



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114263902 B

(45) 授权公告日 2023.08.25

(21) 申请号 202111469260.X
 (22) 申请日 2021.12.03
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 114263902 A
 (43) 申请公布日 2022.04.01
 (73) 专利权人 苏州智程半导体科技股份有限公司
 地址 215000 江苏省苏州市昆山市玉山镇
 玉杨路299号3号房
 (72) 发明人 万帮勇 刘国强 吴求
 (74) 专利代理机构 苏州友佳知识产权代理事务
 所(普通合伙) 32351
 专利代理师 龚心怡
 (51) Int. Cl.
 H01L 21/46 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 204391063 U, 2015.06.10

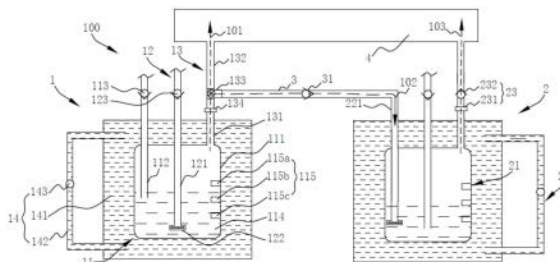
JP H10118586 A, 1998.05.12
 US 2004194806 A1, 2004.10.07
 JP 2008034779 A, 2008.02.14
 CN 112944307 A, 2021.06.11
 US 2002195125 A1, 2002.12.26
 TW I227513 B, 2005.02.01
 CN 114999962 A, 2022.09.02
 CN 102541101 A, 2012.07.04
 CN 113130357 A, 2021.07.16
 KR 20170105385 A, 2017.09.19
 JP 2016139681 A, 2016.08.04
 CN 113649339 A, 2021.11.16
 US 2003009901 A1, 2003.01.16
 JP 2011216607 A, 2011.10.27
 杨旭, 杨元元, 王嘉琪等. CMP干燥模组控制
 软件设计. 电子工业专用设备. 2021, 第50卷(第
 03期), 16-20.

审查员 任欢

权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称
 一种混合蒸汽发生系统

(57) 摘要
 本发明提供了一种混合蒸汽发生系统, 包括蒸汽发生装置, 浓度补偿装置, 以及输送管道; 蒸汽发生装置包括第一蒸汽输出通道, 第一蒸汽输出通道通过流道控制元件与输送管道连通; 浓度补偿装置包括载气补偿管路; 控制流道控制元件, 以将蒸汽发生装置中产生的小于预设浓度阈值的混合蒸汽作为载气源, 经输送管道和载气补偿管路注入浓度补偿装置以进行二次反应。采用该混合蒸汽发生系统, 使其所供给的混合蒸汽浓度稳定, 从而得到较好的干燥效果。



1. 一种混合蒸汽发生系统,其特征在于,包括:

蒸汽发生装置,浓度补偿装置,以及连通所述蒸汽发生装置与所述浓度补偿装置的输送管道;

所述蒸汽发生装置包括第一蒸汽输出通道,所述第一蒸汽输出通道通过流道控制元件与所述输送管道连通;

所述浓度补偿装置包括载气补偿管路;

所述蒸汽发生装置还包括液体供给装置,所述液体供给装置包括用于容纳溶液的储液罐和与所述储液罐连通的进液管路,所述进液管路配置第一节流阀以控制所述溶液的流量;

所述蒸汽发生装置还包括用于提供载气的外部载气源,以及与所述外部载气源连通的载气供给管路;所述载气供给管路包括进气端,所述进气端配置第二节流阀以控制所述载气的流量;

控制所述流道控制元件,以将所述蒸汽发生装置中产生的小于预设浓度阈值的混合蒸汽作为载气源,经所述输送管道和所述载气补偿管路注入所述浓度补偿装置以进行二次反应。

2. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述流道控制元件将所述第一蒸汽输出通道划分为位于前端的第一管路及位于后端的第二管路,所述第一管路上设置第一浓度监测仪。

3. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述输送管道上设有第一单向阀。

4. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述蒸汽发生装置和所述浓度补偿装置均还包括用于容纳所述储液罐的保温装置,所述保温装置和所述储液罐之间充满具有恒定温度的导热介质。

5. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述蒸汽发生装置和所述浓度补偿装置均还包括设置于所述储液罐内的液位传感器,用于监控所述溶液的液面位置。

6. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述载气供给管路和所述载气补偿管路均还包括出气端,所述出气端伸入所述溶液中,且所述出气端安装有用于使所述载气分布为气泡的载气分布单元,所述载气分布单元的侧壁环形布置若干均匀大小的出气孔,以使所述气泡均匀且与所述溶液的液面保持设定的距离。

7. 根据权利要求6所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述载气分布单元的顶面设置孔径相等的进气孔,所述进气孔与所述出气孔互相连通以形成供所述载气流通且流路路径相等的第一通道。

8. 根据权利要求6所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述载气分布单元具有中空腔体,所述中空腔体的底部内凹形成若干尺寸相等的呈中心散射分布的导流槽,所述导流槽与所述出气孔互相连通以形成供所述载气流通且流路路径相等的第二通道。

9. 根据权利要求1所述的混合蒸汽发生系统,其特征在于,

所述浓度补偿装置还包括设置于所述储液罐上方且与外部连通的第二蒸汽输出通道，所述第二蒸汽输出通道上设置第二浓度监测仪和第二单向阀。

一种混合蒸汽发生系统

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造设备领域,尤其涉及一种混合蒸汽发生系统。

背景技术

[0002] 半导体制造过程是通过一系列复杂步骤在晶圆衬底上精确产生极小的特征。晶圆经过清洗后,干燥晶圆表面是非常重要的一个环节。因为在清洗工艺结束后,晶圆表面会残留少量的液体(通常是水),如果干燥不充分,就会在晶圆表面形成“水痕”等缺陷,所以干燥效果的好坏直接影响着晶圆表面的产品良率表现。

[0003] 异丙醇(IPA)干燥工艺是湿法清洗工艺中普遍使用的干燥工艺,其原理是利用IPA的低表面张力和易挥发的特性,取代硅片表面的具有较高表面张力的水分,然后用热氮气(N_2)吹干,达到彻底干燥晶圆表面水膜的目的。

[0004] 但是,在IPA干燥工艺过程中,对反应腔中IPA蒸汽的浓度和稳定性控制是一大技术难点。

[0005] 有鉴于此,有必要对现有技术中的混合蒸汽发生系统予以改进,以解决上述问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于揭示一种混合蒸汽发生系统,用以解决干燥工艺过程中IPA蒸汽浓度和稳定性难以控制的技术问题,从而避免干燥后的晶圆表面产生“水痕”等缺陷。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种混合蒸汽发生系统,包括:

[0008] 蒸汽发生装置,浓度补偿装置,以及连通所述蒸汽发生装置与所述浓度补偿装置的输送管道;

[0009] 所述蒸汽发生装置包括第一蒸汽输出通道,所述第一蒸汽输出通道通过流道控制元件与所述输送管道连通;所述浓度补偿装置包括载气补偿管路;

[0010] 控制所述流道控制元件,以将所述蒸汽发生装置中产生的小于预设浓度阈值的混合蒸汽作为载气源,经所述输送管道和所述载气补偿管路注入所述浓度补偿装置以进行二次反应。

[0011] 作为本发明的进一步改进,所述流道控制元件将所述第一蒸汽输出通道划分为上管路和下管路,所述下管路上设置第一浓度监测仪。

[0012] 作为本发明的进一步改进,所述输送管道上设有第一单向阀。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述蒸汽发生装置和所述浓度补偿装置均还包括液体供给装置,所述液体供给装置包括用于容纳溶液的储液罐和与所述储液罐连通的进液管路,所述进液管路配置第一节流阀以控制所述溶液的流量。

[0014] 作为本发明的进一步改进,所述蒸汽发生装置和所述浓度补偿装置均还包括用于容纳所述储液罐的保温装置,所述保温装置和所述储液罐之间充满具有恒定温度的导热介质。

[0015] 作为本发明的进一步改进,所述蒸汽发生装置和所述浓度补偿装置均还包括设置

于所述储液罐内的液位传感器,用于监控所述溶液的液面位置。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述蒸汽发生装置还包括用于提供载气的外部载气源,以及与所述外部载气源连通的载气供给管路;所述载气供给管路包括进气端,所述进气端配置第二节流阀以控制所述载气的流量。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述载气供给管路和所述载气补偿管路均还包括出气端,所述出气端伸入所述溶液中,且所述出气端安装有用于使所述载气分布为气泡的载气分布单元,所述载气分布单元的侧壁环形布置若干均匀大小的出气孔,以使所述气泡均匀且与所述溶液的液面保持设定的距离。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述载气分布单元的顶面设置孔径相等的进气孔,所述进气孔与所述出气孔互相连通以形成供所述载气流通且流路路径相等的第一通道。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述载气分布单元具有中空腔体,所述中空腔体的底部内凹形成若干尺寸相等的呈中心散射分布的导流槽,所述导流槽与所述出气孔互相连通以形成供所述载气流通且流路路径相等的第二通道。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述浓度补偿装置还包括设置于所述储液罐上方且与外部连通的第二蒸汽输出通道,所述第二蒸汽输出通道上设置第二浓度监测仪和第二单向阀。

[0021] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:在蒸汽发生装置和浓度补偿装置之间设置输送管道,并且设置流道控制元件将第一蒸汽输出通道与输送管道连接,通过控制流道控制元件,以将蒸汽发生装置中产生的小于预设浓度阈值的混合蒸汽作为载气源注入浓度补偿装置以进行二次反应。采用该混合蒸汽发生系统,使其所输出的混合蒸汽浓度符合要求且稳定,从而得到较好的晶圆表面干燥效果。

附图说明

[0022] 图1为本发明所揭示的在一种实施例下的一种混合蒸汽发生系统的示意图;

[0023] 图2为图1所示出的混合蒸汽发生系统内的载气分布单元在一种实施例中的结构剖视图;

[0024] 图3为图1所示出的混合蒸汽发生系统内的载气分布单元在另一种实施例中的结构剖视图;

[0025] 图4为本发明所揭示的在一种变形实施例下的一种混合蒸汽发生系统的示意图;

[0026] 图5为本发明所揭示的在另一种变形实施例下的一种混合蒸汽发生系统的示意图;

[0027] 图6为图1所示出的混合蒸汽发生系统的电路连接情况框图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图所示的各实施方式对本发明进行详细说明,但应当说明的是,这些实施方式并非对本发明的限制,本领域普通技术人员根据这些实施方式所作的功能、方法、或者结构上的等效变换或替代,均属于本发明的保护范围之内。

[0029] 需要理解的是,在本申请中,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“轴向”、“径

向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本技术方案和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本技术方案的限制。

[0030] 参图1至图6所示,为本发明所揭示的一种混合蒸汽发生系统的具体实施方式。

[0031] 参图1、图4和图5所示,混合蒸汽发生系统100包括:蒸汽发生装置1,浓度补偿装置2,以及连通蒸汽发生装置1与浓度补偿装置2的输送管道3;其中,蒸汽发生装置1和浓度补偿装置2均包括液体供给装置(即液体供给装置11和液体供给装置21),保温装置(即保温装置14和保温装置24)。

[0032] 液体供给装置11包括用于容纳溶液114的储液罐111和与储液罐111连通的进液管路112,进液管路112配置第一节流阀113,通过控制第一节流阀113控制自进液管路112进入储液罐111的溶液114的流量;储液罐111内设置有用于监控溶液114的液面位置的液位传感器115。第一节流阀113、液位传感器115均与控制电路(未示出)电性连接。需要说明的是,储液罐111内并未完全充满溶液114,在其上方需要留有适当的空间用于容纳溶液114的蒸汽。

[0033] 在本实施例中,溶液114为异丙醇(IPA),通过该蒸汽发生装置1提供异丙醇蒸汽以用于湿法刻蚀或清洗后的晶圆干燥过程。溶液114包括但不限于异丙醇,在本发明的其他实施例中,溶液114还可以是其他需要转换为蒸汽进行工艺过程的溶液。进液管路112的一端连通溶液源(未示出),另一端与储液罐111连通,并能够向储液罐111内供给溶液114。需要注意的是,为了减少供液过程对系统造成的扰动,将与进液管路112的一端伸入溶液114的液面之下。

[0034] 将液位传感器115设置在储液罐111的侧壁上,以监控储液罐111内溶液114的液面位置。在本实施例中,液位传感器115包括第一液位传感器115a、第二液位传感器115b和第三液位传感器115c。其中,第一液位传感器115a所在的高度为允许的最高液面位置,第三液位传感器115c所在的高度为允许的最低液面位置,第二液位传感器115b所在的高度为最适合的设定液面位置。需要指出的是,图1、图4和图5中仅示意性地表示出第一液位传感器115a、第二液位传感器115b和第三液位传感器115c的高低位置关系。由于储液罐111中剩余空间对于异丙醇蒸汽压的影响,本发明对于异丙醇的液面位置也需要进行严格控制,即第一液位传感器115a、第二液位传感器115b和第三液位传感器115c位于设定的液面位置附近,且其之间的高度差要控制在预设范围之内。为了保证工艺正常进行以及确保生成异丙醇蒸汽的持续稳定,在进液管路112上配置第一节流阀113,以此来控制储液罐111内的溶液114的含量。当第一液位传感器115a监测到储液罐111内溶液114的液面位置高于其所在位置时,控制电路关闭第一节流阀113,进液管路112停止向储液罐111内供液;当溶液114的液面位置低于第一液位传感器115a所在位置时,通过控制电路控制第一节流阀113,以控制注入溶液114的流量,从而使得储液罐111内的溶液114含量控制在一定范围内。

[0035] 需要进一步说明的是,液位传感器115包括但不限于光学液位传感器,还可以为浮球式液位传感器、电容式液位传感器等,液位传感器115的相关设置也可以根据其种类不同进行相应调整。

[0036] 将储液罐111放置于保温装置14中,并在保温装置14和储液罐111之间充满具有恒定温度的导热介质141。在本实施例中,导热介质141为去离子水,本发明对于导热介质141的初始温度不作限定,将导热介质141的温度作为工艺可调参数,可以调整溶液114的温度,

进而控制所生成的蒸汽中溶液114的浓度。相比于现有的电加热等方法,通过水浴保温的热传递过程较为平稳,对于异丙醇而言,在常温条件下不用加热就能够形成异丙醇蒸汽,导热介质141的温度可以设定为室温,而且能够避免直接加热异丙醇等易燃易爆化学品所造成的安全隐患。另外,由于溶液114的温度通过导热介质141进行控制,因此导热介质141的温度是维持蒸汽供给稳定性的重要参数。在储液罐111的周围充满导热介质141,使得储液罐111内的溶液114的温度相对比较稳定,从而使得生成蒸汽的速率及浓度也相对稳定。

[0037] 需要进一步说明的是,导热介质141包括但不限于去离子水,还可以为油等液体。由于溶液114的温度是通过导热介质141控制的,维持导热介质141的温度的方式可以为,在保温装置14上设置一制冷片143或者其他具有升温或者降温功能的温度调节装置,以及连接温度调节装置的介质循环管道142,通过制冷片143(即温度调节装置的一种下位概念)对循环流动的导热介质141的温度进行调节,从而使充满储液罐111与保温装置14之间的液体来控制温度,进而调节储液罐111中溶液114的温度,使之保持恒定。蒸汽发生装置1中的液体供给装置12和保温装置14的结构与浓度补偿装置2中的液体供给装置11和保温装置24的结构相同,在此不再赘述。

[0038] 参图1所示,蒸汽发生装置1还包括用于提供载气的外部载气源(未示出),以及与外部载气源连通的载气供给管路121;载气供给管路121包括进气端(未标识)和出气端(未标识),进气端处配置第二节流阀123以控制载气的流量,出气端伸入溶液114中,且出气端安装有用于使载气分布为气泡的载气分布单元122,载气分布单元122的侧壁1221环形布置若干均匀大小的出气孔1222,以使产生的气泡均匀且与溶液114的液面保持设定的距离。第二节流阀123与控制电路电性连接

[0039] 在本实施例中,载气为氮气,为了保证储液罐111中的载气与溶液114的比值始终稳定,确保异丙醇蒸汽的稳定供给,在载气供给管路121的进气端处配置第二节流阀123,通过控制电路控制第二节流阀123进而控制自载气供给管路121进入储液罐111中的载气的含量,且载气供给管路121中的载气不会反流。将载气通入溶液114中,在载气供给管路121的出气端安装有载气分布单元122,为了保证产生的气泡与溶液114的液面保持设定的距离,在载气分布单元122的侧壁1221上环形布置若干均匀大小的出气孔1222,使得载气分布为均匀大小的气泡从溶液114中溢出,在常温条件下载带溶液114的蒸汽成分,从而形成包含溶液114蒸汽组分的载气流。

[0040] 需要说明的是,载气包括但不限于氮气,还可以为其他惰性气体或者工艺过程所需要的其他气体。

[0041] 参图2所示,在本实施例中,载气分布单元122呈圆柱形,在其顶面设置孔径相等的进气孔1223,将进气孔1223与环形布置在侧壁1221的出气孔1222连通形成供载气流通且流通过程路径相等的第一通道1224,此时,载气流通过程路径为1000。由于进入第一通道1224的气流一样,出气孔1222处形成的气泡大小一样,且通过保温装置14提供一恒温环境,因此,当气泡破裂时所形成的混合蒸汽(即异丙醇与氮气的混合蒸汽)的浓度也一样。另外,通过控制第一节流阀113和第二节流阀123,确保储液罐111中的载气与溶液114的比值始终稳定,进一步确保了蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽的浓度稳定性。

[0042] 参图3所示,在另一种实施例中,载气分布单元122具有一中空腔体1225,中空腔体1225的底部内凹形成若干尺寸相等的呈中心散射分布的导流槽1226,导流槽1226与环形布

置在侧壁1221的出气孔1222互相连通形成供载气流通且流路路径相等的第二通道1227,此时,载气流通路径为2000。

[0043] 需要进一步说明的是,载气分布单元122的结构包括但不限于以上两种,只要能够保证流通通道(如第一通道1224、第二通道1227)沿其自由延伸方向任何一个沿其延伸方向所形成的横截面相等,以使得流通通道内的气流相等且在出气孔1222处形成的气泡大小均匀即可,气泡的具体尺寸可以根据需要进行调整。通过对流通通道进行设置,将通入载气供给管路121中的载气进行分流,并分布为大小均匀的气泡,当气泡从溶液114中溢出破裂时,气泡与其载带的溶液114的蒸汽成分所形成的混合蒸汽的浓度稳定,从而避免了因载气分布单元122分流和分布的气泡大小不均匀所造成的混合蒸汽浓度不稳定的技术问题。

[0044] 参图1、图4和图5所示,蒸汽发生装置1还包括第一蒸汽输出通道13,第一蒸汽输出通道13包括第二管路131和第一管路132,第二管路131和第一管路132之间设置流道控制元件133,且与输送管道3的一端连接,并且,在第二管路131上设置第一浓度监测仪134。浓度补偿装置2包括载气补偿管路221,设置于储液罐211上方且与外部连通的第二蒸汽输出通道23,第二蒸汽输出通道23上设置第二浓度监测仪231和第二单向阀232。其中,流道控制元件133、第一浓度监测仪134、第一单向阀31、第二浓度监测仪231和第二单向阀232均与控制电路电性连接。

[0045] 当第一浓度监测仪134监测到蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽的浓度小于预设浓度阈值时,控制电路控制流道控制元件133关闭第一管路132,使第二管路131与输送管道3连通,以使混合蒸汽自第二管路131经输送管道3进入载气补偿管路221,见图1所示的气体路径102。此时,蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽(即IPA与氮气的混合蒸汽)作为浓度补偿装置2中载气补偿管路221的载气源,并在浓度补偿装置2中进行二次反应。当第一浓度监测仪134监测到蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽的浓度达到预设浓度阈值时,则控制电路控制流道控制元件133关闭输送管道3,将第二管路131和第一管路132连通,以使蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽自第一蒸汽输出通道13输送到接收装置4中,见图1所示的气体路径101。在输送管道3上设置第一单向阀31,可以避免浓度补偿装置2中的气体逆向流动产生干扰。流道控制元件133可以为T型三通球阀或者其他类型的元件,只要能实现气体流道控制即可。

[0046] 在本实施例中,由于只设置了一个浓度补偿装置2,故在第二蒸汽输出通道23上设置第二单向阀232。蒸汽发生装置1中产生的混合蒸汽作为载气源在浓度补偿装置2中进行二次反应,同样地,设置于第二蒸汽输出通道23的第二浓度监测仪231对浓度补偿装置2中产生的混合蒸汽进行监测,若第二浓度监测仪231监测到生成的混合蒸汽浓度达到预设浓度阈值时,控制电路打开第二单向阀232,混合蒸汽的输出路径见图1所示的气体路径103;反之关闭第二单向阀232,停止输出混合蒸汽。

[0047] 需要说明的是,浓度补偿装置2中载气补偿管路221和第二浓度监测仪231的工作原理与蒸汽发生装置1中的载气供给管路121和第一浓度监测仪134的工作原理一样,相同的技术方案请参考上述,在此不再赘述。在本实施例中,接收装置4为晶圆干燥装置,以通过生成的混合蒸汽对晶圆进行干燥。接收装置4包括但不限于晶圆干燥装置,可以根据实际需求进行调整。

[0048] 在一种变形实施例下,参图4所示,可以先将第一蒸汽输出通道13和第二蒸汽输出

通道23连通,再与接收装置4连通。在此实施例中,需要注意的是,需要在第一蒸汽输出通道13上增设第三单向阀135,以避免第一蒸汽输出通道13和第二蒸汽输出通道23中的混合蒸汽产生干扰。

[0049] 在另一变形实施例下,参图5所示,可以在蒸汽发生装置1后依次连接若干个浓度补偿装置2,层层递进,使得进入接收装置4中的混合蒸汽的浓度更加精确更加稳定。

[0050] 上述两种实施例中相同的技术方案请参考第一个实施例,在此不再赘述。

[0051] 在蒸汽发生装置1和浓度补偿装置2之间设置设有第一单向阀31的输送管道3,并且设置流道控制元件133将第一蒸汽输出通道13与输送管道3连接,通过控制流道控制元件133,以将蒸汽发生装置1中产生的小于预设浓度阈值的混合蒸汽作为载气源注入浓度补偿装置2以进行二次反应。采用该混合蒸汽发生系统100,使其所输出的混合蒸汽浓度符合要求且稳定,从而得到较好的晶圆表面干燥效果。

[0052] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明,它们并非用以限制本发明的保护范围,凡未脱离本发明技艺精神所作的等效实施方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

[0053] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0054] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

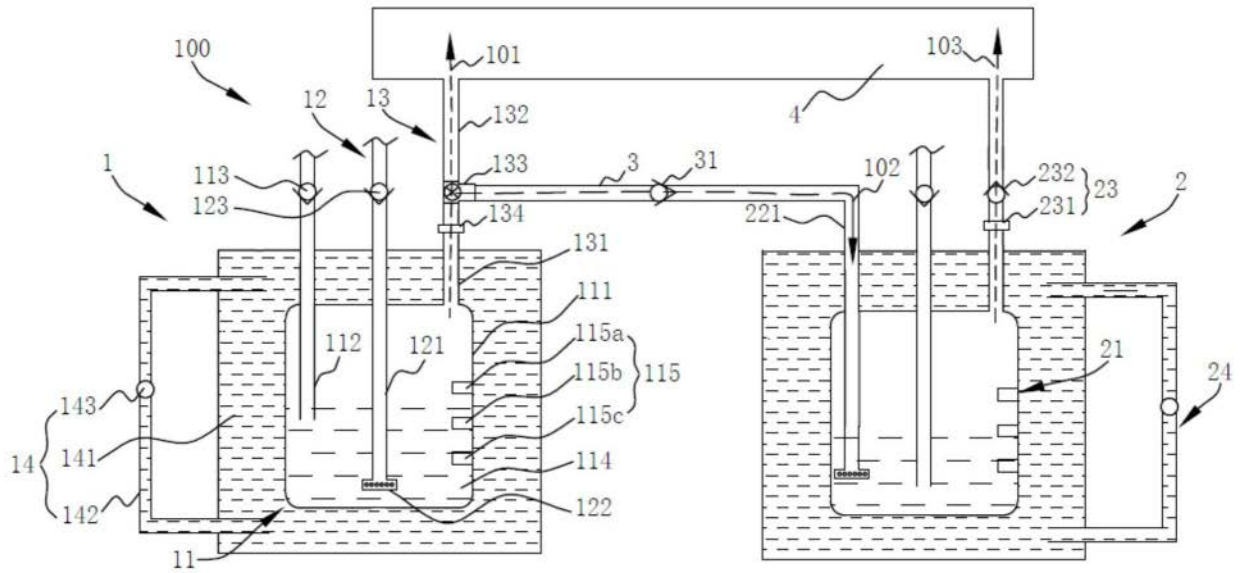


图1

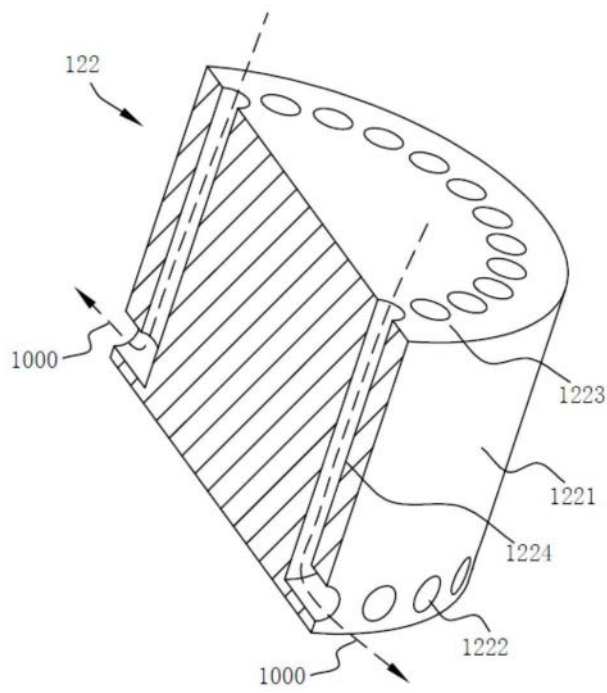


图2

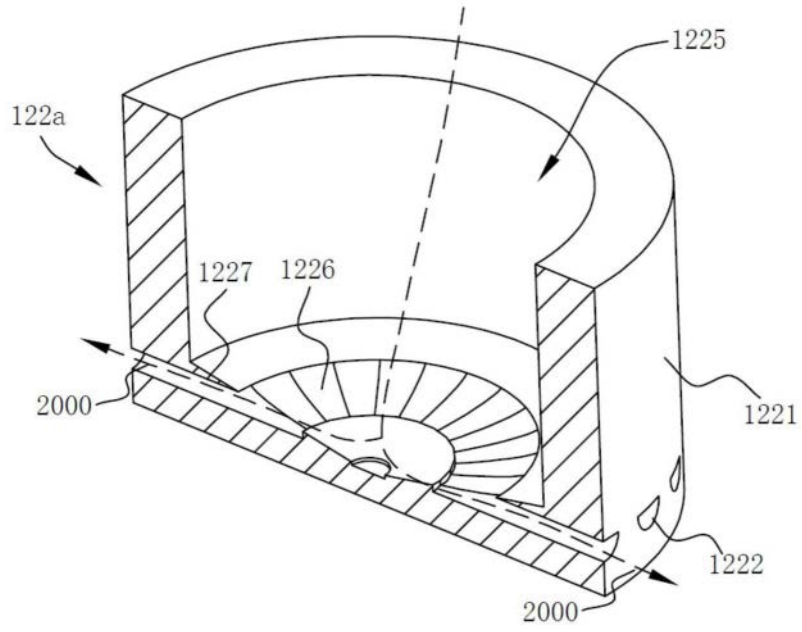


图3

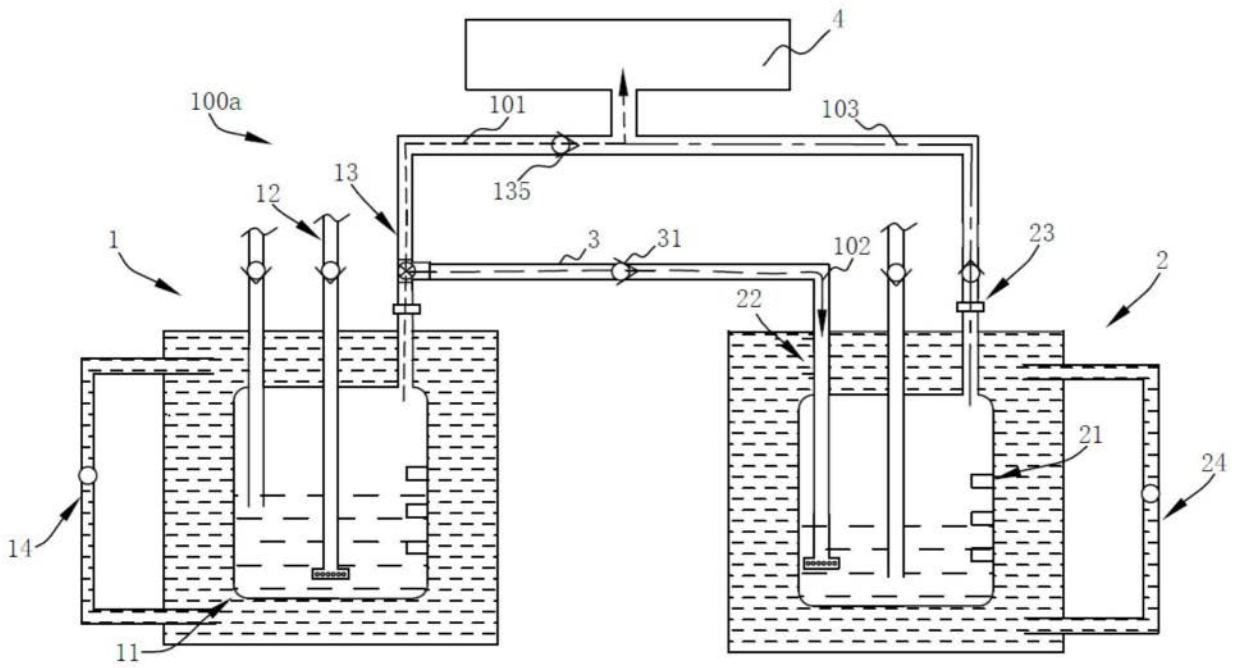


图4

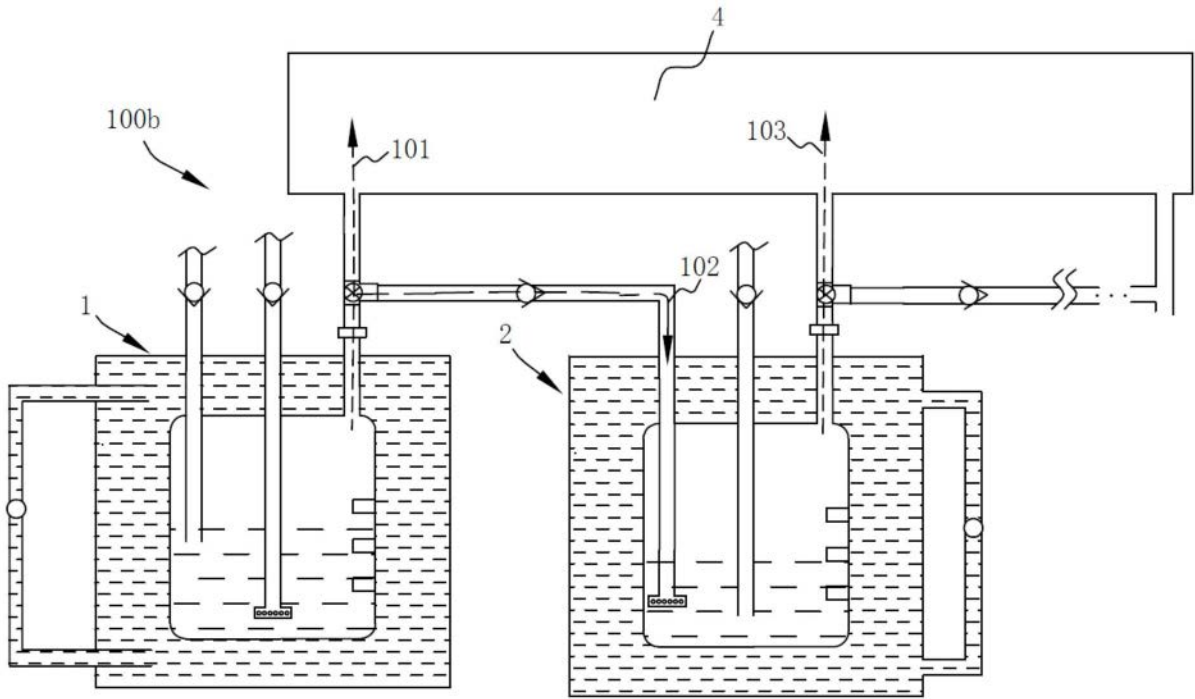


图5

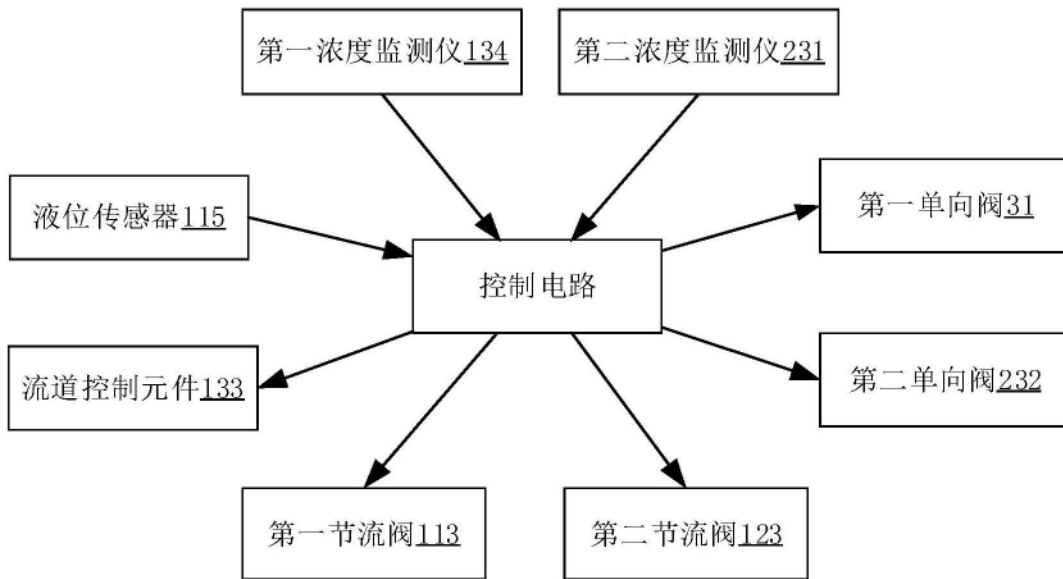


图6