



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 23 560 T2** 2005.04.14

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 078 891 B1**

(51) Int Cl.⁷: **C03B 5/225**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 23 560.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 122 258.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.10.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.04.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **14.04.2005**

(30) Unionspriorität:

27281697 06.10.1997 JP

29393997 27.10.1997 JP

30532697 07.11.1997 JP

4492698 26.02.1998 JP

23274498 19.08.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

BE, DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Takei, Yusuke, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8305, JP;
Matsuwaki, Masataka, Tsurumi-ku, Kanagawa, JP;
Kawaguchi, Toshiyasu, Tsurumi-ku, Kanagawa,
JP; Kijima, Takashi, Tsurumi-ku, Kanagawa, JP;
Imamaki, Katsuharu, Development Zone, Dalian
116600, CN; Sasaki, Michito, Tsurumi-ku,
Kanagawa, JP; Ishino, Toshihiro, Yokohama-shi,
Kanagawa, JP; Tanigaki, Atsushi, Yokohama-shi,
JP

(73) Patentinhaber:

Asahi Glass Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Müller-Boré & Partner, Patentanwälte, European
Patent Attorneys, 81671 München

(54) Bezeichnung: **Parallele Anordnung einer Vacuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas, welche Blasen aus kontinuierlich zugeführtem, geschmolzenem Glas entfernt.

STAND DER TECHNIK

[0002] Um die Qualität von geformten Glasprodukten zu verbessern, wurde eine Vakuumentgasungsvorrichtung verwendet, welche Blasen, die in geschmolzenem Glas erzeugt wurden, entfernt, bevor das geschmolzene Glas, welches in einem Schmelzofen geschmolzen wurde, durch eine Formungs- bzw. Formvorrichtung geformt wurde. Eine derartige konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung ist in **Fig. 12** gezeigt.

[0003] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die in **Fig. 12** gezeigt ist, wird in einem Verfahren verwendet, worin geschmolzenes Glas **G** in einem Schmelztank **212** vakuumentgast wird und kontinuierlich einem nachfolgenden Behandlungskessel (nicht dargestellt), z. B. einem Behandlungskessel bzw. -behälter für Platten-glas, wie einem Floatingbad bzw. Schwimmbad, und einem Bearbeitungskessel für Flaschen zugeführt wird. Ein Vakuumgehäuse **202**, worin ein Vakuum ausgebildet ist, weist einen Vakuumentgasungskessel **204**, der im wesentlichen horizontal darin aufgenommen ist, und ein aufragendes Rohr **206** und ein abfallendes bzw. absteigendes Rohr **208** auf, die an beiden Enden desselben aufgenommen sind, um sich vertikal und nach unten zu erstrecken. Das aufragende Rohr **206** weist ein unteres Ende auf, das in das geschmolzene Glas **G** in einer stromaufwärtigen Vertiefung bzw. einem Hohlraum **214** eingetaucht ist, welche(r) mit dem Schmelztank **212** kommuniziert bzw. in Verbindung steht. Das abfallende Rohr **208** weist auch ein unteres Ende auf, das in das geschmolzene Glas **G** in einer stromabwärtigen Vertiefung **216** eingetaucht ist, welche mit dem nachfolgenden Behandlungskessel (nicht dargestellt) kommuniziert bzw. in Verbindung steht.

[0004] Das aufragende Rohr bzw. die aufragende Leitung **206** kommuniziert mit dem Vakuumentgasungskessel **204**. Das geschmolzene Glas **G** wird vor einem Entgasen von dem Schmelztank **212** in den Vakuumentgasungskessel **204** abgezogen. Das abfallende bzw. absteigende Rohr **208** kommuniziert mit dem Vakuumentgasungskessel **204**. Das geschmolzene Glas **G** wird nach einem Entgasen vom Vakuumentgasungskessel **204** abgezogen und wird dem nachfolgenden Behandlungskessel (nicht dargestellt) zugeführt. In dem Vakuumgehäuse **202** sind thermisch isolierendes Material **210**, wie Briketts bzw. Ziegel für eine thermische Isolierung, um den Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** vorgesehen, um diese Teile für eine thermische Isolierung abzudecken. Das Vakuumgehäuse **202** kann aus Metall, wie rostfreiem Stahl, gefertigt sein. Das Vakuumgehäuse wird durch eine Vakuumpumpe (nicht dargestellt) evakuiert, um das Innere des Vakuumentgasungskessels **204** darin in einem Unterdruckzustand, wie einem Druck von 1/20–1/3 atm zu halten. Als ein Ergebnis wird das geschmolzene Glas **G**, bevor es in der stromaufwärtigen Vertiefung **214** entgast wird, durch das aufragende Rohr **206** angesaugt, um in den Vakuumentgasungskessel **204** eingebracht zu werden. Nachdem das geschmolzene Glas in dem Vakuumentgasungskessel **204** vakuumentgast wurde, wird das geschmolzene Glas nach unten durch das abfallende Rohr **208** abgezogen, um in die stromabwärtige Vertiefung **216** geführt zu werden.

[0005] In der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200** wird das geschmolzene Glas **G**, das eine hohe Temperatur, wie eine Temperatur zwischen 1200–1400°C aufweist, behandelt. Um mit einer derartigen Hochtemperaturbehandlung umgehen zu können, sind Bereiche in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas **G**, wie der Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** durch kreisförmige Ummantelungen bzw. Schalen ausgebildet, welche normalerweise aus Edelmetall, wie Platin und Platin-Rhodium und Platin-Palladium als Platinlegierung gefertigt sind, wie dies in der JP-A-2221129 im Namen der Anmelder geoffenbart ist. Die Anmelder haben kreisförmige Ummantelungen einer Platinlegierungen für diese Glieder verwendet, um die Vakuumentgasungsvorrichtung in die Praxis umzusetzen.

[0006] Der Grund, warum diese Glieder durch die kreisförmigen Ummantelungen ausgebildet sind, die aus Edelmetall, wie Platinlegierung, gefertigt sind, ist jener, daß nicht nur das geschmolzene Glas **G** bei einer hohen Temperatur vorliegt, sondern auch daß eine niedrige Reaktivität des Edelmetalls mit dem geschmolzenen Glas bei einer hohen Temperatur verhindert, daß das geschmolzene Glas durch die Reaktion mit dem geschmolzenen Glas heterogen wird, so daß keine Möglichkeit besteht, Verunreinigungen in das geschmolzene Glas **G** einzumischen, und daß die erforderliche Festigkeit in einem gewissen Ausmaß bei einer hohen Tem-

peratur sichergestellt werden kann. Insbesondere der Grund, warum der Vakuumentgasungskessel **204** durch eine kreisförmige Ummantelung, die aus einem Edelmetall gefertigt ist, besteht, ist jener, daß die kreisförmige Ummantelung durch ein Fließen eines elektrischen Stromes in der kreisförmigen Ummantelung per se selbst erhitzt wird und das geschmolzene Glas G in der Ummantelung gleichmäßig erhitzt wird, um die Temperatur des geschmolzenen Glases G auf einer bestimmten Temperatur zu halten, zusätzlich zu den bereits ausgeführten Gründen.

[0007] Wenn der Vakuumentgasungskessel **204** aus Edelmetall gefertigt ist, ist eine kreisförmige Ummantelung in bezug auf mechanische Festigkeit, wie Hochtemperaturfestigkeit geeignet bzw. passend. Da Edelmetall, wie Platin, zu teuer ist, um die Wandstärke zu erhöhen, weist die kreisförmige Ummantelung einen begrenzten Durchmesser auf und kann nicht in eine große Größe sowohl aus Gründen der Kosten als auch der Festigkeit hergestellt werden. Dies hat ein Problem dahingehend erzeugt, daß die Vakuumentgasungsvorrichtung nicht so ausgebildet werden kann, um eine große Flußmenge aufzuweisen, aufgrund der Anwesenheit einer beschränkten Menge von Fluß an geschmolzenem Glas G, welches durch den Vakuumentgasungskessel **204** entgast werden kann. Wenn der Vakuumentgasungskessel **204** in einer kreisförmigen Ummantelung die Gesamtlänge derselben vergrößert bzw. erhöht aufweist und der Strom an geschmolzenem Glas erhöht wird, um das Volumen größer zu machen, um einen Entgasungsdurchsatz zu erhöhen, wurde ein Problem dahingehend erzeugt, daß die Vorrichtung vergrößert wurde und die Kosten sich erhöhten. Es ist festzuhalten, daß ein Problem dahingehend erzeugt wurde, daß der Entgasungsdurchsatz (die Flußmenge) des geschmolzenen Glases G in der Vakuumentgasungsvorrichtung nicht groß gemacht werden kann.

[0008] Da das geschmolzene Glas G durch Auflösungsreaktion von gepulverten Rohmaterialien erhalten wird, ist es bevorzugt, daß die Temperatur in dem Schmelzkessel **212** hoch in bezug auf die Auflösung ist und daß die Viskosität des geschmolzenen Glases niedrig ist oder die Temperatur des geschmolzenen Glases hoch in bezug auf ein Vakuumentgasen ist. Obwohl die konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung **200** es erfordert, daß sie eine Legierung aus Edelmetall in dem Vakuumentgasungskessel **204** und dgl. verwendet, um eine Hochtemperaturfestigkeit zu erzielen, ist es aufgrund der Kosten schwierig, die Wandstärke der kreisförmigen Ummantelungen zu erhöhen, da eine derartige Legierung teuer ist. Selbst wenn Edelmetall, wie Platin verwendet wird, muß die Temperatur des geschmolzenen Glases an einem Eingang bzw. Einlaß der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** auf eine bestimmte Temperatur (1200–1400°C) beschränkt werden, wie dies zuvor ausgeführt wurde.

[0009] Die geeignete Temperatur, bei welcher eine Formmaschine (Formbearbeitungskessel) das geschmolzene Glas nach einem Entgasen formt, wurde auf eine bestimmte Temperatur beschränkt, obwohl die Temperatur in Abhängigkeit von den zu formenden Gegenständen, wie Plattenglas und zu formenden Flaschen variiert. Wenn Edelmetall verwendet wird, um den Vakuumentgasungskessel **204** auszubilden, wurde die Temperatur des geschmolzenen Glases G am Einlaß der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** auf eine Temperatur unter 1400°C beschränkt. Dies hat ein Problem dahingehend erzeugt, daß ein Temperaturabfall des geschmolzenen Glases G in der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** die Temperatur des geschmolzenen Glases G an einem Auslaß der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** auf eine niedrigere Temperatur als die Temperatur, die für ein Formen erforderlich ist, absenkt, da die Flußmenge (Durchsatz) nicht größer gemacht werden kann und die Wärmemenge, die durch das geschmolzene Glas G eingetragen wird, nicht so groß ist. Dies erfordert, daß das geschmolzene Glas G in dem Vakuumentgasungskessel **204** gleichmäßig, wie dies zuvor beschrieben wurde, erhitzt wird. Für dieses gleichmäßige Erhitzen ist es erforderlich, daß der Vakuumentgasungskessel **204** per se aus einer kreisförmigen Ummantelung aus einem Edelmetall besteht, was ein Problem dahingehend erzeugt, daß es schwierig ist, den Durchsatz, wie dies zuvor festgehalten wurde, zu erhöhen.

[0010] Um diese Probleme zu lösen, wurde ein Vorschlag gemacht, billige, feuerfeste Materialien, wie Schamottesteine, in den Wegen des Vakuumentgasungskessels **204**, dem aufragenden Rohr **206** und dem abfallenden Rohr **208** anstelle einer Verwendung des teuren Edelmetallmaterials, wie einer Platinlegierung, zu verwenden.

[0011] Es war ein Blasenbildungsphänomen bekannt, daß eine Verwendung von feuerfestem Material in dem Schmelzofen feine Blasen von der Oberfläche des feuerfesten Materials in einem Anfangsstadium erzeugt bzw. generiert, wenn das als das feuerfeste Material verwendete feuerfeste Material direkt das geschmolzene Glas kontaktiert. Diese Blasen werden in zwei Arten von Blasen klassifiziert, eine Art von Blasen, die als Kohlendioxidgas (CO₂) oder Stickstoffgas (N₂) durch Kombination von Sauerstoff mit Kohlenstoff, Carbid oder Nitrid als Verunreinigungen auf einer Oberfläche des feuerfesten Materials aufgrund der Anwesenheit eines reduzierten Zustandes auf der Oberfläche des feuerfesten Materials in Berührung mit dem geschmolzenen Glas gebildet werden und die andere Art von Blasen, die von der Oberfläche des feuerfesten Materials gebildet wer-

den, da Gas in den Poren des feuerfesten Materials das geschmolzene Glas kontaktiert.

[0012] Im allgemeinen gibt es als die Poren in dem feuerfesten Material offene Poren (sichtbare Poren), welche sich zu der Außenoberfläche des feuerfesten Materials öffnen, und geschlossene Poren, welche sich nicht zu der Außenoberfläche öffnen und unabhängig existieren. Wenn die Vakuumentgasungsvorrichtung **200** aus einem feuerfesten Material, welches wenigstens eine Art von Poren aufweist, hergestellt ist, wird das in den Poren enthaltene Gas prompt zu Blasen bei einem anfänglichen Kontakt mit dem geschmolzenen Glas und eine geringe Menge an Blasen wird in dem Fall der offenen Poren aus den Poren generiert. In dem Fall von geschlossenen Poren wird das in den Poren enthaltene Gas daran gehindert, unmittelbar bzw. prompt zu Blasen bei dem anfänglichen Kontakt zwischen dem feuerfesten Material und dem geschmolzenen Glas zu werden. Jedoch wird angenommen, daß die Oberfläche des feuerfesten Materials durch Erosion graduell abgetragen wird und die geschlossenen Poren in dem feuerfesten Material dementsprechend in Kontakt mit geschmolzenem Glas gelangen, so daß stufenweise bzw. zunehmend Blasen aus dem in den Poren enthaltenen Glas entstehen.

[0013] Wenn das feuerfeste Material für einen Weg bzw. Pfad in der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** verwendet wird, besteht eine Möglichkeit, daß die Blasen intermittierend aus dem feuerfesten Material für einen langen Zeitraum selbst nach Beginn eines Vorgangs ausgebildet werden.

[0014] Wenn das feuerfeste Material für einen Weg in der Vakuumentgasungsvorrichtung verwendet wird, wird vorgeschlagen, daß die Temperatur des geschmolzenen Glases G auf etwa 1200–1400°C eingestellt wird, um eine Änderung der üblichen Vakuumentgasungsbehandlungsbedingungen mit Platin, das als das feuerfeste Material verwendet wird, zu vermeiden und zu vermeiden, daß die Erosion des feuerfesten Materials durch ein Erhöhen der Temperatur des geschmolzenen Glases auf eine hohe Temperatur beschleunigt wird. Diese Entgasungsbehandlungstemperatur (etwa 1200–1400°C) ist relativ niedriger als die Temperatur in dem konventionellen Entgasungsbehandlungsverfahren, in welchem nur ein Raffiniermittel verwendet wird, d. h. die Entgasungsbehandlungstemperatur (etwa 1400–1500°C) in einem Verfahren, worin Blasen durch das Raffiniermittel anwachsen und die Blasen in dem geschmolzenen Glas aufsteigen, um schließlich an der Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases für ein Entgasen zerbrochen zu werden. Es wird angenommen, daß in der Vakuumentgasungsvorrichtung mit dem feuerfesten Material, das in dem Pfad für das geschmolzene Glas verwendet wird, die Erosionsgeschwindigkeit bzw. -rate des in dem Pfad bzw. Weg verwendeten, feuerfesten Materials so gering ist, daß die geschlossenen Poren in dem feuerfesten Material kaum an der Oberfläche des feuerfesten Materials freigelegt werden, um Blasen zu erzeugen.

[0015] Jedoch hat die Vakuumentgasungsvorrichtung, wobei feuerfestes Material in dem Pfad verwendet wird, ein Problem dahingehend erzeugt, daß die Viskosität des geschmolzenen Glases G im Vergleich mit der Entgasungsbehandlung mit dem verwendeten Raffiniermittel hoch ist, da die Entgasungsbehandlung bei einer niedrigeren Temperatur als die Entgasungsbehandlungstemperatur in dem konventionellen Raffinierschritt durchgeführt wird, wobei nur das Raffiniermittel verwendet wird, und daß die gebildeten Blasen, welche sich an der Oberfläche des feuerfesten Materials gebildet haben, eine zu kleine Aufstiegs geschwindigkeit besitzen, so daß eine Möglichkeit eines unzureichenden Entgasens besteht.

[0016] Wenn der Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** aus einem billigeren feuerfesten Material als eine Edelmetallegierung gefertigt sind und wenn das geschmolzene Glas kontinuierlich vakuumentgast werden kann, wie dies bei einer Verwendung einer Edelmetallegierung der Fall ist, würde es nicht notwendig sein, eine Verwendung eines Materials in bezug auf die bzw. aus Gründen der Kosten zu beschränken oder die Größe in bezug auf eine verringerte Festigkeit zu beschränken, die durch die Verwendung des Materials verursacht ist, im Vergleich mit dem Fall einer Verwendung von einer Edelmetallegierung, wie Platin. Konstruktions- bzw. Designfreiheit würde bemerkenswert verbessert werden, so daß es nicht nur möglich wäre, die Vakuumentgasungsvorrichtung mit einer großen Flußmenge zu konstruieren, sondern daß es auch möglich wäre, bei einer höheren Temperatur mit Vakuum zu entgasen.

[0017] Wenn jedoch alle ausbildenden Teile in der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** aus Schamottesteinen aufgebaut sind, tritt das folgende Problem auf. Da nichts ein rohrartiges offenes Ende, wie das untere Ende des aufragenden Rohrs **206** oder des abfallenden Rohrs **208** unterstützt bzw. trägt, ist es notwendig, schwere Schamottesteine nur durch die Klebekraft einer Verbindung zu unterstützen bzw. abzustützen, wobei es schwierig ist, eine ausreichende Festigkeit zu erhalten. Wenn die Schamottesteine in einer langen zylindrischen Form vorbereitet sind, werden die Kosten merkbar erhöht. Unter diesen Umständen ist es praktisch schwierig, das untere Ende des aufragenden Rohrs **206** oder des abfallenden Rohrs **208** aus Schamottesteinen zu bauen.

[0018] Selbst wenn das untere Ende des aufragenden Rohrs **206** oder des abfallenden Rohrs **208** aus Schamottesteinen gebaut ist, wurden Probleme dahingehend erzeugt, daß eine Zerstörung oder Verschlechterung wahrscheinlich an Verbindungen zwischen den Schamottesteinen bewirkt wird und daß die Schamottesteine reaktiv sind und es wahrscheinlich ist, daß sie selektiv an einer Position in der Nachbarschaft einer Zwischenfläche zwischen dem geschmolzenen Glas G und Luft in dem Schmelzkessel **212** aufgrund der Anwesenheit einer hohen Temperatur und der Luft an dieser Position verschlechtert werden. Die Verschlechterung an den Verbindungen oder an der Grenzfläche könnte das untere Ende des aufragenden Rohrs **206** oder des abfallenden Rohrs **208** in einer nicht gleichmäßigen Form in der Höhenrichtung deformieren, es könnte eine Beschädigung, wie ein Brechen, verursacht werden und das untere Ende des aufragenden Rohrs **206** oder des abfallenden Rohrs **208** könnte teilweise zerbrochen werden und hinausfallen, was ein Problem dahingehend bewirkt, daß eine ausreichende Dauerhaftigkeit nicht erhalten werden kann. Wenn gebrochene Schamottesteine in das geschmolzene Glas G eingemischt werde, wird ein Problem dahingehend verursacht, daß es unmöglich ist, eine homogene Zusammensetzung in dem Glas aufrecht zu erhalten.

[0019] Wenn der Weg für das eine hohe Temperatur aufweisende, geschmolzene Glas aus Platin gefertigt ist, wie in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung, muß die Ausbildung von Löchern aufgrund eines Verschleißes des dünnen Platins beim Aufbau bzw. der Konstruktion in Betracht gezogen werden und es ist erforderlich, daß die Vorrichtung eine Reparatur und einen Ersatz von Platin innerhalb von einem kurzen Zeitraum ermöglicht, nachdem die Herstellung von Glasprodukten temporär still steht. Für eine Reparatur und einen Ersatz des Weges war es notwendig, den reduzierten Zustand zu lösen und das gesamte geschmolzene Glas aus dem Inneren des Vakuumkessels, des aufragenden Rohrs und des abfallenden Rohrs auszutragen, die Temperatur der gesamten Vakuumentgasungsvorrichtung auf eine Umgebungstemperatur abzusenken und dann eine Reparatur oder einen Ersatz des Platins durchzuführen. Da es günstig ist, daß das geschmolzene Glas an den unteren Enden des aufragenden Rohrs und des abfallenden Rohrs für eine Reparatur oder einen Ersatz von Platin abgeschnitten wird, mußte die Vakuumentgasungsvorrichtung eine Struktur aufweisen, daß die gesamte Apparatur bzw. Vorrichtung um wenigstens 1 m angehoben werden kann, um das aufragende Rohr und das abfallende Rohr von den Hochtemperaturglasreservoirs darunter zu trennen, wenn das aufragende Rohr und das abfallende Rohr repariert werden. Jedoch erforderte das Anheben der gesamten Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die eine feste Struktur aufweist, eine extrem schwierige Operation, begleitet von Gefahr, da die Vorrichtung groß und extrem schwer ist und die Vorrichtung während der Arbeit in den reduzierten Zustand bei einer hohen Temperatur versetzt werden muß.

[0020] Wie dies zuvor ausgeführt wurde, waren die Wege des geschmolzenen Glases, wie der Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208**, die direkt das geschmolzene Glas G kontaktieren, aus Platin oder einer Platinlegierung, wie Platin-Rhodium, in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200** gefertigt. Obwohl Edelmetall oder seine Legierung, wie Platin oder eine Platinlegierung, in der Hochtemperaturwiderstandsfähigkeit und der Hochtemperaturfestigkeit im Vergleich mit anderen Metallen gut ist, weist Edelmetall oder seine Legierung inhärente Beschränkungen auf. Um den Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** größer zu machen, ist es notwendig, die Wandstärke des Kessels bzw. Behälters und der Rohre dicker zu machen. Jedoch ist Edelmetall, wie Platin, extrem teuer und die Herstellung der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** wird merkbar kostenintensiv. Die Kosten der Vorrichtung steigen sehr stark an, da eine größere Größe der Vorrichtung eine dickere Wand für den Kessel und die Rohre erfordert. In dem Fall einer Verwendung einer Edelmetallegierung bestehen Beschränkungen betreffend die Vergrößerung der Vorrichtung aus Kostengründen.

[0021] Dies hat ein Problem dahingehend erzeugt, daß es unmöglich ist, die Vakuumentgasungsvorrichtung so zu bauen, daß sie eine große Flußmenge aufweist, aufgrund der Beschränkungen in der Flußmenge des geschmolzenen Glases G, welches in dem Vakuumentgasungskessel **204** entgast werden kann.

[0022] Wie erläutert, ist die konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung in der Konstruktion teuer und kann nicht so gebaut werden, um eine große Menge an Fluß zur Verfügung zu stellen, obwohl die Entgasungseffizienz des geschmolzenen Glases extrem hoch ist. Als ein Ergebnis wurde die konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung hauptsächlich für Glas verwendet, welches eine spezielle Anwendung besitzt, wie eine optische Verwendung und eine elektronische Verwendung, worin die Anwesenheit von feinen Blasen nicht akzeptabel ist, und welches in einer Herstellung kleiner Mengen produziert wird.

[0023] Wie zuvor ausgeführt, ist es bevorzugt, daß die Temperatur in dem Schmelzkessel hoch ist, wenn Glas in dem Schmelzkessel geschmolzen wird, und es ist auch bevorzugt, daß die Temperatur des Schmelzkessels hoch ist, wenn die Vakuumentgasungsbehandlung ausgeführt wird. Selbst wenn Edelmetall wie Platin verwendet wird, wird die Festigkeit notwendigerweise niedriger, wenn die Temperatur höher wird. Ein Anstieg in der

Wandstärke des Vakuumentgasungskessels trägt direkt zu einem Anstieg der Kosten bei. Unter den Umständen wurde die Temperatur des geschmolzenen Glases am Einlaß der Vakuumentgasungsvorrichtung auf 1200–1400°C beschränkt und es war möglich, es auf die gewünschte Temperatur anzuheben.

[0024] Andererseits wurde kürzlich gefordert, daß eine Vakuumentgasungsvorrichtung, die eine hohe Entgasungseffizienz besitzt, verwendet wird, um eine Entgasungsbehandlung für eine Massenproduktion von Glas, wie Bauglas oder Glas für Automobile, durchzuführen. Da der Vakuumentgasungskessel, das aufragende Rohr und das abfallende Rohr aus einer Edelmetallegierung, wie Platin, hergestellt sind, ist es aus Kostengründen nicht akzeptabel, die konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung mit darin verwendeten Edelmetall für eine Herstellung von Glas zu verwenden, das in einer Massenproduktion hergestellt wird, da Edelmetall, wie Platin, extrem teuer ist.

[0025] Wenn der Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** aus feuerfestem Material in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die in **Fig. 12** gezeigt ist, gefertigt sind, um zu versuchen, die Vorrichtung größer zu machen und den Entgasungsdurchsatz größer zu machen, wird ein Problem dahingehend erzeugt, daß das feuerfeste Material Blasen in dem geschmolzenen Glas von der Oberfläche des feuerfesten Materials ausbildet.

[0026] Wenn der Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **26** und das abfallende Rohr **208** der Vakuumentgasungsvorrichtung **200** aus feuerfestem Material bestehen, bildet dies ein Problem dahingehend aus, daß die Anwesenheit von Verbindungen zwischen Stücken aus feuerfestem Material eine Verschlechterung der Verbindungen durch das geschmolzene Glas G, das eine hohe Temperatur aufweist, mit sich bringt und daß die unteren Enden des aufragenden Rohrs **206** und des abfallenden Rohrs **208** einer Verschlechterung an einer Grenzfläche mit Luft als eine freie Oberfläche des geschmolzenen Glases G unterworfen bzw. ausgesetzt sind, da die unteren Enden in die stromaufwärtigen und stromabwärtigen Vertiefungen **214** und **216** eingetaucht sind. Wenn die Vakuumentgasungsvorrichtung aus feuerfestem Material besteht, ist die Vorrichtung insgesamt schwerer als eine Vakuumentgasungsvorrichtung, die hauptsächlich aus Platin besteht, da die Struktur des feuerfesten Materials dicht ist und das verwendete feuerfeste Material hauptsächlich aus elektrogegossenen Steinen bzw. Briketts besteht. Es ist eine extrem schwierige und gefährliche Operation, den Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** und das thermisch isolierende Material **210** in dem Vakuumgehäuse **202** als ein Gesamtes wie in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die in **Fig. 12** gezeigt ist, zu heben.

[0027] Wenn eine Vakuumentgasungsvorrichtung mit einem kleinen Entgasungsdurchsatz (Flußmenge) wie die konventionelle Entgasungsvorrichtung in einer einzigen Verwendung eingesetzt wird, ist der Bereich einer verfügbaren Flußmenge für eine Einstellung der Flußmenge des geschmolzenen Glases G in Antwort auf eine geforderte Produktion von Glas eng, was ein Problem dahingehend bewirkt, daß es schwierig ist, prompt bzw. rasch einer Produktionsänderung zu folgen.

[0028] Wenn das Platin oder die Platinlegierung, das (die) den Vakuumentgasungskessel **204**, das aufragende Rohr **206** und das abfallende Rohr **208** usw. ausbildet, gebrochen ist, dauert es mehrere Monate, es zu reparieren, was ein Problem dahingehend erzeugt, daß die Nichtverfügbarkeit der Vakuumentgasungsvorrichtung während der Reparatur verhindert, daß Glasprodukte hergestellt werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0029] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, welche fähig ist, große Glasmengen zu bearbeiten.

[0030] Dieses Ziel wird gemäß der Erfindung durch eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gelöst, die die in Anspruch 1 geoffenbarten Merkmale aufweist. Bevorzugte Ausbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0031] Dementsprechend wird eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung zur Verfügung gestellt, welche fähig ist, schnell bzw. prompt eine Änderung in der Produktion handzuhaben und geschmolzenes Glas zu erhalten, das eine bessere Homogenität aufweist.

[0032] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung zur Verfügung gestellt, umfassend eine Mehrzahl von Vakuumentgasungseinheiten, um geschmolzenes Glas, das von einem Schmelzkessel zugeführt ist, Vakuum zu entgasen; und eine Einmischeinheit, um das ge-

schmolzene Glas, das von den Vakuumentgasungseinheiten zugeführt ist, einzumischen, das eingemischte, geschmolzene Glas zu rühren und das gerührte, geschmolzene Glas zu einer stromabwärtigen Seite zuzuführen; wobei jede der Vakuumentgasungseinheiten ein Vakuumgehäuse, wo ein Vakuum ausgebildet wird, einen Vakuumentgasungskessel, der in dem Vakuumgehäuse angeordnet bzw. aufgenommen ist, um das geschmolzene Glas Vakuum zu entgasen, eine Einbringvorrichtung, die mit dem Vakuumentgasungskessel bzw. -behälter zum Einbringen des geschmolzenen Glases vor einem Entgasen in den Vakuumentgasungskessel kommuniziert bzw. in Verbindung steht; und eine Austragsvorrichtung beinhaltet, die mit dem Vakuumentgasungskessel kommuniziert bzw. in Verbindung steht, um das geschmolzene Glas nach einem Entgasen von dem Vakuumentgasungskessel in die Einmischeinheit auszutragen; und wobei ein Druckausgleichsrohr in Wechselwirkung bzw. Verbindung zwischen den Vakuumentgasungseinrichtungen zur Verfügung gestellt ist.

[0033] Es ist bevorzugt, daß die Einbringvorrichtung ein aufragendes Rohr zum Anheben des geschmolzenen Glases vor einem Entgasen umfaßt, um das geschmolzene Glas in den Vakuumentgasungskessel einzutragen, und daß die Austragsvorrichtung ein abfallendes Rohr zum Abziehen nach unten des geschmolzenen Glases nach einem Entgasen von dem Vakuumentgasungskessel umfaßt, um das geschmolzene Glas in die Einmischeinheit hinauszuführen.

[0034] Es ist bevorzugt, daß die Einmischeinheit eine Mehrzahl von Reservoirs bzw. Vorratsbehältern, wobei jeder der Vorratsbehälter mit jeder der Einbringvorrichtungen kommuniziert, einen Einmischkessel, welcher mit den Vorratsbehältern durch Durchlässe kommuniziert, und einen Rührkessel beinhaltet, der mit einer stromabwärtigen Seite der Einmischeinheit kommuniziert.

[0035] Es ist bevorzugt, daß das Druckausgleichsrohr mit einem Hahn versehen ist, um die Kommunikation bzw. Verbindung zwischen den Vakuumentgasungskesseln zu unterbrechen.

[0036] Es ist bevorzugt, daß das geschmolzene Glas Natronkalkglas bzw. Kronglas ist.

[0037] Es ist bevorzugt, daß die Einbringvorrichtung, der Vakuumentgasungskessel und die Austragsvorrichtung wenigstens einen Hauptbereich davon in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas aufweisen, der aus feuerfestem Material ausgebildet ist, das eine Porosität von nicht mehr als 5 besitzt.

[0038] Es ist bevorzugt, daß die Porosität bzw. die Poren des feuerfesten Materials nicht mehr als 3% betragen.

[0039] Es ist bevorzugt, daß das feuerfeste Material elektrogegossenes, feuerfestes Material oder fein gebranntes, feuerfestes Material ist. Es ist bevorzugt, daß das elektrogegossene, feuerfeste Material wenigstens eines von Aluminiumoxid elektrogegossenem, feuerfestem Material, Zirkonoxid elektrogegossenem, feuerfestem Material und Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid elektrogegossenem, feuerfestem Material ist. Es ist bevorzugt, daß das fein gebrannte, feuerfeste Material wenigstens eines von Aluminiumoxid fein gebranntem, feuerfestem Material, Zirkonoxid-Siliziumdioxid fein gebranntem, feuerfestem Material und Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid fein gebranntem, feuerfestem Material ist.

[0040] Es ist bevorzugt, daß das elektrogegossene, feuerfeste Material wenigstens eine Rinde in direktem Kontakt mit dem geschmolzenem Glas geschält aufweist.

[0041] Es ist bevorzugt, daß die Rinde des elektrogegossenen, feuerfesten Materials um wenigstens 5 mm abgeschält wird und daß die sichtbare bzw. augenscheinliche Porosität in dem elektrogegossenen, feuerfesten Material mit der um wenigstens 5 mm abgeschälten Rinde nicht größer als 1% ist.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0042] Ein kompletteres Verständnis der Erfindung und zahlreiche der dazugehörigen Vorteile werden leicht erhalten, wenn dieselbe besser unter Bezugnahme auf die folgende detaillierte Beschreibung verstanden wird, wenn sie im Zusammenhang mit den beiliegenden Zeichnungen in Betracht gezogen wird, worin:

[0043] Fig. 1 eine schematischen vertikale Schnittansicht der Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas ist, welche in einer parallelen Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung verwendet werden kann;

[0044] Fig. 2 ein Diagramm zum Erläutern der Beziehung zwischen sichtbaren bzw. augenscheinlichen Po-

rositäten des feuerfesten Materials und Erosionsgeschwindigkeiten des feuerfesten Materials durch geschmolzenes Glas ist;

[0045] **Fig. 3** eine Schnittansicht entlang der Linie II-II von **Fig. 1** ist;

[0046] **Fig. 4** eine schematische Ansicht zum Erläutern der Beziehung zwischen einem Vakuumentgasungskessel, welcher in einer parallelen Anordnung gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, und einem konventionellen Vakuumentgasungskessel in bezug auf eine vertikale Schnittform und die Flußgeschwindigkeit bzw. -rate ist;

[0047] **Fig. 5** eine schematische, vertikale Schnittansicht einer anderen Vakuumentgasungsvorrichtung ist, welche in einer parallelen Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung verwenden werden kann;

[0048] **Fig. 6** eine schematische, vertikale Schnittansicht eines Verbindungsbereichs zwischen einem aufragenden Rohr und einem sich erstreckenden bzw. Erstreckungsrohr in der in **Fig. 5** gezeigten Vorrichtung ist;

[0049] **Fig. 7** eine schematische, vertikale Schnittansicht einer anderen Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas ist, welche in einer parallelen Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung verwenden werden kann;

[0050] **Fig. 8** eine schematische, vertikale Schnittansicht einer anderen Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas ist, welche in einer parallelen Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung verwenden werden kann;

[0051] **Fig. 9** eine schematische Draufsicht der Parallelanordnung der Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung der Erfindung ist;

[0052] **Fig. 10** eine schematische Schnittansicht einer ersten Vakuumentgasungseinheit und einer Einmischeinheit der in **Fig. 9** gezeigten Vorrichtung entlang der Linie X-X von **Fig. 9** ist;

[0053] **Fig. 11** eine teilweise, horizontale Schnittansicht der Einmischeinheit gemäß einer Ausbildung ist; und

[0054] **Fig. 12** eine schematische, vertikale Schnittansicht einer konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSBILDUNGEN

[0055] Es wird nun die Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas, welche in einer parallelen Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß einer Ausbildung verwenden werden kann, im Detail unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0056] In **Fig. 1** ist eine schematische, vertikale Schnittansicht der Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas gezeigt. In **Fig. 3** ist eine vertikale Schnittansicht eines Vakuumentgasungskessels in der in **Fig. 1** gezeigten Vorrichtung und entlang II-II von **Fig. 1** gezeigt.

[0057] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** für geschmolzenes Glas wird in einem Verfahren verwendet, worin geschmolzenes Glas G in einem Schmelzkessel **24** vakuumentgast wird und das durch Vakuum entgaste, geschmolzene Glas kontinuierlich einem nachfolgenden Behandlungskessel bzw. -behälter (nicht dargestellt) zugeführt wird, z. B. einem Formbehandlungskessel für Plattenglas, wie einem Schwimm- bzw. Floatbad und einem Formbearbeitungskessel für eine Flasche. Wie dies in diesen Figuren gezeigt ist, umfaßt die Vorrichtung ein Vakuumgehäuse **12**, das in einer rechteckig, gebogenen Form oder einer Form eines umgekehrten Buchstaben U ausgebildet ist und aus rostfreiem Stahl gefertigt ist, einen Vakuumentgasungskessel bzw. -behälter **14**, der horizontal in dem Vakuumgehäuse **12** aufgenommen ist, und ein aufragendes Rohr **16** und ein abfallendes bzw. absteigendes Rohr **18**, welche vertikal in dem Vakuumgehäuse **12** angeordnet sind und obere Enden derselben an rechten und linken Enden des Vakuumentgasungskessels **14** festgelegt aufweisen. In der gezeigten Vakuumentgasungsvorrichtung **10** sind ein Raum zwischen dem Vakuumentgasungskessel **14** und dem Vakuumgehäuse **12** und Räume bzw. Abstände zwischen dem aufragenden und abfallenden Rohr **16** und **18** und dem Vakuumgehäuse **12** mit thermischem Isolationsmaterial **20** verfüllt, um den Umfang von jedem aus dem Vakuumentgasungskessel und dem aufragenden Rohr **16** und **18** in einer thermischen isolierenden Art

abzudecken. In der gezeigten Vakuumentgasungsvorrichtung **10** weist das abfallende Rohr **18** in dem Vakuumgehäuse **12** einen oberen Bereich auf, der mit einem Kühlrohr **22** als eine Kühlvorrichtung um einen Umfang desselben versehen ist.

[0058] In dem gezeigten Beispiel weist das aufragende Rohr **16** einen oberen Bereich auf, der in einem Schenkel **12a** des Vakuumgehäuses **12** aufgenommen ist. Das aufragende Rohr **16** weist einen unteren Bereich auf, der von dem Schenkel **12a** des Vakuumgehäuses **12** vorragt und in ein offenes Ende einer stromaufwärtigen Vertiefung bzw. Grube **26** eingepaßt ist, um in das geschmolzene Glas G in der stromaufwärtigen Vertiefung **26** eingetaucht zu sein. Die stromaufwärtige Vertiefung **26** kommuniziert mit dem Schmelzkessel **24**. Andererseits weist das abfallende Rohr **18** einen oberen Bereich auf, der in einem Schenkel **12b** des Vakuumgehäuses **12** aufgenommen ist. Das abfallende Rohr **18** weist einen unteren Bereich auf, der sich von dem Schenkel **12b** des Vakuumgehäuses **12** erstreckt und in ein offenes Ende einer stromabwärtigen Vertiefung **28** eingepaßt ist, um in das geschmolzene Glas G in der stromabwärtigen Vertiefung **28** eingetaucht zu sein. Die stromabwärtige Vertiefung **28** kommuniziert mit einem nicht gezeigten, darauffolgenden Behandlungskessel.

[0059] In dem gezeigten Beispiel ist das Vakuumgehäuse **12** aus rostfreiem Stahl gefertigt und weist eine rechteckige, gekrümmte Form mit beiden Schenkeln **12a** und **12b** auf. Das Vakuumgehäuse nimmt den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** auf und arbeitet als ein Druckkessel, um insbesondere das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** unter bestimmten Unterdruckbedingungen (später ausgeführt) zu halten. Das Vakuumgehäuse ist mit einer Saugöffnung **12C** an einem oberen rechten Bereich (siehe **Fig. 1**) versehen, um das Innere desselben unter Unterdruck zu setzen. Die Saugöffnung **12C** des Vakuumgehäuses **12** ist beispielsweise mit einer Vakuumpumpe (nicht gezeigt) verbunden. Es bestehen keine Beschränkungen betreffend die Form und das Material des Vakuumgehäuses **12**, solange die Form oder das Material nicht das Vakuumgehäuse daran hindert, geeignete Funktionen auszuführen. Das Vakuumgehäuse ist vorzugsweise aus Metall insbesondere rostfreiem Stahl oder hitzebeständigem Stahl, gefertigt bzw. hergestellt.

[0060] Der Vakuumentgasungskessel **14** kommuniziert mit einem oberen Ende des aufragenden Rohrs **16** an einem unteren rechten Bereich desselben (siehe **Fig. 1**), kommuniziert mit einem oberen Ende des abfallenden Rohrs **18** an einem unteren rechten Bereich desselben (siehe **Fig. 1**) und ist mit Saugöffnungen **14a** und **14b** an einem oberen, linken Abschnitt und an einem oberen, rechten Abschnitt davon (siehe **Fig. 1**) versehen, um das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** unter einem bestimmten Unterdruckzustand zu halten (eingestellte Unterdruckbedingungen). In dem Vakuumentgasungskessel **14** fließt bzw. strömt das geschmolzene Glas G, das von dem aufragenden Rohr **16** eingebracht wird, zu einer rechten Richtung in **Fig. 1** und wird aus dem Vakuumentgasungskessel **14** ausgetragen, welcher einen oberen Raum **14s** darin aufgenommen aufweist, um aufsteigende Blasen in dem geschmolzenen Glas G zu brechen. In dem Vakuumentgasungskessel **14** sind Barrieren **30a** und **30b** zur Verfügung gestellt, welche Bereiche davon in das geschmolzene Glas G eingetaucht und die verbleibenden Bereiche derselben in den oberen Raum **14s** vorragend aufweisen, um die aufsteigenden Blasen in dem geschmolzenen Glas G zu blockieren, ein Zerbrechen zu fördern und das Herausfließen der Blasen in der stromabwärtigen Richtung abzusinken oder zu vermeiden.

[0061] Der Unterdruckzustand für das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** wird auf einen Druck von $1/20$ – $1/3$ atm in Abhängigkeit von Bedingungen, wie beispielsweise der Viskosität (Temperatur) des geschmolzenen Glases G festgelegt bzw. eingestellt. Der Niveauunterschied H zwischen dem geschmolzenen Glas G in dem Schmelzkessel **24** und dem geschmolzenen Glas G in dem Vakuumentgasungskessel **14** wird auf einen derartigen Niveauunterschied in Abhängigkeit von dem eingestellten Unterdruckzustand festgelegt, so daß das geschmolzene Glas G daran gehindert wird, daß es eine mit einer Schicht aus aufsteigenden Blasen aufgequollene Oberfläche, wie beispielsweise kochendes Wasser, aufweist und daß die Schicht der aufsteigenden Blasen daran gehindert wird, eine obere, innere Oberfläche oder ein Inspektions- bzw. Sichtfenster des Vakuumentgasungskessels zu kontaktieren, damit das Glasmaterial jene Schicht ausbildet, die an diesen Bereichen anhaftet und folglich das anhaftende Glasmaterial mit dem geschmolzenen Glas vermischt wird, was zur Ausbildung von defekten Produkten beiträgt. Wenn der Druck in dem Vakuumentgasungskessel **14** auf einen Druck von $1/20$ – $1/3$ atm gesetzt bzw. eingestellt wird, muß der Niveauunterschied H zwischen dem geschmolzenen Glas G in dem Schmelzkessel **24** und jenem in dem Vakuumentgasungskessel **14** etwa 2,5–3,5 m sein.

[0062] Wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist, weist der Vakuumentgasungskessel **14** einen Pfad darin ausgebildet auf, um eine Querschnittsform mit bestimmten Abmessungen, vorzugsweise einer rechteckigen Querschnittsform aufzuweisen. Der Vakuumkessel ist aus feuerfestem Material **34** gebildet, welches eine bestimmte Länge einer Ummantelung bzw. Schale ausbildet, vorzugsweise eine rechteckige Ummantelung, und welches vorzugswei-

se feines feuerfestes Material bzw. Feuerfestmaterial ist, welches eine hohe Volumendichte und eine Porosität von nicht mehr als 5%, vorzugsweise nicht mehr als 3% aufweist. In der vorliegenden Erfindung ist die Querschnittsform des Pfads **40** des Vakuumentgasungskessels **14** nicht beschränkt. Die Schnittform kann jegliche Form, wie eine rechteckige, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist, eine kreisförmige, eine elliptische und eine polygonale annehmen. Es ist bevorzugt, daß die Querschnittsform eine rechteckige, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist, annimmt. Die folgende Erklärung wird gemacht, indem eine rechteckige Schnittform als ein typisches Beispiel angenommen wird.

[0063] Die Porosität ist ein Verhältnis bzw. eine Rate des Volumens von Poren, die in dem feuerfesten Material enthalten sind, zu dem Gesamtvolumen des feuerfesten Materials und ist dargestellt durch $(1\text{-spezifisches Volumengewicht/echtes, spezifisches Gewicht}) \times 100 (\%)$. Ein größeres Porenvolumen in dem feuerfesten Material weist eine höhere Porosität auf und ein kleineres Volumen der Poren in dem feuerfesten Material hat eine kleinere Porosität. Die Poren umfassen offene Poren und geschlossene Poren und sind leere Räume, die eine Größe von nicht mehr als 10 mm aufweisen. Leere Räume, welche eine Größe von mehr als 10 mm aufweisen, wie Löcher in elektrogegossenem, feuerfestem Material sind nicht in den Poren enthalten. Die Löcher sind freie Räume, welche durch Volumenschumpfung zum Zeitpunkt des Gießens von elektrogegossenem, feuerfestem Material ausgebildet werden.

[0064] Eine weitere Vakuumentgasungsvorrichtung ist grundsätzlich unterschiedlich von der oben beschriebenen Vorrichtung dahingehend, daß ein Bereich eines Pfades bzw. Wegs **40** in der Vakuumentgasungsvorrichtung **14**, der direkt in Kontakt mit dem geschmolzenen Glas steht, aus einer Platinlegierung gefertigt ist und wenigstens eines aus dem aufragenden Rohr und dem abfallenden Rohr einen Bereich desselben in direktem Kontakt mit dem geschmolzenem Glas aus feuerfestem Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, ausgebildet ist.

[0065] Es wird nun das feuerfeste Material, welches entsprechend in einem Bereich des Pfades des geschmolzenen Glases in direktem Kontakt mit dem geschmolzenem Glas verwendet wird, beschrieben.

[0066] Das in der vorliegenden Erfindung verwendete feuerfeste Material ist ein feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist. Der Grund, warum feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% verwendet wird, ist jener, daß die Anzahl von Blasen in dem geschmolzenen Glas, welche aus dem Gas in den Poren in dem feuerfesten Material stammen, in einem akzeptablen Bereich gehalten werden kann, selbst wenn ein derartiges feuerfestes Material in einem Bereich des Pfades verwendet wird, wie dem Vakuumentgasungskessel in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas, und daß ein Erosionswiderstand höher ist und die Lebensdauer des Pfades oder die Lebensdauer der Vakuumentgasungsvorrichtung den Erfordernissen genügt.

[0067] Als nächstes wird der Grund, warum die Porosität des feuerfesten Materials, welches in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung verwendet wird, auf nicht mehr als 5% beschränkt ist, im Detail beschrieben.

[0068] Unter Blasen, die in das geschmolzene Glas gemischt sind, beinhalten Blasen, die aus Poren stammen, jene, die von den offenen Poren herkommen, und solche, die von den geschlossenen Poren herkommen, wie dies vorher ausgeführt wurde. Die meisten der Blasen, die aus den offenen Poren stammen, entstehen in einem Anfangsstadium der Vakuumentgasungsbehandlung und die Ausbildung der Blasen reduziert sich im Verlauf des Fortschritts der Vakuumentgasungsoperation. Andererseits steigt die Ausbildung bzw. Erzeugung von Blasen, die aus den geschlossenen Poren stammen, stufenweise bzw. zunehmend während der Vakuumentgasungsbehandlung an. Wie dies zuvor ausgeführt wurde, entsteht ein Problem dahingehend, daß, sofern die Blasen, die von den geschlossenen Poren herkommen, nicht aus dem geschmolzenen Glas entgast wurden, bestimmte Schwierigkeiten wahrscheinlich eingeladen werden, da die Blasen, die von den geschlossenen Poren herkommen, einen größeren Durchmesser besitzen als Blasen, die durch eine chemische Reaktion gebildet wurden.

[0069] In dem Fall einer Entgasungsraffinierbehandlung, wobei ein normales Raffiniermittel verwendet wird, ist nicht die Anzahl der Blasen per se ein Problem, da geschmolzenes Glas eine derartig niedrige Viskosität bei einer hohen Temperatur aufweist, um die Blasen einfach zu entfernen und zu entgasen, und da die Erosion bei einer niedrigen Temperatur extrem minimiert ist. Aus diesen Gründen wurde gedacht, daß die Menge der Blasen kein Problem selbst in einer Vakuumentgasungsbehandlung ist, wo die Temperatur des zu behandelnden, geschmolzenen Glases niedrig ist.

[0070] Wie dies jedoch zuvor ausgeführt wurde, bestand ein Problem dahingehend, daß die Blasen, die aus den geschlossenen Poren herkommen und sich während der Behandlung ausbilden, nicht in der Vakuumentgasungsbehandlung ignoriert werden können, da die Belastung auf das feuerfeste Material das 10-fache der normalen Entgasungsraffinierbehandlung aufgrund der erforderlichen Reduktion des Volumens des Vakuumentgasungskessels beträgt.

[0071] Wenn das feuerfeste Material in dem Pfad des Vakuumentgasungskessels **14** verwendet wird, wo die Blasen in dem geschmolzenen Glas G durch ein Setzen unter Unterdruck entgast werden, ist das feuerfeste Material in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas G dem Unterdruck ausgesetzt, das Gas, das in den Poren des feuerfesten Materials enthalten ist, wird in den Vakuumentgasungskessel **14** gesaugt, und das Gas wird in das geschmolzene Glas G von dem feuerfesten Material freigegeben, was feine Blasen mit einer Größe von etwa 0,1–0,2 mm in dem geschmolzenem Glas G ausbildet. Die Blasen, welche in dem geschmolzenen Glas G durch Freisetzen aus den Poren in dem feuerfesten Material aufgrund des unter Unterdrucksetzens generiert wurden, umfassen bzw. beinhalten Blasen, welche in dem geschmolzenen Glas, das eine hohe Viskosität besitzt, aufsteigen und in dem geschmolzenen Glas G verbleiben, ohne daß sie aus dem Vakuumentgasungskessel abgesaugt werden.

[0072] Die Blasen, welche in dem geschmolzenem Glas G vor einem Vakuumentgasen entstehen, umfassen Komponenten von Kohlenstoffdioxidgas (CO₂), Schwefeldioxidgas (SO₂) und Stickstoffgas (N₂), welche aus Soda, das als Rohmaterial für das geschmolzene Glas verwendet wird, und Natriumsulfat und Natriumnitrat stammen, die als ein Raffiniermittel verwendet werden. Die meisten Blasen, die aus diesen Gasen herkommen, werden durch die Vakuumentgasungsbehandlung entfernt. Die Blasen, die in dem geschmolzenen Glas G verbleiben, werden vorherrschend durch die Blasen, welche aus dem feuerfesten Material des Vakuumentgasungskessels **14** stammen, eingenommen. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Blasen davon abzuhalten, daß sie aus den Poren in dem feuerfesten Material verursacht werden.

[0073] Das feuerfeste Material wird erodiert, wenn bzw. da das geschmolzene Glas durch das feuerfeste Material hindurchtritt. Während sich die Erosion entwickelt, werden zahlreiche der geschlossenen Poren beschleunigt freigesetzt bzw. freigelegt, um die Blasen auszubilden. Aus diesem Gesichtspunkt wird die Erosionsbeständigkeit des feuerfesten Materials oder die Erosionsgeschwindigkeit durch das geschmolzene Glas ein Problem. Es wurde gefunden, daß der Erosionswiderstand (Erosionsgeschwindigkeit) auch von einer Porosität in bezug auf das feuerfeste Material, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, abhängig ist.

[0074] In **Fig. 2** ist das Verhältnis zwischen sichtbaren bzw. augenscheinlichen Porositäten von Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid, elektrogegossenem, feuerfestem Material und Erosionsgeschwindigkeiten des feuerfesten Materials durch geschmolzenes Glas dargestellt. Die sichtbaren Porositäten sind Porositäten von offenen Poren in dem feuerfesten Material. Die Erosionsgeschwindigkeiten wurden gefunden, indem eine Menge bzw. ein Ausmaß einer Erosion von feuerfestem Material gemessen wurde, nachdem das geschmolzene Glas für einen bestimmten Zeitraum durchgeflossen ist. Die Zusammensetzung des verwendeten Aluminium-Zirkonoxid-Siliziumdioxid elektrogegossenen, feuerfesten Materials war 40% Zirkonoxid (ZrO₂), 11,5% Siliziumdioxid (SiO₂), 47% Aluminiumoxid (Al₂O₃), 1,1% Natriumhydroxid (Na₂O) und 0,4% Rest. Das verwendete Glas war Kronglas und die Erosionstemperatur war 1300°C.

[0075] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, weisen die sichtbaren Porositäten und die Erosionsgeschwindigkeiten des feuerfesten Materials eine lineare Beziehung auf, welche ungefähr als eine lineare Gleichung dargestellt werden kann.

[0076] Unter der Voraussetzung, daß die Kontaktfläche des Vakuumentgasungskessels mit dem geschmolzenen Glas 50 m² ist und die Flußmenge (Entgasungsdurchsatz) des geschmolzenen Glases 100 Tonnen/Tag ist, zeigt der in **Fig. 2** gezeigte Zusammenhang, daß die Erosionsgeschwindigkeit bei der sichtbaren Porosität von 0,5% (der Porosität von 1,5%) 0,1 mm/Tag ist und daß die Erosionsgeschwindigkeit bei der sichtbaren Porosität 1% (der Porosität von 2,5%) 0,2 mm/Tag ist. Durch Extrapolation entsprechend dem in **Fig. 2** gezeigten Zusammenhang wird gefunden, daß die Erosionsgeschwindigkeit bei der sichtbaren Porosität von 3% (der Porosität von 5%) 0,6 mm/Tag ist und daß die Erosionsgeschwindigkeit bei der sichtbaren Porosität von 5% 1,0 mm/Tag ist.

[0077] Indem eine Porenmenge bzw. -größe aus der Erosionsgeschwindigkeit von 0,1 mm/Tag bei der sichtbaren Porosität von 0,5% (der Porosität von 1,5%) berechnet wird, werden 75 cm³/Tag (= 0,01 cm/Tag × 50 × 10⁴ cm² × 0,015) ausgebildet. Indem diese Porenmenge in die Anzahl von Blasen mit einem Durchmesser von 0,5 mm umgewandelt wird, werden 1,1 × 10⁶ Blasen/Tag (= 75 cm³/Tag/((4/3) × 3,14 × 0,025³ cm³)) ausgebil-

det. Die Anzahl der Blasen pro 1 kg Glas ist etwa 11 ($= 1,1 \times 10^6$ Blasen/Tag/ 10^5 kg/Tag).

[0078] Die Berechnungsergebnisse für die sichtbare Porosität von 1% und 3%, welche in gleicher Weise gefunden wurden, sind in Tabelle 1 gemeinsam mit jenen für die sichtbaren Porosität von 0,5% aufgelistet.

Tabelle 1

sichtbare Porosität (%)	Porosität (%)	Erosionsgeschwindigkeit (mm/Tag)	Anzahl der Blasen (Anzahl/kg)
0,5	1,5	0,1	11
1	2,5	0,2	38
3	5	0,6	230
5	8	1,0	611

[0079] Tabelle 1 zeigt, daß in dem Falle des Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid elektrogegossenen, feuerfesten Materials die Anzahl pro 1 kg Glas etwa 230 bei der sichtbaren Porosität von 3% (der Porosität von 5%) ist. Dies ist das äußerste Limit für den akzeptablen Bereich für Flaschenglas und dgl.

[0080] Um feuerfestes Material zu verwenden, um eine stabile Vakuumentgasungsbehandlung von geschmolzenem Glas in die Praxis umzusetzen, ist es erforderlich, daß feuerfestes Material mit einer Porosität von nicht mehr als 5%, vorzugsweise 3% wenigstens in dem Vakuumentgasungskessel verwendet wird und daß derartige feuerfestes Material auch vorzugsweise in dem abfallenden Rohr und weiter bevorzugt ebenfalls in dem aufsteigenden Rohr verwendet wird.

[0081] Wie erläutert, wird, wenn feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5,0% in dem Pfad verwendet wird, die Vakuumentgasungsbehandlung von geschmolzenem Glas ausreichend durchgeführt, und ein Absinken der Erosionsgeschwindigkeit kann die erforderliche Lebensdauer für den Vakuumentgasungskessel 14 erfüllen.

[0082] In dem Fall von Glas für eine optische Anwendung oder elektronische Anwendung, worin die geforderte Qualität von Glas hoch ist und die akzeptable Anzahl von Blasen ein kleiner Wert sein muß, kann eine Verwendung von feuerfestem Material, welches eine Porosität von nicht mehr als vorzugsweise 3%, noch bevorzugter 0,5% aufweist, nicht nur die Anzahl von Blasen in dem akzeptablen Bereich beschränken, sondern auch das feuerfeste Material daran hindern, daß es erodiert wird, um die erforderliche Lebensdauer des Vakuumentgasungskessels 14 aufrecht zu erhalten. Es ist bevorzugt, daß das feuerfeste Material, das unterschiedliche Porositäten aufweist, selektiv für den Pfad in Abhängigkeit von der Verwendung des Glasproduktes verwendet wird.

[0083] Das feuerfeste Material, welches geeignet in einem Bereich des Weges des geschmolzenen Glases in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ist ein feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5%, vorzugsweise 3% aufweist. Jede Art eines derartigen feuerfesten Materials ist akzeptabel, solange eine Elution des feuerfesten Materials in das geschmolzene Glas G nicht die Qualität beispielsweise aufgrund von Färbung oder Heterogenität verschlechtert, und vorzugsweise ist die Reaktion auf das geschmolzene Glas G gering und das feuerfeste Material per se ist schwierig durch das geschmolzene Glas erodiert zu werden. Ein Beispiel von einem derartigen feuerfesten Material ist feines, feuerfestes Material, wie elektrogegossenes, feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, und gebranntes, feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist. Das elektrogegossene, feuerfeste Material weist vorzugsweise eine Porosität von nicht mehr als 3% auf und das gebrannte, feuerfeste Material weist vorzugsweise eine Porosität von nicht mehr als 3% auf.

[0084] Das elektrogegossene, feuerfeste Material ist eines, welches hergestellt wird, indem es in eine bestimmte Form gegossen wird, nachdem das feuerfeste Material elektrisch geschmolzen wurde. Das gebrannte, feuerfeste Material ist eines, das einer thermischen Behandlung bei einer bestimmten Temperatur unterworfen wird, um eine bestimmte Eigenschaft, wie Festigkeit, zu erlangen, nachdem das feuerfeste Material geformt wurde.

[0085] Jede Art von elektrogegossenem, feuerfestem Material ist akzeptabel, solange das elektrogegossene, feuerfeste Material eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist. Es ist bevorzugt, daß das elektrogegossene, feuerfeste Material ein feines elektrogegossenes, feuerfestes Material ist, welches eine hohe Volumendichte mit einer Porosität von nicht mehr als 3% aufweist und ein Vakuum in dem Vakuumentgasungskessel **14** aufrecht erhalten kann. Beispiele von derartigem elektrogegossenem, feuerfestem Material sind Zirkonoxid elektrogegossenes, feuerfestes Material, Aluminiumoxid elektrogegossenes, feuerfestes Material, Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid (AZS; $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2 - \text{SiO}_2$) elektrogegossenes, feuerfestes Material, spezifisch ZB-X950, MARSNITE (MB-G), ZIRCONITE (ZB), hergestellt von Asahi Glass Company Ltd.

[0086] Das fein gebrannte, feuerfeste Material in der vorliegenden Erfindung hat eine Porosität von nicht mehr als 5%, während normal gebranntes, feuerfestes Material eine Porosität von etwa 20% aufweist. Jede Art von fein gebranntem, feuerfestem Material ist in der vorliegenden Erfindung akzeptabel, solange es fein gebranntes, feuerfestes Material ist, das eine Porosität von nicht mehr als 5%, vorzugsweise eine hohe Volumendichte mit einer Porosität von nicht mehr als 3% aufweist, und das ein Vakuum in dem Vakuumentgasungskessel **14** aufrecht erhalten kann. Beispiele von derartigem fein gebranntem, feuerfestem Material sind feines Zirkonoxid-Siliziumdioxid gebranntes, feuerfestes Material, feines Aluminiumoxid gebranntes, feuerfestes Material, feines Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid gebranntes, feuerfestes Material.

[0087] Da α, β -Aluminiumoxid elektrogegossenes, feuerfestes Material eine Porosität von nicht als 5% aufweist, kann dieses feuerfeste Material in der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

[0088] Wenn das elektrogegossene, feuerfeste Material in dem Pfad des Vakuumentgasungskessels **14** verwendet wird, ist es bevorzugt, daß das feuerfeste Material, welches eine Rinde von vorzugsweise nicht weniger als 5 mm im voraus davon abgeschält hat, als das feuerfeste Material verwendet wird. Das elektrogegossene, feuerfeste Material hat die Tendenz, zahlreiche Poren in der Oberfläche des feuerfesten Materials ausgebildet aufzuweisen, indem atmosphärische Luft beim Gießen in dem Ausbildungsschritt involviert bzw. aufgenommen wird, und im wesentlichen keine Poren im Inneren des feuerfesten Materials tiefer als 5 mm ausgebildet aufzuweisen, wo die Porosität nicht mehr als 1% beträgt.

[0089] In Tabelle 2 sind sichtbare Porositäten in einer Rinde von 0–6 mm Tiefe und in einer Rinde von 6–20 mm Tiefe von Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Siliziumdioxid elektrogegossenem, feuerfestem Material gezeigt, welche durch Abschälen der Rinden an fünf Stellen in einem Stück des feuerfesten Materials (Probenstellen A–E) erhalten wurden. Tabelle 2 zeigt, daß die Probenstelle B und die Probenstelle C sichtbare Porositäten von nicht weniger als 1,0% in der Rinde von 0–6 mm Tiefe aufweisen und daß alle der Probenstellen A–E sichtbare Porositäten von nicht mehr als 1,0% in der Rinde von 6–20 mm Tiefe aufweisen. Die Rinde von 6–20 mm Tiefe an den fünf Stellen hat eine mittlere Porosität von 0,81 und eine Abweichung von 0,07% und die Rinde von 0–6 mm Tiefe hat eine mittlere Porosität von 0,87% und eine Abweichung von 0,34%. Dies bedeutet, daß die Rinde von 0–6 mm Tiefe abgeschält werden kann, um lokale Änderungen in den Porositäten in der Rinde zu entfernen, was die Porosität in der Rinde im wesentlichen gleich mit der Porosität in einem inneren Bereich des feuerfesten Materials macht.

Tabelle 2

Probenstelle	sichtbare Porositäten (%) in der Rinde von 0 - 6 mm in der Tiefe (%)	sichtbare Porositäten (%) in der Rinde von 6 - 20 mm in der Tiefe
A	0,67	0,84
B	1,0	0,75
C	1,37	0,89
D	0,84	0,85
E	0,46	0,72

[0090] Die Rinde des feuerfesten Materials kann abgeschält werden, um das Blasenbildungsphänomen, welches in einem anfänglichen Stadium auftritt, wenn das geschmolzene Glas G direkt das feuerfeste Material

kontaktiert, zurückzuhalten bzw. einzuschränken, um glatt die Entgasungsbehandlung für das geschmolzene Glas G von der anfänglichen Stufe der Arbeit bzw. des Betriebs der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** auszuführen.

[0091] Ein Abschälen kann mit einem bekannten Schleifer oder einem Diamantschleifer durchgeführt werden.

[0092] Ein Abschälen ist nur bei einem elektrogegossenen, feuerfesten Material erforderlich. Die Porosität in einer Rinde von gebranntem, feuerfesten Material ist nicht höher als jene in dem Innenbereich des gebrannten, feuerfesten Materials anders als bei elektrogegossenem, feuerfesten Material.

[0093] Das Verfahren, ein derartiges, feuerfestes Material zu verwenden, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, um den Vakuumentgasungskessel so auszubilden, daß er eine gewisse Querschnittsform, wie eine rechteckige Querschnittsform und eine bestimmte Länge aufweist, ist nicht einschränkend. Beispielsweise können kleine Stücke von rechteckigem, parallelepipedischem, elektrogegossenem, feuerfestem Material dreidimensional aufeinander in einer gestapelten Weise oder in einer Labyrinthstruktur angeordnet werden und ein Bindemittel wird in die Verbindungen zwischen die Stücke aus feuerfestem Material gefüllt, um eine bestimmte Ummantlungslänge, wie eine rechteckige Ummantlung zu erhalten. Beispielsweise können kurze Stücke von elektrogegossenem, feuerfestem Material in einer Ummantlungsform, wie einer rechteckigen Ummantlungsform in einer einzigen Säule aufgebaut bzw. gestapelt werden und ein Bindemittel kann in Verbindungen zwischen den kurzen Stücke eingefüllt werden, um eine bestimmte Ummantlungslänge, wie eine bestimmte Länge einer rechteckigen Ummantlung zu erhalten.

[0094] Wie dies zuvor ausgeführt wurde, weist die konventionelle Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, wie sie in **Fig. 12** gezeigt ist, eine kreisförmige Ummantlung aus Edelmetall, wie eine Platinlegierung an Bereichen in Kontakt mit dem geschmolzenen Glas G, aufgrund einer niedrigen Reaktivität bei hohen Temperaturen und einer ausreichenden Festigkeit bei hohen Temperaturen auf. Die Verwendung von Edelmetall hat die Temperatur des geschmolzenen Glases an einem Einlaß der Vorrichtung auf nicht mehr als einen bestimmten Wert (z. B. 1400°C) beschränkt und es war unmöglich, den Durchmesser des Entgasungskessels **204** größer als einen bestimmten Wert aus Gründen von Kosten und ausreichender Festigkeit bei hohen Temperaturen zu machen, was verhinderte, die Flußmenge von geschmolzenem Glas G und folglich den Entgasungsdurchsatz des geschmolzenen Glases zu erhöhen. Die Verwendung von Edelmetall in der konventionellen Vorrichtung hat die Temperatur des geschmolzenen Glases G am Einlaß der Vorrichtung beschränkt, war fähig, die Flußmenge zu erhöhen, und hat ein Erhitzen erfordert, um ein Abkühlen in der Vorrichtung zu kompensieren, um die Temperatur an einem Auslaß der Vorrichtung konstant zu halten. Dies bedeutet, daß eine Verwendung von Metall, welches selbst erhitzt werden konnte, erforderlich war, d. h. es war eine Verwendung eines Edelmetalls erforderlich.

[0095] Andererseits kann wenigstens der Vakuumentgasungskessel **14** aus dem feuerfesten Material aufgebaut sein, um das Erfordernis einer Annahme einer kreisförmigen Form zu eliminieren und vorzugsweise in eine rechteckige Ummantlung geformt zu sein, wobei nicht nur die Flußmenge, wie dies in **Fig. 3** gezeigt ist, erhöht wird, sondern auch die Einschränkungen betreffend die Größe der rechteckigen Ummantlung eliminiert werden, um die Flußmenge weiter zu erhöhen. Vergleiche zwischen einer Flußmenge Q_c , welche erhalten wird, wenn der Vakuumentgasungskessel **104** der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **100** aus einer kreisförmigen Ummantlung aufgebaut ist, die einen Durchmesser D , wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist, und eine Flußmenge Q aufweist, welche erhalten wird, wenn der Vakuumentgasungskessel **14** der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** in einer rechteckigen (quadratischen) Form mit einer Breite D und einer Höhe D , wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist, ausgebildet ist, zeigen, daß die beschriebene Vorrichtung, bei welcher die rechteckige Ummantlung verwendet ist, die Flußmenge Q um das 1,27-fache bei derselben Größe oder demselben aufrecht erhaltenen Druckverlust erhöhen kann, im Vergleich mit der konventionellen Vorrichtung, wobei die kreisförmige Ummantlung verwendet wird, da die folgende Gleichung gefunden wird unter der Voraussetzung, daß die Fläche des oberen Raums S zum Brechen der Blasen die Hälfte der Querschnittsfläche der Ummantlung ist.

$$Q/Q_c = (D^2/2)/\{\pi(D/2)^2/2\} = 4/\pi = 1,27$$

[0096] Wenn eine derartige rechteckige Ummantlung wie in dem gezeigten Beispiel verwendet wird und wenn die Breite von d auf $(1 + p)D$ ($p > 0$) vergrößert wird, ohne die Höhe D zu verändern, kann die Flußmenge leicht um $(1 + p)^2$ erhöht werden, was bedeutet, daß die Flußmenge um $1,27 (1 + p)^2$ im Vergleich mit der konventionellen Vorrichtung erhöht wird, wobei eine kreisförmige Ummantlung verwendet wird. Wenn eine kreisförmige Ummantlung verwendet wird und wenn die Tiefe des Pfads des geschmolzenen Glases G in einem kreisförmigen Abschnitt größer als eine Hälfte des Durchmessers desselben ist, ist es unmöglich, einen aus-

reichenden Raum zum Brechen der Blasen zur Verfügung zu stellen bzw. sicherzustellen, da der obere Raum S und die Breite desselben merkbar abnehmen. Wenn eine rechteckige Ummantelung verwendet wird und wenn die Tiefe des Pfads für das geschmolzene Glas G in einem rechteckigen Querschnitt größer als eine Hälfte der Höhe desselben ist, ist es möglich, einen geeigneten Raum in Abhängigkeit von einer Menge der zu brechenden Blasen zur Verfügung zu stellen, da die Breite des oberen Raums S unverändert bleibt. Die Verwendung einer rechteckigen Ummantelung kann eine geeignete Tiefe festlegen, um die Flußmenge weiter zu erhöhen. Selbst wenn die Größe einer kreisförmigen Ummantelung erhöht wird, um die Flußmenge in der konventionellen Vorrichtung zu erhöhen, ist ein Verhältnis eines Anstieges in der Flußmenge zu einem Anstieg in der Größe kleiner als in dem Fall des gezeigten Beispiels, wobei bzw. wenn eine rechteckige Ummantelung verwendet wird.

[0097] Die Länge L des Vakuumentgasungskessels **14**, welcher eine bestimmte Querschnittsform aufweist, wie eine rechteckige Querschnittsform, ist nicht einschränkend. Die Länge wird in Abhängigkeit von der Tiefe, der Art, der Viskosität (Temperatur), der Flußmenge (Durchsatz) und dem Strom des geschmolzenen Glases G in dem Vakuumentgasungskessel **14** festgelegt, so daß das geschmolzene Glas G in dem Vakuumentgasungskessel **14** nur für eine Zeit verbleiben kann, die für die Blasen in dem geschmolzenen Glas G erforderlich ist, um aufzusteigen, gebrochen zu werden und in einer ausreichenden Weise entfernt zu werden, d. h. eine Zeit, die erforderlich ist, damit das geschmolzene Glas ausreichend entgast erhalten werden kann.

[0098] Das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** werden verwendet, um den Niveauunterschied H zwischen dem geschmolzenen Glas G in dem Vakuumentgasungskessel **14** und dem geschmolzenen Glas G in dem Schmelzkessel **24** aufrecht zu erhalten. Das aufragende Rohr **16** bringt das geschmolzene Glas G vor einem Entgasen von dem Schmelzkessel **24** in den Vakuumentgasungskessel **14** durch die stromaufwärtige Vertiefung **26** unter Verwendung einer Druckherabsetzung. Das abfallende Rohr **18** führt das geschmolzene Glas G nach einem Entgasen von dem Vakuumentgasungskessel **14** hinaus und liefert das geschmolzene Glas zu einem nachfolgenden Behandlungskessel (nicht dargestellt) durch die stromabwärtige Vertiefung **28**.

[0099] Obwohl das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** aus Edelmetall, wie Platinlegierung, wie in der konventionellen Vorrichtung, ausgebildet sein können, ist es bevorzugt, daß beide Rohre, insbesondere das aufragende Rohr **16** aus feuerfestem Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, wie in dem Vakuumentgasungskessel **14**, im Hinblick auf den Durchsatz und die Einbring-(Einlaß)-temperatur des geschmolzenen Glases G gefertigt sind. Beispielsweise kann eine kreisförmige Ummantelung, die aus einem feuerfesten Material gefertigt ist, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, oder eine rechteckige Ummantelung, die aus feuerfestem Material gefertigt ist, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, verwendet werden. Es ist weiters bevorzugt, daß beide Rohre aus einer rechteckigen Ummantelung aus feuerfestem Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweist, wie bei dem Vakuumentgasungskessel **14** gefertigt sind. Die Abmessungen des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18** können geeignet in Abhängigkeit von der Flußmenge des geschmolzenen Glases G in dem Vakuumentgasungskessel **14** oder dem Entgasungsdurchsatz in der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** gewählt sein.

[0100] Der Vakuumentgasungskessel **14** kann aus einer Ummantelung aus feuerfestem Material, die eine bestimmte Querschnittsform und eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, wie einer rechteckigen Ummantelung aus feuerfestem Material gefertigt sein, die einen rechteckigen Querschnitt und eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, um die Flußmenge des geschmolzenen Glases G in dem Vakuumentgasungskessel **14** zu erhöhen und folglich den Entgasungsdurchsatz in der Vakuumentgasungsvorrichtung zu erhöhen. Wenn der Entgasungsdurchsatz ansteigt, d. h. wenn die Menge des geschmolzenen Glases G, welches in das aufragende Rohr **16** fließt bzw. strömt, ansteigt, steigt notwendiger Weise die fühlbare Wärme, die durch das geschmolzene Glas G in den Vakuumentgasungskessel **10** geführt wird, an. Die beschriebene Vorrichtung kann ein Erhitzen des Vakuumentgasungskessels **14** und dgl. durch eine Heizvorrichtung, insbesondere durch ein Selbsterhitzen eliminieren, welches erforderlich war, um die Auslaßtemperatur des Vakuumentgasungskessels **10** auf einem bestimmten Wert in der konventionellen Vorrichtung zu halten, aufgrund der Beschränkung in der Flußmenge. Die Einlaß- (Einbring-)Temperatur des geschmolzenen Glases G in die Vakuumentgasungsvorrichtung **10**, d. h. die Austrittstemperatur des Schmelzkessels **24** kann erhöht werden, da zumindest der Vakuumentgasungskessel **14** nicht aus Edelmetall, wie eine Platinlegierung gefertigt sein muß. Indem die Auslaßtemperatur des Schmelzkessels erhöht wird, wird die fühlbare Wärme, die durch das geschmolzene Glas G in die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** gebracht wird, weiter erhöht, was ein Erhitzen des Vakuumentgasungskessels **14** und dgl. durch die Heizeinrichtung eliminiert.

[0101] Es ist bevorzugt, daß der Entgasungsdurchsatz, d. h. die Flußmenge des geschmolzenen Glases G in

dem Vakuumentgasungskessel **14** (in dem Pfad, der einen rechteckigen Querschnitt im Inneren aufweist) **15** Tonnen/Tag, noch bevorzugter **20** Tonnen/Tag ist, ein Erhitzen des geschmolzenen Glases **G** während dem Entgasen eliminiert und folglich die Heizeinrichtung eliminiert. Der Grund, warum der Entgasungsdurchsatz in der Abwesenheit der Heizeinrichtung auf nicht weniger als **15** Tonnen/Tag beschränkt ist, ist jener, daß eine Einflußmenge von Glas kleiner als dieser Wert die Temperatur in der gesamten Vakuumentgasungsvorrichtung, die eine Minimalgröße aufweist, nicht in einem gewünschten Temperaturbereich halten kann.

[0102] Wenn der Entgasungsdurchsatz erhöht wird, wird die Auslaßtemperatur der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** und folglich der Einlaßtemperatur eines nachfolgenden Behandlungskessels, insbesondere eines Formbehandlungskessels in einigen Fällen über eine bestimmte Temperatur erhöht, da die fühlbare Wärme, die durch das geschmolzene Glas **G** in die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** gebracht wird, auch erhöht wird. In derartigen Fällen muß das geschmolzene Glas **G** innerhalb oder außerhalb der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** so abgekühlt werden, daß die Einlaßtemperatur des Formbehandlungskessels als dem nachfolgenden Behandlungskessel auf einer bestimmten Temperatur liegt. Aus diesem Grund weist, wenn der Entgasungsdurchsatz oder die Flußmenge des geschmolzenen Glases **G** nicht weniger als **30** Tonnen/Tag, insbesondere **35** Tonnen/Tag beträgt, die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** gemäß der vorliegenden Erfindung vorzugsweise eine darin vorgesehene Kühlvorrichtung auf. Der Grund, warum der Entgasungsdurchsatz auf nicht weniger als **30** Tonnen/Tag in der Anwesenheit der Kühlvorrichtung beschränkt ist, ist jener, daß, wenn die Größe der Vakuumentgasungsvorrichtung signifikant klein in bezug auf die Kosten und die Schwierigkeit des Aufbaus gemacht wird, eine größere Einflußmenge an Glasmaterial die Temperatur zu stark erhöht, um die Erosion des feuerfesten Materials zu erhöhen oder um zu verhindern, daß die Temperatur in der Vakuumentgasungsvorrichtung auf einen Wert, der für ein Formen geeignet ist, abgesenkt wird.

[0103] Es ist bevorzugt, daß die Viskosität des geschmolzenen Glases **G**, d. h. die Temperatur des geschmolzenen Glases für ein Entgasen in dem Vakuumentgasungskessel **14** hoch ist. Als ein Ergebnis ist es bevorzugt, daß die Kühlvorrichtung **22** an einer Auslaßseite des Vakuumentgasungskessels **14** oder des abfallenden Rohrs **18**, wie an einem Außenumfang eines oberen Bereichs eines abfallenden Rohrs **18** angeordnet ist, wie dies in der gezeigten Vakuumentgasungsvorrichtung **10** der Fall ist. Die Kühlvorrichtung **22** kann in dem gesamten Vakuumentgasungskessel **14** an einer Einlaßseite des Vakuumentgasungskessels, an einem Teil von anderen Bereichen oder an einem aufragenden Rohr **16** vorgesehen sein, und die Kühlvorrichtung **22** kann an zweien oder allen aus dem aufragenden Rohr **16**, dem Vakuumentgasungskessel **14** und dem abfallenden Rohr **18** zur Verfügung gestellt sein. Die Kühlvorrichtung **22** gemäß der vorliegenden Erfindung kann durch ein Wickeln eines Kühlrohrs **22a** ausgebildet sein, indem Wasser oder dgl. als Kühlmittel wie in dem gezeigten Beispiel verwendet wird. Die Position, die Richtung, der Abstand und die Größe des Kühlrohrs **22a** können geeignet, wie dies erforderlich ist, festgelegt werden. Eine andere Flüssigkeit als Wasser oder ein Gas können als das Kühlmittel verwendet werden.

[0104] Anstelle eines Bereitstellens der Kühlvorrichtung in dem Vakuumentgasungskessel **10** kann die Kühlvorrichtung zwischen einem Auslauf bzw. Auslaß des abfallenden Rohrs **18** und einem Einlaß des Formbehandlungskessels (nicht dargestellt) zur Verfügung gestellt sein, wie beispielsweise an einer Rührereinrichtung (nicht dargestellt), welche an der stromabwärtigen Vertiefung **28** angeordnet ist, wenn dies erforderlich ist, um die Homogenität des geschmolzenen Glases **G** nach einem Entgasen zu fördern. Das Vorsehen der Kühlvorrichtung an einer derartigen Position kann die Einlaßtemperatur des Formbehandlungskessels als des nachfolgenden Behandlungskessels auf eine bestimmte Temperatur steuern bzw. regeln.

[0105] Jedoch ist eine Heizvorrichtung für einen Beginn der Operation bzw. des Betriebs (nicht dargestellt) vorgesehen, um ein Heizen für einen Beginn der Arbeit der beschriebenen Vorrichtung durchzuführen, ebenso, da die entsprechenden Bereiche der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** spezifisch das aufragende Rohr **16**, der Vakuumentgasungskessel **14** und das abfallende Rohr **18** eine niedrigere Temperatur als eine geeignete Temperatur aufweisen, wenn die Entgasungsbehandlung gestartet wird oder wenn gestartet wird, das geschmolzene Glas **G** fließen zu lassen. Da es erforderlich ist, daß das geschmolzene Glas **G** nicht nur in der stromaufwärtigen Vertiefung **26** sondern auch in der stromabwärtigen Vertiefung **28** für den Beginn der Arbeit vorliegt, ist es bevorzugt, daß ein Bypass bzw. eine Zweigleitung (nicht dargestellt) vorgesehen ist, um das geschmolzene Glas **G** von der stromaufwärtigen Vertiefung **26** zu der stromabwärtigen Vertiefung **28** gemäß dem Siphonprinzip fließen zu lassen.

[0106] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** kann selbstverständlich anwendbar sein, selbst wenn die Flußmenge des geschmolzenen Glases **G** weniger als **15** Tonnen/Tag beträgt. In diesem Fall ist eine Heizvorrichtung **32** vorzugsweise vorgesehen, um das geschmolzene Glas konstant während der Arbeit zu erhitzen, da eine Möglichkeit besteht, daß das geschmolzene Glas **G** in der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** abgekühlt

wird und die Auslaßtemperatur der Vakuumentgasungsvorrichtung niedriger als eine bestimmte, festgelegte Temperatur ist, da die fühlbare Wärme, die durch das geschmolzene Glas geführt wird, klein wie in der konventionellen Vorrichtung ist. In einem Beispiel der Heizvorrichtung **32** ist eine Heizeinrichtung **32a** um einen Außenumfang des oberen Bereichs des aufragenden Rohrs **16**, wie dies durch gepunktete Linien in **Fig. 1** gezeigt ist, gewickelt. Die beschriebene Vorrichtung ist nicht auf ein derartiges Beispiel beschränkt und kann bekannte Heizvorrichtungen verwenden. Obwohl es bevorzugt ist, daß die Heizvorrichtung **32** entweder an dem aufragenden Rohr **16** oder der Einlaßseite des Vakuumentgasungskessels **14** oder an beiden Positionen vorgesehen ist, ist das Vorsehen der Heizeinrichtung nicht auf derartige Positionen beschränkt. In der Abwesenheit der Heizvorrichtung an solchen Positionen oder der Anwesenheit der Heizvorrichtung an derartigen Positionen kann eine Heizvorrichtung an dem Gesamtbereich oder einem Bereich des Vakuumentgasungskessels **14**, beispielsweise entweder an der Auslaßseite des Vakuumentgasungskessels oder dem abfallenden Rohr **18** oder an beiden Bereichen vorgesehen sein. Das Vorsehen der Heizeinrichtung **32** ist erforderlich, wenn der Entgasungsdurchsatz des geschmolzenen Glases G kleiner als 15 Tonnen/Tag, insbesondere 10 Tonnen/Tag ist.

[0107] Die Einlaßtemperatur der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** (die Einbringtemperatur des geschmolzenen Glases G), d. h. die Auslaß- bzw. Austrittstemperatur des Schmelzkessels **24** kann im Vergleich mit der konventionellen Vorrichtung angehoben werden und ist nicht auf einen spezifischen Wert beschränkt. Die Austrittstemperatur des Schmelzkessels kann geeignet ausgewählt werden in Abhängigkeit von der Art (der Viskosität bei einer Behandlungstemperatur) oder dem Durchsatz des geschmolzenen Glases G, das zu entgasen ist, und dem Material, das die entsprechenden Bereiche der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** ausbildet, wie die Arten oder die Größe von elektrogegossenem, feuerfestem Material. Jedoch ist die Austrittstemperatur des geschmolzenen Glases G am Schmelzkessel **24** vorzugsweise 1300–1450°C, indem die Schmelzkosten durch Erhitzen in dem Schmelzkessel **24**, die Entgasungseffizienz der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** und Heiz- oder Kühlkosten im Inneren und Äußeren der Vorrichtung herangezogen werden.

[0108] Es bestehen keine Beschränkungen an dem mit der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** zu behandelnden geschmolzenen Glas G. Beispiele des geschmolzenen Glases sind Soda-Kaliglas oder Bor-Siliziumdioxidglas. Da die Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer großen Menge an geschmolzenem Glas arbeiten kann, ist es besser für die Vorrichtung, daß sie verwendet wird, um Soda-Kaliglas zu bearbeiten, welches eine Behandlung in einer großen Menge erfordert.

[0109] Die Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas ist grundsätzlich konstruiert, wie zuvor ausgeführt, und die Arbeitsweise der Vorrichtung wird erklärt.

[0110] Bevor die Arbeit bzw. der Betrieb der Vakuumentgasungsvorrichtung **10** gestartet wird, wird der Bypass bzw. die Zweigleitung (nicht dargestellt) geöffnet, um das geschmolzene Glas G in dem Schmelzkessel **24** in die Vakuumentgasungsvorrichtung **10** oder von der stromaufwärtigen Vertiefung **26** in die stromabwärtige Vertiefung **28** einzubringen und die unteren Enden des aufragendes Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18** werden in das geschmolzene Glas G eingetaucht. Nach Vervollständigung des Eintauchens wird die Vakuumpumpe (nicht dargestellt) betätigt, um ein Vakuum in dem Vakuumgehäuse **12** durch die Saugöffnung **12c** auszubilden, um folglich ein Vakuum in dem Vakuumentgasungskessel **14** durch die Saugöffnungen **14a** und **14b** auszubilden, wodurch das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** auf einen Druck von 1/20–1/3 atm drucklos gemacht bzw. unter Unterdruck gesetzt wird.

[0111] Als ein Ergebnis wird das geschmolzene Glas G in dem aufragenden Rohr und dem abfallenden Rohr **18** angehoben, um in den Vakuumentgasungskessel **14** eingebracht zu werden. Das geschmolzene Glas wird in den Vakuumentgasungskessel **14** gefüllt, um eine bestimmte Tiefe darin aufzuweisen, um einen bestimmten Wert einer Niveaudifferenz H zwischen dem geschmolzenen Glas G in dem Schmelzkessel **24** und jenem in dem Vakuumentgasungskessel **14** auszubilden. So wird der obere Raum **14s** mit einem darin ausgebildeten Vakuum zur Verfügung gestellt. Danach wird die Zweigleitung geschlossen.

[0112] Dann wird das geschmolzene Glas G in dem aufragenden Rohr **16** von dem Schmelzkessel **24** durch die stromaufwärtige Vertiefung **26** angehoben und wird in den Vakuumentgasungskessel **14** eingebracht. Während das geschmolzene Glas G in den Vakuumentgasungskessel **14** fließt, wird das geschmolzene Glas unter einer bestimmten Unterdruckbedingung entgast. Spezifisch steigen in dem Vakuumentgasungskessel **14** unter einem derartigen bestimmten Unterdruckzustand die Blasen in dem geschmolzenen Glas G in dem geschmolzenen Glas G auf, werden durch die Barrieren **30a** und **30b** blockiert und hier zerbrochen. Oder die Blasen bewegen sich in den oberen Raum **14s** und brechen dort. So werden die Blasen von dem geschmolzenen Glas G entfernt.

[0113] Das so entgaste, geschmolzene Glas G wird aus dem Vakuumentgasungskessel **14** in das abfallende Rohr **18** ausgetragen, fließt in dem abfallenden Rohr **18** nach unten, wird in die stromabwärtige Vertiefung **28** eingebracht und wird aus der stromabwärtigen Vertiefung **28** zu dem nachfolgenden Behandlungskessel, wie dem Formbehandlungskessel (nicht dargestellt) zugeführt.

[0114] Da feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, für den Pfad in dem Vakuumentgasungskessel **14** verwendet wird, ist die Anzahl der Blasen, welche von dem feuerfesten Material des Vakuumentgasungskessels **14** gebildet werden, auf einen akzeptablen Bereich beschränkt, die Erosion des feuerfesten Materials ist hinangehalten und die Lebensdauer des Vakuumentgasungskessels **10** stimmt mit dem erforderlichen Niveau überein bzw. erfüllt dieses. In dem gezeigten Beispiel kann die Flußmenge oder der Entgasungsdurchsatz des geschmolzenen Glases G erhöht werden, wobei dieselbe Größe und derselbe Druckverlust im Vergleich mit dem konventionellen Vakuumentgasungskessel **104** aufrecht erhalten werden, der einen kreisförmigen Querschnitt aufweist und aus Edelmetall gefertigt ist, da wenigstens der Vakuumentgasungskessel einen rechteckigen Querschnitt besitzt und aus einem feuerfesten Material gefertigt ist, wie elektrogegossenem, feuerfestem Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt. Das gezeigte Beispiel kann signifikant die Strömungs- bzw. Flußmenge und den Entgasungsdurchsatz erhöhen, ohne die Größe der Vorrichtung exzessiv größer zu machen, da nur die Breite ausgedehnt werden kann, ohne die Höhe zu verändern.

[0115] Ein Erhitzen des geschmolzenen Glases G kann während dem Entgasen, das in der konventionellen Vorrichtung erforderlich war, eliminiert werden und folglich ist die Heizvorrichtung für ein derartiges Erhitzen nicht erforderlich, da der Entgasungsdurchsatz erhöht werden kann. Wenn die Kühlvorrichtung **22** vorgesehen ist, um das geschmolzene Glas G zu kühlen, insbesondere um das geschmolzene Glas G nach einem Entgasen in der Vorrichtung zu kühlen, kann der Entgasungsdurchsatz weiter erhöht werden, ohne die Größe der Vorrichtung im Vergleich mit der Größe von anderen Vorrichtungen, wie dem Schmelzkessel **24** und dem Formbehandlungskessel zu vergrößern.

[0116] Wie dies erklärt ist, kann feuerfestes Material, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, anstelle einer Edelmetallegierung, wie einer Platinlegierung, in einem Teil des Weges in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas, wie dem Vakuumentgasungskessel, dem aufragenden Rohr und dem abfallenden Rohr verwendet werden, um die Vakuumentgasungsvorrichtung bei niedrigeren Kosten als bei einer Verwendung von Edelmetall, wie Platin, zu bauen. Zusätzlich ist die Anzahl von Blasen, welche sich aus den Poren in dem feuerfesten Material bilden, beschränkt, um die Anzahl der Blasen in dem geschmolzenen Glas in den akzeptablen Bereich zu bringen, was verhindert, daß die Qualität von Glasprodukten absinkt. Die Erosion in dem Pfad durch das geschmolzene Glas kann ebenfalls beschränkt werden, um die Pfadlebensdauer zu erfüllen, was für die Vakuumentgasungsvorrichtung erforderlich ist.

[0117] Die Flußmenge des geschmolzenen Glases, folglich auch der Entgasungsdurchsatz des geschmolzenen Glases kann erhöht werden, während die Größe und derselbe Druckverlust wie in den konventionellen Vorrichtungen beibehalten wird. Beispielsweise kann, da nur die Breite des Vakuumentgasungskessels ausgedehnt werden kann, ohne die Höhe des Vakuumentgasungskessels zu verändern, die Menge des Flusses weiter erhöht werden und der Entgasungsdurchsatz kann weiter erhöht werden, ohne die Größe der Vorrichtung übermäßig größer zu machen.

[0118] Der Entgasungsdurchsatz kann erhöht werden, um ein Erhitzen des geschmolzenen Glases während dem Entgasen zu eliminieren, was in der konventionellen Vorrichtung erforderlich war. Es besteht kein Erfordernis für die Heizvorrichtung für ein derartiges Erhitzen.

[0119] Wenn die Kühlvorrichtung zur Verfügung gestellt wird, um das geschmolzene Glas abzukühlen, insbesondere um das geschmolzene Glas nach dem Entgasen in der ersten und zweiten Art der vorliegenden Erfindung zu entgasen, können die Flußmenge des geschmolzenen Glases und der Entgasungsdurchsatz des geschmolzenen Glases weiter erhöht werden, ohne die Größe der Vorrichtung im Vergleich mit der Größe von anderen Vorrichtungen, wie dem Schmelzkessel und dem Formbehandlungskessel größer zu machen.

[0120] Es wird nun eine andere Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas unter Bezugnahme auf **Fig. 5** und **6** im Detail beschrieben.

[0121] In **Fig. 5** ist eine schematische, vertikale Schnittansicht einer anderen Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas gezeigt.

[0122] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **50** gemäß dieser Art wird in einem Verfahren verwendet, worin das geschmolzene Glas G in dem Schmelzkessel **24** vakuumtgest und kontinuierlich einem nachfolgenden Behandlungskessel, wie einem Floatingbad, als einem Formbehandlungskessel für Plattenglas und einem Formbehandlungskessel für Flaschen (nicht dargestellt) zugeführt wird. Wie in **Fig. 5** gezeigt, ist die Vorrichtung grundsätzlich durch ein Vakuumgehäuse **12**, einen Vakuumentgasungskessel **14**, ein aufragendes Rohr **16**, ein abfallendes Rohr **18** und erstreckenden Rohren bzw. Fortsetzungsrohren **52** und **54** gebildet.

[0123] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **50** hat grundsätzlich dieselbe Struktur wie die in **Fig. 1** gezeigte Vakuumentgasungsvorrichtung **10**, mit der Ausnahme, daß das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** Unterenden aufweisen, die mit den Fortsetzungsrohren **52** und **54**, die aus Edelmetall wie Platin gefertigt sind, versehen sind. Identische Teile sind durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet und eine detaillierte Erläuterung dieser Teile wird weggelassen. Die Teile, welche in **Fig. 1** gezeigt sind, jedoch nicht in **Fig. 5** gezeigt sind, sind zur Vereinfachung der Zeichnungen weggelassen und diese Teile können, falls erforderlich, zur Verfügung gestellt werden. Obwohl die folgende Erklärung in bezug auf ein typisches Beispiel getätigt wird, worin elektrogegossene, feuerfeste Steine **56** als die feuerfeste Ofenauskleidung verwendet werden, die die Vakuumentgasungsvorrichtung **50** gemäß dieser Art ausbilden, ist die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Beispiel beschränkt. Jede Art von feuerfestem Material ist akzeptabel, solange das feuerfeste Material, welches oben erklärt wurde, verwendet wird.

[0124] In der Vakuumentgasungsvorrichtung **50** sind die Hauptbereiche, wie der Vakuumentgasungskessel, das aufragende Rohr und das abfallende Rohr **18** aus den elektrogegossenen, feuerfesten Steinen **56** gebildet.

[0125] Für das Unterende des aufragenden Rohrs **16** ist erforderlich, in das offene Ende der stromaufwärtigen Vertiefung **26** eingepaßt zu sein und in das geschmolzene Glas G in der stromaufwärtigen Vertiefung **26** eingetaucht zu sein. Für das untere Ende des stromabwärtigen Rohrs **18** ist auch erforderlich, daß es in das offene Ende der stromabwärtigen Vertiefung **28** eingepaßt ist und in das geschmolzene Glas in der stromabwärtigen Vertiefung **28** eingetaucht ist. Der Grund, warum das untere Ende von jedem der Rohre in das offene Ende von jeder Vertiefung eingesetzt sein muß, ist, daß die gesamte Vakuumentgasungsvorrichtung vertikal bewegbar ist, wobei die Unterdruckbedingung aufrecht erhalten wird, was es erlaubt, daß die Operation unter unterschiedlichen Unterdruckbedingungen durchgeführt wird.

[0126] Wenn das untere Ende des aufragenden Rohrs **16**, welches in die stromaufwärtige Vertiefung **26** eingesetzt bzw. eingepaßt ist und in das geschmolzene Glas G eingetaucht ist, auch aus den elektrogegossenen, feuerfesten Steinen **56** gefertigt ist, besteht jedoch ein Problem dahingehend, daß Verbindungen zwischen den Steinen und einer Grenz- bzw. Zwischenfläche der Steine möglicherweise verschlechtert wird, um ein Zerstoren oder Brechen zu bewirken, wodurch verhindert wird, daß eine ausreichende Dauerhaftigkeit, wie dies zuvor ausgeführt wurde, erreicht wird.

[0127] Wenn das untere Ende des abfallenden Rohrs **18**, welches in das offene Ende der stromabwärtigen Vertiefung **28** eingesetzt ist und in das geschmolzene Glas G eingetaucht ist, aus den elektrogegossenen, feuerfesten Steinen **56** gefertigt ist, tritt dasselbe Problem auf.

[0128] In dieser Art, in welcher die verlängerten bzw. die sich erstreckenden Rohre verwendet werden, weisen das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** die unteren Enden mit den sich erstreckenden bzw. Verlängerungsrohren **52**, **54**, die aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt sind, versehen auf und die Verlängerungsrohre **52**, **54** sind in die stromaufwärtige Vertiefung **26** und die stromabwärtige Vertiefung **28** eingesetzt, um in das geschmolzene Glas G darin jeweils eingetaucht zu werden, wie dies in **Fig. 5** gezeigt ist. Eine derartige Anordnung kann ein direktes Eintauchen des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18**, die aus den elektrogegossenen, feuerfesten Steinen gefertigt sind, in das geschmolzene Glas G vermeiden bzw. überflüssig machen und signifikant die Dauerhaftigkeit gegenüber dem geschmolzenen Glas G in der stromaufwärtigen Vertiefung **26** und der stromabwärtigen Vertiefung **28** verbessern, um das Problem zu lösen. Zusätzlich ist es einfach, die gesamte Vakuumentgasungsvorrichtung vertikal zu bewegen.

[0129] Spezifisch ist das sich erstreckende bzw. Verlängerungsrohr **52**, das aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt ist, vorgesehen, um mit dem unteren Ende des aufragenden Rohrs **16**, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist, zu kommunizieren bzw. in Verbindung zu stehen. Da das Verlängerungsrohr **54** auf der Seite des abfallenden Rohrs **18** auf dieselbe Weise wie das Verlängerungsrohr **52** auf der Seite des aufragenden Rohrs **16** ausgebildet ist, wird eine Erklärung lediglich in bezug auf das Verlängerungsrohr **52** auf der Seite des aufragenden Rohrs **16** gegeben und eine Erklärung des Verlängerungsrohrs **54** auf der Seite des abfallenden Rohrs **18** wird

weggelassen.

[0130] Das Verlängerungsrohr **52** umfaßt ein zylindrisches Glied bzw. Element **52a**, einen Fixierflansch **52b**, der an einem Ende des zylindrischen Elements **52a** vorgesehen ist und einen Dichtflansch **52c**, der auf dem zylindrischen Glied beabstandet um einen bestimmten Abstand von dem Festlegungsflansch **52b** vorgesehen ist, und ist aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt. Der Innendurchmesser des zylindrischen Glieds **52a** ist im wesentlichen der gleiche wie der Innendurchmesser des aufragendes Rohrs **16**, um eine glatte Wechselwirkung mit dem aufragenden Rohr **16** zur Verfügung zu stellen.

[0131] Der Festlegungsflansch **52b** ist zwischen elektrogegossene, feuerfeste Steinen **56**, **56**, die das aufragende Rohr **16** ausbilden, oder zwischen Verbindungen der feuerfesten Steine eingesetzt, um das obere Ende des Verlängerungsrohrs an das aufragende Rohr **16** festzulegen.

[0132] Obwohl ein Festlegen des Verlängerungsrohrs **52** an das aufragende Rohr **16** mit anderen Maßnahmen ohne eine Verwendung des Festlegungsflansches **52b** durchgeführt werden kann, ist es bevorzugt, daß das Verlängerungsrohr unter Verwendung des Festlegungsflansches **52b** festgelegt wird. Wenn das zylindrische Element **52a** das obere Ende nicht mit dem Festlegungsflansch **52b** versehen aufweist, kann ein Problem dahingehend erzeugt werden, daß das geschmolzene Glas G zwischen die Außenoberfläche des zylindrischen Elements **52a** und die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** eintritt und thermische Isolationssteine **20** und das thermische Isolationsmaterial **58** werden erodiert, um die thermische Leitfähigkeit in der Nachbarschaft eines Bodens eines Gehäuseschenkels **12a** zu erhöhen, um die Temperatur an einer Außenwandoberfläche des Gehäuses zu erhöhen, was bewirkt, daß das Gehäuse deformiert wird. Das Vorsehen des Festlegungsflansches **52b** an dem oberen Ende des zylindrischen Elements **52a** kann dieses Problem ebenfalls lösen. Das Vorsehen des Festlegungsflansches kann verhindern, daß die Temperatur des Gehäuseschenkels **12a** ansteigt, und vermeiden, daß eine Verwindung nach unten durch die ansteigende Temperatur bewirkt wird. Als ein Ergebnis kann ein Lecken des geschmolzenen Glases G, welches durch eine Verschiebung oder ein Nachgeben in Verbindungen der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** oder den thermischen Isolationssteinen **20** in dem Gehäuseschenkel **12a** bewirkt wird, und folglich ein übermäßiger Anstieg in der Temperatur des Gehäuseschenkels **12a** verhindert werden.

[0133] So kann eine Deformation der gesamten Vorrichtung aufgrund einer thermischen Beanspruchung bzw. Spannung, welche durch einen lokalen Anstieg in der Temperatur bewirkt wird, und ein beschleunigter Anstieg in der Temperatur aufgrund eines Ansteigens des Leckens von geschmolzenem Glas G ebenfalls vermieden werden.

[0134] Andererseits kooperiert der Dichtflansch **52c** mit Dichtelementen bzw. -gliedern **60**, die später beschrieben werden, um ein unteres Ende des Gehäuseschenkels **12a** von außen abzudichten, um eine Luftdichtheit in dem Vakuumgehäuse **12** sicherzustellen, wenn das Verlängerungsrohr **52** an dem unteren Ende des aufragenden Rohrs **16** zur Verfügung gestellt ist. Der Dichtflansch **52c** kann als eine Elektrode verwendet werden, um das Verlängerungs- bzw. Erstreckungsrohr **52**, das aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt ist, selbst heizend auszubilden, wodurch es auf einer geeigneten Temperatur gehalten wird. In bezug auf die Maßnahmen, um eine Luftdichtheit an dem unteren Ende des Gehäuseschenkels **12a** sicherzustellen, können nicht nur der Dichtflansch **52c**, sondern auch andere Maßnahmen verwendet werden.

[0135] Obwohl es bevorzugt ist, daß eine Festlegung des Verlängerungsrohrs **52** an das aufragende Rohr **16** durch den Festlegungsflansch **52b**, wie dies erläutert ist, durchgeführt ist, kann der Dichtflansch **52c** beide Funktionen ausführen, ein Vakuumabdichten zur Verfügung zu stellen und das Gewicht des Erstreckungsrohrs **52** zu tragen, und der Festlegungsflansch **52b** kann nur eine Funktion ausüben, um zu verhindern, daß eine Außenoberfläche eines Erstreckungsrohrs sich von inneren Oberflächen der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56a** in einem Durchgang, der durch die feuerfesten Steine **56a** umgeben ist, trennt. In diesem Fall führt der Festlegungsflansch **52b** nicht nur eine Funktion aus, um eine Fehlausrichtung des Erstreckungsrohrs **52** in der horizontalen Richtung zu vermeiden, sondern auch eine Funktion, um zu vermeiden, daß das geschmolzene Glas G zwischen die Außenoberfläche des Erstreckungsrohrs und die Innenoberflächen der feuerfesten Steine eintritt.

[0136] Obwohl keine Beschränkungen betreffend die Zusammensetzung des Platin oder der Platinlegierung, das bzw. die in den Erstreckungsrohren **52**, **54** verwendet sind, bestehen, ist es bevorzugt, daß die Erstreckungsrohre aus einer Platinlegierung umfassend 70 Gew.-% bis 98 Gew.-% Platin und nicht weniger als 2 Gew.-% Rh in bezug auf eine bessere Festigkeit bei erhöhten Temperaturen bestehen.

[0137] Das so konstruierte Erstreckungsrohr **52** weist den Festlegungsflansch **52b** in die Verbindungen zwischen den elektrogegossenen, feuerfesten Steinen in der Nachbarschaft des unteren Endes des aufragenden Rohrs **16** eingesetzt und sandwichartig dazwischen aufgenommen auf und die Dichtelemente **60** sind zwischen dem Dichtflansch **52c** und dem Vakuumentgasungsgehäuse **12** vorgesehen, um eine Luftdichtheit an dem unteren Ende des Gehäuseschenkels **12a** sicherzustellen. Es bestehen keine Beschränkungen betreffend die Dichtelemente **60** solange die Dichtelemente eine Luftdichtheit und thermische Beständigkeit aufweisen. Da es ausreichend ist, daß das Innere des Gehäuses **12** maximal auf einen Unterdruck von 1/20 gegenüber dem Atmosphärendruck gesetzt wird, kann ein Vakuumdichtmaterial, welches normalerweise in einer Vakuumvorrichtung verwendet wird und eine thermische Beständigkeit aufweist, ausgewählt werden.

[0138] Obwohl das Erstreckungsrohr **52** den Festlegungsflansch **52b** sandwichartig in die Verbindungen zwischen die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** eingeführt aufweist, wie dies erläutert ist, wird die einschließende Kraft durch das Leergewicht der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** zur Verfügung gestellt. Wenn die Anzahl der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56**, welche auf den Festlegungsflansch **52b** aufgebaut bzw. gestapelt sind, gering ist, besteht eine Möglichkeit, daß sich die Verbindungen aufgrund einer Ausdehnung oder einer Schrumpfung durch das geschmolzene Glas G öffnen können, um die einschließende bzw. Sandwichkraft zu verringern, was bewirkt, daß das geschmolzene Glas G aufgrund eines nicht ausreichenden Einschließens des Fixierflansches **52b** leckt.

[0139] Um dieses Problem zu lösen, wird ein Verstärkungselement **62** über dem Erstreckungsrohr **52**, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, vorgesehen, um die Sandwichkraft auf den Fixierflansch **52b** durch die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** zu erhöhen. Es bestehen keine Beschränkungen betreffend das Material und die Struktur des Verstärkungselements bzw. -glieds **62**, solange das Verstärkungselement die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** nach unten über dem Festlegungsflansch **52b** drücken kann. Wenn die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** hoch über dem Festlegungsflansch **52b** aufgebaut bzw. gestapelt sind, ist es beispielsweise möglich, den Festlegungsflansch **52b** durch das Leergewicht der feuerfesten Steine ohne Verwendung des Verstärkungselements **62** sandwichartig einzuschließen.

[0140] Es ist bevorzugt, daß die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56a**, welche an der untersten Position in dem Gehäuseschenkel **12a** angeordnet sind, innere, untere Ecken aufweisen, die zu dem Erstreckungsrohr **52** gerichtet sind, und der Boden des Gehäuseschenkels **12a** in einer Umfangsrichtung ausgeschnitten ist, und das thermische Isolationsmaterial **58** in den Ausschnitten, wie dies in Fig. 6 gezeigt ist, vorgesehen ist. Da ein Bereich des Bodens des Gehäuseschenkels **12a**, welcher nahe dem Umfang des Erstreckungsrohrs **52** ist, am leichtesten erhitzt wird, besteht eine Möglichkeit, daß die Temperatur dieses Bereichs exzessiv erhöht wird, um eine Verwindung oder Deformation zu erzeugen, was zu einem Lecken des geschmolzenen Glases G aus den Verbindungen in eine thermische Isolationssteinschicht **20** einladet. Das Vorsehen des thermischen Isolationsmaterials **58** in der Nachbarschaft des Erstreckungsrohrs **52** kann verhindern, daß die Temperatur des Bodens des Gehäuseschenkels **12** exzessiv erhöht wird, um die Dauerhaftigkeit in diesem Bereich weiter zu verbessern. Indem das thermische Isolationsmaterial **58** nur an den unteren Bereichen der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** vorgesehen ist, kann eine ausreichende Festigkeit an oberen Bereichen der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56a** sichergestellt werden, um dicht bzw. fest den Festlegungsflansch **52b** dazwischen aufzunehmen bzw. einzuschließen.

[0141] Es bestehen keine Beschränkungen betreffend das thermisch isolierende Material **58**, solange das thermisch isolierende Material eine hohe thermische Isolationseigenschaft wie die elektrogegossenen, feuerfesten Steinen **56** besitzt.

[0142] Wie dies erläutert ist, können das untere Ende des aufragenden Rohrs **16**, welches in das geschmolzene Glas G in der stromaufwärtigen Vertiefung **26** eingetaucht ist, und das untere Ende des abfallenden Rohrs **18**, welches in das geschmolzene Glas G in der stromabwärtigen Vertiefung **28** eingetaucht ist, aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt sein, um zu verhindern, daß das untere Ende des aufragenden Rohrs **16** und das untere Ende des abfallenden Rohrs **18** verschlechtert bzw. beschädigt oder gebrochen werden, und um eine ausreichende Dauerhaftigkeit gegenüber geschmolzenem Glas G sicherzustellen.

[0143] Es ist bevorzugt, daß der Gehäuseschenkel **12a** mit einer Dämpfungsvorrichtung **64** versehen ist, um fähig zu sein, in Abhängigkeit von der thermischen Ausdehnung oder dem thermischen Schrumpfen der elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** oder der thermisch isolierenden, feuerfesten Steine **20** in der vertikalen Richtung sich auszudehnen und zu kontrahieren. Wenn die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56**, die das aufragende Rohr **16** ausbilden, oder die thermisch isolierenden, feuerfesten Steine **20** um die elektrogegossenen, feuerfesten Steine sich thermisch ausdehnen, kann die Dämpfungsvorrichtung **64** die thermische Expan-

sion des aufragenden Rohrs **16** absorbieren. Wenn diese Steine sich zusammenziehen, kontaktiert die Dämpfungsvorrichtung den Gehäuseschenkel **12a**, um dem Schrumpfen dieser Steine zu folgen, was verhindert, daß die Verbindungen durch das Schrumpfen geöffnet werden, um das Lecken des geschmolzenen Glases G zu vermeiden. Das Brechen des Vakuumentgasungsgehäuses **12** und ein Abfall in den Vakuumgrad, der dadurch bewirkt wird, können verhindert werden, um die Dauerhaftigkeit und Sicherheit der Vorrichtung zu verbessern.

[0144] Spezifisch umfaßt die Dämpfungsvorrichtung **64** einen zylindrischen Balg **66** und Anhebevorrichtungen **68**, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist. Der zylindrische Balg **66** ist ein Glied, welches hermetisch und flexibel einen oberen Bereich (nachfolgend als der obere Bereich **13a** bezeichnet) und einen unteren Bereich (nachfolgend als der untere Bereich **13b** bezeichnet) des Gehäuseschenkels **12a** verbindet bzw. koppelt, welche in der horizontalen Richtung geschnitten und voneinander getrennt sind. Obwohl hier keine Beschränkungen in bezug auf die Art des zylindrischen Balg **66** bestehen, ist es bevorzugt, daß der zylindrische Balg aus Metall, insbesondere rostfreiem Stahl, wie in dem Vakuumentgasungsgehäuse **12** ausgebildet ist.

[0145] Solange die Anhebevorrichtungen **68** den unteren Bereich **13b** des Gehäuseschenkels **12a** nach oben zwingen bzw. beaufschlagen können, bestehen keine Beschränkungen betreffend die Anhebevorrichtungen und verschiedene Arten von Mechanismen können angewandt werden. Beispielsweise kann jede der Anhebevorrichtungen aus einem Paar von Kopplungselementen bzw. -gliedern **70**, **72**, die an den oberen Bereich **13a** und den unteren Bereich **13b** in einer einander konfrontierenden bzw. gegenüberliegenden Weise festzulegen sind, einer Stange **74**, die ein unteres Ende an das untere Kopplungselement **70** festgelegt aufweist und durch ein Loch in dem oberen Kopplungsglied **70** hindurchtritt und ein an Beaufschlagungs- bzw. Vorspannglied **76** ausgebildet sein, das beide Kopplungselemente **70** und **72** verbindet und den unteren Bereich **13b**, wie dies in **Fig. 6** gezeigt ist, nach oben beaufschlagt. Obwohl hier keine Beschränkungen betreffend das Vorspannelement **76** bestehen, ist ein bevorzugtes Beispiel des Vorspannelements eine Schraubenfeder. Diese Anordnung kann die thermische Ausdehnung der elektrogegossenen Steine **56** oder der thermischen Isolationssteine **20** nach unten gegen die Vorspannkraft von jedem der Vorspannelemente **76** ausweichen lassen, um die Verwindung oder die Beschädigung der Vorrichtung zu vermeiden, die durch die thermische Expansion bewirkt wird, was die Sicherheit der Vorrichtung verbessert. Wenn die elektrogegossenen, feuerfesten Steine **56** oder die thermischen Isolationssteine **20** sich kontrahieren bzw. zusammenziehen, kann diese Anordnung den unteren Bereich **13b** dem Schrumpfen folgen lassen, um zu verhindern, daß die Verbindungen geöffnet werden. Es ist bevorzugt, daß eine derartige Anhebevorrichtung **68** an mehreren Positionen an dem zylindrischen Balg **66**, der nur in einer einzigen Form angeordnet ist, vorgesehen ist.

[0146] Der Gehäuseschenkel **12a** kann das untere Ende durch Rippen verstärkt aufweisen.

[0147] Ein Beispiel des Verfahrens, worin das geschmolzene Glas G mit der Vakuumentgasungsvorrichtung **50** entgast wird und das entgaste, geschmolzene Glas kontinuierlich einem nachfolgenden Behandlungssofen zugeführt wird, wird beschrieben.

[0148] Eine Vakuumpumpe (nicht dargestellt) wird verwendet, um ein Vakuum in dem Vakuumentgasungsgehäuse **12** und in dem Vakuumentgasungsgehäuse **14** auszubilden. In einem derartigen Zustand tritt das Glas G, welches in dem Schmelzkessel **24** geschmolzen wurde, durch die stromaufwärtige Vertiefung **26** durch, steigt in dem Erstreckungsrohr **52** und dem aufragenden Rohr **16** auf, um in den Vakuumentgasungskessel **14** eingebracht zu werden, und wird in dem Vakuumentgasungskessel **14** unter einem bestimmten Unterdruckzustand entgast. Das entgaste, geschmolzene Glas G wird zu der stromabwärtigen Vertiefung **28** durch das abfallende Rohr **18** und das Erstreckungsrohr **54** geführt.

[0149] Wie im Detail erläutert, kann die Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas, welche die Blasen von dem kontinuierlich zugeführten, geschmolzenen Glas entfernt, signifikant die Kosten absenken, während eine ausreichende Dauerhaftigkeit gegenüber dem geschmolzenen Glas bei einer erhöhten Temperatur sichergestellt wird und folglich kann die Vorrichtung eine größere Kapazität aufweisen und die Vakuumentgasungstemperatur kann erhöht werden. Die Vorrichtung gemäß dieser Art ist extrem geeignet, wenn eine große Flußmenge des geschmolzenen Glases in einer hoch effizienten Weise vakuumentgast wird.

[0150] Es wird nun eine andere Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 7** und **8** beschrieben.

[0151] In **Fig. 7** ist eine schematische, vertikale Schnittansicht eines Beispiels der Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas gezeigt.

[0152] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **80** für geschmolzenes Glas wird in einem Verfahren verwendet, worin das geschmolzene Glas G von dem Schmelzkessel **24** in einen Vakuumentgasungskessel **14** hinaufgesaugt wird, das geschmolzene Glas in dem Vakuumentgasungskessel **14** unter einem Unterdruckzustand vakuumtgasungsgast wird, und das entgaste, geschmolzene Glas kontinuierlich einem nachfolgenden Behandlungskessel **86**, wie einem Floatingbad als einem Formbehandlungskessel für Plattenglas oder einem Formbetätigungskessel für Flaschen zugeführt wird. Wie dies in **Fig. 7** gezeigt ist, besteht die Vorrichtung grundsätzlich aus einem Vakuumgehäuse **12**, dem Vakuumentgasungskessel **14**, einem aufragenden Rohr **16**, einem abfallenden Rohr **18**, einem stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** und einem stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84**.

[0153] Die in **Fig. 7** gezeigte Vakuumentgasungsvorrichtung **80** hat grundsätzlich dieselbe Struktur wie die Vakuumentgasungsvorrichtung **10**, die in **Fig. 1** gezeigt ist, mit der Ausnahme der Strukturen von unteren Enden des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18**. Identische Teile sind durch dieselben Bezugszeichen bezeichnet und eine Erläuterung dieser Teile wird weggelassen. Die Teile, welche in **Fig. 7** weggelassen sind, können, sofern erforderlich, zur Verfügung gestellt werden. Obwohl eine Erklärung der beschriebenen Vakuumentgasungsvorrichtung auch in bezug auf ein typisches Beispiel, worin elektrogegossene, feuerfeste Steine als ein feuerfestes Material verwendet werden, gegeben wird, ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine Verwendung von elektrogegossenen, feuerfesten Steinen beschränkt. Jedes feuerfeste Material ist akzeptabel, solange das, wie oben beschrieben, feuerfeste Material verwendet wird.

[0154] Die Vakuumentgasungsvorrichtung, die in **Fig. 7** gezeigt ist, ist unterschiedlich von der Vakuumentgasungsvorrichtung **10**, die in **Fig. 1** gezeigt ist, dahingehend, daß das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** ihre unteren Enden nicht in die stromaufwärtigen und stromabwärtigen Vertiefungen **26** und **28** eingetaucht aufweisen, daß das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** die unteren Enden direkt jeweils mit dem Schmelzkessel **24** und dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** durch die stromaufwärtigen und stromabwärtigen Verbindungsdurchgänge **82** und **84** verbunden aufweisen, und daß eine Serie von geschlossenen Durchgängen von dem Schmelzkessel **24** zu dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** durch den stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82**, das aufragende Rohr **16**, den Vakuumentgasungskessel **14**, das abfallende Rohr **18** und den stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84** ausgebildet ist. Das Vakuumgehäuse **12** deckt vollständig den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** ab und der stromaufwärtige und stromabwärtige Verbindungsdurchgang **82** und **84** treten durch Schenkel **12a**, **12b** des Vakuumgehäuses **12** durch, welches in einer rechteckig, gekrümmten Form ausgebildet ist.

[0155] Spezifisch weist in der Vakuumentgasungsvorrichtung **80** das aufragende Rohr **16** einen oberen Bereich auf, der nach oben gerichtet ist und vertikal in einem linken Endbereich des Vakuumentgasungskessels **14** verläuft, und das abfallende Rohr **18** weist einen oberen Bereich auf, der nach unten gerichtet ist und vertikal in einem rechten Endbereich des Vakuumentgasungskessels **14** verläuft. Die unteren Enden des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18** sind jeweils an den stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** in Wechselwirkung bzw. Verbindung mit dem Schmelzkessel **24** und dem stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84** in Wechselwirkung mit dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** an einem Ort angeschlossen, welcher niedriger als die Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases G in dem Schmelzkessel **24** und dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** ist, der als ein offener Kanal konstruiert ist. So ist eine Serie von geschlossenen Durchgängen zur Verfügung gestellt, wie dies erläutert wurde.

[0156] Räume bzw. Abstände zwischen dem Vakuumentgasungskessel **14** und dem Vakuumgehäuse **12** und zwischen dem aufragenden und abfallenden Rohr **16**, **18** und dem Vakuumgehäuse **12** sind mit thermisch isolierendem Material **20** verfüllt, das z. B. als feuerfeste Steine gefertigt ist, um den Vakuumentgasungskessel und das aufragende und abfallende Rohr zur thermischen Isolation abzudecken. Das aus Metall gefertigte Vakuumgehäuse **12**, das aus feuerfesten Steinen ausgebildete, thermische Isolationsmaterial **20** und der aus elektrogegossenen, feuerfesten Steinen gefertigte Vakuumentgasungskessel **14** sind in dieser Reihenfolge von außen nach innen vorgesehen, um eine Mehrschichtschnittstruktur zur Verfügung zu stellen. Das thermische Isolationsmaterial **20** weist eine Luftdurchlässigkeit auf, um kein Hindernis für ein Ausbilden eines Vakuums in dem Vakuumentgasungskessel **14** zu sein.

[0157] In der in **Fig. 7** gezeigten Vakuumentgasungsvorrichtung **80** sind der Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende und das abfallende Rohr **16**, **18**, der stromaufwärtige und stromabwärtige Verbindungsdurchgang **82**, **84**, der Schmelzkessel **24** und der nachfolgende Behandlungskessel **86**, welche die Serie von geschlossenen Durchgängen bilden, alle aus elektrogegossenen, feuerfesten Steinen gefertigt.

[0158] Die Vakuumentgasungsvorrichtung **80** kann signifikant die Kosten im Vergleich mit der konventionellen

Vorrichtung mit Pfaden aus geschmolzenem Glas, die aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt sind, reduzieren, indem elektrogegossene, feuerfeste Steine verwendet werden, um Bereiche der Pfade von geschmolzenem Glas in direktem Kontakt mit dem geschmolzenen Glas G auszubilden, welche als die Serie von Durchgängen zwischen dem Schmelzkessel **24** und dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** ausgebildet sind, wobei das geschmolzene Glas darin eine freie Oberfläche aufweist. Da es möglich ist, den Vakuumentgasungskessel **14** so auszubilden, daß er jede Form ebenso wie jede Wanddicke aufweist, kann die Vakuumentgasungsvorrichtung **80** nicht nur konstruiert sein, daß sie eine große Kapazität aufweist, sondern auch das Vakuumentgasungsverfahren bei einer höheren Temperatur durchführt. Die elektrogegossenen, feuerfesten Steine haben eine erhöhte Dauerhaftigkeit bei einer höheren Temperatur im Vergleich mit üblichen feuerfesten Steinen und sind fähig, eine Blasenbildung oder Elution von Komponenten zu minimieren. Insbesondere besteht nahezu keine Elution der Komponenten in das geschmolzene Glas und die Elution von Komponenten kann ignoriert werden, wenn Fensterglas für Gebäude oder Automobile oder Flaschenglas hergestellt wird.

[0159] In dem Fall einer Herstellung von Glas in Massenproduktion, wie Glas für Gebäude oder Automobile, ist die Anwesenheit von feinen Blasen, die einen Durchmesser von nicht mehr als einer bestimmten Größe aufweisen, akzeptabel. Beispielsweise ist die Anwesenheit von feinen Blasen, die einen Durchmesser von nicht mehr als 0,3 mm aufweisen, in dem Fall von Glas für Gebäude akzeptabel. Die Blasen, welche von elektrogegossenen, feuerfesten Steine herkommen, sind akzeptabel, da der Durchmesser von nahezu allen Blasen nicht größer als 0,1 mm ist und da das Auftreten von Blasen, die einen Durchmesser von mehr als 0,2 mm aufweisen, im Verlauf einer bestimmten Zeit verschwindet.

[0160] Gemäß dem Experiment, welches die Erfinder an der Vakuumentgasungsvorrichtung **80**, die in **Fig. 7** gezeigt ist, durchgeführt haben, wurde gezeigt, daß die Blasenverteilung, die in dem Vakuumentgasungskessel **14** unter den oben erwähnten Unterdruckbedingungen ausgebildet wird, zahlreiche Blasen enthielt, die einen Durchmesser von nicht mehr als 0,2 mm aufwiesen und nur einige Blasen größer als 0,2 mm, und daß, wenn eine Soda-Kalizusammensetzung als Glas für Gebäude oder Automobile bei 1285°C hergestellt wurde, die Generierung bzw. Erzeugung von Blasen mit einem Durchmesser von mehr als 0,2 mm innerhalb von 7 Tagen nach Beginn des Tests verschwand, obwohl Blasen, die einen Durchmesser von nicht mehr als 0,2 mm aufwiesen, weiter ausgebildet wurden.

[0161] Obwohl die Vakuumentgasungsvorrichtung **80**, die in **Fig. 7** gezeigt ist, worin alle Bereiche, die in Kontakt mit dem geschmolzenen Glas G sind, aus elektrogegossenen, feuerfesten Steinen gefertigt aufweist, nicht für eine Produktion von Glas für elektronische Verwendung oder für optische Verwendung geeignet ist, worin die Anwesenheit von Blasen mit einem Durchmesser von größer als 0,02 mm ein Problem darstellt, kann die Vorrichtung auf eine Produktion von Glas für Gebäude oder Automobile angewandt werden, worin die Anwesenheit von Blasen, die einen Durchmesser von weniger als 0,3 mm aufweisen, akzeptabel ist. Eine große Menge von feinen Blasen, die einen Durchmesser von nicht mehr als dem akzeptablen Grenzwert besitzen, bildet kein Problem bei der Herstellung von Glas für Gebäude oder Automobile.

[0162] Der stromaufwärtige und stromabwärtige Verbindungsdurchgang **82** und **84**, der Schmelzkessel **24** und der nachfolgende Behandlungskessel **86** können unter Verwendung von elektrogegossenen, feuerfesten Steinen als ein Konstruktionsmaterial ähnlich zu jenem für den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** konstruiert sein.

[0163] Die elektrogegossenen, feuerfesten Steine, die verwendet werden, haben eine Porosität von nicht mehr als 5% und die Porosität in einer gegossenen Oberfläche der Steine ist extrem klein, vorzugsweise nahezu 0, obwohl geschlossene Poren in den feuerfesten Steinen vorliegen. Obwohl es besser ist, eine große Größe von elektrogegossenen, feuerfesten Steinen zu verwenden, um den Vakuumentgasungskessels **14**, das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** größer zu machen, bestehen Beschränkungen betreffend die Herstellung von elektrogegossenen, feuerfesten Steinen per se in eine große Größe, und es ist schwierig, groß dimensionierte, elektrogegossene, feuerfesten Steine herzustellen, die beispielsweise eine Seitenlänge von mehr als 1 m aufweisen. Aus diesem Grund erfordert die vorliegende Erfindung, daß eine Mehrzahl von elektrogegossenen Steinen gestapelt werden, welche notwendiger Weise die Anwesenheit von Verbindungen zwischen elektrogegossenen, feuerfesten Steinen verursacht. Obwohl es möglich ist, die Verbindungen mit einem Bindemittel zu verfüllen, kann eine alleinige Verwendung von elektrogegossenen, feuerfesten Steinen ein Vakuum in Abhängigkeit von den Bedingungen von Luft oder dem Bindemittel (dem verschlechterten Zustand) nicht aufrecht erhalten, da die Verbindungen eine niedrige Kompaktheit als elektrogegossene, feuerfeste Steine aufweisen und es dem geschmolzenen Glas G erlauben, dadurch durchzutreten.

[0164] Das Vakuumgehäuse **12**, das aus Stahlplatten (beispielsweise Platten aus rostfreiem Stahl) gefertigt

ist, die eine Wärmebeständigkeit besitzen, überdeckt einen Teil des stromaufwärtigen Verbindungsdurchgangs **82**, der mit dem Schmelzkessel **24** kommuniziert, das aufragende Rohr **16**, den Vakuumentgasungskessel **14**, das abfallende Rohr **18** und einen Teil bzw. Abschnitt des stromabwärtigen Verbindungsdurchgangs **84**, der mit dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** kommuniziert, um das gesamte Innere des Vakuumentgasungskessels **12** unter Unterdruck zu setzen, wie zuvor ausgeführt wurde.

[0165] Die feuerfesten Steine können zu Beginn dicker, anders als bei Platin, gefertigt sein und es wird ein Reparieren von verschlechterten bzw. zerstörten Pfaden deutlich weniger häufig auftreten, was unterschiedlich zur Verwendung von teurem Platin ist, das nur in einer Minimalmenge vorliegt. Als ein Ergebnis ist es kaum notwendig, beim Aufbau bzw. Konstruieren der Vorrichtung Maßnahmen zu berücksichtigen, um die Produktion von Glas zu unterbrechen, um die Wege für das geschmolzene Glas zu reparieren, und ist nicht notwendig, die gesamte Vorrichtung für ein Reparieren der Pfade anzuheben. Die Vakuumentgasungsvorrichtung und die Pfade für geschmolzenes Glas davor und danach können in einer stationären Weise konstruiert sein. Da es nicht notwendig ist, die unteren Enden des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18** in das geschmolzene Glas **G** einzutauchen, das eine freie Oberfläche bei Anwesenheit von Luft wie in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die in **Fig. 12** gezeigt ist, besitzt, sind Außenoberflächen des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18**, welche einen Grenzbereich zwischen Luft und geschmolzenem Glas **G** einnehmen, am Verschlechtern bzw. Abbauen gehindert, und insbesondere können die Verbindungen (das Bindemittel) an einem Abbau bzw. an einer Zerstörung gehindert werden.

[0166] Das gesamte Vakuumentgasungskessel **12**, umfassend den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** kann in einer stationären Weise installiert sein und ein Anheben, wie in der konventionellen Vakuumentgasungsvorrichtung **200**, die in **Fig. 12** gezeigt ist, ist nicht notwendig, was den Beginn der Tätigkeit und die Tätigkeiten für ein Unterbrechen und Stoppen einfacher macht.

[0167] Das Vakuumentgasungskessel **12** weist Öffnungen auf, um den stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** und den stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84** durchzulassen. Die Öffnungen des Vakuumentgasungskessels **12** können mit einer beschränkten bzw. eingeschnürten Struktur zur Verfügung gestellt sein, so daß der Durchmesser der Öffnungen so nahe zu jenem der Verbindungsdurchgänge **82**, **84** wie möglich ist, um eine luftdichte Verbindung zwischen Außenumfängen der Verbindungsdurchgänge und den Öffnungen zu ermöglichen. Aus diesem Gesichtspunkt weist das Vakuumentgasungskessel **12** vorzugsweise Bereiche nahe den Öffnungen auf, die aus hitzebeständigem Stahl gefertigt sind. Jedoch kann, wenn der Durchmesser der Öffnungen zu nahe jenem der Verbindungsdurchgänge ist, das Stahlmaterial (die Stahlplatte) durch die durch die elektrogegossenen, feuerfesten Steine übertragene Hitze geschmolzen werden. In diesem Fall kann ein Wasserkühlen an wenigstens einem Teil des Stahlmetalls (der Stahlplatte) ausgeführt werden.

[0168] Die Luft, welche zwischen die Öffnungen des Vakuumentgasungskessels **12** und die stromaufwärtigen und stromabwärtigen Verbindungsdurchgänge **82**, **84** eintritt, kann durch einen Druckverlust des wärmeisolierenden Materials **20**, das aus feuerfesten Steinen gefertigt ist, welche zwischen das Vakuumentgasungskessel **14** eingefüllt sind, minimiert werden, wobei ein bestimmter Druck, wie ein Druck von 1/20–1/3 atm oder –400–600 mm Hg darin gehalten ist.

[0169] Obwohl der stromabwärtige Verbindungsdurchgang **84**, welcher an dem unteren Ende des abfallenden Rohrs **18** angeschlossen ist, direkt mit dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** in dem in **Fig. 7** gezeigten Beispiel kommuniziert, ist die vorliegende Erfindung nicht auf dieses Beispiel beschränkt, solange der stromabwärtige Verbindungsdurchgang mit einem stromabwärtigen, offenen Kanal, worin das geschmolzene Glas **G** eine freie Oberfläche besitzt, kommuniziert. Beispielsweise kann der stromabwärtige Verbindungsdurchgang mit einem Rührkessel **92**, wie dies in **Fig. 8** gezeigt ist, kommunizieren bzw. in Verbindung stehen. Der Rührkessel **92** ist auch aus elektrogegossenen, feuerfesten Steinen ausgebildet und weist einen Rührer **94** darin vorgesehen auf und das geschmolzene Glas **G** in dem Rührkessel weist eine freie Oberfläche auf. In **Fig. 8** bezeichnet das Bezugszeichen **96** einen Austragsregulator (Rohr), welcher die Größe der Öffnung reguliert, durch welche das geschmolzene Glas **G**, das durch den Rührer **94** gerührt wird, in einen nachfolgenden Behandlungskessel wie einen Formkessel strömt, und welcher als ein Regulator zum Steuern bzw. Regeln des Austrags von dem geschmolzenem Glas **G** dient bzw. funktioniert.

[0170] Obwohl dies nicht gezeigt ist, kann der stromaufwärtige Verbindungsdurchgang **82**, welcher mit dem unteren Ende des aufragenden Rohrs **16** verbunden ist, nicht direkt mit dem Schmelzkessel **24**, wie dies in **Fig. 7** gezeigt ist, verbunden sein. Der stromaufwärtige Verbindungsdurchgang kann auch mit einem stromaufwärtigen Kanal, der aus elektrogegossenen feuerfesten Steinen gefertigt ist, kommunizieren, wobei das geschmolzene Glas **G** eine freie Oberfläche aufweist, wie einem Schmelzkessel, der aus elektrogegossenen,

feuerfesten Steinen gefertigt ist.

[0171] Es wird nun die normale Arbeitsweise der Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas, wie sie oben beschrieben ist, beschrieben.

[0172] In der Vakuumentgasungsvorrichtung **80** für geschmolzenes Glas, die in **Fig. 7** gezeigt ist, entwickelt eine Vakuumpumpe (nicht dargestellt) ein Vakuum in dem Vakuumentgasungskessel **14**, um das Innere des Vakuumentgasungskessels auf einem bestimmten Druck zu halten, wie um das Innere des Vakuumentgasungskessels auf einen Druck von $1/20$ – $1/3$ atm zu evakuieren. Der Unterschied zwischen dem Atmosphärendruck in dem Vakuumgehäuse **12** und dem Atmosphärendruck auf der Flüssigkeitsoberfläche in dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** oder dem Schmelzkessel **24**, der als ein offener Kanal ausgebildet ist, bewirkt, daß das geschmolzene Glas **G** in den Vakuumentgasungskessel **14** durch das aufragende Rohr **16** oder das abfallende Rohr **18** und den stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** oder den stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84** gesaugt wird. Der stromaufwärtige und stromabwärtige Verbindungsdurchgang sind an einer tieferen Position als die Flüssigkeitsoberfläche in dem Schmelzkessel **24** oder dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** angeordnet. So ist ein Siphon als die Serie von geschlossenen Durchgängen vorgesehen und das geschmolzene Glas fließt in den nachfolgenden Behandlungskessel **86** aufgrund der Anwesenheit des Unterschiedes in der Höhe der Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases **G** in dem Schmelzkessel **24** und dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** und jener in dem Vakuumentgasungskessel **14** aus.

[0173] Zu dieser Zeit ist die Höhendifferenz zwischen der Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases **G** in dem Schmelzkessel **24** oder dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** und der Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases **G**, das in den Vakuumentgasungskessel **14** hinaufgesaugt wurde, etwa 2,5 m–etwa 3,5 m, obwohl der Unterschied abhängig von den Unterdrücken in dem Vakuumentgasungskessel **14** variiert. Der Strom des geschmolzenen Glases **G** in dem Vakuumentgasungskessel **14** ist durch die Viskosität (Temperatur) des geschmolzenen Glases **G** und die Höhendifferenz zwischen der Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases **G** in dem Vakuumentgasungskessel und jener in dem Schmelzkessel **24** oder dem nachfolgenden Behandlungskessel **86** bestimmt. Es ist bevorzugt, daß der Strom des geschmolzenen Glases **G** nicht größer als 50 mm/s ist, da ein Strom von mehr als 50 mm/s die Erosion der elektrogegossenen, feuerfesten Steine, die die Wege ausbilden, beschleunigt.

[0174] Das geschmolzene Glas **G**, welches in den Vakuumentgasungskessel **14** angesaugt wurde, weist Blasen darin auf, die zu der Flüssigkeitsoberfläche aufgestiegen sind und gebrochen sind, da das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** auf einen Unterdruck von $1/20$ – $1/3$ atm gesetzt wurde. Die Vakuumentgasungsvorrichtung **80** entfernt auf diese Weise die in dem geschmolzenen Glas **G** enthaltenen Blasen.

[0175] Da die Viskosität des geschmolzenen Glases **G** bei einer höheren Temperatur niedriger wird, ist es einfacher, die Blasen, die in dem geschmolzenen Glas **G** enthalten sind, zu entfernen, wenn das geschmolzene Glas **G** eine höhere Temperatur aufweist. Wenn das geschmolzene Glas **G** eine höhere Temperatur aufweist, wird die Mobilität des geschmolzenen Glases **G** angehoben, um die Flußmenge des geschmolzenen Glases **G**, welches während dem Durchgang durch den Vakuumentgasungskessel **14** entgast wird, zu erhöhen. Aus diesem Gesichtspunkt ist es bevorzugt, daß die Viskosität des geschmolzenen Glases **G** nicht größer als $10^{4,5}$ Poise ist.

[0176] Es ist bevorzugt, daß Innenoberflächen der Serien von geschlossenen Durchgängen (Wege für das geschmolzene Glas **G**), welche durch den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16**, das abfallende Rohr **18** und den stromaufwärtigen und stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **82**, **84** gebildet sind, auf im wesentlichen dieselbe Temperatur wie das geschmolzene Glas **G** im voraus erhitzt werden, um den Betrieb der Vakuumentgasungsvorrichtung **80** zu starten. Wenn ein derartiges Heizen unzureichend ist, besteht eine Möglichkeit, daß, wenn das geschmolzene Glas **G** angesaugt wird, das geschmolzene Glas **G** gekühlt wird, um sich zu verfestigen, was den Betrieb danach unmöglich macht.

[0177] Nachdem ein derartiges Erhitzen im voraus ausreichend durchgeführt wurde, fließt das geschmolzene Glas **G** von dem Schmelzkessel **24** in den stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** und ein Bypassdurchgang bzw. eine Zweigleitung (nicht dargestellt) wird geöffnet, um das geschmolzene Glas **G** von dem stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** in den stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **84** fließen zu lassen ebenso wie den stromaufwärtigen oder stromabwärtigen Verbindungsdurchgang **82** und **84** mit dem geschmolzenen Glas **G** aufzufüllen. Dann wird das Innere des Vakuumgehäuses **12** evakuiert bzw. unter Unterdruck gesetzt, um das geschmolzene Glas **G** in den Vakuumentgasungskessel **14** durch das aufragende Rohr **16** von dem stromaufwärtigen Verbindungsdurchgang **82** und durch das abfallende Rohr **18** von dem stromabwärtigen

Verbindungsdurchgang **84** anzusaugen. Das von dem aufragenden Rohr **16** gesaugte, geschmolzene Glas **G** und das geschmolzene Glas **G**, das von dem abfallenden Rohr **18** angesaugt wurde, treffen bzw. verbinden sich in dem Vakuumentgasungskessel **14**. Nachdem der Vakuumentgasungskessel **14** auf einen bestimmten Druck evakuiert wurde, um die Flüssigkeitsoberfläche des geschmolzenen Glases **G** auf eine bestimmte Höhe in dem Vakuumentgasungskessel **14** anzuheben, wird die Zweigleitung (nicht dargestellt) geschlossen und die Vakuumentgasungsvorrichtung **80** geht in einen normalen Betrieb über.

[0178] Wie dies im Detail erklärt wurde, können der Vakuumentgasungskessel, das aufragende Rohr und das abfallende Rohr aus feuerfestem Material gebildet sein, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, wie elektrogegossenen, feuerfesten Steinen, die billiger als Edelmetalllegierungen, wie eine Platinlegierung, sind und die Vorrichtung kann kontinuierlich das geschmolzene Glas wie in dem Fall einer Verwendung einer Edelmetalllegierung vakuumentgasen. Die Konstruktion verringert die Kosten im Vergleich mit dem Fall einer Verwendung einer Edelmetalllegierung, wie einer Platinlegierung. Es ist nicht notwendig, die Materialverwendung in bezug auf die Kosten zu limitieren und die Größe in bezug auf die Festigkeit, die durch die beschränkte Materialverwendung abgesenkt war, zu beschränken. Designfreiheiten der Vorrichtung können signifikant verbessert werden, nicht nur um eine große Flußmenge einer Vakuumentgasungsvorrichtung zu konstruieren, sondern auch um die Vakuumentgasungsbehandlung bei einer höheren Temperatur durchzuführen.

[0179] Da es nicht erforderlich ist, daß die Vakuumentgasungsvorrichtung anhebbar ist, und die gesamte Vorrichtung in einer stationären Weise installiert sein kann, kann der Vorgang für ein Anheben der Vorrichtung, welcher schwierig ist und von Gefahr begleitet ist, eliminiert werden, um eine sicherere Vakuumentgasungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen.

[0180] Es wird nun eine parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung als die Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas gemäß der vorliegenden Erfindung im Detail unter Bezugnahme auf **Fig. 9–11** beschrieben.

[0181] In **Fig. 9** ist eine schematische Draufsicht auf ein Beispiel einer parallelen Anordnung der Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß der Erfindung gezeigt.

[0182] Die parallele Anordnung der Vakuumentgasungsvorrichtung (nachfolgend als die Vakuumentgasungsvorrichtung bezeichnet) **100** wird in einem Verfahren bzw. Prozeß verwendet, worin das geschmolzene Glas **G** in dem Schmelzkessel **24** Vakuumentgasungsgas wird und kontinuierlich zu einem nachfolgenden Behandlungskessel (nicht gezeigt) zugeführt wird, wie einem Float-Bad als einem Formbehandlungskessel für Plattenglas und einem Formbearbeitungskessel für Flaschen. Wie dies in **Fig. 9** gezeigt ist, besteht die Vakuumentgasungsvorrichtung aus einer ersten Vakuumentgasungseinheit **102**, einer zweiten Vakuumentgasungseinheit **104**, einem Druckausgleichsrohr **142** und einer Einmischeinheit **150**.

[0183] Da die erste Vakuumentgasungseinheit **102** und die zweite Vakuumentgasungseinheit **104** dieselbe Struktur aufweisen, wird hauptsächlich eine Erläuterung der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** getätigt und eine Erklärung der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** wird grundsätzlich weggelassen.

[0184] In **Fig. 10** ist eine schematische, vertikale Schnittansicht der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** und der Einmischeinheit **150** der Vakuumentgasungsvorrichtung **100** entlang der Linie X-X von **Fig. 9** gezeigt.

[0185] Die erste Vakuumentgasungseinheit **102** beinhaltet ein Vakuumgehäuse **12**, einen Vakuumentgasungskessel **14**, ein aufragendes Rohr **16** und ein abfallendes Rohr **18**. Da die Hauptteile der ersten Vakuumentgasungseinheit **102**, die in **Fig. 10** gezeigt sind, grundsätzlich dieselbe Struktur wie die Hauptteile der Vakuumentgasungsvorrichtung **10**, die in **Fig. 1** gezeigt ist, aufweisen, werden identische Teile mit denselben Bezugszeichen versehen und eine Erläuterung dieser Teile wird weggelassen.

[0186] Obwohl das aufragende Rohr **16** und das abfallende Rohr **18** in den Schenkeln des Vakuumgehäuses **12** angeordnet wurden, neigen sich das abfallende Rohr **18** ebenso wie das abfallende Rohr **19** der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** oder weisen einen Abschnitt davon gebogen auf, um mit der Einmischeinheit **150**, wie dies später erklärt werden wird, zu kommunizieren bzw. in Verbindung zu stehen.

[0187] In der Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß der vorliegenden Erfindung gibt es keine Beschränkungen betreffend das Material des Vakuumentgasungskessels **14**, des aufragenden Rohrs **16** und des abfallenden Rohrs **18**. Beispiele von Material sind Edelmetall und Edelmetalllegierungen, wie Platin und Platin-Rhodium und Platin-Palladium als Platinlegierung, elektrogegossenes Feuerfestmaterial und fein gebranntes Feu-

erfestmaterial. Von derartigen Materialien wird ein Feuerfestmaterial, das eine Porosität von nicht mehr als 5 aufweist, bevorzugt verwendet. Wenn die Hauptteile der Vakuumentgasungsvorrichtung **100**, welche direkt das geschmolzene Glas G kontaktiert, durch ein derartiges Feuerfestmaterial gebildet sind, können die Konstruktions- bzw. Aufbaukosten signifikant im Vergleich mit der konventionellen Vorrichtung, für welche eine Edelmetallegierung verwendet wird, abgesenkt werden. Die Vakuumentgasungsvorrichtung kann so konstruiert sein, daß sie jede Form und jede Dicke aufweist, um die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** mit einer großen Kapazität zur Verfügung zu stellen und um die Vakuumentgasungsbehandlung bei einer höheren Temperatur auszuführen.

[0188] Ein unterer Bereich des aufragenden Rohrs **16**, welches in das geschmolzene Glas G in der stromaufwärtigen Vertiefung **24** eingetaucht ist, und ein unterer Abschnitt des abfallenden Rohrs **18**, welches in das geschmolzene Glas G in einer definierenden Wand **152** der Ofenauskleidung, die später ausgeführt werden, eingetaucht ist, sind hoch reaktiv aufgrund der Anwesenheit der Grenzfläche von geschmolzenem Glas G und Luft. Normal gebrannte Steine bzw. Feuerfeststeine mit Ausnahme von fein gebrannten Feuerfeststeinen, welche eine Porosität von nicht mehr als 5% aufweisen, sind nicht dauerhaft. Selbst wenn Feuerfestmaterial, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt, verwendet wird, ist eine Verschlechterung bzw. ein Abbau der Grenzflächenbereiche oder der Verbindungen wahrscheinlich. Es ist bevorzugt, daß der untere Abschnitt des aufragenden Rohrs **16** und der untere Abschnitt des abfallenden Rohrs **18** aus Platin oder Platinlegierung gefertigt sind.

[0189] Da die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß der vorliegenden Erfindung eine parallele Anordnung mit der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** und der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104**, die darin enthalten sind, aufweist, kann das geschmolzene Glas, welches durch beide Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** hindurchgetreten ist, in der Einbringvorrichtung **150** vereinigt werden, um eine große Menge von geschmolzenem Glas Vakuum zu entgasen und um schnell mit einer Änderung in der Produktion übereinzustimmen, indem beispielsweise nur eine von beiden Vakuumentgasungseinheiten betrieben wird.

[0190] Wenn beide Vakuumentgasungseinheiten in einer parallelen Anordnung ohne Modifikation kombiniert werden, gibt es jedoch eine Möglichkeit, daß die Zusammensetzung des geschmolzenen Glases G, das in der Vakuumentgasungseinheit **102** erhalten ist, und desjenigen, das in der Vakuumentgasungseinheit **104** erhalten ist, geringfügig unterschiedlich sein kann. Beispielsweise haben, da es technisch schwierig ist, vollständig dieselbe Druckverringerung in den Vakuumentgasungskesseln **14**, **15** in beiden Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** zur Verfügung zu stellen, beide Vakuumentgasungskessel **14**, **15** unterschiedliche Drücke in der Gasphase in Kontakt mit dem geschmolzenem Glas G, und beide Vakuumentgasungskessel haben unterschiedliche Konzentrationen (Partialdrücke) in der Gasphase der gasförmigen Komponenten (z. B. SO₂, CO₂ und dgl. in dem Fall von Natronkalkglas) des geschmolzenen Glases G, welches durch beide Vakuumentgasungseinheiten hindurchtritt. Das geschmolzene Glas, welches durch jede der Einheiten hindurchtritt, kontaktiert unterschiedliche Zusammensetzungen der Gasphasenkomponenten. Da ein derartiger Unterschied in der Zusammensetzungsgeschichte des geschmolzenen Glases ausgebildet wird, um geringfügig unterschiedliche, gasförmige Komponenten zu enthalten, kann ein Verschmelzen bzw. Vermischen bzw. Zusammenführen die Ausbildung von Blasen bewirken. Es können Unterschiede in flüchtigen Komponenten, wie Na₂O, in der Mutter- bzw. Basiszusammensetzungen bestehen. Für das geschmolzene Glas, welches durch Verschmelzen bzw. Vermischen von geschmolzenem Glas erhalten wird, das unterschiedliche Zusammensetzungen besitzt, ist es wahrscheinlich, daß es Unregelmäßigkeiten in der Zusammensetzung aufweist, was ein Problem dahingehend bildet, daß eine ausreichende Homogenität nicht erhalten werden kann, um die optische Charakteristika von Glasprodukten abzusinken.

[0191] In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung kann das Druckausgleichsrohr **142** zur Verfügung gestellt werden, um zwischen der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** und der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** zu kommunizieren, um geschmolzenes Glas G zu erhalten, das eine erhöhte Homogenität besitzt, während es möglich ist, das geschmolzene Glas G in einem großen Ausmaß Vakuum zu entgasen.

[0192] Spezifisch ist, wie dies in **Fig. 9** gezeigt ist, das Druckausgleichsrohr **142** zwischen dem Vakuumgehäuse **12**, der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** und einem Vakuumgehäuse **13** in der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** vorgesehen, um beide Gehäuse zu verbinden.

[0193] Das Druckausgleichsrohr **142** ist eines, welches die Gasphase in jedem der Vakuumentgasungskessel **14**, **15** auf demselben Druck hält. Beispielsweise weist das Druckausgleichsrohr **142** beide Enden mit den Vakuumgehäusen **12**, **13** verbunden auf, wobei es eine Verbindung zwischen beiden Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** herstellt, wie dies in **Fig. 10** gezeigt ist. Es gibt keine Beschränkungen, wo das Druckausgleichs-

rohr **142** verbunden bzw. angeschlossen sein sollte. Es ist ausreichend für das Druckausgleichsrohr, daß es eine Verbindung zwischen wenigstens beiden Vakuumentgasungseinheiten **12**, **13** zur Verfügung stellt. Obwohl es hier keine Beschränkungen betreffend das Material und die Form des Druckausgleichsrohrs **142** gibt, ist das Druckausgleichsrohr vorzugsweise aus rostfreiem Stahl gefertigt.

[0194] Da die Wechselwirkung bzw. Verbindung zwischen beiden Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** die Gasphasendrucke in beiden Vakuumentgasungskessel **14**, **15** gleichmäßig, können die gasförmigen Komponenten (z. B. SO_2 , CO_2 und dgl. im Fall von Kronglas) und der Partialdruck (Konzentrationen) der flüchtigen Komponenten (z. B. Na_2O und dgl.) in dem Glas, die in der Gasphase enthalten sind, in beiden Vakuumentgasungskesseln gleich gemacht werden. So kann das geschmolzene Glas G, welches durch beide Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** hindurchgeleitet wurde, dieselbe Zusammensetzungsgeschichte aufweisen, um die Zusammensetzung des geschmolzenen Glases G auszugleichen, welches durch beide Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** vakuumentgast ist, was ein vermischtes, geschmolzenes Glas G mit einer Minimalanzahl von Blasen, einer minimierten Unregelmäßigkeit in der Zusammensetzung und einer besseren Homogenität zur Verfügung stellt.

[0195] Es ist bevorzugt, daß das Druckausgleichsrohr **142** einen Hahn **144** aufweist, der darin angeordnet ist, um das Druckausgleichsrohr **142** so zu verschließen, um die Verbindung zwischen beiden Vakuumentgasungskesseln **14**, **15** zu unterbrechen. Wenn eine der Vakuumentgasungseinheiten **102** oder **104** aufgrund von Wartung oder dgl. außer Betrieb ist, kann das Druckausgleichsrohr **142** durch den Hahn **144** geschlossen werden, um kontinuierlich die andere Vakuumentgasungseinheit **102** oder **104** zu betreiben, was ein Hindernis bei der Produktion von Glasprodukten minimiert. Insbesondere ist es besonders effizient, das Platin oder die Platinlegierung, die den Vakuumentgasungskessel **14**, das aufragende Rohr **16** oder das abfallende Rohr **18** ausbildet, zu reparieren, da dies mehrerer Monate Reparaturzeit bedarf.

[0196] Das geschmolzene Glas G, welches durch die Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** Vakuum-entgast wurde, erreicht die Einmischeinheit **150** durch die entsprechenden abfallenden Rohre **18**, **19**.

[0197] Die Einmischeinheit **150** mischt und rührt das geschmolzene Glas G, das von den zwei Vakuumentgasungseinheiten **102**, **104** zugeführt wurde, und führt das geschmolzene Glas zu dem Einlaß einer nächsten Stufe, wie einem Ausguß.

[0198] In Fig. 10 und 11 ist ein Beispiel der Einmischeinheit **150** gezeigt.

[0199] Die in diesen Figuren gezeigte Einmischeinheit **150** beinhaltet die definierende Wand **152**, die eine elliptische oder rechteckige Form aufweist, wenn sie von oben gesehen wird, Durchlaßwände **154**, **154** und eine Rührvorrichtung **156**. Die definierende Wand **152** weist Behälter **164**, **164** und einen Einmischkessel **166** darin auf.

[0200] Die definierende Wand **152** ist ein Gehäuse, wo das geschmolzene Glas G, das von den abfallenden Rohren **18**, **19** zugeführt ist, in einen einzelnen Fluß vereinigt wird. Die definierende Wand hat die unteren Enden der zwei abfallenden Rohre **18**, **19** in eine obere Oberfläche davon weg voneinander um einen bestimmten Abstand eingesetzt, und die definierende bzw. Umgrenzungswand hat eine Seite, die mit einem Auslaß **152a** ausgebildet ist, um das verbundene bzw. vermischte, geschmolzene Glas G aus der definierenden Wand **152** auszutragen. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf eine derartige Anordnung beschränkt, solange die abfallenden Rohre **18**, **19** mit der stromabwärtigen Rührvorrichtung **156** verbunden sind.

[0201] Die Durchlaßwände **154**, **154** sind Platten, welche verhindern, daß der Wirbel, der durch die Rührvorrichtung **156** bewirkt wird, sich zu den unteren Enden der abfallenden Rohre **18**, **19** bewegt, um die Erosion in den unteren Enden der abfallenden Rohre **18**, **19** zu vermeiden, und welche Durchlässe **154a**, **154a** darin ausgebildet aufweisen, um das geschmolzene Glas G von den abfallenden Rohren **18**, **19** in nur einer stromabwärtigen Richtung auszutragen. Zwei der Platten sind in der definierenden Wand **152** vorgesehen, um mit den abfallenden Rohren **18**, **19** übereinzustimmen. Indem jede der zwei Durchlaßwände **154**, **154** vorgesehen ist, um eine stromabwärtige Seite von jedem der zwei abfallenden Rohre **18**, **19** zu trennen, bildet eine stromaufwärtige Seite von jeder der Durchlaßwände **154**, **154** in der definierenden Wand **152** jeden der Behälter **164**, **164**, und eine stromabwärtige Seite zwischen den zwei Durchlaßwänden **154**, **154** in der definierenden Wand **152** bildet den Einmischkessel **166**. Mit anderen Worten weist die Einmischeinheit **150** eine derartige Anordnung auf, daß das zugeführte und in den zwei Reservoirs bzw. Behältern **164**, **164** gespeicherte, geschmolzene Glas G in dem Einmischkessel **166** durch die Durchlässe **154a**, **154a** in den Durchlaßwänden verbunden wird, und das verbundene bzw. vereinigte, geschmolzene Glas G zu der Rührvorrichtung **156** durch eine Aus-

tragsöffnung **152a** zugeführt wird.

[0202] Die Rührvorrichtung **156** rührt und vergleichmäßigt das geschmolzene Glas G, welches in dem Einmischkessel **166** in der definierenden Wand **152** vermischt wurde. Verschiedene Arten von bekannten Rührvorrichtungen für ein Rühren von geschmolzenem Glas können verwendet werden, und es gibt keine Beschränkungen betreffend die Rührvorrichtung. Die Rührvorrichtung **156** in dem gezeigten Beispiel beinhaltet einen Kanal **158**, einen Rührer **160** und einen Antriebsmotor **162**.

[0203] Der Kanal **158** stellt einen Raum zum Rühren des geschmolzenen Glases G sicher, steht mit der Austragsöffnung **152a** in der definierenden Wand **152** in Verbindung und hat eine Kapazität, um den Rührer **160** darin aufzunehmen. Es ist bevorzugt, daß der Kanal ausgebildet ist, um sich in der axialen Richtung des Rührers **160** (z. B. nach unten) an der Position des Rührers **160** zu erstrecken, um ein Rühren durch den Rührer **160** effizient zu machen, und daß der Kanal ausgebildet ist, um sich in der horizontalen Richtung zu erstrecken oder eine rechteckige Form an der stromaufwärtigen oder stromabwärtigen Seite der Position des Rührers aufzuweisen.

[0204] Der Rührer **160** rührt das geschmolzene Glas G und ist durch eine Drehwelle **160a**, die ein oberes Ende aufweist, das drehbar durch den Antriebsmotor **162** abgestützt ist, und Klingen **160b** gebildet, die an dem unteren Ende der Drehwelle **160a** getragen sind. Wenn der Antriebsmotor **162** angetrieben wird, werden die Klingen **160b** durch die Drehwelle **160a** gedreht, um mit Kraft bzw. zwangsweise das geschmolzene Glas G zu rühren und zu vergleichmäßigen, das in den Kanal **158** zugeführt ist. Obwohl es keine Beschränkungen betreffend das Material und die Struktur des Rührers **160** gibt, ist es bevorzugt, daß der Rührer aus Platin oder Platinlegierung gefertigt ist, oder daß der Rührer aus einem wärmebeständigen Material, wie feuerfestem Material, und einem wärme- bzw. hitzebeständigen Material mit Ausnahme von Platin gefertigt ist, und eine Oberfläche in Kontakt mit dem geschmolzenen Glas aufweist, die mit einer Platinauskleidung oder Platinlegierungsauskleidung versehen ist, um eine Erosion durch das geschmolzene Glas G zu vermeiden bzw. zu verhindern.

[0205] Als der Antriebsmotor **162** können verschiedene bekannte Antriebsmaßnahmen verwendet werden, solange die Maßnahmen das geschmolzene Glas G rühren können.

[0206] Indem die Einmischeinheit **150** mit einer derartigen Anordnung zur Verfügung gestellt ist, sind der Bereich, wo die Rührvorrichtung **156** rührt, und die unteren Enden der abfallenden Rohre **18**, **19** ausreichend isoliert, um zu verhindern, daß der Wirbel des geschmolzenen Glases G, der durch das Rühren bewirkt wird, die untere Kante der abfallenden Rohre **18**, **19** erreicht und erodiert, um dadurch die Dauerhaftigkeit bzw. Haltbarkeit dieser Abschnitte zu verbessern. Insbesondere ist es, selbst wenn die unteren Enden des abfallenden Rohrs **18**, **19** aus Platin oder einer Platinlegierung gefertigt sind, extrem effizient, die Erosion in der Nachbarschaft der Grenzfläche zwischen dem geschmolzenen Glas G und Luft zu vermeiden, da eine derartige Grenzfläche hoch reaktiv ist.

[0207] Es gibt keine Beschränkungen betreffend das geschmolzene Glas G, welches mit der Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß der vorliegenden Erfindung gehandhabt werden kann. Beispiele von geschmolzenem Glas sind Kronglas, und Borsiliciumglas. Die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß der vorliegenden Erfindung kann mit einer großen Menge an geschmolzenem Glas arbeiten. Die Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist auf eine groß dimensionierte Anlage anwendbar, worin eine große Menge an Behandlung erforderlich ist, wie bei der Herstellung von Kronglas.

[0208] Ein Beispiel des Verfahrens, worin das geschmolzene Glas G durch die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß dieser Art Vakuum-entgast wird und kontinuierlich dem nachfolgenden Behandlungskessel zugeführt wird, wird erklärt. Da die erste Entgasungseinheit **102** und die zweite Entgasungseinheit **104** dieselbe Struktur aufweisen, wird hauptsächlich die Betätigung der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** beschrieben.

[0209] Zuerst wird Glas in dem Schmelzkessel **24** geschmolzen, um geschmolzenes Glas G herzustellen bzw. vorzubereiten. Die Temperatur in dem Schmelzkessel ist 1250–1450°C, vorzugsweise 1280–1320°C in dem Fall Kronglas. Die Temperatur in einem derartigen Bereich kann ausreichend die Viskosität des geschmolzenen Glases G absenken, um die Vakuumentgasungsbehandlung effizient durchzuführen und die Vorrichtung (insbesondere Platin oder Platinlegierung) darin hindern, daß sie verschlechtert wird. In bezug auf ein Glas, das eine andere Zusammensetzung hat, wie Borsiliciumglas, ist es ebenso bevorzugt, daß das Glas bei einer derartigen Temperatur geschmolzen wird und daß es eine Viskosität ähnlich jener von Kronglas besitzt.

[0210] Dann werden das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** und das Innere des Vakuumentgasungskessels **14** auf einem Vakuumzustand durch eine Vakuumpumpe (nicht gezeigt) gehalten. In diesem Zustand tritt das geschmolzene Glas G, das in dem Schmelzkessel **24** geschmolzen wurde, durch die stromaufwärtige Vertiefung **26**, welche an einem stromabwärtigen Ende des Schmelzkessels **24** vorgesehen ist, steigt in dem aufragenden Rohr **16** auf und wird in den Vakuumentgasungskessel **14** eingebracht. Das geschmolzene Glas G wird in dem Vakuumentgasungskessel bzw. -behälter **14** unter einer Unterdruckbedingung entgast. Zu diesem Zeitpunkt können der Druck der Gasphase in dem Vakuumentgasungskessel **14** und jener in dem Vakuumentgasungskessel **14** der zweiten Vakuumentgasungseinheit **102** auf demselben Druck durch das Druckausgleichsrohr **142** gehalten werden, um dieselbe Zusammensetzungsgeschichte des geschmolzenen Glases G zur Verfügung zu stellen, welches durch beide Vakuumentgasungseinheiten **102** und **104** hindurchtritt.

[0211] Als nächstes wird das geschmolzene Glas G, nachdem es entgast wurde, in die Einmischeinheit **150** durch das abfallende Rohr **18** eingebracht und mit dem geschmolzenen Glas G von der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** verschmolzen bzw. vermischt und verrührt. Dann wird das geschmolzene Glas einer nachfolgenden Formungseinheit (nicht gezeigt) zugeführt.

[0212] Da die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** gemäß dieser Art eine doppelte Struktur mit der ersten Vakuumentgasungseinheit **102** und der zweiten Vakuumentgasungseinheit **104** aufweist, die darin enthalten sind, wird das geschmolzene Glas G in die entsprechenden Vakuumentgasungskessel durch die zwei verschiedenen aufragenden Rohre zugeführt, wird durch die zwei unterschiedlichen, entsprechenden, abfallenden Rohre ausgetragen und wird in die Einmischeinheit **150** eingebracht.

[0213] Obwohl die Vakuumentgasungsvorrichtung **100** in dem gezeigten Beispiel eine duale bzw. doppelte Struktur aufweist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine derartige Struktur beschränkt und nicht weniger als drei Vakuumentgasungseinheiten können vorgesehen sein. In dem letzteren Fall können die entsprechenden Vakuumentgasungseinheiten mit entsprechenden aufragenden Rohren und abfallenden Rohren versehen sein, und alle abfallenden Rohre können an einem einzigen Ort verbunden sein. Eine Mehrzahl von aufragenden Rohren divergieren alle von einem einzigen Einmischrohr. Oder einige aus einer Mehrzahl von aufragenden Rohren oder einige aus einer Mehrzahl von abfallenden Rohren können stufenweise divergieren bzw. auseinander laufen oder zusammenführen, alle aufragenden Rohre können getrennt sein oder alle abfallenden Rohre können zusammenfallen bzw. sich miteinander verbinden.

[0214] Wie dies im Detail erläutert wurde, kann in der Vakuumentgasungsvorrichtung für geschmolzenes Glas gemäß der fünften Art der vorliegenden Erfindung, worin die Blasen von dem geschmolzenem Glas entfernt werden, welches kontinuierlich zugeführt wird, eine große Menge von geschmolzenem Glas bearbeitet bzw. gehandhabt werden, und eine erhöhte Homogenität kann dem geschmolzenen Glas verliehen werden, während die Vorrichtung schnell auf eine Änderung in der Produktion reagieren kann. Die Vorrichtung kann kontinuierlich selbst während einer Wartung betätigt bzw. betrieben werden.

[0215] Es sollte festgehalten werden, daß die parallele bzw. Parallelanordnung der Vakuumentgasungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung nicht nur auf eine siphonartige Vakuumentgasungsvorrichtung in den gezeigten Beispielen anwendbar ist, sondern auch auf eine Vakuumentgasungsvorrichtung mit Kesseln bzw. Behältern, die horizontal darin angeordnet sind, wie dies in JP-A-5262530 und JP-A-7291633 gezeigt ist.

Patentansprüche

1. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**), umfassend:
 eine Mehrzahl von Vakuumentgasungseinheiten (**102**, **104**), um geschmolzenes Glas (G), das von einem Schmelzkessel zugeführt ist, Vakuum zu entgasen;
 worin jede der Vakuumentgasungseinheiten (**102**, **104**) ein Vakuumentgasungskessel bzw. -behälter (**14**; **15**), der in dem Vakuumentgasungskessel bzw. -behälter (**12**; **13**) angeordnet ist, zum Vakuumentgasen des geschmolzenen Glases (G), eine Einbringvorrichtung (**16**; **52**), die mit dem Vakuumentgasungskessel (**14**; **15**) zum Einbringen bzw. Zuführen des geschmolzenen Glases (G) vor einem Entgasen in dem Vakuumentgasungskessel (**14**; **15**) kommuniziert bzw. in Verbindung steht, und eine Austragsvorrichtung (**18**; **19**; **54**) beinhaltet, die mit dem Vakuumentgasungskessel (**14**; **15**) zum Austragen des geschmolzenen Glases (G) nach einem Entgasen von dem Vakuumentgasungskessel (**14**; **15**) kommuniziert bzw. in Verbindung steht;
 gekennzeichnet durch eine Druckausgleichsleitung bzw. ein Druckausgleichsrohr (**142**), die (das) vorgesehen ist, um zwischen den Vakuumentgasungseinheiten (**102**, **104**) zu kommunizieren, und
 eine Zusammenführ- bzw. Einmischeinheit (**150**), um das geschmolzene Glas (G), das von der Vakuumentga-

sungseinheit (**102, 104**) zugeführt ist, einzumischen bzw. zusammenzuführen, Mittel zum Rühren des eingemischten bzw. zusammengeführten, geschmolzenen Glases (G) und Mittel zum Zuführen des gerührten, geschmolzenen Glases (G) zu einer stromabwärtigen Seite.

2. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 1, worin die Einbringvorrichtung (**16; 52**) ein aufragendes Rohr (**16**) zum Anheben des geschmolzenen Glases vor einem Entgasen und zum Einbringen des geschmolzenen Glases (G) in den Vakuumentgasungskessel (**14; 15**) umfaßt, und die Austragsvorrichtung (**18; 19; 54**) ein abfallendes bzw. absteigendes Rohr (**18; 19**) zum Abziehen nach unten des geschmolzenen Glases (G) nach einem Entgasen von dem Vakuumentgasungskessel (**14; 15**) und zum Führen des geschmolzenen Glases (G) in die Einmischeinheit (**150**) umfaßt.

3. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 1, worin die Einmischeinheit (**150**) eine Mehrzahl von Vorratsbehältern (**164, 164**), wobei jeder der Vorratsbehälter (**164, 164**) mit jeder der Einbringvorrichtungen (**16; 52**) kommuniziert, ein Zusammenführ- bzw. Einmischkessel bzw. -behälter (**166**), der mit den Vorratsbehältern (**164; 164**) über Durchlässe (**154a, 154a**) kommuniziert, und einen Rührkessel (**156**) beinhaltet, der mit einer stromabwärtigen Seite der Einmischeinheit (**150**) kommuniziert.

4. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 1, worin das Druckausgleichsrohr (**142**) mit einem Hahn (**144**) versehen ist, um die Kommunikation bzw. Verbindung zwischen dem Vakuumentgasungskessel (**14; 15**) zu unterbrechen bzw. zu schließen.

5. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 1, worin wenigstens Abschnitte der Einbringvorrichtung (**16; 52**), des Vakuumentgasungskessels (**14; 15**) und der Austragsvorrichtung (**18; 19; 54**), die direkt mit geschmolzenem Glas in Kontakt sind, aus feuerfestem Material gefertigt sind, das eine Porosität von nicht mehr als 5% besitzt.

6. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 5, worin das feuerfeste Material elektrogegossenes, feuerfestes Material oder fein gebranntes, feuerfestes Material ist.

7. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 5, worin das feuerfeste Material eine Hautfläche bzw. -oberfläche aufweist, die direkt mit dem geschmolzenen Glas (G) in Kontakt ist, und das feuerfeste Material wenigstens die Hautoberfläche geschliffen aufweist.

8. Parallele Anordnung einer Vakuumentgasungsvorrichtung (**100**) nach Anspruch 5, worin die Hautoberfläche des feuerfesten Materials auf wenigstens 5 mm geschliffen ist und das feuerfeste Material eine anscheinende bzw. offensichtliche Porosität von nicht mehr als 1% aufweist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

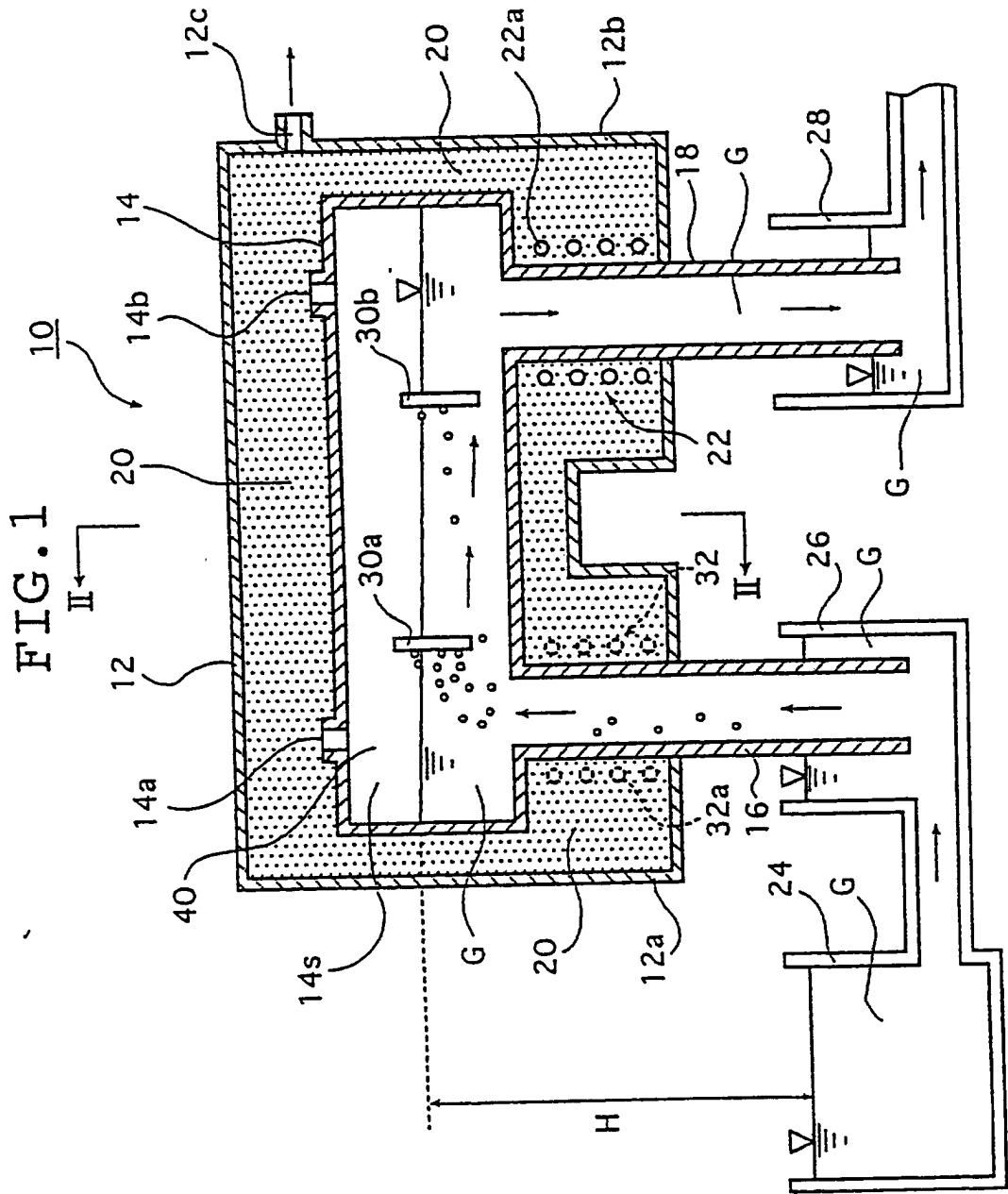


FIG. 2

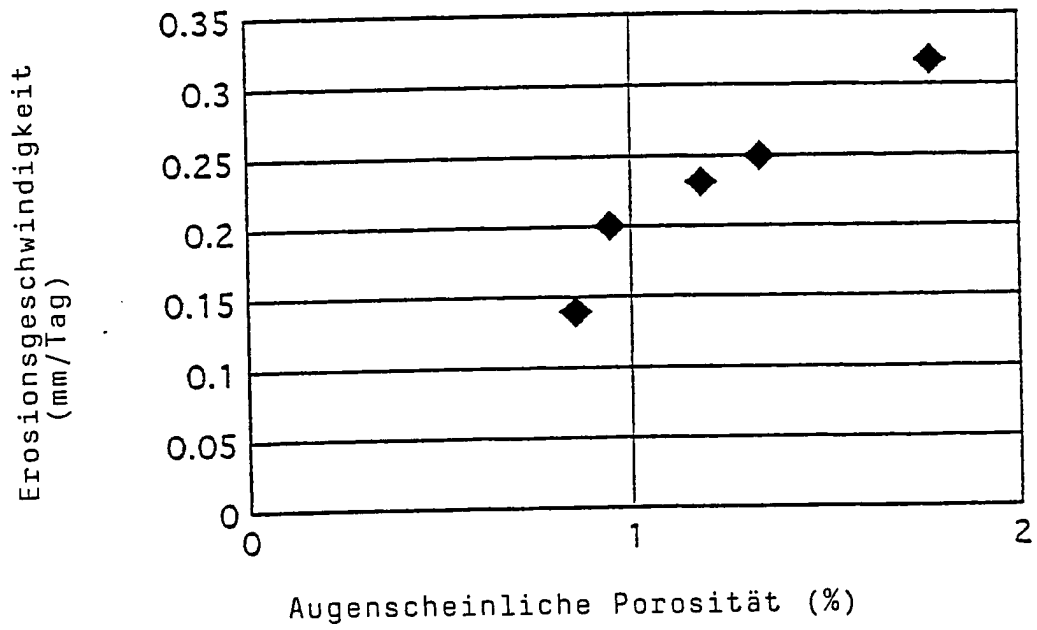


FIG. 3

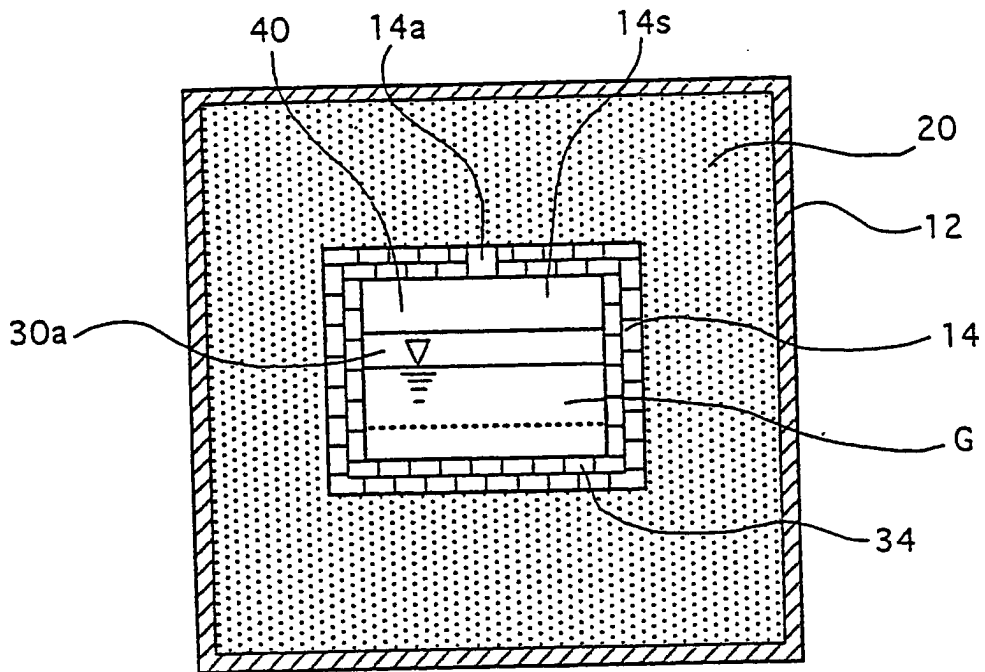
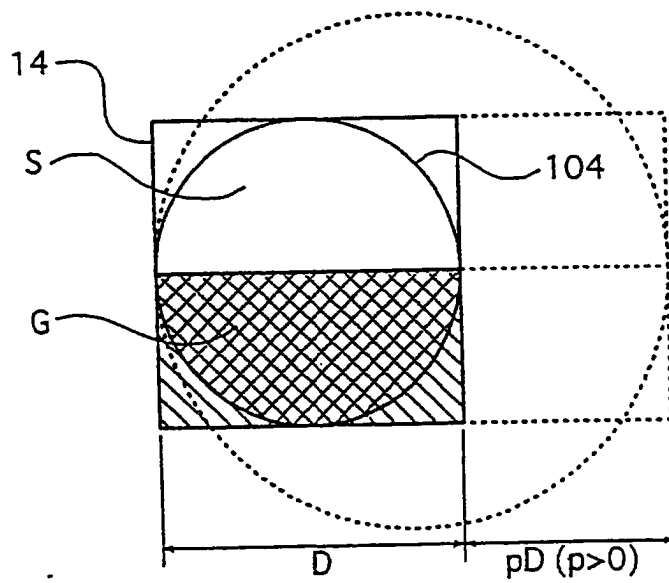


FIG. 4



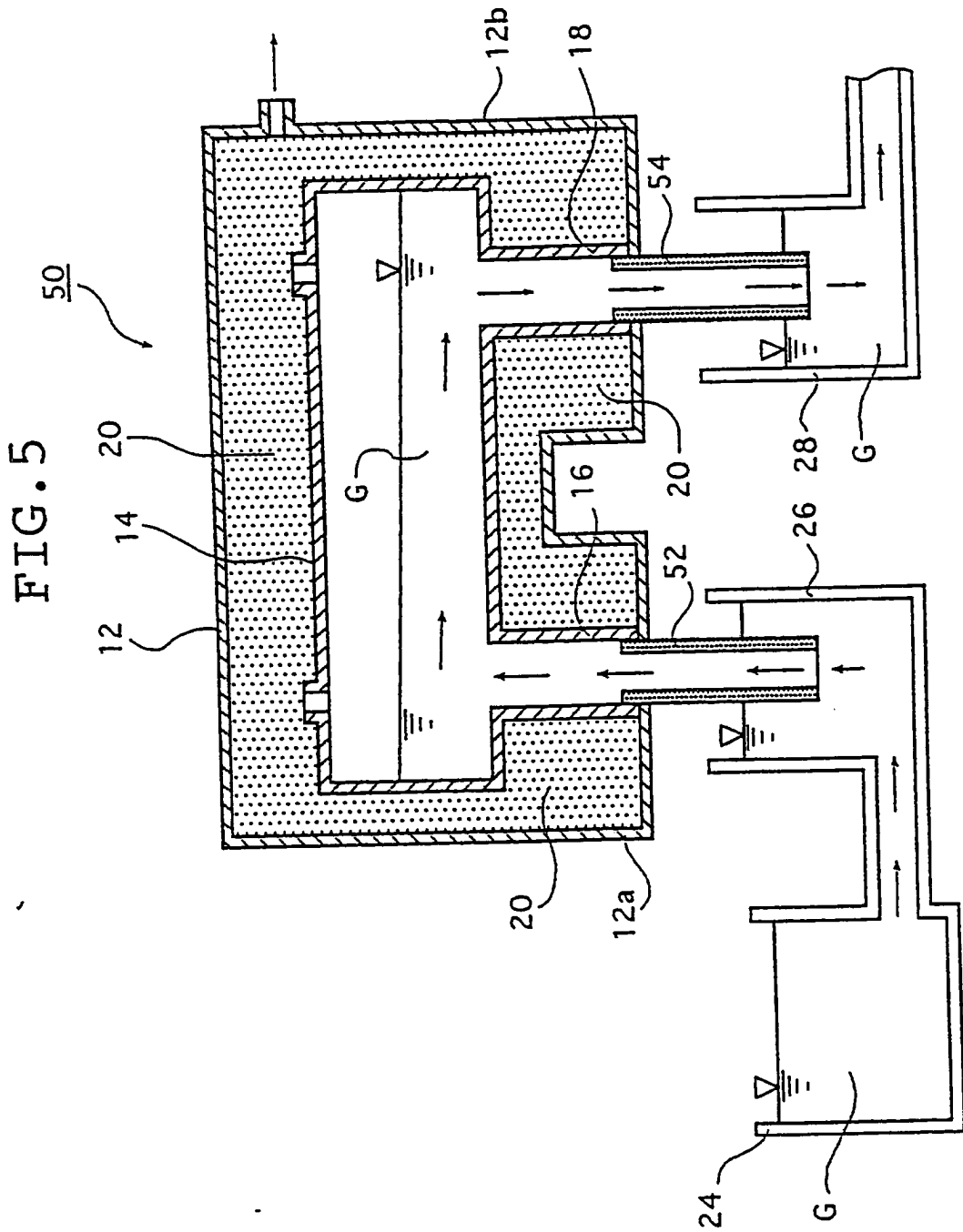


FIG. 6

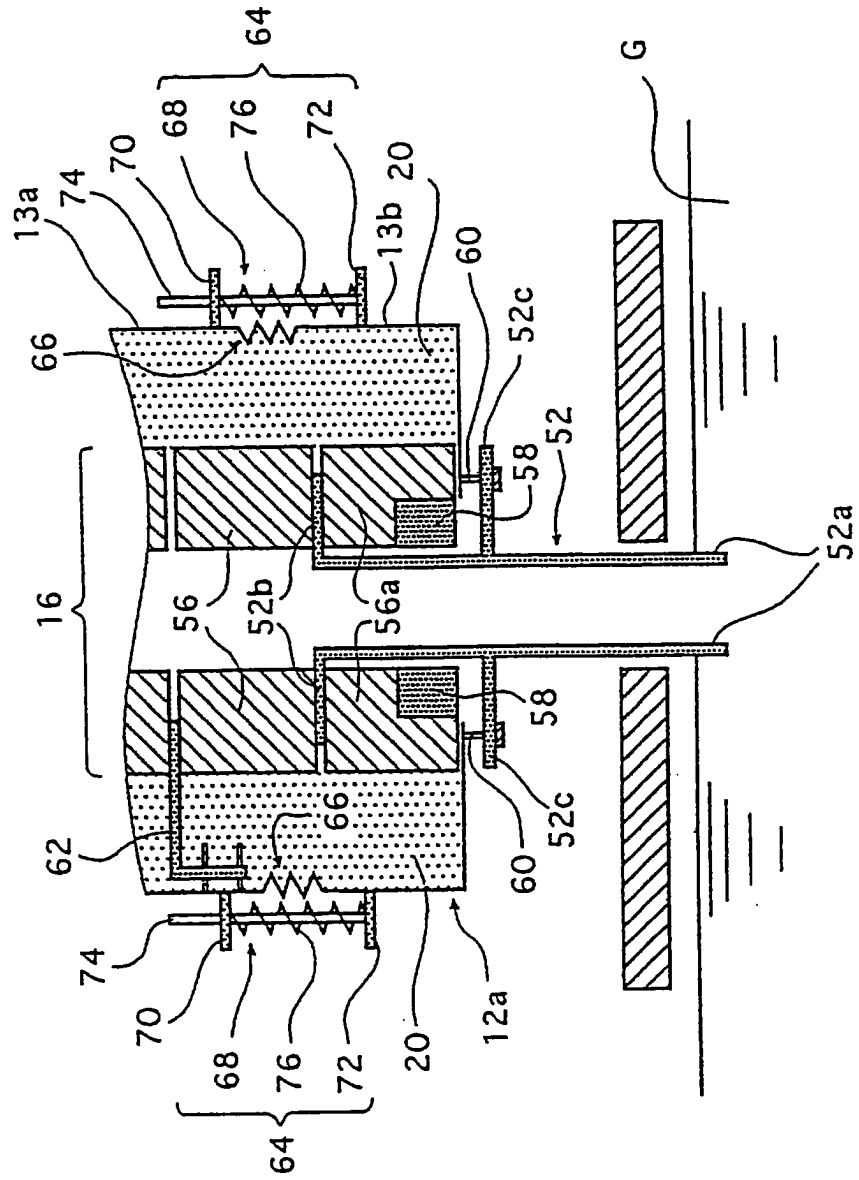


FIG. 7

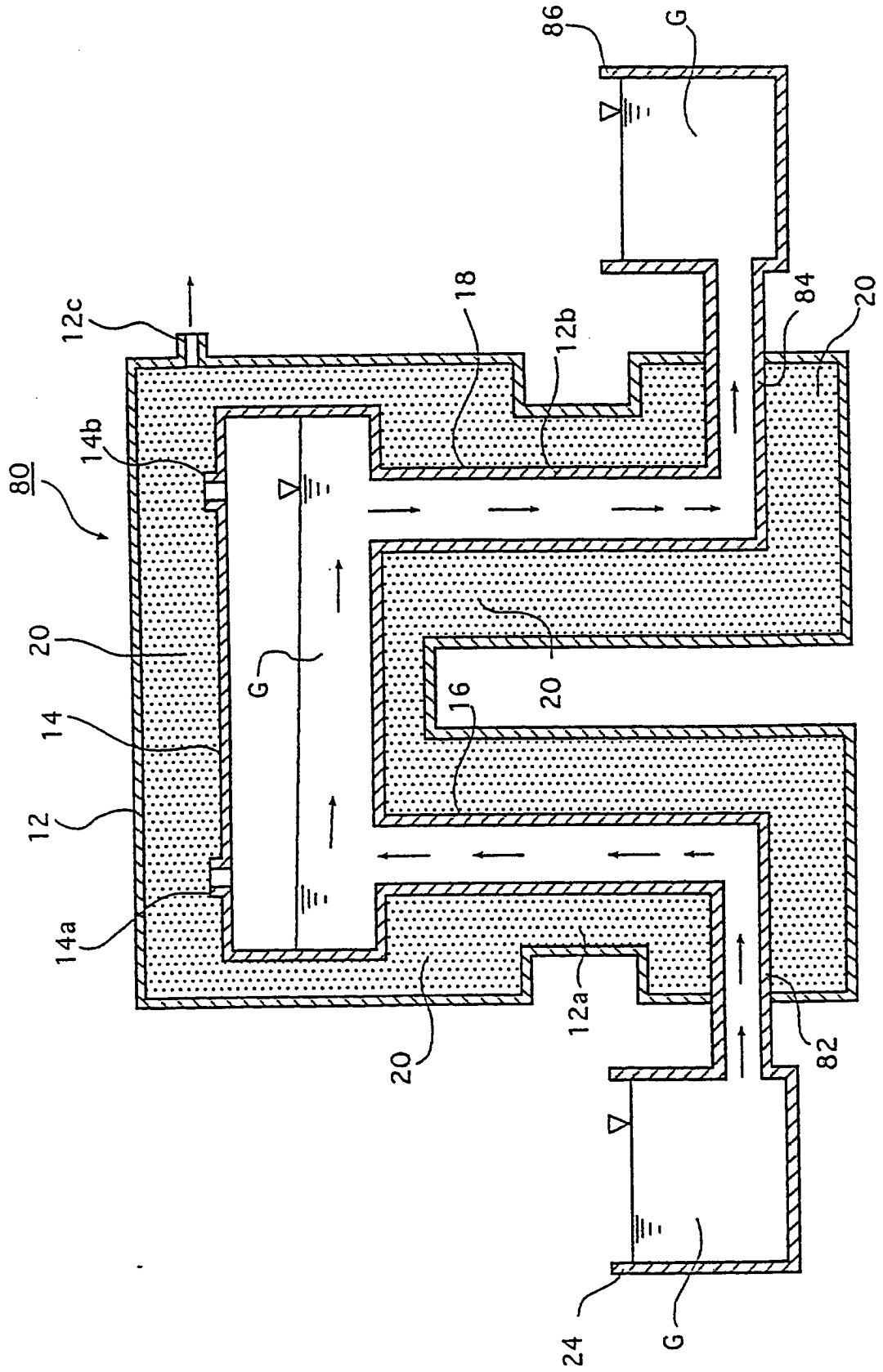


FIG. 8

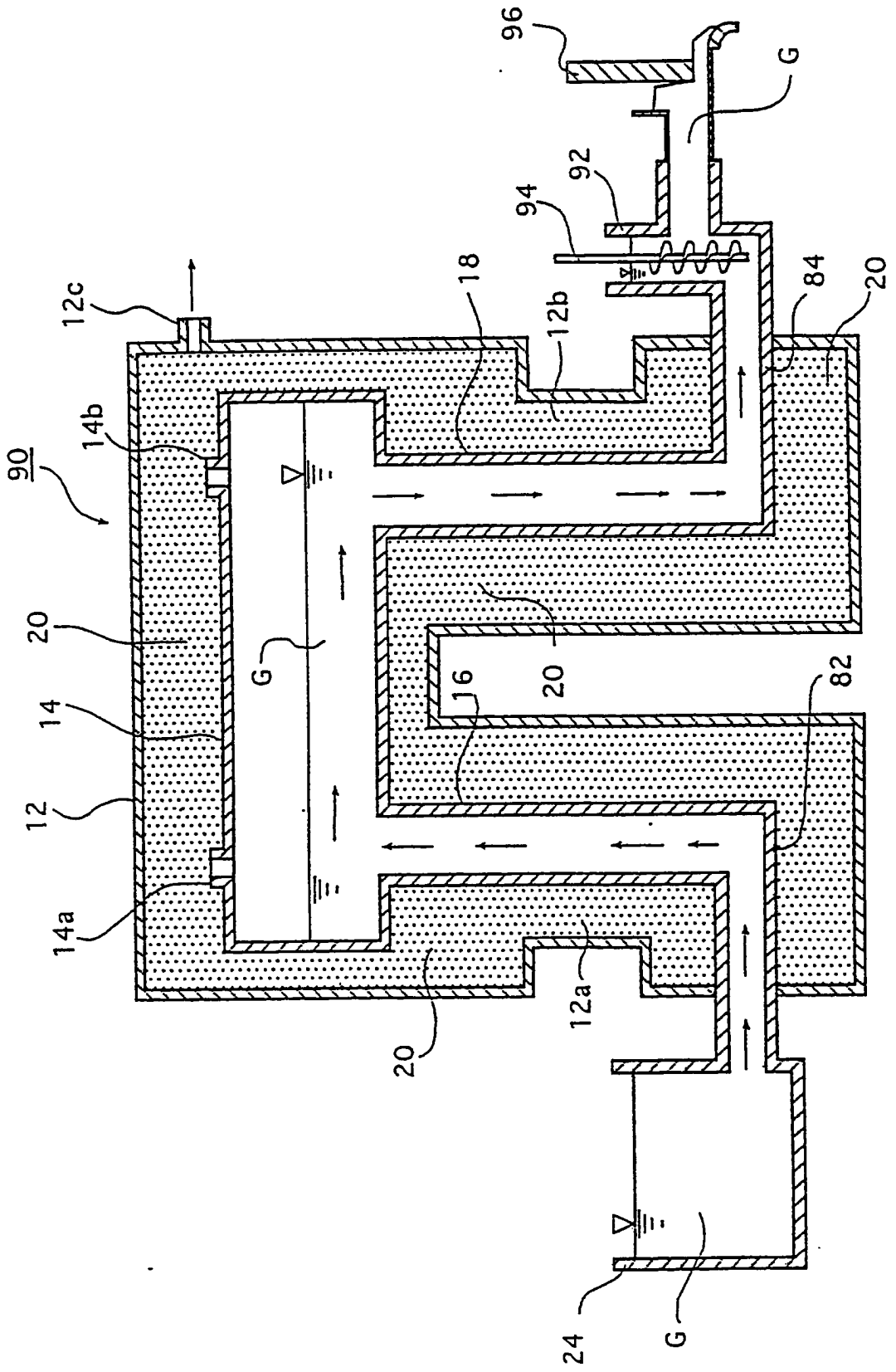


FIG. 9

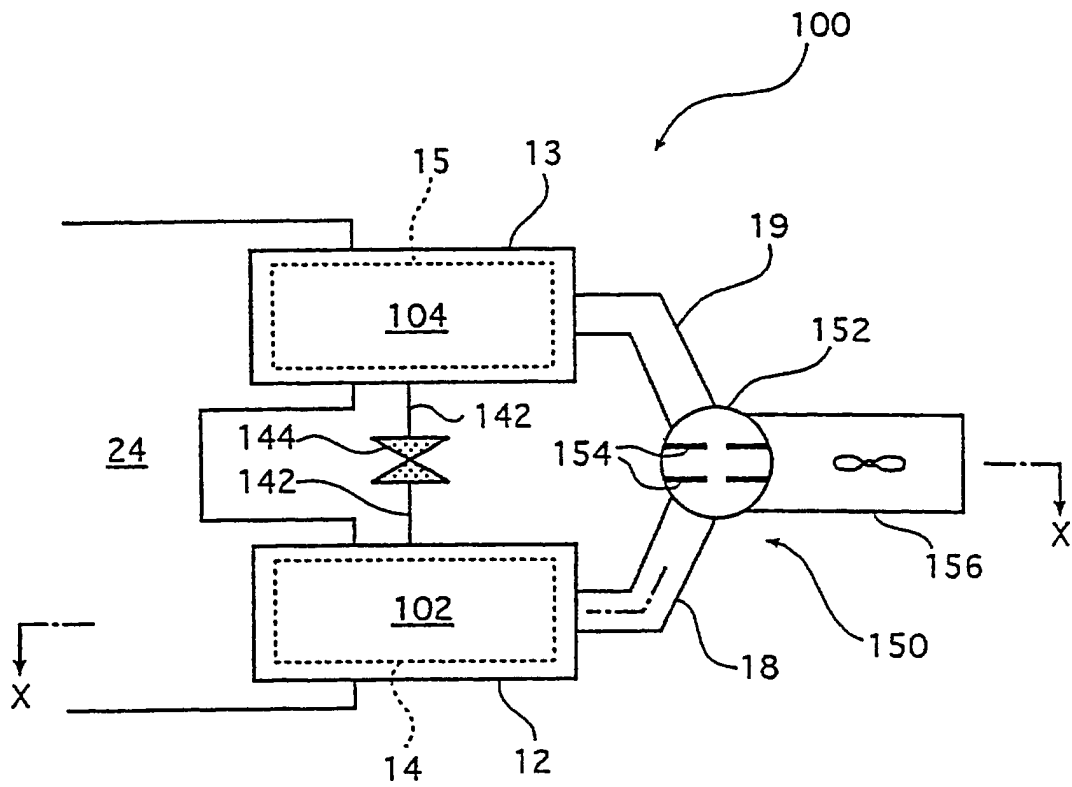


FIG. 10

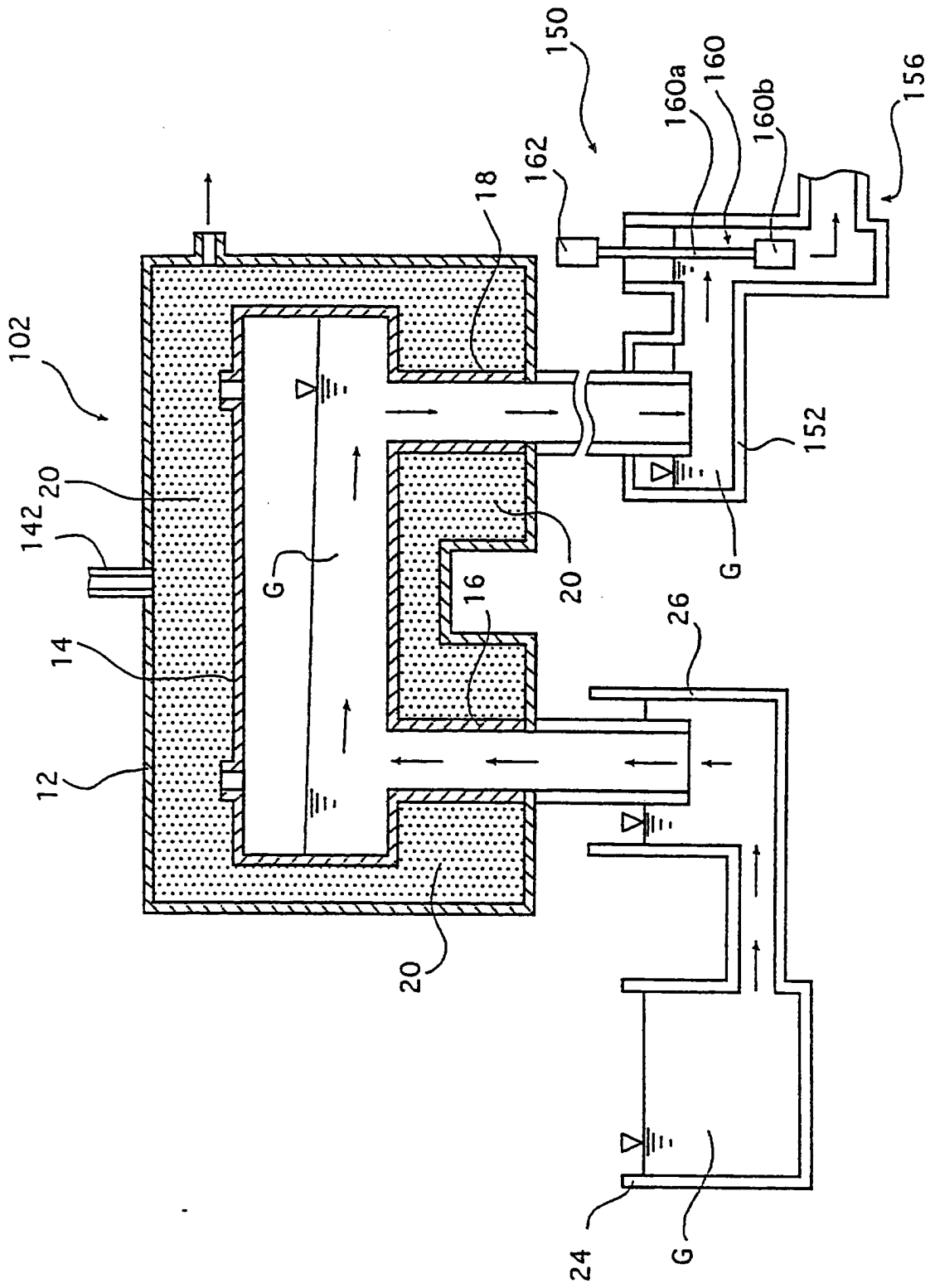


FIG. 11

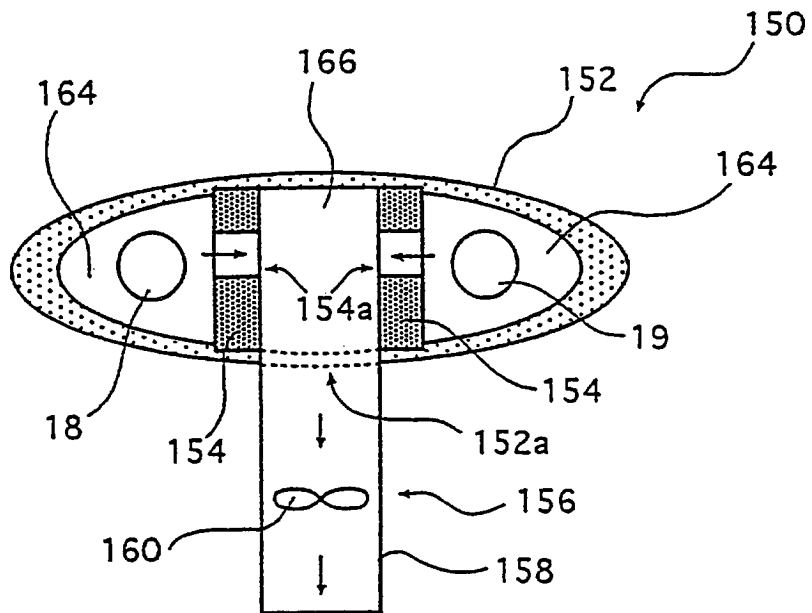


FIG. 12

