



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107879597 B

(45)授权公告日 2020.09.15

(21)申请号 201710897109.3

(22)申请日 2017.09.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107879597 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(30)优先权数据
2016-194354 2016.09.30 JP

(73)专利权人 安瀚视特控股株式会社
地址 日本东京
专利权人 安瀚视特股份有限公司

(72)发明人 服部佑纪

(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)

C03B 5/187(2006.01)

(56)对比文件

CN 104944739 A,2015.09.30

CN 104445868 A,2015.03.25

CN 203625224 U,2014.06.04

CN 204999795 U,2016.01.27

JP 2009120418 A,2009.06.04

审查员 杨慧

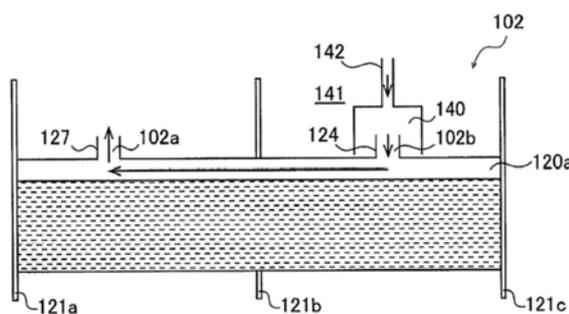
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(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。本发明抑制铂族金属在澄清管内凝聚并且抑制在澄清后的熔融玻璃内产生气泡。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，一边以在熔融玻璃的液面上方形成气相空间的方式使熔融玻璃流到澄清管内，一边进行澄清。澄清管由包含铂族金属的材料构成，在与气相空间相接的壁部，具有将气相空间内的气体排出的通气孔及将对于熔融玻璃为惰性的气体导引到气相空间内的导入孔，通气孔及导入孔在熔融玻璃的流动方向上相互隔开而配置。在澄清步骤中，使惰性气体滞留在与导入孔相邻的澄清管的外侧的外部空间，通过使气体从通气孔排出，而将外部空间内的惰性气体引入到气相空间内，并使它沿熔融玻璃的流动方向流动。



1. 一种玻璃基板的制造方法,其特征在于:

具备使用澄清管进行熔融玻璃的澄清的澄清步骤,

在所述澄清步骤中,一边以在所述熔融玻璃的液面上方形成气相空间的方式使所述熔融玻璃流到所述澄清管内,一边进行所述澄清,

所述澄清管由包含铂族金属的材料构成,具有沿所述熔融玻璃的流动方向延伸的筒状的壁部,在与所述气相空间相接的所述壁部的部分,具有将所述气相空间内的气体排出的通气孔及将对于所述熔融玻璃为惰性的气体导引到所述气相空间内的导入孔,所述通气孔及所述导入孔在所述熔融玻璃的所述流动方向上相互隔开而配置,

在所述澄清步骤中,使所述惰性气体滞留在与所述导入孔相邻的所述澄清管的外侧的外部空间,通过使所述气体从所述通气孔排出,而将所述外部空间内的所述惰性气体引入到所述气相空间内,并使它沿所述熔融玻璃的所述流动方向流动,

在所述导入孔所在的所述壁部的部分连接有供所述外部空间内的所述惰性气体向所述气相空间内流动的导入管,在与所述壁部的侧为反侧的所述导入管的端,以堵塞所述惰性气体的流路的方式配置有盖,所述盖设置有连通所述外部空间与所述导入管内的孔,

所述外部空间以包围所述导入孔及所述导入管的方式形成,

所述惰性气体是从供给管供给到所述外部空间内,碰撞到所述盖,因而滞留在所述外部空间内,所述供给管与供给所述惰性气体的惰性气体供给装置连接,从所述导入管的所述端隔开而配置。

2. 根据权利要求1所述的玻璃基板的制造方法,其中所述惰性气体是以溶解于所述熔融玻璃的量与从所述导入孔喷射到所述气相空间内的情况相比减少的方式被引入。

3. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板的制造方法,其中

在所述澄清步骤中,使用所述熔融玻璃中包含的澄清剂进行所述澄清,

所述澄清管沿着所述流动方向具有第1加热区域及第2加热区域,所述第1加热区域是将所述熔融玻璃加热,以促进所述熔融玻璃的消泡,所述第2加热区域是将所述熔融玻璃加热,以促进在所述消泡后残留的气泡吸收到所述熔融玻璃中,

所述导入孔配置在所述第2加热区域。

4. 根据权利要求1或2所述的玻璃基板的制造方法,其中所述外部空间是由以从所述澄清管的外侧包围所述导入孔及所述导入管的方式配置且由耐火性材料构成的部件以及所述澄清管所划定的空间。

5. 一种玻璃基板制造装置,其特征在于具备:

澄清管,一边以在熔融玻璃的液面上方形成气相空间的方式使所述熔融玻璃流到所述澄清管内,一边进行所述澄清,且由包含铂族金属的材料构成,具有沿所述熔融玻璃的流动方向延伸的筒状的壁部,在与所述气相空间相接的所述壁部的部分,具有将所述气相空间内的气体排出的通气孔及将对所述熔融玻璃为惰性的气体导引到所述气相空间内的导入孔,所述通气孔及所述导入孔在所述熔融玻璃的所述流动方向上相互隔开而配置;

包围部,以从所述澄清管的外侧包围所述导入孔的方式配置,由耐火性材料构成;

惰性气体供给装置,将所述惰性气体供给到所述包围部内;

抽吸装置,从所述通气孔抽吸所述气体而使它排出;以及

控制装置,以通过使所述气体从所述通气孔排出而将所述包围部内的所述惰性气体引

入到所述气相空间内并使它沿所述熔融玻璃的所述流动方向流动的方式,控制所述抽吸装置,

在所述导入孔所在的所述壁部的部分连接有供所述包围部内的所述惰性气体向所述气相空间内流动的导入管,在与所述壁部的侧为反侧的所述导入管的端,以堵塞所述惰性气体的流路的方式配置有盖,所述盖设置有连通所述包围部内的空间与所述导入管内的孔,

所述包围部除了包围所述导入孔外,还以包围所述导入管的方式配置,

所述惰性气体是从供给管供给到所述包围部内的空间内,碰撞到所述盖,因而滞留在所述包围部内的空间内,所述供给管与所述惰性气体供给装置连接,从配置有所述盖的所述导入管的所述端隔开而配置。

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] 一般来说,玻璃基板经由从玻璃原料生成熔融玻璃之后使熔融玻璃成形为玻璃基板的步骤而制造。在所述步骤中,包括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)。澄清是通过如下操作来进行:一边将澄清槽的主体(澄清管)加热,一边使调配有澄清剂的熔融玻璃通过该澄清管,利用澄清剂的氧化还原反应将熔融玻璃中的气泡除掉。更具体来说,进一步提高经粗熔解的熔融玻璃的温度以使澄清剂发挥功能而使气泡浮起消泡之后,使温度下降,由此,使未完全消泡而残留的相对较小的气泡吸收到熔融玻璃中。也就是说,澄清包括使气泡浮起消泡的消泡处理以及使小泡吸收到熔融玻璃中的吸收处理。

[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,对熔融玻璃的耐蚀性也优异。

[0004] [背景技术文献]

[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] 存在熔融玻璃通过将铂族金属用于内壁面的澄清管时,在经加热的内壁面中之与气相空间相接的部分,铂族金属被氧化、挥发的情况。另一方面,存在铂族金属的氧化物在局部地温度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到熔融玻璃中并作为异物残留在玻璃基板内的担忧。有包含这种异物的玻璃基板被作为缺陷品处理的担忧。

[0009] 众所周知,为了抑制这种铂族金属的挥发,而使惰性气体流入澄清管内以使氧浓度下降。但是,已知由于使惰性气体流通,而存在澄清后的熔融玻璃中产生气泡的情况。存在这种气泡残留在玻璃基板中而被作为光学缺陷处理的情况,而有使玻璃基板的良率降低的担忧。

[0010] 本发明的目的在于抑制铂族金属在澄清管内凝聚并且抑制在澄清后的熔融玻璃内产生气泡。

[0011] [解决问题的手段]

[0012] 本发明提供下述(1)~(7)。

[0013] (1)一种玻璃基板的制造方法,其特征在于:

[0014] 具备使用澄清管进行熔融玻璃的澄清的澄清步骤，

[0015] 在所述澄清步骤中，一边以在所述熔融玻璃的液面上方形成气相空间的方式使所述熔融玻璃流到所述澄清管内，一边进行所述澄清，

[0016] 所述澄清管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，具有将所述气相空间内的气体排出的通气孔及将对于所述熔融玻璃为惰性的气体导引到所述气相空间内的导入孔，所述通气孔及所述导入孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开而配置，

[0017] 在所述澄清步骤中，使所述惰性气体滞留在与所述导入孔相邻的所述澄清管的外侧的外部空间，通过使所述气体从所述通气孔排出，而将所述外部空间内的所述惰性气体引入到所述气相空间内，并使它沿所述熔融玻璃的流动方向流动。

[0018] (2) 根据所述(1)所记载的玻璃基板的制造方法，其中所述惰性气体是以溶解于所述熔融玻璃的量与从所述导入孔喷射到所述气相空间内的情况相比减少的方式被引入。

[0019] (3) 根据所述(1)或所述(2)所记载的玻璃基板的制造方法，其中在所述澄清步骤中，使用所述熔融玻璃中包含的澄清剂进行所述澄清，

[0020] 所述澄清管沿着所述流动方向具有第1加热区域及第2加热区域，所述第1加热区域是将所述熔融玻璃加热，以促进所述熔融玻璃的消泡，所述第2加热区域是将所述熔融玻璃加热，以促进在所述消泡后残留的气泡吸收到所述熔融玻璃中，

[0021] 所述导入孔配置在所述第2加热区域。

[0022] (4) 根据所述(1)至所述(3)中任一项所记载的玻璃基板的制造方法，其中所述外部空间是由以从所述澄清管的外侧包围所述导入孔的方式配置且由耐火性材料构成的部件以及所述澄清管所划定的空间。

[0023] (5) 根据所述(1)至所述(4)中任一项所记载的玻璃基板的制造方法，其中所述惰性气体是氩气。

[0024] (6) 根据所述(1)至所述(5)中任一项所记载的玻璃基板的制造方法，其还具备移送步骤，所述移送步骤是使用在所述澄清管的所述流动方向的下游侧与所述澄清管连接的移送管，移送从所述澄清管流出的熔融玻璃，且

[0025] 所述澄清步骤中的所述熔融玻璃的最高温度与所述移送步骤中的所述熔融玻璃的最低温度的差为200℃以上。

[0026] (7) 一种玻璃基板制造装置，其特征在于具备：

[0027] 澄清管，一边以在熔融玻璃的液面上方形成气相空间的方式使所述熔融玻璃流到所述澄清管内，一边进行所述澄清，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，具有将所述气相空间内的气体排出的通气孔及将对于所述熔融玻璃为惰性的气体导引到所述气相空间内的导入孔，所述通气孔及所述导入孔在所述熔融玻璃的流动方向上相互隔开而配置；

[0028] 包围部，以从所述澄清管的外侧包围所述导入孔的方式配置，由耐火性材料构成；

[0029] 惰性气体供给装置，将所述惰性气体供给到所述包围部内；

[0030] 抽吸装置，从所述通气孔抽吸所述气体而使它排出；以及

[0031] 控制装置，以通过使所述气体从所述通气孔排出而将所述包围部内的所述惰性气体引入到所述气相空间内并使它沿所述熔融玻璃的流动方向流动的方式，控制所述抽吸装

置。

[0032] [发明的效果]

[0033] 根据本发明,能够抑制铂族金属在澄清管内凝聚并且抑制在澄清后的熔融玻璃内产生气泡。

附图说明

[0034] 图1是表示玻璃基板的制造方法的流程图。

[0035] 图2是玻璃基板制造装置的概略图。

[0036] 图3是图2所示的澄清管的概略图。

[0037] 图4是图2所示的澄清管的长度方向的铅直剖视图。

[0038] 图5是以往的澄清管的长度方向的铅直剖视图。

具体实施方式

[0039] 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。

[0040] (玻璃基板的制造方法的整体概要)

[0041] 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)以及切断步骤(ST7)。此外,也可具有研削步骤、研磨步骤、清洗步骤、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积层,并搬送到接收方的业者处。

[0042] 在熔解步骤(ST1)中,通过将玻璃原料加热,而制作熔融玻璃。

[0043] 在澄清步骤(ST2)中,通过使熔融玻璃升温,而使包含有熔融玻璃中所含的氧、CO₂或SO₂的气泡产生。该气泡吸收利用熔融玻璃中所含的澄清剂(氧化锡等)的还原反应产生的氧而成长,在熔融玻璃的液面浮起并释出。之后,在澄清步骤中,通过使熔融玻璃的温度降温,而促进利用澄清剂的还原反应生成的还原物质的氧化反应。由此,残留在熔融玻璃中的气泡中的氧等气体成分被再吸收到熔融玻璃中而气泡消失。

[0044] 在均质化步骤(ST3)中,通过使用搅拌器搅拌熔融玻璃,而进行玻璃成分的均质化。由此,能够减少作为条纹等的原因的玻璃的组成不均。均质化步骤在后述搅拌槽中进行。

[0045] 在供给步骤(ST4)中,经均质化的熔融玻璃被供给到成形装置。

[0046] 成形步骤(ST5)及缓冷步骤(ST6)在成形装置中进行。

[0047] 在成形步骤(ST5)中,使熔融玻璃成形为特定厚度的带状玻璃即薄片玻璃,而形成薄片玻璃流。成形使用浮式法或熔融法(溢流下拉法)等,但由于在熔融法中难以使生产线上的缓冷装置较长,因此,熔融法适合包含线下的热处理(后述)的玻璃基板的制造方法。

[0048] 在缓冷步骤(ST6)中,成形而流动的薄片玻璃以成为所需的厚度且不产生内部应变的方式,进而,以不产生翘曲的方式进行冷却。

[0049] 在切断步骤(ST7)中,通过将缓冷后的薄片玻璃切断为特定长度,而获得板状的玻璃基板。将薄片玻璃切断为特定长度的素板也称为板状裁切。通过板状裁切获得的玻璃基板被进而切断为特定尺寸,而制作目标尺寸的玻璃基板。

[0050] 另外,在切断步骤(ST7)中,通过板状裁切获得的玻璃基板也可利用例如未图示的搬送机构,一边被夹紧保持,一边被引导、搬送到进行热处理步骤的炉中,而进行热处理。板状裁切后或热处理后的玻璃基板进而被搬送到进行切断的装置,被切断为产品的尺寸,而获得玻璃基板。使用通过切断步骤(ST7)获得的玻璃基板,进行例如以下的步骤。

[0051] 在研削步骤及研磨步骤中,进行包括玻璃基板的端面的研削、研磨及切角的端面加工。端面加工后的玻璃基板在清洗步骤中被清洗(第1清洗),以除掉玻璃表面的微细的异物或污垢。第1清洗后,例如,对玻璃基板进行包括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清洗(第2清洗),经清洗的玻璃基板在检查步骤中被进行是否没有瑕疵、灰尘、污垢或包含光学缺陷的损伤的光学检查。对根据检查来看品质符合的玻璃基板,在捆包步骤中,以与保护玻璃基板的纸交替地积层而成的积层体的形式堆载在托板上进行捆包。经捆包的玻璃基板被运送到接收方业者处。

[0052] (玻璃基板制造装置的整体概要)

[0053] 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及玻璃导入管106。

[0054] 在图2所示的熔解槽101,设置有未图示的燃烧器等加热器件。在熔解槽101中投入添加有澄清剂的玻璃原料,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而被供给到澄清管102。

[0055] 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,包含有熔融玻璃中所含的氧、CO₂或SO₂的气泡吸收利用澄清剂的还原反应产生的氧而成长,在熔融玻璃的液面浮起而释出到气相空间。之后,通过使熔融玻璃的温度降低,利用澄清剂的还原反应生成的还原物质进行氧化反应。由此,残留在熔融玻璃中的气泡中的氧等气体成分被再吸收到熔融玻璃中而气泡消失。澄清后的熔融玻璃经由移送管105而被供给到搅拌槽103。

[0056] 在搅拌槽103中,利用搅拌器103a搅拌熔融玻璃而进行均质化步骤(ST3)。在搅拌槽103中经均质化的熔融玻璃经由玻璃导入管106而被供给到成形装置200(供给步骤ST4)。

[0057] 在成形装置200中,通过例如溢流下拉法,而从熔融玻璃成形薄片玻璃SG(成形步骤ST5),并进行缓冷(缓冷步骤ST6)。

[0058] 在切断装置300中,形成从薄片玻璃SG切出的板状的玻璃基板(切断步骤ST7)。

[0059] (澄清管的构成)

[0060] 其次,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。

[0061] 澄清管102是由包含铂族金属的材料构成的管状部件。所谓铂族金属,是指铂(Pt)、钯(Pd)、铑(Rh)、钌(Ru)、锇(Os)、铱(Ir)6种元素。包含铂族金属的材料可使用包含由单一元素构成的铂族金属或铂族金属的合金的材料。例如,可使用铂或铂合金。

[0062] 在澄清管102的外周面连接有凸缘状的电极121a、121b、121c。在图3所示的例子中,电极121a~121c配置在澄清管102的长度方向的两端及中央位置这3处。电极121a~121c与电源装置122连接。通过对电极121a、121b间及电极121b、121c间分别施加电压,而在

电极121a、121b间、电极121b、121c间分别流动有电流,从而澄清管102被通电加热。

[0063] 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,在澄清管102内流动的熔融玻璃的最高温度被加热到适合消泡的温度1600℃~1720℃,更优选1620℃~1720℃。此外,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,在澄清管102内流动的熔融玻璃的最高温度被加热到适合吸收的温度1590℃~1640℃,更优选1610℃~1640℃。

[0064] 电源装置122由控制装置123控制。控制装置123控制电源装置122使澄清管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,中央处理器)、存储器等的计算机。

[0065] 此外,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的配置位置对应而形成局部地温度下降的区域。

[0066] 设置在澄清管102的电极的数量并不限制于3个,也可为2个,也可为4个以上。

[0067] 在澄清步骤(ST2)中,一边以在熔融玻璃的液面上方形成气相空间120a的方式使熔融玻璃流入澄清管102内,一边进行澄清。澄清管102在与气相空间120a相接的壁部,如图4所示形成有将气相空间内的气体排出的通气孔102a以及将对于熔融玻璃为惰性的气体(以后,称为惰性气体)导引到气相空间120a内的导入孔102b。图4是澄清管102的长度方向上的铅直剖视图。澄清管102在长度方向的两端具有与长度方向正交的平坦的壁部以及在平坦的壁部之间沿长度方向延伸的筒状的壁部。通气孔102a及导入孔102b在熔融玻璃的流动方向(在图4中,从左方朝向右方的方向)上相互隔开而配置在筒状的壁部。

[0068] 另外,通气孔102a不包含伴随澄清管102的使用而形成的孔(例如,壁部的铂族金属进行挥发而形成的开孔)。从通气孔102a排出气体可在澄清步骤(ST2)期间连续进行,也可断续地进行。从通气孔102a排出的气体是含氧的气体,也可包含惰性气体。

[0069] 澄清管102由水泥浇注料(未图示)被覆,在其外侧,堆叠有耐火砖、由铂族金属构成的部件等隔热部件(未图示)。也就是说,在澄清管102的周围设置有隔热部件。隔热部件以与后述电极121a~121c、通气管127分别相接的方式配置。

[0070] 在通气孔102a所在的壁部的外周面,连接有通气管127。通气管127将气相空间120a与澄清管102的外侧的空间(例如大气)连通。在图3所示的例子中,通气管127以从壁部的顶部向铅直上方延伸的方式配置。通气孔102a及通气管127配置在例如在澄清步骤(ST2)中熔融玻璃成为最高温度的位置或其下游侧附近。在图3所示的例子中,通气孔102a及通气管127设置在电极121a、121b间的澄清管102区域(第1加热区域)。

[0071] 在通气管127,设置有抽吸气相空间120a内的气体及悬浮物的抽吸装置129。可利用抽吸装置129将通气管127侧减压(相较于大气压减压例如10Pa左右)。抽吸装置129由控制装置123控制。通过控制抽吸装置129的抽吸压,而能够减少气相空间120a内的氧浓度。此外,通过控制抽吸压,而能够调节从后述外部空间供给到气相空间120a的惰性气体的量。

[0072] 通气管127被所述隔热部件包围,通过调整配置在通气管127的上端附近的隔热部件之间隙的大小,而能够调节通气管127的开度。从通气孔102a排出气体除了利用抽吸装置129的抽吸来进行以外,也利用澄清管102内外的气压差来进行。

[0073] 在通气管127,设置有氧浓度计128。氧浓度计128测量通过通气孔102a的气体的氧

浓度,将其测量信号输出到控制装置123。由氧浓度计128测量出的氧浓度的信号被输出到控制装置123,控制装置123根据氧浓度的信号,控制惰性气体供给装置125,调整惰性气体的供给量、供给压力。

[0074] 在导入孔102b所在的壁部的外周面连接有导入管124。在图3所示的例子中,导入孔102b及导入管124设置在电极121b、121c间的澄清管102的区域(第2加热区域)。在导入孔102b及导入管124所在的澄清管102的外侧,所述隔热部件与导入孔102b及导入管124隔开间隙而配置,如图4所示,形成有包围导入孔102b及导入管124的外部空间140。在图4所示的例子中,外部空间140由包围部141、后述供给管142及澄清管102的外周面所划定。在以后的说明中,将与外部空间140相接的隔热部件的部分称为包围部141。

[0075] 在导入管124的上方,配置有将惰性气体供给到外部空间140内的供给管142。供给管142与惰性气体供给装置125连接。供给管142由例如陶瓷材料、或铂族金属、不锈钢等金属材料构成。惰性气体供给装置125由控制装置123控制,而调整惰性气体向包围部141内的供给量、供给压力。

[0076] 在导入管124的上端,以堵塞气体流路的方式配置有盖(未图示)。在盖上开设有多个将外部空间140与导入管124内连通的小孔(例如直径1mm以下)。从惰性气体供给装置125供给的惰性气体通过碰撞到盖,而使朝向气相空间120a的方向的速度分量被抵消。

[0077] 从惰性气体供给装置125供给的惰性气体优选不仅对熔融玻璃为惰性,对铂族金属也为惰性。例如,可使用氮气(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,即便溶入熔融玻璃中的惰性气体以气泡的形式产生时,也容易在熔融玻璃的移送中被再次吸进玻璃中,就气泡品质方面来说,较理想为采用氩气。

[0078] (澄清步骤)

[0079] 其次,对在澄清步骤(ST2)中进行的惰性气体的供给进行说明。

[0080] 在澄清步骤(ST2)中,以气相空间120a内的氧浓度成为固定的范围(例如5%以下的范围)的方式进行惰性气体的供给。具体来说,由氧浓度计128测量出的氧浓度的信号被输出到控制装置123,控制装置123根据氧浓度的信号,控制惰性气体供给装置125及抽吸装置129,调整惰性气体的供给量、供给压力及抽吸压力。通过像这样进行惰性气体的供给,可抑制铂族金属的挥发。

[0081] 这种惰性气体的供给通过如下方式进行:使惰性气体滞留在外部空间140,通过使气体从通气孔102a排出,而将外部空间140内的惰性气体引入到气相空间120a内,并沿熔融玻璃的流动方向流动。具体来说,控制装置123控制惰性气体供给装置125将惰性气体供给到包围部141内。此时,惰性气体碰撞到导入孔102b的盖,而滞留在外部空间140内。控制装置123进而控制抽吸装置129,以将包围部141内的惰性气体引入到气相空间120a内并沿熔融玻璃的流动方向流动的方式调整抽吸压力。由此,滞留在外部空间140内的惰性气体从不具有朝向气相空间120a的方向的初速度的状态,利用层流导入到气相空间120a内,并沿熔融玻璃的流动方向,在图4中从右方向左方流动。

[0082] 已知以这种方式供给的惰性气体与如图5所示将惰性气体从导入孔102b直接喷射到气相空间220a内的情况相比,溶解于熔融玻璃中的量减少。所谓喷射,是指将惰性气体利用乱流供给到气相空间120a内。

[0083] 图5是以往的澄清管202的长度方向的铅直剖视图。在图5所示的例子中,从惰性气体供给装置(未图示)供给的惰性气体通过相互连接的供给管242及导入管224而被供给到气相空间220a内。在该情况下,惰性气体以使动压作用于熔融玻璃的液面的方式被吹送,因此,容易溶解于熔融玻璃。溶解于熔融玻璃的惰性气体容易在澄清后成为气泡出现,而残留在玻璃基板中,因此有使玻璃基板的品质降低的担忧。

[0084] 在本实施方式中,将惰性气体以在澄清管102的外侧暂时滞留之后引入到气相空间120a内的方式而供给到气相空间120a内,因此,对熔融玻璃的液面作用的压力与图5所示的情况相比较小,而惰性气体溶解于熔融玻璃的量减少。因此,可抑制在澄清后的熔融玻璃中产生气泡,而可获得气泡品质高的玻璃基板。

[0085] 在本实施方式中,具体来说,将使气相空间120a的氧浓度与图5所示例子的浓度相同而所需的量的惰性气体,以与图5所示例子相比较慢的流速供给到气相空间120a,或从与图5所示例子相比开度增大的通气管127进行抽吸。在图5所示的例子中,抽吸装置的抽吸压小于惰性气体被供给到气相空间的供给压,与此相对,在本实施方式中,抽吸装置129的抽吸压大于惰性气体供给到气相空间120a内的压力。

[0086] 在本实施方式中,优选从设置在澄清管102的第2加热区域的导入孔102b引入惰性气体。在澄清管102中,在第1加热区域进行消泡处理,在第2加热区域进行吸收处理。因此,位于第2加热区域的气相空间120a的部分中所存在的惰性气体容易被吸进熔融玻璃。在本实施方式中,如上所述,通过使惰性气体在澄清管102的外侧暂时滞留之后引入到气相空间120a内,而可抑制惰性气体溶解于熔融玻璃。此外,通过将惰性气体从设置在澄清管102的第2加热区域的导入孔102b引入,而在气相空间120a内形成仅沿一方向流动的惰性气体流,因此,例如,与形成相互反向地流动的两个惰性气体流的情况相比,气相空间120a内的气流紊乱较少。因此,不易产生相对于熔融玻璃的液面垂直的方向的惰性气体的速度分量,而使抑制惰性气体溶解于熔融玻璃中的效果增强。

[0087] 在本实施方式中,就抑制在澄清后的熔融玻璃中产生气泡的观点来说,惰性气体优选氩气。

[0088] 此外,为了抑制在气相空间120a内挥发的铂族金属的凝聚,优选将包围部141内的惰性气体预热。惰性气体的预热温度优选例如500℃以上。

[0089] 本实施方式适合于澄清步骤(ST2)中的熔融玻璃的最高温度与移送步骤中的熔融玻璃的最低温度的差为200℃以上的情况。移送步骤是在澄清步骤(ST2)之后移送从澄清管102流出的熔融玻璃的步骤。在移送步骤中,熔融玻璃在移送管105内被移送,所述移送管105在澄清管102的流动方向下游侧与澄清管102相连接。

[0090] 消泡处理后的熔融玻璃通过澄清管102之后,在移送管105内被移送,在搅拌槽103中进行均质化步骤(ST3)。在移送管105的外侧,一般来说,配置有加热装置,熔融玻璃一边被保温,一边被移送。在该过程中,熔融玻璃虽降温,但局部地温度上升,结果存在通过吸收处理吸收到熔融玻璃中的气泡再次消泡的情况。此外,吸收到熔融玻璃中的气泡再次消泡也可能通过在搅拌槽103中熔融玻璃与搅拌器103a接触而产生。已知澄清步骤与移送步骤的温度差越大,这种气泡越容易产生。根据本实施方式,即便澄清步骤与移送步骤的温度差较大时,也能够通过如上所述将惰性气体引入到气相空间120a内而使惰性气体溶解于熔融玻璃的量减少,因此可抑制这种气泡的产生。

[0091] 在本实施方式中,通气孔102a及导入孔102b优选设置在澄清管102的筒状的壁部。气相空间内的氧浓度在澄清管的长度方向的两端之间的中央部分尤其高。另一方面,惰性气体在气相空间内的滞留时间越长,惰性气体溶入熔融玻璃的可能性越高。在本实施方式中,通过使用设置在澄清管102的筒状的壁部的通气孔102a及导入孔102b进行惰性气体的供给及排出,而使氧浓度尤其高的气相空间内的区域的氧浓度下降,并且缩短惰性气体在气相空间内的滞留时间,由此,可抑制惰性气体溶解于熔融玻璃中。就该观点来说,通气孔102a及导入孔102b优选设置在远离澄清管102两端的位置。

[0092] 此外,在本实施方式中,通气孔102a的孔径优选大于导入孔102b的孔径。由此,引入到气相空间120a内的惰性气体容易被排出,而可缩短气相空间120a内的惰性气体的滞留时间。

[0093] 此外,在本实施方式中,与图5所示的例子不同,导入管124与供给管142隔开,即便万一在外部空间140内产生异物,也由于被导入管124的盖遮挡,而可防止掉落到导入管124内而混入到熔融玻璃中。

[0094] (玻璃基板)

[0095] 在本实施方式中制造的玻璃基板的大小并无特别限制,例如纵向尺寸及横向尺寸分别为500mm~3500mm、1500mm~3500mm、1800~3500mm、2000mm~3500mm,优选2000mm~3500mm。

[0096] 玻璃基板的厚度例如为0.1~1.1mm,更优选0.75mm以下的极薄的矩形形状的板,更优选例如0.55mm以下、进而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。

[0097] <玻璃组成>

[0098] 作为这种玻璃基板,可例示以下的玻璃组成的玻璃基板。也就是说,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。

[0099] SiO₂ 55~80摩尔%、

[0100] Al₂O₃ 8~20摩尔%、

[0101] B₂O₃ 0~12摩尔%、

[0102] R₀ 0~17摩尔%(R₀为MgO、CaO、SrO及BaO的总量)。

[0103] 就缩小热缩率的观点来说,SiO₂优选60~75摩尔%、进而63~72摩尔%。

[0104] R₀之中,优选:MgO为0~10摩尔%,CaO为0~15摩尔%,SrO为0~10%,BaO为0~10%。

[0105] 此外,也可为至少包含SiO₂、Al₂O₃、B₂O₃及R₀且摩尔比 $((2 \times \text{SiO}_2) + \text{Al}_2\text{O}_3) / ((2 \times \text{B}_2\text{O}_3) + \text{R}_0)$ 为4.5以上的玻璃。此外,优选包含MgO、CaO、SrO及BaO中的至少任一种且摩尔比 $(\text{BaO} + \text{SrO}) / \text{R}_0$ 为0.1以上。

[0106] 此外,优选:摩尔%表示的B₂O₃的含有率的两倍与摩尔%表示的R₀的含有率的合计为30摩尔%以下,优选10~30摩尔%。

[0107] 此外,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为0摩尔%以上且0.4摩尔%以下。

[0108] 此外,在玻璃中以合计包含0.05~1.5摩尔%的价数会变动的金属的氧化物(氧化锡、氧化铁)且实质上不包含As₂O₃、Sb₂O₃及PbO这一情况纯属任意,而非必须。

[0109] 此外,优选通过本实施方式制造的玻璃基板使用无碱的硼铝硅酸盐玻璃或含微量碱的玻璃。

[0110] 优选通过本实施方式制造的玻璃基板由例如包含以下组成的无碱玻璃构成。

[0111] 作为通过本实施方式制造的玻璃基板的玻璃组成,例如,可列举以下(质量%表示)。

[0112] 可包含 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 $\text{R}'_2\text{O}$:超过0.10%且为2.0%以下(其中, R' 为选自Li、Na及K中的至少1种)。

[0113] 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%)、 R_2O :5~20% (优选8~20%、14~19%) (其中, R 为选自Mg、Ca、Sr及Ba中的至少1种)。进而,更优选包含超过0.10%且为2.0%以下的 $\text{R}'_2\text{O}$ (其中, R' 为选自Li、Na及K中的至少1种)。

[0114] <杨氏模数>

[0115] 作为通过本实施方式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。

[0116] <应变点>

[0117] 作为通过本实施方式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。

[0118] <热缩率>

[0119] 通过本实施方式制造的玻璃基板的热缩率例如为50ppm以下,优选40ppm以下,更优选30ppm以下,进而更优选20ppm以下。作为降低热缩率之前的玻璃基板的热缩率的范围,优选10ppm~40ppm。

[0120] 本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有机EL (Electroluminescence,电致发光)显示器用玻璃基板。进而,通过本实施方式制造的玻璃基板适合于高清显示器的使用有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以及使用有LTPS(Low Temperature Poly-Silicon,低温多晶硅)半导体的LTPS显示器用玻璃基板。

[0121] 此外,本实施方式中制造的玻璃基板对覆盖玻璃、磁盘用玻璃、太阳能电池用玻璃基板等也可适用。

[0122] 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进行了详细说明,但本发明并不限于所述实施方式,当然也可在不脱离本发明主旨的范围内进行各种改良或变更。

[0123] [符号的说明]

[0124] 100 熔解装置

[0125]	101	熔解槽
[0126]	102	澄清管
[0127]	102a	通气孔
[0128]	102b	导入孔
[0129]	103	搅拌槽
[0130]	103a	搅拌器
[0131]	104、105	移送管
[0132]	106	玻璃导入管
[0133]	120a	气相空间
[0134]	121a~121c	电极
[0135]	123	控制装置
[0136]	124	导入管
[0137]	125	惰性气体供给装置
[0138]	127	通气管
[0139]	200	成形装置
[0140]	300	切断装置
[0141]	MG	熔融玻璃
[0142]	SG	薄片玻璃

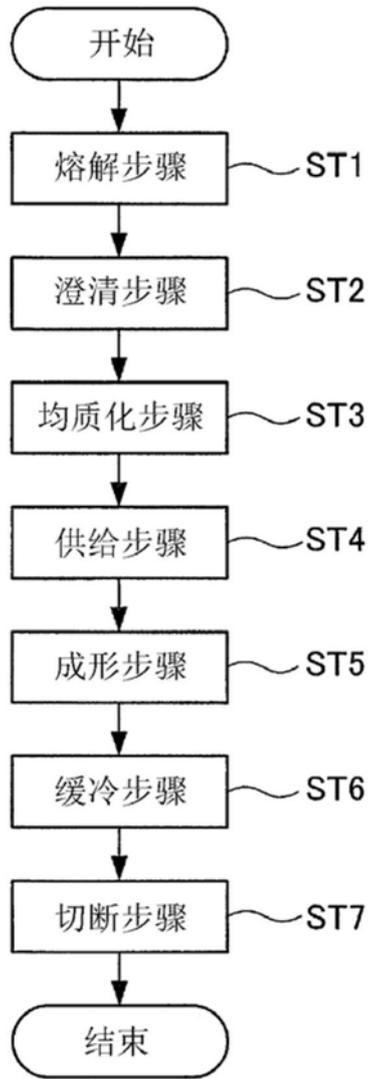


图1

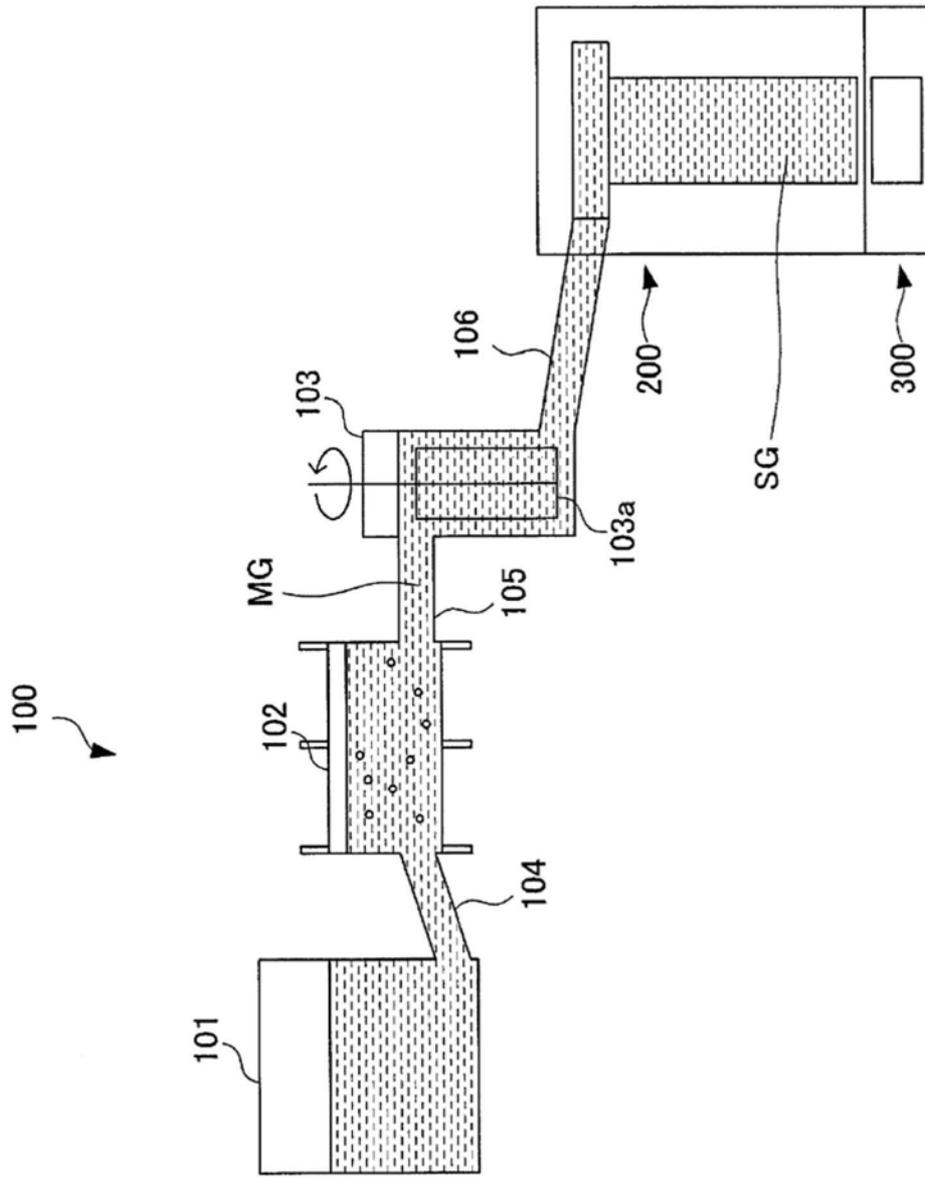


图2

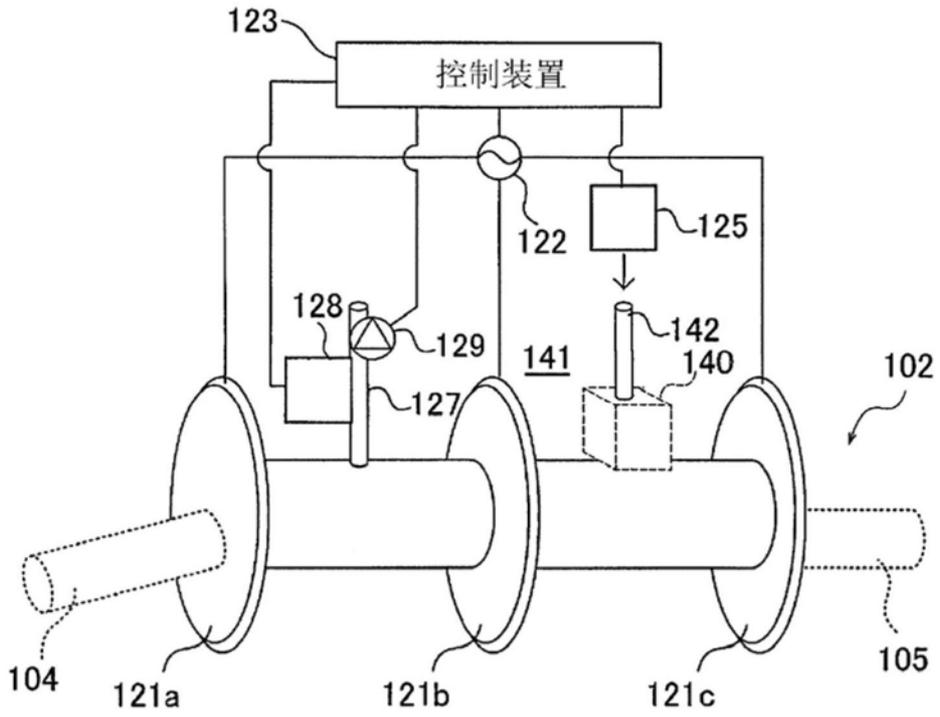


图3

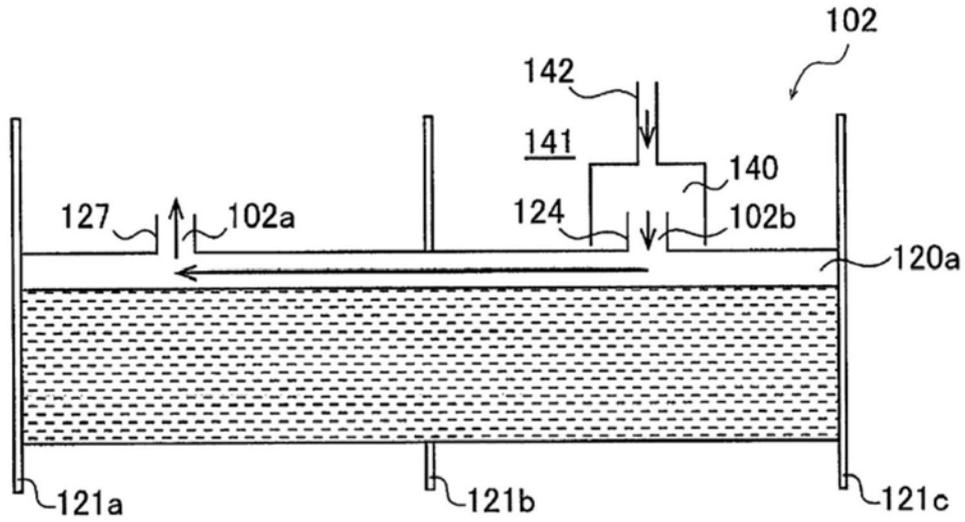


图4

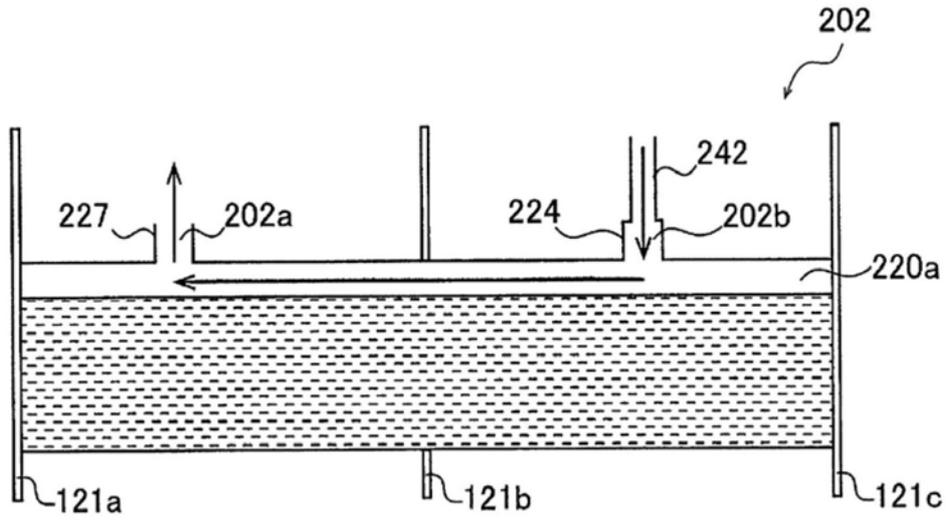


图5