



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107879598 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201710897766.8

C03B 5/187(2006.01)

(22)申请日 2017.09.28

(30)优先权数据

2016-194468 2016.09.30 JP

2016-194541 2016.09.30 JP

2017-183894 2017.09.25 JP

(71)申请人 安瀚视特控股株式会社

地址 日本东京

申请人 安瀚视特股份有限公司

(72)发明人 张钧奕

(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 林斯凯

(51)Int.Cl.

C03B 5/225(2006.01)

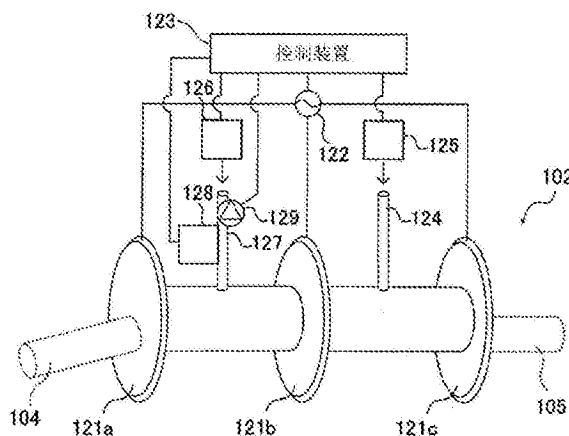
权利要求书2页 说明书15页 附图5页

(54)发明名称

玻璃基板的制造方法、及玻璃基板制造装置

(57)摘要

本发明涉及一种玻璃基板的制造方法及玻璃基板制造装置。本发明的课题在于降低澄清管内的氧气浓度而抑制铂族金属的异物混入至熔融玻璃中。本发明的玻璃基板的制造方法具备使用澄清管进行熔融玻璃的澄清的澄清步骤。在澄清步骤中,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使熔融玻璃流向澄清管内,一边进行澄清。澄清管是由包含铂族金属的材料构成,在与气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出气相空间内的气体;及供给孔,向气相空间内供给对熔融玻璃呈惰性的气体;通气孔及供给孔在熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置。在澄清步骤中,以气相空间内的氧气浓度成为目标值以下的方式从供给孔供给惰性气体,并且在氧气浓度超过高于目标值的容许值的情况下,使来自通气孔的气体的排出量少于氧气浓度为容许值以下的情况下的供给量。



1. 一种玻璃基板的制造方法,其特征在于:具备澄清步骤,所述澄清步骤使用澄清管进行熔融玻璃的澄清,且

在所述澄清步骤中,以在所述熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃流向所述澄清管内,一边进行所述澄清,

所述澄清管是由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置,

在所述澄清步骤中,在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式从所述供给孔供给所述惰性气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第1容许值的情况下,从所述通气孔向所述气相空间供给所述惰性气体。

2. 根据权利要求1所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在从所述供给孔供给所述惰性气体时,于在所述氧气浓度超过所述第1容许值之前超过作为低于所述第1容许值且高于所述目标值的氧气浓度的第2容许值的情况下,使来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量多于所述氧气浓度为所述目标值以下的情况下的来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量。

3. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板的制造方法,其利用随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔的位置与因所述开孔而引起变化的所述氧气浓度的变化之间的预先求出的关系,并根据所述通气孔中的所述氧气浓度的测量值的变化信息特定出所述开孔的位置。

4. 根据权利要求3所述的玻璃基板的制造方法,其进而从特定出所述位置的开孔向所述气相空间内供给所述惰性气体。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在以所述氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度

超过所述第1容许值的情况下,减少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

6. 一种玻璃基板的制造方法,其特征在于:具备澄清步骤,所述澄清步骤使用澄清管进行熔融玻璃的澄清,且

在所述澄清步骤中,以在所述熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃流向所述澄清管内,一边进行所述澄清,

所述澄清管是由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置,

在所述澄清步骤中,在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第3容许值的情况下,减少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

7. 根据权利要求6所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在减少来自所述通气孔的所述气体的排出量后,使来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量多于所述氧气浓度为所述目标值以下的情况下的供给量。

8. 根据权利要求6或7所述的玻璃基板的制造方法,其以减少从随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔流入至所述气相空间内的外部气体的流入量的方式减少所述气体的排出量。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其利用所述开孔的位置与因所述开孔而引起变化的所述氧气浓度的变化之间的预先求出的关系,并根据所述通气孔中的所述氧气浓度的测量值的变化信息特定出所述开孔的位置。

10. 根据权利要求9所述的玻璃基板的制造方法,其根据沿着所述流动方向的所述开孔与所述通气孔的距离的大小调节所述气体的排出量。

11. 一种玻璃基板制造装置,其特征在于具备:

澄清管,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃通过,一边进行所述熔融玻璃的澄清,并且由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置;

惰性气体供给装置,向所述气相空间内供给所述惰性气体;及

控制装置,以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式对于从所述供给孔供给所述惰性气体的动作进行控制,在所述控制中,以在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第1容许值的情况下,从所述通气孔向所述气相空间供给所述惰性气体的方式控制所述惰性气体供给装置。

12. 一种玻璃基板制造装置,其特征在于具备:

澄清管,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃通过,一边进行所述熔融玻璃的澄清,并且由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置;

惰性气体供给装置,向所述气相空间内供给所述惰性气体;及

控制装置,以如下方式控制所述惰性气体供给装置:在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第3容许值的情况下,减少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

玻璃基板的制造方法、及玻璃基板制造装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种玻璃基板的制造方法及玻璃基板制造装置。

背景技术

[0002] 玻璃基板通常是经过从玻璃原料产生熔融玻璃后,将熔融玻璃成形为玻璃基板的步骤来制造。在所述步骤中,包含将熔融玻璃所内包的微小气泡去除的步骤(以下,也称为澄清)。澄清是通过一边对澄清槽的管(澄清管)进行加热,一边使调配了澄清剂的熔融玻璃通过该澄清管,并通过澄清剂的氧化还原反应将熔融玻璃中的泡去除而进行。更具体来说,进而提高经粗熔解后的熔融玻璃的温度,使澄清剂发挥功能而使泡浮起消泡后,降低温度,由此使熔融玻璃吸收未完全消泡而残留的相对较小的泡。也就是说,澄清包含使泡浮起消泡的消泡处理及使熔融玻璃吸收小泡的吸收处理。

[0003] 与成形前的高温熔融玻璃相接的部件的内壁必须根据与该部件相接的熔融玻璃的温度、所要求的玻璃基板的品质等而由适当的材料构成。例如,构成所述澄清管的材料通常使用铂、铂合金等铂族金属(专利文献1)。铂族金属的熔点高,对熔融玻璃的耐腐蚀性也优异。

[0004] [现有技术文献]

[0005] [专利文献]

[0006] [专利文献1]日本专利特开2010-111533号公报

发明内容

[0007] [发明要解决的问题]

[0008] 在熔融玻璃通过将铂族金属用于内壁面的澄清管时,存在于经加热的内壁面上的与气相空间相接的部分,铂族金属被氧化而挥发的情况。另一方面,存在铂族金属的氧化物在温度局部降低的澄清管的位置被还原而附着在内壁面的情况。有附着在内壁面的铂族金属掉落而混入熔融玻璃中,且以异物的形式残留在玻璃基板内的担忧。有包含此种异物的玻璃基板作为缺陷品进行处理的担忧。

[0009] 为了抑制此种铂族金属的挥发,已知有使惰性气体流向澄清管内而降低氧气浓度。可是,得知存在即便使惰性气体流动氧气浓度也不会下降的情况。

[0010] 本发明的目的在于降低澄清管内的氧气浓度而抑制铂族金属的异物混入至熔融玻璃中。

[0011] [解决问题的技术手段]

[0012] 本发明包含以下方式的玻璃基板的制造方法及玻璃基板制造装置。

[0013] (1):一种玻璃基板的制造方法,其特征在于具备澄清步骤,所述澄清步骤使用澄清管进行熔融玻璃的澄清,

[0014] 在所述澄清步骤中,以在所述熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃流向所述澄清管内,一边进行所述澄清,

[0015] 所述澄清管是由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置,

[0016] 在所述澄清步骤中,在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式从所述供给孔供给所述惰性气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第1容许值的情况下,从所述通气孔向所述气相空间供给所述惰性气体。

[0017] (2):根据所述(1)所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在从所述供给孔供给所述惰性气体时,于在所述氧气浓度超过所述第1容许值之前超过作为低于所述第1容许值且高于所述目标值的氧气浓度的第2容许值的情况下,使来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量多于所述氧气浓度为所述目标值以下的情况下的来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量。

[0018] (3):根据所述(1)或所述(2)所述的玻璃基板的制造方法,其以因随着所述澄清管的使用而所述通气孔与所述供给孔之间的所述壁部的部分变形而引起所述氧气浓度在所述流动方向上变得不均匀的方式供给所述惰性气体。

[0019] (4):根据所述(1)至所述(3)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其以减少从随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔流入至所述气相空间内的外部气体的流入量的方式供给所述惰性气体。

[0020] (5):根据所述(1)至所述(4)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其利用随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔的位置与因所述开孔而引起变化的所述氧气浓度的变化之间的预先求出的对应关系,并根据所述通气孔中的所述氧气浓度的测量值的变化信息特定出所述开孔的位置。

[0021] (6):根据所述(5)所述的玻璃基板的制造方法,其根据沿着所述流动方向的所述开孔与所述通气孔的距离的大小调节所述惰性气体的供给量。

[0022] (7):根据所述(5)或所述(6)所述的玻璃基板的制造方法,其还从特定出所述位置的所述开孔向所述气相空间内供给所述惰性气体。

[0023] (8):根据所述(1)至所述(7)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在以所述氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度超过所述第1容许值的情况下,减少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

[0024] (9):一种玻璃基板的制造方法,其特征在于具备澄清步骤,所述澄清步骤使用澄清管进行熔融玻璃的澄清,

[0025] 在所述澄清步骤中,以在所述熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃流向所述澄清管内,一边进行所述澄清,

[0026] 所述澄清管是由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置,

[0027] 在所述澄清步骤中,在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第3容许值的情况下,减

少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

[0028] (10):根据所述(9)所述的玻璃基板的制造方法,其中在所述澄清步骤中,在减少来自所述通气孔的所述气体的排出量后,使来自所述供给孔的所述惰性气体的供给量多于所述氧气浓度为所述目标值以下的情况下的供给量。

[0029] (11):如所述(9)或所述(10)所述的玻璃基板的制造方法,其以减少从随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔流入至所述气相空间内的外部气体的流入量的方式减少所述气体的排出量。

[0030] (12):如所述(9)至(11)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其利用随着所述澄清管的使用而形成在所述壁部的开孔的位置与因所述开孔而引起变化的所述氧气浓度的变化之间的预先求出的对应关系,并根据所述通气孔中的所述氧气浓度的测量值的变化信息特定出所述开孔的位置。

[0031] (13)根据所述(12)所述的玻璃基板的制造方法,其根据沿着所述流动方向的所述开孔与所述通气孔的距离的大小调节所述气体的排出量。

[0032] (14)根据所述(12)或所述(13)所述的玻璃基板的制造方法,其还从特定出所述位置的开孔向所述气相空间内供给所述惰性气体。

[0033] (15)根据所述(5)至所述(7)及所述(12)至所述(14)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其中所述开孔的直径为通气孔的直径的50%以上的大小。

[0034] (16)根据所述(1)至所述(15)中任一项所述的玻璃基板的制造方法,其中所述惰性气体的供给量是以所述澄清后的熔融玻璃不会产生泡的方式调节。

[0035] (17):一种玻璃基板制造装置,其特征在于具备:

[0036] 澄清管,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃通过,一边进行所述熔融玻璃的澄清,并且由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置;

[0037] 惰性气体供给装置,向所述气相空间内供给所述惰性气体;及

[0038] 控制装置,以如下方式控制所述惰性气体供给装置:在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式从所述供给孔供给所述惰性气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第1容许值的情况下,从所述通气孔向所述气相空间供给所述惰性气体。

[0039] (18):一种玻璃基板制造装置,其特征在于具备:

[0040] 澄清管,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间的方式一边使所述熔融玻璃通过,一边进行所述熔融玻璃的澄清,并且由包含铂族金属的材料构成,在与所述气相空间相接的壁部具有:通气孔,排出所述气相空间内的气体;及供给孔,向所述气相空间内供给对所述熔融玻璃呈惰性的气体;所述通气孔及所述供给孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置;

[0041] 惰性气体供给装置,向所述气相空间内供给所述惰性气体;及

[0042] 控制装置,以如下方式控制所述惰性气体供给装置:在以从所述通气孔排出的所述气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从所述供给孔供给所述惰

性气体,且以经控制的排出量从所述通气孔排出所述气体时,在所述氧气浓度超过高于所述目标值的第3容许值的情况下,减少来自所述通气孔的所述气体的排出量。

[0043] [发明的效果]

[0044] 根据本发明,能够降低澄清管内的氧气浓度而抑制铂族金属的异物混入至熔融玻璃中。

附图说明

[0045] 图1是表示玻璃基板的制造方法的流程图。

[0046] 图2是玻璃基板制造装置的概略图。

[0047] 图3是图2所示的澄清管的概略图。

[0048] 图4(a)是对第1实施方式中受损的澄清管进行说明的说明图,(b)是对第1实施方式中的来自通气孔的惰性气体的供给进行说明的说明图。

[0049] 图5(a)是对第2实施方式中受损的澄清管进行说明的说明图,(b)是对第2实施方式中的来自通气孔的气体的排出量的减少进行说明的说明图。

具体实施方式

[0050] 以下,对本实施方式的玻璃基板的制造方法及玻璃基板制造装置进行说明。

[0051] (玻璃基板的制造方法的整体概要)

[0052] 图1是表示本实施方式的玻璃基板的制造方法的步骤的一例的图。玻璃基板的制造方法主要具有熔解步骤(ST1)、澄清步骤(ST2)、均质化步骤(ST3)、供给步骤(ST4)、成形步骤(ST5)、缓冷步骤(ST6)、及切断步骤(ST7)。此外,也可以具有研削步骤、研磨步骤、洗净步骤、检查步骤、捆包步骤等。所制造的玻璃基板视需要在捆包步骤中被积层,并被搬运至购买方的业者。

[0053] 在熔解步骤(ST1)中,通过对玻璃原料进行加热而制作熔融玻璃。

[0054] 在澄清步骤(ST2)中,通过对熔融玻璃进行升温而产生包含熔融玻璃中所包含的氧气、CO₂或者SO₂的泡。该泡吸收因熔融玻璃中所包含的澄清剂(氧化锡等)的还原反应所产生的氧气而成长,并且浮起至熔融玻璃的液面后被释放。之后,在澄清步骤中,通过对熔融玻璃的温度进行降温来促进因澄清剂的还原反应而产生的还原物质的氧化反应。由此,残留在熔融玻璃中的泡中的氧气等气体成分被再次吸收至熔融玻璃中,而泡消灭。

[0055] 在均质化步骤(ST3)中,通过使用搅拌器对熔融玻璃进行搅拌来进行玻璃成分的均质化。由此,能够减少玻璃的组成不均,此不均会成为条纹等产生的原因。均质化步骤是在下述搅拌槽中进行。

[0056] 在供给步骤(ST4)中,将经均质化的熔融玻璃供给至成形装置。

[0057] 成形步骤(ST5)及缓冷步骤(ST6)是利用成形装置而进行的。

[0058] 在成形步骤(ST5)中,将熔融玻璃成形为作为特定厚度的带状玻璃的薄片玻璃,并形成薄片玻璃的流体。成形时,使用浮式法或熔融法(溢流下拉法)等,但在熔融法中,不易延长制造线上的缓冷装置,因此熔融法适合包含离线中的热处理(下述)的玻璃基板的制造方法。

[0059] 在缓冷步骤(ST6)中,以经成形并流动的薄片玻璃成为所需厚度且不会产生内部

应变的方式、进而以不会产生翘曲的方式进行冷却。

[0060] 在切断步骤(ST7)中,通过将缓冷后的薄片玻璃切断成特定长度而获得板状的玻璃基板。将薄片玻璃切断成特定长度的素板的操作也可以称为裁板。通过裁板而获得的玻璃基板进而被切断成特定尺寸以制作目标尺寸的玻璃基板。

[0061] 此外,在切断步骤(ST7)中,通过裁板而获得的玻璃基板例如也可以被未图示的搬运机构夹紧保持,并且被引导、搬运至进行热处理步骤的炉中来进行热处理。裁板后或者热处理后的玻璃基板进而被搬运至进行切断的装置,被切断成制品的尺寸而获得玻璃基板。对于通过切断步骤(ST7)而获得的玻璃基板例如进行以下的步骤。

[0062] 在研削步骤及研磨步骤中,进行包含玻璃基板的端面的研削、研磨及切角的端面加工。在洗净步骤中,为了将玻璃表面的微细异物或污渍去除而将端面加工后的玻璃基板洗净(第1洗净)。第1洗净后,例如对玻璃基板进行包含粗面化步骤及冲洗步骤的表面处理。表面处理,进而进行玻璃基板的洗净(第2洗净),并在检查步骤中进行光学检查来确认经洗净的玻璃基板是否存在包含伤痕、灰尘、污渍或者光学缺陷的损伤。通过检查确认品质合格的玻璃基板在捆包步骤中,是作为与保护玻璃基板的纸交替地积层的积层体被积载在托盘中进行捆包。经捆包的玻璃基板被出货至购买方业者。

[0063] (玻璃基板制造装置的整体概要)

[0064] 图2是进行本实施方式中的熔解步骤(ST1)~切断步骤(ST7)的玻璃基板制造装置的概略图。如图2所示,玻璃基板制造装置主要具有熔解装置100、成形装置200及切断装置300。熔解装置100具有熔解槽101、澄清管102、搅拌槽103、移送管104、105及玻璃供给管106。

[0065] 在图2所示的熔解槽101中设置着未图示的燃烧器等加热器件。将添加了澄清剂的玻璃原料投入至熔解槽101中进行熔解步骤(ST1)。在熔解槽101中熔融的熔融玻璃经由移送管104被供给至澄清管102。

[0066] 在澄清管102中,调整熔融玻璃MG的温度,利用澄清剂的氧化还原反应进行熔融玻璃的澄清步骤(ST2)。具体来说,通过使澄清管102内的熔融玻璃升温,使包含熔融玻璃中所包含的氧气、CO₂或者SO₂的泡吸收因澄清剂的还原反应所产生的氧气而成长,并浮起至熔融玻璃的液面而被释放至气相空间。之后,通过使熔融玻璃的温度降低,而使因澄清剂的还原反应而产生的还原物质进行氧化反应。由此,残留在熔融玻璃中的泡中的氧气等气体成分被再次吸收至熔融玻璃中而泡消灭。澄清后的熔融玻璃经由移送管105被供给至搅拌槽103。

[0067] 在搅拌槽103中,通过搅拌器103a对熔融玻璃进行搅拌而进行均质化步骤(ST3)。经搅拌槽103均质化的熔融玻璃经由玻璃供给管106被供给至成形装置200(供给步骤ST4)。

[0068] 在成形装置200中,例如利用溢流下拉法从熔融玻璃成形出薄片玻璃SG(成形步骤ST5)并进行缓冷(缓冷步骤ST6)。

[0069] 在切断装置300中,形成从薄片玻璃SG切取的板状的玻璃基板(切断步骤ST7)。

[0070] (澄清管的构成)

[0071] 接着,参照图3对澄清管102的构成进行说明。图3是表示澄清管102的构成的概略图。

[0072] 澄清管102是由包含铂族金属的材料构成的管状的部件。所谓铂族金属,指的是铂

(Pt)、钯(Pd)、铑(Rh)、钌(Ru)、锇(Os)、铱(Ir)这6种元素。包含铂族金属的材料使用包含单一元素的铂族金属或包含铂族金属的合金的材料。例如,使用铂或铂合金。

[0073] 在澄清管102的外周面连接着法兰状的电极121a、121b、121c。电极121a~121c在图3所示的例中,配置在澄清管102的长度方向的两端及中央位置这3个部位。电极121a~121c连接在电源装置122。通过分别对电极121a、121b间及电极121b、121c间施加电压而使电流分别流过电极121a、121b间、电极121b、121c间,从而对澄清管102进行通电加热。

[0074] 通过该通电加热,在电极121a、121b间,以澄清管102的最高温度成为例如1600℃~1750℃、更优选1630℃~1750℃的方式进行加热,流经澄清管102内的熔融玻璃的最高温度被加热至适合消泡的温度1600℃~1720℃、更优选1620℃~1720℃。另外,在电极121b、121c间,以澄清管102的最高温度成为例如1590℃~1670℃、更优选1620℃~1670℃的方式进行加热,流经澄清管102内的熔融玻璃的最高温度被加热至适合吸收的温度1590℃~1640℃、更优选1610℃~1640℃。

[0075] 电源装置122是由控制装置123控制。控制装置123控制电源装置122对澄清管102通电的电流,由此控制通过澄清管102的熔融玻璃的温度。控制装置123是包含CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)、存储器等的计算机。

[0076] 另外,电极121a~121c使用水或空气进行冷却。因此,在澄清管102,与电极121a~121c的配置位置对应地形成着温度局部下降的区域。

[0077] 设置在澄清管102的电极的个数并不限制于3个,可以是2个,也可以是4个以上。

[0078] 在澄清步骤(ST2)中,以在熔融玻璃的液面的上方形成气相空间120a的方式一边使熔融玻璃流向澄清管102内,一边进行澄清。澄清管102在与气相空间120a相接的壁部,像图4(a)及图4(b)所示那样,形成着:通气孔102a,排出气相空间内的气体;及供给孔102b,向气相空间内供给对熔融玻璃呈惰性的气体(以下,称为惰性气体)。图4(a)及图4(b)是表示沿着澄清管102的长度方向的剖面的铅垂剖视图。通气孔102a及供给孔102b在熔融玻璃的流动方向上相互隔开配置。

[0079] 此外,通气孔102a中不包含随着澄清管102的使用而形成的孔(例如,下述开孔131)。来自通气孔102a的气体的排出可以在澄清步骤(ST2)的期间内持续进行,也可以断续地进行。例如,在进行下述惰性气体的供给的期间内可以不从通气孔102a排出气体。从通气孔102a排出的气体是包含氧气的气体,也可以包含惰性气体。

[0080] 在通气孔102a所存在的壁部的外周面连接着通气管127。通气管127将气相空间120a与澄清管102的外部空间(例如大气)连通。通气管127在图3所示的例中,是以从壁部的顶部向铅垂上方延伸的方式设置。通气孔102a及通气管127例如配置于在澄清步骤(ST2)中熔融玻璃成为最高温度的位置或者其下游侧附近。通气孔102a及通气管127在图3所示的例中设置在电极121a、121b间。

[0081] 在通气管127设置着抽吸气相空间120a内的气体及浮游物的抽吸装置129。能够通过抽吸装置129将通气管127侧减压(比大气压减压例如10Pa左右)。抽吸装置129由控制装置123控制。通过抽吸装置129控制抽吸压力,由此能够降低气相空间120a内的氧气的浓度。另外,通过控制抽吸压力,能够调节从下述惰性气体供给装置125、126供给至气相空间120a的惰性气体的量。

[0082] 通气管127被隔热部件(下述)包围,通过调整配置在通气管127的上端附近的隔热

部件的间隙的大小,能够调节通气管127的开度。从通气孔102a排出气体是通过利用抽吸装置129进行抽吸而进行的,此外,也是通过澄清管102的内外的气压差而进行的。来自通气孔102a的气体的排出量是通过调节抽吸装置129的抽吸压力或者通气管127的开度来进行调节。

[0083] 在通气管127设置着氧气浓度计128。氧气浓度计128测量从通气孔102a排出的气体的氧气浓度,并将该测量信号输出至控制装置123。通过氧气浓度计128所测量的氧气浓度的信号被输出至控制装置123,控制装置123根据氧气浓度的信号控制惰性气体供给装置125、126,并产生调整惰性气体的供给量、供给压力的控制信号。另外,控制装置123是以根据氧气浓度的信号调节抽吸装置129的抽吸压力或者通气管127的开度的方式产生控制信号。所产生的控制信号被发送至惰性气体供给装置125、126或者抽吸装置129或者调节通气管127的开度的未图示的调整装置。由此,调整惰性气体的供给量、供给压力或者调整来自通气孔102a的气体的排出量。以下,将通过氧气浓度计128所得的氧气浓度的测量结果、也就是从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度作为气相空间内的氧气浓度进行说明。

[0084] 通气管127与惰性气体供给装置126连接。惰性气体供给装置126能够将惰性气体经由通气管127从惰性气体供给装置126供给至气相空间120a。在惰性气体供给装置126向气相空间120a供给惰性气体的情况下,惰性气体供给装置126由控制装置123控制而调整惰性气体的供给量、供给压力。从通气孔102a供给惰性气体能够与从通气孔102a排出气体同时地进行。在断续地供给惰性气体的情况下,能够通过停止利用抽吸装置129进行抽吸时将惰性气体吹入至通气管127内而进行供给。另外,在连续地供给惰性气体的情况下,在通气管127内也可以配置例如将通气管127内、在与气流方向正交的剖面上划分成多个流路的间隔板或直径小于通气管127的其它管,并从与利用抽吸装置129抽吸气体的区块不同的区块供给惰性气体。此外,来自通气管127的惰性气体的供给量可以多于来自通气管127的惰性气体的排出量。

[0085] 在供给孔102b所存在的壁部的外周面连接着供给管124。在图3所示的例中,供给孔102b及供给管124设置在电极121b、121c间。供给管124与惰性气体供给装置125连接。惰性气体供给装置125由控制装置123控制而调整惰性气体的供给量、供给压力。从供给管124导入的惰性气体沿着熔融玻璃的流动方向在图3中从右方向左方流动。

[0086] 从惰性气体供给装置125、126供给的惰性气体优选不仅对于熔融玻璃呈惰性,而且对于铂族金属也呈惰性。例如,能够使用氮气(N₂)、稀有气体(例如氩气(Ar))、一氧化碳(CO)等。氩气或一氧化碳与氮气相比,容易在玻璃结构中移动。因此,即便在溶入至熔融玻璃中的惰性气体以气泡的形式产生的情况下,也容易在熔融玻璃的移送中再次被吸入至玻璃中。因此,就泡品质的方面而言,优选使用氩气。

[0087] 在澄清步骤(ST2)中,以气相空间120a内的氧气浓度成为目标值以下的方式从供给孔102b供给惰性气体。在以下的说明中,以采用利用氧气浓度计128所得的测定值作为气相空间120a内的氧气浓度的情况为例进行说明。氧气浓度的目标值是能够在气相空间120a中良好地抑制铂族金属的挥发的氧气浓度的上限值,例如为5%。就抑制惰性气体溶入至熔融玻璃中从而抑制产生已溶入的惰性气体的气泡的观点来说,目标值的下限值例如为0.1%,优选1%。

[0088] 澄清管102由水泥浇注料(未图示)被覆,在其外侧堆积着耐火砖等隔热部件(未图

示)。也就是说,在澄清管102的周围设置着隔热部件。隔热部件是以与电极121a~121c、通气管127及供给管124分别相接的方式配置。

[0089] (澄清步骤:第1实施方式)

[0090] 接着,对在澄清步骤(ST2)的第1实施方式中进行的惰性气体的供给进行说明。

[0091] 在本实施方式中,在即便以气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)成为目标值以下的方式进行惰性气体的供给,但氧气浓度也因某种原因(例如,壁部变形、在壁部形成开孔而外部气体的氧气进入至气相空间120a内)上升而超过第1容许值的情况下,从通气孔102a向气相空间120a供给惰性气体。例如,在以从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从供给孔102a供给惰性气体,且以经控制的排出量从通气孔102a排出气体时,在氧气浓度上升而超过第1容许值的情况下,从通气孔102a向气相空间120a供给惰性气体。第1容许值如果是超过该值,便无法在气相空间120a中抑制铂族金属的挥发的可能性增高的氧气浓度的值。第1容许值优选14~21%,例如为20%,优选15%。在氧气浓度超过第1容许值的情况下,具体来说,以从通气孔102a供给惰性气体的方式控制惰性气体供给装置126及抽吸装置129。通过像这样从通常用作排出气相空间120a内的气体的排出口的通气孔102a向气相空间120a内供给惰性气体,能够确实地降低在澄清管102内变得过高的氧气浓度,从而抑制铂族金属的挥发。此外,在氧气浓度变成第1容许值以下的情况下,可以停止从通气孔102a供给惰性气体,也可以继续供给惰性气体直至成为目标值以下。

[0092] 另外,在本实施方式中,于在氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)超过第1容许值之前超过低于第1容许值且高于目标值的第2容许值的情况下,优选使来自供给孔102b的惰性气体的供给量多于氧气浓度为目标值以下的情况下的供给量。第2容许值如果是气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)超过该值,便可能无法在气相空间120a中充分地抑制铂族金属的挥发的氧气浓度的值。第2容许值优选7~11%,例如为10%,优选8%。具体来说,在氧气浓度因某种原因(例如,壁部变形、在壁部形成开孔)而超过第2容许值的情况下,首先,以增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量的方式控制惰性气体供给装置125及抽吸装置129。结果,在通过增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量而降低氧气浓度的情况下,不从通气孔102a供给惰性气体。另一方面,在即便增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量仍无法降低氧气浓度且超过第1容许值的情况下,如上所述那样以从通气管127供给惰性气体的方式控制惰性气体供给装置126。此外,在从通气孔102a供给惰性气体的期间内,关于因超过第2容许值而增加的来自供给孔102b的惰性气体的供给量,既可以维持,也可以进而增加。另外,在氧气浓度成为第2容许值以下的情况下,来自供给孔102b的惰性气体的经增加的供给量也可以恢复至增加前的供给量。

[0093] 可是,由于澄清管102在澄清步骤(ST2)中被维持为高温,故而存在随着使用而受损的情况。此处,参照图4(a)及图4(b),对澄清管102受损的情况进行说明。图4(a)是对氧气浓度超过第1容许值的情况进行说明的说明图。图4(b)是对氧气浓度超过第1容许值的情况下的惰性气体的供给进行说明的说明图。

[0094] 澄清管102存在随着使用而以与气相空间120a相接的壁部向内侧下垂的方式变形的情况。在像上述那样变形后的部分(以下,称为变形部),气相空间120a内的气体的流路的面积减小,故而沿着熔融玻璃的流动方向的气体的流动容易停滞。特别是在变形部130的变

形量大的情况下或熔融玻璃的液面上升的情况下,如图4(a)所示,变形部130的下端到达熔融玻璃的液面,而沿着熔融玻璃的流动方向的气体的流动被阻断。结果,惰性气体不会移动至气相空间120a中相对于变形部130而与供给孔102b为相反侧的部分、也就是通气孔102a所存在的一侧的部分,该部分的氧气浓度上升,在气相空间120a内,在沿着流动方向的部位氧气浓度变得不均匀。

[0095] 另外,澄清管102存在根据澄清步骤(ST2)的条件而不易避免铂族金属从壁部挥发从而壁部变薄的情况。如果厚度变薄,那么存在如图4(a)所示那样形成贯通壁部的开孔131的情况。如果形成开孔131,那么会以弥补来自通气孔102a的气体的排出量的方式使包含氧气的外部气体通过开孔131而进入至气相空间120a内。特别是在因抽吸装置129的抽吸或通气孔102a的开度大而令排出量增大的情况下,包含氧气的外部气体的流入量多,因外部气体中所包含的氧气而使气相空间120a内的氧气浓度容易上升。

[0096] 如上所述,如果澄清管102受损,那么即便从供给孔102b供给惰性气体,也无法将氧气浓度维持在目标值以内从而超过第1容许值的可能性增高。

[0097] 另外,由于在澄清管102的外周通常设置着所述隔热部件,故而即便形成变形部130或开孔131,也不易发现该情况,即便发现形成了变形部130或开孔131,也不易获知它们的位置。因此,针对气相空间120a内的氧气浓度的上升,不易采取对策。

[0098] 在本实施方式中,在氧气浓度超过第1容许值的情况下,如图4(b)所示,从通气孔102a供给惰性气体,由此也对相对于变形部130而与供给孔102b为相反侧的部分供给惰性气体,相对于变形部130而为通气孔102a侧的气相空间120a内的氧气浓度降低,由此,可改善气相空间120a内的氧气浓度的不均匀度。另外,通过从通气孔102a供给惰性气体,而抑制外部气体从开孔131的流入。由此,能够确实地降低气相空间120a内的氧气浓度,从而抑制铂族金属的挥发。因此,即便澄清管102受损,也能够持续进行玻璃基板的制造(操作)。

[0099] 优选除从此种通气孔102a供给惰性气体以外,还增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量。由此,例如在所形成的变形部130在澄清管102的管轴方向(熔融玻璃的流动方向)上的位置从通气孔102a及供给孔102b观察时位于管轴方向的相同侧的情况下,在氧气浓度超过第2容许值的情况下,通过增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量,能够降低氧气浓度。另一方面,在所形成的变形部130在澄清管102的管轴方向的位置从通气孔102a及供给孔102b观察时位于不同侧的情况下,氧气浓度超过第2容许值,尽管增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量但氧气浓度仍未下降,即便如此,当氧气浓度超过第1容许值时,通过从通气孔102a供给惰性气体,便能够确实地降低氧气浓度。

[0100] 在本实施方式中,能够利用随着澄清管102的使用而形成在壁部的开孔的位置(澄清管102的管轴方向上的位置)与因开孔131而引起变化的氧气浓度的变化之间的预先求出关系,并根据通气孔102a中的氧气浓度的测量值的变化信息特定出开孔131的位置(澄清管102的管轴方向上的位置)。所述开孔131的位置与氧气浓度的变化的对应关系例如能够根据使澄清步骤(ST2)的条件变化时的氧气浓度的变化求出澄清步骤(ST2)的条件与氧气浓度的关系,进而使用沿着澄清管102的管轴方向的开孔131的位置不同的另一澄清管102以相同的方式求出澄清步骤(ST2)的条件与氧气浓度的关系,并根据所获得的多个关系来求出。作为此种澄清步骤(ST2)的条件,例如能够使用惰性气体的供给压力。在此情况下,根据使来自供给孔102b的惰性气体的供给压力变化时的氧气浓度的测定值的变化,求出惰

性气体的供给压力与氧气浓度的关系。此外,作为氧气浓度的测定值,也可以使用通过将已受损的澄清管102及熔融玻璃模型化,并对惰性气体的供给所伴有的氧气浓度变化进行模拟而求出的对应关系。

[0101] 在本实施方式中,能够通过特定出开孔131的位置,进而根据沿着流动方向的开孔131与通气孔102a的距离的大小来调节惰性气体的供给量。通过本发明者的研究明确如下:沿着管轴方向(熔融玻璃的流动方向)的开孔131与通气孔102a的距离越小,也就是开孔131越靠近通气孔102a,气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)便越高。作为该原因,认为开孔131越靠近通气孔102a,那么从通气孔102a排出气体的力(例如抽吸压力)越强烈地作用,而从开孔131流入的外部气体的量越多。因此,基于特定出位置的开孔131与通气孔102a的距离来调节惰性气体的供给量,由此能够适当地控制气相空间120a内的氧气浓度。具体来说,基于开孔131与通气孔102a的距离来控制惰性气体供给装置126的惰性气体的供给量、供给压力。

[0102] 另外,通过特定出开孔131的位置,能够进而从特定出位置的开孔131向气相空间内供给惰性气体。具体来说,能够将配置在特定出位置的开孔131附近的隔热部件局部去除,将与供给管124相同的供给管(未图示)连接在开孔131所存在的澄清管102的壁部,并且将与惰性气体供给装置125相同的惰性气体供给装置(未图示)连接在该供给管,而从开孔131供给惰性气体。由此,能够进而降低气相空间120a内的氧气浓度。

[0103] 另外,通过特定出开孔131的位置,也能够进而将特定出位置的开孔131附近的隔热部件局部去除,而对形成着开孔131的澄清管102的壁部进行修补。

[0104] 如以上说明那样,在澄清步骤(ST2)中,在尽管以气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)成为目标值以下的方式进行惰性气体的供给,但氧气浓度仍会因某种原因上升而超过第1容许值的情况下,从通气孔102a向气相空间供给惰性气体。由此,能够确实地降低在澄清管102内变得过高的氧气浓度而抑制铂族金属从澄清管102挥发,从而能够抑制铂族金属的异物混入至熔融玻璃中。

[0105] 另外,在当氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)超过第2容许值时,即便增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量,仍无法降低氧气浓度,而在超过第1容许值的情况下,通过从通气孔102a供给惰性气体,能够确实地降低氧气浓度。

[0106] 另外,能够利用沿着澄清管102的管轴方向(熔融玻璃的流动方向)的壁部中的开孔131的位置与因开孔而产生的氧气浓度的变化之间的预先求出的对应关系,并根据所测量的氧气浓度的变化特定出开孔131的位置。另外,通过从特定出位置的开孔131供给惰性气体,能够进而降低氧气浓度。

[0107] (澄清步骤:第2实施方式)

[0108] 接着,对在澄清步骤(ST2)的第2实施方式中进行的从通气管127排出的操作进行说明。

[0109] 在本实施方式中,也存在如下情况:即便与所述澄清步骤的第1实施方式的情况同样地,以气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)成为目标值以下的方式进行惰性气体的供给,氧气浓度仍会上升。在本实施方式中,在气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)超过高于目标值的第3容许值的情况下,减少来自通气孔102a的气体的排出量。例如,在以从通气孔102a排出的气体中的氧气浓

度成为目标值以下的方式以经控制的供给量从供给孔102b供给气体,且以经控制的排出量从通气孔102a排出气体时,在超过高于目标值的第3容许值的情况下,减少来自通气孔102a的排出量。认为此种氧气浓度的上升的原因在于因某种原因(例如,在壁部形成开孔)而导致氧气进入至气相区间120a内。该第3容许值是如果超过该值,那么在气相空间120a中无法抑制铂族金属的挥发的可能性增高的氧气浓度的值。第3容许值优选14~21%,例如为20%,优选15%。在氧气浓度超过容许值的情况下,具体来说,以减少来自通气孔102a的气体的排出量的方式,控制抽吸装置129的抽吸压力或者调节通气管127的开度。如此一来,通过减少来自通气管127的排出量,例如,通过比经控制的排出量进一步减少,能够确实地减少进入至气相空间120a中的包含氧气的外部气体的流入量,确实地降低在澄清管102内变得过高的氧气浓度,而抑制铂族金属的挥发。此外,在氧气浓度成为第3容许值以下的情况下,来自通气孔102a的气体的排出量既可以增加至超过第3容许值之前的排出量,也可以维持。此处,第3容许值优选与第1实施方式中的第1容许值相同。因此,在进行第1实施方式时,当超过第1容许值(第3容许值)时,优选从通气孔102a向气相空间120a供给惰性气体,并且减少来自通气孔102a的气体的排出量。

[0110] 另外,在本实施方式中,优选在减少来自通气孔102a的气体的排出量后,使来自供给孔102b的惰性气体的供给量多于氧气浓度为目标值以下的情况下的供给量。具体来说,在减少来自通气孔102a的气体的排出量后,以增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量的方式控制惰性气体供给装置125及抽吸装置129。只要已减少来自通气孔102a的气体的排出量,那么即便增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量,也可以将从通气孔102a排出的惰性气体的量抑制为较少,从而能够高效率地降低气相空间120a内的氧气浓度。

[0111] 由于澄清管102在澄清步骤(ST2)中被维持为高温,故而存在随着使用而受损的情况。此处,参照图5(a)及图5(b)对澄清管102受损的情况进行说明。图4(a)是对氧气浓度超过容许值的情况进行说明的说明图。图4(b)是对在氧气浓度超过容许值的情况下减少来自通气管127的气体的排出量进行说明的说明图。

[0112] 澄清管102存在根据澄清步骤(ST2)的条件而不易避免来自壁部的铂族金属的挥发从而壁部变薄的情况。如果厚度变薄,那么存在如图4(a)所示那样形成贯通壁部的开孔131的情况。如果形成开孔131,那么会以弥补来自通气孔102a的气体的排出量的方式使包含氧气的外部气体通过开孔131而进入至气相空间120a内。特别是在因抽吸装置129的抽吸或通气孔102a的开度大而令排出量增大的情况下,包含氧气的外部气体的流入量多,因外部气体中所包含的氧气而使气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)容易上升。

[0113] 如上所述,如果澄清管102受损,那么即便从供给孔102b供给惰性气体,仍无法将氧气浓度维持在目标值以内,从而超过容许值的可能性增高。

[0114] 另外,由于在澄清管102的外周通常设置着隔热部件,故而即便形成开孔131,也不易发现该情况,即便发现形成了开孔131,也不易获知它们的位置。因此,针对气相空间120a内的氧气浓度的上升,不易采取对策。

[0115] 在本实施方式中,在氧气浓度超过容许值的情况下,如图4(b)所示,减少来自通气孔102a的气体的排出量,由此能够减少为了弥补从通气孔102a排出的气体而从开孔131流入的外部气体的量。因此,能够确实地降低气相空间120a内的氧气浓度,从而能够抑制铂族

金属的挥发。因此,即便澄清管102受损,也能够持续进行玻璃基板的制造(操作)。此外,此时,优选除减少来自通气孔102a的气体的排出量以外,还增加来自供给孔102b的惰性气体的供给量。

[0116] 在本实施方式中,也能够如所述第1实施方式中所说明的那样,利用随着澄清管102的使用而形成在壁部的开孔的位置(澄清管102的管轴方向上的位置)与因开孔131而引起变化的氧气浓度的变化之间的预先求出的对应关系,并根据通气孔102a中的氧气浓度的测量值的变化信息特定出开孔131的位置(澄清管102的管轴方向上的位置)。

[0117] 在本实施方式中,也能够如同第1实施方式那样,通过特定出开孔131的位置,进而根据沿着流动方向的开孔131与通气孔102a的距离的大小调节气体的排出量。

[0118] 另外,通过特定出开孔131的位置,能够进而从特定出位置的开孔131向气相空间内供给惰性气体。具体来说,能够将配置在特定出位置的开孔131附近的隔热部件打开,将与供给管124相同的供给管(未图示)连接在开孔131所存在的澄清管102的壁部,并且将与惰性气体供给装置125相同的惰性气体供给装置(未图示)连接在该供给管,而从开孔131供给惰性气体。由此,能够进而降低气相空间120a内的氧气浓度。

[0119] 另外,通过特定出开孔131的位置,也能够进而将特定出位置的开孔131附近的隔热部件打开,而对形成着开孔131的澄清管102的壁部进行修补。

[0120] 根据第2实施方式,在澄清步骤(ST2)中,在尽管以气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)成为目标值以下的方式进行惰性气体的供给,但氧气浓度仍会上升而超过第3容许值的情况下,减少来自通气孔102a的气体的排出量。由此,能够减少因某种原因而流入至外部的氧气量,从而能够确实地降低在澄清管102内变得过高的氧气浓度。因此,能够抑制铂族金属从澄清管102挥发,从而能够抑制铂族金属的异物混入至熔融玻璃中。

[0121] 另外,在减少来自通气孔127的气体的排出量后,使来自供给孔102b的惰性气体的供给量多于氧气浓度为目标值以下的情况下的供给量,由此能够高效率地降低气相空间120a内的氧气浓度。

[0122] 另外,减少来自通气孔102a的气体的排出量,由此能够减少从伴随着澄清管102的使用而形成在壁部的开孔131流入至气相空间120a内的外部气体的流入量。

[0123] 另外,能够利用沿着流动方向的壁部中的开孔131的位置与氧气浓度的大小的预先求出的关系,并根据氧气浓度特定出开孔的位置。

[0124] 另外,能够利用沿着澄清管102的管轴方向(熔融玻璃的流动方向)的壁部中的开孔的位置与因开孔而引起变化的氧气浓度的变化之间的预先求出的对应关系,并根据氧气浓度的变化特定出开孔131的位置。另外,通过从特定出位置的开孔131供给惰性气体,能够进而降低氧气浓度。

[0125] 另外,通过根据沿着流动方向的开孔131与通气孔102a的距离的大小来调节气体的排出量,能够适当地控制气相空间120a内的氧气浓度(从通气孔102a排出的气体中的氧气浓度)。

[0126] 所述第1实施方式及第2实施方式在开孔131的直径大的情况下发挥大的效果而较佳。开孔131存在虽然形成在澄清管102的最初直径小,但也会随着使用而增大的情况。直径小的开孔131可能会因从该开孔漏出的熔融玻璃冷却后凝固而堵塞,直径大的开孔131不易

堵塞,而容易保持打开状态。得知此种直径大的开孔131容易使外部气体的流入量增加,特别是在与通气孔102a为相同程度以上的大小的情况下变得显著。在所述第1实施方式中,在氧气浓度超过第1容许值的情况下,从通气孔102a供给惰性气体,由此,即便在形成了直径大的开孔131的情况下,也能够通过从通气孔102a供给惰性气体来确实地降低气相空间120a内的氧气浓度。另外,在第2实施方式中,如上所述那样在氧气浓度超过第3容许值的情况下,从通气孔102a供给惰性气体,由此,即便在形成了直径大的开孔131的情况下,也能够通过减少来自通气孔102a的气体的排出量来确实地降低气相空间120a内的氧气浓度。此外,所谓开孔131的直径,指的是投影在澄清管102的壁部所延伸的面的开孔131的最大长度。所谓开孔131的直径大的情况,具体来说,开孔131的直径为通气孔102a的直径的50%以上,为3mm以上。开孔131的直径的上限值并无特别限制,例如为通气孔102a的直径的2倍,为10mm。

[0127] 在所述第1实施方式及第2实施方式中,惰性气体的供给量优选以澄清后的熔融玻璃不会产生泡的方式进行调节。消泡处理后的熔融玻璃如上所述那样,通过澄清管102后在移送管105内移送,并在搅拌槽103中进行均质化步骤(ST3)。在该过程中,熔融玻璃虽被降温,但温度仍会局部上升,结果存在通过吸收处理而被吸收至熔融玻璃中的气泡再次消泡的情况。此种泡在搅拌槽103中也可能因熔融玻璃与搅拌器103a接触而产生。得知此种泡在澄清步骤(ST2)中,在供给至气相空间120a的惰性气体的压力高的情况下容易产生。在本实施方式中,将供给至气相空间的惰性气体的压力以澄清后的熔融玻璃不会产生泡的方式进行调节,由此能够抑制泡残留在玻璃基板中。例如,优选从通气孔102a及供给孔102b、开孔131一起分散地供给惰性气体,或增大各孔的流路面积而将供给压力抑制在较低的范围内。

[0128] (玻璃基板)

[0129] 在第1实施方式及第2实施方式中制造的玻璃基板的大小并无特别限制,例如纵尺寸及横尺寸分别优选500mm~3500mm、1500mm~3500mm、1800~3500mm、2000mm~3500mm,2000mm~3500mm。

[0130] 玻璃基板的厚度例如为0.1~1.1mm,更优选为0.75mm以下的极薄的矩形形状的板,例如更优选0.55mm以下,进而更优选0.45mm以下的厚度。玻璃基板的厚度的下限值优选0.15mm,更优选0.25mm。

[0131] <玻璃组成>

[0132] 作为此种玻璃基板,例示以下的玻璃组成的玻璃基板。也就是以制造以下的玻璃组成的玻璃基板的方式调制熔融玻璃的原料。

[0133] SiO_2 55~80摩尔%、

[0134] Al_2O_3 8~20摩尔%、

[0135] B_2O_3 0~12摩尔%、

[0136] R0 0~17摩尔%(R0为MgO、CaO、SrO及BaO的总量)。

[0137] 就缩小热收缩率的观点来说, SiO_2 优选60~75摩尔%,进而优选63~72摩尔%。

[0138] R0中,优选MgO为0~10摩尔%,CaO为0~15摩尔%,SrO为0~10%,BaO为0~10%。

[0139] 另外,也可以为至少包含 SiO_2 、 Al_2O_3 、 B_2O_3 及R0且摩尔比 $((2 \times \text{SiO}_2) + \text{Al}_2\text{O}_3) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R0})$ 为4.5以上的玻璃。另外,优选包含MgO、CaO、SrO、及BaO的至少一种且摩尔比 $(\text{BaO} +$

SrO)/RO为0.1以上。

[0140] 另外,摩尔%表示的 B_2O_3 的含有率的2倍与摩尔%表示的RO的含有率的合计优选30摩尔%以下,优选10~30摩尔%。

[0141] 另外,所述玻璃组成的玻璃基板中的碱金属氧化物的含有率也可以为0摩尔%以上且0.4摩尔%以下。

[0142] 另外,并非必须包含合计为0.05~1.5摩尔%的在玻璃中价数变动的金属的氧化物(氧化锡、氧化铁)且实质上不包含 As_2O_3 、 Sb_2O_3 及 PbO ,而是任意。

[0143] 另外,根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板优选使用无碱的硼铝硅酸盐玻璃或者含微量碱的玻璃。

[0144] 根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板优选包含包括例如以下组成的无碱玻璃。

[0145] 作为根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板的玻璃组成,例如可以列举如下(质量%表示)。

[0146] 可以包含 SiO_2 :50~70% (优选57~64%)、 Al_2O_3 :5~25% (优选12~18%)、 B_2O_3 :0~15% (优选6~13%),进而任意包含以下所示的组成。作为任意包含的成分,可以列举 MgO :0~10% (优选0.5~4%)、 CaO :0~20% (优选3~7%)、 SrO :0~20% (优选0.5~8%,更优选3~7%)、 BaO :0~10% (优选0~3%,更优选0~1%)、 ZrO_2 :0~10% (优选0~4%,更优选0~1%)。进而,更优选包含 R'_2O :超过0.10%且2.0%以下(其中, R' 是选自Li、Na及K中的至少1种)。

[0147] 或者,优选含有 SiO_2 :50~70% (优选55~65%)、 B_2O_3 :0~10% (优选0~5%、1.3~5%)、 Al_2O_3 :10~25% (优选16~22%)、 MgO :0~10% (优选0.5~4%)、 CaO :0~20% (优选2~10%、2~6%)、 SrO :0~20% (优选0~4%、0.4~3%)、 BaO :0~15% (优选4~11%)、 RO :5~20% (优选8~20%、14~19%) (其中,R是选自Mg、Ca、Sr及Ba中的至少1种)。进而,更优选包含超过0.10%且2.0%以下(其中, R' 是选自Li、Na及K中的至少1种)的 R'_2O 。

[0148] <杨氏模数>

[0149] 作为根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板的杨氏模数,例如优选72GPa以上,更优选75GPa以上,进而更优选77GPa以上。

[0150] <应变点>

[0151] 作为根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板的应变率,例如优选650℃以上,更优选680℃以上,进而更优选700℃以上、720℃以上。

[0152] <热收缩率>

[0153] 根据第1实施方式及第2实施方式而制造的玻璃基板的热收缩率例如为50ppm以下,优选40ppm以下,更优选30ppm以下,进而更优选20ppm以下。作为降低热收缩率之前的玻璃基板的热收缩率的范围,优选10ppm~40ppm。

[0154] 在第1实施方式及第2实施方式中制造的玻璃基板适合作为包含平板显示器用玻璃基板、曲板显示器用玻璃基板的显示器用玻璃基板,例如适合作为液晶显示器用玻璃基板或者有机EL(Electroluminescence,电致发光)显示器用的玻璃基板。进而,在第1实施方式及第2实施方式中制造的玻璃基板适合高清显示器所采用的使用IGZO(铟、镓、锌、氧)等氧化物半导体的氧化物半导体显示器用玻璃基板及使用LTPS(Low-temperature

polycrystalline silicon, 低温度多晶硅) 半导体的LTPS显示器用玻璃基板。

[0155] 另外, 在第1实施方式及第2实施方式中制造的玻璃基板也能够应用在覆盖玻璃、磁盘用玻璃、太阳电池用玻璃基板等。

[0156] 以上, 对本发明的玻璃基板的制造方法及玻璃基板制造装置详细地进行了说明, 但本发明并不限定在所述实施方式, 当然能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行各种改良或变更。

[0157] [符号的说明]

[0158]	100	熔解装置
[0159]	101	熔解槽
[0160]	102	澄清管
[0161]	102a	通气孔
[0162]	102b	供给孔
[0163]	103	搅拌槽
[0164]	103a	搅拌器
[0165]	104、105	移送管
[0166]	106	玻璃供给管
[0167]	120a	气相空间
[0168]	121a~121c	电极
[0169]	123	控制装置
[0170]	124	供给管
[0171]	125、126	惰性气体供给装置
[0172]	127	通气管
[0173]	130	变形部
[0174]	131	开孔
[0175]	200	成形装置
[0176]	300	切断装置
[0177]	MG	熔融玻璃
[0178]	SG	薄片玻璃

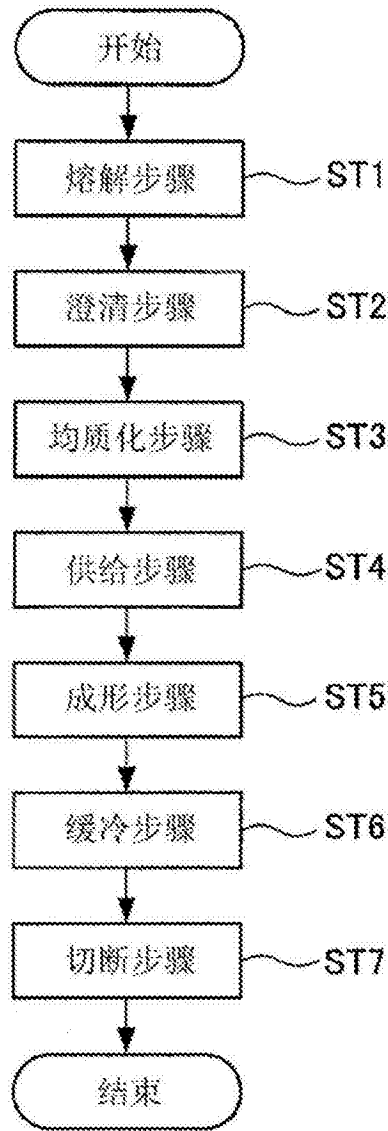


图1

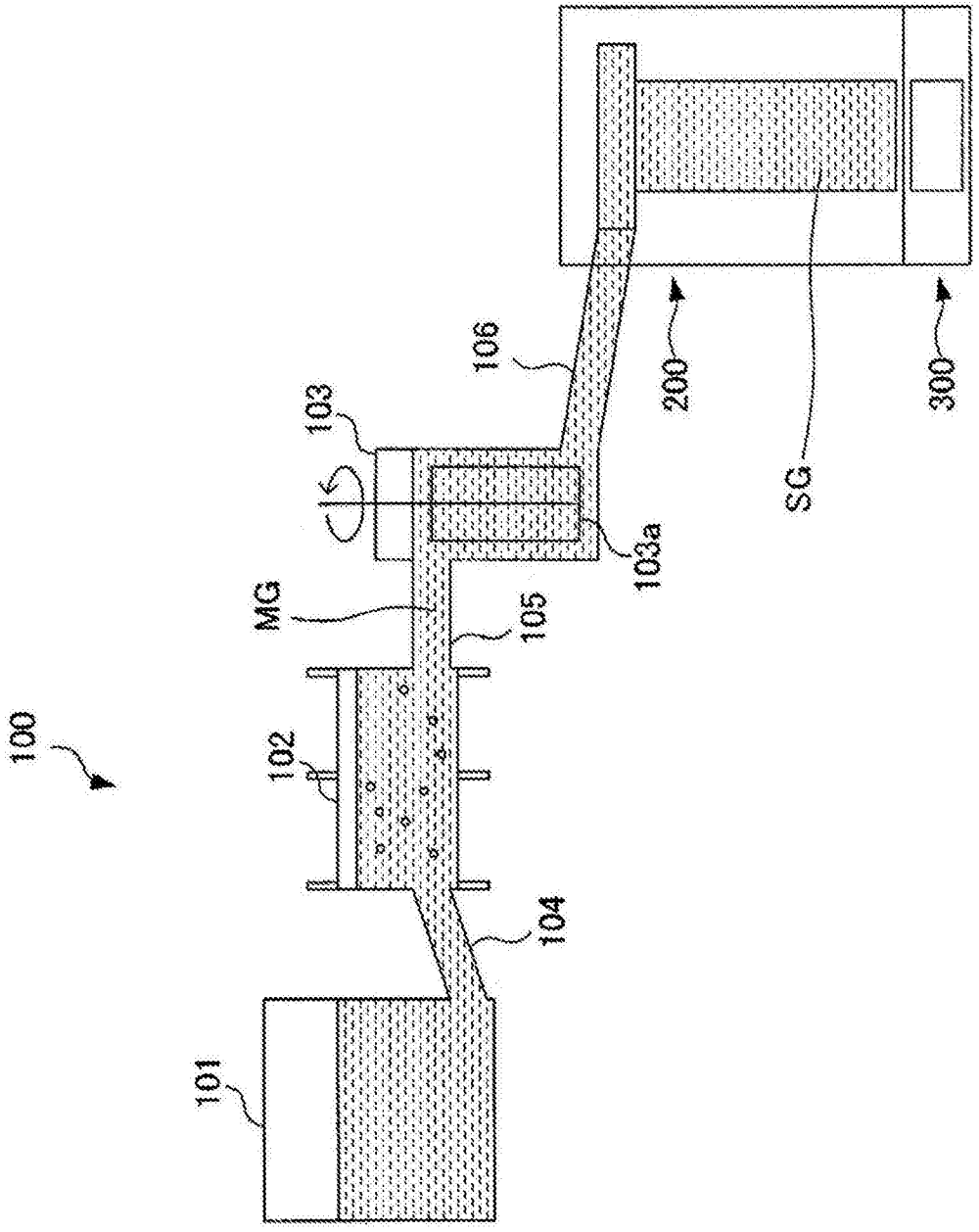


图2

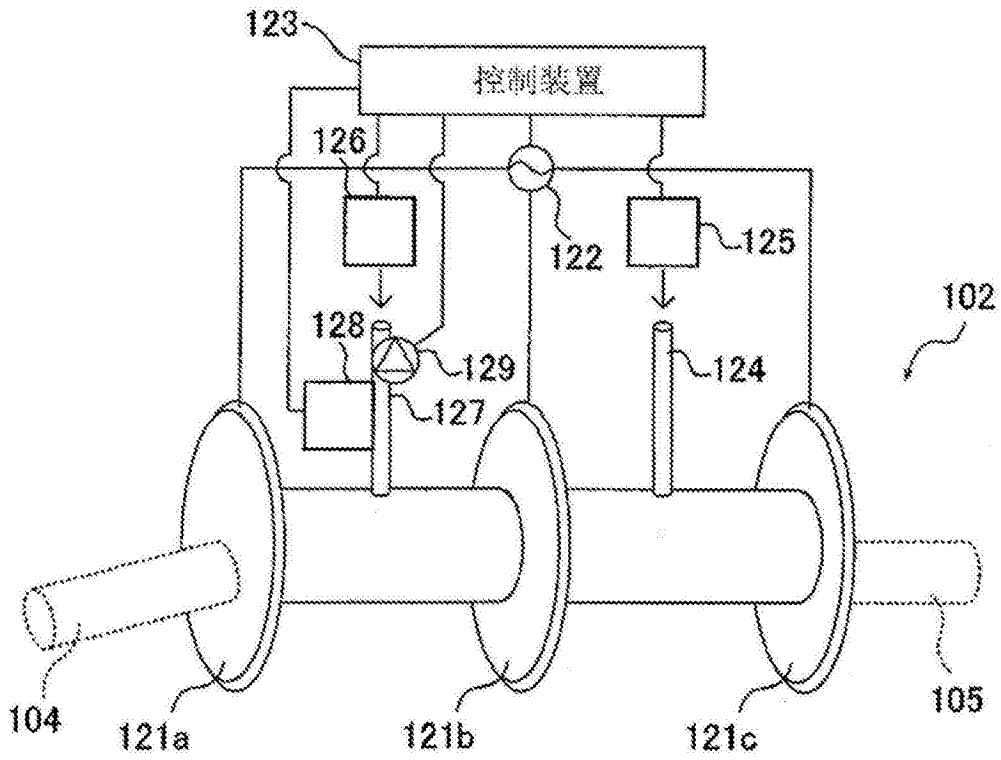


图3

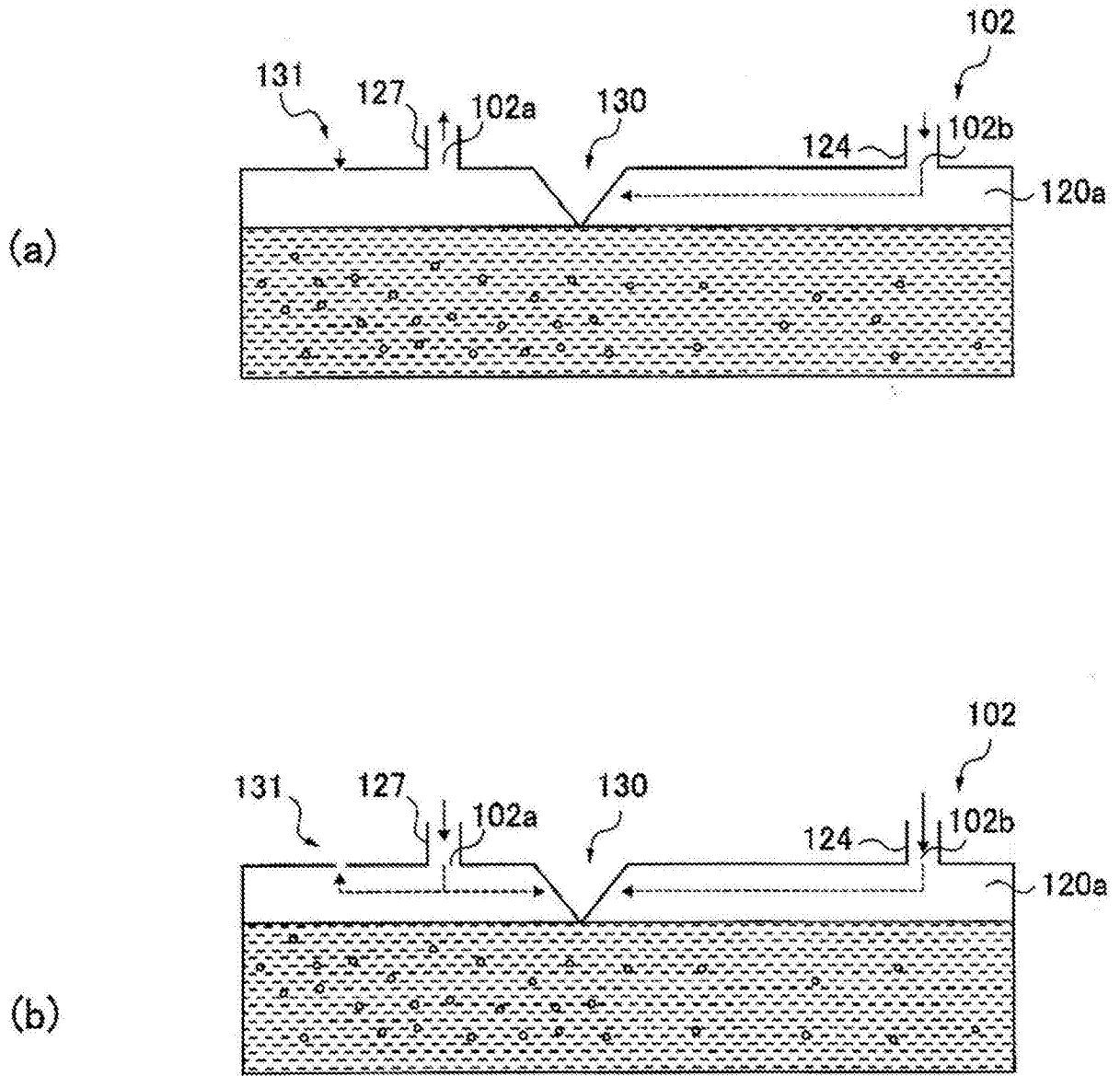


图4

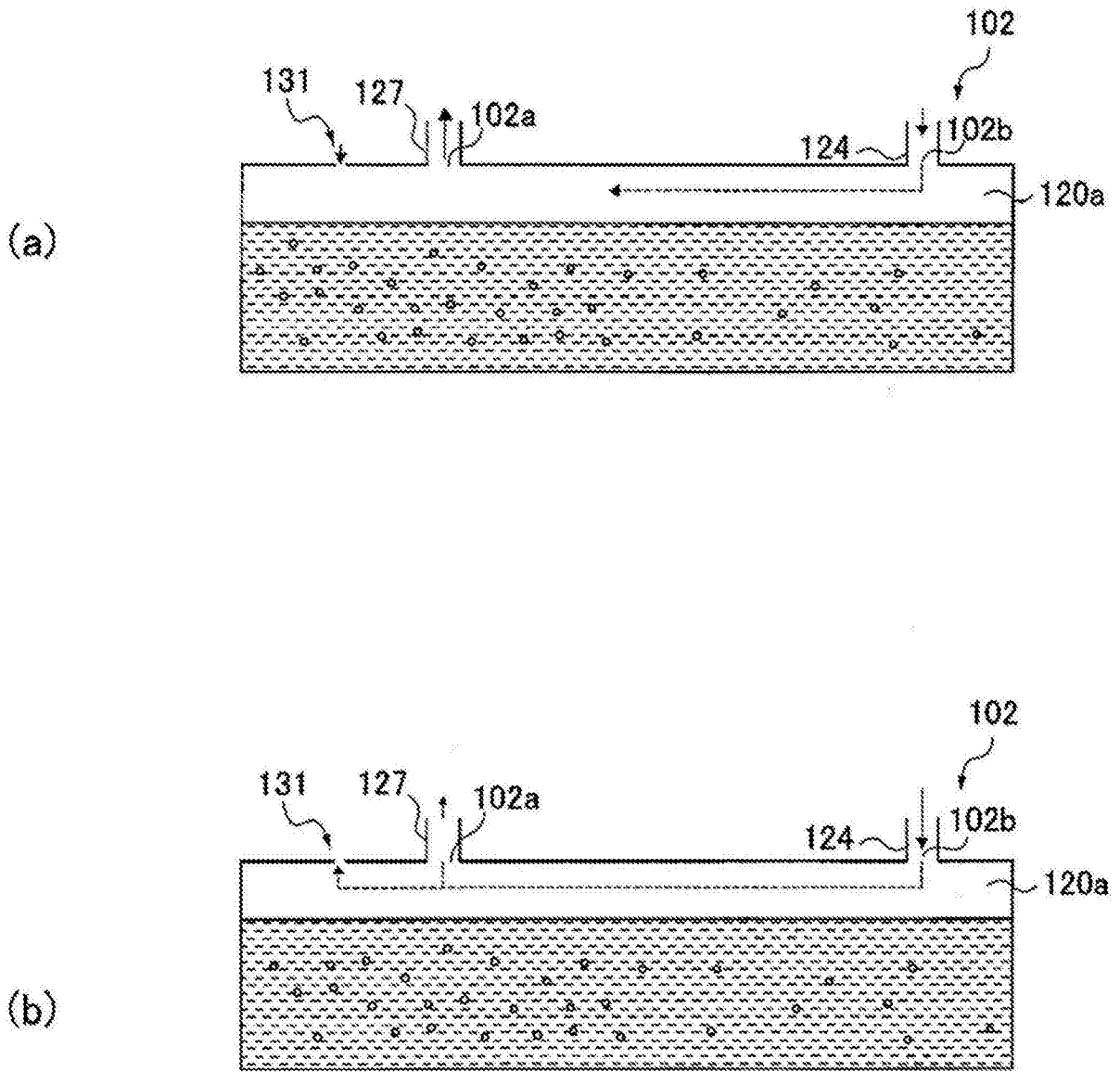


图5