Abdeckung **31** abgeschlossen, die ihrerseits einen Mantel **18** aufweist, der zylindrisch geformt ist und den Deckelstein **29** zur Umgebungsatmosphäre hin durchdringt. Die Bauart dieses Deckels kann entweder komplett in Ir oder Ir-Legierungen oder in Pt-Legierungen, bevorzugt Pt/Rh **20** ausgeführt sein. Auch eine Kombination der beiden Legierung (Teil **31** aus Ir und Teil **18** aus oxidationsbeständigem Edelmetall, beispielsweise Pt/Rh20) ist möglich. Der Deckelstein **40**, bevorzugt aus keramischem Material (MgO, Mullit) oder in Edelmetall eingefasster Keramik, kann zum Einbringen von Glasgemenge oder Rohmaterial in den Schmelztiegel **2** während des Niederschmelzens der Glasschmelze abgenommen und wieder aufgesetzt werden.

[0060] Zum Durchführen weiterer Kabel und Leitungen in das Innenvolumen des Behälters ist eine Durchführung **30** in dem unteren Behälterabschnitt **19** vorgesehen. Durch die Mediendurchführung **30** kann insbesondere auch eine separate Gasleitung (nicht dargestellt) zu dem Schmelztiegel **2** hindurch geführt werden, um ein Innenvolumen des Schmelztiegels **2** gesondert von dem Innenvolumen des Behälters mit einer Schutzgasatmosphäre zu durchspülen oder mit Druck zu beaufschlagen. In letzterem Fall kann der Schmelztiegel **2** in gewissem Maße druckfest ausgelegt sein, sodass ein gewisser Überdruck in dem Schmelztiegel **2** aufgebaut werden kann. Zur Steuerung oder Regelung dieses Überdruckes kann in dem Schmelztiegel **2** ein Druckaufnehmer vorgesehen sein, dessen Kabel ebenfalls über die Mediendurchführung **30** nach außen hin geführt werden.

[0061] Wie in der [Fig. 3](#) dargestellt, sitzt der Boden des Schmelztiegels **2** ganzflächig auf einem ersten Bodenelement **25** auf. Zu diesem Zweck ist das Profil des ersten Bodenelements **25** an die Form des Bodens des Schmelztiegels **2** angepasst, im dargestellten Ausführungsbeispiel verjüngend ausgebildet. Das erste Bodenelement **25** dient der mechanischen Abstützung des Schmelztiegels **2** und einer ausreichenden Wärmeisolierung. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das erste Bodenelement **25** aus MgO gebildet.

[0062] Das den Schmelztiegel **2** abstützende erste Bodenelement **25**, der feuerfeste Zylinder **23** und die Induktionsspule **3** liegen auf einem zweiten Bodenelement **26** auf, das auf dem Boden des unteren Behälterabschnitts **19** abgestützt ist. Das zweite Bodenelement **26** dient einer mechanischen Abstützung dieser Anordnung sowie einer ausreichenden thermischen Isolation. Zu diesem Zweck wird die Dicke des zweiten Bodenelements **26** ausreichend gewählt. Das Material des zweiten Bodenelements **26** muss ausreichend temperatur- und formstabil sowie oxidationsbeständig sein. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das zweite Bodenelement **26** aus ZrSiO₄ gebildet.

[0063] Das erste Bodenelement **25** und das zweite Bodenelement **26** weisen eine Öffnung auf, durch die hindurch das Auslaufrohr **4** zu der Umgebungsatmosphäre durchgeführt wird. Der untere zylindrische Abschnitt des unteren Behälterabschnitts **19** umgibt das Auslaufrohr **4**. Das Auslaufrohr **4** befindet sich bis auf einen geringen Anteil (Segment mit dem Bezugszeichen **15**) des unteren Rohrabschnittes aus oxidationsbeständigem Edelmetall in dem unteren Behälterabschnitt und wird mit einem hier nicht dargestellten Verschlussstück zum Behälterabschnitt **19** gasdicht verschlossen, um ein Eindringen von Luftatmosphäre zu verhindern.

[0064] Es wird bevorzugt, wenn der Übergangsbereich **39** zwischen dem Abschnitt A und dem Abschnitt B des Auslaufrohrs **4** (siehe [Fig. 2](#)) möglichst weit unterhalb der beiden Bodenelemente **25**, **26** angeordnet. Bei entsprechender Auslegung des unteren Behälterabschnitts **19** können jedoch auch die Segmente des Abschnittes A des Auslaufrohrs **4** aus Iridium oder dem hoch-iridiumhaltigen Material derart heruntergekühlt sein, dass die Gefahr einer Oxidbildung des Iridiums oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung verhindert werden kann. Die Lage des Übergangsbereichs **39** in der [Fig. 3](#) soll deshalb nur der Erläuterung dienen und soll nicht maßstabsgetreu ausgelegt werden.

[0065] Wie in der [Fig. 3](#) dargestellt, befindet sich in dem unteren Behälterabschnitt **19** ein Gaseinlass **22**, der der Zufuhr eines Schutzgases in das Innenvolumen des Behälters dient. Der Gaseinlass **22** ist mit einer nicht dargestellten Gasleitung und einem nicht dargestellten Gasreservoir verbunden. Insgesamt wird somit der Behälter von einem Schutzgas durchspült und wird der in dem Behälter aufgenommene Schmelztiegel **2** von dem Schutzgas umspült, um eine unerwünschte Oxidbildung des Iridiums oder des hoch-iridiumhaltigen Materials

des Schmelztiegels **2** sowie des Abschnittes A des Auslaufrohrs **4** (siehe [Fig. 2](#)) wirkungsvoll zu verhindern.

[0066] Das Schutzgas hält in dem Innenvolumen des Behälters neutrale bis leicht oxidierende Bedingungen aufrecht. Zu diesem Zweck kann ein Schutzgas mit einem Sauerstoffgehalt zwischen etwa $5 \times 10^{-3} \%$ und etwa 5% und bevorzugter zwischen etwa $0,5 \%$ und etwa 2% verwendet werden. Insgesamt ist das verwendete Schutzgas reaktionsträge und reagiert mit dem Iridium oder der hoch-iridiumhaltigen Legierung in vernachlässigbarem Umfang. Als inertes, reaktionsträges Schutzgas kommen insbesondere Argon oder Stickstoff in Betracht. Die vorgenannten geringfügigen Sauerstoffzusätze können Reaktionen zwischen dem Material des Schmelztiegels und Glaskomponenten unterbinden (Reduktion von Glaskomponenten mit anschließender Legierungsbildung). Weiterhin wird der Innenraum des Schmelztiegels mit Schutzgas gespült, um die Tiegelinnenwand gegen Oxidation durch Luftsauerstoff zu schützen.

[0067] Die Spülung mit dem Schutzgas kann auf die iridiumhaltigen Abschnitte des Schmelztiegels **2** beschränkt bleiben, da überraschenderweise gefunden wurde, dass ein Sauerstoffeinbruch mit nachfolgender zerstörerischer Oxidation des Schmelztiegels **2** nur in den obersten Zentimetern der Anordnung auftritt, die bei der Anordnung gemäß der [Fig. 3](#) vorzugsweise aus einem PtRh20-Deckel **31** besteht. Es kann aber auch ein Deckel aus Iridium bzw. einer Iridium-Legierung verwendet werden, wenn geringe Edelmetallverluste durch Oxidation des Iridiums in Kauf genommen werden. Zu diesem Zweck kann ein gewisser Mindestabstand zwischen der Abdeckung **31** und dem Bereich des Schmelztiegels **2**, der von der Induktionsspule **3** umgeben ist, vorgesehen sein.

[0068] Der Behälter braucht nicht druckdicht ausgelegt sein, da es ausreichend ist, wenn sich ein Fließgleichgewicht in dem Innenvolumen des Behälters ausbildet, das eine ausreichende Schutzgasatmosphäre darin gewährleistet. Grundsätzlich kann der Behälter **5** jedoch auch druckdicht ausgebildet sein, um ein Eindringen von Sauerstoff aus der Umgebungsatmosphäre in das Innenvolumen des Behälters noch wirkungsvoller zu unterdrücken.

[0069] Durch die Verwendung von Iridium oder einer hoch-iridiumhaltigen Legierung für den Schmelztiegel können Schmelztemperaturen von etwa 2000°C oder darüber hinaus erreicht werden. Hierdurch werden sämtliche physikalischen und chemischen Abläufe des Schmelzprozesses wesentlich beschleunigt. Die Prozesszeiten werden bei gleichzeitiger Qualitätssteigerung deutlich herabgesetzt. Somit lassen sich Gläser oder Glaskeramiken mit neuen, überraschend vorteilhaften Eigenschaften erzielen.

[0070] Ganz allgemein wird die Vorrichtung in zwei unterschiedlichen Betriebszuständen betrieben. Zunächst wird durch Öffnen des Deckels **18** ein Glasgemenge oder ein entsprechendes Rohmaterial sukzessive in den Schmelztiegel **2** eingebracht. Während dieser Phase des Niederschmelzens kann die Temperatur des Schmelztiegels **2**, je nach Glasgemenge bzw. Rohstoff, auch vergleichsweise niedrig gewählt werden, bevorzugt wird die Temperatur des Schmelztiegels **2** jedoch bereits während des Niederschmelzens auf oberhalb von etwa 2000°C gehalten.

[0071] Zur weiteren Behandlung der Glasschmelze, insbesondere zum Läutern, wird die Temperatur des Schmelztiegels **2** mit Hilfe der Induktionsspule **3** auf einer Temperatur weit oberhalb einer späteren Verarbeitungstemperatur der Glasschmelze gehalten. Aufgrund der sehr hohen Temperaturen, die möglich sind, können die Läuterprozesse sehr viel wirkungsvoller ablaufen. In diesem ersten Betriebszustand wird die Temperatur des Auslaufrohrs **4** vergleichsweise niedrig und unterhalb der Schmelztemperatur der Glasschmelze gehalten. In dem Auslaufrohr **4** bildet sich somit ein Pfropfen aus zähflüssiger oder erstarrter Glasschmelze aus, der ein Auslaufen der Glasschmelze aus dem Schmelztiegel **2** verhindert. Während des Läuterprozesses werden in der Glasschmelze übliche Läutermittel aktiviert. Zum Rühren der Glasschmelze in dem Schmelztiegel **2** kann auch eine nicht dargestellte Rührvorrichtung in dem Schmelztiegel **2** angeordnet sein oder durch die Abdeckung **31** hindurch in diesen eingeführt werden. Erfindungsgemäß besteht die Rührvorrichtung aus dem vorgenannten Iridium oder aus der vorgenannten hoch-iridiumhaltigen Legierung.

[0072] Die Rührvorrichtung kann selbst auch zum Einblasen von, beispielsweise reduzierenden, Gasen, verwendet werden.

[0073] Der Übergangsbereich zwischen flüssiger Glasschmelze und hoch viskosem oder erstarrtem Pfropfen ist fließend, befindet sich jedoch bevorzugt innerhalb des Auslaufrohrs **4**. Innerhalb des Schmelztiegels **2** wird somit eine sehr homogene Glasschmelze ausgebildet.

[0074] Während des ersten Betriebszustandes braucht das Auslaufrohr **4** nicht notwendiger Weise erwärmt

werden, weil durch entsprechende Auslegung des unteren zylindrischen Abschnittes des unteren Behälterabschnitts **19** für eine ausreichende Kühlung des Auslaufrohrs **4** durch Wärmeabstrahlung gesorgt werden kann. Grundsätzlich kann das Auslaufrohr **4** jedoch auch während des ersten Betriebszustands gesteuert oder geregelt erwärmt oder gekühlt werden.

[0075] Nach dem Läutern, wenn eine Glasschmelze mit ausreichender Qualität in dem Schmelztiegel **2** ausgebildet worden ist, wird die Temperatur der Glasschmelze in dem Schmelztiegel **2** zum Einnehmen eines zweiten Betriebszustands auf eine Verarbeitungstemperatur abgesenkt und wird das Auslaufrohr **4** auf die Verarbeitungstemperatur erwärmt. Die Verarbeitungstemperatur wird so gewählt, dass die Glasschmelze eine gewünschte Viskosität aufweist, bzw. zur Ausbildung von Formkörpern geeignet ist. Die Verarbeitungstemperatur liegt oberhalb des Schmelzpunktes der Glasschmelze und kann durch Ändern der Heizleistung der Induktionsspule **3** und der Heizleistung des Heizstroms an dem Auslaufrohr **4** verändert werden. Der Schmelztiegel **2** und das Auslaufrohr **4** können auch auf unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden, beispielsweise mit einer Temperaturdifferenz von etwa 10 bis 40°C.

[0076] In dem zweiten Betriebszustand schmilzt oder erweicht der Pfropfen in dem Auslaufrohr **4**, sodass die Glasschmelze aus dem Auslaufrohr **4** ausläuft. Dabei wird die Glasschmelze durch das Profil des Auslaufrohrs **4** und/oder durch weitere Heißformgebungseinrichtungen, beispielsweise eine Ziehdüse, wie diese in der [Fig. 3](#) mit dem Bezugszeichen **15** angedeutet ist, geformt. Gemäß der Erfindung können sowohl Vollkörper, beispielsweise Stäbe, als auch Hohlkörper, beispielsweise Rohre, ausgebildet werden.

[0077] Statt zu Formkörpern aus Glas kann die austretende Glasschmelze auch abgeschreckt und somit zu Pulver weiter verarbeitet werden.

[0078] Mit der Vorrichtung lassen sich grundsätzlich sämtliche bekannten Glassorten herstellen. Besonders bevorzugt wird die erfindungsgemäße Vorrichtung jedoch für Gläser oder Glaskeramiken, die nur einen sehr geringen Anteil an Netzwerkwandlern, insbesondere Alkalioxiden, aufweisen oder für Gläser oder Glaskeramiken, die einen hohen Anteil hochschmelzender Oxide, beispielsweise SiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , Nd_2O_5 oder Ta_2O_5 , aufweisen. Gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst das Glas oder die Glaskeramik einen Anteil von SiO_2 von 80 Gewichts-% bis 90 Gewichts-%, einen Anteil von Al_2O_3 von 0 Gewichts-% bis 10 Gewichts-%, einen Anteil von B_2O_3 von 0 Gewichts-% bis 15 Gewichts-% und weniger als 3 Gewichts-% R_2O ; wobei der Anteil von Al_2O_3 und B_2O_3 zusammen 7 Gewichts-% bis 20 Gewichts-% beträgt und R für ein Alkali-Element einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht. Gläser der vorgenannten Zusammensetzung konnten mit Schmelztiegeln aus dem Stand der Technik nicht oder nicht in ausreichender Qualität hergestellt werden.

[0079] Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 20 Gewichts-% MgO und/oder bis etwa 10 Gewichts-%, bevorzugter bis etwa 5 Gewichts-% umfassen, beispielsweise TiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 oder MoO_3 oder Mischungen daraus.

[0080] Eine bevorzugte Verwendung gemäß der Erfindung betrifft die Herstellung so genannter Übergangsgläser, die zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen einem Glas mit einem niedrigem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und einem Glas mit einem hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten dienen, beispielsweise zwischen Quarzglas mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $0,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ und zwischen Duranglas mit einem thermischen Ausdehnungskoeffizienten von etwa $3,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Erfindungsgemäß lassen sich Übergangsgläser mit speziell auf die beiden zu verbindenden Glassorten abgestimmten thermischen Ausdehnungskoeffizienten herstellen, wie nachfolgend beschrieben.

[0081] Die Tabelle 1 fasst die Zusammensetzung und die ermittelten thermischen Ausdehnungskoeffizienten verschiedener Übergangsgläser zusammen, die gemäß der vorliegenden Erfindung und dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel hergestellt wurden.

Oxide (in Gewichts-%)	8228	8229	8230	Neu 1	Neu 2
SiO ₂	82,1	87,0	83,6	83,0	82,5
B ₂ O ₃	12,3	11,6	11,0	12,5	8,6
Al ₂ O ₃	5,3	-	2,5	4,5	5,5
Na ₂ O	-	1,4	2,2	-	-
K ₂ O	-	-	0,3		
Läuterm.	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2	0,05-0,2
$\alpha(\times 10^{-6})$	1,3	2,0	2,7	1,15	1,0

Tabelle 1

[0082] Die Übergangsgläser mit den Typenbezeichnungen 8228, 8229 und 8230 weisen einen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von $1,3 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $2,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bzw. $2,7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ auf und eignen sich deshalb hervorragend zur Herstellung einer Schmelzverbindung zwischen Quarzglas und Duranglas. Sämtliche der vorstehend in der Tabelle 1 bezeichneten Glassorten weisen einen Brechungsindex von kleiner als etwa 1,47 auf. Die Glassorten der Spalten 4 und 5 der Tabelle 1 können mit herkömmlichen, nicht-iridiumhaltigen Schmelztiegeln gemäß dem Stand der Technik nicht hergestellt werden.

[0083] Aufgrund der erfindungsgemäß möglich gewordenen deutlich höheren Temperaturen lassen sich neuartige Gläser und Glaskeramiken der vorgenannten Zusammensetzung mit noch nicht da gewesenen Eigenschaften herstellen. Dies wird beispielhaft in der [Fig. 4](#) dargestellt, die die spektrale Transmission der Glassorte 8228 gemäß der Tabelle 1 darstellt. In der [Fig. 4](#) wird die spektrale Transmission einer Glassorte 8228, die mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und gemäß dem nachfolgend ausführlich dargelegten Ausführungsbeispiel 1 hergestellt worden ist, verglichen mit der spektralen Transmission einer Glassorte identischer Zusammensetzung, die mit einem üblichen, nicht-iridiumhaltigen Schmelztiegel gemäß dem Stand der Technik bei Temperaturen von 1760°C hergestellt worden ist. In der [Fig. 4](#) bezeichnet die obere Kurve die spektrale Transmission einer erfindungsgemäß hergestellten Glassorte 8228 gemäß dem nachfolgend dargelegten Ausführungsbeispiel 1 und bezeichnet die untere Kurve die spektrale Transmission einer Glassorte 8228 gemäß dem Stand der Technik.

[0084] Wie der [Fig. 4](#) entnommen werden kann, ist die spektrale Transmission in dem nahen UV-Bereich höher und setzt um etwa 30 nm früher ein. Wie der [Fig. 4](#) entnommen werden kann, ist die spektrale Transmission der erfindungsgemäßen Glassorte in dem sichtbaren Spektralbereich zwischen etwa 400 nm und etwa 800 nm deutlich größer als die spektrale Transmission der entsprechenden Glassorte gemäß dem Stand der Technik. Insbesondere zeichnet sich das erfindungsgemäße Glas dadurch aus, dass die Transmission im vorgenannten sichtbaren Wellenlängenbereich, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, zumindest etwa 65 %, bevorzugter zumindest etwa 75 % und noch bevorzugter zumindest etwa 80 % beträgt. Derart hohe Transmissionen konnten für Glassorten gemäß dem Stand der Technik mit entsprechender Zusammensetzung nicht beobachtet werden und können im Stand der Technik wegen der durch die Verwendung von nicht-iridiumhaltigen Material für den Schmelztiegel bedingte deutlich niedrigere Verarbeitungstemperaturen auch nicht erzielt werden.

[0085] Wie der [Fig. 4](#) ferner entnommen werden kann, sind auch die Wasser-Absorptionsbanden bei etwa 1350 nm und etwa 2200 nm bei dem erfindungsgemäßen Glas deutlich kleiner als die entsprechenden Wasser-Absorptionsbanden bei einem entsprechenden Glas gemäß dem Stand der Technik. Die kleineren Wasser-Absorptionsbanden sind auf die deutlich höheren Verarbeitungstemperaturen im Vergleich zum Stand der Technik zurückzuführen, die zu einem weiteren Austreiben von Wasser und zu einer noch wirkungsvolleren Reduktion von wasserstoffhaltigen Verbindungen in der Glasschmelze während des Läuterprozesses führen.

[0086] Insbesondere zeichnet sich die erfindungsgemäße Glassorte 8228, aber auch andere Glassorten mit erfindungsgemäßer Glaszusammensetzung, dadurch aus, dass, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, die Transmission im Bereich der Wasser-Absorptionsbande bei etwa 1350 nm zumindest etwa 75 % beträgt und/oder die Transmission, bezogen auf eine Substratdicke von etwa 20 mm, im Bereich der Wasser-Ab-

sorptionsbande bei etwa 2200 nm zumindest etwa 50 %, bevorzugter zumindest etwa 55 % beträgt.

[0087] Nachfolgend wird anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen die Herstellung von erfindungsge-
mäßigen Gläsern oder Glaskeramiken beschrieben werden.

Ausführungsbeispiel 1

[0088] Für das Glas 8228 (vergleiche Tabelle 1) wurden die nachfolgenden Bedingungen gewählt: Die nach-
folgende Tabelle 2 fasst die Einwagen der verwendeten Rohstoffe für 26,25 kg des Glases mit der Zusammen-
setzung 8228 gemäß der Tabelle 1, Beispiel 1 (8228), zusammen:

Oxid	Gewichts-%	Rohstoff	Einwaage [g]
SiO ₂	82,1	Quarzmehl	18570
B ₂ O ₃	12,3	Borsäure	4952
Al ₂ O ₃	5,3	Aluminiumhydroxid	1845
SnO ₂	0,2	Zinn(IV)-oxid	45

Tabelle 2

[0089] Die Eigenschaften des erschmolzenen Glases sind ebenfalls in Tab. 1, Beispiel 1 (8228) aufgeführt.
Aufgrund der einfacheren Handhabung wird das Gemenge in drei Chargen geteilt und einzeln eingewogen
bzw. gemischt. Nach dem Mischen des Gemenges wird das Gemenge mit VE-Wasser angefeuchtet (3 × 800
ml) und nochmals gemischt. Dies geschieht, um die Verstaubung des Gemenges beim Einlegen zu reduzieren.
Nach dem Anfeuchten entstandene größere Gemeengebrocken werden durch anschließendes Absieben ent-
fernt und zerkleinert. Somit verringert man die Entstehung von Gemeengeeinschlüssen und Gispn im Glas.

[0090] Die mittlere Temperatur beim Einlegen beträgt ca. 1990°C am Tiegel und ca. 1760 C° an der Glasoberfläche.

[0091] Die Einstellung der Temperatur wird manuell über die Spannung der Mittelfrequenzheizung vorgenom-
men. Hierbei liegt die eingestellte Spannung zwischen 65 % und 67 %, entsprechend 355V-370V. Hierbei er-
gibt sich eine Leistung von ca. 55 % (~ 28kW) eines handelsüblichen Frequenzumrichters (50 kW maximaler
Leistung).

[0092] Die Einlegemenge beträgt ca. 4-6 Porzellanlöffel (je ca. 70g Gemenge) alle 15 Minuten. Ein Eintrag
von Luftsauerstoff über das lockere Gemenge kann bei diesem Verfahren nicht vermieden werden, ist aber
auch von Vorteil, da er eine Reduktion der Glaskomponenten verhindert.

[0093] Während des Schmelzbetriebes (T (Tiegel) > 700 °) werden ca. 6 l/min Argon in den Behälterraum und
ca. 3 l/min Argon in den eigentlichen Tiegelinnenraum eingeblasen. Alternativ sind für größere Anlagen aus
Kostengründen auch andere Inertgase wie Stickstoff bzw. deren Mischungen zumindest im Außenraum denk-
bar. Im Tiegelinnenraum ist die Wechselwirkung mit dem Glas zu beachten. Allerdings ist ein geringer Anteil
an Restsauerstoff (bis ca. 2 %) in Bezug auf die Reduzierung verschiedener Glaskomponenten nicht von Nach-
teil.

[0094] Bedingt durch das relativ große Schmelzvolumen ergibt sich zum Einschmelzen ein Zeitraum von 2
Tagen. Der zur Läuterung des Glases benötigte Zeitraum bleibt bei ähnlicher Glasbadhöhe annähernd gleich
dem im 7-l-Aufbau. Aufgrund des im Durchmesser um 10 mm kleineren Rohres (vgl. 30 mm bei 7-l-Aufbau >
20 mm bei Ir-Tiegel) erhöht sich die Zeit zum Herstellen der Stäbe auf zwei Tage. Hier ist eine Durchsatzstei-
gerung durch Erhöhung des Rohrdurchmessers auf bis zu 35 mm machbar.

[0095] Wie man obiger Aufstellung entnimmt, sind zwar die Prozesszeiten gegenüber Schmelztiegeln aus
PtRh30 in etwa gleich geblieben, es hat sich jedoch das Volumen um den Faktor 2 erhöht, sodass der Durch-
satz pro Zeiteinheit um den Faktor 2 angewachsen ist.

[0096] Die hohen Schmelztemperaturen ermöglichen weiterhin neben dem Einsatz von hoch-schmelzenden
Rohstoffen die Verwendung von nicht toxischen Hochtemperaturläutermitteln wie z.B. SnO₂ statt As₂O₃. Die

Mengenzugabe des auf den PtRh30-Tiegel abgestimmten Läutermittels kann entsprechend vermindert werden. Glaszusammensetzungen, die aufgrund ihrer hohen Viskosität nicht oder nur unter hohem Aufwand schmelzbar sind, können im Iridium-Tiegel wirtschaftlich hergestellt werden. Neben den hohen Temperaturen hat Iridium gegenüber der PtRh30-Legierung den Vorteil, weniger Farbstich (Rh) im Glas zu verursachen. Somit sind auch Produkte mit optischen Anforderungen darstellbar. Dies ist in der [Fig. 4](#) dargestellt. Man erkennt deutlich die bessere Transmission im Sichtbaren der im Ir-Tiegel geschmolzenen Probe. Visuell besteht hier ein leicht gelber Farbeindruck, während bei Verwendung von PtRh30 ein deutlicher rötlich-bräunlicher Farbstich auftritt. Im IR-Spektralbereich sind die Wasserbanden weniger intensiv ausgebildet, was eine Folge der deutlich höheren Schmelztemperatur ist.

[0097] Nachfolgend sind weitere mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung schmelzbare Gläser aufgeführt.

[0098] Cordieritähnliche Glaskeramiken deren Zusammensetzung für SiO_2 im Bereich zwischen 40 Gewichts-% und 60 Gewichts-%, für Al_2O_3 im Bereich zwischen 25 Gewichts-% und 45 Gewichts-% und für MgO im Bereich von 10 Gewichts-%-20 Gewichts-% liegt. Zweckmäßig kann die Glaszusammensetzung zusätzlich noch weitere hoch schmelzende Oxide bis etwa 10 Gewichts-%, bevorzugter bis etwa 5 Gewichts-% umfassen, beispielsweise TiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 oder WO_3 oder Mischungen daraus. Prinzipiell ist auch MoO_3 möglich, allerdings könnte seine Verwendung zu einer Färbung des Glases, je nach Anwendung, führen.

[0099] Mit der Anordnung von Schmelztiegel und Auslaufrohr lassen sich verschiedenartige Formkörper wie Stäbe, Fasern, Rohre, Ribbons (Glasstreifen) und Barren bzw. Gussstücke herstellen. Vor Beginn der Formgebung wird die Tiegeltemperatur abgesenkt und die Rohrheizung eingeschaltet. Die Temperatur am Ende des Auslaufrohrs wird auf die Verarbeitungstemperatur (entspricht einer Viskosität von 10^4 dPa·s eingestellt. Der Durchmesser des Formkörpers wird über die Parameter Temperatur und Ziehgeschwindigkeit eingestellt. Bei Rohren und Stäben ist zur Einstellung des Außendurchmessers am Ende des Rohres eine separat beheizte (direkt oder indirekt über eine Muffel) Düse angeordnet. Bei Rohren wird die Wandstärke über eine Doppeldüse eingestellt. Da es sich um einen diskontinuierlichen Prozess handelt, sinkt während der Formgebung der Glasstand im Tiegel, was einer Abnahme des statischen Drucks entspricht. Durch Regulierung der Ziehgeschwindigkeit (meist mittels einer Ziehmaschine bestehend aus zwei angetriebenen Rollen) bzw. Temperatur oder dem Druck über der Glasschmelze, wird der Abfall des Glasstands kompensiert. Die Abmaße der Formstücke sind jeweils von dem Rohr-Innendurchmesser abhängig. Beispielsweise werden mit einem 30 mm Rohrdurchmesser Stäbe von 20 mm bis zu 400 μm (Fasern) gefertigt. In Kombination mit einer Doppeldüse zur Herstellung von Rohren sind Abmaße von 18 mm bis zu Kapillaren möglich. Je nach Glasart bzw. Glaskeramik und der entsprechenden Ausdehnung entstehen während der Formgebung bei der Bedingung von $\alpha > 5$ thermische Spannungen, welche aber durch eine gezielte thermische Nachbehandlung ausgeglichen, werden. Durch die Verwendung von Iridium als Rohrmaterial und der daraus resultierenden geringen Benetzbarkeit (Haftung des Glases an der Rohrwandung) sind engere Fertigungstoleranzen realisierbar.

[0100] Bei der Herstellung von Ribbons läuft das Glas aus dem Auslaufrohr auf wassergekühlte rotierende Walzen. Der Rohrdurchmesser wird in Abhängigkeit zur Glasviskosität angepasst. Je nach Abstand der Walzen werden Glassteifen ohne definierte Maße hergestellt.

Ausführungsbeispiel zur Herstellung von Cordierit-Ribbons

[0101] Für das Cordierit wurden die nachfolgenden Bedingungen gewählt:

Die nachfolgende Tabelle fasst die Einwagen der verwendeten Rohstoffe für 26,4 kg des Glases mit der Zusammensetzung gemäß Spalte 2 der Tabelle zusammen:

Oxid	Gewichts-%	Rohstoff	Einwaage [g]
Al_2O_3	35	Aluminiummonohydrat ($\text{AlO}(\text{OH})$)	11907,2
MgO	15	Magnesiumcarbonat	9000,0
SiO_2	50	Quarzmehl	13218,5

[0102] Die Eigenschaften des erschmolzenen Glases sind ebenfalls in der vorstehenden Tabelle für das Ausführungsbeispiel Cordierit aufgeführt. Aufgrund der einfacheren Handhabung wird das Gemenge in drei Chargen geteilt und einzeln eingewogen bzw. gemischt. Nach dem Mischen des Gemenges wird das Gemenge mit VE-Wasser angefeuchtet (3×800 ml) und nochmals gemischt. Dies geschieht, um die Verstaubung des Gemenges beim Einlegen zu reduzieren. Nach dem Anfeuchten entstandene größere Gemengebrocken werden

durch anschließendes Absieben entfernt und zerkleinert. Somit verringert man die Entstehung von Gemengeeinschlüssen und Gispn im Glas.

[0103] Die mittlere Temperatur beim Einlegen beträgt ca. 1850°C am Tiegel. Die Einstellung der Temperatur erfolgt über einen Regler nach Vorgabe.

[0104] Die Einlegemenge beträgt ca. 6-8 Porzellanlöffel (je ca. 70g Gemenge) alle 15 Minuten. Ein Eintrag von Luftsauerstoff über das lockere Gemenge kann bei diesem Verfahren nicht vermieden werden, ist aber auch von Vorteil, da er eine Reduktion der Glaskomponenten verhindert.

[0105] Während des Schmelzbetriebes (T (Tiegel) $> 700^\circ$) werden ca. 6 l/min Argon in den Behälterraum und ca. 3 l/min Argon in den eigentlichen Tiegellinnenraum eingeblasen. Alternativ sind für größere Anlagen aus Kostengründen auch andere Inertgase wie Stickstoff bzw. deren Mischungen zumindest im Außenraum denkbar. Im Tiegellinnenraum ist die Wechselwirkung mit dem Glas zu beachten. Allerdings ist ein geringer Anteil an Restsauerstoff (bis ca. 2 %) in Bezug auf die Reduzierung verschiedener Glaskomponenten nicht von Nachteil.

[0106] Bedingt durch das relativ große Schmelzvolumen ergibt sich zum Einschmelzen ein Zeitraum von 1,5 Tagen. Da bei einer Fertigung von Ribbons die Blasenzahl keine Rolle spielt, kann die Läuterzeit mit 3-6 h sehr kurz gehalten und/oder eine niedrige Viskosität vorgegeben werden.

[0107] Beim Walzen der Ribbons beträgt die Temperatur im Tiegel sowie im Rohr ca. 1650°C. Der Durchsatz beträgt ca. 200 g/min bis 300 g/min. Hieraus ergibt sich eine Durchsatzsteigerung gegenüber den herkömmlichen Verfahren um 100 % bzw. 200 %.

[0108] Wie dem Fachmann aus der vorstehenden Beschreibung ersichtlich werden wird, beinhaltet die vorliegende Erfindung eine Reihe weiterer Gesichtspunkte, die grundsätzlich auch gesondert unabhängig beansprucht werden könnten.

[0109] Mit dem vorgenannten Verfahren lassen sich grundsätzlich Glaskeramiken beliebiger Zusammensetzungen herstellen. Bevorzugt werden Glaskeramiken hergestellt, deren Zusammensetzung in den nachfolgenden Patenten bzw. Patentanmeldungen offenbart ist, deren Offenbarungsgehalt hiermit im Wege der Bezugnahme ausdrücklich in dieser Patentanmeldung mit beinhaltet sei: EP 0 220 333 B1 entsprechend US 5,212,122, DE 43 21 373 C2 entsprechend US 5,446,008, DE 196 22 522 C1 entsprechend US 5,922,271, DE 199 07 038 A1, DE 199 39 787 A1 entsprechend WO 02/16279, DE 100 17 701 C2, DE 100 17 699 A1 und EP 1 170 264 A1 entsprechend US 6,515,263.

Patentansprüche

1. Hochschmelzendes Glas oder hochschmelzende Glaskeramik, umfassend:
80 Gewichts-% bis 90 Gewichts-% SiO_2 ,
0 Gewichts-% bis 10 Gewichts-% Al_2O_3 ,
0 Gewichts-% bis 15 Gewichts-% B_2O_3 , und
weniger als 3 Gewichts-% R_2O , wobei
der Anteil von Al_2O_3 und B_2O_3 zusammen 7 Gewichts-% bis 20 Gewichts-% beträgt, und R für ein Alkali-Element aus einer Gruppe bestehend aus Li, Na, K, Rb und Cs steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von 20 mm, zumindest 65 % beträgt.
2. Glas oder Glaskeramik nach Anspruch 1, wobei die Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von 20 mm, zumindest 75 % beträgt.
3. Glas oder Glaskeramik nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Transmission im sichtbaren Wellenlängenbereich zwischen 400 nm und 800 nm, bezogen auf eine Substratdicke von 20 mm, zumindest 80 % beträgt.
4. Glas oder Glaskeramik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei 1350 nm zumindest 75 % beträgt und/oder die Transmission im Bereich einer Wasser-Absorptionsbande bei 2200 nm zumindest 50 %, bevorzugter zumindest 55 % beträgt.
5. Glas oder Glaskeramik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, zusätzlich umfassend hoch

schmelzende Oxide bis 20 Gewichts-% MgO und/oder bis 10 Gewichts-%, bevorzugter bis 5 Gewichts-%, beispielsweise TiO_2 , ZrO_2 , Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , WO_3 oder MoO_3 oder Mischungen daraus.

6. Verwendung des Glases nach einem der vorhergehenden Ansprüche als Übergangsglas zur Verbindung zweier Glassorten mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen



Stand der Technik

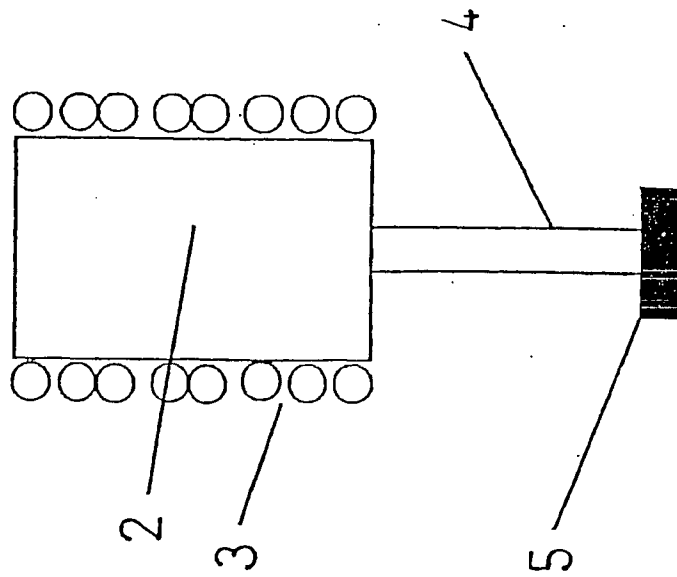


Fig. 1

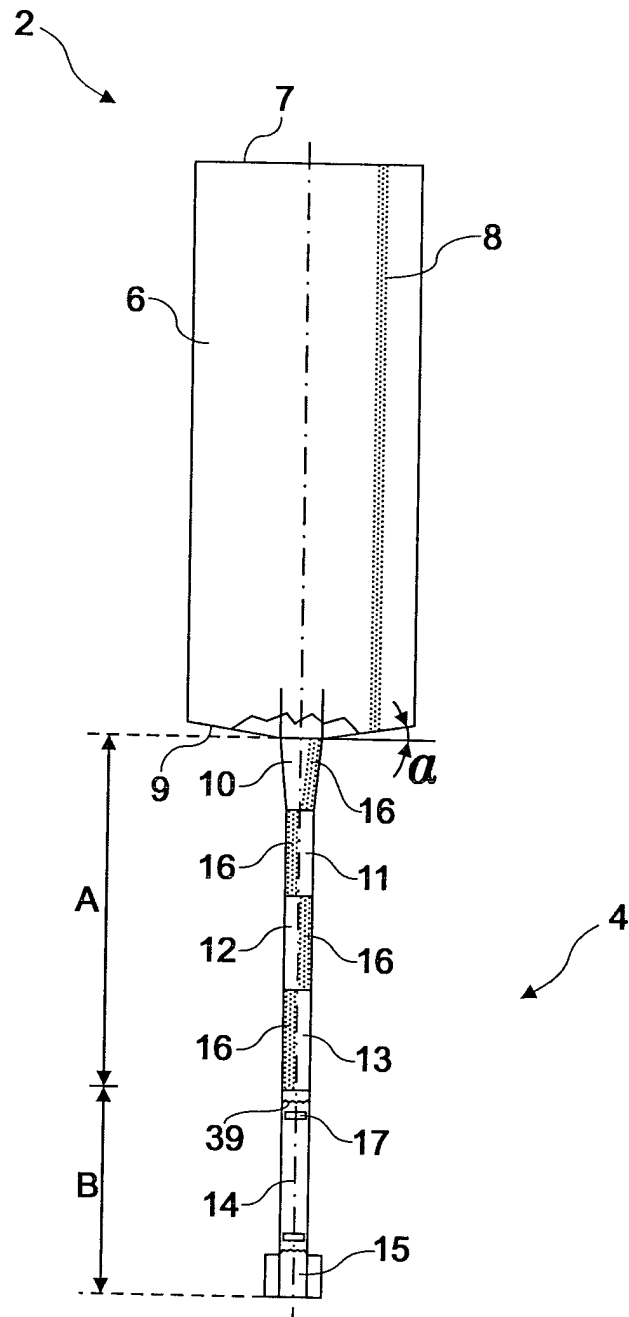


Fig. 2

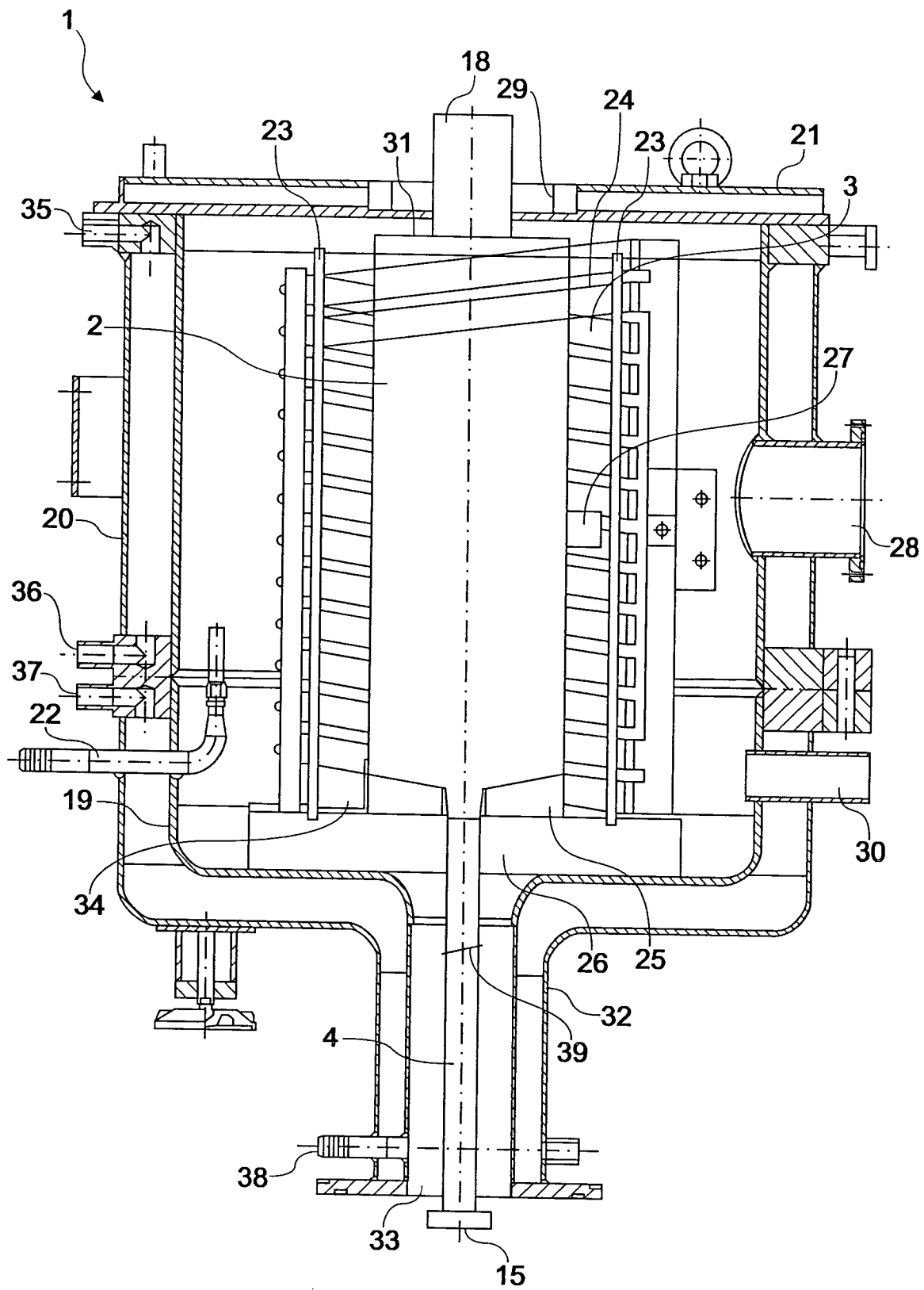


Fig. 3

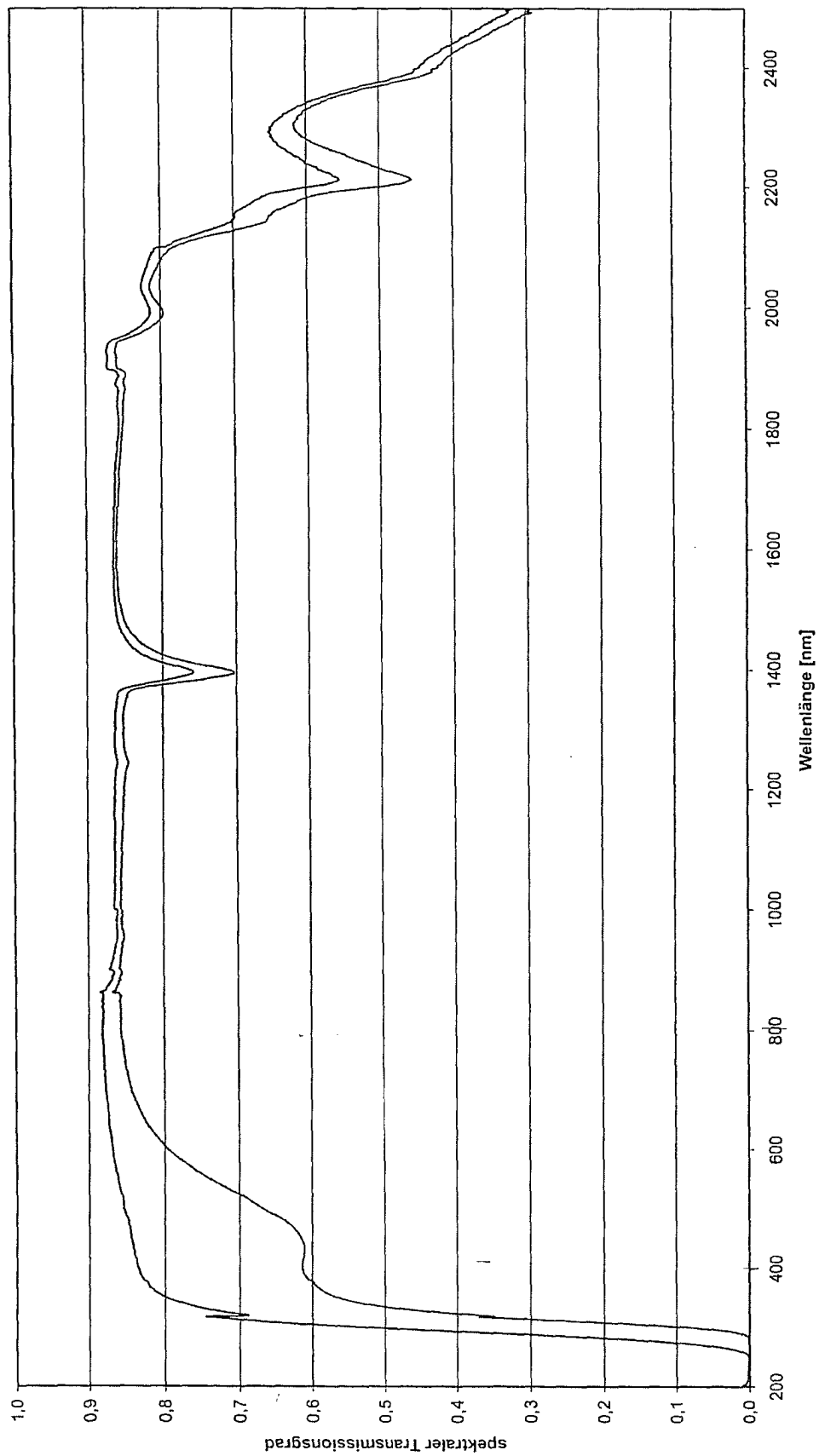


Fig. 4