

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-545512

(P2009-545512A)

(43) 公表日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl.

C03B 5/18 (2006.01)

F I

C03B 5/18

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 14 頁)

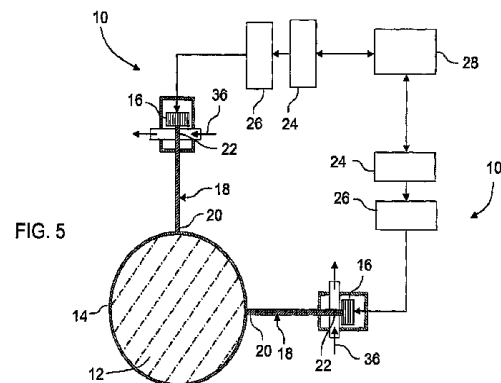
(21) 出願番号 特願2009-523768 (P2009-523768)
 (86) (22) 出願日 平成19年7月26日 (2007.7.26)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年4月6日 (2009.4.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/016827
 (87) 国際公開番号 W02008/018996
 (87) 国際公開日 平成20年2月14日 (2008.2.14)
 (31) 優先権主張番号 60/835,695
 (32) 優先日 平成18年8月4日 (2006.8.4)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 397068274
 コーニング インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
 31 コーニング リヴァーフロント プ
 ラザ 1
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 ブレーウエル, レネ
 オランダ国 NL-2623 ハーペー
 デルフト ファルケンラン 22
 (72) 発明者 ファーベル, アンネ イェー
 オランダ国 NL-5508 イェーペー
 フェルトホーフェン スハウベルフ 6
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス溶融物に対して音響エネルギーを付与するための導波管アセンブリおよびガラス溶融物に
 対して音響エネルギーを付与するための方法

(57) 【要約】

溶融物中に音響流を生成するのに十分な振幅でガラス溶融物(12)に対し超音波エネルギーを付与し、これにより溶融ガラスを混合するための導波管アセンブリ(10)が提供される。ガラス溶融物(12)は例えば、耐火金属容器(14)を通して流れてもよい。一つの構成においては、導波管アセンブリ(10)は、トランスデューサ(16)に音響的に結合された導波管(18)を一方の端部(22)に、そしてもう一方の端部(20)にはガラス溶融物(12)を含む。導波管(18)は、容器(14)の外側表面に取付けられたネジ込み式取付け部品(32、34)を介して容器(14)に対し物理的に結合されてもよい。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響波を生成するステップおよび導波管（１８）を通して音響波をガラス溶融物（１２）中に結合させるステップを含むガラス溶融物の混合方法であって、前記音響波が前記ガラス溶融物に対して前記ガラス溶融物中に音響流を生成するのに十分な音響出力を付与することを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記ガラス溶融物内に結合された前記音響出力が少なくとも約 5 Wであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記音響波の周波数が約 20 KHz ~ 40 KHz の間にあることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ガラスが、耐火金属容器（１４）に格納されていることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記導波管が、前記容器の表面上でネジ込み式取付け部品（３２、３４）に対し物理的に結合されていることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ガラス溶融物に前記音響波を結合するステップに、前記ガラス溶融物と前記導波管を接触させるステップが含まれることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記音響波が定在波であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

容器（１４）内のガラス溶融物に対し音響エネルギーを付与するための装置であって、音響波を生成するためのトランスデューサ（１６）および前記トランスデューサおよび前記ガラス溶融物に対し音響的に結合された導波管（１８）を備え、前記導波管（１８）が、前記音響波の周波数で前記導波管内において定在波を作り出しかつ前記ガラス溶融物（１２）中に音響流を生成するように構成されることを特徴とする装置。

【請求項 9】

前記導波管（１８）が前記容器（１４）に対して物理的に結合されていることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記音響波の周波数が 20 KHz ~ 40 KHz の間にあることを特徴とする請求項 8 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、溶融ガラスを混合することに関し、より詳細には、ガラス溶融物中の均質性を増大させるために十分な音響エネルギーを付与するための導波管アセンブリに関する。

【背景技術】**【0002】**

今や製造技術は、高い光学的品質を有するだけでなく回路用の基板としても機能できる板ガラスを成形することができる。このような板ガラスの用途の一例としては、液晶ディスプレイ（LCD）がある。LCD内の基板として使用される場合、ガラスは或る一定の特徴を示さなくてはならず、ここでこれらの特徴は、究極的に板ガラスを成形するガラス溶融物によって左右される。

【0003】

典型的にはLCD内で使用されるガラスは、アルカリを含まないアルミノ - ホウケイ酸塩化学組成物である。LCD中で使用される板ガラスまたはガラスパネルは、ガラス溶融

10

20

30

40

50

物と呼ばれる液体ガラスの制御された冷却から成形される。しかしながら、ガラス溶融物は、結果として得られた板ガラスが意図された目的にとって不十分なものとなる可能性のある不均質性を含んでいることが多い。このような不均質性の例としては、気体または固体介在物、ならびに密度および化学的組成が逸脱したガラス溶融物中の小体積がある。これらの後者の現象は、一般に脈理と呼ばれている。脈理の不均一な分布は、結果として得られる板ガラスの有用性を低減させる可能性がある。例えば、液晶ディスプレイデバイス内では、脈理はディスプレイ内に見栄えの悪い異常を結果としてもたらす可能性がある。具体的には、脈理によって、異なる屈折率をもつ局所的領域がもたらされる結果となる。異なる屈折率の局所的領域は、結果として得られたガラスを数多くの精密用途にとって不適当なものにする可能性がある。

10

【0004】

以前は、ガラス溶融物の直接的な機械式攪拌を提供するために、機械式攪拌器が使用されてきた。しかしながら、ガラス溶融物の高い温度およびガラス組成物の攻撃的な性質は、直接的な機械式攪拌の実施を困難にする可能性がある。攪拌用要素は、高温環境に耐えるため、典型的には白金または白金-ロジウム合金である高価な耐火金属構成要素から製造されなくてはならない。さらに、高いせん断応力は、攪拌要素およびガラス格納容器の両方を摩滅させ、溶融ガラス内への望ましくない微粒子の放出を結果としてもたらし得る。

【0005】

典型的には超音波エネルギーの形をした振動エネルギーがさまざまな利用分野において使用されてきた。最も一般的に経験される通り、超音波エネルギーは、宝石類の超音波洗浄といったような洗浄作業の中で流体をかき混ぜる方法として用いられている。工業的利用分野では、超音波エネルギーは同様に、液体を脱ガスするためにも頻繁に利用されている。すなわち、液体からの気体介在物（気泡）の除去を容易にするためである。

20

【0006】

特許文献1では、ガラス溶融物の粘度を変化させる必要なく、浮力によってより高速で上昇するさらに大きな気泡になるように小さいシード（気泡）を合体させるため、ガラス製造プロセスにおいてソニックエネルギーが利用されている。その結果、例えば温度を低下させることによって、溶融物中で少なくとも比較的大きな気泡が上昇する速度に過度の影響を及ぼすことなくガラス溶融物の粘度を増大させることができる。溶融温度の低下は、有意なエネルギー節約を導くことができる。

30

【0007】

特許文献1は、実質的な割合のガラス中の気泡が上向きに移動する作業様式を提供するべく、ソニックエネルギーの供給源とガラスの間のインタフェースにおける音響インピーダンスおよびガラスの動的粘度に対する応答性をもつ周波数およびエネルギー強度を選択することに関する。

【0008】

特許文献2は同様に、溶融ガラスの体積から気体介在物を除去する方法にも関する。特許文献2は、溶融ガラス中に浸漬され超音波振動を受ける加熱された要素の使用を開示する。加熱された要素は、溶融物中に局在化された高温低粘度領域を発生させ、これは、振動する要素により提供されるかき混ぜと組合わさった時点で、気泡を「集合させ」、ガラスからのその漏出を容易にするのを補助する。加熱の結果として得られる対流気流によって、ガラス体積全体が局在化された高温領域を最終的に通過させられる。

40

【0009】

これらのおよびその他の方法は、ソニックエネルギーの適用によりガラスから気泡を除去する上で幾分かの効能を示したものの、ガラスを均質化する（例えば化学的不均質性を除去する）目的で溶融ガラスを有効に混合するものであることは示されなかった。実際、特許文献2で開示された方法では、加熱された振動要素をガラス溶融物内に挿入することが必要となる。ガラス溶融物の高温、化学攻撃性環境は、要素の材料または少なくとも要素の定期交換に応じて、流れの分断、加熱された振動要素の経時的崩壊そして考えられる

50

ガラス溶融物の汚染を導く可能性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】米国特許第4,316,734号明細書

【特許文献2】米国特許第2,635,388号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

かくして、溶融物内への付加的な要素の挿入が招来する欠点無くガラス溶融物から脈理を有効に除去することのできるガラス混合方法に対する必要性がなおも存在する。

10

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、所与の出力レベルで所与の周波数の超音波を連続波としてかまたは長い（多重サイクル）バーストの形でガラス溶融物内に導入するために導波管アセンブリを使用できるようにする方法について記述する。最初の近似では、励起信号波形は正弦波であるが、溶融物内の多大な非線形性に起因して、結果としての音場内の波形は異なるものであり得る。実施および理論的な記述のためには、多重サイクルバーストは連続波信号と同一の形で処理することができる。かくして、励起装置内の音場は、基本的に単色性（単一周波数）として処理することができる。

20

【0013】

無線周波数電源からの電気入力エネルギーを溶融物内への音響出力エネルギーに変換する励起装置は、次のようなデイチェーン状の一連の要素で構成されている：

- 1．前方質量と後方質量で相補されている、一つ以上の能動（圧電）素子で基本的に構成されているトランスデューサプロパー（transducer proper）、
- 2．離散的なまたは漸進的な直径のステップを内蔵する固体物体である、任意の整合リンク、
- 3．一般的には恒常な直径の円筒形ロッドであるロッド導波管。

【0014】

このチェーン全体を通して有効な伝達を確保するため、これらの要素の各々は、標的周波数において共振するように設計されている。共振デバイス内の損失が無視できるものでありかつ無限のインピーダンスコントラストを伴う要素（無限に剛性または無限に柔軟）でそれが終結されている場合、その寸法は正確な1/2波長数に等しくなくてはならない。

30

【0015】

所与のモード形状についての波長は、問題の材料および波動タイプについての音速を周波数で除したものに等しい。かくして、或る周波数について、波長は、大幅に異なる材料で作られているこのチェーンのさまざまな要素の間で大きく異なる。さらに、波動タイプは、或る程度要素の横断面および横断面変動により左右され、これが波長に対して及ぼす影響は比較的少なめである。最終的に、実際材料内の音速は温度に依存していることから、波長もまた同様である。

40

【0016】

有効な励起チェーンを作り出すため、全ての要素は同じ周波数に同調されるべきである。簡略化のための仮定からの逸脱は要素毎に異なるかもしれないことから、この差異は、要素毎に異なる調整を必要とする可能性がある。例えば、整合用リンクにおいては、直径ステップは無限に急勾配ではない。すなわち、それは、作動中のリンク内の結果として得られる応力を制限するために有限隅肉（fillet ing）半径を用いる。この隅肉は、最適な長さに幾分か影響を与える。

【0017】

導波管アセンブリは、ガラス溶融物内部での混合を増強させるべくガラス溶融物に充分

50

な音響出力を付与するために、例えば約20KHz～40KHzの間といった適切な共振周波数で駆動され得る。好ましくは、ガラス溶融物内に結合させる音響出力は、約5ワット(W)より大きく、好ましくは少なくとも約30ワット(W)、より好ましくは少なくとも約40W、そして最も好ましくは少なくとも約50Wである。本発明の実施形態に従うと、非線形音響効果、特に音響流を受けるために十分な音響出力をガラス溶融物に対して付与することができる。

【0018】

一実施形態において、音響波を生成するステップ、音響波を、導波管を通してガラス溶融物に結合させるステップを含むガラス溶融物の混合方法であって、音響波がガラス溶融物に対してガラス溶融物中に音響流を生成するのに十分な音響出力を付与する方法が開示されている。

10

【0019】

ガラス溶融物に導波管を音響的に結合し導波管の長手方向寸法に沿って定在波を生成することによって、ガラス溶融物内部の均質性を増大させるのに十分な、超音波エネルギーといった音響エネルギーをガラス溶融物に付与することができる。

【0020】

別の実施形態においては、容器内のガラス溶融物に対し音響エネルギーを付与するための装置であって、音響波を生成するためのトランスデューサ、トランスデューサおよびガラス溶融物に対し音響的に結合された導波管を含み、導波管が、音響波の周波数で導波管内において定在波を作り出しかつガラス溶融物内に音響流を生成するように構成される装置が開示されている。

20

【0021】

以上の一般的記述および以下の詳細な記述の両方共が、本発明の単なる一例にすぎず、請求されている通りの本発明の性質および特徴を理解するための概説または枠組を提供するように意図されたものであることを理解すべきである。

【0022】

添付図面は、本発明をさらによく理解できるようにするために内含されており、本明細書中に組み込まれその一部を構成している。図面は必ずしも原寸に比例しておらず、さまざまな要素のサイズは明確さを期して歪曲されている。図面は、本発明の一つ以上の実施形態を示し、明細書本文と共に本発明の原理および作動を説明するのに役立つ。

30

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施形態に従って例示的円筒形容器内で溶融ガラスを混合するための装置の横断面図

【図2】導波管がインピーダンス整合部分を含む、本発明の一実施形態に従ったガラス混合用装置の別の実施形態の横断面図

【図3】ネジ込み式ソケットを用いる容器に導波管を音響的に結合する方法の横断面図

【図4】ネジ込み式スタッドを用いる容器に導波管を音響的に結合する方法の横断面図

【図5】2つの導波管が容器に音響的に結合される、本発明の一実施形態に従った装置の別の実施形態の横断面図

40

【図6】本発明の一実施形態を利用する例示的融合ガラス製造プロセスの概略図

【発明を実施するための形態】

【0024】

音は、液体または気体といった媒質を通して走行または伝播する振動である。この振動の源は、媒質の反復的擾乱である。例えば、鐘は打撃した場合に振動する。鐘の側面はそれを取り囲む空気との関係において移動し、まず最初に、一側面が外向きに移動するにつれて空気中に高圧領域を作り出し、その後側面が内向きに移動するにつれて低圧領域を作り出す。高圧および低圧領域は、それぞれに圧縮領域および希薄領域として知られ、これらは空気の隣接分子に影響を及ぼすことにより波動として媒体を通して伝播する。すなわち空気内の分子は、交番する高圧および低圧に応じて後ろへ、そして前へと移動し、順に

50

隣接する分子に作用し、この分子が今度はそれに隣接する分子に作用し、このように続いていく。かくして、高圧および低圧の領域は、明確な振幅および波長を有する波動として媒質内を伝播する。伝播するにつれて、伝播する波動は空間的に発散し、吸収によりエネルギーを喪失する。これら２つの効果により、圧力振幅は、走行した距離と共に減少する。伝播波は同様にその他の波動と建設的にまたは破壊的に相互作用することもできる。例えば、波動は、その反射（例えば物体の表面からの）と重複して２つの波動が互いに強化し合って定在波を作り出す可能性がある。このことは、２つの波動が互いに同相である場合に発生する。定在波は、それぞれ最小圧力と最大圧力の部域に対応する明確な波節と波腹を有する。定在波は、例えば反射する波動が建設的に重複するような形で適切な数の１／２波長に伝播する波動の波長（周波数）を調整することにより、反射する環境の中で作り出されてもよい。

10

【００２５】

通常、定在波はきわめて強力であり得る。しかしながら、極端に強い音は、それが内部を伝播する媒質における非線形応答を結果としてもたらす可能性がある。このような非線形応答には、衝撃波、音響飽和（媒質は付加的なソニックエネルギーを吸収できない）および音響流、あるいは、音波が内部を伝播している媒質の正味流れ（*net flow*）を結果としてもたらすプロセス、が含まれる。すなわち、上述の振動する分子は、全体的な位置の正味変化なく平均位置を中心として単に「その場で動く」だけではない。音響流の間、分子の平均位置は実際に変化する。

【００２６】

20

例えば、比較的低温の液体を移動させる、気泡を移動させるおよび液滴として液体を噴出させるといったように液体の挙動を操作するために、音響流が使用されてきた。音響流は同様に、非常に小さい液体体積の局在化された混合（すなわちマイクロ流体混合）にも適用されてきた。はるかにむずかしい作業課題は、ガラスを有効にかつ経済的に混合し均質化するべく大量ガラス製造作業における溶融ガラスといったような高粘度高温バルク液体の中で音響流を発生させることである。

【００２７】

「ガラス溶融物」という用語は、それぞれの軟化点より高温にあるさまざまなガラス組成物のうちの任意のものを包含する。典型的には、ガラス溶融物はおよそ１２００～１７００である。「ガラス」という用語には、ランダムで液体様（非晶質）の分子構造をもつ材料が含まれる。ガラスの製造プロセスには、冷却された時点で結晶化なく剛性になる完全に融合された溶融物を生産するのに十分な温度まで原料を加熱することが求められる。ガラスひいてはガラス溶融物は、ソーダ石灰ガラス、鉛ガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、９６％石英ガラス、融合石英ガラスおよびアルミノ・ホウケイ酸塩ガラスを含めた（ただしこれらに限定されない）さまざまな組成物のいずれかであり得る。「音響波」という用語は、媒質を通して伝達される機械的振動を包含するように意図されている。一つの構成においては、音響波は超音波範囲内にあり、標的周波数は典型的におよそ２０ＫＨｚ～およそ４０ＫＨｚの間にある。

30

【００２８】

本発明は、容器１４内に入ったガラス溶融物１２の中に音響波を介して音響エネルギーを付与しこれによりガラス溶融物を混合するための、図１に示された導波管アセンブリ１０を包含する。

40

【００２９】

容器１４は、さまざまな構成のうちのいずれかであり得る。一つの構成においては、容器１４は、導波管アセンブリ１０と合わせて選択された溶融ガラス用の流路を画定し、この流路の横断面積の所与の百分率内での混合を可能にしている。かくして、容器は、上流側の位置からの溶融ガラス流を受けとり、ガラス溶融物を下流側の位置まで流すことができる。例えば、容器１４は、内部を溶融ガラスが流れるパイプであり得る。一つの構成においては、容器１４は、導波管アセンブリがガラス溶融物に近づき接触できるようにする開放上面を含む。導波管アセンブリとガラス溶融物を結合させるべく内部に導波管アセン

50

ブリの一部分が配置されているガラス溶融物のレベルより低いレベルにあるポートまたはアパーチャが、容器に含まれ得るということも企図されている。さらに別の構造においては、導波管アセンブリは、容器に対してその外部表面上で音響的に結合され得、かくして先行技術の混合方法の前述の欠点が回避される。音響的に結合されるという用語が意味するのは、必ずというわけではないものの好ましくは振幅損失が最小限である状態で、音波が第1の要素から第2の要素まで伝播できるような形で、第1の要素が第2の要素に結合されることである。

【0030】

容器14は、好ましくは、例えば白金80% - ロジウム20%の合金を含めた、白金または白金 - ロジウム合金といったような耐火金属で作られている。容器14は好ましくは、連続的または半連続的ガラス製造作業の場合のように、溶融ガラスが容器中を流れることができるように入口開口部および出口開口部を含んでいる。しかしながら、本発明の方法を流動していない溶融ガラス上で実施可能であるという点に留意すべきである。

【0031】

導波管アセンブリ10は、無線周波数(rf)出力を音響出力へと効率良く変換するように構築されており、この変換を達成するためのトランスデューサ16および結果として得られた音響出力をガラス溶融物12に伝達するための導波管18を含む。出力伝達の効率を增強するため、導波管アセンブリ10は、アセンブリ内部の音響インピーダンスを整合させ標的周波数で共振するように構築される。かくして、共振アセンブリ内の損失が無視できるものであり導波管アセンブリが無限インピーダンスコントラストを伴う構成要素(無限に剛性かまたは無限に柔軟)により終結されていると仮定すると、導波管アセンブリの長手方向寸法は、正確な1/2波長数に等しいものであるはずである。

【0032】

一実施形態においては、導波管18の第1の端部20は、容器14を通してガラス溶融物12に音響的に結合され、導波管18の第2の端部22は、トランスデューサ16に結合されている。導波管18(および導波管アセンブリ10)は、一般的には1200 超の温度、より典型的には約1200 ~ 1700 の温度にある第1の高温端部20、そして、好ましくは周囲温度またはトランスデューサの作動を促す温度にある比較的低温の第2の端部22を有する。従来の超音波トランスデューサは典型的には、最高約50 の温度しか許容しない。さらに高い温度では、トランスデューサは最終的に、熱膨張により引き起こされる内部剥離または脱分極に起因する永久的損傷を被る。一つの構成においては、トランスデューサ16の温度は、100 未満に維持され、さらなる構成においては50 未満に維持される。

【0033】

トランスデューサ16は、rf出力を振動動作に変換するように機能する。トランスデューサは、ランジュバン(Langevin)またはトンピルツ(Tonpilz)タイプの超音波トランスデューサといったようなさまざまな市販のトランスデューサのいずれかであり得る。トランスデューサは、当該技術分野において周知の通り、信号発生器24および高周波出力増幅器26によって駆動される。信号発生器24はそれ自体、コンピュータベースのコントローラといったようなコントローラ28により制御される。

【0034】

トランスデューサに入力される励起信号電圧および周波数は、効率の良い超音波発生のための最適な作用点にトランスデューサ16を維持するようにコントローラ28によって制御され得る。すなわち、導波管アセンブリ10は共振周波数で駆動される。特にランジュバンタイプのトランスデューサは、狭い共振周波数帯域幅、および媒質により左右される共振特性を有するものとして公知である。導波管アセンブリ特に導波管は一定の温度範囲に露呈され得ることから、共振周波数は温度に依存するかもしれない。

【0035】

トランスデューサ16と導波管18の間の音響インピーダンスと整合させるため、導波管18は整合リンク部分30を含んでいてもよい。図2に示されている一つの構成におい

10

20

30

40

50

ては、整合リンク 30 は、その内部の標的周波数の波長のおよそ半分の長さを有するように設計されている。かくして、鋼といったような相容性ある材料の長さは、鋼の内部の標的信号の波長のおよそ半分として選択される。整合リンク 30 のために鋼を利用することができるものの、音響特性および損失が許容可能なものであるその他の材料を使用することもでき、その場合、そのような各々の材料について、トランスデューサの音響インピーダンスを導波管の音響入力インピーダンスに整合させるように、整合リンクの最適な寸法が選択される。

【0036】

整合リンク 30 は、トランスデューサと整合リンクの間のインタフェースと同様、整合リンクと導波管の残りの部分との間のインタフェースにおける信号反射を最小限におさえるように構成される。かくして、各インタフェースにおける反射された出力の量は最小限におさえられ、ガラス溶融物 12 に送出される合計出力は最大限になる。

【0037】

記述されている通り、トランスデューサ 16 は、導波管端部 22 において導波管 18 に音響的に結合される。導波管 18 の残りの一方の端部 20 は、ガラス溶融物内に浸漬されるか、あるいはより好ましくは、音響出力が容器 14 を通ってガラス溶融物に移送されるような形で容器 14 の外部表面に音響的に結合される。

【0038】

図 3 ~ 4 に示されているのは、本発明に従って容器 14 に導波管 16 を音響的に結合するいくつかの方法である。図 3 は、容器 14 の外部表面に取付けられた内部にネジ山のついたソケット（取付け部品）を示している。従って、導波管 18 の端部 20 には、導波管 18 をソケット 32 内にネジ込みできるような形で外部ネジ山が含まれている。代替的には、図 4 で描かれている好ましい実施形態においては、導波管 18 には、容器 14 の外部表面に取付けられたネジ込み式スタッド（取付け部品）34 と連動するようにサイズ決定された端部 20 の内部にネジ山のついたくぼみが含まれる。スタッド 34 は好ましくは容器 14 に溶接される。好ましくは、スタッド 34 の端部表面 23 は、スタッド 18 の長手方向軸に対し垂直であり（スタッド 34 は平坦な端面を有する）、音響出力がネジ山接触のみを通して結合されることのないように端部表面全体を横断してスタッド 34 の内部くぼみと接触する。

【0039】

導波管 18 は、標的周波数で共振する（定在波を支持する）ように選択される。かくして、導波管 18 は好ましくは、導波管内の標的周波数の整数 $1/2$ 波長に等しい長さを有する。一部の実施形態においては、導波管 18 をガラス溶融物 12 の内部に部分的に浸漬させることができ、ここで導波管の未浸漬長は、トランスデューサ 16 とガラス溶融物 12 の間の熱緩衝器として作用し得る。浸漬されていない実施形態においては、導波管 18 の長さ全体が熱緩衝器として作用し得る。

【0040】

導波管 18 は、一部のケースでは 1600 を超える可能性のある、ガラス製造作業中に遭遇する高い温度に耐えるのに十分な材料で構成されることが望ましい。これは、導波管 18 が溶融ガラスと接触しているかまたは単に容器 14 のみと接触しているかに関わらず、言えることである。条件を満たす材料としては、高密度アルミナ、セラミックまたは、アルミナ、ジルコニアおよび Pt - Rh 合金といったような高温で高い弾性係数を維持する耐火金属合金が含まれることがわかっている。

【0041】

導波管 18 は、一般的に円筒形または単に段付き角状物であるが、鐘形状、ブロック形状、スプール形状（スロット入りまたはスロット無し）を有する可能性もあることが了解される。導波管 18 は、中実ロッドまたは管またはほぼ中実ロッドの直径をもつ中空円筒であり得る。

【0042】

一つの構成においては、トランスデューサ 16 のための適切な動作温度を提供する上で

10

20

30

40

50

一助となるように、導波管 18 (または利用されている場合、整合リンク 30) の一部分全体にわたって冷却流 36 が導かれる。冷却流は、容易に得ることのできる流速で周囲温度 (例えば室温) にある空気であり得る。ただし、冷却流 36 は、冷却された流れであってもよいものと理解される。さらに、導波管が短くなればなるほど、所要冷却は大きくなり得、より高い流速の急冷された冷却流を含み得る、というように理解される。周囲空気冷却流は、波長の長さをもつ導波管に適していることがわかっている。典型的には、冷却流は、トランスデューサに隣接する導波管 (または整合リンク) 全体にわたって導かれる。冷却流が定常状態にあり、かくして導波管 18 が平衡状態に到達できることが有利である。

【0043】

導波管 18 は高温端部と低温端部を含むことから、導波管 18 を通って伝播する音波の速度を改変する熱勾配が、導波管 18 の長手方向寸法に沿って存在する。トランスデューサ 16 によって生成される音響波の周波数は、ガラス溶融物 12 に十分な音響出力を付与するべく導波管アセンブリ 10 の内部で共振を維持するのに必要とされる通りに調整されてよい。同様に温度差に結びつけられるのは、超音波損失および溶融物の音響特性の変化である。かくして、たとえ導波管が周波数調整により共振状態に保たれたとしても、共振におけるトランスデューサの電気入力インピーダンスは変動し得る。ガラス溶融物 12 と室温トランスデューサ 16 の間の導波管アセンブリ 10 に沿った温度勾配は、主として導波管アセンブリの長手方向寸法に沿った音響波の速度の変動を、そして二次的には熱膨張ひいては密度の変化を、結果としてもたらす。2つの効果は合わせて、導波管アセンブリの長さに沿って、結果として得られた体積速度で音響圧力を除いたものとして定義づけられる音響インピーダンスの対応する変化を結果としてもたらす。従って、例えば導波管の材料、長さおよび横断面積といったように、装置 10 のための構成要素を選択する際には、導波管アセンブリの長手方向寸法に沿った音響インピーダンスの温度に誘発される変動を考慮に入れるべきである。

【0044】

導波管 18 の最適な長さは、なかでも導波管のための材料および作動中の導波管の温度の選択によって左右される。標的音響波周波数についてのおよそ 1 波長の導波管長は、トランスデューサ 16 が 100 未満で作動するのに十分な導波管の長さに沿った温度勾配を可能にし、信号周波数を介して同調すべき導波管アセンブリ 10 を共振周波数で作動できるようにすることから、この導波管長が一部の実施形態のための導波管 18 の条件を満たす長さであることが発見された。

【0045】

導波管 18 はガラス溶融物 12 に音響的に結合されることから、導波管は、容器 14 を通してガラス溶融物まで超音波振動の形で音響出力を送り出す。ガラス溶融物へ十分な出力が導入された時点で、ガラス溶融物の均質性を増大させるのに十分な混合を促進するガラス溶融物の運動を誘発することができる。すなわち、脈理の発生を削減し、ガラス溶融物全体を通して均等に分布させることができる。一部の実施形態においては、ガラス溶融物内に結合された音響出力は、溶融物とのキャビテーションを生成するかもしれず、これは溶融物内に高い局所的流速を導く可能性がある。キャビテーションは、溶解した気体が合体し、ガラス溶融物の表面まで上昇することのできる真空気泡部位を作り出すことによって、ガラスの清澄 (気体介在物の除去) を補助することにもできる。

【0046】

一部の実施形態においては、溶融ガラスの混合を増強するために 2 本以上の導波管を利用してよい。図 5 に示されているのは、2 本の導波管が物理的に容器 14 に結合されている実施形態である。好ましくは、2 本の導波管の長手方向軸は直交している。3 本以上の導波管を利用してよいということを理解すべきである。図 6 を参照すると、板ガラスを作るために融合プロセスを用いる、本発明の一実施形態に従った例示的ガラス製造システム 42 の概略図が示されている。融合プロセスは、米国特許第 3,338,696 号明細書 (ドッカティ (Dockerty)) の中で記述されている。例示的融合ガラス製造シ

10

20

30

40

50

テム４２には、矢印４６で示されている通りに供給原料が導入され次に溶融されて溶融ガラス１２を成形する溶融炉４４（溶融装置４４）が含まれる。ガラス製造システム４２はさらに、白金－ロジウム、白金－イリジウムおよびそれらの組合せといったような白金または白金含有金属で典型的に作られているものの、同様にモリブデン、パラジウム、レニウム、タンタル、チタン、タングステンまたはそれらの合金といったような耐火金属をも含み得る構成要素を含む。白金含有構成要素には、清澄容器５０（例えば清澄装置管５０）、溶融装置から清澄装置への連結管５２、混合用容器５４（例えば攪拌チャンバ５４）、清澄装置から攪拌チャンバへの連結管５６、送出し容器５８（例えばボウル５８）、攪拌チャンバからボウルへの連結管６０および下降管６２が含まれ得る。溶融ガラスは、成形容器６６（例えば融合パイプ６６）に結合される入口６４に供給される。入口６４を通して成形容器６６まで供給された溶融ガラスは、成形容器６６からあふれ、２つの別々のガラス流に分かれ、この流れは成形容器６６の収束する外部表面を流れ落ちる。２つの別々のガラス流は、収束する成形用表面が遭遇して単一の板ガラス６８を成形するラインにおいて再度組合わさる。典型的には、成形容器６６はセラミックまたはガラス－セラミック耐火材料で作られている。

10

【００４７】

成形容器６６の収束する成形用表面を降下する別々のガラス流の外側表面は、成形用表面と接触しないことから、元の状態の外部表面を有する組合わさった板ガラスは、液晶ディスプレイの製造に充分適している。

20

【００４８】

本発明の実施形態に従うと、装置１０は、ガラス製造システム４２の白金含有部分の中で有利に利用され得る。例えば、溶融ガラスを混合（均質化）するために、１つ以上の装置を、清澄装置－攪拌装置連結管５６または攪拌チャンバ５４に音響的に結合させてもよい。従来の攪拌チャンバにおいては、攪拌装置７０を溶融ガラス内で回転させてガラスを均質化する。攪拌装置が回転している間にガラス溶融物に同時に超音波エネルギーを適用することによって攪拌装置７０を補助するために装置１０を利用してもよく、そうでなければ、攪拌装置７０の代りに装置１０を用いてもよい。

【実施例】

【００４９】

実施例１

30

炉の中に配置された白金－ロジウムるつぼ（容器）内の温度にてアルミノホウケイ酸塩ガラスカレットを再度溶融させ、ここで炉の温度は１３５０～１５３５の間で変動した。導波管はアルミナ部分を含み、ガラス溶融物内にアルミナ部分の一定長を浸漬させることによっておよそ２０ＫＨｚ～２５ＫＨｚの間で作動するトンピルツ（Tonpilz）タイプの超音波トランスデューサをガラス溶融物に音響的に結合するために鋼インピーダンス整合部分を使用した。アルミナ部分の直径は２２mmであり、長さはおよそ４３．２cmであった。トランスデューサの電気インピーダンス最小値により表わされる通り、２１．１ＫＨｚ～２１．４ＫＨｚの間の動作周波数で有意な共振条件に達した（周波数は、導波管の温度依存性に起因して共振を維持するために上述の範囲にわたり同調された）。１３５０の炉温度で、４４Wという最大出力に到達した。音響流の目視による確認を提供するため、約２００ppmの量でガラス溶融物に対して酸化コバルトを添加した。ガラスを冷却し、るつぼから取り出した。冷却したガラスの目視により、酸化コバルト「染料」とガラスの音響流により誘発された混合が示された。

40

【００５０】

実施例２

炉の中に配置された白金－ロジウムるつぼ（容器）の中で１３５０～１４００の間の温度でアルミナホウケイ酸塩ガラスを溶融させ、その後１４５０の温度に維持した。導波管は、アルミナ部分を含み、およそ２０ＫＨｚ～２５ＫＨｚの間で作動するトンピルツ（Tonpilz）タイプの超音波トランスデューサをガラス溶融物に音響的に結合するために鋼インピーダンス整合部分を使用した。アルミナ部分の直径は２２mmであり、

50

長さはおよそ 43.2 cm であった。導波管のアルミナ部分を、るつぼの外部表面に溶接されたネジ込み式スタッドおよび導波管のアルミナ部分内の内側にネジ山のついたくぼみを介して、るつぼに物理的に結合させた。インピーダンス整合部分を、接着剤で補強されたネジ込み式のものを介してトランスデューサに結合させた。トランスデューサの電気インピーダンス最小値により表わされる通り、 $22.5\text{ KHz} \sim 23\text{ KHz}$ の間の動作周波数で有意な共振条件に達した（周波数は、導波管の温度依存性に起因して共振を維持するために上述の範囲にわたり同調された）。ガラス熔融物に投入された出力は $40\text{ W} \sim 50\text{ W}$ の間であった。

【0051】

当業者にとっては、本発明の精神および範囲から逸脱することなく本発明に対しさまざまな修正および変更を加えることができるということは明らかである。かくして、本発明は、添付のクレームおよびその等価物の範囲内に入るものであるかぎり、本発明の修正および変更を網羅するものである、ということが意図されている。

10

【図1】

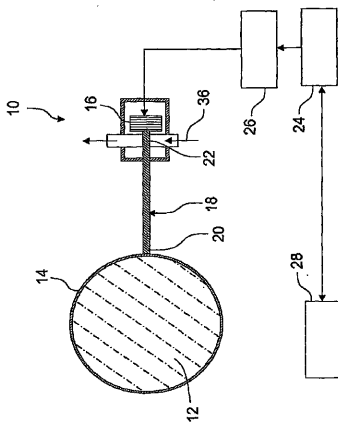


FIG. 1

【図2】

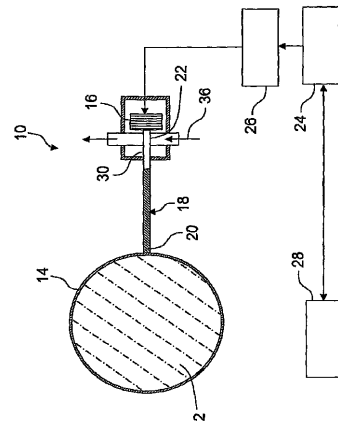


FIG. 2

【 図 3 】

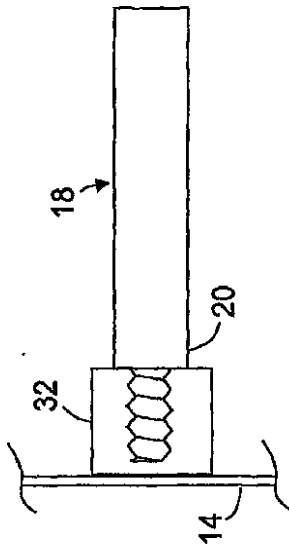


FIG. 3

【 図 4 】

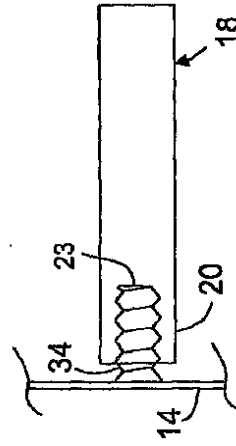


FIG. 4

【 図 5 】

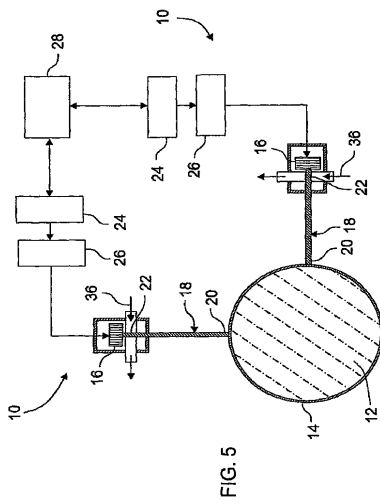


FIG. 5

【 図 6 】

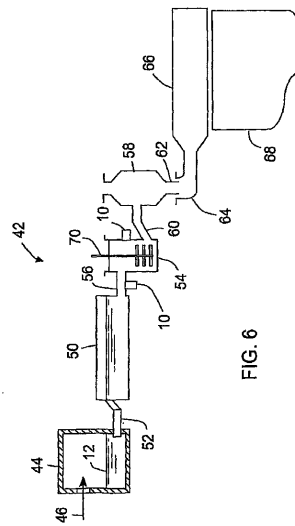


FIG. 6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US07/16827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC: C03B 5/18(2006.01)

USPC: 65/135.2

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

U.S. : 65/135.2

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6,795,484 A (HUBER et al) 21 September 2004 (21.09.2004), column 3-5, lines 1-67.	1-17
Y	US 4,316,734 A (SPINOSA et al) 23 February 1982 (23.02.1982), column 4, lines 15-65.	1-17
A	US 4,398,925 A (TRINH et al) 16 August 1983 (16.08.1983), entire document.	1-17
A	US 4,549,896 A (STREICHER et al) 29 October 1985 (29.10.1985), entire document.	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 June 2008 (24.06.2008)

Date of mailing of the international search report

02 JUL 2008

Name and mailing address of the ISA/US

Mail Stop PCT, Attn: ISA/US
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Facsimile No. (571) 273-3201

Authorized officer

Steven Griffin

Telephone No. 571.272.1700

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ジョンソン, ウィリアム ダブリュ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト ホーンビー ドライヴ
1 1 2