



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110357399 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 02

(21) 申请号 201910285846.7

(22) 申请日 2019.04.10

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110357399 A

(43) 申请公布日 2019.10.22

(30) 优先权数据  
102018108418.8 2018.04.10 DE

(73) 专利权人 肖特股份有限公司  
地址 德国美因茨

(72) 发明人 S·施密特 W·施密特保尔  
C·穆勒 F-T·雷特斯 M·哈恩  
R·马恩路 H·罗默 K·瑙曼

(74) 专利代理机构 北京思益华伦专利代理事务  
所(普通合伙) 11418

专利代理师 赵飞

(51) Int.Cl.

C03B 5/235 (2006.01)

C03B 5/027 (2006.01)

(56) 对比文件

US 3574585 A, 1971.04.13

CN 104144890 A, 2014.11.12

US 5352258 A, 1994.10.04

US 2006291528 A1, 2006.12.28

WO 2007085397 A1, 2007.08.02

审查员 戴孝诚

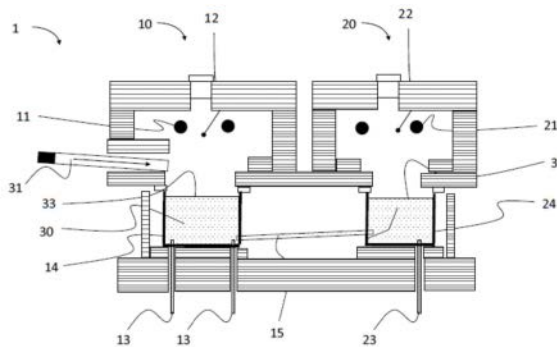
权利要求书3页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

用于生产玻璃产品的方法及适于此的装置

(57) 摘要

本发明一般地涉及一种用于生产玻璃产品的方法以及一种适用于此的装置。在此根据本发明的方法规定一种熔融装置,其具有用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,其中,熔融装置的熔融区的表面的至少一部分被玻璃原料覆盖并且熔融区的表面的至少一小部分没有被覆盖。此外,这样地进行能量输入,即可以调节垂直温差,使得在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度。因此,本发明提供了一种更有效的用于熔融玻璃的方法,借此可以将预定质量流量的玻璃原料在与现有技术相比显著更小的熔融设备中转化成熔体。



1. 一种用于由玻璃熔体生产玻璃产品的方法,包括以下步骤:

-提供玻璃原料,

-在熔融装置中加热玻璃原料,其中,熔融装置包括用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,其中,熔融装置的熔融区的表面的至少一部分被玻璃原料覆盖并且熔融区的表面的至少一小部分没有被覆盖,

-以此方式加热熔融装置,使得在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为 $1300^{\circ}\text{C}$ ,其中,建立至少 $50^{\circ}\text{C}$ 的垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ ,并且其中,在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度,因此有: $T_{G\_BOD}>T_0$ ,以及

-从熔槽中排出玻璃熔体,其中,每公斤排出的玻璃熔体具有少于1000个直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡,

其中,在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{geo}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{min}$ 的比率 $t_{geo}/t_{min}$ 最大为6。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,该方法用于连续地生产玻璃产品。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述玻璃原料是混合物和/或碎玻璃。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,对排出的玻璃熔体进行精炼,其中,将每公斤精炼玻璃中直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡减少到少于10个。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,对排出的玻璃熔体进行精炼,其中,将每公斤精炼玻璃中直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡减少到少于5个。

6. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,对排出的玻璃熔体进行精炼,其中,将每公斤精炼玻璃中直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡减少到少于1个。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ 为至少 $100^{\circ}\text{C}$ 。

8. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ 为至少 $150^{\circ}\text{C}$ 。

9. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在混合物毯下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{GuG\_BOD}$ 与在自由的表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 之间的水平温差为小于 $80^{\circ}\text{C}$ 。

10. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在混合物毯下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{GuG\_BOD}$ 与在自由的表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 之间的水平温差为小于 $50^{\circ}\text{C}$ 。

11. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在混合物毯下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{GuG\_BOD}$ 与在自由的表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 之间的水平温差为小于 $20^{\circ}\text{C}$ 。

12. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{geo}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{min}$ 的比率 $t_{geo}/t_{min}$ 最大为4。

13. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{geo}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{min}$ 的比率 $t_{geo}/t_{min}$ 最大为3。

14. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,平均几何停留时间 $t_{geo}$ 为小于

100小时。

15. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,平均几何停留时间 $t_{geo}$ 为小于70小时。

16. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,平均几何停留时间 $t_{geo}$ 为小于40小时。

17. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃原料对熔融区的玻璃表面的覆盖率超过可用表面积的30%。

18. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃原料对熔融区的玻璃表面的覆盖率超过可用表面积的40%。

19. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃原料对熔融区的玻璃表面的覆盖率超过可用表面积的50%。

20. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,选择玻璃原料的组成,用以生产包括硼硅酸盐、铝硅酸盐或硼铝硅酸盐玻璃或锂-铝-硅酸盐玻璃陶瓷的玻璃产品。

21. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃原料的组成不含精炼剂。

22. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃原料的组成包括精炼剂。

23. 根据权利要求22所述的方法,其特征在于,所述精炼剂是砷、锑、锡、铈、硫酸盐、氯化物或它们的任意组合。

24. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,玻璃熔体的加热包括电加热装置和/或石化加热装置。

25. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,借助于由石化加热装置和电加热装置的组合引入用于加热玻璃熔体所需的能量。

26. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,借助于电加热装置引入至少25%且至多75%的能量输入。

27. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,借助于电加热装置引入至少30%且至多70%的能量输入。

28. 根据权利要求25所述的方法,其特征在于,借助于电加热装置引入至少40%且至多60%的能量输入。

29. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,设置在面上起作用的电加热装置。

30. 根据权利要求29所述的方法,其特征在于,通过侧电极、块电极或板电极设置所述电加热装置。

31. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,在用玻璃原料覆盖的表面下方以电的方式进行玻璃熔体的加热。

32. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述熔融装置还包括以下部件中的至少一个:

- 装载区,
- 用于排出玻璃熔体的排出装置,
- 用于电加热的电极,
- 桥墙,

-浸入式隔板,该隔板设计有或不带有在顶炉中的分离装置。

33.根据权利要求32所述的方法,其特征在于,所述装载区带有用于装入包括混合物和/或碎玻璃的玻璃原料的供给装置。

34.根据权利要求32所述的方法,其特征在于,所述排出装置为流动通路。

35.一种用于根据权利要求1-34中任一项所述的方法由玻璃熔体生产玻璃产品的熔融装置,包括:

-用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,

-用于装入玻璃原料的供给装置,其中,以此方式进行供给,使得熔融装置的熔融区的表面的至少一部分可以用所供给的玻璃原料覆盖,

-用于以此方式加热玻璃熔体的加热装置,使得在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为1300°C,其中,建立至少50°C的垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ ,并且其中,在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度,因此有: $T_{G\_BOD}>T_0$ ,和

-从熔槽中排出玻璃熔体的排出装置,其中,每公斤排出的玻璃熔体具有少于1000个直径大于50 $\mu\text{m}$ 的气泡,

其中,在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{geo}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{min}$ 的比率 $t_{geo}/t_{min}$ 最大为6。

36.根据权利要求35所述的熔融装置,其特征在于,所述熔融装置用于连续生产所述玻璃产品。

37.根据权利要求35所述的熔融装置,其特征在于,所述熔融装置用于生产包括硼硅酸盐、铝硅酸盐或硼铝硅酸盐玻璃或锂-铝-硅酸盐玻璃陶瓷的玻璃产品。

38.根据权利要求35-37中任一项所述的熔融装置,其特征在于,设置用于精炼从熔槽中排出的玻璃熔体的精炼装置。

39.根据权利要求35-37中任一项所述的熔融装置,其特征在于,所述加热装置包括电加热装置和/或石化加热装置。

40.根据权利要求39所述的熔融装置,其特征在于,所述电加热装置包括在面上起作用的电加热。

41.根据权利要求40所述的熔融装置,其特征在于,通过侧电极、块电极或板电极进行在面上起作用的电加热。

42.根据权利要求35-37中任一项所述的熔融装置,其特征在于,在用玻璃原料覆盖的表面下方以电的方式进行玻璃熔体的加热。

## 用于生产玻璃产品的方法及适于此的装置

### 技术领域

[0001] 本发明一般地涉及一种用于生产玻璃产品的方法以及一种适用于此的装置。

### 背景技术

[0002] 用于生产玻璃熔体的方法很久以来已为人所知。为此目的,选择合适的容器、例如槽或坩埚并填充混合物(Gemenge)或/和碎料。加热所供给的材料,从而形成液态玻璃熔体。材料的供给和/或用于成形操作的液态熔体的放出在这种情况下可以连续地或以一定的时间间隔进行。

[0003] 将热量引入混合物中和玻璃熔体中,例如通过从顶炉空间加热或通过借助于电极的直接电加热。

[0004] 混合物的熔融和为此所需的时间主要通过传热的动力学来决定。这可能导致在形成的玻璃熔体中的多样化的、由于熔融而产生的流动。

[0005] 这些流动的一些部分可以将玻璃熔体的已经被强烈加热的容积元素推回到混合物下方并且因此便于从下面连续地熔融混合物。只有在完全熔融混合物之后,如果需要,才进行精炼,以从熔体中去除可能的气泡。特别是对于特种玻璃,气泡的含量通常是重要的质量特征,并且力求为最终产品达到尽可能少的数量的气泡。

[0006] 虽然高的槽产量、即尽可能高效的用于熔融玻璃的方法是所期望的,但是这不能够以任意方式通过在熔融混合物或碎玻璃期间更高的能量输入来实现。过高的能量输入例如会导致精炼剂的过早活化,从而该精炼剂在实际精炼阶段期间不再可用。由于在形成的玻璃熔体中的复杂的流动特性,使能量输入的正确调节变得困难。

[0007] 例如在Trier, W.的文献: **Glassschmelzöfen - Konstruktion und Betriebsverhalten** (玻璃熔炉-结构和运行性能), 1984年, Springer出版社, 中所描述的研究表明,可能会出现吞吐流(**Durchsatzströmung**)和对流的叠加,这与玻璃在玻璃熔槽中的流动的受几何形状决定的特征有关。这可能导致复杂的混合特性,该混合特性也经受各种变化,例如在改变混合物组成或碎玻璃比例的情况下。

[0008] 文献DE 101 16 293提出一种方法,其中,通过将介质射流引入熔体中并且在这种情况下这样地布置射流,即在玻璃熔体中形成具有在加工方向上的轴线的螺旋状流,该螺旋状流缓慢地朝着出口移动,由此产生对流。该螺旋流主要通过吹嘴的机械脉冲产生。但是,这种方法需要相对较大的熔融设备,至少需要一定的长度,以便能够在加工方向上引入介质射流。可达到的槽产量也不是很高。

[0009] 文献DE 10 2005 039 919 A1描述了一种熔槽,其具有根据气泡的必要的最小停留时间选择的设计,以优化精炼工艺。其背景在于在生产玻璃陶瓷期间降低精炼剂含量。

[0010] 但是值得期望的是,或者在现有的熔融装置下提高产量,或者,特别是对于设计新的熔融装置而言,在相同的产量下更小地构造熔融装置并且由此最终减少混合物在熔融装置中的停留时间。通过这种方式可以提高槽产量,也就是说,相对于熔槽的容积被放出的玻璃的数量。

[0011] 但是,在这种情况下至少不应使所生产的玻璃产品的质量变差,也就是说,产量至少应保持不变。

### 发明内容

[0012] 因此,本发明的一个目的是提供一种更有效的用于熔融玻璃的方法。与从现有技术中已知的方法相比,在此情况下,能够在明显更小的熔融设备中,在至少相同或甚至更好的质量下,将预定的质量流率、也称为槽产量(Wannendurchsatz)的玻璃原料转化为熔体。因此,在这种熔融装置中,必须减少用于熔融混合物和/或碎料的时间,以便相对于给定的熔融容积可以提高产量。

[0013] 此外,如果可以更具体地预先确定并且甚至可以调节用于熔融的时间,则是值得期望的。

[0014] 该问题已经被本发明人解决了。

[0015] 以惊人简单的方式,该问题通过根据独立权利要求之一所述的一种用于由玻璃熔体生产玻璃产品、优选用于连续地生产玻璃产品的方法以及一种适用于实施该方法的熔融装置得以解决。本发明的优选实施方式和扩展方案可以从相应的从属权利要求中获得。

[0016] 因此,本发明提供一种用于由玻璃熔体优选连续地生产玻璃产品的方法,包括以下步骤:

[0017] -提供玻璃原料,特别是混合物和/或碎玻璃,

[0018] -在熔融装置中加热玻璃原料,其中,熔融装置包括用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,其中,熔融装置的熔融区的表面的至少一部分被玻璃原料覆盖并且熔融区的表面的至少一小部分没有被覆盖,

[0019] -以此方式加热熔融装置,使得在熔融装置的自由的表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为 $1300^{\circ}\text{C}$ ,其中,建立至少 $50^{\circ}\text{C}$ 的垂直温差 $T_{G\_BOD} - T_0$ ,并且其中,在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度,因此有: $T_{G\_BOD} > T_0$ ,以及

[0020] -从熔槽中排出玻璃熔体,其中,每公斤排出的玻璃熔体具有优选少于1000个直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡。

[0021] 在本发明的范围中,术语“熔融装置”应理解为一种用于熔融玻璃的系统或设备。该熔融装置可以包括一个或多个熔槽、坩埚或其他用于熔融玻璃的容器。以下为了清楚起见,仅概括性地讨论熔槽。

[0022] 熔槽可以包括各种区域,例如用于将玻璃原料装入熔槽的装载区、用于熔融的区域和/或用于均化或精炼玻璃熔体的区域。这些区域可以在结构上分开或也在结构上组合在一起。因此,玻璃原料的装入和熔融例如可以在第一区域中进行,而均化或精炼在分开的精炼装置中进行。该精炼区可以通过在槽底部上的壁从结构上与装载区或熔融区分开。替代地或附加地,也可以设置从上方突入到玻璃熔体中的所谓的桥墙。如果在结构上分开,例如分开成熔槽和精炼槽,那么各个区域通过合适的供给管路彼此连接,这些供给管路也称为通道或流动通路。

[0023] 对于某些应用来说,还可以附设所谓的工作槽或分配器。熔融的玻璃可以被连续地或间歇地放出,并在冷却到预定的工作温度后,被进一步成形或加工。

[0024] 在这一点上,术语“玻璃原料”是指供给到或装入熔槽中的物料,包括混合物和/或碎玻璃。借助于合适的供给装置,该供给装置可以有利地包括装载机,可以对为此设置的用于装入玻璃原料的装载区进行装载。被玻璃原料覆盖的玻璃熔体的表面在以下也称为混合物毯。

[0025] 一般地,设置熔融装置的、特别是熔槽的封闭顶盖,其也被称为顶炉。该顶炉一般地包括侧壁和拱顶。在石化加热熔槽的情况下,可以将加热装置、例如气体燃烧器布置在侧壁中。在这种情况下,一般如此地设计顶炉,使得在由侧壁和拱顶限定的空间与玻璃熔体的表面之间的良好的热传递。本发明特别好地适用于在顶炉中具有石化加热的熔融装置。

[0026] 熔槽限定了一个容积,该容积被设计用于熔融供给的玻璃原料。

[0027] 该容积通常可以通过所谓的熔融面和也称为熔池深度的高度来确定,所述熔融面表示与所述空间之间的界面并且因此表示玻璃熔体的表面。在熔融装置的运行期间,玻璃熔体位于该容积中,该玻璃熔体可以包括已熔融的玻璃,但也可以还包括供给的玻璃原料的组分,即混合物和/或碎玻璃。

[0028] 熔融装置的设计、特别是熔槽的几何形状、以及用于加热玻璃原料的加热装置的选择和布置对于效率、即槽产量和设备的寿命是至关重要的。在此,槽产量主要由玻璃原料在熔融装置中的停留时间决定。因此,该停留时间描述了玻璃原料、即例如混合物颗粒、从装入的时刻直到经由出口离开为止所测量的在通流系统中、即在熔融装置中的停留时间。

[0029] 对于熔融装置,可以借助于所谓的脉冲标记方法确定停留时间,其中,将所谓的示踪物质与玻璃材料一起供给并且在取样点处、即例如在出口处测量在该供给与第一次浓度增加之间的时间。这种用于玻璃熔融设备的停留时间分析例如在文献 Schippan, D.: Untersuchung des reaktionstechnischen Verhaltens in Behälterglaswannen mit Tracerversuchen (通过示踪剂试验对在容器玻璃槽中的反应技术特性的研究), 获亚琛(莱茵-威斯特法伦)工业大学矿业、冶金业和地球科学系批准的2003年博士论文中做了描述。

[0030] 备选地,也可以借助于数学模拟模型计算最小停留时间。

[0031] 根据现有技术的熔融方法具有热态玻璃熔体从熔槽的容积到原料入口区域中的强烈的反流。由此,一方面,用于熔融原料的能量被输送到原料入口区域中,和另一个方面,产生由高流率引起的用于更好地熔融原料的高剪切速率。这通常被认为是有利的,因为通常期望快速地熔融装入的玻璃原料和/或碎玻璃,以实现相对较高的产量,即大质量流量的玻璃原料。在这种背景下,力争在顶炉中达到非常高的温度,该温度可以为1300°C或更高。

[0032] 在从上方进行纯加热时,例如借助于石化加热装置,尽管可以在顶炉中建立非常高的温度,但是从玻璃熔体的表面看,该温度在朝着熔槽的底部方向上急剧下降,这可以导致上面提到的流动。

[0033] 相反,较好的是如此地设计能量输入,即保证对具有玻璃原料和/或玻璃熔体的容积的更均匀的、连续的加热,因为形成的强烈的反流最终会降低熔融装置的产量并因此降低熔融装置的效率。因此,例如显著的反流导致更大的正向流(Vorströmungen)并且在此情况下包含产生快速路径且因此关键路径的风险。快速路径和关键路径应理解为特别快速地通过熔体容积的路径并且在最关键的情况下在此也通过具有低平均温度的区域的路径。因此,就可能降低产品的质量而言,这些路径被认为是特别关键的。在此缺点还在于,来自在玻璃熔体和玻璃原料之间的边界层的区域中的气泡也可以一起进入玻璃熔体中并广泛地

分布在容积中。

[0034] 此外,借助于仅在顶炉中布置的加热装置进行到玻璃熔体中的热量输入是不一致的并且取决于放入的玻璃原料对玻璃熔体的覆盖度。至少在用玻璃原料覆盖的那些区域中,热量输入是明显不太有利的。

[0035] 在这种背景下,迄今为止已经尝试,使装入的玻璃原材料对表面的覆盖度保持尽可能的小并且以高的能量输入尽可能快地熔融该小的区域。

[0036] 完全出乎意料,发明人发现,在某些情况下,力争达到玻璃原料对表面的显著更高的覆盖度是有利的,并且优选地在此同时在玻璃熔体中建立非常确定的温度分布。

[0037] 其原因在于,玻璃原料对表面的较高覆盖率与在用玻璃原料覆盖的表面上的较低温度的组合抵制了在表面上的烧结,特别是在该表面的未被覆盖的区域上的烧结。发明人已经认识到,由于表面的烧结减少了或甚至完全抑制从玻璃熔体中或从边界层中的气体排出,该表面的烧结不利地影响从位于下面的玻璃熔体中的气体排出。此结果是气体留在玻璃熔体中并且以后可以进入生产的玻璃产品中。由于气体以结合的形式或者附加地通过玻璃原料进入到玻璃熔体中,因此几乎不能避免气体的进入。

[0038] 为了抵制这种情况,在本发明的意义上尝试使尽可能大的比例的玻璃熔体表面保最大化开孔水平。这可以特别有利地通过用玻璃原料覆盖尽可能高的比例的表面来实现。该混合物毯可以抵制表面的烧结。在与玻璃熔体的温度相比相当低的顶炉温度的互相配合下,混合物毯更长时间地保持开孔状态。

[0039] 令人惊讶地,通过这种方式可以显著改善从玻璃熔体中的气体排出。相反,烧结导致在靠近表面的层上沉积物的富集,类似于熔渣的形成,这会大大减少从玻璃熔体中的气体排出。

[0040] 已经表明,当混合物对熔融区域的玻璃表面的覆盖率至少为30%时,就已经可以显著改善气体排出。更大的覆盖率提高了正面效果,因此覆盖率优选大于可用表面的40%和特别优选大于50%。不希望整个表面被玻璃原料覆盖。因此,覆盖度也应该不大于可用表面的80%,优选不大于70%和特别优选不大于60%。

[0041] 为了改进工艺控制并确保更均匀的能量输入,根据本发明规定,在玻璃熔体中和/或在顶炉中建立非常具体的温度和由此产生地、非常具体的垂直和/或水平温差。为此目的,必须知道在熔槽的容积中的不同位置上的温度以及在顶炉中的温度。这些温度可以以有利的方式用于设计并且在以后的运行中用于熔融装置的闭环控制。

[0042] 为了测量在运行中的温度,可以使用合适的热电偶,例如浸入式热电偶或高温计,对于设计而言,替代地或附加地,也可以使用数学模型。借助于数学模型的熔融装置的设计在同一申请人的文献DE 10 2005 039 919 A1中示例性地做了描述并且将其完整地合并于此。

[0043] 与已知方法相反,为了根据本发明进行工艺控制,优选不仅考虑在顶炉中的温度,而且考虑在玻璃熔体中的温度,即在熔槽的容积中的温度,优选地在不同高度上,特别是在玻璃熔体的靠近底部的区域中和/或在与混合物毯相邻接的玻璃熔体中的区域中和/或在玻璃熔体的靠近表面的未被覆盖的区域中。由此可以进一步优化在熔槽中的流动特性,其中,特别是可以减少已熔融的玻璃的反流。

[0044] 这是基于以下认识:在玻璃熔体中的流动在相当大的程度上基于在熔槽的不同位置处的玻璃的密度差。除了作为温度的函数影响密度之外,在玻璃中或在玻璃熔体中的气

泡也对密度具有相当大的影响。因此,在容积中的较少的气泡导致较高的密度并且由此导致与在熔槽中其他区域的较小的密度差。

[0045] 因此,这意味着可以减少玻璃原料在熔槽中的平均停留时间。

[0046] 因此,可以提高熔融装置的效率并因此提高槽产量。

[0047] 为了如期望的那样控制在熔槽中的流动特性,在一个优选实施方式中,确定在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 。此外使用在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 。

[0048] 换句话说,温度 $T_0$ 是在用混合物覆盖的玻璃表面上方的区域中的顶炉温度,也称为拱顶温度。该温度可以借助于引导通过拱顶或甚至熔融设备的侧壁的热电偶来测量,该热电偶的尖端一直突入到炉腔中,但尚未与玻璃熔体接触。根据熔槽的结构的不同情况,热电偶例如可以在玻璃熔体的表面上方1m处测量温度。由于用混合物覆盖的玻璃表面的比例可以变化,因此在一个有利的实施方式中规定,在表面上不同的位置处分布地布置热电偶并且将位于具体的覆盖物上方的那些热电偶用于测量。

[0049] 温度 $T_{G\_BOD}$ 是在自由的、即未被玻璃原料覆盖的表面下方在底部处的玻璃温度。该温度可以借助于引导通过熔融设备的底部的热电偶测量来测量,该热电偶的尖端在与玻璃直接接触下进行布置,即至少稍微从底部中突出并且例如突入到熔槽的容积中5cm或10cm。在此也优选地设置多个在底部的表面上分布地布置的、可以单独读出的测量元件。

[0050] 根据本发明,熔融装置的加热以这样的方式进行,即在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为1300°C,其中,建立至少50°C的垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ ,并且其中,在玻璃浴中,即在玻璃熔体中的温度大于上方的温度,因此有: $T_{G\_BOD}>T_0$ 。更大的垂直温差对于本方法是更有利的。因此,垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ 可以为至少100°C,优选至少150°C。

[0051] 在一个非常有利的实施方式中,在熔槽中建立非常低的水平温差。该水平温差涉及在混合物毯下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{GuG\_BOD}$ 和在自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 。由此尤其可以影响熔融的玻璃的靠近底部的反流。

[0052] 温度 $T_{GuG\_BOD}$ 是在底部处的被玻璃原料覆盖的表面下方的玻璃温度。该温度可以借助于引导通过熔融设备的底部的热电偶来测量,该热电偶的尖端布置成与玻璃直接接触下,因此至少稍微从底部中突出并例如突入熔槽的容积中5cm或10cm。

[0053] 在本发明的意义上,有利的是,在混合物毯下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{GuG\_BOD}$ 与在自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 之间的这个水平温差为小于80°C。由此也可以使在熔槽的容积中的不同区域中的密度差最小化并且由此抵制不希望的流动。在这种情况下已经可以开始减少反流,从而减少了在熔槽中的停留时间。优选的是,该温差小于50°C,特别优选地小于20°C。

[0054] 因此,在熔融装置的设计和工艺控制中的一个决定性的方面在于,使在混合物毯下方的靠近底部的玻璃熔体的温度和在自由的、即未覆盖的表面下方的靠近底部的玻璃熔体的温度尽可能彼此接近并且在理想情况下完全相等。

[0055] 术语“自由表面”在这一点上是指根据本发明在运行中未用玻璃原料覆盖并因此基本上不含玻璃原料的那个区域。因此不排除被装入的玻璃原料、例如混合物、可以通过流动在一定程度上进入该区域。

[0056] 在玻璃熔体的靠近底部的区域中的小的水平温差特别有利于减小反向取向的流

动。以这种方式可以避免关键路径并且可以增加玻璃原料的最小停留时间。

[0057] 然后可以间歇地或优选连续地从熔槽中放出熔融的玻璃。在一个有利的实施例中,然后将熔融的玻璃引导到精炼装置中,以在那里通过均化或减少气泡来实现质量的改善。

[0058] 在这种情况下,令人惊讶地,当在从熔槽排出玻璃熔体的区域中的玻璃的质量仅对应于平均质量时,就足够了。这意味着,在出口或过渡区域处每公斤玻璃中有一定数量的具有一定尺寸的气泡被看作是不很严重的并且在本发明的意义上是可接受的。

[0059] 到目前为止,特别是对于高质量玻璃产品的生产来说,通常在熔槽的出口处已经提供具有尽可能少的气泡的尽可能高质量的玻璃熔体,然后可以将其从熔槽引导到精炼装置中,以去除少量还存在的气泡。

[0060] 现在已经证明,如果在引入的玻璃中仍然存在一定数量的具有一定尺寸的气泡,则对玻璃熔体的均化或精炼可以是非常有利的。如果气泡具有一定尺寸,则可以改善精炼的效果。在过小的气泡情况下,精炼的效果相当小。根据本发明,每公斤被排出并引入到精炼装置或精炼槽中的玻璃熔体具有少于1000个直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡,优选少于900个和特别优选少于800个。在此情况下,在这里和在以下给出的尺寸数据基于在冷玻璃样品上的气泡的测量。

[0061] 通过精炼,可以将每公斤精炼玻璃中直径大于 $50\mu\text{m}$ 的气泡减少到少于10个,优选少于5个和特别优选少于1个。该尺寸数据也基于冷玻璃样品。

[0062] 根据本发明的方法可以用于生产包括硼硅酸盐、铝硅酸盐或硼铝硅酸盐玻璃或锂-铝-硅酸盐玻璃陶瓷的不同的玻璃产品。可以相应地选择混合物和/或碎玻璃的组成。

[0063] 在这种情况下,玻璃原料的组成可以不含精炼剂。但是也可以添加技术人员已知的尺寸和类型的精炼剂,例如砷、锑、锡、铈、硫酸盐、氯化物或它们的任意组合。

[0064] 根据本发明的方法允许通过温度控制而实现在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{\text{min}}$ 。可以借助于上述示踪试验以实验方式确定停留时间 $t_{\text{min}}$ 。备选地,也可以借助于数学模拟模型计算最小停留时间。

[0065] 可以使该最小停留时间 $t_{\text{min}}$ 与所谓的平均几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 相关联。

[0066] 可以根据熔槽的容积和容积流量、即每单位时间宫给的玻璃原料的数量来计算该平均几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 。因此,平均几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 由槽容积与每单位时间的进料容积的比率来确定。

[0067] 已经证明有利的是,在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{\text{min}}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{\text{mg}}$ 之比 $t_{\text{mg}}/t_{\text{min}}$ 为最大6,优选最大4,特别优选最大3。

[0068] 在这一点上也可以看到平均几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 的绝对值,该平均几何停留时间有利地为小于100小时并且因此保证高的槽产量。甚至可以将平均几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 调节为小于70小时和特别优选小于40小时。

[0069] 在熔融装置中的玻璃原料的加热可以包括技术人员已知的电加热装置和/或石化加热装置,其中,本发明特别适用于在顶炉中具有石化加热的熔融装置,该石化加热优选地与额外的电加热相结合。例如已知在顶炉中使用气体燃烧器来加热玻璃熔体。

[0070] 已经证明,仅仅通过布置在顶炉中的加热装置进行加热对于本发明是相当不利的,因为进入玻璃熔体中的温度输入是不均匀的并且仅从表面开始在深度方向上变化,由

此会在容积内形成上述反流。

[0071] 此外,在这种情况下,即仅从上方从顶炉进行加热,温度输入与供给的玻璃原料对玻璃熔体的覆盖率相关并且在不存在覆盖的区域中比在自由区域中更不利。这会导致在被覆盖的表面和自由表面之间的过渡区域处的强烈的垂流,由此导致在玻璃熔体中形成围绕水平轴线的漩涡,它们也已经证明对流动特性整体上是中不利的。在该过渡区域处形成的流动可以导致显著增加玻璃熔体在流动方向上的输送难度。由此可能不利地影响槽产量。

[0072] 因此,在一个有利的实施方式中,加热装置还包括电加热装置,优选电辅助加热装置,其允许更精确地调节能量输入并且因此实现在玻璃熔体中的更均匀和更好的温度控制。电加热装置例如可以包括电极。

[0073] 根据本发明,针对电加热装置,可以有利地设置面电加热装置,该面电加热装置可以优选地包括所谓的侧电极、块电极或板电极并且因此能够实现特别均匀的热量输入。这种电的面加热也可以有利地布置在熔槽的侧壁上,优选地布置在玻璃熔体中的不同高度上,以便有针对性地控制温度输入,例如根据混合物毯的具体的伸展范围和厚度。

[0074] 侧电极、块电极或板电极可以由技术人员已知的材料制成或包括这些材料,优选钨、钨、氧化锡、铂合金或也包括其他通常使用的材料。

[0075] 在一个有利的实施方式中,因此如此地设计加热装置,即至少在用玻璃原料覆盖的表面下方以电的方式进行玻璃熔体的加热。

[0076] 由此可以放弃在玻璃熔体的容积中使用吹嘴和/或棒状电极,它们可能导致点状的热量输入并因此导致不利的流动情况。棒状电极例如在侧壁的附近中的使用则不受此影响。

[0077] 适用于实施该方法的熔融装置还可以具有技术人员已知的其他部件。因此,熔融装置可以进一步包括:

[0078] - 装载区,优选带有用于装入包括混合物和/或碎玻璃的玻璃原料的供给装置,

[0079] - 用于排出玻璃熔体的排出装置,优选流动通路,

[0080] - 用于电加热的电极,优选侧电极、块电极或板电极,

[0081] - 桥墙,

[0082] - 浸入式隔板,该隔板被设计有或不带有在顶炉中的分离装置。

[0083] 这个清单是纯粹举例说明性的而不应该被看作是最终的。

[0084] 本发明还包括一种熔融装置,用于由玻璃熔体优选连续地生产玻璃产品,优选用于生产包含硼硅酸盐、铝硅酸盐或硼铝硅酸盐玻璃或锂-铝-硅酸盐玻璃陶瓷的玻璃产品,包括:

[0085] - 用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,

[0086] - 用于装入玻璃原料的供给装置,其中,以此方式进行供给,使得熔融装置的熔融区的表面的至少一部分可以用所供给的玻璃原料覆盖,

[0087] - 用于以此方式加热玻璃熔体的加热装置,使得在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为1300°C,其中,建立至少50°C的垂直温差 $T_{G\_BOD} - T_0$ ,并且其中,在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度,因此有: $T_{G\_BOD} > T_0$ ,以及

[0088] - 从熔槽中排出玻璃熔体的排出装置,其中,每公斤排出的玻璃熔体具有优选少于1000个直径大于50 $\mu$ m的气泡。

[0089] 有利地,此外可以设置用于均化或精炼所排出的玻璃熔体的精炼装置。在该精炼装置中,可以将每公斤精炼玻璃中直径大于50 $\mu\text{m}$ 的气泡减少到少于10个、优选少于5个直径大于50 $\mu\text{m}$ 的气泡和特别优选少于1个直径大于50 $\mu\text{m}$ 的气泡。

[0090] 加热装置可以包括石化加热装置和/或电加热装置,其中,电辅助加热装置是有利的。有利地,引入的能量因此借助于由石化加热装置和电加热装置的组合来引入;纯石化加热或纯电加热被认为是不利的。这种组合使得能够以极好的方式实现高的能量输入,例如借助于在顶炉中的石化加热,具有非常精确的可控的能量输入、例如借助于在侧壁上的电加热装置,并且因此可靠地实现所期望的温度分布。因此,两种加热装置的优点理想地相互补充。

[0091] 发明人已经发现,当借助于电加热和石化加热在彼此一定的比例下进行能量输入来加热玻璃熔体时,可以实现特别精确的温度控制。因此,有利地,至少25%且至多75%的能量输入借助于电加热装置来进行,优选至少30%且至多70%和特别优选至少40%且至多60%的能量输入借助于电加热装置来进行。然后可以借助于石化加热提供在100%能量输入中缺失的比例。

[0092] 因此,针对电加热装置,可以设置在面上起作用的电加热装置,其可以优选地包括侧电极、块电极或板电极并且因此能够在玻璃熔体中实现均匀的热量输入和均匀的温度分布。它们也可以有利地布置在熔槽的侧面处,以改善温度输入并促进尽可能均匀的水平温度分布,尤其是在熔槽的靠近底部的区域中。

[0093] 在一个有利的实施方式中,如此地设计加热装置,使得在用玻璃原料覆盖的表面下方以电的方式进行玻璃熔体的加热。

[0094] 供给装置可以包括用于供给和装入玻璃原料、即混合物和/或碎玻璃的装载机,并且在这种情况下优选如此地设计,使得熔融装置的熔融区的大部分表面可以用所供给的玻璃原料覆盖。玻璃原料的供给可以借助于技术人员已知的装置或装载机来进行,即例如包括螺旋装载机、推送装载机、振动输送槽、推进器或其他通常使用的装置。

[0095] 以这种方式,大部分表面被覆盖有玻璃原料,优选大于可用表面的30%,优选大于40%和特别优选大于50%。

[0096] 本发明能够在现有的熔融装置中增加产量,或者尤其是对于新的熔融装置的设计,能够在相同的产量下更小地构造熔融装置并因此最终减少混合物在熔融装置中的平均或几何停留时间。通过这种方式可以提高槽产量,即相对于熔槽的容积所放出的玻璃的数量。

[0097] 所生产的玻璃产品的质量不会因该方法而降低,即产量至少保持相同。在各种试验中可以证明,如果在其他边界条件相同的情况下覆盖率提高到30%或更多,则可以显著改善玻璃质量。

[0098] 因此,根据本发明提供一种用于熔融玻璃和用于生产高质量的玻璃产品的高效的方法。

[0099] 可以显著减少用于熔融混合物和/或碎料的时间,从而可以相对于给定的熔体容积提高产量。在一个优选的实施方式中,可以具体地预先确定和调节用于熔融的时间。

## 附图说明

[0100] 下面借助优选的实施方式并参考附图更详细地描述本发明。

[0101] 附图所示:

- [0102] 图1-4示出了一些实施例,它们显示了根据本发明可实现的气泡含量和温度分布,
- [0103] 图5在纵剖面图中示范性地示出了熔融装置,
- [0104] 图6在另一个实施方式中在纵剖面图中示意性地示出了熔融装置,
- [0105] 图7在纵剖面图中示意性地示出了具有熔槽和精炼槽的熔融装置的另一个实施方式,
- [0106] 图8在俯视图中示出了具有侧电极的两部分式熔融装置的另一个实施方式,
- [0107] 图9在纵剖面图中示出了来自图8中的熔融装置,
- [0108] 图10在俯视图中示出了具有侧电极的两部分式熔融装置的另一个实施方式,该熔融装置具有大于25吨/天的熔融能力,其中,电极以横向布置设置在熔槽中,
- [0109] 图11在纵剖面图中示出了来自图10中的实施方式,
- [0110] 图12在俯视图中示出了具有侧电极的两部分式熔融装置的另一个实施方式,该熔融装置具有大于25吨/天的熔融能力,其中,电极以纵向布置设置在熔槽中,和
- [0111] 图13在纵剖面图中示出了来自图12中的实施方式。

### 具体实施方式

[0112] 在以下优选实施方式的详细描述中,为了清楚起见,相同的附图标记表示在这些实施方式中或上的基本上相同的部分。但是,为了更好地说明本发明,在附图中所示的优选实施方式并不总是按比例绘制。

[0113] 根据本发明的用于由玻璃熔体优选连续地生产玻璃产品的方法包括以下步骤:

[0114] -提供玻璃原料,特别是混合物和/或碎玻璃,

[0115] -在熔融装置中加热玻璃原料,其中,熔融装置包括用于由玻璃原料产生玻璃熔体的熔槽和顶炉,其中,熔融装置的熔融区的表面的至少一部分被玻璃原料覆盖并且熔融区的表面的至少一小部分没有被覆盖,

[0116] -这样地加热熔融装置,使得在熔融装置的自由表面下方在底部处的玻璃熔体的温度 $T_{G\_BOD}$ 和在顶炉中的气氛的温度 $T_0$ 分别至少为1300°C,其中,建立至少50°C的垂直温差 $T_{G\_BOD}-T_0$ ,并且其中,在底部处的玻璃熔体的温度大于在顶炉中的气氛的温度,因此有: $T_{G\_BOD}>T_0$ ,

[0117] -从熔槽中排出玻璃熔体,其中,排出的玻璃熔体具有优选少于1000个/公斤的直径大于50 $\mu\text{m}$ 的气泡。

[0118] 本方法以能量输入的优化为基础,其目的在于这样地改善在熔融玻璃原料期间的流动情况,即可以提高槽产量。

[0119] 通过能量输入影响用于玻璃的熔融装置的非常重要的参数。在下面所示的表1中对用于示范性选择的熔融装置的各种重要参数进行对比。这些参数是:

[0120] TP:产量,以吨/天[t/d]为单位来测量,

[0121] MA:熔融面积,供玻璃熔体使用的熔槽容积的表面,以 $\text{m}^2$ 为单位来测量,Spec.MA:比熔融面积[t/ $\text{m}^2$ /d],

[0122]  $t_{\min}$ :熔融设备的最短停留时间,以小时[h]为单位,定义在示踪物质的输入与在排出点处的第一次浓度增加之间的时间,

[0123]  $t_{\text{geo}}$ :熔融设备的平均几何停留时间,以小时[h]为单位,由槽容积和容积流率计算得出,

[0124]  $t_{\text{geo}}/t_{\text{min}}$ :在熔槽中的玻璃熔体的最小停留时间 $t_{\text{min}}$ 与在熔槽中的玻璃熔体的平均几何停留时间 $t_{\text{mg}}$ 之比。

[0125]

	TP	MA	Spez. MA	$t_{\text{min}}$	$t_{\text{geo}}$	$t_{\text{geo}}/t_{\text{min}}$
设备名称	[t/d]	[m <sup>2</sup> ]	[t/m <sup>2</sup> /d]	[h]	[h]	
Schippan						
槽 A 1)	234	75	3.12	8	34	4.3
B1	"	"	"	8	31.7	4.0
B2	"	"	"	7	31.5	4.5
B3	"	"	"	7	31.8	4.5
B4						
Schippan						
槽 B 1)	355	96.4	3.68	2-2.5	22.8	9.1-11.4
2/0	"	"	"	2.5-3.5	21.5	6.1-8.6
2/1	"	"	"	3.5	22	6.3
2/2						
Schippan						
槽 C 1)	280	94	2.98	4	19.5	4.9
H1 - 3/1	"	"	"	4	26.5	6.6
H1 - 3/2	"	"	"	10	38	3.8
H1 - 3/3	"	"	"	6	29.5	4.9
H3 - 3/1	"	"	"	5	29.5	5.9
H3 - 3/2	"	"	"	9	34.5	3.8
H3 - 3/3	"	"	"	6	31	5.2
H5 - 3/1	"	"	"	5	26.5	5.3
H5 - 3/2	"	"	"	7	27	3.9
H5 - 3/3						
Schippan						
槽 D 1)	330	94	3.51	4.5	23.3	5.2
H1 - 3/1	"	"	"	5.5	32	5.8
H1 - 3/2	"	"	"	14	40	2.9
H1 - 3/3	"	"	"	4.5	24.3	5.4
H2 - 3/1	"	"	"	4.5	24.8	5.5
H2 - 3/2	"	"	"	8.5	31.6	3.7

[0126]	H2 - 3/3	”	”	”	5.5	31	5.6
	H5 - 3/1	”	”	”	4.5	24	5.3
	H5 - 3/2	”	”	”	7	33	4.7
	H5 - 3/3						
	TECO 2)	272	84	3.2	--	42	--
	Trier 3)	106.5	133	0.8	6.5	65	10
	VES 4) Rasotherm 玻璃	14	7.5	1.9	4-5	约 35	7-8.8
Oberland W75)	246	71	3.5	4.5	19.5	4.3	
	220	71	3.1	4-5	21.8	4.4-5.5	

[0127] 表1:选择的熔槽的产量、熔融面积和停留时间

[0128] 列出的信息来源于以下文献:

[0129] 1) Schippan, D.: Untersuchung des reaktionstechnischen Verhaltens in **Behälterglaswannen** mit Tracerversuchen (通过示踪剂试验对在容器玻璃槽中的反应技术特性的研究), 获亚琛(莱茵-威斯特法伦)工业大学矿业、冶金学和地球科学系批准的2003年博士论文;

[0130] 槽A: 第72, 75和77-84页

[0131] 槽B: 第92, 95, 102-103页

[0132] 槽C: 第109, 111, 116, 120, 122页

[0133] 槽D: 第124页

[0134] 2) Tecoglas, W.R. Seitz, C.W. Hibscher: “Design Considerations for All-electric Melters (全电熔融装置的设计考虑)”, 1980年11月, 俄亥俄州哥伦布市第41届玻璃问题会议,

[0135] 3) Trier, W.: **Glasschmelzöfen**-Konstruktion und Betriebsverhalten (玻璃熔炉-结构和运行性能), 1984年, Springer-Verlag,

[0136] 4) Hippus, W., Linz, H.-J., Philipp, G.: “Untersuchung von **Abhängigkeiten** zwischen Verweilzeitverteilung des Glases im Schmelzaggreat und technologischen Parametern beider vollen elektrischen Schmelze (对玻璃在熔融装置中的停留时间分布与在全电力熔融下的工艺参数之间的依赖关系的研究), 来自: 1993年6月21至24日, 意大利威尼斯, 欧洲玻璃科学与技术学会第二次会议论文集, Society of Glass Science and Technology, 1993,

[0137] 5) Bauer, J.: “Verweilzeitanalysen an einer Glasschmelzwanne (在玻璃熔槽上的停留时间分析)”, 法兰克福, 第1903号 HVG Communication.

[0138] 在一览表中示出的用于熔槽的重要参数的示例显示了例如具有产量为14t/d (VES Rasotherm玻璃) 的较小和较大的装置, 直至具有日产量高达355t/d (Schippan B2/0) 的大型设备。在所选择的设备中, 不同的玻璃被熔融并加工成不同的玻璃产品。因此, 例如考虑

浮法玻璃设备,但也考虑例如用于生产硼硅酸盐玻璃制品的较小的设备。

[0139] 最小停留时间 $t_{\min}$ 为至少2小时,直至具有超过11小时的设备;几何停留时间 $t_{\text{geo}}$ 为介于19.5小时直至超过60小时之间的值。由此产生3.7直至如10这样的值的比值 $t_{\text{geo}}/t_{\min}$ 。

[0140] 但是,在此应该考虑的是,可实现的值始终应该在与可达到的玻璃质量的结合中来看。作为示例提及的具有小的值的设备在这种情况下没有达到所要求的玻璃质量,如这特别地是本发明的一个关注点。在没有稳定的质量的情况下单独增加产量最终会导致较低的熔融效率。

[0141] 表2示出了在来自表1中的所选的示例性熔融装置中的温度分布。在表2中总结了以下的值:

[0142]  $T_{\text{GuG}}$ :在混合物下方的玻璃温度。借助于浸入式热电偶从上方20cm穿过混合物来测量,或者替代地,借助于数学模拟模型来计算。

[0143]  $T_{\text{GuG}_{\text{Bod}}}$ :在底部处的混合物下面的玻璃温度。借助于引导通过熔融设备的底部的热电偶来测量,热电偶的尖端布置成与玻璃直接接触。

[0144]  $T_{\text{G}_{\text{OF}}}$ :在自由的玻璃浴表面上的玻璃温度,即没有混合物覆盖。借助于浸入式热电偶从上方来测量或借助于具有小于玻璃渗透深度的波长的高温计来测量。

[0145]  $T_{\text{G}_{\text{Bod}}}$ :在自由的玻璃浴表面下面在底部处的玻璃温度。借助于引导通过熔融设备的底部的热电偶来测量,热电偶的尖端布置成与玻璃直接接触。

[0146]  $T_0$ :在用混合物覆盖的玻璃表面上方的区域中的顶炉温度(=拱顶温度)。借助于引导通过熔融设备的拱顶(或侧壁)的热电偶来测量,热电偶的尖端一直突入到炉腔中。

	$T_0$	$T_{\text{GuG}}$	$T_{\text{GuG}_{\text{Bod}}}$	$T_{\text{G}_{\text{OF}}}$	$T_{\text{G}_{\text{Bod}}}$
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Schippan 槽 A1)	1450-1500	--	1250	1550-1590	1250-1260
Schippan 槽 B1)	--	--	1200-1300	1550	1300
Schippan 槽 C1)	1545-1560	--	1055	1565-1595	1080-1090
[0147] Schippan 槽 D1)	1545-1560	--	1055	1565-1595	1080-1090
TECO 2)	50	1345-1425	1380-1410	--	--
Trier 3)	--	--	--	--	--
VES 4)	冷态	--	--	--	--
Rasotherm 玻璃					
Oberland W 75)	--	--	--	--	--

[0148] 表2:示例槽的温度

[0149] 在下面的表3中总结了用于根据本发明的具有重要参数的熔融装置的成功实施例,因此它们反映了技术上的教导。主要显示了:

[0150] 气泡含量 $_{\text{SW}}$ :在熔融区或熔槽的出口处的以气泡/公斤为单位的玻璃质量。在评估中包括具有尺寸为约 $50\mu\text{m}$ 或更大且至多 $1000\mu\text{m}$ 的气泡,其中,该尺寸应理解为气泡在任一个方向上的最大伸展。

[0151] 气泡含量\_LW:在精炼区或精炼槽的出口处的以气泡/公斤为单位的玻璃质量。

[0152] 覆盖率\_SW:以%计的熔融区或熔槽的表面的用混合物覆盖的面积与熔融区或熔槽的总面积的比例。

[0153] 所示的实施例1-5涉及不同玻璃类型的玻璃产品的生产。所示的实施例1-4的日产量相当小,相当小的熔融面积也表明了这一点。在这些实施例中,覆盖率覆盖率\_SW被选择得相对较高并且为至少40%或更多并且直至60%,也就是说,超过一半的供使用的表面被玻璃原料覆盖。

[0154] 由此产生停留时间 $t_{geo}/t_{min}$ 的极低的比率,该比率最大值为3.1并且一直向下降到1.9的值并因此非常接近理想值1.0。

[0155] 在熔融区的末端处的玻璃质量处在300个气泡/公斤的范围内,在某些情况下甚至显著低于该范围。在实施例中规定,供给玻璃进行精炼。这在1640°C(示例1-4)或1600°C(示例5)的温度下进行。结果表明,在精炼之后可以达到小于1个气泡/公斤、优选小于0.1个气泡/公斤的非常高的质量。

示例	玻璃类型	TP	MA	Spez.MA	$t_{min}$	$t_{geo}$	$t_{geo}/t_{min}$	覆盖率_SW
		[t/d]	[m <sup>2</sup> ]	[t/m <sup>2</sup> /d]	[h]	[h]	[h]	%
1a	A	0.35	0.22	1.6	3.3	9.2	2.8	50-60
1b	A	0.35	0.22	1.6	3	9.2	3.1	40-50
2	B	0.43	0.22	2	3.5	7	2.0	50-60
3	C	0.43	0.22	2	4	7.5	1.9	50-60
4	D	0.43	0.22	2	3.5	7.5	2.2	50-60
5	B	12	5.84	2	8	25	3.1	40-60

示例	玻璃类型	$T_0$	$T_{GuG}$	$T_{GuG Bod}$	$T_{G OF}$	$T_{G Bod}$	气泡含量_SW	气泡含量_LW
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	气泡/kg	气泡/kg
1a	A	1560	1600	1640	1600	1640	<10	<0.1
1b	A	1600	1610	1640	1620	1640	300	<0.1
2	B	1500	1570	1640	1580	1640	<10	<0.1
3	C	1560	1600	1640	1610	1640	80	<0.1
4	D	1560	1600	1640	1600	1640	<100	<1
5	C	1500	1480	1530	1530	1570	100	<1

[0157] 表3:用于根据本发明的熔融装置的成功实施例

[0159] 最后,在表4中总结了其他实施例,这些实施例是不成功的。在此,选择了明显更低的覆盖度,其大约在10%和30%之间。结果表明, $t_{geo}/t_{min}$ 的比率基本上明显更不利的。例如,在覆盖度为10-20%的情况下,只能达到6.1的 $t_{geo}/t_{min}$ 比率。

[0160] 而且,尽管也在1640°C的温度下进行了精炼,但可达到的玻璃质量明显较差。在这里可以观察到,气泡含量、即在熔融区或熔槽的出口处测量的气泡/公斤的数值比来自成功

实施例中的气泡含量高好几个级别,在最好的情况下为约8000气泡/公斤,而且甚至高达100000气泡/公斤。在精炼之后的玻璃中也发现明显多于1气泡/公斤。

示例	玻璃类型	TP	MA	Spez.MA	t <sub>min</sub>	t <sub>geo</sub>	t <sub>geo</sub> /t <sub>min</sub>	覆盖率_SW
		[t/d]	[m <sup>2</sup> ]	[t/m <sup>2</sup> /d]	[h]	[h]		%
1	A	0.35	0,22	1.6	2.5	9.2	3.7	20-30
2	A	0.35	0.22	1.6	1.5	9.2	6.1	10-20
3	C	0.43	0.22	2	2.4	7.5	3.1	10-30
4	C	0.43	0.22	2		7.5		10-30
5a	D	0.43	0.22	2	2.2	7.5	3.4	10-30
5b	D	0.43	0.22	2	2.0	7.5	3.8	10-30

示例	玻璃类型	T <sub>0</sub>	T <sub>GuG</sub>	T <sub>GuG Bod</sub>	T <sub>G OF</sub>	T <sub>G Bod</sub>	气泡含量_SW	气泡含量_LW
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	气泡/kg	气泡/kg
1	A	1640	1580	1640	1640	1640	11000	5
2	A	1680	1600	1560	1630	1560	55000	10
3	C	1680	1590	1560	1620	1560	90000	60
4	C	1640	1620	1640	1640	1640	10000	10
5a	D	1640	1620	1640	1640	1640	8000	13
5b	D	1680	1600	1560	1640	1560	>100000	50

[0163] 表4:不成功的实施例

[0164] 优选的实施例在图1-4中示出。在此,图1至4示出了一些实施例,这些实施例显示了对于根据表3和4的所选玻璃类型A、B、C和D根据本发明可达到的气泡含量和温度分布。

[0165] 以下的图5至13示出了根据本发明的熔融装置的实施例。

[0166] 图5在纵剖面图中示范性地示出了在整体上用附图标记1标示的熔融装置。仅作为示例而限于该实施例地示出的熔融装置1是两部分式设计并且在该实施方式中包括熔槽10以及精炼槽20,其中,两个槽各具有在结构上分开的顶炉12、22。在顶炉12、22的区域中布置有气体燃烧器11、21,它们固定在顶炉11、21的侧壁上。在该示例中,为了清楚起见,仅各示出了两个气体燃烧器11、21。当然,不同数量的气体燃烧器11、21也是可行的并且在较大尺寸的熔融装置1中确实合适的,其中,数量和布置取决于期望的能量输入和/或顶炉12、22的几何形状和尺寸。

[0167] 示意性地示出了供给装置31,通过该供给装置可以将玻璃原料引入装载区中,该装载区在该示例中被集成到熔槽10中。熔槽10限定一个容积,该容积被设计用于熔融已装入的玻璃原料。在所示的示例中,该容积14用玻璃熔体30填充,即用至少部分熔融的玻璃原料填充。在用玻璃原料填充的阶段中,容积14的表面形成所谓的玻璃线33。

[0168] 在该示例中,熔槽10还配备有两个底部排放口13,该底部排放口允许将液态的玻璃熔体向下放出。

[0169] 精炼槽20也具有用于容纳玻璃熔体30的容积24。两个容积14、24通过输入管道15

彼此连接,输入管道也称为流动通路。在该示例中,精炼槽20也设计成具有底部排出口23,通过该底部排出口可以放出均匀且精炼的玻璃熔体。

[0170] 通过在图5中所示的熔融装置1,该熔融装置包括熔槽10和精炼槽20,确定了在上面示出的表3和4中所示的、针对熔融装置的温度和工艺控制设定的成功示例(示例1a-4)和不成功示例(示例6-10b)的参数。

[0171] 在表中示出的示例描述了在相同的熔融能力但不同的工艺温度的情况下在所检测的玻璃类型的玻璃质量上的差异。

[0172] 与不成功的示例6至10b相比,成功的示例1a至4显示,在相同的结构尺寸的熔融装置1的情况下,当使用根据本发明的最佳温度时,可以实现负荷增加2倍或甚至更多。因此,在熔融装置1的根据本发明的温度或工艺控制的情况下,可以将约 $0.8\text{t}/\text{m}^2/\text{d}$ 的比熔融能力增加至大于 $2\text{t}/\text{m}^2/\text{d}$ 的比熔融能力。

[0173] 图6在熔槽110的另一个实施方式的纵剖面图中示意性地示出了熔融装置1,用于解释作为工艺模型的工艺控制。通过供给装置31将玻璃原料引入到熔槽110中,玻璃原料在装载区中形成混合物毯32。该混合物毯32在玻璃线33的高度处部分地覆盖玻璃熔体的表面。在所示的示例中,该表面大约1/3被装入的、大部分尚未被熔融的玻璃原料覆盖。在这种情况下,混合物毯32的厚度在生产方向上看减小,也就是说,它在装载区中是最大的。

[0174] 在图6中,此外示意性地示出了几个作为用于确定用于工艺控制(Verfahrensführung)的相关温度的测量点的区域。在该相关温度中包括在顶炉中的温度 $T_0$ 、在混合物下面的玻璃温度 $T_{\text{GuG}}$ 、在底部处在混合物下面的玻璃温度 $T_{\text{G}_\text{BOD}}$ 、在自由的玻璃浴表面处的玻璃温度 $T_{\text{G}_\text{OF}}$ 、和在底部处在自由的玻璃浴表面下面的区域中的玻璃温度 $T_{\text{G}_\text{Bod}}$ 。在混合物毯32与自由的表面之间的边界区域在处理过程中通常是流动的。玻璃熔体的自由表面、即作为自由的玻璃浴表面34在此被理解为一个这样的表面区域,即该表面区域基本上不含有未熔融的玻璃原料,特别地,该表面区域在小于80%、优选地小于70%和特别优选地小于60%的程度上被未熔融的玻璃原料覆盖。因此,被称为自由的玻璃熔体表面的至少20%、优选地至少30%和特别优选地至少40%不含有混合物和/或碎玻璃。

[0175] 图7在具有熔槽210和精炼槽220的纵剖面图中示意性地示出了熔融装置1的另一个实施方式。在该实施方式的设备中确定了在表3和4中的根据示例5的参数。熔槽210和精炼槽220各自具有气体燃烧器11、21,它们布置在顶炉12、22的区域中。顶炉12、22在结构上被浸入隔板41分开,该浸入隔板从顶炉12、22的拱顶一直突入到玻璃熔体30中。

[0176] 示意性地示出了被设计成侧电极的块或板电极16,该块或板电极被布置在熔槽210的玻璃熔体的区域中。在熔槽210和精炼槽220之间还设置了溢流壁42,该溢流壁的上边缘位于玻璃线33下方,从而玻璃熔体可以到达精炼槽220中。此外,设置了用于放出被精炼的玻璃的流动通路43。示出的气体燃烧器11、21以及块或板电极16的数量仅仅是被选择用于说明布置和安装位置并且在实际的熔融装置中可以与其有偏差。

[0177] 图8和图9在另外的视图中示出了来自图7中的熔融装置的结构。图8在俯视图中示出了两部分式熔融装置1,而图9在纵剖面图中示出了同一个熔融装置1。示范性示出的熔融装置1包括熔槽210以及精炼槽220,它们通过流动通路15彼此连接。在图8中所示的俯视图中,可以很好地看到板电极16不仅在熔槽210的两个侧壁上而且在熔槽210的端面上的布置。

[0178] 在图9中可以看到,这些板电极16被安装在玻璃线33下方。混合物毯32在该示例中更大并且包括玻璃熔体30的大约一半的表面。也示出了在其中确定用于工艺控制的相关的熔融装置1的温度的区域。

[0179] 图10和11示出了具有侧电极的两部分式熔融装置1的另一个实施方式,该熔融装置具有大于25吨/天的熔融能力。电极16在该示例中被设计成棒状电极并且在横向布置下设置在熔槽310中,其中,电极16通过在熔槽310的底部中的开口突入到玻璃熔体30中并且通过这种方式,对靠近底部的玻璃熔体也允许高度精确的温度控制。附加地,在顶炉中,不仅在熔槽310中而且在精炼槽320中都设置石化加热装置,在示例中形式为气体燃烧器11、21。

[0180] 最后,图12和13示出了具有侧电极的两部分式熔融装置1的另一个实施方式,该熔融装置具有大于25吨/天的熔融能力。电极16在该示例中也被设计成棒状电极并且在纵向布置下设置在熔槽410中,其中,电极16通过在熔槽410的底部中的开口突入到玻璃熔体30中并且通过这种方式,对靠近底部的玻璃熔体也允许高度精确的温度控制。附加地,在顶炉中,不仅在熔槽410在而且在精炼槽420中都设置有石化加热装置,其在示例中形式为气体燃烧器11、21。

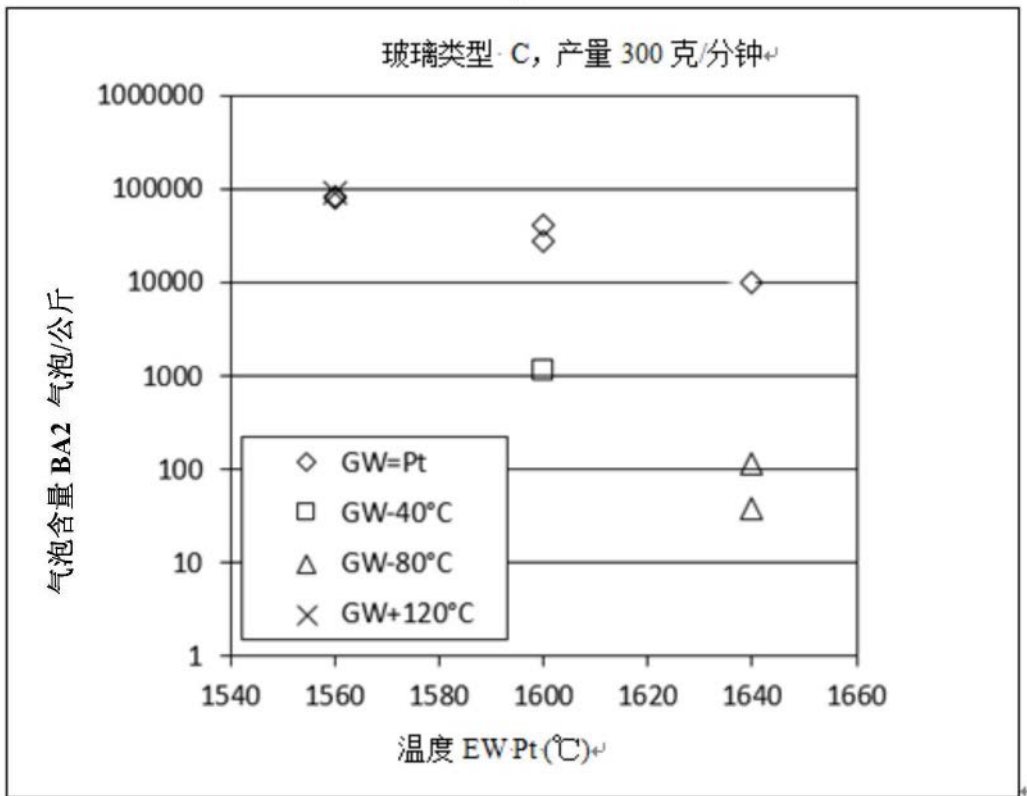


图1

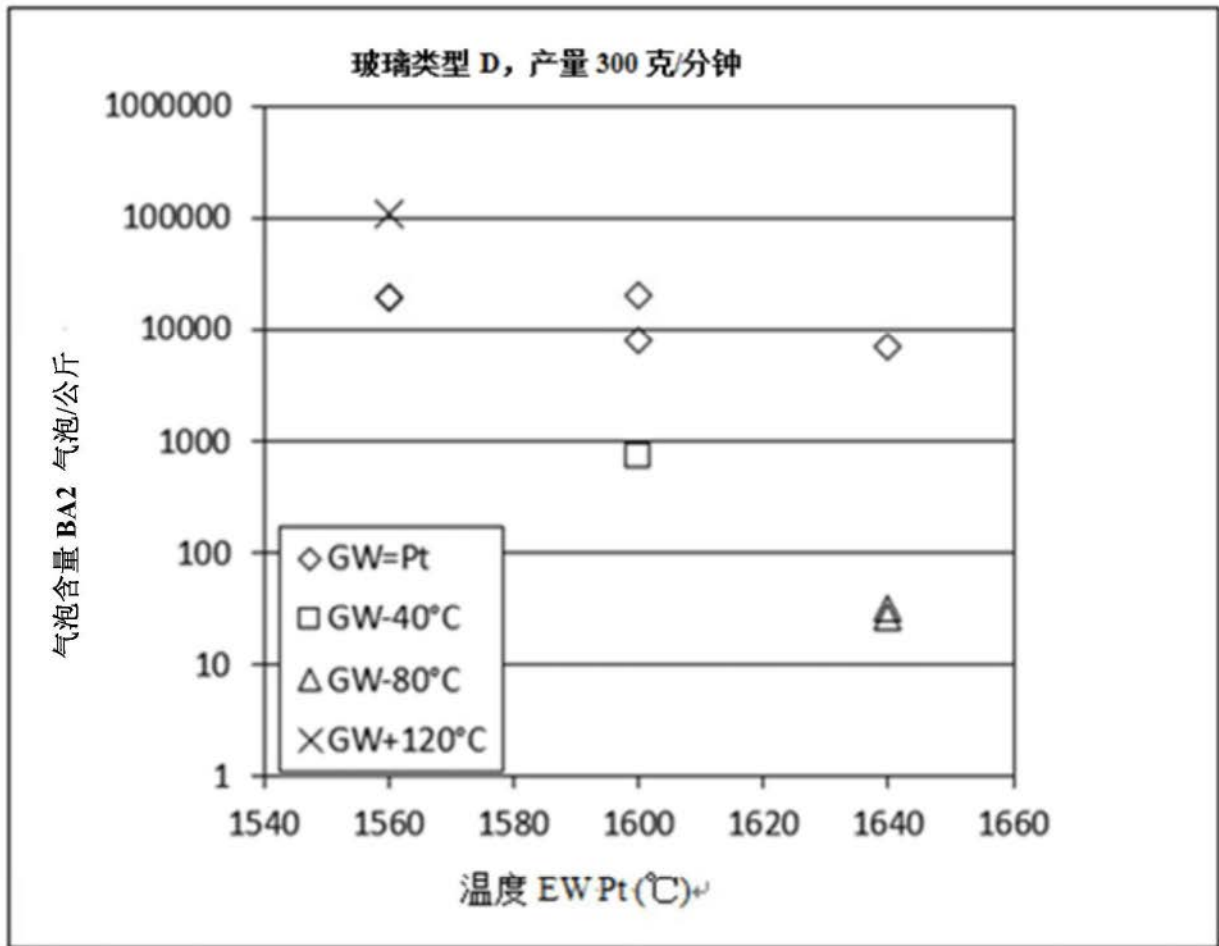


图2

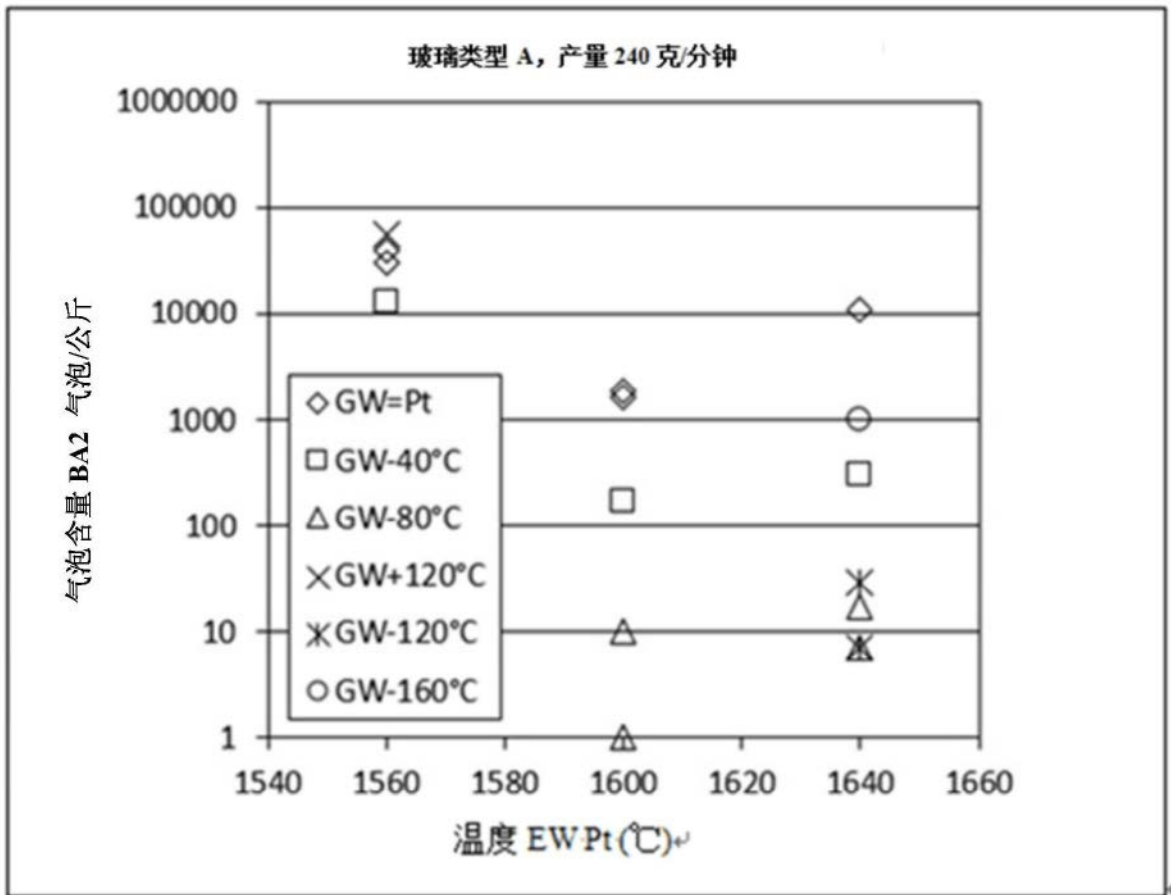


图3

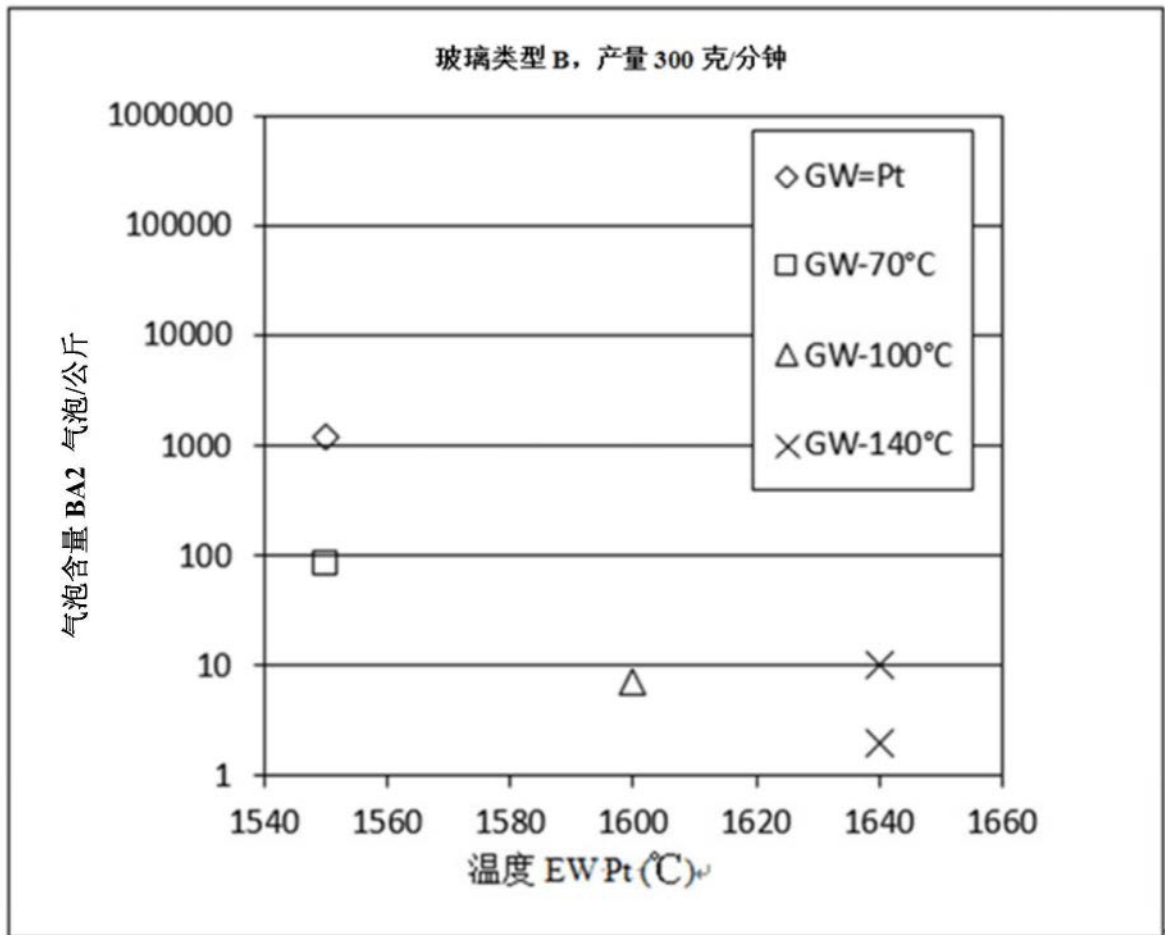


图4

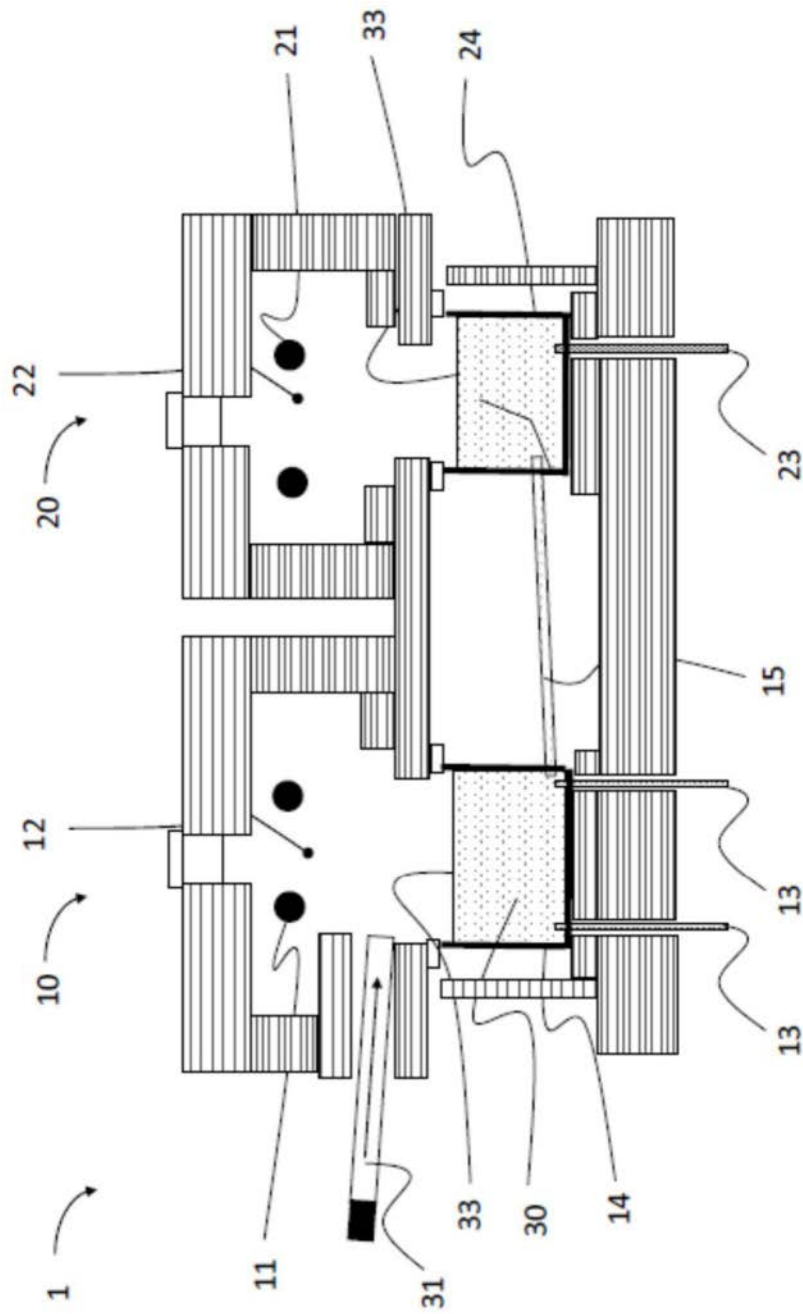


图5



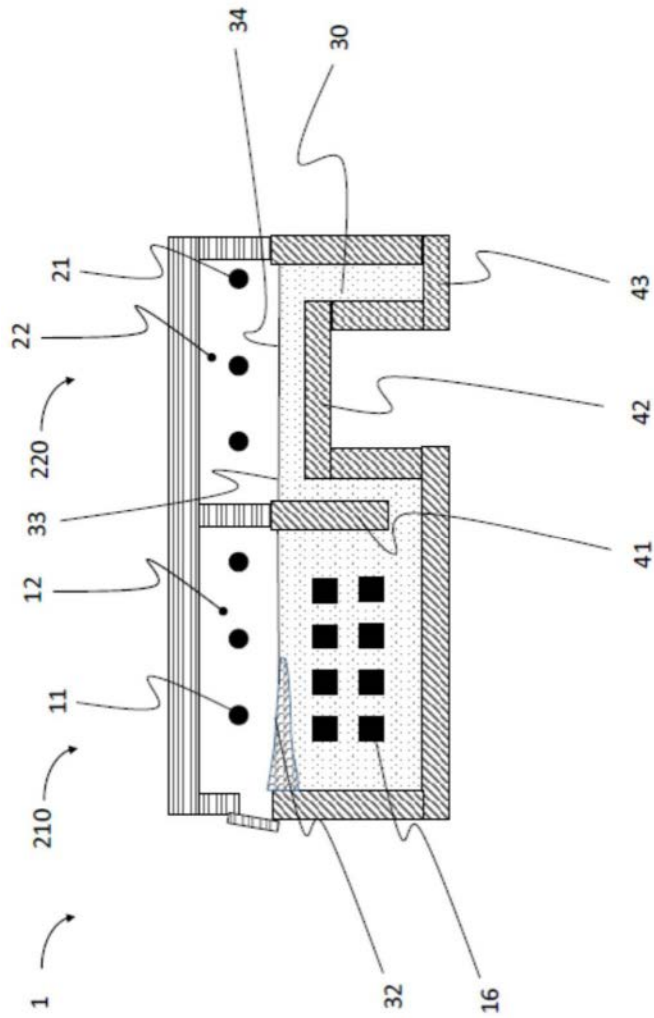


图7

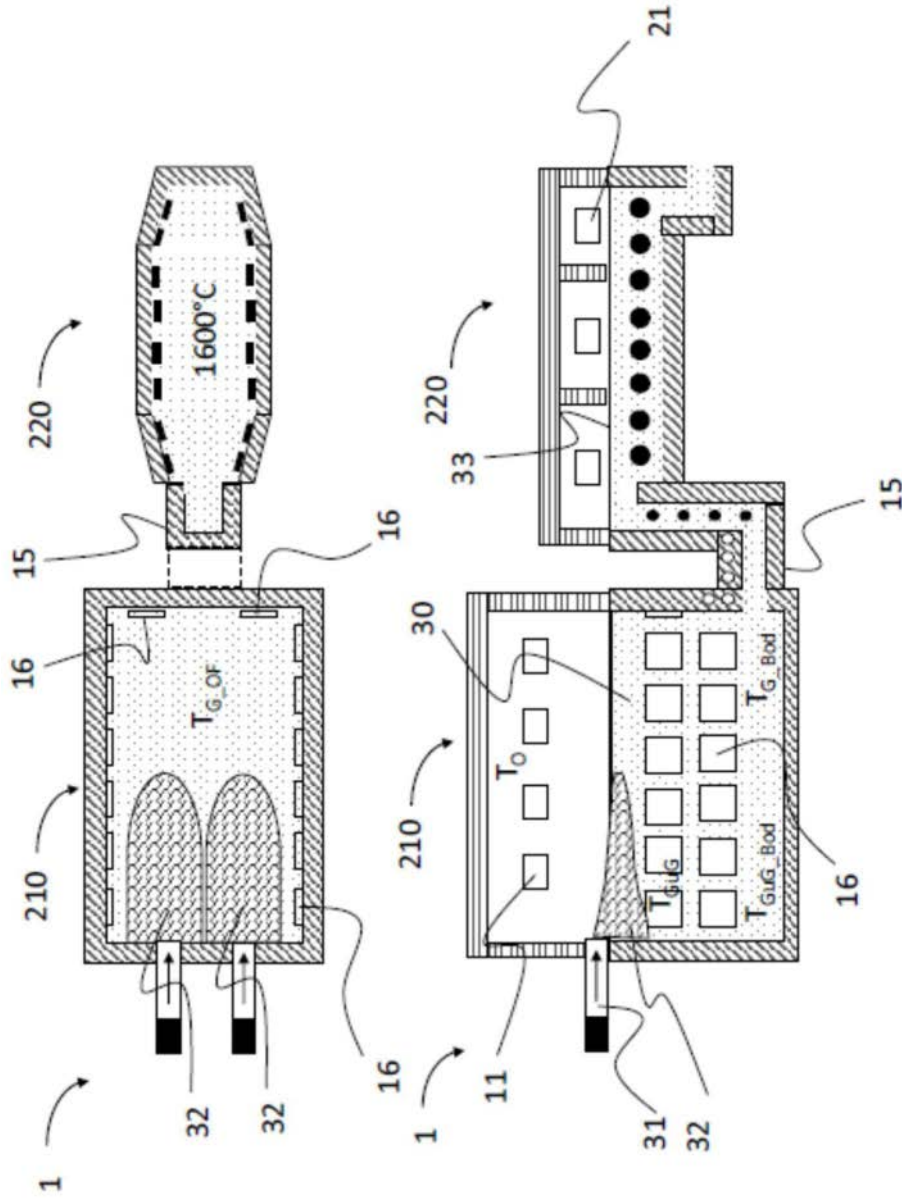


图 8

图 9

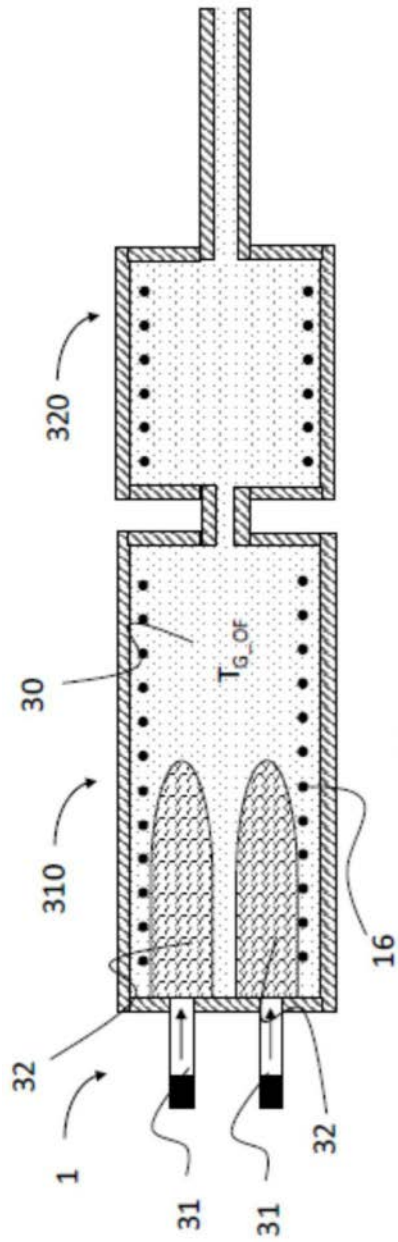


图10



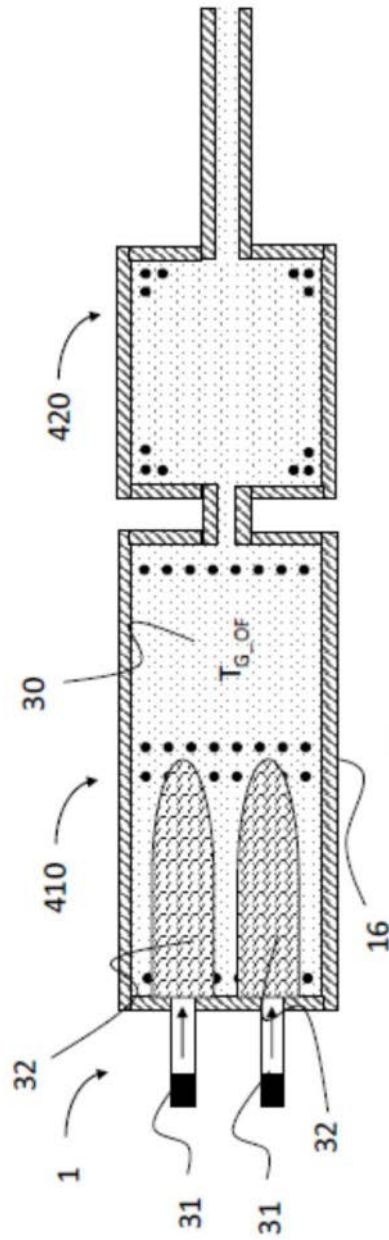


图12

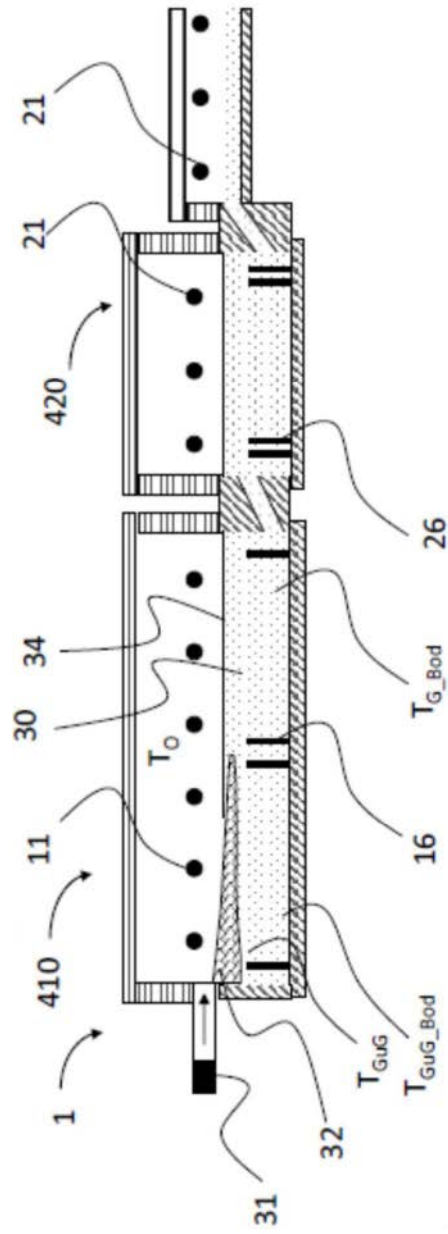


图13