



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101500953 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 17

(21) 申请号 200780029050. 0

(22) 申请日 2007. 07. 26

(30) 优先权数据

60/835, 695 2006. 08. 04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 02. 04

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2007/016827 2007. 07. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02008/018996 EN 2008. 02. 14

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 R·布利威尔 A·J·法伯特

W·W·约翰逊

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 顾敏

(51) Int. Cl.

C03B 5/18(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6795484 B1, 2004. 09. 21, 摘要及摘要附图.

CN 2740275 Y, 2005. 11. 16, 说明书第1页倒数第2段, “具体实施方式”部分、图1.

CN 1093019 A, 1994. 10. 05, 权利要求1、图1-8.

审查员 李文静

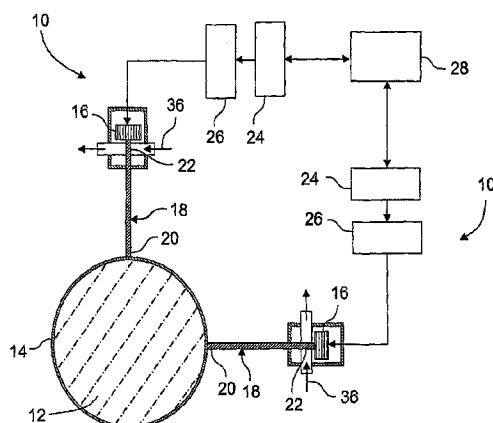
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

向玻璃熔体传递声能的波导组装件

(57) 摘要

提供波导组装件 (10), 用于向玻璃熔体 (12) 传递振幅足以在该熔体中产生声冲流的超声能, 藉此混合该熔融玻璃。该玻璃熔体 (12) 可以例如正在流经耐熔金属器皿 (14)。在一种配置中, 波导组装件 (10) 包括波导 (18), 其在一端 (22) 声学地耦合至换能器 (16) 而在另一端 (20) 声学地耦合至玻璃熔体 (12)。波导 (18) 可以经由附着于器皿 (14) 外表面的螺纹配件 (32、34) 物理地耦合至器皿 (14)。



1. 一种混合玻璃熔体的方法,包括产生声波以及将所述声波通过波导(18)耦合到容纳在器皿中的玻璃熔体(12)中,其特征在于,所述波导(18)在所述器皿的外表面上声学地耦合到所述器皿,所述声波向所述玻璃熔体传递充分的声功率以在所述玻璃熔体中产生声冲流。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述玻璃是由耐熔金属器皿(14)来容纳的。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述波导是物理地耦合至所述器皿的表面上的螺纹配件(32、34)的。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述将声波耦合到所述玻璃熔体中的步骤包括使所述玻璃熔体与所述波导接触。

5. 一种用于向器皿(14)中的玻璃熔体传递声能的装置,包括用来产生声波的换能器(16)以及声学地耦合至所述换能器和所述玻璃熔体的波导(18),其特征在于,所述波导(18)在所述器皿(14)的外表面上声学地耦合到该器皿,被配置成以所述声波的频率在所述波导中创生驻波,并且在所述玻璃熔体(12)中产生声冲流。

向玻璃熔体传递声能的波导组装件

[0001] 发明背景

发明领域

[0002] 本发明涉及熔融玻璃混合,尤其涉及用于传递充分的声能来提高玻璃熔体内的均一性的波导组装件。

[0003] 相关技术说明

[0004] 制造技术如今能形成不仅光学品质高而且还能作为电路系统基底的玻璃板。玻璃板的此类用途的一个示例是用在液晶显示器(LCD)中。当在LCD中用作基底时,玻璃必须显现出某些特性,其中这些特性取决于最终形成该玻璃板的玻璃熔体。

[0005] 通常,用在LCD中的玻璃是不含碱的硅酸硼铝化学组合物。用在LCD中的玻璃板或玻璃面板是由称为玻璃熔体的液态玻璃的受控冷却而形成的。然而,玻璃熔体常常包含非均一性,其可能导致结果所得的玻璃板无法满足目标用途所需。此类非均一性的示例是玻璃熔体内的气态或固态内含物、以及密度和化学组分有偏差的小体。后一类现象通常称为棱痕(cord)。棱痕的不均匀分布可能降低结果所得的玻璃板的有用性。例如,在液晶显示设备中,棱痕会导致在显示器中有视觉上令人不快的异常。具体而言,棱痕会导致各局部区域具有不同的折射率。折射率不同的这些局部区域会使得结果所得的玻璃不适合用于许多精密用途。

[0006] 原先是使用机械搅拌器来提供对玻璃熔体的直接机械搅拌。然而,玻璃熔体的高温以及玻璃组合物的侵蚀性可能使得直接机械搅拌难以实现。搅拌元件必须要由昂贵的耐熔金属组分,通常是铂或铂铑合金来制造才能承受高温环境。此外,高的剪应力既会消蚀搅拌元件又会消蚀容纳玻璃的器皿,结果导致不合需微粒被释放到熔融的玻璃中。

[0007] 通常为超声能形式的振动能已经在各种应用中使用。最常经历的是将超声能用作在清洗操作中搅动流体的方法,比如珠宝的超声清洗之类。在工业应用中,也时常采用超声能来将液体除气。即,促使从液体中去除气态内含物(气泡)。

[0008] 在美国专利 No. 4,316,734 中,在玻璃制作工艺中采用声能来无需改变玻璃熔体的粘度地来致使小泡(气泡)聚结成以更快速率浮起的较大气泡。结果,诸如通过降低温度之类,就能提高玻璃熔体的粘度,而不会过度影响至少这些较大气泡在熔体内上升的速率。熔体温度的降低能够得到有意义的能量节省。

[0009] 美国专利 4,316,734 针对的是响应于玻璃的动态粘度以及声能源与玻璃之间的界面处的声学阻抗来选择频率和能量强度,以提供令玻璃中有实质性比例的气泡向上迁移的工作模式。

[0010] 美国专利 No. 2,635,388 也是针对一种从熔融玻璃体中去除气态内含物的方法。美国专利 No. 2,635,388 披露了浸在熔融玻璃中并被超声振动的受加热元件的用法。该受加热元件导致在熔体中有局部化的高温低粘度区,其在与由振动元件提供的搅动相结合时帮助“聚集”气泡并促使它们从玻璃中逸出。因加热产生的对流致使整个玻璃体最终经过该局部化高温区。

[0011] 虽然这些以及其他方法已示出通过应用声能来从玻璃中去除气泡的某些功效,但并未证明它们能为使玻璃均一化(例如,消除化学非均一性)的目的有效地混合熔融玻璃。事实上,美国专利 No. 2, 635, 388 中所公开的方法要求在玻璃熔体中插入受加热的振动元件。玻璃熔体的高温、化学侵蚀性环境可能导致扰流、该受加热振动元件取决于该元件的材料随时间推移而溶解以及还可能对玻璃熔体造成污染、或者至少要定期替换该元件。由此,仍需要一种能有效地从玻璃熔体中去除棱痕而又没有因向该熔体中插入附加元件所遭遇的那些缺点的混合玻璃的方法。

[0012] 发明简要

[0013] 本公开描述了一种方法,藉此方法可将波导组装件用来将给定频率和给定功率水平的超声或者作为连续波或者以长(多周)阵发的形式引入到玻璃熔体中。大致而言,激发信号波形是正弦曲线,然而由于熔体中显著的非线性性,结果所得的声场中的波形可能有所不同。为了实现及理论描述的目的,可将多周阵发等同于连续波信号来处理。因此,激发装置中的声场可以作为本质上是单色(单频)的来对待。

[0014] 将来自射频功率源的输入电能转换成进入熔体的输出声能的激发设备包括菊花链式连锁的一系列元件:

[0015] 1. 换能器本身,其本质上由一个或更多个有源(压电)元件组成,补以前、后质量块;

[0016] 2. 可任选的匹配链节,其为纳入离散或逐渐的直径阶变的实心物体;

[0017] 3. 杆状波导,通常为直径恒定的圆柱杆。

[0018] 为确保整条链上的有效传输,这些元件中的每一个都被设计成在目标频率上谐振。如若在谐振器件中的损耗是可忽略的,并且其由具有无限阻抗反差(无限刚性或无限软性)的元件终接,则其维度应恰好等于半波长的倍数。

[0019] 给定振型的波长等于所讨论的材料和波类型的声速除以频率。由此,对于特定频率,波长在该链中由截然不同的材料构造成的各种元件之间显著不同。进一步,波类型在一定程度上取决于这些元件的横截面和横截面变动,其影响波长的程度小些。最后,由于在实际材料中的声速是温度相关的,因此波长亦然。

[0020] 为创生有效的激励链,所有元件应被调谐到相同的频率。由于从这些简化假定偏离的情况可能每元件有所不同,此差别可能要求要对每元件进行不同的调整。例如,在匹配链节中,直径阶变不是无限陡峭的:其使用有限的倒角半径来限制工作期间该链节中结果所得的应力。此倒角一定程度上影响最优长度。

[0021] 可以在例如 20kHz 与 40kHz 之间之类的恰当谐振频率上驱动该波导组装件以向玻璃熔体传递充分的声功率,从而增强玻璃熔体内的混合。优选地,耦合到玻璃熔体中的声功率大于约 5 瓦特(W),优选为至少约 30 瓦特(W),更优选为至少约 40W,并且最优选为至少约 50W。根据本发明的实施例,能向玻璃混合体传递足以诱发非线性声效应——具体而言为声冲流的声功率。

[0022] 在一个实施例中,公开了一种混合玻璃熔体的方法,包括产生声波、将该声波通过波导耦合到玻璃熔体中,其中该声波向玻璃熔体传递足以在玻璃熔体中产生声冲流的声功率。

[0023] 通过声学地将波导耦合至玻璃熔体并且产生沿波导纵维的驻波,就能向玻璃熔体

传递充分的诸如超声能之类的声能,以提高玻璃熔体内的均一性。

[0024] 在另一实施例中,公开了一种用于向器皿中的玻璃熔体传递声能的装置,包括产生声波的换能器、声学地耦合至换能器和玻璃熔体的波导,并且其中该波导被配置成以该声波的频率在波导中创生驻波,并且在玻璃熔体中产生声冲流。

[0025] 应理解前面的一般性描述和接下来的详细描述都只是示例了本发明,并且旨在提供用于理解如主张权利的本发明的本质和特性的综览或框架。

[0026] 包括附图是为了提供了对本发明进一步的理解,附图被纳入在本说明书中并构成说明书的一部分。附图不一定是按比例绘制的,并且各种要素的大小为清楚起见可能被改变。附图图解本发明的一个或更多个实施例,并且与本说明一起用于解释本发明的原理和操作。

[0027] 附图简要说明

[0028] 图 1 是根据本发明实施例的用于混合示例性圆筒形器皿中的熔融玻璃的装置的横截面视图。

[0029] 图 2 是根据本发明实施例的用于混合玻璃的装置的另一实施例的横截面视图,其中波导包括阻抗匹配部分。

[0030] 图 3 和 4 是利用螺孔(图 3)和螺栓(图 4)声学地将波导耦合至该器皿的方法的横截面视图。

[0031] 图 5 是根据本发明实施例的装置的另一实施例的横截面视图,其中有两个波导声学地耦合至器皿。

[0032] 图 6 是利用本发明实施例的示例性熔融玻璃制作工艺的示意视图。

[0033] 发明详细说明

[0034] 声音是经诸如液体或气体之类的介质行进或传播的振动。此振动的源是对该介质重复性的摄动。例如,钟在被击打时会振动。钟的各侧面相对于围绕它的空气移动,从而首先随着侧面朝外移动而在空气中创生高压区,随后随着该侧面朝内运动而创生低压区。这些高压和低压区分别被称为紧缩区和稀疏区,并且它们藉由如下影响空气中的毗邻分子而作为波来经介质传播:空气中的分子响应于该交替的高低压来回移动,并且进而对毗邻分子起作用,该毗邻分子随后对毗邻于其的分子起作用,依此类推。由此,这些高压和低压区作为具有确定振幅和波长的波经该介质传播。随着其传播,正在传播的波在空间中发散并因吸收而损耗能量。这两种效应导致压力振幅随着行进的距离而减小。该正在传播的波还可能与其他波相长或相消地相互作用。例如,波可能会与该波的反射(例如,从物体的表面)交迭,如此使得这两个波彼此加强,从而创生驻波。此情形在这两个波彼此同相时发生。驻波具有确定的分别对应于最小压力区和最大压力区的波节和波腹。可以在反射环境中创生驻波,例如通过将正在传播的波的波长(频率)调整到半波长的恰适倍数,如此使得诸反射波相长地交迭。

[0035] 普通驻波能够非常强大。然而,极强的声音会在它们传播经过的介质中结果得到非线性响应。这样的非线性响应可能包括冲击波、声饱和(该介质不能吸收更多的声能)、以及声冲流,或即藉此导致该声波经其传播的介质有净流量的过程。即,以上所描述的正在振动的分子不再单是在位置上没有总净变地关于平均位置“原地移动”。在声冲流期间,该分子的平均位置实际上发生改变。

[0036] 已经使用声冲流来操纵液体的行为,诸如举例而言,移动温度相对较低的液体、移动气泡以及以液滴形式来喷射液体。声冲流还已经被应用于对非常小的液体体量进行局部化混合(即,微流体混合)。困难得多的任务是要在高粘度高温的大体积液体中——诸如在大体量玻璃制造操作中的熔融玻璃中——引起声冲流以有效并经济地混合玻璃或使其均一化。

[0037] 术语“玻璃熔体”涵盖高于其各自的软化点的各种玻璃组合物之中的任何哪种。典型地,玻璃熔体在 1200℃到 1700℃的量级上。术语“玻璃”包括具有随机的类液体(非晶体)分子结构的材料。玻璃的制造工艺要求将原料加热到足以产生完全融合的熔体的温度,该熔体在冷却时变成刚性但不结晶。玻璃、因此还有玻璃熔体可以是各种组合物中的任何哪种,包括但不限于碱石灰玻璃、铅玻璃、硅酸硼玻璃、硅酸铝玻璃、96%石英玻璃、熔凝石英玻璃以及硅酸硼铝硅酸盐。术语“声波”旨在涵盖经介质传送的机械振动。在一种配置中,声波落在超声范围内,其中目标频率典型地在约 20kHz 到约 40kHz 之间。

[0038] 本发明包括在图 1 中所示的波导组装件 10,用于经由声波将声能传递到器皿 14 中所容纳的玻璃熔体 12 中,并藉此来混合该玻璃熔体。

[0039] 器皿 14 可以是各种配置之中的任何哪种。在一种配置中,器皿 14 限定联合波导组装件 10 选择的熔融玻璃流路,以允许能在该流路的横截面积的给定百分比内进行混合。由此,该器皿便能接收来自上游位置的熔融玻璃流并且允许该玻璃熔体流向下游位置。例如,器皿 14 可以是熔融玻璃流经的管道。在一种配置中,器皿 14 包括允许波导组装件接入并接触玻璃熔体的敞开顶部。还构想了该器皿可包括低于玻璃熔体的水平面的端口或开口,波导组装件的一部分被布置成通过该端口或开口,从而将波导组装件与玻璃熔体耦合。在又一种构造中,可将波导组装件在器皿的外表面上声学地耦合到该器皿,这避免了先前所描述的现有技术混合方法的缺点。声学地耦合意味着第一元件以如此的方式耦合至第二元件以使得声波能从第一元件传播至第二元件,其中声波优选但非必需地是以最小限度的振幅损耗来传播的。

[0040] 器皿 14 优选地由耐熔金属构成,诸如铂或铂铑合金,并且包括例如有 80%铂-20%铑的合金。器皿 14 优选地包括进口和出口,如此使得熔融玻璃可流经该器皿,诸如在连续或半连续的玻璃制作操作中便是如此。然而,应注意到,本发明的这些方法可以对不在流动的熔融玻璃执行。

[0041] 波导组装件 10 被构成为能高效地将射频(rf)功率转换成声功率,并且包括用于完成该转换的换能器 16、以及用于将结果所得的声功率传送到玻璃熔体 12 的波导 18。为提升功率传输的效率,波导组装件 10 被构成为能匹配该组装件内诸声学阻抗并且在目标频率上谐振。由此,假定谐振组装件中的损耗可忽略,并且波导组装件由具有无限阻抗反差(无限刚性或无限软性)的组件终接,则该波导组装件的纵维应恰好等于半波长的倍数。

[0042] 在一个实施例中,波导 18 的第一端 20 通过器皿 14 声学地耦合至玻璃熔体 12,并且波导 18 的第二端 22 耦合至换能器 16。波导 18(以及波导组装件 10)具有第一热端 20——温度一般超过 1200℃且更典型地在约 1200℃到 1,700℃之间,以及相对较冷的第二端 22,其优选处于环境温度或至少是有益于换能器工作的温度。常规的超声换能器将典型地仅能耐受最高达大约 50℃的温度。在更高的温度,换能器最终将因由热膨胀导致的内部脱焊或因去极化而遭受永久损坏。在一种配置中,将换能器 16 的温度维持在小于 100℃,并

且在进一步配置中维持在小于 50°C。

[0043] 换能器 16 用于将 rf 功率转换成振动运动。换能器可以是各种市售换能器中的任何哪种, 诸如 Langevin 或 Tonpilz 型超声换能器。换能器由信号发生器 24 和高频功率放大器 26 来驱动, 这在本领域中是众所周知的。信号发生器 24 进而由诸如基于计算机的控制器之类的控制器 28 来控制。

[0044] 向换能器输入的激励信号电压和频率可由控制器 28 控制以将换能器 16 维持在高效率超声发生的最优工作点。即, 以谐振频率来驱动波导组装件 10。具体而言, Langevin 型换能器以具有窄谐振频率带宽和取决于介质的谐振特性而著称。由于波导组装件, 尤其是波导可能曝露于某温度范围, 因此谐振频率可能是温度相关的。

[0045] 为了匹配换能器 16 与波导 18 之间的声学阻抗, 波导 18 可包括匹配链节部分 30。在图 2 中所示的一种配置中, 匹配链节 30 被设计成长度为该匹配链节内的目标频率的波长的大约一半。由此, 诸如钢材之类的相容材料的长度被选择为是此钢材内的目标信号的波长的大约一半。尽管可以为匹配链节 30 采用钢材, 但也能使用具有可接受的声学性质和损耗的其他材料, 其中对于每一种这样的材料, 匹配链节的最优维被选择成能将换能器的声学阻抗匹配于波导的声学输入阻抗。

[0046] 匹配链节 30 被配置成使得在换能器与匹配链节的界面处以及类似地在匹配链节与波导的其余部分的界面处的信号反射最小化。由此, 在每一界面处的反射功率量被最小化并且被递送到玻璃熔体 12 的总功率就被最大化。

[0047] 如所描述的, 换能器 16 在波导端 22 处声学地耦合至波导 18。波导 18 剩下的一端 20 浸在玻璃熔体中, 或更优选为声学地耦合至器皿 14 的外表面如此使得声学功率通过器皿 14 被转送到玻璃熔体。

[0048] 图 3-4 中示出根据本发明实施例的声学地将波导 16 耦合至器皿 14 的若干方法。图 3 图解附着于器皿 14 的外表面的内螺纹孔 (配件) 32。相应地, 波导 18 的端 20 包括外螺纹从而波导 18 能被拧进孔 32 中。替换地, 在图 4 中所描绘的优选实施例中, 波导 18 包括端 20 处的内螺纹穴, 其大小被设计成与附着于器皿 14 的外表面的螺栓 (配件) 34 配合。螺栓 34 优选被焊接至器皿 14。优选地, 螺栓 34 的端面 23 垂直于螺栓的纵轴 18 垂直 (螺栓 34 具有平坦的端面), 并且跨螺栓 34 的整个端面与上述内穴接触, 如此使得声学功率不仅仅是通过螺纹接触来耦合的。

[0049] 波导 18 被选择成在目标频率上谐振 (支持驻波)。由此, 波导 18 的长度优选地等于该波导中的目标频率的整数倍半波长。在一些实施例中, 波导 18 可部分地浸在玻璃熔体 12 内, 其中该波导未被浸入的长度可充当换能器 16 与玻璃熔体 12 之间的热缓冲。在不浸入的实施例中, 波导 18 的整个长度可充当热缓冲。

[0050] 期望波导 18 包括的材料足以耐受在玻璃制作操作中所经历的高温, 其一些情形中可能超过 1600°C。无论波导 18 是与熔融玻璃接触着还是仅与器皿 14 接触着都是如此。已发现满意的材料包括致密氧化铝、陶瓷或在高温时维持高弹性模量的耐熔金属合金, 诸如氧化铝、氧化锆和铂-铑合金。

[0051] 尽管波导 18 一般为圆柱形或简单的阶形角筒, 但是应理解波导 18 可具有钟形、块形、或卷筒形 (开槽的或不开槽的)。波导 18 可以是实心杆或管, 或是直径与实心杆相当的中空圆柱体。

[0052] 在一种配置中,在波导 18 的一部分(或匹配链节 30——若采用)上引导冷却流 36 以辅助为换能器 16 提供恰适的工作温度。冷却流可以是环境(例如,室内)温度和可现成获得的流速下的空气。然而,应理解冷却流 36 可以是经冷却的流。还应理解波导越短,所需的冷却就可能越强,并且可包括更高流速下的经速冻冷却流。已发现环境空气冷却流对于波长长度的波导而言是胜任的。典型地,在波导(或匹配链节)上毗邻换能器处引导该冷却流。令冷却流处于稳态从而允许波导 18 达到均衡状态是有利的。

[0053] 由于波导 18 包括热端和冷端,因此存在沿波导 18 的纵维的热梯度,其会改变经波导 18 传播的声波的速度。由换能器 16 产生的声波的频率可以视需要调整以维持波导组装件 10 内的谐振,从而将充分的声功率传递给玻璃熔体 12。同样与温差相关联的还有超声损耗和熔体的声学性质上的改变。由此,即使通过频率调整来保持波导处于谐振中,在谐振的换能器的输入电阻抗也可能变动。

[0054] 沿处于玻璃熔体 12 与室温换能器 16 之间的波导组装件 10 的温度梯度结果主要导致沿波导组装件的纵维的声波的速度变动,其次导致热膨胀,以及由此在密度上的改变。这两种效应一起结果可能导致沿波导组装件的长度有声学阻抗——其被定义成声压除以结果所得的体积速度——上的相应变化。结果,在为装置 10 选择组件——例如波导材料、长度和横截面——时应计及由温度诱发的沿波导组装件的纵维的声学阻抗变动。

[0055] 波导 18 的最优长度尤其取决于对用于波导的材料的选择和波导在工作期间的温度。已发现对于一些实施例,大约为目标声波频率的一个波长的波导长度是波导 18 的满意长度,因为此长度允许沿波导的长度有充分的温度梯度,从而允许换能器 16 能在低于 100℃ 工作并容许经由该信号频率来将波导组装件 10 调谐到在谐振频率上工作。

[0056] 由于波导 18 是声学地耦合至玻璃熔体 12 的,因此该波导是以超声振动的形式通过器皿 14 向玻璃熔体递送声功率。一旦向玻璃熔体引入了充分的功率,就能诱发会促使足以提高玻璃熔体的均一性的混合的玻璃熔体运动。即,能减少棱痕化并使之在整个玻璃熔体中均匀地分布。在一些实施例中,耦合到玻璃熔体中的声功率还可以与该熔体产生气穴现象,其会导致该熔体中的局部高流速。气穴现象还能通过创生真空气泡位点使得已溶解的气体能在此聚结并上升到玻璃熔体的表面来在玻璃澄清(气态内含物移除)中起到辅助作用。

[0057] 在某些实施例中,可以采用一个以上波导来增强熔融玻璃的混合。图 5 中所示为其中有两个波导物理地耦合至器皿 14 的实施例。优选地,这两个波导的纵轴是正交的。应理解可以采用两个以上波导。参考图 6,示出根据本发明实施例的使用熔凝工艺来制作玻璃板的示例性玻璃制造系统 42 的示意视图。该熔凝工艺在例如美国专利 No. 3,338,696(案卷)中作了描述。示例性熔凝玻璃制造系统 42 包括熔融炉 44(熔炉 44),在其中馈给原料如箭头 46 所示地被引入并且随后被熔融以形成熔融玻璃 12。玻璃制造系统 42 进一步包括典型地由铂或诸如铂-铑、铂-铱及其组合等含铂金属制成的组件,但其也可包括诸如钨、钼、铌、钽、钨、或其合金这样的耐熔金属。这些含铂组件可以包括澄清器皿 50(例如,澄清炉管 50)、熔炉至澄清炉连接管 52、混合器皿 54(例如,搅拌室 54)、澄清炉至搅拌室连接管 56、递送器皿 58(例如,碗 58)、搅拌室至碗连接管 60、以及下导管 62。向耦合至形成器皿 66(例如,熔凝管 66)的进口 64 供应熔融玻璃。通过进口 64 向形成器皿 66 供应的熔融玻璃溢出形成器皿 66,并分成两束分开的在形成器皿 66 诸会聚外表面上向下流动的玻璃

流。这两束分开的玻璃流在这些会聚形成表面交会的线处重新合并以形成单片玻璃板 68。典型地,形成器皿 66 是由陶瓷或玻璃陶瓷耐熔材料制成的。

[0058] 由于从形成器皿 66 的这些会聚形成表面下来的这些分开玻璃流的外表面不接触这些形成表面,因此合并而成的具有原始外表面的玻璃板很适合供制造液晶显示器用。

[0059] 根据本发明的实施例,可以有利地在玻璃制造系统 42 的含铂部分内采用装置 10。例如,可将一个或更多个装置 10 声学地耦合到澄清炉至搅拌器连接管 56 或搅拌室 54 以混合(均一化)熔融玻璃。在常规搅拌室中,搅拌器 70 在熔融玻璃中旋转以使玻璃均一化。可采用装置 10 通过在搅拌器正在旋转的同时向玻璃熔体施加超声

[0060] 能来补充搅拌器 70 的不足,或者可使用装置 10 来代替搅拌器 70。示例 1

[0061] 在放置于炉中的铂-铑坩锅(器皿)中以一定温度重新熔融硅酸硼铝碎玻璃,其中炉的温度在 1350°C 与 1535°C 之间变化。使用包括氧化铝部分和钢阻抗匹配部分的波导通过将氧化铝部分的长度浸在玻璃熔体中来把在大约 20kHz 与 25kHz 之间工作的 Tonpilz 型超声换能器声学地耦合至该玻璃熔体。氧化铝部分的直径为 22mm,长度大约为 43.2cm。如由换能器电阻抗最小值所指示的那样在 21.1kHz 与 21.4kHz 之间工作频率上达到显效谐振条件(由于波导的温度相关性之故,因此在前述范围上调谐该频率以维持谐振)。在 1350°C 炉温时达到最大输入功率 44W。向玻璃熔体添加量大约在 200ppm 的氧化钴以便能提供对声冲流的目视确认。将玻璃冷却并从坩锅移开。对经冷却玻璃的目视检查即示出声流诱发的对氧化钴“染料”与玻璃的混合。

[0062] 示例 2

[0063] 在放置于炉中的铂-铑坩锅(器皿)中以 1350°C 与 1400°C 之间的温度熔融硅酸硼铝玻璃,并随后维持在 1450°C 的温度。使用包括氧化铝部分和钢阻抗匹配部分的波导来把在大约 20kHz 与 25kHz 之间工作的 Tonpilz 型超声换能器声学地耦合至该玻璃熔体。氧化铝部分的直径为 22mm,长度大约为 43.2cm。波导的氧化铝部分经由焊接至坩锅外表面的螺栓和该波导的氧化铝部分中的内螺纹穴物理地耦合至坩锅。阻抗匹配部分经由粘合剂加强的螺纹耦合至换能器。如由换能器电阻抗最小值所指示的那样在 22.5kHz 与 23kHz 之间的工作频率上达到显效谐振条件(由于波导的温度相关性之故,因此在前述范围上调谐该频率以维持谐振)。向玻璃熔体输入的功率在 40W 与 50W 之间。

[0064] 对本领域技术人员将明显的是,可对本发明作出各种修改和变形而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明旨在覆盖对本发明的这些修改和变形,只要它们落在所附权利要求书及其等效方案的范围内。

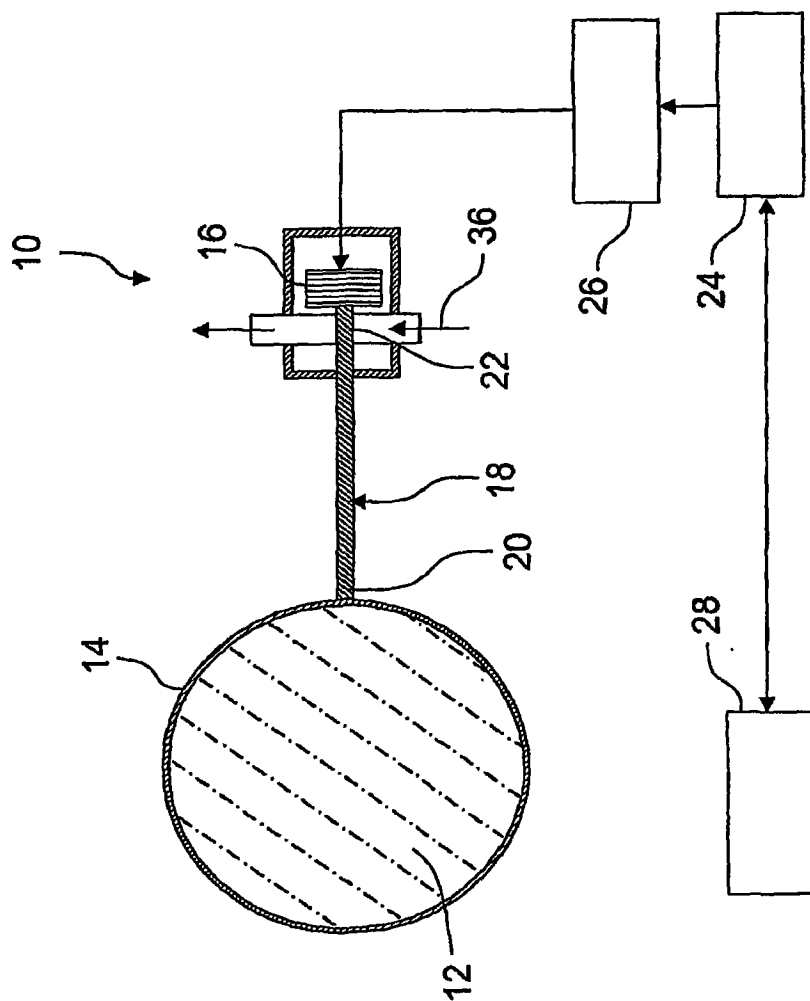
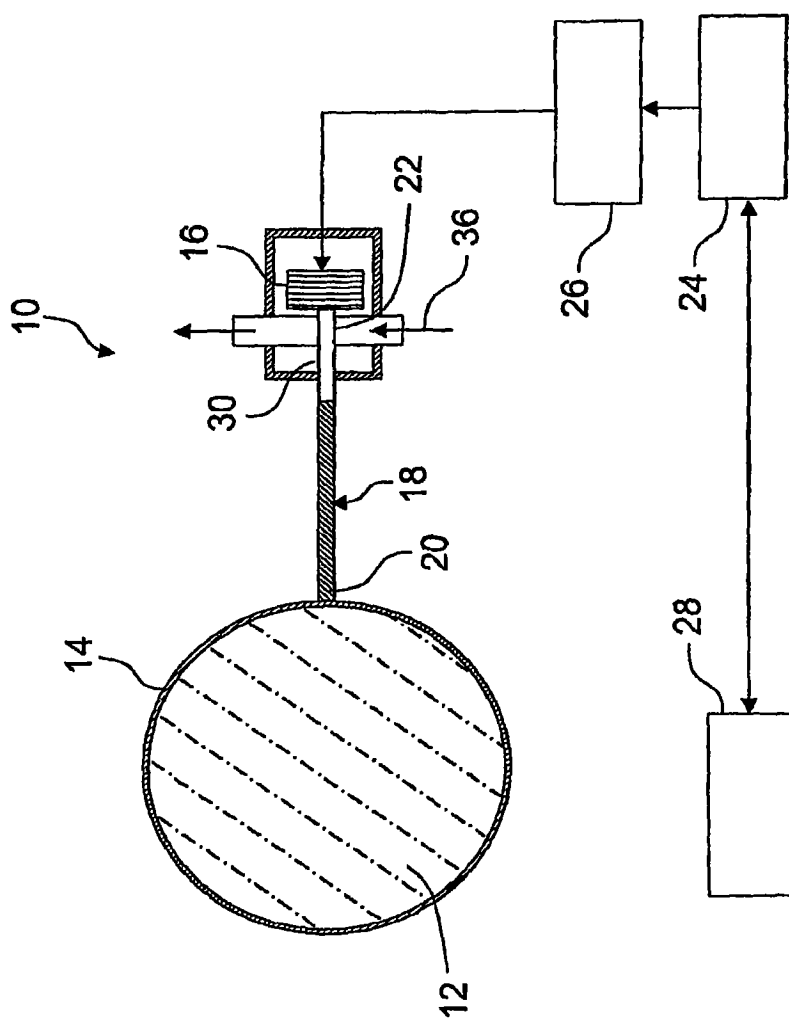


图 1



2

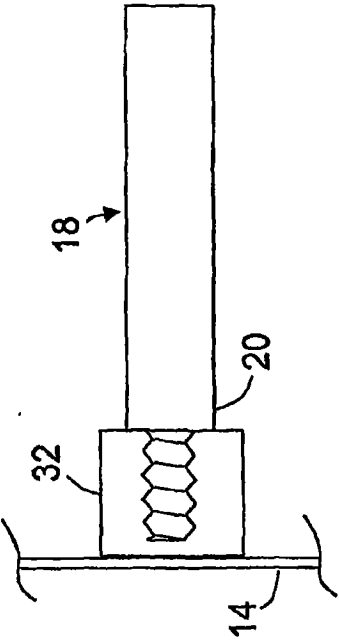


图 3

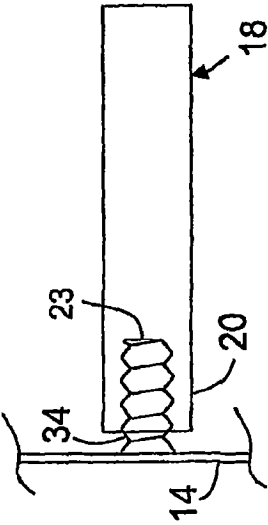


图 4

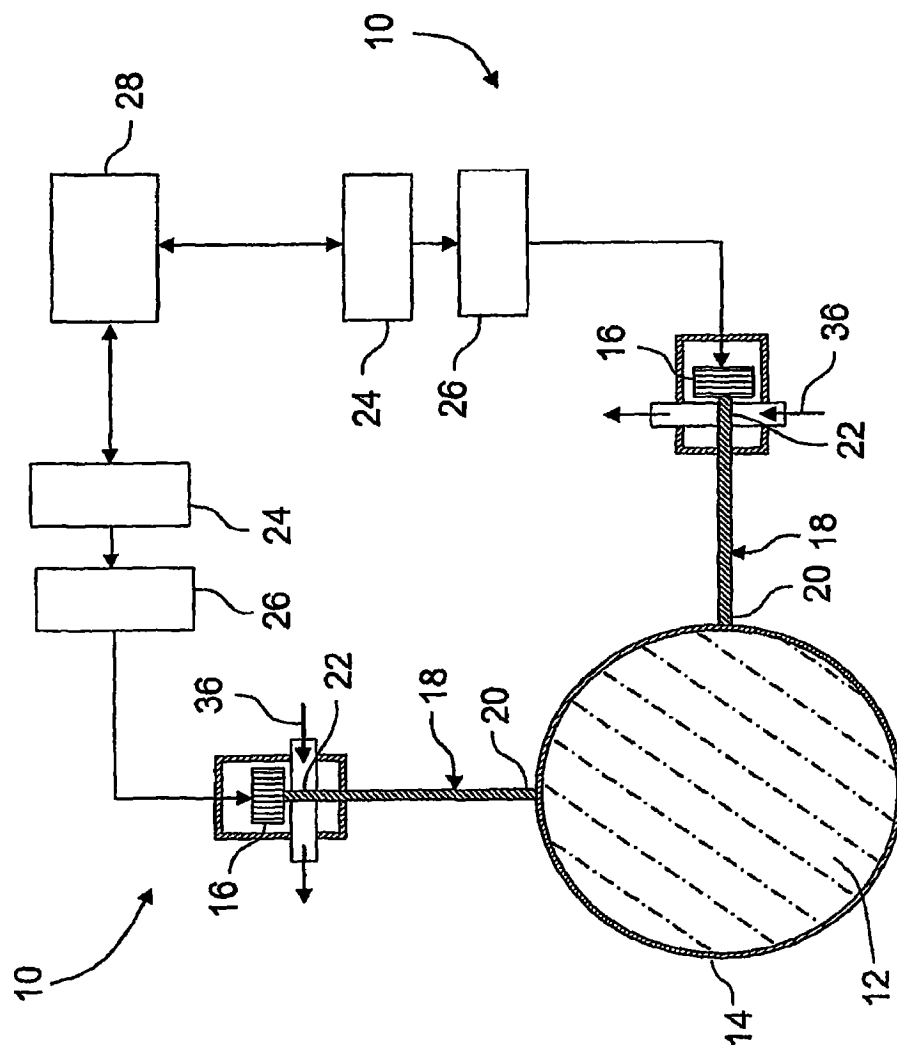
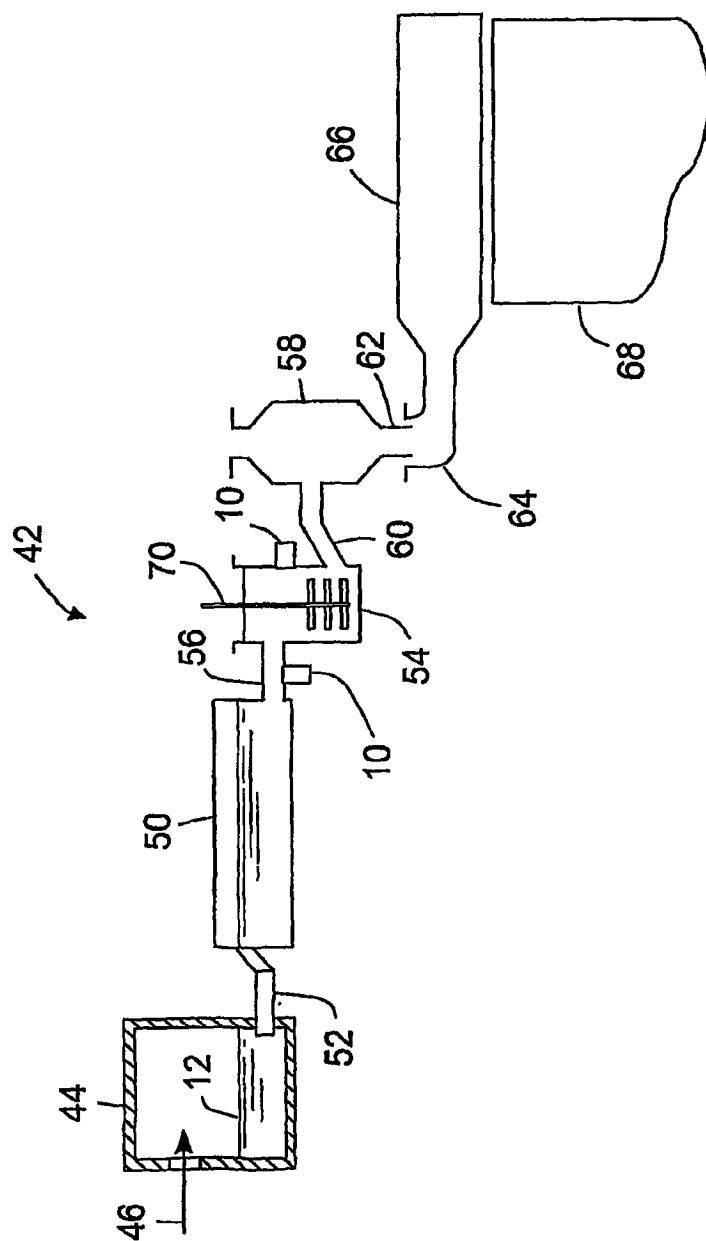


图 5

 6