



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114556525 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 10

(21) 申请号 202080071208.6
 (22) 申请日 2020.10.12
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114556525 A
 (43) 申请公布日 2022.05.27
 (30) 优先权数据
 2019-193049 2019.10.23 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2022.04.11
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2020/038507 2020.10.12
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02021/079779 JA 2021.04.29
 (73) 专利权人 东京毅力科创株式会社
 地址 日本东京都

(72) 发明人 大野广基
 (74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
 专利代理师 刘新宇
 (51) Int.Cl.
 H01L 21/02 (2006.01)
 H01L 21/67 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 2015052702 A1, 2015.02.26
 US 2010193472 A1, 2010.08.05
 JP H0794489 A, 1995.04.07
 JP 2013046001 A, 2013.03.04
 审查员 朱丽

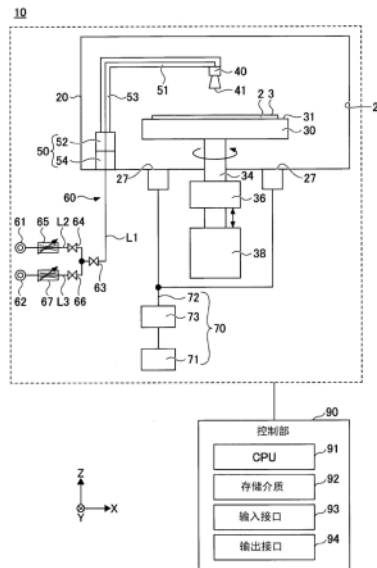
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54) 发明名称

基板清洗方法和基板清洗装置

(57) 摘要

本发明提供一种基板清洗方法,所述基板清洗方法包括以下工序:向喷嘴供给通过绝热膨胀形成团簇的团簇形成气体与具有比所述团簇形成气体小的分子量或原子量的载气的混合气体;通过从所述喷嘴喷射所述混合气体来形成所述团簇;通过所述团簇去除附着于基板的微粒;以及从结束向所述喷嘴供给所述团簇形成气体时起,在设定时间期间继续向所述喷嘴供给所述载气。



1. 一种基板清洗方法,包括以下工序:
向喷嘴供给通过绝热膨胀形成团簇的团簇形成气体与具有比所述团簇形成气体小的分子量或原子量的载气的混合气体;
通过从所述喷嘴喷射所述混合气体来形成所述团簇;
通过所述团簇来去除附着于基板的微粒;以及
从结束向所述喷嘴供给所述团簇形成气体时起,继续向所述喷嘴供给所述载气设定时间,
其中,以使得所述团簇形成气体在所述喷嘴的内部不液化的方式来预先决定所述设定时间。
2. 根据权利要求1所述的基板清洗方法,其特征在于,
向所述喷嘴供给所述混合气体的工序包括以第一流量向所述喷嘴供给所述载气的工序,
所述基板清洗方法包括在所述设定时间期间以比所述第一流量多的第二流量向所述喷嘴供给所述载气的工序。
3. 根据权利要求1或2所述的基板清洗方法,其特征在于,
在向所述喷嘴供给所述混合气体的工序中包括具有禁止通过加热器加热所述喷嘴的工序,
所述基板清洗方法具有在所述设定时间期间通过加热器加热所述喷嘴的工序。
4. 根据权利要求1或2所述的基板清洗方法,其特征在于,
在向所述喷嘴供给所述混合气体的工序中具有向所述喷嘴供给制冷剂的工序,
所述基板清洗方法具有在所述设定时间期间禁止向所述喷嘴供给所述制冷剂的工序。
5. 根据权利要求1或2所述的基板清洗方法,其特征在于,
还包括以下工序:使所述喷嘴与所述基板的相对位置处于从所述喷嘴朝向所述基板喷射气体的位置所述设定时间。
6. 根据权利要求1或2所述的基板清洗方法,其特征在于,
所述团簇形成气体包括从二氧化碳气体和氩气中选择出的一方以上的气体,
所述载气包括从氢气和氦气中选择出的一方以上的气体。
7. 一种基板清洗装置,具备:
基板保持部,其保持基板;
喷嘴,其对通过所述基板保持部保持的所述基板喷射气体;
气体供给部,其向所述喷嘴供给通过从所述喷嘴进行喷射而绝热膨胀来形成团簇的团簇形成气体以及具有比所述团簇形成气体小的分子量或原子量的载气;以及
气体供给控制部,其控制所述气体供给部,
其中,所述气体供给控制部使得向所述喷嘴供给所述团簇形成气体与所述载气的混合气体,并且从结束向所述喷嘴供给所述团簇形成气体时起,继续向所述喷嘴供给所述载气设定时间,
其中,以使得所述团簇形成气体在所述喷嘴的内部不液化的方式来预先决定所述设定时间。
8. 根据权利要求7所述的基板清洗装置,其特征在于,

在向所述喷嘴供给所述混合气体的工序中,所述气体供给控制部使得以第一流量向所述喷嘴供给所述载气,

在所述设定时间期间,所述气体供给控制部使得以比所述第一流量多的第二流量向所述喷嘴供给所述载气。

9. 根据权利要求7或8所述的基板清洗装置,其特征在于,具备:

加热器,其加热所述喷嘴;以及

加热器控制部,其控制所述加热器,

其中,在向所述喷嘴供给所述混合气体的工序中,所述加热器控制部禁止通过所述加热器加热所述喷嘴,在所述设定时间期间,所述加热器控制部通过所述加热器加热所述喷嘴。

10. 根据权利要求7或8所述的基板清洗装置,其特征在于,具备:

制冷剂供给部,其通过向所述喷嘴供给制冷剂来调节所述喷嘴的温度;以及

制冷剂供给控制部,其控制所述制冷剂供给部,

其中,在向所述喷嘴供给所述混合气体的工序中,所述制冷剂供给控制部使得向所述喷嘴供给所述制冷剂,在所述设定时间期间,所述制冷剂供给控制部禁止向所述喷嘴供给所述制冷剂。

11. 根据权利要求7或8所述的基板清洗装置,其特征在于,具备:

驱动部,其使所述喷嘴和所述基板保持部相对地移动;以及

相对位置控制部,其控制所述驱动部,

其中,所述相对位置控制部使所述喷嘴与所述基板保持部的相对位置处于从所述喷嘴朝向通过所述基板保持部保持的所述基板喷射气体的位置所述设定时间。

12. 根据权利要求7或8所述的基板清洗装置,其特征在于,

所述团簇形成气体包括从二氧化碳气体和氩气中选择出的一方以上的气体,

所述载气包括从氢气和氦气中选择出的一方以上的气体。

13. 一种计算机程序产品,其包括计算机程序,所述计算机程序在被处理器执行时实现权利要求1~6中任一项所述的基板清洗方法。

基板清洗方法和基板清洗装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种基板清洗方法和基板清洗装置。

背景技术

[0002] 专利文献1所记载的基板清洗方法包括以下工序：通过从喷嘴喷射三氟化氯气体与氦气的混合气体来形成三氟化氯的团簇；以及使形成的团簇与单晶硅的表面撞击。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2013-46001号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 本公开的一个方式提供一种能够在结束朝向基板喷射团簇形成气体与载气的混合气体时抑制在基板产生缺陷的技术。

[0008] 用于解决问题的方案

[0009] 本公开的一个方式所涉及的基板清洗方法包括以下工序：

[0010] 向喷嘴供给通过绝热膨胀形成团簇的团簇形成气体与具有比所述团簇形成气体小的分子量或原子量的载气的混合气体；

[0011] 通过从所述喷嘴喷射所述混合气体来形成所述团簇；

[0012] 通过所述团簇来去除附着于基板的微粒；以及

[0013] 从结束向所述喷嘴供给所述团簇形成气体时起，在设定时间期间继续向所述喷嘴供给所述载气。

[0014] 发明的效果

[0015] 根据本公开的一个方式，能够在朝向基板喷射团簇形成气体与载气的混合气体时抑制在基板产生缺陷。

附图说明

[0016] 图1是表示一个实施方式所涉及的基板清洗装置的侧视图。

[0017] 图2是表示一个实施方式所涉及的喷嘴移动机构的俯视图。

[0018] 图3是表示一个实施方式所涉及的团簇的形成的截面图。

[0019] 图4是通过功能块表示一个实施方式所涉及的控制部的构成要素的图。

[0020] 图5是表示一个实施方式所涉及的基板清洗方法的流程图。

[0021] 图6是表示一个实施方式所涉及的基板清洗装置的动作定时的图。

[0022] 图7是表示实施例所涉及的清洗后的基板的污染状况的图。

[0023] 图8是表示以往例所涉及的清洗后的基板的污染状况的图。

具体实施方式

[0024] 下面,参照附图来说明本公开的实施方式。此外,有时在各附图中对相同或对应的结构标注相同或对应的附图标记,并且省略说明。在以下的说明中,X轴方向、Y轴方向、Z轴方向是相互垂直的方向,X轴方向和Y轴方向是水平方向,Z轴方向是铅垂方向。另外,下方是指铅垂向下方向(Z轴负方向),上方是指铅垂向上方向(Z轴正方向)。

[0025] 图1是表示一个实施方式所涉及的基板清洗装置的侧视图。基板清洗装置10通过朝向基板2的主表面3喷射气体来去除附着于基板2的主表面3的微粒5(参照图3)。基板2例如为硅晶圆等半导体基板。基板清洗装置10具备处理容器20、基板保持部30、旋转轴部34、旋转驱动部36、升降驱动部38、喷嘴40、驱动部50、气体供给部60、气体吸引部70以及控制部90。

[0026] 处理容器20的内部具有对基板2进行处理的空间。处理容器20的内部例如为圆柱状的空间。处理容器20具有作为基板2的搬入搬出口的闸门(未图示)和用于开闭闸门的闸阀(未图示)。

[0027] 基板保持部30配置于处理容器20的内部,该基板保持部30具有保持基板2的基板保持面31。基板保持部30例如以将基板2的要去除微粒的主表面3朝向上的方式来将基板2保持为水平。

[0028] 旋转轴部34从基板保持部30的中央向下方延伸,并且铅垂地进行配置。旋转轴部34的上端部配置于处理容器20的内部,旋转轴部34的下端部配置于处理容器20的外部。

[0029] 旋转驱动部36通过使旋转轴部34绕铅垂轴旋转来使基板保持部30旋转。旋转驱动部36例如具有旋转马达和将旋转马达的旋转驱动力传递至旋转轴部34的传递机构。

[0030] 升降驱动部38使基板保持部30升降。升降驱动部38例如通过流体压缸等构成。升降驱动部38经由旋转驱动部36使基板保持部30升降,但也可以不经由旋转驱动部36使基板保持部30升降。

[0031] 喷嘴40朝向保持于基板保持部30的基板2的主表面3喷射气体。喷嘴40以将气体的喷射口41朝向下的方式配置于基板保持部30的上方。

[0032] 喷嘴40例如向与保持于基板保持部30的基板2的主表面3垂直的方向(例如铅垂方向)喷射气体。由于气体垂直地与基板2的主表面3撞击,因此能够抑制预先形成于基板2的主表面3的凹凸图案的图案倒塌。

[0033] 驱动部50使喷嘴40沿基板保持部30的径向移动。驱动部50使喷嘴40在基板保持部30的中心部的正上方的位置与基板保持部30的外周部的正上方的位置之间移动。另外,驱动部50使喷嘴40移动至基板保持部30的径向外方的位置。基板保持部30的径向外方的位置是在不喷射气体时进行待机的待机位置。

[0034] 图2是表示一个实施方式所涉及的驱动部的俯视图。如图2所示,驱动部50例如具有转动臂51和使转动臂51转动的转动驱动部52。转动臂51水平地配置,在转动臂51的前端部以将喷嘴40的喷射口41朝向下的方式保持喷嘴40。转动驱动部52使转动臂51以从转动臂51的基端部向下方延伸的转动轴53为中心转动。

[0035] 此外,驱动部50也可以具有导轨和直动机构来替代转动臂51和转动驱动部52。导轨水平地配置,直动机构使喷嘴40沿着导轨移动。

[0036] 如图1所示,驱动部50可以还具有使喷嘴40升降的升降驱动部54。升降驱动部54例

如通过流体压缸等构成。升降驱动部54经由转动驱动部52使喷嘴40升降,但也可以不经由转动驱动部52使喷嘴40升降。

[0037] 气体供给部60向喷嘴40供给团簇形成气体。从喷嘴40喷射团簇形成气体。团簇形成气体在被预先减压后的处理容器20的内部绝热膨胀,因此被冷却至冷凝温度,形成作为分子或原子的集合体的团簇4。团簇形成气体例如包括从二氧化碳(CO₂)气体和氩(Ar)气中选择出的至少一方以上的气体。

[0038] 另外,气体供给部60向喷嘴40供给载气。载气具有比团簇形成气体小的分子量或原子量。因此,载气具有比团簇形成气体高的冷凝温度。因而,载气不形成团簇4。载气例如包括从氢(H₂)气和氦(He)气中选择出的至少一方以上的气体。

[0039] 气体供给部60向喷嘴40供给团簇形成气体与载气的混合气体。在本实施方式中,使用CO₂气体来作为团簇形成气体,并且使用H₂气体来作为载气。此外,并不特别限定团簇形成气体与载气的组合。

[0040] 气体供给部60具有下游端与喷嘴40连接的共通线路L1、从共通线路L1的上游端延伸至第一供给源61的第一分支线路L2以及从共通线路L1的上游端延伸至第二供给源62的第二分支线路L3。第一供给源61为CO₂气体的供给源。另外,第二供给源62为H₂气体的供给源。

[0041] 在共通线路L1中设置用于调整向喷嘴40供给的气体的供给压力P的压力调整器63。压力调整器63在由控制部90进行的控制下调整向喷嘴40供给的气体的供给压力P。此外,也可以在共通线路L1中的压力调整器63上游侧还设置气体增压器等升压器。

[0042] 在第一分支线路L2中设置第一开闭阀64和第一流量调整阀65。当控制部90打开第一开闭阀64时,从第一供给源61向喷嘴40供给CO₂气体。在此期间,控制部90通过第一流量调整阀65调整CO₂气体的流量。当控制部90关闭第一开闭阀64时,停止从第一供给源61向喷嘴40供给CO₂气体。

[0043] 在第二分支线路L3中设置第二开闭阀66和第二流量调整阀67。当控制部90打开第二开闭阀66时,从第二供给源62向喷嘴40供给H₂气体。在此期间,控制部90通过第二流量调整阀67调整H₂气体的流量。当控制部90关闭第二开闭阀66时,停止从第二供给源62向喷嘴40供给H₂气体。

[0044] 气体吸引部70使处理容器20的内部减压。气体吸引部70例如具有:吸引泵71,其吸引处理容器20的内部的气体;吸引线路72,其从形成于处理容器20的内壁面22的吸引口27延伸至吸引泵71;以及压力调整器73,其设置于吸引线路72的中途。压力调整器73在由控制部90进行的控制下调整处理容器20的内部的气压。

[0045] 图3是表示一个实施方式所涉及的团簇的形成的截面图。喷嘴40例如为一般被称作拉伐尔喷嘴的喷嘴,其具有直径比喷射口41和供给口42这两方小的颈部43。喷嘴40在颈部43与喷射口41之间具有随着从颈部43向喷射口41而直径变大的锥形孔45。

[0046] 喷嘴40配置于处理容器20的内部。处理容器20的内部预先通过气体吸引部70减压。供给到喷嘴40的供给口42的气体由于通过颈部43而加速,并且从喷射口41喷射出。喷射的CO₂气体在被预先减压的处理容器20的内部绝热膨胀,因此被冷却至冷凝温度。由此,CO₂分子彼此通过范德华力结合,形成作为CO₂分子的集合体的团簇4。

[0047] 团簇4与附着于基板2的主表面3的微粒5撞击,来吹去微粒5。团簇4即使以不与微

粒5直接撞击的方式来与主表面3撞击,也能够吹去进行撞击的位置周边的微粒5。此外,团簇4通过撞击成为高温,因此被粉碎地分解,并被气体吸引部70吸引。

[0048] 另外,当团簇4的尺寸过小时,则微粒5的去除效率过低。另一方面,当团簇4的尺寸过大时,预先形成于基板2的主表面3的凹凸图案倒塌。另外,当团簇4的尺寸过大时,也会在基板2的主表面3产生斑点状的缺陷。

[0049] 因此,调整团簇4的尺寸。团簇4的尺寸例如能够通过向喷嘴40供给的气体的供给压力P、团簇形成气体与载气的流量比以及处理容器20的内部的气压等来进行调整。向喷嘴40供给的气体的供给压力P例如为0.5MPa~5Mpa,优选为0.5MPa~0.9MPa。团簇形成气体与载气的流量比例例如为10:90~90:10。流量是指在0°C且大气压下测定出的通常流量(单位:slm)。喷嘴40的温度例如为-50°C~-10°C。处理容器20的内部的气压例如为5Pa~120Pa。

[0050] 控制部90例如由计算机构成,具备CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)91和存储器等存储介质92。在存储介质92中保存用于控制在基板清洗装置10中执行的各种处理的程序。控制部90通过使CPU 91执行存储介质92中存储的程序来控制基板清洗装置10的动作。另外,控制部90具备输入接口93和输出接口94。控制部90通过输入接口93从外部接收信号,通过输出接口94向外部发送信号。

[0051] 该程序也可以存储于计算机可读的存储介质中,并从该存储介质安装至控制部90的存储介质92。作为计算机可读的存储介质,例如能够列举出硬盘(HD)、软盘(FD)、光盘(CD)、磁光盘(MO)、存储卡等。此外,程序也可以从服务器经由因特网进行下载,并安装至控制部90的存储介质92。

[0052] 图4是通过功能块表示一个实施方式所涉及的控制部的构成要素的图。图4中图示的各功能块是概念性的,不一定需要在物理上如图示的那样构成。能够将各功能块的全部或一部分以任意的单位在功能上或物理上进行分散/结合来构成。关于通过各功能块进行的各处理功能的全部或任意一部分,能够通过由CPU执行的程序来实现,或者能够作为基于接线逻辑的硬件来实现。

[0053] 如图4所示,控制部90具备气体供给控制部95、加热器控制部96、制冷剂供给控制部97以及相对位置控制部98。气体供给控制部95控制气体供给部60。气体供给部60向喷嘴40供给团簇形成气体和载气。加热器控制部96控制加热器80。加热器80加热喷嘴40。加热器80例如为配置于喷嘴40的内部的热线。制冷剂供给控制部97控制制冷剂供给部81。制冷剂供给部81通过向喷嘴40供给制冷剂来调节喷嘴40的温度。在喷嘴40的周围形成供制冷剂流动的流路。制冷剂可以为气体和液体中的任一方。制冷剂的温度比室温低,当制冷剂供给控制部97禁止向喷嘴40供给制冷剂时,即使不加热喷嘴40,喷嘴40的温度也自然地上升。相对位置控制部98控制驱动部50。驱动部50使喷嘴40与基板保持部30的相对位置在从喷嘴40朝向基板2喷射气体的位置与从喷嘴40朝向基板2之外喷射气体的位置之间移动。

[0054] 图5是表示一个实施方式所涉及的基板清洗方法的流程图。图5所示的各工序在由控制部90进行的控制下实施。

[0055] 基板清洗方法包括向处理容器20的内部搬入基板2的工序S101。在该工序S101中,未图示的搬送装置从处理容器20的外部向处理容器20的内部搬入基板2,并将搬入的基板2配置于基板保持部30的基板保持面31。基板保持部30以将基板2的主表面3朝向上的方式将基板2保持为水平。

[0056] 基板清洗方法包括向喷嘴40供给团簇形成气体与载气的混合气体的工序S102。在该工序S102中,气体供给部60向喷嘴40供给混合气体。团簇形成气体例如为CO₂气体,并且载气例如为H₂气体。载气抑制在喷嘴40的内部的团簇形成气体的液化,并且将向喷嘴40供给的气体的供给压力P提高至期望的气压。

[0057] 当供给压力P过低时,团簇形成气体的绝热膨胀、也就是团簇形成气体的加速并不充分,团簇4未成长至足够去除微粒5的大小。另一方面,当仅通过团簇形成气体将供给压力P提高至期望的气压时,团簇形成气体的气压超过饱和蒸汽压,团簇形成气体在喷嘴40的内部液化。

[0058] 载气通过降低团簇形成气体的分压来抑制喷嘴40的内部中的团簇形成气体的液化。另外,载气能够通过将向喷嘴40供给的气体的供给压力P提高至期望的气压,来使团簇形成气体充分地加速,从而能够使团簇4成长至足够去除微粒5的大小。

[0059] 在气体供给部60向喷嘴40供给混合气体的同时,气体吸引部70吸引处理容器20的内部的气体,来将处理容器20的内部的气压保持为固定。

[0060] 基板清洗方法包括通过从喷嘴40喷射混合气体来形成团簇4的工序S103。混合气体中包括的CO₂气体在被预先减压后的处理容器20的内部绝热膨胀,因此被冷却至冷凝温度。由此,CO₂分子彼此通过范德华力结合,形成作为CO₂分子的集合体的团簇4。

[0061] 基板清洗方法包括通过团簇4去除附着于基板2的主表面3的微粒5的工序S104。团簇4与微粒5撞击,来吹去微粒5。团簇4即使以不直接与微粒5撞击的方式来与主表面3撞击,也能够吹去进行撞击的位置周边的微粒5。

[0062] 一边变更基板2的主表面3中的团簇4进行撞击的位置一边重复地进行上述的工序S102~工序S104。例如通过在旋转驱动部36使基板保持部30旋转的同时,驱动部50使喷嘴40沿基板2的径向移动来实施该变更。能够使团簇4与基板2的主表面3的整体撞击,从而能够清洗基板2的主表面3的整体。

[0063] 此外,在本实施方式中,使基板保持部30旋转,并且使喷嘴40沿基板2的径向移动,由此变更基板2的主表面3中的团簇4进行撞击的位置,但本公开的技术并不限于此。例如,可以在将喷嘴40固定的状态下使基板保持部30沿X轴方向和Y轴方向移动。

[0064] 在上述的工序S102~工序S104之后,进行结束对喷嘴40供给团簇形成气体的工序(工序S105)和结束对喷嘴40供给载气的工序(工序S107)。

[0065] 基板清洗方法包括结束向喷嘴40供给团簇形成气体的工序S105。在该工序S105中,气体供给控制部95关闭第一开闭阀64,以结束向喷嘴40供给团簇形成气体。此时,气体供给控制部95不关闭第二开闭阀66,继续打开第二开闭阀66。

[0066] 基板清洗方法包括从结束向喷嘴40供给团簇形成气体时起在设定时间 Δt 期间继续向喷嘴40供给载气的工序S106。在该工序S106中,气体供给控制部95继续打开第二开闭阀66,以继续向喷嘴40供给载气。从而能够将残留于喷嘴40的内部的团簇形成气体替换为载气。通过实验等以如后述的那样使得团簇形成气体在喷嘴40的内部不液化、也就是说团簇形成气体的分压与饱和蒸汽压相比足够低的方式来预先决定设定时间 Δt 。

[0067] 基板清洗方法包括结束向喷嘴40供给载气的工序S107。在该工序S107中,气体供给控制部95关闭第二开闭阀66,结束向喷嘴40供给载气。气体供给控制部95在将残留于喷嘴40的内部的团簇形成气体替换为载气后,结束对喷嘴40供给载气。

[0068] 基板清洗方法包括从处理容器20的内部向处理容器20的外部搬出基板2的工序S108。在该工序S108中,基板保持部30解除对基板2的保持,未图示的搬送装置从基板保持部30接受基板2,并将接受到的基板2从处理容器20的内部搬出至处理容器20的外部。之后,本次的处理结束。

[0069] 在以往,同时进行结束对喷嘴40供给团簇形成气体(工序S105)和结束对喷嘴40供给载气(工序S107)。这是使基板2的主表面3产生斑点状的缺陷的一个原因。

[0070] 当同时进行团簇形成气体的供给结束(工序S105)和载气的供给结束(工序S107)时,载气比团簇形成气体先从喷嘴40离开。这是因为载气的分子量或原子量比团簇形成气体的分子量或原子量小。

[0071] 由于载气会比团簇形成气体先从喷嘴40离开,因此团簇形成气体在喷嘴40的内部空间所占的比例提高。其结果,在喷嘴40的内部空间,有时团簇形成气体或在团簇形成气体中不可避免地包括的杂质液化。

[0072] 当从喷嘴40喷射出液化的气体时,附着于基板2的主表面3。该附着物成为斑点状的缺陷。此外,还存在以下问题:当团簇形成气体或其杂质在喷嘴40的内部液化时,形成巨大的团簇4,使得基板2的主表面3的凹凸图案倾倒。

[0073] 本实施方式的基板清洗方法在团簇形成气体的供给结束(工序S105)之后进行载气的供给结束(工序S107)。也就是说,本实施方式的基板清洗方法包括从团簇形成气体的供给结束起在设定时间 Δt 期间继续向喷嘴40供给载气的工序S106。

[0074] 根据本实施方式,在将残留于喷嘴40的内部的团簇形成气体替换为载气后,结束对喷嘴40供给载气。其结果,能够抑制在基板2的主表面3产生斑点状的缺陷。另外,能够抑制基板2的主表面3的凹凸图案倾倒。

[0075] 图6是表示一个实施方式所涉及的基板清洗装置的动作定时的图。例如,气体供给控制部95在时刻 t_0 开始向喷嘴40供给团簇形成气体和载气这两方。

[0076] 气体供给控制部95从时刻 t_0 至时刻 t_1 向喷嘴40供给团簇形成气体和载气这两方。气体供给控制部95从时刻 t_0 至时刻 t_1 以第一流量FR1向喷嘴40供给载气。

[0077] 另外,加热器控制部96从时刻 t_0 至时刻 t_1 禁止通过加热器80加热喷嘴40。由此,能够将喷嘴40冷却至团簇形成气体的冷凝温度附近的温度,从而能够辅助团簇4的形成。

[0078] 制冷剂供给控制部97从时刻 t_0 至时刻 t_1 向喷嘴40供给制冷剂。由此,能够将喷嘴40冷却至团簇形成气体的冷凝温度附近的温度,从而能够辅助团簇4的形成。

[0079] 之后,气体供给控制部95在时刻 t_1 结束向喷嘴40供给团簇形成气体。接下来,气体供给控制部95从时刻 t_1 至时刻 t_2 继续向喷嘴40供给载气。从时刻 t_1 至时刻 t_2 为止的时间为设定时间 Δt 。

[0080] 气体供给控制部95从时刻 t_1 至时刻 t_2 以比第一流量FR1多的第二流量FR2($FR2 > FR1$)向喷嘴40供给载气。从而能够将残留于喷嘴40的内部的团簇形成气体快速地替换为载气。

[0081] 此外,将载气的流量从第一流量FR1切换为第二流量FR2的定时也可以不是时刻 t_1 ,该定时也可以是即将到达时刻 t_1 之前的时刻或时刻 t_1 之后的时刻。气体供给控制部95在设定时间 Δt 期间以第二流量FR2向喷嘴40供给载气即可。能够将残留于喷嘴40的内部的团簇形成气体快速地替换为载气。

[0082] 加热器控制部96从时刻 t_1 至时刻 t_2 通过加热器80加热喷嘴40。由于将热供给至喷嘴40,因此喷嘴40的温度成为高温。其结果,能够抑制团簇形成气体或其杂质在喷嘴40的内部液化。

[0083] 此外,开始加热喷嘴40的定时也可以不是时刻 t_1 ,该定时也可以是即将到达时刻 t_1 之前的时刻或时刻 t_1 之后的时刻。加热器控制部96在设定时间 Δt 期间通过加热器80加热喷嘴40即可。由于将热供给至喷嘴40,因此喷嘴40的温度成为高温。其结果,能够抑制团簇形成气体或其杂质在喷嘴40的内部液化。

[0084] 制冷剂供给控制部97从时刻 t_1 至时刻 t_2 禁止向喷嘴40供给制冷剂。由于不向喷嘴40供给制冷剂,因此喷嘴40的温度成为高温。其结果,能够抑制团簇形成气体或其杂质在喷嘴40的内部液化。

[0085] 此外,结束供给制冷剂的定时也可以不是时刻 t_1 ,该定时也可以是即将到达时刻 t_1 之前的时刻或时刻 t_1 之后的时刻。制冷剂供给控制部97在设定时间 Δt 期间禁止向喷嘴40供给制冷剂即可。由于不向喷嘴40供给制冷剂,因此即使不加热喷嘴40,喷嘴40的温度也自然地成为高温。其结果,能够抑制团簇形成气体或其杂质在喷嘴40的内部液化。

[0086] 相对位置控制部98从时刻 t_1 至时刻 t_2 使喷嘴40与基板2的相对位置处于从喷嘴40朝向基板2喷射气体的位置。假设当从时刻 t_1 至时刻 t_2 使喷嘴40与基板2的相对位置处于从喷嘴40朝向基板2之外喷射气体的位置时,则气体与处理容器20的内壁面撞击。其结果,附着于处理容器20的内壁面的沉积物被剥离。有时剥离的沉积物飞扬,并且附着于基板2的主表面3。

[0087] 相对位置控制部98在本实施方式中从时刻 t_1 至时刻 t_2 使喷嘴40与基板2的相对位置处于从喷嘴40朝向基板2喷射气体的位置。从喷嘴40喷射出的气体与基板2撞击,由此使流速减小。流速小的气体与处理容器20的内壁面撞击。因而,能够抑制附着于处理容器20的内壁面的沉积物被剥离,从而能够抑制沉积物附着于基板2的主表面3。

[0088] 图7是表示实施例所涉及的清洗后的基板的污染状况的图。图8是表示以往例所涉及的清洗后的基板的污染状况的图。在图7和图8中,黑点表示缺陷的位置。

[0089] 在图7所示的实施例中,从时刻 t_0 至时刻 t_1 ,向喷嘴40供给的混合气体的供给压力 P 为0.9MPa、团簇形成气体与载气的流量比为25:75、喷嘴40的温度为 -40°C 、处理容器20的内部的气压例如为100Pa、喷嘴40与基板2的间隔为60mm。团簇形成气体为 CO_2 气体,载气为 H_2 气体。另外,设定时间 Δt 为30秒。

[0090] 此外,在图7所示的实施例中,从时刻 t_1 至时刻 t_2 ,未实施图6所示的载气的流量增加、加热器80的加热以及制冷剂的停止。也就是说,在图7所示的实施例中,从时刻 t_0 至时刻 t_2 ,载气的流量是固定的,加热器80不加热喷嘴40,制冷剂供给部81继续向喷嘴40供给制冷剂。

[0091] 在图8所示的以往例中,除了在结束供给团簇形成气体的同时结束载气的供给以外,与图7所示的实施例同样地进行基板的清洗。

[0092] 如当将图7和图8进行比较时明确可知的那样,通过从团簇形成气体的供给结束起在设定时间 Δt 期间继续向喷嘴40供给载气,能够抑制在基板2的主表面3产生斑点状的缺陷。

[0093] 以上,说明了本公开所涉及的基板清洗方法和基板清洗装置的实施方式,但本公

开并不限定于上述实施方式等。能够在权利要求书所记载的范围内进行各种变更、修正、替换、附加、删除以及组合。这些也当然属于本公开的技术范围中。

[0094] 上述实施方式的基板2为硅晶圆,但也可以为碳化硅基板、蓝宝石基板、玻璃基板等。

[0095] 本申请主张2019年10月23日向日本专利局申请的特愿2019-193049号的优先权,并将特愿2019-193049号的全部内容引用至本申请中。

[0096] 附图标记说明

[0097] 2:基板;3:主表面;4:团簇;5:微粒;10:基板清洗装置;20:处理容器;30:基板保持部;40:喷嘴;50:驱动部;60:气体供给部;80:加热器;81:制冷剂供给部;90:控制部;95:气体供给控制部;96:加热器控制部;97:制冷剂供给控制部;98:相对位置控制部。

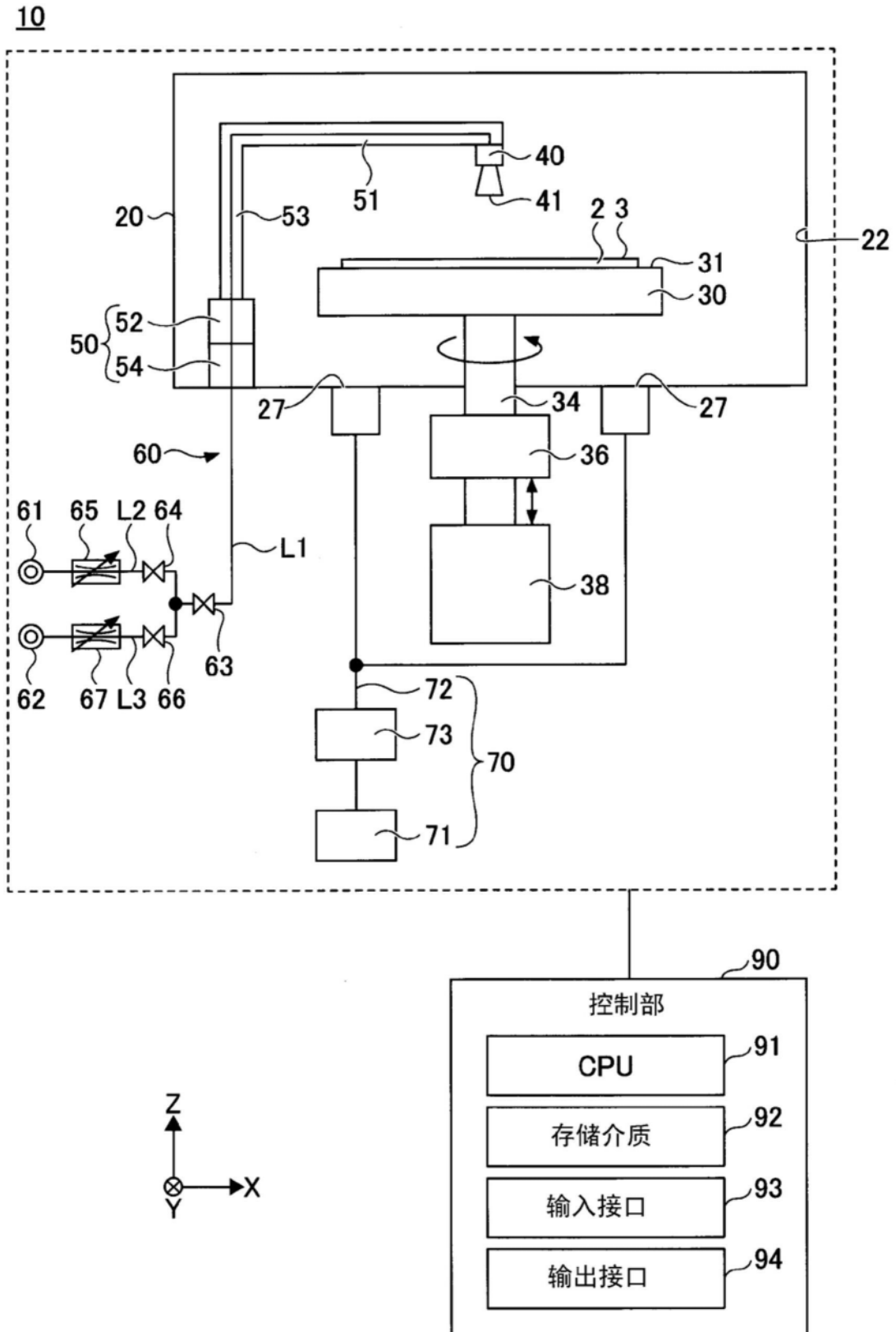


图1

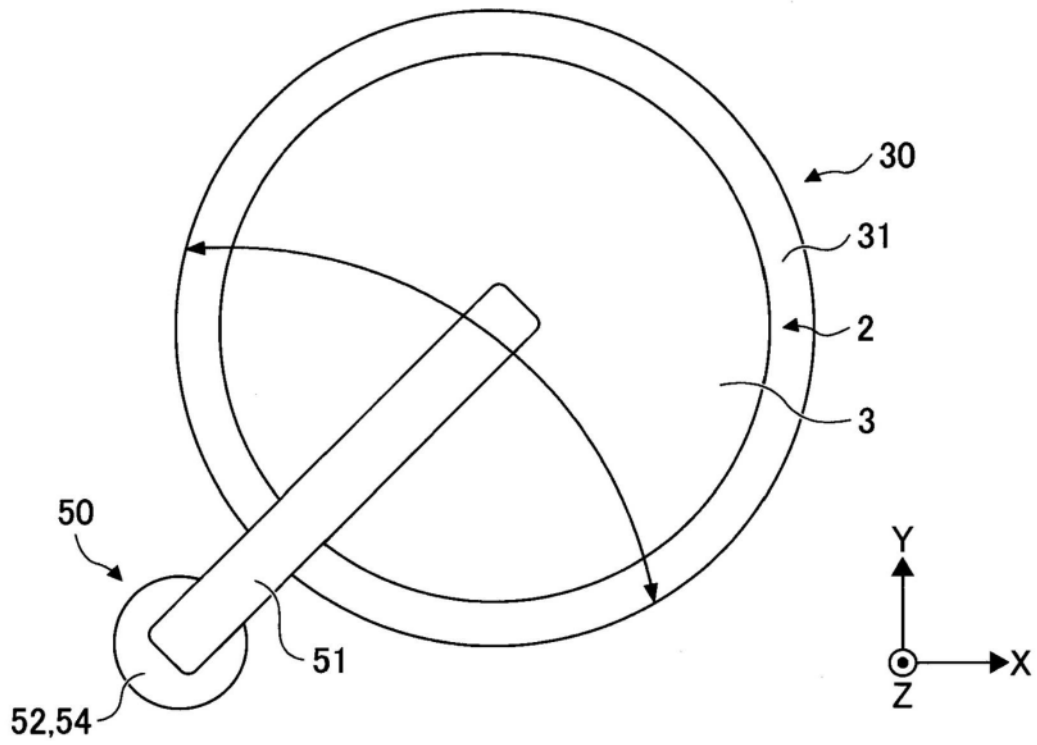


图2

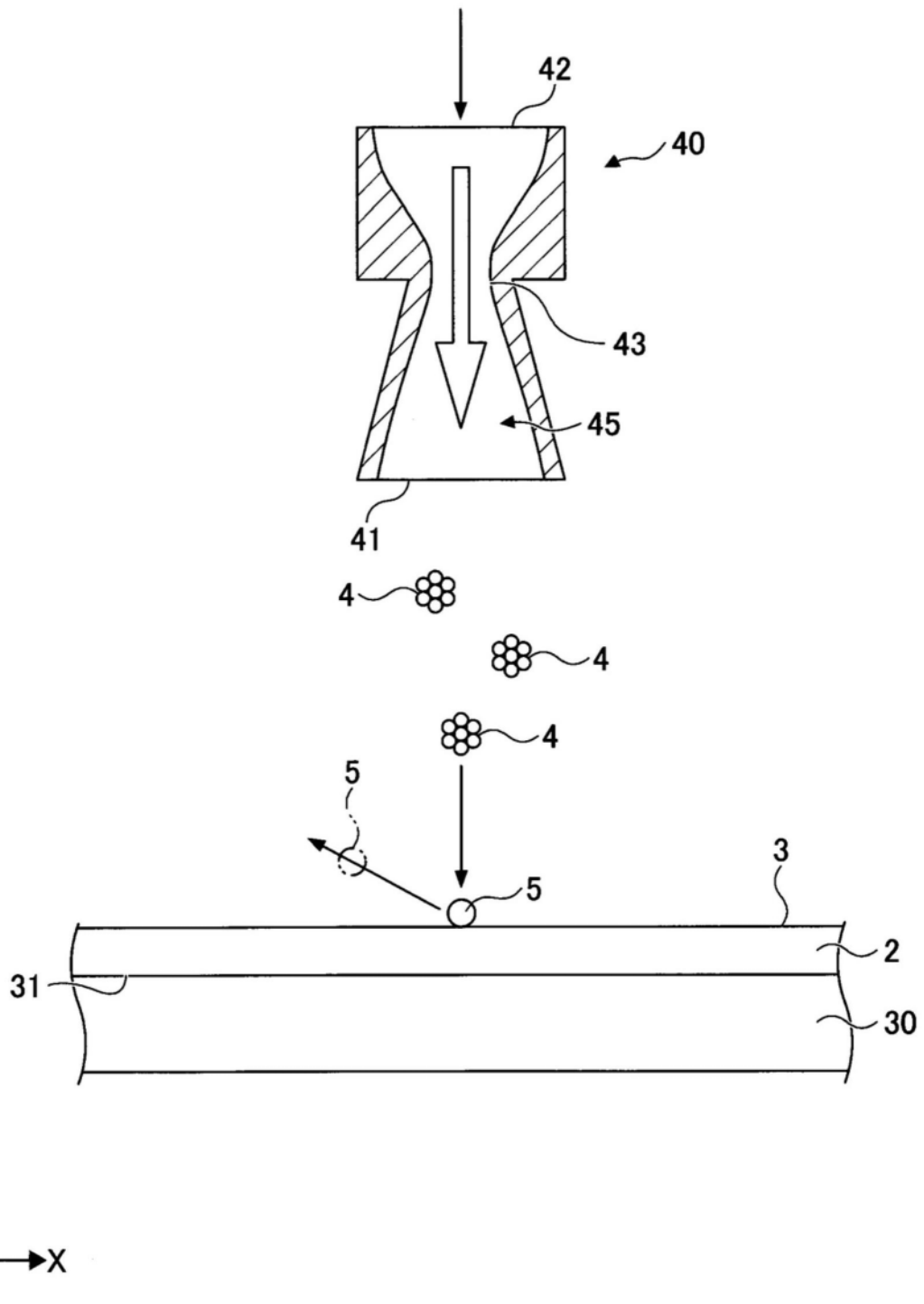


图3

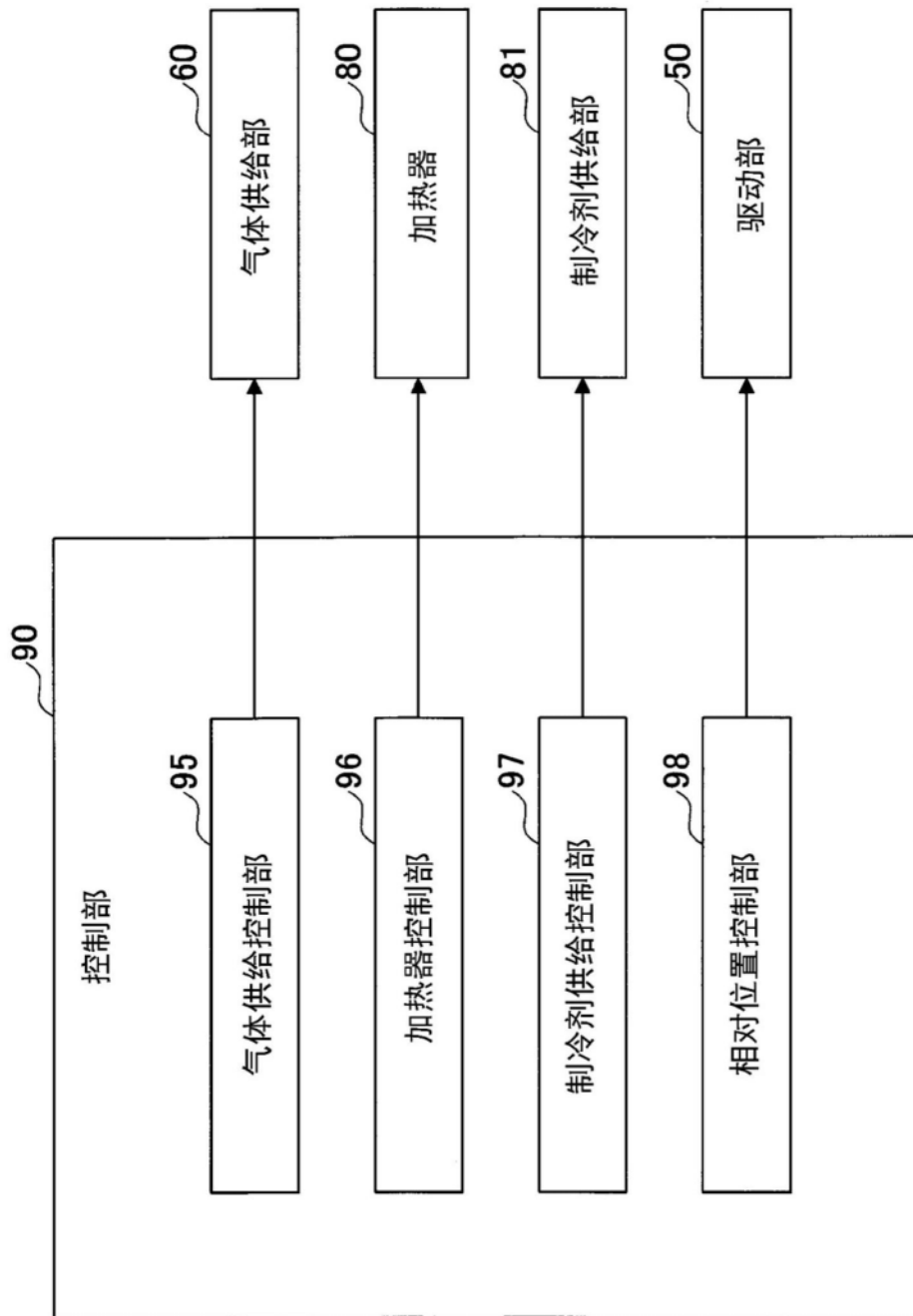


图4

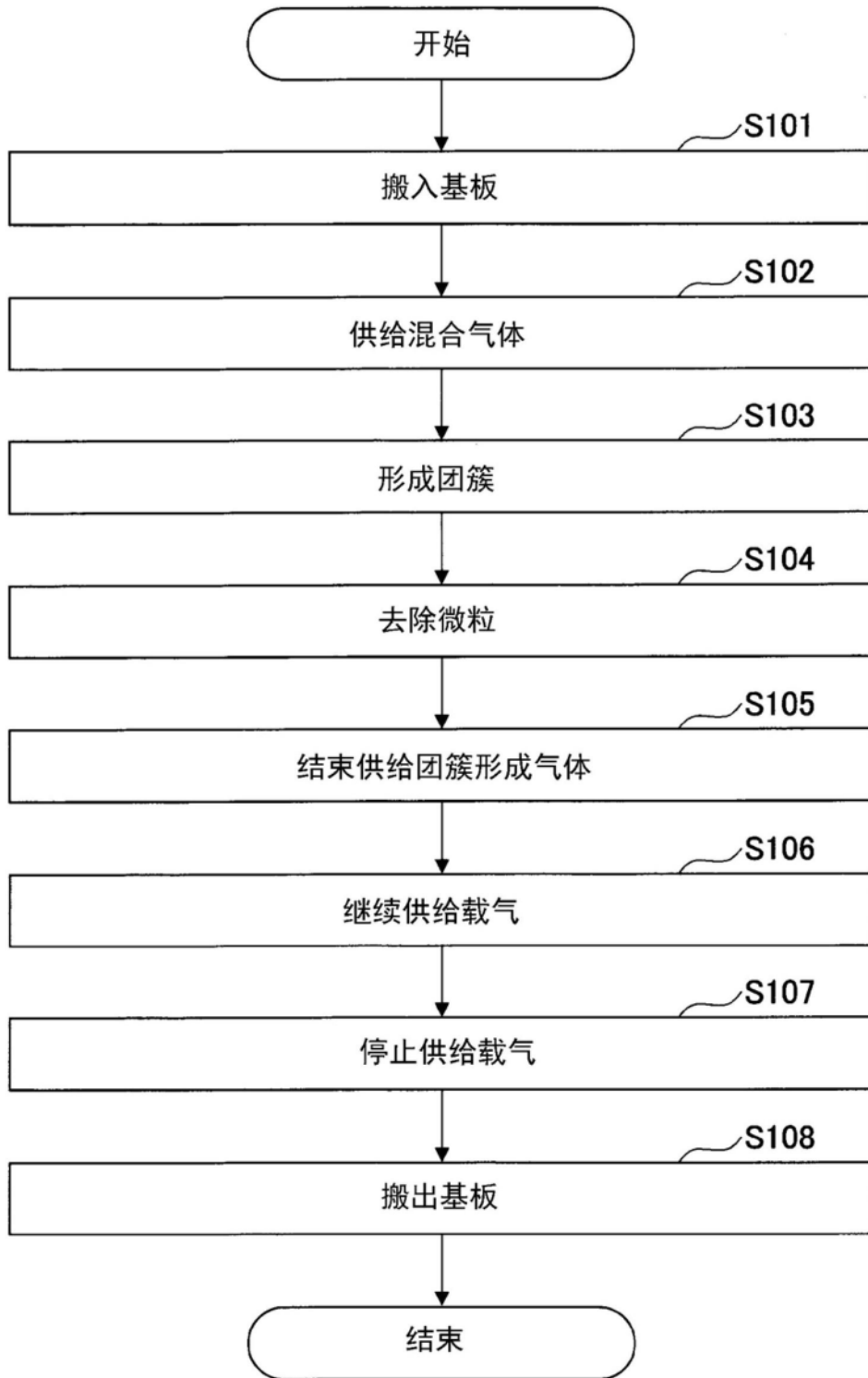


图5

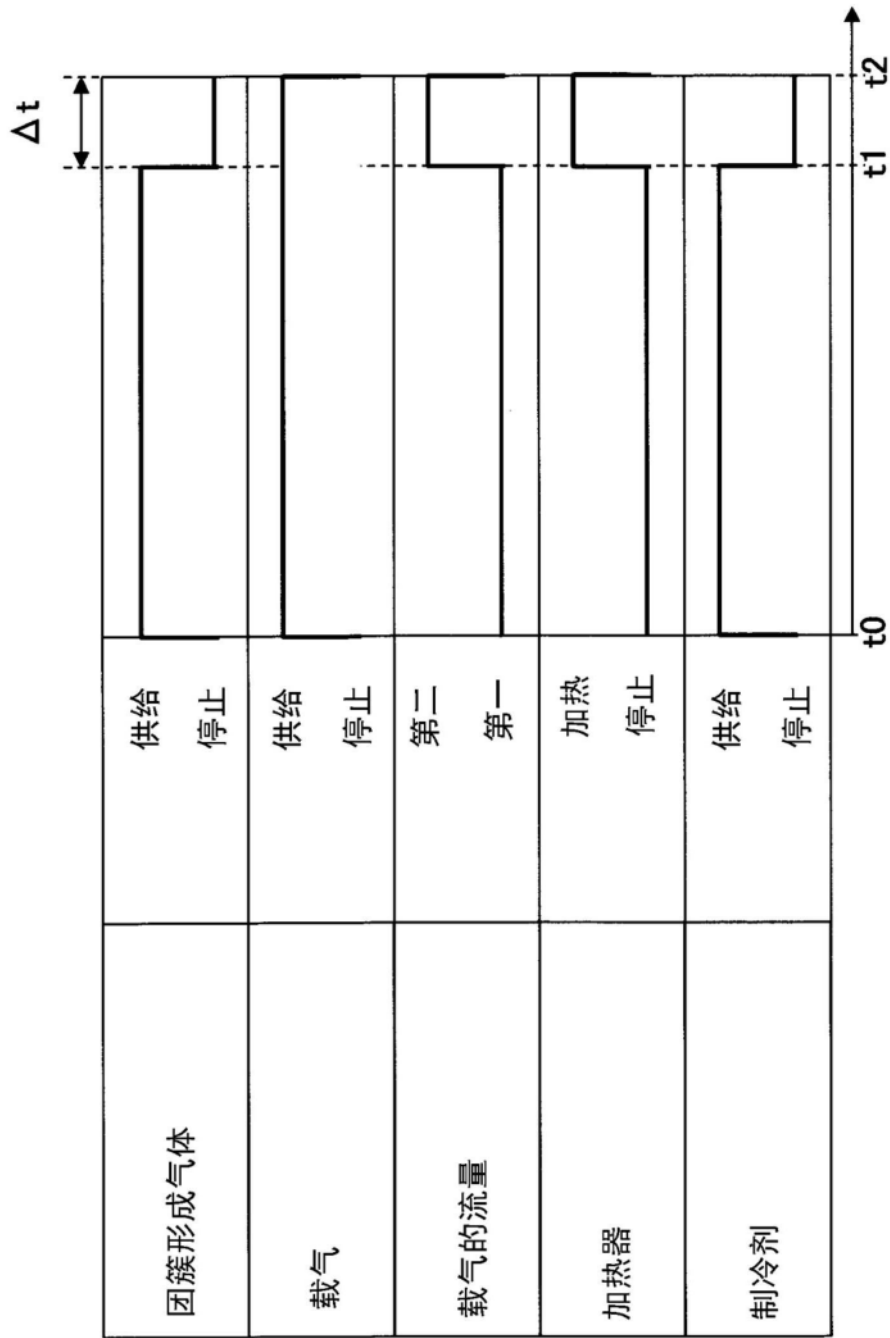


图6

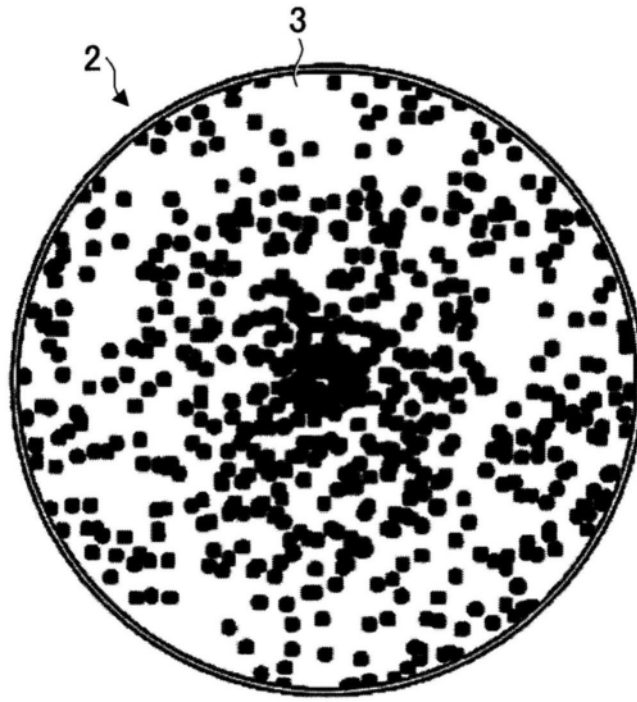


图7



图8